



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

«ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΣΕ ΔΙΩΡΟΦΗ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ»

Η εργασία υποβάλλεται για την μερική κάλυψη των απαιτήσεων με στόχο την
απόκτηση του διπλώματος:

Δ.Π.Μ.Σ.
ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

από:

ΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΩΣ ΚΑΙ ΤΟ ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ
ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΑΜΟΥΡΓΗ Γ. ΜΑΡΙΑ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ, 2012

Επιβλέπουσα καθηγήτρια:
ΜΑΡΙΑ ΦΟΥΝΤΗ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος» του τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιά και του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε η οικονομική αξιολόγηση ενεργειακών επεμβάσεων μιας διώροφης πολυκατοικίας στην περιοχή της Σαρωνίδας. Για την τεχνική αξιολόγηση των επεμβάσεων χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της διεκπεραίωσης ενεργειακού ελέγχου στο κτίριο, της εργασίας που εκπονήθηκε από την μεταπτυχιακή φοιτήτρια Αλεξάνδρα Κορμπά, στα πλαίσια του Διατμηματικού Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασίας Περιβάλλοντος» του τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιά και του Τμήματος Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, με τίτλο «Τεχνική Αξιολόγηση Επεμβάσεων Ενεργειακής Εξοικονόμησης σε διώροφη πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK.»

Υπεύθυνη κατά την εκπόνηση της μεταπτυχιακής εργασίας ήταν η καθηγήτρια κ. Μαρία Φούντη, του τομέα Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου στην οποία οφείλω ιδιαίτερες ευχαριστίες για την ανάθεση αυτής και την δυνατότητα που μου δόθηκε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα.

Θα ήθελα να επίσης ευχαριστήσω θερμά τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Εμμανουήλ Μαλλιωτάκη του τομέα Θερμότητας της Σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου για την υποστήριξη και την καθοδήγηση που μου παρείχαν κατά την εκπόνηση της εργασίας.

Μαρία Α. Αμούργη

Σεπτέμβριος, 2012

Περιεχόμενα

1. ΕΠΟΨΗ	5
2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
2.1 ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ	7
2.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	8
3. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ	11
3.1 Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ	12
3.2 ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	14
3.2.1 ΚΥΡΙΟΙ ΑΞΟΝΕΣ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ	14
3.2.2. ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	15
4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ	17
4.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	17
4.2 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	17
4.2.1 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	19
4.3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	20
4.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ	21
4.5 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	29
5. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ	31
5.1. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	31
5.1.1 ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΕΙΣ.....	31
5.1.2. ΕΥΝΟΪΚΑ ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ	36
5.1.3 ΚΙΝΗΤΡΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	41
5.1.4. ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ (ESCO).....	41
5.1.5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΕΡΓΑ ΜΕ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ	42
5.1.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ.....	42
5.2 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	45
5.2.1. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ	45
5.2.2. ΦΟΡΟΑΠΑΛΛΑΓΕΣ	46
5.2.3 ΕΠΙΔΟΤΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ	46
5.2.4. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΡΙΤΟΥΣ	51
6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	53
6.1. Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	53

6.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	55
6.2.1 Ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ	55
6.2.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΘΕΣΠΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ	55
6.2.3 ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ	56
6.3 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	57
7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ	59
7.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΒΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ	59
7.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ.....	62
7.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ EXCEL	64
8. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ ΣΑΡΩΝΙΔΑ	66
8.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	66
8.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	66
8.1.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ.....	68
8.1.3 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΟΥ	69
8.1.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ	74
8.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	78
8.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ	79
8.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ	80
9. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	81
9.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ.....	81
9.2 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΥΣ (ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ).....	86
9.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ – ΤΑΡΑΤΣΑΣ	90
9.4 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΣΤΟΝ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΛΕΒΗΤΑ	92
9.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ – PELLETS.....	96
9.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΒΗΤΑ (ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ) ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ.....	99
9.7 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΙΚΡΟ – ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	102
9.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΖΕΖΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ Ή /ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	106
9.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ	109
10. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	115

10.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ.....	115
10.2 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΥΣ (ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ) ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ	122
10.3 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΣΤΟΝ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΛΕΒΗΤΑ	135
10.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ – PELLETS.....	141
10.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ	144
10.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΙΚΡΟ – ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	147
10.7 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ Ή /ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ.....	151
10.7.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΖΝΧ	151
10.7.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΖΝΧ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ	159
10.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ	164
10.9 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ.....	179
10.10 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ.....	192
11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	196
12. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	212
13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	215

1. ΕΠΟΨΗ

Στόχος της παρούσας εργασίας αποτελεί η επισήμανση της ανάγκης συστηματικής ενεργειακής διαχείρισης στα κτίρια και ειδικότερα του ενεργειακού ελέγχου, σαν ένα μέτρο αποδοτικότερης λειτουργίας των κτηρίων και προστασίας του περιβάλλοντος.

Αντικείμενο της εργασίας αποτέλεσε η διερεύνηση πλαισίου προτάσεων για την εξοικονόμηση κατανάλωσης ενέργειας του κτιρίου με οικονομοτεχνική αξιολόγηση των περισσότερο υποσχόμενων εξ' αυτών αλλά και συνδυασμών αυτών.

Αναλυτικότερα, από δεξαμενή προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας επιλέχθηκαν όσες προτάσεις ικανοποιούσαν τα κριτήρια τεχνικής συνάφειας με την υπάρχουσα εγκατάσταση του κτιρίου. Η επιλογή των επεμβάσεων με βάση τη ενεργειακή αναβάθμιση του κτηρίου βασίστηκε στην τεχνική αξιολόγηση που διενεργήθηκε στα πλαίσια της Μεταπτυχιακής Εργασίας « Τεχνική αξιολόγηση ενεργειακών επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας με τη χρήση του λογισμικού TEE – KENAK» της Αλεξάνδρας Κορμπά στα πλαίσια του μεταπτυχιακού Προγράμματος «Συστήματα Διαχείρισης Ενέργειας και Προστασία Περιβάλλοντος», του Τμήματος Βιομηχανικής Διοίκησης και Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Πειραιά σε συνεργασία με το Τμήμα Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

Για κάθε μια από αυτές τις προτάσεις διενεργήθηκε οικονομικός έλεγχος με τη βοήθεια του υπολογιστικού εργαλείου excel, σύμφωνα με τα βασικά οικονομικά κριτήρια όπως η Καθαρή Παρούσα Αξία, ο Εσωτερικός Συντελεστής Απόδοσης και η Έντοκή περίοδος αποπληρωμής.

Το τελικό στάδιο της διαδικασίας αξιολόγησης επέτρεψε την διάκριση και ιεράρχηση των αποδοτικότερων προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας του εν λόγω κτιρίου λαμβάνοντας υπόψη τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά κριτήρια.

2. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

2.1 ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ

Το ενεργειακό πρόβλημα είναι σήμερα ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα της παγκόσμιας κοινότητας. Η ενέργεια είναι ένα αγαθό που εξυπηρετεί κοινωνικές και αναπτυξιακές ανάγκες, παρουσιάζει συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση ενώ οι επιπτώσεις από τη χρήση της στο περιβάλλον είναι καθοριστικές. Σύμφωνα με τις τελευταίες εκτιμήσεις, τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου, φυσικού αερίου και λιθάνθρακα επαρκούν για την κάλυψη αναγκών περίπου 40 ετών, 70 ετών και 200 ετών αντίστοιχα. Οι επιπτώσεις της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και της εξάντλησης των φυσικών πόρων, καθώς και η πολυπλοκότητα των ζητημάτων που συνδέονται με το περιβάλλον και την ανάπτυξη δεν είναι νέα θέματα.

Σήμερα, η προστασία του περιβάλλοντος και η βιώσιμη ανάπτυξη (ανάπτυξη που πραγματοποιείται με την παράλληλη και ισότιμη προώθηση της οικονομίας, της κοινωνίας και του περιβάλλοντος) αποτελούν πλέον διαπιστωμένες αναγκαιότητες και προτεραιότητες της διεθνούς κοινότητας. Υπό το βάρος και της οικονομικής κρίσης αναζητούνται διεθνώς πολιτικές αντιμετώπισης της κλιματικής αλλαγής και μετακίνησης από την “εποχή του άνθρακα” σε μια σύγχρονη ενεργειακή επανάσταση. Όμως, υπάρχουν μικρές προσδοκίες λόγω της νέας οικονομικής πραγματικότητας που διαμορφώνεται και με ζοφερά δεδομένα που δείχνουν ότι οι κλιματικές αλλαγές έχουν ήδη πληγώσει τον πλανήτη.

Η παραγωγή, μεταφορά και διανομή ενεργειακών προϊόντων είναι ένας από τους πιο σημαντικούς τομείς της οικονομίας κάθε χώρας και ταυτόχρονα ίσως ο πιο παγκοσμιοποιημένος τομέας. Σε παγκόσμια κλίμακα, η εξέλιξη της τεχνολογίας που σχετίζεται με τις ενεργειακές επιλογές, η χρηματοδότηση έργων υποδομής στον τομέα της ενέργειας και οι συνέπειες της κλιματικής αλλαγής, είναι τα σημαντικότερα σημεία που καθορίζουν τις ενεργειακές εξελίξεις. Αυτό που χαρακτηρίζει τη πολιτική στον ενεργειακό τομέα τις τελευταίες δεκαετίες είναι η τάση για μεγέθυνση και παράλληλα απεξάρτηση από εθνικές πολιτικές. Έτσι παρατηρείται η μετάβαση σε αγορές ενέργειας που είναι ενοποιημένες περιφερειακά, απελευθερωμένες, ανταγωνιστικές και ευρύτερα παγκοσμιοποιημένες. Σε αυτά τα πλαίσια διαμορφώνεται και η Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Πολιτική, που έχει σαν βασικούς άξονες την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, τη μείωση της κλιματικής αλλαγής και την εξασφάλιση της ανταγωνιστικότητας.

Το έτος 1999 ολοκληρώθηκαν οι πρώτες διεθνείς συμφωνίες με την υπογραφή του πρωτοκόλλου του Κυότο, που στόχευαν στον περιορισμό των εκλυόμενων ρύπων του θερμοκηπίου μέχρι το έτος 2012. Η Ελλάδα δεσμεύτηκε ώστε η αύξηση των εκλυόμενων ρύπων του θερμοκηπίου μέχρι το 2012 να μην υπερβαίνει το 25% σε σχέση με το έτος αναφοράς. Η επίτευξη του στόχου αυτού για την χώρα μας δεν φαίνεται να είναι εφικτή, αφού μέχρι σήμερα δεν έχουν ληφθεί τα απαραίτητα κρατικά μέτρα. Ταυτόχρονα η διεθνής κοινότητα συνεχίζει τις διαπραγματεύσεις για το περιορισμό των εκλυόμενων ρύπων και μετά το 2012. Το Δεκέμβριο του 2009 στην Κοπεγχάγη, ολοκληρώθηκε ακόμα μία διεθνής συνάντηση με στόχο την ουσιαστική συμφωνία μεταξύ κρατών για την μείωση των εκλυόμενων ρύπων παγκοσμίως. Όμως η συμφωνία δεν είχε το αναμενόμενο αποτέλεσμα που θα συνέβαλε ουσιαστικά στην μείωση των εκλυόμενων ρύπων, αφού οι μεγάλοι ρυπαντές για ακόμα μια φορά δεν ανέλαβαν τις ευθύνες τους.

2.2 ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Ήδη από τις αρχές του 1970, οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις της παραγωγής και χρήσης ενέργειας απασχολούν σε μεγάλο βαθμό την ανθρωπότητα. Τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα που σχετίζονται με την παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας, είναι η θερμική ρύπανση από τους θερμικούς σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, η ρύπανση του αέρα από την καύση ορυκτών καυσίμων, η αλλαγή μικροκλίματος από την εγκατάσταση μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, τα ραδιενεργά απόβλητα και η μόλυνση του νερού.

Οι διάφοροι χημικοί, φυσικοί και βιολογικοί παράγοντες που προκαλούν υποβάθμιση του περιβάλλοντος είναι:

- Η ατμοσφαιρική ρύπανση, συμπεριλαμβανομένης και της αλλαγής μικροκλίματος από τη θερμική ρύπανση.
- Η ρύπανση του νερού.
- Η υποβάθμιση του εδάφους από τα στερεά απόβλητα.
- Ο θόρυβος.
- Η οπτική ρύπανση.

Η ατμοσφαιρική ρύπανση οφείλεται σε στερεές, υγρές ή αέριες ουσίες, οι οποίες μεταβάλλουν την σύσταση του αέρα. Η ρύπανση του αέρα δημιουργείται από πολλές αιτίες, όπως η καύση ενεργειακών προϊόντων που έχουν σαν βάση τον άνθρακα, με αποτέλεσμα την δημιουργία στερών σωματιδίων (στάχτη, σωματίδια - aerosols) και αερίων ρύπων (διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου, οξειδία του αζώτου). Στις αιτίες που προκαλούν ατμοσφαιρική ρύπανση συμπεριλαμβάνεται και ο ατμός που εκλύεται από τους πύργους ψύξης των θερμικών εγκαταστάσεων ηλεκτροπαραγωγής.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται από τη ρύπανση του αέρα είναι τα εξής:

Όξινη βροχή: Η όξινη βροχή οφείλεται στα προϊόντα της καύσης ορυκτών καυσίμων. Όταν βρεθούν στην ατμόσφαιρα τα οξειδία του θείου, του αζώτου και οι υδρογονάνθρακες δημιουργούν οξέα (θειικό και νιτρικό οξύ) ή δημιουργούν όζον με την επίδραση της ηλιακής ακτινοβολίας. Στη συνέχεια τα οξέα εναποτίθενται στο έδαφος με «ξηρή» μεταφορά ή με «υγρή» μεταφορά μέσω της βροχής, του χιονιού ή και της ομίχλης.

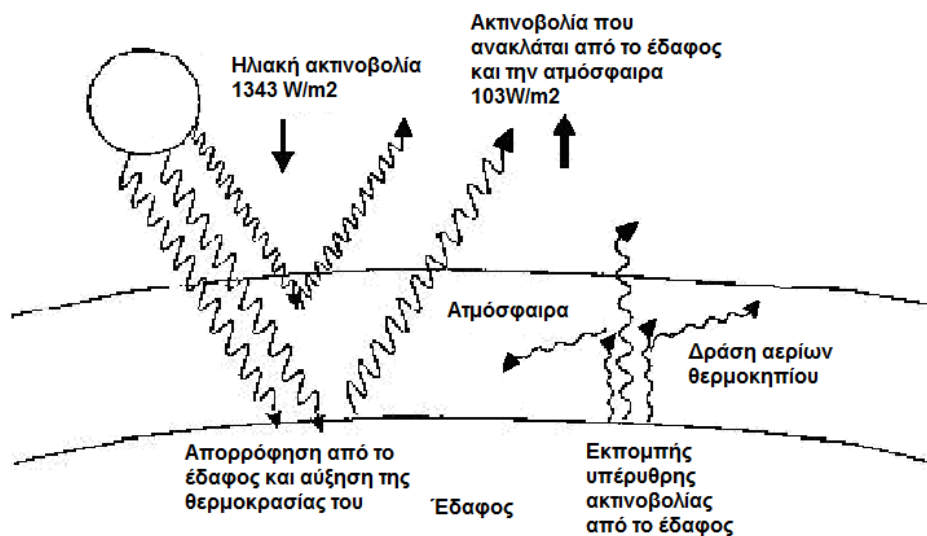
Τα οξειδία του θείου προέρχονται κυρίως από την καύση στερεών καυσίμων και μάλιστα το 64% των συνολικών εκπομπών οφείλονται σε μονάδες παραγωγής ενέργειας (κυρίως ηλεκτροπαραγωγής).

Το μεγαλύτερο ποσοστό των οξειδίων του αζώτου προέρχονται από τους κινητήρες εσωτερικής καύσης των αυτοκινήτων. Επομένως η άμεση λύση είναι η χρήση καυσίμων με πολύ χαμηλότερη περιεκτικότητα σε θείο, όπως για παράδειγμα η αντικατάσταση του άνθρακα (που συνήθως έχει υψηλή περιεκτικότητα σε θείο) με φυσικό αέριο, για ηλεκτροπαραγωγή. Σήμερα οι περισσότερες εγκαταστάσεις ηλεκτροπαραγωγής είναι εξοπλισμένες με συστήματα που μειώνουν την περιεκτικότητα των καυσαερίων σε διοξείδιο του θείου ενώ τα καταλυτικά φίλτρα μειώνουν την περιεκτικότητά τους σε οξειδία του αζώτου.

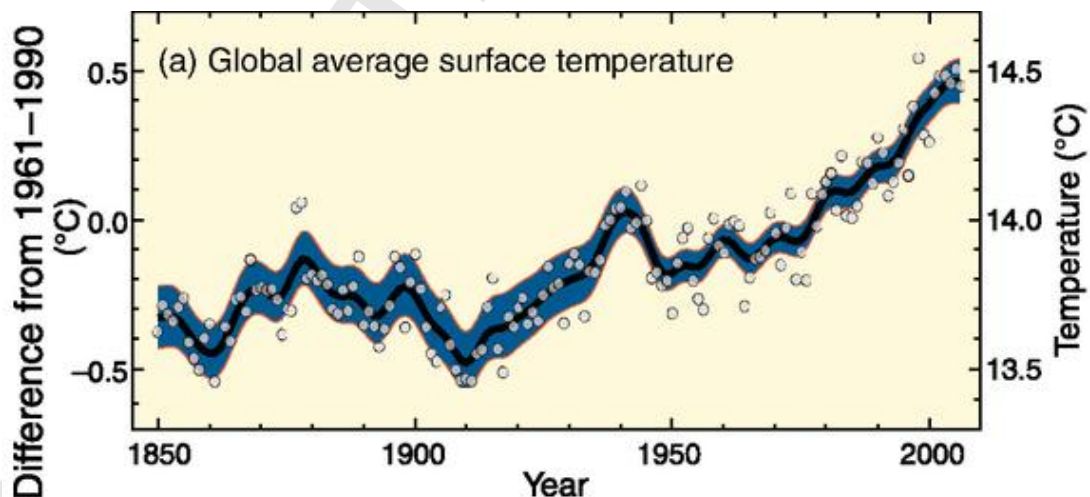
Το φαινόμενο του θερμοκηπίου: Η αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα, (CO₂), του μεθανίου (CH₄), των χλωροφθορανθράκων (CFC) και των οξειδίων του αζώτου στην ατμόσφαιρα τις τελευταίες δεκαετίες έχει σαν αποτέλεσμα την μεγαλύτερη απορρόφηση της υπέρυθρης ακτινοβολίας που εκπέμπεται από το έδαφος της γης στην ατμόσφαιρα. Έτσι η

θερμοκρασία της ατμόσφαιρας αυξάνεται δημιουργώντας το φαινόμενο, το οποίο είναι γνωστό σαν «φαινόμενο του θερμοκηπίου» ή «παγκόσμια θέρμανση» ή «κλιματική αλλαγή».

Το διοξείδιο του άνθρακα παράγεται από την καύση των ορυκτών καυσίμων και συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 56%. Το υποξείδιο του αζώτου (N₂O) (με συνεισφορά 7%) παράγεται επίσης από την καύση των ορυκτών καυσίμων. Το μεθάνιο (συνεισφορά 14%), παράγεται κατά την αποσύνθεση των οργανικών υλών (φυτά και ζωικά απόβλητα, οργανικά απορρίμματα σε ΧΥΤΑ). Τέλος τα CFC συνεισφέρουν κατά 23% στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.



Εικόνα 2.2.1. Το φαινόμενο του θερμοκηπίου



Εικόνα 2.2.2. Σχετικές μεταβολές μέσης ετήσιας θερμοκρασίας της επιφάνειας της γης (Πηγή: IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change 2007) ^[1].

http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/en/mains1.html

Σύμφωνα με τις μελέτες που δημοσιεύτηκαν από την Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC), οι επιδράσεις της κλιματικής αλλαγής έχουν γίνει εμφανείς στην μεταβολή της μέσης ετήσιας θερμοκρασίας της επιφάνειας της Γης την τελευταία εικοσαετία (Εικόνα 2.2.2). Τον Απρίλιο του 2007 η IPCC εξέδωσε το δεύτερο μέρος της 4ης Έκθεσης Αξιολόγησης (4th Assessment Report – AR4), στο οποίο αξιολογεί τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, την ευπάθεια και την δυνατότητα προσαρμογής του πλανήτη σε αυτήν. Στην Έκθεση της αυτή διατυπώνεται ξεκάθαρα ότι ένα μεταλλασσόμενο κλίμα θα αναστατώσει τα πολύπλοκα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά συστήματα που έχουν θεμελιωθεί εδώ και αιώνες, και τα οποία δεν μπορούν να αντέξουν γρήγορες και θεμελιώδεις αλλαγές.

Υπάρχουν ισχυρές επιστημονικές αποδείξεις ότι είναι επιτακτική ανάγκη η ανάληψη επείγουσας δράσης για την αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος. Πρόσφατες μελέτες, όπως η ανασκόπηση του Stern^[25], επιβεβαιώνουν το τεράστιο κόστος της απραξίας. Επιπλέον, η πρόσφατη έκθεση της Τράπεζας της Ελλάδας^[2] παρουσιάζει τις προβλεπόμενες κλιματικές και περιβαλλοντικές μεταβολές, αποτιμά το κόστος των μεταβολών αυτών για την ελληνική οικονομία και εκτιμά το κόστος των μέτρων προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή, στο πλαίσιο και της συναφούς πολιτικής της Ε.Ε.

3. ΠΟΛΙΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΣΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Κύριοι άξονες της Ευρωπαϊκής Ενεργειακής Στρατηγικής, όπως έχει διαμορφωθεί σήμερα, είναι η αντιμετώπιση των σημαντικών προκλήσεων που υπάρχουν και επικεντρώνονται στα θέματα:

- Ενεργειακής Ασφάλειας. Οι ενεργειακές εισαγωγές στην Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.) αυξάνονται σταθερά, ενώ η παραγωγή πετρελαίου και φυσικού αερίου εντός των ορίων της μειώνεται συνεχώς.
- Κλιματικής αλλαγής. Η εγκατάσταση τεχνολογιών με χαμηλές εκπομπές αερίων θερμοκηπίου εξελίσσεται με χαμηλότερους ρυθμούς από αυτούς που απαιτούνται από τους φιλόδοξους στόχους που έχει θέσει η Ε.Ε.
- Τιμών ενέργειας. Οι τιμές παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις και επηρεάζονται από την γενικότερη οικονομική αβεβαιότητα της εποχής.
- Διεθνών εξελίξεων. Οι αναπτυσσόμενες χώρες απορροφούν όλο και μεγαλύτερο ποσοστό των παγκόσμιων ενεργειακών αποθεμάτων για να τροφοδοτήσουν την οικονομική τους ανάπτυξη.

Παράλληλα εμφανίστηκαν δύο νέες προκλήσεις:

- Οικονομικές Εξελίξεις. Η χρηματοοικονομική κρίση και τα προβλήματα των ευρωπαϊκών οικονομιών δημιουργούν προβλήματα στα σχέδια για νέες επενδύσεις και για την ανάπτυξη νέων τεχνολογιών.
- Επενδύσεις σε Υποδομές. Οι ανάγκες σε νέα δίκτυα ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου, για τη μετάβαση σε έναν ενεργειακό τομέα με χαμηλές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, απαιτούν μεγάλες οικονομικές επενδύσεις.

Σε αυτό το γενικό πλαίσιο, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ανακοίνωσε στις 10 Νοεμβρίου 2010, το νέο πρόγραμμα για την κοινή Ευρωπαϊκή Ενεργειακή Στρατηγική για την περίοδο 2011-2020, με την ονομασία «Ενέργεια 2020». Το πρόγραμμα θέτει τις ενεργειακές προτεραιότητες της Ε.Ε. για την επόμενη δεκαετία, και παρουσιάζει τις δράσεις που απαιτούνται για να αντιμετωπισθούν οι προκλήσεις που αφορούν στα βασικά θέματα ενεργειακής πολιτικής:

1. Εξοικονόμηση ενέργειας (ΕΞΕΝ). Οι πρωτοβουλίες επικεντρώνονται στους δύο τομείς με το μεγαλύτερο δυναμικό ΕΞΕΝ: τις μεταφορές και τα κτήρια. Οι κύριες προτάσεις αναφέρονται σε κίνητρα επενδύσεων και νέα δημοσιονομικά μέσα, συνυπολογισμό της ενεργειακής αποδοτικότητας στις δημόσιες προμήθειες έργων, υπηρεσιών ή προϊόντων, αλλά και στη θέσπιση πιστοποιητικών ενεργειακής απόδοσης.

2. Ολοκληρωμένη πανευρωπαϊκή αγορά ενέργειας η οποία διαθέτει υποδομές για να επιταχυνθούν τα βασικά στρατηγικά έργα της Ε.Ε.. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ορίζει προθεσμία για την ολοκλήρωση της εσωτερικής αγοράς ενέργειας το 2015 και προτείνει τη θέσπιση απλοποιημένων αδειοδοτικών διαδικασιών καθώς και ένα ενιαίο σημείο εξυπηρέτησης και συντονισμού όλων των αιτήσεων αδειών.

3. Εικοσιεπτά κράτη, μία ενιαία φωνή για την ενέργεια παγκοσμίως. Η Ε.Ε. θα πρέπει συντονίζει την ενεργειακή της πολιτική απέναντι σε τρίτες χώρες. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει επίσης την διεύρυνση και την εμβάθυνση της Συνθήκης για την Ενεργειακή Κοινότητα προκειμένου να ενσωματώσει όσες χώρες, οι οποίες επιθυμούν να συμμετάσχουν στην αγορά ενέργειας της Ε.Ε.

4. Πρωτοκαθεδρία της Ευρώπης στην ενεργειακή τεχνολογία και στην καινοτομία. Οι μεγάλοι άξονες έργων που προωθούνται έχουν σκοπό την ανταγωνιστικότητα της Ευρώπης σε κύριους τομείς, όπως νέες τεχνολογίες για ευφυή δίκτυα και αποθήκευση ηλεκτρικής ενέργειας, έρευνα για βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς και συνεργασία για «έξυπνες πόλεις» με σκοπό την προώθηση της ΕΞΕΝ στις αστικές περιοχές.

5. Ασφαλής, προστατευμένη και προσιτή ενέργεια για ενεργούς καταναλωτές. Νέα μέτρα για τη σύγκριση τιμών, για τη δυνατότητα αλλαγής προμηθευτή για κάθε καταναλωτή, για τη σαφή και διαφανή τιμολόγηση, έχουν υποβληθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.

3.1 Η ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Η «Ενεργειακή Πολιτική για την Ευρώπη», όπως ορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, καθορίζει ένα μελλοντικό πολιτικό πρόγραμμα, προτείνοντας και το αντίστοιχο πλαίσιο δράσεων για την επίτευξη των κύριων ενεργειακών στόχων της Ευρωπαϊκής Κοινότητας, που αφορούν στην αειφορία, στην ανταγωνιστικότητα και στην ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού. Τα δέκα μέτρα που Ευρωπαϊκού Σχεδίου Δράσης για την Ενέργεια είναι τα εξής:

- Καλύτερη λειτουργία της εσωτερικής αγοράς ενέργειας.
- Διευκόλυνση των κρατών-μελών για ανάπτυξη αλληλεγγύης στην περίπτωση ενεργειακών κρίσεων, ώστε να εξασφαλίζεται η ασφαλής τροφοδοσία με πετρέλαιο, φυσικό αέριο και ηλεκτρική ενέργεια.
- Βελτίωση του κοινοτικού μηχανισμού εμπορίας εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ώστε να μετατραπεί σε πραγματικό καταλύτη για τη μείωση εκπομπών CO₂ και τις επενδύσεις για καθαρή ενέργεια.
- Ανάπτυξη προγραμμάτων ΕΞΕΝ σε ευρωπαϊκό, εθνικό και διεθνές επίπεδο.
- Αύξηση της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).
- Ανάπτυξη στρατηγικής για την ενεργειακή τεχνολογία (Strategic Energy Technology Plan, SETPlan).
- Ανάπτυξη «καθαρών» τεχνολογιών μετατροπής ορυκτών καυσίμων (τεχνολογίες με χαμηλές εκπομπές CO₂), καθώς και τεχνολογιών δέσμευσης και αποθήκευσης άνθρακα.
- Ανάπτυξη θεμάτων ασφάλειας και προστασίας από την χρήση της πυρηνικής ενέργειας.
- Συμφωνία για μια διεθνή ενεργειακή πολιτική με κοινούς στόχους όπου θα ακολουθήσουν όλα τα κράτη μέλη.

- Βελτίωση της κατανόησης των ενεργειακών θεμάτων από τους Ευρωπαίους πολίτες-καταναλωτές.

Επίκεντρο της ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής είναι ο στόχος για την υλοποίηση του λεγόμενου «πακέτου 20-20-20» που σημαίνει παραγωγή του 20% της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές, 20% μείωση των εκλυόμενων ρύπων και 20% εξοικονόμηση ενέργειας. Η Ε.Ε. θα πρέπει λοιπόν να μειώσει τις εκπομπές των αερίων θερμοκηπίου κατά 20% μέχρι το 2020, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990, με την εφαρμογή κατάλληλων πολιτικών και οικονομικών δράσεων με παράλληλο στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας κατά 20% (εξοικονόμηση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας κατά 20%), την αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των συστημάτων ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση ενέργειας στο επίπεδο του 20% και στην αύξηση του ποσοστού των ΑΠΕ (βιοκασιμών) στις μεταφορές στο 10%.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή από το 2007 μέχρι και σήμερα έχει προχωρήσει σε μια σειρά από θέσεις και προτάσεις για συμπληρωματικά μέτρα, έχοντας ως κύριο άξονα την επίτευξη των τριών στόχων της Ευρωπαϊκής ενεργειακής πολιτικής: αειφορία, ανταγωνιστικότητα και ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Τα θεσμικά όργανα της Ε.Ε. έχουν προωθήσει και θεσπίσει ένα βελτιωμένο πλαίσιο για επενδύσεις στην ενεργειακή υποδομή, με σαφείς και προβλέψιμους στόχους για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ, την προώθηση ενεργειακά αποδοτικών τεχνολογιών καθώς και την υιοθέτηση νέων κανόνων για την εσωτερική αγορά ενέργειας.

Ειδικότερα, η Ε.Ε. έχει ήδη θεσπίσει δεσμευτικό πακέτο μέτρων και στόχων για το 2020, στο οποίο περιλαμβάνεται ο μηχανισμός της εμπορίας αδειών εκπομπής διοξειδίου του άνθρακα (European Union Emission Trading Scheme – EU-ETS) από υπόχρεες εγκαταστάσεις (ηλεκτροπαραγωγή, μεγάλες βιομηχανίες και από το 2012 αεροπορικές μεταφορές). Ιδιαίτερα για την ηλεκτροπαραγωγή μετά το 2013, δεν θα τους διανέμονται δωρεάν δικαιώματα στην εμπορία ρύπων. Οι στόχοι κατά χώρα-μέλος για μείωση των εκπομπών στους τομείς εκτός EU-ETS καθώς και οι στόχοι για αύξηση του μεριδίου των ΑΠΕ που έχουν εξειδικευθεί κατά χώρα-μέλος. Στο πλαίσιο αυτό, οι οδηγίες που έχουν εκδοθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή μέχρι σήμερα είναι:

- Η Οδηγία σχετικά με την «Προώθηση της Χρήσης Ενέργειας από ΑΠΕ» (2009/28/ΕΚ), η οποία θέτει ως συνολικό στόχο το 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας της ΕΕ-27 να προέρχεται από ΑΠΕ το 2020 και 10% συμμετοχή των ΑΠΕ στον τομέα μεταφορών. Προβλέπεται για πρώτη φορά αξιοποίηση των ΑΠΕ για όλες τις ενεργειακές χρήσεις (ηλεκτροπαραγωγή, ψύξη/θέρμανση, μεταφορές), και γίνεται εξειδίκευση σε εθνικούς στόχους. Το συγκεκριμένο ποσοστό για την Ελλάδα καθορίστηκε στο 18%.
- Η Οδηγία για την «Ενεργειακή Απόδοση των Κτηρίων» (2002/91/ΕΕ) και η αναδιατύπωσή της το 2010 (2010/31/ΕΕ). Η οδηγία που εκδόθηκε το 2002 προέβλεπε την ενεργειακή επιθεώρηση και έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης για τα κτήρια, καθώς επίσης και την διαδικασία επιθεώρησης για τους λέβητες, τις εγκαταστάσεις θέρμανσης και τις εγκαταστάσεις κλιματισμού. Τα κύρια σημεία της αναδιατύπωσης της οδηγίας το 2010, είναι:

1. Από το 2020 τα νέα κτήρια θα πρέπει είναι σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης, ενώ τα δημόσια κτήρια θα πρέπει να δώσουν το παράδειγμα ήδη από το 2018.

2. Το όριο των 1000m² που υπήρχε στην αρχική μορφή της οδηγίας για την ανακατασκευή των κτηρίων παύει να ισχύει.

3. Τα κράτη μέλη θα πρέπει από το 2011 να λάβουν τα απαιτούμενα μέτρα προώθησης και χρηματοδότησης για την προώθηση των κτηρίων σχεδόν μηδενικής ενεργειακής κατανάλωσης.

4. Η μεθοδολογία υπολογισμού της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτηρίων θα πρέπει να είναι εναρμονισμένη στα κράτη μέλη, θα πρέπει να υπάρχουν μηχανισμοί ελέγχου ποιότητας της διαδικασίας και ποινές σε περιπτώσεις μη εφαρμογής.

5. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να ενσωματώσουν την νέα οδηγία στην εθνική τους νομοθεσία μέχρι τον Ιούλιο 2012.

- Η Οδηγία για τη χρήση της «Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας» (2004/8/EK), προβλέπει την εκτίμηση του δυναμικού Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Αποδοτικότητας (ΣΗΘΥΑ), καθώς και εφαρμογή ενός σχεδίου δράσης για την προώθησή της.
- Η Οδηγία για την «Ενεργειακή Αποδοτικότητα στην τελική χρήση και τις Ενεργειακές Υπηρεσίες» (2006/32/EK). Σύμφωνα με την οδηγία αυτή τίθεται στόχος ΕΞΕΝ στην τελική χρήση για το 2016, ο οποίος θα πρέπει να επιτευχθεί μέσα από την εφαρμογή ενός Σχεδίου Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (ΣΔΕΑ). Παράλληλα προβλέπει την ενίσχυση της δράσης των Εταιρειών Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΠΕΥ).
- Η Οδηγία για την «Ενεργειακή Σήμανση Συσκευών» (2010/30/ΕΕ), καθώς και η Οδηγία σχετικά με την «Προώθηση Καθαρών και Ενεργειακά Αποδοτικών Οχημάτων για τις Οδικές Μεταφορές» (2009/33/EK).

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έπειτα και από την πρόσφατη παρουσίαση του προγράμματος «Ενέργεια 2020», προετοιμάζει επίσης έναν οδικό χάρτη για τη μείωση των εκπομπών στην Ε.Ε. μέχρι το 2050 με ενδιάμεσο στόχο στο 2030, ενώ ετοιμάζει να παρουσιάσει και ένα νέο Σχέδιο για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα (2011), το οποίο θα αναφέρει συγκεκριμένους άξονες, πολιτικές και θεσμικό πλαίσιο ώστε να επιτευχθεί ο στόχος για βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά 20% μέχρι το 2020.

3.2 ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

3.2.1 ΚΥΡΙΟΙ ΑΞΟΝΕΣ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) είναι υπεύθυνο για την άσκηση της ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα. Οι δράσεις του ΥΠΕΚΑ επικεντρώνονται στη διαμόρφωση του ρυθμιστικού και νομικού καθεστώτος της ενεργειακής αγοράς, στην εκπλήρωση των περιβαλλοντικών δεσμεύσεων της χώρας, μέσω της προώθησης των ΑΠΕ, της συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας και της ΕΞΕΝ, και στα μεγάλα έργα διεθνών ενεργειακών διασυνδέσεων.

Οι κύριοι άξονες ενεργειακής πολιτικής στην Ελλάδα είναι:

- Ασφάλεια ενεργειακού εφοδιασμού
- Διαφοροποίηση ενεργειακών πηγών
- Προστασία του περιβάλλοντος

- Προώθηση της παραγωγικότητας και της ανταγωνιστικότητας μέσω ενεργειακών επενδύσεων καθαρών ενεργειακών τεχνολογιών, εξασφαλίζοντας παράλληλα την περιφερειακή ανάπτυξη.

Ακολουθώντας αυτούς τους γενικούς άξονες οι στόχοι της ενεργειακής πολιτικής που εφαρμόζεται μπορούν να συνοψιστούν στα εξής σημεία:

- Στη διασφάλιση της ασφαλούς ενεργειακής τροφοδοσίας της αγοράς, με υψηλής ποιότητας προϊόντα στις καλύτερες δυνατές τιμές.
- Στη μείωση της πετρελαϊκής εξάρτησης της χώρας και σταδιακής υποκατάστασης του πετρελαίου από το φυσικό αέριο την ενίσχυση του συστήματος παραγωγής, μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Στην αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ και των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό σύστημα.
- Στην επέκταση της χρήσης φυσικού αερίου με την ανάπτυξη νέων δικτύων μεταφοράς και διανομής.
- Στην απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρισμού και φυσικού αερίου.
- Στην ενίσχυση των διεθνών διασυνδέσεων της χώρας, στους τομείς του φυσικού αερίου, του πετρελαίου και του ηλεκτρισμού, με σκοπό να καταστεί η Ελλάδα σύγχρονο διεθνές διαμετακομιστικό κέντρο ενέργειας.
- Στην επέκταση των ελέγχων σε όλους τους κρίκους της αλυσίδας της αγοράς πετρελαιοειδών, με σκοπό την ενίσχυση του ανταγωνισμού.
- Στην υλοποίηση των ενεργειακών υποδομών και των ιδιωτικών ενεργειακών επενδύσεων μέσω χρηματοδοτικών εργαλείων.

3.2.2. ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΟΥ ΤΟΜΕΑ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η περίοδος μετά το 2004 είναι ιδιαίτερα σημαντική για την αγορά ενέργειας στην Ελλάδα, με κύρια χαρακτηριστικά την επιτάχυνση της διαδικασίας απελευθέρωσης των Αγορών Ηλεκτρικής Ενέργειας και Φυσικού Αερίου, και την αύξηση των επενδύσεων σε ΑΠΕ. Οι κύριες μεταβολές που έχουν γίνει στην εθνική νομοθεσία είναι σε σχέση με την απελευθέρωση των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου, ώστε να ενσωματωθούν οι Ευρωπαϊκές Οδηγίες 2003/54/ΕΚ και 2003/55/ΕΚ, καθώς επίσης και η ενσωμάτωση των Οδηγιών για τις ΑΠΕ, και την Ενεργειακή Αποδοτικότητα.

Με τον νόμο 2773/1999 (ΦΕΚ Α' 286) θεσμοθετήθηκε το πλαίσιο απελευθέρωσης της ελληνικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, προκειμένου να επιτευχθεί η προσαρμογή του ελληνικού δικαίου προς τους κανόνες της Οδηγίας 96/92/ΕΚ. Ο νόμος 2773/1999 τροποποιήθηκε με το ν. 2837/2000, το ν. 2491/2001 και το ν. 3175/2003, για να προσαρμοσθεί στα νέα δεδομένα της ενεργειακής αγοράς και να διασφαλισθεί αποτελεσματικότερα η επάρκεια ισχύος ηλεκτρικής ενέργειας. Η οδηγία 96/92/ΕΚ αντικαταστάθηκε από την οδηγία 2003/54/ΕΚ που επιδιώκει τη δημιουργία μιας απολύτως λειτουργικής και ανταγωνιστικής εσωτερικής αγοράς. Η οδηγία περιέχει επίσης ρυθμίσεις για την οργάνωση της πρόσβασης στα δίκτυα, ρυθμίσεις για τη διαχείριση των δικτύων μεταφοράς και διανομής και για τον αποτελεσματικό διαχωρισμό των Διαχειριστών του Συστήματος μεταφοράς και του Δικτύου διανομής από τις δραστηριότητες της παραγωγής και προμήθειας ηλεκτρικής ενέργειας. Ο νόμος 3426/2005 «Επιτάχυνση της Διαδικασίας για την Απελευθέρωση της Αγοράς Ηλεκτρικής Ενέργειας», εναρμόνισε πλήρως την εθνική νομοθεσία με την οδηγία 2003/54/ΕΚ.

Όσον αφορά στην αγορά του φυσικού αερίου, ο νόμος 3428/2005 καθόρισε το πλαίσιο για την απελευθέρωσή της. Οι βασικές διατάξεις του νόμου αφορούν, μεταξύ άλλων:

- Στο διαχωρισμό των δραστηριοτήτων στον τομέα φυσικού αερίου (προμήθεια, μεταφορά, διανομή, αποθήκευση, υγροποίηση και αεριοποίηση ΥΦΑ), που αποτελεί ουσιαστική προϋπόθεση για την απελευθέρωση της αγοράς.
- Στην επίτευξη του διαχωρισμού του διαχειριστή του Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΕΣΦΑ). Για το σκοπό του οποίου ιδρύθηκε ο Διαχειριστής Εθνικού Συστήματος Φυσικού Αερίου (ΔΕΣΦΑ) σαν ανώνυμη εταιρία, 100% θυγατρική της ΔΕΠΑ Α.Ε. Στον ΔΕΣΦΑ μεταβιβάστηκε η κυριότητα του ΕΣΦΑ, και παραχωρήθηκαν τα αποκλειστικά δικαιώματα λειτουργίας, διαχείρισης, εκμετάλλευσης και ανάπτυξής του.
- Στην προμήθεια φυσικού αερίου στους πελάτες. Ειδικά για την περίπτωση των Επιλεγέντων Πελατών, η προμήθεια φυσικού αερίου διέπεται από τον Κώδικα Προμήθειας.

Οι περιβαλλοντικές δεσμεύσεις της χώρας για την προώθηση των ΑΠΕ και της ΕΞΕΝ, εκφράζονται με μια σειρά από νομοθετικές διατάξεις. Ο νόμος 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ 27.06.2006), οργάνωσε και συστηματοποίησε το μέχρι τότε υπάρχον νομοθετικό πλαίσιο αδειοδότησης των σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ και εισήγαγε ρυθμίσεις για την απλοποίηση και επιτάχυνση της διαδικασίας αδειοδότησης των έργων αυτών. Παράλληλα, παρέχονται αυξημένες τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από συστήματα ΑΠΕ. Ο νόμος 3851/2010, καθόρισε εθνικούς στόχους για τις ΑΠΕ που είναι 20% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας (σύμφωνα με την οδηγία 2009/28/ΕΚ), 40% στην ηλεκτροπαραγωγή, 20% στην παραγωγή θερμότητας-ψύξης και 10% στις μεταφορές. Στη συνέχεια αναθεωρεί μια σειρά από άρθρα του ν. 3468/2006 που αναφέρονται στις αδειοδοτικές διαδικασίες έργων ΑΠΕ και ΣΗΘΥΑ, και αναπροσαρμόζει τις τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ, και κυρίως στην περίπτωση των φωτοβολταϊκών σταθμών. Έτσι η τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από Φ/Β σταθμούς θα πέφτει σταδιακά μέχρι το 2015, και μετά καθορίζεται να είναι 30%-40% πάνω από την οριακή τιμή του συστήματος (ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ). Η ρύθμιση αυτή δεν ισχύει για φωτοβολταϊκά μέχρι 10kWp στον οικιακό τομέα και σε μικρές επιχειρήσεις.

Σχετικά με την ΕΞΕΝ στα κτήρια, ο νόμος 3661/2008^[3] «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις», μετέφερε πλήρως την οδηγία 2002/91/ΕΚ στην εθνική νομοθεσία, μετά από καθυστέρηση ετών. Ο νόμος συμπληρώθηκε από την Υπουργική Απόφαση Δ6/Β/οικ.5825/ΦΕΚ Β/9-4-2010 «Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων»^[4] και από το Π.Δ. 100/2010 ΦΕΚ Α/177/6-10-2010 «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού»^[5]. Λεπτομερής αναφορά του κανονιστικού πλαισίου για τα κτήρια γίνεται στην θεματική ενότητα ΔΚ1 – «Θεσμικό πλαίσιο, μεθοδολογία ενεργειακής απόδοσης κτηρίων».

Ο νόμος 3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις» αποτελεί την ενσωμάτωση της οδηγίας 2006/32/ΕΚ στην εθνική νομοθεσία. Ο νόμος υιοθετεί το Σχέδιο Δράσης Ενεργειακής Αποδοτικότητας (ΣΔΕΑ) και προβλέπει την επικαιροποίησή του κάθε δύο χρόνια έως το 2016 καθώς και τους μηχανισμούς παρακολούθησης για την επίτευξη των στόχων του. Μερικές από τις πιο σημαντικές διατάξεις του νόμου είναι η δημιουργία του μητρώου των Επιχειρήσεων Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΕΥ) και ο καθορισμός της διαδικασίας συμβάσεων ενεργειακής απόδοσης. Με τον τρόπο αυτό ανοίγει η αγορά παροχής ενεργειακών υπηρεσιών και χρηματοδότησης ενεργειακών έργων από τρίτους.

4. ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ

4.1 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

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 CO₂, 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/ m². Στην Ανατολική και Κεντρική Ευρώπη η κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση χώρων κυμαίνεται μεταξύ 200 και 400 kWh/m², 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/m² στα σπίτια και 96 kWh/m² στα διαμερίσματα που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 και, αντίστοιχα, 92 – 123 kWh/m² και 75 – 94 kWh/m² σήμερα.

4.2 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η συνεχής αύξηση που παρατηρείται στην κατανάλωση ενέργειας στα κτίρια είναι τόσο ποσοτική, καθώς καταναλώνουμε περισσότερη ενέργεια σε απόλυτο μέγεθος, όσο και ποιοτική, επειδή χρησιμοποιούμε όλο και περισσότερο τον ηλεκτρισμό. Οι εκτιμήσεις για τις εξελίξεις της επόμενης δεκαετίας είναι δυστυχώς απαισιόδοξες, καθώς, ακόμη κι αν ληφθούν άμεσα ουσιαστικά μέτρα, θα απαιτηθούν αρκετά χρόνια για την αναστροφή αυτής της τάσης. Ποια είναι, όμως, τα αίτια αυτής της εξέλιξης:

α. Η ύπαρξη της μεγάλης πλειοψηφίας των κτιρίων που κατασκευάστηκαν πριν το 1980 (περίπου 80% του συνόλου), τα οποία δεν είναι θερμομονωμένα, και τα οποία απαιτούν πολύ μεγάλα ποσά ενέργειας για να εξασφαλίσουν τις με τα σημερινά επίπεδα αποδεκτές συνθήκες άνεσης το χειμώνα.

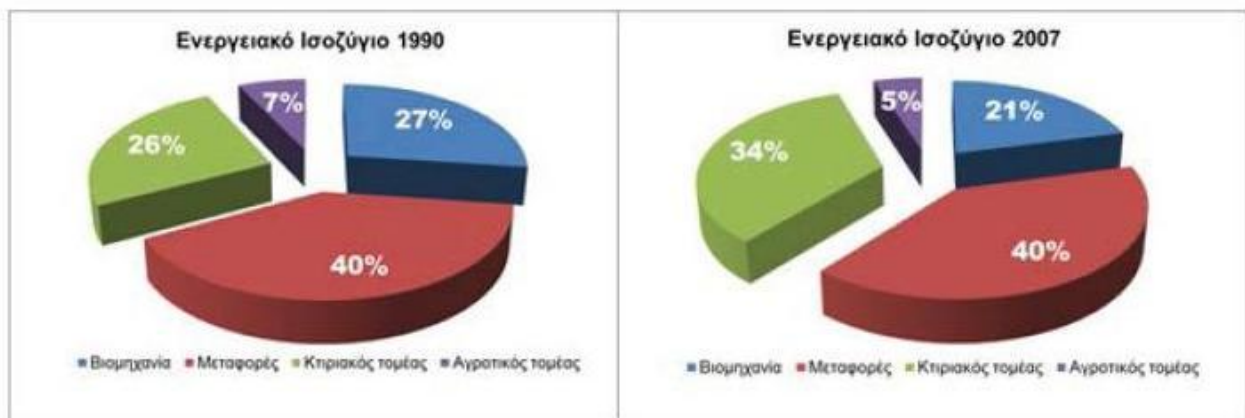
β. Η, κατά κανόνα, μέτρια κατάσταση των συστημάτων θέρμανσης, που οδηγεί σε μειωμένους βαθμούς απόδοσης και επομένως αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και περιβαλλοντική επιβάρυνση.

γ. Η συνεχής αύξηση, τόσο σε αριθμό όσο και σε εγκατεστημένη ισχύ, των συστημάτων και συσκευών που καταναλώνουν ηλεκτρική, κυρίως, ενέργεια. Αυτό αφορά τα κτίρια κατοικιών, κυρίως, όμως, τα κτίρια γραφείων, καταστημάτων και υπηρεσιών.

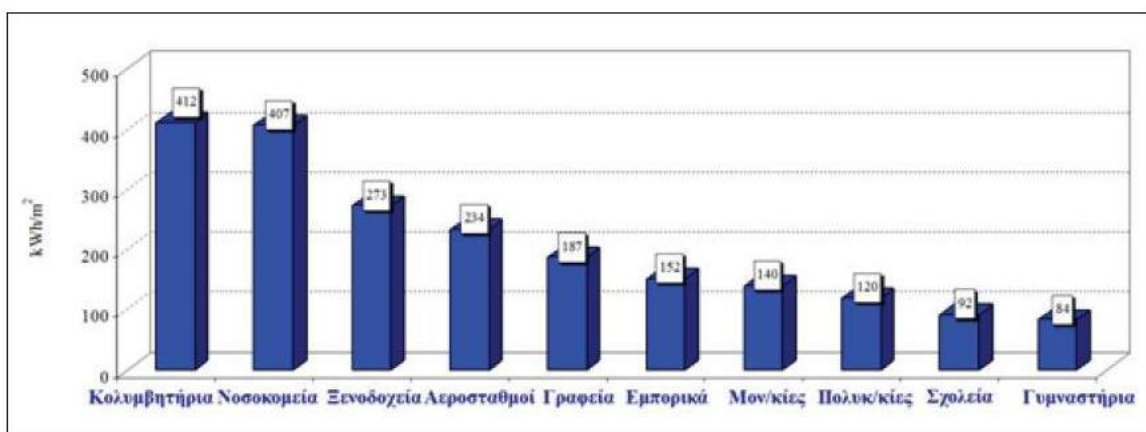
δ. Η ολοένα ισχυρότερη απαίτηση για βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης και εργασίας, ιδίως σε ό,τι αφορά τη θερμική άνεση το καλοκαίρι, που σε συνδυασμό με τη μείωση του κόστους των

συσκευών, οδήγησε στην εγκατάσταση πάνω από 1.000.000 κλιματιστικών μονάδων τα τελευταία 10 χρόνια.

Ο κτιριακός τομέας συμμετέχει γενικά με υψηλό ποσοστό στην κατανάλωση ενέργειας και στην έκλυση ρύπων. Ιδιαίτερα, στην Ε.Ε. το ποσοστό συμμετοχής των κτηρίων στη συνολική κατανάλωση ενέργειας ανέρχεται περίπου στο 40%. Η τελική κατανάλωση ενέργειας στα ελληνικά κτήρια είναι περίπου 34% ή 7,5 εκατ. τόνοι ισοδύναμου πετρελαίου (ΜΤΠΠ) σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα δημοσιευμένα στοιχεία για το 2007. Τα ελληνικά κτήρια καταναλώνουν περίπου το 67% της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και συμβάλλουν κατά περίπου 43% στις συνολικές εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα (Εικόνα 4.2.1). Το 2007, η κατανάλωση ενέργειας στα ελληνικά κτήρια ήταν 86411 GWh, δηλαδή το 34% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας της Ελλάδας. Οι 63849 GWh καταναλώθηκαν στα κτήρια κατοικιών (74%) και οι 22562 GWh στα κτήρια του τριτογενή τομέα (26%), εκτός γεωργικών χρήσεων. Το 1990, το αντίστοιχο ποσοστό συμμετοχής των Ελληνικών κτηρίων στην τελική κατανάλωση ενέργειας ήταν 26% και το 1980 μόλις 20%.



Εικόνα 4.2.1: Κατανομή της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στην Ελλάδα, (ΥΠΕΚΑ 2011).



Εικόνα 4.2.2: Μέση ετήσια συνολική τελική (πραγματική) κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας κτηρίου (kWh/m²) για διάφορες τελικές χρήσεις Ελληνικών κτηρίων κατοικίας και του τριτογενή τομέα.^[10]

Για να συγκρίνουμε την κατανάλωση ενέργειας μεταξύ διαφορετικών χρήσεων κτηρίων, χρησιμοποιείται ο όρος της ειδικής κατανάλωσης ενέργειας που εκφράζει την μέση ετήσια κατανάλωση ενέργειας ανά μονάδα επιφάνειας του κτηρίου (kWh/m²). Οι τιμές που παρουσιάζονται

στο Εικόνα 4.2.2. είναι ο μέσος όρος των πραγματικών συνολικών καταναλώσεων ενέργειας σε ελληνικά κτήρια, με διαφορετική χρήση (κατοικίες, εμπορικά, νοσοκομεία κ.ά.). Η σύγκριση αναδεικνύει τα πλέον ενεργοβόρα κτήρια. Επειδή όμως πρόκειται για πραγματικές καταναλώσεις ενέργειας, χρειάζεται προσοχή στην ερμηνεία των στοιχείων. Για παράδειγμα τα σχολεία δεν αποτελούν τα ενεργειακά αποδοτικότερα κτήρια όπως παρουσιάζεται στο Εικόνα 4.2.2., καθώς η περίοδος λειτουργίας τους στις περισσότερες περιπτώσεις διαρκεί μόνο 9 μήνες και για το λόγο αυτό έχουν χαμηλές απαιτήσεις για ψύξη, ενώ ταυτόχρονα η μη λειτουργίας τους τις βραδινές ώρες και ο μεγάλος αριθμός χρηστών οδηγεί σε χαμηλότερα απαιτήσεις για τη θέρμανση χώρων τη χειμερινή περίοδο. Επίσης παράμετροι όπως οι επιθυμητές συνθήκες εσωτερικού περιβάλλοντος (θερμοκρασία, υγρασία κ.ά.) που επικρατούν στα κτήρια διαφοροποιούν σημαντικά τα απαιτούμενα θερμικά ή/και ψυκτικά φορτία και κατά συνέπεια την τελική κατανάλωση θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας.

4.2.1 ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σύμφωνα με αποτελέσματα μελέτης για τα ελληνικά κτήρια που έγινε για το ΥΠΕΧΩΔΕ με αντικείμενο τη μείωση των εκπομπών CO₂ στον οικιακό και τριτογενή τομέα εκτιμήθηκε το κτιριακό απόθεμα ανά χρήση (κατοικίες, γραφεία-καταστήματα, νοσοκομεία, ξενοδοχεία και σχολεία), για τις τέσσερις ελληνικές κλιματικές ζώνες και για τρεις τυπικές περιόδους κατασκευής. Στη συνέχεια εκτιμήθηκε η κατανάλωση και το δυναμικό ΕΞΕΝ με την εφαρμογή διαφόρων σεναρίων επεμβάσεων στο κτιριακό κέλυφος ή/και στις ηλεκτρομηχανολογικές (Η/Μ) εγκαταστάσεις. Στον πίνακα 4.2.1. συνοψίζονται οι εκτιμώμενες μέσες πραγματικές τιμές της ειδικής θερμικής και ηλεκτρικής κατανάλωσης ενέργειας (kWh/m²) ανά χρήση κτηρίων, ανά χρονική περίοδο κατασκευής και ανά κλιματική ζώνη ^[10].

Πίνακας 4.2.1: Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής και θερμικής ενέργεια (kWh/m².έτος) για τα ελληνικά κτήρια. ^[10,26, 27]

	Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/m ² .έτος)						Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας (kWh _{th} /m ² .έτος)					
	Μονοκατοικίες			Πολυκατοικίες			Μονοκατοικίες			Πολυκατοικίες		
Κλιματική ζώνη	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010
Ελλάδα σύνολο	27,6	38,7	37,5	28,1	40,6	39,2	140	123	92	96	95	75
Ζώνη Α	22,5	29,6	27,3	24,6	31,2	28,5	94	89	67	65	62	52
Ζώνη Β	28,3	42,3	41,7	31,5	46,8	45,8	134	115	88	94	91	71
Ζώνη Γ	24,1	35,0	33,7	25,8	37,0	35,4	159	145	108	111	109	90
Ζώνη Δ	25,4	34,6	32,6	28,1	36,6	34,2	187	176	129	130	125	115
	Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας (kWh/m ² .έτος)											
	Γραφεία - Καταστήματα			Ξενοδοχεία			Σχολικά κτήρια			Νοσοκομεία		
Κλιματική ζώνη	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010
Ελλάδα σύνολο	42	56	71	70	110	130	20	20	21	90	99	107
Ζώνη Α	48	67	88	77	122	145	23	23	24	102	124	139
Ζώνη Β	43	57	72	66	104	123	21	21	22	92	97	102
Ζώνη Γ	39	51	64	54	86	102	18	19	20	82	94	104
Ζώνη Δ	36	48	63	46	73	87	17	17	18	77	84	91
	Μέση ετήσια ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας (kWh _{th} /m ² .έτος)											
	Γραφεία - Καταστήματα			Ξενοδοχεία			Σχολικά κτήρια			Νοσοκομεία		
Κλιματική ζώνη	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010	1980	2001	2010
Ελλάδα σύνολο	93	75	70	90	80	75	32	31	31	145	134	129
Ζώνη Α	67	52	48	71	62	58	24	23	23	96	75	69
Ζώνη Β	85	69	65	90	78	73	29	29	28	136	129	126
Ζώνη Γ	107	89	83	113	99	92	37	36	36	188	168	160
Ζώνη Δ	134	110	103	142	124	115	46	46	45	252	237	231

Τα νεότερα κτήρια παρουσιάζουν μείωση της πραγματικής τελικής ειδικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας, ενώ η ηλεκτρική αυξάνεται κυρίως λόγω της αύξησης των αναγκών κλιματισμού.

Αξιοσημείωτο είναι ότι η πραγματική τελική ειδική κατανάλωση θερμικής ενέργειας στα ελληνικά κτήρια είναι υψηλότερη από το μέσο όρων των κτηρίων στην Ευρώπη, παρά τις ευνοϊκότερες κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας^[3,4]. Αυτό οφείλετε κυρίως στην κακή διαχείριση ενέργειας από τους χρήστες αλλά και στην κατασκευή κτηρίων χωρίς τις απαραίτητες τεχνικές προδιαγραφές.

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 (Balagas, 2007). Σύμφωνα με τον Οδηγό για εξοικονόμηση ενέργειας στις κατοικίες, 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.

4.3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΕΚΤΙΜΩΜΕΝΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Ο παράγοντας χρήστης παίζει μεγάλο ρόλο στην τελική πραγματική κατανάλωση ενέργειας. Για το λόγο αυτό, ο προσδιορισμός της ενεργειακής κατάστασης ενός κτηρίου βάσει της τελικής πραγματικής θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας δεν είναι πάντα ο καλύτερος τρόπος. Η ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου εξαρτάται από τη συμπεριφορά και τις συνήθειες του χρήστη, όπως είναι η ρύθμιση του θερμοστάτη εσωτερικών χώρων σε φυσιολογικές ή υψηλές θερμοκρασίες, η συνεχής ή διακοπτόμενη λειτουργία των συστημάτων θέρμανσης ή/και ψύξης, ο χρόνος παραμονής των χρηστών στο κτήριο (εργαζόμενοι ή μη), ο ρυθμός και ο αριθμός ηλεκτρικών συσκευών που χρησιμοποιεί για μαγείρεμα, για ζεστό νερό χρήσης, για φωτισμό κ.ά.

Προκειμένου για τον θεωρητικό υπολογισμό μιας μέσης τυπικής τιμής για την ενεργειακή κατανάλωση ενός κτηρίου, έχουν αναπτυχθεί διεθνώς πολλές μεθοδολογίες (αναλυτικές, ωριαίες και μηνιαίες) για την εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου. Στις μεθοδολογίες αυτές λαμβάνονται υπόψη ορισμένες αντιπροσωπευτικές (για κάθε τύπο ή χρήση κτηρίου) σταθερές παράμετροι, προκειμένου τα αποτελέσματα να δίνουν την αναμενόμενη τυπική τιμή κατανάλωσης θερμικής ή/και ηλεκτρικής ενέργειας που θα είχε το κτήριο εφόσον λειτουργούσε υπό κανονικές τυπικές συνθήκες. Με τον όρο κανονικές τυπικές συνθήκες νοείται η χρήση του κτηρίου χωρίς τις

ιδιαίτερες συμπεριφορές του εκάστοτε χρήστη, με σταθερές εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, υγρασία, παροχή ναπού αέρα κ.ά.), με καθορισμένο τυπικό ωράριο λειτουργίας ανά χρήση κτηρίου, με τυπικές τιμές κλιματικές συνθήκες κ.ά.

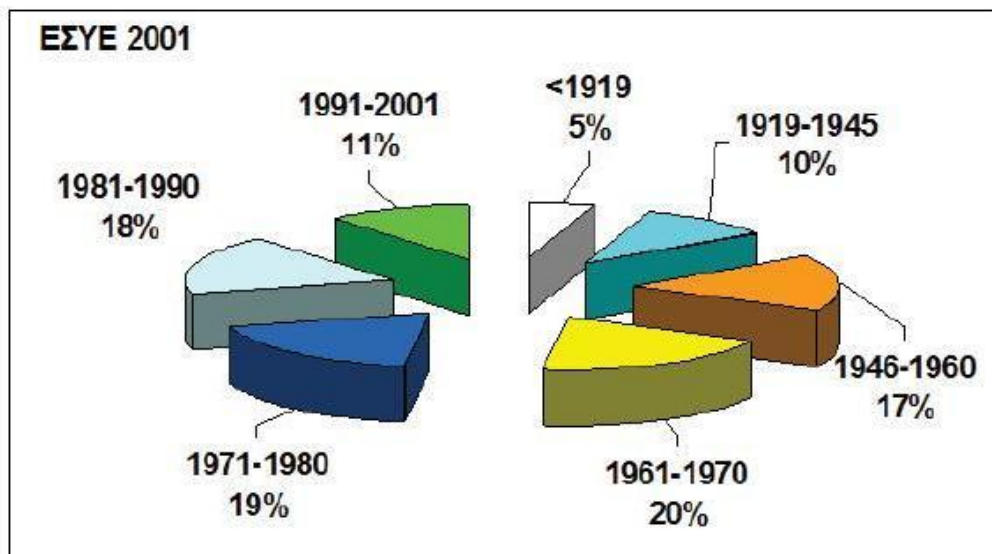
Στις περισσότερες από τις μεθοδολογίες αυτές, για το θεωρητικό υπολογισμό της ενεργειακής κατανάλωσης ενός κτηρίου και κατά συνέπεια την ενεργειακή βαθμονόμηση και κατάταξή του, λαμβάνονται υπόψη οι καταναλώσεις ενέργειας ορισμένων τελικών χρήσεων ενέργειας του κτηρίου όπως η θέρμανση, η ψύξη και ο αερισμός των χώρων, η παραγωγή ζεστού νερού χρήση και ο φωτισμός. Αυτή είναι άλλη μια παράμετρος, εκτός από τον χρήστη, που διαφοροποιεί την εκτιμώμενη κατανάλωση ενέργειας από την πραγματικά μετρούμενη κατανάλωση ενέργειας ενός κτηρίου. Στις πλειοψηφία των ελληνικών κτηρίων η θεωρητικά εκτιμώμενη/υπολογιζόμενη κατανάλωση ενέργειας είναι χαμηλότερη από την μέση πραγματική κατανάλωση ενέργειας, κυρίως λόγω των χρηστών.

4.4 ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ

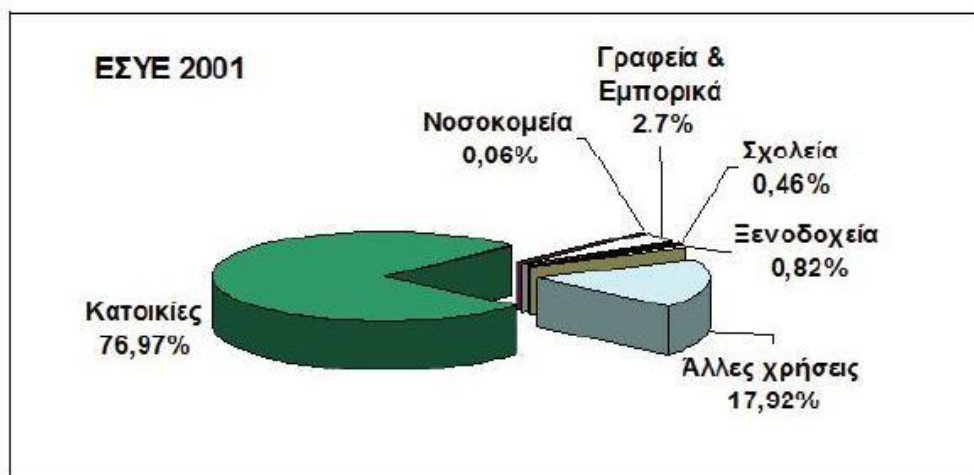
Ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της κατανάλωσης ενέργειας στα ελληνικά κτήρια, τα τελευταία 20 χρόνια (1985-2005) ήταν 4,5%, μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο ρυθμό αύξησης της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (3%) της χώρας. Αντίστοιχα, την περίοδο 2000-2007 ο μέσος ρυθμός αύξησης στα κτήρια ήταν 2,8% σε σχέση με 1,8% της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας. Είναι προφανές ότι αυτοί οι ρυθμοί αύξησης δεν συμβαδίζουν με τους εθνικούς στόχους για τη μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών ρύπων στα πλαίσια των δεσμεύσεων της συμφωνίας του Κυότο. Γι' αυτό θα πρέπει να εφαρμοστούν άμεσα μέτρα και τεχνολογίες ΕΞΕΝ σε όλους του τομείς και ιδιαίτερα στα κτήρια.

Σύμφωνα με τον Ν.3855/2010 (ΦΕΚ 95/Α/23.6.2010) «Σχετικά με τα μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση», για την περίοδο μέχρι το τέλος του έτους 2016 θεσπίστηκε εθνικός ενδεικτικός στόχος ΕΞΕΝ, σε ποσοστό 9% της μέσης ετήσιας τελικής ενεργειακής κατανάλωσης αναφοράς μέχρι το 2016. Για την επίτευξη του στόχου θα πρέπει η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας να είναι περίπου 19 ΜΤΠΠ (221 TWh) το 2016.

Η μέση ετήσια αύξηση την περίοδο (2005-2007) ήταν 1,17% (το 2007 είναι το έτος με τα πλέον πρόσφατα δημοσιευμένα στοιχεία). Χρησιμοποιώντας αυτό το ποσοστό για ένα σενάριο αναμενόμενης εξέλιξης (business as usual - BaU), υπολογίζεται ότι η συνολική τελική κατανάλωση ενέργειας θα φτάσει τα 22,7 ΜΤΠΠ (264 TWh) το 2010 και 24,4 ΜΤΠΠ (284 TWh) το 2016. Συνεπώς, για να επιτευχθεί ο ενδεικτικός εθνικός στόχος μείωσης της τελικής κατανάλωσης ενέργειας κατά 9% το 2016 θα πρέπει να μειωθεί η τελική κατανάλωση ενέργειας κατά περίπου 3,8 ΜΤΠΠ (44 TWh) την περίοδο (2010-2016). Αναλογικά, για τον κτιριακό τομέα, αυτό αντιστοιχεί σε περίπου 16% ΕΞΕΝ ή περίπου 1,02 ΜΤΠΠ σε σχέση με το 2007. Για την επίτευξη του εθνικού ενδεικτικού στόχου λαμβάνονται οικονομικώς εφικτά, εύλογα και αποδοτικά μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, στο πλαίσιο υλοποίησης Σχεδίων Δράσης Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΔΕΑ), παροχή ενημέρωσης και συμβουλών, καθώς και δράσεις που αναδεικνύουν τον υποδειγματικό ρόλο του δημόσιου τομέα. Οι δυνατότητες ΕΞΕΝ στον κτιριακό τομέα στην χώρα μας είναι ιδιαίτερα υψηλές και μπορούν να αξιοποιηθούν εύκολα με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων. Περίπου το 71% των ελληνικών κτηρίων κατασκευάστηκαν πριν από το 1980, δεν διαθέτουν θερμομόνωση και παρουσιάζουν χαμηλή ενεργειακή απόδοση, ενώ παράλληλα στην πλειοψηφία τους διαθέτουν παλιές Η/Μ εγκαταστάσεις (Εικόνα 4.3.1). Επίσης το 77% των ελληνικών κτηρίων αντιστοιχεί σε κτήρια κατοικιών και το 23% σε κτήρια του τριτογενή τομέα (Εικόνα 4.3.2).



Εικόνα 4.4.1: Κατανομή των ελληνικών κτηρίων ανά χρονολογία κατασκευής για το 2001. [28]



Εικόνα 4.4.2: Ποσοστιαία κατανομή ελληνικών κτηρίων ανά τελική χρήση για το 2001. [Πηγή: ΕΣΥΕ]

Η κατανάλωση ενέργειας για θέρμανση εξαρτάται από την περιοχή (κλιματολογικές συνθήκες), το μέγεθος και την κατασκευή του κτηρίου, τον τύπο και την κατάσταση του μηχανολογικού εξοπλισμού, τις επιθυμητές εσωτερικές συνθήκες (θερμοκρασία, απαιτούμενος αέρας, κ.α.) και το ωράριο λειτουργίας. Ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων[6] (ΚΘΚ) τέθηκε σε ισχύ το 1979, αντιγράφοντας τον πρώτο γερμανικό κανονισμό, καθορίζοντας τα μέγιστα όρια για τη θερμοπερατότητα των διαφόρων στοιχείων (τοιχοί, οροφή, παράθυρα) και του κελύφους του κτηρίου. Κατά τη διάρκεια της πρώτης δεκαετίας της εφαρμογής του ΚΘΚ (1980-1990), η πλειοψηφία των κτηρίων δεν εφαρμόζαν επαρκώς τη θερμομόνωση σύμφωνα με τις ελάχιστες απαιτήσεις και μόνο οι πρόσφατες κατασκευές εφαρμόζουν θερμομόνωση στο φέροντα οργανισμό προκειμένου για την ομοιομορφία της μόνωσης στο κτηριακό κέλυφος και την αποφυγή των θερμογεφυρών. Σαν αποτέλεσμα, ένα μεγάλο ποσοστό των κτηρίων δεν διαθέτουν θερμομόνωση, παρά το γεγονός ότι οι βαθμοήμερες θέρμανσης ξεπερνούν τις 2600 στο βόρειο τμήμα της χώρας.

Συνεπώς, η θερμική θωράκιση του κτιριακού κελύφους των κτηρίων, οι διαθέσιμες τεχνολογίες ΑΠΕ και ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων με υψηλή ενεργειακή απόδοση, οι τεχνολογίες

διατάξεων αυτομάτου ελέγχου και διαχείρισης ενέργειας (BEMS) για κτιριακές εγκαταστάσεις, καθώς και η υπάρχουσα εμπειρία, μπορεί να συμβάλει σημαντικά στην ΕΞΕΝ στα κτήρια. Η εφαρμογή των πιο πάνω μέτρων θα έχει ως άμεσο αποτέλεσμα, τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια, που σε πολλές περιπτώσεις και με τον συνδυασμό των κατάλληλων μέτρων, μπορεί να υπερβεί και το 50%. Είναι κατανοητό ότι η ΕΞΕΝ φαίνεται να είναι ο πλέον σημαντικός παράγοντας για τον Εθνικό Ενεργειακό Σχεδιασμό, δεδομένης και της οικονομικής κρίσης. Η ΕΞΕΝ έχει μικρό κόστος, μεγάλη προστιθέμενη αξία, δημιουργεί νέες θέσεις εργασίας και έχει το χαρακτηριστικό της συμμετοχής όλων των πολιτών.

Για την εκτίμηση του δυναμικού εξοικονόμησης ενέργειας στον τομέα των κτηρίων, μελετήθηκε η εφαρμογή διαφόρων μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας στα πλαίσια μελέτης[10], η οποία εκπονήθηκε για λογαριασμό του ΥΠΕΧΩΔΕ και είχε ως στόχο την διερεύνηση υποστηρικτικών πολιτικών για την προώθηση των μέτρων πολιτικής του ΥΠΕΧΩΔΕ σχετικά με μείωση των εκπομπών CO₂ στον οικιακό και στον τριτογενή τομέα. Στα πλαίσια της μελέτης αυτής, κάθε μέτρο εξοικονόμησης ενέργειας εφαρμόστηκε σε καθορισμένο ποσοστό κτηρίων, με βασικό κριτήριο, το είδος και την υφιστάμενη κατάσταση των κτηρίων, καθώς και τη δυνατότητα υλοποίησης του κάθε ΜΕΕ.

Στον πίνακα 4.4.1. αναφέρονται συνοπτικά οι παραδοχές και το ποσοστό (%) εξοικονόμησης ενέργειας για κάθε μέτρο που εφαρμόστηκε για τις διαφορετικές χρήσεις κτηρίων και συγκεκριμένα: για τις μονοκατοικίες (Μ) και πολυκατοικίες (Π), τα γραφεία-καταστήματα (Γ/Κ), τα ξενοδοχεία (Ξ), τα σχολεία (Σ), και τα νοσοκομεία (Ν).

Πίνακας 4.4.1. Παραδοχές και ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας για τα διάφορα ΜΕΕ στα ελληνικά κτήρια του τριτογενή (Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν) και οικιακού (Μ, Π) τομέα,^{110,26,27]}

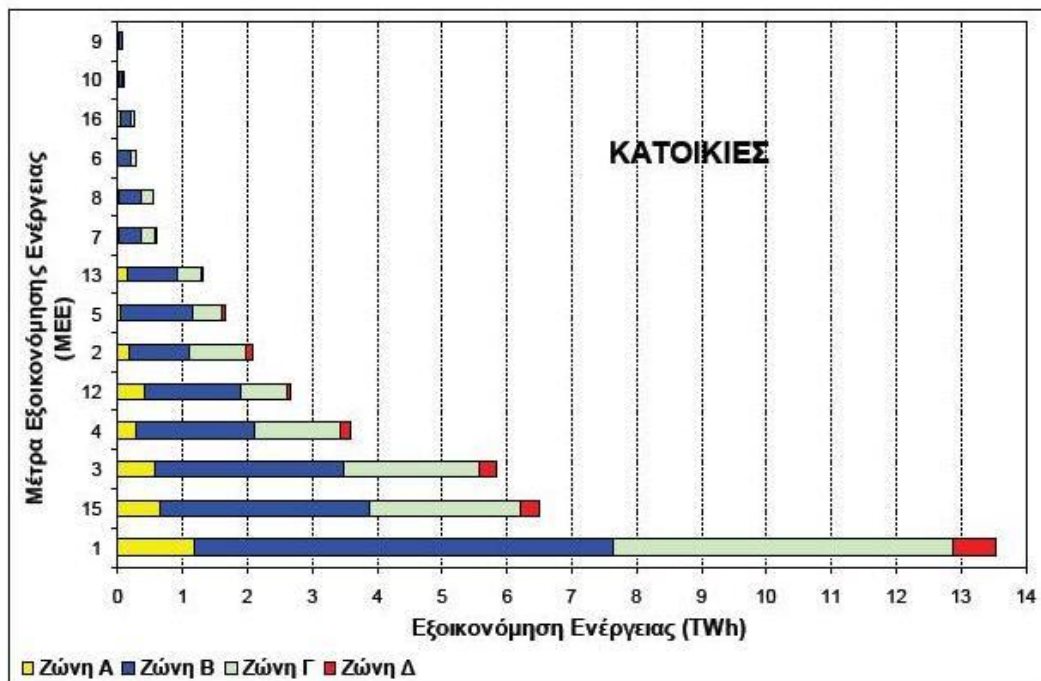
Μ.Ε.Ε	Παραδοχές εφαρμογής μέτρων	Εξοικονόμηση ενέργειας (%)
#1: Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων	Σχεδόν όλα τα κτήρια προ-1980 είναι αμόνωτα. Γ/Κ: Εφαρμογή μόνο στο (15%) των αμόνωτων κτηρίων που έχουν κεντρική θέρμανση. Ξ, Σ, Ν: Εφαρμογή σε όλα τα αμόνωτα κτήρια προ- 1980. Μ-Π: Σε όλα τα αμόνωτα κτήρια προ- 1980 και στο 10% των κτηρίων της περιόδου 1980-2001.	Γ/Κ, Σ: 28-34% της θερμικής ενέργειας (Θ.Ε) και 4% της ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη (Η.Ε.Ψ) Ξ: 38-44% της Θ.Ε και 5% της Η.Ε.Ψ. Ν: 34-40% της Θ.Ε και 4% της Η.Ε.Ψ. Μ-Π: 33-60% της Θ.Ε..
#2: Θερμομόνωση οροφής	Γ/Κ, Ξ, Σ & Ν: Εφαρμογή σε όλα τα κτήρια προ-1980 και δεν διαθέτουν μόνωση οροφής. Μ-Π: Στο 70% των αμόνωτων κτηρίων προ-	Γ/Κ, Σ: 4-7% της Θ.Ε και 2% της Η.Ε.Ψ. Ξ, Ν: 5-8% της Θ.Ε και 2% της Η.Ε.Ψ.

Μ.Ε.Ε	Παραδοχές εφαρμογής μέτρων	Εξοικονόμηση ενέργειας (%)
#3: Διπλά υαλοστάσια	1980 και στο 10% του 1980-2001. Γ/Κ: Εφαρμογή στο 15% των κτηρίων (με κεντρική θέρμανση) προ-1980 και στο 50% του 1980-2001. Ξ, Σ & Ν: Εφαρμογή σε όλα τα κτήρια (με κεντρική θέρμανση) προ-1980 και στο 50%-70% του 1980-2001. Μ-Π: Εφαρμογή σε όλα τα κτήρια προ-1985 και στο 10% του 1985-2001.	Μ-Π: 2-14% της Θ.Ε. Γ/Κ, Σ: 10-12% της Θ.Ε. Ξ: 15-28% της Θ.Ε. Ν: 15-28% της Θ.Ε. Μ-Π: 14-20% της Θ.Ε.
#4: Συντήρηση κεντρικών θερμάνσεων	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν & Μ-Π: Εφαρμογή σε όλα τα υφιστάμενα κτήρια, που χρειάζονται σύμφωνα με τους εθνικούς κανονισμούς, ετήσια συντήρηση.	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν: 11% της Θ.Ε. για θέρμανση χώρων. Μ-Π: 10-12% της Θ.Ε.
#5: Νέες κεντρικές θερμάνσεις	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν & Μ-Π: Εφαρμογή σε όλα τα κτήρια με παλιό σύστημα κεντρικής θέρμανσης.	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν & Μ-Π: 15-17% της Θ.Ε. για θέρμανση χώρων.
#6: Κεντρική θέρμανση Φ.Α.	Γ/Κ, Ξ, Ν & Μ-Π: Εφαρμογή σε 15% των κτηρίων με παλιά συστήματα κεντρικής θέρμανσης, στις κλιματικές ζώνες Β και Γ, όπου το Φ.Α. είναι διαθέσιμο.	Γ/Κ, Ξ, Ν & Μ-Π: 19-21% της Θ.Ε. για θέρμανση χώρων.
#7: Θερμοστάτες αντιστάθμισης	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν & Μ-Π: Εφαρμογή σε όλα τα κτήρια με κεντρική θέρμανση που δεν έχουν θερμοστάτες αντιστάθμισης, σύμφωνα με τους εθνικούς κανονισμούς.	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν: 5% της Θ.Ε. για θέρμανση χώρων. Μ-Π: 2-3% της Θ.Ε. για θέρμανση χώρων.

#8: Θερμοστάτες χώρων	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν & Μ-Π: Εφαρμογή σε όλα τα κτήρια με κεντρική θέρμανση και δυνατότητα θερμοστάτη χώρου.	Γ/Κ, Ξ, Σ & Ν: 5% της Θ.Ε για Θ.Χ. Μ-Π: 2-3% της Θ.Ε. για θέρμανση χώρων.
#9: Εξωτερική σκίαση	Γ/Κ, Ξ, Σ, & Ν: Εφαρμογή στο 60% των κλιματιζόμενων κτηρίων, προ-2001. Μ-Π: Στο 50% των κλιματιζόμενων κτηρίων, θεωρώντας ότι κλιματίζεται μόνο το 20% των χώρων τους.	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν & Μ-Π: 10-20% της Η.Ε, για ψύξη.
#10: Ανεμιστήρες οροφής	Γ/Κ, Ξ & Ν: Εφαρμογή στο 50% των κλιματιζόμενων κτηρίων με κάλυψη του 50-70% της επιφάνειάς τους. Σ: Εφαρμογή σε όλα κλιματιζόμενα κτήρια με κάλυψη του 80% της επιφάνειάς τους. Μ-Π: Εφαρμογή σε όλα τα κλιματιζόμενα κτήρια με κάλυψη του 20% της επιφάνειάς τους.	Γ/Κ, Ξ, Σ, Ν & Μ-Π: 60% της Η.Ε. για ψύξη.
#11: Νυχτερινός αερισμός	Γ/Κ: Εφαρμογή στο 10% των κλιματιζόμενων κτηρίων. Ετήσια κατανάλωση ενέργειας 0.45 kWh/m ³ , για 5 ACH και 5 ώρες την ημέρα.	Γ/Κ: 15-20% της Η.Ε. για ψύξη.
#12: Ηλιακοί συλλέκτες για ΖΝΧ	Γ/Κ: Εφαρμογή στο 20% των κτηρίων που δεν διαθέτουν ηλιακούς συλλέκτες. Ξ, Σ & Ν: Εφαρμογή στο 50% των κτηρίων που δεν διαθέτουν ηλιακούς συλλέκτες. Μ-Π: Σε όλα τα κτήρια που δεν έχουν ηλιακούς συλλέκτες.	Γ/Κ: 35-50% της Η.Ε. για ΖΝΧ Ξ: 65-80% της Η.Ε. για ΖΝΧ Σ: 25-40% της Η.Ε. για ΖΝΧ Ν: 55-70% της Η.Ε. για ΖΝΧ Μ-Π: 50-80% της Η.Ε. για ΖΝΧ
#13: Λαμπτήρες υψηλής απόδοσης	Γ/Κ, Ξ, Σ & Ν: Εφαρμογή σε όλα τα κτήρια που δεν διαθέτουν λαμπτήρες υψηλής ενεργειακής απόδοσης. Μ-Π: Σε όλα τα κτήρια που δεν διαθέτουν λαμπτήρες υψηλής απόδοσης	Γ/Κ, Ξ, Σ & Ν, Μ-Π: 60% της Η.Ε. για φωτισμό
#14: BMS	Γ/Κ: Για το 20% των κλιματιζόμενων κτηρίων του 1980-2001 και του 50% των κτηρίων του 2001-2010. Ξ, Ν: Για το 10% των κλιματιζόμενων κτηρίων	Γ/Κ, Ξ & Ν: 30% της Η.Ε. και 20% της Θ.Ε.

