ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ
ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ &

ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ & ΚΟΙΝΩΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ

ΟΡΓΑΝΩΣΗΣ &

ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ

ΔΙΑΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΑΚΟ

ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΟΡΓΑΝΩΣΗ & ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

SYSTEM ENGINEERING & MANAGEMENT

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

MS THESIS

SEM08

Βασιλική Τζίκα

Ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα κατοικιών στην ακριφόρο δόμηση. Αξιολόγηση συνεισφοράς ηλιακών συλλεκτών σε συμβατικό σύστημα θέρμανσης σε μικρή ανεξάρτητη κατοικία στην Ελλάδα

«Αν θέλουμε να ξαναγυρίσει η τεχνική στην υπηρεσία της ανθρώπινης ανάπτυξης, ο δρόμος που θα ανοιχτεί δεν θα πρέπει να οδηγήσει στην περαιτέρω επέκταση της μεγαμηχανής, αλλά στη συνετή καλλιέργεια όλων εκείνων των μερών του οργανικού περιβάλλοντος και της ανθρώπινης προσωπικότητας που έχουν καταπνιγεί, προκειμένου να μεγαλοποιηθούν τα έργα της μεγαλομηχανής.»

Lewis Mumford, "Η Φωτιά του Προμηθέα"

Πρόλογος

Οι άνθρωποι ζουν σήμερα σε ένα δομημένο περιβάλλον. Με τον όρο «Δομημένο Περιβάλλον», αναφερόμαστε στο συνολικό χώρο που έχει αναπτυχθεί από τις ανθρώπινες κατασκευές, συμπεριλαμβανομένου όλων των κτιρίων που καλύπτουν τις ανάγκες στέγασης, απασχόλησης και αναψυχής. Βάσει του συνολικού αριθμού των κτιρίων το δομημένο περιβάλλον, χαρακτηρίζεται αστικό, ημιαστικό και αγροτικό.

Δεδομένου ότι ο παγκόσμιος πληθυσμός συνεχίζει να αυξάνεται, δεδομένου ότι τα παλαιά κτίρια χρειάζονται αναπαλαίωση-συντήρηση, και καθώς οι απαιτήσεις για τα κτίρια αλλάζουν, οι δραστηριότητες για την κατασκευή κτιρίων καταλήγουν σε μια ατέρμονη προσπάθεια βελτίωσης.

Η κατασκευή των κτιρίων περιλαμβάνει το στάδιο του σχεδιασμού και το στάδιο της υλοποίησης του σχεδίου, την ανοικοδόμηση. Στο σχεδιασμό έχουμε τα λεπτομερή σχέδια και τις τεχνικές, οι οποίες στοχεύουν στην ικανοποίηση απαιτήσεων και κριτηρίων. Η ανοικοδόμηση είναι η δραστηριότητα που δίνει σάρκα και οστά σε όλα αυτά τα λεπτομερή σχέδια. Ο κατασκευαστικός τομέας, αποτελεί ένα σημαντικό συστατικό της παγκόσμιας οικονομίας και παρέχει τις εργασίες σε πολλούς ανθρώπους.

Η ενεργειακή διαχείριση του δομημένου περιβάλλοντος προκαλεί έντονη παγκόσμια ανησυχία τα τελευταία χρόνια. Την τελευταία δεκαετία η παραγωγή πετρελαίου έχει εξαπλασιαστεί, ομοίως η ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας δεκαπλασιάζεται ανά δεκαετία. Είναι πολύ πιθανό, η παγκόσμια κοινότητα να έχει εισέλθει σε μία μακροχρόνια περίοδο υψηλών τιμών ενέργειας. Πέρα των κοινωνικό-οικονομικών προβλημάτων που θα δημιουργήσει αυτή η κατάσταση, η περιβαλλοντολογική καταστροφή δε θα έχει προηγούμενο. Η αλόγιστη χρήση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει ήδη συμβάλει σημαντικά στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Οι βασικότεροι παράγοντες που συνηγορούν σε αυτή την δυσμενή προοπτική είναι:

α) Η συνεχής ανάπτυξη του πληθυσμού της γης.

β) Η σημαντική αύξηση της ενεργειακής ζήτησης από χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία, οι κάτοικοι των οποίων άρχισαν να αποκτούν καταναλωτικές συνήθειες.

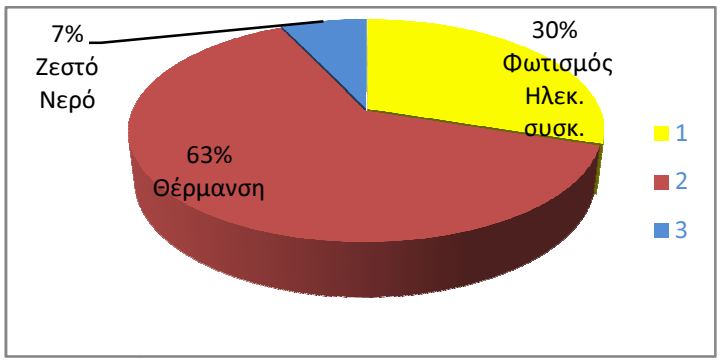
γ) Κερδοσκοπικές τάσεις που εκδηλώνονται μόλις βρουν ευκαιρία.

δ) Η αστάθεια που επικρατεί στην γεωπολιτική των πηγών και δρόμων πετρελαίου.

Αναλυτικότερα ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (ΚΑΠΕ http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf) τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Δεδομένου ότι το 80% των κατοίκων της Ευρώπης

κατοικούν πλέον σε πόλεις η ανάγκη για κάλυψη των απαιτήσεων σε θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης αυξάνει συνεχώς. (http://www.evonymos.org/files1/155SOLAR%20ENERGY%20FOR%20BUILDINGS.IENE.doc)

Εκτιμάται ότι τα καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας για τα κτίρια ευθύνονται για το 50% περίπου των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και κυρίως του CO_2. Όσον αφορά την κατανάλωση ανά χρήση, η θέρμανση των χώρων κατέχει την πρώτη θέση στις ενεργειακές απαιτήσεις, αφού απορροφάει το 63% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης, παρόλο που η Ελλάδα έχει μεσογειακό κλίμα, άρα και λιγότερες απαιτήσεις σε θέρμανση το χειμώνα. Επιπλέον η χρήση κλιματιστικών και άλλων μικρών συσκευών, συντελούν στην αύξηση των ποσοστών αυτών.



Εικόνα: Κατανομή ενεργειακής κατανάλωσης στον οικοιακό τομέα.(Ημερίδα: Ενέργεια και κλίμα. Πράσινες απαντήσεις στη κλιματική κρίση. Ηράκλειο 2009)

Στα πλαίσια της προσπάθειας για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των κτιρίων, είναι εύστοχο να οριστούν και να κατανοηθούν οι αρχές της μεταφοράς θερμότητας και μάζας στα κτίρια, και να εφαρμοστούν αυτές οι αρχές στη διαδικασία σχεδιασμού των κτιρίων. Κατ' επέκταση η κατασκευή περιβαλλοντικών και ενεργειακά φιλικών κτιρίων καθώς και η χρήση φυσικών πηγών ενέργειας για την λειτουργία των κτιρίων, αποτελούν επιτακτική ανάγκη.

Στο γνώμονα των παραπάνω επιδιώξεων αναπτύσσεται ολοένα και περισσότερο η αειφόρος δόμηση που στηρίζεται στο βιοκλιματικό σχεδιασμό.

Στόχος της παρούσας εργασίας είναι να καταγράψει τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα που συνεισφέρουν στην αειφόρο δόμηση και στη συνέχεια να αποδειχθούν σε πρακτικό βαθμό τα πλεονεκτήματα από τη χρήση ενός εναλλακτικού συστήματος θέρμανσης κατά την οικιακή χρήση.

Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως το μεγαλύτερο ποσοστό στις κτιριακές ενεργειακές απαιτήσεις καταναλώνεται για τη θέρμανση των χώρων. Για το λόγο αυτό θα πραγματοποιηθεί σύγκριση ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης με ένα εναλλακτικό σύστημα θέρμανσης, σε επίπεδο ενεργειακό, τεχνικό, οικονομικό.

Ωστόσο, επειδή τα παθητικά συστήματα αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι του βιοκλιματικού σχεδιασμού, πραγματοποιείται μια αντίστοιχη καταγραφή των παθητικών συστημάτων, καθώς αποτελούν συμφέρουσες και εύκολα εφαρμόσιμες λύσεις από τεχνικής αλλά και περιβαλλοντικής άποψης.

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Παντελή Μπότσαρη για την πολύτιμη βοήθεια, τις υποδείξεις, τις διορθώσεις και την καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια της εργασίας.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω με αλφαβητική σειρά τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής Αναπλ. Καθηγητή κ. Κυριακού Γ., Επίκουρο Καθηγητή κ. Μπαλόπουλο Β., Καθηγητή κ. Παναγιωτακόπουλο Π. και τον Αναπλ. Καθηγητή κ. Άγγελο Πρωτοπαππά.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την εταιρεία ΑΡΑΜΠΑΤΖΗΣ Α.Ε για τις απαραίτητες πληροφορίες που μου παρείχε. Τον Ναπολέων, την Βασιλεία τον Γιάννη και τον Βαγγέλη για τις συμβουλές τους, την υπομονή τους και τον χρόνο που αφιέρωσαν για να βοηθήσουν.

Πίνακας Περιεχομένων

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΟ – ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ 1

1.1 Βιοκλιματική δόμηση 2

1.2 Η λήψη αποφάσεων κατά το σχεδιασμό ενός κτιρίου 3

1.2.1 Εργαλεία υποστήριξης σχεδιασμού 3

1.3 Ευρωπαϊκη και εθνική πολιτική 5

1.4 Όροι που χρησιμοποιούνται στο κανονισμό ενεργειακής απόδοσης κτιρίων (ΚΕΝΑΚ) 8

1.5 Κλιματολογικές ζώνες Ελλάδος κατά ΚΕΝΑΚ 11

1.6 Δυσκολίες – ελλείψεις στην εφαρμογή της ενεργειακής πολιτικής 13

1.7 Το πλαίσιο προβληματισμού – Μια συστημική προσέγγιση 14

1.8 Σκοπός και δομή της εργασίας 15

1.9 Σύνοψη 1ου κεφαλαίου 17

2. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΕΙΣΦΕΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΟ ΔΟΜΗΣΗ 18

2.1 Διαχωρισμός συστημάτων 18

2.2 Παθητικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας 19

2.2.1 Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης 20

2.2.1.1 Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους 21

2.2.1.2 Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους 24

2.2.1.3 Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους 31

2.2.2 Παθητικά Συστήματα δροσισμού 32

2.2.3 Συστήματα φυσικού αερισμού 36

2.2.4 τεχνικές φυσικού φωτισμού 39

2.2.5 Ηλιοπροστασία- Σκιασμός 44

2.2.6 Θερμομόνωση στην βιοκλιματική δόμηση 46

2.2.6.1 Ιδιότητες θερμομονωτικών υλικών 50

2.2.6.2 Οικολογικά θερμομονωτικά υλικά 51

2.2.6.3Θερμομονωτικά υλικά στην ελληνική αγορά 52

2.2.7. Φυτεμένα δώματα 53

2.2.8. Δομικά Υλικά 56

2.2.8.1. Τοξικότητα δομικών υλικών 57

2.2.8.2 Ραδιένεργεια 58

2.2.8.3 Κριτήρια επιλογές υλικών 59

2.2.8.4 Οικολογικά δομικά υλικά 59

2.3 Σύνοψη 2ου κεφαλαίου 61

3. ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΟ ΔΟΜΗΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ 62

3.1 Συστήματα θέρμανσης 62

3.2 Φωτισμός 72

3.3 Συστήματα ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου (BEMS) 75

3.4 Συστήματα επαναχρησιμοποίησης υγρών αποβλήτων μέσω βιολογικής επεξεργασίας 77

