

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ



ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕΤΡΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ



ΘΕΟΦΑΝΟΥΔΗ ΙΩΑΝΝΑ

Επιβλέπων καθηγητής

ΚΑΤΣΙΓΙΑΝΝΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΧΑΝΙΑ 2011

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με το πέρας της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να εκφράσω την εκτίμησή μου αλλά και τις ευχαριστίες μου στον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κατσιγιαννη Ιωάννη για την πολύτιμη βοήθεια του και κατανόηση που μου έδειξε.

Θα ήθελα να εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου για την στήριξη, οικονομική και ψυχολογική, όλων των χρόνων της φοίτησης μου. Ιδιαίτερα ευχαριστώ την αδερφή μου Αγλαΐα για την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε κατά την διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος ευχαριστώ θερμά τους φίλους μου, Παντελή και Ελένη, για την υποστήριξη και συμπαράσταση που μου δείξαν.

Η παρούσα εργασία αποτελεί πτυχιακή μελέτη που φέρει τίτλο «Τεχνοοικονομική Ανάλυση Μέτρων Ενεργειακής Απόδοσης σε Κτίρια». Ο θεματικός άξονας γύρω από τον οποίο αναπτύσσεται η συγκεκριμένη εργασία διαμορφώθηκε με κίνητρα τόσο την ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας, προκληθείσα από την εξάντληση των φυσικών πόρων αλλά και από την οικονομική συγκυρία που διανύουμε, όσο και την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής στους χώρους που περνάει κάποιος το μεγαλύτερο μέρος της ζωής του.

Κεντρικό θέμα της παρούσας εργασίας αποτελεί η εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια και πώς αυτή μπορεί να επιτευχθεί με τρόπους και τεχνολογίες σύγχρονες και φιλοπεριβαλλοντικές.

Ένα μεγάλο μέρος της εργασίας αφορά στην παρουσίαση και ανάλυση του Λογισμικού Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας (Retscreen) ενός εργαλείου λήψης αποφάσεων και αποτίμησης της ενεργειακής παραγωγής και εξοικονόμησης ενέργειας. Συγκεκριμένα για την εφαρμογή στο πρόγραμμα Λογισμικού Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας (Retscreen) χρησιμοποιείται ένα σενάριο κτιρίου με την υπάρχουσα ενεργειακή κατάσταση και στην συνέχεια συγκρίνεται διαδοχικά με όλο και περισσότερο βελτιστοποιημένες ενεργειακές πρακτικές. Σκοπός εφαρμογής του προγράμματος είναι η βοήθεια για την επιλογή του κατάλληλου ενεργειακού συστήματος συνοδευόμενη με την σχετική ανάλυση κόστους.

Για την επίτευξη της δημιουργίας ενός χώρου με χαμηλές ενεργειακές απώλειες οι οποίες θα ισορροπούν με τις ανάγκες των κατοίκων σε αυτόν, επιβάλλεται συνδυασμός εφαρμογών τόσο στο κατασκευαστικό όσο και στο λειτουργικό κομμάτι του κτιρίου.

Συμπερασματικά, φαίνεται να υπάρχει το αντίστοιχο νομοθετικό πλαίσιο το οποίο όμως δεν εφαρμόζεται σε αρκετές περιπτώσεις, όπως επίσης η εναρμόνιση με το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την Ε.Ε. σε θέματα ενεργειακής απόδοσης η οποία θα συντελούσε στην καλύτερη αξιοποίηση των περιβαλλοντικών θεμάτων.

Επιπρόσθετα η ενημέρωση και η ευαισθητοποίηση σε ζητήματα που αφορούν την αξιοποίηση και εκμετάλλευση των υπαρχόντων φυσικών πόρων θα βοηθούσε στην λογική χρήση αυτών οδεύοντας και σε μια αειφόρο ανάπτυξη.

Λέξεις κλειδιά: Κτίρια, ενεργειακή αποδοτικότητα, τεχνοοικονομική ανάλυση, ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

ABSTRACT

The present work constitutes a study entitled “techno-economical Analysis of energy efficiency measures in buildings”. The thematic axis around which develops this specific work was motivated both the need for energy savings, caused by the depletion of natural resources and the economic conditions we are experiencing, and upgrading the quality of life in the places that a person spends most of his life.

The main theme of this work is the energy saving in buildings and how this can be achieved by several environmentally friendly methods and modern technologies.

Much of the work concerns the presentation and analysis of a Clean Energy Project Analysis software (Retscreen), a tool making decisions and evaluation of energy production and energy saving. Specifically, for the implementation of this program is used a scenario that refers to a building with the existing energy situation, and then shows the same building is compared successively with increasingly optimized energy practices. The purpose of the program is to assist in choosing the appropriate energy system together with the relative cost analysis.

In order to achieve the creation of a space with low energy losses that would balance with the needs of its residents, it is required a combination of applications both in construction and in the operational aspect of the building.

In conclusion, there is a corresponding legal framework which does not apply in many cases. The accordance with the legislative framework governing of the EU on energy efficiency issues would help in the best use of environmental issues.

In addition, the information and awareness in issues relating with the exploitation and utilization of existing resources would lead to sustainable development.

Key words: Buildings, energy efficiency, techno-economical analysis, renewable energy sources

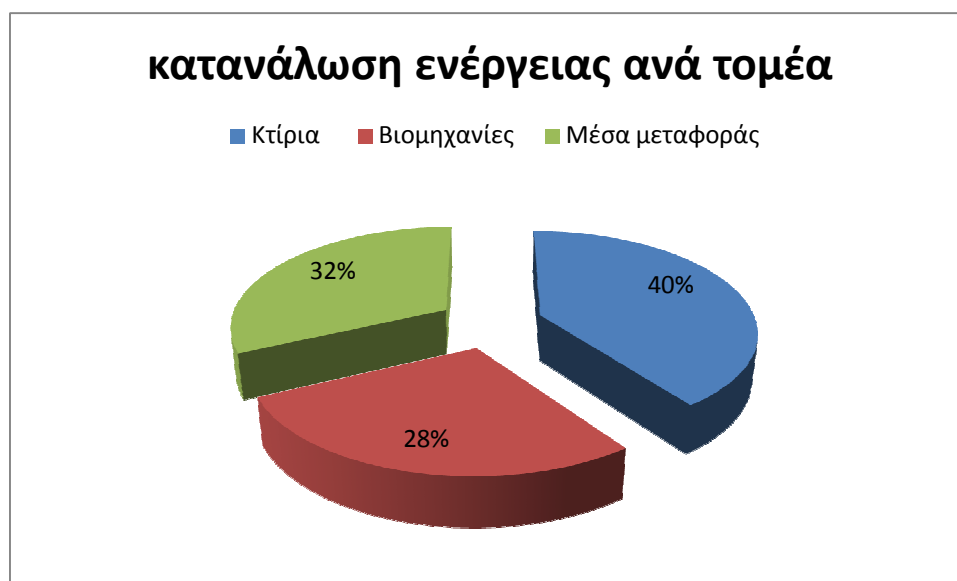
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
ABSTRACT	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	8
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	8
1.2. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	9
1.3. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	11
1.4. ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	13
ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ	13
2.1 ΚΕΛΥΦΟΣ	13
2.1.1. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ	13
2.1.1.1. Θερμική προστασία	13
2.1.1.2. Δομικά και μονωτικά υλικά	13
2.1.1.3. Τοποθεσία θερμομονωτικών υλικών	14
2.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΥΡΙΩΣ ΒΟΡΕΙΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ	20
2.1.2.1. Θεωρία της ηλιακής γεωμετρίας	20
2.1.3. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ / ΣΚΙΑΣΜΟΣ	21
2.1.3.1. Κριτήρια τοποθέτησης	22
2.1.3.2. Τεχνικές σκίασης	22
2.1.4. ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ	25
2.1.4.1. Πλεονεκτήματα φυτεμένων δωματίων	25
2.1.5. ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ	27
2.1.5.1. Η εφαρμογή της εξωτερικής τοιχοποιίας	28
2.1.6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ	30
2.1.6.1. Αυξημένη θερμομόνωση	30
2.1.6.2. Παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα	33
2.2 Ηλεκτρικές συσκευές	35
2.2.1 Σήμανση ενεργειακής κατανάλωσης	35
2.2.2. Εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων	36
2.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας	39
2.3.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	40
2.3.1.1. Είδη οικιακών ανεμογεννητριών	40
2.3.1.2. Τυπικές τιμές ισχύος διαφόρων ανεμογεννητριών και τρόπος λειτουργίας	43
2.3.2. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	44
2.3.2.1. Οφέλη από την χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων	45
2.3.2.2. Κόστη εφαρμογής φ/β και τρόπος λειτουργίας	45
2.3.3. ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ	47
2.3.4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	48

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	52
ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ	52
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	59
ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ RETSCREEN	59
4.1 Λογισμικό ανάλυσης έργων καθαρής ενέργειας.....	59
4.2 Ανάλυση και λειτουργία του λογισμικού.....	59
4.2.1. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΩΝ	60
4.2.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ	60
4.2.2.1. Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας.....	61
4.2.3. ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	69
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ RETSCREEN	69
5.1 Περιγραφή σεναρίου.....	69
5.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	69
5.1.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ.....	69
5.1.2.1. τεχνικά χαρακτηριστικά κτιρίου.....	69
5.1.3. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ.....	70
5.1.4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ	73
5.1.4.1 Αλλαγές τεχνικών χαρακτηριστικών.....	73
5.1.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ	81
5.1.6. ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ.....	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	87
ΣΧΟΛΙΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	87
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	88

1.1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

Ένα από τα πιο σημαντικά ζητήματα της τελευταίας 20ετίας το οποίο πήρε και ιδιαίτερα έντονες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια είναι αναμφισβήτητη η σπατάλη της ενέργειας δημιουργώντας ως φυσικό επακόλουθο, την επιτακτική ανάγκη για αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μέσα από αυτήν την ανάγκη σκιαγραφούνται έντονα οι άμεσες ενέργειες των Ευρωπαϊκών χωρών. Η θέσπιση Κοινοτικών οδηγιών, οι νόμοι, οι οικονομικές περιβαλλοντικές κυρώσεις, οι επιδοτήσεις, τα κίνητρα προωθούν και υποστηρίζουν την ορθολογική χρήση πόρων, την εξοικονόμηση ενέργειας και αφυπνίζουν την αδήριτη ανάγκη για περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση. Ένας τομέας, του οποίου η εμφάνιση υπολογίζεται εδώ και λίγα χρόνια είναι το κτιριακό περιβάλλον. Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο οικονομικό χώρο για όλη την Ευρώπη, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 400δισ €. Παράλληλα η πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια ξεπερνάει τα 17εκ. βαρέλια πετρελαίου[1]. Η ενέργεια που καταναλώνεται εντός των κτιρίων καταλαμβάνει τα μεγαλύτερα ποσοστά ενεργειακής κατανάλωσης της συνολικής ενέργειας φθάνοντας σε ποσοστό > 40% όπως φαίνεται και στην εικόνα 1.1 [2].



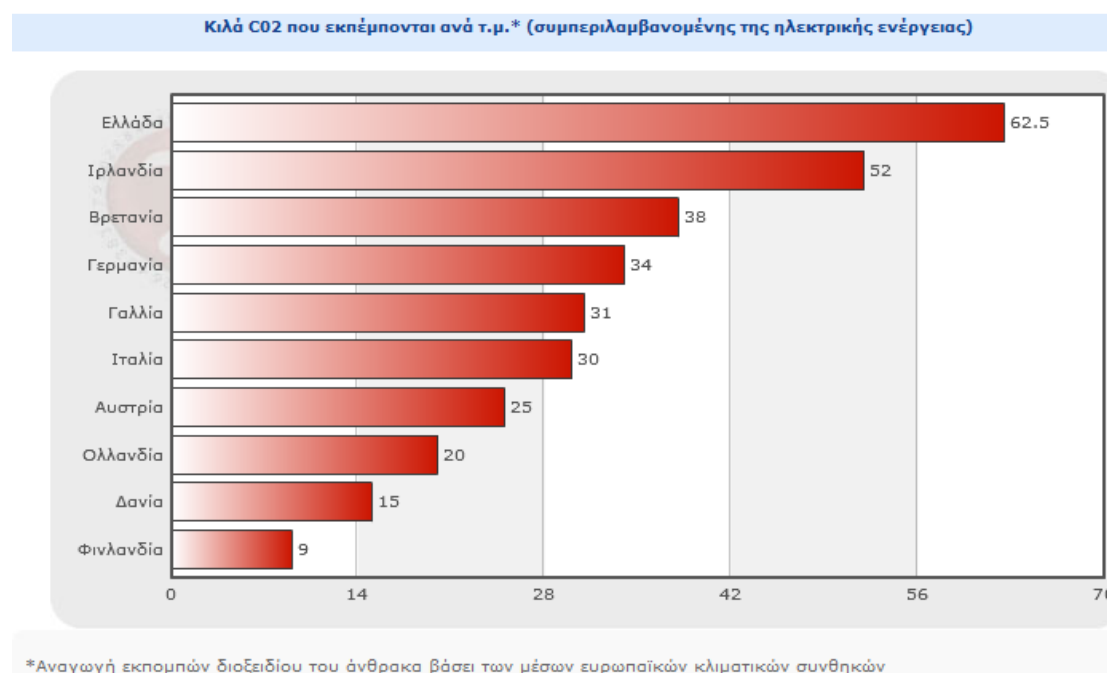
Εικόνα 1.1 Κατανάλωση ενέργειας ανά τομέα
(Πηγή: www.library.tee.gr/digital/m2362/m2362_ladopoulos.pdf)

Η κατά τα τελευταία χρόνια, λοιπόν, υποβάθμιση του ατμοσφαιρικού ζητήματος και η παράλληλη αύξηση της κατασκευής και χρήσης υλικών και συσκευών μη φιλικών προς το περιβάλλον έχουν συντελέσει στην εμφάνιση σημαντικών, ποιοτικά και ποσοτικά, περιβαλλοντικών και ενεργειακών προβλημάτων στα κτίρια υποβαθμίζοντας την ποιότητα ζωής και την παραγωγικότητα των κατοίκων ιδιαίτερα αυτών στα μεγάλα αστικά κέντρα [3].

1.2. ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Πριν από την πρώτη πετρελαϊκή κρίση η εξοικονόμηση ενέργειας ήταν μια σχεδόν άγνωστη έννοια και δεν λαμβανόταν σοβαρά υπόψη. Η συνειδητοποίηση όμως της αυξητικής τάσης κατανάλωσης ενέργειας για την κάλυψη των αναγκών, λόγω αλόγιστης χρήσης συσκευών κτλ., το υψηλό κόστος χρήσης καθώς και η χρήση των μειωμένων αποθεμάτων ενέργειας, οδήγησαν σε σημαντικές αλλαγές στην κατασκευή και στον σχεδιασμό των κτιρίων. Παράλληλα όμως εκτός από τον κατάλληλο σχεδιασμό, που εφαρμόστηκε, για την υψηλότερη αποδοτικότητα των κτιρίων, επιτυγχάνθηκε αξιόλογη μείωση των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου συντελώντας και σε μια πιο γενική αναβάθμιση του περιβάλλοντος.

Στην Ελλάδα η αυξητική τάση κατανάλωσης ενέργειας, είτε σε μορφή θερμικής, είτε σε μορφή ηλεκτρικής ενέργειας, έχει ως αποτέλεσμα την επιβάρυνση της ατμόσφαιρας με μεγάλα ποσοστά διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), κάτι το οποίο επιβεβαιώνεται και από τη σχετική εικόνα 1.2 [4].



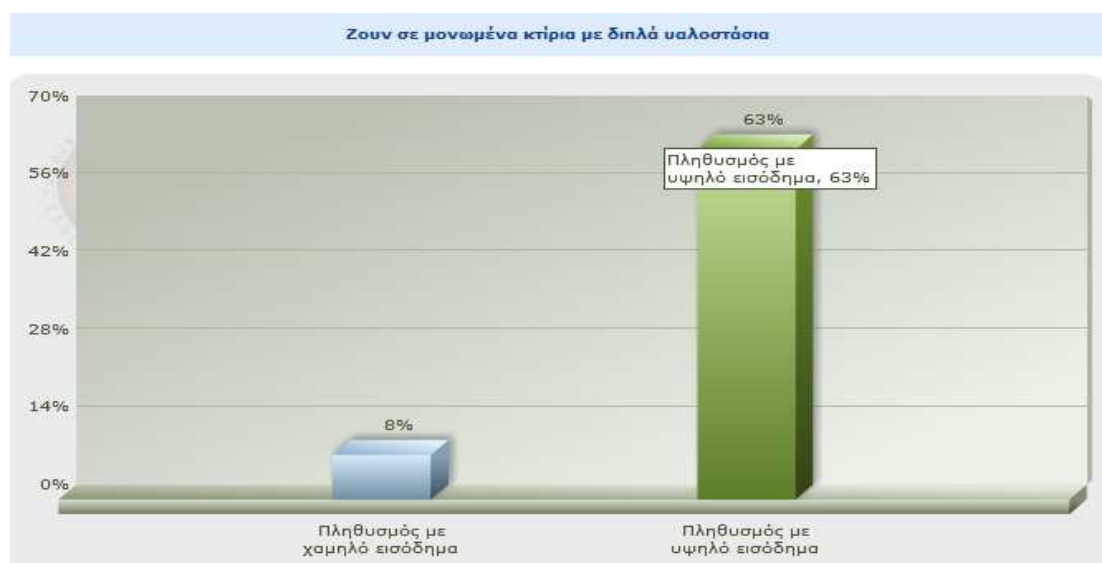
Εικόνα 1.2: Κιλά CO₂ που εκπέμπονται ανά τετραγωνικό μέτρο
(Πηγή: www.3comma14.gr/pi/view_survey.php?id=268)

Η εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα κτίριο μπορεί να εξασφαλισθεί εν μέρει με τον σωστό σχεδιασμό του οικοδομήματος και την χρήση ενεργειακά αποδοτικών δομικών στοιχείων και συστημάτων αλλά και από την εφαρμογή τεχνικών εξοικονόμησης ενέργειας στα υφιστάμενα.

Αυτό που παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την περίπτωση της Ελλάδας στην προκείμενη περίπτωση, είναι τα μεγάλα ποσοστά επιρροής του κοινωνικό – οικονομικού παράγοντα στην υιοθέτηση τέτοιων τεχνολογιών. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατά 127% υψηλότερο είναι το κόστος της θέρμανσης για τις χαμηλές εισοδηματικές τάξεις, λόγω της έλλειψης μόνωσης στα κτίρια όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί [5].



Εικόνα 1.3: Ποσοστό πληθυσμού που διαμένει σε κτίρια χωρίς μόνωση
(Πηγή: www.3comma14.gr/pi/view_survey.php?id=1340)



Εικόνα 1.4: Ποσοστό πληθυσμού των οποίων τα κτίρια έχουν διπλά υαλοστάσια
(Πηγή: www.3comma14.gr/pi/view_survey.php?id=1340)

Επιπλέον, το πρόβλημα του μεγάλου ποσοστού των κτιρίων δίχως μόνωση έναντι των μονωμένων, που αποτελούν μόνο το 7%, εστιάζεται στο γεγονός ότι πολύ λίγες κατοικίες κατασκευάστηκαν μετά το 1979 από όπου και άρχισε να ισχύει ο Κανονισμός θερμομόνωσης που επέβαλε την θερμομόνωση του κελύφους του κτιρίου. Ενώ ταυτόχρονα η έλλειψη οικοδομικών κανονισμών έχει οδηγήσει σε λανθασμένες επιλογές δόμησης και κυρίως θερμομόνωσης [6].



Εικόνα 1.5: Ποσοστό κτιρίων βάσει νέων και παλιών προδιαγραφών
(Πηγή: www.3comma14.gr/pi/view_survey.php?id=2044)

1.3. ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε με αφορμή την διαρκώς αυξανόμενη υποβάθμιση των φυσικών πόρων και την έντονη σπατάλη τους γεγονός που έμμεσα έχει επιφέρει πολλές κοινωνικό – οικονομικές αλλαγές. Τα μειωμένα αποθέματα ενέργειας και η ραγδαία αύξηση του κόστους ενέργειας έχουν οδηγήσει σε εναλλακτικές μεθόδους παραγωγής ενέργειας αλλά και μείωσης της υφιστάμενης προς οικονομικό και περιβαλλοντικό όφελος. Πιο αναλυτικά παίρνοντας ως κίνητρο όσα προαναφέρθηκαν έγινε μια προσέγγιση εναλλακτικών σεναρίων διαχείρισης της ενέργειας στα κτίρια με χρήση συμβατικών αλλά και ανανεώσιμων πηγών καθώς και με την χρήση και εφαρμογή αποδοτικότερων τεχνολογιών. Έτσι η ανάλυση αυτή αποσκοπεί στο να προτείνει κάποιες διαφοροποιημένες μεθόδους αξιοποίησης της ενέργειας εξασφαλίζοντας όσο αυτό είναι δυνατόν μια αειφόρο ανάπτυξη

1.4. ΔΟΜΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία αποτελείται από 6 κεφάλαια τα οποία περιλαμβάνουν αναλυτικά: Στο 1 κεφάλαιο γίνεται μια εισαγωγή στην υφιστάμενη ενεργειακή κατάσταση της Ελλάδας παραθέτοντας κάποια στατιστικά αριθμητικά δεδομένα που αφορούν την κατανάλωση ενέργειας και γενικότερα τον κτιριακό τομέα σήμερα. Επιπρόσθετα θίγεται το θέμα της εξοικονόμησης ενέργειας στον κτιριακό τομέα για την Ελλάδα. Τέλος αναφέρεται το περιεχόμενο των κεφαλαίων και ο σκοπός της πτυχιακής εργασίας.

Το κεφάλαιο 2 αναφέρεται σε όρους, έννοιες, συστήματα και τρόπους εξοικονόμησης ενέργειας σε ότι αφορά την κτιριακή χωροθέτηση, τα οικοδομικά υλικά και γενικότερα αποδοτικότερα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας και χρημάτων.

Στο κεφάλαιο 3 παρουσιάζονται Κοινοτικές οδηγίες, Νόμοι, Υπουργικές αποφάσεις και Κανονισμοί που διέπουν το νομικό πλαίσιο της Ελλάδος και της Ευρωπαϊκής Ένωσης σε θέματα ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, βελτίωση αποδοτικότητας από ενεργειακής απόψεως των ηλεκτρικών συσκευών και επιτάχυνση εφαρμογής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Στο κεφάλαιο 4 γίνεται αναφορά στο λογισμικό Retscreen. Περιγράφονται αναλυτικά όλα τα στάδια ανάλυσης του καθώς και τι περιλαμβάνει το κάθε ένα από αυτά

Στο κεφάλαιο 5 περιλαμβάνεται η παραδοχή του σεναρίου που μελετάται στην παρούσα εργασία παρουσιάζοντας τεχνοοικονομικές αναλύσεις στα διάφορα σενάρια για εξοικονόμηση ενέργειας σε κτίρια.

Τέλος στο κεφάλαιο 6 παραθέτονται συμπεράσματα και προτάσεις για όσα προαναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο αλλά και σε ολόκληρη γενικά την εργασία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

2.1 ΚΕΛΥΦΟΣ

2.1.1. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΕΛΥΦΟΥΣ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

2.1.1.1. Θερμική προστασία

Η θερμική προστασία του κελύφους αποτελεί απαραίτητη και βασική προϋπόθεση για μια σωστή θερμική συμπεριφορά ενός κτιρίου. Η θερμομόνωση συνίσταται από κατάλληλα δομικά και μονωτικά υλικά τα οποία εμποδίζουν με την σειρά τους την αγωγή θερμότητας από το κτίριο προς το εξωτερικό περιβάλλον και από το εξωτερικό περιβάλλον προς το κτίριο ,αντίστροφα, κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Πολλά από τα μονωτικά υλικά δεν είναι κατάλληλα μόνο για προστασία κατά των θερμικών απωλειών αλλά και για ηχομόνωση και για μόνωση κατά της υγρασίας προσφέροντάς διπλό όφελος. Γενικά η θερμομόνωση που παρουσιάζουν τα υλικά αυτά οφείλεται κυρίως στο πορώδες τους. Έχουν μικρούς πόρους οι οποίοι είναι ομοιόμορφα κατανομημένοι στον χώρο προσδίδοντας έντονη θερμομονωτική ικανότητα.

2.1.1.2. Δομικά και μονωτικά υλικά

Είναι σημαντική η σωστή επιλογή των μονωτικών υλικών γιατί αποτελούν ένα από τα σημαντικότερα τμήματα τις σωστής δόμησης ενός κτιρίου. Ανάλογα λοιπόν με τις ανάγκες θα πρέπει να επιλεγεί και το κατάλληλο μονωτικό στοιχείο, διότι κάθε στοιχείο διαφέρει ως προς την θερμική του αγωγιμότητα προσφέροντας διαφορετική θερμική αντίσταση και με την σειρά του διαφορετική θερμομονωτική ικανότητα.

➤ *Υαλοβάμβακας*. Ανήκει στην κατηγορία των μονωτικών ινωδών υλικών και σαν πρώτη του ύλη έχει την άμμο. Είναι ένα από τα πιο συνηθισμένα υλικά για εξασφάλιση μηδαμινών θερμικών απωλειών. Αυτό που του προσδίδει τις θερμομονωτικές και ήχο - απορροφητικές του ιδιότητες, είναι ο αέρας ο οποίος εγκλωβίζεται μέσα στις ίνες του.

➤ *Διογκωμένη πολυστερίνη (EPS)*. Αποτελεί και αυτό με την σειρά του ένα από τα πλέον γνωστά και εφαρμοζόμενα θερμό-ήχο μονωτικά υλικά. Έχει αντικαταστήσει στον οικοδομικό κλάδο πολλά θερμομονωτικά υλικά διότι είναι πολύ καθαρό, ελαφρύ, αδρανές, απόλυτα αβλαβές και αρκετά οικονομικό. Αποτελεί ένα σύστημα πολυκυτταρικό με αμέτρητες φυσαλίδες. Δίνεται ενδεικτικά ότι σε 25 χιλιοστά, βάρους, του

γραμμαρίου βρίσκονται 350.000 κλειστές φυσαλίδες αέρα, γεγονός που δικαιολογεί την μεγάλη προτίμησή του [7].

➤ *Διάφορα μονωτικά υλικά.* Σε αυτήν την κατηγορία είναι οι πλάκες από φελλό καθώς και τα αφρώδη συνθετικά υλικά[8].

➤ *Κονιάματα και σκυροδέματα.* Εδώ ενδεικτικά εντάσσονται το τσιμεντοκονίαμα, γυψοκονίαμα, σκυρόδεμα, ασβεστοκονίαμα, ελαφροσκυρόδεμα, αφρώδες σκυρόδεμα [8].

➤ *Μέταλλα.* Χαλκός, ορείχαλκος, χυτοσίδηρος, χάλυβας, κόντρα πλακέ και αλουμίνιο[8].

2.1.1.3. Τοποθεσία θερμομονωτικών υλικών

Η τοποθεσία καθώς και η μέθοδος τοποθεσίας ποικίλουν ανάλογα με τις ανάγκες. Ανάλογα με την αρχιτεκτονική δόμηση του κτιρίου και την τοποθεσία του, οι ανάγκες μπορεί να περιορίζονται μόνο στην οροφή (ταράτσα), στα δάπεδα, εξωτερικά - περιμετρικά του κτιρίου, καθώς και εσωτερικά, ενδιάμεσα στις τοιχοποιίες.

➤ *Σύστημα εξωτερικής θερμομόνωσης.* Είναι ένα από τα πιο σύνηθες συστήματα του οποίου η εφαρμογή μπορεί να γίνει και σε νέα αλλά και σε παλαιά κτίρια. Για την εφαρμογή του συστήματος εξωτερικής θερμομόνωσης, χρησιμοποιείται συνήθως διογκωμένη πολυστερίνη η οποία ενισχύεται με ένα ειδικό ελαστικό πολύ ισχυρό στεγανό επίχρισμα όπως φαίνεται στην εικόνα 2.1, εικόνα 2.2. Με αυτήν την μέθοδο επιτυγχάνουμε την θερμομόνωση που επιθυμούμε τόσο για τους καλοκαιρινούς μήνες αλλά και για τους χειμερινούς μήνες[9]. Τον χειμώνα η θερμότητα που παράγεται εσωτερικά του κτιρίου αποθηκεύεται στο υλικό αυτό προσφέροντάς την αργότερα, όταν θα σταματήσει η παροχή θέρμανσης. Αντίθετα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες ελαχιστοποιεί την εισροή θερμότητας από το περιβάλλον προς το κτίριο. Μερικά ιδιαίτερης σημασίας πλεονεκτήματά του είναι ότι δεν δημιουργεί θερμογέφυρες στις επιφάνειες (δοκάρια, κολώνες, δάπεδα) όπου τα τούβλα έρχονται σε επαφή με αυτές, όπως διακρίνεται στην εικόνα 2.3 η διαφορά που προσφέρει το σύστημα αυτό, αλλά και η εφαρμογή ειδικού ελαστικού πολύ ισχυρού στεγανού επιχρίσματος σε αυτό, συντελεί στην μείωση υγρασίας ενώ ταυτόχρονα αποτελεί συντηρητικό προστασίας του κτιρίου. Η εφαρμογή του γίνεται σε δομή μονού τούβλου και όχι διπλού με απόρροια να αυξάνεται το εμβαδόν των χώρων του εκάστοτε κτιρίου.

Επιπρόσθετα το κόστος εφαρμογής του είναι 40€/m² έχοντας χρόνο απόσβεσης σε 4-6 έτη[9].