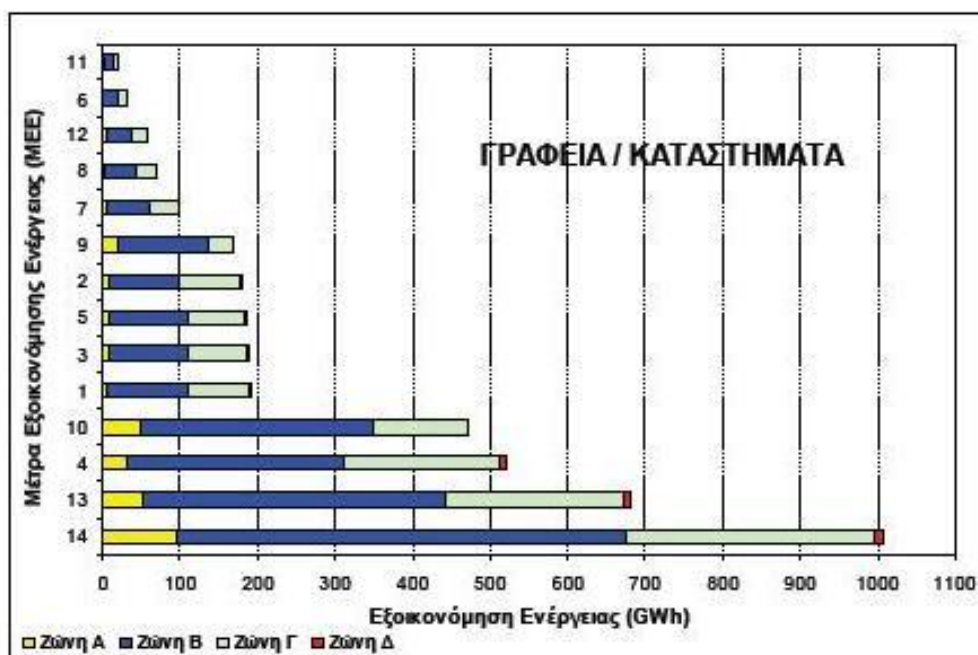
Μ.Ε.Ε	Παραδοχές εφαρμογής μέτρων	Εξοικονόμηση ενέργειας (%)
	προ-1980, το 30% των κτηρίων του 1980-2001 και το 50% των κτηρίων του 2001-2010.	
#15: Αεροστεγάνωση	Μ-Π: Σε όλα τα αμόνωτα κτήρια προ- 1990 και στο 10% των κτηρίων της δεκαετίας του '90.	Μ-Π: 16-21% της Θ.Ε. για την θέρμανση των χώρων.
#16: Κλιματιστικά υψηλής απόδοσης	Μ-Π: Εφαρμογή στο 50% των κλιματιζόμενων κτηρίων που εκτιμήθηκε ότι έχουν παλιά συστήματα κλιματισμού. Αντικατάσταση με νέα υψηλής απόδοσης.	Μ-Π: 65-75% της Η.Ε. για ψύξη.

Από την εφαρμογή των ΜΕΕ υπολογίστηκε για κάθε κατηγορία κτηρίων η συνολική εξοικονόμηση ενέργειας. Στις Εικόνες 4.4.3 και 4.4.7 παρουσιάζονται κατά σειρά ενεργειακής αποδοτικότητας τα πιο αποτελεσματικά μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για τα κτήρια του οικιακού και τριτογενή τομέα για το 2010, για κάθε κλιματική ζώνη, με βάση τις παραδοχές που αναφέρθηκαν στον πίνακα 4.4.1.

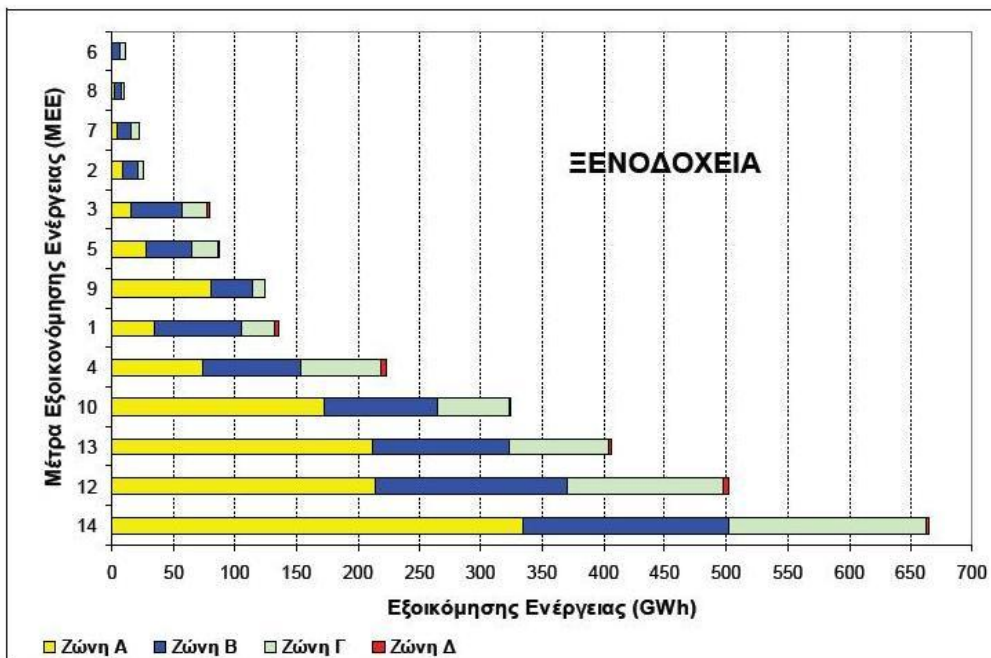


Εικόνα 4.4.3. Ετήσια εξοικονομούμενη ενέργεια ανά κλιματική ζώνη, για τα σημαντικότερα ΜΕΕ στα κτήρια του οικιακού τομέα για το 2010^[10,26,27,].

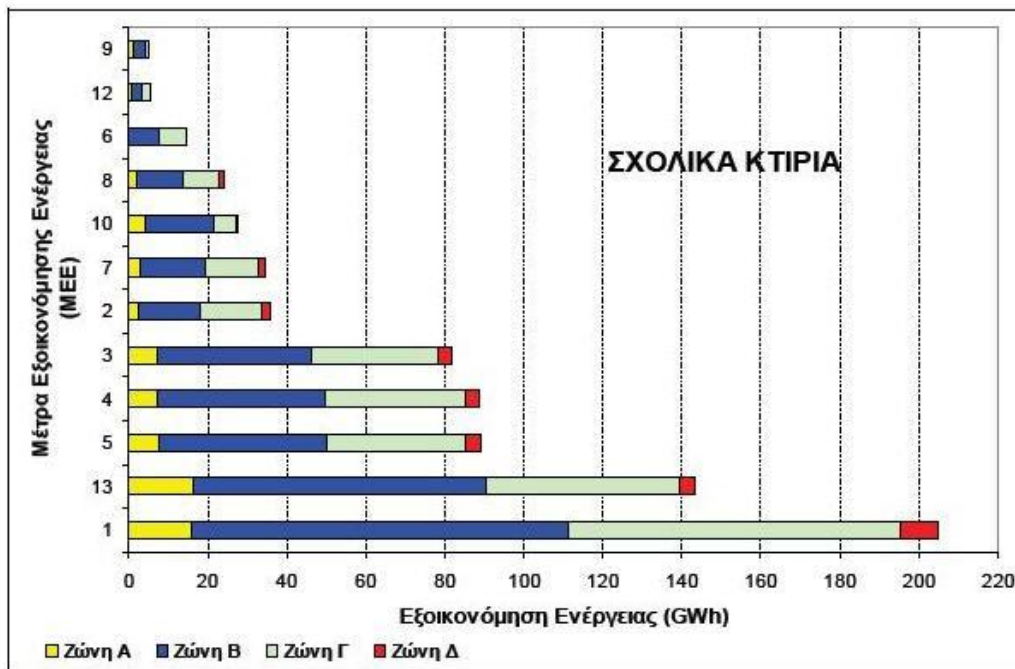
Για τις κατοικίες τα πιο αποδοτικά μέτρα κατά σειρά, είναι η θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων, η αεροστεγάνωση των ανοιγμάτων, η τοποθέτηση διπλών υαλοστασίων και η συστηματική συντήρηση του συστήματος θέρμανσης. Για τα κτήρια του τριτογενή τομέα τα πιο αποδοτικά μέτρα είναι η θερμομόνωση των εξωτερικών τοίχων για τα σχολικά κτήρια και νοσοκομεία, ενώ για τα ξενοδοχεία και γραφεία/καταστήματα είναι η εγκατάσταση συστήματος διαχείρισης ενέργειας στο κτήριο.



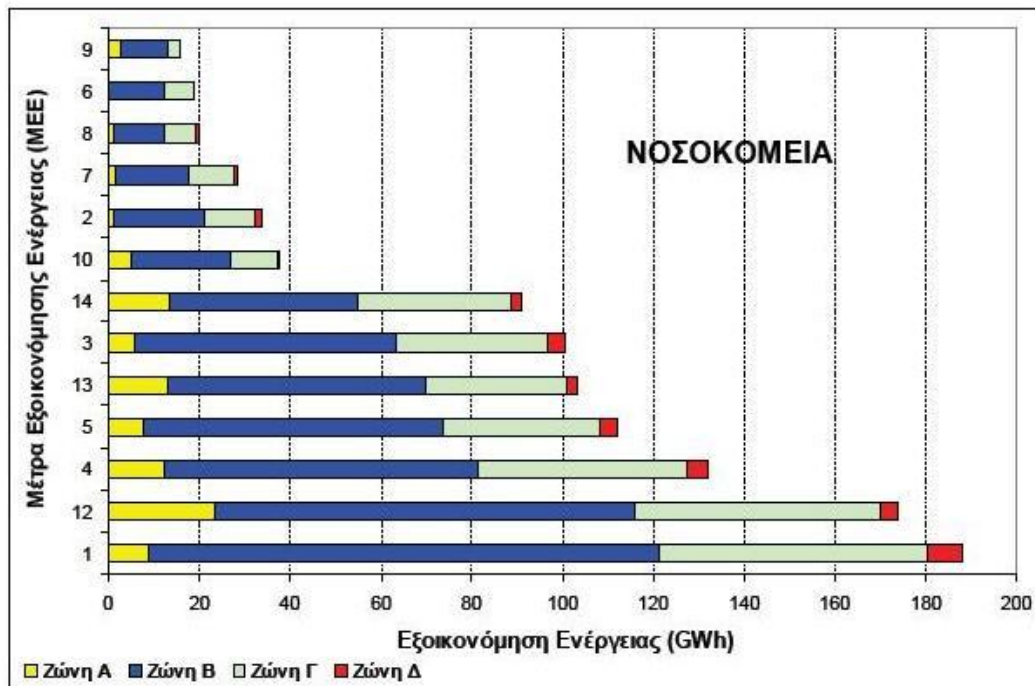
Εικόνα 4.4.4. Ετήσια εξοικονομούμενη ενέργεια ανά κλιματική ζώνη, για τα σημαντικότερα ΜΕΕ στα κτήρια γραφείων και καταστημάτων για το 2010 ^[10,26,27]



Εικόνα 4.4.5. Ετήσια εξοικονομούμενη ενέργεια ανά κλιματική ζώνη, για τα σημαντικότερα ΜΕΕ στα κτήρια ξενοδοχείων για το 2010 ^[10,26,27]



Εικόνα 4.4.6. Ετήσια εξοικονομούμενη ενέργεια ανά κλιματική ζώνη, για τα σημαντικότερα ΜΕΕ στα σχολικά κτήρια για το 2010 ^[10,26,27]



Εικόνα 4.4.7. Ετήσια εξοικονομούμενη ενέργεια ανά κλιματική ζώνη, για τα σημαντικότερα MEE στα νοσοκομεία για το 2010^[10,26,27].

Πίνακας 4.4.2.: Μείωση ρύπων CO₂ σε (kt) για τα MEE στα ελληνικά κτήρια το 2010^[10,26,27].

Μέτρα Εξοικονόμησης Ενέργειας (MEE)	Μείωση ρύπων CO ₂ σε (kt) από τα κτήρια				
	Γραφεία / Καταστήματα	Ξενοδοχεία	Σχολικά κτήρια	Νοσοκομεία	Κατοικίες
#1. Θερμομόνωση εξωτερικών τοίχων	54.1	48.7	54.0	52.8	3573.6
#2. Θερμομόνωση οροφής	10.9	12.0	9.5	10.5	549.6
#3. Διπλά υαλοστάσια	46.9	21.1	21.6	26.6	1539.2
#4. Συντήρηση κεντρικών θερμάνσεων	137.5	59.5	23.4	34.8	951.4
#5. Αντικατάσταση των παλιών κεντρικών θερμάνσεων με νέες πετρελαίου	49.2	23.1	23.5	29.6	438.6
#6. Αντικατάσταση των παλιών κεντρικών θερμάνσεων με νέες φυσικού αερίου	16.4	5.4	--	18.7	144.0
#7. Θερμοστάτες Αντιστάθμισης	26.0	5.7	9.0	7.5	156.8
#8. Θερμοστάτες Χώρων	18.4	2.6	6.3	5.3	146.9
#9. Εξωτερική σκίαση	49.6	21.1	21.6	26.6	78.2
#10. Ανεμιστήρες οροφής	488.5	292.9	28.3	38.8	93.0
#11: Νυχτερινός αερισμός	53.9	--	--	--	--
#12: Ηλιακοί συλλέκτες για ΖΝΧ	15.3	133.4	1.5	45.9	2709.7
#13: Λαμπτήρες υψηλής ενεργειακής απόδοσης	713.1	369.0	148.2	106.2	817.3
#14: BMS – Σύστημα Διαχείρισης Κτηρίων	815.1	423.5	--	59.7	--
#15: Αεροστεγάνωση Ανοιγμάτων	--	--	--	--	1712.2
#16: Εγκατάσταση νέων κλιματιστικών	--	--	--	--	240.9

Στον πίνακα 4.4.2., παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες συνολικές μειώσεις εκπομπών CO₂ από την εφαρμογή των ΜΕΕ στα ελληνικά κτήρια το 2010, με βάση τον εκτιμώμενο, από τα στατιστικά στοιχεία, αριθμό κτηρίων σε κάθε κλιματική ζώνη και σύμφωνα με τις παραδοχές που αναφέρονται στον πίνακα 4.4.1^[10,26,27]. Οι κατοικίες παρουσιάζουν το μεγαλύτερο δυναμικό μείωσης εκπομπών CO₂, λόγω του μεγάλου ποσοστού συμμετοχής τους στο κτιριακό απόθεμα και ακολουθούν τα κτήρια γραφείων.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης με την ιεράρχηση των μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας για τις διαφορετικές τελικές χρήσεις κτηρίων και τις κλιματικές ζώνες της χώρας, για θέρμανση, ψύξη, ζεστό νερό χρήσης και την ενεργειακή διαχείριση των κτηρίων παρουσιάζονται στον πίνακα 4.4.3. Περιλαμβάνεται το μέσο συνολικό ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας (για όλες τις κλιματικές ζώνες και χρονολογίες κατασκευής) ανά τελική χρήση κτηρίου: μονοκατοικίες (Μ) και πολυκατοικίες (Π), γραφεία-καταστήματα (Γ/Κ), ξενοδοχεία (Ξ), σχολεία (Σ), και νοσοκομεία (Ν).

Τα μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας που αναφέρονται συγκεντρωτικά στον πίνακα 4.3.3. αξιολογήθηκαν και κατατάχθηκαν σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με την ενεργειακή τους απόδοση, την οικονομική βιωσιμότητά τους και το αρχικό τους κόστος. Κάθε μέτρο έχει ανάλογα το σύμβολο που διαθέτει ανήκει στις ακόλουθες κατηγορίες:

(✓) Μέτρα οικονομικά ελκυστικά & βιώσιμα. Δεν απαιτούν κάποια οικονομική υποστήριξη

(επιδότηση) για την εφαρμογή τους, ενώ η συνεισφορά τους στην μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας και ρύπων είναι πολύ σημαντική.

(*) Ενεργειακά αποδοτικά μέτρα. Απαιτείται ώθηση μέσω οικονομικών επιδοτήσεων ή εμμέσων οικονομικών μέτρων όπως η επιβολή φόρων στην κατανάλωση ενέργειας.

(x) Μη επιλεγόμενα μέτρα, που για ορισμένους τουλάχιστον τύπους κτηρίων είναι υψηλού κόστους και οποιαδήποτε οικονομική υποστήριξη δεν συμβάλει στην βιωσιμότητά τους.

Πίνακας 4.4.3. Προτεραιότητες εφαρμογής των ΜΕΕ στα ελληνικά κτήρια^[10,26,27].

ΜΕΕ	Ποσοστιαία συνολική ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας (%)										Προτεινόμενα μέτρα για κάθε είδος κτηρίου																								
	Θερμική					Ηλεκτρική					ΓΚ					Ξ					Σ					Ν					Μ-Π (ανά ζώνη)				
	Γ/Κ	Ξ	Σ	Ν	Μ-Π	Γ/Κ	Ξ	Σ	Ν	Μ-Π																									
Θέρμανση Χώρων – Κτιριακό Κέλυφος																																			
#1	31	40	31	37	49	4	5	4			*	✓	*	✓	* (Α, Β)	✓ (Γ, Δ)																			
#2	5	6	5	6	10	2	2		2		x	*	x	*	* (Α, Β, Γ, Δ)																				
#3	11	19	18	18	19						x	x	x	*	* (Γ, Δ)																				
#15					20						--	--	--	--	* (Α, Β)	✓ (Γ, Δ)																			
Θέρμανση Χώρων – Παραγωγή Θερμότητας																																			
#4		11			11						*	✓	*	✓	✓ (Α, Β, Γ, Δ)																				
#5		17			17						✓	✓	✓	✓	* (Α)	✓ (Β, Γ, Δ)																			
#6		21			21						x	✓	--	✓	✓ (Β, Γ)																				
#7		5			4						*	✓	x	✓	* (Α, Β)	✓ (Γ, Δ)																			
#8		5			4						✓	✓	✓	✓	* (Α, Β)	✓ (Γ, Δ)																			
Ψύξη																																			
#9						14	17	15	14		*	*		*	x	x																			
#10						60	60	60	60		✓	✓	*	✓	x	x																			
#11						16					*	--	--	--	--	--																			
#16										72	--	--	--	--	✓ (Α, Β, Γ, Δ)																				
Ζεστό Νερό Χρήσης																																			
#12						43	76	33	64		x	*	x	*	* (Α, Β, Γ, Δ)																				
Φωτισμός																																			
#13						60					✓	✓	✓	✓	✓ (Α, Β, Γ, Δ)																				
Ενεργειακή Διαχείριση κτηρίου (BMS)																																			
#14	20	20		20		30	30		30		✓	✓	--	✓	--	--																			

Βάσει των αποτελεσμάτων, που παρουσιάστηκαν στους πιο πάνω πίνακες, το μεγαλύτερο δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας παρουσιάζεται στα κτήρια των κατοικιών, όπου κάποια από τα προτεινόμενα ΜΕΕ θα μπορούσαν να εφαρμοστούν από τους ιδιοκτήτες χωρίς ιδιαίτερες δαπάνες, όπως η συχνή συντήρηση και έλεγχος των Η/Μ συστημάτων (λέβητες, κλιματιστικά), η αεροστεγάνωση των ανοιγμάτων, η εγκατάσταση θερμοστατών, η αντικατάσταση των λαμπτήρων με ενεργειακούς κλπ. Με αντίστοιχες χαμηλές δαπάνες τα μέτρα αυτά μπορούν να εφαρμοστούν και στα κτήρια του τριτογενή τομέα. Τέλος, η εφαρμογή θερμομόνωσης στα υφιστάμενα παλιά κτήρια είναι το πιο ενεργειακά αποδοτικό ΜΕΕ για τις κατοικίες, νοσοκομεία και ξενοδοχεία και το δεύτερο σε σειρά ενεργειακά αποδοτικό ΜΕΕ για τα γραφεία/καταστήματα και σχολεία.

Το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στα ελληνικά κτήρια είναι αρκετά υψηλό, και μπορεί να αξιοποιηθεί με την εφαρμογή των κατάλληλων Μέτρων Εξοικονόμησης Ενέργειας (ΜΕΕ) χωρίς την απαίτηση οποιασδήποτε οικονομικής υποστήριξης, αφού στην πλειοψηφία τους είναι οικονομικά βιώσιμα. Αν ληφθεί υπόψη η συνεχής αύξηση του ενεργειακού κόστους (πετρέλαιο, ηλεκτρισμός), τα ΜΕΕ είναι σήμερα ακόμα πιο ελκυστικά από οικονομικής απόψεως. Εντούτοις με την εφαρμογή κατάλληλα σχεδιασμένων υποστηρικτικών πολιτικών είναι δυνατόν να επιτευχθούν ακόμη σημαντικότερες μειώσεις της καταναλισκόμενης ενέργειας και των συνεπαγόμενων εκπομπών στον τομέα των κτηρίων.

Με την εφαρμογή των διαφόρων ΜΜΕ, εκτιμήθηκε το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στο ελληνικό κτιριακό απόθεμα, το οποίο για τα κτήρια κατοικίας είναι η μείωση της θερμικής ενέργειας κατά 0,02-1,16 ΜΤΠΠ και της ηλεκτρικής ενέργειας κατά 0,08-1,32 TWh. Για την επίτευξη των στόχων εξοικονόμησης ενέργειας και την υλοποίηση των ΜΕΕ σε υφιστάμενα κτήρια βασική προϋπόθεση είναι η ουσιαστική εφαρμογή των νέων νομοθετικών και κανονιστικών ρυθμίσεων, η προβολή και ενημέρωση των καταναλωτών για τα μέτρα με θετικά αποτελέσματα (win-win) χωρίς την απαίτηση οποιασδήποτε οικονομικής υποστήριξης και τη χρήση χρηματοπιστωτικών εργαλείων που θα υποστηρίξουν την υλοποίηση επεμβάσεων στο υφιστάμενο κτιριακό απόθεμα.

4.5 ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Ευρωπαϊκή Οδηγία 28/2009 για την προώθηση των ΑΠΕ καθορίζει σαν στόχο τη συμμετοχή της ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας σε ποσοστό 20% μέχρι το έτος 2020. Το ποσοστό αύξησης σε κάθε χώρα μέλος της ΕΕ καθορίζεται στο 5,5% από τα επίπεδα του 2005, ενώ η υπολειπόμενη αύξηση υπολογίζεται σύμφωνα με το ακαθάριστο εγχώριο προϊόν (ΑΕΠ) ανά κάτοικο, για παράδειγμα, 10% για την Μάλτα έως 49% για την Σουηδία.

Στην Ελλάδα, σύμφωνα με τον Ν.3851/2010[7] για την επιτάχυνση της ανάπτυξης των ΑΠΕ (ΦΕΚ85/Α/4.6.2010) ο εθνικός στόχος για τις ΑΠΕ καθορίζει ότι μέχρι το 2020, η ενέργεια που θα παράγεται από ΑΠΕ θα συμμετέχει κατά 20% στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας, το 40% της ακαθάριστη κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας θα παράγεται από ΑΠΕ, και το 20% της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για θέρμανση και ψύξη θα παράγεται από ΑΠΕ.

Ο Ν.3468/06 «Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ 129/Α/27.6.2006) προωθεί στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ και συμπαραγωγή, και συμπληρώνεται από τον Ν.3734/09 «Προώθηση της συμπαραγωγής δύο ή περισσότερων χρήσιμων μορφών

ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικών με το Υδροηλεκτρικό Έργο Μεσοχώρας και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 8/Α/28.1.2009).

Δυστυχώς, οι μέχρι σήμερα μεγάλης κλίμακας παρεμβάσεις ΑΠΕ στην Ελλάδα, χαρακτηρίζονται σε αρκετές περιπτώσεις από αστοχίες στην χωροταξική ανάπτυξη των ΑΠΕ, της ενημέρωσης των πολιτών, της μη συμμετοχής των τοπικών κοινωνιών και των ΟΤΑ στην χωροθέτησή τους. Η διαδικασία αδειοδότησης έτσι όπως ορίζεται από τις ισχύουσες κανονιστικές διατάξεις, με την εμπλοκή πολλών δημόσιων υπηρεσιών για την έκδοση των σχετικών εγγράφων, είναι πολύπλοκη και δεν διευκολύνει τους επενδυτές.

Η Ελλάδα είναι μια πολύ ευνοημένη χώρα, με ιδιαίτερα υψηλό ενεργειακό δυναμικό σε όλες τις κατηγορίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας όπως, ηλιακή, αιολική, γεωθερμική (μέσης και υψηλής ενθαλπίας), κυματική, υδραυλική (ποτάμια) και βιομάζα (δασικά υπολείμματα και αστικά απόβλητα).

Η βέλτιστη λύση είναι η υποστήριξη παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας ή η αξιοποίηση της διαθέσιμης θερμικής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο, αξιοποιώντας τους κατά περιοχή φυσικούς πόρους και ΑΠΕ (Αιολική, Ηλιακή, Υδραυλική Ενέργεια, Γεωθερμία και βιομάζα). Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε τοπικό επίπεδο περιορίζει τις απώλειες μεταφοράς και την κακή ποιότητα ρεύματος (πτώσεις τάσης, κ.ά.). Συγκεκριμένα:

1. Η αιολική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί σε συνδυασμό με αναστρέψιμα υδροηλεκτρικά έργα (δυναμική αποθήκευση του αιολικού δυναμικού), κυρίως σε νησιωτικές ή παραθαλάσσιες περιοχές, χρησιμοποιώντας πόσιμο ή θαλασσινό νερό κατά περίπτωση. Το αιολικό δυναμικό στις νησιωτικές περιοχές της χώρας είναι ιδιαίτερα υψηλό και σε πολλές περιοχές υπερβαίνει τα 10m/sec. Στο κτηριακό τομέα χρησιμοποιούνται επίσης μικρές μονάδες ανεμογεννητριών χαμηλής ισχύος σε συνδυασμό πολλές φορές και με φωτοβολταϊκά συστήματα.
2. Η ηλιακή ενέργεια μέσω της χρήσης Φ/Β μπορεί να αξιοποιηθεί είτε σε επίπεδο κτηρίου (καταναλωτή), είτε για ηλεκτροπαραγωγή με διείσδυση στο κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο, προκειμένου να αντιμετωπιστούν τα φορτία αιχμής κυρίως του θερινού μήνες. Η μέγιστη διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια συμπίπτει με τα φορτία αιχμής που καταγράφονται τις μεσημεριανές ώρες σε όλη την διάρκεια του έτους. Η μέση διαθέσιμη ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο στην Ελλάδα κυμαίνεται περίπου στις 1400 με 1800 KWh/m² επιφάνειας.
3. Η υδραυλική ενέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί μέσω των υδροηλεκτρικών μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε συνδυασμό με την ύδρευση ή άρδευση μιας περιοχής.
4. Η βιομάζα μιας περιοχής, δασική ή αστική (λύματα, απορρίμματα, κ.ά.), μπορεί να αξιοποιηθεί για την ηλεκτροπαραγωγή ή την τηλεθέρμανση ή σε τοπικές μονάδες θέρμανσης. Η συλλογή βιομάζας από την αποψίλωση των δένδρων συμβάλει παράλληλα στην καθαρότητα των δασικών και γεωργικών εκτάσεων και στην πρόληψη πυρκαγιών.
5. Η γεωθερμία μέσης και χαμηλής ενθαλπίας μιας περιοχής μπορεί να αξιοποιηθεί για την ηλεκτροπαραγωγή ή την τηλεθέρμανση κτηρίων. Υπάρχουν σε πολλές ελληνικές νησιωτικές και ηπειρωτικές περιοχές διαθέσιμα γεωθερμικά πεδία προς αξιοποίηση. Σήμερα η μέση χρήση των γεωθερμικών πεδίων γίνεται σε μικρής κλίμακας εφαρμογές στον γεωργικό τομέα, όπως είναι η θέρμανση θερμοκηπίων, η τροφοδοσία μονάδων αποξήρανσης, κ.ά. Στον κτηριακό τομέα, παρατηρείται σημαντική αύξηση στη χρήση συστημάτων αξιοποίησης της γεωθερμίας εδάφους, κυρίως με την χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας (με οριζόντιους ή κατακόρυφους γεωεναλλάκτες) που καλύπτουν τα απαιτούμενα θερμικά ή/και ψυκτικά φορτία των εσωτερικών χώρων του κτηρίου ή ακόμα και τις απαιτήσεις για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

5. ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Ένα βασικό εμπόδιο στην ενσωμάτωση των ενεργειακών τεχνολογιών στα κτήρια είναι η χρηματοδότηση. Τα προϊόντα και συστήματα τα οποία προσδιορίζονται για εφαρμογή στα κτήρια είναι συχνά ακριβότερα σε σχέση με τα συμβατικά υλικά, γεγονός το οποίο κάνει την χρηματοδότηση ακόμα πιο δύσκολη. Ως εκ τούτου αξίζει να μελετηθούν διάφορες υπάρχουσες επιχορηγήσεις και χρηματοδοτικοί μηχανισμοί για κράτη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

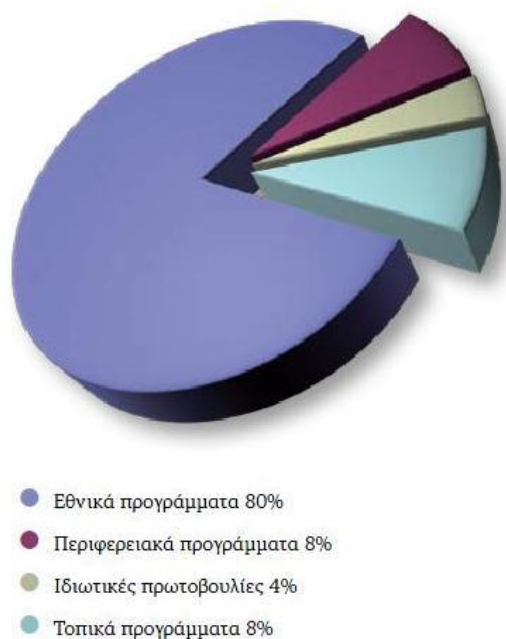
Υπάρχουν διάφοροι τρόποι χρηματοδότησης τεχνολογιών ΑΠΕ (Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) και συστημάτων ΟΧΕ (Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας) σε κτήρια, συμπεριλαμβανομένων επιχορηγήσεων, ευνοϊκών τιμολογίων (Feed- In-Tarif), ESCO, ενεργειακών έργων με την συμμετοχή της κοινότητας και χρηματοδοτήσεων από την Ευρωπαϊκή τράπεζα επενδύσεων.

5.1. Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

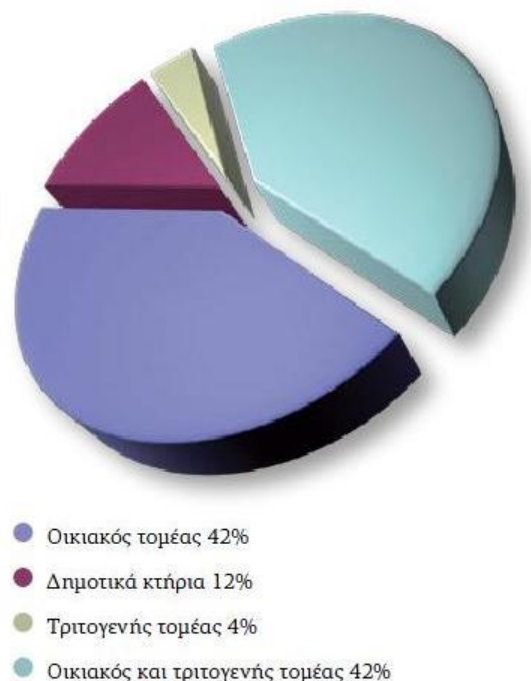
5.1.1 ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΕΙΣ

Στην Ευρώπη υπάρχουν διάφορα προγράμματα επιχορήγησης ανά χώρα που σχετίζονται με τις ενεργειακές παρεμβάσεις στα κτήρια. Τα προγράμματα αυτά καλύπτουν ένα φάσμα χρηματοδοτικών μηχανισμών, οι οποίοι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ή έχουν χρησιμοποιηθεί για οικονομική ενίσχυση ενεργειακών επεμβάσεων σε ιστορικά (και μη) κτήρια. Μερικά από αυτά παρουσιάζονται παρακάτω.

Τα στοιχεία που ακολουθούν είναι από το έργο SHECHURBA. Τα παρακάτω στοιχεία είναι συγκεντρωτικά για όλα τα συμμετέχοντα κράτη στο έργο (Βουλγαρία, Δανία, Ελλάδα, Ουγγαρία, Ιταλία, Ισπανία, Ηνωμένο Βασίλειο). Το μεγαλύτερο ποσοστό των επιχορηγήσεων στοχεύει στον οικιακό τομέα (42%) ενώ η επιχορήγηση για δημοτικά κτήρια είναι αρκετά χαμηλή (12%).



Εικόνα 5.1.1.1: Επιχορήγηση ανά τομέα (Πηγή: Εγχειρίδιο SECHURBA), www.sechurba.eu.



Εικόνα 5.1.1.2 Εθνική / Περιφερειακή κατανομή (Πηγή: Εγχειρίδιο SECHURBA(), www.sechurba.eu).

Όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, το μεγαλύτερο ποσοστό αφορά σε εθνικούς πόρους. Όταν οι πόροι προέρχονται από την περιφέρεια, τα οικονομικά μέτρα πολύ συχνά είναι συνδεδεμένα με τα Ευρωπαϊκά διαρθρωτικά ταμεία. Στη Δανία, ένα μεγάλο μέρος επιχορηγήσεων πηγάζει από ιδιωτικούς φορείς. Υπάρχουν όμως και ορισμένες επιχορηγήσεις, συνδεδεμένες με το Πρόγραμμα του Κρατικού Λαχείου (στο Ηνωμένο Βασίλειο). Μερικές επιχορηγήσεις είναι πολύ εξειδικευμένες και εστιάζονται μόνο στην ενεργειακή αποδοτικότητα, όπως για παράδειγμα το σχέδιο αντικατάστασης λεβήτων που γνωρίζει μεγάλη επιτυχία στο Ηνωμένο Βασίλειο και στη Δανία. Οι επιχορηγήσεις για την θερμομόνωση, όπως αυτές του CERT (στόχος η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα) στο Ηνωμένο Βασίλειο, ενισχύουν οικονομικά τις επεμβάσεις προσθήκης θερμομόνωσης, κυρίως σε τοιχοποιίες υπογείων και παταριών, καθώς και σε συμπαγείς τοιχοποιίες, ή ακόμη και τη χρήση φυσικών θερμομονωτικών υλικών. Ωστόσο, στο Ηνωμένο Βασίλειο, η επιπλέον επιβολή του ΦΠΑ στην περίπτωση ανακαίνισης (πράγμα που δεν ισχύει για τις καινούργιες κατασκευές) αποτελεί μια επιπλέον οικονομική επιβάρυνση για τον ιδιοκτήτη.

Στον παρακάτω πίνακα 5.1.1.1 δίνονται συγκεντρωτικά τα υπάρχοντα είδη επιχορήγησης για ΑΠΕ και Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας (ΟΧΕ) , μαζί με τις αντίστοιχες ιστοσελίδες για συμπληρωματικές πληροφορίες.

Πίνακας 5.1.1. Πίνακας επιχορηγήσεων που συνδέονται με ενεργειακά βιώσιμες επεμβάσεις. (Πηγή: Εγχειρίδιο SECHURBA(), www.sechurba.eu)

Κράτος	Αντικείμενο	Ονομασία προγράμματος	Επίπεδο / Κλίμακα	Μηχανισμός	Είδος του κτηρίου	Σχετικές ιστοσελίδες
Ιταλία	ΑΠΕ = ΟΧΕ	Detrazione IRPEF	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες	http://efficienzaenergetica.acs.enea.it
Ιταλία	ΑΠΕ = ΟΧΕ	Πρόγραμμα Fesr	Περιφερειακό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες εμπορικά καταστήματα	και http://fesr.regione.emiliaromagna.it
Ηνωμένο Βασίλειο	ΟΧΕ	Warm front	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες	www.warmfront.co.uk
Ηνωμένο Βασίλειο	ΟΧΕ	Keep Shropshire warm	Εθνικό	Επιχορήγηση	Κατοικίες	www.keepshropshirewarm.org
Ηνωμένο Βασίλειο	ΟΧΕ	Repair grants for places of worship	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Εμπορικά καταστήματα	www.hlf.org.uk
Ελλάδα	ΟΧΕ	Εξοικονομώ κατ' οίκον	Εθνικό	Επιχορηγήσεις και ευνοϊκά δάνεια	Οικιακός τομέας	www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=526
Ελλάδα	ΟΧΕ	Εξοικονομώ	Εθνικό	Επιχορηγήσεις	Δημόσια κτήρια	www.ypan.gr/c_announce/45_5395 cms.htm
Ελλάδα	ΑΠΕ - ΟΧΕ	Εξοικονόμηση Ενέργειας σε δημόσια κτήρια	Εθνικό	Επιχορηγήσεις	Δημόσια κτήρια	www.epperaa.gr
Βουλγαρία	ΑΠΕ - ΟΧΕ	Βουλγαρικό ταμείο ενεργειακής αποδοτικότητας (ΒΦΕΕ)	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες εμπορικά καταστήματα	και www.bgeef.com
Βουλγαρία	ΑΠΕ - ΟΧΕ	Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιφερειακή ανάπτυξη» (ΟΠΡΡ)	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες εμπορικά καταστήματα	και www.bgregion.eu
Δανία	ΑΠΕ - ΟΧΕ	«Το δομημένο περιβάλλον»	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες εμπορικά καταστήματα	και www.energinet.dk

Πίνακας 5.1.1. Πίνακας επιχορηγήσεων που συνδέονται με ενεργειακά βιώσιμες επεμβάσεις. (Πηγή: Εγχειρίδιο SECHURBA(), www.sechurba.eu – (συνέχεια)

Κράτος	Αντικείμενο	Ονομασία προγράμματος	Επίπεδο / Κλίμακα	Μηχανισμός	Είδος του κτηρίου	Σχετικές ιστοσελίδες
Δανία	ΟΧΕ	Κέντρο Πολιτιστικής Κληρονομιάς	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες και εμπορικά καταστήματα	www.kulturarv.dk
Δανία	ΑΠΕ - ΟΧΕ	Ιδιωτική Επιχορήγηση	Ιδιωτικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες και εμπορικά καταστήματα	www.byfo.dk
Ισπανία	ΟΧΕ	‘Real decreto’	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες	www.mviv.es
Ουγγαρία	ΑΠΕ - ΟΧΕ	Zöld Beruházási Program (Πρόγ. Πράσινης Επένδυσης)	Εθνικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες	www.energiakozpont.hu
Ουγγαρία	ΑΠΕ - ΟΧΕ	ΚΕΟΡ (Πρόγραμμα Περιβάλλοντος και Διαχείρισης Ενέργειας) 1-5 προσφορές	Περιφερειακό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες	www.energiakozpont.hu
Ουγγαρία	ΟΧΕ	‘Társasház Felújítási Program’ (Εκσυγχρονισμός πολυκατοικιών)	Τοπικό	Επιχορηγήσεις που αφορούν ιδιοκτησίες	Κατοικίες	www.budapest.hu

5.1.2. ΕΥΝΟΪΚΑ ΤΙΜΟΛΟΓΙΑ

Ένας άλλος τρόπος χρηματοδότησης εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι μέσω ενός εθνικού συστήματος ευνοϊκών τιμολογίων. Τα συγκεκριμένα τιμολόγια εξασφαλίζουν την επιστροφή χρημάτων στους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και επιπλέον, την πληρωμή ανά kWh για τυχόν τροφοδοσία πλεονάζουσας ενέργειας στο εθνικό δίκτυο. Ωστόσο, υπάρχει μεγάλο εύρος τιμών στα τιμολόγια. Παρακάτω γίνεται σύγκριση των τιμών από φωτοβολταϊκά συστήματα, μιας τεχνολογίας ευρέως διαδεδομένης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας σε αστικές περιοχές.

ΔΑΝΙΑ

Για έναν ιδιώτη καταναλωτή, το 'φωτοβολταϊκό' τιμολόγιο για το 2011 ήταν 0,5DKK (€0.06) ανά kWh με μέγιστη ισχύ εγκατάστασης 6kWp, δηλαδή περίπου 40τ.μ. Παρόλο που το τιμολόγιο ήταν συγκριτικά χαμηλό, η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων συνέχισε να είναι επικερδής για τα περισσότερα νοικοκυριά, καθώς εξοικονομούταν περίπου 1,9DKK (€0.25) ανά kWh από την παραγωγή της δικής τους ηλεκτρικής ενέργειας, σε αντίθεση με την επιβάρυνση από την τιμή των προμηθευτών.

ΙΤΑΛΙΑ

Τα τιμολόγια κυμαίνονταν μεταξύ 36 και 49 λεπτά του € ανά kWh ανάλογα με το μέγεθος και τον τρόπο ένταξης των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην αρχιτεκτονική του κτηρίου. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι σχετικές τιμές, όπως ορίστηκαν από την 1η Ιανουαρίου 2011:

Μειώσεις του ποσού της επιδότησης έχουν ανακοινωθεί στο Νέο Ενεργειακό Τιμολόγιο 2011-13. Κατά το 2011 υπήρξαν τρία είδη ποσοστών με μειώσεις, από 6% για κάθε τετράμηνο και ακολούθως μείωση 6% ανά έτος για τα έτη 2012 και 2013.

Πίνακας 5.1.2.1.Εγγυημένες τιμές φωτοβολταϊκών Ιταλία 2011. (Πηγή: Εγχειρίδιο SECHURBA), www.sechurba.eu

Ισχύς (kWp)	Α Συστήματα εγκατεστημένα την χρονική περίοδο 31.12.2010 - 30.04.2011		Β Συστήματα εγκατεστημένα την χρονική περίοδο 30.04.2011 - 31.08.2011		Γ Συστήματα εγκατεστημένα την χρονική περίοδο 31.08.2011 - 31.12.2011	
	PV ενσωματωμένα σε κτήρια	Άλλες εγκαταστάσεις	PV ενσωματωμένα σε κτήρια	Άλλες εγκαταστάσεις	PV ενσωματωμένα σε κτήρια	Άλλες εγκαταστάσεις
	€/kWh		€/kWh		€/kWh	
1 ≤ P ≤ 3	0.402	0.362	0.391	0.347	0.380	0.333
3 < P ≤ 20	0.377	0.339	0.360	0.322	0.342	0.304
20 < P ≤ 200	0.358	0.321	0.341	0.303	0.323	0.285
200 < P ≤ 1000	0.355	0.314	0.335	0.309	0.314	0.266
1000 < P ≤ 5000	0.351	0.313	0.327	0.289	0.302	0.264
P > 5000	0.333	0.297	0.311	0.275	0.287	0.251

Αυτή τη στιγμή η ιταλική κυβέρνηση εξετάζει και νέα μείωση στις εγγυημένες τιμές των φωτοβολταϊκών, προκειμένου να ισχύσει από την 1^η Ιουλίου φέτος και να διαρκέσει ως τα τέλη του 2016. Σύμφωνα με το σχέδιο νόμου, οι επιδοτήσεις για τα συστήματα σε οροφές θα κυμανθούν από 170 ευρώ ανά μεγαβατώρα (για ισχύ 1-3 KW) ως 128 ευρώ ανά μεγαβατώρα (για πάνω από 5 MW). Για τα φωτοβολταϊκά πάρκα, οι ταρίφες θα είναι από 88 ευρώ έως 39 ευρώ ανά μεγαβατώρα, αναλόγως του μεγέθους, και θα προστίθενται στην τιμή βάσης του ηλεκτρισμού.

Με τον τρόπο αυτό, οι μειώσεις θα φτάσουν το 9% έως 32,5% στις διάφορες κατηγορίες, σε σύγκριση με τα όσα ίσχυαν μέχρι τώρα. Οι μεγαλύτερες μειώσεις θα αφορούν τα οικιακά συστήματα, ενώ τα φ/β πάρκα θα επηρεαστούν συγκριτικά λιγότερο.

Οι ταρίφες αυτές θα μειωθούν περαιτέρω σε εξαμηνιαία βάση ως το 2014 και από το β' εξάμηνο του 2014, θα κυμανθούν σε ένα μέγιστο 128 ευρώ ανά μεγαβατώρα για τα συστήματα σε στέγες και σε ένα ελάχιστο 102 ευρώ ανά μεγαβατώρα για τα μεγάλα φ/β πάρκα. (Πηγή: www.renewableenergyworld.com)

ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ

Η κυβέρνηση του Ηνωμένου Βασιλείου εισήγαγε τα ευνοϊκά τιμολόγια τον Απρίλιο του 2010 με αρκετά υψηλές τιμές σε σχέση με τα περισσότερα κράτη της Ευρώπης, 41p/kWh (€0.48) για μικρά φωτοβολταϊκά συστήματα. Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τις εγγυημένες τιμές στο Ηνωμένο Βασίλειο αυτή τη στιγμή.

Πίνακας 5.1.2.2 Εγγυημένες τιμές φωτοβολταϊκών Ηνωμένο Βασίλειο. (Πηγή: www.fitariffs.co.uk)

Year to 31-March-2013 Tariff payable (p/kWh) If installation was registered between >			01-Apr-10 - 31-Mar-11	01-Apr-11 - 31-Jul-11	01-Aug-11 - 29-Sep-11	30-Sep-11 - 02-Mar-12	03-Mar-12 - 31-Mar-12	01-Apr-12 - 31-Jul-12	01-Aug-12 - 31-Oct-12
Source	Capacity	Type / rate							
			RPI index						
			1.000	1.048	1.048	1.048	1.048	1.098	1.098
Solar PV	≤4kW	New-build - higher	39.6	39.6	39.6	39.6	21.0	21.0	16.00
Solar PV	≤4kW	New-build - medium					16.8	16.8	14.40
Solar PV	≤4kW	Retrofit - higher	45.4	45.4	45.4	45.4	21.0	21.0	16.00
Solar PV	≤4kW	Retrofit - medium					16.8	16.8	14.40
Solar PV	>4kW - 10kW	higher rate	39.6	39.6	39.6	39.6	16.8	16.8	14.50
Solar PV	>4kW - 10kW	medium rate					13.4	13.4	13.05
Solar PV	>10kW - 50kW	higher rate	34.5	34.5	34.5	34.5	15.2	15.2	13.50
Solar PV	>10kW - 50kW	medium rate					12.2	12.2	12.15
Solar PV	>50kW - 100kW	higher rate	34.5	34.5	19.9	19.9	12.9	12.9	11.50
Solar PV	>50kW - 100kW	medium rate					10.3	10.3	10.35
Solar PV	>100kW - 150kW	higher rate	32.2	32.2	19.9	19.9	12.9	12.9	11.50
Solar PV	>100kW - 150kW	medium rate					10.3	10.3	10.35
Solar PV	>150kW - 250kW	higher rate	32.2	32.2	15.7	15.7	12.9	12.9	11.00
Solar PV	>150kW - 250kW	medium rate					10.3	10.3	9.90
Solar PV	all above bands	lower rate					9.0	9.0	7.10
Solar PV	>250kW - 5MW		32.2	32.2	8.9	8.9	8.9	8.9	7.10
Solar PV	≤5MW	Standalone	32.2	32.2	8.9	8.9	8.9	8.9	7.10

ΕΛΛΑΔΑ

Στην Ελλάδα τα τιμολόγια για φωτοβολταϊκά συστήματα σε κτήρια (< 10 KW) μέχρι πρόσφατα ήταν τα εξής:

Πίνακας 5.1.2.3 Εγγυημένες τιμές φωτοβολταϊκών Ελλάδα 2012. (Πηγή: www.ypeka.gr)

Μήνας / Έτος	Υφιστάμενη κατάσταση	Νέα τιμή	Ποσοστό μείωσης 5%
Φεβρουάριος 2012	522,5	495	
Αύγουστος 2012	522,5	470,25	
Φεβρουάριος 2013	496,38	446,73	
Αύγουστος 2013	496,38	424,40	
Φεβρουάριος 2014	471,56	403,18	
Αύγουστος 2014	471,56	383,02	
Φεβρουάριος 2015	447,98	363,87	
Αύγουστος 2015	447,98	345,68	

Σημείωση: η μείωση προβλέπεται ανά εξάμηνο και όχι ετήσια όπως ίσχυε μέχρι σήμερα και συνεχίζει έως το έτος 2019

Αξιοποιώντας τις προτάσεις των φορέων και λαμβάνοντας υπόψη την πρόταση της ΡΑΕ για τη μείωση των εγγυημένων τιμών στα φωτοβολταϊκά, το ΥΠΕΚΑ με γνώμονα την απρόσκοπτη πληρωμή των παραγωγών ΑΠΕ και την εύρυθμη λειτουργία της ενεργειακής αγοράς, αποφάσισε να μειώσει τις εγγυημένες τιμές για τη συγκεκριμένη τεχνολογία, χωρίς αναδρομική ισχύ, όπως παρουσιάζεται παρακάτω:

Πίνακας 5.1.2.4 Μείωση Εγγυημένων τιμών φωτοβολταϊκών Ελλάδα 2012. (Πηγή: www.ypeka.gr)

Μήνας / Έτος	Τιμή (ευρώ/MWh)
Αύγουστος 2012	250
Φεβρουάριος 2013	238,75
Αύγουστος 2013	228,01
Φεβρουάριος 2014	217,75
Αύγουστος 2014	207,95
Φεβρουάριος 2015	198,59
Αύγουστος 2015	189,65
Φεβρουάριος 2016	181,12
Αύγουστος 2016	172,97
Φεβρουάριος 2017	165,18
Αύγουστος 2017	157,75
Φεβρουάριος 2018	150,65
Αύγουστος 2018	143,87

ΟΥΓΓΑΡΙΑ

Στην Ουγγαρία οι εγγυημένες τιμές ήταν μόνο 10 λεπτά του € ανά kWh, ως εκ τούτου, δεν αποτελούσε ισχυρό κίνητρο για εγκατάσταση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Από την 1η Ιανουαρίου του 2011 τα νέα διασυνδεδεμένα συστήματα είχαν τις παρακάτω τιμές:

- Φωτοβολταϊκά Συστήματα : 29,84HUF/kWh (0,108 €/kWh).
- Συστήματα <20MW και αιολικά συστήματα από 20 μέχρι 50MW: 12,18 – 33,35 HUF/kWh (0,044-0,121 €/kWh). Ανάλογα με την περιοχή και την ώρα της ημέρας.
- Συστήματα τα οποία παράγουν από 20 μέχρι 50MW: 9,74 – 26,67HUF/kWh (0,035 – 0,097 €/kWh). Ανάλογα με την περιοχή και την ώρα της ημέρας.

ΙΣΠΑΝΙΑ

Στην Ισπανία οι τιμές ήταν εύλογα υψηλές, αλλά η διαδικασία ήταν πολύ περίπλοκη. Σήμερα, η πρόσβαση στο εθνικό ηλεκτρικό δίκτυο της Ισπανίας απαιτεί μία σειρά από κρατικές αδειοδοτικές διαδικασίες και εξουσιοδοτήσεις από την τοπική εταιρεία διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Η εταιρεία ηλεκτρισμού υποχρεούται να συνδέσει το σύστημα με το δίκτυο ηλεκτρισμού, όμως συνήθως λόγω γραφειοκρατίας και δυσκολιών των εταιρειών ηλεκτρισμού, καθυστερείται η διαδικασία εγκατάστασης συστημάτων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι τιμές που ίσχυαν εξαρτώνταν από το είδος του συστήματος και ρυθμιζόνταν από το RD 1578/2008:

Πίνακας 5.1.2.5 Εγγυημένες τιμές φωτοβολταϊκών Ισπανία. (Πηγή: Εγχειρίδιο SECHURBA), www.sechurba.eu

Τεχνολογία	Ισχύς	Τιμή
Φωτοβολταϊκά συστήματα τοποθετημένα στη στέγη	0-20kW	0.34€/kWh
Φωτοβολταϊκά συστήματα τοποθετημένα στη στέγη	21-2000kW	0.32 €/kWh
Φωτοβολταϊκά συστήματα τοποθετημένα στο έδαφος		0.32 €/kWh

Τιμή συναλλαγής με το ευρώ στις 05.01.11

Πρόσφατα η κυβέρνηση ανακοίνωσε με νέο νόμο ότι αναστέλονται οι επιδοτήσεις των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων μέσω του συστήματος των ταριφών, λόγω της οικονομικής κρίσης. Δεν θα υπάρχει κανένα οικονομικό κίνητρο πλέον για νέες φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις και θα υπάρξει αναστολή των υπαρχοντων κινήτρων μέχρι βελτίωσης της οικονομικής κρίσης.

ΒΟΥΛΓΑΡΙΑ

Νέες, μειωμένες ταρίφες υιοθέτησε η Βουλγαρία για τα φωτοβολταϊκά, οι οποίες θα τεθούν σε ισχύ από 1η Σεπτεμβρίου, όπως ανακοίνωσε η ρυθμιστική αρχή ενέργειας της χώρας. Μάλιστα, προβλέπεται και η προσθήκη δύο νέων κατηγοριών για φ/β σε στέγες με ισχύ μικρότερη από 5 KW και για φ/β πάρκα μεγαλύτερα των 10 MW.

Ακολουθεί ο πίνακας με τις εγγυημένες τιμές:

Πίνακας 5.1.2.6 Εγγυημένες τιμές φωτοβολταϊκών Βουλγαρία 2012. (Πηγή: www.energia.gr)

Κατηγορία	Ταρίφα που ίσχυε έως τον Ιούλιο σε BGN/MWh	Ταρίφα που ίσχυε ως τα τέλη Αυγούστου	Νέα ταρίφα από 1η Σεπτεμβρίου	Αλλαγή, %
1. Νέα κατηγορία: Φ/Β έως 5 kWp σε στέγες και προσόψεις	605.23	400.70	381.18	N/A
2. Έως 30 kWp σε στέγες και προσόψεις	605.23	400.70	289.96	-27.64
3. Από 30 kWp up ως 200 kWp σε στέγες και προσόψεις	596.50	369.08	226.87	-38.53
4. Από 200 kWp ως 1 000 kWp σε στέγες και προσόψεις	583.77	316.11	206.34	-34.73
5. Φ/Β πάρκα έως 30 kWp	576.50	268.68	193.42	-28.01
6. Από 30 kWp ως 200 kWp	567.41	260.77	188.10	-27.87
7. Από 200 kWp ως 10 000 kWp	485.60	237.05	171.37	-27.71
8. Νέα κατηγορία: Φ/Β πάνω από 10 000 kWp	485.60	236.26	169.85	-28.11

5.1.3 ΚΙΝΗΤΡΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΠΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το 2011, το Ηνωμένο Βασίλειο ήταν το πρώτο κράτος το οποίο προώθησε νέο τιμολόγιο για τη θέρμανση, όταν αυτή προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας αντί του ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό το σχέδιο άρχισε να λειτουργεί τον Ιούνιο του 2011, ωστόσο υπάρχουσες -από τον Ιούλιο του 2009- εγκαταστάσεις, μπορούσαν να χρησιμοποιούν το τιμολόγιο από τον Απρίλιο του 2011. Οι προτεινόμενες τιμές ανά τεχνολογία παρουσιάζονται παρακάτω:

Πίνακας 5.1.3.1 Τιμολόγια ανά τεχνολογία Ηνωμένο Βασίλειο (Πηγή: Εγχειρίδιο SECHURBA), www.sechurba.eu

Τεχνολογία	Ισχύς	Προτεινόμενη τιμή (λεπτά του € ανά kWh)	Διάρκεια του τιμολογίου (έτη)
Στερεά βιομάζα	Up to 45kW	10	15
Βιοαέριο	Up to 45kW	6	10
Αντλίες θερμότητας εδάφους	Up to 45kW	8	23
Αντλίες θερμότητας αέρος	Up to 45kW	8	18
Θερμικά πλιακά	Up to 20kW	21	20

5.1.4. ΕΤΑΙΡΕΙΕΣ ΠΑΡΟΧΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ (ESCO)

Η Εταιρεία Παροχής Ενεργειακών Υπηρεσιών (ΕΠΕΥ) είναι μια εταιρεία που πουλά / προσφέρει ολοκληρωμένες ενεργειακές υπηρεσίες (όπως θέρμανση), αντί μόνο μιας πηγής ενέργειας. Αυτό μπορεί για παράδειγμα να συμπεριλαμβάνει την διάθεση του εξοπλισμού θέρμανσης, τα καύσιμα και τη συντήρηση, καθώς και μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας. Το κύριο λοιπόν ενδιαφέρον είναι ότι προσφέρονται κίνητρα στην εταιρεία να χρηματοδοτεί και να εφαρμόζει μέτρα εξυγίανσης, με αποτέλεσμα οι υπηρεσίες να είναι πιο οικονομικά αποδοτικές. Αυτό το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί τόσο σε κατοικίες όσο και σε εμπορικά κτήρια.

Στην πόλη Woking της νοτιοανατολικής Αγγλίας, το τοπικό δημοτικό συμβούλιο δημιούργησε μια ΕΠΕΥ με σκοπό την παροχή ενεργειακών υπηρεσιών μέσω ενεργειακών κέντρων, κυρίως για ΣΗΘ, για τον εφοδιασμό θέρμανσης και ηλεκτρισμού σε κατοίκους της περιοχής. Είναι μια κοινή επιχείρηση, όπου το 90% ανήκει στην Thameswey και το 10% στην Xergi Limited, μια εταιρεία από την Δανία η οποία εμπλέκεται στο κατασκευαστικό και λειτουργικό κομμάτι των ενεργειακών κέντρων.

Στην Ουγγαρία υπάρχουν μερικά προγράμματα ESCO, που τρέχουν από την εταιρεία HUNESCO Ltd. Ένα παράδειγμα είναι ένα πρόγραμμα που συμπεριλαμβάνει 4 δεκαόροφα προκατασκευασμένα κτήρια, αποτελούμενα από συνολικά 768 κατοικίες. Οι απώλειες θερμικής ενέργειας είναι της τάξης 45%, ως εκ τούτου η επένδυση ήταν 4,2 εκατομμύρια ευρώ και περιλάμβανε βελτιωμένα κουφώματα με θερμοδιακοπτόμενα πλαίσια, θερμομόνωση τοιχοποιίας,

βελτίωση του δικτύου μεταφοράς ZNX, καλύτερο έλεγχο της θέρμανσης, του αερισμού, των σωμάτων και των συστημάτων θέρμανσης.

5.1.5. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΕΡΓΑ ΜΕ ΤΗ ΣΥΜΜΕΤΟΧΗ ΤΗΣ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑΣ

Στο Ηνωμένο Βασίλειο υπάρχουν σχέδια επενδύσεων σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, τα οποία ηγούνται διάφορες κοινότητες. Αυτά έχουν δημιουργηθεί ως συνεταιρισμοί, οι οποίοι εκδίδουν μετοχές στα μέλη της τοπικής κοινωνίας, με σκοπό την αύξηση των επιδοτήσεων για ένα τοπικής κλίμακας σχέδιο επένδυσης σε τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ένα καλό παράδειγμα είναι ο Συνεταιρισμός West Wind Farm στην περιοχή Oxfordshire. Τα χρήματα για την κατασκευή και λειτουργία του αιολικού πάρκου, προέκυψαν από τραπεζικό δάνειο και από την αγορά μετοχών από τα μέλη της WWF. Περισσότεροι από 2400 μέτοχοι έχουν καταθέσει 4,6 εκατομμύρια λίρες, ενώ 3,8 εκατομμύρια λίρες εξασφαλίστηκαν με δάνειο από την συνεταιριστική τράπεζα. Περισσότερες λεπτομέρειες για αυτά και για άλλα σχέδια οικονομικής ενίσχυσης υπάρχουν στο Παραδοτέο D9 του έργου στην ιστοσελίδα του προγράμματος SECHURBA.

5.1.6 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΚΑΛΩΝ ΠΡΑΚΤΙΚΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΣΜΩΝ

Υπάρχουν ποικίλα παραδείγματα για υπάρχοντα και μελλοντικά επιδοτούμενα σχέδια επεμβάσεων βιώσιμης ενέργειας στα κτήρια. Μερικά από αυτά περιγράφονται παρακάτω.

- Ταμείο για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα στη Βουλγαρία (BEEF)

Το Ταμείο για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα χρηματοδοτεί επενδύσεις, οι οποίες έχουν ως σκοπό την σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την ανάπτυξη μιας ενεργειακά αποδοτικής αγοράς στην Βουλγαρία. Οι οικονομικοί πόροι του ταμείου αυτού έχουν χρησιμοποιηθεί για ανακαινίσεις κτηρίων, βελτιώσεις στα συστήματα θέρμανσης και διανομής, στον φωτισμό των δρόμων και σε επενδύσεις για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στις βιομηχανικές διαδικασίες.

Υπάρχουν περισσότερα από 40 επιτυχή παραδείγματα, συνδεδεμένα με την ενεργειακή αποδοτικότητα στα κτήρια. Μέχρι το τέλος του 2009, το Ταμείο για την Ενεργειακή Αποδοτικότητα της Βουλγαρίας έχει χρηματοδοτήσει 77 μελέτες συνολικής αξίας 22 εκατομμυρίων λέβα (€11.248.730). Μεταξύ αυτών, 33 έργα για δήμους, 33 έργα εταιρικών πελατών, 5 νοσοκομεία και 6 πανεπιστήμια.

- Παράδειγμα του Ταμείου Πολιτιστικής Κληρονομιάς της Δανίας: Κέντρο Πολιτιστικής Κληρονομιάς

Αυτό είναι ένα επιτυχημένο πρόγραμμα στη Δανία, το οποίο έχει ως κύρια κατεύθυνση την διαφύλαξη των ιστορικών κτηρίων. Ο οργανισμός πολιτιστικής κληρονομιάς καθώς και οι τοπικές αρχές μπορούν να προτείνουν κτήρια προς διαφύλαξη και προστασία. Αυτή η δυνατότητα δίνεται σε συνεργασία με τα τοπικά πολεοδομικά γραφεία, με σκοπό να προστατευτούν κτήρια μεγάλης περιφερειακής και τοπικής εμβέλειας.

Τα περισσότερα κτήρια βρίσκονται στη βάση δεδομένων του SAVE (Survey of Architectural Values in the Environment – Έλεγχος των Αρχιτεκτονικών Αξιών στο Περιβάλλον), ως κτήρια τα οποία χρήζουν προστασίας.

Άμεση στήριξη από τον δημόσιο τομέα: Οι ιδιοκτήτες τέτοιων κτηρίων μπορούν να υποβάλουν αίτηση στο Κέντρο Πολιτιστικής Κληρονομιάς για οικονομική ενίσχυση για εργασίες αποκατάστασης. Επιπρόσθετα, στη Δανία πρόκειται να λειτουργήσει ένα σύστημα με μορφή φόρων βάσει της ενεργειακής κατανάλωσης του κτηρίου. Το πρόγραμμα αυτό στοχεύει να ενθαρρύνει τα έργα ανακαίνισης και να αποτελέσει κίνητρο για ενεργειακά αποδοτικά κτήρια.

- Εξοικονόμηση κατ' οίκον & Εξοικονομώ Π- Ελλάδα

Το Πρόγραμμα Εξοικονόμηση κατ' Οίκον, βασίζεται στο νέο Ευρωπαϊκό Κανονισμό, αριθ. 397/2009 (ΕΕ L126/21.05.2009) του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 6ης Μαΐου 2009, με τον οποίο τροποποιείται ο Κανονισμός αριθ. 1080/2006, βάσει του οποίου παρέχεται η δυνατότητα χρηματοδότησης, μέσω του Ευρωπαϊκού Ταμείου Περιφερειακής Ανάπτυξης, δράσεων βελτίωσης της ενεργειακής αποδοτικότητας και χρήσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτήρια του οικιακού τομέα καθώς και στον Κανονισμό αριθ. 539/2010 της 16ης Ιουνίου 2010 (ΕΕ L158/24.6.2010), με τον οποίο τροποποιείται ο Κανονισμός αριθ. 1083/2006, βάσει του οποίου παρέχεται η δυνατότητα δαπανών από τα διαρθρωτικά ταμεία για τη χρηματοδότηση Ταμείων ή άλλων συστημάτων κινήτρων σχετικών με τις ανωτέρω δράσεις.

Η υλοποίηση του Προγράμματος στηρίζεται στην εφαρμογή του θεσμικού πλαισίου που έχει διαμορφωθεί πρόσφατα, κατ' εξουσιοδότηση του Ν. 3661/2008, με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (ΚΕΝΑΚ, _6/Β/5825/30.03.2010, ΦΕΚ Β' 407) και το Π. 100/30.09.2010 (ΦΕΚ Α' 177) για τους Ενεργειακούς Επιθεωρητές, με στόχο τον ορθό προσδιορισμό των ενεργειακών αναγκών των κτηρίων καθώς και των αναγκαίων παρεμβάσεων που θα οδηγήσουν στη μεγιστοποίηση της εξοικονομούμενης ενέργειας. Η συνδυασμένη εφαρμογή του Προγράμματος και του εν λόγω θεσμικού πλαισίου εξασφαλίζει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο υλοποίησης δράσεων εξοικονόμησης ενέργειας.

Επιπρόσθετα, το πρόγραμμα εξοικονόμησης ενέργειας σε δημόσια κτήρια Εξοικονομώ Π θα είναι καταλύτης για την ευαισθητοποίηση των πολιτών σε θέματα ενεργειακής αποδοτικότητας και ένταξης ΑΠΕ σε δημόσια κτήρια, τα οποία θεωρούνται πολύ ενεργοβόρα.

Το Πρόγραμμα απευθύνεται σε όλους τους Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης Α' Βαθμού, με εξαίρεση όσους χρηματοδοτούνται από το Πρόγραμμα «ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΩ Ι».

Οι παρεμβάσεις αφορούν τους άξονες:

A. Παρεμβάσεις σε κτίρια και υποδομές (ενεργειακή αναβάθμιση του κτιριακού κελύφους, ενεργειακή αναβάθμιση των Η/Μ εγκαταστάσεων, αναβάθμιση του συστήματος φυσικού τεχνητού φωτισμού και εγκατάσταση συστήματος ενεργειακής διαχείρισης) και

B. Υποστηρικτικές και λοιπές δράσεις (υπηρεσίες τεχνικού συμβούλου, τεχνικές μελέτες, μελέτες ενεργειακής απόδοσης, ενεργειακές επιθεωρήσεις και δράσεις δημοσιότητας).

Ο συνολικός προϋπολογισμός του Προγράμματος ανέρχεται σε 107 εκ. ευρώ. Οι προτάσεις που θα ενταχθούν θα χρηματοδοτηθούν κατά 70% από τους πόρους του Προγράμματος και κατά 30% από την ίδια συμμετοχή των Δήμων.

- REAL DECRETO – Ισπανία

Το πρόγραμμα REAL DECRETO 2066/2008 είναι ένα ισπανικό σχέδιο το οποίο προωθεί τις τεχνολογίες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και τις επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας στο υπάρχον κτηριακό απόθεμα, με στόχο την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, αλλά και την αύξηση της απασχόλησης σε αυτούς τους τομείς. Οι στόχοι του σχεδίου είναι η αποκατάσταση 2.250.000 κτηρίων και η βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης σε 150.000 κτήρια.

Ιδιαίτερη σημασία δίνεται στην πολιτιστική κληρονομιά των ιστορικών κέντρων, τα οποία χρήζουν ειδικής προστασίας, κατεύθυνση η οποία δεν περιλαμβάνεται στο ισχύον νομοθετικό πλαίσιο. Το σχέδιο προσεγγίζει την ενεργειακή αποδοτικότητα από μια άποψη οικο-γειτονιάς, η οποία δεν εξετάζει μόνο το κτήριο, αλλά το περιβάλλον στο οποίο βρίσκεται και συνεπώς την πόλη συνολικά.

- ZOLD BERUHAZASI PROGRAM (Πρόγραμμα Πρασίνων Επενδύσεων) – Ουγγαρία

Αυτός ο χρηματοδοτικός μηχανισμός έχει ως σκοπό να προωθήσει επενδύσεις βιώσιμης ανάπτυξης στον οικιακό τομέα στην Βουλγαρία. Επιχορηγείται το 30% από το κόστος των εργασιών, με συγκεκριμένο όριο στον συνολικό προϋπολογισμό. Εάν το κτήριο έπειτα από τις εργασίες αξιολογηθεί σε ενεργειακή κατηγορία B, A ή A+, προβλέπεται συμπληρωματικό επίδομα 30%.

- DETRAZIONE IRPEF – Ιταλία

Στην Ιταλία ο Οικονομικός Νόμος του 2008 προβλέπει φορολογικές ελαφρύνσεις έως 55% και μείωση του ΦΠΑ σε περιπτώσεις αποκατάστασης και ανακαίνισης υπάρχοντων κτηρίων της εθνικής πολιτιστικής κληρονομιάς. Αυτό το σχέδιο επεκτάθηκε προσφάτως μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου του 2012 και προβλέπει ακόμα και φορολογικές ελαφρύνσεις για κάθε αντικατάσταση κλιματιστικών συστημάτων (τα οποία χρησιμοποιούν ηλεκτρισμό για θέρμανση) με σύστημα θέρμανσης με βιομάζα. Οι οικονομικές ελαφρύνσεις εξαρτώνται από το είδος των επεμβάσεων, με το όριο να κυμαίνεται από €30.000 μέχρι €100.000. Μια έρευνα του ENEA (Εθνικό Οργανισμός Οικονομικής Ανάπτυξης Νέων Τεχνολογιών, Ενέργειας και Βιωσιμότητας) το 2008, αναφέρει ότι η πλειοψηφία των επιδοτούμενων ιδιοκτησιών ήταν κατοικίες.

Η αξιολόγηση ανά είδος επέμβασης δείχνει ότι οι περισσότερες εγκαταστάσεις είναι συνδεδεμένες με την αντικατάσταση φωτιστικών σωμάτων (48%), σχεδόν 120.000 από 248.000 στο σύνολο. Περίπου 73.000 περιπτώσεις (29% του συνόλου) αντιστοιχούν στη βελτίωση των συστημάτων θέρμανσης και περισσότερο από 43.000 περιπτώσεις (18% του συνόλου), περιλαμβάνουν την εγκατάσταση θερμικών ηλιακών πανέλων. Εκτιμάται ότι η εξοικονόμηση ενέργειας η οποία επιτυγχάνεται με μέτρα βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης του κτηρίου, είναι της τάξης του 20-40% σε kWh/m² στο έτος.

5.2 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το δυναμικό εξοικονόμησης ενέργειας στα ελληνικά κτήρια είναι αρκετά υψηλό, και μπορεί να αξιοποιηθεί με την εφαρμογή των κατάλληλων ΜΕΕ χωρίς την απαίτηση οποιασδήποτε οικονομικής υποστήριξης, αφού στην πλειοψηφία τους είναι οικονομικά βιώσιμα. Αν ληφθεί υπόψη η συνεχής αύξηση του ενεργειακού κόστους (πετρέλαιο, ηλεκτρισμός), τα ΜΕΕ είναι σήμερα ακόμα πιο ελκυστικά από οικονομικής απόψεως. Εντούτοις με την εφαρμογή κατάλληλα σχεδιασμένων υποστηρικτικών πολιτικών είναι δυνατόν να επιτευχθούν ακόμη σημαντικότερες μειώσεις της καταναλισκόμενης ενέργειας και των συνεπαγόμενων εκπομπών στον τομέα των κτηρίων.

Η εθνική νομοθεσία σχετικά με την Εξοικονόμηση Ενέργειας και την χρήση ΑΠΕ στα κτήρια μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε: κανονισμούς που θέτουν ελάχιστες απαιτήσεις, φορολογικές απαλλαγές, επιδοτήσεις και διαδικασίες καθορισμού Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ).

Υποστηρικτικές διατάξεις σχετικά με τα μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, τις ενεργειακές υπηρεσίες όπως επιχειρήσεις ενεργειακών υπηρεσιών – ΕΕΥ– (Energy Service Companies – ESCOs), συμβάσεις ενεργειακής απόδοσης και Χρηματοδότησης από Τρίτους - ΧΑΤ – (Third Party Financing – TPF), περιλαμβάνονται στον Ν.3855/2010 (ΦΕΚ 95/Α/23.6.2010).

Οι περισσότερες τράπεζες προσφέρουν πλέον τα «Πράσινα Δάνεια» που στόχο έχουν την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων και την εγκατάσταση ενεργειακών συστημάτων, τα οποία συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας ή στην παραγωγή ενέργειας (για παράδειγμα φωτοβολταϊκά). Τα επιτόκια των δανείων είναι χαμηλά και προσαρμόζονται ανάλογα με την τράπεζα και τις παρεχόμενες εξασφαλίσεις.

Περιοδικά ανακοινώνονται και άλλα προγράμματα οικονομικής ενίσχυσης. Παλιότερα προγράμματα ήταν το πρόγραμμα «Εξοικονομώ» σε Δήμους (άνω των 10.000 κατοίκων), για την εφαρμογή δράσεων ενεργειακής αποδοτικότητας σε Δήμους (με το μεγαλύτερο κομμάτι του προϋπολογισμού να αφορά σε δράσεις ΕΞΕΝ σε δημοτικά κτήρια), καθώς και μικρότερα προγράμματα, όπως το «Αλλάζω ΚΛΙΜΑτιστικό» για τη δυνατότητα αγοράς έως 2 κλιματιστικών τεχνολογίας DC Inverter (κλάσης Α) με 35% επιδότηση με ταυτόχρονη απόσυρση μια παλαιάς, εν λειτουργία συσκευής, η οποία προωθείται προς ανακύκλωση. Για το 2012, σχετικά προγράμματα είναι το πρόγραμμα Εξοικονόμηση κατ'Οίκον (2011-2012) του ΥΠΕΚΑ και τα Φωτοβολταϊκά στις Στέγες.

5.2.1. ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ ΕΛΑΧΙΣΤΩΝ ΑΠΑΙΤΗΣΕΩΝ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ

Ο νόμος 3661/2008 «Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 89), ενσωματώνει στο εθνικό μας δίκαιο την Οδηγία 2002/91/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 16ης Δεκεμβρίου 2002, για την ενεργειακή απόδοση των κτηρίων (ΕΕ L1/4-1-2003). Βάσει του νόμου αυτού εκδόθηκε ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων (Κ.Εν.Α.Κ. ΦΕΚ Β' 407/09.04.10), ο οποίο τέθηκε τελικά σε εφαρμογή τον Οκτώβριο του 2010, καθορίζει τις ελάχιστες ενεργειακές απαιτήσεις και τεχνικές προδιαγραφές (κτηριακού κελύφους και Η/Μ εγκαταστάσεων) για τα νέα και ριζικά ανακαινιζόμενα κτήρια, με στόχο την μείωση της τελικής κατανάλωσης ενέργειας στα κτήρια. Εκτός από τον Κ.Εν.Α.Κ., ο ν. 3851/2010 προσθέτει στις απαιτήσεις του ν.3661/2008 την

υποχρεωτική κάλυψη του 60% των αναγκών ζεστού νερού χρήσης των κτηρίων από ηλιοθερμικά συστήματα. Συγκεκριμένα στο άρθρο 10 του ν. 3851/2010 αναφέρεται ότι:

Στα κτήρια για τα οποία κατατίθεται στην αρμόδια Πολεοδομική Υπηρεσία αίτηση χορήγησης οικοδομικής άδειας μετά την 1.1.2011 είναι υποχρεωτική η κάλυψη μέρους των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης από ηλιοθερμικά συστήματα. Το ελάχιστο ποσοστό του ηλιακού μεριδίου σε ετήσια βάση καθορίζεται σε 60%. Η υποχρέωση αυτή δεν ισχύει για τις εξαιρέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 11 του ν. 3661/2008, καθώς και όταν οι ανάγκες σε ζεστό νερό χρήσης καλύπτονται από άλλα συστήματα παροχής ενέργειας που βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, συστήματα τηλεθέρμανσης σε κλίμακα περιοχής ή οικοδομικού τετραγώνου, καθώς και σε αντλίες θερμότητας με εποχιακό βαθμό απόδοσης SPF>3. Αδυναμία εφαρμογής του ανωτέρω ποσοστού απαιτεί επαρκή τεχνική τεκμηρίωση σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία και τις επικρατούσες συνθήκες.

5.2.2. ΦΟΡΟΑΠΑΛΛΑΓΕΣ

Σύμφωνα με το νόμο 3842/2010 προβλέπεται μείωση φόρου κατά το δέκα τοις εκατό (10%), και μέχρι του ποσού των έξι χιλιάδων ευρώ, της δαπάνης που καταβάλλεται για επεμβάσεις ενεργειακής αναβάθμισης ακινήτου, οι οποίες προκύπτουν μετά από ενεργειακή επιθεώρηση και αφορούν:

α) Στην αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου για την εγκατάσταση τηλεθέρμανσης ή για νέα εγκατάσταση τηλεθέρμανσης ή συστήματος που κάνει χρήση ΑΠΕ, καθώς και παρεμβάσεις σε υφιστάμενο σύστημα θέρμανσης, που αφορούν σε σύστημα αντιστάθμισης στον καυστήρα/λέβητα σε συνδυασμό με αυτονομία θέρμανσης και μόνωση σωληνώσεων.

β) Στην αλλαγή εγκατάστασης κεντρικού κλιματισμού χρήση καυσίμου από πετρέλαιο σε φυσικά αέριο ή για νέα εγκατάσταση φυσικού αερίου.

γ) Στην αγορά και εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών και για την εγκατάσταση κεντρικού κλιματισμού με χρήση ηλιακής ενέργειας.

δ) Στην αγορά και εγκατάσταση αποκεντρωμένων συστημάτων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και συμπαραγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας/ψύξης με χρήση φυσικού αερίου ή ΑΠΕ.

ε) Στη θερμομόνωση σε υφιστάμενα κτήρια με τοποθέτηση διπλών θερμομονωτικών υαλοπινάκων και θερμομονωτικών πλαισίων/κουφωμάτων και τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κέλυφος ή/και στην οροφή.

στ) Στη δαπάνη για διενέργεια ενεργειακής επιθεώρησης από αρμόδιο επιθεωρητή.

Οι επιλέξιμες δαπάνες περιλαμβάνουν, στην περίπτωση διαμερισμάτων πολυκατοικίας, τόσο τις δαπάνες σε επίπεδο διαμερίσματος όσο και τις κοινές δαπάνες της πολυκατοικίας, επιμερισμένες βάσει των χιλιοστών ιδιοκτησίας. Οι διατάξεις του νόμου έχουν εφαρμογή για δαπάνες που πραγματοποιήθηκαν από 1/1/2010 και μετά.

5.2.3 ΕΠΙΔΟΤΟΥΜΕΝΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ

Τα προγράμματα επιδοτήσεων που βρίσκονται σε ισχύ το 2012 όπως αναφέρθηκε και στην ενότητα 5, περιλαμβάνουν το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' Οίκον», και το πρόγραμμα

«Φωτοβολταϊκά στις στέγες». Μια γενική περιγραφή των προγραμμάτων δίνεται παρακάτω με τις αντίστοιχες αναφορές στις νομοθετικές διατάξεις.

- Εξοικονόμηση κατ' Οίκον

Το πρόγραμμα Εξοικονόμηση κατ' Οίκον έχει αρχίσει στις αρχές του 2011 και βασίζεται στο νέο Ευρωπαϊκό Κανονισμό (ΕΚ), αριθμ. 397/2009, με βάση τον οποίο παρέχεται η δυνατότητα χρηματοδότησης, μέσω του **Ταμείου ενεργειακής απόδοσης** που συστάθηκε ως ξεχωριστή χρηματοδοτική μονάδα στο πλαίσιο του Εθνικού Ταμείου Επιχειρηματικότητας και Ανάπτυξης (ΕΤΕΑΝ Α.Ε) και χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση [Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης (ΕΤΠΑ)] και από εθνικούς πόρους, μέσω των περιφερειακών επιχειρησιακών προγραμμάτων (ΠΕΠ) και του επιχειρησιακού προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα και Επιχειρηματικότητα».

Το Ταμείο δανειοδότησης στοχεύει στη χρηματοδότηση, μέσω δανείων με επιδοτούμενο επιτόκιο, νοικοκυριών που θα περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον», με σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση των ακινήτων. Η επιδότηση επιτοκίου και τα τέλη διαχείρισης του Ταμείου χρηματοδοτούνται από το υπολειπόμενο κεφάλαιο ύψους 51 εκατ. ευρώ.

Επιπλέον της χρηματοδότησης με επιδοτούμενα δάνεια, επιδοτείται και η δαπάνη για την επίτευξη ενεργειακής αναβάθμισης, σε ποσοστό μεταξύ 15% - 70%. Οι επιδοτήσεις και το κόστος του ενεργειακού ελέγχου θα καλύπτονται από το πρόγραμμα «Άμεσες ενισχύσεις», το οποίο ανέρχεται σε 155 εκατ. ευρώ που συγχρηματοδοτούνται από το ΕΣΠΑ.

Το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» παρέχει κίνητρα στα νοικοκυριά για να βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση των κατοικιών τους, μέσω της εξοικονόμησης ενέργειας. Το κύριο αποτέλεσμα της συνεπένδυσης, υπέρ των νοικοκυριών, είναι η μείωση του επιτοκίου που παρέχεται, επειδή το Ταμείο επιχειρηματικότητας προσφέρει τα χρήματά του με μηδενικό επιτόκιο. Ως εκ τούτου το σταθμισμένο μέσο επιτόκιο είναι χαμηλότερο από τα επιτόκια της αγοράς για δάνεια ίδιου τύπου.

Η Πρόοδος του προγράμματος «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» έως τις 16.3.2012 (Πηγή <http://etean.com.gr>)

Σύνολο δικαιούχων: 10.283 νοικοκυριά με συνολικό ύψος δανείων 62 εκατ. ευρώ

Συνολικός αριθμός των δικαιούχων που υπέγραψαν δανειακή συμφωνία: 7.015 με συνολικό ύψος δανείων: 42,8 εκατ. ευρώ

Συνολικός αριθμός νοικοκυριών για τα οποία εκταμιεύτηκαν δάνεια: 5.793 με συνολικό ύψος εκταμίευσης: 23,2 εκατ. ευρώ και μη επιστρεπτές ενισχύσεις 9,2 εκατ. ευρώ

Το πρόγραμμα στοχεύει όχι μόνο στην εξοικονόμηση ενέργειας μέσω παρεμβάσεων στα κτήρια αλλά και στην ευαισθητοποίηση του κοινού όσον αφορά στην ορθολογική χρήση ενέργειας με την καλλιέργεια ενεργειακής συνείδησης στους πολίτες, συμβάλλοντας έτσι σημαντικά στο στόχο που έχει τεθεί στο Σχέδιο Δράσης για την Ενεργειακής Αποδοτικότητας (ΣΔΕΑ), για εξοικονόμηση ενέργειας μέχρι το 2016 σε ποσοστό 9% του μέσου όρου κατανάλωσης της 5ετίας 2001-2005. Το πρόγραμμα βασίζεται στην αξιοποίηση των ενεργειακών επιθεωρητών και του Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων που προβλέπονται στο ν. 3661/2008, με σκοπό τον ορθό προσδιορισμό των ενεργειακών αναγκών των κτηρίων καθώς και των αναγκαίων παρεμβάσεων που θα οδηγήσουν στη μεγιστοποίηση της εξοικονομούμενης ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα, το πρόγραμμα «Εξοικονόμηση κατ' οίκον» (2011-2012) του ΥΠΕΚΑ προσφέρει μια δέσμη οικονομικών κινήτρων, προκειμένου να γίνουν παρεμβάσεις ενεργειακής

αναβάθμισης των κτηρίων του οικιακού τομέα. Στο συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορεί να ενταχθεί κάθε κτήριο κατοικίας που:

- Βρίσκεται σε περιοχές με τιμή ζώνης χαμηλότερη ή ίση των 2.100 €/τ.μ., όπως αυτή είχε διαμορφωθεί μέχρι τις 31.12.2009.
- Φέρει οικοδομική άδεια. Στην περίπτωση που ο ιδιοκτήτης του κτηρίου δε διαθέτει οικοδομική άδεια, θα πρέπει να προσκομισθεί σχετικό νομιμοποιητικό έγγραφο, από το οποίο να προκύπτει ότι το κτήριο υφίσταται νόμιμα. Για τις περιπτώσεις που η οικοδομική άδεια απωλέσθη ή τα σχετικά αρχεία βάσει των οποίων μπορεί να εκδοθεί το ως άνω νομιμοποιητικό έγγραφο δεν είναι άμεσα διαθέσιμα, η εν λόγω άδεια και το νομιμοποιητικό έγγραφο δύνανται να προσκομιστούν στο χρηματοπιστωτικό οργανισμό πριν την υπογραφή της δανειακής σύμβασης.
- Έχει καταταχθεί βάσει του Πιστοποιητικού Ενεργειακής Απόδοσης (ΠΕΑ) σε κατηγορία χαμηλότερη ή ίση της Δ.
- Δεν έχει κριθεί κατεδαφιστέα.