3.5 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε κατοικία 80

3.5.1 Ηλιακά θερμικά συστήματα υποβοηθησης θέρμανσης 80

3.5.2 Φωτοβολταϊκά σε κτίρια 86

3.5.3 Μικρές ανεμογεννήτριες για παραγωγή ηλεκτρισμού 92

3.5.4 Γεωθερμία για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό 95

3.6 Σύνοψη 3ου κεφαλαίου 98

4. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΟΝΤΕΛΟ 99

4.1 Η κατοικία 99

4.2 Συστήμα θέρμανσης κατοικίας 112

4.2.1 Κόστος εγκατάστασης 112

4.2.2 Κόστος λειτουργίας και συντήρησης συστήματος θέρμανσης της κατοικίας 113

4.3 Σύγκριση κόστους χρήσης – φυσικού αερίου 115

4.4 Εκπομπές ρύπων από καύση πετρελαίου και φυσικού αερίου για θέρμανση της κατοικιας 116

4.5 Σύνοψη 4ου κεφαλαίου 117

5. ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ 118

5.1 Περιγραφή ηλιοθερμικού συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης 118

5.2Μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για τον υπολογισμό της συνεισφοράς του συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης 121

5.3 Παρουσίαση του συστήματος 125

5.4 Διαδικασία υπολογισμού 132

5.6 Σύνοψη 5ου κεφαλαίου 133

6. ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 134

6.1 Διαγράμματα αποτελεσμάτων από την μελέτη εγκατάστασης συστήματος υποβοήσης θέρμανσης με ηλιακούς συλλέκτες (ΣΥΘΗΣ) στο μοντέλο κατοικίας 134

6.2 Προτάσεις 148

Βιβλιογραφία 152

Παράρτημα 158

Ευρετήριο Πινάκων

Πίνακας 1.1: Νομοί της Ελλάδος ανά κλιματολογική ζώνη 12

Πίνακας 2.1: Σχέση μεταξύ εξωτερικής θερμοκρασίας και ανοιγμάτων 22

Πίνακας 2.2: Απώλειες σε σχέση με το τύπο του υαλοπίνακα 23

Πίνακας 2.3: Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους 23

Πίνακας 2.4: Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τοίχου Trombe 26

Πίνακας 2.5: Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τοίχου νερού 27

Πίνακας 2.6: Μέγεθος θερμοκηπίου προσαρτημένου στη νότια πλευρά κτιρίου για 38ο βόρειο γεωγραφικό πλάτος 30

Πίνακας 2.7: Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα προσαρτημένου θερμοκηπίου 31

Πίνακας 2.8: Χρησιμοποιούμενες περιβαλλοντικές δεξαμενές –τρόποι απαγωγής θερμότητας 33

Πίνακας 2.9: Σύγκριση συμπεριφοράς αεριζόμενης με συμβατική οροφή (θετικό πρόσημο: καλύτερη συμπεριφορά, αρνητικό πρόσημο :χειρότερη συμπεριφορά) 39

Πίνακας 2.10: Τρόποι εισόδου ηλιακού φωτός στα ανοίγματα οροφής 40

Πίνακας 2.11: Προτεινόμενο τύπος σκίασης ανάλογα με τον προσανατολισμό 46

Πίνακας 2.12: Παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται οι θερμικές απώλειες 47

Πίνακας 2.14: Ποιότητα οικοδομικών υλικών 52

Πίνακας 2.15: Διαχωρισμός των θερμομονωτικών υλικών ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που υφίστανται 52

Πίνακας 2.16: Τοξικά Δομικά Υλικά 58

Πίνακας 3.1: Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Φ\Β 92

Πίνακας 3.2: Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα μικρών ανεμογεννητριών 95

Πίνακας 4.1: Ειδικά στοιχεία κτιρίου 101

Πίνακας 4.2: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k για εξωτερική τοιχοποιία 101

Πίνακας 4.3: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για την εξωτερική τοιχοποιία 102

Πίνακας 4.4: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k για δάπεδο 102

Πίνακας 4.5: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για δάπεδο 103

Πίνακας 4.6: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k για οροφή με πλάκα και στέγη 104

Πίνακας 4.7: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για την οροφή 104

Πίνακας 4.8: Είδη ανοιγμάτων 105

Πίνακας 4.9: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για τα ανοίγματα 106

Πίνακας 4.10: Θερμοκρασιακά στοιχεία για το Ηράκλειο 107

Πίνακας 4.11: Τυπικά στοιχεία κατοικίας 107

Πίνακας 4.12: Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών 108

Πίνακας 4.13: Θερμοκρασιακά στοιχεία για την Αθήνα 109

Πίνακας 4.14: Θερμοκρασιακά στοιχεία για την Ξάνθη 110

Πίνακας 4.15: Θερμοκρασιακά στοιχεία για την Πτολεμαΐδα 111

Πίνακας 4.16: Ετήσιο κόστος κατανάλωσης καυσίμου πετρελαίου 115

Πίνακας 4.17: Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο 115

Πίνακας 4.18: Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας συστήματος θέρμανσης με φυσικό αέριο 116

Πίνακας 4.19: Για να παραχθεί 1 kWh εκπέμπονται οι ακόλουθοι ρύποι 116

Πίνακας 4.20: Ετήσιες εκπομπές ρύπων συστήματος θέρμανσης πετρελαίου 116

Πίνακας 4.21: Ετήσιες εκπομπές ρύπων συστήματος θέρμανσης με φυσικό αέριο 117

Πίνακας 5.1: Τεχνικά στοιχεία συλλέκτη. 126

Πίνακας 5.2: Μεταβολές εξαρτημάτων και κόστους συστήματος ανάλογα με το εμβαδό εγκατάστασης συλλεκτών 130

Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας για τον συντελεστή F 136

Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός πίνακας οικονομικών κριτηρίων για τις τέσσερις πόλεις 141

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

Διάγραμμα 2.1: Κατανάλωση Ενέργειας ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα 24

Διάγραμμα 3.1: Κόστος θέρμασνης κατοικίας για τα τρία διαφορετικά συστήματα κατά τη χειμερινή περίοδο 66

Διάγραμμα 4.1: Ετήσιες εκπομπές ρύπων από τη χρήση πετρελαίου και φυσικού αερίου για θέρμανση της κατοικίας μοντέλο στην Αθήνα. 117

Διάγραμμα 6.1α: Συντελεστής F ανά γωνία κλίσης συλλεκτών για το Ηράκλειο (ενδεικτικά για το σύστημα 16m^2) 134

Διάγραμμα 6.1β: Συντελεστής F ανά γωνία κλίσης συλλεκτών για την Αθήνα (ενδεικτικά για το σύστημα 16m^2) 135

Διάγραμμα 6.1γ: Συντελεστής F ανά γωνία κλίσης συλλεκτών για την Ξάνθη (ενδεικτικά για το σύστημα 16m^2) 135

Διάγραμμα 6.1δ: Συντελεστής F ανά γωνία κλίσης συλλεκτών για την Πτολεμαΐδα (ενδεικτικά για το σύστημα 16m^2) 136

Διάγραμμα 6.2α: Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για το Ηράκλειο 137

Διάγραμμα 6.2β: Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Αθήνα 138

Διάγραμμα 6.2γ: Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Ξάνθη 138

Διάγραμμα 6.2δ: Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Πτολεμαΐδα 139

Διάγραμμα 6.3α: Οικονομικά κριτήρια επιλογής επένδυσης για το Ηράκλειο 140

Διάγραμμα 6.3β: Οικονομικά κριτήρια επιλογής επένδυσης για την Αθήνα 140

Διάγραμμα 6.3γ: Οικονομικά κριτήρια επιλογής επένδυσης για την Ξάνθη 140

Διάγραμμα 6.3δ: Οικονομικά κριτήρια επιλογής επένδυσης για την Πτολεμαϊδα 141

Διάγραμμα 6.4.α: Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για το Ηράκλειο 143

Διάγραμμα 6.4.β: Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Αθήνα 143

Διάγραμμα 6.4.γ: Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Ξάνθη 144

Διάγραμμα 6.4.δ: Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Πτολεμαΐδα 144

Διάγραμμα 6.5α: Ετήσια εκπομπή ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για το Ηράκλειο 145

Διάγραμμα 6.5β: Ετήσια εκπομπή ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Αθήνα 145

Διάγραμμα 6.5γ: Ετήσια εκπομπή ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Ξάνθη 146

Διάγραμμα 6.5δ: Ετήσια εκπομπή ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Πτολεμαΐδα 146

Διάγραμμα 6.6α: Ετήσια μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης το Ηράκλειο 147

Διάγραμμα 6.6β: Ετήσια μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης την Αθήνα 147

Διάγραμμα 6.6γ: Ετήσια μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης την Ξάνθη 148

Διάγραμμα 6.6δ: Ετήσια μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης την Πτολεμαΐδα 148

Ευρετήριο τύπων

Τύπος 3.1: Συντελεστής απόδοσης αντλίας COP 63

Τύπος 3.2: Θερμική ισχύς αντλίας 65

Τύπος 4.1: Ισοδυναμία μονάδων ενέργειας 102

Τύπος 4.2: Μηνιαία ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση 114

Τύπος 4.3: Ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση 114

Τύπος 4.4: Τιμή φυσικού αερίου 115

Τύπος 5.6: Μέση ηλιακή μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία HT 121

Τύπος 5.7: Μέσος γεωμετρικός παράγοντας Rb 122

Τύπος 5.8: Ωριαία γωνία δύσης της κεκλιμένης επιφάνειας για τη μέση αντιπροσωπευτική μέρα του μήνα 122

Τύπος 5.9: Μηνιαίο ποσοστό κάλυψης φορτίου f 123

Τύπος 5.10: Παράμετρος X 124

Τύπος 5.11: Παράμετρος Y 124

Τύπος 5.12: Ετήσιο ποσοστό κάλυψης φορτίου F 125

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αποτελεί γενική διαπίστωση η ύπαρξη ανάγκης, σε ευρωπαϊκό και εθνικό επίπεδο για προώθηση λύσεων που θα συνεισφέρουν στην καλύτερη ενεργειακή διαχείριση του δομημένου περιβάλλοντος. Στην κατεύθυνση αυτή συντελεί η εφαρμογή ενεργειακών συστημάτων και ΑΠΕ στα κτίρια, καθώς ο κτιριακός τομέας ευθύνεται για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας

Στα πλαίσια της εργασίας έγινε βιβλιογραφική καταγραφή των παθητικών και ενεργητικών ενεργειακών συστημάτων στις κατοικίες.

Δημιουργήθηκε κατοικία μοντέλο, η οποία πληρεί τα χαρακτηριστικά μίας μέσης ανεξάρτητης ελληνικής κατοικίας. Υπολογίστηκαν οι θερμικές τις απώλειες στις τέσσερις κλιματολογικές ζώνες της χώρας και μελετήθηκε – διαστασιολογήθηκε συμβατικό σύστημα θέρμανσης (λέβητας-καυστήραςς πετρελαίου, θερμαντικά σώματα). Εκτιμήθηκαν οι καταναλώσεις καυσίμου, οι εκπομπές ρύπων και τα κόστη λειτουργίας.

Με δεδομένο ότι το 72% της καταναλισκόμενης ενέργειας στα κτίρια αποσκοπεί στην κάλυψη των αναγκών θέρμανσης καθώς και το ότι η Ελλάδα είναι χώρα με έντονη ηλιοφάνεια (η μέση ημερήσια ενέργεια που δίνεται από τον ήλιο στην Ελλάδα είναι 4,6 kWh/m^2), επιλέχθηκε να εξεταστεί η συνεισφορά συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης με ηλιακούς συλλέκτες.

Υπολογίστηκαν εκ νέου, οι καταναλώσεις καυσίμου, οι εκπομπές ρύπων και τα κόστη λειτουργίας. Διαπιστώθηκαν σημαντικές μειώσεις. Τα αποτελέσματα παρουσιάστηκαν σε διαγράμματα και σχολιάστηκαν αναλυτικά οικονομικοί δείκτες όπως η βιωσιμότητα.

Τέλος παρουσιάστηκαν εμπόδια που δυσκολεύουν την προώθηση της τεχνολογίας ηλιακών συλλεκτών στην ελληνική αγορά και διατυπώθηκαν προτάσεις για την βελτίωση της κατάστασης.