Εικόνα 2.1: Παράδειγμα εξωτερικής σκίασης
(Πηγή: www.diatomi.gr)



Εικόνα 2.2: Παράδειγμα εξωτερικής θερμομόνωσης
(Πηγή: www.findit.gr)

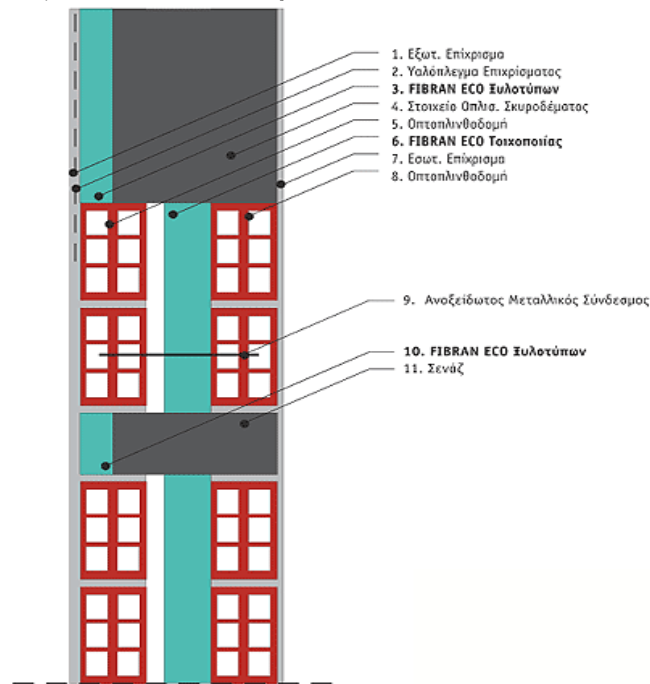


Εικόνα 2.3: Σύγκριση κτιρίων με εφαρμογή εξωτερικής θερμομόνωσης σε σχέση με κτίρια χωρίς εξωτερική θερμομόνωση (Πηγή: www.stathopoulos-s.gr και www.profilalouminio.gr)

➤ *Σύστημα εσωτερικής θερμομόνωσης.* Το σύστημα αυτό έχει σαν αρχή του την δόμηση της εσωτερικής πλευράς της τοιχοποιίας, δηλαδή στο εσωτερικό του κτιρίου. Είναι μια μέθοδος, που αν και προσφέρει ορισμένα πλεονεκτήματα, για παράδειγμα οικονομικότερο από την εξωτερική θερμομόνωση, απλό στην κατασκευή του και τέλος μπορεί να εφαρμοστεί ανεξάρτητα από τις υπάρχουσες καιρικές συνθήκες, μειονεκτεί στο γεγονός ότι με αυτήν την μέθοδο δεν αντιμετωπίζονται οι θερμογέφυρες. Το κτίριο μπορεί και θερμαίνεται γρήγορα αλλά ταυτόχρονα ψύχεται και πολύ γρήγορα και το σημαντικότερο είναι ότι μειώνεται σημαντικά ο εσωτερικός χώρος του κτιρίου επειδή τα μονωτικά αυτά υλικά εφαρμόζονται στο εσωτερικό του κτιρίου και καταλαμβάνουν χώρο[10].

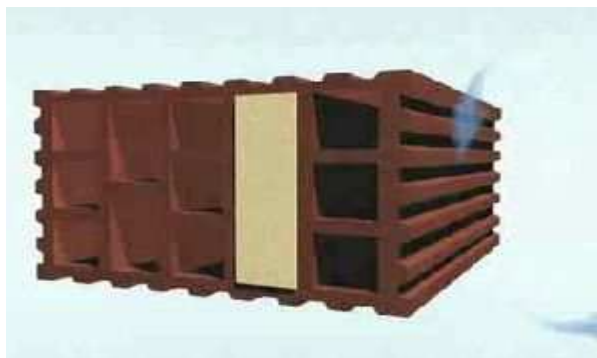
➤ *Σύστημα θερμομόνωσης στο ενδιάμεσο κενό μεταξύ των τούβλων (θερμομόνωση πορήνα).* Είναι μία μέθοδος η οποία αποτελείται από δύο τοιχοποιίες, έναν εξωτερικό και έναν εσωτερικό τοίχο, όπου στο διάκενο μεταξύ αυτών των δύο τοποθετείται το μονωτικό μέσο (εικόνα 2.4). Στις δύο αυτές τοιχοποιίες χρησιμοποιείται συνήθως σαν υλικό το τούβλο αν και πολλές φορές επικρατούν και άλλοι συνδυασμοί όπως τούβλο/μπλοκ ή ακόμα και μπλοκ/μπλοκ. Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου αυτής είναι ουσιαστικά τα ποσοστά θερμότητας που μπορεί να συγκρατήσει ο εσωτερικός τοίχος κατά την διάρκεια θέρμανσης του χώρου και να την αποδώσει όταν παύσει να θερμαίνεται ο χώρος αυτός, διατηρώντας έτσι την θερμική άνεση στο κτιριακό χώρο. Αυτό που πρέπει να προσεχθεί ιδιαίτερα στην συγκεκριμένη μέθοδο είναι ότι λόγω του πορώδους που παρουσιάζουν τα τούβλα κατά τις μέρες με βροχόπτωση υπάρχει η πιθανότητα εισχώρησης της βροχής φθάνοντας έως και στο εσωτερικό μέτωπο της πρώτης τοιχοποιίας, για την αποφυγή αυτού του φαινομένου

υγρασίας συνίσταται να αφήνεται ένα διάκενο περίπου 5 cm μεταξύ της εξωτερικής τοιχοποιίας και του μονωτικού υλικού [11].



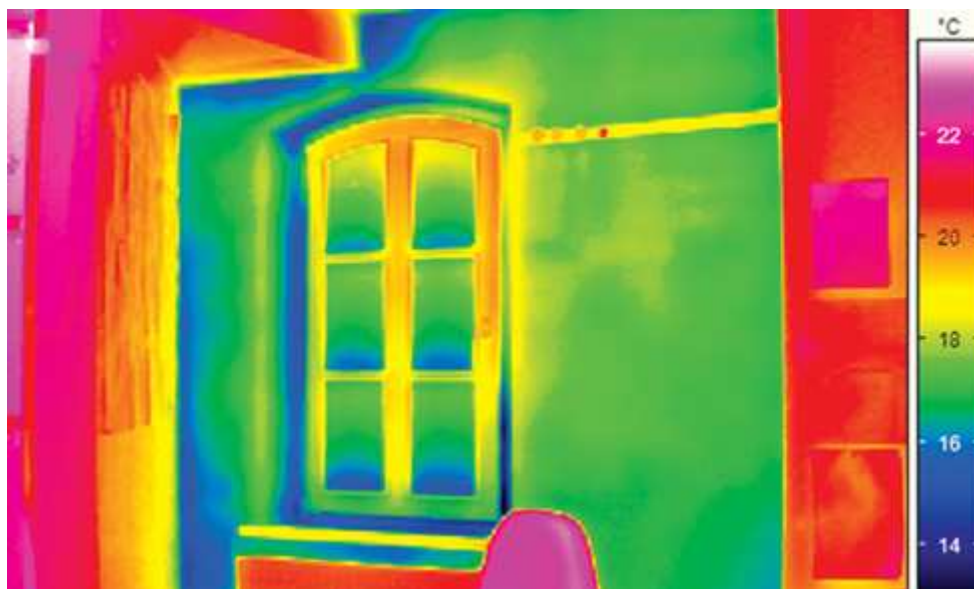
Εικόνα 2.4: Θερμομόνωση διπλής εξωτερικής τοιχοποιίας (Πηγή: www.fibran.gr)

➤ *Τοιχοποιία από θερμομονωτικά τούβλα.* Σε αυτήν την περίπτωση δεν χρησιμοποιούνται μονωτικά υλικά όπως στα προαναφερόμενα συστήματα. Χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση αυτού του συστήματος τούβλα με ειδικές θερμομονωτικές ιδιότητες όπως για παράδειγμα τούβλα με κυψελωτό σκυρόδεμα, τούβλα με γέμιση από πολυουρεθάνη (εικόνα 2.5) [11]. Βασική αρχή της είναι η μεταφορά της θερμοκρασίας με αγωγιμότητα και μετέπειτα μεταφορά της σε όλη την μάζα του τούβλου. Με αυτόν τον τρόπο μειώνονται σημαντικά οι απώλειες που μπορεί να έχουμε αλλά ταυτόχρονα μας παρέχει υψηλά ποσοστά προστασίας από υγρασία, κρύο, ζέστη και θόρυβο.

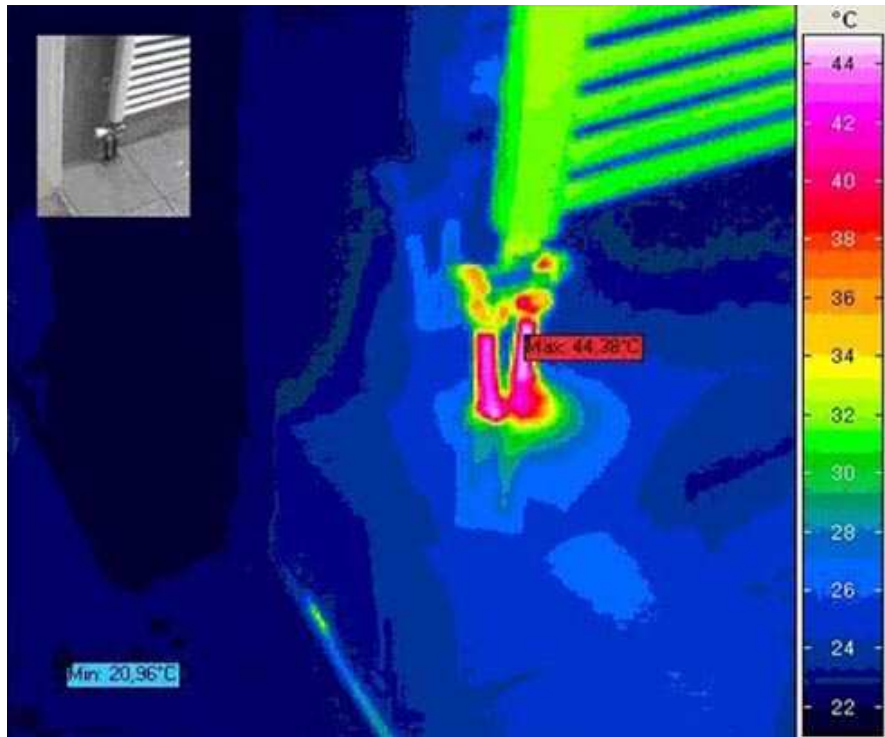


Εικόνα 2.5: Θερμομονωτικά τούβλα (Πηγή: www.buildings.gr)

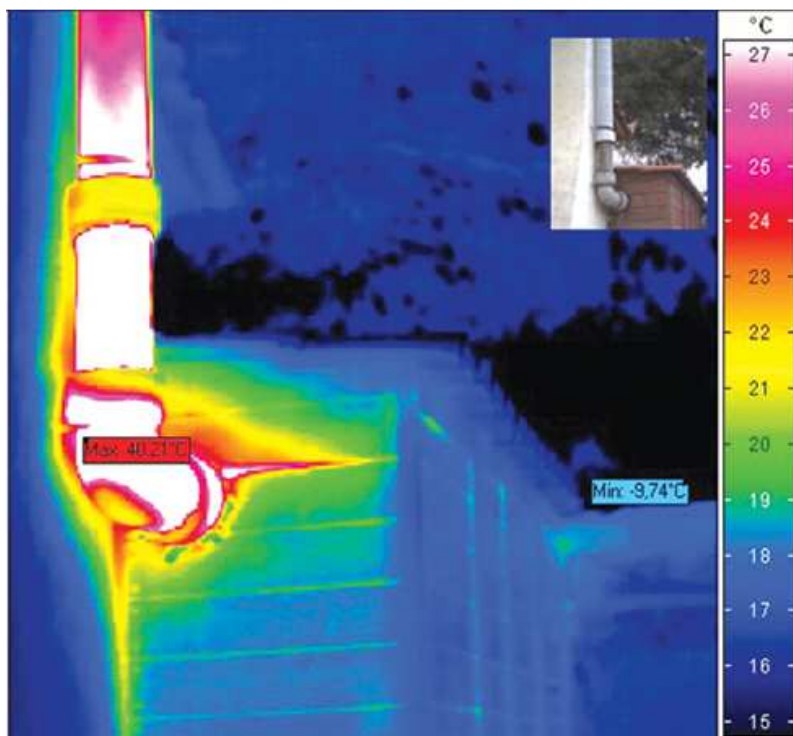
Μια πολύ αξιόλογη μέθοδος ελέγχου των κτιρίων για τις θερμικές απώλειες που έχουν προαναφερθεί διαπιστώνοντας ποιες είναι οι ανάγκες σε επίπεδο επιλογής υλικών αλλά και μεθόδου είναι η θερμογραφία. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στην χρησιμοποίηση μιας κάμερας η οποία καταγράφει την ακτινοβολία της θερμοκρασίας του κτιρίου. Αυτή συσχετίζεται άμεσα με την επιφανειακή θερμοκρασία όπου και την μετατρέπει σε θερμογράφημα (παραδείγματα της εφαρμογής φαίνονται στις εικόνες 2.6, 2.7, 2.8). Πολλοί με την σειρά τους είναι και οι παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η ένταση της ακτινοβολίας, οι καιρικές συνθήκες, η θερμοκρασία καθώς και η επιφάνεια είναι μερικοί από αυτούς. Συν τοις άλλοις με την μέθοδο αυτήν επιτυγχάνεται ο προσδιορισμός (με μια σειρά επιπρόσθετων οργάνων), κατά την μέτρηση στο κέλυφος, των ενδεχόμενων ποσοστών υγρασίας που υπάρχουν, η συμπεριφορά των δομικών στοιχείων από θερμικής απόψεως αλλά και οι τυχόν θερμογέφυρες που μπορεί να παρουσιάζει το κτίριο. Η απεικόνισή του γίνεται με μια κλίμακα χρωμάτων συνοδευόμενα από νούμερα θερμοκρασίας σε βαθμούς κελσίου ($^{\circ}\text{C}$), ξεκινώντας από αποχρώσεις του μαύρου-σκούρου μπλε και καταλήγοντας σε ανοιχτά χρώματα όπως του ροζ-άσπρου. Τα σημεία ενός κτιρίου που παρουσιάζουν σπατάλη ενέργειας λόγω θερμικών απωλειών αποτελούν το εύρος των ανοιχτών χρωμάτων ενώ αντίθετα στα σημεία με έντονη θερμομονωτικότητα έχουμε απεικόνιση με σκουρόχρωμα χρώματα [12].



Εικόνα 2.6: Ανωμαλία σε κούφωμα
(Πηγή: www.thermograph.gr)



Εικόνα 2.7: Προβληματική βαλβίδα καλοριφέρ
(Πηγή: www.thermograph.gr)



Εικόνα 2.8: Απώλειες καπνοδόχου χωρίς μόνωση
(Πηγή: www.thermograph)

2.1.2. ΕΛΑΧΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ ΔΥΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΚΥΡΙΩΣ ΒΟΡΕΙΩΝ ΑΝΟΙΓΜΑΤΩΝ

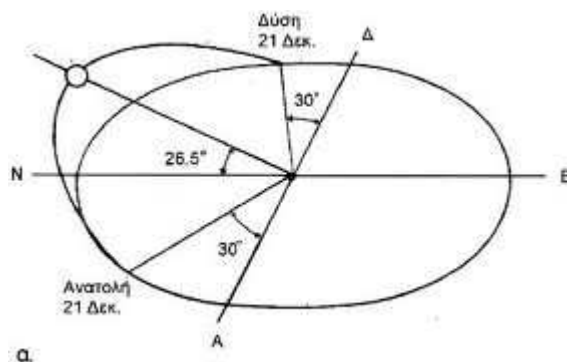
Για να αξιοποιηθούν μέγιστα οι τοπικές κλιματικές συνθήκες, για να αποφευχθούν οποιεσδήποτε θερμικές απώλειες, η κατάλληλη χωροθέτηση και ο προσανατολισμός το κτιρίου είναι οι λέξεις κλειδιά. Για να μπορέσει λοιπόν να πραγματοποιηθεί η κατασκευή, μια σημαντική προϋπόθεση είναι η μελέτη της ηλιακής γεωμετρίας. Η μελέτη της Ηλιακής γεωμετρίας βοηθάει να γίνεται αντιληπτό πού είναι δυνατόν να υπάρχει μέγιστη ηλιακή συλλογή ούτως ώστε να γίνει εκμετάλλευση της για να θερμανθούν κάποιοι από τους λειτουργικούς χώρους του κτιρίου τον χειμώνα. Παράλληλα θα μειωθούν σημαντικά τα ηλιακά κέρδη το καλοκαίρι και θα προστατευτούν από την ηλιοφάνεια χώροι του κτιρίου που χρειάζονται ηλιοπροστασία.

2.1.2.1. Θεωρία της ηλιακής γεωμετρίας

Για να γίνει κατανοητή η θεωρία της ηλιακής γεωμετρίας θα γίνει αναφορά σε δυο πολύ σημαντικά φαινόμενα όπως αυτά φαίνονται στην εικόνα 2.9 και 2.10.

❖ Χειμερινό Ηλιοστάσιο

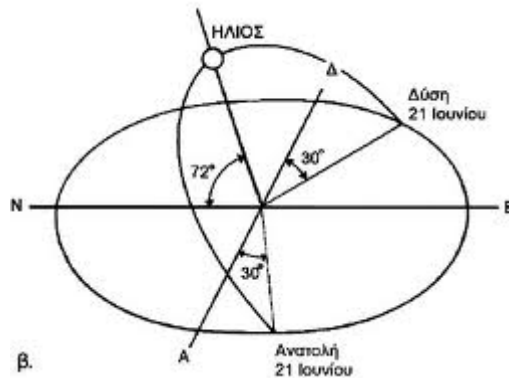
Το χειμώνα ο ήλιος διαγράφει πολύ μικρή τροχιά. Ο ήλιος κινείται χαμηλά, κοντά στον ορίζοντα και με κατεύθυνση προς τον Νότο. Κατά την ανατολή και δύση του ηλίου κινείται πολύ χαμηλότερα της Ανατολής και της Δύσης [13].



Εικόνα 2.9: Χειμερινό ηλιοστάσιο
(Πηγή: www.anelixi.gr)

❖ Θερινό Ηλιοστάσιο

Το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει στην περίπτωση του θερινού ηλιοστασίου. Ο ήλιος διαγράφει πολύ μεγαλύτερη τροχιά και ανατέλλει και δύει βορειότερα της Δύσης και της Ανατολής, συνεχίζοντας όμως να κινείται προς την νότια πλευρά.



Εικόνα 2.10: Θερινό ηλιοστάσιο
(Πηγή: www.anelixi.gr)

Ένα κτίριο με νότιο προσανατολισμό (κατάλληλη θέση και για τα κτίρια της Ελλάδας), μπορεί να αξιοποιήσει μέγιστα την ηλιακή ακτινοβολία. Συνήθως αποφεύγονται τα ανοίγματα στην βόρεια και δυτική πλευρά των κτιρίων δεδομένου ότι μεγάλα ποσά ηλιοφάνειας παρατηρούνται στο νότιο τμήμα και κατά το καλοκαίρι και κατά τον χειμώνα ενώ στο βόρειο και λίγο στο δυτικό τμήμα συναντώνται χαμηλότερες θερμοκρασίες λόγω “σκίασης” και αξιόλογα ποσοστά ηλιοφάνειας κατά την περίοδο του καλοκαιριού [13].

2.1.3. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ / ΣΚΙΑΣΜΟΣ

Η ηλιοπροστασία είναι η βασική τεχνική ελέγχου των θερμικών επιπέδων των λειτουργικών χώρων ενός κτιρίου. Συντελεί σημαντικά στον έλεγχο-μείωση των θερμικών φορτίων των οποίων κύρια πηγή θερμότητας είναι η ακτινοβολία η οποία εισέρχεται από τα ανοίγματα του κτιρίου, κυρίως κατά τους καλοκαιρινούς μήνες [14]. Η σωστή ηλιοπροστασία συντελεί σημαντικά στην διατήρηση θερμοκρασιών σε ανεκτά επίπεδα, βελτιώνοντας την θερμική άνεση που εμείς χρειαζόμαστε στους χώρους του κτιρίου. Παράλληλα με την σωστή εφαρμογή της συνεισφέρει στην εξοικονόμηση ενέργειας για τις ανάγκες ψύξης του κτιρίου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, μειώνοντας σημαντικά το ηλεκτρικό φορτίο αιχμής που προκύπτει, καθώς τα ποσοστά επιτρεπόμενης ακτινοβολίας είναι ελάχιστα. Η εισερχόμενη ακτινοβολία θα πρέπει να είναι σε μικρά ποσοστά χωρίς όμως να εμποδίζει τον σωστό φυσικό φωτισμό, τον αερισμό καθώς και την εξωτερική θέα τους καλοκαιρινούς μήνες, και τον αναγκαίο φωτισμό-ακτινοβολία τους χειμερινούς μήνες.

2.1.3.1. Κριτήρια τοποθέτησης

Σημαντικό και κυρίως καθοριστικό ρόλο για την τοποθεσία των τεχνικών σκίασης αποτελεί ο προσανατολισμός και η τοποθεσία του κτιρίου, σε γεωγραφικό επίπεδο. Πιο αναλυτικά τα κτίρια με Βόρειο προσανατολισμό δέχονται μειωμένα ποσά ακτινοβολίας σχεδόν καθ'όλη την διάρκεια της ημέρας και σχεδόν ολόκληρου του έτους, για αυτό ενδείκνυται κυρίως για χρήση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες χωρίς ιδιαίτερες απαιτήσεις, θερμικές, δίνοντας απλά το πλεονέκτημα ότι διατηρείται σταθερός ο φωτισμός σε αυτούς τους χώρους.

Ο Νότιος προσανατολισμός προτείνεται κυρίως στα κτίρια του βόρειου ημισφαιρίου. Στην τοποθεσία αυτή προσφέρεται ο απαραίτητος ηλιασμός τον χειμώνα για την κάλυψη των αναγκών και το καλοκαίρι που συναντάται μειωμένη ακτινοβολία αλλά σε μικρά ποσοστά υπαρκτή (λόγω μεγαλύτερης τροχιάς και υψηλότερης σε σχέση με τον νότο, που διαγράφει ο ήλιος) ίσως καθιστά απαραίτητη η χρήση σκίαστρου.

Στις Δυτικές και Ανατολικές πλευρές συναντάμε μεγάλα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας το καλοκαίρι και μειωμένα τον χειμώνα. Σε αυτήν την περίπτωση συνιστάται σκίαση κατακόρυφου τύπου [14].

2.1.3.2. Τεχνικές σκίασης

Ανάλογα με το που θα τοποθετηθούν τα σκίαστρα, τις ανάγκες για ηλιοπροστασία, την δυνατότητα χειρισμού τους, τα σκίαστρα χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες [14] :

- ❖ Βάσει της θέσης τους. Χωρίζονται σε εσωτερικά, εξωτερικά ή ενδιάμεσων υαλοπινάκων (εικόνα 2.11 και 2.12)



Εικόνα 2.11: Παραδείγματα εσωτερικής σκίασης
(Πηγή: www.google.gr)



Εικόνα 2.12: Παραδείγματα εξωτερικής σκίασης
(Πηγή: www.sklavenitis.gr και www.alunet.gr)

❖ Βάσει της γεωμετρίας : ταξινομούνται σε κατακόρυφα, οριζόντια και σχαρωτά (εικόνα 2.13 και 2.14)



Εικόνα 2.13: Παραδείγματα κατακόρυφων σκιάστρων
(Πηγή: www.hitiroglou.gr)



Εικόνα 2.14: Παραδείγματα οριζόντιας σκίασης
(Πηγή: www.cospico.gr και kallisti-interior.gr)

- ❖ Βάσει της δυνατότητας χειρισμού τους : διακρίνονται σε σταθερά και κινητά (εικόνα 2.15 και 2.16)



Εικόνα 2.15: Παραδείγματα σταθερής σκίασης
(Πηγή: www.arktosystems.gr και www.profil-carre.com)



Εικόνα 2.16: Παραδείγματα κινητής σκίασης
(Πηγή: www.myworld.gr)

2.1.4. ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ

Μια νέα τεχνολογία που κερδίζει όλο και περισσότερο έδαφος τα τελευταία χρόνια, είναι και η τεχνολογία των πράσινων στεγών. Μια τεχνολογία που συντελεί με την σειρά της σημαντικά στην διατήρηση και στην απόκτηση ενεργειακών ωφελειών προσφέροντας μια εναλλακτική λύση τόσο από άποψη αισθητικής όσο και από άποψη εξοικονόμησης ενέργειας αλλάζοντας τον συμβατικό τρόπο ταράτσας-στέγης που όλοι ξέραμε μέχρι τώρα.

Πιο συγκεκριμένα φυτεμένα δώματα, πράσινες στέγες, πράσινη ταράτσα, οικοστέγη, εννοείται ο χώρος αυτός ο οποίος είναι καλυμμένος με βλάστηση κάθε είδους (εικόνες 2.17 και 2.18, 2.19). Για την επιλογή του φυτικού υλικού λαμβάνεται υπόψη το κλίμα που επικρατεί σε κάθε περιοχή στην οποία θα εφαρμοστεί η μέθοδος αλλά κυρίως η μέθοδος που θέλει κάποιος να εφαρμόσει. Οι μέθοδοι που προτείνονται είναι:

- ❖ Φυτεμένο δώμα εκτατικού τύπου. Αποτελείται από ελαφρύ υπόστρωμα φυτών ύψους από 8-15 εκ. Τα φυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτήν την περίπτωση είναι χαμηλής βλάστησης όπως για εδαφοκάλυψη, αγριολούλουδα. Γενικά είναι μια μέθοδος με φυτά ελάχιστης συντήρησης, ανθεκτικά σε ξηρασία που αναβλαστάνουν εύκολα.
- ❖ Φυτεμένο δώμα εντατικού τύπου. Αυτή η μέθοδος έχει μεγάλες απαιτήσεις σε συντήρηση όπως λίπανση, άρδευση και περιλαμβάνει μια μεγάλη ποικιλία φυτών, δένδρων και θάμνων.

2.1.4.1. Πλεονεκτήματα φυτεμένων δωματίων

☑ Αξιοποίηση ελεύθερου χώρου. Οι φυτεμένοι χώροι προσδίδουν μια διαφορετική αισθητική στον περιβάλλοντα χώρο κάνοντας τον λειτουργικό και αξιοποιήσιμο από τους ιδιοκτήτες του για στιγμές χαλάρωσης και ανάπαυσης.

☑ Μείωση της ηχορύπανσης. Είναι γνωστό ότι τα φυτά στην γενική τους έννοια έχουν την ιδιότητα να απορροφούν τους ηχητικούς ρύπους της ατμόσφαιρας. Το φυτικό δώμα μπορεί να μειώσει την ένταση του ήχου που ανακλάται κατά 3dB και να ενισχύσει την ηχομόνωση του κτιρίου κατά 8dB.

☑ Οικονομία-Μόνωση. Κατά τους θερινούς μήνες οι θερμοκρασίες είναι πολύ υψηλές και ενδεικτικά σε μια ταράτσα μπορούν να αγγίξουν και τους 80° C. Τα φυτά απορροφούν αυτά τα υψηλά μεγέθη θερμότητας για να καλύψουν τις ανάγκες μεταβολισμού τους. Έτσι καταφέρνουν να μειώσουν σημαντικά την επιφανειακή θερμοκρασία του κτιρίου αλλά και την εσωτερική θερμοκρασία των λειτουργικών χώρων κατά τους θερινούς μήνες. Κατά τους χειμερινούς μήνες καταφέρνει να μειώσει εξίσου σημαντικά την απώλεια θερμότητας από το εσωτερικό προς τον εξωτερικό περιβάλλοντα χώρο, μειώνοντας τις ανάγκες θέρμανσης και κατά συνέπεια το κόστος θέρμανσης.

☑ Παρατείνει τον χρόνο ζωής του δωματός. Με την τοποθέτηση βλάστησης στην στέγη, προστατεύεται άμεσα η εξωτερική επιφάνεια της

στέγης και τα δομικά υλικά της, από τυχόν φθορές που θα μπορούσε να υποστεί με την πάροδο του χρόνου από τον ήλιο, αυξομειώσεις θερμοκρασίας.

☑ Μειώνουν το φαινόμενο της θερμικής νησίδας. Τα φυτά απελευθερώνουν μεγάλα ποσοστά υγρασίας καταφέροντας να δροσίσουν αλλά και να σκιάσουν τα κτίρια υποβοηθώντας στον δροσισμό και στην μείωση της υπερβολικής ζέστης και ολόκληρης της πόλης [15].



Εικόνα 2.17: Παράδειγμα φυτεμένου δώματος, DIADEM-The Netherlands, The Hague, Automobile club
(Πηγή: www.greenroofs.gr)



Εικόνα 2.18: Παράδειγμα φυτεμένου δώματος, EuropeanInvestment Bank
(Πηγή: www.greenroofs.gr)



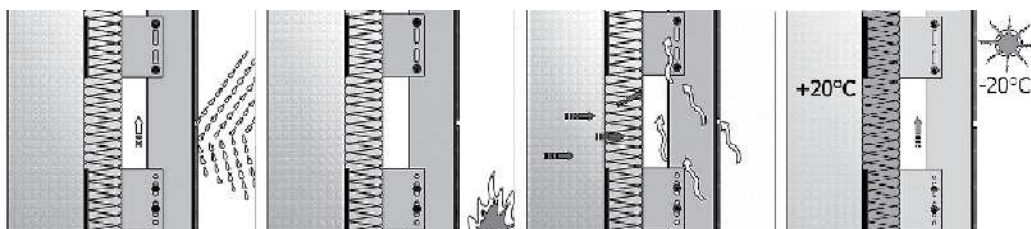
Εικόνα 2.19: Παράδειγμα φυτεμένου δώματος, ACROS Fukuoka Prefectural International Hall
(Πηγή: www.greenroofs.gr)

2.1.5. ΑΕΡΙΖΟΜΕΝΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑ

Κατά την κατασκευή ενός κτιρίου και στοχεύοντας σε μια σωστή αρχιτεκτονική είναι σημαντικό να γίνει σε μεγάλο βαθμό αξιοποίηση, εκμετάλλευση και καλή διαχείριση όλων των εξωγενών περιβαλλοντικών παραμέτρων. Εκτός από την προστασία που μπορεί να προσφερθεί στο κτίριο από τα δομικά υλικά, την τοποθέτηση θερμομονωτικών υλικών κτλ., μπορεί να επιτευχθεί και κατάλληλη αισθητική βασιζόμενη πλέον στην μοντέρνα αρχιτεκτονική. Μια ακόμη μέθοδος που καταφέρνει να εκμεταλλευτεί τα ωφέλημα στοιχεία των καιρικών συνθηκών και να προστατέψει το κτίριο από τα προβλήματα που αυτά μπορούν να του προκαλέσουν, είναι η αεριζόμενη πρόσοψη τοίχων. Αρχικά είναι και αυτή μια μέθοδος που μπορεί να εφαρμοστεί και σε νέες κατασκευές αλλά και σε παλιές εφόσον τοποθετείται εξωτερικά. Εφαρμόζεται στην εξωτερική πλευρά του τοίχου και μπροστά από το θερμομονωτικό υλικό που τυχόν υπάρχει. Είναι απαραίτητη η εξασφάλιση κενού μεταξύ του θερμομονωτικού υλικού και του συστήματος που εφαρμόζουμε, καθαρά από δομοφυσική άποψη, και η οποία κυμαίνεται γύρω στα 2-3 εκατοστά. Ένα από τα πλεονεκτήματά της εφαρμογής είναι η δημιουργία του φυσικού δροσισμού μέσω του φαινομένου της καμινάδας[16]. Το φαινόμενο της καμινάδας πρόκειται για αμφίδρομη κίνηση μαζών αέρα μέσω των κενών του περιβλήματος του κτιρίου που οφείλεται σε θερμοκρασιακές διαφορές μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού περιβάλλοντος του κτιρίου. Όσο πιο ψηλό είναι το κτίριο και όσο πιο έντονες είναι αυτές οι θερμοκρασιακές διαφορές, τόσο πιο έντονο είναι και το φαινόμενο αυτό το οποίο ουσιαστικά οφείλεται στις διαφορές πιέσεων. Η μείωση των ποσοστών θερμότητας που απορροφάει το κτίριο και κατά συνέπεια που υπάρχουν στους εσωτερικούς χώρους, είναι χαρακτηριστικό πλεονέκτημα της μεθόδου. Οφείλεται κυρίως στον φυσικό αερισμό που επιτυγχάνει η μέθοδος αλλά και στην θερμομόνωση η οποία υπάρχει. Ακριβώς το αντίστροφο φαινόμενο συμβαίνει κατά τους χειμερινούς μήνες όπου συγκρατούνται αρκετά μεγάλα ποσά θερμότητας μειώνοντας έτσι τις ανάγκες για θέρμανση και συνεπώς το κόστος [17, 18].