Δικαίωμα συμμετοχής στο Πρόγραμμα έχουν μόνο φυσικά πρόσωπα που:

- α. έχουν δικαίωμα κυριότητας (πλήρους ή ψιλής) ή επικαρπίας σε επιλέξιμη κατοικία.
- β. πληρούν τα εισοδηματικά κριτήρια των παρακάτω κατηγοριών Α1 ή Α2 ή Β .

Τα ανωτέρω φυσικά πρόσωπα καλούνται ωφελούμενοι του Προγράμματος.

- Ωφελούμενοι κατηγορίας Α1: οι ωφελούμενοι των οποίων το ατομικό δηλωθέν εισόδημα δεν ξεπερνά τις 12.000 € ή το οικογενειακό δηλωθέν εισόδημα δεν ξεπερνά τις 20.000 €.
- Ωφελούμενοι κατηγορίας Α2: οι ωφελούμενοι των οποίων το ατομικό δηλωθέν εισόδημα είναι μεγαλύτερο των 12.000 € και δεν ξεπερνά τις 40.000 € ή το οικογενειακό δηλωθέν εισόδημα είναι μεγαλύτερο των 20.000 € και δεν ξεπερνά τις 60.000 €.
- Ωφελούμενοι κατηγορίας Β: οι ωφελούμενοι των οποίων το ατομικό δηλωθέν εισόδημα είναι μεγαλύτερο των 40.000 € και δεν ξεπερνά τις 60.000 € ή το οικογενειακό δηλωθέν εισόδημα είναι μεγαλύτερο των 60.000 € και δεν ξεπερνά τις 80.000 €.

Περισσότερα από τα κτήρια (κυρίως δε αυτά που οικοδομήθηκαν πριν το 1980) αντιμετωπίζουν θέματα όπως:

- Μερική ή παντελή έλλειψη θερμομόνωσης,
- Παλαιάς τεχνολογίας κουφώματα (πλαίσια/μονοί υαλοπίνακες),
- Ελλιπή ηλιοπροστασία των νότιων και δυτικών όψεών τους,
- Μη επαρκή αξιοποίηση του υψηλού ηλιακού δυναμικού της χώρας,
- Ανεπαρκή συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης/κλιματισμού με αποτέλεσμα τη χαμηλή απόδοση.

Οι επιλέξιμες κατηγορίες παρεμβάσεων ενεργειακής αναβάθμισης είναι:

1. Αντικατάσταση κουφωμάτων (πλαίσια / υαλοπίνακες) και τοποθέτηση συστημάτων σκίασης. Λόγω της απαίτησης του προγράμματος για ενεργειακή αναβάθμιση, η παρέμβαση αφορά κατά βάση, αλλά όχι αποκλειστικά, σε θερμομονωτικά/ θερμο-διακοπτόμενα κουφώματα με διπλούς υαλοπίνακες.

Επιλέξιμη είναι και η αλλαγή μόνο του υαλοπίνακα με την προϋπόθεση ότι επιτυγχάνεται ενεργειακή αναβάθμιση. Επιλέξιμη, επίσης, είναι η αντικατάσταση εξώπορτας σε μονοκατοικία και κουφωμάτων κλιμακοστασίου και φωταγωγού σε πολυκατοικία. Δεν συμπεριλαμβάνονται όμως «ανοίγματα» προς εσωτερικούς χώρους του κτηρίου θερμαινόμενους ή μη (π.χ. πόρτα διαμερίσματος). Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνεται και η τοποθέτηση εξωτερικών σκιάστρων και κινητών προστατευτικών εξωφύλλων στα ανοίγματα (παντζούρια, ρολά).

2. Τοποθέτηση θερμομόνωσης στο κτηριακό κέλυφος συμπεριλαμβανομένου του δώματος / στέγης και της πιλοτής. Στην κατηγορία αυτή είναι επιλέξιμη και η τοποθέτηση εσωτερικής θερμομόνωσης όταν η τοποθέτηση εξωτερικής θερμομόνωσης είναι τεχνικά αδύνατη ή δεν επιτρέπεται από την κείμενη νομοθεσία (π.χ. διατηρητέα κτήρια, παραδοσιακοί οικισμοί).

3. Αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης και συστήματος παροχής ζεστού νερού χρήσης. Στην κατηγορία αυτή είναι επιλέξιμες:

- Η εγκατάσταση νέου ή αντικατάσταση συστήματος καυστήρα ή/και λέβητα με καινούριο σύστημα πετρελαιού ή φυσικού αερίου (κεντρικό ή ατομικό) ή σύστημα που λειτουργεί κυρίως με την αξιοποίηση ανανεώσιμης πηγής ενέργειας, Α.Π.Ε., (π.χ. καυστήρας βιομάζας, αντλίες θερμότητας, ηλιοθερμικά συστήματα, κλπ.) ή σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας υψηλής απόδοσης (ΣΗΘΥΑ). Η εγκατάσταση / αντικατάσταση αφορά στον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό του λεβητοστασίου στο σύνολό του και του δικτύου διανομής (αυτοματισμοί, κυκλοφορητές, καμινάδα, αντικατάσταση ή μόνωση σωληνώσεων, κλπ.). Δεν είναι επιλέξιμες οι δαπάνες για δεξαμενή πετρελαίου και τερματικές μονάδες απόδοσης θερμότητας (σώματα καλοριφέρ, ενδοδαπέδιο σύστημα, κλπ).

- Η τοποθέτηση διατάξεων αυτομάτου ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, όπως χρονοδιακόπτες, αυτοματισμούς αντιστάθμισης ή/και υδραυλικής ισορροπίας για τη ρύθμιση των μερικών φορτίων (τρίοδη ή τετράοδη ηλεκτροβάννα, ρυθμιστές στροφών κυκλοφορητών, κλπ), θερμοστάτες χώρων, θερμοστατικές κεφαλές θερμαντικών σωμάτων, κλπ., συμπεριλαμβανομένων συστημάτων θερμιδομέτρησης για την κατανομή δαπανών θέρμανσης.

- Η τοποθέτηση ηλιακών συστημάτων για την παροχή ζεστού νερού χρήσης (συλλέκτης, δοχείο αποθήκευσης νερού, βάση στήριξης, σωληνώσεις, κλπ). Στις δαπάνες αυτές ανά παρέμβαση, συμπεριλαμβάνονται και τυχόν πρόσθετες αναγκαίες εργασίες για την ολοκληρωμένη υλοποίηση της παρέμβασης, καθώς και το κόστος εργασίας, συμπεριλαμβανομένων τυχόν απαιτούμενων ασφαλιστικών εισφορών ΙΚΑ για τις οικοδομικές εργασίες.

Επιλέξιμη κατοικία είναι η μονοκατοικία, η πολυκατοικία για το τμήμα της που αφορά στο σύνολο των διαμερισμάτων του κτηρίου, καθώς και το μεμονωμένο διαμέρισμα. Κάθε ωφελούμενος μπορεί να υποβάλλει μόνο μια αίτηση. Επιπλέον, για κάθε επιλέξιμη κατοικία ωφελούμενου πρέπει να υποβληθεί μία μόνο αίτηση. Ο επιλέξιμος προϋπολογισμός ανά αίτηση ωφελούμενου δεν μπορεί να υπερβαίνει τις 15.000 € συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ (επιλέξιμος προϋπολογισμός παρεμβάσεων).

Το Πρόγραμμα περιλαμβάνει κατηγορίες κινήτρων, η ένταξη στις οποίες γίνεται με βάση το εισόδημα των ενδιαφερομένων, όπως δανειακές συμβάσεις με επιδότηση επιτοκίου 100% και

επιχορηγήσεις. Τα ποσοστά των δανειακών συμβάσεων και των επιχορηγήσεων επί του τελικού επιλέξιμου προϋπολογισμού, γίνονται με βάση τα εισοδηματικά κριτήρια των δικαιούχων.

- Φωτοβολταϊκά στις Στέγες

Το πρόγραμμα «Φωτοβολταϊκά στις στέγες» αφορά στην εγκατάσταση Φ/Β σε στέγες κτηρίων, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και διάθεσή της στην ΔΕΗ.

Το «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις» [8] τέθηκε σε ισχύ τον Ιούλιο του 2009, με σκοπό να δώσει μια νέα ώθηση σε οικιακούς καταναλωτές και πολύ μικρές επιχειρήσεις, για την άμεση υλοποίηση εγκαταστάσεων Φ/Β συστημάτων στο δώμα ή στη στέγη κτηρίου, συμπεριλαμβανομένων στεγάστρων, βεραντών, προσόψεων και σκιάστρων, καθώς και βοηθητικών χώρων του κτηρίου, όπως αποθήκες και χώροι στάθμευσης.

Το πρόγραμμα δεν προβλέπει άμεσες επιδοτήσεις για την εγκατάσταση των Φ/Β. Με το συγκεκριμένο πρόγραμμα απλουστεύονται οι διαδικασίες έκδοσης άδειας, εγκατάστασης, σύνδεσης με τη ΔΕΗ και έναρξης λειτουργίας ΦΒ μέχρι 10 kWp στα κτήρια. Επιπλέον, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια διατίθεται στο κεντρικό δίκτυο ηλεκτροδότησης σε πολύ συμφέρουσα τιμή πώλησης. Πιο συγκεκριμένα, μεταξύ του ενδιαφερόμενου και της ΔΕΗ ή άλλου προμηθευτή που ηλεκτροδοτεί τις καταναλώσεις του κτηρίου, όπου εγκαθίσταται το Φ/Β σύστημα, συνάπτεται η Σύμβαση Συμψηφισμού για 25 έτη, με έναρξη ισχύος την ημερομηνία ενεργοποίησης της σύνδεσης του Φ/Β συστήματος.

Τα τελευταία χρόνια στην ελληνική αγορά έχουν αρχίσει να δραστηριοποιούνται και άλλες εταιρείες εμπορίας ηλεκτρικής ενέργειας πλην της ΔΕΗ, οι οποίες παρέχουν επίσης Συμβάσεις Συμψηφισμού. Το κύριο όφελος λοιπόν για τον τελικό χρήστη, είναι η δυνατότητα πώλησης της παραγόμενης ενέργειας που εγχέεται στο δίκτυο με μεγαλύτερη τιμή, προσφέροντας ένα επιπλέον έσοδο στον ενδιαφερόμενο επενδυτή – ιδιώτη.

Ειδικότερα, το πρόγραμμα αφορά στο σύνολο της Επικράτειας, με τη μέγιστη ισχύ των Φ/Β συστημάτων ανά εγκατάσταση να ορίζεται, για την ηπειρωτική χώρα, τα Διασυνδεδεμένα με το Σύστημα νησιά και την Κρήτη σε 10 kWp και για τα λοιπά Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά σε 5 kWp[9]. Βασικό κίνητρο του προγράμματος, αποτελεί η υψηλή τιμή πώλησης της παραγόμενης από το Φ/Β σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που εγχέεται στο Δίκτυο.

Οι αλλαγές που πραγματοποιήθηκαν τον Αύγουστο του 2012 είναι:

Η μείωση της εγγυημένης τιμής απορρόφησης της ενέργειας από φωτοβολταϊκά. Επισημαίνεται ότι οι τιμές αυτές (feed in tariff) ήταν από τις υψηλότερες στην Ευρώπη. Οι μειώσεις αφορούν τις νεοεισερχόμενες μονάδες, δεν έχουν δηλαδή αναδρομική ισχύ και δεν αφορούν τις ήδη λειτουργούσες.

Οι μειώσεις στις εγγυημένες τιμές αγοράς της ενέργειας από φωτοβολταϊκά φθάνουν μέχρι 46% (οι μεγαλύτερες μειώσεις έγιναν στα φ/β που εγκαθίστανται στις στέγες) και, όπως προέβλεπε ήδη η νομοθεσία, οι τιμές θα βαίνουν μειούμενες τα επόμενα χρόνια. Για την τρέχουσα περίοδο (Αύγουστος 2012), οι τιμές διαμορφώνονται ως εξής:

- Για μονάδες ισχύος πάνω από 100 κιλοβάτ στο διασυνδεδεμένο σύστημα, 180 ευρώ ανά μεγαβατώρα (από 271,64).
- Για μονάδες κάτω από 100 κιλοβάτ στο διασυνδεδεμένο σύστημα και για μονάδες ανεξαρτήτως ισχύος στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα δηλαδή στα νησιά, 225 ευρώ ανά μεγαβατώρα (από 305,6).

- Για τα φωτοβολταϊκά στις στέγες η τιμή πέφτει στα 250 ευρώ ανά μεγαβατώρα, από 470,25.

Επίσης, με Κοινή Υπουργική Απόφαση ενεργοποιείται ο νόμος που προβλέπει παρακράτηση του 25% του τέλους υπέρ ΕΡΤ για τον λογαριασμό των ΑΠΕ. Τα έσοδα από την παρακράτηση αυτή εκτιμάται ότι θα φθάσουν στα 75 εκατ. ευρώ το χρόνο.

Ακόμα και με 0,25€/Kwh, η τιμή πώλησης παραμένει από τις υψηλότερες στην Ευρώπη, λαμβάνομένης υπόψη και της πολλαπλάσιας ηλιοφάνειας σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη.

Πίνακας 5.3.2.1: Εγγυημένες τιμές Φ/Β στην Ευρώπη

Χώρα	€/kWh
Πορτογαλία	0,45
Γαλλία	0,388
Αυστρία	0,276
Ελλάδα	0,25
Ηνωμένο Βασίλειο	0,209
Ιταλία	0,148-0,392
Ολλανδία	0,09-0,15
Γερμανία	0,195
Δανία	Τιμή αγοράς +0,08

Το συγκεκριμένο Πρόγραμμα αποτελεί μια κοινωνικού χαρακτήρα αναπτυξιακή πολιτική για την προώθηση της αγοράς των Φ/Β συστημάτων του οικιακού τομέα. Σε συνδυασμό με το υψηλό ηλιακό δυναμικό της χώρας και το μεγάλο αριθμό εταιρειών που έχουν αρχίσει ήδη να δραστηριοποιούνται στην ελληνική αγορά ενέργειας, έχουν προσελκύσει μεγάλο αριθμό επενδυτών και απλών ιδιωτών στο χώρο των Φ/Β.

Επιπλέον, υπάρχουν σχετικά τραπεζικά προϊόντα – δανειακά προγράμματα – που υποστηρίζουν το συγκεκριμένο πρόγραμμα, παρέχοντας δυνατότητες χρηματοδότησης, τόσο του κόστους αγοράς, όσο και του κόστους εγκατάστασης ενός Φ/Β συστήματος στη στέγη ή στο δώμα του κτηρίου. Τα προγράμματα αυτά χορηγούνται και ως στεγαστικά δάνεια, σε διάφορες κατηγορίες (π.χ. με Εκχώρηση της Σύμβασης Συμψηφισμού είτε με Προσημείωση).

5.2.4. ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ ΑΠΟ ΤΡΙΤΟΥΣ

Η Οδηγία για την “Ενεργειακή Αποδοτικότητα στην τελική χρήση και τις Ενεργειακές Υπηρεσίες” (2006/32/ΕΚ), μεταξύ άλλων εισαγάγει την αγορά ενεργειακών υπηρεσιών μέσω Χρηματοδότησης από τρίτους (ΧΑΤ) σε ενεργειακά έργα. Ο νόμος 3855/2010 «Μέτρα για τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις», ενσωματώνει την εν λόγω οδηγία στην εθνική νομοθεσία, εισάγοντας διατάξεις για τη δημιουργία του μητρώου των ΕΕΥ και τον καθορισμό της διαδικασίας Συμβάσεων Ενεργειακής Απόδοσης (ΣΕΑ). Με τον τρόπο αυτό ανοίγει και στην Ελλάδα η αγορά παροχής ενεργειακών υπηρεσιών και χρηματοδότησης ενεργειακών έργων από τρίτους.

Με δεδομένη τη δυσκολία ανεύρεσης πόρων για τη διασφάλιση της βιωσιμότητας έργων Εξοικονόμησης Ενέργειας, ειδικά στην παρούσα οικονομική συγκυρία, αναμένεται σημαντική εξάπλωση των επιχειρήσεων αυτών τα επόμενα χρόνια. Τα χαρακτηριστικά τους είναι:

- Εγγυημένη εξοικονόμηση ενέργειας.
- Αναλαμβάνουν τη χρηματοδότηση για την εγκατάσταση ενός ενεργειακού συστήματος.
- Τα έσοδά τους είναι άμεσα εξαρτώμενα από την εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο αριθμός των εταιρειών που δραστηριοποιούνται στην Ε.Ε. ποικίλει από χώρα σε χώρα. Οι χώρες που έχουν δραστηριοποιηθεί σε μεγάλο βαθμό είναι η Αυστρία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ισπανία η Μεγάλη Βρετανία, και η Ολλανδία, με πιο συνηθισμένες τεχνολογίες προώθησης τα CHP, το δημόσιο φωτισμό και την θέρμανση.

Μερικά από τα πολλαπλά οφέλη που προσφέρει η ΣΕΑ στους χρήστες-καταναλωτές ενέργειας είναι τα εξής:

Ο χρήστης δεν χρειάζεται να δεσμεύσει κεφάλαια ούτε να επενδύσει αρχικό κεφάλαιο. Επιπλέον, η ΕΕΥ αναλαμβάνει τους κινδύνους που ενέχει η επένδυση, δηλαδή τεχνικούς, λειτουργικούς και οικονομικούς. Δεν απαιτείται από μέρος του χρήστη η κατοχή της απαραίτητης τεχνογνωσίας για το σχεδιασμό και την υλοποίηση της επένδυσης. Ουσιαστικά απολαμβάνει τα οφέλη του «one-stopshop», δηλαδή οι εργασίες και διαδικασίες που αφορούν στην επένδυση εκτελούνται από την ΕΕΥ (για παράδειγμα προσδιορισμός του καταλληλότερου εξοπλισμού, τεχνικές προδιαγραφές, πρόσκληση υποβολής και αξιολόγηση προσφορών, διακανονισμός με τράπεζα για τη χρηματοδότηση κλπ.).

Σχετικά πιλοτικά προγράμματα για την ώθηση της νέας αυτή αγοράς έχουν ξεκινήσει, όπως είναι η ενεργειακή αναβάθμιση νοικοκυριών και αποπληρωμή μέσω λογαριασμού της ΔΕΗ. Πιο συγκεκριμένα, η ΔΕΗ με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) υπέγραψαν μνημόνιο συνεργασίας για παροχή κινήτρων στα νοικοκυριά με στόχο τη βελτίωση της ενεργειακής απόδοσής τους. Για όσα νοικοκυριά ενταχθούν σε αυτό, προβλέπεται ενεργειακή αναβάθμιση χωρίς άμεση καταβολή του αντιτίμου, το οποίο θα αποπληρώνεται σε βάθος χρόνου μέσω των λογαριασμών της ΔΕΗ. Το πρόγραμμα προβλέπει πιλοτική εφαρμογή σε 1000 περίπου κατοικίες σε πέντε δήμους της Αττικής. Παρόμοιες πιλοτικές πρωτοβουλίες, αναφέρει το υπουργείο Περιβάλλοντος, έχουν ήδη αναληφθεί για 45 κτήρια του δημόσιου και ευρύτερου δημόσιου τομέα που συμμετέχουν σε πιλοτικό πρόγραμμα.

6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

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.

Οι στόχοι μιας ενεργειακής επιθεώρησης αφορούν:

- Στην εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση των εκπομπών CO₂
- 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

6.1. Η ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΩΣ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Εξοικονόμηση Ενέργειας (Ε.Ε.) εξασφαλίζεται αρχικά μέσω της υψηλής αποδοτικότητας των εγκαταστημένων ενεργειακών συστημάτων η οποία προϋποθέτει την άριστη ποιότητα του σχετικού εξοπλισμού και της εγκατάστασης του καθώς και των τεχνικών μελετών που το προδιαγράφουν. Ο άλλος καθοριστικός παράγοντας εξοικονόμησης ενέργειας είναι η Ενεργειακή Διαχείριση του κτιρίου, μια συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων.

Οι δράσεις αυτές αποσκοπούν:

- Στην οικονομική αποδοτικότητα και αύξηση του κέρδους των διαφόρων φορέων διαχείρισης κτιρίων από την εφαρμογή μέτρων Ε.Ε.
- Στη διατήρηση ή βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας ζωής και παροχής υπηρεσιών.
- Στη διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος.

Ένα δομημένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.) περιλαμβάνει:

- Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές εγκαταστάσεις, που αποσκοπούν στην καταγραφή του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Μελέτες τεχνοοικονομικής σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δυνατοτήτων Ε.Ε., κατά τις οποίες διερευνάται η επιλογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών π.χ. συμπαραγωγή με χρήση φυσικού αερίου, κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και διαχείριση ενέργειας, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης Α.Π.Ε..
- Δημιουργία ενεργειακών εκθέσεων - αναφορών, σε τακτά χρονικά διαστήματα
- Έλεγχος της εφαρμογής προγραμμάτων συντήρησης των κτιριακών ενεργειακών εγκαταστάσεων.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση των χρηστών του κτιρίου σχετικά με τους στόχους u949 ενός προγράμματος Ε.Ε.
- Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού που εμπλέκονται στη λειτουργία και συντήρηση του κτιρίου.
- Διαδικασίες εξεύρεσης τρόπων χρηματοδότησης ενεργειακών έπεμβάσεων.
- Επίβλεψη κατασκευής ενεργειακών εφαρμογών και συνεχής παρακολούθηση της απόδοσης τους μετά την κατασκευή.

Είναι προφανές ότι σε επεμβάσεις αντικατάστασης εξοπλισμού ή εισαγωγής νέων και περιβαλλοντικά φιλικών ενεργειακών τεχνολογιών σε ένα ενεργειακό σύστημα, θα πρέπει να εξαντλούνται πρώτα τα περιθώρια εξοικονόμησης ενέργειας μέσω της εφαρμογής των μέτρων νοικοκυρέματος (βελτιστοποίηση λειτουργίας και ορθή τακτική συντήρηση εγκαταστάσεων, συμπεριφορά χρήστη). Το παραπάνω αποτελεί και την βασική αρχή της τεχνοοικονομικής ιεράρχησης των δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Η παρουσίαση μιας ολοκληρωμένης πρότασης για την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας περιλαμβάνει:

- Συνοπτική ανάλυση της υφιστάμενης συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης.
- Καταγραφή των τυχόν μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Σύγκριση των ενεργειακών δεικτών του κτιρίου με τους δείκτες άλλων ομοειδούς κατασκευής και χρήσης.
- Παραδειγματική περιγραφή των επιτευγμάτων από την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης.
- Προμελέτη σκοπιμότητας για την συσχέτιση των στοιχείων αρχικού και λειτουργικού κόστους και οφέλους των σχετικών επενδύσεων.
- Προκαταρκτική έρευνα αγοράς για τους πιθανούς προμηθευτές του σχετικού εξοπλισμού .

Η δομή της πρότασης για το έργο εξοικονόμησης ενέργειας πρέπει να διευκρινίζει:

1. Γιατί προτείνεται το έργο
2. Τι επιδιώκει το έργο
3. Ποια θα είναι τα τεχνοοικονομικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη από το έργο.

6.2 ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

6.2.1 Ο ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ

Ο Ενεργειακός έλεγχος (Energy Audit) είναι μια διαδικασία που αποσκοπεί:

- Στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης στο κτήριο.
- Στην ιεράρχηση, αξιολόγηση και πρόταση προς κάποιο φορέα διαχείρισης, κατάλληλων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.
- Το εύρος του ενεργειακού ελέγχου επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες:
- Τους διαθέσιμους οικονομικούς πόρους
- Το διαθέσιμο χρόνο για ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κτήριο και τις ηλεκτρολογικές και μηχανολογικές εγκαταστάσεις του.
- Τους απώτερους στόχους

Ο ενεργειακός έλεγχος περιλαμβάνει τα ακόλουθα τρία στάδια:

Σχεδιασμός ενεργειακού ελέγχου.

Στο στάδιο αυτό θα πρέπει να συλλεχθούν πληροφορίες και δεδομένα σχετικά με την υφιστάμενη και παρελθούσα ενεργειακή εικόνα, την κατασκευή και την χρήση του κτιρίου

Συνοπτικός ενεργειακός έλεγχος

Το στάδιο αυτό συνίσταται στον επί τόπου κυρίως έλεγχο, από τον υπεύθυνο του Ενεργειακού Ελέγχου, του κελύφους και των Η/Μ εγκαταστάσεων του κτιρίου και την καταγραφή κατασκευαστικών και λειτουργικών χαρακτηριστικών των δομικών κατασκευών και του εξοπλισμού των εγκαταστάσεων σε ειδικό έντυπο.

Αναλυτικός ενεργειακός έλεγχος

Συνιστάται στην λεπτομερή συλλογή και ανάλυση δεδομένων επί τόπου αναλυτικών μετρήσεων και στην πλήρη εξέταση τμημάτων των ενεργειακών συστημάτων του κτιρίου, που θα επιτρέψουν την σύνταξη του τελικού ενεργειακού ισοζυγίου ενός συστήματος και την ορθή τεχνοοικονομική αξιολόγηση μιας δυνατότητας εξοικονόμησης ενέργειας.

6.2.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΚΑΙ ΘΕΣΠΙΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΣΤΟΧΩΝ

Η Ενεργειακή Παρακολούθηση (Monitoring) είναι η διαδικασία της συνεχούς ή τακτικής, χρονικά δομημένης καταμέτρησης της ενεργειακής συμπεριφοράς ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων πριν και κυρίως μετά την εφαρμογή μίας ή περισσότερων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

Συνεπώς, αποτελεί το μέσο εκτίμησης της αποδοτικότητας επεμβάσεων E.E., συγκρίνοντας την ενεργειακή συμπεριφορά του κτιρίου μετά την εφαρμογή τους, με εκείνη που είχε αυτό πριν από την εφαρμογή τους.

Η θέσπιση ενεργειακών στόχων (Targeting) αποτελεί επέκταση του Monitoring. Είναι η διαδικασία που αφορά στην επισταμένη εξέταση της παρακολουθούμενης χρήσης ενέργειας ανά περίοδο και στη βελτιστοποίηση αυτής της χρήσης με συγκεκριμένους ενεργειακούς στόχους.

Στοιχεία ενός συστήματος M & T σε ένα κτήριο είναι:

- Η διαρκής μέτρηση της ενεργειακής κατανάλωσης
- Η διαρκής μέτρηση - καταγραφή των παραμέτρων που την επηρεάζουν (κλίμα, κατασκευή, προϊόντων υπηρεσιών και εμπορίου, εξοπλισμού υποστήριξης, ατόμων κλπ.)
- Η συσχέτιση της ενεργειακής κατανάλωσης με τις παραμέτρους που την επηρεάζουν (π.χ. βαθμοήμερες θέρμανσης)
- Η κατάλληλη αναφορά της ενεργειακής απόδοσης των παρακολουθημένων συστημάτων σε συνάρτηση και με τους ενεργειακούς στόχους που τίθενται.
- Η ανάληψη διορθωτικών ενεργειών για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης των παρακολουθημένων συστημάτων για την προσέγγιση των ενεργειακών στόχων.

6.2.3 ΕΥΑΙΣΘΗΤΟΠΟΙΗΣΗ ΧΡΗΣΤΗ

Η συμπεριφορά του χρήστη, κατοίκου ή εργαζομένου, ενός κτιρίου είναι ένας κρίσιμος παράγοντας επιτυχίας οποιουδήποτε προγράμματος ενεργειακής διαχείρισης. Ο χρήστης συχνά καθορίζει το προφίλ της ενεργειακής κατανάλωσης και είναι εκείνος που τελικά θα επιβεβαιώσει με τον καθημερινό τρόπο ζωής και δράσης του τις προβλέψεις των όποιων μελετών για εξοικονόμηση ενέργειας.

Ο απλός χρήστης αντιλαμβάνεται τα προβλήματα που συσχετίζονται με τη χρήση της ενέργειας μόνο μετά την εμφάνιση δυσλειτουργιών των εγκαταστάσεων και βλαβών τοπικού εξοπλισμού, την αίσθηση αδικαιολόγητου ψύχους, ζέστης και κακού φωτισμού και τη μη λειτουργία συσκευών.

Μερικές φορές οι διορθωτικές ενέργειες στις οποίες προβαίνουν οι εργαζόμενοι και κάτοικοι ενός κτιρίου για την βελτίωση της θερμικής και οπτικής τους άνεση, έχουν ενεργειακά αρνητικότερο αποτέλεσμα από πριν. Για παράδειγμα, συχνά σε περιπτώσεις χειμερινής ή θερινής υπερθέρμανσης, ανοίγονται τα παράθυρα παράλληλα με την λειτουργία της κεντρικής θέρμανσης ή κάποιας κλιματιστικής μονάδας. Επίσης δεν ανοίγονται υπάρχουσες διατάξεις σκίασης (κουρτίνες, στόρια) ώστε να διευκολύνεται η είσοδος φυσικού φωτός σε ηλιόλουστες χειμερινές ημέρες, με αποτέλεσμα την υπερβολική και άσκοπη χρήση του φωτισμού.

Είναι επομένως προφανές ότι η προσπάθεια ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης του τελικού χρήστη σε ενεργειακά θέματα θα πρέπει να είναι συνεχής και πολύπλευρη. Πέρα από τις εθνικές συντονισμένες καμπάνιες ενημέρωσης του κοινού, οι τοπικές δραστηριότητες ενεργειακής διαχείρισης σε ένα κτήριο είναι αναγκαίες για την ενημέρωση των ορθολογικών τρόπων χρήσης των εγκαταστημένων συστημάτων και συσκευών.

6.3 Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

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.

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.Ο.Χ.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 **N.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 4η/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 m², 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 m² 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 m².
- 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.

Με την εφαρμογή του Ν.3661/2008, η Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων 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 και 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.

7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Η τεχνολογική εξέλιξη στο χώρο των ενεργειακών συστημάτων, σε συνδυασμό με τις θεσμικές αλλαγές σε ευρωπαϊκό και προσφάτως σε εθνικό επίπεδο δημιουργεί το περιβάλλον για επενδύσεις στον τομέα της παραγωγής και εξοικονόμησης ενέργειας. Η καλή ενεργειακή απόδοση, που μπορεί να έχει ένα σύστημα παραγωγής ή εξοικονόμησης ενέργειας, είναι μία μόνο παράμετρος στην ανάλυση σκοπιμότητας της επένδυσης. Απαιτείται η γνώση και η εφαρμογή μεθόδων της ανάλυσης και αξιολόγησης επενδύσεων, που παρουσιάζονται περιληπτικά σ' αυτό το κεφάλαιο.

Η οικονομική σκοπιμότητα των επενδύσεων σε ενεργειακά συστήματα εξετάζεται με σύγκριση των βαθμών μακροπρόθεσμης οικονομικής απόδοσης των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων (επενδύσεων) για την παραγωγή ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων για ίδια κατανάλωση και για εμπορική διάθεση. Οι επενδύσεις σε ενεργειακά συστήματα είναι επομένως οικονομικά σκόπιμες, εάν η μείωση των λειτουργικών δαπανών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μπορεί να αποσβέσει το αρχικό κεφάλαιο σε εύλογο χρονικό διάστημα ή αν τα έσοδα από τη διάθεση της παραγόμενης ενέργειας οδηγούν σε κέρδη ικανά να ικανοποιήσουν τους επιχειρηματικούς στόχους του επενδυτή.

7.1. ΟΡΙΣΜΟΙ ΒΑΣΙΚΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ

Η οικονομική αξιολόγηση στηρίζεται σε ορισμένους δείκτες ή κριτήρια. Εναλλακτικά συστήματα κάλυψης των ηλεκτρικών και θερμικών αναγκών του χρήστη μπορούν να συγκριθούν μεταξύ τους από πλευράς οικονομικής αξίας, εάν προσδιορισθούν οι κατάλληλοι δείκτες. Για να αποφευχθούν παραπλανητικά αποτελέσματα και λανθασμένα συμπεράσματα, ο κάθε δείκτης πρέπει να υπολογίζεται με αναγωγή μελλοντικών αξιών και όρων σε παρούσες αξίες, ώστε οι σχετικές συγκρίσεις να έχουν κοινή βάση. Ο τρόπος με τον οποίο επιτυγχάνεται αυτή η αναγωγή αναφέρεται στη συνέχεια.

Τόκος και επιτόκιο (d)

Επιτόκιο είναι ο τόκος ανά μονάδα χρόνου και κεφαλαίου. Συνήθως εκφράζεται επί τοις εκατό ανά έτος. Υπάρχουν δύο όψεις του επιτοκίου: το επιτόκιο δανεισμού, που ο δανειζόμενος καταβάλλει για χρήματα που δανείσθηκε και επομένως αποτελεί δαπάνη, και το επιτόκιο αγοράς (market interest rate) που κερδίζει κάποιος όταν δανείζει ή επενδύει χρήματα. Το επιτόκιο αγοράς μπορεί να είναι επίσης ο επιθυμητός ή αναμενόμενος βαθμός απόδοσης μιας επένδυσης.

Οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης (N)

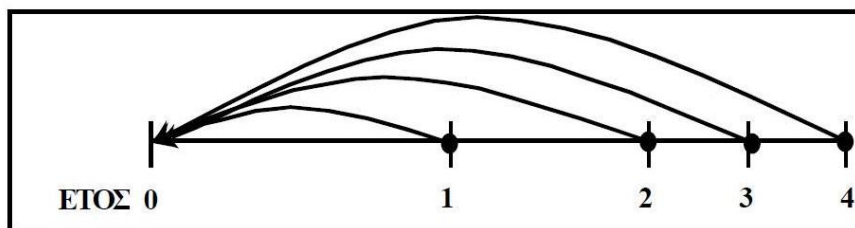
Ως οικονομικός κύκλος ζωής μιας επένδυσης θεωρείται η χρονική περίοδος κατά τη διάρκεια της οποίας ανακτάται το αρχικό επενδυτικό κεφάλαιο καθώς και η επιθυμητή απόδοση αυτού. Ο οικονομικός κύκλος ζωής πρέπει να είναι ίσος ή μικρότερος της πραγματικής ζωής του βασικού εξοπλισμού της επένδυσης.

Πληθωρισμός (i)

Πληθωρισμός είναι η αύξηση του κόστους των αγαθών και υπηρεσιών ανά μονάδα χρόνου. Ο πληθωρισμός των επιμέρους συνιστωσών κόστους μιας επένδυσης μπορεί να διαφέρει από συνιστώσα σε συνιστώσα και από έτος σε έτος. Για λόγους ευκολίας, συνηθίζεται ο πληθωρισμός να αναφέρεται σε ένα έτος και σε συγκεκριμένη ομάδα δαπανών, π.χ., μισθοδοσία, καύσιμα, ανταλλακτικά κ.λ.π.

Παρούσα αξία (P)

Η μέθοδος της παρούσας αξίας μετατρέπει το σύνολο των χρηματοροών που αναμένεται να εμφανιστούν σε ένα χρονικό ορίζοντα σε μια μοναδική παρούσα αξία σε σταθερό χρόνο μηδέν. Αυτό το ποσό αναφέρεται ως παρούσα αξία, παρούσα τιμή, ή καθαρή παρούσα αξία. Φυσικά, αυτό μπορεί να γίνει μόνο βάσει κάποιας υπόθεσης εργασίας για το προεξοφλητικό επιτόκιο. Δηλαδή, ο αναλυτής της επένδυσης πρέπει να χρησιμοποιήσει ως προεξοφλητικό επιτόκιο αυτό που είναι θεωρείται ευρύτερα αποδεκτό για τη δεδομένη οικονομική κατάσταση και τη συγκεκριμένη κατηγορία επένδυσης. Το επιτόκιο αυτό αποτελεί, υπό αυτήν την έννοια, μια γενική εκτίμηση της κόστους του κεφαλαίου και συχνά αναφέρεται ως ελάχιστο αποδεκτό επιτόκιο απόδοσης, (ΕΑΕΑ) ή MARR (minimum attractive rate of return).



Με αυτήν την προσέγγιση εάν σήμερα επενδυθεί ποσό P , το άθροισμα κεφαλαίου και τόκων (γενικότερα, απόδοσης κεφαλαίου) μετά από N περιόδους θα είναι:

$$F = P \times \prod_{t=1}^N (1 + d_t) \quad (7.1.1)$$

Όπου d_t είναι το επιτόκιο αγοράς κατά το έτος t . Αντίστροφα, για να αποκτηθεί ποσό F μετά από N περιόδους, πρέπει σήμερα να επενδυθεί ποσό:

$$P = \frac{F}{\prod_{t=1}^N (1 + d_t)} \quad (7.1.2)$$

Το P λέγεται παρούσα αξία του μελλοντικού ποσού F . Εάν το επιτόκιο θεωρηθεί σταθερό, τότε:

$$P = \frac{F}{(1 + d)^N} \quad (7.1.3)$$

Το επιτόκιο d λέγεται και επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.

Συντελεστής παρούσας αξίας (present worth factor, PWF)

Εάν μια πληρωμή επαναλαμβάνεται κάθε χρονική περίοδο επί Ν περιόδους και δεν μεταβάλλεται παρά μόνον εξαιτίας πληθωρισμού, τότε η παρούσα αξία των Ν ποσών υπολογίζεται με τη σχέση:

$$P = \sum_{t=1}^N P_t = A \times PWF(N, i, d) \quad (7.1.4)$$

Όπου:

A το ποσό της πρώτης πληρωμής

PWF ο συντελεστής παρούσας αξίας,

i Δείκτης πληθωρισμού μιας χρονικής περιόδου (ετήσιος),

d επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία.

Σταθερές και τρέχουσες τιμές

Σε μια οικονομική ανάλυση, οι χρηματορροές μπορούν να εκφραστούν είτε σε τρέχουσες τιμές είτε σε σταθερές τιμές. Έκφραση σε τρέχουσες τιμές είναι το πραγματικό ποσό χρημάτων που καταβάλλεται ή εισπράττεται σε κάποια χρονική στιγμή.

Έκφραση σε σταθερές τιμές είναι το ποσό των χρημάτων σε δεδομένη χρονική στιγμή, που είναι ισοδύναμο (από πλευράς αγοραστικής αξίας) με το πραγματικό. Η στιγμή αυτή (χρόνος αναφοράς) μπορεί να επιλεγεί αυθαίρετα. Συχνά ως χρόνος αναφοράς ορίζεται η αρχή του πρώτου έτους του οικονομικού κύκλου ζωής.

Η αναγωγή πραγματικών τιμών σε σταθερές τιμές με βάση τα Ν έτη πριν γίνεται με χρήση του δείκτη πληθωρισμού. Ισχύει η σχέση:

$$F' = \frac{F}{\prod_{t=1}^N (1+i_t)} = \frac{F}{(1+i)^N} \quad (7.1.5)$$

Όπου:

F πραγματικό ποσό,

F' ανηγμένο σε σταθερές τιμές ποσό,

i_t δείκτης πληθωρισμού κατά το έτος t,

i ο μέσος ετήσιος δείκτης πληθωρισμού των Ν ετών.

Οι επενδύσεις σε συστήματα συμπαραγωγής είναι εντάσεως κεφαλαίου, και επομένως μακροχρόνιας απόσβεσης. Είναι λοιπόν σκόπιμο, οι συνιστώσες κόστους και οφέλους να εκφράζονται σε σταθερές τιμές.

Η εκπόνηση της οικονομικής ανάλυσης σε τρέχουσες τιμές απαιτεί τη γνώση (ή την πρόβλεψη, εάν πρόκειται για μελλοντικά ποσά) του ετήσιου δείκτη πληθωρισμού των επιμέρους συνιστωσών κόστους και οφέλους, που σχετίζονται με την επένδυση.

Προκειμένου να αποφευχθεί η πρόβλεψη της τιμής μιας αρκετά αόριστης παραμέτρου, όπως ο πληθωρισμός, αλλά και για απλούστευση των υπολογισμών, κατά τις οικονομικές αναλύσεις συχνά θεωρείται ότι ο γενικός δείκτης πληθωρισμού είναι ίσος με το μηδέν, ενώ για συγκεκριμένες δαπάνες (π.χ. καύσιμα, ανταλλακτικά, μισθοδοσία, κ.λ.π.) χρησιμοποιείται ο διαφορικός δείκτης πληθωρισμού, δηλ. η διαφορά του πραγματικού από το γενικό δείκτη. Επίσης στις περιπτώσεις αυτές, αντί του πραγματικού επιτοκίου της αγοράς χρησιμοποιείται το αποπληθωρισμένο επιτόκιο αγοράς.

7.2. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Διάφοροι οικονομικοί δείκτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση επενδύσεων συμπαράγωγής: καθαρή παρούσα αξία, απόδοση κεφαλαίου, λόγος οφέλους κόστους, έντοκη περίοδος αποπληρωμής κ.λ.π. Ορίζονται στη συνέχεια οι δείκτες αυτοί.

Στην περίπτωση κάποιων δεικτών περιπτώσεις, απαιτείται η ύπαρξη ενός συστήματος αναφοράς με το οποίο να συγκρίνεται το εξεταζόμενο ενεργειακό σύστημα. Ως σύστημα αναφοράς κατά κανόνα θεωρείται ο συμβατικός τρόπος κάλυψης των ενεργειακών αναγκών, όπως είναι η αγορά ή παραγωγή ηλεκτρισμού από τη Δ.Ε.Η., η παραγωγή θερμότητας με λέβητα πετρελαίου κ.ο.κ.

Καθαρή παρούσα αξία επένδυσης (Net present value, NPV)

Καθαρή παρούσα αξία είναι το συνολικό καθαρό όφελος μιας επένδυσης, που προκύπτει ως διαφορά μεταξύ του λειτουργικού οφέλους και του συνόλου των δαπανών κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της επένδυσης. Όλα τα ποσά εκφράζονται σε παρούσα αξία, ανηγμένη συνήθως στην αρχή του πρώτου έτους λειτουργίας του συστήματος. Η καθαρή παρούσα αξία προσδιορίζεται από τη σχέση

$$NPV = -C_{in} + \sum_{t=1}^N \frac{F_t}{(1+d)^t} + \frac{SV_N}{(1+d)^N} \quad (7.2.1)$$

Όπου

C_{in} , αρχική επένδυση,

F_t , ετήσιο καθαρό όφελος,

N , οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης,

D , επιτόκιο αναγωγής σε παρούσα αξία (επιθυμητή απόδοση κεφαλαίου),

SV_N αξία εκποίησης (απομένουσα αξία) της επένδυσης στο τέλος του οικονομικού κύκλου ζωής N .

Διακρίνονται οι ακόλουθες περιπτώσεις:

- $NPV > 0$: Η επένδυση είναι βιώσιμη κάτω από τις δεδομένες συνθήκες (οικονομικό κύκλο ζωής, N , και επιθυμητό βαθμό απόδοσης της επένδυσης, d).
- $NPV = 0$: Η επένδυση είναι βιώσιμη με μέσο ετήσιο βαθμό απόδοσης ίσο με d .
- $NPV < 0$: Η επένδυση είναι αντικοινομική.

Απόδοση κεφαλαίου – Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (internal rate of return, IRR)

Απόδοση κεφαλαίου είναι η τιμή του επιτοκίου αγοράς, IRR, που κάνει την παρούσα αξία μιας σειράς πληρωμών και εισπράξεων ίση με το μηδέν. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης

$$NPV_{(d=IRR)} = 0 \quad (7.2.2)$$

όπου NPV η παρούσα αξία, όπως ορίζεται από την εξίσωση (7.2.1), ενώ η ένδειξη $d=IRR$ υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς d .

Όταν η απόδοση κεφαλαίου (IRR) είναι μεγαλύτερη από το επιτόκιο αναγωγής (d) η επένδυση είναι αποδεκτή, ενώ όταν συμβαίνει το αντίθετο η επένδυση απορρίπτεται.

Λόγος οφέλους/ κόστους (benefit to cost ratio, BCR)

Το πηλίκο του συνολικού οφέλους προς το συνολικό κόστος μιας επένδυσης κατά τη διάρκεια του κύκλου ζωής της, N , με όλα τα ποσά ανηγμένα σε παρούσα αξία, αποτελεί επίσης ένα κριτήριο οικονομικής βιωσιμότητας μιας επένδυσης. Ο λόγος αυτός ορίζεται από τη σχέση

$$BCR = \frac{\sum_{t=1}^N \frac{B_t}{(1+d)^t}}{\sum_{t=0}^N \frac{C_t}{(1+d)^t}} \quad (7.2.3)$$

Όπου

B_t το όφελος κατά το έτος t ,

C_t κόστος κατά το έτος t (η τιμή C_0 αντιστοιχεί στην αρχική επένδυση).

Εάν οι αρχικές δαπάνες αφαιρεθούν από τα κέρδη, τότε ο αριθμητής της εξίσωσης αποτελεί καθαρό όφελος και η σχέση απλουστεύεται στη μορφή:

$$BCR = \frac{NPV + C_{in}}{C_{in}} = 1 + \frac{NPV}{C_{in}} \quad (7.2.4)$$

Όπου NPV και C_{in} όπως εμφανίζονται στη εξίσωση (7.2.1). Μια επένδυση είναι οικονομικά βιώσιμη, εάν ο λόγος οφέλους/ κόστους είναι μεγαλύτερος από ή ίσος με τη μονάδα ($BCR \geq 1$). Ειδικότερα για επενδύσεις εξοικονόμησης ενέργειας, όπως αυτές των συστημάτων συμπαραγωγής θερμότητας ηλεκτρισμού ή των ηλιακών συστημάτων, «όφελος» είναι η παρούσα αξία του συνόλου της εξοικονόμησης λειτουργικών δαπανών, ενώ «κόστος» είναι η παρούσα αξία της αρχικής επένδυσης και του συνόλου των λειτουργικών δαπανών του συστήματος.

Περίοδος Αποπληρωμής

Η Απλή Περίοδος Αποπληρωμής (ΑΠΑ) είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της πρότασης, αγνοώντας την επίδραση του επιτοκίου αναγωγής. Προσδιορίζεται σύμφωνα με τη σχέση:

$$ΑΠΑ = \frac{C_{in}}{F_t} \quad (7.2.5)$$

Όπου

C_{in} , αρχική επένδυση,

F_t , ετήσιο καθαρό όφελος,

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής (discounted pay back period, DBP)

Έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι το χρονικό διάστημα που απαιτείται για την αποπληρωμή της αρχικής επένδυσης, καθώς και των τόκων που θα μπορούσαν να ληφθούν από μια εναλλακτική τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Προσδιορίζεται ως λύση της εξίσωσης:

$$NPV_{(N=DPB)} = 0 \quad (7.2.6)$$

Όπου NPV η παρούσα αξία, όπως ορίζεται από τη εξίσωση (7.2.1) , ενώ η ένδειξη $N=DPB$ υπονοεί ότι η εξίσωση λύνεται ως προς N.

Μια επένδυση θεωρείται οικονομικά βιώσιμη, εάν η τιμή του DPB ικανοποιεί τις προσδοκίες του επενδυτή ως προς το χρόνο αποπληρωμής

7.3. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΟ ΕΡΓΑΛΕΙΟ EXCEL

Οι οικονομικοί υπολογισμοί έγιναν με τη βοήθεια του Microsoft Excel. Αρχικά καταγράφηκαν στα αντίστοιχα φύλλα τα στοιχεία για τις αρχικές δαπάνες των διαφόρων επεμβάσεων. Τα αρχικά κόστη υπολογίστηκαν αναλυτικά βασισμένα είτε σε προσφορές εταιρειών είτε σε τιμοκαταλόγους και για την εισαγωγή τους στο λογισμικό TEE KENAK χρειάστηκε ενίοτε να αναχθούν σε €/m², όπως για παράδειγμα στον υπολογισμό του κόστους των κουφωμάτων.

Σε επόμενο στάδιο υπολογίστηκε το λειτουργικό κόστος, πριν και μετά την εκάστοτε επέμβαση, ώστε να βρεθεί η εξοικονόμηση και συνεπακόλουθα ο χρόνος αποπληρωμής και η Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ) της επένδυσης. Για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκαν οι ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) του κτιρίου που λαμβάνονται από το TEE KENAK, μετά την εκτέλεση του αντίστοιχου σεναρίου. Με τον όρο λειτουργικό κόστος εννοούμε κατά κύριο λόγο τις δαπάνες

για καύσιμο (πετρέλαιο για τον υπάρχοντα λέβητα, φυσικό αέριο για τον λέβητα συμπύκνωσης, βιομάζα για τον λέβητα pellet) και για ηλεκτρική ενέργεια. Σημειώνουμε ότι οι δαπάνες για συντήρηση θεωρήθηκαν αμελητέες. Κατά τους υπολογισμούς στηριχθήκαμε στις παρούσες τιμές για το πετρέλαιο και τη βιομάζα (pellet) και τις χρεώσεις της ΔΕΗ και της ΔΕΠΑ βάσει του κοστολογίου τους, για ηλεκτρική ενέργεια και φυσικό αέριο αντίστοιχα. Θεωρήσαμε, επίσης, πως δεν έχουμε ξεχωριστή κοστολόγηση ανά θερμική ζώνη.

Έχοντας υπολογίσει την εξοικονόμηση, δηλαδή την διαφορά του λειτουργικού κόστους πριν και μετά την επέμβαση, κατά το πρώτο έτος, υποθέσαμε σε πρώτο στάδιο ότι το επιτόκιο προεξόφλησης είναι 3% και οι τιμές των καυσίμων και της ηλεκτρικής ενέργειας αυξάνεται με ετήσιο ρυθμό 1% και σε δεύτερο στάδιο ότι οι τιμή πετρελαίου αυξάνεται κατά 20%, η τιμή φυσικού αερίου κατά 7% και οι τιμές καυσίμου pellet και ηλεκτρικής ενέργειας κατά 5%. Βάσει αυτών των παραδοχών προσδιορίστηκε η εξοικονόμηση κατ' έτος για όλη τη διάρκεια ζωής της επένδυσης. Ακόλουθα, υπολογίστηκαν οι αθροιστικές χρηματοροές για κάθε έτος, προσθέτοντας ουσιαστικά τις ετήσιες εξοικονομήσεις και αφαιρώντας από το σύνολο την αρχική δαπάνη. Η Καθαρή Παρούσα Αξία προέκυψε ως η αθροιστική χρηματοροή για το τελευταίο έτος της επένδυσης. Ο χρόνος αποπληρωμής υπολογίστηκε με γραμμική παρεμβολή ανάμεσα στο έτος με την τελευταία αρνητική αθροιστική χρηματοροή και το έτος με την πρώτη θετική αθροιστική χρηματοροή. Ο Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (EBA ή IRR), που ορίζεται ως το επιτόκιο προεξόφλησης που μηδενίζει την ΚΠΑ, αναζητήθηκε με την λειτουργία της Αναζήτησης Στόχου που υπάρχει στο Excel και η οποία προσπαθεί με δεδομένη μια τυχαία αρχική τιμή του επιτοκίου προεξόφλησης να υπολογίσει με δοκιμές την τιμή του επιτοκίου για την οποία ισχύει ότι ΚΠΑ = 0.

Τέλος κατασκευάστηκαν τα διαγράμματα που απεικονίζουν τις αθροιστικές χρηματοροές συναρτήσει του χρόνου. Στα διάγραμματα μπορούμε να δούμε την ΚΠΑ ως τη τιμή της καμπύλης για το τελευταίο έτος ενώ ο χρόνος αποπληρωμής είναι ο χρόνος για τον οποίο η ΚΠΑ είναι μηδενική, δηλαδή το σημείο τομής της καμπύλης με τον άξονα του χρόνου.

Το μοντέλο υπολογισμών είναι δομημένο έτσι ώστε να είναι σε μεγάλο βαθμό δυναμικό και το μόνο που γίνεται χειροκίνητα είναι ο υπολογισμός του IRR σε περίπτωση που αλλάξουν κάποια δεδομένα.

8. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΕΠΙΘΕΩΡΗΣΗ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΣΤΗ ΣΑΡΩΝΙΔΑ

8.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΤΗΡΙΟΥ

Σε αυτή την ενότητα γίνεται η 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.

8.1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

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.



Εικόνα 8.1.1.1 : Μπροστινή όψη κτηρίου



Εικόνα 8.1.1.2: Πλαϊνή όψη κτηρίου

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

Για την πραγματοποίηση της ενεργειακής επιθεώρησης απαραίτητη είναι η εισαγωγή κλιματικών δεδομένων που συνδέονται με το εξεταζόμενο κτήριο. Το εξεταζόμενο κτήριο κατατάσσεται στην κλιματική ζώνη Β.

Πίνακας 8.1.1.1. Κλιματικές ζώνες

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

8.1.2 ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ

Σύμφωνα με το άρθρο 3 του ΚΕνΑΚ και την ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010, η διακριτοποίηση ενός κτηρίου σε θερμικές ζώνες γίνεται με τα εξής κριτήρια:

- Η επιθυμητή θερμοκρασία να διαφέρει περισσότερο από 4K για τη χειμερινή ή/και τη θερινή περίοδο.
- Υπάρχουν χώροι με διαφορετική χρήση/λειτουργία.
- Υπάρχουν χώροι στο κτήριο που καλύπτονται από διαφορετικά συστήματα θέρμανσης ή/και ψύξης ή/και κλιματισμού
- 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).
- 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 ΤΟΤΕΕ 20701-1/2010 για το διαχωρισμό του κτηρίου σε θερμικές ζώνες συνίστανται να ακολουθούνται οι παρακάτω κανόνες:

1. Ο διαχωρισμός του κτηρίου να γίνεται στο μικρότερο δυνατό αριθμό ζωνών, προκειμένου να επιτυγχάνεται οικονομία στο πλήθος των δεδομένων εισόδου και στον υπολογιστικό χρόνο.
2. Ο προσδιορισμός των θερμικών ζωνών να γίνεται καταγράφοντας την πραγματική εικόνα λειτουργίας του κτηρίου.
3. 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.

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 υπό μελέτη κτηρίου, ορίζονται τέσσερις θερμικές ζώνες και ένας μη θερμαινόμενος χώρος.

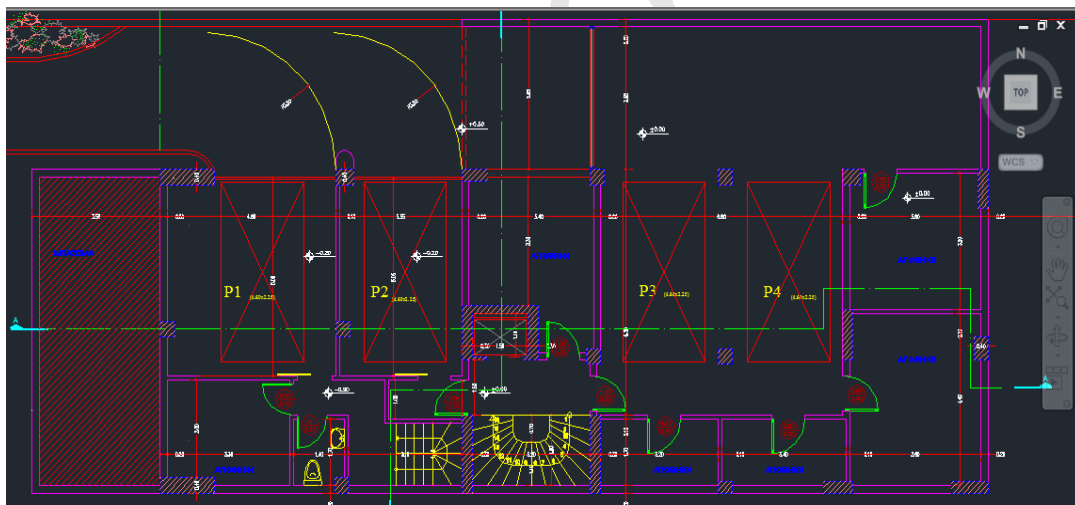
Πίνακας 8.1.2.1 Θερμικές ζώνες κτηρίου

Καθορισμός θερμικών ζωνών και ΜΘΧ

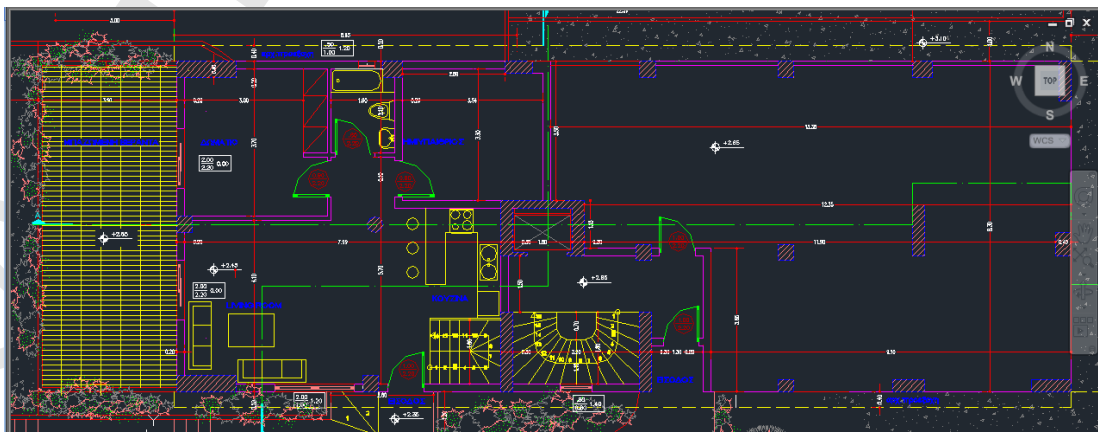
Θερμική ζώνη 1	Διαμέρισμα ισογείου
Θερμική ζώνη 2	Γραφείο ισογείου
Θερμική ζώνη 3	Διαμέρισμα 1 ^{ου} ορόφου
Θερμική ζώνη 4	Διαμέρισμα 2 ^{ου} ορόφου
Μη Θερμαινόμενος Χώρος	Χώρος κλιμακοστασίου ισογείου -1 ^{ου} & 2 ^{ου} ορόφου και Δώμα

8.1.3 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΤΗΡΙΟΥ

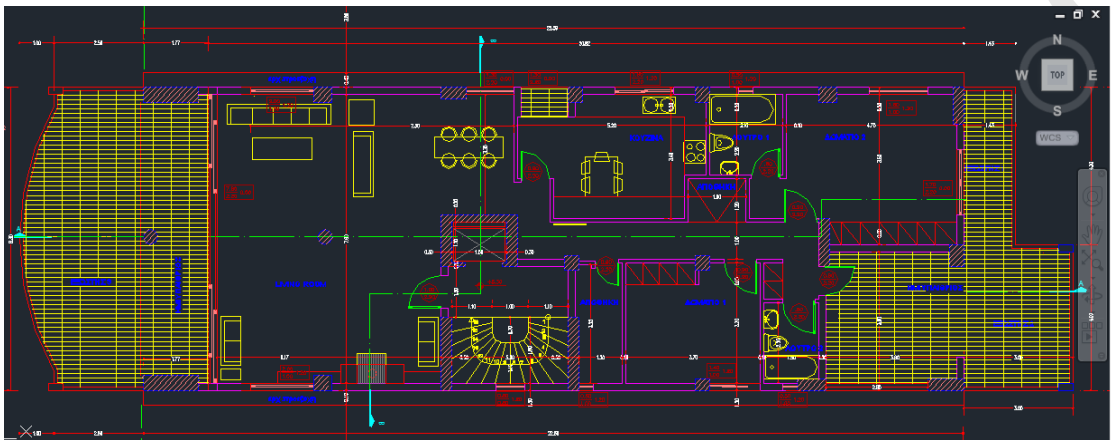
Η συνολική επιφάνεια του κτηρίου υπολογίζεται στα 598,90 m². Τα αρχιτεκτονικά σχέδια του κτηρίου παρουσιάζονται στις ακόλουθες εικόνες.



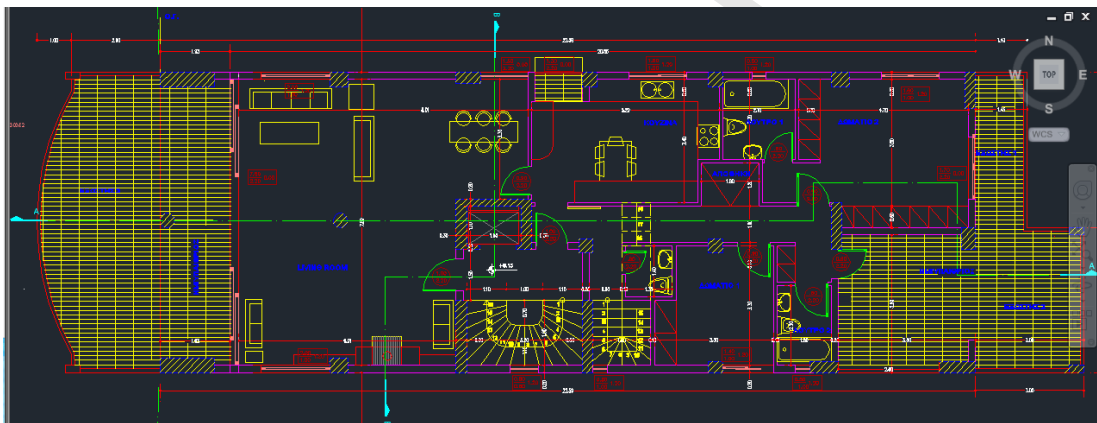
Εικόνα 8.1.3.1 Κάτοψη υπογείου κτηρίου



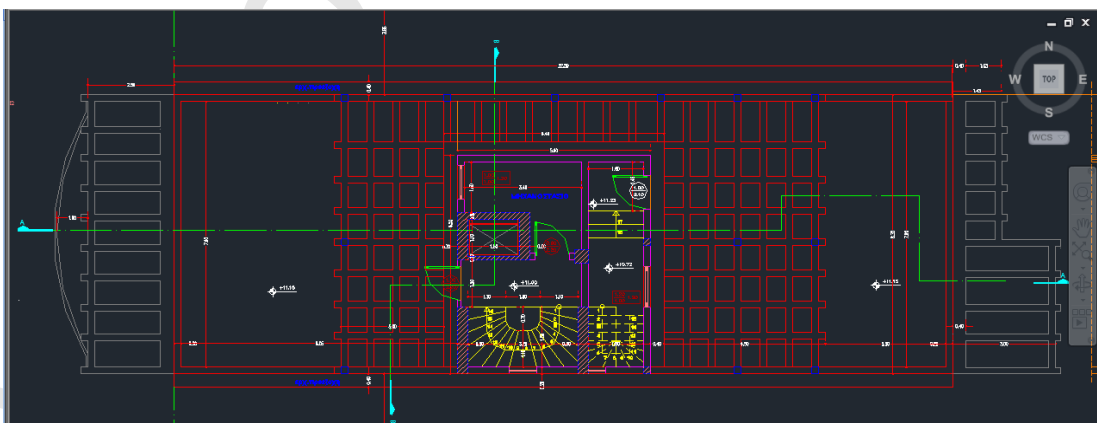
Εικόνα 8.1.3.2 Κάτοψη ισογείου κτηρίου



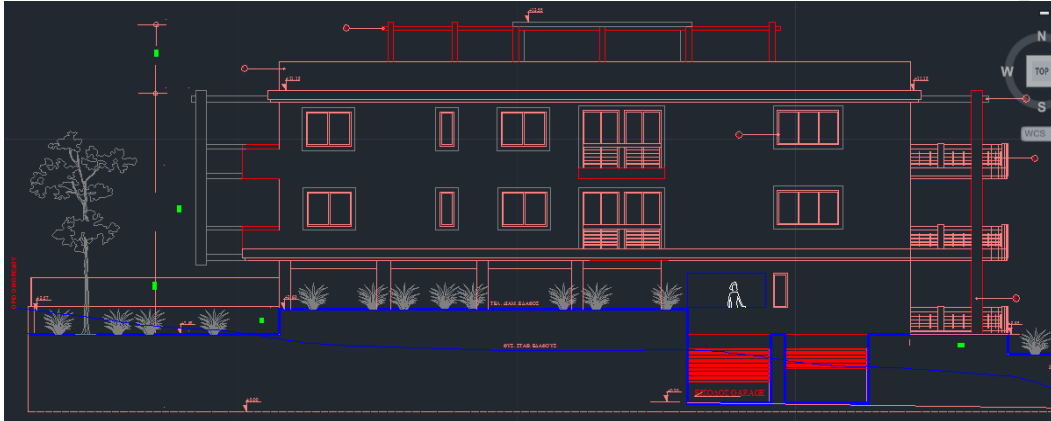
Εικόνα 8.1.3.3 Κάτοψη 1^{ου} ορόφου κτηρίου



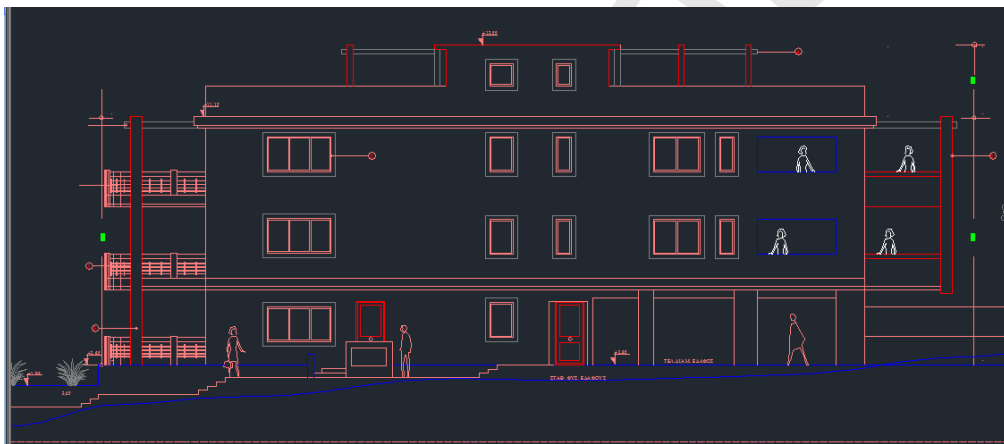
Εικόνα 0.4 Κάτοψη 2^{ου} ορόφου κτηρίου



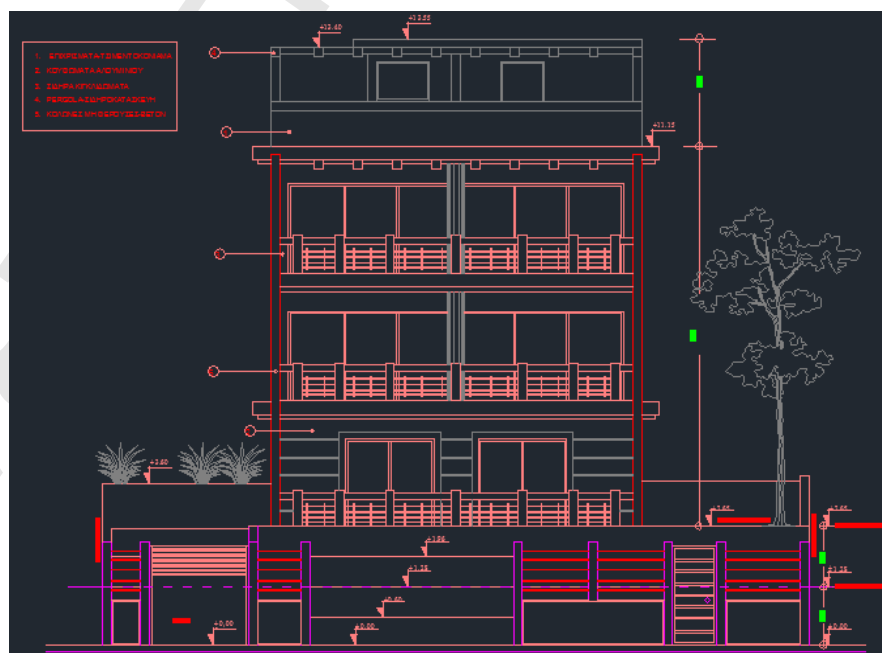
Εικόνα 0.5 Κάτοψη δώματος κτηρίου



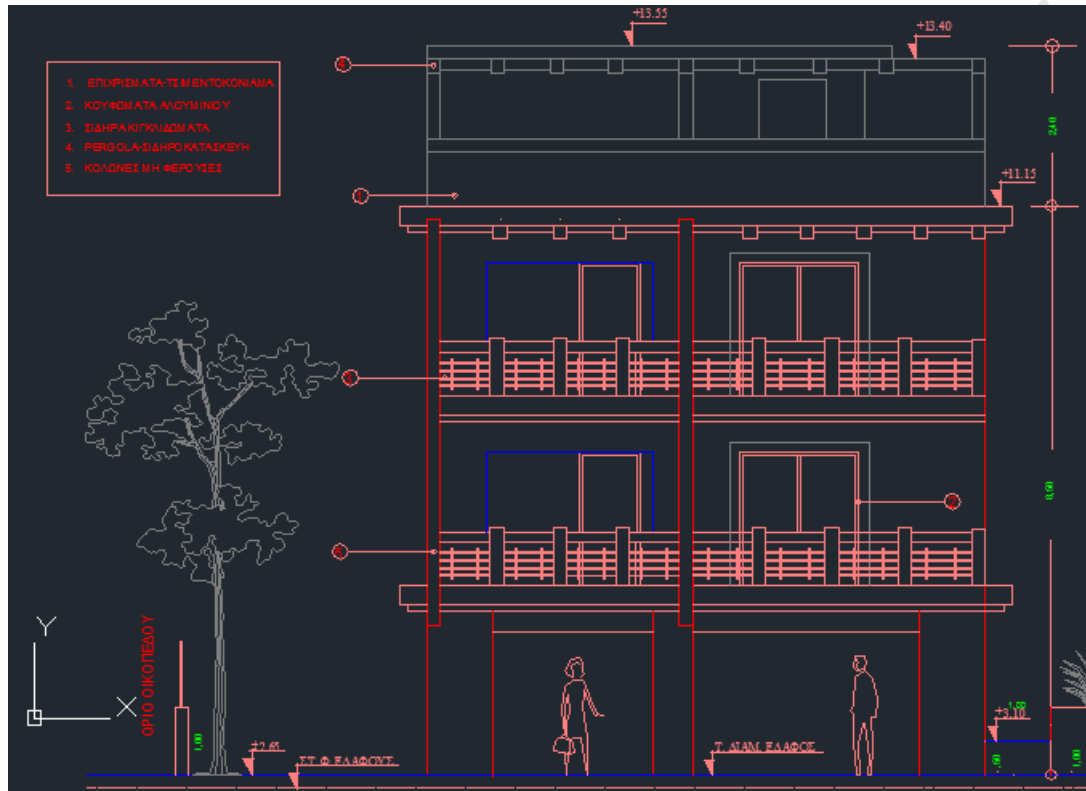
Εικόνα 0.6 Βορεινή όψη κτηρίου



Εικόνα 0.7 Νότια όψη κτηρίου



Εικόνα 0.8 Δυτική όψη κτηρίου



Εικόνα 0.9 Ανατολική όψη κτηρίου

8.1.3.1 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΑΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

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 μπορούν να αναζητηθούν στην εργασία « Τεχνική Αξιολόγηση Επεμβάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας σε διώροφη πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK» της Α. Κορπά.

8.1.3.2 ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΔΙΑΦΑΝΩΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ – ΚΟΥΦΩΜΑΤΑ

Είναι σημαντικό να προσδιοριστούν τα ακριβή κουφώματα του υπό μελέτη κτηρίου. Τα κουφώματα παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα, ανά θερμική ζώνη και προσανατολισμό, μαζί με το συντελεστή θερμοπερατότητας U [W/m^2K], όπως προέκυψαν από μελέτη θερμομόνωσης του κατασκευαστή της κατοικίας και παρουσιάστηκαν στην « Τεχνική Αξιολόγηση Επεμβάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας σε διώροφη πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK» της Α. Κορπά.

Πίνακας 8.1.3.2.1 Κουφώματα διαμερίσματος ισογείου

Θερμική ζώνη 1					
βόρειος προσανατολισμός					
	Μήκος (m)	Ύψος ή πλάτος (m)	U (W/m ² K)	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια (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 (W/m ² K)	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια (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 (W/m ² K)	# επιφαν.	Συνολική Επιφάνεια (m ²)
μπαλκονόπορτα	2	2,2	3,72	2	8,8

Πίνακας 8.1.3.2.2 Κουφώματα γραφείου ισογείου

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

Πίνακας 8.1.3.2.3 Κουφώματα διαμερισμάτων 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου

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

8.1.4 ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ

Οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις του κτηρίου αφορούν τα εξής:

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

8.1.4.1 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΧΩΡΩΝ

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

Ο λέβητας που επιλέχθηκε είναι κατασκευασμένος σύμφωνα με τις προδιαγραφές ΕΛΟΤ 234-235.

Πίνακας 8.1.4.1.1 Χαρακτηριστικά λέβητα κτηρίου

Εκλογή λέβητα	
Συνολικό θερμικό φορτίο $Q_{ολ}$ (Mcal/h)	36,11
Συντελεστής προσαύξησης Λέβητα Z_{Λ}	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

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 ανάμειξη του πετρελαίου με τον αέρα.

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.

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 στερέωση τους στους τοίχους έγινε με τη βοήθεια ειδικών στηριγμάτων.

Τα χαρακτηριστικά του συστήματος θέρμανσης, όπως αυτά καταχωρήθηκαν στο λογισμικό TEE – KENAK στην εργασία « Τεχνική Αξιολόγηση Επεμβάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας σε διώροφη πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK» της Α. Κορπά , φαίνονται ακολούθως:

Πίνακας 0 Χαρακτηριστικά συστήματος θέρμανσης θερμικών ζωνών εξεταζόμενου κτηρίου

Σύστημα θέρμανσης											
Μονάδα παραγωγής θερμότητας											
Είδος μονάδας παραγωγής						Λέβητας - Καυστήρας					
Πραγματική θερμική ισχύς μονάδας (kW)						58,15					
Θερμική απόδοση μονάδας						0,9*					
Είδος καυσίμου						Πετρέλαιο Diesel					
Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης θερμικού φορτίου από το σύστημα											
ΙΑΝ	1	ΦΕΒ	1	ΜΑΡ	1	ΑΠΡ	1	ΜΑΙ	0	ΙΟΥΝ	0
ΙΟΥΛ	0	ΑΥΓ	0	ΣΕΠ	0	ΟΚΤ	1	ΝΟΕ	1	ΔΕΚ	1
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW)						52,335**					
Χώρος διέλευσης						Εσωτερικοί χώροι					
Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής						0,95 (100% - 5%απώλειες)***					
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων θέρμανσης χώρων						Σώματα καλοριφέρ					
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων						0,89****					
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
Κυκλοφορητής				1				170*****			

*Σύμφωνα με τη σχέση 4.2 από την TOTEE 1

**Προκύπτει με βάση την απόδοση της μονάδας και τη θερμική ισχύ της μονάδας.

***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

8.1.4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΨΥΞΗΣ ΧΩΡΩΝ

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.

Στο υπό μελέτη κτήριο, για την κάλυψη των αναγκών των χώρων σε ψύξη, το κτήριο διαθέτει 4 ατομικές κλιματιστικές συσκευές συνολικής ισχύος 14,16 kW. 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 8.1.4.2.1 Χαρακτηριστικά συστήματος θέρμανσης θερμικών ζωνών εξεταζόμενου κτηρίου

Σύστημα ψύξης											
Μονάδα παραγωγής ψύξης											
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
Δίκτυο διανομής ψύξης											
Ψυκτική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής (kW)						0					
Χώρος διέλευσης						Εσωτερικοί χώροι					
Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής						1 (τοπικά συστήματα)					
Τερματικές μονάδες											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων						Κλιματιστικά					
Θερμική απόδοση τερματικών μονάδων						0,93*					
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
-				-				-			

*Με βάση τη σχέση 4.8 της ΤΟΤΕΕ 1

8.1.4.3 ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ

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).

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

Πίνακας 8.1.4.3.1 Χαρακτηριστικά συστήματος Ζεστού Νερού Χρήσης

Σύστημα Ζεστού Νερού Χρήσης - ZNX											
Μονάδα παραγωγής ZNX											
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
Δίκτυο διανομής θερμότητας											
Θερμική ισχύς που μεταφέρει το δίκτυο διανομής ZNX (kW)						0					
Χώρος διέλευσης						Εσωτερικοί χώροι					
Βαθμός απόδοσης δικτύου διανομής						1*					
Μονάδα αποθήκευσης θερμότητας											
Είδος τερματικών μονάδων ψύξης χώρων						Ηλεκτρικός θερμαντήρας					
Θερμική απόδοση μονάδας αποθήκευσης ZNX						0,98 (100% - 2% πλευρικές απώλειες)					
Βοηθητική ενέργεια											
Τύπος βοηθητικών συστημάτων				Αριθμός συστημάτων				Ισχύς βοηθητικών συστημάτων (kW)			
-				-				-			

* τοπική μονάδα

Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τεχνικά χαρακτηριστικά του κτηρίου τα οποία δεν υπεισέρχονται στο πλαίσιο της συγκεκριμένης εργασίας παρουσιάζονται στην εργασία « Τεχνική Αξιολόγηση Επεμβάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας σε διώροφη πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK» της Α. Κορπά.

8.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Τα αποτελέσματα που εμφανίζονται αφορούν το υπό μελέτη κτήριο και είναι αποτέλεσμα της ενεργειακής επιθεώρησης που πραγματοποιήθηκε για το κτήριο αυτό στην εργασία « Τεχνική Αξιολόγηση Επεμβάσεων Εξοικονόμησης Ενέργειας σε διώροφη πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK» της Α. Κορπά.

Οι τελικές χρήσεις που εμφανίζονται στον πίνακα αποτελεσμάτων είναι θέρμανση, ψύξη και ΖΝΧ. Η κατανάλωση για αερισμό συμπεριλαμβάνεται στις καταναλώσεις για θέρμανση / ψύξη.

Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	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

Εικόνα 8.2.1 Ενεργειακές απαιτήσεις κτηρίου

8.3 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

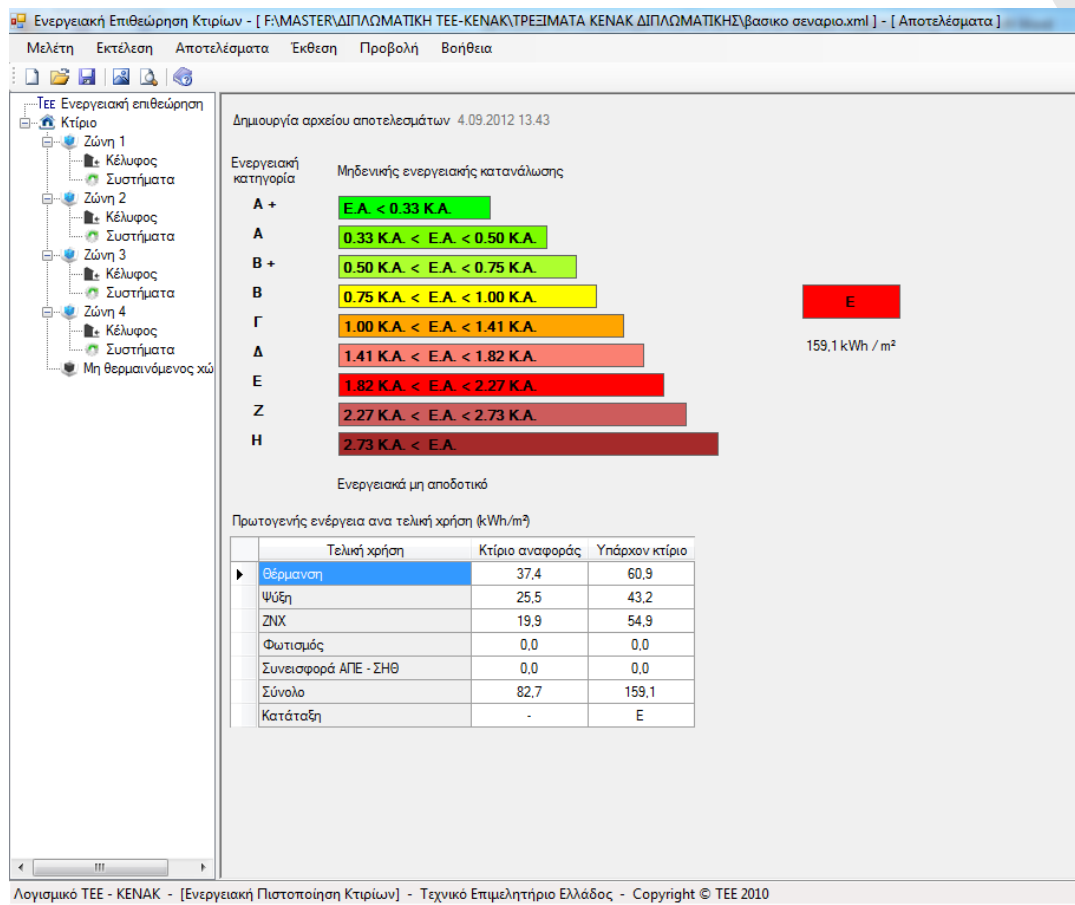
Ενεργειακές απαιτήσεις (kWh/m ²)	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Ετήσιο
Θέρμανση	10,1	8,1	5,5	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,1	7,4	33,9
Ψύξη	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	9,1	14,7	14,0	2,8	0,0	0,0	0,0	42,0
Υγρανση	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
ΖΝΧ	1,8	1,7	1,8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

Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	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
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
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	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 ²)	Εκπομπές CO ₂ (kg/m ²)
Ηλεκτρισμός	34,3	33,9
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	48,2

8.3.1 Ενεργειακές καταναλώσεις κτηρίου

8.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΤΗΡΙΟΥ



8.4.1 Ενεργειακή κατάταξη κτηρίου

Απόδοση = 1,92

9. ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Μετά την ολοκλήρωση της ενεργειακής επιθεώρησης του κτιρίου σύμφωνα με την μεταπτυχιακή εργασία «Τεχνική αξιολόγηση επεμβάσεων ενεργειακής εξοικονόμησης σε διώροφη πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK» της μεταπτυχιακής φοιτήτριας Αλεξάνδρας Κορμπά και έχοντας πλέον μια ολοκληρωμένη εικόνα για την πραγματική κατάσταση του κτιρίου, θα πρέπει να προσδιοριστούν οι πιθανές επεμβάσεις για τη μείωση της απαιτούμενης κατανάλωσης ενέργειας και κατά συνέπεια τη μείωση των εκλυόμενων ρύπων CO₂. Βασιζόμενοι στην ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου εξετάζονται διάφορα σενάρια (επεμβάσεις), ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου, σύμφωνα με τη διαθέσιμη πάντα τεχνολογία.

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

Παρακάτω παρουσιάζονται οι επεμβάσεις ενεργειακής εξοικονόμησης οι οποίες επιλέχθησαν για το υπό μελέτη κτήριο.

9.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Ο όρος «αντικατάσταση κουφώματος» αναφέρεται σε όλες τις εργασίες που χρήζουν να γίνουν για την αλλαγή ή την βελτίωση ενός υπάρχοντος τοποθετημένου κουφώματος. Σήμερα, υπάρχει εγκατεστημένος σε όλη την Ελλάδα ένας τεράστιος αριθμός κουφωμάτων, η παλαιότητα των οποίων κυμαίνεται από 15 μέχρι και 50 έτη. Η τυπολογία των κουφωμάτων τόσο στο στάδιο του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού νέων κτηρίων, όσο και στις ανακαινίσεις παλαιών είναι ένα ιδιαίτερο πρόβλημα λόγω των πολλών παραμέτρων που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως ο φωτισμός, ο αερισμός, ο δροσισμός, τα ενεργειακά οφέλη και οι ενεργειακές απώλειες. Η αντικατάσταση των παλαιών κουφωμάτων συμβάλλει στην μείωση των δαπανών για θέρμανση και δροσισμό του χώρου έως και 40% στο κόστος ενέργειας, ενώ αυξάνεται η θερμική άνεση στους εσωτερικούς χώρους. Βελτιώνεται η θερμομονωτική συμπεριφορά του κτηρίου αφού τα ηλιακά κέρδη διατηρούνται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα εντός του χώρου και ελαχιστοποιείται η πιθανότητα σχηματισμού υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια των κουφωμάτων.