Λέξεις κλειδιά: κλιματολογική ζώνη, ΑΠΕ, ηλιακοί συλλέκτες, θερμικές απώλειες

"Electromechanical housing systems in sustainable construction. Evaluation of the contribution of solar panels to a conventional heating system in a small independent house in Greece"

By Vasiliki C. Tzika, Production & Management Engineering, Democritus University of Thrace, Greece, 2011

GRADUATE THESIS
Submitted for the Degree of
"Master in System Engineering and Managemet"
Democritus University of Thrace, Xanthi, Greece
University of Macedonia, Thessaloniki, Greece
Supervisor: Dr. P. Botsaris

ABSTRACT

It is a general belief that there is a need, at a European and national level to promote solutions that will contribute to better energy management of the structured environment. In this direction the implementation of energy systems and RES in buildings contributes, as the building sector accounts for 40% of total energy consumption.

Within this thesis there was a literature recording of passive and active energy systems at homes.

There was a house model created, which meets the characteristics of an average independent greek housing. The heat losses for the country's four climatic zones were calculated and a conventional heating system (boiler, burner oil, radiators) was studied – dimensioned. Fuel consumption, emissions and operational costs were estimated.
Given that 72% of energy consumption in buildings is aimed at heating needs and the fact that Greece is a country with intense sunlight (the average daily energy given by the sun in Greece is 4,6 KWh / m^2), the contribution of a solar heat system with solar collectors was chosen to be examined.

The fuel consumption, emissions and operational costs were recalculated. Significant reductions were detected. The results were presented in graphs and the economic indicators such as sustainability were commented in detail.

Finally, the obstacles that hinder the promotion of solar collector technology in the Greek market were presented and suggestions for improvement were made.

Keywords: climate zone, RES, solar collectors, heat losses

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΟ ΔΟΜΗΣΗ - ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αειφορία που ξεκίνησε ως γενικευμένη νοοτροπία ανάπτυξης, καθιερώνεται σήμερα ως η ασφαλέστερη μεθοδολογία για την καθυστέρηση και αποτροπή της κλιματικής αλλαγής. Η αειφόρος δόμηση είναι σημαντικό τμήμα της αειφόρου ή βιώσιμης ανάπτυξης και μπορεί να συμβάλλει καταλυτικά στην παγκόσμια προσπάθεια για εξοικονόμηση ενέργειας, ασφάλεια και υγεία στον αστικό χώρο.(Κωνσταντίνος Μάντης 2009)

Σύμφωνα με τις πρώιμες ακόμη αρχές της αειφόρου δόμησης ένα κτίριο ορίζεται ως αειφόρο όταν:

- Κατασκευάζεται με μη τοξικά ανακυκλώσιμα δομικά υλικά που παράγονται με οικονομία ενέργειας και είναι κατάλληλα για το εκάστοτε κλίμα.
- Λειτουργεί με μικρή ενεργειακή κατανάλωση, έχει χαμηλό κόστος συντήρησης και όσο γίνεται μεγαλύτερη διάρκεια ζωής.

Ένας πιο ολοκληρωμένος ορισμός για την αειφόρο δόμηση, σύμφωνα με τον κλασικό ορισμό της αειφόρου ανάπτυξης είναι ο ακόλουθος:
«αειφόρος δόμηση καλείται η δόμηση που καλύπτει τις ανάγκες του παρόντος χωρίς να θέτει σε κίνδυνο τη δυνατότητα των μελλοντικών γενεών να καλύψουν τις δικές τους ανάγκες σχετικά με τη δόμηση».

Διαφορετικά ορίζεται ως η μέριμνα ώστε η σημερινή ανάπτυξη στον τομέα της ανοικοδόμησης να μην υπονομεύει τις δυνατότητες ανάπτυξης για ανοικοδόμηση των μελλοντικών γενεών. Η αειφόρος δόμηση έχει επομένως τρεις συνιστώσες - οικονομική, κοινωνική και περιβαλλοντική - που απαιτούν ισόρροπη πολιτική συνεκτίμηση.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός με τον ολιστικό του χαρακτήρα είναι ο απαραίτητος συνεργάτης για την αειφόρο δόμηση.

1.1 ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Ο βιοκλιματικός ή αρχιτεκτονικός και πολεοδομικός σχεδιασμός κτιρίων και οικιστικών συνόλων αντίστοιχα, επιδιώκει την προσαρμογή του κτιρίου και του οικιστικού συνόλου στο τοπικό κλίμα και το φυσικό περιβάλλον. Στοχεύει στην αξιοποίηση των θετικών περιβαλλοντικών παραμέτρων, ώστε να ελαχιστοποιεί τις ενεργειακές ανάγκες του όλο το χρόνο,να επιτυγχάνει περιορισμό στην κατανάλωση συμβατικής ενέργειας και να εξασφαλίσει συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης στους ένοικους. (http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu5-4)

Τα κύρια στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού είναι τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια και στοχεύουν στην αξιοποίηση των διαθέσιμων περιβαλλοντικών πηγών ώστε να εξασφαλίσουν ψύξη, θέρμανση και φυσικό φωτισμό για τα κτίρια.

Οι βασικές αρχές του βιοκλιματικού σχεδιασμού συνοψίζονται στα εξής:

- Εξασφάλιση ηλιασμού και μείωσης των θερμικών απωλειών κατά τη διάρκεια του χειμώνα, ώστε να αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια για την θέρμανση των χώρων.
- Εξασφάλιση ηλιοπροστασίας το καλοκαίρι προκειμένου να επιτυγχάνεται μείωση των θερμικών κερδών, άρα και μείωση της ανάγκης για ψυκτικό φορτίο.
- Αξιοποίηση του ήλιου για φυσικό φωτισμό.
- Εκμετάλλευση των δροσερών ανέμων για φυσικό αερισμό και δροσισμό.
- Βελτίωση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο.
- Βελτίωση και ρύθμιση των εσωτερικών συνθηκών ενός χώρου για επίτευξη θερμικής άνεσης των ατόμων.

Για να κατασκευαστεί και να λειτουργήσει αποτελεσματικά ένα βιοκλιματικό κτίριο, πρέπει να κατανοηθούν πλήρως οι τοπικές κλιματικές συνθήκες και να σταθμιστούν τα κλιματικά οφέλη και οι περιορισμοί. Το κτίριο θα πρέπει να είναι ικανό να συλλέγει και να αποθηκεύει θερμότητα όταν υπάρχει ανάγκη για θέρμανση, να λειτουργεί ως φυσικός συλλέκτης δροσισμού και ως αποθήκη ψύξης, όταν χρειάζεται ψυκτικά φορτία. Να είναι έτσι σχεδιασμένο ώστε να πραγματοποιείται φυσική ανανέωση αέρα, προκειμένου να προσφέρει στους χρήστες άνετο θερμικό εσωτερικό κλίμα.

Πεδίο μελέτης της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής είναι και η χρήση των τοπικών δομικών υλικών μιας περιοχής, φιλικών προς το περιβάλλον μετά από μελέτη των χαρακτηριστικών και των ιδιοτήτων τους.

Βασικά κριτήρια για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να είναι η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή περίπλοκων συστημάτων και τεχνικών, ώστε να είναι περιορισμένη η συμβολή του χρήστη στη λειτουργία τους , καθώς και η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων. (Κώστας και Θέμης Τσιπήρας, 2005, Ευγενέια Α. Λαζάρη 2002).

1.2 Η ΛΗΨΗ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ ΕΝΟΣ ΚΤΙΡΙΟΥ

Η λήψη απόφασης στην φάση του σχεδιασμού ενός κτιρίου, σχετικά με την ενσωμάτωση της διαδικασίας εξοικονόμησης ενέργειας στα δομικά του στοιχεία, απαιτεί προσεκτική εξέταση. Η εκπλήρωση του στόχου για την κατασκευή ενός ενεργειακά αποτελεσματικού κτιρίου (energy efficient building), πρέπει να έρθει σε ισορροπία με παράγοντες - απαιτήσεις, σε αρκετές περιπτώσεις αλληλοσυγκρουόμενους. Τέτοιοι παράγοντες είναι η διατήρηση της θερμικής άνεσης και η ύπαρξη φυσικού εξαερισμού. Το κτίριο στο οποίο πραγματοποιείται οποιοσδήποτε ενεργειακός σχεδιασμός πρέπει να είναι ασφαλές, αξιόπιστο και καλά ελεγχόμενο (Schwaller, 2003). Το περιβάλλον στο οποίο το κτίριο θα ενσωματωθεί, παραδείγματός χάριν κλιματολογική ζώνη, συμπεριφορά ιδιοκτητών, τρόπος χρήσης, τοπικές μέθοδοι τιμολόγησης χρησιμότητας, αυξάνουν την πολυπλοκότητα των εν' λόγω αποφάσεων σχεδιασμού. Οι μελετητές Winther και Hestnes (1997), Mulligan και Steemers (2002) υποστηρίζουν ότι εστιάζοντας στην ενεργειακή αποδοτικότητα και μόνο του κτιρίου, εξακολουθεί να υπάρχει ανάγκη να ισορροπηθεί η ενέργεια που χρησιμοποιείται κατά τη λειτουργία και η ενσωματωμένη ενέργεια που απαιτείται για την ανοικοδόμηση του κτιρίου. Επομένως θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν αναπόσπαστο κομμάτι της εκπόνησης μιας μελέτης για την κατασκευή ενός κτιρίου, η εκτίμηση και η αντιστάθμιση όλων των πιθανών παραμέτρων. (Pieter de Wilde 2004)

1.2.1 ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Για να μπορέσουν οι μηχανικοί, αρχιτέκτονες αλλά και οι ιδιοκτήτες να λάβουν μια ορθή και κυρίως σωστά μελετημένη απόφαση, για τον σχεδιασμό ενός κτιρίου θα πρέπει να είναι ενήμεροι με σωστές πληροφορίες όσο αναφορά την πραγματική και την αναμενόμενη συμπεριφορά του κτιρίου (ενεργειακή αποδοτικότητα, θερμική άνεση, κ.λπ.)

Οι σωστές πληροφορίες γίνονται κτήμα, μέσα από μετρήσεις και υπολογισμούς σε κάποιο πραγματικό κτίριο που διαθέτει πολλά από τα στοιχειά του προς σχεδιασμού κτιρίου (υλικά, τρόπος κατασκευής, τετραγωνικά μέτρα). Η διαδικασία αυτή ορισμένες φορές μπορεί να πραγματοποιηθεί σε πρόγραμμα που προσομοιώνει τις επιθυμητές συνθήκες.

Με σκοπό την διευκόλυνση και την όσο το δυνατόν πιο σωστή λήψη αποφάσεων στο στάδιο του σχεδιασμού αλλά και στα υπόλοιπα στάδια του κύκλου της ζωής ενός κτιρίου έχουν δημιουργηθεί συγκεκριμένα εργαλεία. Τα εργαλεία αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την εκτίμηση του κόστους του έργου, για τις εγκαταστάσεις διαχείρισης ενέργειας, την εγκατάσταση συστήματος παραγωγής ενέργειας. Διακρίνονται τρείς κατηγορίες εργαλείων (Hendricx 2000):

- **Εργαλεία διαμόρφωσης - μοντελοποίησης**: Αφορούν τη χρήση των υπολογιστών για να παρουσιάζονται οι ιδέες που βρίσκονται σε εξέλιξη μοντελοποιημένες κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού. Τα εργαλεία αυτά δίνουν τη δυνατότητα να παρατηρήσει ο μηχανικός παραστατικά την υλοποίηση των ιδεών του και να αποσπάσει σχετικές πληροφορίες.
- **Εργαλεία σχεδιασμού:** Μέσω υπολογιστή αναπαράγονται οι εναλλακτικές λύσεις στα σχέδια και βελτιώνονται τα υπάρχοντα σχεδία του κτιρίου. Τα εργαλεία αυτά λειτουργούν αυτοματοποιημένα, το πρόγραμμα παράγει εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού, αλλά και ο μηχανικός μπορεί να παρέμβει και να δημιουργήσει εναλλακτικά σχέδια.
- **Εργαλεία ανάλυσης**: Τα εργαλεία αυτά βοηθούν στην αξιολόγηση των σχεδίων του κτιρίου. Αξιολογούν τις ιδιότητες και τις αποδόσεις. Ένα υποσύνολο του συνόλου των εργαλείων ανάλυσης είναι τα εργαλεία προσομοίωσης απόδοσης. Τα εργαλεία αυτά εξετάζουν πως επηρεάζονται τα διαφορετικά είδη οικοδόμησης την απόδοση του κτιρίου (σε αντίθεση με τα εργαλεία ανάλυσης που εξετάζουν τις ιδιότητες οικοδόμησης). Οι σημαντικότεροι δείκτες απόδοσης είναι η ενεργειακή μεταφορά, η δομική σταθερότητα, η ακουστική, ο φωτισμός, η εσωτερική θερμική άνεση και η ροή του αέρα.