Μερικά ακόμα οφέλη που προσφέρει η εφαρμογή του είναι (όπως φαίνονται και στην εικόνα 2.20):

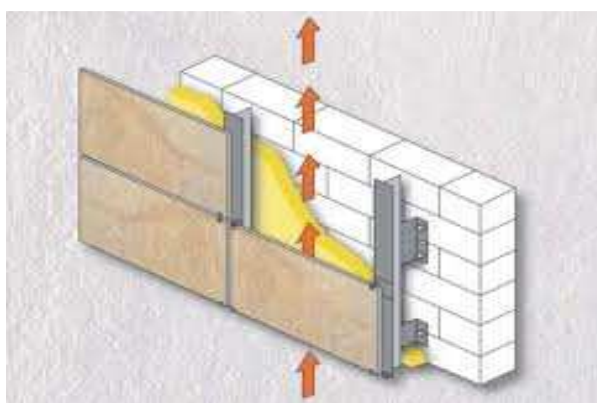
- Η πυρασφάλεια
- Μικρή διαπερατότητα από υγρασία
- Καλή ηχομόνωση
- Προσδίδει μια αισθητική αναβάθμιση στο κτίριο βελτιώνοντας την εξωτερική του όψη.



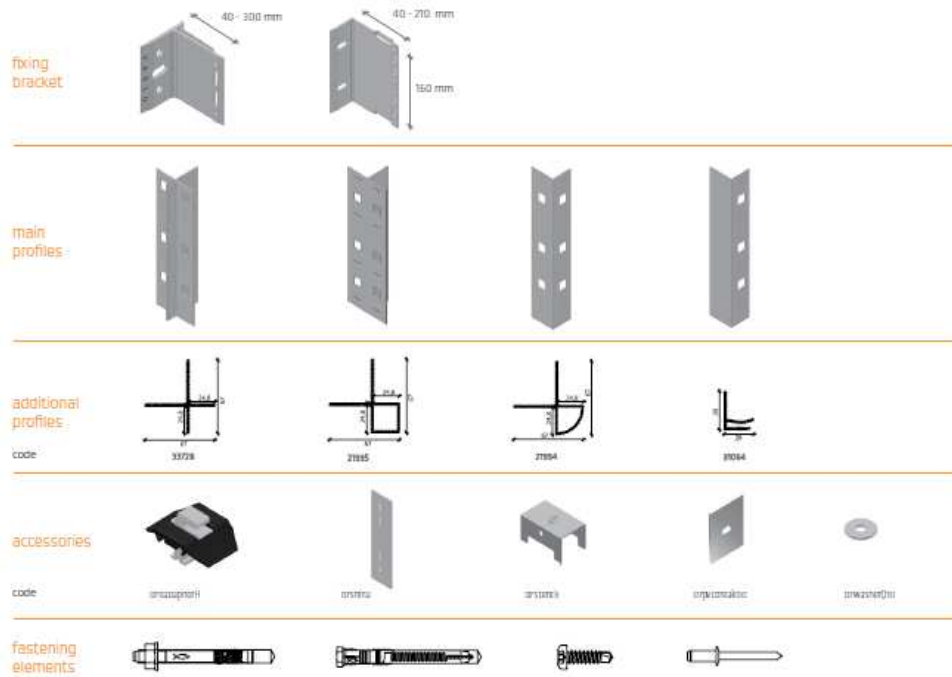
Εικόνα 2.20: Κύρια πλεονεκτήματα της αεριζόμενης τοιχοποιίας
(Πηγή: www.madeinetem.com)

2.1.5.1. Η εφαρμογή της εξωτερικής τοιχοποιίας

Ένας μεταλλικός σκελετός τοποθετείται πάνω στην τοιχοποιία πάνω στον οποίο θα στηριχθεί το προστατευτικό υλικό το οποίο μπορεί να είναι μάρμαρο, αλουμίνιο, διάφορα πάνελ, το οποίο αποτελεί την εξωτερική όψη του συστήματος και συνεπώς του κτιρίου (εικόνα 2.23 και 2.24). Τέλος οι θερμομονωτικές πλάκες γεμίζουν τα κενά του σκελετού (εικόνα 2.21). Στη συνέχεια δίνονται και κάποια από τα υλικά – τεχνικά χαρακτηριστικά που χρησιμοποιούνται κατά την εφαρμογή του (εικόνα 2.22) [19].



Εικόνα 2.21: Παράδειγμα εφαρμογής εξωτερικής τοιχοποιίας
(Πηγή: www.monosimacon.blogspot.com)



Εικόνα 2.22: Τεχνικά χαρακτηριστικά εξωτερικής τοιχοποιίας
(Πηγή: www.madeinetem.com)



Εικόνα 2.23: Εφαρμογές της αεριζόμενης τοιχοποιίας
(Πηγή: www.nbk.de)



Εικόνα 2.24: Υλικά κατασκευής ενός τύπου αεριζόμενης τοιχοποιίας
(Πηγή: www.nbk.de/innovations)

2.1.6. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΤΙΚΟΤΗΤΑ

2.1.6.1. Αυξημένη θερμομόνωση

- *Κουφώματα, παράθυρα.* Όλα τα κτίσματα παρουσιάζουν κάποιες θερμικές απώλειες, οι οποίες εντοπίζονται κυρίως (εκτός από τους παράγοντες των δομικών στοιχείων και τρόπων κατασκευής) στα τμήματα προσόψεων ενός κτιρίου. Τα παράθυρα και τα κουφώματα είναι απ' τα πιο εκτεθειμένα σημεία κελύφους ενός κτιρίου. Από μόνα τους δεν είναι δυνατόν να προσφέρουν την τέλεια θερμομόνωση αν δεν πληρούνται κάποιοι βασικοί δομικοί σχεδιασμοί. Μπορούν όμως να προσφέρουν την μέγιστη θερμομόνωση και ηχομόνωση σε συνδυασμό με ένα καλά ενεργειακά σχεδιασμένο κτίριο ή ακόμα μια σημαντική μείωση απωλειών θερμότητας και αύξηση κερδών σε ένα παλαιό, αρκετών χρόνων κτίριο. Τα κουφώματα αν και αποτελούν ένα σχετικά μικρό τμήμα του συνόλου του παραθύρου παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην στεγανότητα που μπορεί ένα κτίριο να έχει. Βασική προϋπόθεση για καλή θερμομόνωση είναι η διασφάλιση επαρκούς αεροστεγανότητας, η οποία προσφέρεται άμεσα από τα κουφώματα και τις υαλώσεις. Με την επιλογή κατάλληλων κουφωμάτων μπορούμε να εξαλείψουμε σε μεγάλα ποσοστά την μείωση των υδρατμών που σχηματίζεται στα πλαίσια των κουφωμάτων, την μείωση τιμών θερμοπερατότητας κατά 40-70%[19], καθώς και την μείωση μεταφοράς θερμότητας-ψύξης από το εξωτερικό περιβάλλον στο εσωτερικό. Επιπρόσθετα τα παράθυρα συντελούν και αυτά με την σειρά τους στην αεροστεγανότητα που προσδοκάται. Οι υαλώσεις οι οποίες καλύπτουν το μεγαλύτερο τμήμα του παραθύρου, είναι ένα δομικό υλικό που δεν παρουσιάζει μεγάλες θερμομονωτικές ιδιότητες(

δίνεται ότι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας είναι 5,8) [19]. Η ανάγκη για καλύτερες επιδόσεις και οι απαιτήσεις της αγοράς ώθησαν στην δημιουργία καινούριων τεχνολογιών και υλικών, προκειμένου να επιτευχθούν τα μέγιστα δυνατά αποτελέσματα τόσο στα παράθυρα όσο και στα κουφώματα.

- *Κατηγοριοποίηση.* Για τον διαχωρισμό των υαλώσεων και την επιλογή του αποτελεσματικότερου, βάσει των μειωμένων θερμικών απωλειών, χρησιμοποιούνται κάποια κύρια χαρακτηριστικά βάσει των οποίων αξιολογούνται:

- Solar factor g (Ηλιακός συντελεστής). Το ποσοστό της συνολικής ενέργειας ηλιακής ακτινοβολίας που μεταφέρεται μέσω της υάλωσης (το άθροισμα της απευθείας μεταφερόμενης ενέργειας, της απορροφημένης και της αντανακλώμενης προς το εσωτερικό). Επιδιώκεται να είναι όσο το δυνατόν πιο μικρή [20].
- Light transmission (Οπτική διαπερατότητα). Το ποσοστό του εξωτερικού φωτός που διαπερνά το τζάμι. Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό τόσο ωφέλιμο είναι γ ένα κτίριο [21].
- U-value (Συντελεστής θερμοπερατότητας). Είναι ένα μέτρο μεταφοράς θερμότητας εξαιτίας της θερμικής αγωγιμότητας και εξαιτίας της διαφοράς θερμοκρασίας του εσωτερικού με τον εξωτερικό αέρα. Όταν αυξάνεται η U-value τιμή, αυξάνεται και η μεταφερόμενη ποσότητα θερμότητας δια μέσου της υάλωσης. Όσο πιο μικρή τιμή πάρει, τόσο το καλύτερο [22].
- R-value (Συντελεστής θερμικής αντίστασης). ορίζεται η τιμή μέτρησης της θερμικής αντίστασης που χρησιμοποιείται στα κτίρια και την κατασκευαστική βιομηχανία. Όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός της τιμής αυτής, τόσο καλύτερα μονωμένο είναι ένα κτίριο [23]. Όταν τοίχος περιέχει παραπάνω από ένα υλικά, η τιμή R-value των υλικών, προστίθεται έτσι ώστε να υπολογισθεί το τελικό R-value.

Αυτό που χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα και είναι ίσως πιο χαρακτηριστικό-γνωστό για τον χαρακτηρισμό των υαλώσεων είναι ο συντελεστής θερμοπερατότητας. Βάση αυτού του συντελεστή τα παράθυρα μπορούν να χαρακτηριστούν σαν κοινά παράθυρα αν οι τιμές τους είναι >3,5, θερμομονωτικά παράθυρα αν οι τιμές τους κυμαίνονται από 2 - 3,5 ενώ θερμομονωτικά υψηλών αποδόσεων αυτά των οποίων οι τιμές είναι κάτω του 2 [24]. Κάποια παραδείγματα αυτών των τιμών φαίνονται στην εικόνα 2.25.

Πίνακας 2.1: Διάφοροι τύποι υαλώσεων και οι τιμές τους
(Πηγή: www.completehome.ie)

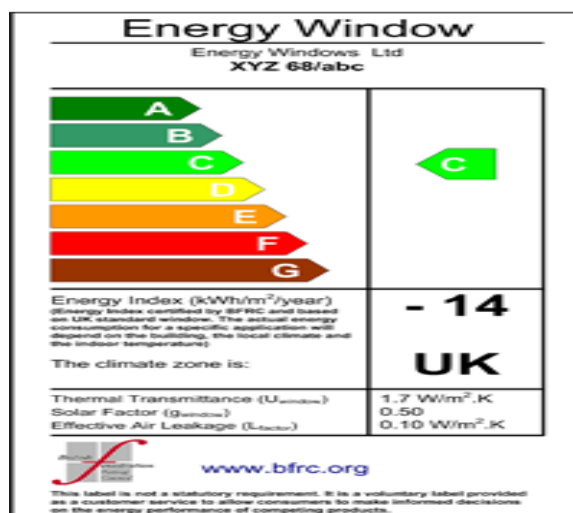
ΕΙΔΗ ΥΑΛΩΣΕΩΝ	ΤΙΜΕΣ U value (w/m ² K)
Μονή υάλωση	5,6
Διπλή υάλωση με κενό αέρα	2,8
Διπλή υάλωση με κενό αέρα αργού	2,6
Διπλή ενεργειακή υάλωση με κενό αέρα	1,8
Διπλή ενεργειακή υάλωση με κενό αέρα αργού	1,5

Με την ταξινόμηση αυτή είναι εύκολη η επιλογή του κατάλληλου θερμομονωτικού τρόπου επιλέγοντας ανάμεσα σε μονά τζάμια, διπλά τζάμια με κοιλότητα-κενό αέρα, διπλά τζάμια με κενό αργού αερίου, διπλά Τζάμια (low e-glass) με κενό αέρα και διπλά τζάμια (low e-glass) με κενό αργού αερίου. Γενικά οι υαλώσεις που έχουν μικρό συντελεστή θερμοπερατότητας παρουσιάζουν πιο εξελιγμένη τεχνολογία και κάποιες σημαντικές διακυμάνσεις στις τιμές σε σχέση με τα συμβατικά. Οι τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν προς το τέλος και οι οποίες παρουσιάζουν τους μικρότερους συντελεστές θερμοπερατότητας, είναι οι πιο καινούριες εφαρμογές. Οι συγκεκριμένες βασίζονται στην λειτουργία της υάλωσης της οποίας βασική αρχή είναι η διατήρηση της σταθερής θερμοκρασίας σε ένα χώρο, επιστρέφοντας την θερμότητα που προσπίπτει πάνω του στην πηγή από όπου προήλθε. Παράλληλα επιτρέπει την διέλευση του φωτός από το εξωτερικό περιβάλλον αλλά όχι την θερμότητα που παράγει το υπεριώδες φως. Γενικά όμως αξίζει να σημειωθεί ότι με την χρήση των πιο πρόσφατων τεχνολογιών όπως του διπλού τζαμιού επιτυγχάνεται μείωση στους λογαριασμούς εξόδων διότι μπορούν να εξοικονομηθούν έως και 160€ τον χρόνο. Λιγότερη εκπομπή CO₂ δεδομένου του ότι θα γίνεται λιγότερη χρήση καυσίμων. Περισσότερη θερμική άνεση, καλύτερη ηχητική μόνωση και μείωση υδρατμών λόγω της καλής στεγανότητας.

- *Θερμοδιακοπή.* Σύν τοις άλλους είναι πολύ σημαντικό εκτός από την επιλογή των υαλώσεων, βάση των κατηγοριών που προαναφέρθηκαν, να επιλεγεί και η καλύτερη δυνατή τεχνολογία στα κουφώματα. Στην περίπτωση των κουφωμάτων έχουμε μια μεγάλη γκάμα υλικών, αυτό που τα διαφοροποιεί όμως είναι η θερμομόνωση που μπορεί αυτά να έχουν. Η θερμοδιακοπή είναι ότι πιο γνωστό υπάρχει στην θερμομόνωση των κουφωμάτων. Είναι μια τεχνολογία κατά την οποία γίνεται χρήση πολυαμιδίου, ένα υλικό το οποίο είναι κακός αγωγός της θερμότητας και τοποθετείται μεταξύ του εσωτερικού και εξωτερικού προφίλ του

αλουμινίου[25]. Είναι αρκετά ανθεκτικό υλικό και βοηθάει σημαντικά στην στιβαρότητα των κουφωμάτων.

Τέλος αξίζει να σημειωθεί ότι σε χώρες όπως η Αγγλία για την σωστή επιλογή των κουφωμάτων και των υαλώσεων, εκτός από την κατηγοριοποίηση που γίνεται βάσει όλων των παραμέτρων που προαναφέρθηκαν πιο πάνω, γίνεται και μέσω ενός άλλου μοντέλου για περαιτέρω διευκόλυνση των αγοραστών κάτι που είναι ήδη γνωστό από την ενεργειακή ετικέτα των ηλεκτρικών συσκευών. Πρόκειται για την ίδια ενεργειακή ετικέτα η οποία όμως παρουσιάζει την ενεργειακή κλάση των υαλώσεων (εικόνα 2.25).



Εικόνα 2.25: Ενεργειακή ετικέτα παραθύρου (Πηγή: www.bfrc.org)

2.1.6.2. Παθητικά και ενεργητικά ηλιακά συστήματα

Εναλλακτικά συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας με λιγότερο χρηματικό κόστος και ενεργειακό. Συστήματα που αντιπροσωπεύουν την φιλοσοφία της οικολογικής δόμησης των κτιρίων.

❖ *Παθητικά συστήματα.* Είναι τεχνολογίες που χρησιμοποιούν το ηλιακό φως σαν ωφέλιμη ενέργεια χωρίς την ενεργή χρήση μηχανικών μέσων. Αυτές οι τεχνολογίες μετατρέπουν το ηλιακό φως σε χρήσιμη θερμότητα (νερό, αέρας, θερμική μάζα). Τα συστήματα αυτά εφαρμόζονται στο ίδιο το κτίριο και σε υλικά για την συλλογή, αποθήκευση και μεταφορά της θερμότητας [26]. Κάποια παραδείγματα εφαρμογής αυτής της μεθόδου είναι τα εξής:

1. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης. Οι τοίχοι αυτοί χρησιμοποιούν το ηλιακό φως για να θερμάνουν σπίτια ή επαγγελματικά μέρη από την ενέργεια του ήλιου. Συγκεκριμένα οι ηλιακοί αυτοί τοίχοι μπορούν να είναι κατασκευασμένοι από πέτρα, σκυρόδεμα, πλίνθα ή από μια σειρά σωλήνων νερού. Κάθε ένα από αυτά τα υλικά μπορεί να λειτουργήσει σαν θερμική μάζα και όταν συνδυάζεται με μονωτικά τζάμια εξωτερικά, τότε αυτοί οι τοίχοι αποτελεσματικά γίνονται θερμικοί ηλιακοί συλλέκτες [27].

2. Ηλιακό ζεστό νερό. Τα ηλιακά πάνελ ζεστού νερού αποτελούνται από σωλήνες γεμισμένους με νερό. Όταν αυτά τα πάνελ

εκτίθενται σε νότιους προσανατολισμούς στην οροφή ή στο έδαφος, τότε το νερό στους σωλήνες ζεσταίνεται από τον ήλιο. Αυτό μειώνει τα ποσά της ηλεκτρικής ενέργειας, φυσικού αερίου και προπανίου που χρειάζονται για την παραγωγή ζεστού νερού. Δεν είναι ακριβά σαν τεχνολογία και είναι κατάλληλα για αυτούς που έχουν αρκετή ηλιοφάνεια και μεγάλες απαιτήσεις σε ζεστό νερό (εικόνα 2.26) [28].



Εικόνα 2.26: Παράδειγμα οικίας με σύστημα ηλιακού ζεστού νερού
(Πηγή: www.sunplans.com)

3. Φωτοβολταϊκά. Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μετατρέπουν το ηλιακό φως σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακαριαία-στιγμιαία ή μπορεί να αποθηκευτεί σε μπαταρίες για να τροφοδοτήσει ένα μέρος ή το σύνολο ενός σπιτιού (εικόνα 2.27). Αυτό μειώνει την ανάγκη του ιδιοκτήτη για αγορά ηλεκτρικής ενέργειας από μια εταιρία-μονάδα παραγωγής. Τα συστήματα μπορούν να συνδεθούν στο υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο ή μπορούν να υπάρξουν σαν ξεχωριστές μονάδες με μεγάλες μπαταρίες για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία μπορεί να προσφερθεί χωρίς να είναι συνδεδεμένη στο δίκτυο. Πρέπει να αναφερθεί ότι σαν ξεχωριστές μονάδες κοστίζουν πιο ακριβά [29].



Εικόνα 2.27: Φωτοβολταϊκά πάνελ
(Πηγή: www.sunplans.com)

❖ *Ενεργητικά παθητικά συστήματα.* Είναι ηλιακές εφαρμογές οι οποίες χρησιμοποιούν ηλεκτρικά και μηχανικά μέσα(π.χ. αντλίες) για να συλλέξουν και να αποθηκεύσουν ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, ψύξη και παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Ενδεικτικά παραδείγματα της μεθόδου αυτής είναι: ο

ηλιακός συλλέκτης, ηλιακός συλλέκτης κενού και συνδυαστικά με ψύκτες προσρόφησης. Γενικά η λειτουργία του ηλιακού συλλέκτη βασίζεται στην ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει πάνω του, θερμαίνοντας το νερό που κυκλοφορεί μέσα του και βάσει της αρχής του θερμοσίφωνου, κινείται και θερμαίνεται το νερό [30].

2.2 Ηλεκτρικές συσκευές

Οι ηλεκτρικές συσκευές και κυρίως οι οικιακές, είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής του σύγχρονου ανθρώπου. Δημιουργήθηκαν για την διευκόλυνσή του και την εξυπηρέτησή του, και με το πέρασμα του χρόνου κερδίζουν όλο και πιο πολύ έδαφος στην ζωή του προσφέροντας του ακόμα περισσότερες τεχνολογίες για να διαλέξει. Τι γίνεται όμως με την κατανάλωση του ηλεκτρικού ρεύματος που αυτά καταναλώνουν; Αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό του συνόλου των λογαριασμών τόσο του ρεύματος, όσο και του νερού; Τόσο οι μικρές όσο και οι μεγάλες ηλεκτρικές συσκευές καταναλώνουν πολύ σημαντικά ποσοστά ηλεκτρικής ενέργειας προσδίδοντας ταυτόχρονα και στο περιβάλλον τεράστια ποσά διοξειδίου του άνθρακα(CO₂). Η ύπαρξη τους και η χρησιμοποίησή τους δεν μπορεί να σταματήσει αλλά και σε μερικές περιπτώσεις ούτε και να μειωθεί. Η δημιουργία ηλεκτρικών συσκευών χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης αποτέλεσε ένα σημαντικό βήμα για την τεχνολογία και μια ανάσα για το περιβάλλον.

2.2.1 Σήμανση ενεργειακής κατανάλωσης

Ένας ακόμη τρόπος να εξοικονομηθούν χρήματα και ηλεκτρική ενέργεια ενώ παράλληλα προστατεύεται το περιβάλλον είναι απλά η εξακρίβωση αν οι ηλεκτρικές συσκευές διαθέτουν ετικέτα ενεργειακής κατανάλωσης (εικόνα 2.28) [31]. Η ετικέτα είναι ένας χρήσιμος δείκτης για την αποδοτικότητα που έχει η συσκευή σε διάφορες κατηγορίες. Για την ενεργειακή σήμανση υπάρχουν 7 γράμματα, με αλφαβητική σειρά, τα οποία αποτελούν τις



Εικόνα 2.28: Παράδειγμα ενεργειακής ετικέτας πλυντηρίου (Πηγή: www.cres.gr)

διάφορες κλάσεις που μπορεί να έχει μια ηλεκτρική συσκευή. Ξεκινώντας πάντα από την περισσότερο αποδοτική και καταλήγοντας στην λιγότερο αποδοτική. Η κάθε κλίμακα αναφέρεται σε συγκεκριμένη κατανάλωση KWh γεγονός που διαχωρίζει μια συσκευή αποδοτική από μια άλλη μη αποδοτική. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα δίνονται πληροφορίες για την ενεργειακή κλάση που βρίσκεται, σε επίπεδο βαθμού πλούσιματος και βαθμού στυσίματος. Σημάνσεις όπως A+ ή A++ είναι σημάνσεις που υποδηλώνουν στην πρώτη περίπτωση εξοικονόμηση έως και 20% σε σχέση με την κλασσική κλάση A και στην δεύτερη έως και 40%.

2.2.2. Εξοικονόμηση ενέργειας και χρημάτων

Μέχρι σήμερα οι Δυτικές κοινωνίες ξοδεύουν ενέργεια αλόγιστα λόγω της ευκολίας στον τρόπο ζωής και πιθανότατα γιατί η ενέργεια που προσφέρεται είναι φθηνή. Για την αλλαγή αυτού του τρόπου ζωής τόσο από άποψη οικονομική όσο και από άποψη περιβαλλοντική, αρκεί να υιοθετηθούν κάποιοι τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας όπως θα παρουσιαστούν πιο κάτω.

✚ Πλυντήριο

Δίνονται οι καταναλώσεις (σε KWh) ενδεικτικά ενός πλυντηρίου και οι διαφορές ανάλογα με την επιλογή βαθμού πλύσης και ενεργειακής κλάσης.

Πίνακας 2.2: Kwh ανά πρόγραμμα/ενεργειακή κλίμακα
(Πηγή: www.cus.net)

<u>ΚΛΑΣΗ</u>	<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>	<u>E</u>	<u>F</u>
ΠΛΥΣΙΜΟ στους 90 ⁰	1.22	1.46	1.59	1.72	1.85	1.98
ΠΛΥΣΙΜΟ στους 60 ⁰ C	0.94	1.12	1.23	1.34	1.47	1. 0
ΠΛΥΣΙΜΟ στους 40 ⁰ C	0.56	.67	0.74	0.7	0.85	0.91

Έτσι για παράδειγμα ο υπολογισμός του κόστους ενέργειας για μια περίοδο δέκα χρόνων του πλυντηρίου θεωρώντας ότι ανήκει στην A κατηγορία και ο μέσος όρος επιλογής χρήσης είναι στους 60⁰C, τα στοιχεία που δηλώνονται και τα αποτελέσματα θα έχουν ως εξής: 0,95 KWh είναι η κλάση στην οποία ανήκει κάποιος και 4 είναι ενδεικτικά ο αριθμός πλυντηρίων που βάζει ανά εβδομάδα, έτσι το συνολικό ηλεκτρικό κόστος δέκα χρόνων θα είναι 322€ (εικόνα 2.29) [32].

Washing Machine Energy Cost Calculator

To calculate the energy cost over a 10 year period of your washing machine, simply input the energy consumption figure from the energy label and the typical number of washes per week and click calculate.

Select your energy consumption	<input type="text" value="0.95"/>
Select the number of weekly washes	<input type="text" value="4"/>
<input type="button" value="Calculate"/>	
Total 10 Year electricity cost :	€ 322 * Calculations based on average electricity prices as of September 2009

Εικόνα 2.29: Παράδειγμα υπολογισμού κόστους κατανάλωσης ενέργειας πλυντηρίου (Πηγή: www.seai.ie)

✚ Ψυγείο. Το ψυγείο είναι μια από τις αρκετά εργαζόμενες συσκευές διότι λειτουργεί 5 ώρες το 24ωρο και 7 μέρες την εβδομάδα. Οπότε είναι σημαντική η επιλογή ψυγείου χαμηλής κατανάλωσης. Για παράδειγμα ένα ψυγείο ενεργειακής κλάσης A+ ή A++ εξοικονομεί το χρόνο μέχρι και περίπου 45 € ενώ παράλληλα μειώνονται έως και 155kg CO₂ τον χρόνο, επιτυγχάνοντας χρηματικό και περιβαλλοντικό όφελος. Ένα ψυγείο A ενεργειακής κατανάλωσης έχει συνολικά κόστη ηλεκτρικής ενέργειας 10 χρόνων όπως αυτά φαίνονται στην εικόνα 2.30 [33].

Fridge Freezer Energy Cost Calculator

To calculate the energy cost over a 10 year period of your fridge/freezer, simply input the energy consumption figure from the energy label and click calculate.

Select your energy consumption	<input type="text" value="190"/>
<input type="button" value="Calculate"/>	
Total 10 Year electricity cost :	€ 310 * Calculations based on average electricity prices as of September 2009

Εικόνα 2.30: Παράδειγμα υπολογισμού κόστους κατανάλωσης ενέργειας ψυγείου (Πηγή: www.seai.ie)

✚ Κλιματιστικά. Τα κλιματιστικά όπως και οι συσκευές που προαναφέρθηκαν ανήκουν και αυτά σε διάφορες ενεργειακές κλάσεις ανάλογα με την κατανάλωση ενέργειας που αυτά καταναλίσκουν χωρίζοντας τα σε ενεργοβόρα και λιγότερο ενεργοβόρα. Υπάρχουν μεταξύ των άλλων δυο κύρια χαρακτηριστικά που συντελούν στην κατηγοριοποίηση αυτών των συσκευών. Οι συντελεστές αυτοί είναι το COP (coefficient of performance) και το EER (energy efficiency ratio) και γενικά όσο υψηλότερες είναι οι τιμές τους τόσο πιο αποδοτικά χαρακτηρίζονται. Πιο κάτω δίνονται πίνακες ως προς τις τιμές των COP και EER, βάσει της ενεργειακής κλάσης που το καθένα ανήκει (πίνακας 2.3 και 2.4).

- Ο συντελεστής αποδοτικότητας (COP) παρουσιάζει την σχέση μεταξύ της ισχύος εισόδου και εξόδου του ρεύματος [34].

$COP = \text{Btu of output produced} / \text{Btu of electricity used}$ [35]

- Ο βαθμός ενεργειακής απόδοσης (EER) χρησιμοποιείται για να εκφράσει την σχετική αποτελεσματικότητα της θέρμανσης ή της ψύξης μιας συσκευής διαιρώντας την ισχύ εξόδου θερμότητας ρεύματος δια της ισχύς εισόδου [34].

$EER = \text{Btu/hr of cooling capacity at } 95^{\circ}\text{F} / \text{Watts unit used at } 95^{\circ}\text{F}$ [35]

Πίνακας 2.3: Πίνακας τιμών COP ανάλογα με την ενεργειακή κλάση
(Πηγή: www.seai.ie)

Κλάση Ενεργειακής Αποδοτικότητας	Διαιρούμενες και πολυδιαιρούμενες συσκευές
A	$3.60 < COP$
B	$3.60 \geq COP > 3.40$
C	$3.40 \geq COP > 3.20$
D	$3.20 \geq COP > 2.80$
E	$2.80 \geq COP > 2.60$
F	$2.60 \geq COP > 2.40$
G	$2.40 \geq COP$

Πίνακας 2.4: Πίνακας τιμών EER ανάλογα με την ενεργειακή κλάση
(Πηγή: www.seai.ie)

Κλάση Ενεργειακής Αποδοτικότητας	Διαιρούμενες και πολυδιαιρούμενες συσκευές
A	$3.20 < EER$
B	$3.20 \geq EER > 3.00$
C	$3.00 \geq EER > 2.80$
D	$2.80 \geq EER > 2.60$
E	$2.60 \geq EER > 2.40$
F	$2.40 \geq EER > 2.20$
G	$2.20 \geq EER$

Όλες οι περιπτώσεις που προαναφέρθηκαν είναι οι ιδανικές περιπτώσεις για κάποιον που έχει την δυνατότητα αλλαγής των υπάρχοντων ηλεκτρικών συσκευών του ή την αγορά ηλεκτρικών συσκευών για την δημιουργία του καινούριου ενδεχομένου σπιτιού. Η αγορά ενεργειακά αποδοτικών συσκευών δεν αποτελεί την μόνη οδό για κάποιον που δεν μπορεί να αλλάξει τις συσκευές του (αν και θα ήταν το ιδανικό), αρκεί να ακολουθήσει κάποιες ενεργειακές συμβουλές, εφαρμόσιμες σε κάθε σπίτι για να εξοικονομήσει όσο το δυνατόν περισσότερα χρήματα.

Τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας [36]

- ✧ **Φωτισμός.** Τα φώτα θα πρέπει να είναι κλειστά όταν αποχωρεί κάποιος από ένα δωμάτιο. Είναι καλό να χρησιμοποιείται μικρός φωτισμός όταν

απαιτείται μικρός φωτισμός και να αποφεύγεται το άνοιγμα του κεντρικού φωτός του δωματίου. Συνιστάται η επιλογή λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης.

✧ *Υπολογιστής.* Η Ρύθμιση του υπολογιστή σε “λειτουργία εξοικονόμησης” βοηθά για την λιγότερη δυνατή κατανάλωση. Το σβήσιμο της οθόνης του υπολογιστή είναι απαραίτητο. Προτείνεται να κλείνει κανονικά ο υπολογιστής το βράδυ αντί να βρίσκεται σε αναστολή λειτουργίας γιατί έτσι εξοικονομείται έως και 25% απ’το ετήσιο συνολικό λογαριασμό.

✧ *Τηλεόραση.* Είναι αποδοτικό να κλείνεται η τηλεόρασή από το κεντρικό κουμπί γιατί αφήνοντάς το ανοιχτό καταναλώνεται η μισή περίπου ηλεκτρική ενέργεια απ’ όταν είναι κανονικά ανοιχτή η τηλεόραση.

✧ *Ψυγεία.* Είναι ωφέλιμο να γίνεται απόψυξη στο ψυγείο και την κατάψυξη τουλάχιστον κάθε 6 μήνες περίπου γιατί διαφορετικά αυξάνεται σημαντικά η κατανάλωση του σε ηλεκτρικό ρεύμα. Να μην παραμένει για πολύ ώρα η πόρτα του ψυγείου ανοιχτή και τέλος η βεβαίωση ότι δεν έχει τοποθετηθεί δίπλα σε συσκευές που εκπέμπουν θερμότητα π.χ. φούρνους και όχι εκτεθειμένα σε ηλιακή ακτινοβολία είναι απαραίτητη.

✧ *Πλυντήριο ρούχων.* Με τις νέες τεχνολογίες στα απορρυπαντικά η επιλογή των χαμηλότερων βαθμών π.χ. 30 ή 40 °C δεν είναι πρόβλημα για τους δύσκολους λεκέδες.

✧ *Μαγείρεμα.* Συνιστάται η χρησιμοποίηση των ανάλογων σκευών για τα ανάλογα μάτια της κουζίνας εξασφαλίζοντας πως δεν θα υπάρξει απώλεια θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Η αποφυγή ανοίγματος και κλεισίματος του φούρνου είναι σημαντική κατά το μαγείρεμα γιατί έτσι χάνεται κάθε φορά 20% θερμότητας.

2.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας

Οι Ήπιες μορφές ενέργειας ή ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ή νέες πηγές ενέργειας ή πράσινη ενέργεια, είναι μορφές εκμεταλλεύσιμης ενέργειας που προέρχονται από διάφορες φυσικές διαδικασίες, όπως ο άνεμος, η γεωθερμία, η ενέργεια του νερού και άλλες. Ο όρος «ήπιες» αναφέρεται σε δύο βασικά χαρακτηριστικά του. Καταρχάς, για την εκμετάλλευσή τους δεν απαιτείται κάποια ενεργητική παρέμβαση όπως εξόρυξη, άντληση ή καύση, όπως με τις μέχρι τώρα χρησιμοποιούμενες πηγές ενέργειας, αλλά απλώς η εκμετάλλευσή της ήδη υπάρχουσας ροής ενέργειας στη φύση. Δεύτερον, πρόκειται για «καθαρές» μορφές ενέργειας, πολύ φιλικές στο περιβάλλον, που δεν αποδεσμεύουν υδρογονάνθρακες, διοξείδιο του άνθρακα ή τοξικά και ραδιενεργά απόβλητα, όπως οι υπόλοιπες πηγές ενέργειας που χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα [37].

Πλεονεκτήματα [37]

- Φιλικές προς το περιβάλλον, έχοντας μηδενικά κατάλοιπα και απόβλητα
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής
- Επιδοτούνται από τις περισσότερες κυβερνήσεις

Μειονεκτήματα [37]

- Έχουν αρκετά μικρό συντελεστή απόδοσης, της τάξης του 30% ή και χαμηλότερο. Συνεπώς απαιτείται αρκετά μεγάλο αρχικό κόστος εφαρμογής σε μεγάλη επιφάνεια γης. Για αυτό το λόγο μέχρι τώρα χρησιμοποιούνται σαν συμπληρωματικές πηγές ενέργειας
- Για τον παραπάνω λόγο, προς το παρόν, δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για κάλυψη των αναγκών μεγάλων αστικών κέντρων
- Η παροχή και απόδοση της αιολικής, υδροηλεκτρικής και ηλιακής ενέργειας εξαρτάται από την εποχή του έτους αλλά και από το γεωγραφικό πλάτος και το κλίμα της περιοχής στην οποία εγκαθίσταται
- Για τις αιολικές μηχανές υπάρχει η άποψη ότι δεν είναι κομψές από αισθητική άποψη και ότι προκαλούν θόρυβο και θανάτους πουλιών. Με την εξέλιξη όμως της τεχνολογίας τους και την προσεκτικότερη επιλογή χώρων εγκατάστασης(π.χ. σε πλατφόρμες στην ανοιχτή θάλασσα) αυτά τα προβλήματα έχουν σχεδόν λυθεί

2.3.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας η οποία εκμεταλλεύεται την κινητική ενέργεια του ανέμου και παρέχει δυναμικό για μεγάλης κλίμακας παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με την χρήση ανεμογεννητριών χωρίς έκλυση αερίων υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου με μηδαμινές περιβαλλοντικές επιπτώσεις [38].

Καθώς οι κτιριακοί κανονισμοί απαιτούν όλο και πιο αποδοτικά ενεργειακά σπίτια, οι χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης και οι περισσότερο φιλικές προς το περιβάλλον τεχνολογίες, γίνονται ακόμα πιο σημαντικές [39].

2.3.1.1. Είδη οικιακών ανεμογεννητριών

Πριν την εφαρμογή ανεμογεννήτριας στο κτίριο θα πρέπει να γίνει μια αξιολόγηση της ταχύτητας του ανέμου, είτε μέσω πινάκων ταχύτητας ανέμων της κάθε περιοχής, είτε μέσω τοποθέτησης συστήματος παρακολούθησης ταχύτητας του ανέμου (για περίπου 3 μήνες η και παραπάνω αν είναι εφικτό) για την περιοχή στην οποία πρόκειται να τοποθετηθεί. Γενικά οι ανεμογεννήτριες διαφέρουν μεταξύ τους τόσο από άποψη μεγέθους όσο και

από άποψη ισχύος. Μπορεί να κυμαίνονται από μερικές εκατοντάδες Watt σε 2-3 megawatts. Οι συνηθισμένες οικιακές ανεμογεννήτριες κυμαίνονται στα 1-6 kilowatts [40].

- Μικρές ανεμογεννήτριες τοποθετημένες στην οροφή του κτιρίου-οπιτιού.

Αυτές οι ανεμογεννήτριες είναι καλό να μην τοποθετούνται αρκετά ψηλά για να αποφευχθούν προβλήματα έλξης και αναταράξεων του ανέμου που προκαλούνται. Παράλληλα είναι πιθανόν να υπάρξουν προβλήματα ήχου και κραδασμών τα οποία πρέπει να αντιμετωπιστούν (εικόνα 2.31 και 2.32) [40].



Εικόνα 2.31: Παράδειγμα ανεμογεννήτριας τοποθετημένης σε οροφή κτιρίου (Πηγή: www.aerodyndesign.com)



Εικόνα 2.32: Παράδειγμα ανεμογεννήτριας τοποθετημένης σε κτίριο (Πηγή: www.aerodyndesign.com)

- Μικρές ανεμογεννήτριες τοποθετημένες με προστιθέμενο κατάρτι, πάνω ή δίπλα ακριβώς από το σπίτι-κτίριο.

Είναι ανεμογεννήτριες οι οποίες μπορούν να τοποθετηθούν ή πάνω στο κτίριο ή δίπλα από το κτίριο στο οποίο θα προσφέρει ηλεκτρική ενέργεια (εικόνα 2.33). Σε περίπτωση που σε απόσταση 200m από την τοποθέτηση της ανεμογεννήτριας παρεμβάλλονται “εμπόδια” προτείνεται να τοποθετηθεί ένα κατάρτι ή πυργίσκος για την τοποθέτηση της. Όσο πιο ψηλά τοποθετείται τόσο πιο υψηλές θα είναι και οι τιμές του μέσου όρου ταχύτητας του ανέμου που θα επιτυγχάνεται [41].



Εικόνα 2.33: Παράδειγμα μικρής ανεμογεννήτριας με προστιθέμενο κατάρτι (Πηγή: www.alternate-energy-sources.com)

- Ανεξάρτητες ανεμογεννήτριες τοποθετημένες μακριά από το οικοδόμημα.

Είναι ανεμογεννήτριες που τοποθετούνται σε περιοχές εκτός δικτύου όπου η παροχή είναι ασύμφορη και δύσκολη πρακτικά (εικόνα 2.34). Συνήθως αυτές οι ανεμογεννήτριες παράγουν απευθείας συνεχές ρεύμα [42].



Εικόνα 2.34: Παράδειγμα ανεξάρτητης ανεμογεννήτριας
(Πηγή: www.scotland.gov.uk)

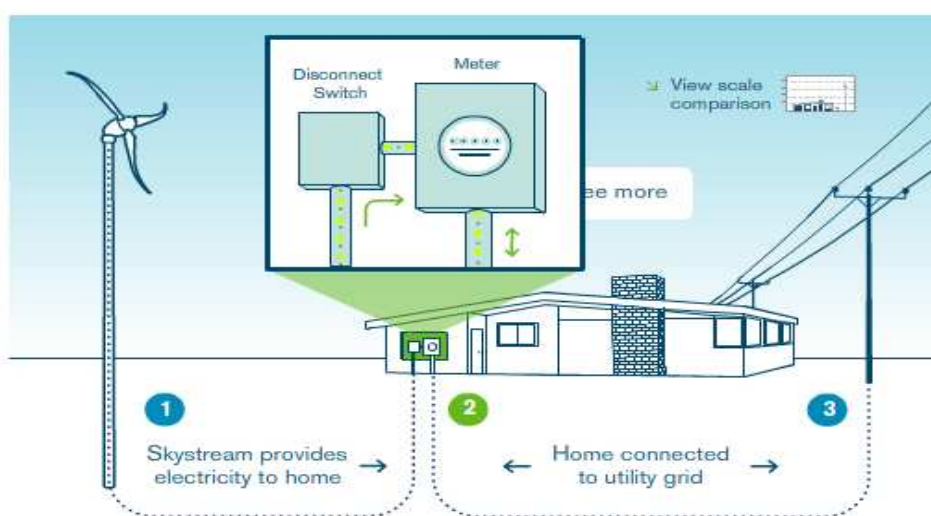
2.3.1.2. Τοπικές τιμές ισχύος διαφόρων ανεμογεννητριών και τρόπος λειτουργίας

Ανάλογα με τις ανάγκες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και με τον τύπο ανεμογεννήτριας που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί, οι τιμές τόσο σε παραγωγή ενέργειας αλλά και σε παραγωγή CO₂ ποικίλουν όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 2.4.

Πίνακας 2.5: Τιμές ισχύος ανεμογεννήτριας και ποσά εξοικονόμησης CO₂
(Πηγή: www.smallwindgenerators.co.uk)

Μικρή ανεμογεννήτρια (Kw)	Μέσος όρος παραγωγής ηλ. ενέργειας το χρόνο (Kwh)	Εξοικονόμηση παραγωγής CO ₂ τον χρόνο (Kg)
1,5	3,942	3,39
5	13,14	11,3
15	39,42	33,9

Επιπρόσθετα, αρκεί να σημειωθεί ότι ένας μέσος όρος κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σπιτιού τον χρόνο κυμαίνεται στα 4,706 Kwh. Ο ενδεικτικός τρόπος λειτουργίας ενός συστήματος ανεμογεννήτριας δίνεται στην εικόνα 2.35. Συγκεκριμένα η ανεμογεννήτρια λειτουργεί παράλληλα με την εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας. Έτσι σε περίπτωση μειωμένων ή μηδανιών ανέμων η τροφοδοσία του σπιτιού γίνεται από την εταιρία ηλεκτρικής ενέργειας. Διαφορετικά όταν έχει αέρηδες με την κίνηση που προκαλείται στην ανεμογεννήτρια παράγεται ηλεκτρική ενέργεια αθόρυβη και καθαρή, η οποία παρέχεται στο σπίτι. Όταν η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της ανεμογεννήτριας είναι περισσότερη από τις ανάγκες του εκάστοτε σπιτιού, τότε ο μετρητής ουσιαστικά λειτουργεί ανάποδα δηλαδή δίνει-πουλάει ένα ποσό παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στην εταιρία που παράγει ηλεκτρική ενέργεια [43].



Εικόνα 2.35: Τρόπος λειτουργίας συστήματος ανεμογεννήτριας με το κεντρικό δίκτυο

(Πηγή: www.skystreamenergy.com)

2.3.2. ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διαφόρων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον Ήλιο. Όπως το φώς, η φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα, η θερμική ενέργεια και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια πρακτικά στο σύνολο της είναι ανεξάντλητη επειδή προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Όσον αφορά την εκμετάλλευσή της ηλιακής ενέργειας, χωρίζεται σε τρεις κύριες κατηγορίες εφαρμογών: τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και τα φωτοβολταϊκά συστήματα [44].

- Φωτοβολταϊκά συστήματα

Είναι συστήματα τα οποία αξιοποιούν την ηλιακή ενέργεια μετατρέποντάς την άμεσα σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω μιας ηλεκτρονικής διάταξης, η οποία ονομάζεται φωτοβολταϊκό κύτταρο ή φωτοβολταϊκή κυψέλη. Τα συστήματα αυτά μπορούν να τοποθετηθούν σε τοίχους ή οροφές, κάθετα ή οριζόντια. Οι κατηγορίες στις οποίες χωρίζονται ποικίλουν ανάλογα με το υλικό και τις αποδόσεις που αυτά προσφέρουν. Συνήθως κάθε κύτταρο αποτελείται από 1-2 στρώσεις ημιαγωγού υλικού, που συνήθως είναι πυρίτιο. Παράλληλα η ισχύς-δύναμη ενός κυττάρου μετριέται σε kilowatt peak (KWp) και είναι ουσιαστικά η ποσότητα ενέργειας που παράγει ένα κύτταρο σε μια ηλιόλουστη μέρα.

Πιο αναλυτικά φαίνονται πιο κάτω (πίνακας 2.6) τα είδη των φ/β βάσει του υλικού κατασκευής, τις αποδόσεις τους, τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα που αυτά εκπέμπουν.

Πίνακας 2.6: Πίνακας με στοιχεία φωτοβολταϊκών πανέλων
(Πηγή: www.sgenergy.com.gr)

Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών				
ΤΥΠΟΣ	'Άετρου υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά	'Υβριδικά'
Εμφάνιση				
Απόδοση	Αμορφο: 5-7% CIS: 7-10%	11-14%	13-16%	16-17%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	10-20 m ²	8-10 m ²	7-8 m ²	6-7 m ²
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp) (μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)	1.300-1.400	1.300	1.300	1.350
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m ²) (μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)	65-140	130-160	160-185	190-225
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg CO ₂ ανά kWp)	1.380-1.485	1.380	1.380	1.435

2.3.2.1. Οφέλη από την χρήση φωτοβολταϊκών συστημάτων

Τα οφέλη από την χρήση φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητη μιας και είναι από τις πολλά υποσχόμενες τεχνολογίες στο χώρο του περιβάλλοντος, κερδίζοντας συνέχεια θέση στην παγκόσμια αγορά και κάνοντας την έτσι την πιο γνωστή τεχνολογία ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που κάθε παραγόμενη κιλοβατώρα συνεπάγεται αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού CO₂ στην ατμόσφαιρα [45].

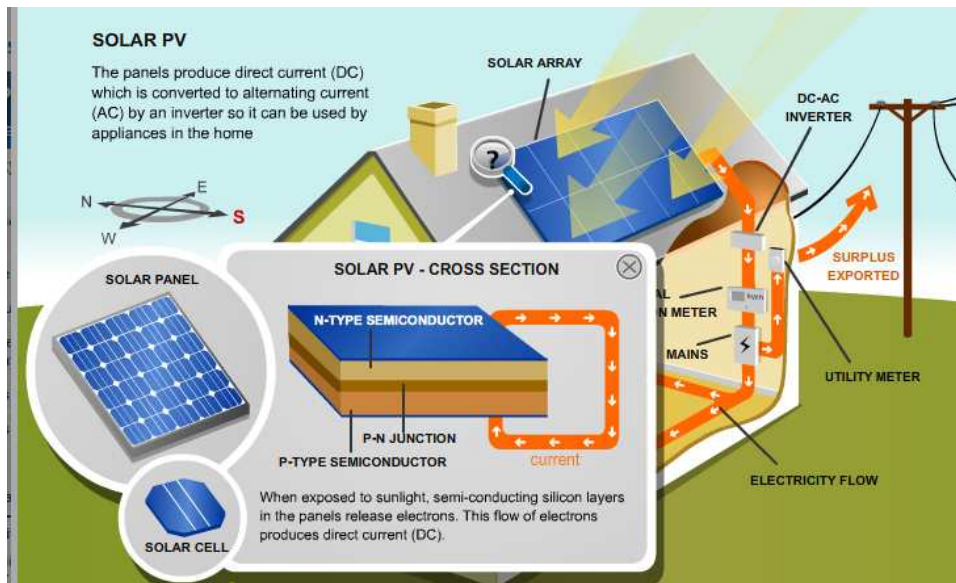
- Μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι καθαρή και κατά την παραγωγή της δεν εκλύονται στην ατμόσφαιρα αέρια υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου όπως το CO₂ αλλά και άλλα επικίνδυνα αέρια. Με την χρησιμοποίηση αυτών των συστημάτων εξοικονομείται περίπου 1 τόνος CO₂ τον χρόνο ή περίπου 25 τόνοι για όλη του την ζωή [46].
- Εξοικονόμηση χρημάτων. Η εφαρμογή τους συντελεί στην μείωση του κόστους της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται με συμβατικό τρόπο δεδομένου του ότι εξασφαλίζουν τα φωτοβολταϊκών έως και το 40% της ανάγκης για ηλεκτρική ενέργεια τον χρόνο. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι αυτά τα συστήματα μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια καθ' όλη την διάρκεια του έτους ακόμα και όταν δεν υπάρχει ηλιοφάνεια και υπάρχει απλή αντηλιά ή συννεφιά [46].
- Υπάρχει παράλληλα και η δυνατότητα κέρδους από την “πώληση” ηλεκτρικού ρεύματος στο συμβατικό δίκτυο παραγωγής ενέργειας, στην περίπτωση που οι ανάγκες μας σε σχέση με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι λιγότερες [46].
- Δημιουργούνται από υλικά φιλικά προς το περιβάλλον, είναι αθόρυβα και παρουσιάζουν χρόνο ζωής 30 χρόνια [46].

2.3.2.2. Κόστη εφαρμογής φ/β και τρόπος λειτουργίας

Το κόστος εφαρμογής φωτοβολταϊκών συστημάτων αλλά και η αποδοτικότητα ποικίλουν, όπως προαναφέρθηκε, ανάλογα από το είδος των κυττάρων και το μέγεθος και την έκταση εφαρμογής τους. Για την κατανόηση της επιλογής συστήματος ανάλογα με την έκταση και τα watt δίνεται ο πίνακας 2.7 που ακολουθεί. Αναλυτικά για την παραγωγή 2,000watt ενός αποδοτικού συστήματος 12% χρειάζονται 200 τετραγωνικά πόδια (δίνεται ότι το 1 τετραγωνικό πόδι-square feet = 0,09290304 m²). Ο τρόπος λειτουργίας των συστημάτων αυτών στην πράξη περιγράφεται μέσω των εικόνων 2.36 και 2.37 που ακολουθεί [47].

Πίνακας 2.7: Πίνακας υπολογισμού τετραγωνικών μέτρων σε σχέση με τα απαιτούμενα Watt (Πηγή: www.energysavers.gov)

Roof Area Needed in Square Feet							
PV Module Efficiency (%)	PV Capacity Rating (Watts)						
	100	250	500	1,000	2,000	4,000	10,000
4	30	75	150	300	600	1,200	3,000
8	15	38	75	150	300	600	1,500
12	10	25	50	100	200	400	1,000
16	8	20	40	80	160	320	800



Εικόνα 2.36: Τρόπος λειτουργίας συστήματος φωτοβολταϊκών
(Πηγή: www.energysavingtrust.org.uk)

Καθώς η ηλιακή ακτινοβολία προσπίπτει πάνω στα πάνελ απορροφάται. Ένα από τα υλικά από τα οποία είναι φτιαγμένο το πάνελ είναι όπως προαναφέρθηκε, οι 1-2 στρώσεις ημιαγωγού υλικού συνήθως πυριτίου. Το υλικό αυτό όταν εκτίθεται στην ηλιακή ακτινοβολία ελευθερώνει ηλεκτρόνια των οποίων η ροή είναι υπεύθυνη για την παραγωγή άμεσου συνεχές ρεύματος. Στην συνέχεια το συνεχές ρεύμα κατευθύνεται στον inverter ο οποίος μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο και έπειτα περνάει από τον μετρητή και διοχετεύει το ρεύμα στο σπίτι για την κάλυψη των αναγκών του. Παράλληλα υπάρχει και ένας μετρητής δικτύου εξωτερικής παροχής ο οποίος χρησιμεύει στις περιπτώσεις όπου έχει παραχθεί περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια απ' ότι χρειάζεται για την κάλυψη των αναγκών του σπιτιού, ουσιαστικά δίνεται προς πώληση το περισσευόμενο ηλεκτρικό ρεύμα.



Εικόνα 2.37: Τρόπος λειτουργίας συστήματος φωτοβολταϊκών
(Πηγή: www.energysavingtrust.org.uk)

2.3.3. ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ

Βιοενέργεια είναι η ενέργεια που προέρχεται από την βιομάζα. Στην ουσία βιοενέργεια είναι η αξιοποίηση της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία έχει δεσμευτεί στην βιομάζα κατά την διάρκεια της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης. Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης χρησιμοποιεί ηλεκτρική ενέργεια για να συνδυάσει διοξείδιο του άνθρακα, από την ατμόσφαιρα, με νερό και διάφορα θρεπτικά συστατικά από το έδαφος για να παράγει φυτική ύλη-βιομάζα. Γι' αυτό συγκαταλέγεται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας [48].

- **Βιομάζα.** Η βιομάζα είναι το κύριο συστατικό της βιοενέργειας. Είναι οργανική ύλη και είναι συνήθως φυτική ύλη αλλά μπορεί να είναι και ανακυκλώσιμο ξύλο, κοπριές, γεωργικά υπολείμματα και απόβλητα γεωργικών ειδών διατροφής, απόβλητα-κατάλοιπα δασοκομίας και συναφών βιομηχανιών, προϊόντα από την παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών κ.α [48].
- **Βιοκαύσιμο.** Είναι το καύσιμο που παρέχει ενέργεια έχοντας σαν πρώτη του ύλη την βιομάζα. Τα είδη του βιοκαυσίμου μπορούν να είναι τα εξής:
 - Στερεό βιοκαύσιμο όπως οι ξύλινα συσσωματώματα και ροκανίδια (ενέργεια ξύλου).
 - Υγρό βιοκαύσιμο όπως το βιοντίζελ που χρησιμοποιείται στα οχήματα [48].
- Η ενέργεια ξύλου είναι μια καινούρια τεχνολογία αρκετά εφαρμόσιμη στον οικιακό τομέα και πολύ διαδεδομένη κυρίως στις βόρειες ευρωπαϊκές χώρες. Κάποιες από τις εφαρμογές αυτής της οικολογικής τεχνολογίας για την εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων αλλά και χρημάτων είναι: είναι οι οικιακές εθρές των 50kW [49].

- Οι σόμπες-θερμάστρες είναι κατάλληλες σαν συσκευές θέρμανσης ενός μόνου χώρου ή και με δυνατότητες κεντρικής θέρμανσης χώρου και νερού. Μια λιγότερο συχνή μορφή παρέχει θερμότητα δωματίου και διοχέτευση θερμαινόμενου αέρα σε διπλανά δωμάτια (εικόνα 2.38).



Εικόνα 2.38: Παράδειγμα συσκευής θέρμανσης σόμπας-θερμάστρας (Πηγή: www.seai.ie)

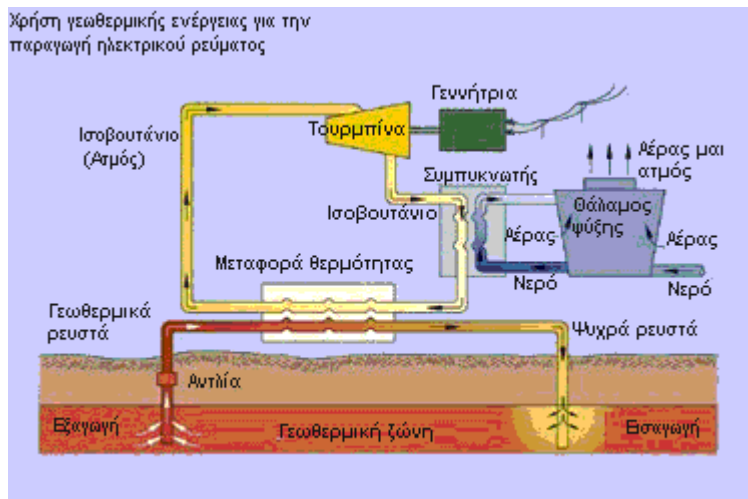
- Τα μπόιλερ γενικά βρίσκονται σε ένα ειδικό δωμάτιο λεβητοστασίου όπως ένας συμβατικός λέβητας και χρησιμοποιούνται ως κεντρικά συστήματα τόσο για θέρμανση όσο και για παραγωγή ζεστού νερού (εικόνα 2.39).



Εικόνα 2.39: Παράδειγμα συστήματος boiler (Πηγή: www.seai.ie)

2.3.4. ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

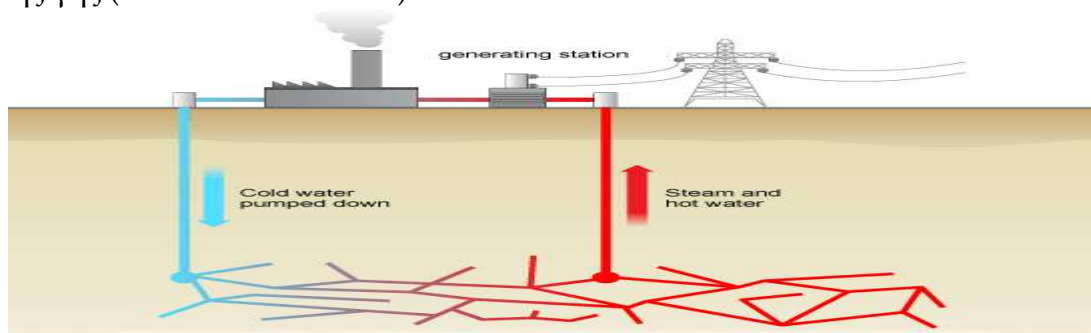
Γεωθερμική ενέργεια είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που πηγάζει από το εσωτερικό της γης. Μεταφέρεται στην επιφάνεια με θερμική επαγωγή και με την είσοδο στο φλοιό της γης λειωμένου μάγματος από τα βαθύτερα στρώματά της (εικόνα 2.40) [50].



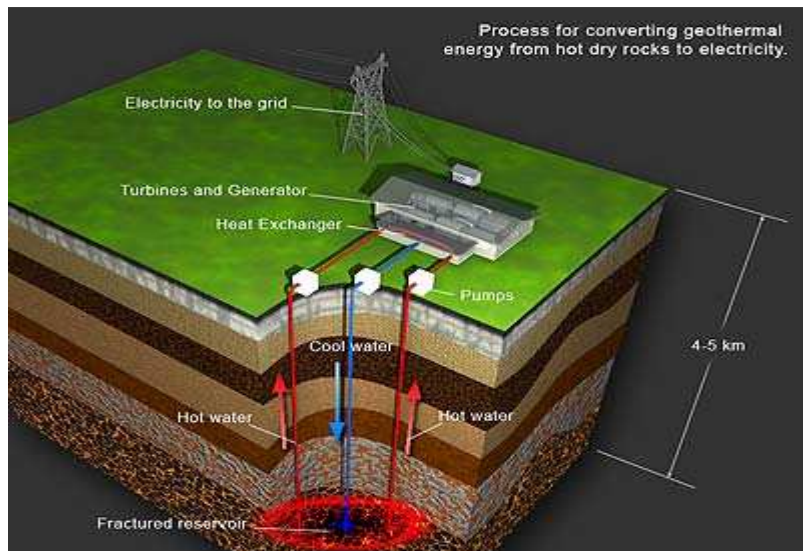
Εικόνα 2.40: Τρόπος λειτουργίας του συστήματος αξιοποίησης της γεωθερμικής ενέργειας για παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος (Πηγή: kpe-kastor.kas.sch.gr)

Για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος, ζεστό νερό σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 150°C έως 370°C μεταφέρεται με γεωτρήσεις από υπόγειες δεξαμενές σε ειδικές δεξαμενές και με την απελευθέρωση της πίεσης μετατρέπεται σε ατμό. Ο ατμός διαχωρίζεται από τα ρευστά και τροφοδοτεί τουρμπίνες που κινούν γεννήτριες. Τα γεωθερμικά ρευστά διοχετεύονται σε περιφερειακά τμήματα της δεξαμενής για να βοηθήσουν να διατηρηθεί η πίεση.