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 Klatte για να δημιουργήσει το βελτιωμένο και τεχνολογικά εξελιγμένο συνθετικό υλικό PVC, αναλυτικά πολυβινυλοχλωρίδιο ή κοινώς βινύλιο.

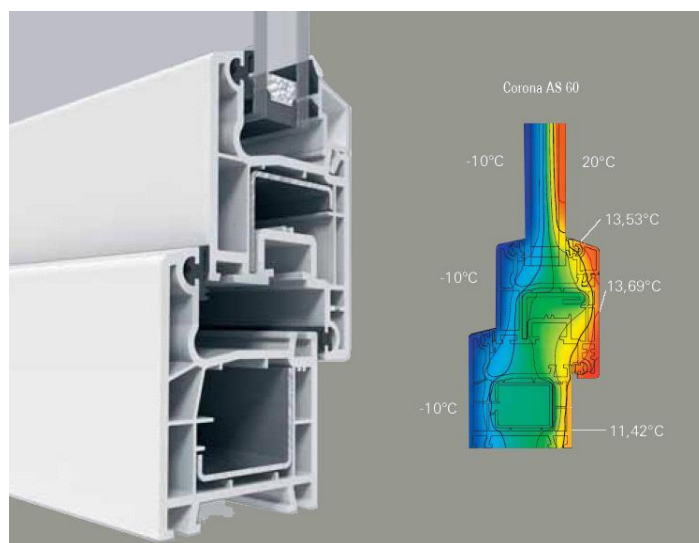
Το PVC έγινε ευρέως γνωστό το 1937, όταν άρχισε να χρησιμοποιείται στην κατασκευή δίσκων. Η τεχνολογική εξέλιξη του υλικού σε συνδυασμό με τις πολύτιμες ιδιότητές του, οδήγησαν στην εξάπλωση των εφαρμογών του σε πολλούς κλάδους, όπως την ιατρική, την αυτοκινητοβιομηχανία, την τεχνολογία περιβάλλοντος 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 υπεριώδη 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 9.1. 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 τελείως 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

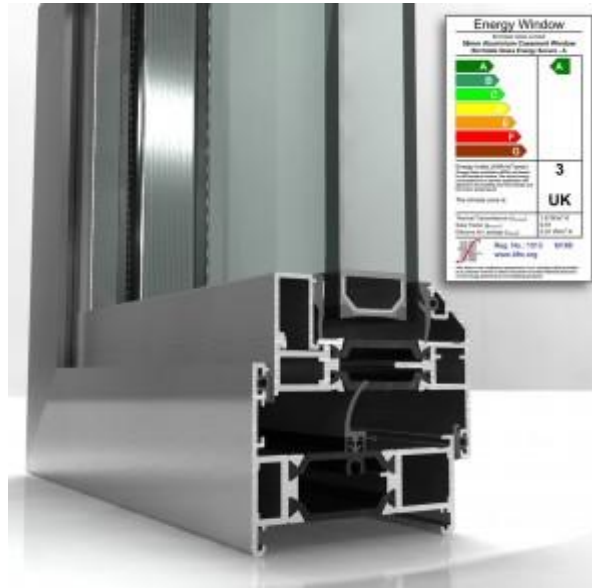
αλουμινίου κυριαρχούν στα κουφώματα καθώς κυκλοφορούν στην αγορά σε μεγάλη ποικιλία και συνδυάζουν κατάλληλα τεχνικά χαρακτηριστικά που εναρμονίζονται πλήρως με τις κλιματολογικές συνθήκες της χώρας μας.

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 κτήριο 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 9.1.2 – 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 9.1.2 Κούφωμα αλουμινίου θερμοδιακοπόμενο

Οι βασικότερες διαφορές ανάμεσα στις δυο τεχνολογίες κουφωμάτων είναι:

- **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. Παρατηρείται 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 θερμοδιακοπόμενα 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.

9.2 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΥΣ (ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ)

Η καθιέρωση της θερμομόνωσης αποτέλεσε το μοναδικό ουσιαστικό μέτρο, που λήφθηκε από το 1979 έως σήμερα, κι είναι γεγονός ότι είχε θετική επίδραση στην ενεργειακή συμπεριφορά των κτιρίων που κατασκευάστηκαν μετά το 1980.

Η ενεργειακή αναβάθμιση του κελύφους των υφιστάμενων κτιρίων αποτελεί, επομένως, ίσως το ουσιαστικότερο βήμα στην προσπάθεια εξορθολογισμού της κατανάλωσης ενέργειας στον τομέα της εξυπηρέτησης κτιρίων – κι αυτό ισχύει στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, όπου καταβάλλονται σημαντικές προσπάθειες βελτίωσης τους.

Ως θερμομόνωση ορίζεται ως η μείωση των αποτελεσμάτων ποικίλων διαδικασιών μεταφοράς θερμότητας μεταξύ αντικειμένων, τα οποία βρίσκονται σε θερμική επαφή ή σε απόσταση ικανή για επίδραση από ακτινοβολία.

Θερμότητα είναι η ενέργεια που μεταφέρεται εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας. Η θερμότητα μεταφέρεται από το σώμα υψηλότερης θερμοκρασίας προς το σώμα χαμηλότερης θερμοκρασίας. Η μεταφορά θερμότητας σταματά όταν εξισώνονται οι θερμοκρασίες των σωμάτων. Αυτό ονομάζεται θερμική ισορροπία. Η θερμότητα που μεταφέρεται σ' ένα σώμα εξαρτάται από την μάζα του, το είδος του υλικού και από την μεταβολή της θερμοκρασίας του.

Στόχος των θερμομονωτικών υλικών σε ένα κτήριο είναι να μειώσουν τη θερμική ροή μεταξύ σωμάτων ή χώρων που βρίσκονται σε διαφορετική θερμοκρασία. Η θερμομόνωση μειώνει τη

μεταφορά θερμότητας από αγωγή ή ακτινοβολία, εμποδίζοντας ή αντανακλώντας και όχι απορροφώντας την ενέργεια.

Στις κτιριακές κατασκευές τα θερμομονωτικά υλικά χαρακτηρίζονται από την τιμή του U $W/(m^2.K)$ που εκφράζει και το μέτρο της θερμοπερατότητας. Πρόκειται για την τιμή που χρησιμοποιείται για να δώσει την αποτελεσματικότητα διαφόρων μονωτικών υλικών με διάφορα πάχη. Είναι η θερμική αντίσταση ενός τετραγωνικού μέτρου (m^2) υλικού συγκεκριμένου πάχους και εκφράζει τη ροή θερμότητας που προκαλείται από τη διαφορά θερμοκρασίας. Σημαντική και αποτελεσματική κατασκευαστική λύση είναι και η εξωτερική θερμομόνωση.

Ως εξωτερική θερμομόνωση ορίζεται ένα σύστημα στο οποίο η μόνωση δεν διακόπτεται στα σημεία ένωσης των διαφορετικών δομικών στοιχείων. Η θερμοπρόσοψη εφαρμόζεται από τη δεκαετία του 1960 στην Δυτική και Κεντρική Ευρώπη, προσφέροντας ιδιαίτερη ευελιξία στην κατασκευή καθώς το θερμομονωτικό υλικό τοποθετείται στην εξωτερική επιφάνεια του κτιρίου, μετά την αποπεράτωση των εργασιών κατασκευής της τοιχοποιίας και αποτελώντας την πλέον αποτελεσματική λύση για την αναδρομική θερμομόνωση υφιστάμενων κτιρίων. Στην εφαρμογή της θερμοπρόσοψης μπορούν να χρησιμοποιηθούν υλικά όπως η διογκωμένη πολυστερίνη, η εξηλασμένη πολυστερίνη και ο πετροβάμβακας.

Στη συνέχεια απαριθμίζονται τα πλεονεκτήματα της εξωτερικής θερμομόνωσης:

1. Δεν δημιουργούνται θερμογέφυρες σε διάφορα σημεία περιφερειακά του κτιρίου, όπως για παράδειγμα στα δοκάρια, στις κολώνες, στα σενάζια και στα δάπεδα, καθώς επίσης και στα σημεία όπου ο τοίχος συναντά τα στοιχεία αυτά, έστω και αν είναι θερμομονωμένα. Κατ' αυτόν τον τρόπο παρέχεται εξαιρετική θερμική αυτονομία στο εσωτερικό του κτιρίου σε σχέση με το εξωτερικό περιβάλλον.
2. Προστατεύονται οι επιφάνειες των τοίχων από την υγρασία και τον πάγο, επειδή είναι στεγανά επιχρίσματα.
3. Δεν δημιουργούν επιφάνειες με θερμοχωρητικότητα στην εξωτερική πλευρά των τοίχων. Αυτό σημαίνει ότι δεν συσσωρεύουν θερμότητα και κατά συνέπεια δεν ακτινοβολούν θερμότητα στο περιβάλλον. Έτσι, αποτρέπουν την παρουσίαση του φαινομένου των θερμικών νησίδων σε αστικές περιοχές. Με άλλα λόγια, δεν συμβάλλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας της πόλης, σε αντίθεση με τους τοίχους των συμβατικών κτιρίων, που τις νύχτες του καλοκαιριού αποδίδουν τη θερμότητα που συσσωρεύσαν μέσα στην ημέρα, στερώντας από τους κατοίκους της πόλης τη χαρά της βραδινής δροσιάς. Τα συστήματα εξωτερικής θερμομόνωσης, αντίθετα, εκμεταλλεύονται τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων μόνο για το εσωτερικό του κτιρίου, συμβάλλοντας έτσι στην εξοικονόμηση ενέργειας.
4. Χάρη στην εξωτερική θερμομόνωση δεν χρειάζεται διπλός τοίχος με τούβλα, αλλά αρκεί ο μονός. Έτσι, δίνεται η δυνατότητα, όταν πρόκειται για ένα νεόδμητο κτήριο, να αυξηθεί το εμβαδόν των λειτουργικών χώρων περίπου κατά $6m^2$ για κάθε $100m^2$ εμβαδού του κτιρίου, πράγμα πολύ σημαντικό, αφού στην ουσία αυξάνει την εμπορική αξία του κτιρίου κατά 6%, που είναι ένα ποσοστό καθόλου ευκαταφρόνητο, ενώ παράλληλα κάνει τα δωμάτια πιο ευρύχωρα.
5. Αυξάνεται ο χρόνος ζωής του κτιρίου καθώς προστατεύεται από διάβρωση, παγοπληξία και ενανθράκωση του σκυροδέματος. Τα συστήματα αυτά σπάνια παρουσιάζουν ρηγματώσεις λόγω των μελετημένων υλικών που χρησιμοποιούν.
6. Η εφαρμογή των συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης είναι λιγότερο οχληρή από τα συμβατικά επιχρίσματα. Ο λόγος είναι ότι τα επιχρίσματα που χρησιμοποιούνται

τοποθετούνται με σπάτουλες, καθώς παρουσιάζουν υψηλή θιξοτροπικότητα. Συνεπώς, δεν αφήνουν μπάζα πέρα από τα υπολείμματα του θερμομονωτικού υλικού, που είναι ελαφριά και εύκολα αποκομίσιμα.

7. Η ποιότητα κατασκευής των συστημάτων αυτών είναι πολύ υψηλή, καθώς χρησιμοποιούνται ειδικά πρόσθετα εξαρτήματα για την προστασία των γωνιών, νεροσταλάκτες, καθώς επίσης και υαλόπλεγμα για τον οπλισμό σε ολόκληρη την επιφάνεια εφαρμογής του επιχρίσματος.

Για ένα παλαιό κτήριο, το οποίο είτε δεν έχει θερμομόνωση στην τοιχοποιία είτε αυτή είναι ελλιπής, η εξωτερική θερμομόνωση είναι σαφώς η μόνη αξιόπιστη λύση θερμικής προστασίας της κατασκευής.

Η εξωτερική θερμομόνωση, όμως, μπορεί να παίζει ένα σημαντικό ρόλο και στην αναβάθμιση της αξίας ενός παλαιού κτιρίου για τους εξής λόγους:

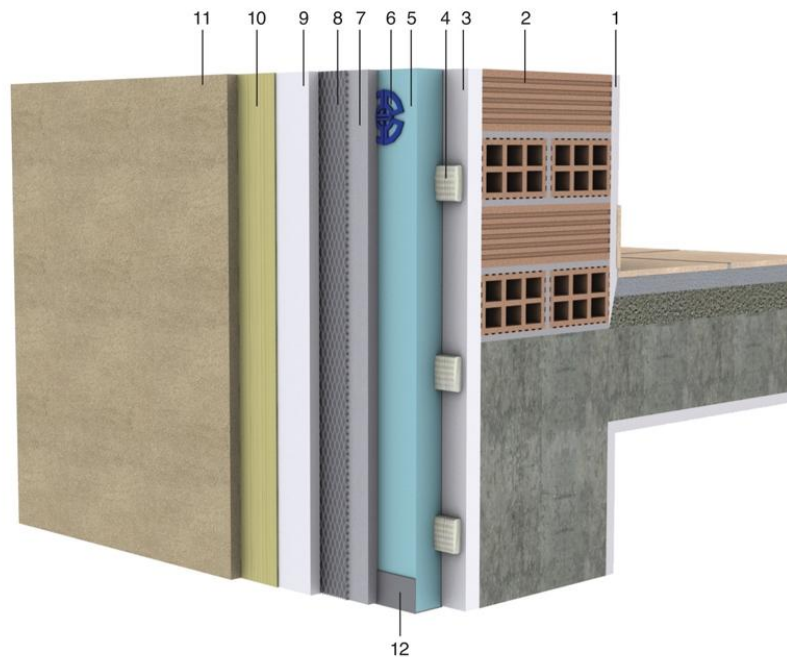
1. Αισθητική ανάπλαση της πρόσοψης
2. Καλύτερη βαθμονόμηση του κτιρίου στην ενεργειακή του ταυτότητα
3. Αύξηση του χρόνου ζωής του κτιρίου
4. Μείωση του κόστους συντήρησής του

Δηλαδή, σε περίπτωση αναζήτησης αγοραστή το κτήριο γίνεται πολύ πιο ελκυστικό από ένα κτήριο με συμβατική πρόσοψη. Επιπλέον, ο υποψήφιος αγοραστής θα λάβει σοβαρά υπόψη του την ενεργειακή ταυτότητα και το χαμηλό κόστος ενέργειας χειμώνα-καλοκαίρι που αυτή συνεπάγεται (θέρμανση και κλιματιστικά, αντίστοιχα), καθώς επίσης και το γεγονός ότι το κτήριο θα το έχουν και οι επόμενες γενεές μετά από αυτόν και μάλιστα με πολύ χαμηλό κόστος συντήρησης.

Με άλλα λόγια, ένα κτήριο επενδυμένο με σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης γίνεται μία πραγματικά πολύ ελκυστική επένδυση για έναν υποψήφιο αγοραστή, που είναι έτσι πρόθυμος να πληρώσει αρκετά περισσότερα χρήματα από όσα θα έδινε για ένα κτήριο με συμβατική ή καθόλου θερμομόνωση.

Αναδρομική εξωτερική θερμομόνωση

Η θερμομόνωση εφαρμόζεται σε όλο το ύψος και πλάτος της τοιχοποιίας και περιλαμβάνει όλα τα δομικά στοιχεία, υποστυλώματα, δοκάρια, πλευρικές απολήξεις πλακών κτλ. Η τοποθέτηση των πλακών γίνεται με επικόλληση και σύμφωνα με τις υποδείξεις της κάθε εταιρείας. Γενικά, συνιστάται και η μηχανική στήριξη της θερμομόνωσης με πλατυκέφαλα βύσματα. Σε καμία περίπτωση το σύστημα δεν θα πρέπει να στηρίζεται στο έδαφος ή σε περιμετρική πλακόστρωση, το υπόβαθρο της οποίας δεν αποτελεί προέκταση της πλάκας σκυροδέματος. Η επίχριση γίνεται σε δύο τουλάχιστον στρώσεις, ανάμεσα στις οποίες παρεμβάλλεται υαλόπλεγμα. Το τελικό χρώμα της επιφάνειας μπορεί να επιτευχθεί είτε με την προσθήκη χρωστικών ουσιών στο επίχρισμα είτε με τη βαφή της επιφάνειας με χρώματα ανθεκτικά έναντι εξωτερικών συνθηκών. Στην Εικόνα 9.2.1 βλέπουμε τα διάφορα μέρη της εξωτερικής θερμομόνωσης όταν αυτή εφαρμόζεται στο υπάρχον κτήριο.

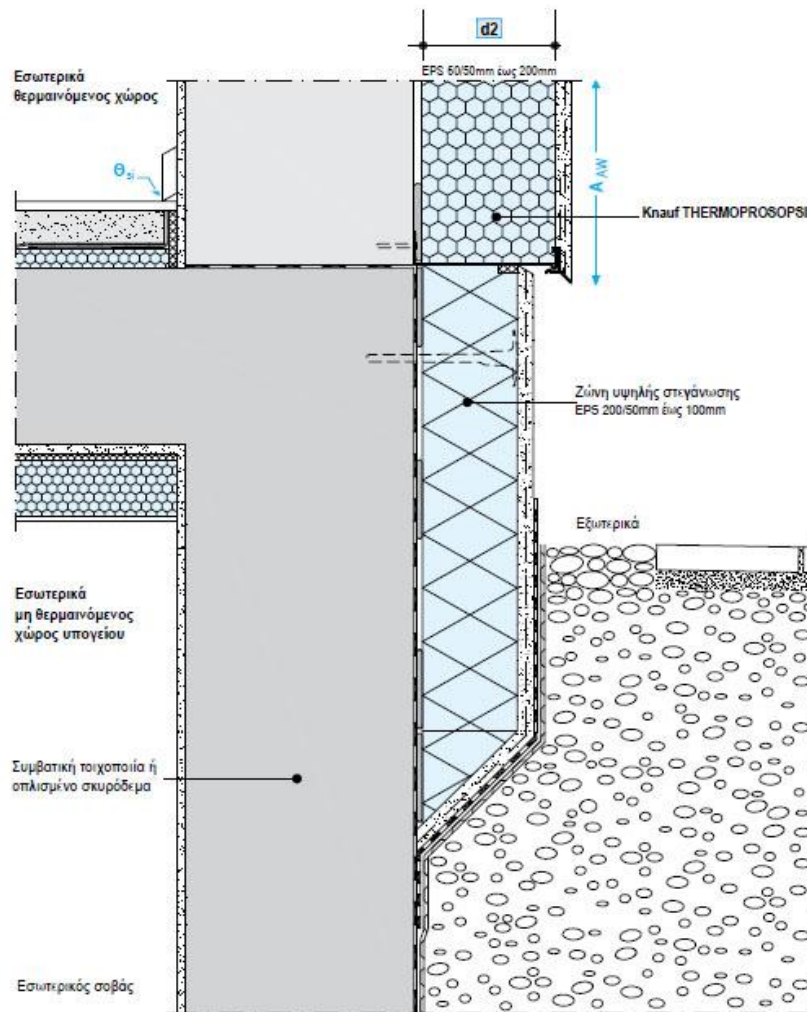


Εικόνα 9.2.1 Μέρη εξωτερικής θερμομόνωσης

1. Εσωτερικό επίχρισμα (π.χ. ασβεστοσιμεντοκονίαμα πάχους 2,0 cm).
2. Υφιστάμενη μπιακή τοιχοποιία.
3. Εξωτερικό επίχρισμα υφιστάμενης τοιχοποιίας (καθαίρεται, εφόσον είναι σαθρό).
4. Κόλλα επικόλλησης θερμομονωτικής στρώσης (σημειακή τοποθέτηση).
5. Θερμομονωτική στρώση.
6. Στοιχεία στήριξης θερμομονωτικής στρώσης (μανιτάρια).
7. Πρώτη στρώση επιχρίσματος.
8. Υαλόπλεγμα ή μεταλλικό πλέγμα.
9. Δεύτερη στρώση επιχρίσματος.
10. Προεπάλειψη.
11. Τελική στρώση επιχρίσματος.
12. Βάση στήριξης θερμομόνωσης.

Στο υπό μελέτη κτήριο θα εξετασθούν τρία πάχη μονώσεων 50mm, 80 mm και 100 mm.

Πρέπει επίσης εκτός από την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης να κατασκευασθεί και μια ζώνη υψηλής στεγάνωσης γύρω από το κτήριο και όπου αυτό βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος για να προστατευθεί το κτήριο από την ανιούσα υγρασία. Όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 9.2.2 η μόνωση (EPS 200 στην συγκεκριμένη περίπτωση) εισέρχεται περίπου 40 cm στο έδαφος και εξέρχει 30 cm από αυτό.



Εικόνα 9.2.2 Ζώνη υψηλής στεγάνωσης

9.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ – ΤΑΡΑΤΣΑΣ

Τα δώματα των κτιρίων δέχονται πιο έντονα από τα υπόλοιπα δομικά στοιχεία τις επιδράσεις του καιρού και γι' αυτό η προστασία τους είναι πάντοτε απαραίτητη.

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

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

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

Σε μια υφιστάμενη κατασκευή που έχει καλή στεγανοποιητική προστασία και λειτουργούν σωστά οι κλίσεις (δηλαδή οδηγούν τα βρόχινα νερά στα στόμια των υδρορροών και δεν επιτρέπουν το σχηματισμό στάσιμων νερών), ως πλέον πρόσφορη κατασκευαστική λύση εμφανίζεται ο τύπος του αντεστραμμένου μονοκέλυφου δώματος, κυρίως λόγω χαμηλότερου κόστους και ευκολίας στην κατασκευή. Στη περίπτωση του κτιρίου που εξετάζουμε επιλέξαμε να κατασκευάσουμε αντεστραμμένο δώμα.

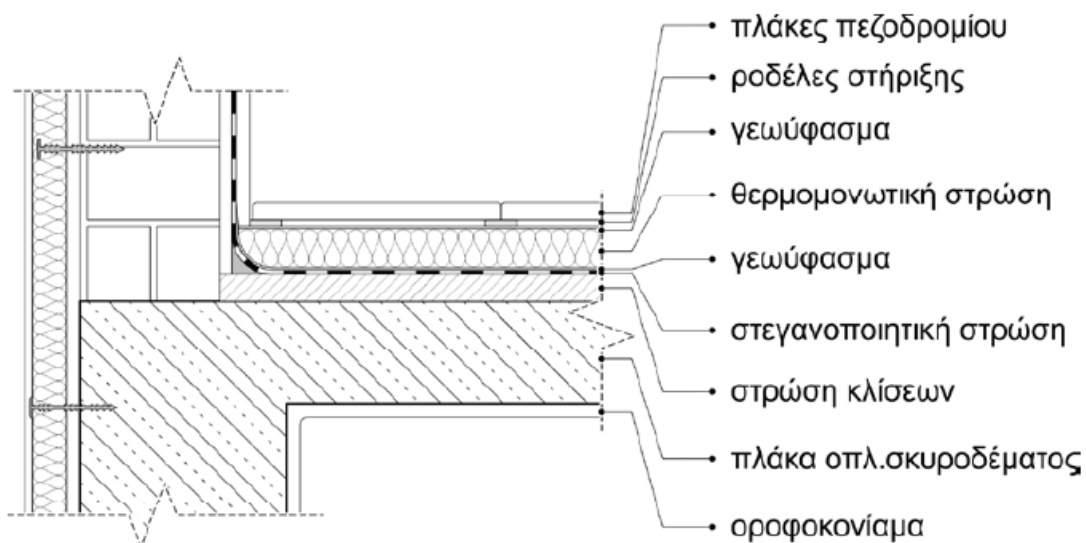
Αντεστραμμένο δώμα

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

- Οροφокονίαμα
- Φέρουσα πλάκα οπλισμένου σκυροδέματος
- Στρώση κλίσεων
- Στεγανοποιητική στρώση
- Γεώφασμα
- Θερμομονωτική στρώση
- Γεώφασμα
- Στρώση τελικής επικάλυψης

Το αντεστραμμένου τύπου δώμα (Εικόνα 9.3.1) κατασκευάζεται εύκολα ως προσθήκη σε ένα υφιστάμενο που ανεπαρκώς ή και καθόλου θερμομονωμένο. Η θερμομονωτική στρώση τοποθετείται επάνω στην υφιστάμενη κατασκευή, συνήθως δε πατά επάνω στη στεγανοποιητική στρώση, και επιτελεί διπλό ρόλο:

- Αφενός προστατεύει θερμομονωτικά την όλη κατασκευή και
- Αφετέρου προστατεύει την θερμομονωτική στρώση που βρίσκεται κάτω από αυτήν από τις υψηλές θερμοκρασίες.



Εικόνα 9.3.1 Αντεστραμμένο δώμα

Προϋπόθεση αποτελεί η επαρκής στεγανοποιητική προστασία του δώματος. Αν το δώμα είναι ικανοποιητικά στεγανοποιημένο, οι θερμομονωτικές πλάκες τοποθετούνται απευθείας επάνω στη στεγανοποιητική στρώση, με τη μεσολάβηση ενός γεωυφάσματος χωρίς πάντα να είναι απαραίτητο. Σε περίπτωση που η στεγανοποιητική στρώση έχει φθαρεί θα πρέπει να επισκευασθεί είτε διορθώνοντας τα φθαρμένα σημεία είτε με επίστρωση νέας στεγανοποιητικής στρώσης. Σε αντίθεση με το συμβατικό δώμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μονωτικά υλικά μόνο όσο δεν προσβάλλονται από την υγρασία. Οι πλάκες της θερμομονωτικής στρώσης απλά εναποτίθενται επάνω στο δώμα και δε συγκολλούνται σε αυτό ώστε να επιτρέπεται η ελεύθερη κίνησή τους λόγω θερμικών συστολοδιαστολών. Επίσης χρειάζεται και προστατευτική στρώση (π.χ. πλάκες πεζοδρομίου) για να προστατεύεται από την ηλιακή ακτινοβολία η μόνωση διαμορφώνοντας έτσι ένα βατό δώμα.

Ακόμη στο αντεστραμμένο δώμα δε χρειάζεται η μεσολάβηση φράγματος υδρατμών καθώς τον ρόλο αυτό παίζει ταυτόχρονα η στεγανοποιητική στρώση, που βρίσκεται από τη θερμή πλευρά της θερμομονωτικής στρώσης.

9.4 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΣΤΟΝ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΛΕΒΗΤΑ

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

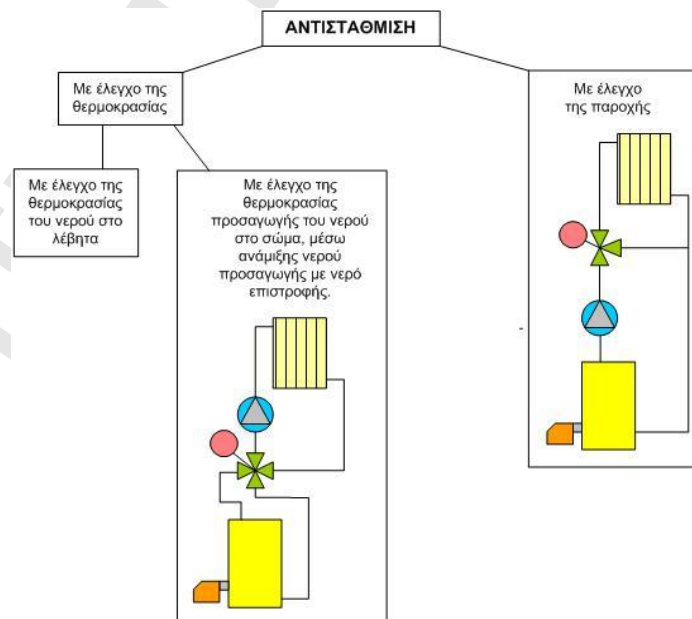
περιβάλλοντος, έτσι ώστε όταν έχει "πολύ κρύο" η θερμοκρασία στα σώματα να είναι υψηλή ενώ όταν έχει "καλό καιρό" η θερμοκρασία στα σώματα είναι σχετικά χαμηλή (κυκλοφορεί χλιαρό νερό). Εργαστηριακές μετρήσεις επιβεβαιώνουν οικονομία έως 35% με την εγκατάσταση αντιστάθμισης, με την προϋπόθεση ότι είναι σωστά ρυθμισμένη.



Εικόνα 9.4.2 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 9.4.3 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 απαραίτητως 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.

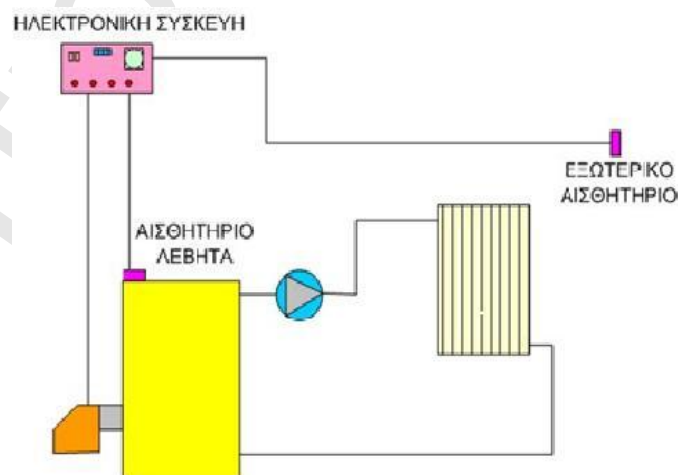
Το εξωτερικό αισθητήριο πρέπει να τοποθετείται στη βορινή πλευρά του κτηρίου, σε σημείο που να μην επηρεάζεται η θερμοκρασία του από την ηλιακή ακτινοβολία ή από θερμά ρεύματα που μπορεί να προέρχονται από καμινάδες, πόρτες ή παράθυρα. Το ύψος τοποθέτησής του είναι στη μέση του τοίχου.

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.

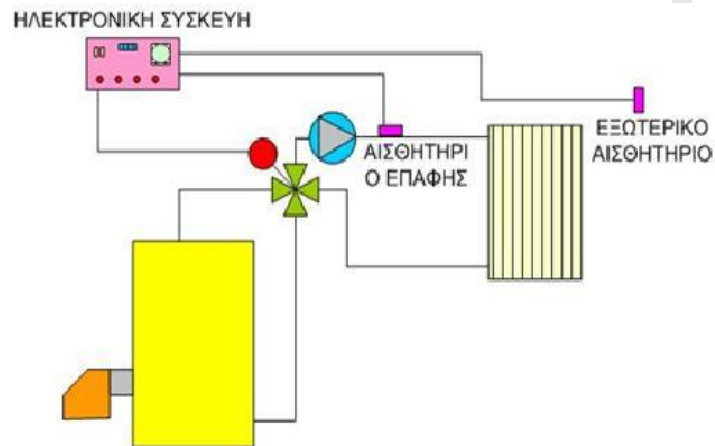
Εφαρμογές των συστημάτων αντιστάθμισης:

- 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.



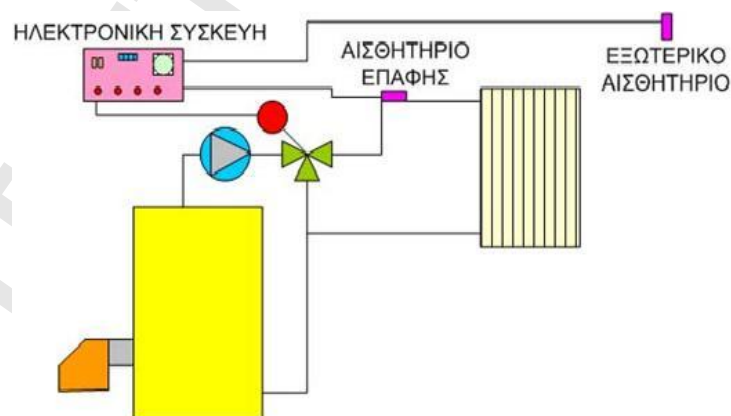
Εικόνα 9.4.4 Αντιστάθμιση για τον έλεγχο της λειτουργίας του καυστήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ)

- Έλεγχος τετράοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα. Οι αντιστάθμισεις 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 9.4.5 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 9.4.6 Εισαγωγή αντιστάθμισης για τον έλεγχο τρίοδης βάνας μέσω σερβοκινητήρα (Πηγή: Μοναχός Ηλεκτρομηχανολογικά ΑΕ)

9.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ – PELLETS

Οι λέβητες pellet είναι μία σοβαρή εναλλακτική λύση στους συμβατικούς λέβητες οι οποίοι χρησιμοποιούν είτε αέρια (προπάνιο, φυσικό αέριο), ή υγρά καύσιμα (πετρέλαιο). Εκτός από την θέρμανση, οι λέβητες pellet με ειδικό σύστημα παράγουν και ζεστό νερό χρήσης και έχουν χαμηλό κόστος χρήσης λόγω της τροφοδοσίας τους με φτηνό καύσιμο.

Το καύσιμο υλικό είναι αποθηκευμένο σε μία δεξαμενή και οδηγείται με αυτόματο τρόπο στον χώρο καύσης. Ένας κοχλίας προωθεί με ανάλογα επιλεγμένη ταχύτητα την ποσότητα που χρειάζεται για την επίτευξη της θερμοκρασίας που χρειάζεται. Η φλόγα που δημιουργείται θερμαίνει την ποσότητα νερού που κυκλοφορεί μέσα στα υδατοστεγή διαμερίσματα του σώματος του λέβητα. Παράλληλα ο καπνός απάγεται οδηγούμενος διαμέσου μιας διαδρομής η οποία τον υποχρεώνει γυρνώντας τρεις φορές μέσα στην κατασκευή, να μεταφέρει όλη τη θερμότητα στο νερό.

Η έναυση του λέβητα μπορεί να γίνει είτε χειροκίνητα είτε αυτόματα με την λειτουργία ηλεκτρικής αντίστασης ή συσκευής υπέρθερμου αέρα. Μετά από τον πρώτο κύκλο λειτουργίας, ο λέβητας κρατά τόση θερμοκρασία ώστε το υλικό καύσης αναφλέγεται μόλις οδηγηθεί στον θάλαμο καύσης ακόμη και πολλές ώρες μετά την διακοπή της λειτουργίας του.

Οι λέβητες που χρησιμοποιούν pellet ως καύσιμο για να θέρμανση έχουν πολλά διαφορετικά σχέδια, μεγέθη και τρόπους λειτουργίας, αλλά από την πιο απλή, μέχρι την πιο εξελιγμένη τους μορφή αποτελούνται από 5 μέρη τα οποία έχουν ως εξής:

α) Η δεξαμενή

Ο χώρος τοποθέτησης των pellet (δεξαμενή - tank), κάποιες φορές είναι μέρος του λέβητα ενώ άλλες πάλι είναι απλά συνδεδεμένος με τον υπόλοιπο λέβητα με κάποια σωλήνα ή κοχλία. Τα pellet από την δεξαμενή με κάποιο μέσο προώθησης (κοχλίας, αστεροειδής βαλβίδα και προωθείται στον χώρο καύσης.

β) Ο χώρος καύσης

Τα pellet μεταφέρονται στον χώρο αυτό από την δεξαμενή πάντα όμως με την χρήση διαδρομών ή μηχανισμών που εμποδίζουν την υποχώρηση της φωτιάς στον κύριο χώρο της δεξαμενής. Οι ασφαλιστικές δικλίδες αυτές είναι παρόμοιες στις διάφορες εταιρίες και περιλαμβάνουν βαλβίδες πυρόσβεσης, επικλινείς "διαδρόμους" από τους οποίους γίνεται η πτώση των pellet στον θάλαμο καύσης κ.α. Ο χώρος καύσης διαφέρει σε σχεδιασμό, υλικά κατασκευής και μέγεθος ανάλογα με το εργοστάσιο παραγωγής και την δυναμικότητα του λέβητα. Στον χώρο καύσης γίνεται η έναυση, η οποία όταν είναι αυτόματη γίνεται είτε με χρήση blower θερμού αέρα (ουσιαστικά έναν ανεμιστήρα υπέρθερμου αέρα) είτε με απλή ηλεκτρική αντίσταση και κατόπιν με την βοήθεια αέρα που προωθείται από ανεμιστήρα συντηρείται και δυναμώνει η φλόγα στον θάλαμο καύσης.

γ) Διάταξη ανταλλαγής θερμότητας

Ο χώρος αυτός είναι ουσιαστικά η διαδρομή από την οποία περνούν τα καυσαέρια κατευθυνόμενα προς την καμινάδα και ο οποίος περιλαμβάνει σωληνώσεις και σκαλοπάτια τα οποία περιέχουν το νερό του λέβητα. Η διαδρομή αυτή είναι λιγότερο ή περισσότερο πολύπλοκη ανάλογα με τον σχεδιασμό του λέβητα και είναι φτιαγμένη ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή απορρόφηση της θερμότητας των καυσαερίων από το νερό. Το κατά πόσον η θερμότητα που παράγεται από την καύση των pellet μεταδίδεται στο νερό που περιέχουν τα τοιχώματα του λέβητα, είναι και αυτό που καθορίζει την απόδοση του λέβητα.

δ) Καπνοδόχος

Η καπνοδόχος είναι ένα από τα σημεία που, σε συνδυασμό με την ποιότητα των pellet, βοηθούν την σωστή λειτουργία του λέβητα και είναι κάτι που πρέπει να τυγχάνει ιδιαίτερης προσοχής σε όλες τις εγκαταστάσεις. Κάθε κατασκευαστής έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις για την καμινάδα που πρέπει να τοποθετηθεί στον λέβητα.

ε) Κεντρική Μονάδα Ελέγχου (Υπολογιστής-PLC)

Όλες οι λειτουργίες και τα μέρη του λέβητα pellet ελέγχονται και προγραμματίζονται από την Μονάδα Ελέγχου που υπάρχει επάνω του. Αυτή η μονάδα χρησιμοποιεί μία σειρά από αισθητήρες ώστε να προσαρμόσει την καύση και την λειτουργία του λέβητα ανάλογα με την ζήτηση θερμότητας από την εγκατάσταση. Σε κάθε λέβητα το πόσο εξελιγμένο ή όχι είναι το σύστημα ελέγχου αυτό, προσφέρει αντίστοιχα πολλές ή λίγες δυνατότητες αλλά και μικρότερη ή περισσότερη οικονομία.

Στην Εικόνα 9.5.1 βλέπουμε ενδεικτικά έναν λέβητα pellet της εταιρείας Biotech όπου και απαριθμούνται τα διάφορα μέρη του.



Εικόνα 9.5.1 Λέβητας pellet της εταιρείας Biotech

1. Δεξαμενή αποθήκευσης των pellet
2. Καπάκι κενού για το σύστημα αυτόματης τροφοδοσίας των pellet
3. Διαχωριστής

4. Συσκευή παραγωγής κενού για την μεταφορά των pellet με αναρρόφηση
5. Κινητήρας του κοχλία τροφοδοσίας
6. Κοχλίας με σύστημα δοσομέτρησης
7. Νέας γενιάς αισθητήρας λάμδα
8. Καυστήρας εξοπλισμένος και με σύστημα αυτόματου καθαρισμού
9. Αυτόματη ανάφλεξη με παραγωγή θερμού αέρα 800 °C
10. Αισθητήρας ελέγχου της μάζας του αέρα με βεντιλατέρ για την παραγωγή αέρα θετικής πίεσης
11. Αυτοκαθαριζόμενος εναλλάκτης θερμότητας

Καύσιμο pellet – Γενικά στοιχεία

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας.

Μια μορφή βιομάζας είναι τα pellets (συσσωματώματα) τα οποία προκύπτουν από τη μηχανική συμπίεση των υλικών αυτών, χωρίς την προσθήκη χημικών ή συγκολλητικών ουσιών. Τα pellets έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (λιγότερο από 12%) και υψηλή πυκνότητα. Τα pellets γίνονται από παρθένα ξυλεία δηλ. μη επεξεργασμένα με καυστικές ουσίες, κόλλες ή χρώμα. Στη συνέχεια τα υλικά αυτά πιέζονται σε ειδικές μηχανές μέσα σε κυλίνδρους με διαφορετικά μήκη και πάχη (1,5-2 cm στο μήκος και 6-8 mm στην διάμετρο). Είναι πολύ εύκολο στη χρήση και με υψηλή θερμική αξία (LHV= 4.000- 4.500 Kcal/kg).

Το συσσωμάτωμα pellet χαρακτηρίζεται από μεγάλη συνοχή, μεγάλη πυκνότητα αλλά χαμηλό ποσοστό υγρασίας (λιγότερο από 10%), κάτι που το καθιστά ιδανικό για καύση με μεγάλη θερμική απόδοση. Επιπλέον ποιοτικό πρότυπο αποτελεί η παραγωγή έως 1% τέφρας κατά την καύση του. Επίσης η γεωμετρία του σχήματός του αλλά και οι μικρές του διαστάσεις, διευκολύνουν την αποθήκευση και τη χρήση του. Καθώς υπάρχει η δυνατότητα συσκευασίας των wood pellets σε σάκους από 15 έως 1.000kg.

Τα μεγαλύτερα πλεονέκτημα των pellets είναι η λειτουργική ανεξαρτησία που επιτρέπουν, ο μικρός χώρος που καταλαμβάνουν τα καύσιμα και η μεγάλη περιεκτικότητα των δοχείων αποθήκευσης. Πιο αναλυτικά τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των pellets έχουν ως εξής:

Πλεονεκτήματα:

1. Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
2. Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.
3. Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση

του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.

4. Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κενάφ) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλιάνθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

Μειονεκτήματα:

1. Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
2. Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
3. Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
4. Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

Στην Ελλάδα υπάρχει μεγάλη διαθεσιμότητα pellets βιομάζας καθώς λειτουργούν 5 εργοστάσια παραγωγής pellets, ενώ εντός του 2010 άρχισε παραγωγή και ένα έκτο στο Νευροκόπι που είναι και το μεγαλύτερο στη χώρα.

9.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΒΗΤΑ (ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ) ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Οι λέβητες φυσικού αερίου και πετρελαίου δεν έχουν διαφορές τόσο ως προς την αρχή λειτουργίας τους όσο και ως προς τη μορφολογία τους. Στην περίπτωση που θελήσουμε να αλλάξουμε καύσιμο σε έναν λέβητα, αυτό το οποίο μπορεί να γίνει είναι η αντικατάσταση του καυστήρα με κάποιο τύπο ο οποίος καίει φυσικό αέριο. Οι συνήθεις όμως λέβητες οι οποίοι χρησιμοποιούνται για καύση πετρελαίου είναι αμφίβολο έως σίγουρο ότι δεν μπορούν να δουλέψουν ικανοποιητικά με καύση Φ.Α. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι η θερμοκρασία της φλόγας στην καύση Φ.Α είναι σαφώς μικρότερη από αυτή του πετρελαίου. Η ακτινοβολία της φλόγας είναι μικρότερη και στο εσωτερικό του λέβητα υπάρχει κίνδυνος σχηματισμού υγροποιήσεων οι οποίες θα επενεργήσουν αρνητικά (στους χαλύβδινους λέβητες κινδυνεύουν κυρίως οι ραφές). Οι λέβητες οι οποίοι κατασκευάζονται τώρα έχουν προδιαγραφές καύσης πετρελαίου και Φ.Α.

Οι καυστήρες αερίου έχουν σχεδόν παρόμοια μορφή με τους συμβατικούς (πετρελαίου) και φέρουν ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου και ρύθμισης της καύσης multi block. Η δομή και κυρίως η φιλοσοφία τους είναι παρόμοια με τους συμβατικούς καυστήρες πετρελαίου.

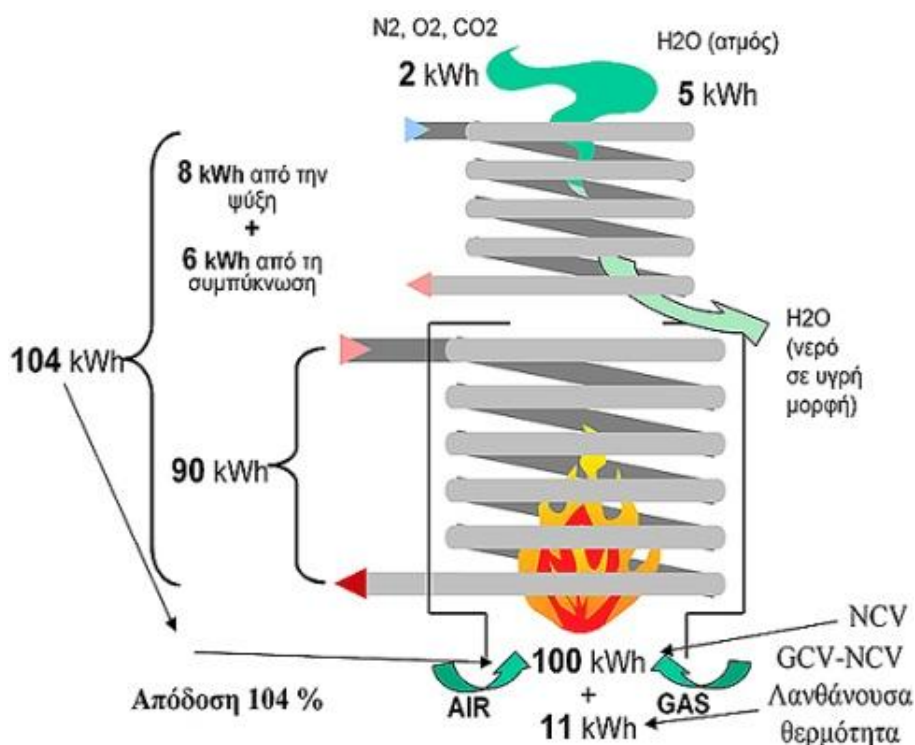
Διακρίνουμε τον ανεμιστήρα που αναρροφά και σπρώχνει τον αέρα καύσης, τον φλογοσωλήνα και τον δίσκο ανάμειξης του αέρα με το Φ.Α. Επίσης διακρίνουμε τα καλώδια και ηλεκτρόδια έναυσης καθώς και το αισθητήριο επιτήρησης της φλόγας. Η διαφορά έγκειται στο

σύστημα ελέγχου όπου διακρίνουμε τον επιτηρητή πίεσης αερίου, τον ρυθμιστή πίεσης αερίου και τον επιτηρητή πίεσης αέρα.

Τα λεβητοστάσια τα οποία χρησιμοποιούν φυσικό αέριο, πρέπει να αερίζονται καλά. Επιβάλλεται η δημιουργία θυρίδα αερισμού συγκεκριμένων ελάχιστων διαστάσεων, στο πιο ψηλό σημείο του λεβητοστασίου, ανάλογα με την ισχύ του καυστήρα. Από την θυρίδα αυτή το αέριο το οποίο τυχόν έχει διαρρεύσει θα οδηγηθεί και διαλυθεί στην ατμόσφαιρα. Στην περίπτωση που φυσικός αερισμός δεν είναι εφικτός τότε αναγκαστικά καταφεύγουμε στην λύση τεχνικού αερισμού. Ανεμιστήρας κατάλληλων προδιαγραφών συνεργάζεται με δίκτυο αεραγωγών και απάγει από το υψηλότερο σημείο την ποσότητα αερίου που έχει διαφύγει. Σε ορισμένες περιπτώσεις μεγάλης ισχύος η λειτουργία των ανεμιστήρων είναι συνδεδεμένη με την λειτουργία του καυστήρα.

Η σύνδεση του καυστήρα με το δίκτυο παροχής αερίου γίνεται με την χρησιμοποίηση αντικραδασμικού συνδέσμου για την απόσβεση τυχόν δονήσεων. Οποσδήποτε στην γραμμή τροφοδοσίας πρέπει να τοποθετηθεί χειροκίνητη βάνα μετά τον μετρητή αερίου και πριν την θέση σύνδεσης στον καυστήρα. Φίλτρο αερίου είναι προτιμότερο να τοποθετείται για την κατακράτηση τυχόν ακαθαρσιών ενώ επιβάλλεται η τοποθέτηση αυτόματης βαλβίδας με shut off. Προσοχή πρέπει να δοθεί στην επιλογή του μεγέθους του φίλτρου για να μην έχουμε υπερβολική πτώση πίεσης.

Η τεχνολογία συμπύκνωσης χρησιμοποιεί για τη παραγωγή θερμότητας επιπλέον την ενέργεια που απελευθερώνεται από τη συμπύκνωση των υδρατμών στα καυσαέρια. Στο λέβητα συμπύκνωσης οι υδρατμοί ψύχονται, συμπυκνώνονται και αποδεσμεύουν ένα πρόσθετο ποσοστό θερμότητας, τη λεγόμενη θερμότητα συμπύκνωσης ή λανθάνουσα θερμότητα. Οι συμβατικοί λέβητες δεν αξιοποιούν αυτήν την ενέργεια, που διαφεύγει ανεκμετάλλευτη από την καπνοδόχο. Στην Εικόνα 9.6.1 βλέπουμε μια σχηματική απεικόνιση του τρόπου λειτουργίας των λέβητων συμπύκνωσης.



Εικόνα 9.6.1 Λειτουργία λέβητα συμπύκνωσης φυσικού αερίου

Επιπρόσθετα, ο ηλεκτρονικά ελεγχόμενος και μεταβαλλόμενων στροφών ανεμιστήρας του λέβητα συμπίκνωσης, εγγυάται πάντα τέλεια καύση και μεγάλο βαθμό απόδοσης σε όλο το εύρος ισχύος του λέβητα. Ακόμη, οι γενικότερες απώλειες από την καμινάδα και τα τοιχώματα του λέβητα συμπίκνωσης είναι πολύ μικρότερες από εκείνες ενός συμβατικού λέβητα, λόγω της χαμηλότερης θερμοκρασίας (45-50°C) που βρίσκονται τα καυσαερίά του.

Φυσικό αέριο – Γενικά στοιχεία

Το φυσικό αέριο (Φ.Α) αποτελείται από μίγμα αερίων ενώσεων, κυρίως μεθάνιο (70%-90%) και αιθάνιο(5%-15%), ενώ περιέχονται και άλλα συστατικά σε μικρότερη αναλογία όπως προπάνιο, βουτάνιο κλπ Η σύσταση του δεν είναι σταθερή καθώς μεταβάλλεται ανάλογα με την προέλευση του.

Στην Ελλάδα το Φ.Α προέρχεται από δύο παροχές. Από την Ρωσία (αγωγός που διατρέχει όλη την Ελλάδα) και την Αλγερία από όπου παραλαμβάνεται σε υγροποιημένη μορφή στην Ρεβυθούσα Αττικής. Μέσω αγωγών μεγάλης διαμέτρου, το Φ.Α μεταφέρεται στις διάφορες περιοχές. Η πίεση στους αγωγούς αυτούς είναι μεγάλη και για αυτό τον λόγο σε κατάλληλες θέσεις σταδιακά η πίεση μειώνεται ενώ η διατομή των αγωγών γίνεται ολοένα και μικρότερη.

Σε όλο το μήκος του δικτύου υπάρχουν σταθμοί μέτρησης, ελέγχου και ρύθμισης των διάφορων παραμέτρων ώστε να εξασφαλίζεται ασφάλεια κατά την λειτουργία του δικτύου (αυτόματα ενεργοποιούμενες βάνες) και αξιοπιστία του δικτύου. Η πίεση στην οποία δουλεύουν οι οικιακές συσκευές θέρμανσης Φ.Α είναι 18-23 mbar με συνέπεια να υπάρχει πληθώρα συσκευών και αυτοματισμών ώστε να διατηρείται σταθερή η πίεση αυτή.

Ανάλογα με την προέλευση του Φ.Α μεταβάλλεται και η θερμογόνος δύναμη. Έτσι, η θερμογόνος δύναμη μεταβάλλεται μεταξύ 7.224Kcal και 11.266Kcal. Το Φ.Α είναι ένα αέριο το οποίο είναι ελαφρότερο σε σχέση με τον αέρα και λόγω της σύνθεσης του είναι φιλικό προς το περιβάλλον καθώς κατά την καύση του δεν παράγονται βλαβεροί ρύποι.

Λόγω της αέριας φάσης στην οποία βρίσκεται, ιδιαίτερη ευαισθησία πρέπει να δείχνεται σε θέματα ασφαλείας. Συγκέντρωση Φ.Α σε κλειστό χώρο παρουσία αέρα εγκυμονεί κινδύνους καθώς αν η συγκέντρωση του Φ.Α φτάσει ένα ορισμένο (κρίσιμο) σημείο το μίγμα γίνεται εκρηκτικό.

Ως πλεονεκτήματα του φυσικού αερίου μπορούμε να αναφέρουμε τα εξής:

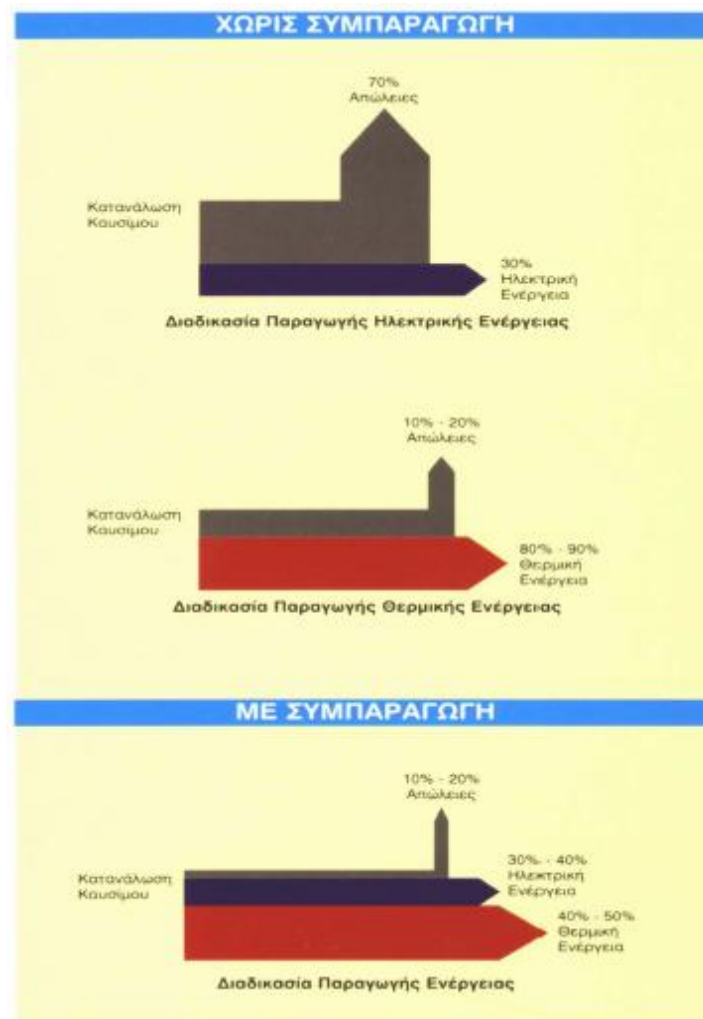
1. Το κόστος χρήσης του φυσικού αερίου είναι σαφώς μικρότερο από αυτό του πετρελαίου (σημερινές τιμές).
2. Δεν υπάρχει ανάγκη αποθήκευσης του αερίου συνεπώς δεν χρειαζόμαστε δεξαμενές που και κινδύνους εγκυμονούν και δεσμεύουν πολύτιμο χώρο.
3. Οι συσκευές που καίνε φυσικό αέριο είναι απλές στην κατασκευή και λόγω της έλλειψης οξειδωτικών στοιχείων στα καυσαερία, καταπονούνται λιγότερο.
4. Η καύση του Φ.Α είναι σχεδόν αθόρυβη (στις οικιακές εφαρμογές τουλάχιστον και σε σχέση με την καύση πετρελαίου).
5. Το φυσικό αέριο σε περίπτωση διαρροής διαφεύγει προς την ατμόσφαιρα και διαλύεται.
6. Συσκευές που καίνε Φ.Α με μικρή μετατροπή μπορούν να χρησιμοποιήσουν και άλλα αέρια καύσιμα υπό προϋποθέσεις (πχ υγραέριο- αλλαγή μπέκ).

7. Η συντήρηση του εξοπλισμού αερίου είναι λιγότερο δαπανηρή και επίπονη καθώς κυρίως έγκειται στον έλεγχο των αυτοματισμών ασφαλείας και λειτουργίας.

9.7 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΙΚΡΟ – ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

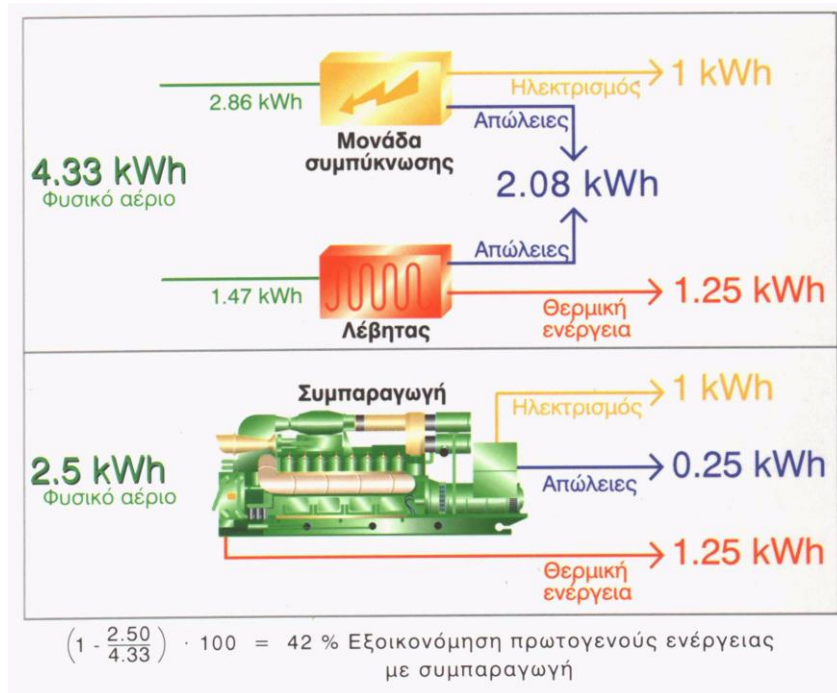
Συμπααραγωγή είναι η συνδυασμένη παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής και θερμικής ενέργειας από την ίδια αρχική πηγή ενέργειας. Η ιδέα της συμπααραγωγής είναι αρκετά παλαιά και αναπτύχθηκε λόγω του χαμηλού βαθμού απόδοσης των συμβατικών συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής. Τα συστήματα συμπααραγωγής έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό τους την ανάκτηση του μεγαλύτερου μέρους της παραγόμενης θερμικής ενέργειας, η οποία αν δεν μεσολαβήσει κάποια άλλη διεργασία, αποτελεί απλώς απώλεια προς το περιβάλλον, επιτυγχάνοντας με τον τρόπο αυτόν εξοικονόμηση πόρων και βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Κάτω από προϋποθέσεις η οικονομία που επιτυγχάνεται με την επιλογή της λύσης της Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού - Θερμότητας (Σ.Η.Θ.) στο συνολικό ενεργειακό κόστος, μπορεί να είναι ιδιαίτερα αξιόλογη στις περιπτώσεις εκείνες, που απαιτούνται ταυτοχρόνως μεγάλες ποσότητες θερμικών και ηλεκτρικών φορτίων. Η υψηλή ενεργειακή απόδοση των συστημάτων συμπααραγωγής έχει ως εύλογο αποτέλεσμα την υψηλή οικονομική τους απόδοση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι η εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων, κυρίως σε βιομηχανικές εφαρμογές, μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του ενεργειακού κόστους έως και 40% (Εικόνα 9.7.1), ενώ η περίοδος αποπληρωμής τους κυμαίνεται από 3 έως 5 έτη. Όταν λειτουργούν παράλληλα με το ηλεκτρικό δίκτυο, τα συστήματα συμπααραγωγής εξασφαλίζουν υψηλή αξιοπιστία παροχής ηλεκτρικής ενέργειας. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για καταναλωτές με απαίτηση συνεχούς και απρόσκοπτης παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, όπως είναι οι βιομηχανίες αλλά και κτιριακά συγκροτήματα όπως τα νοσοκομεία. Αν μάλιστα χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη το φυσικό αέριο, τότε η Σ.Η.Θ. προκύπτει ως ένας από τους οικονομικότερους και αποδοτικότερους τρόπους μείωσης του ενεργειακού κόστους μιας διεργασίας (Εικόνα 9.7.2).



Εικόνα 9.7.1 (Πηγή: aix.meng.auth.gr/lhtee/education/IAxBE7.pdf)

Η εμπειρία στις χώρες της Ε.Ε., αλλά και από τις πρώτες ελληνικές επιχειρήσεις που από το 1999 χρησιμοποιούν συστήματα Σ.Η.Θ. με φυσικό αέριο, έχουν δείξει ότι οι ενεργειακές δαπάνες παρουσιάζουν σημαντική μείωση, εφόσον καλύπτονται ανάγκες για θέρμανση χώρων, θερμικά φορτία παραγωγικών διαδικασιών και ηλεκτρισμού και οι ώρες λειτουργίας υπερβαίνουν τις 4.500 ετησίως.



Εικόνα 9.7.2 (Πηγή: aix.meng.auth.gr/lhtee/education/IAxBE7.pdf)

Στη περίπτωση του κτιρίου που εξετάζουμε θα αναφερθούμε μόνο στη περίπτωση της μικρο-συμπαγωγής ή m-CHP (Εικόνα 9.7.3).

Με τον όρο αυτόν θα εννοούμε την συμπαγωγή μικρής (≤ 1 MWe) και πολύ μικρής (≤ 50 kWe) κλίμακας με σκοπό την ικανοποίηση οικονομικά δικαιολογημένης, ταυτόχρονης ζήτησης για ηλεκτρισμό, θέρμανση ή/και ψύξη (τριπαραγωγή), βασικά ζήτησης που δεν υπερβαίνει τις υπάρχουσες ανάγκες θέρμανσης ή/και ψύξης σπιτιών και μεγαλύτερων κτιρίων ή συγκροτημάτων, και η οποία διαφορετικά θα ικανοποιείτο, σύμφωνα με τις συνθήκες της αγοράς, από διαδικασίες παραγωγής χρήσιμων μορφών ενέργειας διαφορετικές από τη συμπαγωγή. Επιπλέον, είναι χρήσιμο να περιοριστούμε σε τυποποιημένες μονάδες συμπαγούς τύπου (όλα τα εξαρτήματα βρίσκονται εντός σταθερού περιβλήματος που περιλαμβάνει και την ακουστική μόνωση) διότι:

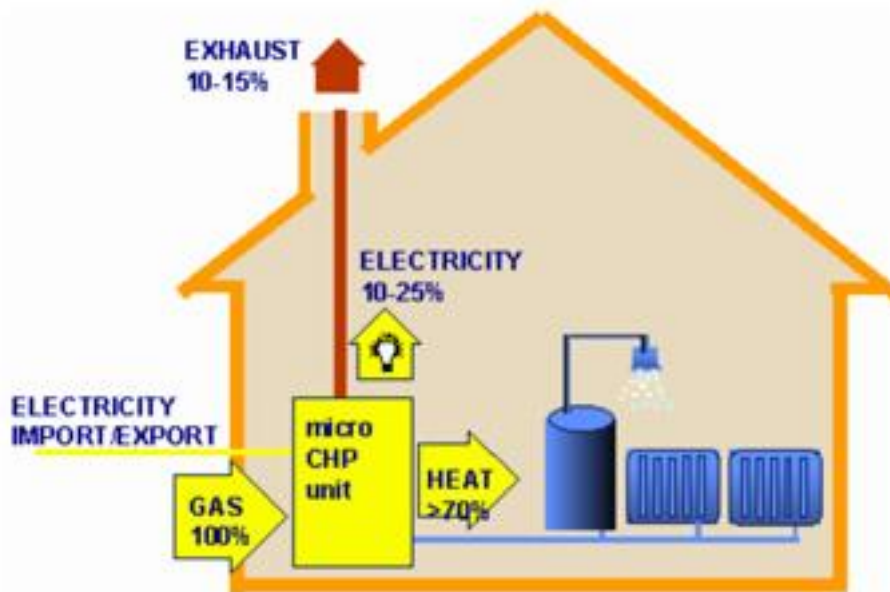
α) Σύμφωνα με το αρθ.10 του Ν.3734, για αυτές χορηγείται έγκριση τύπου μονάδας στους κατασκευαστές ή τους εισαγωγείς από τον αρμόδιο πιστοποιημένο φορέα για εξοικονόμηση ενέργειας. Με το ίδιο δε άρθρο, απαλλάσσονται από την υποχρέωση λήψης αδειών παραγωγής, εγκατάστασης και λειτουργίας.

β) Είναι εύκολη η εγκατάστασή τους και η σύνδεσή τους με τα υπάρχοντα δίκτυα κεντρικής θέρμανσης και ηλεκτρισμού των κτιρίων.

γ) Οι κατασκευαστές/εισαγωγείς αναπτύσσουν δίκτυα ειδικά εκπαιδευμένων συντηρητών. Οι απαιτήσεις για εκπαίδευση των χρηστών είναι περιορισμένες.

Τα σημερινά συστήματα μικρο-συμπαγωγής περιλαμβάνουν ένα κινητήρα για την οδήγηση της γεννήτριας που είναι στις περισσότερες περιπτώσεις Μηχανή Εσωτερικής Καύσης (ΜΕΚ) με καύσιμο φυσικό αέριο. Φυσικά είναι τεχνικά δυνατή η χρήση μηχανών diesel όπου δεν φθάνουν τα δίκτυα φυσικού αερίου και ταυτόχρονα είναι εξασφαλισμένη η οικονομική βιωσιμότητα του

εγχειρήματος. Πάντως οι διαθέσιμες τεχνολογίες παραγωγής μηχανικής ισχύος περιλαμβάνουν ακόμα τις μηχανές Stirling, τους μικροστρόβιλους (micro & mini turbines), και τον οργανικό κύκλο Rankine. Στην περίπτωση των ΜΕΚ και των μικροστρόβιλων, ο δρομέας της στρεφόμενης γεννήτριας βρίσκεται στην προέκταση του άξονα της μηχανής (π.χ. στροφαλοφόρου), ενώ για την εξυπηρέτηση των θερμικών ή/και των ψυκτικών φορτίων αξιοποιούνται το υγρό του συστήματος ψύξης και η θερμότητα των καυσαερίων. Σ' αυτά πρέπει να προστεθεί και η εναλλακτική των κυψελών καυσίμου (fuel cells) τα οποία μετατρέπουν χημική ενέργεια απευθείας σε ηλεκτρική χωρίς να μεσολαβήσει καύση και ταυτόχρονα εκλύουν θερμότητα ως παραπροϊόν.



Εικόνα 9.7.3 Μικρο - Συμπαραγωγή (Πηγή: ΔΕΣΜΗΕ)

Οι υπάρχουσες σήμερα στο εμπόριο μονάδες μικρο-συμπαγωγής έχουν το μέγεθος ενός συμβατικού λέβητα αντίστοιχης ισχύος τον οποίο και συνήθως αντικαθιστούν, ενώ παράγουν συγκρίσιμα επίπεδα θορύβου ή κραδασμών. Με την απαραίτητη τεχνικοοικονομική μελέτη αξιολόγησης της επένδυσης, επιλέγεται η καταλληλότερη τεχνολογία και τρόπος λειτουργίας για την κάθε περίπτωση, όμως η γενική ιδέα παραμένει η ίδια: παραγωγή θερμού νερού για κοινή οικιακή χρήση και για την κεντρική θέρμανση τον χειμώνα, παραγωγή ψύξης, είτε για κλιματισμό μόνο το καλοκαίρι, είτε για την εξυπηρέτηση ψυκτικών φορτίων όλο τον χρόνο (π.χ. ψυγεία), και ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρισμού είτε για εσωτερική κατανάλωση, είτε για πώληση στο δίκτυο. Είναι πάντως σαφές ότι η οικονομική επιτυχία του έργου και το μέγεθος του οφέλους, εξαρτώνται από τα σχετικά κόστη του εξοπλισμού μονάδας μικρο-συμπαγωγής – συμβατικού λέβητα (αρχική αγορά, συντήρηση, διάρκεια ζωής), από τις τιμές αγοράς από το δίκτυο και πώλησης στο δίκτυο της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, από τις συνολικές ώρες λειτουργίας μέσα σε ένα έτος και από τις τιμές των καυσίμων. Για τις χρήσεις ορυκτών καυσίμων με αυτές τις τεχνολογίες φαίνεται ένα παράθυρο ευκαιρίας ίσως 30 χρόνων, ενώ αναμένεται να παραμείνουν συμφέρουσες για μεγαλύτερο διάστημα εφαρμογές χρήσης Βιομάζας ή Βιοκαυσίμων.

Πέρα από τα οικονομικά οφέλη σε επίπεδο ενός σπιτιού, μιας πολυκατοικίας ή ενός μεγαλύτερου συγκροτήματος κατοικιών ή επαγγελματικών χώρων, ενός νοσοκομείου ή ενός

εμπορικού κέντρου όπου ένα σύστημα μικρο-συμπαγωγής μπορεί να εγκατασταθεί, υπάρχουν και γενικότερα οφέλη για το κοινωνικό σύνολο που βρίσκονται σε συμφωνία με τις επιδιώξεις για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, την οικονομική ανταγωνιστικότητα και τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου:

α) Ο πρωταρχικός σκοπός ύπαρξης ενός τέτοιου συστήματος ΣΗΘΥΑ, όπως και η λειτουργία των απλών λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού τα οποία καλείται να αντικαταστήσει, είναι η κάλυψη των αναγκών για θέρμανση ή ψύξη. Με την κατανάλωση της ίδιας ή λίγο μεγαλύτερης ποσότητας καυσίμου, παράγεται ως παραπροϊόν και ηλεκτρισμός “χαμηλού ίχνους άνθρακα”. Επιπλέον, οι ώρες της ημέρας κατά τις οποίες λειτουργεί πιο έντονα, συμπίπτουν με τις ώρες αιχμής του συστήματος. Έτσι αντικαθιστά ένα μέρος από την ηλεκτρική ενέργεια που θα παραγόταν από θερμικές μονάδες ορυκτών καυσίμων για την ικανοποίηση της ζήτησης αιχμής. Εκτιμάται ότι συνολικά μπορεί να αποφευχθεί η εκπομπή 1 ως 2 τόνων CO₂ το χρόνο ανά εγκατάσταση συστήματος μικρο-συμπαγωγής.

β) Η παραγωγή ηλεκτρισμού έρχεται δίπλα στην κατανάλωση μειώνοντας τις απώλειες πάνω στα καλώδια μεταφοράς.

γ) Λόγω αυτής της εγγύτητας στην κατανάλωση και του προφίλ της παραγωγής ηλεκτρισμού (λειτουργία κατά τις ώρες αιχμής), σε περίπτωση μαζικών εγκαταστάσεων μεγάλου αριθμού τέτοιων μονάδων μειώνεται η ανάγκη για επενδύσεις σε υποδομές (δίκτυα μεταφοράς και θερμικές μονάδες παρακολούθησης αιχμών).

9.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ Ή /ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Ηλιακοί συλλέκτες για κάλυψη ΖΝΧ

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) θερμοσιφωνικά συστήματα,
- έως τα πιο αποδοτικά, σύνθετα και πιο δαπανηρά συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

Οι διαφορετικές τεχνολογίες ηλιακών συλλεκτών είναι:

Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα: Είναι απλοί και οικονομικοί. Αποτελούνται από μαύρους πλαστικούς ή μεταλλικούς σωλήνες -χωρίς μόνωση-μέσα στους οποίους κυκλοφορεί το υγρό. Η μέγιστη θερμοκρασία που επιτυγχάνεται είναι 20oC πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Επίπεδοι συλλέκτες: Είναι ο πιο διαδεδομένος τύπος ηλιακού συλλέκτη. Αποτελείται από επίπεδο μονωμένο πλαίσιο, το οποίο καλύπτεται από τη μια πλευρά με διαφανές κάλυμμα από τζάμι ή πλαστικό. Το πλαίσιο περιέχει μια μαύρη/σκουρόχρωμη πλάκα που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Το ρευστό μεταφοράς θερμότητας κυκλοφορεί μέσα ή πάνω από την απορροφητική

πλάκα μεταφέροντας τη θερμότητα. Η θερμοκρασία που παράγεται μπορεί να φτάσει ως 70oC πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Σωλήνες κενού: Αποτελούνται από σειρά γυάλινων σωλήνων κενού. Ο κάθε σωλήνας περιέχει έναν απορροφητή (π.χ. μια μαύρη μεταλλική πλάκα) που απορροφά την ηλιακή ενέργεια. Λόγω της μονωτικής ιδιότητας του κενού η θερμοκρασία που παράγεται μπορεί να φτάσει ως 100oC πάνω από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Ο Πίνακας 9.8.1 συγκρίνει τις παραπάνω τεχνολογίες όσον αφορά τις παραμέτρους κόστος, μέγιστη θερμοκρασία, απόδοση και χρήση.

Πίνακας 9.8.1 Σύγκριση τεχνολογιών ηλιακών συλλεκτών (Πηγή: ΚΑΠΕ)

Τεχνολογία Συλλέκτη	Κόστος	Μέγιστη παραγόμενη θερμοκρασία	Απόδοση kWh/m ² /χρόνο	Τυπική χρήση
Χωρίς κάλυμμα	Χαμηλό	20 °C	300	Θέρμανση πισίνας
Επίπεδος συλλέκτης (μαύρη μπογιά)	Μεσαίο	70°C	650	Θέρμανση Πισίνας Θέρμανση Χώρου ΖΝΧ
Επίπεδος συλλέκτης (Επιλεκτικός Απορροφητής)	Μεσαίο		700	ΖΝΧ Θέρμανση χώρου Ηλ. κλιματισμός
Συλλέκτες κενού	Υψηλό	100°C	850	Ηλ. κλιματισμός Βιομηχανικές εφαρμογές

Η βέλτιστη κλίση των συλλεκτών, εκτός από τη γεωγραφική περιοχή, εξαρτάται και από την εφαρμογή για την οποία προορίζονται.

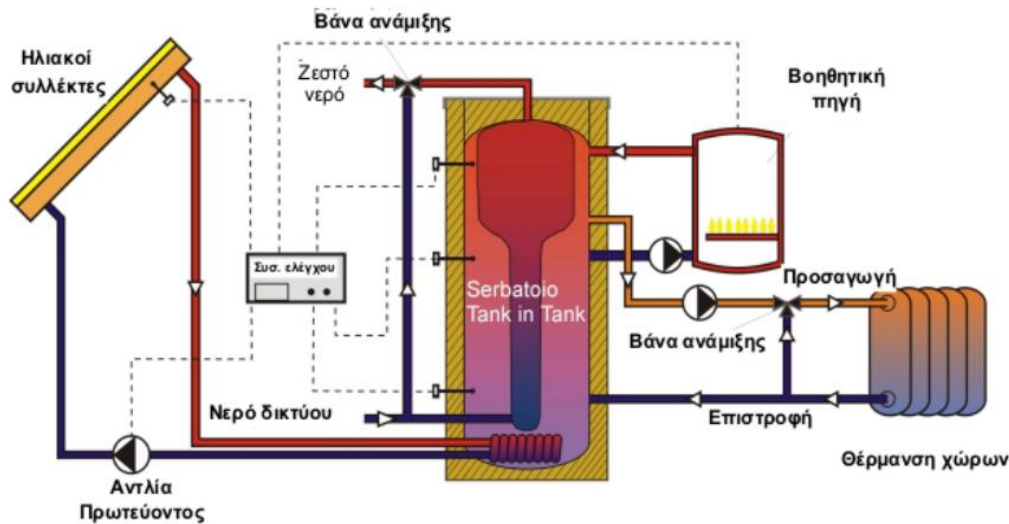
- Βέλτιστη κλίση για χειμερινή λειτουργία: γεωγραφικό πλάτος της περιοχής + 15°
- Βέλτιστη κλίση για θερινή λειτουργία: γεωγραφικό πλάτος της περιοχής - 15°
- Βέλτιστη κλίση για ετήσια λειτουργία: κλίση της επιφάνειας πρέπει να είναι ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Ηλιακοί Συλλέκτες για παραγωγή ΖΝΧ και θέρμανση χώρων

Τα ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ΖΝΧ 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 7 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 m² επίπεδοι επιλεκτικοί συλλέκτες για 100 m² οικία).

Τα πλεονεκτήματα από τη χρήση ενός τέτοιου συστήματος είναι τα ακόλουθα:

- Απλό: Το σύστημα είναι απλό και λειτουργεί όπως ένα κεντρικό ηλιακό σύστημα βεβαιωμένης κυκλοφορίας.
- Οικονομικό: Έχει μικρότερο κόστος συγκριτικά με άλλα πολύπλοκα συστήματα υποβοήθησης θέρμανσης και ξεχωριστής διαχείρισης νερού χρήσης.
- Εύκολο στην τοποθέτηση: Σε έναν εύρηστο 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 CO₂ και αερίων του θερμοκηπίου.

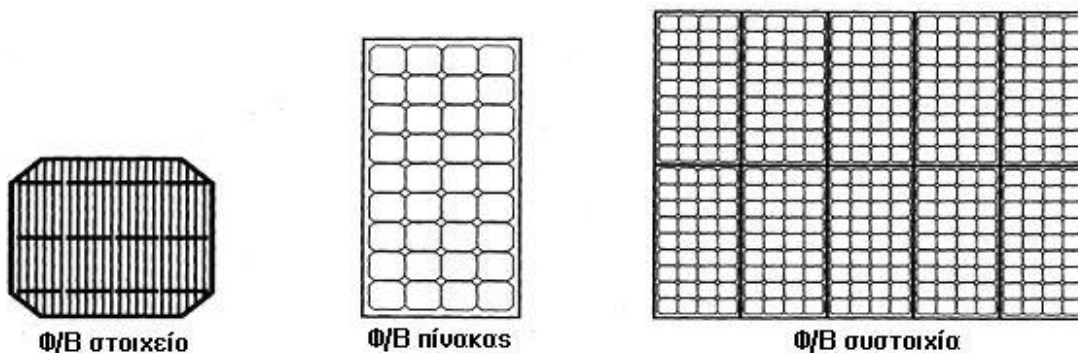
9.9 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο αφορά τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το φωτοβολταϊκό φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 από τον Εντμόντ Μπεκερέλ (Alexandre-Edmond Becquerel). Περιληπτικά πρόκειται για την απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από τα ηλεκτρόνια των ατόμων του φωτοβολταϊκού στοιχείου και την απόδραση των ηλεκτρονίων αυτών από τις κανονικές τους θέσεις με αποτέλεσμα την δημιουργία ρεύματος. Το ηλεκτρικό πεδίο που προϋπάρχει στο φωτοβολταϊκό στοιχείο οδηγεί το ρεύμα στο φορτίο.

Τι είναι τα Φωτοβολταϊκά

Ο όρος φωτοβολταϊκά αποτελεί μετάφραση του αγγλικού photovoltaic. Ο όρος αυτός χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά το 1890 έχοντας σαν συνθετικά τις λέξεις : photo από την ελληνική λέξη Φως και volt η οποία συνδέεται με την πρωτόπορο στην ανάπτυξη του ηλεκτρισμού Alesssandro Volta. Αναφέρεται δηλαδή στον ηλεκτρισμό από το φως. Αυτό ακριβώς κάνουν τα φωτοβολταϊκά υλικά, μετατρέπουν την ενέργεια του φωτός σε ηλεκτρική ενέργεια (Φωτοηλεκτρικό φαινόμενο), όπως ανακάλυψε ο Edmond Becquerel το 1939.



Τα μεμονωμένα *φωτοβολταϊκά στοιχεία* (PV cells), κοινώς γνωστά σαν ηλιακά στοιχεία / κυψέλες (solar cells) είναι συσκευές που παράγουν ηλεκτρισμό κατασκευασμένες από ημιαγωγικά υλικά. Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία φτάνονται σε διάφορες μεγέθη και σχήματα, από μικρότερα του ενός γραμματοσήμου μέχρι αρκετά εκατοστά. Συχνά συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας του *φωτοβολταϊκούς πίνακες*, οι οποίοι με τη σειρά τους συχνά συνενώνονται σε *φωτοβολταϊκές συστοιχίες* διαφόρων μεγεθών και ισχύος εξόδου.

Το μέγεθος μιας φωτοβολταϊκής συστοιχίας εξαρτάται από μια πληθώρα παραγόντων, όπως η ποσότητα του ηλιακού φωτός που είναι διαθέσιμη σε μια δεδομένη τοποθεσία και τις ενεργειακές απαιτήσεις του καταναλωτή. Οι φωτοβολταϊκή πίνακες της συστοιχίας αποτελούν το κύριο μέρος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος, το οποίο μπορεί να περιλαμβάνει ακόμη ηλεκτρικές συνδέσεις, μηχανισμούς στήριξης, ρυθμιστές ενέργειας και μπαταρίες για τις περιπτώσεις όπου απαιτείται ενέργεια όταν ο ήλιος έχει δύσει.

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα είναι ήδη μέρος της καθημερινής μας ζωής. Απλά Φ/Β συστήματα παρέχουν ενέργεια για μικρές συσκευές όπως υπολογιστές τσέπης και ρολόγια χειρός. Πιο πολύπλοκα Φ/Β σύστημα χρησιμοποιούνται για να τροφοδοτήσουν με ενέργεια τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους, αντλίες νερού, συσκευές, μηχανές καθώς τα σπίτια και

τους χώρους εργασίας αρκετών ανθρώπων. Πολλά επίσης φώτα δρόμων και τηλεφωνικοί θάλαμοι τροφοδοτούνται με ενέργεια από Φ/Β συστήματα. Σε πολλές περιπτώσεις η ενέργεια από τα Φ/Β συστήματα αποτελεί την φθηνότερη λύση για ηλεκτρική ενέργεια.

Είδη Φωτοβολταϊκών

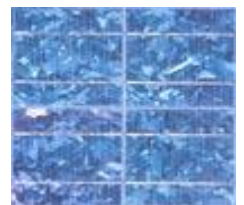
Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου

Κατασκευάζονται από κυψέλες που έχουν κοπεί από ένα κυλινδρικό κρύσταλλο πυριτίου. Αποτελούν τα πιο αποδοτικά φωτοβολταϊκά με αποδόσεις της τάξεως του 15%. Η κατασκευή τους όμως είναι πιο πολύπλοκη γιατί απαιτεί την κατασκευής του μονοκρυσταλλικού πυριτίου με αποτέλεσμα το υψηλότερο κόστος κατασκευής.



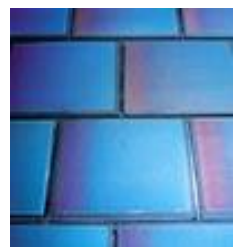
Πολυκρυσταλλικό Πυριτίου

Τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά κατασκευάζονται από ράβδους λιωμένου και επανακρυσταλλομένου πυριτίου. Για την παραγωγή τους οι ράβδοι του πυριτίου κόβονται σε λεπτά τμήματα από τα οποία κατασκευάζεται η κυψέλη του φωτοβολταϊκού. Η διαδικασία κατασκευής τους είναι απλούστερη από εκείνη των μονοκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών με αποτέλεσμα το φθηνότερο κόστος παραγωγής. Παρουσιάζουν όμως σε γενικές γραμμές μικρότερη απόδοση της τάξεως του 12%.



Άμορφου Πυριτίου

Τα φωτοβολταϊκά αυτής της κατηγορίας αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα πυριτίου που έχει εναποτεθεί ομοιόμορφα σε κατάλληλο υπόβαθρο. Σαν υπόβαθρο μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια μεγάλη γκάμα υλικών από δύσκαμπτα μέχρι ελαστικά με αποτέλεσμα να βρίσκει μεγαλύτερο εύρος εφαρμογών, ιδιαίτερα σε καμπύλες ή εύκαμπτες επιφάνειες. Ενώ το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, εντούτοις η φωτοβολταϊκή απόδοση του είναι του μικρότερη των κρυσταλλικών, περίπου 6%. Το φθινό όμως κόστος κατασκευής τους τα κάνει ιδανικά σε εφαρμογές όπου δεν απαιτείται υψηλή απόδοση.