Και οι τρεις κύριες κατηγορίες εργαλείων συσχετίζονται, όταν πρόκειται για την ένταξη συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας στα κτίρια. Τα εργαλεία διαμόρφωσης βοηθούν στο να περιγράψουν ποια συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας χρησιμοποιούνται και πως είναι ενσωματωμένα. Τα εργαλεία σχεδιασμού βοηθούν την ομάδα σχεδιασμού να παράγει τις εναλλακτικές λύσεις σχεδιασμού για τα συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας. Τα εργαλεία ανάλυσης βοηθούν στην αξιολόγηση της απόδοσης των συστημάτων ενεργειακής απόδοσης κτιρίων. Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται ρητά για τα ενεργειακά συστήματα, είναι τα εργαλεία ανάλυσης.

Μια καλή επισκόπηση των διαθέσιμων εργαλείων παρέχεται από τον κατάλογο ενεργειακών εργαλείων λογισμικού οικοδόμησης του Αμερικανικού Τμήματος Ενέργειας (US Department of Energy) στο διαδίκτυο (DOE, 2002), το οποίο απαριθμεί περίπου 200 διαφορετικές εφαρμογές.

Τα παραπάνω εργαλεία χρησιμοποιούνται κυρίως από συμβούλους που εργάζονται στον τομέα των συστημάτων ψύξης, θέρμανσης και κλιματισμού (HVAC). Οι σύμβουλοι αυτοί, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο ως μέλη της ομάδας σχεδιασμού, ή ως ειδικοί που λύνουν τα προβλήματα στα υπάρχοντα κτίρια, μερικές φορές στα πλαίσια νομικών θεμάτων που προκύπτουν.

Κατά την περίοδο σχεδιασμού η ομάδα σχεδιασμού χρησιμοποιώντας τα εργαλεία, βοηθάτε στο να λάβει αποφάσεις με την καλύτερη δυνατή πληροφόρηση για την επιλογή των συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας. Εντούτοις, υπάρχουν ανησυχίες για τον πραγματικό ρόλο της υπολογιστικής αξιολόγησης κατά την διαδικασία. Πολλοί ερευνητές συνεχίζουν να παρατηρούν μια έλλειψη ολοκλήρωσης μεταξύ των εργαλείων ανάλυσης και της διαδικασίας σχεδιασμού (π.χ. Degelman και Huang, 1993 Radford, 1993 Aho, 1995 MAC Randal, 1995 Robinson, 1996 Χέρι, 1998 Augenbroe, 2001 Donn). Υπάρχει αμφιβολία, εάν οι ικανότητες των εργαλείων αξιοποιούνται πλήρως, όταν τα υπάρχοντα υπολογιστικά εργαλεία χρησιμοποιούνται κατά τη διάρκεια της διαδικασίας σχεδιασμού. Η καταλληλότητα των υπαρχόντων υπολογιστικών εργαλείων για τη διαδικασία σχεδιασμού κτιρίων, παραμένει ένα θέμα συζητήσεων, με προοπτικές ανάπτυξης νέων εργαλείων ή βελτίωσης των υπαρχόντων(Pieter de Wilde 2004).

1.3 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ

Ο τρόπος με τον οποίο οικοδομούνται οι αστικές περιοχές σήμερα (στρατηγικές και στόχοι για τον σχεδιασμό) αποτελεί καθοριστικής σημασίας παράγοντα για τον τρόπο που οργανώνονται και λειτουργούν. Είναι πλέον κοινή διαπίστωση ότι ο ορθός οικοδομικός σχεδιασμός στηρίζεται στην λογική που υπαγορεύει σήμερα η αειφόρος – βιώσιμη ανάπτυξη. Για αυτό ακριβώς οι αρχές της αειφορίας μπορούν να αποτελέσουν το εργαλείο, αλλά και υποδομή για βελτιωμένη ανάπτυξη.

Στη σύγχρονη εποχή, αποτελεί πρωταρχική μέριμνα για την Ευρωπαϊκή Ένωση, η συνολική αναβάθμιση του οικοδομημένου περιβάλλοντος, με σκοπό τον ορθό και λογικό τρόπο για την αντιμετώπιση των προβλημάτων θερμικής άνεσης των πολιτών, αλλά και της αναβάθμισης του δομημένου και φυσικού περιβάλλοντος.

Γνωρίζοντας τις δυνατότητες εξοικονόμησης ενέργειας που παρουσιάζει ο κτιριακός τομέας, καθώς και της μείωσης των περιβαλλοντικών εκπομπών, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο εξέδωσε την Οδηγία 2002/91/ΕΚ που έχει υποχρεωτική εφαρμογή από τις 4/1/2006

Οι βασικές απαιτήσεις της Οδηγίας είναι:

α. Η βελτίωση της ενεργειακής και περιβαλλοντικής επίδοσης των κτιρίων.

β. Η αξιοποίηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

γ. Η τακτική επιθεώρηση λεβήτων και συστημάτων κλιματισμού.

δ. Η ενεργειακή πιστοποίηση των κτιρίων.

Πριν από την Οδηγία 2002/91/ΕΚ, το 1997, το Πρωτόκολλο του Κιότο στόχευσε στην παγκόσμια μείωση εκπομπών των 6 αερίων θερμοκηπίου που θεωρούνται υπεύθυνα για το φαινόμενο της Κλιματικής Αλλαγής και την θέρμανση του πλανήτη. Κύριοι στρατηγικοί στόχοι είναι ο κτιριακός τομέας και τα μέσα μεταφοράς που απορροφούν το 75% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας και ευθύνονται για το μεγαλύτερο ποσοστό εκπομπών.

Οι προσπάθειες προς την διάσωση και τη διατήρηση του περιβάλλοντος στον ελληνικό χώρο είχαν ξεκινήσει από πολύ νωρίτερα, εξαιτίας του γεγονότος, ότι στην Ελλάδα η ενεργειακή ένταση από το 1990 (εκφραζόμενη σαν λόγος της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας προς το Α.Ε.Π.) ήταν κατά μέσο όρο 60% μεγαλύτερη απ' ότι στην Κοινότητα των 12 χωρών (Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. 1995), υπήρξε μια στροφή στην εθνική περιβαλλοντική και ενεργειακή πολιτική.

Το Υπουργείο ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. προώθησε το 1995 το Ελληνικό Πρόγραμμα για την "Κλιματική Μεταβολή" που αφορά στη λήψη μέτρων για τη σταθεροποίηση των εκπομπών των αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ιδιαίτερα του διοξειδίου του άνθρακα. Παράλληλα εξειδικεύτηκαν τα μέτρα που αφορούν στο κτιριακό τομέα που συμβάλλει στην παραγωγή του 30% περίπου της τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό επίπεδο και ως εκ τούτου είναι υπεύθυνος για την παραγωγή του 40% του διοξειδίου του άνθρακα, ώστε να περιοριστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Παράλληλα από το 1979 στην Ελλάδα ίσχυε ο Κανονισμός Θερμομόνωσης Κτιρίων (ΚΘΚ). Ο ΚΘΚ είχε την φιλοσοφία της μείωσης του θερμικού ισοζυγίου του κτιρίου με μόνωση του εξωτερικού κελύφους του κτιρίου (τοίχοι, δώματα-στέγες-δάπεδα), θεωρώντας μόνο τα δομικά στοιχεία του (τοίχοι, δάπεδα, οροφές, κουφώματα, στοιχεία σκυροδέματος) χωρίς να εξετάζονται τα ηλεκτρομηχανολογικά στοιχεία, οι ηλεκτρομηχανολογικές εγκαταστάσεις, οι οποίες αντιμετωπίζονταν μόνο στις επί μέρους Μελέτες Ηλεκτρομηχανολογικών Εγκαταστάσεων, όπου αυτές υπήρχαν.

Παρά την ισχύ του ΚΘΚ από το 1979, παρατηρούνταν αυξητική τάση στην κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη. Στην χώρα μας αυτό οφείλονταν κυρίως στο γεγονός ότι το 80% των κτιρίων έχουν κατασκευαστεί πριν από

το 1980 (ημερομηνία που τέθηκε σε εφαρμογή ο κανονισμός θερμομόνωσης) και πρακτικά δεν είναι εξορισμού θερμομωνομένα. Αυτό σε νούμερα μεταφράζεται:

- Ένα τυπικό, μη θερμομονωμένο ελληνικό κτίριο της δεκαετίας του 1970, στην Βόρεια Ελλάδα, καταναλώνει κατά μέσο όρο $180 kwh / m^2$ το χρόνο, μόνο για θέρμανση.
- Ένα σύγχρονο, κατασκευασμένο σύμφωνα με τον ΚΘΚ μόλις 80 έως $180 kwh / m^2$.
- Το 72,10% της ενέργειας, σε ένα μη θερμομονωμένο κτίριο, δαπανάται για θέρμανση.

Την ίδια χρονική περίοδο, ο νόμος 1512/85 προβλέπει τη δυνατότητα παροχής κινήτρων για εξοικονόμηση ενέργειας σε υφιστάμενα και νεοαναγειρόμενα κτίρια για την προώθηση της χρήσης ήπιων μορφών ενέργειας και συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας (άρθρο 6).

Συγκεκριμένα, τα οικονομετρικά κίνητρα και οι διευκολύνσεις που θεσπίστηκαν αφορούσαν την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα με μείωση του φορολογητέου εισοδήματος μέχρι 30.000δρχ (Ν. 814/78) και τη διευκόλυνση στην παροχή δανείων από τις τράπεζες σε ιδιώτες και ξενοδοχεία για εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών (απόφαση 259/10-1-80). Παρέχονταν επίσης η δυνατότητα φοροαπαλλαγής κατά 75% του εισοδήματος για τις δαπάνες αγοράς και εγκατάστασης οικιακών συσκευών, συστημάτων χρήσης φυσικού αερίου ή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, στους ιδιοκτήτες των ακινήτων (Ν. 2364/95 άρθρο 7 παράγραφος 17, Υπουργείο Οικονομίας).

Στις αρχές του 1996 το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., σε συνεργασία με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και εκπροσώπους Ανωτάτων Εκπαιδευτικών Ιδρυμάτων της χώρας, εκπόνησε το Σχέδιο Δράσης «Ενέργεια 2001». Το σχέδιο αυτό συμπεριελάμβανε, ένα σχέδιο στρατηγικής, με στόχο την εξοικονόμηση ενέργειας μέσω της εφαρμογής κατάλληλων τεχνικών και συστημάτων που συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και στη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε υφιστάμενα, νεοαναγειρόμενα κτίρια και πολεοδομικά σύνολα της χώρας. Συγκεκριμένα σε αυτό το σχέδιο δράσης, εξειδικεύονταν τα μέτρα που συμπεριλαμβάνονται στο Ελληνικό Πρόγραμμα για τη Κλιματική Μεταβολή για τα κτίρια του οικιακού, εμπορικού και τριτογενή τομέα που εναρμονίζονται στις κατευθύνσεις της κοινοτικής οδηγίας SAVE 93/76/ΕΕ ("σταθεροποίηση και περιορισμός εκπομπών CO_2 με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων")

Με καθυστέρηση 5 ετών και 3 μηνών από την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2002/91/EC, κατατέθηκε για ψήφιση στις 5 Απριλίου 2008, η απαραίτητη Νομοθετική ρύθμιση για την Ελλάδα που καθορίζει όσα αφορούν στην Ενεργειακή Απόδοση των κτιρίων. Η Ελλάδα υποχρεούνταν να περιορίσει τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου έως το 2010 μέχρι το πολύ 25% πάνω από τις εκτιμώμενες εκπομπές της για το έτος 1990.