Δυο θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν ότι είναι οι κύριες εφαρμογές της γεωθερμικής ενέργειας. Η πρώτη αναφέρεται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας βασισμένη στην χρήση θερμότητας της γης όπως είναι για παράδειγμα η θέρμανση θερμοκηπίων και κτιρίων. Αυτή η θερμότητα μπορεί να προέρχεται από τα γεωθερμικά γκάζια που φθάνουν με φυσικό τρόπο ως την επιφάνεια της γης ή με γεώτρηση στο φλοιό της γης σε περιοχές που η θερμότητα βρίσκεται αρκετά κοντά στην επιφάνεια. Αυτές οι πηγές είναι συνήθως από μερικές εκατοντάδες μέχρι 3000 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης (εικόνα 2.41 και 2.42).

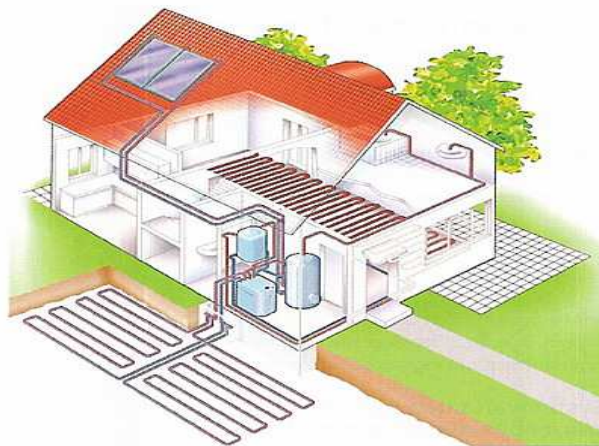


Εικόνα 2.41: Τρόπος που ένας ηλεκτρικός σταθμός παράγει ενέργεια (Πηγή: www.bbc.co.uk)

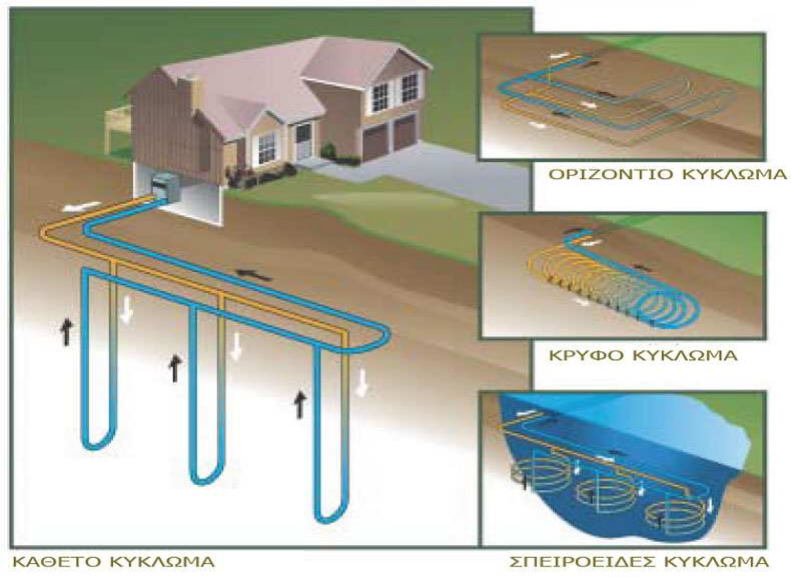


Εικόνα 2.42: Διαδικασία μετατροπής της γεωθερμικής ενέργειας σε ηλεκτρισμό
(Πηγή: www.energysolve.ie)

Η δεύτερη αναφέρεται στην εκμετάλλευση των θερμικών μαζών εδάφους ή υπόγειων υδάτων για να κινήσουν θερμικές αντλίες για εφαρμογές θέρμανσης και ψύξης (εικόνα 2.43 και 2.44).



Εικόνα 2.43: Παράδειγμα αξιοποίησης των θερμικών μαζών για χρήσεις θέρμανσης και ψύξης
(Πηγή: www.greekarchitects.gr)



Εικόνα 2.44: Αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας για θέρμανση
(Πηγή: www.dewitonenergy.blogspot.com)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Όλοι οι θεσμοθετημένοι γραπτοί κανόνες δικαίου οι οποίοι τις περισσότερες φορές εναρμονίζονται με το νομοθετικό πλαίσιο που διέπει την Ευρωπαϊκή Ένωση, ρυθμίζουν και βοηθούν στην παραγωγή αποφάσεων σε διάφορους τομείς. Οι Κοινοτικές Οδηγίες, οι Κανονισμοί, οι Νόμοι και οι Αποφάσεις, έχουν σαν στόχο να προάγουν, να ρυθμίσουν και να αναπτύξουν μέτρα για την καλύτερη και αποδοτικότερη λειτουργία ορισμένων θεμάτων. Με την σειρά του και ο περιβαλλοντικός τομέας διέπεται από νομοθετικό πλαίσιο το οποίο αναφέρεται τόσο σε θέματα του κτιριακού τομέα σε ότι περιλαμβάνει αυτός καθώς και σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας ηλεκτρικών συσκευών και ανάπτυξης ανανεώσιμων τεχνολογιών.

ΝΟΜΟΙ, ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΕΚ ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ	ΤΙΤΛΟΣ	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ
ΚΤΙΡΙΑΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ		
1. Ν. 3661/08 ΦΕΚ Α' 89	Ενεργειακή απόδοση κτιρίων και άλλες διατάξεις [51]	Προβλέπει την έκδοση Κανονισμού Ενεργειακής Απόδοσης των κτιρίων και διακρίνει πέντε βασικές θεματικές ενότητες, σχετικά με τον καθορισμό των ελάχιστων απαιτήσεων ενεργειακής απόδοσης.
		Άρθρο 3: στην μέθοδο υπολογισμού της ενεργειακής απόδοσης
		Άρθρο 4,5: νέων και υφιστάμενων κτιρίων
		Άρθρο 6: στην έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης
		Άρθρο 7,8: στις επιθεωρήσεις λεβήτων και εγκαταστάσεων κλιματισμού
		Άρθρο 9: πρόβλεψη ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών

<p>2. ΚΥΑ Δ6/Β/οικ. 5825/30-3-2010 ΦΕΚ Β' 407</p>	<p>Εφαρμογή του κανονισμού ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) [52]</p>	<p>Με τον Κανονισμό Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) που εγκρίθηκε με την Κοινή Απόφαση των Υπουργών Οικονομικών και Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής, ολοκληρώνεται το πλαίσιο των αναγκαίων κανονιστικών ρυθμίσεων για την πλήρη εφαρμογή του Ν.3661/2008, όπως τροποποιήθηκε με το άρθρο 10 του Ν.3851/2010, για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.</p>
<p>3. Ν.3818/2010 ΦΕΚ 17 16/2/2010</p>	<p>Ειδική υπηρεσία επιθεωρητών ενέργειας- Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ. [53]</p>	<p>Άρθρο 6: Σύσταση Ειδικής Γραμματείας Επιθεώρησης Περιβάλλοντος και Ενέργειας(Ε.Γ.Ε.Π.Ε.) και Ε.Υ.ΕΠ.ΕΝ., υπεύθυνη για την τήρηση, τον έλεγχο και τη διατήρηση του ηλεκτρονικού μητρώου Ενεργειακών Επιθεωρητών και του Αρχείου Επιθεωρήσεως Κτιρίων(Ενεργειακών Πιστοποιητικών, Εκθέσεις Επιθεωρήσεων), για την παρακολούθηση της επίτευξης των εθνικών στόχων εξοικονόμησης ενέργειας και βελτίωσης της ενεργειακής απόδοσης, καθώς και την εφαρμογή των μέτρων για την μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων.</p>
<p>4. EN 14351-1</p>	<p>Νέος Ευρωπαϊκός νόμος για τα κούφωματα (Ισχύει αποκλειστικά αυτός από 1/2/2010) [54]</p>	<p>Αναφέρεται σε παράθυρα κάθετα και οροφής, εξωτερικές πόρτες (συμπεριλαμβανονται γυάλινες πόρτες, πόρτες έκτακτης ανάγκης) και κούφωματα που ενώνονται μεταξύ τους, δηλώνοντας συμμόρφωση στις εξής υποχρεωτικές ιδιότητες: αντοχή στην ανεμοπίεση, στεγανότητα (Α) στη βροχή, αντοχή στη κρούση, αντοχή ασφαλούς λειτουργίας, ηχομόνωση, συντελεστής θερμικής διαπερατότητας, ιδιότητες στην ακτινοβολία, αεροστεγανότητα, επικίνδυνες ουσίες.</p>

<p>5. ΑΠΟΦΑΣΗ- Δ14/50504/02 ΦΕΚ-537/Β/1-5- 02</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: <i>κοινά τσιμέντα</i> [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>
<p>6. ΑΠΟΦΑΣΗ- 6310/41/06 ΦΕΚ-427/Β/7-4- 06</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: πρόσθετα σκυροδέματος, κονιαμάτων και ενεμάτων [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>
<p>7. ΑΠΟΦΑΣΗ- 5328/122 ΦΕΚ- 386/Β/20.3.2007</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: αδρανή δομικών εργων [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>

<p>8. ΑΠΟΦΑΣΗ- οικ. 15914/340 ΦΕΚ- 1557/Β/17.8.2007</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: στοιχεία τοιχοποιίας [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>
<p>9. ΑΠΟΦΑΣΗ- οικ. 18174/393 ΦΕΚ 1870/Β/14.9.2007</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: δομική άσβεστος [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>
<p>10. ΑΡΙΘΜ. 12395/407 ΦΕΚ 1794/Β/28.8.2009</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: επιχρίσματα τοιχοποιίας [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>
<p>11. ΑΡΙΘΜ. 12396/408 ΦΕΚ 1794/Β/28.8.2009</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: κονιάματα τοιχοποιίας [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>

<p>12. ΑΠΟΦΑΣΗ-9451/208/07 ΦΕΚ-815/Β/24-5-07</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: θερμομονωτικά προϊόντα [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>
<p>13. ΑΡΙΘΜ. 12398/410</p>	<p>Υποχρεωτική τοποθέτηση CE σε δομικά υλικά βάσει ελληνικής νομοθεσίας: εξώφυλλα και εξωτερικές περσίδες [55]</p>	<p>Εναρμόνιση χαρακτηριστικών βάσει Ευρωπαϊκών προδιαγραφών</p>
ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ		
<p>1. N.3855/2010 ΦΕΚ Α 95/23.06.2010</p>	<p>Βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης κατά την τελική χρήση, ενεργειακές υπηρεσίες και άλλες διατάξεις (κυρίως άρθρ. 8) [56]</p>	<p>Καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης, επιβάλλει την έκδοση πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης και προβλέπει τις επιθεωρήσεις λεβήτων, εγκαταστάσεων κλιματισμού και κτιριακού κελύφους μέσω ειδικευμένων και διαπιστευμένων ενεργειακών επιθεωρητών.</p>
<p>2. ΚΥΑ Δ6/Β/14826 17-6-2008 ΦΕΚ 1122</p>	<p>Επίπεδα φωτισμού χώρων κτιρίου [57]</p>	<p>Επίπεδα φωτισμού χώρων κτιρίου σύμφωνα με το πρότυπο EN 12464-1:2002</p>
<p>3. Κοινωνική Οδηγία 98/11/ΕΓ</p>	<p>Ταξινόμηση οικιακών λαμπτήρων (βιοθετήθηκε από την Ελληνική νομοθεσία τον Σεπτέμβριο του 1999) [58]</p>	<p>Νομικό πλαίσιο ταξινόμησης των οικιακών λαμπτήρων για οικιακή χρήση</p>

<p>4. ΠΔ 180 ΦΕΚ 114/07.07.1994</p>	<p>Ορίζεται το γενικό πλαίσιο ενεργειακής σήμανσης (συμμόρφωση κοινοτικής οδηγίας 2002/31/EC 22.03.2002) [59]</p>	<p>Σκοπός της παρούσας απόφασης είναι η συμμόρφωση προς την οδηγία των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 2002/31/ΕΚ και η εφαρμογή του Π.Δ. 180/1994, αναφορικά με την ένδειξη κατανάλωσης ενέργειας για τις οικιακές κλιματιστικές συσκευές. Η παρούσα απόφαση εφαρμόζεται στις συνδεδεμένες με το ηλεκτρικό δίκτυο οικιακές κλιματιστικές συσκευές όπως ορίζεται στα ευρωπαϊκά πρότυπα EN 255-1, EN 814-1. Δεν εφαρμόζεται σε συσκευές που είναι δυνατόν να καταναλώνουν ενέργεια και από άλλες πηγές, συσκευές αέρα-νερού και νερού-νερού, μονάδες με ισχύ εξόδου μεγαλύτερη από 12kW.</p>
<p>5. ΚΥΑ Δ6/Β/14826</p>	<p>Μέτρα για την βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης στον δημόσιο τομέα [60]</p>	<p>Στην απόφαση αυτήν καθορίζονται προδιαγραφές και κανονισμοί για τον έλεγχο και την συντήρηση των συστημάτων θέρμανσης-ψύξης των κτιρίων που στεγάζουν υπηρεσίες του δημόσιου και του ευρύτερου δημόσιου τομέα καθώς και προδιαγραφές για τις εσωτερικές συνθήκες φωτισμού που θα πρέπει να επικρατούν σε αυτά.</p>
<p>ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</p>		
<p>1. Ν.3851/2010 ΦΕΚ 85/04.06.2010</p>	<p>Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του ΥΠΕΚΑ [61]</p>	<p>Νόμος του οποίου η εφαρμογή αφορά σε θέματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (φωτοβολταϊκά συστήματα σε στέγες και σε γήπεδα, οικόπεδα και αγροτεμάχια. Ο νόμος αυτός έχει σημαντικές αλλαγές στην διαδικασία αδειοδότησης των Φωτοβολταϊκών συστημάτων δεν απαιτείται οικοδομική άδεια αλλά έγκριση εργασιών δόμησης μικρής κλίμακας από την αρμόδια Διεύθυνση Πολεοδομίας.</p>

<p>2. Ν.3734/2009</p>	<p>Νέος νόμος και ρυθμίσεις για φωτοβολταϊκά και ΑΠΕ [62]</p>	<p>Πρώθηση στην συμπαραγωγή δίο ή και περισσότερων χρήσιμων μορφών ενέργειας, ρύθμιση ζητημάτων σχετικά με το Υδροηλεκτρικό έργο Μεσόχωρας και άλλες διατάξεις, ρυθμίσεις για ΑΠΕ και Φωτοβολταϊκά.</p>
<p>3. Κοινοτική οδηγία (Directive) 2001/77/EC</p>	<p>Κοινοτική Οδηγία του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου [63]</p>	<p>Ο σκοπός της κοινοτικής αυτής οδηγίας είναι να προάγει την αύξηση της συμβολής Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην εσωτερική αγορά.</p>
<p>4. Υ.Α. 16-2-2011</p>	<p>Τροποποιήσεις ειδικών όρων για την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων σε γήπεδα, οικόπεδα και κτίρια. [64]</p>	
<p>5. ΚΥΑ 18513/2010 ΦΕΚ 1557 Β'/22-9-2010</p>	<p>Συμπλήρωση του Ειδικό Προγράμματος Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις. [65]</p>	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΤΟ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ RETSCREEN

4.1 Λογισμικό ανάλυσης έργων καθαρής ενέργειας

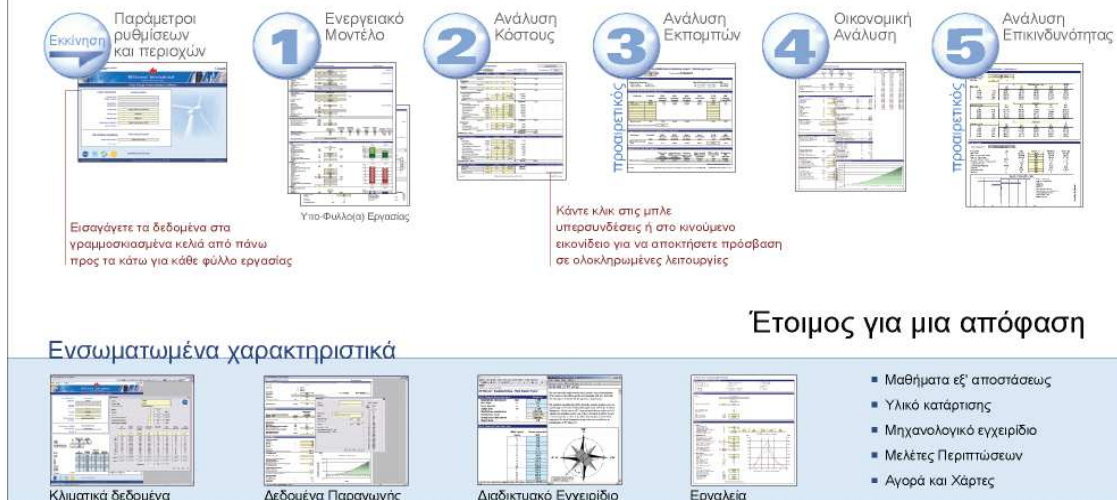
Το Λογισμικό Ανάλυσης Έργων Καθαρής Ενέργειας RETScreen είναι ένα εργαλείο λήψης αποφάσεων που δημιουργήθηκε με την συμβολή μεγάλου αριθμού ειδικών από την κυβέρνηση, την βιομηχανία και την εκπαίδευση. Το λογισμικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως για να αποτιμήσει την ενεργειακή παραγωγή και εξοικονόμηση, το κόστος κύκλου ζωής, τη μείωση εκπομπών, τα οικονομικά και την ανασφάλεια των διαφόρων τεχνολογιών ενεργειακής απόδοσης και ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Επίσης περιλαμβάνει βάσεις δεδομένων με προϊόντα, κόστος και κλιματολογικά δεδομένα [66].

Το RETScreen αποσκοπεί κυρίως στην ενίσχυση του ανθρώπινου δυναμικού σχεδιασμού, λήψης αποφάσεων και βιομηχανίας για την εφαρμογή έργων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και ενεργειακής απόδοσης. Ο σκοπός αυτός επιτυγχάνεται μέσω: α) της ανάπτυξης εργαλείων υποστήριξης αποφάσεων (λογισμικό RETScreen) που μειώνουν το κόστος των προκαταρκτικών μελετών σκοπιμότητας, β) της διάχυσης γνώσης βοηθώντας στη λήψη καλύτερων αποφάσεων, και γ) μέσω εκπαίδευσης με στόχο την βελτιωμένη ανάλυση της τεχνικής και οικονομικής βιωσιμότητας πιθανών έργων [66].

4.2 Ανάλυση και λειτουργία του λογισμικού

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα και ακολουθώντας τις οδηγίες χρήσης του, πέντε είναι τα κύρια βήματα τα οποία καλείται κάποιος να ακολουθήσει. Αυτά, δίνονται συνοπτικά στο εικόνα 4.1, που ακολουθεί και διαφοροποιούνται ελάχιστα ανάλογα με το έργο που πρόκειται να πραγματοποιηθεί.

Πέντε βήματα Πρότυπης Ανάλυσης



Εικόνα 4.1: Πέντε βασικά βήματα ανάλυσης του Retscreen
(Πηγή: πρόγραμμα Retscreen και www.retscreen.net)

Έτσι πιο αναλυτικά για ένα τύπο έργου, μέτρων ενεργειακής απόδοσης θα ισχύει:

4.2.1. ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΡΥΘΜΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΧΩΝ

Τα κλιματικά δεδομένα που ορίζονται σε αυτήν την εντολή μπορούν να δώσουν πολλές πληροφορίες σε ότι έχει να κάνει με θερμοκρασία, υγρασία, γεωγραφικό προσδιορισμό και γενικότερα την παρουσίαση της κλιματικής κατάστασης στην περιοχή. Μέσα από αυτές τις πληροφορίες θα βρεθούν οι ανάγκες του εκάστοτε έργου σε ότι έχει να κάνει με το είδος των υλικών δόμησης, την τοποθεσία εγκατάστασης του κτιρίου, μέτρα σκίασης, εξασφάλιση μεγάλων ποσοτών ακτινοβολίας-θερμότητας κτλ.

4.2.2 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΜΟΝΤΕΛΟ

Το ενεργειακό μοντέλο είναι, ίσως, η πιο σημαντική παράμετρος του προγράμματος (εικόνα 4.2). Στην καρτέλα του ενεργειακού μοντέλου γίνεται ουσιαστικά η εισαγωγή όλων των ενεργειακών δεδομένων της εκάστοτε περίπτωσης. Ξεκινώντας αρχικά από την δήλωση του τύπου καυσίμου που έχει π.χ. μια κατοικία ή που θα μπορούσε να έχει κάνοντας σενάρια με διάφορα είδη καυσίμου. Επιδιώκοντας την σύγκριση καυσίμων-τεχνολογιών, επιτυγχάνοντας καλύτερες αποδόσεις οικονομικές, ενεργειακές και ίσως ελάχιστα ρυπογόνες. Παράλληλα η εισαγωγή κάποιων χαρακτηριστικών ως προς το ποσοστό κατοίκησης (ώρες/ημ.), τιμές καυσίμων, θερμοκρασία για θέρμανση χώρου και θερμοκρασία για κλιματισμό χώρου, θερμοκρασία

εναλλαγής θέρμανσης/ψύξης κ.α. βοηθάνε σημαντικά την ολοκληρωμένη και αναλυτική εξαγωγή αποτελεσμάτων.

Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Μέτρα έργου ενεργειακής αποδοτικότητας

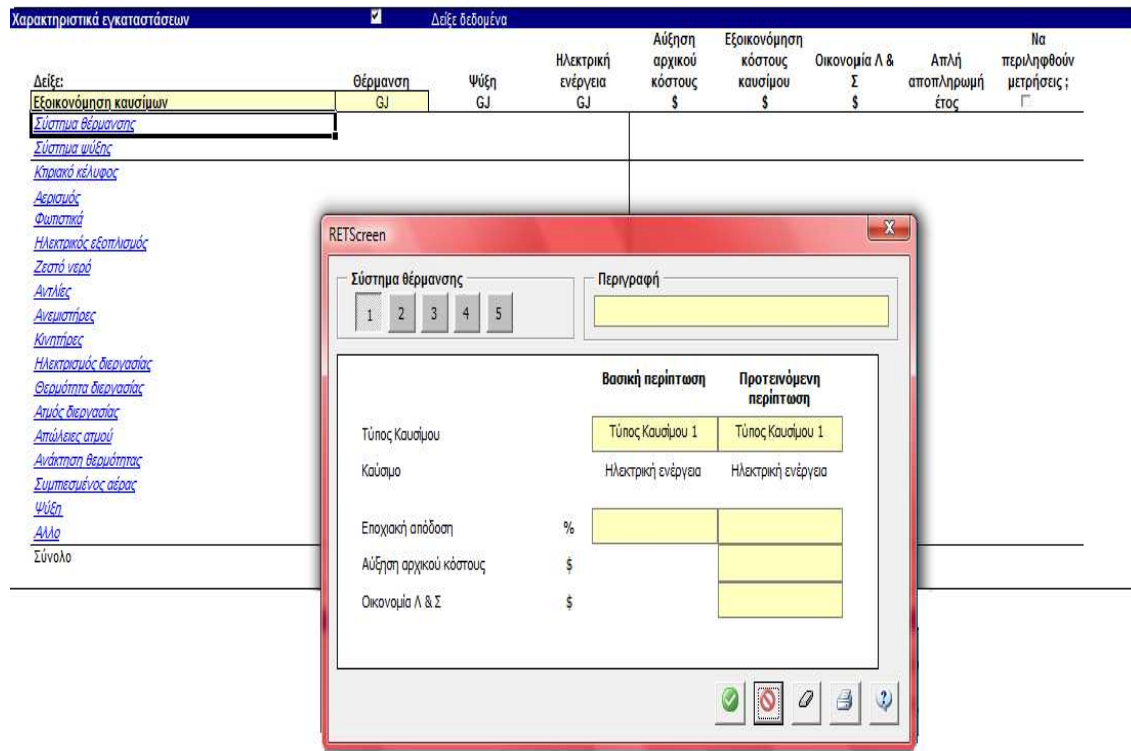
Καύσιμα & προγράμματα		Δείξε δεδομένα					
Καύσιμο		Τύπος Καυσίμου 1	Τύπος Καυσίμου 2	Τύπος Καυσίμου 3	Τύπος Καυσίμου 4	Τύπος Καυσίμου 5	Τύπος Καυσίμου 6
Τύπος Καυσίμου		Ηλεκτρική ενέργεια					
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		MWh					
Τιμή Καυσίμου - μονάδα		\$/MWh					
Τιμή Καυσίμου							
Ωράριο	Μονάδα	Ωράριο 1	Ωράριο 2	Ωράριο 3	Ωράριο 4	Ωράριο 5	Ωράριο 6
Περιγραφή		24/7					
			Κατεληγμένος	Κατεληγμένος	Κατεληγμένος	Κατεληγμένος	Κατεληγμένος
Θερμοκρασία - θέρμανση χώρου	°C						
Θερμοκρασία - κλιματισμός χώρου	°C						
Θερμοκρασία - μη κατεληγμένο	+/-°C						
Ποσοστό κατοίκησης - ημερήσιο		ώρες/ημ					
Δευτέρα		24					
Τρίτη		24					
Τετάρτη		24					
Πέμπτη		24					
Παρασκευή		24					
Σάββατο		24					
Κυριακή		24					
Ποσοστό κατοίκησης - ετήσιο	ώρες/έτος	8.760					
	%	100%					
Θερμοκρασία εναλλαγής θέρμανσης/ψύξης	°C	16,0					
Διάρκεια περιόδου θέρμανσης	ημ	242					
Διάρκεια περιόδου ψύξης	ημ	123					

Εικόνα 4.2: Παράδειγμα καρτέλας του ενεργειακού μοντέλου (Πηγή: πρόγραμμα Retscreen και www.etscreen.net)

4.2.2.1. Μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας

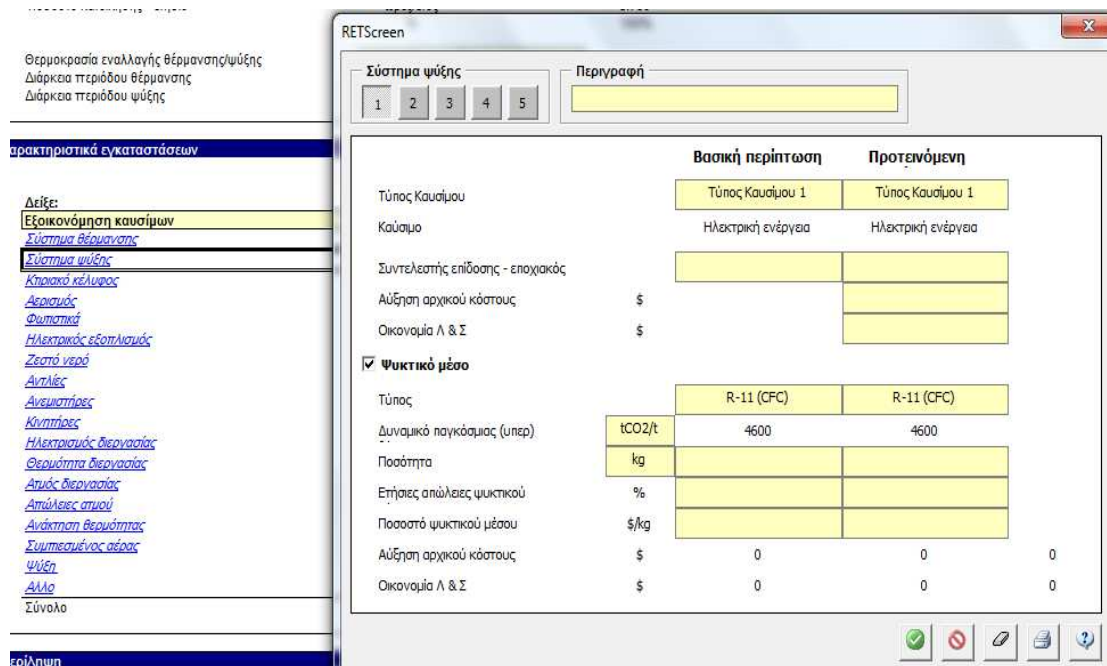
Για την επίτευξη εξοικονόμησης ενέργειας τόσο σε καύσιμη ύλη όσο και σε ανάγκες κτιριακού κελύφους, αερισμού, συστήματα ψύξης, φωτιστικών, ηλεκτρικού εξοπλισμού, εντοπίζεται ιδιαίτερο ενδιαφέρον στην καρτέλα των χαρακτηριστικών εγκαταστάσεων, ενδεικτικά δίνονται κάποια παραδείγματα.

- ❖ Συστήματα θέρμανσης. Σε αυτήν την περίπτωση μπορούν να δημιουργηθούν σενάρια διαφόρων καυσίμων και σύγκριση τους με εποχιακή απόδοση, αύξηση αρχικού κόστους και οικονομία στη λειτουργία και συντήρηση που παρουσιάζει το καθένα ξεχωριστά (εικόνα 4.3).



Εικόνα 4.3: Παράδειγμα καρτέλας χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων (Πηγή: πρόγραμμα Retscreen και www.retscreen.net)

❖ Σύστημα ψύξης. Στο σύστημα αυτό δηλώνεται η ψυκτική μονάδα που χρησιμοποιείται, συνήθως όταν πρόκειται για οικιστική χρήση γίνεται αναφορά στα λεγόμενα air-condition. Σε αυτήν την φόρμα δίνονται τα λειτουργικά και τεχνικά χαρακτηριστικά της μονάδας αυτής. Συγκεκριμένα έχοντας επιλέξει για ακόμα μια φορά τον τύπο του καυσίμου που χρησιμοποιείται δηλώνεται επιπρόσθετα ο συντελεστής επίδοσής του, η αύξηση του αρχικού κόστους και η οικονομία που παρουσιάζεται στην λειτουργία και συντήρηση. Στην περίπτωση χρησιμοποίησης του ψυκτικού μέσου δηλώνεται ο τύπος αυτού, η ποσότητα, οι ετήσιες απώλειες ψυκτικού, το ποσοστό του ψυκτικού μέσου, ενώ υπολογίζεται αυτόματα η αύξηση του αρχικού κόστους, η οικονομία λειτουργίας και συντήρησης καθώς και οι εκπομπές σε τόνους CO₂/t που αυτό παράγει (εικόνα 4.4).