Άλλα είδη

Μια σειρά από νέα υλικά που μπορούν να παραχθούν με φθηνότερες διαδικασίες από το κρυσταλλικό πυρίτιο όπως το CdTe και το CIS έχουν αρχίσει να χρησιμοποιούνται σε φωτοβολταϊκά συστήματα.

Τα φωτοβολταϊκά μαζί με τα αιολικά και τα ηλιακά συστήματα αποτελούν από τις πλέον διαδεδομένες τεχνολογίες αξιοποίησης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, των οποίων η εφαρμογή πολλές φορές έρχεται αντιμέτωπη με πολλά προβλήματα λόγω της ισχύουσας νομοθεσίας.

Το Υπουργείο Περιβάλλοντος προωθώντας την χρήση των ΑΠΕ έδωσε την δυνατότητα σε αρκετούς ιδιώτες να πραγματοποιήσουν επενδύσεις αξιοποιώντας τις παραπάνω τεχνικές.

1. Αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Σήμερα υπάρχει πληθώρα μικρών φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κεραίες τηλεπικοινωνιακών σταθμών, φάρους, μετεωρολογικούς σταθμούς, υπαίθρια φωτιστικά σώματα και άλλα τα οποία καθίστανται ενεργειακά αυτόνομα δηλαδή δεν είναι συνδεδεμένα με κάποιο δίκτυο. Βέβαια

υπάρχουν συστοιχίες συσσωρευτών, οι οποίες αποθηκεύουν την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια, ενώ σε περίπτωση που υπάρχουν φορτία εναλλασσόμενου ρεύματος θα πρέπει να υπάρχει ένας αντιστροφέας στο σύστημα, ο οποίος θα μετατρέπει την συνεχή σε εναλλασσόμενη τάση. Όταν τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα συνδυασθούν και με άλλη ανανεώσιμη ή συμβατική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας (ανεμογεννήτρια, ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, κ.λ.π.) τότε χαρακτηρίζονται σαν υβριδικά.

Τα αυτόνομα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούνται από:

Φωτοβολταϊκά πλαίσια

Παράγουν απευθείας από τον ήλιο συνεχές ρεύμα (DC). Η τάση και η ισχύς τους συστήματος εξαρτώνται από τον αριθμό των φωτοβολταϊκών πλαισίων που συνδέθηκαν (στη σειρά ή παράλληλα).

Ρυθμιστής φόρτισης

Πρόκειται για μία ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου της φόρτισης και εκφόρτισης του συσσωρευτή. Είναι απαραίτητη συσκευή για την μακροχρόνια χρήση του συσσωρευτή και την σωστή λειτουργία του. Οι περισσότεροι ρυθμιστές φόρτισης διαθέτουν οθόνη με όλες τις πληροφορίες του συστήματος.

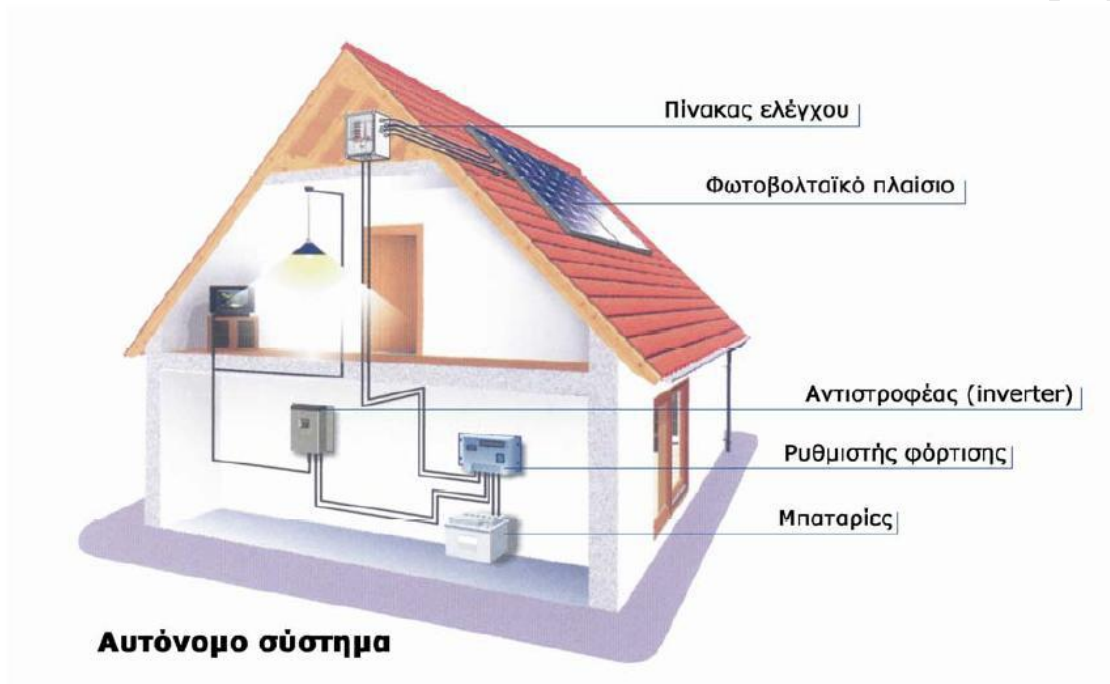
Συσσωρευτής

Αποθηκεύει την παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ή τις ανεμογεννήτριες και την διαθέτει μόλις η κατανάλωση το απαιτήσει.

Ανάλογα με την χωρητικότητα του εξαρτάται και η αυτονομία του συστήματος η οποία υπολογίζεται συνήθως για 3-4 ημέρες για τα δεδομένα της Ελλάδας. Ο συσσωρευτής αποτελείται από στοιχεία τα οποία, συνδεδεμένα στη σειρά ή παράλληλα, αποδίδουν την ονομαστική ισχύ και τάση του.

Μετατροπέας

Συνδέεται με τον συσσωρευτή και μετατρέπει το ρεύμα από συνεχές σε εναλλασσόμενο για κάθε χρήση. Η ισχύς του μετατροπέα εξαρτάται από την ισχύ των συσκευών που θα τροφοδοτούνται. Δεν έχει σημασία πόσες συσκευές θα συνδεθούν ταυτόχρονα, αρκεί η ισχύς όλων των συσκευών που λειτουργούν ταυτόχρονα να μην ξεπερνά την επιτρεπόμενη ισχύ του μετατροπέα τάσης.



Εικόνα 9.9.1: Λειτουργία αυτόνομου φωτοβολταϊκού συστήματος (Πηγή ΣΕΦ 2006)

Ένα αυτόνομο ΦΒ σύστημα πολλές φορές η μόνη λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας όταν δεν είναι δυνατή ή οικονομική η σύνδεση με το δίκτυο της ΔΕΗ. Παλαιότερα ένα τέτοιο σύστημα είχε απαγορευτικό κόστος. Σήμερα όμως με τα κόστη των ΦΒ πάνελ να μειώνονται, και με την τεχνολογία των μπαταριών να βελτιώνεται συνεχώς, το αυτόνομο ΦΒ σύστημα γίνεται ολοένα και πιο ελκυστικό.

Ο σχεδιασμός ενός αυτόνομου συστήματος αποτελεί σύνθετο πρόβλημα, και πρέπει να γίνεται από εξειδικευμένους μηχανικούς, καθώς λανθασμένος σχεδιασμός θα οδηγήσει όχι σε μειωμένα έσοδα, αλλά σε έλλειψη ενέργειας. Οι παράμετροι που πρέπει να έχει στη διάθεσή του ο μηχανικός είναι:

- θέση έργου
- φορτία κατανάλωσης
- ώρες αυτονομίας
- εποχή που απαιτείται η αυτονομία

Στο υπό μελέτη κτήριο θα εξεταστεί η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών ως συνδεδεμένο σύστημα καθώς επιλέξαμε σε αυτό το σημείο να εξετάσουμε την εγκατάσταση με επενδυτικά κριτήρια.

2. Διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα.

Στα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα, η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια, τροφοδοτεί τα ηλεκτρικά φορτία και η περίσσεια ηλεκτρικής ενέργειας, εφ' όσον υπάρχει, διαβιβάζεται και πωλείται στο δίκτυο. Στις περιπτώσεις όμως που η ενέργεια από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια δεν επαρκεί για να καλύψει τα φορτία, τότε το δίκτυο παρέχει τη συμπληρωματική ενέργεια. Έτσι στα διασυνδεδεμένα συστήματα υπάρχουν δύο

μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Ο ένας μετράει την ενέργεια που δίνεται στο δίκτυο και ο άλλος την ενέργεια που παρέχει το δίκτυο. Επίσης, στη περίπτωση των διασυνδεδεμένων συστημάτων δεν απαιτείται χρήση συσσωρευτών, γεγονός που ελαττώνει το αρχικό κόστος της εγκατάστασης καθώς και το κόστος συντήρησης.

Τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα δεν διαθέτουν συσσωρευτή, λειτουργούν μόνο ταυτόχρονα με άλλη πηγή ρεύματος και δεν προσφέρουν αυτονομία σε περίπτωση διακοπής ρεύματος. Αποτελούνται από:

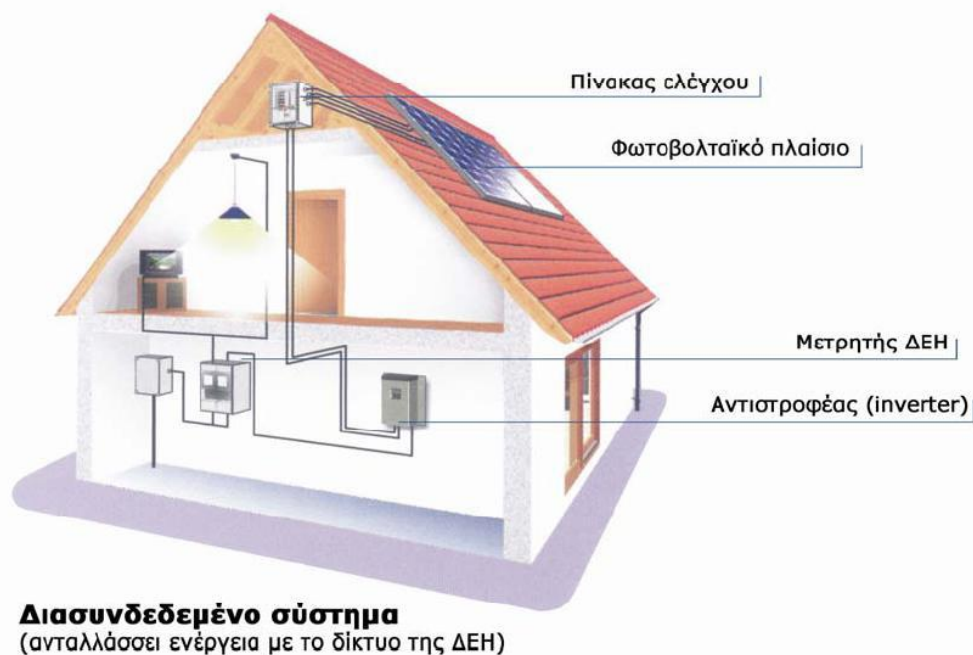
Φωτοβολταϊκά πλαίσια

Συνδέονται στη σειρά σε ομάδες. Η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στον μετατροπέα του συστήματος.

Μετατροπέας δικτύου

Ο μετατροπέας σε αυτή την περίπτωση μετατρέπει το συνεχές ρεύμα των φωτοβολταϊκών σε εναλλασσόμενο και συνδέεται με το δίκτυο μέσω του ηλεκτρικού πίνακα.

Στην περίπτωση του αυτοπαραγωγού, η ενέργεια αυτοκαταναλώνεται από τις συσκευές της κατανάλωσης και αν υπάρχει περίσσεια ενέργειας, τότε διοχετεύεται στο δίκτυο. Στην περίπτωση του ανεξάρτητου παραγωγού, η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο.



Εικόνα 9.9.2: Λειτουργία διασυνδεδεμένου φωτοβολταϊκού συστήματος (Πηγή ΣΕΦ 2006)

Για να διαπιστωθεί εάν ένα κτήριο είναι κατάλληλο να δεχτεί φωτοβολταϊκά, θα πρέπει να πληροί τις ακόλουθες προϋποθέσεις:

- Να υπάρχει επαρκής ελεύθερος και ασκίαστος χώρος. Ένας πρόχειρος κανόνας είναι ότι χρειάζονται 1-1,5 m² για κάθε 100 Watt (για τα συνηθισμένα κρυσταλλικά φωτοβολταϊκά του εμπορίου). Χρειάζεται περίπου 7-10 m²/kWp για κεραμοσκεπή και 15 m²/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.
- Τα φωτοβολταϊκά έχουν τη μέγιστη απόδοση όταν έχουν νότιο προσανατολισμό. Αποκλίσεις από το Νότο είναι επιτρεπτές, μειώνουν όμως την απόδοση.
- 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°.

Τα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο φωτοβολταϊκά συστήματα χωρίζονται σε κατηγορίες σε σχέση με τα συστήματα στήριξης:

- Στήριξη με σταθερό σύστημα στο έδαφος.
- Στήριξη με σταθερό σύστημα σε επικλινή στέγη.
- Στήριξη με σταθερό σύστημα σε επίπεδη οροφή κτιρίου

Τα διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά συστήματα αποτελούν ισχυρό εκπρόσωπο των ΑΠΕ στον τομέα της εξοικονόμησης ενέργειας κτιρίων και ιδιαίτερα σε αστικό περιβάλλον. Η εύκολη ενσωμάτωση τέτοιων συστημάτων στην κτιριακή δομή αποτελεί πλεονέκτημα σε σχέση με τις υπόλοιπες ΑΠΕ και δύναται να παράσχει πολλαπλά οφέλη, πέραν της εξοικονόμησης ενέργειας, όπως η μείωση της ισχύος αιχμής, η σκίαση χώρων και η αναβάθμιση της εξωτερικής αισθητικής του κτιρίου.

Σε ότι αφορά το κόστος των φωτοβολταϊκών πλαισίων, ιστορικά αυτό μειώνεται κατά 4-5% ετησίως την τελευταία εικοσαετία. Κάθε φορά που διπλασιάζεται η συνολική εγκατεστημένη ισχύς, έχουμε μείωση του κόστους κατά 18%, με αποτέλεσμα σήμερα οι τιμές των να κυμαίνονται σε τέτοια επίπεδα που να τα καθιστούν ελκυστική λύση για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ακόμη και σε εφαρμογές διασυνδεδεμένων συστημάτων.

10. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Για τη διενέργεια της οικονομικής αξιολόγησης των ενεργειακών επεμβάσεων χρησιμοποιήθηκαν τα αποτελέσματα της ενεργειακής επιθεώρησης του κτηρίου από την μεταπτυχιακή εργασία «Τεχνική αξιολόγηση ενεργειακών επεμβάσεων σε διώροφη πολυκατοικία με τη χρήση του λογισμικού TEE-KENAK».

Στην Ενότητα 7 έχει περιγραφεί η μεθοδολογία η οποία ακολουθήθηκε με τη βοήθεια του υπολογιστικού εργαλείου excel καθώς και τα διάφορα οικονομικά κριτήρια που κρίνεται σκόπιμο να αξιολογηθούν. Στις παρακάτω προτεινόμενες επεμβάσεις εξετάστηκαν τα κριτήρια της Περιόδου αποπληρωμής της επένδυσης, της Καθαρής Παρούσας Αξίας (NPV) και του Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (IRR).

Πέραν των μεμονομένων επεμβάσεων που παρουσιάστηκαν στην Ενότητα 9 θα εξεταστούν και κάποιοι συνδυασμοί των προτεινόμενων επεμβάσεων έτσι ώστε να εξεταστεί η μεγαλύτερη δυνατότητα ενεργειακής αναβάθμισης του υπό μελέτη κτηρίου εξετάζοντας ταυτόχρονα τη οικονομική βιωσιμότητα των επιλεγμένων επεμβάσεων συνδυαστικά.

Η οικονομική αξιολόγηση η οποία πραγματοποιήθηκε βασίστηκε σε μια αρκετά συντηρητική εκτίμηση για την ετήσια αύξηση των τιμών καυσίμου. Υποθέσαμε επιτόκιο προεξόφλησης 3%, μέση διάρκεια ζωής των επενδύσεων 20 έτη και ετήσια αύξηση στις τιμές 1%.

10.1 ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

Συνθετικά κουφώματα PVC

Για να αξιολογήσουμε οικονομικά την τοποθέτηση συνθετικών κουφωμάτων από PVC και αλουμινένιων θερμοδιακοπτόμενων κουφωμάτων θα πρέπει να γνωρίζουμε τις ενεργειακές ανάγκες και τις αντίστοιχες καταναλώσεις του υπάρχοντος κτιρίου. Σύμφωνα με το λογισμικό TEE KENAK οι ενεργειακές ανάγκες για θέρμανση (πετρέλαιο) προκύπτουν ίσες με $54,1 \text{ kWh/m}^2$ που είναι ισοδύναμες με $27.508,01 \text{ kWh}$ ετησίως (εμβαδό θερμαινόμενων ζωνών: $508,47\text{m}^2$). Αν λάβουμε υπόψη την θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου ($11,6 \text{ kWh/l}$) και την νέα τιμή του πετρελαίου που θα ισχύσει από τον Οκτώβριο του 2012 ($1,4 \text{ €/lt}$) καταλήγουμε στην ετήσια δαπάνη για πετρέλαιο που είναι $3.236,24\text{€}$.

Επίσης, από το λογισμικό προκύπτει ότι η συνολική ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση είναι $33,8 \text{ kWh/m}^2$ (ψύξη: $14,6 \text{ kWh/m}^2$). Σύμφωνα με τους συντελεστές του τιμολογίου της ΔΕΗ (2012) που φαίνονται στους Πίνακες 10.1.1 και 10.1.2 προκύπτει η ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια που παρουσιάζεται αναλυτικά στον Πίνακα 10.1.3.

Πίνακας 10.1.1: Τιμολόγιο ΔΕΗ

Συνολική Τετραμηνιαία Κατανάλωση (kWh)	Χρέωση Ενέργειας (€ / kWh)	Χρέωση Παγίου Μονοφασικής παροχής (€ ανά τετράμηνο)
0 – 800	0,05625	1,52
801 – 1000	0,07850	1,52
1001 – 2000	0,08150	1,52
> 2000	0,09155	1,52

Πίνακας 10.1.2: Χρεώσεις ΔΕΗ

Συνολική Τετραμηνιαία Κατανάλωση (kWh)	Δίκτυο Μεταφοράς			Δίκτυο Διανομής		Υπηρεσίες Κοινής Ωφέλειας (€/kWh)
	Χρέωση Ισχύος (€/kVA* ΣΙ ανά έτος)	Χρέωση Ενέργειας (€/kWh)	Λοιπές Επιβαρύνσεις (€/kWh)	Χρέωση Ισχύος (Μοναδιαία Πάγια Χρέωση) (€/kVA* ΣΙ ανά έτος)	Χρέωση Ενέργειας (Μοναδιαία Μεταβλητή Χρέωση) (€/kWh)	
0 - 1600	0,16	0,00605	0,00046	0,59	0,0217	0,00699
1601 -2000						0,01570
2001-3000						0,03987
0- >3000						0,04488

Πίνακας 10.1.3 : Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με τα υπάρχοντα κουφώματα

Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
		0,09155	
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
		1,52	1,52
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		χρέωση ενέργειας(€)	35,17144066
		λοιπές επιβαρύνσεις(€)	2,674192183
	Δίκτυο διανομής	χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		χρέωση ενέργειας(€)	126,1521095

	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		260,9081416
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		34,82263299

Από την τιμολόγηση της ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει και η ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια που είναι 2.986,33€.

Επιλέξαμε τα κουφώματα της εταιρείας NTOMYΛ, τόσο συνθετικά PVC όσο και θερμοδιακοπτόμενα αλουμινίου. Τα PVC και τα θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα έχουν συντελεστή θερμοπερατότητας αντίστοιχα $U=1,4$ W/mk και $U=2.2$ W/mk.

Σύμφωνα με τα κουφώματα που υπάρχουν στο κτήριο και ανάλογα με τις διαστάσεις τους παρουσιάζονται τα κόστη για τα PVC στους Πίνακες 10.1.4 και 10.1.5.

Πίνακας 10.1.4: Αναλυτικά κόστη αντικατάστασης κουφωμάτων με PVC (1)

	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο
Διαστάσεις	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
Τιμή (PVC) με ΦΠΑ (€)	207,624	398,397	578,592	408,852	410,328	512,172
Συνολική τιμή (PVC) (€)	415,248	1195,191	1157,184	2044,26	410,328	1024,344

Πίνακας 10.1.5: Αναλυτικά κόστη αντικατάστασης κουφωμάτων με PVC (2)

	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Μονόφυλλο
Διαστάσεις	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
Τιμή (PVC) με ΦΠΑ (€)	185,853	385,236	444,522	1049,436	554,115	304,056
Συνολική τιμή (PVC) (€)	1115,118	1540,944	1778,088	2098,872	1108,23	608,112

Η συνολική δαπάνη για εγκατάσταση συνθετικών κουφωμάτων προκύπτει έτσι ίση με 14.495,92€.

Αν εγκαταστήσουμε τα κουφώματα PVC στο υπό μελέτη κτήριο η συνολική κατανάλωση ρεύματος είναι $32,8$ kWh/m² η οποία κοστολογείται αναλυτικά στον Πίνακα 10.1.6. Η κατανάλωση πετρελαίου για θέρμανση είναι $40,1$ kWh/m² που αντιστοιχεί σε 2.398,76€.

Πίνακας 10.1.6: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με κουφώματα PVC

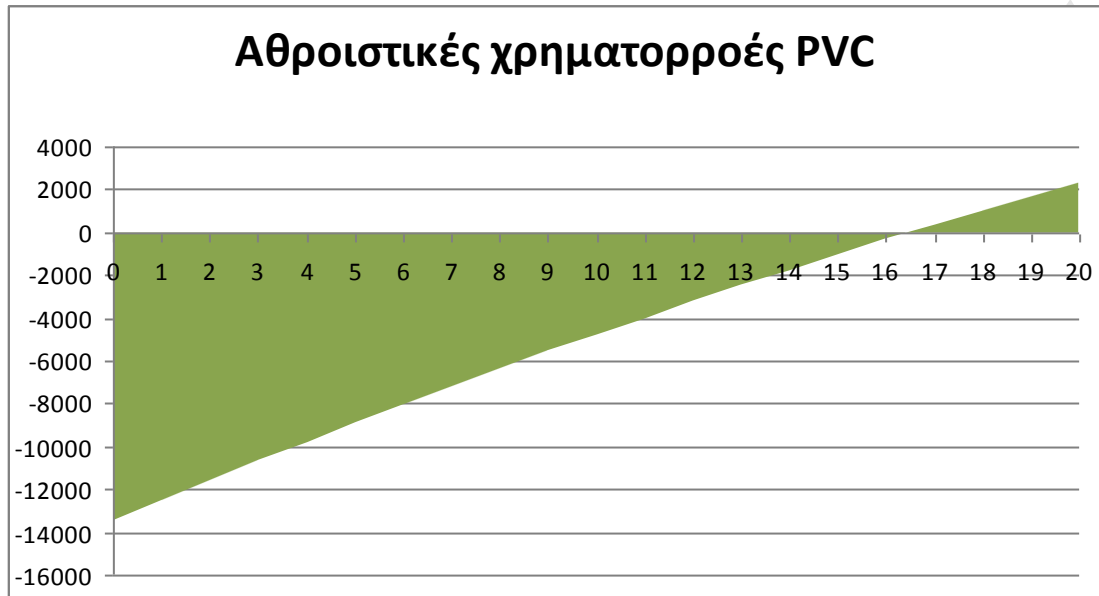
Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh	Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
	0,09155	508,9473478
Πάγιο (€/τετράμηνο)		
	1,52	1,52

Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		χρέωση ενέργειας(€)	33,63333101
		λοιπές επιβαρύνσεις(€)	2,557245003
	Δίκτυο διανομής	χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		χρέωση ενέργειας(€)	120,6352534
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		249,4981646
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		33,29977732

Σύμφωνα με τον Πίνακα 10.1.6, η ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια είναι 2.856,19€. Η εξοικονόμηση σε πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια είναι για το πρώτο έτος αντίστοιχα, 837,47€ και 130,14€. Προκύπτουν λοιπόν οι χρηματοροές του Πίνακα 10.1.7 καθώς και το Διάγραμμα 10.1.1 με τις αθροιστικές χρηματοροές συναρτήσει του χρόνου. Υποθέσαμε επιτόκιο προεξόφλησης 3%, διάρκεια ζωής της επένδυσης 20 έτη και ετήσια αύξηση στις τιμές του πετρελαίου και της ηλεκτρικής ενέργειας 1%.

Πίνακας 10.1.7: Χρηματοροές αντικατάστασης κουφωμάτων με PVC

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματοροές
0	837,4734118	130,1393304	-13528,30626
1	821,2117921	127,6123531	-12579,48211
2	805,1869922	125,1221764	-11649,17294
3	789,3990119	122,6688004	-10737,10513
4	773,8476505	120,2521938	-9843,005287
5	758,5325178	117,872296	-8966,600474
6	743,4530456	115,5290188	-8107,618409
7	728,6084986	113,2222478	-7265,787663
8	713,9979843	110,9518443	-6440,837834
9	699,6204629	108,7176468	-5632,499725
10	685,4747565	106,5194722	-4840,505496
11	671,5595585	104,3571175	-4064,58882
12	657,8734414	102,2303609	-3304,485018
13	644,4148654	100,1389631	-2559,931189
14	631,1821862	98,08266854	-1830,666334
15	618,1736622	96,06120663	-1116,431465
16	605,3874615	94,07429269	-416,9697113
17	592,8216689	92,1216291	267,9735867
18	580,474292	90,20290626	938,650785
19	568,3432676	88,31780356	1595,311856
20	556,4264674	86,46599027	2238,204314



Διάγραμμα 10.1.1: Αθροιστικές χρηματοροές αντικατάστασης κουφωμάτων με PVC

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι ίση με 2.238,20 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,04663. Ο χρόνος αποπληρωμής προκύπτει στα 16,60 έτη.

Θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα αλουμινίου

Σε περίπτωση στην οποία εγκαταστήσουμε τα θερμοδιακοπτόμενα κουφώματα αλουμινίου, τα κόστη θα είναι αυτά που παρουσιάζονται στους Πίνακες 10.1.8 και 10.1.9.

Πίνακας 10.1.8: Αναλυτικά κόστη αντικατάστασης κουφωμάτων με θερμοδιακοπτόμενα (1)

	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο
Διαστάσεις	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
Τιμή (θερμοδιακοπτ.) με ΦΠΑ (€)	454,7064	621,9864	935,4027	660,2025	639,354	800,5824
Συνολική τιμή (θερμοδιακοπτ.) (€)	909,4128	1865,959	1870,805	3301,013	639,354	1601,1648

Πίνακας 10.1.9: Αναλυτικά κόστη αντικατάστασης κουφωμάτων με θερμοδιακοπτόμενα (2)

	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Μονόφυλλο	Δίφυλλο	Δίφυλλο	Μονόφυλλο
Διαστάσεις	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
Τιμή (θερμοδιακοπτ.) με ΦΠΑ	372,8745	614,385	707,9634	1701,238	888,921	471,09
Συνολική τιμή (θερμοδιακοπτ.)	2237,247	2457,54	2831,854	3402,475	1777,842	942,18

Η συνολική δαπάνη για εγκατάσταση θερμοδιακοπόμενων κουφωμάτων προκύπτει, σύμφωνα με τα ανωτέρω, ίση με 23.836,85€.

Αν εγκαταστήσουμε τα θερμοδιακοπόμενα κουφώματα η συνολική κατανάλωση ρεύματος θα είναι, σύμφωνα με το ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ, 33,3 kWh/m² η οποία κοστολογείται αναλυτικά στον Πίνακα 10.1.10. Η κατανάλωση πετρελαίου για θέρμανση θα είναι 45 kWh/m² που αντιστοιχεί σε 2.691,88€.

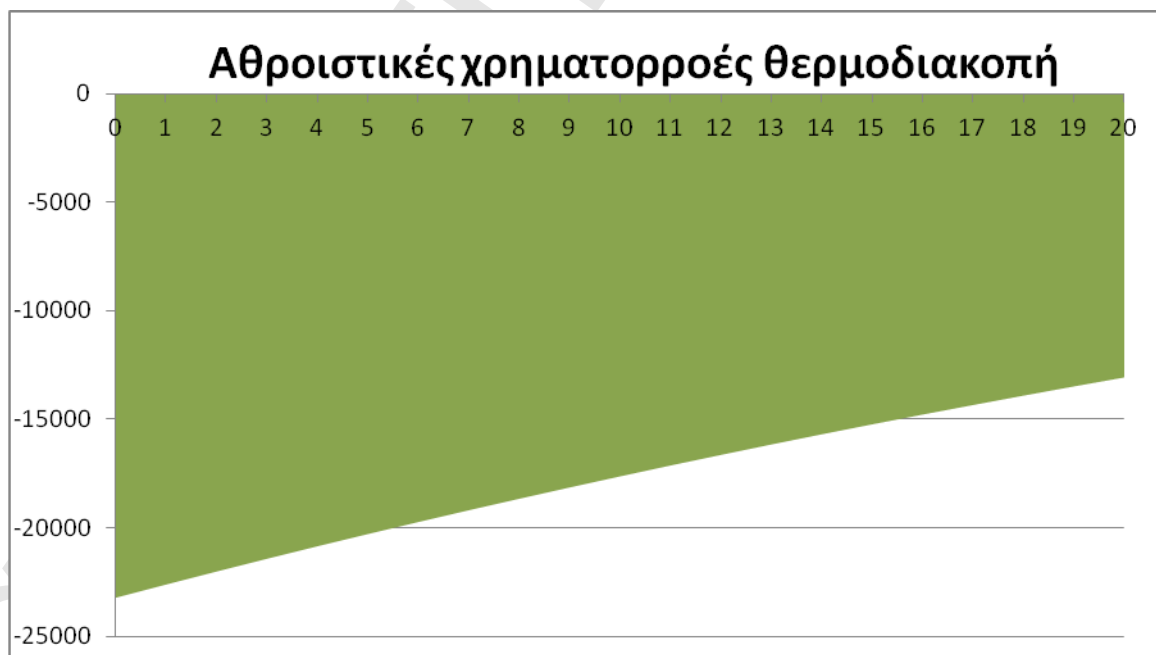
Πίνακας 10.1.10: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με θερμοδιακοπόμενα κουφώματα

Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
	0,09155		516,7056915
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
	1,52		1,52
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	34,14603423
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	2,596227396
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	122,4742054
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		253,3014903
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		33,80739587

Με αυτό τον τρόπο η συνολική δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια προκύπτει ίση με 2.899,57€. Η εξοικονόμηση σε πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια θα είναι για το πρώτο έτος αντίστοιχα, 544,36€ και 86,76€. Προκύπτουν λοιπόν οι χρηματοροές του Πίνακα 10.1.11 καθώς και το Διάγραμμα 10.1.2 με τις αθροιστικές χρηματοροές συναρτήσεως του χρόνου. Υποθέσαμε επιτόκιο προεξόφλησης 3%, διάρκεια ζωής της επένδυσης 20 έτη και ετήσια αύξηση στις τιμές του πετρελαίου και της ηλεκτρικής ενέργειας 1%.

Πίνακας 10.1.11: Χρηματοροές αντικατάστασης κουφωμάτων με θερμοδιακοπόμενα

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματοροές
0	544,3577176	86,75955358	-23205,72923
1	533,7876649	85,07490205	-22586,86666
2	523,3715449	83,41478429	-21980,08033
3	513,1093578	81,77920028	-21385,19177
4	503,0009728	80,16812922	-20802,02267
5	493,0461365	78,5815307	-20230,39501
6	483,2444796	77,01934585	-19670,13118
7	473,5955241	75,4814985	-19121,05416
8	464,0986898	73,96789618	-18582,98757
9	454,7533009	72,47843117	-18055,75584
10	445,5585918	71,01298147	-17539,18427
11	436,513713	69,57141167	-17033,09914
12	427,6177369	68,15357393	-16537,32783
13	418,8696625	66,75930872	-16051,69886
14	410,2684211	65,38844569	-15576,04199
15	401,8128804	64,04080442	-15110,18831
16	393,50185	62,71619512	-14653,97026
17	385,3340848	61,4144194	-14207,22176
18	377,3082898	60,13527084	-13769,7782
19	369,423124	58,87853571	-13341,47654
20	361,6772038	57,64399351	-12922,15534



Διάγραμμα 10.1.2: Αθροιστικές χρηματοροές αντικατάστασης κουφωμάτων με θερμοδιακοπόμενα

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι ίση με -12.922,2 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι -0,04321. Ο χρόνος αποπληρωμής προκύπτει αρκετά μετά το τέλος της διάρκειας ζωής της επένδυσης (72,9 έτη).

Τα χαρακτηριστικά των δυο επενδύσεων συνοψίζονται στον Πίνακα 10.1.12.

Πίνακας 10.1.12: Σύγκριση επενδύσεων αντικατάστασης κουφωμάτων με PVC και θερμοδιακοπτόμενα

	PVC	Θερμοδιακοπτόμενο
Αρχική δαπάνη (€)	14.495,919	23.836,8465
Καθαρή παρούσα αξία (€)	2.238,20	-12.922,2
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης	0,04663	-0,04321
Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	16,60	>20

Συμπερασματικά, η επένδυση σε συνθετικά κουφώματα φαίνεται προτιμότερη από αυτή σε θερμοδιακοπτόμενα με θετική παρούσα αξία και μεγαλύτερο εσωτερικό βαθμό απόδοσης και με αποπληρωμή εντός της διάρκειας ζωής της επένδυσης. Αυτό συμβαίνει καθώς τα κουφώματα PVC είναι έχουν μικρότερο κόστος και επιτυγχάνουν μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας. 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. Παρόλαυτα ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης της επένδυσης σε PVC είναι χαμηλός πράγμα που υποδηλώνει υψηλό ρίσκο.

Αντίστοιχα 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. Με βάση τα αποτελέσματα του λογισμικού, η ενεργειακή κατάσταση και για τα δύο σενάρια αναβαθμίζεται σε Δ κατηγορία από Ε.

Θα συνιστούσαμε η επένδυσεις αυτές να γίνουν σε συνδυασμό με μια πιο προσοδοφόρα ενεργειακή επένδυση έτσι ώστε να αναβαθμιστεί ενεργειακά το κτήριο χωρίς να αναλάβουμε το ρίσκο της επένδυσης σε συνθετικά κουφώματα.

10.2 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗΣ ΣΕ ΤΟΙΧΟΥΣ (ΘΕΡΜΟΠΡΟΣΟΨΗ) ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΔΩΜΑΤΟΣ

Εξωτερική θερμομόνωση

Η εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης στην τοιχοποιία και στην οροφή του υπό εξέταση κτιρίου θα έχει επιπτώσεις στην ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση και ψύξη των Θερμικών Ζωνών. Το κτήριο στην υπάρχουσα κατάσταση καταναλώνει 14,9 kWh/m² (TEE KENAK) ηλεκτρικής ενέργειας για ψύξη και 54,1 kWh/m² θερμικής ενέργειας για θέρμανση (πετρέλαιο). Επίσης η συνολική ετήσια ηλεκτρική κατανάλωση για ZNX και ψύξη υπολογίζεται σε 34,3 kWh/m².

Για την εξωτερική θερμομόνωση επιλέξαμε το προϊόν THERMOPROSOPSIS της εταιρείας KNAUF. Επιπλέον εκτός από την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης θα κατασκευασθεί και μια ζώνη υψηλής στεγάνωσης γύρω από το κτήριο και όπου αυτό βρίσκεται σε επαφή με το έδαφος για

να προστατευθεί το κτήριο από την ανιούσα υγρασία. Επιλέξαμε την EPS 200 η οποία εισέρχεται περίπου 40 cm στο έδαφος και εξέρχεται 30 cm από αυτό.

Το αναλυτικό κόστος φαίνεται στους Πίνακες 10.2.1, 10.2.2, 10.2.3 10.2.4 και 10.2.5 που ακολουθούν.

Πίνακας 10.2.1: Κόστη υλικών εξωτερικής θερμομόνωσης

	Τιμοκατάλογος	Κατανάλωση/m ²	Τιμή/m ²
Υλικό επικόλλησης THERMOPROSOPSIS multi (kg)	0,52	5	2,60
EPS 60, 50mm (m ²)	4,10	1	4,10
Βύσματα NTK U 110mm (τμχ)	0,28	5	1,40
Βασικό επίχρισμα THERMOPROSOPSIS multi (kg)	0,52	7	3,64
Πλέγμα THERMOPROSOPSIS (m ²)	1,06	1,1	1,17
Αστάρι Quarzgrund (kg)	4,80	0,2	0,96
Τελικό επίχρισμα addi S 1,5mm έγχρωμο (kg)	2,78	2,4	6,67
ΣΥΝΟΛΟ			20,54
ΦΠΑ 23%			4,72374
ΣΥΝΟΛΟ με ΦΠΑ			25,26

Πίνακας 10.2.2: Κόστη υλικών ζώνης υψηλής στεγάνωσης

	Τιμοκατάλογος	Κατανάλωση/m ²	Τιμή/m ²
Υλικό επικόλλησης THERMOPROSOPSIS multi (kg)	0,52	5	2,60
EPS 200, 50mm (m ²)	7,80	1	7,80
Βύσματα NTK U 110mm (τμχ)	0,28	5	1,40
Βασικό επίχρισμα SOCKEL SM (kg)	1,42	7	9,94
Πλέγμα THERMOPROSOPSIS (m ²)	1,06	1,1	1,17
Αστάρι Quarzgrund (kg)	4,80	0,2	0,96
Τελικό επίχρισμα addi S 1,5mm έγχρωμο (kg)	2,78	2,4	6,67
ΣΥΝΟΛΟ			30,54
ΦΠΑ 23%			7,02374
ΣΥΝΟΛΟ με ΦΠΑ			37,56

Το κόστος των υλικών ανέρχεται σε 37,56€/m². Αξίζει να σημειωθεί ότι το κόστος αυτό είναι σχετικά υψηλό σύμφωνα με τα δεδομένα τα οποία επικρατούν αυτή τη στιγμή στην αγορά.

Όσον αφορά το κόστος των εργατικών ένα συνεργείο 4 ατόμων (2 τεχνίτες/2 βοηθοί) τοποθετεί σε μία ημέρα κατά μέσο όρο 15 τετραγωνικά μέτρα συστήματος. Το κόστος του ημερομίσθιου τεχνίτη είναι 70€ και το κόστος του ημερομίσθιου βοηθού στα 50€. Άρα το κόστος τοποθέτησης ανά ημέρα είναι 240€. Στον Πίνακα 10.2.3 παρουσιάζονται τα κόστη.

Πίνακας 10.2.3: Κόστος εργατικών εξωτερικής θερμομόνωσης

	Τιμή / m ²
Εργατικά	16,00
Όφελος εργολάβου (18%)	2,88
ΦΠΑ 23%	4,34
ΣΥΝΟΛΟ με ΦΠΑ	23,22

Απαραίτητες συμπληρωματικές εργασίες αποτελούν η επισκευή των κατεστραμμένων παλαιών σοβάδων, το ξήλωμα και επανατοποθέτηση στοιχείων όψης όπως υδρορροές, ποδιές στηθαίων και παραθύρων κλιματιστικών και φωτιστικών. Οι παραπάνω εργασίες κοστολογούνται περίπου στο 10% του κόστους τοποθέτησης.

Πίνακας 10.2.3: Κόστος συμπληρωματικών εργασιών εξωτερικής θερμομόνωσης

	Τιμή / m ²
Κόστος απαραίτητων συμπληρωματικών εργασιών	1,60
Όφελος εργολάβου (18%)	0,29
ΦΠΑ 23%	0,43
ΣΥΝΟΛΟ με ΦΠΑ	2,32

Τέλος για την τοποθέτηση κάθε τετραγωνικού μέτρου συστήματος (4 ημερομίσθια για τα 15 τετραγωνικά) καθώς και για τις απαραίτητες συμπληρωματικές εργασίες απαιτείται 0,27 του ενσήμου. Με κόστος ενσήμου για τον τεχνίτη και τον βοηθό 55€ παρακάτω στον Πίνακα 10.2.4 παρουσιάζονται τα κόστη.

Πίνακας 10.2.4: Κόστος ενσήμων

	Τιμή / m ²
Κύριες εργασίες	14,67
Συμπληρωματικές εργασίες	1,68
ΣΥΝΟΛΟ	16,35

Τέλος στα επιμέρους κόστη πρέπει να συμπεριληφθούν και το κόστος σκαλωσιάς και το κόστος άδειας του μηχανικού.

Πίνακας 10.2.5: Επιπλέον κόστη εξωτερική θερμομόνωσης

	Τιμή / m ²
Κόστος σκαλωσιάς με Φ.Π.Α	10,00
Κόστος άδειας μηχανικού/κατάληψη πεζοδρομίου	7,00
ΣΥΝΟΛΟ	17,00

Συνεπώς το συνολικό κόστος για την εξωτερική θερμομόνωση ανά τετραγωνικό μέτρο ανέρχεται στο ποσό των 84,40€.

Μόνωση οροφής

Για την μόνωση της οροφής (δώμα) επιλέξαμε την μέθοδο του αντεστραμμένου δώματος ως την πιο κατάλληλη για εφαρμογή σε υφιστάμενη κατασκευή. Επιλέξαμε τα προϊόντα της εταιρείας ESHA το κόστος των οποίων παρουσιάζεται στον Πίνακα 10.2.5.

Πίνακας 10.2.5: Κόστη αντεστραμμένου δώματος

		Τιμή (€/m ²)
Μόνωση	Marsipus RF 50mm	13,61
Στεγάνωση	Θερμοπλαστική μεμβράνη DANOPOL HS 1,5mm	17,28
Γεωύφασμα	DRENOTEX DT-F	1,55
Γεωύφασμα	DRENOTEX DT-F	1,55
Ελαφροσκυρόδεμα	250 kg/m³	16
Τελική στρώση	Πλάκες	8
Σύνολο υλικών		57,99
Εργατικά (ενδεικτικά + ΦΠΑ)		19,68
Κόστος ενσήμων		14,67
Σύνολο		92,34

Θα εξετάσουμε τρία πάχη μονώσεων 50mm, 80 mm και 100 mm τόσο στην εξωτερική μόνωση όσο και στη μόνωση του δώματος. Το κόστος για τα διάφορα πάχη φαίνεται στον Πίνακα 10.2.6.

Πίνακας 10.2.6: Κόστη για διαφορετικά πάχη μονώσεων

	50mm (€/m ²)	80mm (€/m ²)	100mm (€/m ²)
EPS 60	4,1	6,6	7,7
EPS 200	7,8	12,4	14,6
Marsipus RF	13,61	22,06	29,14

Μόνωση 50mm

Αρχικά θα εφαρμόσουμε την μόνωση των 50 mm στην οροφή και στην εξωτερική τοιχοποιία. Το κόστος για την επέμβαση αυτή φαίνεται αναλυτικά στον Πίνακα 10.2.7.

Πίνακας 10.2.7: Κόστος μόνωσης 50mm

	EPS 60	EPS 200	Marsipus RF
Συνολικό εμβαδό (m²)	334,142	26,362	120,34
Συνολική τιμή (μόνο η μόνωση)	1369,9822	205,6236	1637,8274
Συνολική τιμή (μόνωση, παρελκόμενα + ΦΠΑ)	8441,008327	990,2025899	6978,5166
Εργατικά	7759,579181	612,1889088	2368,2912
Συμπληρωματικές εργασίες	776,7799074	61,2837414	0
Ένσημα	4901,86314	386,73054	1765,3878
Ένσημα συμπληρωματικών	494,53016	39,01576	0
Κόστος σκαλωσιάς με ΦΠΑ	3341,42	263,62	0
Κόστος άδειας μηχανικού/κατάληψης πεζοδρ.	2338,994	184,534	0

Αθροίζοντας, η τελική δαπάνη για την επένδυση προκύπτει ίση με 41.703,95€. Στη συνέχεια θα προσδιορίσουμε την εξοικονόμηση σε πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια που θα έχουμε από την εφαρμογή της μόνωσης.

Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο υπάρχον κτήριο ανέρχεται σε 34,3 kWh/m² ετησίως που μεταφράζεται σε 17.440,38 kWh αν λάβουμε υπόψη το συνολικό εμβαδό των θερμικών ζωνών το οποίο είναι 508,47 m². Η ανά τετράμηνο καταναλωθείσα ενέργεια είναι 5.813,46 kWh.

Η αντίστοιχη χρέωση για την καταναλωθείσα ενέργεια υπολογίζεται βάσει του τιμολογίου της ΔΕΗ. Ο ισχύον τιμοκατάλογος συνίσταται από τις ανταγωνιστικές χρεώσεις και τις ρυθμιζόμενες χρεώσεις όπως παρουσιάστηκαν αντίστοιχα στους Πίνακες 10.1.1 και 10.1.2. της Ενότητας 10.1.1.

Η συνολική ετήσια δαπάνη για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX και ψύξη έχει ήδη υπολογιστεί στην Ενότητα 10.1.1 και είναι ίση με 2.986,33 €.

Η δαπάνη για θέρμανση είναι εξ ολοκλήρου δαπάνη για πετρέλαιο και είναι ίση με 54,1 kWh/m² που αν λάβουμε υπόψη το εμβαδό μετατρέπεται σε 27.508,01 kWh. Λαμβάνοντας επίσης υπόψη τη θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου θέρμανσης (11,9 kWh/lit και την νέα τιμή (1,4 €/lit) προκύπτει μια δαπάνη 3.236,24 €.

Εφαρμόζοντας την μόνωση πάχους 50 mm θα έχουμε συνολική κατανάλωση ρεύματος 33,6 kWh/m² και κατανάλωση πετρελαίου 45,7 kWh/m². Η κατανάλωση ρεύματος κοστολογείται αναλυτικά στον Πίνακα 10.2.8 όπου έχουμε συνολική ετήσια δαπάνη ίση με 2.925,60€. Η κατανάλωση πετρελαίου προκύπτει σύμφωνα με τα ανωτέρω 2.733,75€.

Πίνακας 10.2.8: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με μόνωση 50mm

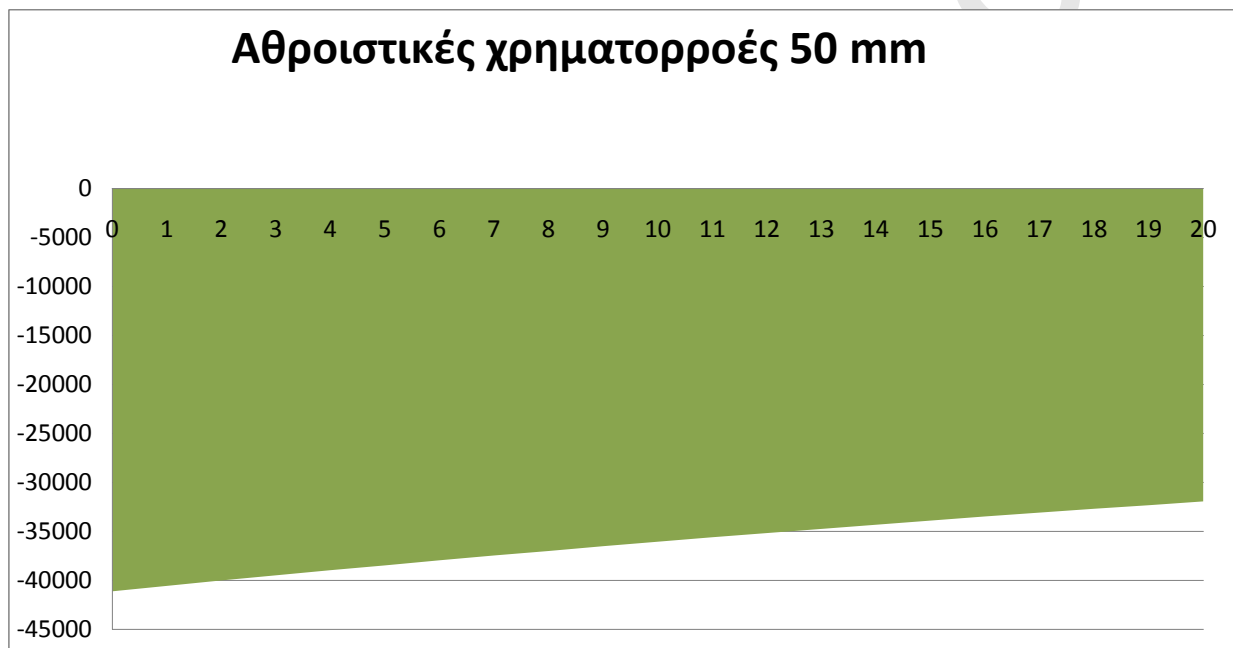
Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
	0,09155		521,3606978
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
	1,52		1,52
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	34,45365616
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	2,619616832
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	123,5775766
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		255,5834857
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		34,11196701

Συνεπώς η εξοικονόμηση πετρελαίου για το πρώτο έτος θα είναι 502,48€ και η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας 60,73€. Υποθέτοντας επιτόκιο προεξόφλησης 3% και ετήσια αύξηση 1% στις τιμές πετρελαίου και ηλεκτρικού προκύπτουν οι χρηματοροές του Πίνακα 10.2.9 και το αντίστοιχο Διάγραμμα 10.2.1.

Πίνακας 10.2.9: Χρηματοροές μόνωσης 50mm

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματοροές
0	502,4840471	60,73168751	-41140,73012
1	492,7270753	59,55243144	-40588,45061
2	483,1121953	58,390349	-40046,94807
3	473,6394072	57,2454402	-39516,06322
4	464,3085903	56,11769046	-38995,63694
5	455,1195107	55,00707149	-38485,51036
6	446,0718274	53,9135421	-37985,52499
7	437,1650992	52,83704895	-37495,52284
8	428,3987906	51,77752733	-37015,34652
9	419,7722777	50,73490182	-36544,83934
10	411,2848539	49,70908703	-36083,8454
11	402,9357351	48,69998817	-35632,20968
12	394,7240648	47,70750175	-35189,77811
13	386,6489192	46,73151611	-34756,39768

14	378,7093117	45,77191199	-34331,91645
15	370,9041973	44,82856309	-33916,18369
16	363,2324769	43,90133659	-33509,04988
17	355,6930013	42,99009358	-33110,36679
18	348,2845752	42,09468959	-32719,98752
19	341,0059606	41,214975	-32337,76659
20	333,8558805	40,35079546	-31963,55991



Διάγραμμα 10.2.1: Αθροιστικές χρηματοροές μόνωσης 50mm

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι -31.963,6 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι -0,09232. Ο χρόνος αποπληρωμής ξεπερνά τη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Μόνωση 80mm

Στο επόμενο στάδιο θα εφαρμόσουμε την μόνωση των 80 mm στην οροφή και στην εξωτερική τοιχοποιία. Το κόστος για την επέμβαση αυτή φαίνεται αναλυτικά στον Πίνακα 10.2.10.

Πίνακας 10.2.10: Κόστος μόνωσης 80mm

	EPS 60	EPS 200	Marsipus RF
Συνολικό εμβαδό (m ²)	334,142	26,362	120,34
Συνολική τιμή (μόνο η μόνωση)	2205,3372	326,8888	2654,7004
Συνολική τιμή(μόνωση, παρελκόμενα + ΦΠΑ)	9468,494977	1139,358786	7995,3896
Εργατικά	7759,579181	612,1889088	2368,2912
Συμπληρωματικές εργασίες	776,7799074	61,2837414	0
Ένσημα	4901,86314	386,73054	1765,3878
Ένσημα συμπληρωματικών	494,53016	39,01576	0
Κόστος σκαλωσιάς με ΦΠΑ	3341,42	263,62	0
Κόστος άδειας μηχανικού/κατάληψης πεζοδρ.	2338,994	184,534	0

Η τελική δαπάνη για την μόνωση των 80mm προκύπτει ίση με 43.897,46€. Στη συνέχεια θα προσδιορίσουμε την εξοικονόμηση σε πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια που θα έχουμε από την εφαρμογή της μόνωσης.

Με την μόνωση πάχους 80 mm θα έχουμε συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 33,5 kWh/m² και κατανάλωση πετρελαίου 43,6 kWh/m². Η κατανάλωση ρεύματος κοστολογείται αναλυτικά στον Πίνακα 10.2.11 από όπου προκύπτει ετήσια δαπάνη 2.916,92€. Η κατανάλωση πετρελαίου θα είναι σύμφωνα με τη νέα τιμή 2.608,13€.

Πίνακας 10.2.11: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με μόνωση 80mm

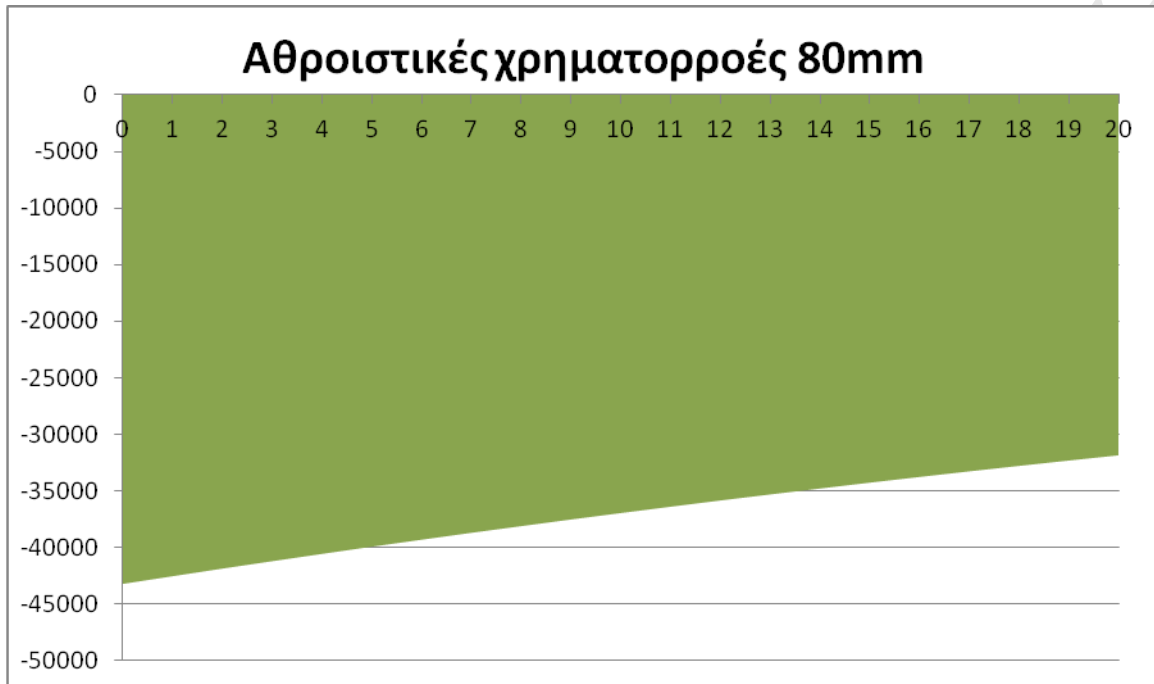
Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
		0,09155	
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
	1,52		1,52
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	34,35111552
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	2,611820353
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	123,2097862

	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		254,8228206
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		34,0104433

Άρα η εξοικονόμηση πετρελαίου για το πρώτο έτος θα προκύπτει ίση με 628,11€ και η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας 69,41€. Αν υποθέσουμε επιτόκιο προεξόφλησης 3% και ετήσια αύξηση 1% στις τιμές πετρελαίου και ηλεκτρικού προκύπτουν οι χρηματορροές του Πίνακα 10.2.12 και το αντίστοιχο Διάγραμμα 10.2.2.

Πίνακας 10.2.12: Χρηματορροές μόνωσης 80mm

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματορροές
0	628,1050588	69,40764286	-43199,949
1	615,9088441	68,05992164	-42515,98023
2	603,8902441	66,73182743	-41845,35816
3	592,049259	65,42336023	-41187,88554
4	580,3857379	64,13450338	-40543,3653
5	568,8993883	62,86522456	-39911,60069
6	557,5897842	61,61547668	-39292,39543
7	546,456374	60,3851988	-38685,55386
8	535,4984882	59,17431695	-38090,88105
9	524,7153472	57,98274494	-37508,18296
10	514,1060674	56,81038517	-36937,26651
11	503,6696689	55,65712934	-36377,93971
12	493,405081	54,52285914	-35830,01177
13	483,3111491	53,40744698	-35293,29317
14	473,3866397	52,31075656	-34767,59577
15	463,6302467	51,23264353	-34252,73288
16	454,0405961	50,1729561	-33748,51933
17	444,6162517	49,13153552	-33254,77155
18	435,355719	48,10821667	-32771,30761
19	426,2574507	47,10282857	-32297,94733
20	417,3198506	46,11519481	-31834,51228



Διάγραμμα 10.2.2: Αθροιστικές χρηματοροές μόνωσης 80mm

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι -31.834,5 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προκύπτει -0,08125. Ο χρόνος αποπληρωμής ξεπερνά και πάλι τη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Μόνωση 100mm

Τέλος, θα εφαρμόσουμε και την μόνωση των 100 mm στην οροφή και στην εξωτερική τοιχοποιία. Το κόστος για την επέμβαση μπορούμε να δούμε αναλυτικά στον Πίνακα 10.2.13.

Πίνακας 10.2.13: Κόστος μόνωσης 100mm

	EPS 60	EPS 200	Marsipus RF
Συνολικό εμβαδό (m ²)	334,142	26,362	120,34
Συνολική τιμή (μόνο η μόνωση)	2572,8934	384,8852	3506,7076
Συνολική τιμή(μόνωση, παρελκόμενα + ΦΠΑ)	9920,589103	1210,694358	8847,3968
Εργατικά	7759,579181	612,1889088	2368,2912
Συμπληρωματικές εργασίες	776,7799074	61,2837414	0
Ένσημα	4901,86314	386,73054	1765,3878
Ένσημα συμπληρωματικών	494,53016	39,01576	0
Κόστος σκαλωσιάς με ΦΠΑ	3341,42	263,62	0
Κόστος άδειας μηχανικού/κατάληψης πεζοδρ.	2338,994	184,534	0

Αθροίζοντας τα επιμέρους κόστη, η τελική δαπάνη για την μόνωση των 100mm προκύπτει ίση με 45.272,9€. Στη συνέχεια θα προσδιορίσουμε την εξοικονόμηση σε πετρέλαιο και ηλεκτρική ενέργεια που θα έχουμε από την εφαρμογή της μόνωσης των 100mm.

Τοποθετώντας την μόνωση πάχους 100 mm θα έχουμε συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 33,4 kWh/m² και κατανάλωση πετρελαίου 42,6 kWh/m². Η κατανάλωση ρεύματος φαίνεται αναλυτικά στον Πίνακα 10.2.14 από όπου θα έχουμε ετήσια δαπάνη 2.908,24€. Η κατανάλωση πετρελαίου θα είναι σύμφωνα με τη νέα τιμή 2.548,31€.

Πίνακας 10.2.14: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με μόνωση 100mm

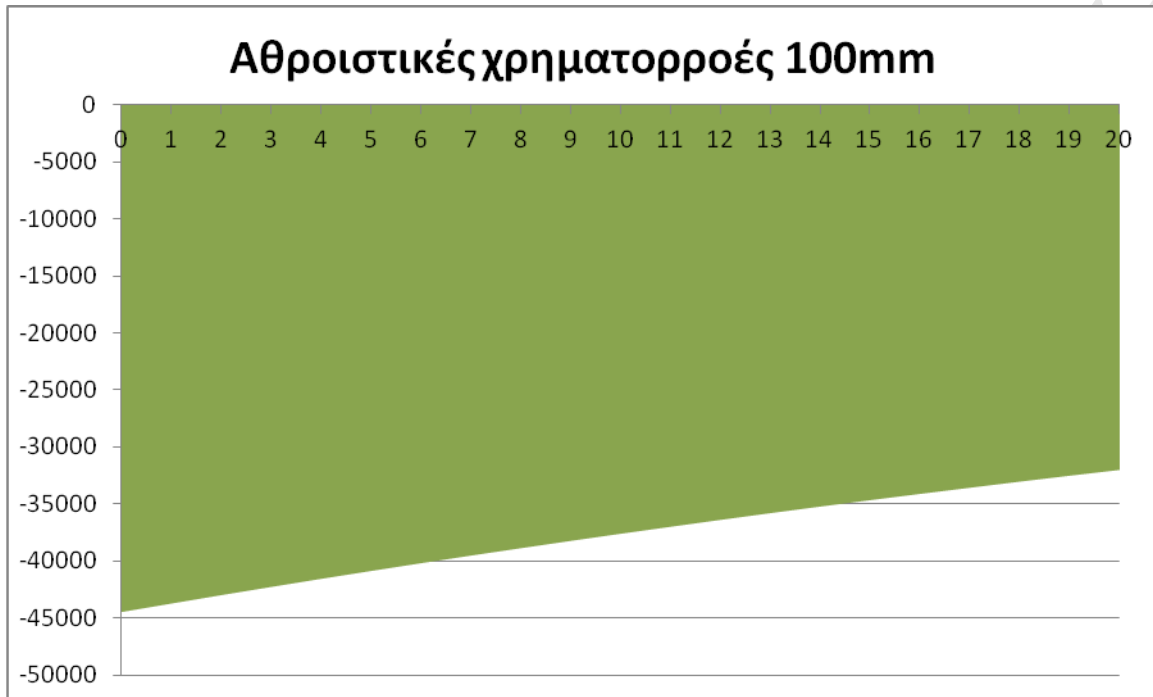
Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
		0,09155	
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
	1,52		1,52
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	34,24857487
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	2,604023875
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	122,8419958

	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		254,0621554
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		33,90891959

Καταλήγουμε στο ότι η εξοικονόμηση πετρελαίου για το πρώτο έτος θα είναι ίση με 687,92€ και η εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας 78,08€. Αν υποθέσουμε επιτόκιο προεξόφλησης 3% και ετήσια αύξηση 1% στις τιμές πετρελαίου και ηλεκτρικού θα έχουμε τις χρηματοροές του Πίνακα 10.2.15 και το αντίστοιχο Διάγραμμα 10.2.3.

Πίνακας 10.2.15: Χρηματοροές μόνωσης 100mm

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Ετήσια αύξηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματοροές
0	687,9245882	78,08359822	-44506,89041
1	674,5668292	76,56741185	-43755,75617
2	661,4036007	75,07330586	-43019,27927
3	648,4349027	73,60128025	-42297,24308
4	635,6605701	72,1513163	-41589,4312
5	623,0802824	70,72337763	-40895,62754
6	610,6935732	69,31741127	-40215,61655
7	598,4998382	67,93334865	-39549,18336
8	586,4983443	66,57110656	-38896,11391
9	574,6882374	65,23058806	-38256,19509
10	563,06855	63,91168332	-37629,21486
11	551,6382088	62,61427051	-37014,96238
12	540,3960411	61,33821654	-36413,22812
13	529,3407823	60,08337785	-35823,80396
14	518,4710816	58,84960112	-35246,48328
15	507,7855082	57,63672398	-34681,06104
16	497,2825577	56,44457561	-34127,33391
17	486,9606566	55,27297746	-33585,10028
18	476,8181684	54,12174376	-33054,16036
19	466,8533984	52,99068214	-32534,31628
20	457,0645983	51,87959416	-32025,37209



Διάγραμμα 10.2.3: Αθροιστικές χρηματορροές μόνωσης 100mm

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι -32.025,40 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) προκύπτει ίσος με -0,07685. Ο χρόνος αποπληρωμής ξεπερνά για ακόμη μια φορά τη διάρκεια ζωής της επένδυσης.

Τα βασικά οικονομικά κριτήρια και των τριών επενδύσεων συνοψίζονται στον Πίνακα 10.2.16.

Πίνακας 10.2.16: Οικονομικά κριτήρια μονώσεων

	50mm	80mm	100mm
Αρχική δαπάνη(€)	41.703,95	43897,46	45272,9
Καθαρή παρούσα αξία (€)	-31.963,6	-31.834,5	-32.025,4
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης	-0,09232	-0,08125	-0,07685
Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	----	----	----

Συμπερασματικά θα λέγαμε ότι και οι τρεις επενδύσεις στην εξωτερική μόνωση και την μόνωση της οροφής είναι εξαιρετικά ασύμφωνες με μεγάλο κόστος, αρνητικές Καθαρές Παρούσες Αξίες, αρνητικούς εσωτερικούς βαθμούς απόδοσης και χρόνους αποπληρωμής που ξεπερνούν κατά πολύ την διάρκεια ζωής της επένδυσης. Με την εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής η ενεργειακή κατάσταση 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. Η μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας επιτυγχάνεται με την εφαρμογή μόνωσης 100mm, παρ'όλα αυτά παρατηρούμε ότι η ΚΠΑ της συγκεκριμένης επένδυσης χειροτερεύει γεγονός που μας δείχνει ότι η εξοικονομούμενη ενέργεια σε σχέση με το κόστος της επένδυσης είναι μικρή.

Οι συγκεκριμένες επεμβάσεις θα μπορούσαν να επιλεχθούν μόνο σε συνδυασμό με κάποια άλλη συμφέρουσα επένδυση αν έχουμε ως απώτερο σκοπό την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου και

παραβλέψουμε το οικονομικό κέρδος. Ακόμα και εάν μειωθεί σημαντικά το αρχικό κόστος της επένδυσης δεδομένου ότι στη συγκεκριμένη περίπτωση είναι υπερτιμημένο, οι συγκεκριμένες επεμβάσεις παραμένουν οικονομικά μη βιώσιμες. Τα αποτελέσματα αυτά θα μπορούσαν να αιτιολογηθούν από την σχετικά καλή μόνωση που έχει το κτήριο και δεν επιτυγχάνεται εξοικονόμηση αντίστοιχου μεγέθους με αυτή που θα επιτυγχανόταν σε ένα παλιότερο κτήριο.

10.3 ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΣΤΟΝ ΥΠΑΡΧΟΝΤΑ ΛΕΒΗΤΑ

Το υπάρχον κτήριο, με βάση την TOTEE-1, ανήκει στην κατηγορία Δ (χειροκίνητος έλεγχος λειτουργίας τερματικών μονάδων, δικτύου διανομής και κυκλοφορητών). Έχουμε δυο εναλλακτικές επιλογές για την αντιστάθμιση στο λέβητα του κτιρίου. 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 ύπαρξη θερμοστάτη και θερμοστατικών βαλβίδων ανά χώρο ιδιοκτησίας.

Για την επιλογή I επιλέξαμε τα προϊόντα της εταιρείας Siemens που αναγράφονται στον Πίνακα 10.3.1 μαζί με τα αντίστοιχα κόστη.

Πίνακας 10.3.1: Κόστη αντιστάθμισης λέβητα για την Επιλογή I (Κατηγορία Γ)

	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
Σύνολο				1223,85
Με ΦΠΑ 23%				1.505,3355
Τα εργατικά συμπεριλαμβάνονται				

Η αρχική δαπάνη συνεπώς της επένδυσης της επιλογής I είναι 1.505,34€.

Στην υπάρχουσα κατάσταση η κατανάλωση πετρελαίου για θέρμανση είναι 54,1 kWh/m². Λαμβάνοντας υπόψη τη θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου (11,9 kWh/lt) και τη συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια της κατοικίας (508,47 m²) βρίσκουμε τη συνολική κατανάλωση σε lt του

πετρελαίου που είναι 2.311,60 lt. Με βάση την τιμή (1,4 €/lt) του πετρελαίου καταλήγουμε στη συνολική ετήσια δαπάνη που είναι 3.236,24 €.

Επιπλέον, η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο υπάρχον κτήριο ανέρχεται σε 34,3 kWh/m² ετησίως που μεταφράζεται σε 17.440,38 kWh. Η ανά τετράμηνο καταναλωθείσα ενέργεια είναι 5.813,46 kWh. Η ενέργεια αυτή έχει κοστολογηθεί στον Πίνακα 10.1.3. βασιζόμενη στους συντελεστές των Πινάκων 10.1.1 και 10.1.2 όπως παρουσιάστηκαν στην Ενότητα 10.1. Η συνολική ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια θα είναι 2.986,33€.

Μετά την αναβάθμιση των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου στην κατηγορία Γ η κατανάλωση πετρελαίου περιορίζεται σε 46,9 kWh/m² που αντιστοιχεί σε 2.003,95 lt και άρα σε 2.805,53€. Η ηλεκτρική κατανάλωση είναι 32 kWh/m², δηλαδή 5.423,64 kWh ανά τετράμηνο που κοστολογείται στον Πίνακα 10.3.2.

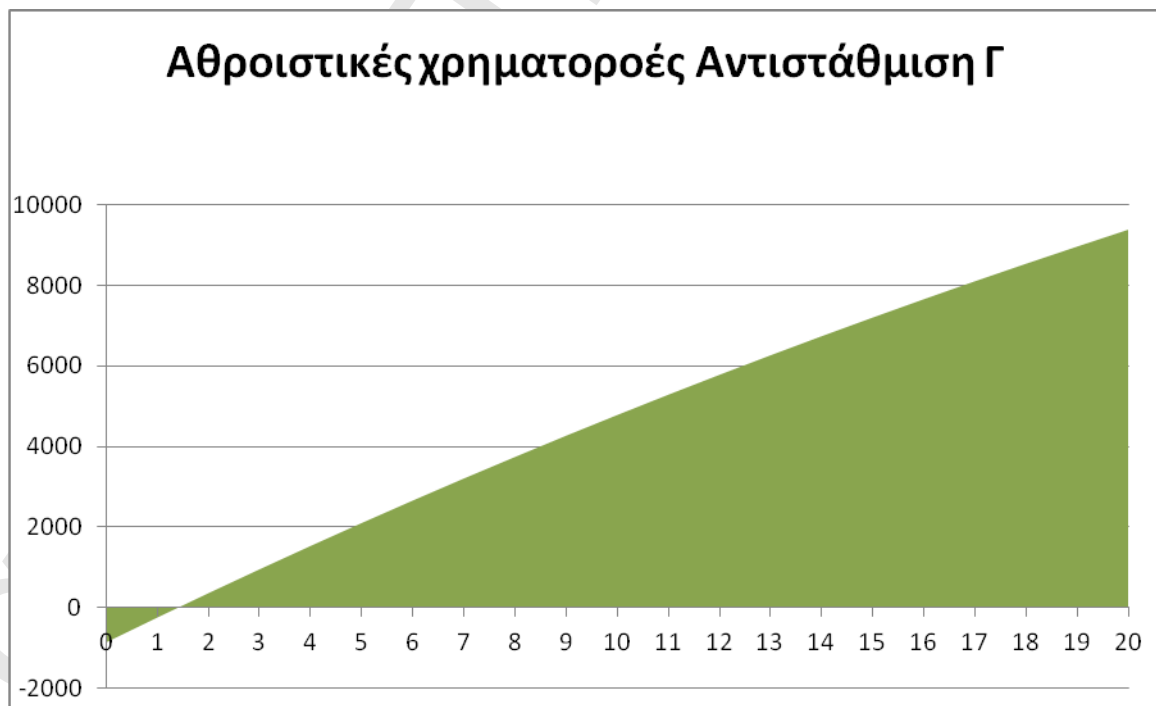
Πίνακας 10.3.2: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με εφαρμογή αντιστάθμισης (κατηγορία Γ)

Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
	0,09155		496,5339979
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
1,52		1,52	
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	32,81300587
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	2,494873173
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	117,6929301
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		243,4128435
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		32,48758763

Η συνολική ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια προκύπτει ίση με 2.786,78€. Η εξοικονόμηση πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας για τον πρώτο χρόνο θα είναι, αντίστοιχα, 430,70€ και 199,55€. Έχοντας υποθέσει επιτόκιο προεξόφλησης 3% και ετήσια αύξηση στη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου 1% προκύπτουν οι κάτωθι χρηματοροές (Πίνακας 10.3.3). Στο Διάγραμμα 10.3.1 αναπαριστώνται οι αθροιστικές χρηματοροές.

Πίνακας 10.3.3: Χρηματοροές αντιστάθμισης (Κατηγορία Γ)

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματοροές
0	430,7006118	199,5469732	-875,087915
1	422,3374931	195,6722747	-257,0781472
2	414,0961674	191,8540039	348,8720241
3	405,9766347	188,0921607	942,9408194
4	397,9787917	184,3866972	1525,306308
5	390,1024377	180,7375206	2096,146267
6	382,3472806	177,1444955	2655,638043
7	374,7129422	173,6074466	3203,958431
8	367,1989634	170,1261612	3741,283556
9	359,8048095	166,7003917	4267,788757
10	352,5298748	163,3298574	4783,648489
11	345,3734872	160,0142469	5289,036223
12	338,3349127	156,75322	5784,124356
13	331,4133594	153,5464101	6269,084126
14	324,6079815	150,3934251	6744,085532
15	317,9178834	147,2938502	7209,297266
16	311,3421231	144,2472488	7664,886638
17	304,8797154	141,2531646	8111,019518
18	298,5296359	138,3111229	8547,860276
19	292,2908233	135,4206321	8975,571732
20	286,1621833	132,5811851	9394,3151



Διάγραμμα 10.3.1: Αθροιστικές χρηματοροές αντιστάθμισης (Κατηγορία Γ)

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 9.394,31 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,7372. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 1,42 έτη.

Για την επιλογή II επιλέξαμε τα προϊόντα της εταιρείας Siemens που αναγράφονται στον Πίνακα 10.3.4 μαζί με τα αντίστοιχα κόστη.

Πίνακας 10.3.4: Κόστη αντιστάθμισης λέβητα για την Επιλογή II (Κατηγορία Β)

	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
Σύνολο				3140,15
Με ΦΠΑ 23%				3.862,3845
Τα εργατικά συμπεριλαμβάνονται				

Η αρχική δαπάνη συνεπώς της επένδυσης της επιλογής II είναι 3.862,38€.

Μετά την αναβάθμιση των διατάξεων αυτομάτου ελέγχου στην κατηγορία Β η κατανάλωση πετρελαίου σύμφωνα με το λογισμικό είναι 40,7 kWh/m² που αντιστοιχεί σε 2.434,65€. Η ηλεκτρική κατανάλωση είναι 30,2 kWh/m², δηλαδή 5.118,56 kWh ανά τετράμηνο που κοστολογείται στον Πίνακα 10.3.5.

Πίνακας 10.3.5: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με εφαρμογή αντιστάθμισης (Κατηγορία Β)

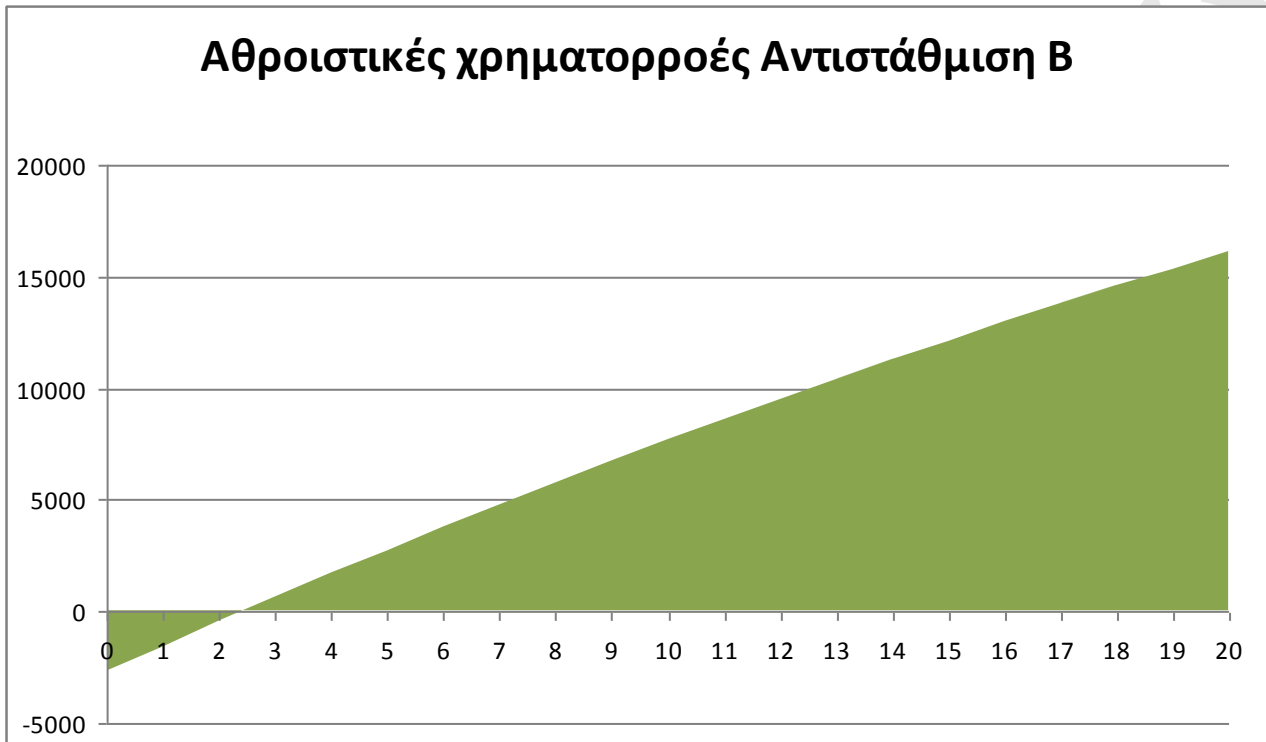
Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
	0,09155		468,6039605
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
	1,52		1,52
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	30,96727429

		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	2,354536557
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	111,0727028
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		229,7208711
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		30,66016082

Η συνολική ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια προκύπτει ίση με 2.630,62€. Η εξοικονόμηση πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας για τον πρώτο χρόνο θα είναι, αντίστοιχα, 801,58€ και 355,71€. Έχοντας υποθέσει επιτόκιο προεξόφλησης 3% και ετήσια αύξηση στη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας και πετρελαίου 1% προκύπτουν οι χρηματοροές του Πίνακα 10.3.6 καθώς και το Διάγραμμα 10.3.2.

Πίνακας 10.3.6: Χρηματοροές αντιστάθμισης (Κατηγορία Β)

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματοροές
0	801,5816941	355,7141697	-2705,088636
1	786,017001	348,8070984	-1570,264537
2	770,6789782	342,0006156	-457,5849429
3	755,5676257	335,2947212	633,2774039
4	740,6827512	328,6893298	1702,649485
5	726,0239813	322,1842759	2750,857742
6	711,5907722	315,779318	3778,227832
7	697,3824201	309,4741439	4785,084396
8	683,3980707	303,2683743	5771,750841
9	669,6367288	297,1615678	6738,549138
10	656,097267	291,153224	7685,799629
11	642,7784345	285,2427879	8613,820851
12	629,6788653	279,4296531	9522,92937
13	616,7970855	273,7131658	10413,43962
14	604,1315211	268,0926273	11285,66377
15	591,6805053	262,5672981	12139,91157
16	579,4422846	257,1364	12976,49026
17	567,4150259	251,7991195	13795,7044
18	555,5968223	246,5546104	14597,85584
19	543,985699	241,4019964	15383,24353
20	532,5796188	236,3403734	16152,16352



Διάγραμμα 10.3.2: Αθροιστικές χρηματοροές αντιστάθμισης (Κατηγορία Β)

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 16.152,16 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,4414. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 2,42 έτη.

Τα χαρακτηριστικά μεγέθη των δυο επιλογών φαίνονται στον Πίνακα 10.3.7

Πίνακας 10.2.16: Οικονομικά κριτήρια αντισταθμίσεων Κατηγοριών Γ και Β

	Κατηγορία Γ	Κατηγορία Β
Αρχικό κόστος (€)	1.505,335	3.862,385
Καθαρή παρούσα αξία (€)	11.938,71	16.152,16
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης	0,7833	0,4414
Χρόνος αποπληρωμής (Έτη)	1,37	2,42

Συμπερασματικά, αν και η επένδυση Ι έχει μεγαλύτερο εσωτερικό βαθμό απόδοσης και μικρότερη αρχική δαπάνη, η επένδυση ΙΙ έχει μεγαλύτερη καθαρή παρούσα αξία παράλληλα με σχετικά χαμηλό ρίσκο (μεγάλο περιθώριο κέρδους). Σε κάθε περίπτωση πρόκειται για εξαιρετικά προσοδοφόρες επενδύσεις.

10.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΒΙΟΜΑΖΑΣ – PELLETS

Η θέρμανση των χώρων του κτιρίου μας απαιτεί 31,2 kWh/m² (λογισμικό TEE) ετησίως, με την ενεργειακή κατανάλωση στο υπάρχον κτήριο να φθάνει τις 54,6 kWh/m² (λογισμικό TEE). Συνάγεται λοιπόν ότι η συνολική απόδοση του υπάρχοντος συστήματος θέρμανσης είναι 57,14%. Οι ανάγκες θέρμανσης καλύπτονται προς το παρόν από ένα λέβητα πετρελαίου ισχύος 50.000 kcal/h και απόδοσης 0,9. Θα εξετάσουμε την εναλλακτική επιλογή αντικατάστασης του λέβητα πετρελαίου με λέβητα pellet.

Η πρώτη μας επιλογή είναι ένας λέβητας pellet P4 60 της εταιρίας Froling με ονομαστική ισχύ 58.500 kcal/h τα χαρακτηριστικά του οποίου φαίνονται παρακάτω.

Πίνακας 10.4.1: Χαρακτηριστικά λέβητα Pellet

Τύπος λέβητα Pellet	
Μοντέλο	P4 60
Ισχύς(Kcal/h)	58500
Χωρητικότητα (lt)	170
Βάρος(kg)	760
Πίεση(bar)	3
Τιμή(€)	12.234
Απόδοση	0,93

Το σύνολο και το κόστος των εργασιών της αντικατάστασης του λέβητα συνοψίζονται στον Πίνακα 10.4.2.

Πίνακας 10.4.2: Κόστη εργασιών εγκατάστασης λέβητα

Εργασίες	Κόστη (€)
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
Σύνολο	1.500

Όπως μπορούμε να δούμε το αρχικό κόστος για την επένδυση θα είναι $12.234 + 1.500 = 13.734$ €. Στη συνέχεια θα προσδιορίσουμε την ετήσια εξοικονόμηση που θα προκύψει από τη χαμηλότερη τιμή του καυσίμου pellet σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης (diesel).

Η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης όπως προκύπτει από το λογισμικό του TEE είναι $54,1 \text{ kWh/m}^2$. Λαμβάνοντας υπόψη τη θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου ($11,9 \text{ kWh/l}$) και τη συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια της κατοικίας ($508,47 \text{ m}^2$) βρίσκουμε τη συνολική κατανάλωση σε lt του πετρελαίου που είναι $2.311,598 \text{ lt}$. Με βάση τη νέα τιμή ($1,4 \text{ €/lt}$) του πετρελαίου που θα ισχύσει από τον Οκτώβριο του 2012 καταλήγουμε στη συνολική ετήσια δαπάνη για καύσιμο που είναι $3.236,237 \text{ €}$. Όσα αναφέρθησαν συνοψίζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Πίνακας 10.4.3: Συνολική δαπάνη κατανάλωσης diesel

Πετρέλαιο θέρμανσης	
Θερμογόνος diesel (kWh/lt)	11,9
Κατανάλωση diesel (kwh/m ²)	54,1
Συνολική κατανάλωση (kWh)	27.508,01
Συνολική κατανάλωση (lt)	2.311,598
Τιμή diesel(€)	1,4
Συνολική δαπάνη diesel(€)	3.236,237

Η κατανάλωση του καυσίμου pellet προκύπτει με ανάλογο τρόπο λαμβάνοντας υπόψη και την ελαφρώς καλύτερη απόδοση του λέβητα pellet ($0,93$). Η ενεργειακή κατανάλωση στη περίπτωση αυτή είναι $52,4 \text{ kWh/m}^2$ (TEE KENAK) και συνδυάζοντας με το εμβαδό της οικίας ($508,47 \text{ m}^2$) και τη θερμογόνο δύναμη του pellet ($5,1 \text{ kWh/kg}$) καταλήγουμε στην συνολική ετήσια κατανάλωση pellet σε kg ($5.224,24 \text{ kg}$). Η τιμή του pellet όπως προέκυψε από προσφορά της Helleniccofuel είναι $0,3 \text{ €/kg}$. Συνεπώς η ετήσια δαπάνη για καύσιμο θα είναι $1.567,27 \text{ €}$. Ο Πίνακας 10.4.4 συνοψίζει τα παραπάνω δεδομένα..