Το ίδιο έτος (2008) ο προβληματισμός για το μεγάλο ποσό κατανάλωσης ενέργειας στα κτίρια σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο, αλλά και στην Ελλάδα συνεχίστηκε, με την προσπάθεια καθιέρωσης νέου Κανονισμού. Στη συνέχεια όμως ο προβληματισμός των ερευνητών επεκτάθηκε στη συνολική θεώρηση του κτιρίου(δομικά και ηλεκτρομηχανολογικά).

Επιπρόσθετα η περαιτέρω ανάγκη για συμμόρφωση με την κοινοτική Οδηγία **SAVE93/76/ΕΕ** για τον περιορισμό εκπομπών CO_2, αλλά και της προσαρμογής του Ευρωπαϊκού Κανονισμού **ΕΝ832 (ευρωπαϊκό πρότυπο για θέρμανση)** στα ελληνικά δεδομένα ήταν επιτακτική.

Έτσι ανακοινώθηκε για διαβούλευση, Ο "Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων" (ΚΕΝΑΚ), με σκοπό την αντικατάσταση του ΚΘΚ.
Περιληπτικά ο **ΚΕΝΑΚ:**

1. Αντικαθιστά τον ΚΘΚ και για τα νεοανεγειρόμενα Κτίρια θα απαιτείται Μελέτη Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίου.
2. Προβλέπεται διαδικασία απόκτησης Πιστοποιητικού Ενεργειακής Ταυτότητας Κτιρίου, απαραίτητου για τις μεταβιβάσεις ή και μισθώσεις, κάθε ακινήτου. Εκδίδεται από το Σώμα Ενεργειακών Επιθεωρητών (*Μηχανικοί που με ειδική εκπαίδευση* εγγράφονται στο Μητρώο Ενεργειακών Επιθεωρητών)
3. Προβλέπονται κίνητρα για "Ενεργειακή Αναβάθμιση" Υφιστ. Κτιρίων, πρό του 1980 (θα καθοριστούν με Υπ. Αποφάσεις)
4. Κυριότερες επεμβάσεις:

— Αντικατάσταση παλαιών κουφωμάτων με θερμομονωτικά
— Αντικατάσταση παλαιών ενεργοβόρων συστημάτων θέρμανσης
— Εγκατάσταση Εναλλακτικών Πηγών Ενέργειας (Ηλιακοί Θερμοσίφωνες, Φωτοβολταϊκά κλπ)
— Θερμομόνωση Εξωτερικού Κελύφους Κτηρίου (Τοίχοι, Δώματα-Στέγες)

Ολόκληρος ο κανονισμός αποτελείται από 20 Άρθρα. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν διεξαχθεί, η εφαρμογή μεθόδων εξοικονόμησης ενέργειας στα ελληνικά κτήρια, θα επέφερε μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης για θέρμανση κατά 50%.(Ηλίας Ευθυμιόπουλος 2005)

1.4 ΟΡΟΙ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΑΙ ΣΤΟΝ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ (ΚΕΝΑΚ)

- *Κτίριο αναφοράς*: κτίριο με τα ίδια γεωμετρικά χαρακτηριστικά, θέση, προσανατολισμό, χρήση και χαρακτηριστικά λειτουργίας με το εξεταζόμενο κτίριο. Το κτίριο αναφοράς

πληροί ελάχιστες προδιαγραφές και έχει καθορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά τόσο στα εξωτερικά δομικά στοιχεία του, όσο και στις Η/Μ εγκαταστάσεις που αφορούν τη Θέρμανση, Ψύξη, Κλιματισμός (ΘΨΚ) των εσωτερικών χώρων, την παραγωγή Ζεστό Νερό Χρήσης (ΖΝΧ) και το φωτισμό.

- *Συνολική τελική ενεργειακή κατανάλωση κτιρίου*: το άθροισμα των επιμέρους υπολογιζόμενων ενεργειακών καταναλώσεων ενός κτιρίου για τη ΘΨΚ, παραγωγή ΖΝΧ και φωτισμό, εκφραζόμενο σε ενέργεια ανά μονάδα μικτής επιφάνειας των θερμαινόμενων χώρων του κτιρίου και ανά έτος [$kWh/m^2.y$]. Ειδικά για τα κτίρια κατοικίας στη συνολική ενεργειακή κατανάλωση δεν συνυπολογίζεται ο φωτισμός.
- *Συνολική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας κτιρίου*: το άθροισμα των προαναφερόμενων επιμέρους ενεργειακών καταναλώσεων, μετά από την αναγωγή τους σε μεγέθη πρωτογενούς ενέργειας σύμφωνα με τους συντελεστές μετατροπής. (Οι συντελεστές μετατροπής δίνονται σε πίνακα μέσα στο νομοπλαίσιο)
- *Θερμική αγωγιμότητα λ*: ιδιότητα του υλικού και καθορίζεται από την ποσότητα της θερμότητας η οποία διαρρέει κάθετα μια επιφάνεια που βρίσκεται σε θερμοκρασιακό πεδίο.
- *Συντελεστής θερμικής μετάβασης α:* είναι η ποσότητα θερμότητας σε (Wh), η οποία μεταδίδεται υπό σταθερά θερμική κατάσταση, στη διάρκεια μιας ώρας μεταξύ της επιφάνειας $1m^2$ του υλικού και του αέρα, όταν η διαφορά θερμοκρασίας της επιφάνειας και του αέρα είναι 1^oC.
- *Συντελεστής θερμοπερατότητας k*: χαρακτηρίζει τη μετάδοση θερμότητας μέσω ενός δομικού στοιχείου, λαμβάνοντας υπόψη τη μετάδοση θερμότητας μέσω αγωγής και μετάβασης εκατέρωθεν του στοιχείου. Η θερμοπερατότητα καθορίζεται από την ποσότητα της θερμότητας η οποία μεταδίδεται μεταξύ των εκατέρωθεν στρωμάτων αέρα που είναι σε επαφή με μια επιφάνεια (π.χ. εξωτερικός αέρας και αέρας εσωτερικού χώρου) και παρατηρείται λόγω της επίδρασης της διαφοράς θερμοκρασίας των δύο στρωμάτων αέρα. Ο συντελεστής θερμοπερατότητας k καθορίζει τη θερμομονωτική ικανότητα του στοιχείου κατασκευής και δίνει την ποσότητα θερμότητας σε (Wh) η οποία μεταδίδεται, υπό σταθερά θερμική κατάσταση, στη διάρκεια μίας ώρας από επιφάνεια $1m^2$ του στοιχείου, όταν η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ των αμφότερων στρωμάτων αέρα που είναι σε επαφή με το στοιχείο είναι 1 K. Μονάδες k: (W/m^2)
- *Μέσος συντελεστής θερμοπερατότητας* k_m: χαρακτηρίζει τις θερμικές απώλειες από το εσωτερικό του κτιρίου προς το εξωτερικό περιβάλλον, λόγω αγωγής και συναγωγής, οι οποίες διαρρέουν από τμήμα ή από το σύνολο της επιφάνειας (οροφή, τοίχοι, δάπεδο,

ανοίγματα) του κτιρίου και υπό θερμοκρασιακή διαφορά ΔΤ (Κ) μεταξύ του εξωτερικού και του εσωτερικού αέρα. Μονάδες k_m: ($W/m^2.K$).

- *Θερμοχωρητικότητα ενός σώματος ή στοιχείου κατασκευής*: καλείται η ικανότητα αυτού να αποθηκεύει ποσότητα θερμότητας κατά τη θέρμανση του. Η ποσότητα της θερμότητας που αποθηκεύεται είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά μεταξύ της θερμοκρασίας του στοιχείου κατασκευής και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος αέρα και όσο μεγαλύτερη είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα και η μάζα του στοιχείου κατασκευής.
- *Ειδική θερμοχωρητικότητα c*: είναι η ποσότητα ενέργειας η οποία απαιτείται για την ανύψωση της θερμοκρασίας ενός υλικού μάζας 1kg κατά 1K. Μονάδες c: (Wh/kg.K).
- *Απόδοση συστήματος ή συντελεστής απόδοσης*: είναι ο λόγος της αποδιδόμενης ωφέλιμης ενέργειας του συστήματος προς την ενέργεια που χρησιμοποιεί και καταναλώνει το σύστημα για τη λειτουργία του.
- *Θερμομόνωση κτιρίων*: είναι το σύνολο των κατασκευαστικών μέτρων που λαμβάνονται για τη μείωση της μετάδοσης θερμότητας μεταξύ των εσωτερικών χώρων κτιρίου και του εξωτερικού περιβάλλοντος και μεταξύ εσωτερικών χώρων με διαφορετικές θερμοκρασιακές απαιτήσεις.
- *Θερμογέφυρα*: θερμοαγώγιμο υλικό που έχει διεισδύσει ή παρακάμψει ένα σύστημα θερμομόνωσης, δίνοντας τη δυνατότητα μεταφοράς θερμότητας μέσω της διαδρομής που δημιουργεί.
- *Θερμική ζώνη κτιρίου*: οι χώροι στους οποίους διαιρείται ένα κτίριο ανάλογα με τις απαιτούμενες εσωτερικές συνθήκες και τη χρήση τους.
- *Εσωτερικά κέρδη*: οι θερμικές πρόσοδοι που προκύπτουν σε ένα χώρο κτιρίου από εσωτερικές πηγές θερμότητας, όπως άνθρωποι, φωτιστικά σώματα, ηλεκτρικές συσκευές, εξοπλισμός γραφείου.
- *Ηλιακά κέρδη*: οι θερμικές πρόσοδοι εντός του κτιρίου μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας και της μετατροπής της σε θερμότητα. Διακρίνονται σε άμεσα κέρδη τα οποία οφείλονται στην ηλιακή ακτινοβολία που διέρχεται μέσω των παραθύρων και λοιπών ανοιγμάτων και σε έμμεσα κέρδη που προέρχονται από την ηλιακή ακτινοβολία που ανακλάται από αδιαφανή στοιχεία.
- *Σκίαστρο*: κατασκευή-τεχνική που υποβοηθά την ηλιοπροστασία του κτιρίου ή του υπαίθριου χώρου.
- *Συντελεστής σκίασης*: η ικανότητα ενός σκιάστρου να περιορίζει τη διέλευση της ηλιακής ακτινοβολίας. Λαμβάνει τιμές μεταξύ 0 και 1. Όσο μικρότερος είναι ο συντελεστής

σκίασης, τόσο λιγότερη ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται στο εσωτερικό του κτιρίου ή/και προσπίπτει στα εξωτερικά δομικά στοιχεία.

- *COP*: Ο ονομαστικός συντελεστής συμπεριφοράς των αντλιών θερμότητας και λοιπών ψυκτικών μονάδων στις ονομαστικές συνθήκες λειτουργίας όπως δίνονται στις τεχνικές προδιαγραφές.
- *Μέσος συντελεστής θερμικών απωλειών διανομής*: είναι το ποσοστό συνολικών θερμικών απωλειών του δικτύου διανομής επί της συνολικής κατανάλωσης θερμικής ενέργειας ανά τελική χρήση (θέρμανση χώρων ή ψύξη χώρων ή ΖΝΧ) του κτιρίου ή της θερμικής ζώνης.
- *Διεισδυτικός αερισμός*: Η ποσότητα εξωτερικού αέρα που διεισδύει από τις χαραμάδες των κουφωμάτων.
- *Μελέτη* ενεργειακής *απόδοσης*: Η μελέτη που αναλύει και αξιολογεί την απόδοση του ενεργειακού σχεδιασμού των κτιρίων.
  (http://www.iekemtee.gr/)

1.5 ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΚΑΤΑ ΚΕΝΑΚ

Η Ελλάδα βρίσκεται μεταξύ των παραλλήλων 34^{ου} και 42^{ου} του βόρειου ημισφαιρίου και έχει μεγάλη ηλιοφάνεια όλο σχεδόν το χρόνο. Λεπτομερέστερα στις διάφορες περιοχές της Ελλάδας παρουσιάζεται μεγάλη ποικιλία κλιματικών τύπων, πάντα βέβαια μέσα στα πλαίσια του μεσογειακού κλίματος. Αυτό οφείλεται στην τοπογραφική διαμόρφωση της χώρας που έχει μεγάλες διαφορές υψομέτρου (υπάρχουν μεγάλες οροσειρές κατά μήκος της κεντρικής χώρας και άλλοι ορεινοί όγκοι) και εναλλαγή ξηράς θάλασσας. Έτσι από το ξηρό κλίμα της Αττικής και γενικά της ανατολικής Ελλάδας μεταπίπτουμε στο υγρό της βόρειας και δυτικής Ελλάδας. Τέτοιες κλιματικές διαφορές συναντώνται ακόμη και σε τόπους που βρίσκονται σε μικρή απόσταση μεταξύ τους, πράγμα που παρουσιάζεται σε λίγες μόνο χώρες σε όλο τον κόσμο. (www.meteonews.gr/site/article/The_climate_of_Greece)

Στα πλαίσια των αναγκών σε τομείς όπως ο κατασκευαστικός πραγματοποιήθηκε η τυποποίηση των κλιματολογικών περιοχών με βάση τα κοινά τους κλιματολογικά στοιχεία.