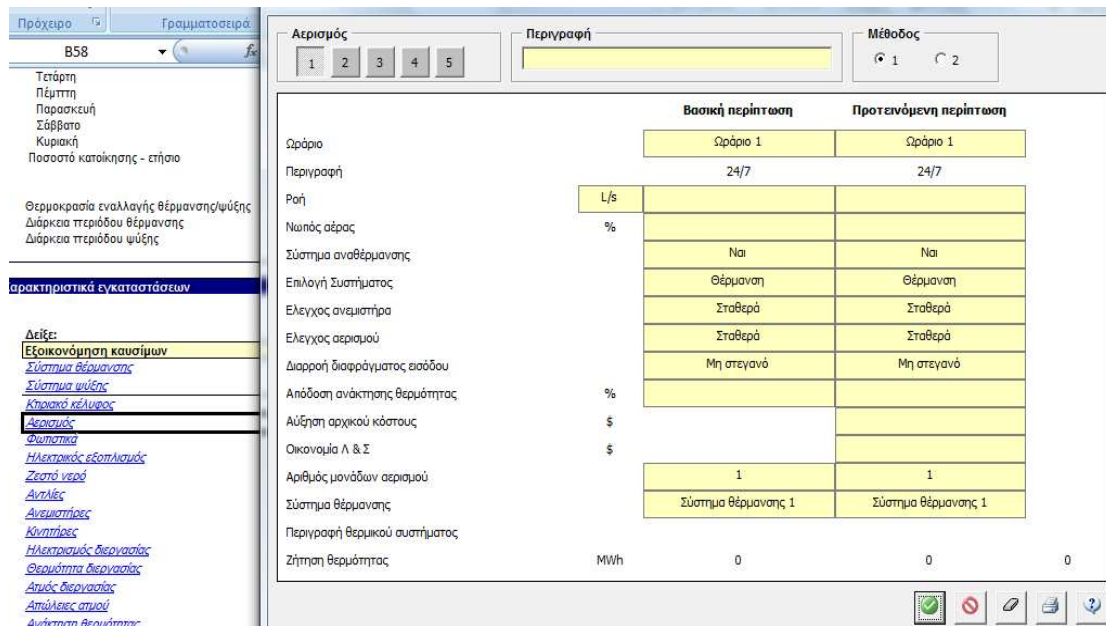
Εικόνα 4.4: Παράδειγμα καρτέλας χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων σύστημα ψύξης (Πηγή: πρόγραμμα Retcreen και www.retscreen.net)

❖ Κτιριακό κέλυφος. Το κομμάτι του κτιριακού κελύφους αποτελεί και αυτό με την σειρά του έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την εξοικονόμηση ενέργειας διότι αναφέρεται και ενσαρκώνει όλα τα οικοδομικά χαρακτηριστικά του κτιρίου. Έτσι επιλέγοντας μέσα και υλικά δόμησης-κατασκευής που εξασφαλίζουν μεγαλύτερες ενεργειακές αποδόσεις (όπως προαναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 2) επιτυγχάνονται και καλύτερες οικονομικές αποδόσεις. Στην φόρμα αυτή, λοιπόν, δηλώνεται η βασική κατάσταση, η οποία ενδεχομένως επικρατεί σε ένα υπάρχων οικοδόμημα, κάνοντας σύγκριση ως προς τις αποδόσεις με μια προτεινόμενη περίπτωση η οποία αντιπροσωπεύει πιο ενεργειακές μεθόδους για εξασφάλιση π.χ. θερμότητας, φωτισμού, αερισμού και σκίασης. Αναλυτικά για κάθε ένα χαρακτηριστικό όπως τοίχοι, παράθυρα, οροφή, δάπεδο, τοίχος, πάτωμα, δίνονται οι διαστάσεις τους σε m^2 καθώς και ο συντελεστής θερμοπερατότητας U-value, R-value καθώς και τα ποσοστά της σκίασης για χειμώνα και καλοκαίρι. Τα ίδια χαρακτηριστικά πρέπει να δηλωθούν και στην προτεινόμενη περίπτωση με τιμές που ποικίλουν ανάλογα με τις επιδόσεις του κάθε υλικού (εικόνα 4.5).

Κτιριακό κέλυφος		Περιγραφή							
1	2	3	4						
Βόρεια από το κτίριο	0	0	<input checked="" type="checkbox"/>						
Ωράριο	Ωράριο 1	Ωράριο 1							
Περιγραφή	24/7	24/7							
Κτιριακό κέλυφος	Βασική περίπτωση		Προτεινόμενη περίπτωση						
Τοίχοι	Βόρεια	Ανατολή	Νότιος	Δυτικά	Βόρεια	Ανατολή	Νότιος	Δυτικά	Αύξηση αρχικού κόστους
Επιφάνεια	m ²								
Συντελεστής R	m ² - °C/W								\$
<input checked="" type="checkbox"/> Παράθυρο					<input checked="" type="checkbox"/>				
Επιφάνεια	%				0				
Συντελεστής R	m ² - °C/W				0				\$
Συντελεστής ηλιακού κέρδους					0				
<input checked="" type="checkbox"/> Σκίαση - εποχή χρησιμοποίησης					<input type="checkbox"/>				
Σκίαση - χειμώνας	%								
Σκίαση - καλοκαίρι	%								
<input checked="" type="checkbox"/> Θύλας					<input type="checkbox"/>				
Επιφάνεια	%								
Συντελεστής R	m ² - °C/W								\$
<input checked="" type="checkbox"/> Οροφή					<input type="checkbox"/>				
Επιφάνεια	m ²								
Συντελεστής R	m ² - °C/W								\$
<input checked="" type="checkbox"/> Δάπεδο					<input type="checkbox"/>				
Επιφάνεια	ft ²								
Τιμή U (U-value)	(W/m ²)*°C								\$
<input checked="" type="checkbox"/> Τοίχος - υπόγειος					<input type="checkbox"/>				
Επιφάνεια	m ²								
Συντελεστής R	m ² - °C/W								\$
<input checked="" type="checkbox"/> Πάτωμα - υπόγειο					<input type="checkbox"/>				
Εκτεθειμένη περίμετρος	m								
Περιγραφή	Αμόνωτο / υπέργειο				Αμόνωτο / υπέργειο				\$
Συντελεστής R	m ² - °C/W				1,39				

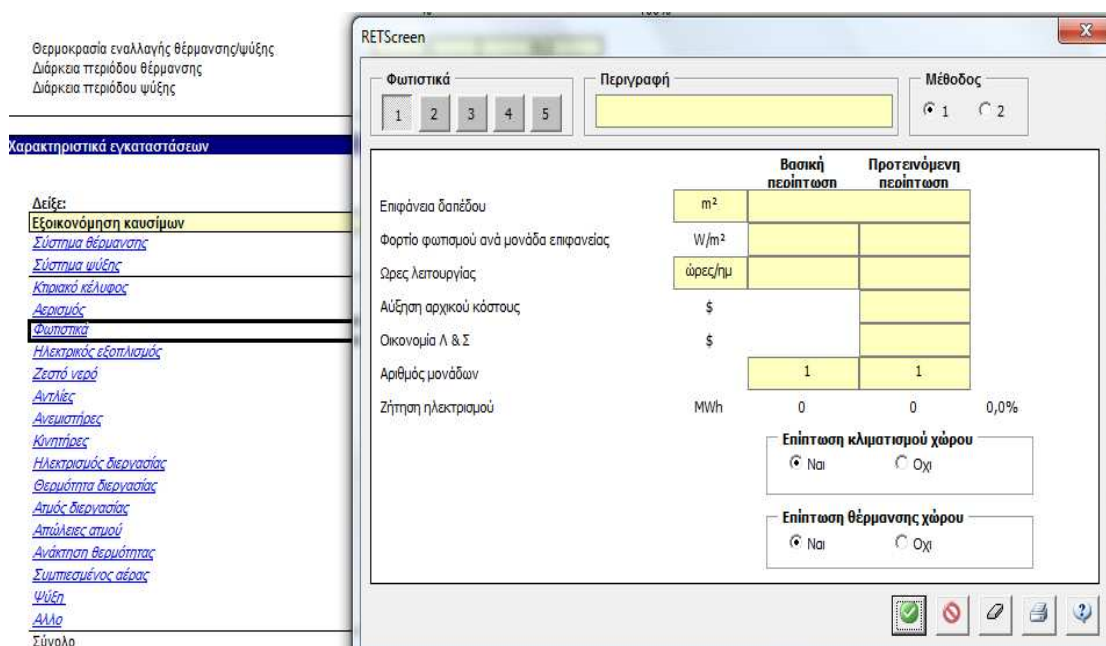
Εικόνα 4.5: Παράδειγμα καρτέλας χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων κτιριακό κέλυφος (Πηγή: πρόγραμμα Retscreen και www.retscreen.net)

❖ **Αερισμός.** Η περίπτωση του αερισμού αναφέρεται στα ποσά αέρα και διάφορες άλλες σχετικές παραμέτρους που έχει το κτίριο. Ενδεικτικά η ροή και ο νωπός αέρας που υπάρχει στο κτίριο αποτελούν τα βασικά χαρακτηριστικά της φόρμας. Παράλληλα η ύπαρξη συστήματος αναθέρμανσης, η επιλογή ελέγχου χρήσης ανεμιστήρα, ο έλεγχος αερισμού και η διαρροή διαφράγματος εισόδου αποτελούν γνωρίσματα για το τι συστήματα υπάρχουν (ψύξη, θέρμανση ή και τα δυο) και γενικά τι κατανάλωση έχουν ανάλογα με τον έλεγχο μας (ωράριο ή σταθερό). Συν τοις άλλοις η αύξηση του αρχικού κόστους και η οικονομία λειτουργίας και συντήρησης δείχνουν την διαφορά βασικής σε σχέση με την προτεινόμενη περίπτωση (εικόνα 4.6).



Εικόνα 4.6: Παράδειγμα καρτέλας χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων, αερισμός (Πηγή: πρόγραμμα Retscreen και www.etscreen.net)

❖ Φωτιστικά. Στα φωτιστικά γίνεται αναφορά στην κατανάλωση που αυτά δημιουργούν. Έχοντας πάλι δύο περιπτώσεις για σύγκριση την βασική και την προτεινόμενη, η οποία αναφέρεται σε πιο αποδοτικές επιλογές όπως η χρήση λαμπτήρων χαμηλής κατανάλωσης, επιτυγχάνεται μια σύγκριση της οικονομίας στην λειτουργία και συντήρηση, στην αύξηση του αρχικού κόστους και στην κατανάλωση που η κάθε επιλογή προσφέρει (εικόνα 4.7).



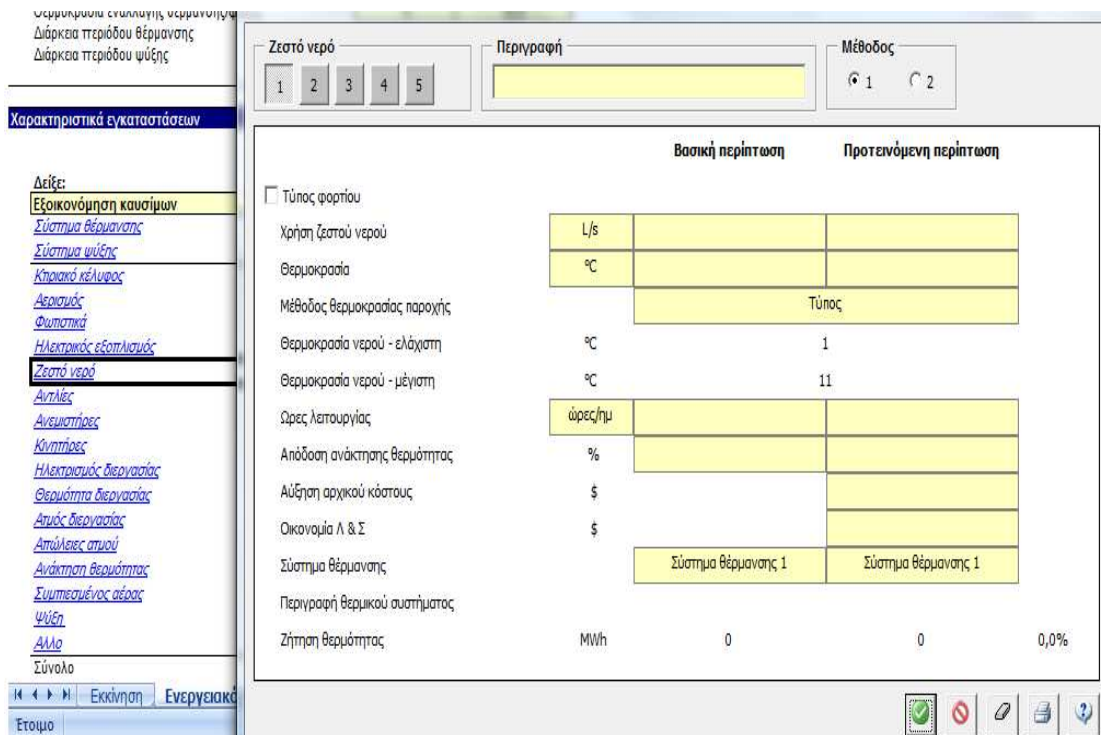
Εικόνα 4.7: Παράδειγμα καρτέλας χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων, φωτιστικά (Πηγή: πρόγραμμα Retscreen και www.etscreen.net)

❖ Ηλεκτρικός εξοπλισμός. Στον ηλεκτρικό εξοπλισμό δίνεται ιδιαίτερη έμφαση σε όλες εκείνες τις ηλεκτρικές συσκευές που χρησιμοποιούνται περισσότερο από τα μέλη που διαμένουν στο κτίριο. Σε αυτήν την περίπτωση χρησιμοποιούνται πάλι 2 περιπτώσεις επιδιώκοντας να γίνει σύγκριση μιας συμβατής κατάστασης σε ότι αφορά τις ηλεκτρικές συσκευές με μια αποδοτικότερη κατάσταση με συσκευές χαμηλότερης κατανάλωσης οι οποίες συνήθως είναι και πιο φιλικές προς το περιβάλλον (εικόνα 4.8).

The screenshot shows the 'Electrical Equipment' (Ηλεκτρικός εξοπλισμός) section of the Retscreen software. The interface is split into two scenarios: 'Basic scenario' (Βασική περίπτωση) and 'Proposed scenario' (Προτεινόμενη περίπτωση). A table allows users to describe equipment with columns for 'Description' (Περιγραφή), 'Quantity' (Ποσότητα), 'Operating hours' (Ωρες λειτουργίας), 'Power' (Ηλεκτρικό φορτίο), and 'Cycle' (Κύκλος χρήσης). The 'Proposed scenario' table includes an additional column for 'Increase in initial costs' (Αύξηση αρχικ. κόστους). Below the table, there are summary fields for 'Total' (Σύνολο), 'Increase in initial costs' (Αύξηση αρχικού κόστους), and 'Economy Δ & Σ' (Οικονομία Δ & Σ). There are also checkboxes for 'Climate approval' (Επίπτωση κλιματισμού χώρου) and 'Heating approval' (Επίπτωση θέρμανσης χώρου).

Εικόνα 4.8: Παράδειγμα καρτέλας χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων, ηλεκτρικός εξοπλισμός (Πηγή: πρόγραμμα Retscreen και www.retscreen.net)

❖ Ζεστό νερό. Αναφέρεται στην χρήση κάποιου μέσου για την παραγωγή ζεστού νερού όπως π.χ. ηλιακού θερμοσίφωνα. Κάποια χαρακτηριστικά που συμπληρώνουν τις απαιτήσεις αυτής της φόρμας είναι το ποσοστό κατοίκησης, η χρήση του ζεστού νερού, η θερμοκρασία ελάχιστη και μέγιστη του νερού καθώς και οι ώρες λειτουργίας (εικόνα 4.9).



Εικόνα 4.9: Παράδειγμα καρτέλας χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων, ζεστό νερό
(Πηγή: πρόγραμμα Retscreen και www.etscreen.net)

Έτσι ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχει κάθε ενεργειακή μελέτη ενός κτιρίου και ανάλογα με τον ήδη υπάρχοντα εξοπλισμό του κάθε οικοδομήματος, μπορούν να ληφθούν υπόψη διάφοροι παράμετροι εκτός από αυτά που ήδη προαναφέρθηκαν παραπάνω. Αναφορικά κάποια από αυτά είναι : οι αντλίες, οι ανεμιστήρες, οι κινητήρες, ο ηλεκτρισμός διεργασίας, η θερμότητα διεργασίας, ο ατμός διεργασίας, οι απώλειες ατμού, η ανάκτηση θερμότητας, ο συμπιεσμένος αέρας, ψύξη και άλλα.

4.2.3. ΤΕΧΝΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Εκτός από το ενεργειακό μοντέλο στο οποίο συγκρίνουμε και κατόπιν λαμβάνουμε μέτρα εξοικονόμησης ενέργειας για το κτίριο, υπάρχουν και άλλοι σημαντικοί παράμετροι οι οποίοι με την σειρά τους δίνουν μια πιο ολοκληρωμένη διάσταση στην απόφαση μέτρων που θα παρθούν για το εκάστοτε κτίριο. Πιο αναλυτικά:

- **Ανάλυση κόστους.** Η οικονομική διάσταση της κατάστασης φαίνεται στην ανάλυση του κόστους αναλυτικά. Σε αυτήν την περίπτωση γίνεται αναλυτικά υπολογισμός των εξόδων για κάθε έργο-ενέργεια που έχει γίνει. Συγκεκριμένα περιλαμβάνει τα μηχανολογικά, την ανάπτυξη, το ισοζύγιο συστήματος και διάφορα άλλα όπως ανταλλακτικά, μεταφορά κ.τ.λ., ετήσια κόστη (λειτουργίας και συντήρησης), περιοδικά κόστη(τυχόν πιστώσεις).
- **Ανάλυση εκπομπών.** Στην ανάλυση των εκπομπών γίνεται αναφορά στο κατά πόσο είναι ενεργοβόρα και φιλική προς το περιβάλλον η κάθε

επιλογή. Δίνονται οι εκπομπές διαφόρων στοιχείων (CO₂, CH₄, N₂O) και για την βασική και για την προτεινόμενη περίπτωση.

▪ Οικονομική ανάλυση. Στην οικονομική ανάλυση συνοψίζεται το κόστος έργου και αποταμιεύσεων/εσόδων βάση κάποιων γενικών χαρακτηριστικών όπως η τιμή πληθωρισμού, επιτόκιο αναγωγής, διάρκεια ζωής έργου καθώς και κάποιων κινήτρων και επιχορηγήσεων.

Πιο αναλυτικά δίνονται κάποιοι ορισμοί των εννοιών που χρησιμοποιούνται στην οικονομική ανάλυση.

- Απλή αποπληρωμή. Αριθμός ετών για αναπλήρωση επιπλέον κόστους από ετήσια εξοικονόμηση, η αποπληρωμή πρέπει να είναι μικρότερη από n έτη. Επιπρόσθετα αγνοεί χρηματοδότηση και μακροπρόθεσμες χρηματοροές και χρησιμοποιείται όταν η χρηματοροή είναι περιορισμένη. Η απλή αποπληρωμή δεν λαμβάνει υπόψη τη διαφοροποίηση της αξίας των μελλοντικών χρηματοροών σε σχέση με τις σημερινές. [67].
 - Καθαρή Παρούσα Αξία (NPV). Είναι η συνολική αξία έργου σε σημερινές χρηματικές μονάδες (π.χ. Ευρώ). Όταν είναι θετική σημαίνει επικερδές έργο και στην περίπτωση αυτή ο χρήστης πρέπει να ορίσει το επιτόκιο αναγωγής [67].
 - Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης (IRR & ROI). Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι η απόδοση του επιτοκίου του έργου κατά την διάρκεια ζωής του. Επίσης θα πρέπει να είναι ΕΣΑ > κατώφλι [67].
 - Επιτόκιο αναγωγής. Ονομάζεται η τιμή μετατροπής μελλοντικών χρηματοροών σε σημερινές [67].
- Τέλος προσδιορίζεται αν αυτό είναι επιθυμητό η ανάλυση ευαισθησίας και επικινδυνότητας για το έργο που έχει επιλεχθεί.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ RETSCREEN

5.1 Περιγραφή σεναρίου

5.1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βάση των όσων προαναφέρθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια, για τα περιβαλλοντικά θέματα όσο και για τα θέματα εξοικονόμησης ενέργειας, δημιουργήθηκε αυτό το σενάριο θέλοντας να παρουσιάσει μια πιο ολοκληρωμένη και τεκμηριωμένη πρόταση – ανάλυση, με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας σε ένα πραγματικό, συμβατικό σπίτι.

5.1.2. ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Η υλοποίηση του προγράμματος βασίστηκε σε πραγματικά χαρακτηριστικά κατοικίας πρώτου ορόφου σε τετραώροφη πολυκατοικία, η θέση της οποίας εντοπίζεται στον Ν. Έβρου και πιο συγκεκριμένα στην πρωτεύουσα του νομού, την Αλεξανδρούπολη.

Η κατοικία είναι χτισμένη σχετικά κοντά στο παραλιακό τμήμα της πόλης και χρονολογείται η κατασκευή της περίπου στο 1987-88. Η κατοικία αυτή αποτελεί κλασικό παράδειγμα, σε ότι αφορά τον τρόπο κατασκευής και χωροθέτησης του κτιρίου, για το μεγαλύτερο ποσοστό οικοδομημάτων στην χώρα μας.

5.1.2.1. τεχνικά χαρακτηριστικά κτιρίου

- Τοιχοποιία. Ο τρόπος με τον οποίο κατασκευάστηκε το συγκεκριμένο κτίριο θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως συμβατικός, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν εφαρμοσμένες μονώσεις εκτός από τον κλασικό για την εποχή τρόπο κατασκευής του τοίχου δηλαδή εξωτερικό και εσωτερικό δομικό υλικό είναι το τούβλο ενδιάμεσα των οποίων παρεμβάλλεται ένα μονωτικό υλικό γνωστό ως περλίτης.
- Κουφώματα πορτών και παραθύρων. Και σε αυτήν την περίπτωση συναντάμε έλλειψη σύγχρονων συστημάτων στα παράθυρα και στις πόρτες τα οποία θα μπορούσαν να προσφέρουν προστασία από υγρασία σπατάλη θερμικής ενέργειας. Συγκεκριμένα ο τύπος παραθύρων είναι μονής υάλωσης και οι εξωτερικές πόρτες συμβατικές.
- Ηλεκτρικός εξοπλισμός. Οι ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες υπάρχουν στο κτίριο αυτό για την εξυπηρέτηση των καθημερινών αναγκών και λειτουργιών των χρηστών δεν είναι ενεργειακές εκτός από την κατηγορία των λαμπτήρων οι οποίοι είναι χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης σε όλο το σπίτι και σε όλα τα φωτιστικά.
- Δροσισμός, Αερισμός. Σε αυτήν την περίπτωση δεν παρεμβάλλεται κανένα μέσο όπως για παράδειγμα κλιματιστικό, για την επίτευξη

του δροσισμού-αερισμού εκτός από τον φυσικό δροσισμό, δεδομένου ότι το σπίτι είναι διαμπερές.

- Χρήση ζεστού νερού. Εκμεταλλευόμενοι τα μεγάλα ποσά ηλιοφάνειας που συναντώνται στην Ελλάδα θεωρήθηκε κατάλληλη η τοποθέτηση ηλιακού συλλέκτη για την παροχή ζεστού νερού όποτε υπάρχει ηλιοφάνεια.
- Καύσιμη ύλη. Η καύσιμη ύλη η οποία χρησιμοποιείται για την θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες είναι το πετρέλαιο, με έλεγχο αυτόματης θέρμανσης.

5.1.3. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΣΕΝΑΡΙΩΝ

Για τον υπολογισμό του αποδοτικότερου σεναρίου, αρχικά δημιουργήσαμε κάποια αρχικά-εναλλακτικά σενάρια συγκρίνοντας τις αποδόσεις τους βάσει κυρίως του τύπου καυσίμου που χρησιμοποιείται. Στην πρώτη περίπτωση αρχικού σεναρίου έγινε σύγκριση του “συμβατικού” καυσίμου πετρέλαιο με πετρέλαιο του οποίου όμως η χρήση επιτυγχάνεται σε μεγαλύτερες αποδόσεις λόγω χρησιμοποίησης - αντικατάστασης καινούριου καυστήρα (εικόνα 5.1).

Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Μέτρα έργου ενεργειακής αποδοκότητας

Καύσιμα & προγράμματα		<input checked="" type="checkbox"/> Δείξε δεδομένα		
Καύσιμο		Τύπος Καυσίμου 1	Τύπος Καυσίμου 2	Τύπος Καυσίμου 3
Τύπος Καυσίμου		Ηλεκτρική ενέργεια	Ντίζελ (#2 πετρέλαιο) - L	
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		MWh	L	
Τιμή Καυσίμου - μονάδα		€/kWh	€/L	
Τιμή Καυσίμου		0,072	0,890	
Ωράριο	Μονάδα	Ωράριο 1	Ωράριο 2	Ωράριο 3
Περιγραφή		24/7	Κατελημμένος	Κατελημμένο
Θερμοκρασία - θέρμανση χώρου	°C		20,0	
Θερμοκρασία - κλιματισμός χώρου	°C		26,0	
Θερμοκρασία - μη κατελημμένο	+/-°C		Ακατοίκητο	
			6,0	
Ποσοστό κατοίκησης - ημερήσιο		ώρες/ημ	Κατελημμένος	
Δευτέρα		24	ώρες/ημ	
Τρίτη		24	24,0	
Τετάρτη		24	24,0	
Πέμπτη		24	24,0	
Παρασκευή		24	24,0	
Σάββατο		24	24,0	
Κυριακή		24	24,0	
Ποσοστό κατοίκησης - ετήσιο	ώρες/έτος	8.760	8.760	
	%	100%	100%	
Θερμοκρασία εναλλαγής θέρμανσης/ψύξης	°C		23,0	
Διάρκεια περιόδου θέρμανσης	ημ		270	
Διάρκεια περιόδου ψύξης	ημ		95	

Εικόνα 5.1: Παράδειγμα πρώτου σεναρίου σύγκριση καυσίμων (πηγή: πρόγραμμα retscreen)

Χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων		Δείξε δεδομένα						
Δείξε:	Θέρμανση	Ψύξη	Ηλεκτρική ενέργεια	Αύξηση αρχικού κόστους	Εξοικονόμηση κόστους καυσίμου	Οικονομία Λ & Σ	Απλή αποπληρωμή έτος	Να περιληφθο μετρήσεις
Εξοικονόμηση καυσίμων	GJ	GJ	GJ	€	€	€		<input type="checkbox"/>
Σύστημα θέρμανσης	1	-	-	1.000	28	0	35,1	<input checked="" type="checkbox"/>
Σύστημα ψύξης	-	1	-	49	23	123	0,3	<input checked="" type="checkbox"/>
Κτηριακό κέλυφος	3	21	-	0	498	0	0,0	<input checked="" type="checkbox"/>
Αερισμός	0	0	-	0	5	0	0,0	<input checked="" type="checkbox"/>
Φωτιστικά	-	-	7	0	150	0	0,0	<input checked="" type="checkbox"/>
Ηλεκτρικός εξοπλισμός	-	-	11	0	223	0	0,0	<input checked="" type="checkbox"/>
Ζεστό νερό	1	-	-	0	20	0	0,0	<input checked="" type="checkbox"/>
Ανάκτηση θερμότητας								
Άλλο								
Σύνολο	6	22	19	1.049	948	123	0,98	

Τύπος Καυσίμου	Καύσιμο		Βασική περίπτωση		Προτεινόμενη περίπτωση		Εξοικονόμηση κόστους καυσίμων					
	Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα	Τιμή Καυσίμου	Κατανάλωση καυσίμου	Κόστος καυσίμου	Κατανάλωση καυσίμου	Κόστος καυσίμου	Εξοικονόμηση καυσίμων	Εξοικονόμηση κόστους καυσίμου				
Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	€	72,000	11,4	€	819	0,0	€	11,4	€	8	
Ελαφρύ πετρέλαιο (#2 πετρέλαιο)	L	€	0,890	144,0	€	128	0,0	€	-	144,0	€	1
Σύνολο					€	948		€	-		€	9

Εικόνα 5.2: Παράδειγμα πρώτου σεναρίου σύγκριση καυσίμων (πηγή: πρόγραμμα retscreen)

RETScreen

Σύστημα θέρμανσης: 1 2 3 4 5

Περιγραφή:

	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση
Τύπος Καυσίμου	Τύπος Καυσίμου 2	Τύπος Καυσίμου 2
Καύσιμο		
Εποχιακή απόδοση	70 %	90
Αύξηση αρχικού κόστους	€	1.000
Οικονομία Λ & Σ	€	0

Εικόνα 5.3: Σύγκριση πετρελαίου με πετρέλαιο του οποίου η χρήση γίνεται με καινούριο καυστήρα (πηγή: πρόγραμμα retscreen)

Στην δεύτερη εκδοχή του σεναρίου θέλοντας να επιλεγεί το αποδοτικότερο καύσιμο, έγινε μια σύγκριση μεταξύ διαφορετικών καυσίμων και πιο συγκεκριμένα του πετρελαίου με το φυσικό αέριο. Αξίζει να σημειωθεί ότι και στις δυο περιπτώσεις δεν έγινε καμία αλλαγή στα δεδομένα αλλά αντίθετα λήφθηκαν υπόψη όλα τα τεχνικά χαρακτηριστικά του κτιρίου όπως αυτά είναι πραγματικά.