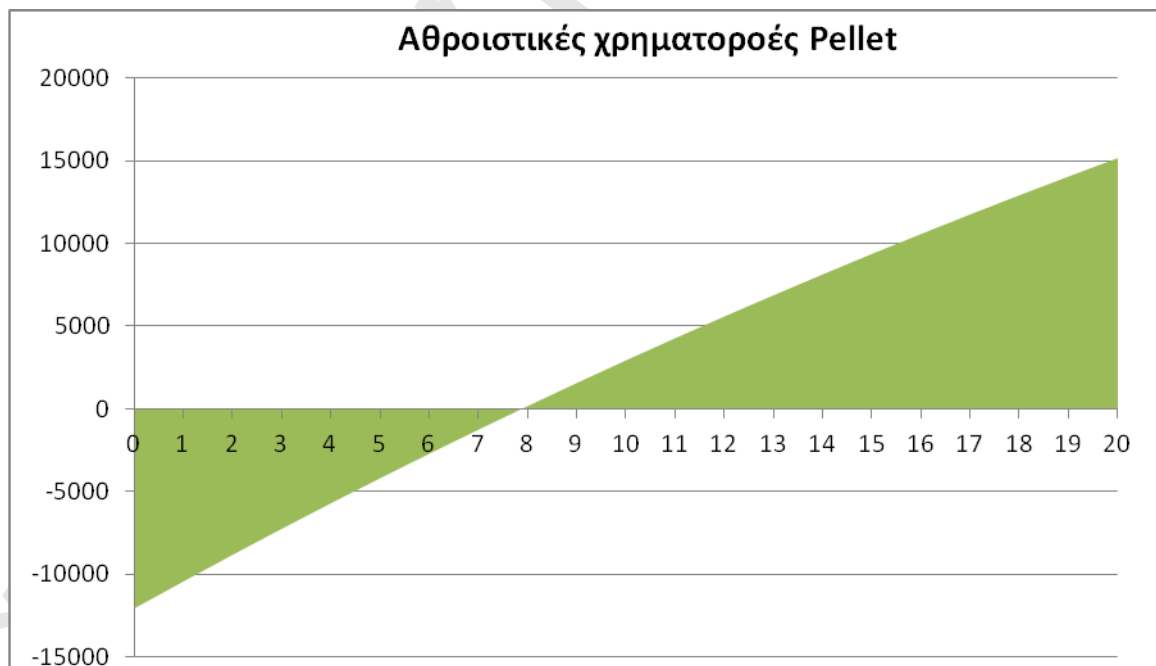
Πίνακας 10.4.4: Συνολική δαπάνη κατανάλωσης pellet

Καύσιμο pellet	
Τιμή pellet (€/kg)	0,3
Θερμογόνος (kwh/kg)	5,1
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/ m ²)	52,4
Συνολική εν. κατανάλωση (kWh)	26.643,62
Συνολική κατανάλωση pellet (kg)	5.224,24
Συνολική δαπάνη pellet (€)	1.567,27

Άρα η εξοικονόμηση το πρώτο έτος από την αλλαγή του καυσίμου σε pellet θα είναι $3.236,24 - 1.567,27 = 1.668,97 \text{ €}$. Έχοντας υποθέσει επιτόκιο προεξόφλησης 3% , διάρκεια ζωής 20 έτη καθώς και ετήσια αύξηση στη τιμή του πετρελαίου και pellet 1% προκύπτουν οι παρακάτω αθροιστικές χρηματοροές της επένδυσης.

Πίνακας 10.4.5: Χρηματοροές εγκατάστασης λέβητα pellet

Έτος	Εξοικονόμηση	Αθροιστικές χρηματοροές
0	1668,964871	-12065,03513
1	1636,557786	-10428,47734
2	1604,622649	-8823,854695
3	1573,15946	-7250,695235
4	1542,167818	-5708,527418
5	1511,646946	-4196,880472
6	1481,595712	-2715,284759
7	1452,012651	-1263,272108
8	1422,895983	159,6238746
9	1394,243637	1553,867511
10	1366,053265	2919,920776
11	1338,322263	4258,243039
12	1311,047787	5569,290826
13	1284,226767	6853,517593
14	1257,855928	8111,373522
15	1231,931798	9343,30532
16	1206,450727	10549,75605
17	1181,408897	11731,16494
18	1156,802339	12887,96728
19	1132,62694	14020,59422
20	1108,87846	15129,47268



Διάγραμμα 10.4.1: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης λέβητα pellet

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 15.129,47 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,1360. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 7,89 έτη.

Μετά την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου η εξοικονόμηση που παρατηρήθηκε ήταν μικρή και δε στάθηκε ικανή να ανεβάσει το κτήριο ενεργειακή κατηγορία (παραμένει κατηγορία Ε). Παρόλα αυτά η συγκεκριμένη επένδυση κρίνεται βιώσιμη και κυρίως λόγω της πολύ χαμηλότερης τιμής του καύσιμου pellet από αυτής του πετρελαίου. Επιπλέον καθώς η βιομάζα έχει μηδενικό συντελεστή εκπομπών CO₂, η μείωση των εκπομπών είναι σημαντική και φτάνει τα 14,3 kg/m² γεγονός που ενισχύει τον οικολογικό χαρακτήρα της συγκεκριμένης επένδυσης

Αξίζει να σημειωθεί ότι έχει επιλεγεί ένας από τους πλήρως αυτόματοποιημένους λέβητες της αγοράς με βεβαιωμένη ροής αέρα και ρυθμιστή τροφοδοσίας καυσίμου ο οποίος έχει και σύστημα ελέγχου. Ο συγκεκριμένος λέβητας είναι ένας από τους ακριβότερους λέβητες που κυκλοφορούν στην αγορά γεγονός που αιτιολογεί την αυξημένο κόστος της επένδυσης.

10.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΛΕΒΗΤΑ ΣΥΜΠΥΚΝΩΣΗΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Η δεύτερη εναλλακτική επιλογή είναι η αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα με λέβητα φυσικού αερίου με τεχνολογία συμπύκνωσης. Ο λέβητας που επιλέξαμε είναι ο 1,65 HTE (επιδαπέδιος) της εταιρείας Charpee με ισχύ 55.900 Kcal/h τα χαρακτηριστικά του οποίου φαίνονται παρακάτω.

Πίνακας 10.5.1: Χαρακτηριστικά λέβητα Φυσικού Αερίου

Τύπος λέβητα αερίου συμπύκνωσης	
Μοντέλο	1.65 HTE επιδαπέδιος
Ισχύς(Kca/h)	55.900
Βάρος(kg)	68
Απόδοση	1,07
Τιμή(€)	4.630

Έχουμε υποθέσει ότι τα εργατικά κόστη παραμένουν ίδια με αυτά της εγκατάστασης λέβητα Pellet, συνεπώς το αρχικό κόστος της επένδυσης θα είναι 4.630 + 1.500= 6.130 €. Όπως και στη περίπτωση του λέβητα Pellet θα προσδιορίσουμε την ετήσια εξοικονόμηση που θα προκύψει από τη χαμηλότερη τιμή του καυσίμου φυσικού αερίου σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης (diesel). Η δαπάνη για πετρέλαιο θέρμανσης παραμένει ίδια 3.236,237 € όπως παρουσιάστηκε στον Πίνακα 10.4.3 και άρα προχωρούμε προχωρούμε απευθείας στον υπολογισμό της ετήσια δαπάνης για φυσικό αέριο.

Η ενεργειακή κατανάλωση στη περίπτωση του φυσικού αερίου διαμορφώνεται στα 45,5 kWh/m² (KENAK) λόγω της υψηλής απόδοσης (1,07) του λέβητα αερίου. Η συνολική ενεργειακή κατανάλωση προκύπτει ως το γινόμενο ενεργειακής κατανάλωσης και εμβαδού και είναι 23.135,20 kWh.

Η δαπάνη για φυσικό αέριο προκύπτει ως το άθροισμα α) της χρέωσης ισχύος (κλιμακούμενο πάγιο ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ των συσκευών του καταναλωτή - για τη περίπτωση του υπό μελέτη κτηρίου 20,32€ ανά δίμηνο), β) της χρέωσης ενέργειας που προκύπτει από τη μετρηθείσα κατανάλωση φυσικού αερίου και από τη μετατροπή του με τον τρέχοντα συντελεστή θερμογόνου δύναμης (11,492 kWh/nm³ – Ιούλιος 2012, η τιμή του φυσικού αερίου είναι 0,08038 €/kWh), γ) του ειδικού φόρου κατανάλωσης (ΕΦΚ) που είναι 0,54% επί της συνολικής κατανάλωσης και δ) του ΦΠΑ (13%) και του ειδικού τέλους 5 % που λογίζονται επί του αθροίσματος των α),β) και γ). Συνοψίζουμε στον Πίνακα 10.5.2 όπου και βλέπουμε ότι η συνολική ετήσια δαπάνη για καύσιμο ανέρχεται σε 2.390,83 €.

Πίνακας 10.5.2: Συνολική δαπάνη κατανάλωσης φυσικού αερίου

Καύσιμο φυσικό αέριο	
Τιμή ΦΑ (€/kWh)	0,08038
Χρέωση ισχύος (€)	121,92
ΕΦΚ (0,54%)	124,9300962
Χρέωση ενέργειας (€)	1.859,607617
ΦΠΑ 13%	273,8395027
Ειδικό τέλος 5%	10,53228857
Θερμογόνος (kwh/nm ³)	11,492
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/m ²)	45,5
Συνολική εν. κατανάλωση (kWh)	23.135,203
Συνολική κατανάλωση ΦΑ (nm ³)	2.013,15724
Συνολική δαπάνη ΦΑ (€)	2.390,829505

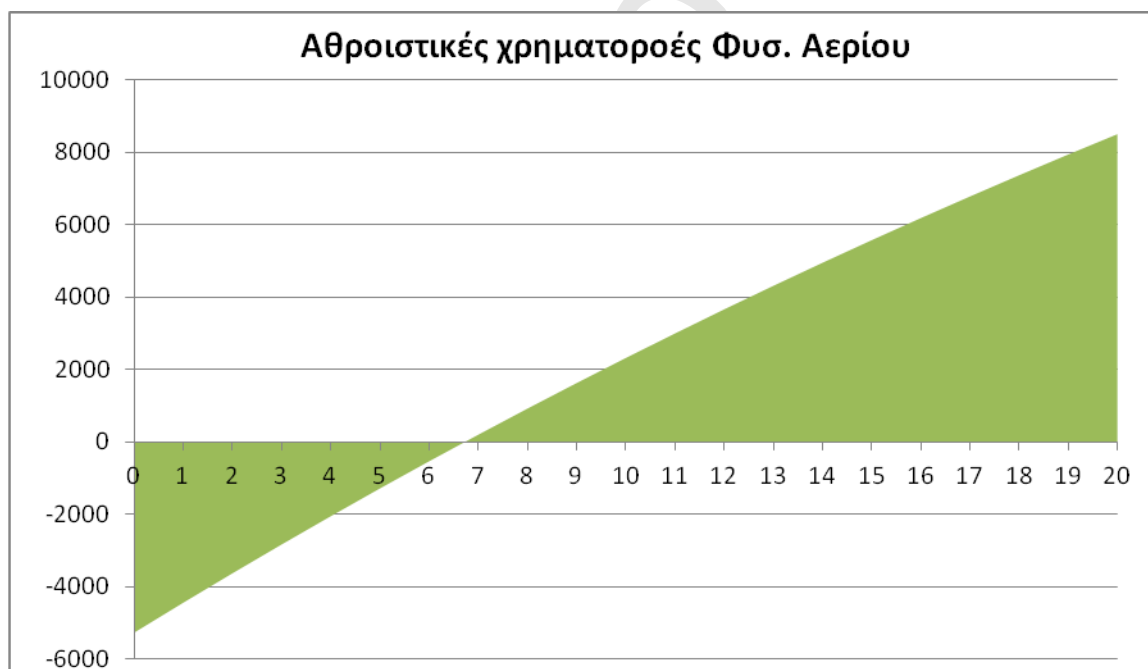
Η εξοικονόμηση το πρώτο έτος από τη αλλαγή του καυσίμου θα είναι 3.236,24 – 2.390,83 = 845,41 €. Και πάλι έχοντας υποθέσει επιτόκιο προεξόφλησης 3%, διάρκεια ζωής 20 έτη καθώς και ετήσια αύξηση στη τιμή του πετρελαίου και pellet 1% προκύπτουν οι παρακάτω αθροιστικές χρηματορροές της επένδυσης.

Πίνακας 10.5.3: Χρηματορροές εγκατάστασης λέβητα φυσικού αερίου

Έτος	Εξοικονόμηση	Αθροιστικές χρηματορροές
0	845,4070365	-5284,592963
1	828,9913659	-4455,601598
2	812,8147585	-3642,786839
3	796,8772142	-2845,909625
4	781,1785303	-2064,731095
5	765,7183129	-1299,012782
6	750,4959886	-548,5167931

7	735,510815	186,9940219
8	720,7618911	907,755913
9	706,2481673	1614,00408
10	691,9684546	2305,972535
11	677,9214339	2983,893969
12	664,1056643	3647,999633
13	650,5195914	4298,519225
14	637,1615553	4935,68078
15	624,0297978	5559,710578
16	611,1224698	6170,833048
17	598,4376378	6769,270685
18	585,9732907	7355,243976
19	573,7273457	7928,971322
20	561,6976543	8490,668976

Στη συνέχεια βλέπουμε το αντίστοιχο διάγραμμα καθώς και τις υπολογισθείσες τελικές παραμέτρους της επένδυσης.



Διάγραμμα 10.5.1: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης λέβητα φυσικού αερίου

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 8.490,67 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,1612. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 6,75 έτη. Στον Πίνακα 10.5.4 αντιπαραβάλλονται οι παράμετροι των δυο επενδύσεων. Η δε ενεργειακή κατάταξη βελτιώνεται στη κατηγορία Δ.

Πίνακας 10.5.4: Οικονομικά κριτήρια εγκατάστασεων λέβητα Pellet και λέβητα φυσικού αερίου

	Pellet	Φυσικό Αέριο
Αρχικό κόστος (€)	13.734	6.130
Καθαρή Παρούσα αξία (€)	15.129,47	8.490,67
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	0,1360	0,1612
Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	7,89	6,75

Συμπερασματικά μπορούμε να ισχυριστούμε ότι η πιο συμφέρουσα επένδυση είναι η εγκατάσταση λέβητα φυσικού αερίου καθώς έχει μικρότερο αρχικό κόστος, μεγαλύτερο εσωτερικό βαθμό απόδοσης και μικρότερο χρόνο αποπληρωμής. Παρόλαυτα αν κριτήριο του ιδιώτη είναι η Καθαρή Παρούσα Αξία τότε μπορούμε να επιλέξουμε την εγκατάσταση λέβητα με καύσιμο pellet και να αναλάβουμε το μεγαλύτερο ρίσκο της επένδυσης αυτής, όπως προκύπτει από το χαμηλότερο εσωτερικό βαθμό απόδοσης.

10.6 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΜΟΝΑΔΑΣ ΜΙΚΡΟ – ΣΥΜΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Χρησιμοποιώντας το λογισμικό TEE KENAK οι ενεργειακές καταναλώσεις για θέρμανση (πετρέλαιο) προκύπτουν ίσες με $54,1 \text{ kWh/m}^2$ που είναι ισοδύναμες με $27.508,01 \text{ kWh}$ ετησίως (εμβαδό θερμαινόμενων ζωνών: $508,47 \text{ m}^2$). Αν λάβουμε υπόψη την θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου ($11,6 \text{ kWh/l}$) και την νέα τιμή του πετρελαίου ($1,4 \text{ €/lt}$) καταλήγουμε στην ετήσια δαπάνη για πετρέλαιο που είναι $3.236,24 \text{ €}$.

Επιπλέον, η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο υπάρχον κτήριο ανέρχεται σε $34,3 \text{ kWh/m}^2$ ετησίως που μεταφράζεται σε $17.440,38 \text{ kWh}$. Η ανά τετράμηνο καταναλωθείσα ενέργεια είναι $5.813,46 \text{ kWh}$. Η ενέργεια αυτή έχει κοστολογηθεί στον Πίνακα 10.1.3. βασιζόμενη στους συντελεστές των Πινάκων 10.1.1 και 10.1.2 όπως παρουσιάστηκαν στην Ενότητα 10.1. Η συνολική ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια θα είναι $2.986,33 \text{ €}$.

Κατόπιν αναζήτησης έχοντας ως πηγή δεδομένων τη διπλωματική εργασία «Τεχνικοοικονομική μελέτη μ-ΣΗΘ στον οικιακό τομέα» επιλέχτηκε μονάδα συμπαραγωγής με τα χαρακτηριστικά που βλέπουμε στον Πίνακα 10.6.1.

Πίνακας 10.6.1 Χαρακτηριστικά μονάδας Συμπαραγωγής

Όνομασία μοντέλου	MEPHISTO G26
Τύπος κινητήρα	Τετρακύλινδρος Perkins 4000 cc
Ονομαστική θερμική ισχύς	38-55 kW
Θερμικός βαθμός απόδοσης	73,5%
Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης	31,5%

Ηλεκτρική κατανάλωση βοηθητικών συστημάτων (λ.χ. κυκλοφορητής)	170 W
Συνολικό κόστος επέμβασης	48.570 €

Το συνολικό κόστος επέμβασης συμπεριλαμβάνει παρελκόμενα, εργατικές δαπάνες και ΦΠΑ 23%.

Πρέπει στη συνέχεια να υπολογίσουμε την εξοικονόμηση που επιτυγχάνεται από τη χρήση του συστήματος συμπαραγωγής.

Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μετά την εγκατάσταση ΣΗΘ είναι 24,6 kWh/m² (ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ) η οποία κοστολογείται αναλυτικά στον Πίνακα 10.6.2.

Πίνακας 10.6.2: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με Συμπαραγωγή

Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
		0,09155	
Πάγιο (€/τετράμηνο)			
	1,52		1,52
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	25,22499826
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	1,917933752
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	90,47644004
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		187,1236235
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		24,97483299

Με βάση την ανωτέρω κοστολόγηση η ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια ανέρχεται σε 2.144,763€. Η κατανάλωση πετρελαίου είναι μηδενική σε αντίθεση με την κατανάλωση φυσικού αερίου που είναι 66,3 kWh/m² (ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ). 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. Η κατανάλωση Φ.Α βάσει του ειδικού τιμολογίου για συμπαραγωγή που διαθέτει η ΔΕΠΑ κοστολογείται αναλυτικά στον Πίνακα 10.6.3.

Πίνακας 10.6.3: Ετήσια δαπάνη Φυσικού Αερίου με Συμπαραγωγή

Καύσιμο (φυσικό αέριο)	
Τιμή ΦΑ (€/kWh)	0,07402
Χρέωση ισχύος (€)	121,92
ΕΦΚ (0,54%)	182,0409973
Χρέωση ενέργειας (€)	2495,310115
ΦΠΑ 13%	363,9052446
Ειδικό τέλος 5%	13,99635556
Θερμογόνος (kwh/nm³)	11,492
Ενεργειακή κατανάλωση (kWh/ m²)	66,3
Συνολική εν. κατανάλωση (kWh)	33.711,2958
Συνολική κατανάλωση ΦΑ (nm³)	2.933,457692
Συνολική δαπάνη ΦΑ (€)	3.177,172713

Όπως βλέπουμε και στον Πίνακα 10.6.3 η συνολική ετήσια δαπάνη για ΦΑ είναι 3.177,17€.

Συνεπώς η χρηματική εξοικονόμηση για το πρώτο έτος θα είναι $3.236,24 + 2.986,33 - 3.177,17 - 2.144,76 = 900,64\text{€}$. Αν υποθέσουμε επιτόκιο προεξόφλησης 3%, ετήσια αύξηση 1% σε τιμές πετρελαίου, ΦΑ και ηλεκτρικής ενέργειας και διάρκεια ζωής της επένδυσης 20 έτη, τότε θα έχουμε τις αθροιστικές χρηματορροές του Πίνακα 10.6.4.

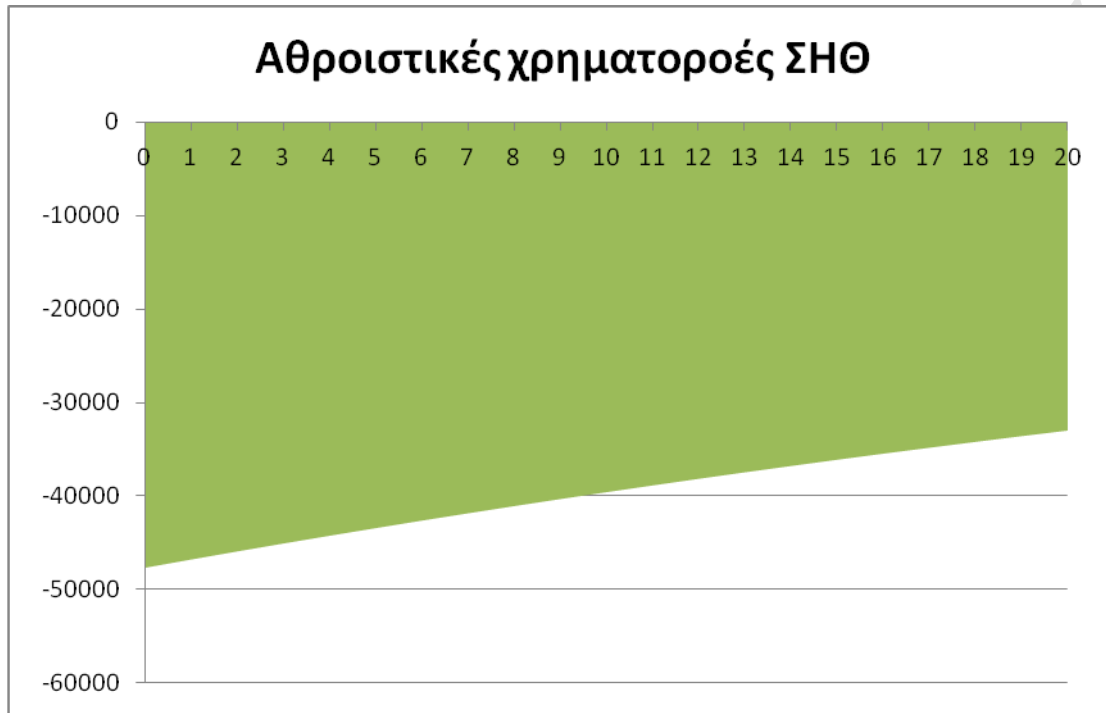
Πίνακας 10.6.4: Χρηματορροές εγκατάστασης μονάδας Συμπαραγωγής

Έτος	Εξοικονόμηση	Αθροιστικές χρηματορροές
0	900,6314983	-47669,3685
1	883,143508	-46786,22499
2	865,9101972	-45920,3148
3	848,9315659	-45071,38323
4	832,207398	-44239,17583

5	815,737274	-43423,43856
6	799,5205829	-42623,91798
7	783,5565339	-41840,36144
8	767,8441672	-41072,51727
9	752,3823645	-40320,13491
10	737,1698592	-39582,96505
11	722,205246	-38860,7598
12	707,4869899	-38153,27281
13	693,0134349	-37460,25938
14	678,7828128	-36781,47657
15	664,7932505	-36116,68332
16	651,042778	-35465,64054
17	637,5293357	-34828,1112
18	624,2507809	-34203,86042
19	611,2048949	-33592,65553
20	598,3893889	-32994,26614

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι -32.994,27 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι -0,07. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 64,97 έτη δηλαδή μετά το πέρας της διάρκειας ζωής της επένδυσης. Στο Διάγραμμα 10.6.1 παρουσιάζεται και η γραφική παράσταση των αθροιστικών χρηματοροών.

Συμπερασματικά, η επένδυση είναι ασύμφορη οικονομικά με μεγάλη αρχική δαπάνη, αρνητική παρούσα αξία, αρνητικό εσωτερικό βαθμό απόδοσης και χρόνο αποπληρωμής πολύ μετά το πέρας της διάρκειας ζωής της επένδυσης.



Διάγραμμα 10.6.1: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης μονάδας Συμπαρογωγής

10.7 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ Ή /ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

10.7.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΖΝΧ

Οι ανάγκες του κτιρίου που εξετάζουμε σε Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ) προκύπτουν από την ΤΟΤΕΕ 20701-1 όπου αναφέρεται ότι η ανάγκη για ΖΝΧ ετησίως σε μονοκατοικία/πολυκατοικία είναι $27,3 \text{ m}^3/\text{Υπνοδωμάτιο}$. Οι οικίες στο κτήριο αφορούν τις ΘΖ1, ΘΖ3 και ΘΖ4 (Θερμικές Ζώνες) όπου υπάρχουν αντίστοιχα 2, 4 και 4 υπνοδωμάτια. Συνεπώς το κτήριο έχει ανάγκη ετησίως $10 \times 27,3 = 273 \text{ m}^3 \text{ ΖΝΧ}$.

Με βάση αυτό, το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ μας πληροφορεί ότι, ετησίως, οι ενεργειακές μας ανάγκες ανέρχονται σε $17,1 \text{ kWh/m}^2$ οι οποίες καλύπτονται από $18,9 \text{ kWh/m}^2$ ηλεκτρικής ενέργειας, αφού οι ανάγκες σε ΖΝΧ στο υπάρχον κτήριο καλύπτονται από ηλεκτρικό θερμαντήρα ισχύος 4 kW. Συνάγεται εύκολα ότι η απόδοση του συστήματος παροχής ΖΝΧ στο υπάρχον κτήριο είναι $17,1/18,9 = 0,9048$ ή 90,48%.

Οι εναλλακτικές μας επιλογές όσον αφορά τον τύπο ηλιακών συλλεκτών είναι είτε I) η χρήση απλών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών είτε II) η χρήση των πιο αποδοτικών επιλεκτικών συλλεκτών. Η χρήση συλλεκτών κενού απορρίφθηκε εξαρχής λόγω κυρίως του μεγάλου κόστους αλλά και άλλων τεχνικών παραγόντων που τους καθιστούν καταλληλότερους για μεγάλες εγκαταστάσεις. Σε κάθε περίπτωση εφαρμόστηκε η οδηγία που θέλει την κάλυψη σε ΖΝΧ να είναι κατ' ελάχιστον 60% από ηλιακή ενέργεια.

Απλοί συλλέκτες

Η επιλογή μας όσον αφορά τους απλούς είναι 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. Το κόστος προμήθειας ανέρχεται αντίστοιχα στα 847,2 € και 1.336,8€ αντίστοιχα ενώ συνυπολογίσαμε +30% δαπάνη επί της προμήθειας για τα παρελκόμενα και τα εργατικά. Το σύνολο της αρχικής δαπάνης είναι συνολικά $1,3 \times 847,2 = 1.101,36$ € και $1,3 \times 1.336,8 = 1.737,84$ € που μας δίνει 4.577,04€ ως συνολικό αρχικό κόστος. Στη συνέχεια θα προσδιορίσουμε την εξοικονόμηση σε ηλεκτρική ενέργεια που προκύπτει από την επένδυση.

Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο υπάρχον κτήριο ανέρχεται σε 34,3 kWh/m² ετησίως που μεταφράζεται σε 17.440,38 kWh αν λάβουμε υπόψη το συνολικό εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων το οποίο είναι 508,47 m². Η ανά τετράμηνο καταναλωθείσα ενέργεια είναι 5.762,46 kWh.

Η ενέργεια αυτή έχει κοστολογηθεί στον Πίνακα 10.1.3. βασιζόμενη στους συντελεστές των Πινάκων 10.1.1 και 10.1.2 όπως παρουσιάστηκαν στην Ενότητα 10.1. Η συνολική ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια θα είναι 2.986,33€.

Μετά την εγκατάσταση των απλών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας περιορίζεται σε 23,9 kWh/m² (TEE KENAK) με τα 12,2 kWh/m² να προορίζονται για ZNX. Η κάλυψη σε ZNX από ηλιακή ενέργεια ανέρχεται σε 11,7 kWh/m² που μας καλύπτουν σε ποσοστό $59,78\% \approx 60\%$ αν λάβουμε υπόψη και τους συντελεστές απόδοσης. Η ετήσια συνολική κατανάλωση είναι 12.152,34 kWh και η τετραμηνιαία προκύπτει 4.050,779 kWh.

Στον Πίνακα 10.7.1.1 βλέπουμε την αναλυτική χρέωση ανά τετράμηνο της καταναλωθείσας ενέργειας για τη περίπτωση της εγκατάστασης απλών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 10.7.1.1: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με εγκατάσταση απλών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών

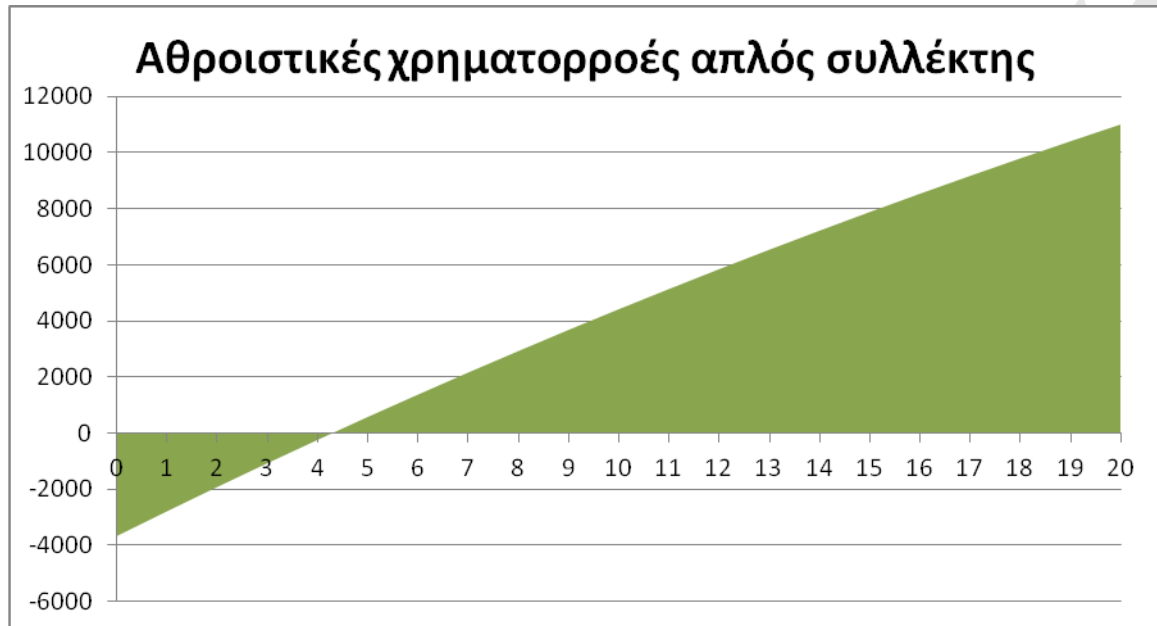
Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
	0,09155		370,8488297
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
1,52		1,52	1,52
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	24,50721376
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	1,863358401
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	87,90190719
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		181,7989675
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		24,26416701

Με αυτό τον τρόπο η συνολική ετήσια δαπάνη για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX προκύπτει ίση με 2.084,031 €.

Άρα η εξοικονόμηση το πρώτο έτος από την εγκατάσταση των απλών ηλιακών συλλεκτών θα είναι $2.986,330 - 2.084,031 = 902,3$ €. Έχοντας υποθέσει επιτόκιο προεξόφλησης 3%, διάρκεια ζωής 20 έτη καθώς και ετήσια αύξηση στη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας 1% προκύπτουν οι κάτωθι χρηματοροές (Πίνακας 10.7.1.2). Στο Διάγραμμα 10.7.1.1 αναπαριστώνται οι αθροιστικές χρηματοροές.

Πίνακας 10.7.1.2: Χρηματοροές εγκατάστασης απλών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών

Έτος	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματοροές
0	902,2993572	-3674,740643
1	884,7789814	-2789,961661
2	867,5137566	-1922,447905
3	850,5036829	-1071,944222
4	833,7485439	-238,1956779
5	817,2479193	579,0522413
6	801,0011969	1380,053438
7	785,0075844	2165,061023
8	769,2661203	2934,327143
9	753,7756842	3688,102827
10	738,5350072	4426,637834
11	723,5426814	5150,180516
12	708,7971689	5858,977685
13	694,2968107	6553,274495
14	680,0398352	7233,314331
15	666,024366	7899,338697
16	652,2484293	8551,587126
17	638,7099617	9190,297088
18	625,4068167	9815,703904
19	612,3367714	10428,04068
20	599,4975325	11027,53821



Διάγραμμα 10.7.1.1: Αθροιστικές χρηματορροές εγκατάστασης απλών επίπεδων ηλιακών συλλεκτών

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 11.027,54 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,2544. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 4,29 έτη.

Επιλεκτικοί συλλέκτες

Η εγκατάσταση επιλεκτικών συλλεκτών αποτελεί την δεύτερη εναλλακτική επιλογή που έχουμε για την κάλυψη των αναγκών σε ZNX. Για την Θερμική Ζώνη 1 επιλέξαμε τον συλλέκτη της εταιρείας ΜΑΛΤΕΖΟΣ διαστάσεων 1,3 x 1,5 με boiler 160 lt. Για τις θερμικές ζώνες ΘΖ3 και ΘΖ4 επιλέξαμε δυο συλλέκτες 1,3 x 1,5 ανά θερμική ζώνη με boiler 300 lt. Το κόστος προμήθειας είναι 1.048€ για τη ΘΖ1 και 1.260€ για τις ΘΖ3 και ΘΖ4. Συνυπολογίσαμε επιπλέον 30% επί του κόστους προμήθειας για τα παρελκόμενα και τα εργατικά και η αρχική δαπάνη διαμορφώνεται συνολικά στα 4.638,4€.

Μετά την εγκατάσταση των επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών η συνολική ετήσια κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας είναι 23,5 kWh/m² (TEE KENAK) με τα 11,3 kWh/m² να προορίζονται για ZNX. Η κάλυψη σε ZNX από ηλιακή ενέργεια ανέρχεται σε 12,2 kWh/m² που μας καλύπτουν σε ποσοστό 61,38% αν λάβουμε υπόψη και τους συντελεστές απόδοσης. Η ετήσια συνολική ηλεκτρική κατανάλωση είναι 11.948,95 kWh και η τετραμηνιαία προκύπτει ίση με 3.982,98 kWh. Στον Πίνακα 10.7.1.3 βλέπουμε την αναλυτική χρέωση ανά τετράμηνο για τη περίπτωση των επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 10.7.1.3: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με εγκατάσταση επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών

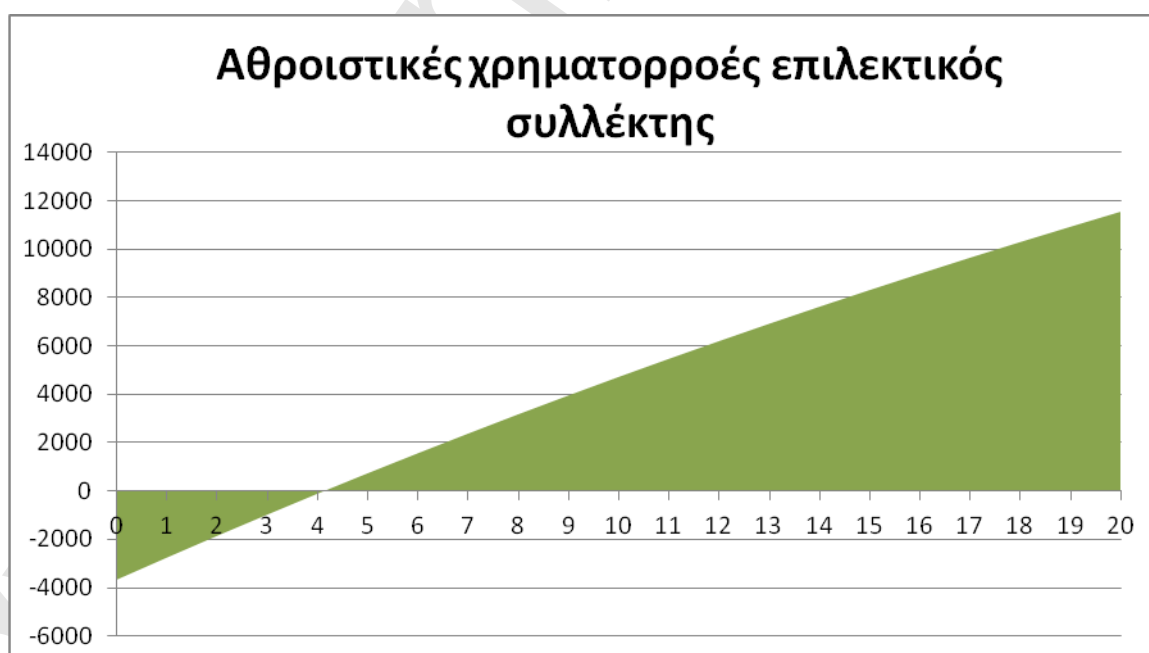
Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
	0,09155		364,6421547
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
1,52		1,52	
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	24,09705118
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	1,832172487
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	86,43074557
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		178,756307
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		23,85807216

Η ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια διαμορφώνεται σύμφωνα με τα παραπάνω σε 2.049,33€. Συνεπώς η εξοικονόμηση για το πρώτο έτος είναι $2.986,330 - 2.049,33 = 937,00€$. Υποθέτοντας επιτόκιο προεξόφλησης 3%, διάρκεια ζωής 20 έτη καθώς και ετήσια αύξηση στη τιμή της ηλεκτρικής ενέργειας 1% προκύπτουν οι χρηματορροές της επένδυσης που φαίνονται στον Πίνακα 10.7.1.4. Στο Διάγραμμα 10.7.1.2 βλέπουμε και τις αθροιστικές χρηματορροές.

Πίνακας 10.7.1.4: Χρηματορροές εγκατάστασης επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών

Έτος	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματορροές
0	937,0031787	-3701,396821
1	918,8089422	-2782,587879
2	900,8796703	-1881,708209
3	883,2153631	-998,4928458
4	865,8157956	-132,6770502
5	848,6805316	716,0034814
6	831,8089352	1547,812417

7	815,2001838	2363,0126
8	798,8532788	3161,865879
9	782,7670567	3944,632936
10	766,9401998	4711,573136
11	751,3712461	5462,944382
12	736,0585985	6199,00298
13	721,0005342	6920,003514
14	706,1952135	7626,198728
15	691,6406877	8317,839416
16	677,3349073	8995,174323
17	663,2757295	9658,450053
18	649,4609251	10307,91098
19	635,8881856	10943,79916
20	622,5551299	11566,35429



Διάγραμμα 10.7.1.2: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών

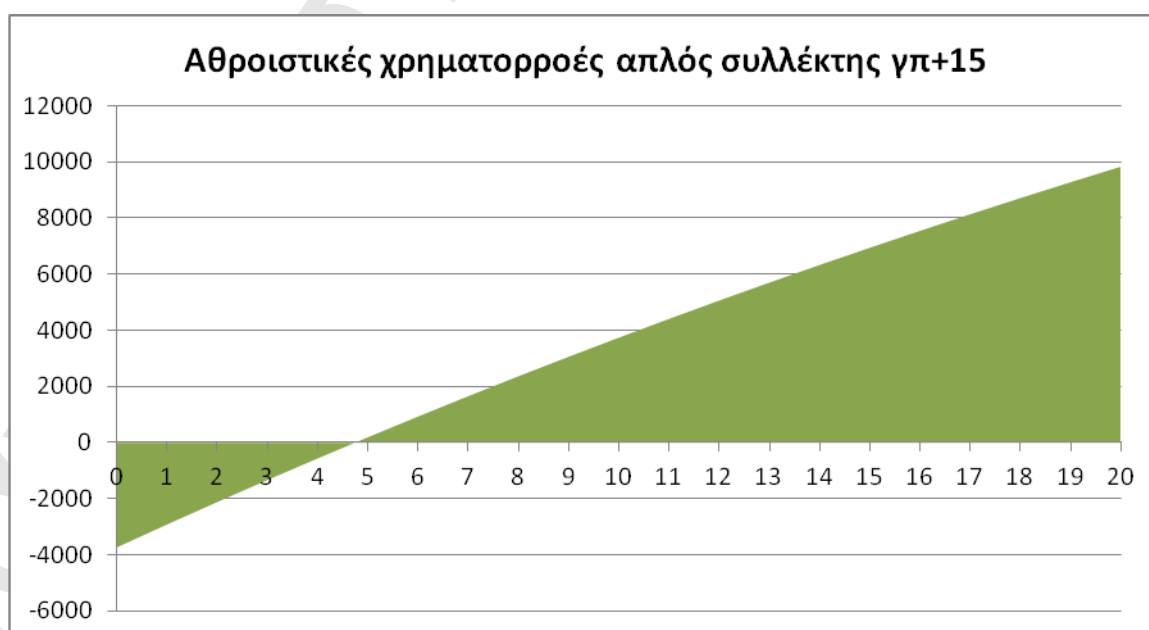
Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 11.566,35 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,2623. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 4,16 έτη. Στον Πίνακα 10.7.1.5 αντιπαραβάλλονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη των δυο επενδύσεων.

Πίνακας 10.7.1.5 : Οικονομικά κριτήρια εγκατάστασεων απλών και επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών

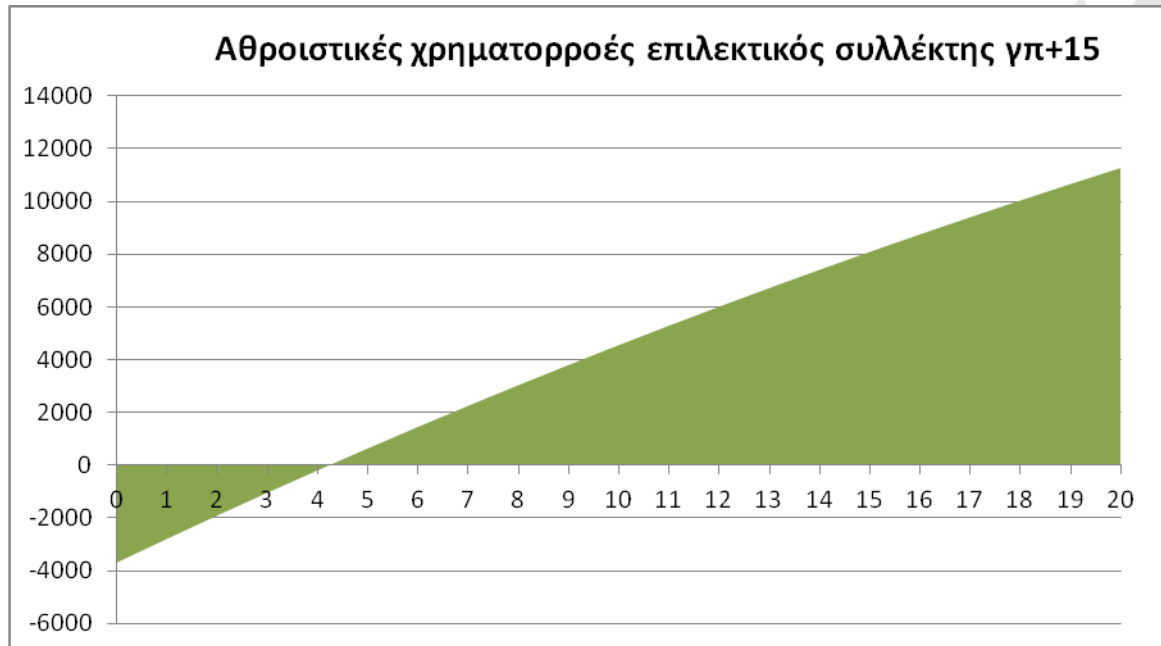
	Απλός	Επιλεκτικός
Αρχικό κόστος (€)	4.577,04	4.638,4
Καθαρή παρούσα αξία (€)	11.027,54	11.566,35
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης	0,2544	0,2623
Χρόνος αποπληρωμής (Έτη)	4,29	4,16

Ως συμπέρασμα μπορούμε να δούμε ότι οι δυο επενδύσεις είναι σχεδόν ισοδύναμες σε όλα τα επενδυτικά κριτήρια με την επένδυση των επιλεκτικών συλλεκτών να είναι ελαφρώς αποδοτικότερη. Σε κάθε περίπτωση πρόκειται για πολύ προσοδοφόρες επενδύσεις με μεγάλο περιθώριο κέρδους που παράλληλα αναβαθμίζουν ενεργειακά κατά πολύ το κτήριο αφού υποτίθεται ότι το κτήριο αναφοράς έχει μόνο 15% κάλυψη από ηλιακή ενέργεια των αναγκών σε ΖΝΧ ενώ οι επενδύσεις που εξετάσαμε έχουν ελάχιστη κάλυψη 60%.

Παρενθετικά μπορούμε να δούμε και τα αντίστοιχα διαγράμματα για χειμερινή λειτουργία, δηλαδή για κλίση ίση με το γεωγραφικό πλάτος επαυξημένο κατά 15°.



Διάγραμμα 10.7.1.3: Αθροιστικές χρηματορροές εγκατάστασης απλών ηλιακών συλλεκτών γπ +15°



Διάγραμμα 10.7.1.4: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών γπ +15°

Στον Πίνακα 10.7.1.6 αντιπαραβάλλονται τα χαρακτηριστικά μεγέθη των δυο επενδύσεων.

Πίνακας 10.7.1.6 : Οικονομικά κριτήρια εγκατάστασεων απλών και επιλεκτικών ηλιακών συλλεκτών με κλίση γπ +15°

	Απλός (γπ+15)	Επιλεκτικός (γπ+15)
Αρχικό κόστος (€)	4.577,04	4.638,4
Καθαρή παρούσα αξία (€)	9.827,186038	11.266,26625
Εσωτερικός βαθμός απόδοσης	0,229906369	0,256201259
Χρόνος αποπληρωμής (Ετη)	4,758173454	4,259454557

Παρατηρούμε, όπως ήταν επόμενο, ότι οι δυο εναλλακτικές για κλίση συλλεκτών για χειμερινή λειτουργία είναι ελαφρά κατώτερες των αντίστοιχων για ετήσια λειτουργία με καλύτερη επένδυση να παραμένει αυτή των επιλεκτικών συλλεκτών.

10.7.2 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΗΛΙΑΚΩΝ ΣΥΛΛΕΚΤΩΝ ΓΙΑ ΚΑΛΥΨΗ ΖΝΧ ΚΑΙ ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Όπως αναφέραμε και στην ενότητα 10.7.1 το κτήριο έχει ανάγκη ετησίως 273 m^3 ΖΝΧ. Με βάση αυτό, το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ μας πληροφορεί ότι, ετησίως, οι ενεργειακές μας ανάγκες ανέρχονται σε $17,1 \text{ kWh/m}^2$ οι οποίες καλύπτονται από $18,9 \text{ kWh/m}^2$ ηλεκτρικής ενέργειας, αφού οι ανάγκες σε ΖΝΧ στο υπάρχον κτήριο καλύπτονται από ηλεκτρικό θερμαντήρα ισχύος 4 kW .

Η συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στο υπάρχον κτήριο ανέρχεται σε $34,3 \text{ kWh/m}^2$ ετησίως που μεταφράζεται σε $17.440,38 \text{ kWh}$ αν λάβουμε υπόψη το συνολικό εμβαδό των θερμαινόμενων χώρων το οποίο είναι $508,47 \text{ m}^2$. Η ανά τετράμηνο καταναλωθείσα ενέργεια είναι $5.762,46 \text{ kWh}$.

Η ενέργεια αυτή έχει κοστολογηθεί στον Πίνακα 10.1.3. βασιζόμενη στους συντελεστές των Πινάκων 10.1.1 και 10.1.2 όπως παρουσιάστηκαν στην Ενότητα 10.1. Η συνολική ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια θα είναι $2.986,33\text{€}$.

Η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης όπως προκύπτει από το λογισμικό του ΤΕΕ είναι $54,1 \text{ kWh/m}^2$. Λαμβάνοντας υπόψη τη θερμογόνο δύναμη του πετρελαίου ($11,9 \text{ kWh/lt}$) και τη συνολική θερμαινόμενη επιφάνεια της κατοικίας ($508,47 \text{ m}^2$) βρίσκουμε τη συνολική κατανάλωση σε lt του πετρελαίου που είναι $2.311,598 \text{ lt}$. Με βάση τη νέα τιμή ($1,4 \text{ €/lt}$) του πετρελαίου καταλήγουμε στη συνολική ετήσια δαπάνη για καύσιμο που είναι $3.236,24 \text{ €}$.

Η ηλιοθερμική εγκατάσταση που επιλέξαμε προέρχεται από την εταιρεία THEROS και περιλαμβάνει:

- Ηλιακούς συλλέκτες κενού Akotec VRK DF (4 συλλέκτες – $19,48\text{m}^2$ συλ. επιφάνεια)
- Ανακλαστήρα από αυτοκόλλητο αλουμίνιο
- Ανοξείδωτες ντίζες στήριξης για εγκατάσταση στη ταράτσα
- Σωλήνωση υδραυλικού κυκλώματος 40m από ανοξείδωτο σπινάλ SS-flex με μόνωση Solar HT-UV υψηλών θερμοκρασιών πάχους 19mm με προστασία UV
- Αντλιοστάσιο ηλιακού κυκλώματος διπλής γραμμής Meibes Solarstation με εξαεριστικό, αντλία Solar, βαλβίδα ασφαλείας, ροόμετρο, θερμομέτρα εισόδου-εξόδου, πιεσόμετρο, διαχωριστή αέρα, βαλβίδες πλήρωσης-εκκένωσης και μονωτικό περίβλημα.
- Δοχείο διαστολής Solar
- Ψηφιακός Ελεγκτής Prozeda Genius Plus HKR με ηλεκτρονικό έλεγχο της ταχύτητας του κυκλοφορητή και έλεγχο αντιστάθμισης θέρμανσης.
- Ηλεκτρολογικός πίνακας Hager με ενσωματωμένους αυτοματισμούς
- Ηλεκτρικές αντιστάσεις στο δοχείο αδρανείας μέγιστης ισχύος 20 kW
- Δοχείο αδρανείας 2000 lt Theros DA τριπλής ενέργειας με εναλλάκτη ηλιακών και ηλεκτρικές αντιστάσεις
- Αντιψυκτικό μίγμα Tyfo LS για συλλέκτες κενού
- Αυτόματη τρίοδη θερμοστατική βαλβίδα 100 lt/min για το υπάρχον boiler ΖΝΧ
- Υδραυλική τοποθέτηση

Το κόστος του παραπάνω συστήματος ανέρχεται στα $11.749,59\text{€} + \text{ΦΠΑ } 23\% = 14.452 \text{ €}$ που είναι και η αρχική δαπάνη για την επένδυσή μας.

Εξετάζουμε δύο εναλλακτικές επιλογές: I) με κλίση συλλεκτών ίση με το γεωγραφικό πλάτος της Αθήνας, δηλαδή για ετήσια χρήση και II) με κλίση συλλεκτών επαυξημένο κατά 15° σε σχέση με την προηγούμενη επιλογή, για χειμερινή χρήση.

Μετά την εγκατάσταση η ηλεκτρική κατανάλωση για την εναλλακτική επιλογή Ι) είναι 15,4 kWh/m² που κοστολογείται στον Πίνακα 10.7.2.1. Η συνολική ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια θα είναι ίση με 1.307,345€.

Πίνακας 10.7.2.1: Τετραμηνιαία δαπάνη για ηλεκτρισμό με ηλιοθερμική εγκατάσταση

Ανταγωνιστικές χρεώσεις	€/kWh		Χρέωση ανά τετράμηνο(€)
	0,09155		238,9569865
	Πάγιο (€/τετράμηνο)		
1,52		1,52	
Ρυθμιζόμενες χρεώσεις	Δίκτυο μεταφοράς	Χρέωση ισχύος(€)	0,420821918
		Χρέωση ενέργειας(€)	15,79125907
		Λοιπές επιβαρύνσεις(€)	1,200657715
	Δίκτυο διανομής	Χρέωση ισχύος(€)	1,551780822
		Χρέωση ενέργειας(€)	56,63972263
	Υπηρεσίες κοινής ωφελείας		104,0657024
	Ειδικό τέλος ΑΠΕ		15,63465155

Η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης όπως προκύπτει από το λογισμικό του ΤΕΕ θα είναι 43,6 kWh/m² και η οποία αντιστοιχεί σε δαπάνη 2.608,13€.

Η εξοικονόμηση, συνεπώς, για το πρώτο έτος όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια είναι 1.678,99€ και όσον αφορά το πετρέλαιο 628,1€. Υποθέτοντας επιτόκιο προεξόφλησης 3%, ετήσια αύξηση 1% στις τιμές ηλεκτρικού-πετρελαίου και διάρκεια ζωής 20 έτη προκύπτουν οι χρηματοροές του Πίνακα 10.7.2.2 και το αντίστοιχο Διάγραμμα 10.7.2.1.

Πίνακας 10.7.2.2: Χρηματοροές εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη ZNX και θέρμανση (κλίση = γ.π.)

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματοροές
0	628,1050588	1678,985748	-12145,10169
1	615,9088441	1646,384083	-9882,808765
2	603,8902441	1614,2572	-7664,661321
3	592,049259	1582,605098	-5490,006964
4	580,3857379	1551,427375	-3358,193852
5	568,8993883	1520,723248	-1268,571215
6	557,5897842	1490,491579	779,5101485
7	546,456374	1460,730894	2786,697416
8	535,4984882	1431,439402	4753,635307
9	524,7153472	1402,61502	6680,965675
10	514,1060674	1374,255386	8569,327128
11	503,6696689	1346,357881	10419,35468
12	493,405081	1318,919642	12231,6794
13	483,3111491	1291,937583	14006,92813
14	473,3866397	1265,408406	15745,72318
15	463,6302467	1239,328621	17448,68205
16	454,0405961	1213,694555	19116,4172
17	444,6162517	1188,502368	20749,53582
18	435,355719	1163,748066	22348,6396
19	426,2574507	1139,427513	23914,32457
20	417,3198506	1115,536441	25447,18086



Διάγραμμα 10.7.2.1.: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη ΖΝΧ και θέρμανση (κλίση = γ.π.)

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 25.447,18 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,1945. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 5,62 έτη.

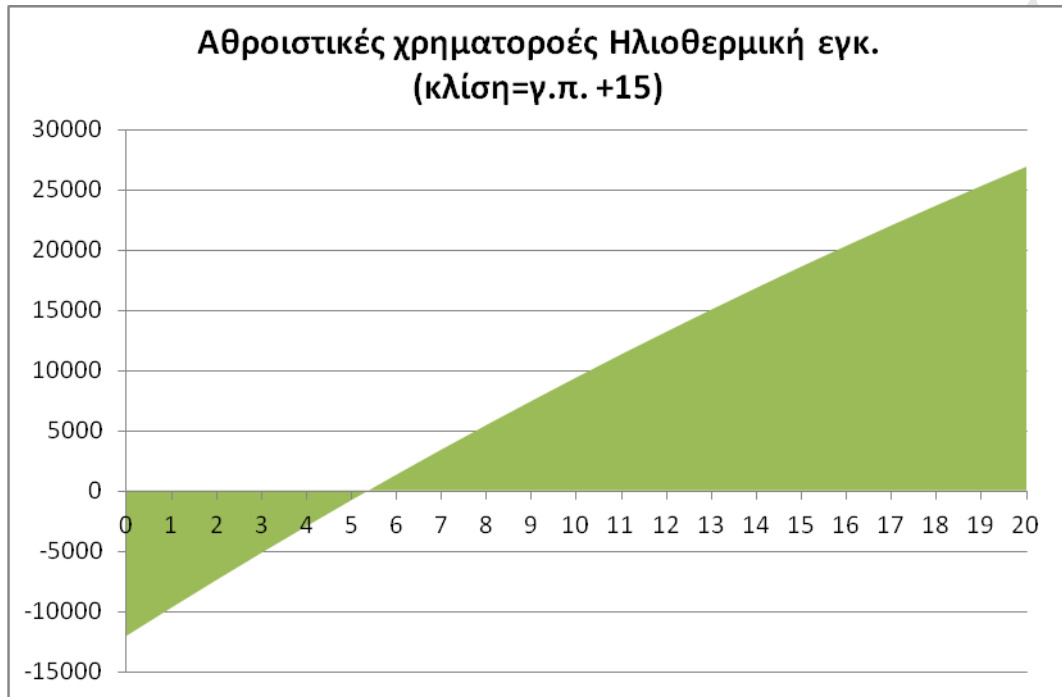
Για την εναλλακτική επιλογή II) η ηλεκτρική κατανάλωση παραμένει 15,4 kWh/m² που κοστολογείται στον Πίνακα 10.7.2.1. Η συνολική ετήσια δαπάνη για ηλεκτρική ενέργεια θα είναι 1.307,345€.

Η κατανάλωση πετρελαίου θέρμανσης όπως προκύπτει από το λογισμικό του TEE θα είναι 42,2 kWh/m² και η οποία αντιστοιχεί σε δαπάνη 2.524,38€.

Η εξοικονόμηση, συνεπώς, για το πρώτο έτος όσον αφορά την ηλεκτρική ενέργεια είναι 1.678,99€ και όσον αφορά το πετρέλαιο 711,85€. Υποθέτοντας επιτόκιο προεξόφλησης 3%, ετήσια αύξηση 1% στις τιμές ηλεκτρικού-πετρελαίου και διάρκεια ζωής 20 έτη προκύπτουν οι χρηματοροές του Πίνακα 10.7.2.3 και το αντίστοιχο Διάγραμμα 10.7.2.2

Πίνακας 10.7.2.3: Χρηματορροές εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη ZNX και θέρμανση (κλίση = γ.π.+15)

Έτος	Εξοικονόμηση πετρελαίου	Εξοικονόμηση ηλεκτρικής ενέργειας	Αθροιστικές χρηματορροές
0	711,8524	1678,985748	-12061,35435
1	698,0300233	1646,384083	-9716,940245
2	684,4089433	1614,2572	-7418,274102
3	670,9891601	1582,605098	-5164,679843
4	657,7705029	1551,427375	-2955,481966
5	644,7526401	1520,723248	-790,0060775
6	631,9350888	1490,491579	1332,420591
7	619,3172238	1460,730894	3412,468708
8	606,8982867	1431,439402	5450,806397
9	594,6773934	1402,61502	7448,098811
10	582,6535431	1374,255386	9405,007741
11	570,8256247	1346,357881	11322,19125
12	559,1924252	1318,919642	13200,30331
13	547,7526356	1291,937583	15039,99353
14	536,5048583	1265,408406	16841,9068
15	525,4476129	1239,328621	18606,68303
16	514,5793423	1213,694555	20334,95693
17	503,8984185	1188,502368	22027,35772
18	493,4031482	1163,748066	23684,50893
19	483,0917775	1139,427513	25307,02822
20	472,9624973	1115,536441	26895,52716



Διάγραμμα 10.7.2.2.: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών για κάλυψη ΖΝΧ και θέρμανση (κλίση = γ.π. +15)

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 26.895,53 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,2038. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 5,37 έτη. Στον Πίνακα 10.7.2.4 αντιπαραβάλλονται οι παράμετροι των δυο επενδύσεων.

Πίνακας 10.7.2.4: Οικονομικά κριτήρια εγκατάστασεων ηλιακών συλλεκτών για άλυση ΖΝΧ και θέρμανση με κλίση=γπ και κλίση =γ.π. +15°

	Κλίση = γ.π.	Κλίση = γ.π. +15
Αρχικό κόστος (€)	14.452,19	14.452,19
Καθαρή Παρούσα αξία (€)	25.447,18	26.895,53
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	0,194794	0,203822
Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	5,619395	5,372218

Συμπερασματικά βλέπουμε ότι η εναλλακτική επιλογή II) είναι ελαφρά πιο συμφέρουσα, δηλαδή η κλίση που επικεντρώνει σε χειμερινή χρήση του συστήματος είναι κατά 10,57 % (Παρούσες Αξίες) πιο κερδοφόρα από την κλίση που βελτιστοποιεί την ετήσια χρήση αλλά και ενέχει μικρότερο ρίσκο με μεγαλύτερο IRR.

10.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ

Στην συγκεκριμένη ενότητα θα εξετάσουμε τη δημιουργία μιας μονάδας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε δώμα. Στόχος είναι να προσδιοριστεί η παραγωγική δυναμικότητα του έργου και η

απόδοση της επένδυσης. Στο πλαίσιο αυτό γίνεται αναφορά στις βασικές αρχές σχεδιασμού και στην τεχνική περιγραφή

Παρόλο που το υπό μελέτη κτήριο δεν διαθέτει αρκετά μεγάλο ελεύθερο χώρο, υπάρχει η δυνατότητα ενσωμάτωσης της φωτοβολταϊκής τεχνολογίας στο ίδιο το κτήριο. Σε αυτό συντελεί το γεγονός ότι το κτήριο δεν έχει άλλα ψηλά κτίρια νότια του. Επίσης το κτήριο διαθέτει ταράτσα συνολικού εμβαδού $156,74\text{m}^2$, εκ των οποίων τα $120,34\text{m}^2$ αποτελούν ελεύθερη επιφάνεια. Συνεπώς τηρούνται οι στοιχειώδεις προϋποθέσεις για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Φ/Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

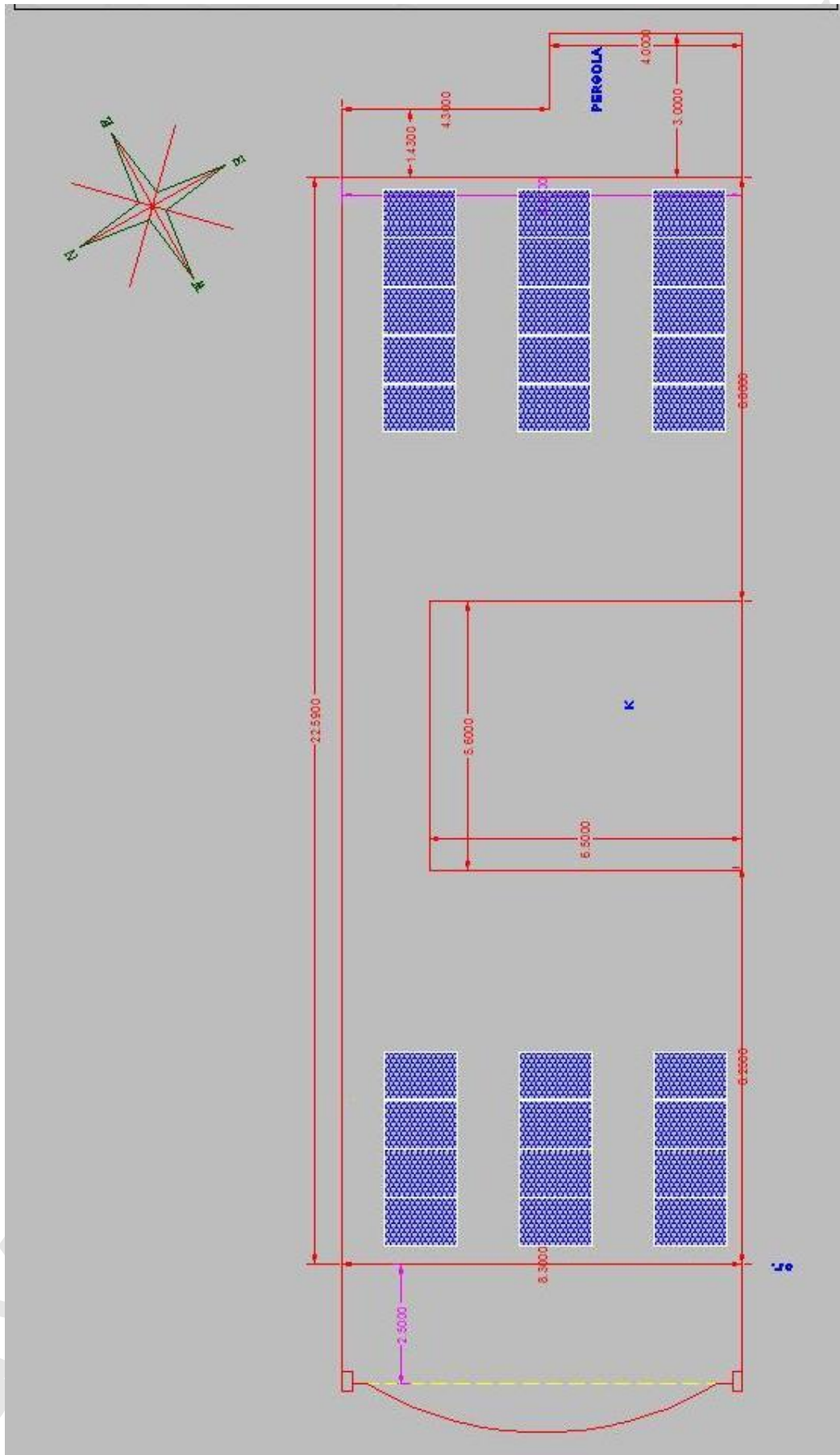
Επιλέχθηκαν φωτοβολταϊκές γεννήτριες γερμανικής προελεύσεως της εταιρείας Solar Fabrik:

Πίνακας 10.8.1: Χαρακτηριστικά Φ/Β γεννητριών

Είδος:	Μονοκρυσταλλικά Panel Πυριτίου
Κατασκευαστής:	Solar Fabrik
Τύπος:	Pro L3 mono
Ονομαστική Ισχύς (P_{mpp}):	250 Wp
Μέγιστη Τάση Συστήματος:	1000 V
Διαστάσεις:	1650 X 991 mm
Βάρος	19.5 kg

Ο Φ/Β σταθμός που θα κατασκευαστεί, θα είναι ονομαστικής ισχύος $6,75\text{ kWp}$, τύπου grid connected (διασυνδεδεμένος με το δίκτυο ΔΕΗ) και θα είναι πλήρης, αποτελούμενος από 27 γεννήτριες των 250 Wp.

Παρακάτω παρουσιάζεται μια ενδεικτική χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών πάνελ στο δώμα του ακινήτου.



Εικόνα 10.8.1: Χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάνελ στο δώμα του κτηρίου

Επιπλέον η εγκατάσταση περιλαμβάνει 13 αυτόνομους μετατροπείς τάσεως (micro-inverters) της εταιρείας ENECSYS ονομαστικής ισχύος εξόδου 480 W καθένας από τους οποίους συνδέεται με δύο πάνελ, και έναν αυτόνομο μετατροπέα τάσεως (micro-inverter) της εταιρείας ENECSYS ονομαστικής ισχύος 240 W που συνδέεται με ένα πάνελ. Περιλαμβάνει όλες τις απαιτούμενες ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις DC/AC, με τις αντίστοιχες καλωδιώσεις, πίνακες και μέσα ζεύξης και προστασίας, τις γειώσεις και ισοδυναμικές συνδέσεις, το σύστημα τηλεελέγχου και καταγραφής δεδομένων (remote monitoring) και το γενικό πίνακα σύνδεσης με ΔΕΗ στη Χαμηλή Τάση.

Παρακάτω παρουσιάζονται όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εξοπλισμού που επιλέχθηκε.

ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΙΣ ΤΑΣΕΩΣ (INVERTERS)

Πίνακας 10.8.2: Χαρακτηριστικά μετατροπέων τάσεως

Κατασκευαστής:	ENECSYS, Αγγλία
Τύπος:	SMI-D480W-60-UK, SMI-S2400W-60-UK
Ονομαστική Ισχύς Εξόδου:	480 W, 240W

Οι Enecsys micro-inverters εγκαθίστανται στο πίσω μέρος του κάθε πάνελ ή ανά δύο πάνελ και προσφέρουν μια εναλλακτική πρόταση συγκριτικά με τη συμβατική τεχνολογία των string ή κεντρικών μετατροπέων. Οι Enecsys micro-inverters αυξάνουν την συγκομιδή ενέργειας και μειώνουν το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Παρέχουν τη δυνατότητα ολοκληρωμένης web-based παρακολούθηση του συστήματος και ένα σύστημα επικοινωνιών που αναλύει και παρουσιάζει την απόδοση κάθε ηλιακού στοιχείου του φωτοβολταϊκού συστήματος.

Οι μετατροπείς εξάγουν τη μέγιστη δυνατή ισχύ από κάθε φωτοβολταϊκό στοιχείο για κάθε ενότητα. Τυχόν υποβάθμιση της απόδοσης οποιουδήποτε μεμονωμένου φωτοβολταϊκού στοιχείου (λόγω των σκιάσεων που προκύπτουν από σύννεφα ή άλλα εμπόδια, όπως δέντρα, καμινάδες, εξοπλισμό, σκόνη) δεν επιβαρύνει την απόδοση των άλλων μονάδων και, συνεπώς, έχει ελάχιστη επίδραση στην συνολική ισχύ που εγχύεται στο δίκτυο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της συγκομιδής ενέργειας.



ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΤΗΡΙΞΗΣ Φ/Β ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Πίνακας 10.8.3: Χαρακτηριστικά συστήματος έδρασης Φ/Β γεννητριών

Έδραση του Συστήματος:	Κατόπιν διερεύνησης συνθηκών
Μεταλλικές βάσης στήριξης:	Αλουμινίου εταιρείας Alumil ή εναλλακτικά χάλυβδινες Γαλβανισμένες εν θερμώ εταιρείας Hilti.

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Πίνακας 10.8.4: Χαρακτηριστικά ηλεκτρολογικής εγκατάστασης

Καλώδια DC:	OLFLEX HELUKABEL Γερμανίας
Καλώδια AC:	NYG, CABLEL ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ ΑΕ
Ηλεκτρολογικό υλικό πινάκων:	ABB
Κατασκευή ηλεκτρικών πινάκων:	SELLER ΕΛΛΑΣ ΑΒΕΕ
Συστήματα προστασίας έναντι κρουστικών υπερτάσεων:	DEHN, ABB, ELEMCO

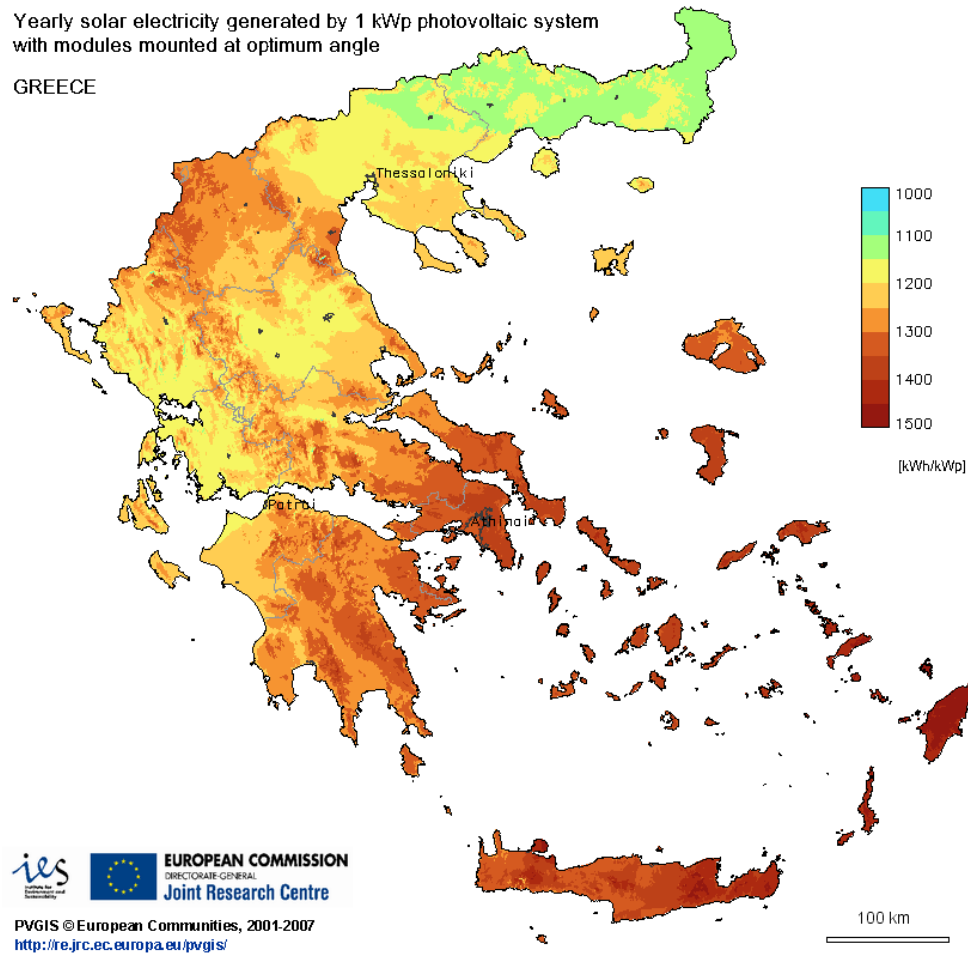
Η εκτιμώμενη παραγόμενη ενέργεια διατίθεται στο δίκτυο χαμηλής τάσης σύμφωνα με τους όρους σύνδεσης από τον διαχειριστή του συστήματος. Σύμφωνα με την παρούσα πρόταση και την ηλιοφάνεια στην περιοχή η μονάδα θα παράγει ετησίως κατά προσέγγιση 9.248kWh τις οποίες και θα διαθέτει στο δίκτυο. Η μέση απόδοση και τα έσοδα με σταθερές βάσεις στην οροφή του κτιρίου φαίνονται στο παρακάτω πίνακα

Πίνακας 10.8.5 Απόδοση και έσοδα του φωτοβολταϊκού συστήματος

ΜΕΣΗ ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ (kWh/kWp)	1.370
ΕΤΗΣΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (kWh/έτος)	9.248
ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΑ ΕΣΟΔΑ ΕΤΟΥΣ 2013 ΑΠΟ ΠΩΛΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (€)	2.318
ΣΥΝΟΛΟ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΕΙΚΟΣΙΠΕΝΤΑΕΤΟΥΣ ΣΥΜΒΑΣΗΣ (€)	59.463
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΜΗΝΙΑΙΩΝ ΕΣΟΔΩΝ ΑΠΟ ΠΩΛΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΓΙΑ 25 ΧΡΟΝΙΑ) (€)	198,21

Για τον υπολογισμό των εσόδων από την εγκατάσταση του συστήματος έγιναν κάποιες παραδοχές οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω.

- 1.** Ο υπολογισμός έγινε με την προϋπόθεση καταβολής μετρητών σε ότι αφορά στο κόστος εγκατάστασης του συστήματος. Σε περίπτωση που θα γίνει με χρηματοδότηση από την τράπεζα (100%) τότε θα πρέπει να αφαιρεθούν οι δόσεις κατά έτος.
- 2.** Ο υπολογισμός της απόδοσης έγινε σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία για τη μέση ηλιοφάνεια της περιοχής.



Εικόνα 10.8.2. Ηλιακός χάρτης Ελλάδας

3. Στον υπολογισμό της απόδοσης συμπεριλήφθηκε και η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης λόγω της αυτονομίας που προσφέρουν οι micro-inverters.
4. Στον υπολογισμό της απόδοσης συμπεριλήφθηκε και η μείωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών γεννητριών 0,5% ετησίως.
5. Στον υπολογισμό της απόδοσης έχουν συμπεριληφθεί τυχόν τιμαριθμικές αναπροσαρμογές της ΔΕΗ που βελτιώνουν το αποτέλεσμα και είναι σε ποσοστό 25% του ετήσιου τιμαρίθμου.
6. Ο υπολογισμός της ισχύος του συστήματος έγινε με προϋπόθεση ο διαθέσιμος χώρος εγκατάστασης να έχει ηλιοφάνεια καθ' όλη τη διάρκεια της ημέρας και ενδέχεται να είναι διαφορετική λόγω ιδιαιτεροτήτων.
7. Οι υπολογισμοί έχουν γίνει με την τρέχουσα τιμή πώλησης της kWh (**0,25 €**) και η οποία είναι εγγυημένη για όλη τη διάρκεια της σύμβασης (25 έτη).

Για την πλήρη μελέτη, σχεδιασμό, προμήθεια, κατασκευή, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία ενός Φ/Β σταθμού παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ονομαστικής ισχύος 6,75kWp, σύμφωνα με τα ανωτέρω στοιχεία και προδιαγραφές, το κόστος ανέρχεται σε 16.150€ πλέον ΦΠΑ. Στο κόστος

έχει υπολογιστεί και το επιπλέον κόστος ανύψωσης των πάνελ κατά 50 cm, ώστε να αποφευχθούν ανεπιθύμητες σκιάσεις.

Είναι σημαντικό να διευκρινίσουμε ότι δεδομένης της μείωσης που υπέστη η εγγυημένη τιμή από 0,49€/kWh σε 0,25€/kWh τον Αύγουστο 2012 αναμένεται και μια αντίστοιχη μείωση του κόστους εγκατάστασης και εξοπλισμού. Στη συγκεκριμένη περίπτωση η οικονομική αξιολόγηση πραγματοποιήθηκε υπολογίζοντας μια μείωση της τάξεως του 30%. Συνεπώς το νέο κόστος είναι 13.961€.

Στην παραπάνω τιμή δεν περιλαμβάνονται τα έξοδα σύνδεσης με τη ΔΕΗ, το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης ηλιακού θερμοσίφωνα, σύστημα αντικεραυνικής προστασίας κτιρίου (εξετάζεται κατά περίπτωση η αναγκαιότητα τοποθέτησως εξ'αρχής του συστήματος ή χρησιμοποίηση της ήδη υπάρχουσας), μετατροπή από μονοφασική σε τριφασική παροχή και τυχών οικοδομικών και/ή τυχών ειδικών εργασιών όπου χρειαστεί και είναι αναγκαίο για την τοποθέτηση και λειτουργία του συστήματος. Περιλαμβάνονται όλες οι προβλεπόμενες νόμιμες κρατήσεις καθώς και κάθε άλλη δαπάνη (φόροι, κρατήσεις υπέρ τρίτων κλπ).

Σύμφωνα λοιπόν με τα ανωτέρω δεδομένα παρουσιάζεται ένας συνοπτικός πίνακας αξιολόγησης της επένδυσης.

Πίνακας 10.8.6 Αξιολόγηση επένδυσης φωτοβολταϊκής εγκατάστασης

ΚΟΣΤΟΣ	11.350€
ΦΠΑ (23%)	2.611€
ΣΥΝΟΛΟ ΚΟΣΤΟΥΣ	13.961€
ΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ	100%
ΣΥΝΟΛΟ ΕΤΗΣΙΟΥ ΑΦΟΡΟΛΟΓΗΤΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ (ΕΤΟΥΣ 2013)	2.318€
ΣΥΝΟΛΟ ΑΦΟΡΟΛΟΓΗΤΟΥ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΟΣ 25ΕΤΙΑΣ	59.463€

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι χρηματορροές της επένδυσης για δύο περιπτώσεις:

1. Αυτοχρηματοδότησης
2. Δανειοδότησης (100%)

Και για τις δύο περιπτώσεις έχουν υπολογιστεί ετησίως κάποια επιπλέον κόστη όπως η ασφάλιση της εγκατάστασης, η συντήρηση του συστήματος και κάποια απρόβλεπτα που παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 10.8.7 Ετήσια έξοδα εγκατάστασης

	ΕΤΗΣΙΩΣ(€)
ΑΣΦΑΛΙΣΗ	130
ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	150
ΑΠΡΟΒΛΕΠΤΑ	101

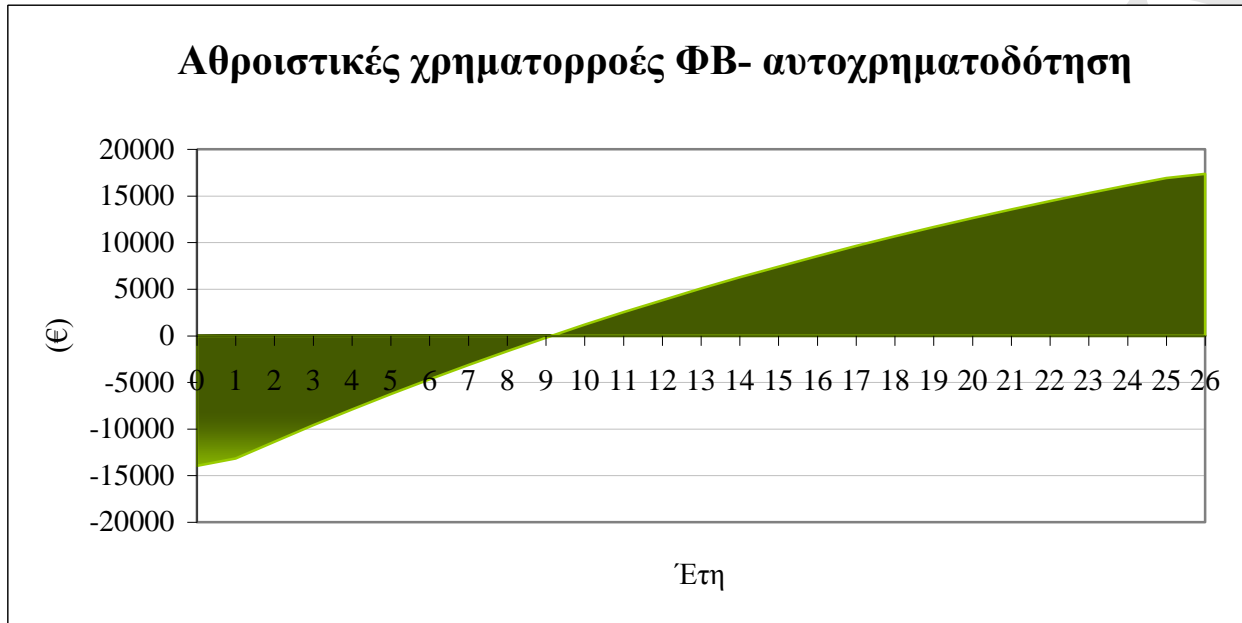
Στη περίπτωση της δανειοδότησης έχουμε υποθέσει διάρκεια αποπληρωμής του δανείου έως και 144 μήνες δηλαδή 12 έτη και επιτόκιο 6,7%.