Σύμφωνα με τον μέχρι πρότινος ισχύοντα κανονισμό για την θερμομόνωση κτιρίων (ΚΘΚ) οι κλιματολογικές ζώνες της Ελλάδος ήταν οι Α,Β,Γ, τα γεωγραφικά όρια των οποίων διακρίνονται στον παρακάτω χάρτη .

Εικόνα 1.1: Οι τρεις κλιματικές ζώνες σύμφωνα με τον οδηγό εξοικονόμησης ενέργειας μέσω θερμομόνωσης. (ΚΑΠΕ)

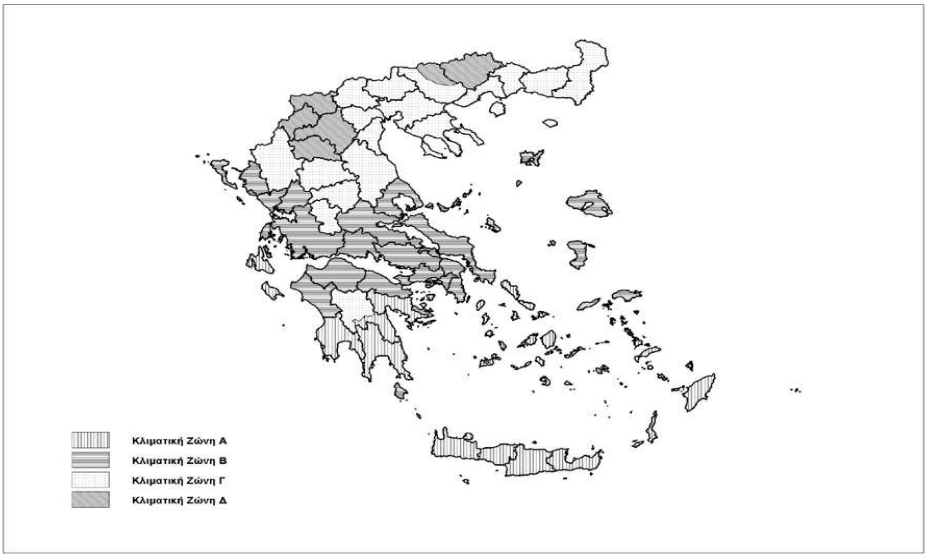
Όπως αναφέρθηκε, οι θερμοκρασιακές διάφορες ποικίλουν σε μεγάλο βαθμό ακόμα και σε περιοχές που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση. Η μικρή διαίρεση (3 ζώνες), είχε ως αποτέλεσμα να μη γίνεται σωστή διαχείριση της ενέργειας, (λιγότερη μόνωση σε περιοχές με χαμηλές θερμοκρασίες και αντίστροφα).

Νεώτερες μελέτες είχαν σαν αποτέλεσμα, την αναδιαμόρφωση των τριών ζωνών, σε τέσσερις. Η τέταρτη επιπλέον ζώνη που δημιουργήθηκε αποτελείται από νομούς με χαμηλότερες μέσες θερμοκρασίες, επομένως με υψηλότερες ενεργειακές απαιτήσεις για θέρμανση και χαμηλότερες για ψύξη.

Πίνακας 1.1: Νομοί της Ελλάδος ανά κλιματική ζώνη. (ΚΕΝΑΚ)

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

Σε κάθε νομό, οι περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 μέτρων, εντάσσονται στην επόμενη ψυχρότερη κλιματική ζώνη από εκείνη στην οποία ανήκουν σύμφωνα με τα παραπάνω.



Εικόνα 1.2: Σχηματική Απεικόνιση κλιματικών ζωνών ελληνικής επικράτειας σύμφωνα με το ΚΕΝΑΚ.

1.6 ΔΥΣΚΟΛΙΕΣ – ΕΛΛΕΙΨΕΙΣ ΣΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΠΟΛΙΤΙΚΗΣ

Η ισχύουσα νομοθεσία, παρά τις πρόσφατες σημαντικές βελτιώσεις, δεν καλύπτει ακόμα επαρκώς ολόκληρο το εύρος των ελλείψεων. Τονίζεται η ανάγκη να αμβλυνθούν οι αδυναμίες, κυρίως σε θέματα πιστοποίησης αλλά και μηχανισμών ελέγχου της εφαρμογής των κανονισμών.

Κάθε προσπάθεια εφαρμογής προγράμματος εξοικονόμησης ενέργειας στην Ελλάδα έρχεται αντιμέτωπη με τα παρακάτω προβλήματα (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. 1995):

- Έλλειψη ανάλογης φορολογικής πολιτικής που θα προωθεί στόχους της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Χαμηλό βαθμό απόδοσης του υπάρχοντος ενεργειακού συστήματος.
- Η εκμετάλλευση των κοινοτικών πόρων γίνεται κύρια για μεμονωμένες επενδύσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης χωρίς αποδεδειγμένο συνολικό αποτέλεσμα.
- Έλλειψη αρχείου ενεργειακών δεδομένων.
- Έλλειψη ανταγωνισμού στο χώρο της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Αδυναμία εμπορικής εκμετάλλευσης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.
- Αδυναμία παρακολούθησης και ελέγχου εφαρμογής των ισχυόντων νόμων.
- Έλλειψη ενεργειακής συνείδησης.
- Έλλειψη αποθεμάτων πρωτογενούς ενέργειας.

1.7 ΤΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΥ – ΜΙΑ ΣΥΣΤΗΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ

Προσεγγίζοντας το πρόβλημα ως συστημικοί αναλυτές, η ανάγκη η οποία διαμόρφωσε τη στρατηγική της παρούσας μελέτης είναι η γενική ανάγκη για διαχείριση της ενέργειας του δομημένου περιβάλλοντος στην Ελλάδα. Η διατύπωση αυτή οδηγεί σε πολύ γενικευμένη αντιμετώπιση του ενεργειακού προβλήματος, για το λόγο αυτό προσδιορίστηκαν οι έννοιες δομημένο περιβάλλον, μελετήθηκε ποιο μέρος του δομημένου περιβάλλοντος συμβάλει περισσότερο στην κατανάλωση της ενέργειας και τι ακριβώς περιλαμβάνει η διαχείριση αυτού.

Λαμβάνοντας υπόψη στοιχεία όπως:

- Ο κτιριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής κατανάλωσης ενέργειας (εθνικό & ευρωπαϊκό επίπεδο)
- Το 63% της ενέργειας των κτιρίων καταναλώνεται για την θέρμανση των χώρων.
- Τα καύσιμα για την παραγωγή της απαιτούμενης ενέργειας για τη θέρμανση των κτιρίων ευθύνονται για το 50% περίπου των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, κυρίως CO_2.

Αποφασίστηκε πως η μελέτη των συστημάτων θέρμανσης θα συντελούσε στην καλύτερη διαχείριση της ενέργειας του δομημένου περιβάλλοντος. Προκειμένου να προκύψουν πιο συγκεκριμένα αποτελέσματα-συμπεράσματα, μελετήθηκε αποκλειστικά ο οικιακός τομέας. Ο όρος «διαχείριση» συνεπάγεται τεχνική οικονομική και περιβαλλοντική διερεύνηση του οικιακού συστήματος θέρμανσης.

Από τις διάφορες κατηγορίες κατοικιών που κατασκευάζονται στην Ελλάδα.

- Πολυκατοικία
- Μεζονέτα
- Κατοικία σε συνεχή δόμηση
- Ανεξάρτητη κατοικία

Επιλέχθηκε να μελετηθεί ανεξάρτητη κατοικία.
Ο λόγος για αυτή την επιλογή ήταν, αφενός ότι υπήρχαν διαθέσιμα τα απαραίτητα δεδομένα σχετικά με τη μέση αντιπροσωπευτική ανεξάρτητη ελληνική κατοικία, αφετέρου η υπό μελέτη παρέμβαση είναι πιο εύκολα υλοποιήσιμη για τέτοιου είδους κατοικίες. Αυτό μπορεί εύκολα να γίνει κατανοητό καθώς ο λόγος της εκμεταλλεύσιμης επιφάνειας για την εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών σε κάθετη οικοδόμηση (πολυκατοικία) προς τις συνολικές ενεργειακές ανάγκες του κτίσματος είναι μειωμένος.

Με την ίδια λογική στην ανεξάρτητη κατοικία θα υπάρχει συμβατικό σύστημα θέρμανσης, καυστήρας πετρελαίου, καθώς αυτό είναι το σύστημα θέρμανσης που επιλέγεται ή είναι ήδη εγκατεστημένο κατά μέσο όρο στις ελληνικές κατοικίες. Η γεωγραφική θέση της Ελλάδος και οι κλιματολογικές συνθήκες (ποσοστά ηλιοφάνειας) οδήγησαν στην επιλογή παρέμβασης στο συμβατικό σύστημα με την προσθήκη ενός ηλιοθερμικού συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης. Εφόσον θα μελετηθεί μια μοναδική πρόταση, συνεπάγεται αυτομάτως σύγκριση με το αν συμφέρει να προβούμε στην εγκατάσταση του συστήματος υποβοήθησης ή να παραμείνουμε στην υπάρχουσα εγκατάσταση. Οδηγούμαστε λοιπόν στη συστημική ανάλυση που είναι:

1. **Σκοπιά ανάλυσης**: μηχανικός που διερευνά τη συνεισφορά των ηλιακών συλλεκτών ως σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης
2. **Σύστημα αξιών**: του μελετητή
3. **Κριτήρια αξιολόγησης:** οικονομικά, τεχνικά, περιβαλλοντολογικά.
4. **Σύστημα αναφοράς:** συμβατικό σύστημα θέρμανσης και το σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης
5. **Ανώτερο σύστημα:** η κατοικία
6. **Παράλληλα συστήματα:** ανοίγματα κατοικίας, συστήματα κλιματισμού, θερμομόνωση κτηρίου, υλικά κατασκευής
7. **Υποσυστήματα:** όλα τα εξαρτήματα που αποτελείται το συμβατικό σύστημα θέρμανσης και το σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης (καυστήρας, κυκλοφορητής, δοχείο αδράνειας)
8. **Εναλλακτικά συστήματα:** εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, ενεργειακά τζάκια, αντλία θερμότητας)
9. **Χρονικός ορίζοντας ανάλυσης:** η διάρκεια φυσικής ζωής των συλλεκτών.

Οι μεθοδολογίες οι οποίες επιλέχθηκαν και εφαρμόστηκαν, «βαθμοημέρες θέρμανσης, υπολογισμός θερμικών απωλειών, 4M, f-chart», είναι αυτές οι οποίες προτείνονται από την τεχνική οδηγία του ΤΕΕ 20701-3/2010 και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στη Ελλάδα.