Ενεργειακό Μοντέλο RETScreen - Μέτρα έργου ενεργειακής αποδοτικότητας

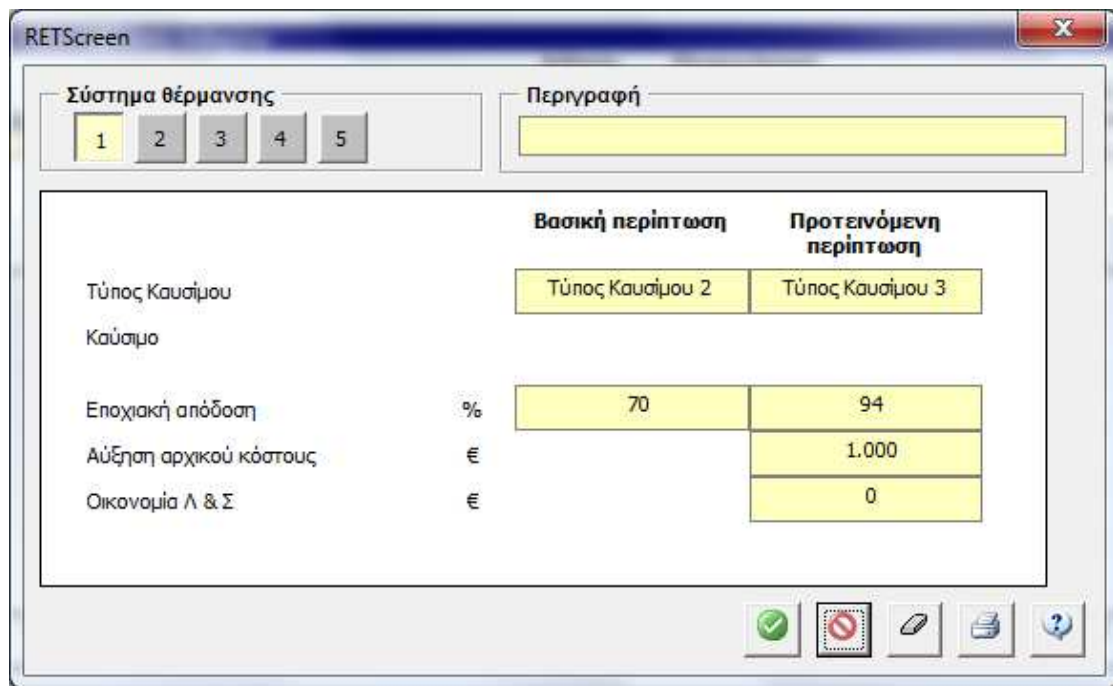
Καύσιμα & προγράμματα		Δείξε δεδομένα						
Καύσιμο		Τύπος Καυσίμου 1	Τύπος Καυσίμου 2	Τύπος Καυσίμου 3	Τύπος Καυσίμου 4	Τύπος Καυσίμου 5	Τύπος Καυσίμου 6	
Τύπος Καυσίμου		Ηλεκτρική ενέργεια	Ηλεκτ. (#2 πετρέλαιο) - L	Φυσικό αέριο - m ³				
Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		MWh	L	m ³				
Τιμή Καυσίμου - μονάδα		€/MWh	€/L	€/m ³				
Τιμή Καυσίμου		0,072	0,890	0,600				
Ορόριο		Μονάδα	Ορόριο 1	Ορόριο 2	Ορόριο 3	Ορόριο 4	Ορόριο 5	Ορόριο 6
Περιγραφή			24/7	Κατελημμένος	Κατελημμένος	Κατελημμένος	Κατελημμένος	Κατελημμένος
Θερμοκρασία - θέρμανση χώρου	°C			20,0				
Θερμοκρασία - κλιματισμός χώρου	°C			26,0				
Θερμοκρασία - μη κατελημμένο	+/-°C			Ακατοίκητο 6,0				
Ποσοστό κατοίκησης - ημερήσιο			ώρες/ημ	Κατελημμένος ώρες/ημ				
Δευτέρα			24	24,0				
Τρίτη			24	24,0				
Τετάρτη			24	24,0				
Πέμπτη			24	24,0				
Παρασκευή			24	24,0				
Σάββατο			24	24,0				
Κυριακή			24	24,0				
Ποσοστό κατοίκησης - ετήσιο	ώρες/έτος		8.760	8.760				
	%		100%	100%				
Θερμοκρασία εναλλαγής θέρμανσης/ψύξης	°C			23,0				
Διάρκεια περιόδου θέρμανσης	ημ			270				
Διάρκεια περιόδου ψύξης	ημ			95				

Εικόνα 5.4: Σύγκριση καυσίμων της δεύτερης περίπτωσης πετρελαίου με φυσικό αέριο (Πηγή: πρόγραμμα retscreen)

Χαρακτηριστικά εγκαταστάσεων		Δείξε δεδομένα						
Δείξε:	Θέρμανση	Ψύξη	Ηλεκτρική ενέργεια	Αύξηση αρχικού κόστους	Εξοικονόμηση κόστους καυσίμου	Οικονομία Λ & Σ	Απλή αποπληρωμή έτος	Ημ περιλημμετρή
Εξοικονόμηση καυσίμων	GJ	GJ	GJ	€	€	€	€	€
Σύστημα θέρμανσης	1	-	-	1.000	33	0	30,6	€
Σύστημα ψύξης	-	1	-	49	23	123	0,3	€
Κλιματικό κέλυφος	3	21	-	0	495	0	0,0	€
Αερισμός	0	0	-	0	5	0	0,0	€
Φωτιστικά	-	-	7	0	150	0	0,0	€
Ηλεκτρικός εξοπλισμός	-	-	11	0	223	0	0,0	€
Ζεστό νερό	1	-	-	0	19	0	0,0	€
Ανάκτηση θερμότητας								
Άλλο								
Σύνολο	6	22	19	1.049	948	123	0,98	

Περίληψη		Δείξε δεδομένα						
Τύπος Καυσίμου	Καύσιμο	Κατανάλωση Καυσίμου - μονάδα		Βασική περίπτωση		Προτεινόμενη περίπτωση		Εξοικονόμηση κόστους κτιρίου
		Κατανάλωση Καυσίμου	Τιμή Καυσίμου	Κατανάλωση καυσίμου	Κόστος καυσίμου	Κατανάλωση καυσίμου	Κόστος καυσίμου	Εξοικονόμηση καυσίμων
Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	€	72,000	11,4	€	819	0,0	€
Ελαφρύ πετρέλαιο (#2 πετρέλαιο)	L	€	0,890	144,0	€	128	0,0	€
Σύνολο					€	948		€

Εικόνα 5.5: Σύγκριση καυσίμων της δεύτερης περίπτωσης πετρελαίου με φυσικό αέριο (πηγή: πρόγραμμα retscreen)



Εικόνα 5.6: Σύγκριση πετρελαίου με φυσικό αέριο
(Πηγή: πρόγραμμα retscreen)

Κάνοντας αυτήν την σύγκριση μεταξύ τριών διαφορετικών ειδών καυσίμων προκύπτει σαν αποδοτικότερη οικονομικά λύση η δεύτερη περίπτωση, η επιλογή του φυσικού αερίου. Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό και από τα διάφορα στάδια σύγκρισης στο πρόγραμμα αυτό που διαφέρει σχετικά σημαντικά και το οποίο παίζει μεγάλο ρόλο στην επιλογή του σεναρίου 2 είναι η απλή αποπληρωμή το έτος. Στο πρώτο σενάριο η αποπληρωμή που θα επιτυγχανόταν θα έφθανε τα 35,1 ενώ διαφορετικά στο δεύτερο σενάριο η αποπληρωμή επιτυγχάνεται στην τιμή των 30,6 το έτος. Το σενάριο που επιλέχθηκε είναι το δεύτερο γιατί είναι οικονομικά αποδοτικότερο σε σχέση με το άλλο σενάριο.

5.1.4. ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΕΛΙΚΟΥ ΣΕΝΑΡΙΟΥ

Έχοντας κάνει την πρώτη σύγκριση η οποία αφορά το αποδοτικότερο καύσιμο (φυσικό αέριο), στη συνέχεια θα υλοποιηθεί το τελικό σενάριο στο οποίο θα γίνουν και όλες οι επεμβάσεις σε ότι έχει να κάνει με τα τεχνικά του χαρακτηριστικά επιδιώκοντας ένα ακόμα πιο αποδοτικό αποτέλεσμα.

Γνωρίζοντας ότι η παρούσα κατοικία αποτελεί κατοικία παλαιάς κατασκευής σε ότι έχει να κάνει με τα δομικά της υλικά, μονωτικά υλικά, ηλεκτρικές συσκευές και γενικά ότι αποτελεί το κτίριο αυτό, θα πραγματοποιηθούν αλλαγές σε όλα τα επίπεδα του για να επιτευχθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ενεργειακή απόδοση και οικονομική.

5.1.4.1 Αλλαγές τεχνικών χαρακτηριστικών

- Σύστημα θέρμανσης. Στο σύστημα θέρμανσης όπως αυτό αναλύθηκε παραπάνω επιλέχθηκε βάση μιας σύντομης σύγκρισης οικονομικού

χαρακτηριστικό το αποδοτικότερο καύσιμο και από οικονομικής και από περιβαλλοντικής πλευράς. Το καύσιμο αυτό του οποίου το κόστος κυμαίνεται σε 0,6€/m³ [67, 68,] φαίνεται να αποτελεί την οικονομικότερη λύση μιας και η απλή αποπληρωμή που παρουσιάζει κυμαίνεται στα 30,6 το έτος.

- ☑ Σύστημα ψύξης. Στο σύστημα αυτό υπολογίσθηκε το σύστημα ψύξης που ήδη υπάρχει κάνοντας όμως μια σύγκριση με ένα πολύ πιο αποδοτικό και σύγχρονο σε τεχνολογία σύστημα. Το σύστημα ψύξης που χρησιμοποιείται από την κατοικία είναι ένα κλιματιστικό χώρου αρκετά παλιό και ενεργοβόρο. Πιο αναλυτικά τα δεδομένα και η σύγκριση των δυο τεχνολογιών εμφανίζεται στην εικόνα 5.7 που ακολουθεί. Όπως διαπιστώνεται η αποδοτικότητα της νέας τεχνολογίας (προτεινόμενη) είναι πολύ αποδοτική σε σχέση και από άποψη απόδοσης αλλά και κυρίως ως προς της έκλυσης ρύπων αφού η ποσότητα του ψυκτικού μέσου και συνεπώς η έκλυση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) είναι πολύ μικρές σε σχέση με την βασική περίπτωση. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η αύξηση αρχικού κόστους κυμαίνεται σε μικρή κλίμακα των 250€ (εικόνα 5.5) [69].

RETScreen

Σύστημα ψύξης: 1 2 3 4 5

Περιγραφή:

	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη		
Τύπος Καυσίμου	Τύπος Καυσίμου 1	Τύπος Καυσίμου 1		
Καύσιμο				
Συντελεστής επίδοσης - εμπορικός	11	11,6		
Αύξηση αρχικού κόστους	€	250		
Οικονομία Λ & Σ	€	63		
<input checked="" type="checkbox"/> Ψυκτικό μέσο				
Τύπος	HCFC-22	HFC-410A		
Δυναμικό παγκόσμιας (υπερ)	tCO ₂ /t	1810	2088	
Ποσότητα	kg	5,2	0,85	
Ετήσιες απώλειες ψυκτικού	%	30	30	
Ποσοστό ψυκτικού μέσου	€/kg	40	8,5	
Αύξηση αρχικού κόστους	€	208	7	-201
Οικονομία Λ & Σ	€	62	2	60

Εικόνα 5.6: Σύγκριση συμβατικού μέσου κλιματισμού χώρο με πιο ενεργειακή τεχνολογία

- ☑ Κτιριακό κέλυφος. Στο κτιριακό κέλυφος έγιναν οι περισσότερες και πιο ουσιαστικές αλλαγές της ήδη υπάρχουσας κατάστασης αφού αποτελεί την κύρια αιτία απώλειας των θερμικών

ποσοτήτων, της δημιουργίας υγρασίας και κρύου τις χειμερινές ημέρες, καθώς και σημαντικής ζέστης κατά τις καλοκαιρινές ημέρες. Γενικά το μεγαλύτερο φορτίο απώλειας θερμικών ποσοτήτων συναντάται λόγω του αμόνωτου κτιριακού κελύφους. Πιο αναλυτικά οι πρώτες αλλαγές έγιναν στην τοιχοποιία. Το υφιστάμενο κτίριο είχε μια κατασκευή τοιχοποιίας παλιάς και αμόνωτης η οποία δεν συστήνεται σήμερα. Η αντικατάσταση έγινε από μονωμένη τοιχοποιία όπου η χρήση του μονωτικού υλικού έχει μικρό πάχος σχετικά και η επικάλυψή του γίνεται με ακρυλικό σοβά. Σε αυτήν την περίπτωση η διαφορά της τιμής U-value δείχνει και την διαφορά στην αποδοτικότητα της εφαρμογής. Η τιμή της νέας εφαρμογής κυμαίνεται στα 47,5€/m² ενώ αντίθετα η τιμή της παλιάς τεχνολογίας κυμαίνεται στα 25€/m² (εικόνα 5.7) [70, 71].

Κτιριακό κέλυφος	Βασική περίπτωση				Προτεινόμενη περίπτωση				Αύξηση	
	Βόρεια	Ανατολή	Νότιος	Δυτικά	Βόρεια	Ανατολή	Νότιος	Δυτικά		
Τοίχοι	<input type="checkbox"/> Βασική περίπτωση = προτεινόμενη									
Επιφάνεια	m ²	17,5	37,5	10	37,5	17,5	37,5	10	37,5	
Τιμή U (U-value)	(W/m ²)/°C	1	1	1	1	0,6	0,6	0,6	0,6	€

Εικόνα 5.7: Σύγκριση βασικής και προτεινόμενης περίπτωσης στην τοιχοποιία

- ☑ Παράθυρα. Τα παράθυρα με την σειρά τους αποτελούν και αυτά έναν από τους κύριους λόγους θερμικής απώλειας λόγω των θερμογεφυρών που μπορούν να δημιουργήσουν όπως και οι τοίχοι. Στην βασική περίπτωση τα παράθυρα είναι και αυτά παλιά μονής υάλωσης χωρίς να προσφέρουν ιδιαίτερη συγκράτηση της θερμότητας στον εσωτερικό χώρο και αποφυγής εισχώρησης εξωτερικής θερμοκρασίας στον εσωτερικό χώρο. Ταυτόχρονα είναι η αιτία δημιουργίας υδρατμών-υγρασίας στον εσωτερικό χώρο. Στην προτεινόμενη περίπτωση εφαρμόστηκαν παράθυρα διπλής υάλωσης με αέριο τύπου αργού. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κάλυψη με τέτοιου τύπου αερίου μπορεί να εφαρμοσθεί σε ήδη υπάρχουσα παλιά διπλά τζάμια. Η τιμή της παλιάς υάλωσης κυμαίνεται στα 15€/m² ενώ για τα καινούργια στα 80€/m². Σε περίπτωση που δεν υπάρχει η οικονομική δυνατότητα για αντικατάσταση των μονών αλλά ούτε για γέμισμα της παλιάς διπλής υάλωσης με αέριο, μπορεί να γίνει εφαρμογή απλής συμβατής διπλής υάλωσης η οποία κυμαίνεται στα 45€/m² και μπορεί να έχει καλύτερα αποτελέσματα από την μονή υάλωση αλλά σίγουρα όχι από τις άλλες που προαναφέρθηκαν. Και σε αυτήν την περίπτωση η τιμή θερμοπερατότητας (U-value) και ο συντελεστής ηλιακού κέρδους επισημαίνουν τα άμεσα πλεονεκτήματα της εφαρμογής (εικόνα 5.8) [71,72].

<input checked="" type="checkbox"/> Παράθυρο		<input type="checkbox"/> Βασική περίπτωση = προτεινόμενη								
Επιφάνεια	m ²	5,9	0	2,94	0	5,9	0	2,94	0	
Τιμή U (U-value)	(W/m ²)/°C	7	7	7	7	1	1	1	1	€
Συντελεστής ηλιακού κέρδους		0,65	0,65	0,65	0,65	0,45	0,45	0,45	0,45	

Εικόνα 5.8: Σύγκριση βασικής και προτεινόμενης περίπτωσης στις υαλώσεις

- Σκίαση. Στην περίπτωση της σκίασης δεν εφαρμόστηκε καμιά τεχνολογία επειδή τα ποσά ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτουν στο κτίριο τόσο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες όσο και τους χειμερινούς δεν είναι πολύ μεγάλα για να υπάρξει η ανάγκη σκιασμού. Στην περίπτωση δυσκολίας λόγω έντονης ηλιοφάνειας υπάρχουν τα κλασικά συστήματα των τεντών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν (εικόνα 5.9).

<input checked="" type="checkbox"/> Σκίαση - εποχή χρησιμοποίησης		<input checked="" type="checkbox"/> Βασική περίπτωση = προτεινόμενη							
Σκίαση - χειμώνας	%	10	10	10	10	10	10	10	10
Σκίαση - καλοκαίρι	%	10	10	40	50	10	10	40	50

Εικόνα 5.9: Ποσοστά σκίασης που χρειάζονται ανάλογα με την εποχή

- Θύρες. Στην περίπτωση αυτή οι θύρες αναφέρονται στις εξωτερικές πόρτες που υπάρχουν στο κτίριο και που μπορεί να είναι πάνω από μία. Στην προκειμένη περίπτωση η εξωτερική πόρτα είναι μία σχετικά παλιάς τεχνολογίας όχι όμως πολύ και η οποία αντικαταστάθηκε από μια πιο εξελιγμένη η οποία στην κατασκευή της χρησιμοποιεί πιο καλά επιχρίσματα σε ότι έχει να κάνει με την τιμή θερμοδιαπερατότητας και πιο γερά υλικά τύπου σίδηρο για την καλύτερη προστασία των ενοίκων (σημειώνεται ότι τιμή για θερμοδιαπερατότητα θυρών καινούργιας τεχνολογίας δεν έχουν ορισθεί ακόμη για την Ελλάδα επίσημα αλλά αναμένεται να γίνει σε δυο μήνες περίπου για αυτόν τον λόγο υπολογίστηκε με συντελεστή 3 όπως και η παλιά θύρα). Η τιμή μιας εξωτερικής πόρτας τεχνολογίας όπως αυτή προαναφέρθηκε κυμαίνεται στα 750€/m² (εικόνα 5.10) [73].

<input checked="" type="checkbox"/> Θύρες		<input checked="" type="checkbox"/> Βασική περίπτωση = προτεινόμενη								
Επιφάνεια	m ²	0	2	0	0	0	2	0	0	
Τιμή U (U-value)	(W/m ²)/°C	3	3	3	3	3	3	3	3	€ 750

Εικόνα 5.10: Σύγκριση παλιάς με καινούργιας πόρτας

- Οροφή και Δάπεδο. Στην περίπτωση του δαπέδου πρέπει να επισημανθεί ότι επειδή το διαμέρισμα είναι στον πρώτο όροφο και από κάτω υπάρχει πλοτή είναι κενό οπότε δέχεται μεγάλα ποσά κυρίως ψυχρών μαζών που συντελούν και αυτά με την σειρά τους στην αύξηση υγρασίας και μείωση της θερμικής άνεσης στο κτίριο λόγω μείωσης της θερμοκρασίας. Η μέθοδος η οποία μπορεί να εφαρμοσθεί τόσο στο δάπεδο όσο και στην οροφή (εσωτερικά στην οροφή) είναι η εξωτερική θερμομόνωση διογκωμένης πολυστερίνης. Η τεχνολογία αυτή θεωρείται φιλική για τους ενοίκους σε σχέση με την χρήση υλικών που είναι καρκινογόνα, όπως για παράδειγμα ο πετροβάμβακας. Για την εφαρμογή της η διαδικασία απαιτεί στηρίγματα, κόλλα, βαβδοτό για παράδειγμα 6 εκατοστών, ξανά κόλλα, υαλόπλεγμα για συστολές και διαστολές, σοβάς ή χρωμοσοβάς. Οι τιμές ποικίλουν ανάλογα με την χρήση των υλικών για παράδειγμα με την χρήση χρωμοσοβά η τιμή αυξάνεται και χωρίς μειώνεται, πιο συγκεκριμένα η χρήση της μεθόδου αυτής κυμαίνεται στα 20€/m² και η τοποθέτηση περίπου στα 15€/m². Αυτή η μέθοδος μπορεί να εφαρμοστεί και εσωτερικά των κτιρίων και εξωτερικά για αυτόν τον λόγο αποτελεί και προτεινόμενη περίπτωση και για την οροφή (εικόνα 5.11) [74].

<input checked="" type="checkbox"/> Οροφή			<input type="checkbox"/> Βασική περίπτωση = προτεινόμενη		
Επιφάνεια	m ²	73	73		
Συντελεστής R	m ² · °C/W	1,11	1,76	€	1.460
<input checked="" type="checkbox"/> Δάπεδο			<input type="checkbox"/> Βασική περίπτωση = προτεινόμενη		
Επιφάνεια	m ²	73	73		
Συντελεστής R	m ² · °C/W	1,11	1,76	€	1.460

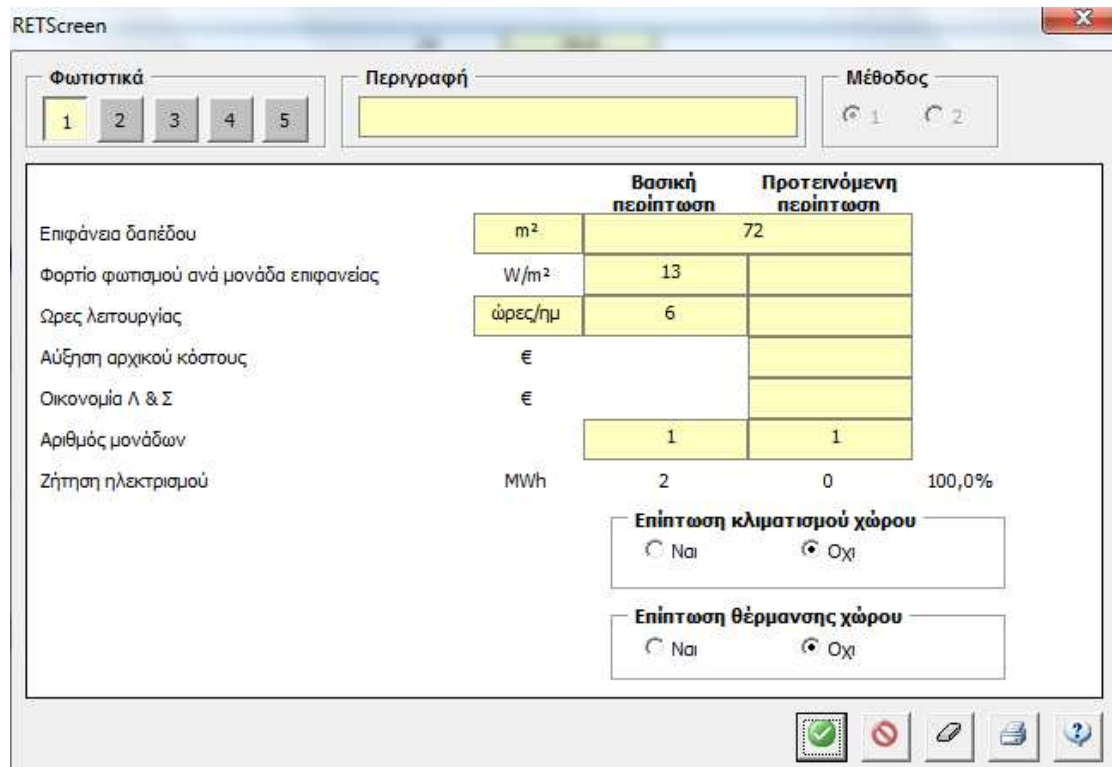
Εικόνα 5.11: Σύγκρισης βασικής περίπτωσης οροφής και δαπέδου με την προτεινόμενη περίπτωση

- Αερισμός. Στο στάδιο αυτό δεν υπολογίστηκε κάτι διαφορετικό από την υπάρχουσα περίπτωση διότι στο κτίριο επικρατεί φυσικός δροσισμός και κανένα μηχανικό μέσο δεν συμβάλλει στην δημιουργία αυτού (εικόνα 5.12).

Αερισμός		Περιγραφή		Μέθοδος	
1 2 3 4 5				1 2	
		Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση		
Ωράριο		Ωράριο 1	Ωράριο 1		
Περιγραφή		24/7	24/7		
Ροή	L/s	3			
Νωπός αέρας	%	80			
Σύστημα αναθέρμανσης		Ναι	Ναι		
Επιλογή Συστήματος		Θέρμανση	Θέρμανση		
Έλεγχος ανεμιστήρα		Ωράριο	Σταθερά		
Έλεγχος αερισμού		Ωράριο	Σταθερά		
Διαρροή διαφράγματος εισόδου		Μέτριο	Μη στεγανό		
Απόδοση ανάκτησης θερμότητας	%				
Αύξηση αρχικού κόστους	€				
Οικονομία Λ & Σ	€				
Αριθμός μονάδων αερισμού		1	1		
Σύστημα θέρμανσης		Σύστημα θέρμανσης 1	Σύστημα θέρμανσης 1		
Περιγραφή θερμικού συστήματος					
Ζήτηση θερμότητας	MWh	0	0		100,0%

Εικόνα 5.12: Δεδομένα που χαρακτηρίζουν τον αερισμό

- Φωτιστικά. Στην περίπτωση αυτή υπάρχει μόνο η βασική περίπτωση η οποία αποτελεί και την αποδοτικότερη δεδομένου ότι γίνεται χρήση για όλες τις λειτουργικές ανάγκες των χρηστών χρήση λαμπτήρων χαμηλής ενεργειακής κατανάλωσης οι οποίες έχουν πολύ μεγαλύτερο χρόνο ζωής από τις συμβατικές, καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια και το κόστος τους ξεκινάει από τα 5 € περίπου και αυξάνεται ανάλογα με τα Watt αντιστοιχούν στην κάθε μια (εικόνα 5.13).



Εικόνα 5.13: Χαρακτηριστικά χρήσης φωτιστικών

- Ηλεκτρικός εξοπλισμός. Είναι αναμφισβήτητα ένα αν όχι το κύριο κομμάτι κατανάλωσης του μεγαλύτερου ποσοστού κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκαν σαν παραδείγματα μερικές από τις πιο πολύ χρησιμοποιούμενες καθημερινές ηλεκτρικές συσκευές που είναι παράλληλα και άμεσης ανάγκης (εικόνα 5.14). Οι περισσότερες συσκευές στο υπάρχων κτίριο είναι παλιές και βάση της ενεργειακής κλίμακας που σήμερα υπάρχει θα μπορούσαμε να τις κατατάξουμε στις χαμηλότερες ενεργειακές κλάσεις. Στην προτεινόμενη περίπτωση δημιουργήθηκε ένα σενάριο για χρήση ηλεκτρικών συσκευών (των πιο αναγκαίων - χρησιμοποιούμενων) ενεργειακής κλάσης A καθώς και A++ . Οι τιμές δεν διαφέρουν πλέον πολύ σε σχέση με τις τιμές των συμβατικών και υπερτερούν στο ότι καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια και εκλύουν κατά συνέπεια και έμμεσα και άμεσα λιγότερους ρύπους [75,76].

Ηλεκτρικός εξοπλισμός		Περιγραφή									
1	2	3	4	5							
Περιγραφή	Βασική περίπτωση				Προτεινόμενη περίπτωση				Αύξηση αρχικού κόστους		
	Ποσότητα	Ωρες λειτουργίας ώρες/ημ	Ηλεκτρικό φορτίο kW	Κύκλος χρήσης %	Ποσότητα	Ωρες λειτουργίας ώρες/ημ	Ηλεκτρικό φορτίο kW	Κύκλος χρήσης %		€	
portatif	4	2	0,02	8,3	4	2	0,02	8,3	0		
ψυγείο	1	24	0,16	30	1	24	0,1	30	72		
κουζίνα	1	3	4,5	12,5	1	3	2,83	12,5	63,5		
τηλέφωραση	1	4	0,114	16,6	1	4	0,088	16,6	21		
ηλεκτρήσιο	1	2	2,2	4,2	1	2	1,12	4,2	10		
φωτιστικά (αριθ.λαμπτήρων)	14	4	0,21	16	14	4	0,21	16	0		
στερεοφωνικό σύστημα	2	4	0,4	16	2	4	0,38	16	100		
φούρνος μικροκυμάτων (min.)	1	20	0,666	1,4	1	20	0,433	1,4	100		
θερμοσίφωνας->ηλιακός θερμοσίφωνας	1	3	5	12,5	1	3	0	12,5	0		
ηλεκτρική σκούπα	1	1	2,2	4,2	1	1	1,25	4,2	17		
laptop	2	10	0,1	42	2	10	0,1	42	0		
Σύνολο									484		
Αύξηση αρχικού κόστους	€	Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση		Επίπτωση κλιματισμού χώρου						
Οικονομία Λ & Σ	€		484		<input type="radio"/> Ναι <input checked="" type="radio"/> Όχι						
Ζήτηση ηλεκτρισμού	MWh	3	2	37,3%	Επίπτωση θέρμανσης χώρου						
					<input type="radio"/> Ναι <input checked="" type="radio"/> Όχι						

Εικόνα 5.14: Σύγκριση κατανάλωσης συμβατικών ηλεκτρικών συσκευών με συσκευές χαμηλής κατανάλωσης.

- Ζεστό νερό. Οι αλλαγές που έγιναν σε αυτήν την περίπτωση δεν είναι πολλές, ουσιαστικά έγινε εφαρμογή του υπάρχοντος συστήματος θεωρώντας το σαν μια καλή επιλογή μεθόδου, χωρίς να γίνουν περαιτέρω αλλαγές. Για την παραγωγή του ζεστού νερού χρησιμοποιείται ηλιακός θερμοσίφωνας ο οποίος εκμεταλλεύεται τα μεγάλα ποσοστά ηλιοφάνειας (εικόνα 5.15).

Ζεστό νερό		Περιγραφή		Μέθοδος	
1 2 3 4 5				1 2	
		Βασική περίπτωση	Προτεινόμενη περίπτωση		
<input checked="" type="checkbox"/> Τύπος φορτίου			Διαμέρισμα		
Αριθμός μονάδων	Μονάδα		4		
Ποσοστό κατοίκησης	%		75		
Ημερήσια κατανάλωση ζεστού νερού - εκτίμηση	L/ημ		508,35		
Χρήση ζεστού νερού	L/ημ	260			
Θερμοκρασία	°C	38			
Μέθοδος θερμοκρασίας παροχής			Τύπος		
Θερμοκρασία νερού - ελάχιστη	°C		11		
Θερμοκρασία νερού - μέγιστη	°C		18		
Ωρες λειτουργίας	ώρες/ημ	2			
Απόδοση ανάκτησης θερμότητας	%				
Αύξηση αρχικού κόστους	€				
Οικονομία Λ & Σ	€				
Σύστημα θέρμανσης			Σύστημα θέρμανσης 1	Σύστημα θέρμανσης 1	
Περιγραφή θερμικού συστήματος					
Ζήτηση θερμότητας	MWh	0	0		100,0%

Εικόνα 5.15: Χαρακτηριστικά ζεστού νερού

5.1.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα έξοδα και λειτουργικά κόστη που παράχθηκαν κατά την διαδικασία ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου τόσο σε επίπεδο κτιριακών εξωτερικών αλλαγών αλλά και εσωτερικών, αναλύθηκαν περισσότερο οι χρηματοοικονομικές διαστάσεις και απαιτήσεις του αναβαθμισμένου κτιρίου που αποτελεί και το κύριο σενάριο της εργασίας, όπου πιο αναλυτικά παρουσιάζονται στην εικόνα 5.13 που θα ακολουθήσει.