Πίνακας 10.8.8: Έσοδα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στην περίπτωση της αυτοχρηματοδότησης

Έτος	Εγγυημένη τιμή (€/kWh)	Έσοδα από πώληση ενέργειας (€)	Ετήσια Κέρδη (€)	Συνολικά καθαρά κέρδη (€)
1	0,250000000	964	805	805
2	0,251875000	2318	1925	2730
3	0,253764063	2323	1919	4649
4	0,255667293	2329	1912	6561
5	0,257584798	2334	1905	8466
6	0,259516684	2340	1898	10364
7	0,261463059	2345	1890	12254
8	0,263424032	2351	1882	14136
9	0,265399718	2356	1873	16009
10	0,267390210	2361	1864	17873
11	0,269395636	2367	1854	19727
12	0,271416104	2372	1844	21571
13	0,273451724	2377	1833	23404
14	0,275502612	2382	1822	25226
15	0,277568882	2387	1810	27036
16	0,279650649	2392	1798	28834
17	0,281748028	2397	1785	30619
18	0,283861139	2402	1772	32391
19	0,285990097	2407	1758	34149
20	0,288135023	2411	1743	35892
21	0,290296036	2416	1727	37619
22	0,292473256	2421	1711	39330
23	0,294666805	2425	1695	41025
24	0,296876806	2430	1677	42702
25	0,299103382	2434	1659	44361
26	0,251875000	1422	956	45317

Πίνακας 10.8.9: Χρηματοροές εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στην περίπτωση της αυτοχρηματοδότησης

Έτος	Ετήσια Καθαρά Κέρδη (€)	Χρηματοροές (€)	Αθροιστικές χρηματοροές (€)
0			-13961
1	805	781,553398	-13179,4466
2	1925	1814,497125	-11364,94948
3	1919	1756,156844	-9608,792633
4	1912	1698,787236	-7910,005397
5	1905	1643,269734	-6266,735663
6	1898	1589,545119	-4677,190544
7	1890	1536,742956	-3140,447587
8	1882	1485,668179	-1654,779408
9	1873	1435,49854	-219,2808685
10	1864	1386,991057	1167,710189
11	1854	1339,369047	2507,079236
12	1844	1293,344499	3800,423735
13	1833	1248,183806	5048,607541
14	1822	1204,556642	6253,164183
15	1810	1161,770125	7414,934308
16	1798	1120,454157	8535,388465
17	1785	1079,954356	9615,342821
18	1772	1040,863245	10656,20607
19	1758	1002,562835	11658,7689
20	1743	965,0568395	12623,82574
21	1727	928,3475995	13552,17334
22	1711	892,958069	14445,13141
23	1695	858,8425136	15303,97392
24	1677	824,9728758	16128,9468
25	1659	792,3476394	16921,29444
26	956	443,2921594	17364,5866



Διάγραμμα 10.8.1.: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στην περίπτωση της αυτοχρηματοδότησης

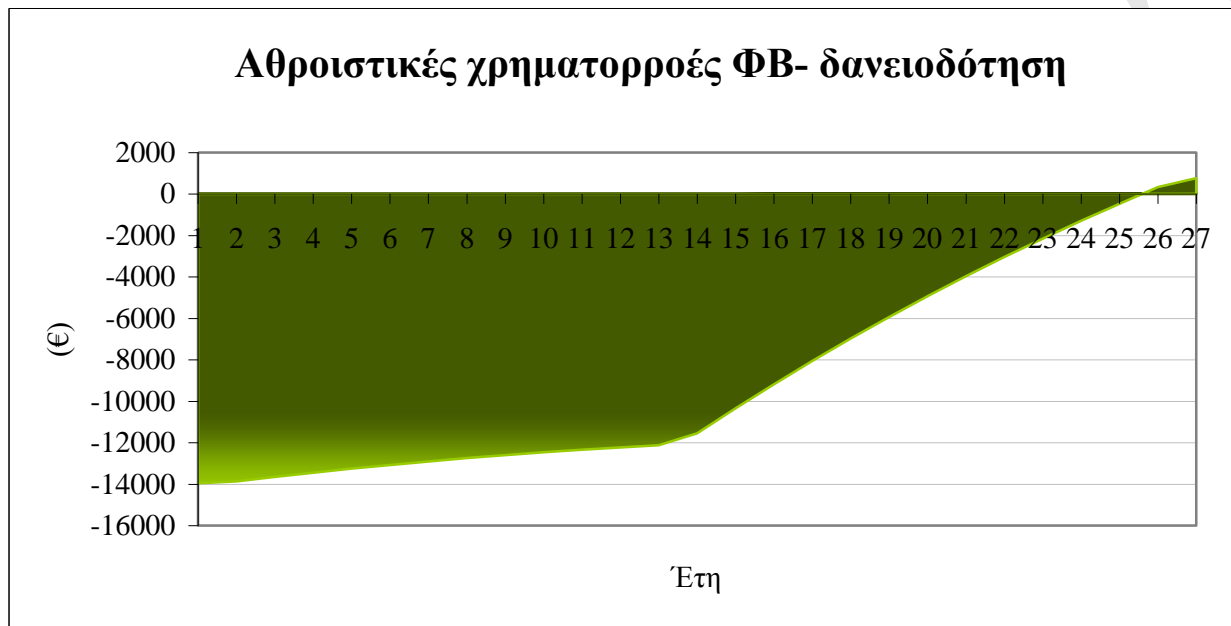
Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 17.634,59 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,1179. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 9,16 έτη.

Πίνακας 10.8.10: Έσοδα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στην περίπτωση της 100% δανειοδότησης

Έτος	Εγγυημένη τιμή (€/kWh)	Έσοδα από πώληση ενέργειας (€)	Δόση Δανείου (€)	Ετήσια Κέρδη (€)	Συνολικά καθαρά κέρδη (€)
1	0,250000000	964	707	98	98
2	0,251875000	2318	1696	229	327
3	0,253764063	2323	1696	223	550
4	0,255667293	2329	1696	216	766
5	0,257584798	2334	1696	209	975
6	0,259516684	2340	1696	202	1177
7	0,261463059	2345	1696	194	1371
8	0,263424032	2351	1696	186	1557
9	0,265399718	2356	1696	177	1734
10	0,267390210	2361	1696	168	1902
11	0,269395636	2367	1696	158	2060
12	0,271416104	2372	1696	148	2208
13	0,273451724	2377	989	844	3052
14	0,275502612	2382		1822	4874
15	0,277568882	2387		1810	6684
16	0,279650649	2392		1798	8482
17	0,281748028	2397		1785	10267
18	0,283861139	2402		1772	12039
19	0,285990097	2407		1758	13797
20	0,288135023	2411		1743	15540
21	0,290296036	2416		1727	17267
22	0,292473256	2421		1711	18978
23	0,294666805	2425		1695	20673
24	0,296876806	2430		1677	22350
25	0,299103382	2434		1659	24009
26	0,251875000	1422		956	24965

Πίνακας 10.8.11: Χρηματορροές εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στην περίπτωση της 100% δανειοδότησης

Έτος	Ετήσια Κέρδη (€)	Χρηματορροές (€)	Αθροιστικές χρηματορροές (€)
0			-13961
1	98	95,14563107	-13865,85437
2	229	215,8544632	-13649,99991
3	223	204,07659	-13445,92332
4	216	191,9132023	-13254,01011
5	209	180,2852359	-13073,72488
6	202	169,1718199	-12904,55306
7	194	157,7397532	-12746,8133
8	186	146,8301176	-12599,98319
9	177	135,6557616	-12464,32743
10	168	125,0077777	-12339,31965
11	158	114,1425617	-12225,17709
12	148	103,8042223	-12121,37286
13	844	574,722931	-11546,64993
14	1822	1204,556642	-10342,09329
15	1810	1161,770125	-9180,323166
16	1798	1120,454157	-8059,869009
17	1785	1079,954356	-6979,914653
18	1772	1040,863245	-5939,051408
19	1758	1002,562835	-4936,488573
20	1743	965,0568395	-3971,431734
21	1727	928,3475995	-3043,084134
22	1711	892,958069	-2150,126065
23	1695	858,8425136	-1291,283552
24	1677	824,9728758	-466,3106757
25	1659	792,3476394	326,0369637
26	956	443,2921594	769,3291232



Διάγραμμα 10.8.2.: Αθροιστικές χρηματοροές εγκατάστασης φωτοβολταϊκών στην περίπτωση της 100% δανειοδότησης

Η καθαρή παρούσα αξία (NPV) της επένδυσης είναι 769,329 € ενώ ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) είναι 0,003. Ο χρόνος αποπληρωμής είναι στα 24,59 έτη.

Πίνακας 10.8.12: Οικονομικά κριτήρια εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών με αυτοχρηματοδότηση και 100% δανειοδότηση

	Αυτοχρηματοδότηση	100% δανειοδότηση
Αρχικό κόστος (€)	13961	13961
Καθαρή Παρούσα αξία (€)	17634,59	769,33
Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης	0,1179	0,003
Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	9,16	24,59

Συμπερασματικά βλέπουμε ότι η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και στις δύο περιπτώσεις είναι οικονομικά βιώσιμη δεδομένου ότι έχουν θετικές NPV. Παρατηρούμε ότι στην περίπτωση της αυτοχρηματοδότησης η επένδυση έχει μια καλή NPV ενώ στην περίπτωση της δανειοδότησης η τιμή της NPV είναι οριακή. Εάν εξετάσουμε και τον συντελεστή IRR παρατηρούμε ότι στην περίπτωση της δανειοδότησης είναι πάρα πολύ μικρός και μικρότερος από το επιτόκιο.

Μετά την μείωση της εγγυημένης τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο η επένδυση σε φωτοβολταϊκά συστήματα παραμένει ελκυστική στην περίπτωση της αυτοχρηματοδότησης ενώ στην περίπτωση της δανειοδότησης είναι αρκετά οριακή. Σε αυτό το σημείο είναι σημαντικό να διευκρινίσουμε ότι τα έσοδα από την πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας έχουν εκτιμηθεί συντηρητικά λαμβάνοντας υπόψιν μια σχετικά χαμηλή μέση ηλιοφάνεια στην

περιοχή έτσι ώστε ο ιδιώτης επενδυτής να είναι προστατευμένος κατά τη διάρκεια των μηνών που η μέση ηλιοφάνεια είναι χαμηλή

10.9 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Παράλληλα με την αξιολόγηση των μεμονομένων επεμβάσεων που παρουσιάστηκαν παραπάνω κρίνεται σκόπιμο να εξεταστούν συνδυασμοί επεμβάσεων στο κτίριο. Οι συνδυασμοί περιλαμβάνουν μέτρα βελτίωσης του κτιρίου από άποψη ενεργειακής συμπεριφοράς και περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία του. Οι συνδυασμοί επεμβάσεων που θα εξεταστούν είναι οι εξής:

Πίνακας 10.9.1 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)	

Αρχικά υπολογίζονται οι καταναλώσεις από το λογισμικό TEE KENAK για κάθε συνδυασμό. Οι καταναλώσεις στην υπάρχουσα κατάσταση είναι 34,3 kWh/m² ηλεκτρικής ενέργειας και 54,1 kWh/m² πετρελαίου. Οι υπολογισθείσες καταναλώσεις (kWh/m²) φαίνονται στον Πίνακα 10.9.2.

Πίνακας 10.9.2 Ενεργειακές καταναλώσεις (kWh/m²) συνδυαστικών επεμβάσεων

	Ηλεκτρική ενέργεια	Πετρέλαιο	Pellet	Φυσικό αέριο
1α – i	13,1	0	36,6	0
1α – ii	13,1	0	35,6	0
1β – i	11,3	0	31,9	0
1β – ii	11,3	0	31	0
2α – i	20,6	0	0	33,3
2α – ii	20,4	0	0	31,8
2α – iii	20,4	0	0	31
2β – i	20,8	0	0	33,3
2β – ii	20,7	0	0	31,8
2β – iii	20,6	0	0	31
2γ – i	18,9	0	0	29
2γ – ii	18,8	0	0	27,6
2γ – iii	18,7	0	0	27
2δ – i	19,2	0	0	29
2δ – ii	19,1	0	0	27,6
2δ – iii	19	0	0	27
3α – i	19,9	34,4	0	0
3α – ii	20,2	34,4	0	0
3β – i	18,3	29,8	0	0
3β – ii	18,6	29,8	0	0

Στη συνέχεια θα υπολογίσουμε την εξοικονόμηση (€) για το πρώτο έτος για κάθε συνδυασμό ξεχωριστά. Τα αποτελέσματα αναγράφονται στον Πίνακα 10.9.3.

Πίνακας 10.9.3 Εξοικονόμηση(€) πρώτου έτους συνδυαστικών επεμβάσεων

	Εξοικονόμηση (€)
1α- i	4014,212821
1α- ii	4044,122587
1β - i	4502,987249
1β - ii	4529,906037
2α - i	2637,966629
2α- ii	2729,575143
2α- iii	2769,178665
2β - i	2620,614718
2β - ii	2703,547277
2β - iii	2751,826754
2γ - i	2998,3268
2γ - ii	3076,308918
2γ - iii	3114,687515
2δ - i	2972,298934
2δ - ii	3050,281052
2δ - iii	3088,659649
3α- i	2427,782301
3α- ii	2453,212211
3β - i	2841,767422
3β - ii	2815,739556

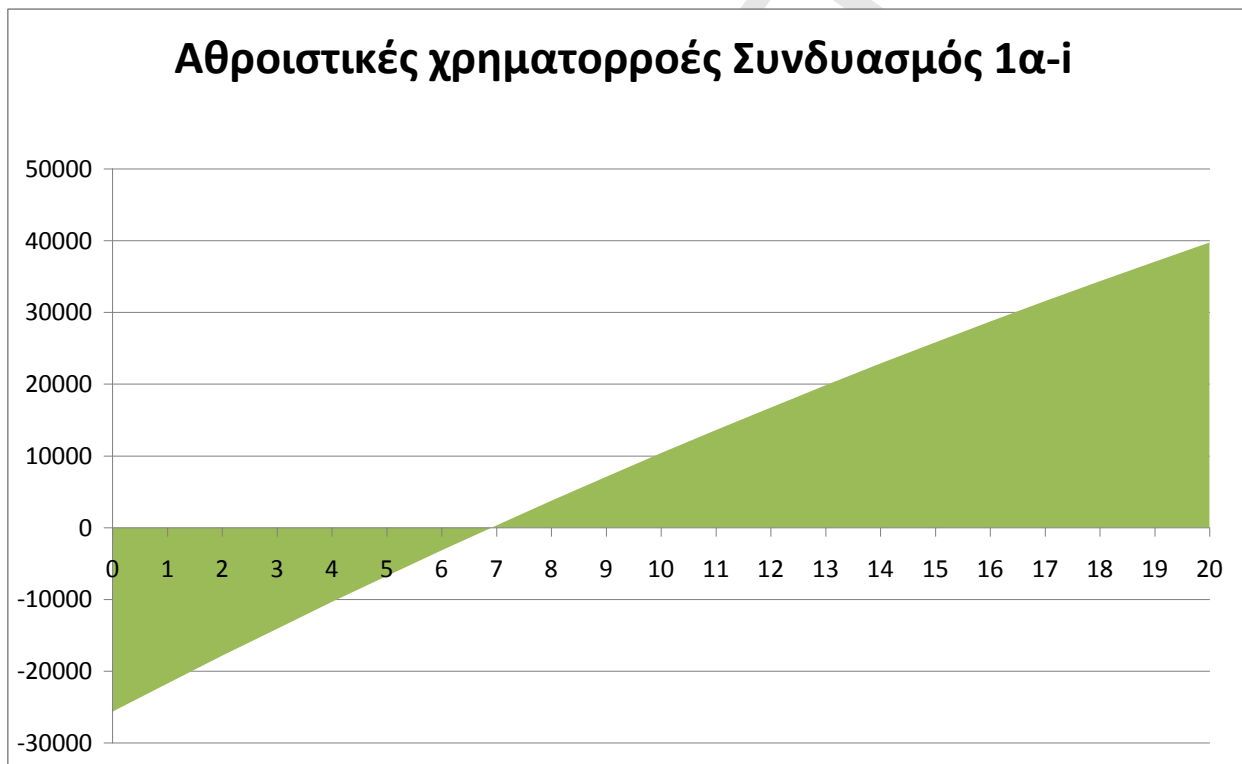
Υποθέτοντας επιτόκιο προεξόφλησης 3%, ετήσια αύξηση στις τιμές της ενέργειας (ηλεκτρική, πετρέλαιο, pellet, φυσικό αέριο) 1% και διάρκεια ζωής 20 έτη προκύπτουν τα κάτωθι (Πίνακας 10.9.4) μεγέθη για τις διάφορες επεμβάσεις.

Πίνακας 10.9.4 Οικονομικά μεγέθη συνδυαστικών επεμβάσεων

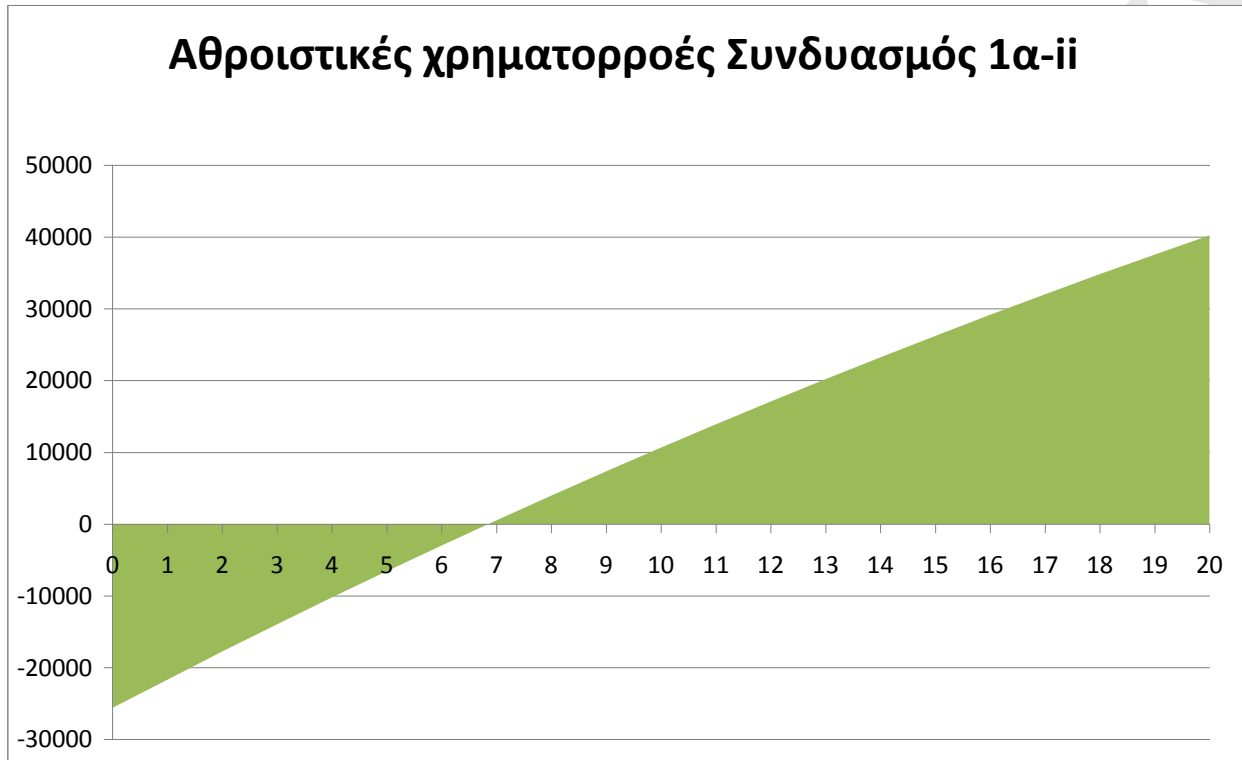
	Αρχική δαπάνη (€)	Καθαρή παρούσα αξία (€)	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)	Χρόνος αποπληρωμής(έτη)
1α - i	29691,53	39731,22	0,1571	6,91
1α - ii	29691,53	40248,48	0,1586	6,85
1β - i	32048,58	45827,15	0,1653	6,59
1β - ii	32048,58	46292,69	0,1665	6,54
2α - i	53977,68	-8356,06	0,0121	24,85
2α - ii	56171,20	-8965,28	0,0115	24,99
2α - iii	57546,63	-9655,80	0,0105	25,23
2β - i	53977,68	-8656,15	0,0114	25,01
2β - ii	56171,20	-9415,41	0,0105	25,23
2β - iii	57546,63	-9955,89	0,0098	25,39
2γ - i	56334,73	-4480,96	0,0210	22,81

2γ - ii	58528,25	-5325,83	0,0196	23,10
2γ - iii	59903,68	-6037,54	0,0185	23,35
2δ - i	56334,73	-4931,09	0,0200	23,01
2δ - ii	58528,25	-5775,97	0,0187	23,30
2δ - iii	59903,68	-6487,67	0,0176	23,55
3α - i	20639,65	21346,99	0,1300	8,21
3α - ii	20639,65	21786,78	0,1319	8,11
3β - i	22996,70	26149,49	0,1392	7,73
3β - ii	22996,70	25699,36	0,1375	7,82

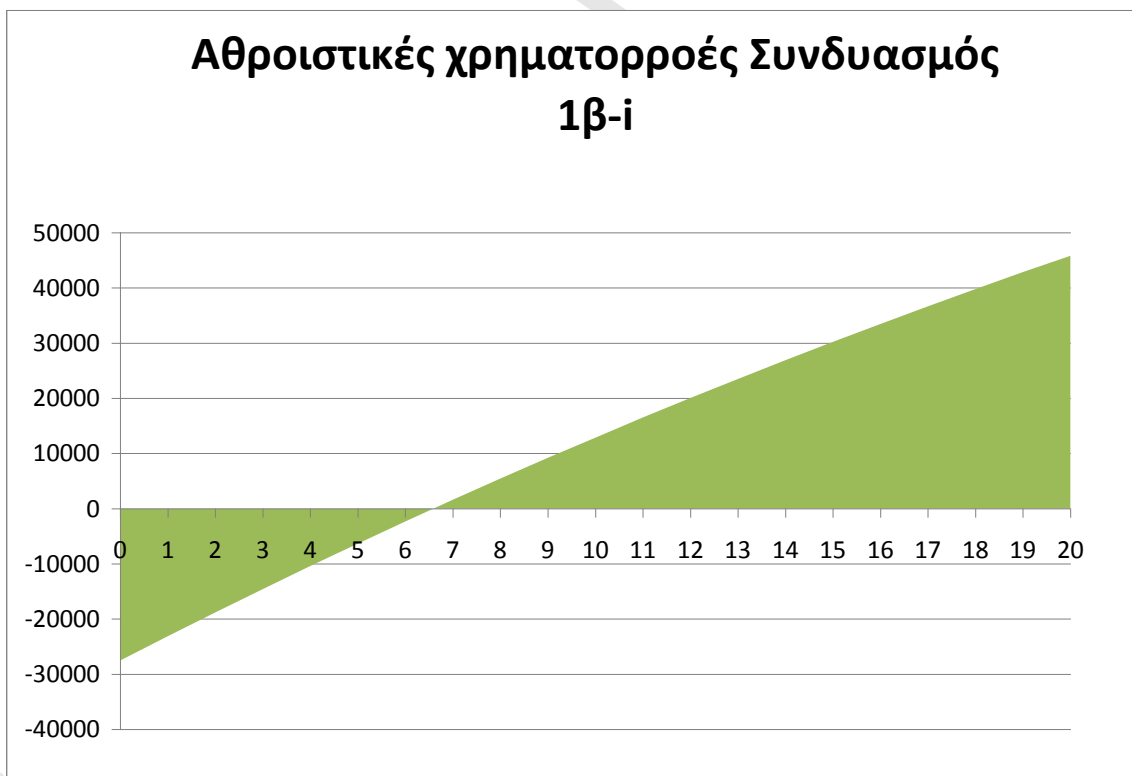
Στη συνέχεια φαίνονται τα διαγράμματα των αθροιστικών χρηματοροών για κάθε περίπτωση.



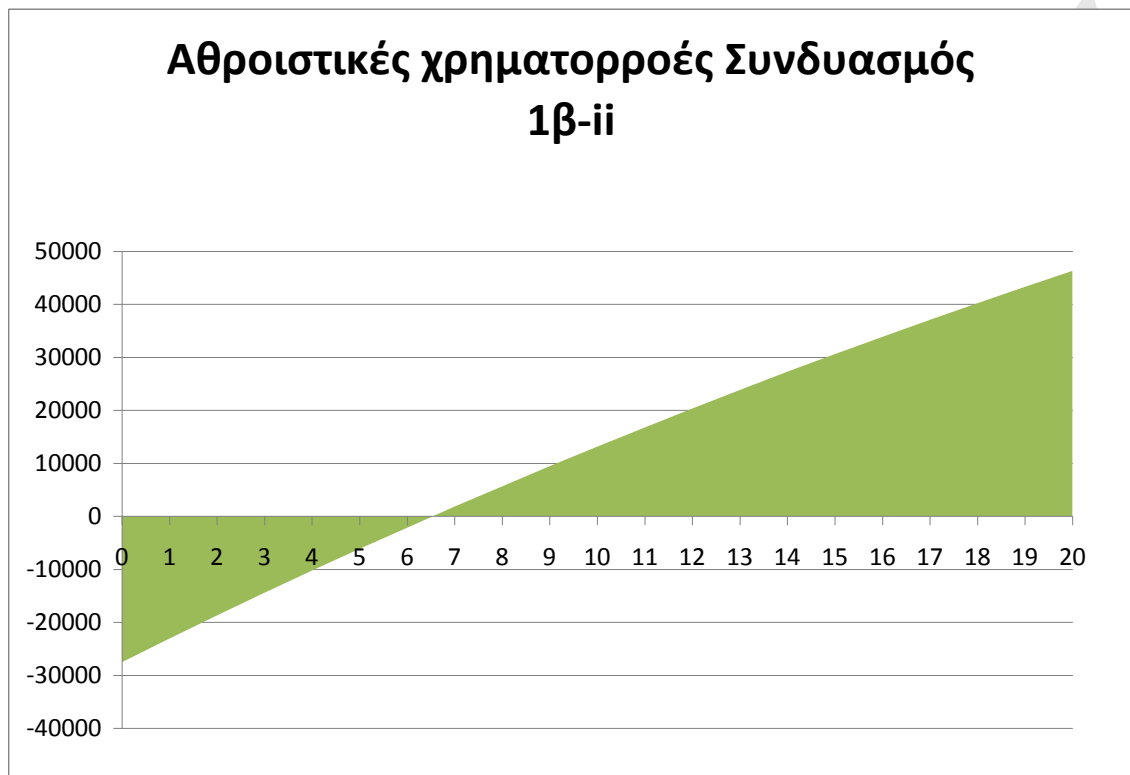
Διάγραμμα 10.9.1.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 1α-ι



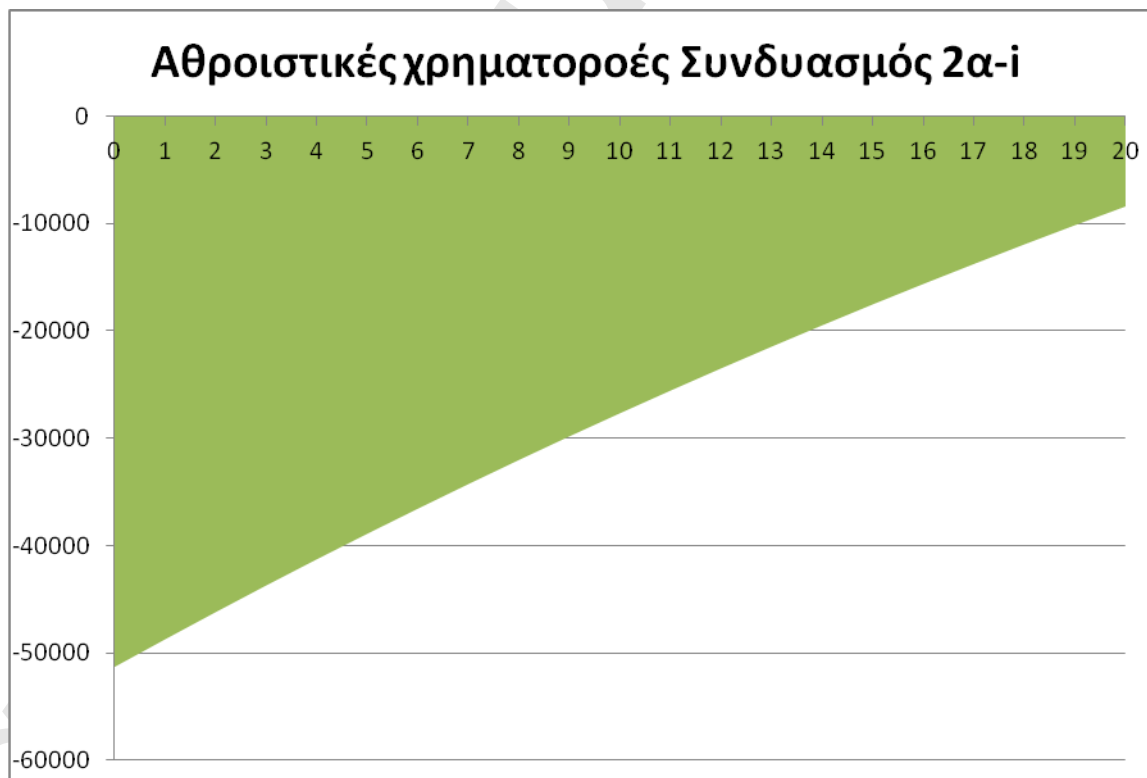
Διάγραμμα 10.9.2.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 1α-ii



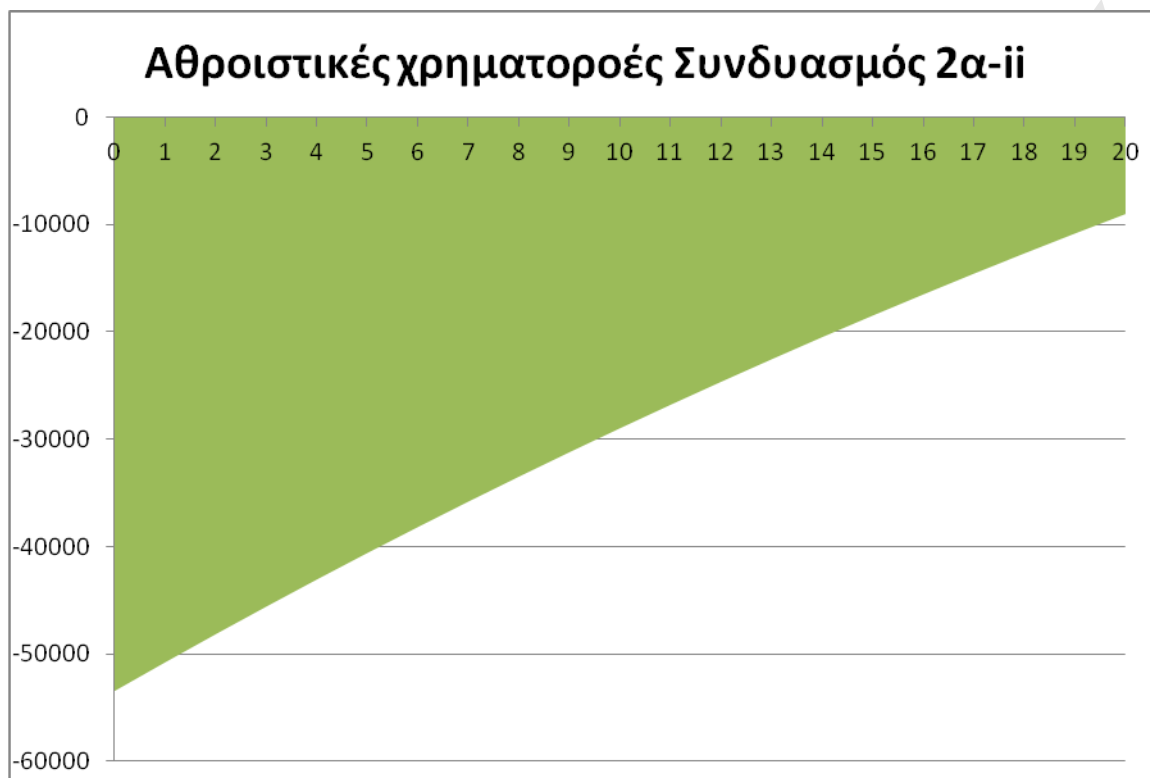
Διάγραμμα 10.9.3.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 1β-i



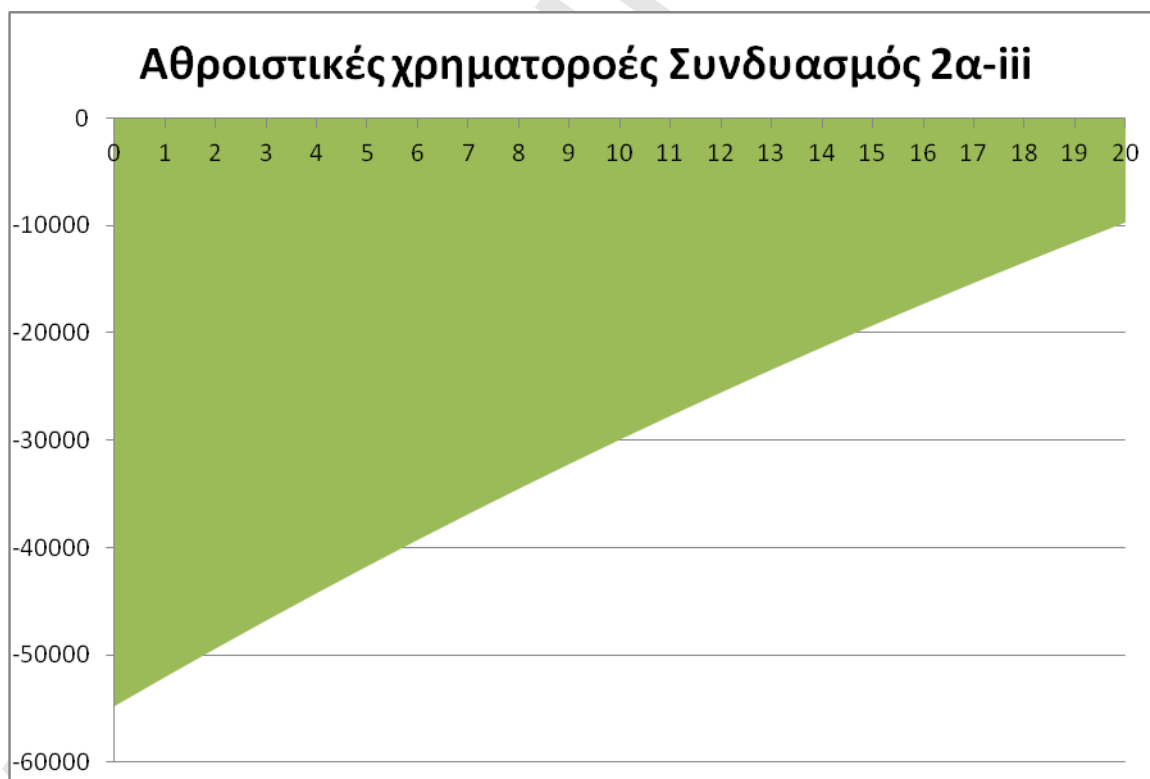
Διάγραμμα 10.9.4.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 1β-ii



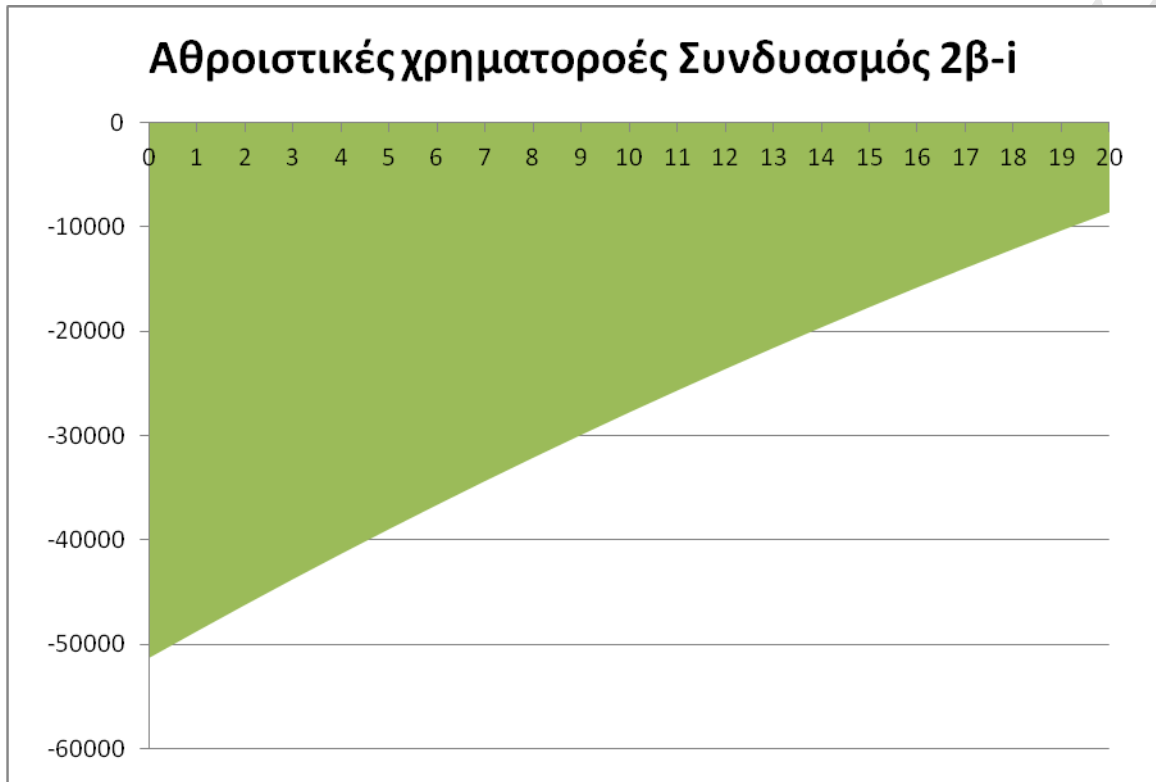
Διάγραμμα 10.9.5.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2α-i



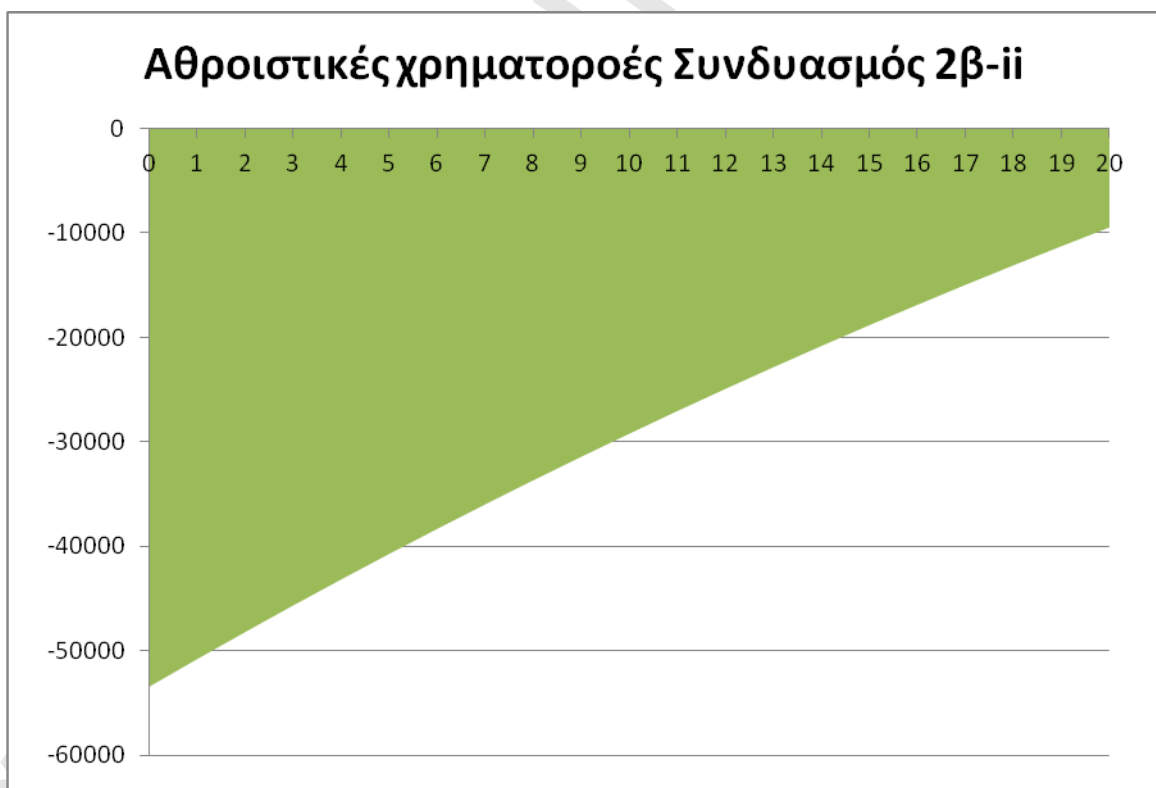
Διάγραμμα 10.9.6.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2α-ii



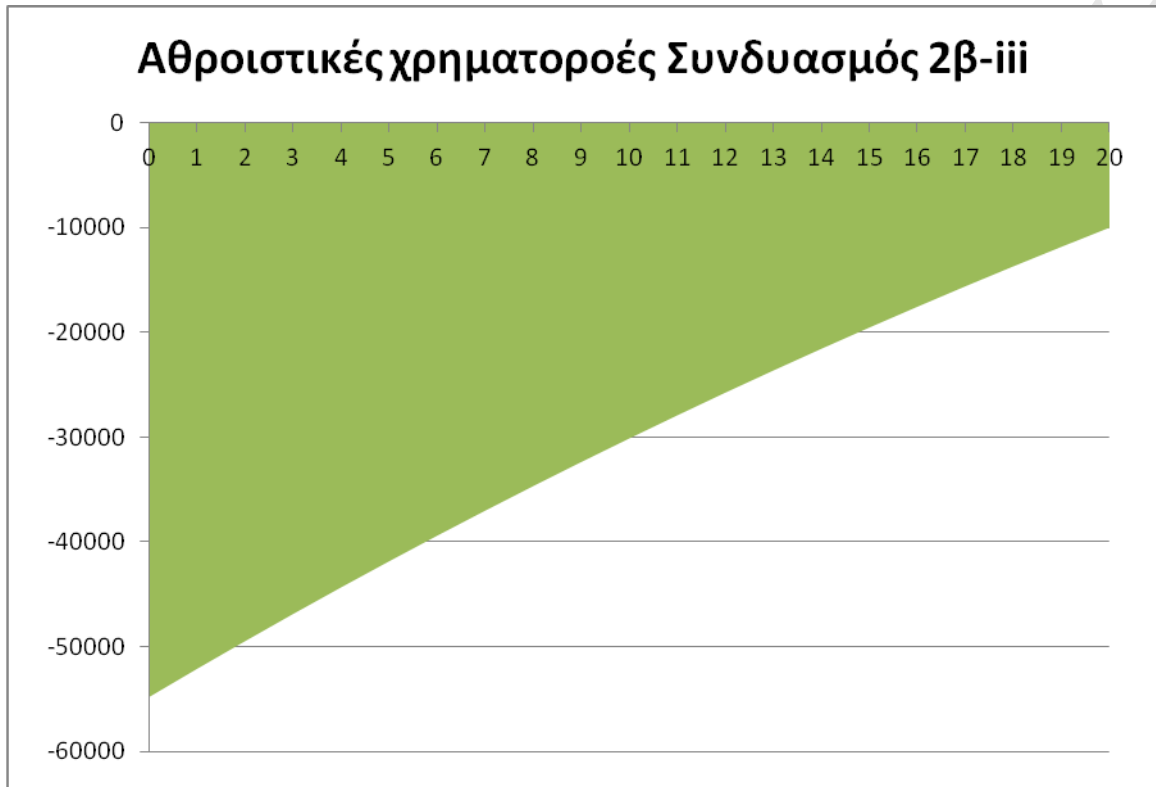
Διάγραμμα 10.9.7.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2α-iii



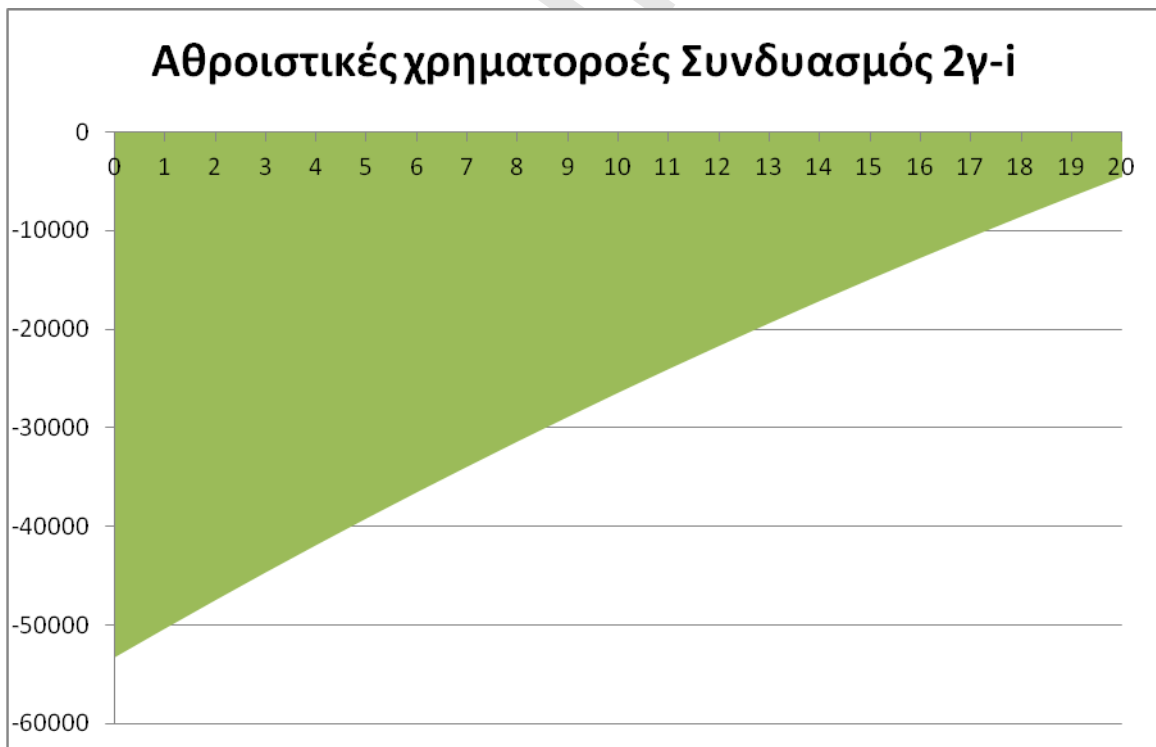
Διάγραμμα 10.9.8.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2β-i



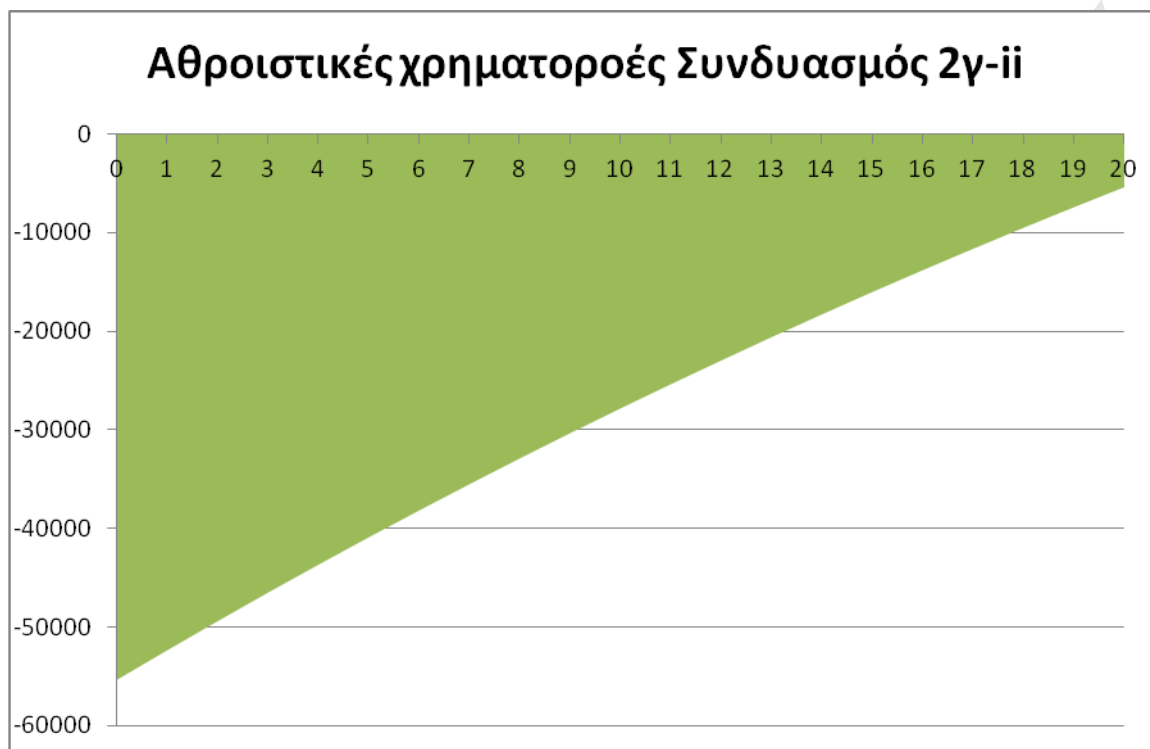
Διάγραμμα 10.9.9.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2β-ii



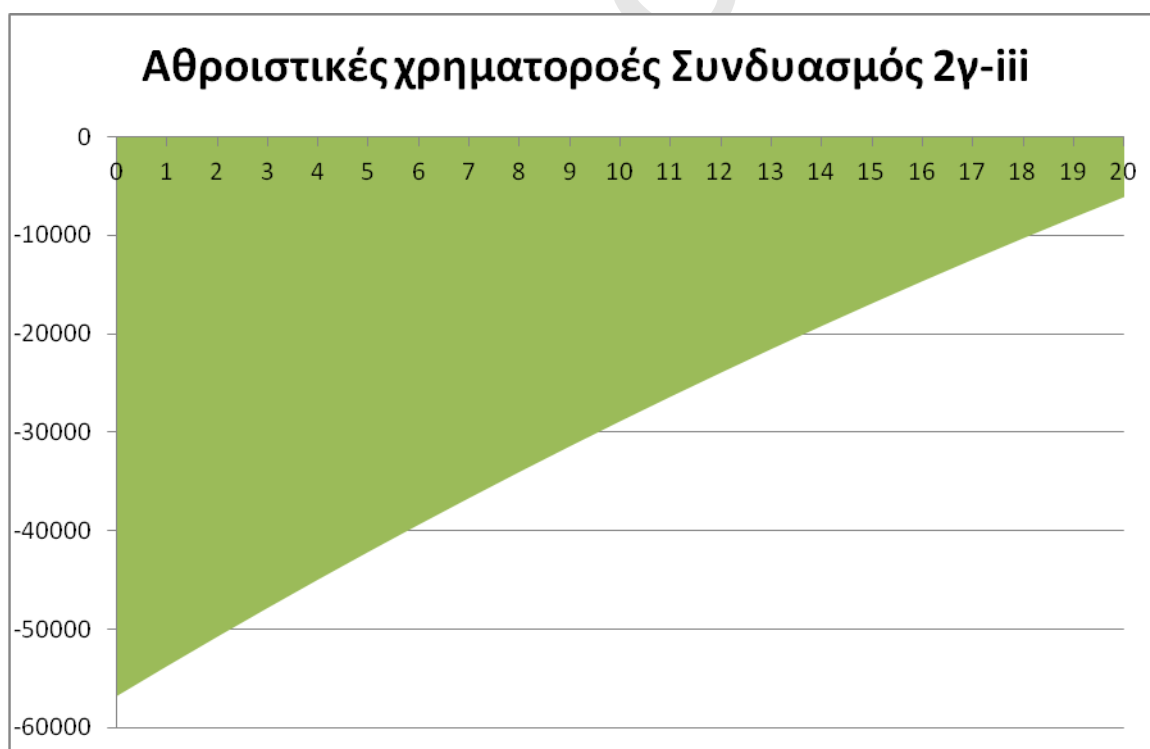
Διάγραμμα 10.9.10.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2β-iii



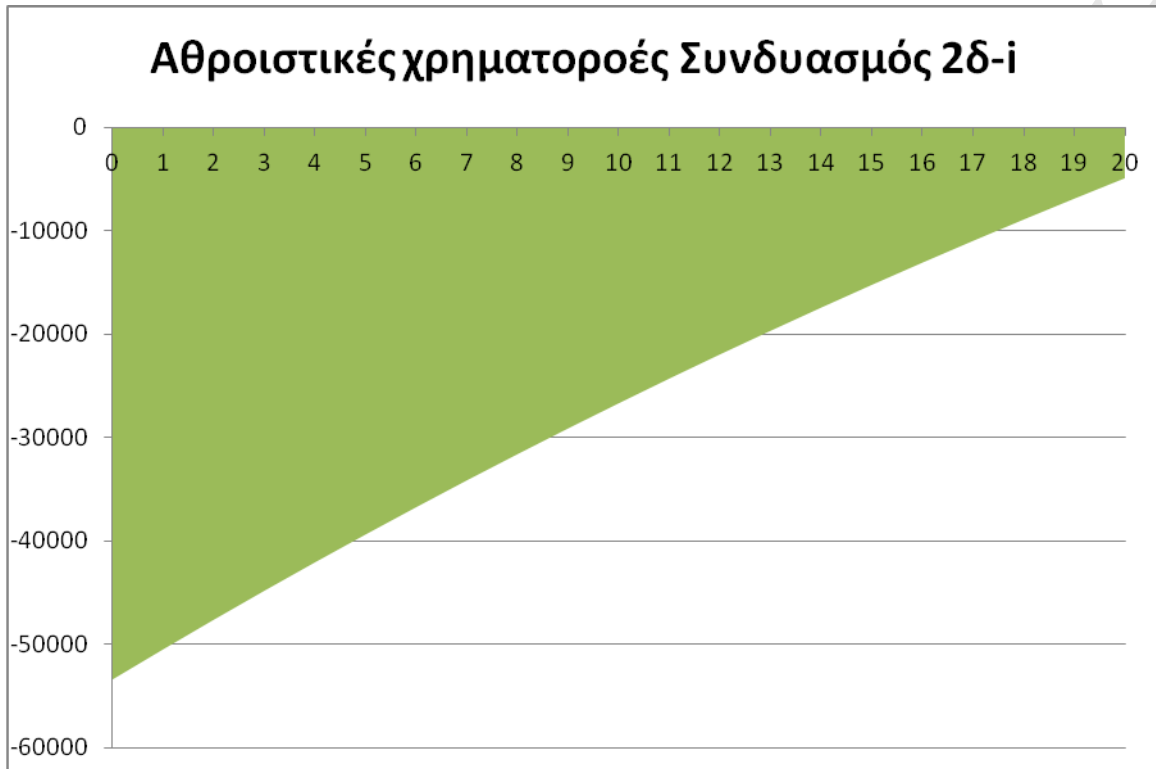
Διάγραμμα 10.9.11.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2γ-i



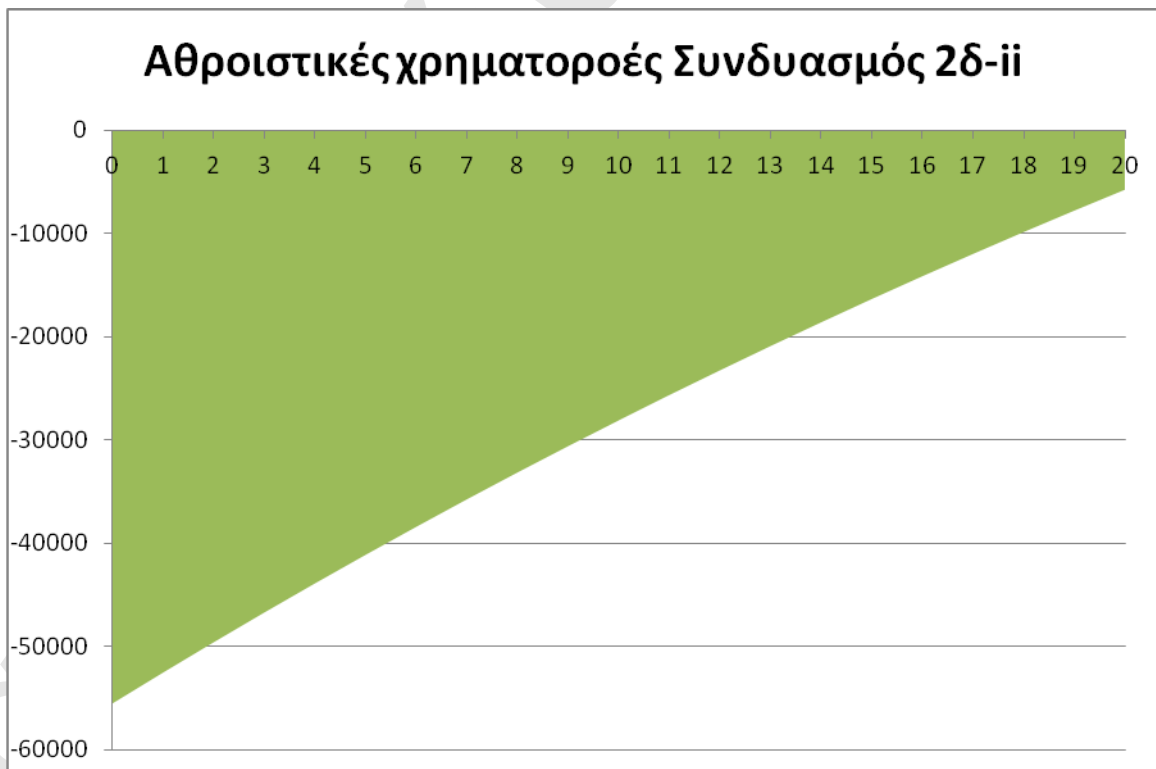
Διάγραμμα 10.9.12.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2γ-ii



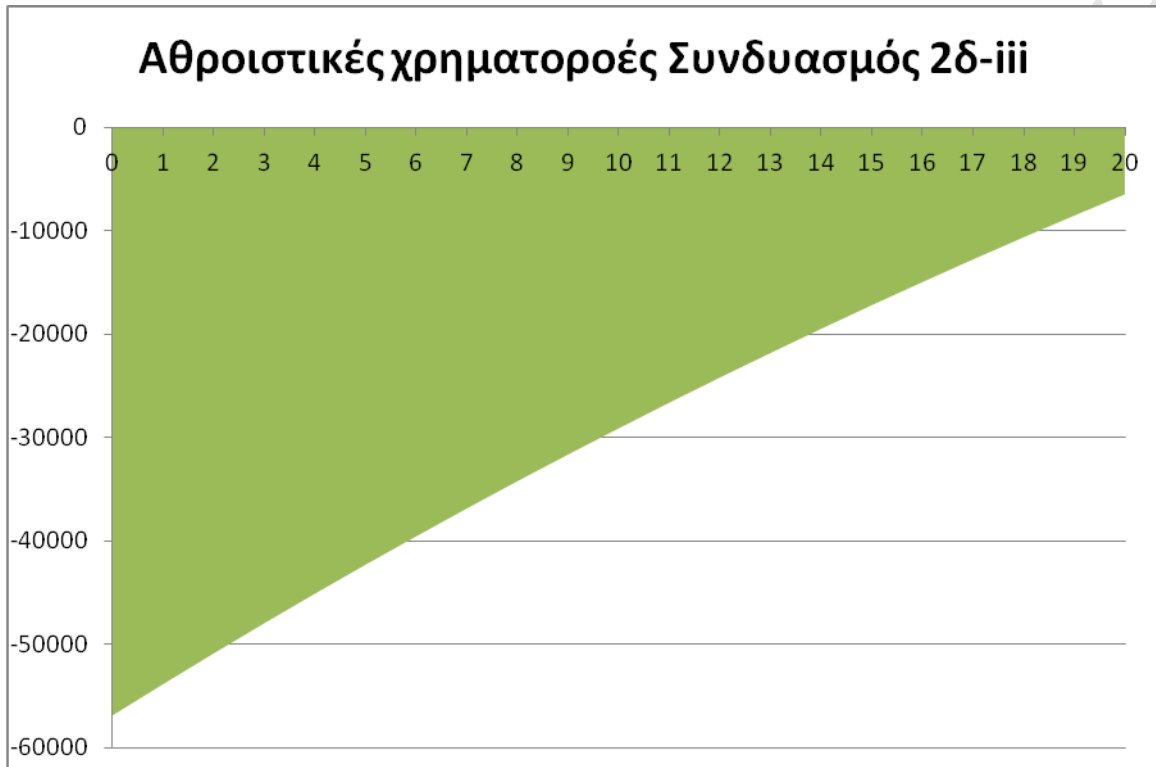
Διάγραμμα 10.9.13.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2γ-iii



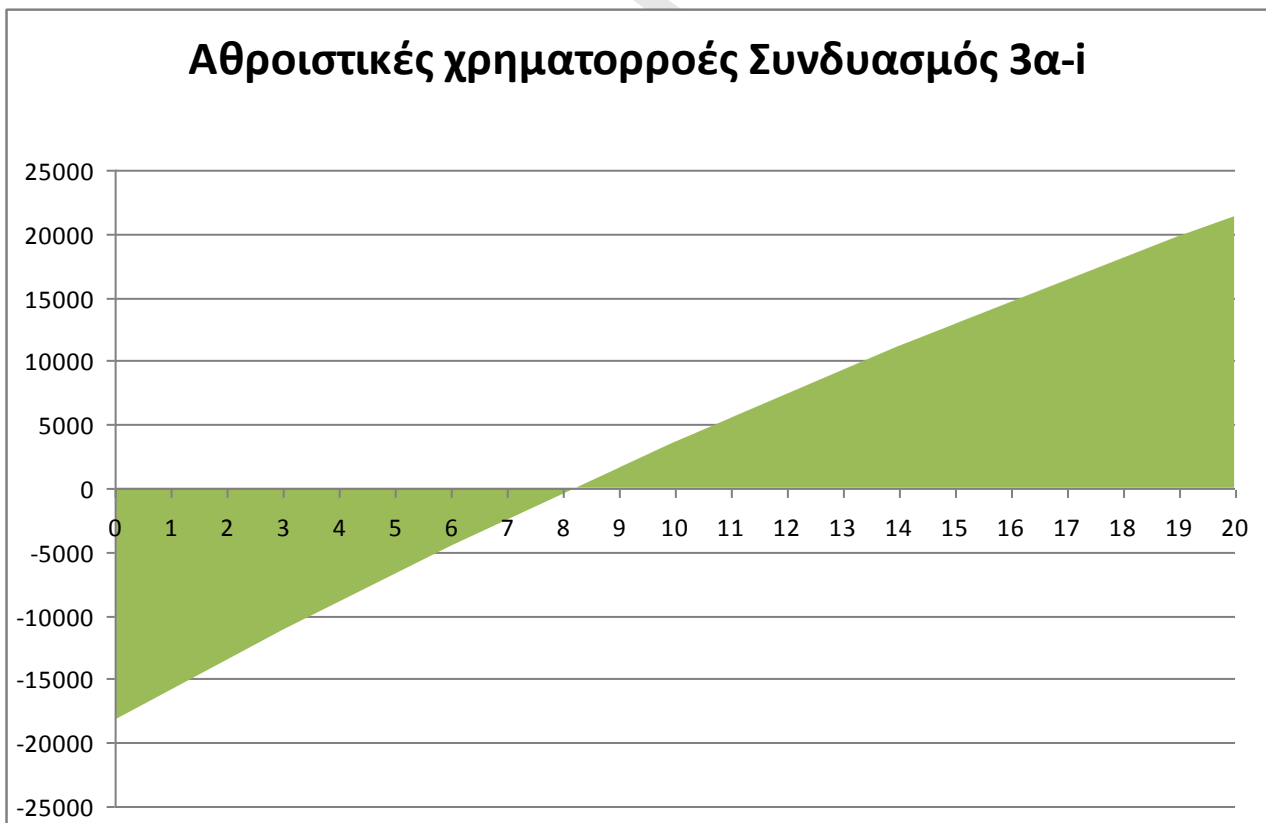
Διάγραμμα 10.9.14.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2δ-i



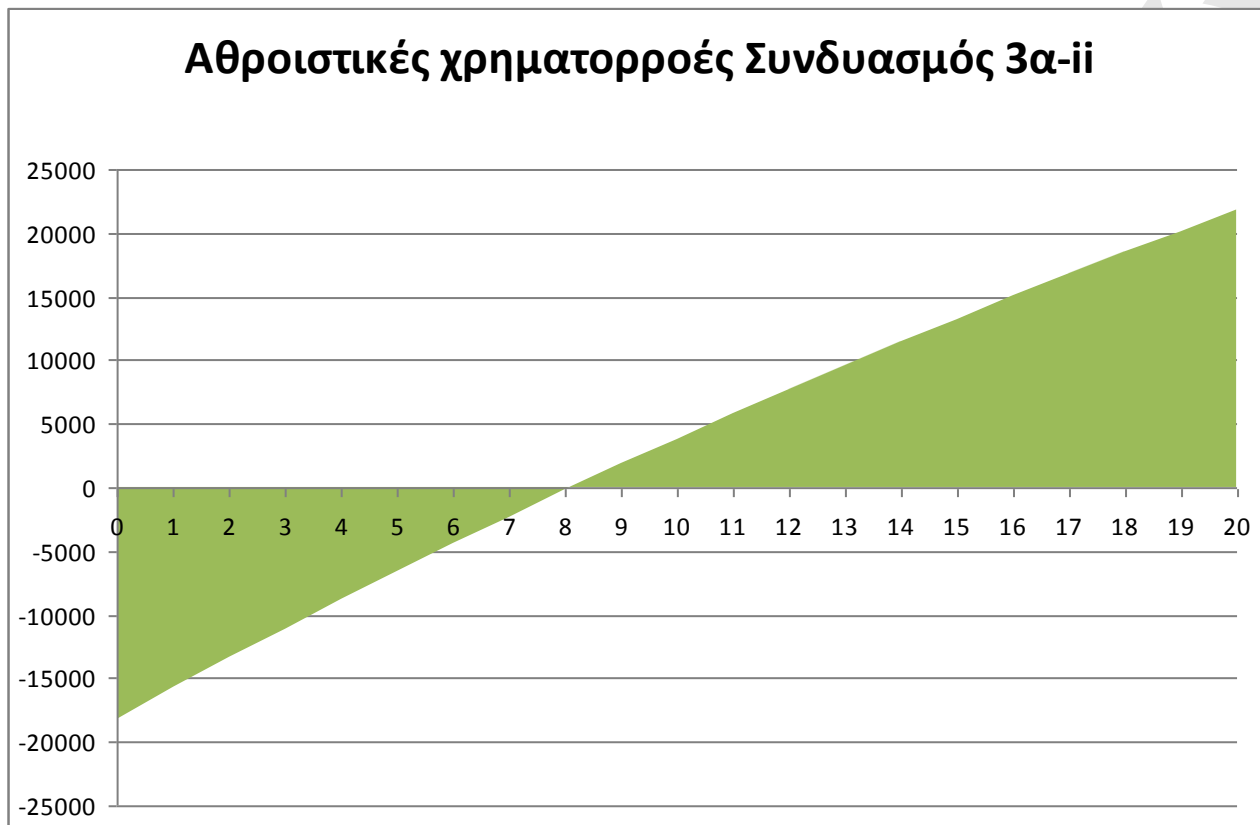
Διάγραμμα 10.9.15.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2δ-ii



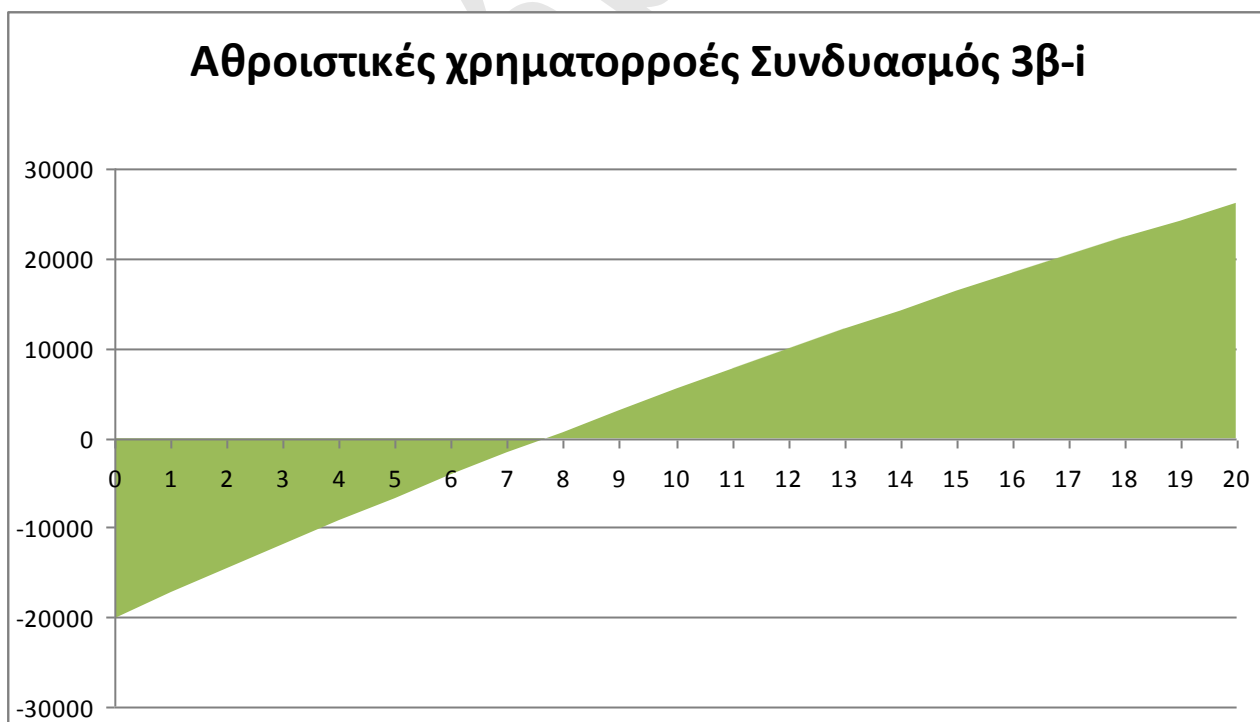
Διάγραμμα 10.9.16.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 2δ-iii



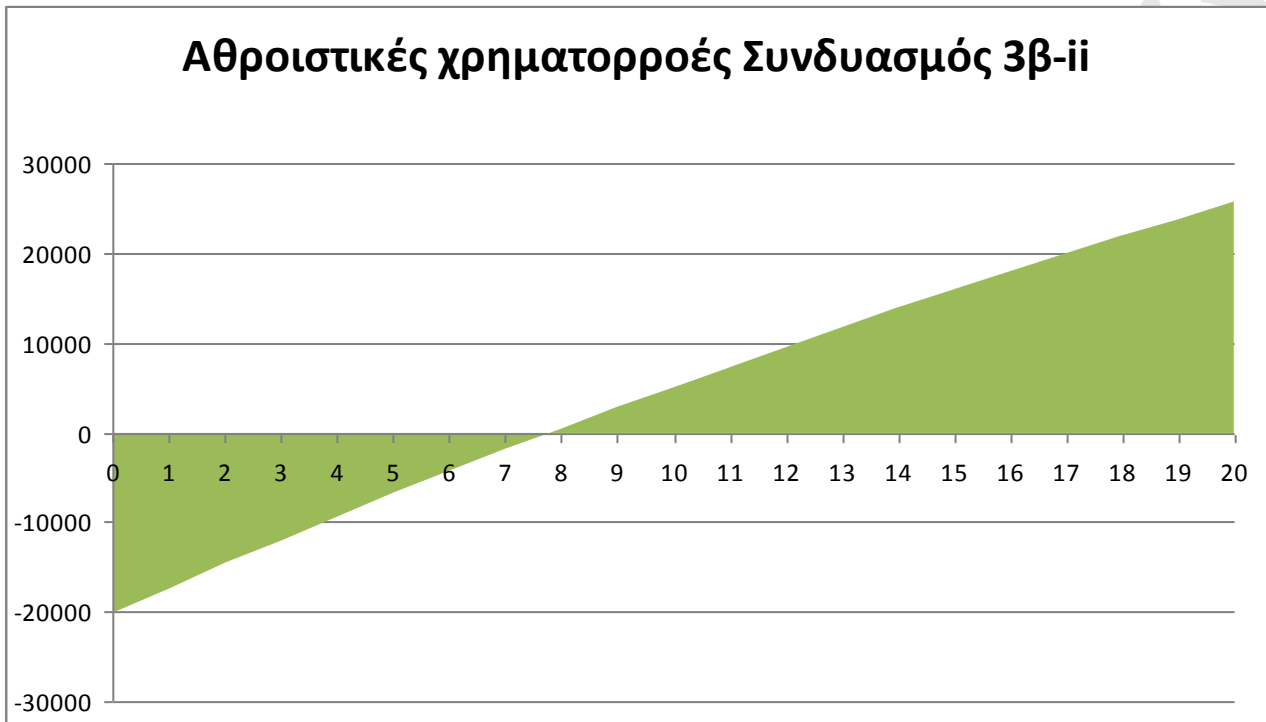
Διάγραμμα 10.9.17.: Αθροιστικές χρηματοροές συνδυασμού 3α-i



Διάγραμμα 10.9.18.: Αθροιστικές χρηματορροές συνδυασμού 3α-ii



Διάγραμμα 10.9.19.: Αθροιστικές χρηματορροές συνδυασμού 3β-i



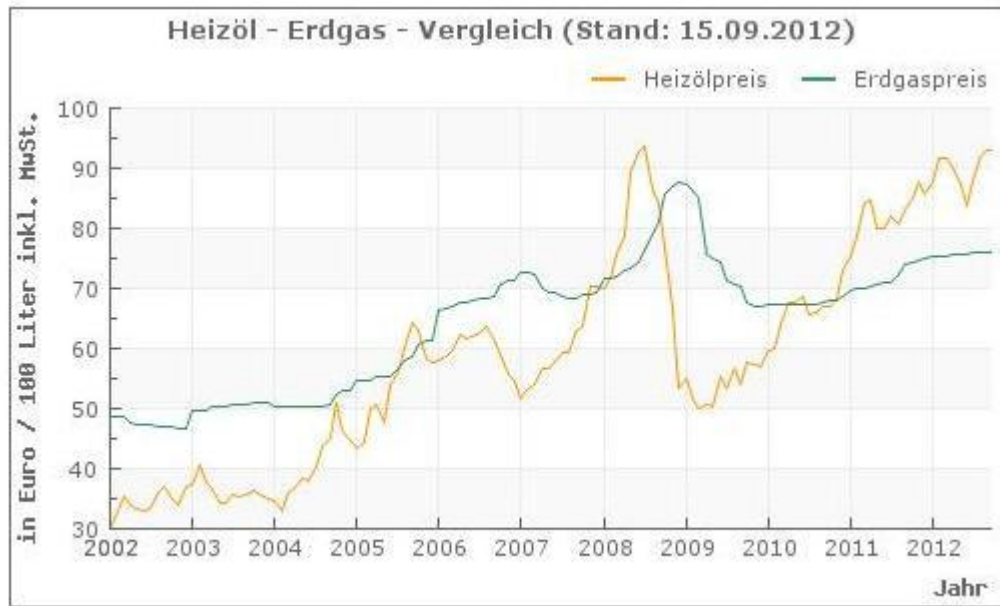
Διάγραμμα 10.9.20.: Αθροιστικές χρηματορροές συνδυασμού 3β-ii

10.10 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΥΑΙΣΘΗΣΙΑΣ ΕΠΕΜΒΑΣΕΩΝ

Σύμφωνα με τον Προϋπολογισμό του 2012, η εξίσωση του ΕΦΚ στο πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης προβλέπεται να γίνει τον Οκτώβριο 2012. Η αύξηση του ΕΦΚ του πετρελαίου θέρμανσης και η εξίσωσή του με τον ΕΦΚ που εφαρμόζεται στο πετρέλαιο κίνησης θα αυξήσει το κόστος αγοράς πετρελαίου θέρμανσης από τα πρατήρια υγρών καυσίμων και τους μεταπωλητές πετρελαίου θέρμανσης. Συνεπώς, η εξίσωση του ΕΦΚ θα οδηγήσει αναπόφευκτα σε αύξηση της τελικής τιμής του πετρελαίου θέρμανσης.

Την υπό εξέταση περίοδο οι τιμές του πετρελαίου θέρμανσης χαρακτηρίζονται από αυξητική τάση και αρκετά έντονες διακυμάνσεις όπως και του φυσικού αερίου το οποίο ακολουθεί τις αυξήσεις του πετρελαίου.

Κρίνουμε σκόπιμο λοιπόν να εξεταστούν οι περιπτώσεις για τις οποίες θα υπάρξει μια αυξητική τάση στις τιμές καυσίμων έτσι ώστε να συγκρίνουμε την επίδραση που θα έχει στις προτεινόμενες επεμβάσεις. Για την αύξηση στην τιμή πετρελαίου θέρμανσης και φυσικού αερίου χρησιμοποιήσαμε στοιχεία από την παρακάτω εικόνα η οποία παρουσιάζει την εξέλιξη των τιμών πετρελαίου και φυσικού αερίου για την περίοδο 2002-2012.



Εικόνα 10.10.1 Εξέλιξη τιμών πετρελαίου και φυσικού αερίου (Πηγή: <http://www.fastenergy.de/heizoelpreis-gaspreis.htm>)

Παρατηρούμε ότι μια μέση ετήσια αύξηση της τιμής πετρελαίου είναι 20% ενώ του φυσικού αερίου 7%. Επιπλέον θα υποθεθεί μια αύξηση στην τιμή καυσίμου pellet και ηλεκτρικής ενέργειας της τάξεως του 5%. Οι συγκεκριμένες επιλογές θα μπορούσαν να θεωρηθούν ακραίες και η μελέτη εφαρμογής τους στην συγκεκριμένη Ενότητα έχει ως στόχο την εκτίμηση της επίδρασης τους στα οικονομικά μεγέθη των προτεινόμενων επεμβάσεων.

Στον Πίνακα 10.10.1 και 10.10.2 παρουσιάζονται τα παλιά και τα νέα οικονομικά μεγέθη των μεμονομένων επεμβάσεων και των συνδυασμών που προτάθηκαν στις προηγούμενες υποενότητες τα σχόλια των οποίων θα παρουσιαστούν στα συμπεράσματα.

Πίνακας 10.10.1 Οικονομικά μεγέθη μεμονομένων επεμβάσεων μετά την αλλαγή τιμών καυσίμων

	Καθαρή παρούσα αξία (€) - μετά	Καθαρή παρούσα αξία (€) - πριν	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) - μετά	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR) - πριν	Χρόνος αποπληρωμής (έτη) - μετά	Χρόνος αποπληρωμής (έτη) - πριν
Εξωτερική θερμομόνωση						
Πάχος: 50mm	-18093,3	-31963,6	-0,017023175	-0,09232	>20	>20
Πάχος: 80mm	-14533,6	-31834,5	-0,004009647	-0,0812505	>20	>20
Πάχος: 100mm	-13065	-32025,4	0,000934665	-0,0768543	>20	>20
Κουφώματα						
PVC	25519,21	2238,204	0,144441844	0,0466304	8,735837351	16,6087653
Θερμοδιακοπτόμενα	2222,789	-12922,2	0,038178249	-0,0432117	18,60939684	>20
Λέβητες ΦΑ και pellet						
Pellet	93362,19	15129,47	0,325716369	0,136030989	4,167711454	7,887817608
Φυσικό αέριο	75281,78	8490,669	0,450867023	0,161264575	3,083516668	6,745763056
Ηλιακά ΖΝΧ						
Απλοί συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος)	16140,91	11027,54	0,296224729	0,254350751	3,904115904	4,291460733
Απλοί συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15)	14547,22	9827,186	0,270548694	0,229906369	4,297228492	4,758173454
Επίπεδοι συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος)	16876,39	11566,35	0,304611057	0,262336634	3,789323204	4,156333326
Επίπεδοι συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15)	16477,97	11266,27	0,298168123	0,256201259	3,876926191	4,259454557
Ηλιοθερμική εγκ. THEROS						
Κλίση=Γεωγρ. πλάτος	51869,69	25447,18	0,266492872	0,194794473	4,570389963	5,619394931
Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15	55572,39	26895,53	0,279373959	0,203821743	4,362785034	5,372218315
ΣΗΘ						
Mephisto G26(Kraftwerk)	31881,68	-32994,3	0,075862182	-0,0703143	14,09144695	>20
Αντιστάθμιση λέβητα						
Κατηγορία Γ	22118,96	9394,315	0,946133405	0,737168541	1,219122906	1,42425625
Κατηγορία Β	39745,36	16152,16	0,602741503	0,441439813	1,987359582	2,419470838

Στη συνέχεια παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της σύγκρισης σε διαγράμματα για τα κριτήρια της ΚΠΑ και του IRR.

Πίνακας 10.10.2 Οικονομικά μεγέθη συνδυασμών επεμβάσεων μετά την αλλαγή τιμών καυσίμου

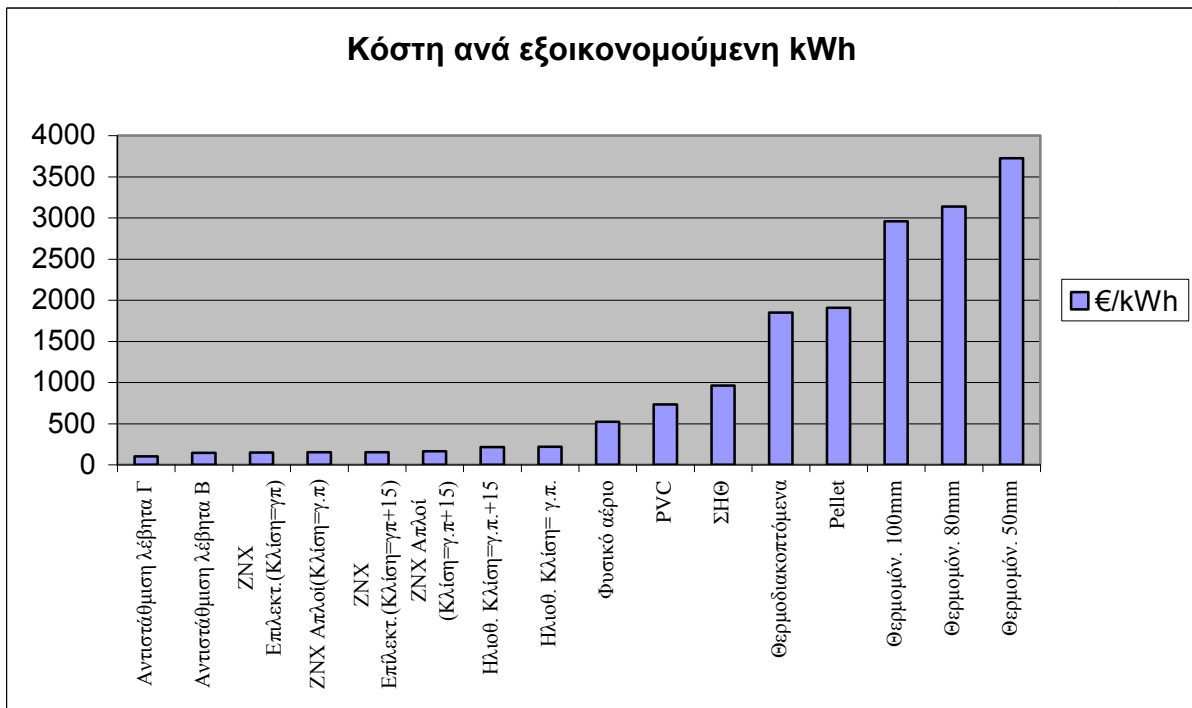
	Αρχική δαπάνη (€)	Καθαρή παρούσα αξία (€)	Καθαρή παρούσα αξία (€)	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)	Χρόνος αποπληρωμής (έτη)	Χρόνος αποπληρωμής (έτη)
1α - i	29691,53	131254,57	39731,2	0,2741	0,1571	4,70	6,91
1α - ii	29691,53	131941,33	40248,5	0,2755	0,1586	4,67	6,85
1β - i	32048,58	140120,40	45827,2	0,2765	0,1652	4,62	6,59
1β - ii	32048,58	140738,49	46292,7	0,2776	0,1665	4,60	6,54
2α - i	53977,68	70304,88	-8356,06	0,1173	0,0121	10,42	24,85
2α - ii	56171,20	70425,22	-8656,15	0,1149	0,0115	10,57	24,99
2α - iii	57546,63	70071,35	-9415,41	0,1130	0,0105	10,70	25,23
2β - i	53977,68	69906,46	-8965,28	0,1169	0,0114	10,46	25,01
2β - ii	56171,20	69827,59	-9655,8	0,1142	0,0105	10,62	25,23
2β - iii	57546,63	69672,93	-9955,89	0,1125	0,0098	10,73	25,39
2γ - i	56334,73	76825,33	-4480,96	0,1216	0,021	10,10	22,81
2γ - ii	58528,25	76618,77	-4931,09	0,1188	0,0196	10,27	23,1
2γ - iii	59903,68	76208,72	-5775,97	0,1169	0,0185	10,39	23,35
2δ - i	56334,73	76227,70	-5325,83	0,1210	0,02	10,14	23,01
2δ - ii	58528,25	76021,13	-6037,54	0,1182	0,0187	10,31	23,3
2δ - iii	59903,68	75611,08	-6487,67	0,1162	0,0176	10,44	23,55
3α - i	20639,65	60148,96	21347	0,2146	0,13	5,87	8,21
3α - ii	20639,65	60732,87	21786,8	0,2164	0,1319	5,82	8,11
3β - i	22996,70	73145,29	26149,5	0,2275	0,1392	5,55	7,73
3β - ii	22996,70	72547,66	25699,4	0,2259	0,1375	5,59	7,82

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα συμπεράσματα από την συγκεκριμένη εργασία θα παρουσιαστούν δίνοντας έμφαση στην οικονομική βιωσιμότητα της κάθε προτεινόμενης επέμβασης λαμβάνοντας ωςτόσο υπόψη την ενεργειακή εξοικονομηση που αποφέρουν στο υπό μελέτη κτήριο. Κατ' αρχάς θα δούμε τα ενεργειακά αποτελέσματα συναρτήσει της αρχικής δαπάνης καθώς και του κόστους ανά κερδισμένη kWh για τις βασικές επεμβάσεις που εξετάσαμε στα προηγούμενα κεφάλαια. Οι ενεργειακές επιδόσεις δίνονται παρακάτω στον Πίνακα 11.1. Υπενθυμίζουμε ότι η στην υπάρχουσα κατάσταση το κτήριο καταναλώνει 159,1 kWh/m² πρωτογενούς ενέργειας, και ανήκει στην ενεργειακή κατηγορία E.

Πίνακας 11.1 Συγκριτικός πίνακας ενεργειακών επεμβάσεων

	Συνολική πρωτογενής ενέργεια (kWh/m ²)	Ενεργειακή Κατηγορία	Αρχική δαπάνη(€)	Κόστος ανα κερδισμένη kWh(€)
Εξωτερική θερμομόνωση				
Πάχος: 50mm	147,9	Δ	41703,94586	3723,566594
Πάχος: 80mm	145,1	Δ	43897,4617	3135,532979
Πάχος: 100mm	143,8	Δ	45272,8986	2959,01298
Κουφώματα				
PVC	139,3	Δ	14495,919	732,1171212
Θερμοδιακοπτόμενα	146,2	Δ	23836,8465	1847,817558
Λέβητες ΦΑ και pellet				
Pellet	151,9	E	13734	1907,5
Φυσικό αέριο	147,3	Δ	6130	519,4915254
Ηλιακά ΖΝΧ				
Απλοί συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος)	128,8	Δ	4577,04	151,0574257
Απλοί συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15)	131,2	Δ	4577,04	164,0516129
Επίπεδοι συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος)	127,6	Δ	4638,4	147,2507937
Επίπεδοι συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15)	128,4	Δ	4638,4	151,0879479
Ηλιοθερμική εγκ. THEROS				
Κλίση=Γεωγρ. πλάτος	92,6	Γ	14452,1925	217,326203
Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15	91,1	Γ	14452,1925	212,5322426
ΣΗΘ				
Mephisto G26(Kraftwerk)	108,6	Γ	48570	961,7821782
Αντιστάθμιση λέβητα				
Κατηγορία Γ	144,3	Δ	1505,3355	101,7118581
Κατηγορία Β	132,5	Δ	3862,3845	145,2024248



Διάγραμμα 11.1 Σύγκριση επεμβάσεων με το κριτήριο του κόστους ανά εξοικονομούμενη kWh

Παρατηρούμε ότι το αρχικό κόστος ανά κερδισμένη kWh είναι μικρό για τις επεμβάσεις των ηλιακών συλλεκτών (απλών και επίπεδων) και μάλιστα για ετήσιες χρήσεις με τη κλίση να ισούται με το γεωγραφικό πλάτος. Επίσης, μικρό κόστος ανά kWh έχουν και οι επεμβάσεις των αντισταθμίσεων στο λέβητα. Αυτές είναι και οι δύο επεμβάσεις που θα συνιστούσαμε άμεσα στον ιδιοκτήτη για την ενεργειακή αναβάθμιση του κτιρίου.

Υψηλά ενεργειακά κέρδη σε απόλυτα μεγέθη έχουμε με την ηλιοθερμική εγκατάσταση με το κόστος ανά κερδισμένη kWh να μην απέχει πολύ από αυτό των ηλιακών συλλεκτών αποκλειστικά για ZNX. Μάλιστα, η επέμβαση αυτή αναβαθμίζει την ενεργειακή κατηγορία του κτιρίου (από E σε Γ). Ακόμη βλέπουμε ότι για χειμερινή λειτουργία (κλίση = γεωγραφικό πλάτος +15°) έχουμε καλύτερη απόδοση καθώς το χειμώνα τα φορτία για θέρμανση αυξάνονται.

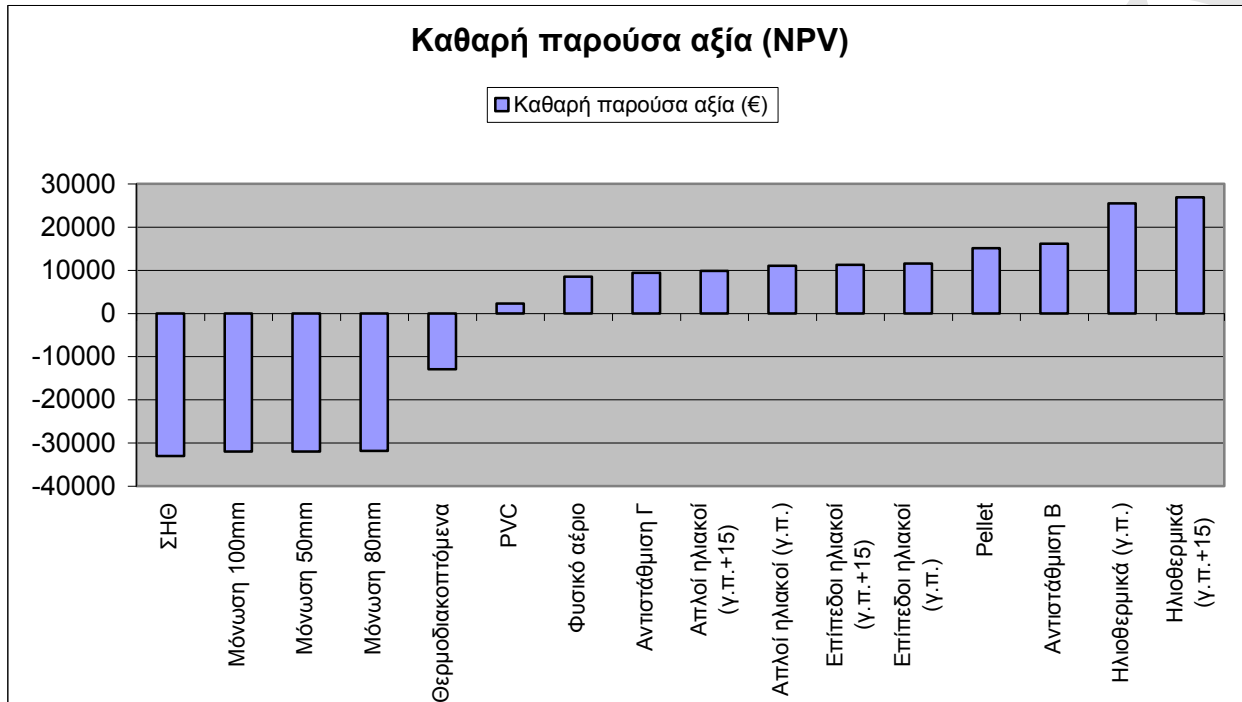
Αμέσως μετά σε κόστος ανά εξοικονομούμενη ενέργεια είναι η εγκατάσταση λέβητα φυσικού αερίου, η τοποθέτηση κουφωμάτων από PVC και η εγκατάσταση μονάδας ΣΗΘ. Στην τελευταία επέμβαση, αν και η ενεργειακή απόδοση σε απόλυτα μεγέθη είναι ικανοποιητική, τα οικονομικά αποτελέσματα θα ήταν πολύ καλύτερα αν δεν υπήρχε ο περιορισμός στον αυτόπαραγωγό να πωλεί την ηλεκτρική ενέργεια μέχρι το μέγιστο του 20% της ετήσιας παραγόμενης και υπήρχε η δυνατότητα στο KENAK να επιλέξουμε μεταξύ διασύνδεσης ή όχι με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Τελευταίες σε κόστος ανά εξοικονομούμενη ενέργεια είναι η εγκατάσταση λέβητα pellet και οι τοποθετήσεις μονώσεων σε εξωτερική τοιχοποιία και οροφή. Αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι το κτήριο είναι σχετικά νέο και έχει ήδη μονώσεις από την κατασκευή. Κάθε επιπλέον μόνωση, συνεπώς, δεν μας εξασφαλίζει τα υψηλά ενεργειακά κέρδη που θα είχαμε σε ένα αμόνωτο κτήριο. Αξίζει να σημειωθεί ότι το υπολογισθέν κόστος τόσο της μόνωσης όσο και του λέβητα pellet ήταν υπερεκτιμημένο. Σχετικά με τη μόνωση το κόστος των υλικών έχει μειωθεί σημαντικά, ενώ στην περίπτωση του λέβητα pellet έχει επιλεγθεί ένας από τους ακριβότερους.

Έχοντας ως κύριο γνώμονα την οικονομική απόδοση της κάθε επένδυσης κατασκευάζουμε τον Πίνακα 11.2 και τα διαγράμματα 11.2, 11.3 και 11.4 όπου μπορούμε να δούμε την κάθε επέμβαση με τα επενδυτικά χαρακτηριστικά της (Καθαρή Παρούσα Αξία, Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης, Χρόνος Αποπληρωμής) και να την κατατάξουμε επενδυτικά σε σχέση με τις υπόλοιπες.

Πίνακας 11.2 Συγκριτικός πίνακας οικονομικών κριτηρίων ενεργειακών επεμβάσεων

	Καθαρή παρούσα αξία (€)	Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)	Χρόνος αποπληρωμής (έτη)
Εξωτερική θερμομόνωση			
Πάχος: 50mm	-31963,5599	-0,09232	>20
Πάχος: 80mm	-31834,5123	-0,0812505	>20
Πάχος: 100mm	-32025,3721	-0,076854334	>20
Κουφώματα			
PVC	2238,204314	0,046630404	16,6087653
Θερμοδιακοπτόμενα	-12922,15534	-0,043211711	>20
Λέβητες ΦΑ και pellet			
Pellet	15129,47268	0,136030989	7,887817608
Φυσικό αέριο	8490,668976	0,161264575	6,745763056
Ηλιακά ZNX			
Απλοί συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος)	11027,5382	0,254350751	4,291460733
Απλοί συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15)	9827,18604	0,229906369	4,758173454
Επίπεδοι συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος)	11566,3543	0,262336634	4,156333326
Επίπεδοι συλλέκτες (Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15)	11266,2663	0,256201259	4,259454557
Ηλιοθερμική εγκ. THEROS			
Κλίση=Γεωγρ. πλάτος	25447,18086	0,194794473	5,619394931
Κλίση=Γεωγρ. πλάτος+15	26895,52716	0,203821743	5,372218315
ΣΗΘ			
Mephisto G26(Kraftwerk)	-32994,26614	-0,070314273	>20
Αντιστάθμιση λέβητα			
Κατηγορία Γ	9394,3151	0,737168541	1,42425625
Κατηγορία Β	16152,1635	0,441439813	2,419470838



Διάγραμμα 11.2 Σύγκριση επεμβάσεων με το κριτήριο της ΚΠΑ

Σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ η επέμβαση που προτείνεται είναι η εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος για κάλυψη σε ανάγκες ΖΝΧ και υποβοήθηση στα φορτία της θέρμανσης. Χάρη στη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας η επέμβαση αυτή είναι δυνατόν να ανεβάσει από μόνη της έως και 3 ενεργειακές κλάσεις στην ενεργειακή κατάσταση. 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.

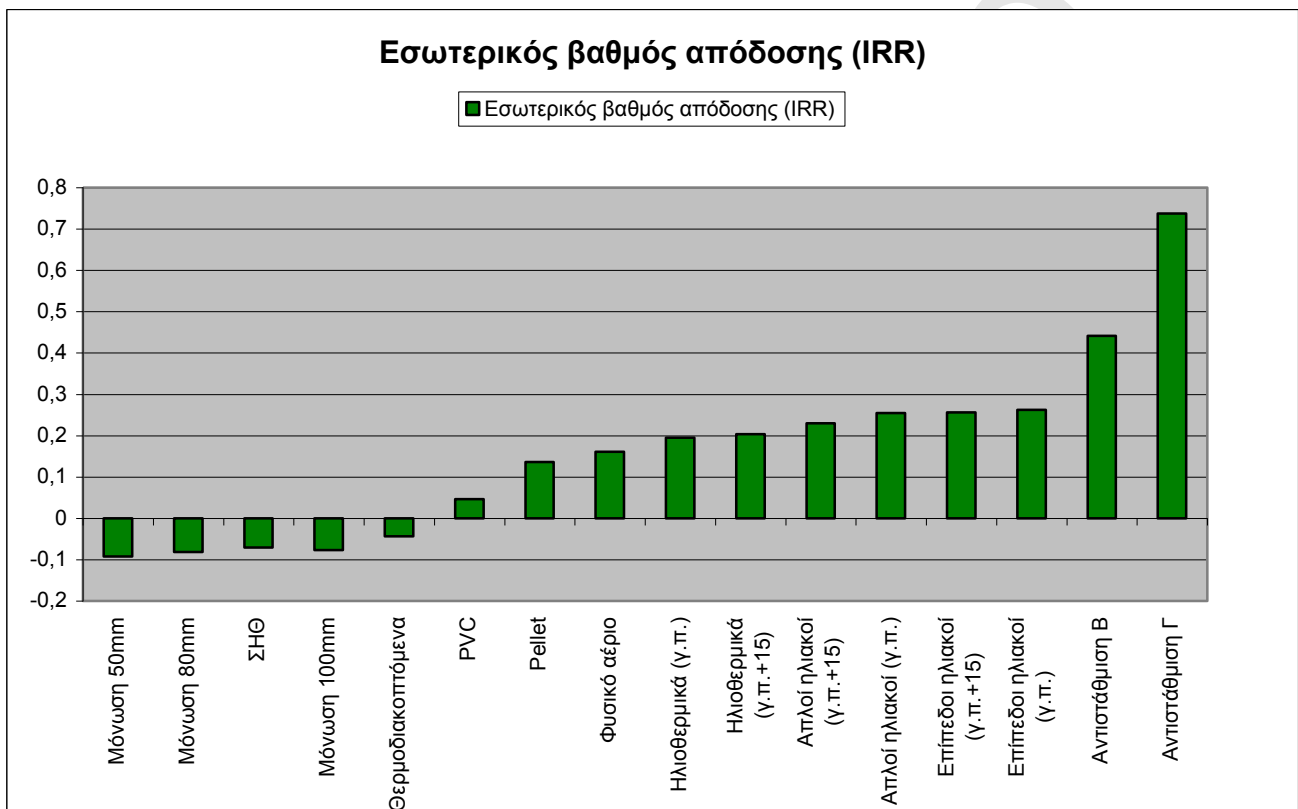
Σε δεύτερη κατάσταση έρχεται η αντιστάθμιση στον λέβητα. Δεν έχει μεγάλο αρχικό κόστος επένδυσης και κόστος ανα εξοικονομούμενη ενέργεια και συμβάλλει σημαντικά στην εξοικονόμηση ενέργειας στην περίπτωση που ο προϋπολογισμός της επένδυσης κινείται σε χαμηλά επίπεδα.

Ακολουθεί η αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα με λέβητα pellet. Πρόλο που ο λέβητας συμπύκνωσης φυσικού αερίου ανεβαζει το κτήριο στην κατηγορία Δ σε σχέση με τον pellet που παραμένει στην Ε επενδυτικά ο λέβητας pellet εμφανίζεται καλύτερος και αυτό λόγω της πολύ χαμηλότερης τιμής καυσίμου σε σχέση με το φυσικό αέριο. Υπενθυμίζουμε και πάλι ότι ο λέβητας pellet που έχει επιλεγεί είναι ένας από τους ακριβότερους στην αγορά.

Τέλος, η επιλογή που φυσικά προτείνεται είναι η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών. Η εξοικονόμηση ενέργειας αλλά και η μείωση των εκπεμπόμενων CO₂ είναι αρκετά μεγάλη, και σύμφωνα με την ΚΠΑ είναι μία από τις πρώτες επιλογές μας. Παρόλα αυτά δεν αρκούν οι ηλιακοί συλλέκτες για να αναβαθμιστεί μια κατοικία σε κατάσταση πάνω από μία κλάση από την υπάρχουσα. Επομένως, εάν μια κατοικία θέλει να ανέβει παραπάνω στην ενεργειακή κατάσταση, καλό θα είναι να συνδυαστεί με μια άλλη επέμβαση.

Παρατηρούμε ότι τελευταίες εμφανίζονται οι επιλογές της εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής. 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. Αυτό το αποτέλεσμα σε καμία των

περιπτώσεων δε μειώνει την αξία της εξωτερικής θερμομόνωσης στην συνολική ενεργειακή απόδοση ενός κτιρίου, καθώς αν το κτήριο που εξετάζουμε είχε κτιστεί παλαιότερα χωρίς να φέρει μόνωση, τα οικονομικά αποτελέσματα θα ήταν πολύ διαφορετικά. Επιπλέον παρατηρούμε ότι το κριτήριο της Καθαρής Παρούσας Αξίας χειροτερεύει για πάχος μόνωσης 100mm γεγονός που μας δείχνει ότι η επιπλέον μόνωση στο υπο μελέτη κτήριο δεν έχει τα αναμενόμενα αποτελέσματα και δεν κρίνεται βιώσιμη. Το κόστος ανά εξοικονομούμενη kWh είναι πολύ υψηλό.



Διάγραμμα 11.3 Σύγκριση επεμβάσεων με το κριτήριο του IRR

Παρατηρούμε ότι σύμφωνα με το κριτήριο του IRR η αντιστάθμιση στον λέβητα, ειδικά στη κατηγορία Γ, δίνει πολύ καλά οικονομικά αποτελέσματα και σε συνδυασμό με την ικανοποιητική ενεργειακή εξοικονόμηση είναι μια πολύ συμφέρουσα πρόταση. Το ίδιο ισχύει και για την επιλογή των ηλιακών συλλεκτών για παραγωγή ZNX όπου η καλή οικονομική απόδοση συμβαδίζει με την ενεργειακή. Συνεπώς γίνεται αντιληπτό ότι η αντιστάθμιση στο λέβητα και η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών, τουλάχιστον για παραγωγή ZNX, είναι εκ των ων ουκ άνευ για την ενεργειακή εξοικονόμηση για το υπό μελέτη κτήριο.

Αμέσως μετά σε οικονομική απόδοση έχουμε την ηλιοθερμική εγκατάσταση, όπου εκτός από παραγωγή ZNX έχουμε και κάλυψη μέρους των αναγκών σε θέρμανση. Στη συγκεκριμένη επέμβαση, όπως προαναφέραμε έχουμε καλύτερη απόδοση σε κλίση για χειμερινή λειτουργία λόγω του αυξημένου φορτίου εκείνη τη περίοδο για θέρμανση. Βέβαια, η υψηλή αρχική δαπάνη της επένδυσης καθώς και το μέγεθος της, κατασκευαστικά, είναι αρνητικοί παράγοντες.

Κατόπιν έχουμε την αντικατάσταση του υπάρχοντος λέβητα πετρελαίου με λέβητα φυσικού αερίου τεχνολογίας συμπύκνωσης ή λέβητα με καύσιμο pellet (βιομάζα). Οι δυο επενδύσεις ενέχουν αποδεκτό ρίσκο με τον IRR να είναι πάνω από 10%. Η επένδυση σε λέβητα φυσικού

αερίου υπερέχει ξεκάθαρα με σημαντικά μικρότερη αρχική δαπάνη από αυτή του λέβητα pellet, αλλά όπως αναφέρθηκε στην οικονομική ανάλυση της επένδυσης έχει γίνει η καλύτερη επιλογή λέβητα και για αυτό το κόστος είναι σε τόσο υψηλά επίπεδα σε σχέση με τη δαπάνη για την επένδυση σε λέβητα φυσικού αερίου.

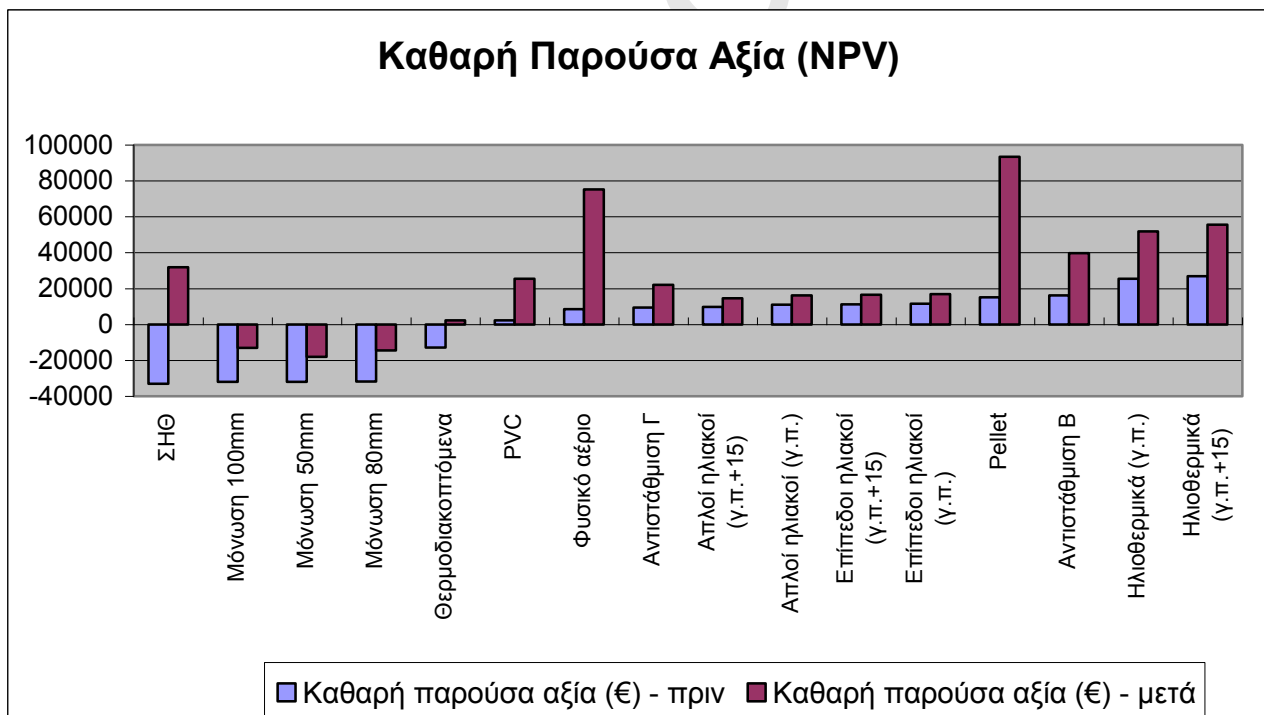
Η επένδυση σε κουφώματα PVC, στη συνέχεια, είναι μια επένδυση με υψηλό οικονομικό ρίσκο που δεν συνίσταται σε καμία περίπτωση ενώ η επένδυση σε θερμοδιακοπτόμενα, υστερεί τόσο σε τιμή όσο και θερμομόνωση, αποβαίνει ζημιογόνα.

Τέλος, οι επεμβάσεις εξωτερικής θερμομόνωσης, απέχουν πολύ από το να χαρακτηριστούν οικονομικά αποδεκτές καθώς και για τα τρία πάχη (50mm,80mm,100mm) έχουμε υψηλές ζημιές, γεγονός που όπως είπαμε οφείλεται στην ήδη μονωμένη κατασκευή.

Αποτελέσματα μετά την αύξηση της ετήσιας αύξησης τιμών καυσίμων

Επιλέξαμε μια μέση ετήσια αύξηση της τιμής πετρελαίου είναι 20% ενώ του φυσικού αερίου 7%. Επιπλέον υποτέθηκε μια αύξηση στην τιμή καυσίμου pellet και ηλεκτρικής ενέργειας της τάξεως του 5%. Οι συγκεκριμένες επιλογές θα μπορούσαν να θεωρηθούν ακραίες και η μελέτη εφαρμογής τους στην συγκεκριμένη Ενότητα έχει ως στόχο την εκτίμηση της επίδρασης τους στα οικονομικά μεγέθη των προτεινόμενων επεμβάσεων.

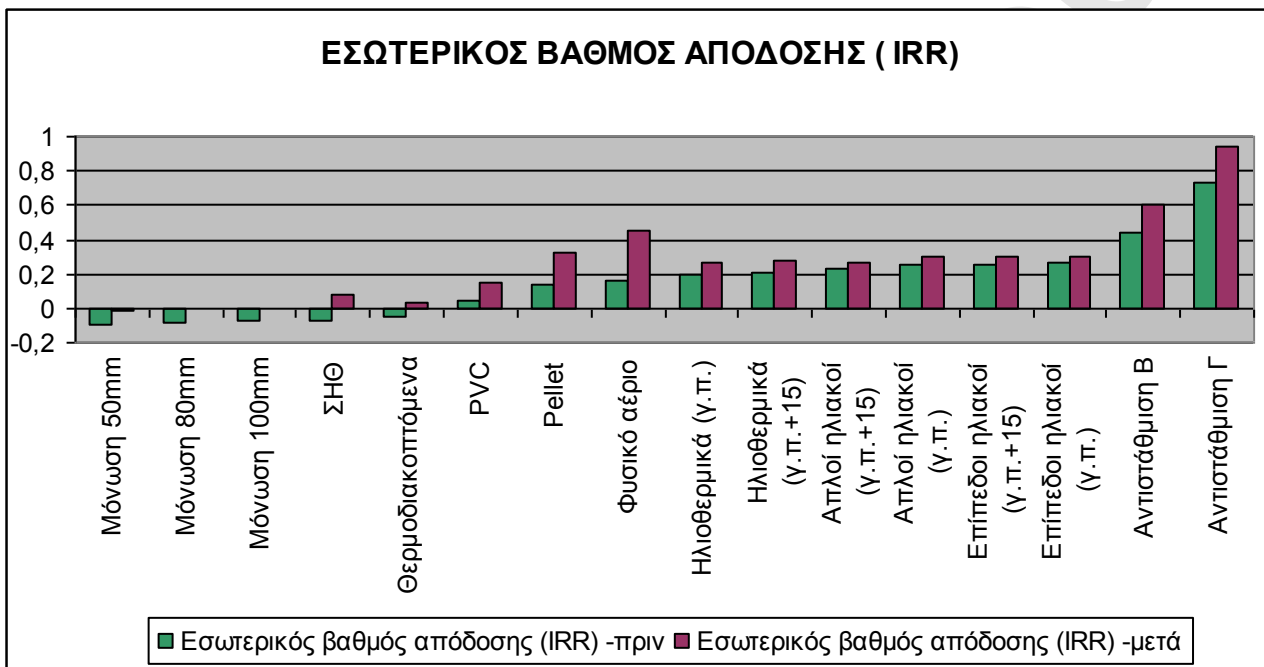
Στη συνέχεια παρατίθενται τα διαγράμματα που συγκρίνουν τα οικονομικά κριτήρια των επεμβάσεων πριν και μετά την αλλαγή των τιμών.



Διάγραμμα 11.4 Σύγκριση επεμβάσεων με το κριτήριο της ΚΠΑ πριν και μετά την αλλαγή των τιμών καυσίμων

Παρατηρούμε ότι σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ προτιμώνται οι επενδύσεις που αφορούν την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου. Δεδομένης της υψηλής ετήσιας αύξησης της τιμής του πετρελαίου που επιλέχθηκε, σε σύγκριση πάντα με την μικρότερη των άλλων καυσίμων η χρήση πετρελαίου για την θέρμανση του υπό μελέτη κτηρίου καθίσταται απογορευτική. Για αυτό το λόγο η εγκατάσταση λέβητα pellet, η εγκατάσταση λέβητα φυσικού αερίου και η εγκατάσταση ηλιοθερμικών εμφανίζουν τόσο υψηλές ΚΠΑ σε σχέση με πριν. Στη συνέχεια ακολουθούν η

τοποθέτηση κουφωμάτων PVC, εγκατάσταση αντιστάθμισης στον ήδη υπάρχοντα λέβητα, η εγκατάσταση μονάδας ΣΗΘ και η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών. Τελευταίες μένουν οι επεμβάσεις που αφορούν την μόνωση του κτηρίου. Μπορούμε να πούμε ότι σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ οικονομικά συμφέρουσες κρίνονται οι επεμβάσεις εκείνες που στοχεύουν στην αλλαγή ή στην μειωμένη κατανάλωση (εξοικονόμηση) του χρησιμοποιούμενου καυσίμου (πετρέλαιο).



Διάγραμμα 11.5 Σύγκριση επεμβάσεων με το κριτήριο του IRR πριν και μετά την αλλαγή των τιμών καυσίμων

Σύμφωνα με το κριτήριο του IRR μπορούμε να πούμε ότι οι επεμβάσεις που στοχεύουν στην αλλαγή ή στην μειωμένη κατανάλωση (εξοικονόμηση) του χρησιμοποιούμενου καυσίμου (πετρέλαιο) παραμένουν υψηλά στην κατάταξη των αποδοτικότερων επεμβάσεων για το υπό μελέτη κτήριο. Η διαφορά που παρατηρείται είναι ότι σύμφωνα με το κριτήριο αυτό ανεβαίνει υψηλότερα στην κατάταξη η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών.

Πίνακας 11.3 Συγκριτικός πίνακας χρόνων αποπληρωμής ενεργειακών επεμβάσεων πριν και μετά την αλλαγή των τιμών καυσίμων

	Χρόνος αποπληρωμής (έτη) - πριν	Χρόνος αποπληρωμής (έτη) - μετά
Αντιστάθμιση Γ	1,42425625	1,219122906
Αντιστάθμιση Β	2,41947084	1,987359582
Επίπεδοι ηλιακοί (γ.π.)	4,15633333	3,789323204
Επίπεδοι ηλιακοί (γ.π.+15)	4,25945456	3,876926191
Απλοί ηλιακοί (γ.π.)	4,29146073	3,904115904
Απλοί ηλιακοί (γ.π.+15)	4,75817345	4,297228492
Ηλιοθερμικά (γ.π.+15)	5,37221832	4,362785034
Ηλιοθερμικά (γ.π.)	5,61939493	4,570389963
Φυσικό αέριο	6,74576306	3,083516668
Pellet	7,88781761	4,167711454
PVC	16,6087653	8,735837351
Μόνωση 50mm	>20	>20
Μόνωση 80mm	>20	>20
Μόνωση 100mm	>20	>20
Θερμοδιακοπτόμενα	>20	18,60939684
ΣΗΘ	>20	14,09144695

Πρέπει να επισημάνουμε ότι σε περιπτώσεις υπόδειξης διαφορετικών επενδύσεων από τα κριτήρια παρούσας αξίας (NPV) και εσωτερικού βαθμού απόδοσης (IRR) πρέπει να χρησιμοποιείται η μέθοδος της (NPV), ως μέθοδος αξιολόγησης της επένδυσης. Αυτό καθώς οι εσωτερικές παραδοχές της μεθόδου την καθιστούν είναι πολύ περισσότερο ρεαλιστικές σε σχέση με τη μέθοδο του δείκτη (IRR). Τέλος, υπενθυμίζεται ότι η παραπάνω παραδοχή αφορά επιλογή ανάμεσα σε δύο αμοιβαία αποκλειόμενα επενδυτικά σενάρια. Μόνο σε μια τέτοια περίπτωση υπάρχει η περίπτωση, κάτω από τις προϋποθέσεις που εξηγήθηκαν πιο πάνω, να υπάρξει απόκλιση των δύο κριτηρίων. Στην περίπτωση απόφασης προκειμένου για μια και μόνη επένδυση τα δύο κριτήρια οπωσδήποτε θα συγκλίνουν στην επιλογή ή την απόρριψη της επένδυσης αυτής.

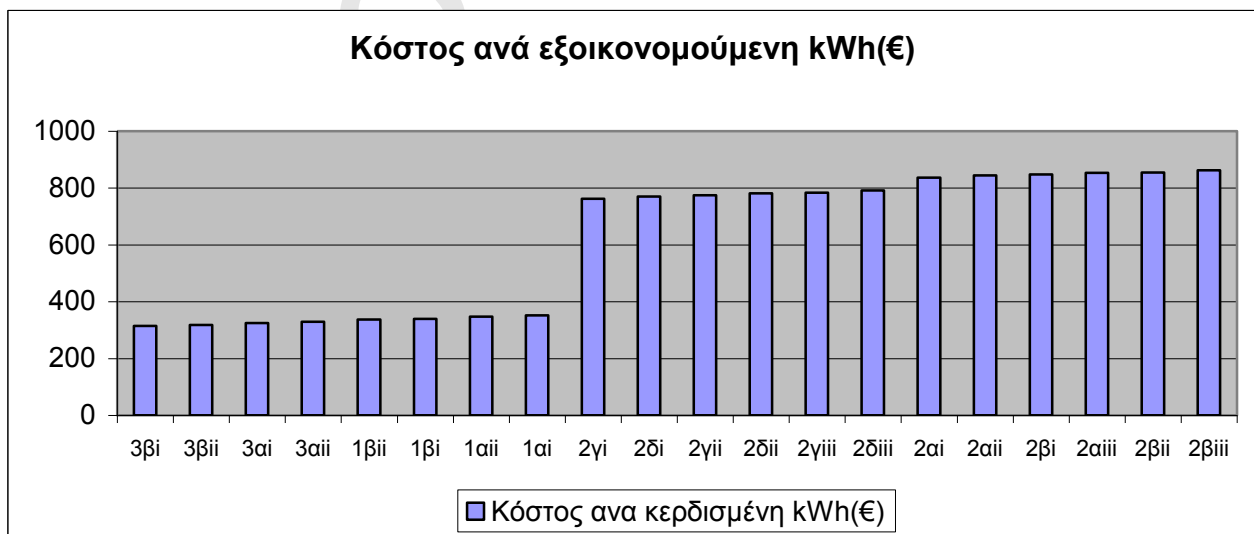
Έτσι λοιπόν στην περίπτωση του λέβητα pellet και του λέβητα φυσικού αερίου παρατηρούμε ότι ο λέβητας pellet έχει καλύτερη ΚΠΑ αλλά χαμηλότερο συντελεστή IRR. Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω προτιμάται η επέμβαση της αντικατάστασης του λέβητα pellet σε σχέση με αυτή του φυσικού αερίου. Αξίζει να σημειωθεί τα έτη αποπληρωμής των επενδύσεων βρίσκονται στη μεσαία κατάταξη.

Στη συνέχεια θα αναφερθούμε στους συνδυασμούς επεμβάσεων από ενεργειακή και οικονομική σκοπιά. Στους Πίνακες 11.5 και 11.6 μπορούμε να δούμε, αντίστοιχα, την πρωτογενή ενέργεια που καταναλώνει το κτήριο για κάθε επέμβαση, την ενεργειακή κατηγορία στην οποία κατατάσσεται, την αρχική δαπάνη της κάθε επένδυσης καθώς και την δαπάνη ανά κερδισμένη kWh

κάθε συνδυασμού. Υπενθυμίζουμε ότι η καταναλισκόμενη πρωτογενής ενέργεια του υπό μελέτη κτηρίου είναι $159,1 \text{ kWh/m}^2$.

Πίνακας 11.5 Συγκριτικός πίνακας συνδυασμών ενεργειακών επεμβάσεων

	Συνολική πρωτογενής ενέργεια (kWh/ m ²)		Ενεργειακή Κατηγορία		Αρχική δαπάνη (€)		Κόστος ανα κερδισμένη kWh(€)
1β - ii	63,9	1β - ii	B	3α - i	20639,65	3β - i	314,5923393
1β - i	64,8	1β - i	B	3α - ii	20639,65	3β - ii	317,6339779
1α - ii	73,5	1α - ii	B	3β - i	22996,7	3α - i	325,0338583
1α - i	74,6	1α - i	B	3β - ii	22996,7	3α - ii	328,6568471
2γ - iii	82,6	2γ - iii	B	1α - i	29691,53	1β - ii	336,6447479
2δ - iii	83,4	2δ - iii	Γ	1α - ii	29691,53	1β - i	339,8576882
2γ - ii	83,5	2γ - ii	Γ	1β - i	32048,58	1α - ii	346,8636682
2δ - ii	84,2	2δ - ii	Γ	1β - ii	32048,58	1α - i	351,3790533
2γ - i	85,2	2γ - i	Γ	2α - i	53977,68	2γ - i	762,3102842
2δ - i	85,9	2δ - i	Γ	2β - i	53977,68	2δ - i	769,6001366
3β - i	86	3β - i	Γ	2α - ii	56171,2	2γ - ii	774,1832011
3β - ii	86,7	3β - ii	Γ	2β - ii	56171,2	2δ - ii	781,4185581
2α - iii	91,7	2α - iii	Γ	2γ - i	56334,73	2γ - iii	783,0546405
2β - iii	92,4	2β - iii	Γ	2δ - i	56334,73	2δ - iii	791,3299868
2α - ii	92,6	2α - ii	Γ	2α - iii	57546,63	2α - i	836,8632558
2β - ii	93,4	2β - ii	Γ	2β - iii	57546,63	2α - ii	844,6796992
2α - i	94,6	2α - i	Γ	2γ - ii	58528,25	2β - i	847,3733124
2β - i	95,4	2β - i	Γ	2δ - ii	58528,25	2α - iii	853,8075668
3α - i	95,6	3α - i	Γ	2γ - iii	59903,68	2β - ii	854,9649924
3α - ii	96,3	3α - ii	Γ	2δ - iii	59903,68	2β - iii	862,768066



Διάγραμμα 11.5 Σύγκριση επεμβάσεων με το κριτήριο Κόστους ανά εξοικονομούμενη kWh

Όσον αφορά την ενεργειακή απόδοση των επεμβάσεων θα λέγαμε ότι οι επεμβάσεις (1α) και (1β) που περιλαμβάνουν Αντιστάθμιση (B, Γ), Ηλιοθερμική εγκατάσταση (με κλίση = γεωγρ. πλάτος ή με κλίση = γεωγρ. πλάτος + 15) και τοποθέτηση λέβητα pellet έχουν πολύ καλή ενεργειακή απόδοση τόσο σε απόλυτους αριθμούς όσο και σε σχέση με το κτήριο αναφοράς (ενεργειακή κατάταξη), με σχετικά χαμηλή αρχική δαπάνη και ικανοποιητικό κόστος ανά κερδισμένη kWh.

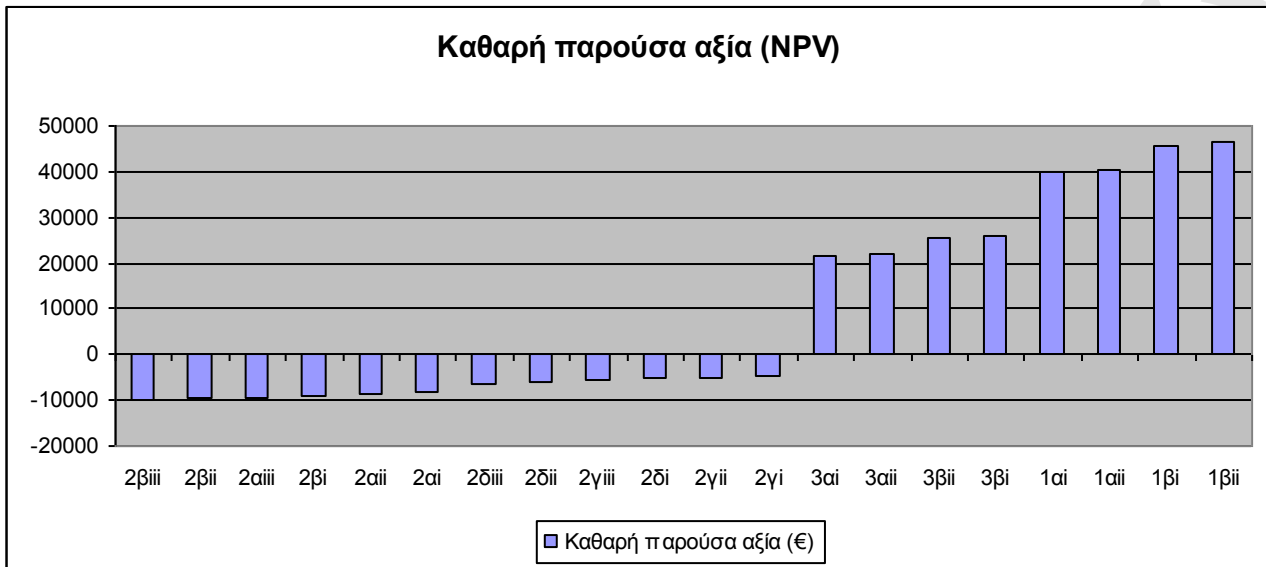
Μπορούμε επίσης να παρατηρήσουμε την σχετικά καλή ενεργειακή απόδοση των επεμβάσεων (2α), (2β), (2γ) και (2δ) που περιλαμβάνουν Εξωτερική μόνωση (50,80,100mm), Αντιστάθμιση (B,Γ), Επιλεκτικούς ηλιακούς συλλέκτες(με κλίση = γεωγρ. πλάτος ή με κλίση = γεωγρ. πλάτος + 15) και τοποθέτηση λέβητα φυσικού αερίου συμπύκνωσης. Όμως, αν και αναβαθμίζουν σε μεγάλο βαθμό το κτήριο ενεργειακά, η αναγκαία αρχική δαπάνη είναι απαγορευτική όσον αφορά την εφαρμογή τους, κάτι που βλέπουμε και από τον Πίνακα 11.5 όπου κατατάσσονται τελευταίες στην ταξινόμηση του κόστους ανά kWh. Αυτό φυσικά οφείλεται στη μόνωση που όπως είδαμε πιο πάνω δεν προσφέρει πολλά στον τομέα της ενεργειακής εξοικονόμησης στο υπό μελέτη κτήριο.

Οι επεμβάσεις, τέλος, (3α) και (3β) που περιλαμβάνουν την τοποθέτηση κουφωμάτων PVC, Αντιστάθμιση (B,Γ) και Επιλεκτικούς ηλιακούς συλλέκτες (με κλίση = γεωγρ. πλάτος ή με κλίση = γεωγρ. πλάτος + 15) είναι μια επιλογή με καλή σχέση απόδοσης-κόστους (value for money) όπου έχουμε το μικρότερο κόστος ανά κερδισμένη kWh, την μικρότερη αρχική δαπάνη αλλά όχι τόσο ικανοποιητικά αποτελέσματα στην συνολική ενεργειακή κατανάλωση και στην ενεργειακή κατάταξη του κτιρίου.

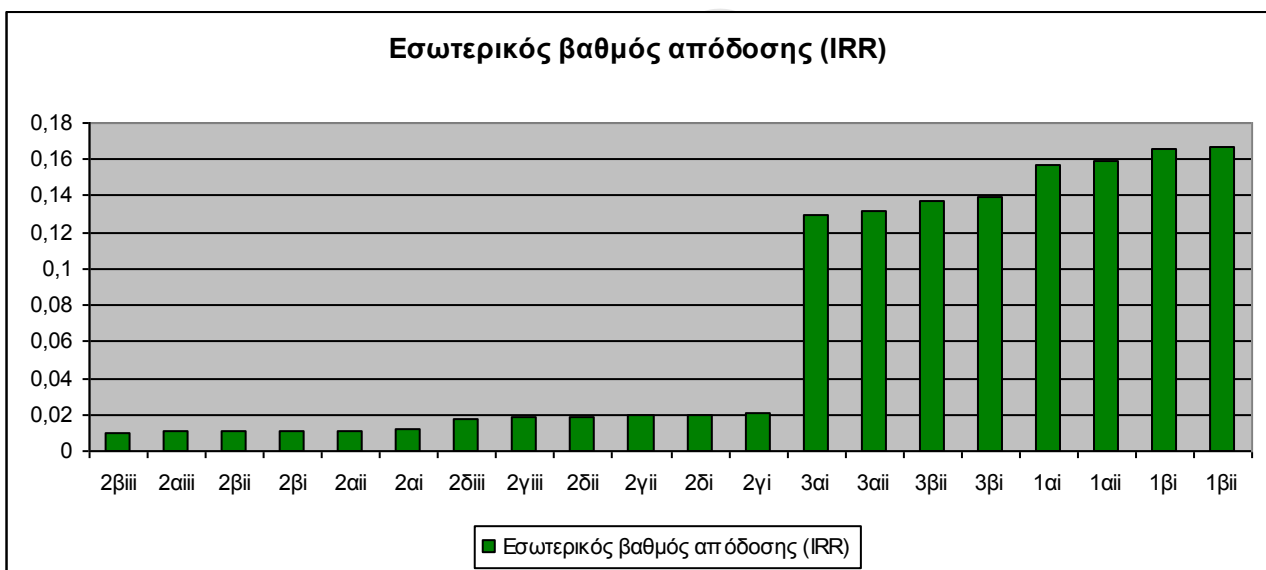
Στον πίνακα 11.6 και στα διαγράμματα 11.6, 11.7 και 11.8 που ακολουθεί θα κατατάξουμε τις διάφορες επεμβάσεις σύμφωνα με τα οικονομικά χαρακτηριστικά τους. Συγκεκριμένα με αύξουσα Καθαρή Παρούσα Αξία και Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης και με φθίνον έτος αποπληρωμής. Τέλος στο διάγραμμα 11.9 παρουσιάζονται οι συνδυασμοί κατά αύξων ποσοστό εξοικονόμησης πρωτογενούς ενέργειας.

Πίνακας 11.6 Συγκριτικός πίνακας οικονομικών κριτηριών συνδυασμών ενεργειακών επεμβάσεων

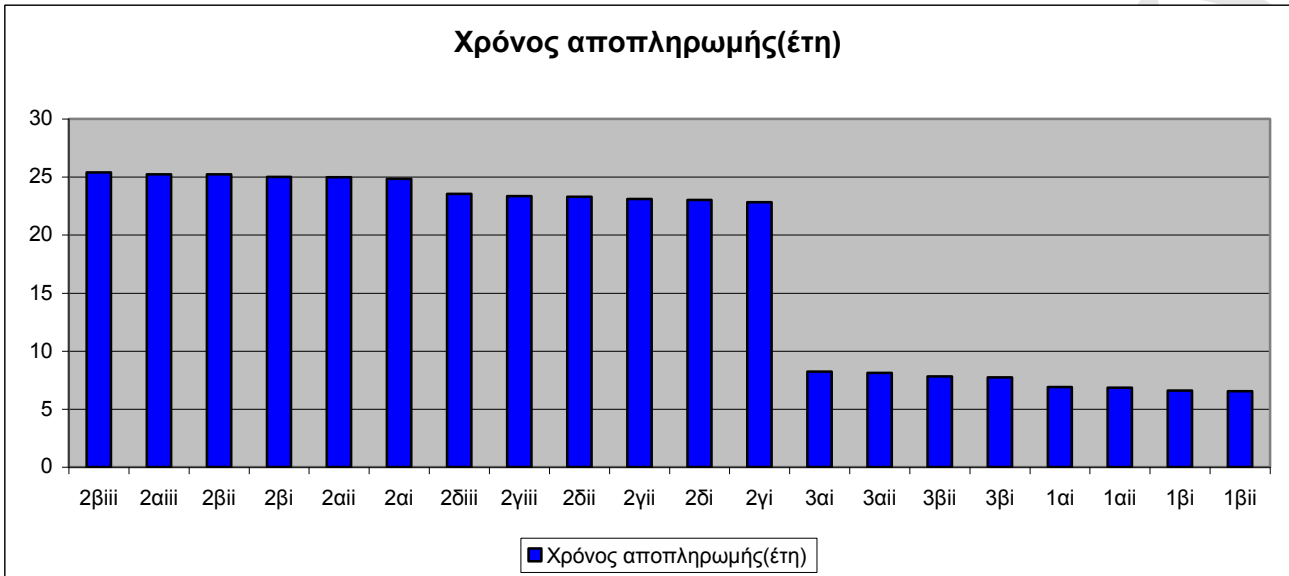
	Καθαρή παρούσα αξία (€)		Εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR)		Χρόνος αποπληρωμής(έτη)
2βiii	-9955,892232	1β - ii	2βiii	0,00985	2βiii
2βii	-9655,804189	1β - i	2αiii	0,01048	2αiii
2αiii	-9415,412016	1α - ii	2βii	0,01051	2βii
2βi	-8965,279952	1α - i	2βi	0,01139	2βi
2αii	-8656,151431	3β - i	2αii	0,01148	2αii
2αi	-8356,063389	3β - ii	2αi	0,01206	2αi
2δiii	-6487,673587	3α - ii	2δiii	0,01761	2δiii
2δii	-6037,541523	3α - i	2γiii	0,0185	2γiii
2γiii	-5775,965206	2γ - i	2δii	0,01874	2δii
2δi	-5325,833142	2δ - i	2γii	0,01964	2γii
2γii	-4931,090538	2γ - ii	2δi	0,02004	2δi
2γι	-4480,958474	2δ - ii	2γι	0,02097	2γι
3αi	21346,98606	2γ - iii	3αi	0,13001	3αi
3αii	21786,77693	2δ - iii	3αii	0,13192	3αii
3βii	25699,36146	2α - i	3βii	0,13745	3βii
3βi	26149,49352	2α - ii	3βi	0,1392	3βi
1αi	39731,21669	2β - i	1αi	0,15709	1αi
1αii	40248,48322	2β - ii	1αii	0,15864	1αii
1βi	45827,14809	2α - iii	1βi	0,16525	1βi
1βii	46292,68797	2β - iii	1βii	0,16654	1βii



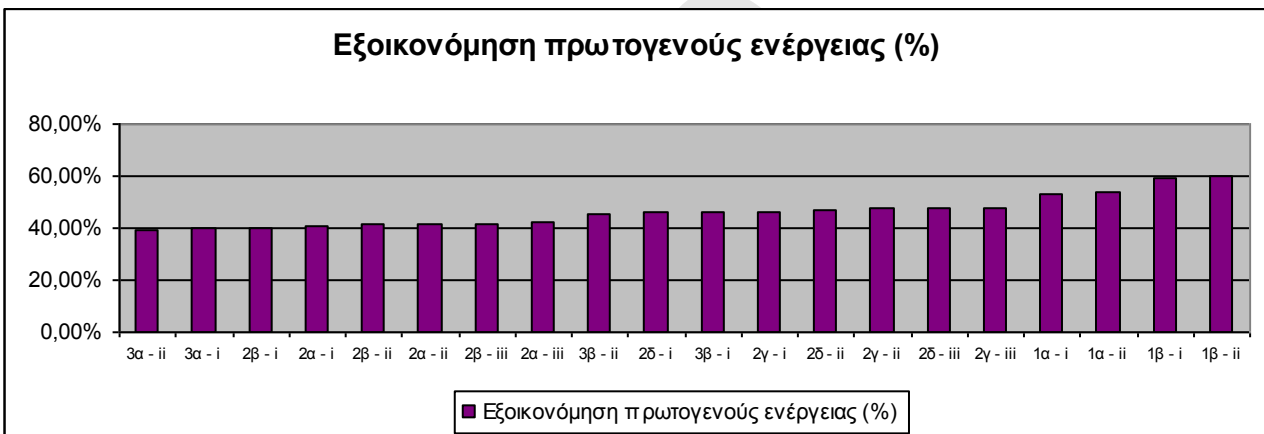
Διάγραμμα 11.6 Σύγκριση συνδυασμών επεμβάσεων με το κριτήριο της ΚΠΑ



Διάγραμμα 11.7 Σύγκριση συνδυασμών επεμβάσεων με το κριτήριο του IRR



Διάγραμμα 11.8 Σύγκριση συνδυασμών επεμβάσεων με το κριτήριο των ετών αποπληρωμής



Διάγραμμα 11.9 Σύγκριση συνδυασμών επεμβάσεων με βάση την εξοικονομούμενη πρωτογενή ενέργεια

Παρατηρούμε ότι ο συνδυασμός (1β-ii) είναι η καλύτερη επιλογή όσον αφορά Καθαρή Παρούσα Αξία, Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης και Χρόνο Αποπληρωμής ενώ παράλληλα βρίσκεται σχετικά χαμηλά όσον αφορά την Αρχική Δαπάνη. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι οι επεμβάσεις (1α) και (1β) έχουν πολύ καλή οικονομική απόδοση και αν λάβουμε υπόψη και την ικανοποιητική ενεργειακή απόδοση αποτελεί την καλύτερη επιλογή από αυτές που εξετάσαμε.

Αντίθετα οι επεμβάσεις (2α), (2β), (2γ) και (2δ) είναι χαμηλά σε κάθε επενδυτικό κριτήριο ενώ έχουν και υψηλή αρχική δαπάνη. Για αυτό ευθύνεται κυρίως η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης καθώς, όπως μπορούμε να δούμε και από τη σχετική παράγραφο στη παρούσα εργασία, είναι μια επένδυση που έχει εξαιρετικά αρνητικά χαρακτηριστικά με κυριότερο την υψηλή αρχική δαπάνη.

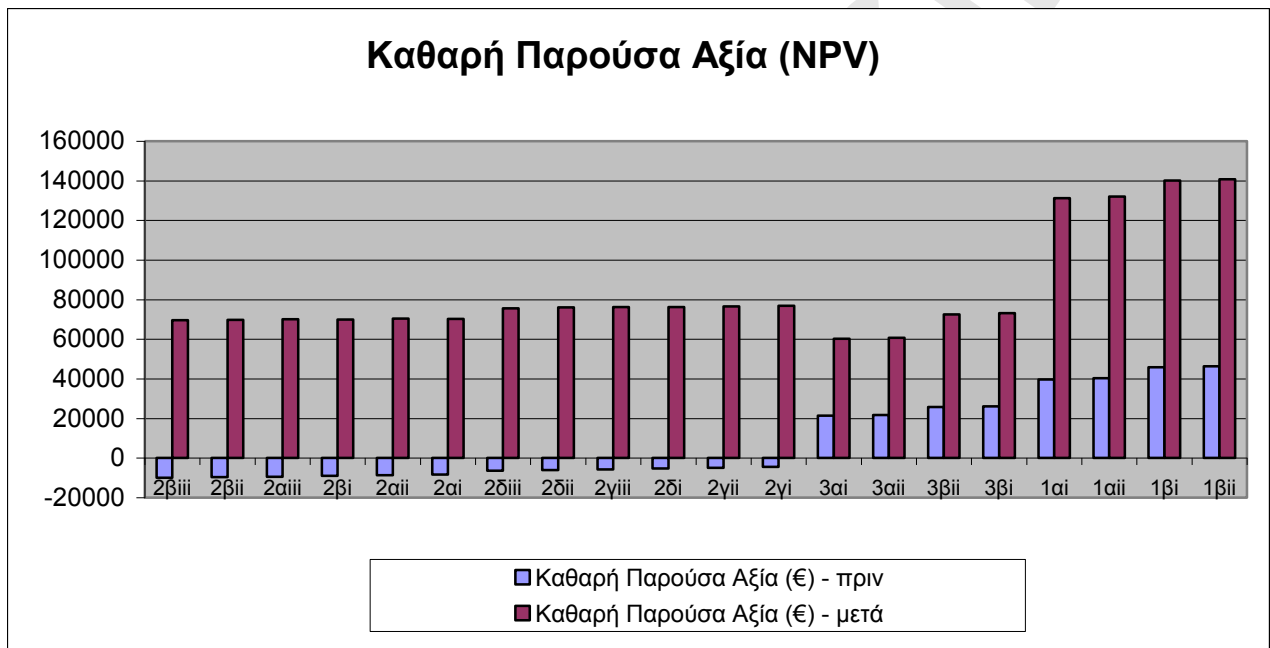
Οι επεμβάσεις (3α) και (3β) έχουν αποδεκτό ρίσκο καθώς ο IRR είναι της τάξεως του 13-14%, με ένα λογικό χρονικό ορίζοντα αποπληρωμής, ικανοποιητική ΚΠΑ και τη μικρότερη αρχική

δαπάνη από όλους τους πιθανούς συνδυασμούς. Το χαρακτηριστικό αυτό κάνει αυτή την επέμβαση την καταλληλότερη σε περίπτωση μειωμένου προϋπολογισμού.

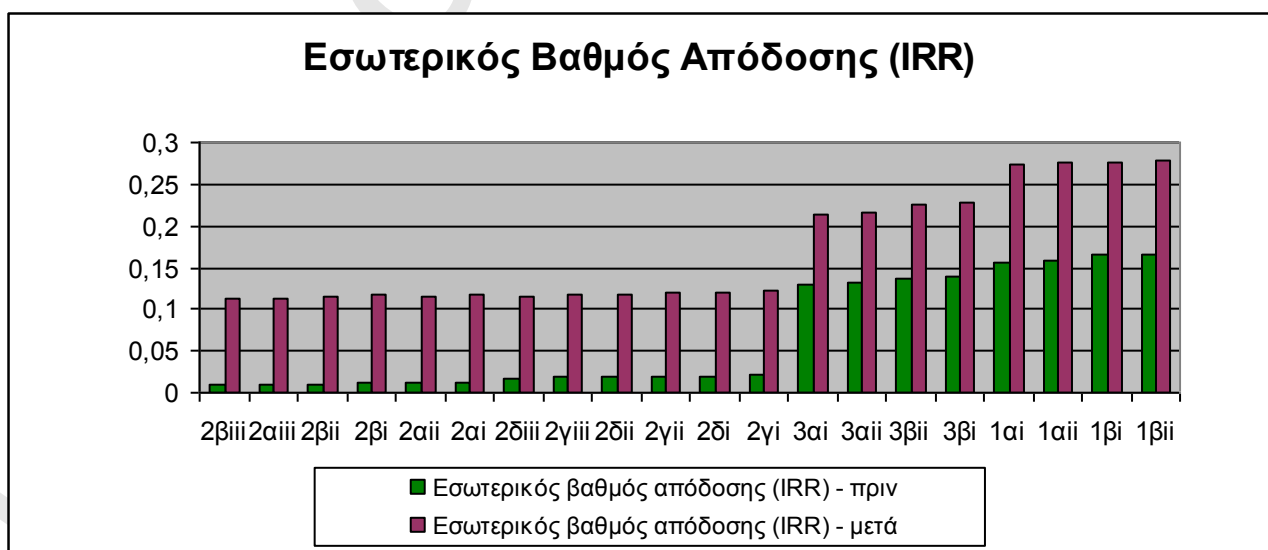
Αποτελέσματα μετά την αύξηση της ετήσιας αύξησης τιμών καυσίμων

Επιλέξαμε μια μέση ετήσια αύξηση της τιμής πετρελαίου είναι 20% ενώ του φυσικού αερίου 7%. Επιπλέον υποτέθηκε μια αύξηση στην τιμή καυσίμου pellet και ηλεκτρικής ενέργειας της τάξεως του 5%. Οι συγκεκριμένες επιλογές θα μπορούσαν να θεωρηθούν ακραίες και η μελέτη εφαρμογής τους στην συγκεκριμένη Ενότητα έχει ως στόχο την εκτίμηση της επίδρασης τους στα οικονομικά μεγέθη των προτεινόμενων επεμβάσεων.

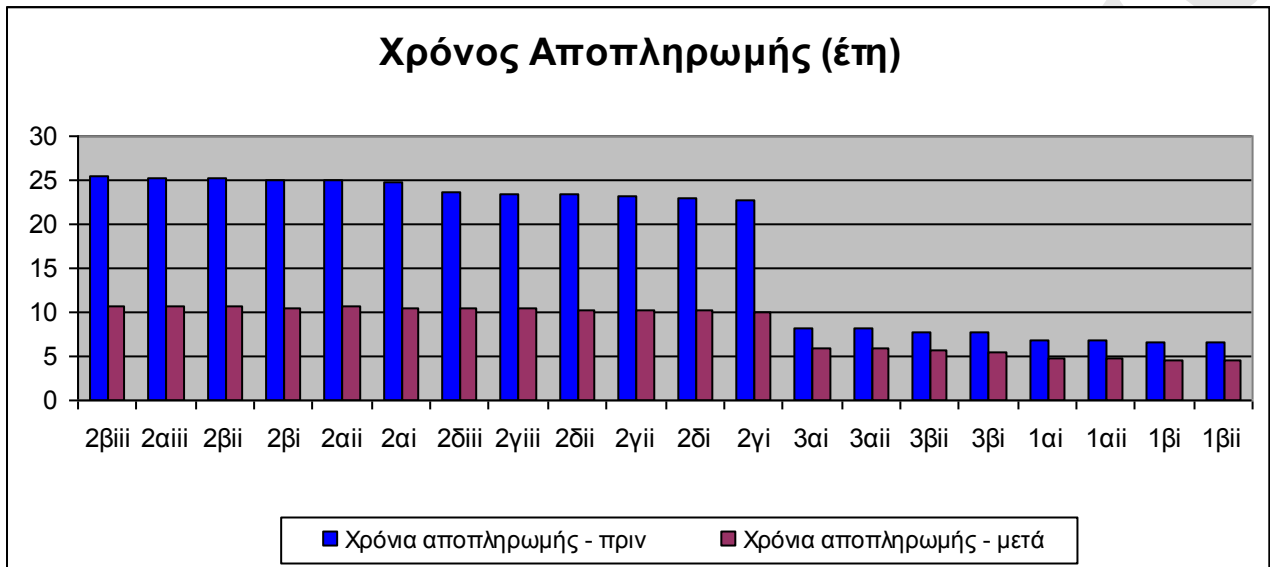
Στη συνέχεια παρατίθενται τα διαγράμματα που συγκρίνουν τα οικονομικά κριτήρια των συνδυασμών επεμβάσεων πριν και μετά την αλλαγή των τιμών.



Διάγραμμα 11.10 Σύγκριση συνδυασμών επεμβάσεων με το κριτήριο της ΚΠΑ πριν και μετά την αλλαγή των τιμών καυσίμων



Διάγραμμα 11.11 Σύγκριση συνδυασμών επεμβάσεων με το κριτήριο του IRR πριν και μετά την αλλαγή των τιμών καυσίμων



Διάγραμμα 11.4 Σύγκριση συνδυασμών επεμβάσεων με το κριτήριο των ετών αποπληρωμής πριν και μετά την αλλαγή των τιμών καυσίμων

Γενικότερα παρατηρούμε ότι τα οικονομικά μεγέθη αυξάνονται και οι επεμβάσεις γίνονται οικονομικά αποδοτικότερες. Παρατηρούμε ότι ο συνδυασμός (1β-ii) παραμένει η καλύτερη επιλογή όσον αφορά Καθαρή Παρούσα Αξία, Εσωτερικό Βαθμό Απόδοσης και Χρόνο Αποπληρωμής. Γενικά μπορούμε να πούμε ότι οι επεμβάσεις (1α) και (1β) έχουν πολύ καλή οικονομική απόδοση ακόμα και μετά την άνοδο της ετήσιας αύξησης των τιμών καυσίμου και αν λάβουμε υπόψη και την ικανοποιητική ενεργειακή απόδοση αποτελεί την καλύτερη επιλογή από αυτές που εξετάσαμε.

Αντίθετα οι επεμβάσεις (2α), (2β), (2γ) και (2δ) φαίνεται να παίρνουν το προβάδισμα μετά την αύξηση των τιμών σύμφωνα με το κριτήριο της ΚΠΑ. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι αυτοί οι συνδυασμοί επεμβάσεων συμπεριλαμβάνουν την εφαρμογή θερμομόνωσης, την εγκατάσταση λέβητα φυσικού και την εφαρμογή αντιστάθμισης στον λέβητα, επεμβάσεις που επηρεάζουν την εξοικονομούμενη ενέργεια για θέρμανση. Δεδομένου ότι η ετήσια αύξηση του πετρελαίου είναι πολύ υψηλή και μεγαλύτερη από αυτήν του φυσικού αερίου τα αποτελέσματα αυτά μπορούν να αιτιολογηθούν.

Τέλος ακολουθούν οι επεμβάσεις (3α) και (3β) οι οποίες μετέτθησαν τελευταίες σε κατάταξη σύμφωνα με τα οικονομικά κριτήρια καθώς περιλαμβάνουν την αντικατάσταση κουφωμάτων, την εγκατάσταση ηλιακών για κάλυψη ΖΝΧ και την αντιστάθμιση του ήδη υπάρχοντα λέβητα. Καταλαβαίνουμε συνεπώς ότι οι επεμβάσεις οι οποίες δεν περιλαμβάνουν την αλλαγή του συστήματος θέρμανσης κατατάσσονται χαμηλότερα στις επιλογές μας. Παρόλα αυτά οι επεμβάσεις αυτές έχουν αποδεκτά οικονομικά κριτήρια με ένα λογικό χρονικό ορίζοντα αποπληρωμής και τη μικρότερη αρχική δαπάνη από όλους τους πιθανούς συνδυασμούς. Το χαρακτηριστικό αυτό κάνει αυτή την επέμβαση την καταλληλότερη σε περίπτωση μειωμένου προϋπολογισμού όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως.

12. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Για την σωστή επιλογή των καταλληλότερων επεμβάσεων σε ένα κτήριο, είναι σημαντικό να συνυπολογίζονται οι προδιαγραφές και τα συστήματα που αυτό διαθέτει σχετικά με την ενεργειακή απόδοση και την εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτές οι προδιαγραφές αφορούν το κτιριακό κέλυφος και όλα τα συστήματα που σχετίζονται με την άνεση των χρηστών του κτιρίου και τα λειτουργικά έξοδά του. Η ενσωμάτωση νέων τεχνολογιών αναμένεται να αποσβεστεί μέσω των μειωμένων λειτουργικών εξόδων του κτιρίου. Στα νέα κτίρια είναι πλέον δεδομένη η θέσπιση ψηλών προδιαγραφών για όλα τα συστήματα (θέρμανσης, κλιματισμού, εξαερισμού, φωτισμού, κα), ύδρευσης και αποβλήτων, δίκτυα επικοινωνιών, κτλ. Η ανάγκη για όλα αυτά τα συστήματα οδηγεί σε αυξημένη κατανάλωση ενέργειας και κάνει επιτακτική την ανάγκη σχεδίασης και υλοποίησης ενός κτιρίου με προδιαγραφές εξοικονόμησης ενέργειας. Σημειώνεται ότι η εκ των υστέρων σχεδίαση και υλοποίηση ενός συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας έχει μεγαλύτερο κόστος και δυσκολία εφαρμογής σε ένα υπάρχον κτίριο από ότι σε ένα κτίριο στο οποίο εντάσσεται εκ των προτέρων.

Σύμφωνα με την μελέτη που διεξάχθηκε για το υπό μελέτη κτήριο αυτό που διαπιστώθηκε 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 οικονομικής αποδοτικότητας. Γενικότερα σε ένα κτήριο είναι περισσότεροι από ένας οι τομείς που χρειάζονται ενεργειακή αναβάθμιση και ο συνδυασμός επεμβάσεων σε διαφόρους τομείς μπορεί να αποφέρει καλύτερα αποτελέσματα.

Με την ανάλυση που προηγήθηκε διαπιστώσαμε ότι οι τομείς στους οποίους παρουσιάζεται μεγαλύτερο πρόβλημα είναι αυτοί του ζεστού νερού χρήσης, του λέβητα πετρελαίου. Οι επεμβάσεις λοιπόν που αποφέρουν μεγαλύτερη εξοικονόμηση και είναι οικονομικά βιώσιμες είναι η εγκατάσταση ηλιοθερμικού συστήματος για κάλυψη σε ανάγκες ΖΝΧ και υποβοήθηση στα φορτία της θέρμανσης. Χάρη στη σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας από τη χρήση της ηλιακής ενέργειας, η επέμβαση αυτή ανέβασε από μόνη της έως και 3 ενεργειακές κλάσεις στην ενεργειακή κατάταξη του κτηρίου ενώ ταυτόχρονα είχε μια από τις υψηλότερες ΚΠΑ, IRR = 20%, μεσαίο κόστος αρχικής επένδυσης και αποπληρωμή 5 – 6 έτη.

Μια άλλη επέμβαση η οποία έχει χαμηλό κόστος και δεν επεμβαίνει σημαντικά στα συστήματα του κτηρίου είναι η αντιστάθμιση στον λέβητα. Βέβαια, μια τέτοια επέμβαση θα ήταν προτιμότερο να εξεταστεί σε συνδυασμό με κάποια άλλη επέμβαση, όπως και εξετάστηκε παραπάνω, δηλαδή με την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου με λέβητα pellet ή φυσικού αερίου και της ηλιοθερμικής εγκατάστασης.

Επιπλέον η εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών για την κάλυψη των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης θα μπορούσε να προταθεί αφού έχει μικρό κόστος επένδυσης, υψηλή ΚΠΑ και IRR. Βέβαια παρόλο που η εξοικονόμηση ενέργειας και η μείωση των εκπεμπόμενων CO₂ είναι αρκετά μεγάλη, δεν αρκεί για να αναβαθμίσει το κτήριο πάνω από μία κλάση από την υπάρχουσα. Επομένως την συγκεκριμένη επέμβαση θα την προτείνουμε στην περίπτωση που ο προϋπολογισμός του ιδιώτη για τις συγκεκριμένες επεμβάσεις είναι περιορισμένος.

Τέλος για το συγκεκριμένο κτήριο δεν θα προτεινόταν η επιλογή της εξωτερικής θερμομόνωσης τοιχοποιίας και οροφής μεμονομένα. Είναι μια επιλογή 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. Είναι μια επένδυση που έχει υψηλό κόστος και δεδομένου ότι το κτήριο είναι σχετικά νέο δεν επιφέρει τα αναμενόμενα αποτελέσματα εξοικονόμησης. Αντίθετα εάν συνδυαστεί 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.

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. Σχετικά με αυτή την επέμβαση, αν και θα μπορούσε να θεωρηθεί ότι η ενεργειακή απόδοση της είναι ικανοποιητική, τα οικονομικά αποτελέσματα θα ήταν πολύ καλύτερα αν δεν υπήρχε ο περιορισμός στον αυτόπαραγωγό να πωλεί την ηλεκτρική ενέργεια μέχρι το μέγιστο του 20% της ετήσιας παραγόμενης και υπήρχε η δυνατότητα στο ΚΕΝΑΚ να επιλέξουμε μεταξύ διασύνδεσης ή όχι με το ηλεκτρικό δίκτυο.

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στο υπό μελέτη κτήριο εξετάστηκε καθαρά με επενδυτικά κριτήρια και όχι ενεργειακά. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα η επένδυση κρίνεται βιώσιμη και οικονομικά αποδοτική ακόμα και μετά την μείωση των εγγυημένων τιμών από το Υπουργείο. Καλό θα ήταν να δίνονται τέτοιου είδους κίνητρα για την προώθηση της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ δεδομένου ότι τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από αυτές τις δράσεις κρίνονται σημαντικά και αναγκαία τόσο σε εθνικό όσο και σε παγκόσμιο επίπεδο.

Μια γενική επισήμανση όσον αφορά το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ θα ήταν ότι είναι προσανατολισμένο για χρήση από μηχανικούς στον τομέα της ενεργειακής απόδοσης ενός κτιρίου και ως εκ τούτου προκύπτουν οι μικρές δυνατότητες που έχει στην οικονομική ανάλυση. Αυτό συμβαίνει, πιο συγκεκριμένα, λόγω του αποκλεισμού του χρήστη από τον καθορισμό του λειτουργικού κόστους αλλά και τη μη ύπαρξη πληροφοριών στο πως 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 αλλά και τη 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 αδυναμία του λογισμικού ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ να υπολογίσει τα κέρδη από διασύνδεση του παραγωγού ηλεκτρικής ενέργειας από Συμπααραγωγή Ηλεκτρισμού - Θερμότητας ή εγκατάστασης φωτοβολταϊκών. Συνυπολογίζοντας και την έλλειψη κατάλληλων εργαλείων παραγωγής γραφικών (π.χ. διαγράμματα), το λογισμικό ΤΕΕ ΚΕΝΑΚ καθίσταται όχι ένα σχετικά δύσχρηστο και αμφιλεγόμενο εργαλείο στη σύνταξη οικονομικών αναλύσεων.

Δεδομένου ότι το κόστος για την αγορά ενέργειας αυξάνεται συνεχώς τα τελευταία χρόνια, επιβαρύνοντας τους μέσους οικογενειακούς προϋπολογισμούς. Για αυτούς τους λόγους, είναι απαραίτητη η προώθηση πολιτικών και πρακτικών που έχουν ως γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας τόσο στα κτήρια όσο και σε άλλους νευραλγικούς τομείς, και την προστασία του περιβάλλοντος.

Χωρίς να παραγνωρίζεται η σημασία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, τα επόμενα χρόνια αναμένεται οι δράσεις εξοικονόμησης ενέργειας να αποδώσουν σημαντικότερα οφέλη, και μάλιστα με μικρότερο συνολικό κόστος. Επίσης, αναμένεται να οδηγήσουν στην δημιουργία νέων προϊόντων και υπηρεσιών. Χρησιμοποιώντας τεχνολογίες και υλικά που είναι ήδη διαθέσιμα στην αγορά, σε συνδυασμό με την προσεκτική διαχείριση των συστημάτων ψύξης και θέρμανσης, η ενεργειακή κατανάλωση ενός σπιτιού μπορεί να μειωθεί σε ποσοστό 40-50%, διατηρώντας ή και βελτιώνοντας τις συνθήκες διαβίωσης σε αυτό και μειώνοντας σημαντικά τους αντίστοιχους λογαριασμούς ενέργειας.

Βασικό εμπόδιο στην ενσωμάτωση των ενεργειακών τεχνολογιών στα κτήρια είναι η χρηματοδότηση. Τα προϊόντα και συστήματα τα οποία προσδιορίζονται για εφαρμογή στα κτήρια είναι συχνά ακριβότερα σε σχέση με τα συμβατικά υλικά, γεγονός το οποίο κάνει την χρηματοδότηση ακόμα πιο δύσκολη. Υπάρχουν διάφοροι τρόποι χρηματοδότησης τεχνολογιών ΑΠΕ (Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) και συστημάτων ΟΧΕ (Ορθολογικής Χρήσης Ενέργειας) σε κτήρια, συμπεριλαμβανομένων επιχορηγήσεων, ευνοϊκών τιμολογίων (Feed- In-Tarif), ESCO, ενεργειακών έργων με την συμμετοχή της κοινότητας και χρηματοδοτήσεων από την Ευρωπαϊκή τράπεζα επενδύσεων.

Στην Ελλάδα παρόλο την περίοδο κρίσης που διανύεται οι περισσότερες τράπεζες προσφέρουν πλέον τα «Πράσινα Δάνεια» που στόχο έχουν την ενεργειακή αναβάθμιση των κτηρίων και την εγκατάσταση ενεργειακών συστημάτων, τα οποία συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας ή στην παραγωγή ενέργειας (για παράδειγμα φωτοβολταϊκά). Τα επιτόκια των δανείων είναι χαμηλά και προσαρμόζονται ανάλογα με την τράπεζα και τις παρεχόμενες εξασφαλίσεις.

Περιοδικά ανακοινώνονται και άλλα προγράμματα οικονομικής ενίσχυσης. Παλιότερα προγράμματα ήταν το πρόγραμμα «Εξοικονομώ» σε Δήμους (άνω των 10.000 κατοίκων), για την εφαρμογή δράσεων ενεργειακής αποδοτικότητας σε Δήμους (με το μεγαλύτερο κομμάτι του προϋπολογισμού να αφορά σε δράσεις ΕΞΕΝ σε δημοτικά κτήρια), καθώς και μικρότερα προγράμματα, όπως το «Αλλάζω ΚΛΙΜΑτιστικό» για τη δυνατότητα αγοράς έως 2 κλιματιστικών τεχνολογίας DC Inverter (κλάσης A) με 35% επιδότηση με ταυτόχρονη απόσυρση μια παλαιάς, εν λειτουργία συσκευής, η οποία προωθείται προς ανακύκλωση. Για το 2012, σχετικά προγράμματα είναι το πρόγραμμα Εξοικονόμηση κατ'Οίκον (2011-2012) του ΥΠΕΚΑ και τα Φωτοβολταϊκά στις Στέγες.

Σύμφωνα με τα παραπάνω και δεδομένου ότι το βασικό εμπόδιο στην ενσωμάτωση των ενεργειακών τεχνολογιών στα κτήρια είναι η χρηματοδότηση, θα προτεινόταν τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης εργασίας να επαναξιολογηθούν λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση που θα είχαν στα οικονομικά μεγέθη των προτεινόμενων επεμβάσεων η δανειότητα ή και η επιδότηση μέρους ή ολόκληρου του κόστους επένδυσης των συγκεκριμένων επεμβάσεων.

13. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. ΥΠΕΧΩΔΕ - ΕΑΑ, Αναθεώρηση του 2ου Εθνικού Προγράμματος μείωσης εκπομπών αερίων θερμοκηπίου - Εκτίμηση της ανάγκης αξιοποίησης των μηχανισμών του Πρωτοκόλλου του Κιότο. Αθήνα 2007.
2. Επιτροπή Μελέτης των Επιπτώσεων της Κλιματικής Αλλαγής (ΕΜΕΚΑ), Οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής στην Ελλάδα, Τράπεζα της Ελλάδος, Ιούνιος 2011.
3. Φ.Ε.Κ. 89, νόμος 3661/19-05-2008. «Μέτρα για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτηρίων και άλλες διατάξεις».
4. Φ.Ε.Κ. Β' 407 / 9-4-2010, απόφαση Δ6/Β/οικ.5825 «Εγκριση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης Κτηρίων».
5. Φ.Ε.Κ. 177, Π.Δ. 100/6-10-2010. «Ενεργειακοί Επιθεωρητές κτηρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού».
6. Φ.Ε.Κ. 362 Δ'. «Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτηρίων - Κ.Θ.Κ.», Π.Δ. της 1.6/4.7.1979.
7. Φ.Ε.Κ. 85, νόμος 3851/4-6-2010, «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής».
8. ΦΕΚ 1079/2009. Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις.
9. ΦΕΚ 1557/2010. Συμπλήρωση του Ειδικού Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις
10. Δ. Λάλας, Κ.Α. Μπαλαράς, Α. Γαγλία, Ε. Γεωργοπούλου, Σ. Μοιραγεντής, Ι. Σαραφίδης, Σ. Ψωμάς “Διερεύνηση Υποστηρικτικών Πολιτικών για την προώθηση των μέτρων πολιτικής του ΥΠΕΧΩΔΕ Σχετικά με Μείωση των Εκπομπών CO₂ στον Οικιακό – Τριτογενή Τομέα”, 650 σ., Τελική Τεχνική Έκθεση, Ινστιτούτο Ερευνών Περιβάλλοντος & Βιώσιμης Ανάπτυξης (ΙΕΠΒΑ) - Υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Αθήνα, Νοέμβριος 2002.
11. Συστήματα συμπαραγωγής μικρής κλίμακας (micro-CHP), ΚΑΠΕ
12. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών – ΣΕΦ, Οδηγός φωτοβολταϊκών: Μάθετε για την τεχνολογία, Ιανουάριος 2011
13. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών – ΣΕΦ, Ηλιακές στέγες: Ένας πρακτικός οδηγός για εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στον οικιακό-κτιριακό τομέα, Μάρτιος 2012
14. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ, Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις, Αύγουστος 2009
15. Χριστοδουλάκη Ρόζυ, «Εφαρμογές Θερμικών Ηλιακών στον Κτιριακό Τομέα», Ημερίδα ECO Building, 12 Ιουνίου 2008
16. KNAUF Γυψοποιία ΑΒΕΕ , «Συστήματα θερμομόνωσης», Σεπτέμβριος 2009
17. ΤΕΧΝΙΚΟ ΕΠΙΜΕΛΗΤΗΡΙΟ ΕΛΛΑΔΟΣ, Κατάρτιση Ενεργειακών Επιθεωρητών - Α.Επιθεώρηση κτηρίων – Θεματική ενότητα ΔΕ1: Εισαγωγή στον τομέα της ενέργειας. Αθήνα 2011

18. Παπαδόπουλος Μ. Άγις, Επίκουρος καθηγητής, «Οικονομική ανάλυση ενεργειακών συστημάτων», ΑΠΘ, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Θεσσαλονίκη 2002
19. Παναγιώτου Βασίλειος, «Τεχνοοικονομική μελέτη συστημάτων μικρο-συμπαραγωγής στον οικιακό τομέα», Ιούλιος 2011
20. Σμαραγδάκη Παναγιώτα, «Ενεργειακή επιθεώρηση κατοικιών και αξιολόγηση επεμβάσεων εξοικονόμησης ενέργειας στο σύστημα θέρμανσης και ψύξης», Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης, Σχολή Τεχνολογικών εφαρμογών, Τμήμα Μηχανολογίας, 2012
21. Sustainable Energy Communities in Historic Urban Areas (SECHURBA), Εγχειρίδιο SECHURBA - Από τον πολιτισμό και την ιστορία προς τη βιώσιμη ανάπτυξη - Εξασφαλίζοντας το μέλλον, προστατεύοντας το παρελθόν, 2010-2011
22. Τριανταφύλλου Νικόλαος, «Ενεργειακή επιθεώρηση σε κτήριο γραφείων & αξιολόγηση προτάσεων εξοικονόμησης ενέργειας με έμφαση στους τομείς του φωτισμού και χρήσης ΑΠΕ, Διπλωματική εργασία, ΕΜΠ, Νοέμβριος 2006
23. Κάπρος Π.- Ντελκίς Κ. – Γεωργακόπουλος Τ., Οικονομική ανάλυση επιχειρήσεων, ΕΜΠ, 1996.
24. Stern, N. 2007. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press. (ISBN-13: 978-0-521-70080-1).
25. C.A. Balaras, A.G. Gaglia, E. Georgopoulou, S. Mirasgedis, Y. Sarafidis, D.P. Lalas. “European Residential Buildings and Empirical Assessment of the Hellenic Residential Building Stock, Energy Consumption Emissions and Potential Energy Savings”, Building & Environment, 42/3, 1298-1314 (2007).
26. A.G. Gaglia, C.A. Balaras, S. Mirasgedis, E. Georgopoulou, Y. Sarafidis, D.P. Lalas. “Empirical Assessment of the Hellenic Non-Residential Building Stock, Energy Consumption, Emissions and Potential Energy Savings”. Energy Conversion & Management, 48/4, 1160-1175 (2007). Stern, N. 2007. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambridge University Press. (ISBN-13: 978-0-521-70080-1).
27. Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος – ΕΣΥΕ 2006, <http://www.statistics.gr/>

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

- Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας - TEE: www.tee.gr
- Υπουργείο Περιβάλλοντος Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής ΥΠΕΚΑ: www.ypeka.gr
- Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης ΕΛΟΤ: www.elot.gr
- Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας – ΚΑΠΕ: www.cres.gr
- Ομάδα Εξοικονόμησης Ενέργειας- ΙΕΠΒΑ- Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών: www.energycon.org
- Ευρωπαϊκή Επιτροπή - Energy Efficiency in Buildings: ec.europa.eu/energy/efficiency/buildings/buildings_en.htm
- Πρόγραμμα χρηματοδότησης Intelligent Energy Europe: ec.europa.eu/energy/intelligent/
- www.sechurba.eu.
- www.exoikonomisi.ypeka.gr

- www.alunet.gr
- <http://aix.meng.auth.gr/lhtee/index.html>
- www.desmie.gr
- www.thamesweyenergy.co.uk
- <http://etean.com.gr/>
- <http://www.statistics.gr/>
- www.cres.gr
- www.epbd-ca.org
- www.buildup.eu
- www.pomida.gr
- www.enforce-eeen