Στην Ανάλυση Κόστους αυτό που προσμετρήθηκε σαν οικονομικά έξοδα, όπως παρουσιάζεται πιο κάτω, είναι εκτός από τα έξοδα για τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης, το ενδεχόμενο κόστος για την πληρωμή ενεργειακού επιθεωρητή όπου κυμαίνεται στα 2€/m² [77]για κτίρια ή τμήματα κτιρίων με χρήση κατοικίας και συγκεκριμένα για κτίρια πολλών ιδιοκτησιών όταν η επιθεώρηση αφορά σε τμήμα κτιρίου (ξεχωριστή ιδιοκτησία). Επίσης συνυπολογίστηκε ένα ποσοστό απρόβλεπτου κόστους γύρω στα 10% για την περίπτωση κατά την οποία προκύψει μικρή αλλαγή στο σενάριο.

Αρχικό κόστος (πιστώσεις)	Μονάδα	Ποσότητα	Μονάδα κόστους	Ποσό	Σχετικό κόστος
Μελέτη σκοπιμότητας					
Μελέτη σκοπιμότητας	κόστος		€ 150	€ -	-
Υπο-σύνολο:				€ -	0,0%
Ανάπτυξη					
Ανάπτυξη	κόστος			€ -	-
Υπο-σύνολο:				€ -	0,0%
Μηχανολογικά					
Μηχανολογικά	κόστος			€ -	-
Υπο-σύνολο:				€ -	0,0%
Μέτρα ενεργειακής απόδοσης					
Αύξηση αρχικού κόστους				€ 7.413	90,9%
Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα					
Αναλλακτικά	%			€ -	-
Μεταφορά	έργο			€ -	-
Εκπαίδευση & θέση σε λειτουργία	ανά ημέρα			€ -	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -	-
Απρόβλεπτα	%	10,0%	€ 7.413	€ 741	741
Τόκος κατά την κατασκευή			€ 8.154	€ -	-
Υπο-σύνολο:				€ 741	9,1%
Συνολικά αρχικά κόστη				€ 8.154	100,0%
Ετήσια κόστη (πιστώσεις)					
Λειτουργία & Συντήρηση					
Κόστος Λειτουργίας & Συντήρησης (εξοικονόμηση)	έργο			€ (123)	-
Τμήματα & Εργασία	έργο			€ -	-
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -	-
Απρόβλεπτα	%			€ (123)	-
Υπο-σύνολο:				€ (123)	-
Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση					
Ελαφρύ πετρέλαιο (#2 πετρέλαιο)	L	3.533	€ 0,890	€ 3.145	3.145
Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	23	€ 72.000	€ 1.683	1.683
Υπο-σύνολο:				€ 4.828	4.828
Ετήσια εξοικονόμηση					
Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση					
Ελαφρύ πετρέλαιο (#2 πετρέλαιο)	L	6.288	€ 0,890	€ 5.596	5.596
Ηλεκτρική ενέργεια	MWh	5	€ 72.000	€ 387	387
Υπο-σύνολο:				€ 5.983	5.983
Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)					
Οριζόμενο από τον χρήστη	κόστος			€ -	-
Τέλος διάρκειας ζωής έργου	κόστος			€ -	-

Εικόνα 5.17: Χαρακτηριστικά Ανάλυσης Κόστους

Στην Οικονομική Ανάλυση έχει υπολογισθεί ο κυλιόμενος φόρος καυσίμου του οποίου η τιμή κυμαίνεται στα 4%, η τιμή πληθωρισμού στα 3%, το επιτόκιο αναγωγής στα 6% και τέλος η διάρκεια ζωής έργου στα 35 χρόνια. Πιο αναλυτικά όπως φαίνονται και από τον πίνακα που ακολουθεί (εικόνα 5.18) τα αποτελέσματα έχουν ως εξής:

Σύννοψη Κόστους Έργου και Αποταμιεύσεων/εσόδων. Τα συνολικά αρχικά κόστη τα οποία περιλαμβάνουν τα μέτρα ενεργειακής απόδοσης και το ισοζύγιο συστήματος κυμαίνονται στις 8.154€. Από τα αποτελέσματα τα οποία προκύπτουν αμέσως μετά, το κόστος καυσίμου – βασική περίπτωση του σεναρίου κυμαίνεται στα 5.983€ ενώ αντίθετα στην προτεινόμενη περίπτωση κυμαίνεται στα 4.828€ με συνολικά ετήσια κόστη 4.705€. Όπως μπορεί να γίνει αντιληπτό από τα αρχικά ακόμα οικονομικά αποτελέσματα διακρίνεται διαφορά αξιοσημείωτη στην επιλογή των δυο σεναρίων (βασική – προτεινόμενη), υπερτερώντας με σημαντική διαφορά η προτεινόμενη περίπτωση.

Οικονομική βιωσιμότητα.

Αρχικά, ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης κυμαίνεται στην τιμή 20,1. Ουσιαστικά ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι το επιτόκιο εκείνο που κάνει την επένδυση οριακή δηλαδή είναι εκείνο το επιτόκιο που αν προστεθεί στην ΚΠΑ (καθαρή προστιθέμενη αξία) θα είναι ίσο με μηδέν. Αν υποθετηθεί ότι για την χρηματοδότηση της επένδυσης παίρνεται δάνειο, για να έχει κέρδος το επιτόκιο του δανείου (κόστος κεφαλαίου) θα πρέπει να είναι

μικρότερο από τον εσωτερικό συντελεστή απόδοσης. Στην προκείμενη περίπτωση ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης 20,1 είναι το μεγαλύτερο επιτόκιο που μπορεί να πληρωθεί για την συγκεκριμένη επένδυση.

Η αποπληρωμή προέκυψε στο συγκεκριμένο σενάριο με τιμή αποπληρωμής μετοχών 5,6 και απλής αποπληρωμής 6,4. Σύμφωνα με τις τιμές αυτές ο αριθμός ετών που θα έπρεπε τουλάχιστον να λειτουργήσει η επένδυση, ώστε να καλυφθούν οι αρχικές δαπάνες που έγιναν είναι 6,4 χρόνια και από εκεί και πέρα να δημιουργηθούν κέρδη.

Η καθαρή παρούσα αξία όπως αυτή φαίνεται να υπολογίστηκε είναι 23.746€. Ουσιαστικά για την επένδυση υπολογίστηκαν, στο παρόν, όλες οι χρηματοροές, δηλαδή η καθαρή αξία, και προστέθηκαν τα όποια θετικά ή αρνητικά ποσά δίνοντας την καθαρή παρούσα αξία. Συμπερασματικά η καθαρή παρούσα αξία είναι μεγαλύτερη από το μηδέν κρίνοντας την έτσι συμφέρουσα και κερδοφόρα.

Στην Αναλογία Οφέλους Κόστους η τιμή υπολογισμού κυμαίνεται στα 3,91. Συγκεκριμένα η αναλογία οφέλους κόστους είναι το πηλίκο του συνολικού οφέλους προς το συνολικό κόστος, που εφαρμόζεται για να δειχθεί αν μια επένδυση συμφέρει η όχι. Ουσιαστικά διαιρείται η παρούσα αξία όλων των εσόδων που αναμένονται από την επένδυση με την παρούσα αξία κόστους που θα έχει. Αν το όφελος είναι μεγαλύτερο από το κόστος τότε το πηλίκο θα είναι >1 και επένδυση που θα έχει γίνει θα συμφέρει. Έχοντας σαν αναλογία οφέλους κόστους την τιμή 3,91 γίνεται άμεσα αντιληπτό ότι η επένδυση μπορεί να χαρακτηριστεί συμφέρουσα.

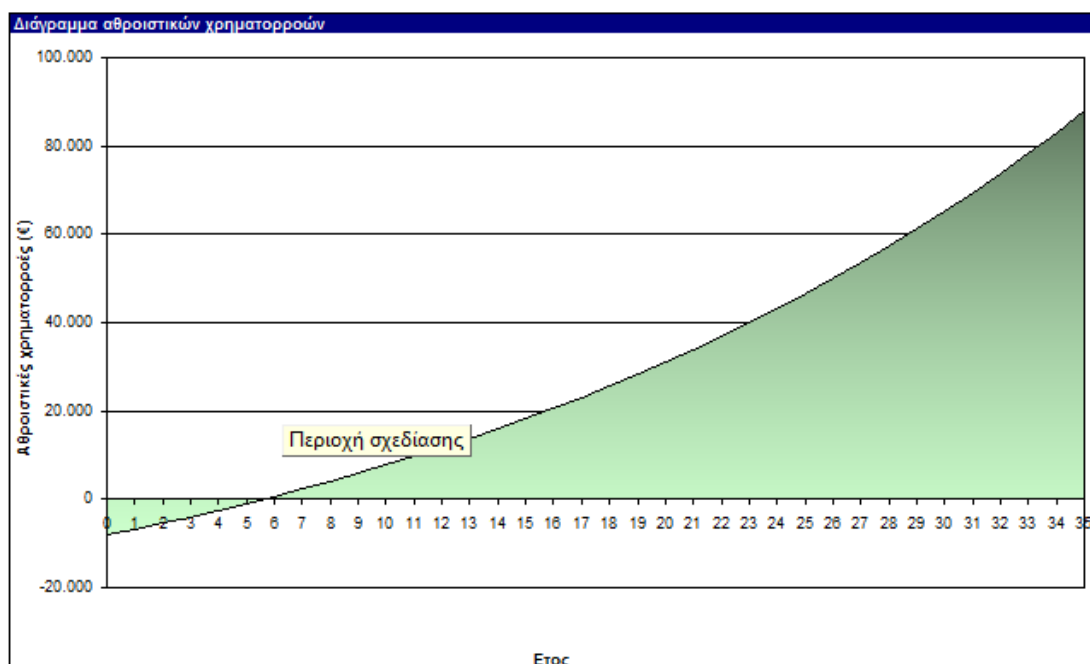
Τέλος αξιοσημείωτη και η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου όπως αυτές προέκυψαν από τον υπολογισμό του προγράμματος και οι οποίες κυμαίνονται σε μείωση 6t/CO₂ τον χρόνο από τις ενεργειακές αναβαθμίσεις οι οποίες έγιναν στο σύνολο του κτιρίου, συμβάλλοντας σημαντικά στην ελαχιστοποίηση υποβάθμισης της ατμόσφαιρας και γενικά του περιβάλλοντος.

Οικονομικοί Παράμετροι			Σύνοψη κόστους έργου και αποταμιεύσεων/έσοδων	
Γενικά			Αρχικά κόστη	
Κυλιόμενος φόρος κόστους καυσίμου	%	4,0%	Μέτρα ενεργειακής απόδοσης	90,9% € 7.413
Τιμή πληθωρισμού	%	3,0%	Ισοζύγιο συστήματος & διάφορα	9,1% € 741
Επτόκιο αναγωγής	%	6,0%	Συνολικά αρχικά κόστη	100,0% € 8.154
Διάρκεια ζωής έργου	έτος	35	Ετήσια κόστη και πληρωμές χρέους	
Χρηματοδότηση			Λειτουργία & Συντήρηση	
Κίνητρα και επιχορηγήσεις	€		Κόστος καυσίμου - προτεινόμενη περίπτωση	€ -123
Τοκοχρεολύσιο	%		Συνολικά ετήσια κόστη	€ 4.705
Ανάλυση φόρου εισοδήματος <input type="checkbox"/>			Περιοδικά κόστη (πιστώσεις)	
			Ετήσιες αποταμιεύσεις και έσοδα	
			Κόστος καυσίμου - βασική περίπτωση	€ 5.983
			Συνολικές ετήσιες αποταμιεύσεις και εισόδημα	€ 5.983
Ετήσια έσοδα				

Εικόνα 5.17: Οικονομική ανάλυση βασικού σεναρίου

Ετήσια χρηματοροή				
Ετος	Προ-φόρων	Μετά-φόρων	Αθροιστικά	
#	€	€	€	
0	-8.154	-8.154	-8.154	
1	1.328	1.328	-6.827	
2	1.380	1.380	-5.447	
3	1.434	1.434	-4.013	
4	1.490	1.490	-2.524	
5	1.548	1.548	-976	
6	1.608	1.608	632	
7	1.671	1.671	2.303	
8	1.736	1.736	4.040	
9	1.804	1.804	5.844	
10	1.875	1.875	7.719	
11	1.948	1.948	9.667	
12	2.024	2.024	11.692	
13	2.104	2.104	13.796	
14	2.188	2.188	15.982	
15	2.272	2.272	18.253	
16	2.361	2.361	20.614	
17	2.453	2.453	23.067	
18	2.549	2.549	25.616	
19	2.649	2.649	28.265	
20	2.753	2.753	31.018	
21	2.861	2.861	33.878	
22	2.973	2.973	36.851	
23	3.089	3.089	39.941	
24	3.211	3.211	43.151	
25	3.338	3.338	46.488	
26	3.467	3.467	49.955	
27	3.603	3.603	53.558	
28	3.745	3.745	57.303	
29	3.892	3.892	61.195	
30	4.045	4.045	65.239	
31	4.203	4.203	69.443	
32	4.368	4.368	73.811	
33	4.540	4.540	78.351	
34	4.718	4.718	83.069	
35	4.904	4.904	87.973	

Εικόνα 5.18: Ετήσια χρηματοροή



Εικόνα 5.19: Διάγραμμα αθροιστικών χρηματορροών

Οικονομική Βιωσιμότητα		
Εσωτερικός συντελεστής απόδοσης προ φόρων - μετοχή (IRR) προ φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	20,1%
(IRR) μετά-φόρου - μετοχές	%	20,1%
(IRR) μετά φόρου - περιουσιακά στοιχεία	%	20,1%
Απλή αποπληρωμή	έτος	6,4
Αποπληρωμή Μετοχών	έτος	5,6
Καθαρή Παρούσα Αξία (ΚΠΑ)	€	23.746
Ετήσιες αποταμιεύσεις κύκλου ζωής	€/έτος	1.638
Αναλογία Οφέλους-Κόστους (Ο-Κ)		3,91
Κόστος μείωσης εκπομπών ΑΤΘ	€/tCO2	(266)

Εικόνα 5.20: Οικονομική βιωσιμότητα

Εσοδα από τη μείωση εκπομπών ΑΤΘ		
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ	tCO2/yr	6
Καθαρή μείωση εκπομπών ΑΤΘ - 35 έτη	tCO2	215

Εικόνα 5.21: Ετήσια έσοδα

5.1.6. ΕΠΙΧΟΡΗΓΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ

Για την υποστήριξη της περιβαλλοντικής δραστηριοποίησης και την προώθηση καθαρών εναλλακτικών τεχνολογιών, έχουν δημιουργηθεί κάποια προγράμματα τα οποία ενισχύουν οικονομικά με διάφορα πακέτα όπως αυτά αντιστοιχούν σε κάθε περίπτωση, παραδείγματα των οποίων δίνονται στην συνέχεια.

Εξοικονόμηση κατ'οίκον. Το Πρόγραμμα Εξοικονόμηση Κατ' Οίκον, έχει σαν βασικό στόχο τη μείωση των ενεργειακών αναγκών και την εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό κτηριακό τομέα. Το Πρόγραμμα σχεδιάστηκε με γνώμονα την εξοικονόμηση ενέργειας στον οικιακό κτηριακό τομέα. Απευθύνεται σε ιδιοκτήτες των οποίων τα σπιτία έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 και είναι χαμηλής ενεργειακής κατηγορίας. Παρέχει οικονομικά κίνητρα στους ωφελούμενους για να πραγματοποιήσουν τις πιο σημαντικές παρεμβάσεις που βελτιώνουν την ενεργειακή απόδοση του σπιτιού τους: τοποθέτηση θερμομόνωσης, αντικατάσταση κουφωμάτων, αναβάθμιση συστήματος θέρμανσης. Το Πρόγραμμα παρέχει κίνητρα για την υλοποίηση παρεμβάσεων μέχρι του ποσού των 15.000€ ανά κατοικία. Σε συνεργασία με τον Ενεργειακό Επιθεωρητή καταλήγει σε συγκεκριμένες παρεμβάσεις οι οποίες πρέπει να πληρούν και ανώτατα όρια δαπανών προκειμένου ο προϋπολογισμός να είναι "επιλέξιμος" οι προϋποθέσεις δίνονται στην εικόνα 5.19 που ακολουθεί [78].

Κατηγορία Κινήτρων	Ετήσιο Ατομικό Εσοδήμα (Άγαμος)	Ετήσιο Οικογενειακό Εσοδήμα (Έγγαμος)	Κίνητρα	Παράδειγμα
A	έως 22.000€	έως 40.000€	<ul style="list-style-type: none"> • Άτοκο δάνειο (100% επιδότηση εκτός της εισφοράς) • Επιχορήγηση 30% του προϋπολογισμού εργασιών • Κάλυψη του ελάχιστου κόστους ενεργειακών επιθεωρήσεων 	Προϋπολογισμός εργασιών: 10.000€ Δάνειο: 7.000€ Επιχορήγηση: 3.000€ (απευθείας πληρωμή των προμηθευτών)
B	22.001€ - 40.000€	40.001€ - 60.000€	<ul style="list-style-type: none"> • Χαμηλότοκο Δάνειο (επιτόκιο 4,93%) • Επιχορήγηση 15% του προϋπολογισμού εργασιών • Κάλυψη του ελάχιστου κόστους ενεργειακών επιθεωρήσεων 	Προϋπολογισμός εργασιών: 10.000€ Δάνειο: 8.500€ Επιχορήγηση: 1.500€ (απευθείας πληρωμή των προμηθευτών)
Γ	40.001€ - 60.000€	60.001€ - 75.000€	<ul style="list-style-type: none"> • Χαμηλότοκο Δάνειο (επιτόκιο 4,93%) • Κάλυψη του ελάχιστου κόστους ενεργειακών επιθεωρήσεων 	Προϋπολογισμός εργασιών: 10.000€ Δάνειο: 10.000€

Εικόνα 5.19: Κατηγοριοποίηση ανάλογα με την οικογενειακή κατάσταση και το εισόδημα (Πηγή: www.piraeusbank.gr)

Εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών σε σπιτία. Για την τοποθέτηση φωτοβολταϊκού συστήματος σε σπίτι, μέχρι 10KW, με σκοπό την εξασφάλιση ενός σταθερού ετήσιου εισοδήματος από τη ΔΕΗ, πολλές είναι οι τράπεζες που στηρίζουν τέτοιου είδους επενδύσεις με εξειδικευμένα προγράμματα που προσφέρουν χρηματοδότηση έως και το 100% του κόστους αγοράς και εγκατάστασης του φωτοβολταϊκού συστήματος, με τη δυνατότητα επιλογής για προσημείωση ή όχι το ακινήτου. Χωρίς εξασφάλιση ακινήτου ισχύουν τα εξής: ποσό δανείου από 3.000 - 50.000 €, κυμαινόμενο επιτόκιο συνδεδεμένο με μηνιαίο Euribor + περιθώριο 5,50%, έξοδα δανείου 200 €, διάρκεια δανείου 2-12 έτη, ειδικό προνομιακό πρόγραμμα ασφάλισης Φωτοβολταϊκών συστημάτων. Με εξασφάλιση ακινήτου: ποσό δανείου από 10.000 €, κυμαινόμενο επιτόκιο συνδεδεμένο με μηνιαίο Euribor + περιθώριο 3,50%, έξοδα δανείου 200 €, με δωρεάν τα έξοδα εκτίμησης, νομικού ελέγχου παράστασης στο Πρωτοδικείο και πιστοποιήσεων εργασιών, διάρκεια δανείου έως 2- 25 έτη [78].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΧΟΛΙΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε σενάριο συμβατικής κατοικίας μετατρέποντάς το με διάφορες ενεργειακές παρεμβάσεις σε αποδοτικότερο ενεργειακό κτίριο. Αναλύθηκαν όλοι εκείνοι οι τρόποι και οι μεθοδολογίες για την επίτευξη σωστής χρήσης και γνώσης όλων εκείνων των χαρακτηριστικών που αφορούν ένα οικοδόμημα.

Εκτενής ανάλυση έγινε σε όλους εκείνους τους τρόπους με τους οποίους η εξοικονόμηση ενέργειας, χρημάτων αλλά και η μείωση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος, σημειώνει σημαντικά πολύ μεγάλα ποσοστά.

Σημαντικό κεφάλαιο της εργασίας αποτέλεσε και η οικονομική ανάλυση απόδοσης εναλλακτικών συστημάτων, παρουσιάζοντας τους τρόπους υπολογισμού και συγκρίνοντας την παράθεση προτεινόμενων, ενεργειακά αποδοτικότερων σεναρίων, με συμβατικά.

Βασικό σενάριο της εργασίας αποτέλεσε η μελέτη ενεργειακής αποδοτικότητας σε κτίριο της Αλεξανδρούπολης το οποίο βάση του τρόπου διαχείρισης της ενέργειας θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως συμβατικό. Έγιναν κάποια σενάρια εφαρμογής αποδοτικότερων συστημάτων τόσο από άποψη καύσιμης ύλης, οικοδομικών, μονωτικών υλικών όσο και επιλογής ενεργειακά αποδοτικότερων συσκευών. Σημαντική ήταν και η οικονομική ανάλυση που προέκυψε παρουσιάζοντας ως κερδοφόρα την επιλογή ενεργειακής αναβάθμισης του κτιρίου. Επιπρόσθετα πρέπει να τονιστούν τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν στο σύνολο τους από τις ενεργειακές αλλαγές που έγιναν στο κτίριο διαπιστώνοντας μείωση σημαντικών ποσοτήτων CO₂, μείωση κατανάλωσης ενέργειας τόσο ηλεκτρικής όσο και θερμικής.

Στην κατάληξή της η παρούσα εργασία προτείνει και συνιστά την άμεση εφαρμογή Ενεργειακών – Περιβαλλοντικών νόμων οι οποίοι είναι σε ισχύ αλλά δεν εφαρμόζονται άμεσα (χρονικά).

«Είναι αξίωμα ότι η σπατάλη ενέργειας είναι εύκολη και ευχάριστη, αντίθετα η εξοικονόμηση ενέργειας δυσάρεστη και προϋποθέτει αλλαγή τρόπου ζωής.»

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Ενέργεια και κτίριο, Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων και οι νέες τεχνικές για την μείωση της, www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm
2. Κατανάλωση και εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, www.library.tee.gr/digital/m2362/m2362_ladopoulos.pdf
3. Ενέργεια και κτίριο, Ενεργειακή κατανάλωση κτιρίων και οι νέες τεχνικές για την μείωση της, www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm
4. Πανελλήνιος Σύνδεσμος Εταιριών Μόνωσης, Εξοικονόμηση ενέργειας στον κτιριακό τομέα στην Ελλάδα, www.haic.gr/index.php?pN=ενημέρωση&txtWebPageID=625
5. Οικοδομή και ενεργειακή σπατάλη στην Ελλάδα, www.3comma14.gr/pi/view-survey.php?id=1340
6. Σόλων για την σύνθεση και τον οικολογικό πολιτισμό, Πράσινη ανάπτυξη μέσα από την εξοικονόμηση ενέργειας στα κτίρια, www.solon.org.gr
7. Εταιρία παραγωγής διογκωμένης πολυστερίνης. Διογκωμένη πολυστερίνη, www.tiktas.gr/68D76DC2.el.aspx
8. Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Υλικά θερμομόνωσης, www.diocles.civil.duth.gr/links/home/museum/mater/insulat/insulat.html
9. Εξωτερική θερμομόνωση κτιρίων, www.building.gr/greek/aiforos/exikonomisi/exoterikithermomonomosi.htm
10. Θερμομόνωση κτιρίων, www.buildings.gr/greek/eksoplismos/oikologika_ilika/thermomonomosi.htm
11. Υπουργείο Εμπορίου Βιομηχανίας και Τουρισμού. Οδηγός θερμομόνωσης κτιρίων Σεπτέμβριος 2010, www.mcit.gov.cy
12. Εταιρία thermograph, www.thermograph.gr/index.php?/thermograph
13. Μη Κυβερνητικός Οργανισμός με τη νομική μορφή αστικής μη κερδοσκοπικής εταιρίας, www.anelixi.gr

14. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας,
www.cres.gr/energy_saving/ktiria/thermiki_prostasia_kelyfous_hlioprostasia.htm
15. Πλεονεκτήματα φυτεμένων δωμάτων, www.greenroofs.com.gr
16. Φαινόμενο καμινάδας,
www.monosimacon.blogspot.com/2008/11/blog_post_2776.html
17. Αεριζόμενη τοιχοποιία,
www.monosimacon.blogspot.com/2010/11/blog_post.html
18. Αεριζόμενη τοιχοποιία,
www.monosimacon.blogspot.com/2010/11/blog_post.html
19. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης εργαστήριο αρχιτεκτονικής τεχνολογίας,
www.window.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=101&Itemid=174
20. Συντελεστές χαρακτηρισμού υαλώσεων, www.uk.saint-gobain-glass.com
21. Electronical glossary,
www.stegbar.com.au/services/resource_centre/general_information/glossary/#light_transmission
22. Electronical dictionary, www.soundproofwindows.com/glosarry.html
23. Wikipedia, [en.wikipedia.org/wiki/R-value_\(insulation\)](http://en.wikipedia.org/wiki/R-value_(insulation))
24. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης εργαστήριο αρχιτεκτονικής τεχνολογίας τμήμα αρχιτεκτόνων, www.diocles.civil.duth.gr
25. Θερμοδιακοπή, www.alugreensystems.com/thermal-insulated-products.php
26. Παθητικά ηλιακά συστήματα,
en.wikipedia.org/wiki/passive_solar_building_design
27. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης, www.solarpanelinfo.com/passive-solar/solar-trombe-walls.php
28. Ηλιακό ζεστό νερό, www.sunplans.com/learn/solar
29. Ηλιακό ζεστό νερό, www.sunplans.com/learn/solar
30. Ενεργητικά ηλιακά συστήματα,
www.floornature.com/architettura_sostenibile.php?id=5071&se2=33
31. Ετικέτα ενεργειακής κατανάλωσης,
www.cres.gr/energy_saving/ktiria/electrikes_syskeues_simansi

32. Sustainable Energy Authority of Ireland , tips for electrical devices, www.seai.ie/Power_of_One_appliances_and_labelling
33. Energy saving assumptions, www.energysavingtrust.org.uk/energy-saving-assumptions
34. COP and EER, www.comfort.uk.com/faq.htm#cop
35. www.central-air-conditioner-and-refrigeration.com/SEER_EER_HSPF_AFUE_COP.html.
36. Sustainable Energy Authority of Ireland, electricity saving tips, www.seai.ie/Power_of_One/Energy-saving/electricity-saving-tips
37. Ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια, el.wikipedia.org/wiki/Ηπιες_μορφες_ενεργειας
38. Αιολική ενέργεια, www.nmswork.gr/rae/energy-dictionary.aspx
39. Site for energy saving, www.lowenergyhouse.com
40. Διαφόρων ειδών ανεμογεννήτριες, www.smallwindgeneratorw.co.uk
41. Διαφόρων ειδών ανεμογεννήτριες, www.alternative-energy-concepts.com
42. Διαφόρων ειδών ανεμογεννήτριες, www.alternative.energy-concepts.com
43. Τρόπος λειτουργίας ανεμογεννήτριας, www.skystreamenergy.com/how-it-works/index.php
44. Ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια, el.Wikipedia.org/wiki/Ηλιακή-ενέργεια
45. Οφέλη φωτοβολταϊκών, www.energysavingtrust.org.uk/generate-your-own-energy/solar-electricity#thebenefitsofsolarelectricity
46. Energy saving trust, www.energysavingtrust.org.uk/generate-your-own-energy/solar-electricity
47. U.S Department of Energy. Energy efficiency & Renewable Energy, www.energysavers.gov/your_home/electricity/index.cfm/mytopic=10840
48. Sustainable Energy Authority of Ireland, www.seai.ie/renewables/bioenergy
49. Sustainable Energy Authority of Ireland, www.seai.ie/Renewables/Bioenergy/wood_energy
50. Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης Καστοριάς, www.kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/geothermal.htm.

51. Υπουργείο Ανάπτυξης, Κανονισμός ενεργειακής απόδοσης κτιρίων, www.ypan.gr
52. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος, www.portal.tee.gr/portal/page/portal/scientific_work/GR_energeias/kenak/egyklisosypelka.pdf
53. Ψηφιακή βιβλιοθήκη ΣΧΕΡΙΑ, ΤΕΕ Τμήμα Κέρκυρας, www.lib.teeker.gr/bitstream/lib.teeker.gr/271/13/Nomothesi_energeiakoi.pdf
54. Εταιρία Klimaximum Ενεργειακά κουφώματα πόρτες, [www.klimaximum.gr\(klimaximum/sites/default/files/Euro_Produktnorm_Fenster_und_Turen.pdf](http://www.klimaximum.gr(klimaximum/sites/default/files/Euro_Produktnorm_Fenster_und_Turen.pdf)
55. Spin Systems, Συστήματα Οργάνωσης και Διοίκησης, www.spinsystems.gr/userfiles/file/CE_Δομικών_βάση_ελληνικής_νομοθεσίας_18_03_2010
56. Φαίδρα Φ. Τοπαλή Οκτώβριος 2010, Διπλωματική εργασία Ενεργειακή Επιθεώρηση στο κτίριο Χημικών Μηχανικών της Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου (Πτέρυγα Η)
57. ECO Δόμηση Αρχιτεκτονική και Περιβάλλον, www.ecodomisi.gr
58. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, www.cres.gr/energy-saving/enimerosi_texnitos_fotismos.htm
59. ΦΕΚ, 81.186.166.197/nomoi/266.pdf.
60. ECO Δόμηση Αρχιτεκτονική και Περιβάλλον, www.ecodomisi.gr
61. Διαδικτυακός τόπος Τοπογράφων Μηχανικών, www.e-topografos.gr, ΦΕΚ 3851/2010
62. Εταιρία HELIOSYSTEMS Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, www.selasenergy.gr/legislation?php, ΦΕΚ 3734
63. Εταιρία HELIOSYSTEMS Φωτοβολταϊκών Συστημάτων, www.selasenergy.gr/legislation?php
64. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών
65. ΦΕΚ 1557 Β' /22-9-2010
66. Επίσημη σελίδα λογισμικού RetScreen, www.retscreen.net/el/home.php.
67. Εταιρία παροχής αερίου Αττικής, www.aerioatikis.gr

68. Υπουργείο Οικονομίας Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας, www.fuelprices.gr
69. Πίπτας Γεώργιος, Ψυκτικός
70. www.diydata.com/information
71. Εταιρία συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης Kelyfos, www.kelyfos.eu
72. Site dedicated to windows, www.doubleglazing.info.com
73. Εταιρία συστημάτων εξωτερικής θερμομόνωσης Kelyfos, www.kelyfos.eu
74. Μονωτικά Φραγκουλάκης, www.fragoulakis.gr
75. Διαδικτυακό εργαλείο αναζήτησης των καλύτερων ενεργειακών συσκευών, www.ecotopten.gr
76. Consumer pricing information, www.whatprice.co.uk/prices/
77. Τεχνικό γραφείο kenenergeia, www.kenenergeia.gr/new_page_5.htm
78. Τράπεζα Πειραιώς, www.pireausbank.gr