1.8 ΣΚΟΠΟΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία καταγράφονται τα παθητικά και ηλεκτρομηχανολογικά που συντελούν στην δημιουργία ιδανικών συνθηκών στο εσωτερικό της κατοικίας καθώς και στην εξοικονόμηση ενέργειας, χρήματος και μείωσης των εκπομπών ρύπων στο περιβάλλον. Μελετάται η συνεισφορά συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης με ηλιακούς συλλέκτες σε μικρή αυτόνομη κατοικία με συμβατικό κύριο σύστημα θέρμανσης (λέβητας - καυστήρας

πετρελαίου), στις τέσσερις κλιματολογικές ζώνες τις χώρας, λαμβάνοντας υπόψη την καινούρια νομοθεσία ΚΕΝΑΚ.

Η εργασία περιλαμβάνει 6 κεφάλαια:

Στο **1ο κεφάλαιο** εξηγούνται οι έννοιες «αειφορία» και «βιοκλιματικός σχεδιασμός». Εξετάζεται πως πραγματοποιείται η λήψη αποφάσεων κατά το σχεδιασμό κτιρίου, καθώς και ποια εργαλεία υποστήριξης χρησιμοποιούνται στη φάση αυτή. Παρατίθεται η ευρωπαϊκή και εθνική ενεργειακή πολιτική σχετικά με τον κτηριακό τομέα. Τέλος αναφέρονται οι τέσσερεις κλιματολογικές ζώνες της Ελλάδας όπως έχουν τροποποιηθεί συμφώνα με τον ΚΕΝΑΚ.

Στο **2ο κεφάλαιο** γίνεται βιβλιογραφική καταγραφή των παθητικών συστημάτων θέρμανσης, δροσισμού, φυσικού αερισμού, των τεχνικών φυσικού φωτισμού και των τεχνικών σκιασμού κατά την θερινή περίοδο. Αναφέρονται οι τρόποι θερμομόνωσης στην βιοκλιματική δόμηση και τα θερμομονωτικά οικολογικά υλικά που χρησιμοποιούνται. Εξηγείται η συνεισφορά των φυτεμένων ταρατσών στις ενεργειακές απαιτήσεις ενός κτιρίου.

Στο **3ο κεφάλαιο** γίνεται βιβλιογραφική καταγραφή των ενεργητικών συστημάτων που καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες σε μία κατοικία (θέρμανση, φωτισμός, κατανάλωση νερού) λειτουργώντας αποδοτικά, οικονομικά και με ... χαμηλότερες εκπομπές ρύπων. Εξετάζεται και η ενσωμάτωση των ΑΠΕ στις κατοικίες.

Στο **4ο κεφάλαιο** παρουσιάζεται μία τυπική μικρή ελληνική κατοικία που χρησιμοποιείται σαν ενδεικτικό πρότυπο για τους στόχους της εργασίας. Υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες της κατοικίας σε κάθε κλιματολογική ζώνη και περιγράφεται το συμβατικό σύστημα θέρμανσης (λέβητα πετρελαίου).

Στο **5ο κεφάλαιο** περιγράφεται το σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης με ηλιακούς συλλέκτες και γίνεται τεχνοοικονομική και περιβαλοντολογική μελέτη της εγκατάστασης του συστήματος στην κατοικία πρότυπο. Εξετάζονται πέντε συστήματα διαφορετικής ισχύος ανά κλιματολογική ζώνη. Παρουσιάζονται διαγράμματα που συσχετίζουν τα εξεταζόμενα μεγέθη (οικονομική βιωσιμότητα επένδυσης, χρόνος απόσβεσης, μείωση εκπεμπόμενων ρύπων, ενεργειακή συνεισφορά συστήματος υποβοήθησης).

Στο **6ο κεφάλαιο** σχολιάζονται τα αποτελέσματα της τεχνοοικονομικής μελέτης και παρουσιάζονται προτάσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας και χρήματος στον κτιριακό τομέα.

1.9 ΣΥΝΟΨΗ 1^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε σαφές πως οι ενεργειακές ανάγκες του κτιριακού τομέα συντελούν στην εξάντληση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κατ' επέκταση στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος και σε περίοδο υψηλών τιμών ενέργειας. Από τις ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων το μεγαλύτερο ποσοστό (72%) σε κατανάλωση ενέργειας καταλαμβάνει η θέρμανση.

Στα πλαίσια αντιμετώπισης δυσμενέστερων εξελίξεων έχει τροποποιηθεί η ευρωπαϊκή και εθνική ενεργειακή πολιτική (θέσπιση ΚΕΝΑΚ) και έχει αναπτυχθεί και εξελιχθεί ο βιοκλιματικός σχεδιασμός. Μια σημαντική αλλαγή στην ελληνική νομοθεσία για την καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος ήταν ο επαναπροσδιορισμός των κλιματολογικών ζωνών της χώρας και η δημιουργία τέταρτης κλιματολογικής ζώνης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΠΑΘΗΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΣΥΝΕΙΣΦΕΡΟΥΝ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΟ ΔΟΜΗΣΗ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), ο κτηριακός τομέας είναι υπεύθυνος για το 40% περίπου της συνολικής τελικής κατανάλωσης ενέργειας σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο. Η ενέργεια αυτή, είτε θερμική είτε ηλεκτρική, εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση, τη λειτουργική διάταξη, τη χρήση συστημάτων HVAC, των τύπο φωτισμού, το είδος μόνωσης, την συντήρηση του κτιρίου και πολλών ακόμα παραγόντων. Η ενέργεια αυτή επιβαρύνει την ατμόσφαιρα με ρύπους, κυρίως διοξείδιο του άνθρακα CO_2 που ευθύνεται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Στη χώρα μας η κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζει αυξητική τάση, λόγω της αύξησης χρήσης κλιματιστικών και μικρών συσκευών. Η χρήση των κλιματιστικών αποτελεί σημαντικό παράγοντα αύξησης του ηλεκτρικού φορτίου αιχμής στη χώρα, επί πλέον συντελούν στην επιδείνωση του φαινομένου υπερθέρμανσης των αστικών κέντρων και τις συνεπαγόμενες δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν το καλοκαίρι.

Όλα τα παραπάνω σε συνδυασμό με την ένταση των προβλημάτων του εξωτερικού περιβάλλοντος έχουν διαμόρφωση ένα πλαίσιο προβληματισμού για το κτίριο-κατοικία. Στο σημείο αυτό διαχωρίζουμε την έννοια κτίριο από την έννοια κατοικία. Και στα δύο επιδιώκεται η διαμόρφωση ικανοποιητικής ποιότητας εσωτερικού περιβάλλοντος καθώς και η σωστή διαχείριση για την κατανάλωση και εξοικονόμηση ενέργειας, θα εστιάσουμε όμως στον τομέα κατοικία.

Με σκοπό την επίτευξη των παραπάνω στόχων οδηγούμαστε στη βιοκλιματική δόμηση τόσο για νεόκτιστες όσο και για υφιστάμενες κατοικίες.

2.1 ΔΙΑΧΩΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στη δόμηση τα ενεργειακά συστήματα χωρίζονται κυρίως σε ενεργητικά και παθητικά. Ο διαχωρισμός αυτός πραγματοποιείται βάση του τρόπου λειτουργίας των συστημάτων. Γενικώς ενεργειακό σύστημα, ονομάζεται ένα σύστημα που απαιτεί λιγότερη ενέργεια κατασκευής από ότι απαιτείται όταν ένα σύστημα κατασκευάζεται με κοινό τρόπο. Με τον όρο ενέργεια δεν εννοούμε μόνο την ενέργεια που δαπανάται με την μορφή ηλεκτρισμού ή

κατανάλωσης πετρελαίου για τις ανάγκες θέρμανσης και ψύξης, αλλά εννοούμε και το χρόνο κατασκευής, την ποσότητα των υλικών, των αριθμό ατόμων που εργάστηκαν, το κόστος κατασκευής και συντήρησης, την ποιότητα των υλικών καθώς και κατά πόσο τα υλικά αυτά είναι ανακυκλώσιμα, φιλικά στον άνθρωπο και το περιβάλλον. (Σελλούντος 1995)

Αντίστοιχα ως ενεργητικά συστήματα, ονομάζονται τα συστήματα εκείνα, που χρησιμοποιούν μηχανικά μέσα για να αξιοποιήσουν τις διάφορες πηγές ενέργειας, ενώ παθητικά συστήματα ονομάζονται εκείνα τα συστήματα του κτιρίου τα οποία εκμεταλλεύονται τις πηγές ενέργειας, χωρίς παρεμβολή μηχανικών μέσων.

Επιπρόσθετα τα συστήματα μπορούν να κατηγοριοποιηθούν βάση των διαφορετικών πηγών ενέργειας που εκεμτελλεύονται. Οι μορφές ενέργειας διαχωρίζονται στις συμβατικές (ή μη ανανεώσιμες) πηγές ενέργειας και στις ανανεώσιμες.

Συμβατικές πηγές ενέργειας χαρακτηρίζονται οι πηγές οι οποίες δεν αναπληρώνονται ή αναπληρώνονται εξαιρετικά αργά για τα ανθρώπινα μέτρα από φυσικές διαδικασίες. Στις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας περιλαμβάνονται κυρίως ο άνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, γνωστά και ως ορυκτά καύσιμα. Βέβαια, η φύση δεν σταματά να δημιουργεί ούτε άνθρακα ούτε πετρέλαιο.

Ως ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) έχουν οριστεί οι ενεργειακές πηγές, οι οποίες υπάρχουν εν αφθονία στο φυσικό περιβάλλον. Οι ΑΠΕ πρακτικά είναι ανεξάντλητες, η χρήση τους δεν ρυπαίνει το περιβάλλον ενώ η αξιοποίησή τους περιορίζεται μόνον από την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδεκτών τεχνολογιών που θα έχουν σαν σκοπό την δέσμευση του δυναμικού τους.

Στο παρόν κεφάλαιο θα πραγματοποιηθεί προσπάθεια να καταγραφούν τα παθητικά συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, οι τεχνικές δόμησης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας καθώς και η χρήση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον, στην δόμηση της ελληνικής κατοικίας.

2.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Σε κάθε κατοικία είτε υφιστάμενη, είτε νεόκτιστη, μπορούν να γίνουν παρεμβάσεις ή να συμπεριληφθούν εξ' αρχής κατά τη διάρκεια της μελέτης σχεδιασμού, παθητικά συστήματα με σκοπό την αξιοποίηση των θετικών περιβαλλοντικών αλλαγών, την εξοικονόμηση ενέργειας και την δημιουργία συνθηκών άνεσης εσωτερικού περιβάλλοντος.

2.2.1 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Πρόκειται για συστήματα που παρέχουν στο κτίριο θέρμανση από την εκμετάλλευση των φυσικών πηγών ενέργειας, πάντα με σκοπό την δημιουργία ικανοποιητικής θερμικής άνεσης.

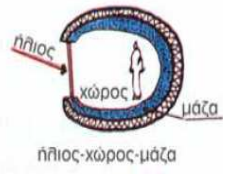
Η θερμική εκμετάλλευση σε μία κατοικία ξεκινάει από το στάδιο του σχεδιασμού. Η τοποθέτηση του κτιρίου σε σχέση με τον περιβάλλοντα χώρο, ο νότιος προσανατολισμός, η μορφή του είναι οι πρώτες κινήσεις που συντελούνται προς αυτή την κατεύθυνση. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα αποτελούν αρχιτεκτονικά στοιχεία, συγκεντρώνουν, αποθηκεύουν, μεταδίδουν και διαχέουν θερμότητα, ρυθμίζοντας τη θερμική συμπεριφορά της κατοικίας.

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι τα εξής:

— Τα γυάλινα ανοίγματα
— Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης
— Τα προσαρτημένα στο κτίριο θερμοκήπια
— Οι προσαρτημένες ηλιακές καμινάδες
— Τοποθέτηση σκιάστρων απαιτούμενης γεωμετρίας
— Η δημιουργία ενεργειακής σκεπής
— Τα κατάλληλα δομικά στοιχεία (μονώσεις, χρώματα, κονιάματα, υαλοπίνακες, στοιχεία τοιχοποιίας)
— Η διαμόρφωση του εξωτερικού περιβάλλοντος χώρου (βλάστηση).

Ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας τους από θερμική άποψη, χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

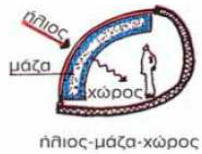
- Συστήματα άμεσου ή απευθείας ηλιακού κέρδους



ήλιος-χώρος-μάζα

Στις διατάξεις άμεσου κέρδους, οι ηλιακές ακτίνες εισέρχονται απευθείας μέσα στο κτίριο, απορροφώνται από τη θερμική μάζα και αποδίδονται στο χώρο διαβίωσης.

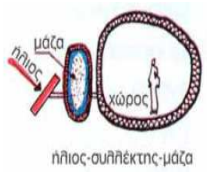
- Συστήματα έμμεσου ηλιακού κέρδους



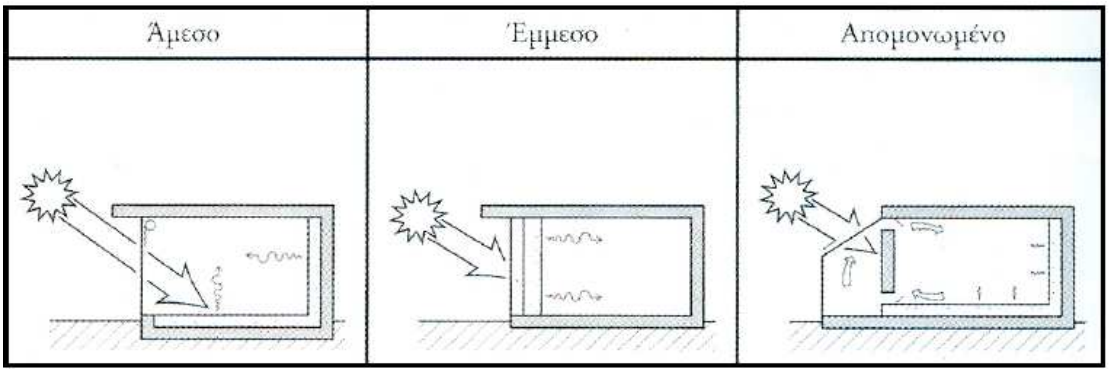
ήλιος-μάζα-χώρος

Στις διατάξεις έμμεσου κέρδους, οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν στην περίμετρο του κτιρίου που αποτελεί τη θερμική μάζα, και στη συνέχεια μεταδίδονται μέσα στο χώρο διαβίωσης (τοίχοςμάζας/Trombe κλπ).

- Συστήματα απομονωμένου ηλιακού κέρδους

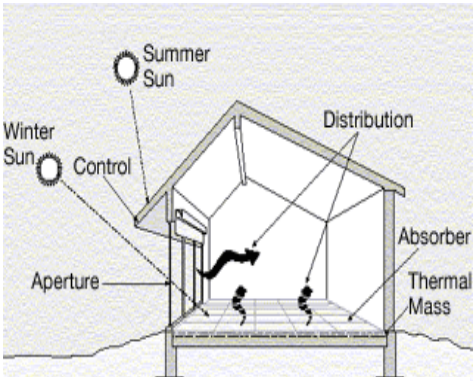


Στις διατάξεις απομονωμένου κέρδους, οι ηλιακές ακτίνες προσπίπτουν σε χώρο που είναι προσαρτημένος στο κτίριο και η θερμότητα μεταφέρεται μέσα στο χώρο διαβίωσης (θερμοκήπιο, θερμοσιφωνικό πανέλο κλπ).



Εικόνα 2.1: Διαχωρισμός παθητικών ηλιακών συστημάτων.(Πέρδιος 2007)

2.2.1.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ



Εικόνα 2.2: Συστήματα άμεσου ηλιακού κέρδους.(ΚΑΠΕ)

Τα συστήματα αυτά αξιοποιούν άμεσα την ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται από τα γυάλινα ανοίγματα νότιου προσανατολισμού. Τα συστήματα αυτά απαιτούν:

1. Μεγάλες γυάλινες επιφάνειες στη νότια όψη του κτιρίου.
2. Θερμομόνωση των τοίχων.
3. Μεγάλη θερμική μάζα.[1]
4. Κινητή μόνωση με ρολά ή πατζούρια για τη νυχτερινή προστασία των ανοιγμάτων κατά την χειμερινή περίοδο.

Η απόδοση ενός τέτοιου συστήματος επηρεάζεται από τους παρακάτω παράγοντες:

— Το 90% της ηλιακής ακτινοβολίας δεσμεύεται όταν τα ανοίγματα προσανατολίζονται στο νότο με δυνατότητα απόκλισης 30° ανατολικά ή δυτικά.

[1] Το σύνολο των δομικών στοιχείων και υλικών ενός κτηρίου που έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν θερμότητα, αποτελεί τη θερμική μάζα του κτηρίου. Η μάζα αυτή όταν αξιοποιηθεί σωστά μπορεί να συνεισφέρει στη μείωση των απαιτήσεων σε θέρμανση και κλιματισμό. Ιδανικά υλικά για τη συγκρότηση της θερμικής μάζας ενός κτηρίου είναι υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας(πέτρα, φυσικοί λίθοι, τούβλο, μπετόν, κεραμικές πλάκες)

— Η κλίση των ανοιγμάτων μεταβάλλει την απόδοση του συστήματος καθώς τα κατακόρυφα ανοίγματα έχουν μεγάλο ηλιασμό τον χειμώνα και μικρό ηλιασμό το καλοκαίρι.

— Το μέγεθος των ανοιγμάτων που δημιουργούνται εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες της γεωγραφικής ζώνης και είναι αντιστρόφως ανάλογο της εξωτερικής θερμοκρασίας τον χειμώνα.

Πίνακας 2.1: Σχέση μεταξύ εξωτερικής θερμοκρασίας και ανοιγμάτων.

Μέση Εξωτερική Θερμοκρασία $_{o}$C	**Εμβαδόν ανοίγματος / Μονάδα επιφάνειας χώρου (κάτοψης) m^2**
+1,7	0,16 - 0,25
+4,5	0,13 - 0,21
+7,2	0,11 - 1,17

(Πέρδιος 2007)

— Ο ηλιασμός πρέπει να διανέμεται ομοιόμορφα στο εσωτερικό του κτιρίου. Σύμφωνα με αυτή την αρχή πραγματοποιείται η τοποθέτηση των ανοιγμάτων στο σκελετό του κτιρίου. Ένας εμπειρικός κανόνας ορίζει ότι το βάθος ενός χώρου δεν πρέπει να υπερβαίνει τις 2,5 φορές το ύψος του παραθύρου από το δάπεδο. Στις περιπτώσεις που δεν είναι δυνατόν να υπάρχουν αυτές οι διαστάσεις πρέπει να προβλεφτούν κατακόρυφοι φεγγίτες ή ανοίγματα στην οροφή.

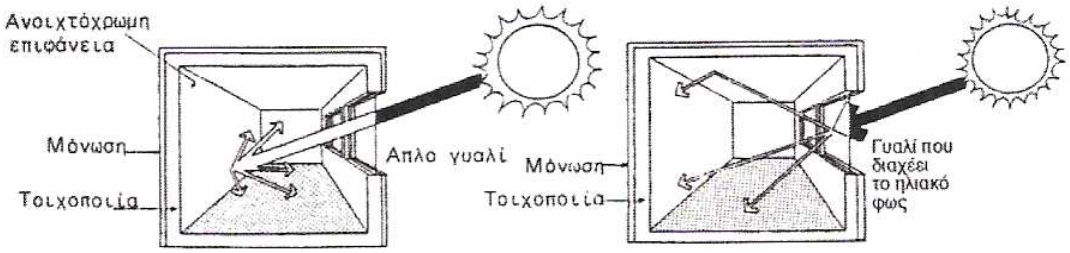
— Ο τύπος του υαλοπίνακα, απλός ή διπλός, σχετίζεται αφενός με τον τρόπο που διαχέεται το φως, αλλά και με τις θερμικές απώλειες. Με την τοποθέτηση διπλού υαλοπίνακα επιτυγχάνουμε μείωση των ηλιακών κερδών κατά 18% και παράλληλα μειώνουμε τις θερμικές απώλειες από το παράθυρο κατά 50% σε σχέση με τον μονό υαλοπίνακα. Προτείνεται η χρήση υαλοπινάκων που διαχέουν το φως, γιατί διανέμουν τη θερμική ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις και συνεισφέρουν στην αποφυγή της βάθμωσης. Αν η θερμοκρασία του εσωτερικού χώρου είναι 20^0 C και εξωτερικά επικρατεί θερμοκρασία 0° C, τότε οι θερμικές απώλειες του γυαλιού σε σύγκριση με τοιχοποιία με θερμομόνωση είναι:

Πίνακας 2.2: Απώλειες σε σχέση με το τύπο του υαλοπίνακα.

ΤΥΠΟΣ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΑ	**ΑΠΩΛΕΙΕΣ Watt/m^2**
Μονός	116
Διπλός	60
Θερμομωνομένη τοιχοποιία	7

Πίνακας 2.3: Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα συστημάτων άμεσου ηλιακού κέρδους.

Μειονεκτήματα	**Πλεονεκτήματα**
Η υπεριώδης ακτινοβολία που διαπερνάει τα τζάμια αλλοιώνει τα υφάσματα και τις φωτογραφίες μέσα στο χώρο.	Απλούστερο παθητικό σύστημα.
Όσο μεγαλύτερη η επιφάνεια τζαμιού τόσο μεγαλύτερη θερμική μάζα απαιτείται προσαρμογή στις διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.	Συμβατή όψη με την αισθητική του χρήστη.
Στις διατάξεις άμεσου κέρδους με μεγάλες γυάλινες επιφάνειες παρατηρούνται ημερήσιες διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.	Κατασκευάζονται εύκολα και γρήγορα.
Οι μεγάλες υάλινες επιφάνειες δημιουργούν θάμβωση την ημέρα, απώλεια ιδιωτικότητας τη νύχτα και απώλειες θερμότητας όταν δεν υπάρχει η δεν χρησιμοποιείται σωστά η νυκτερινή θερμομόνωση.	Οικονομικότερο σύστημα. (φθηνό το οικοδομικό υλικό- τζάμι, και ετοιμοπαράδοτο)
	Οι μεγάλες επιφάνειες των υαλοστασίων παρέχουν υψηλές στάθμες φυσικού φωτισμού και οπτικής επαφής με το περιβάλλον.



Εικόνα 2.3: Διανομή ηλιακής θερμικής ενέργειας από υαλοπίνακες.(Πέρδιος 2007)

Διάγραμμα 2.1: Κατανάλωση Ενέργειας ανάλογα με τον τύπο του υαλοπίνακα (Οδηγός εξοικονόμησης ενέργειας 2001 ΥΠ.ΧΩ.Δ.Ε.

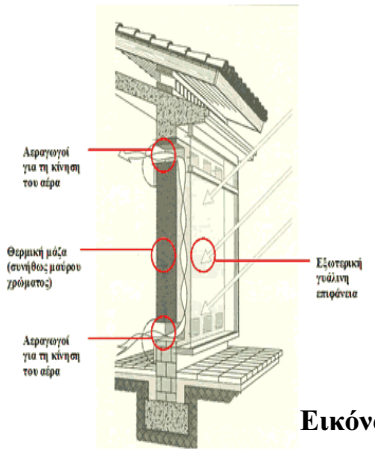
2.2.1.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΜΜΕΣΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Συστήματα έμμεσου κέρδους είναι τα παθητικά ηλιακά συστήματα που συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια και την αποδίδουν με έμμεσο τρόπο στους εσωτερικούς χώρους του κτιρίου, μέσω είτε δομικών στοιχείων είτε ανοιγμάτων διαφόρων ειδών (θυρίδων, αγωγών, κ.ά.). Συνήθως προσαρτώνται σε νότιες όψεις κτιρίων (συνιστάται μέχρι 30^0 απόκλιση από το νότο).

Τα συστήματα έμμεσου κέρδους διακρίνονται εν γένει στις εξής κατηγορίες:

— Τοίχος θερμικής αποθήκευσης
— Θερμοκήπιο προσαρτημένο σε κτίριο
— Ηλιακό αίθριο

- **Τοίχος θερμικής αποθήκευσης**



Εικόνα 2.4: Παράδειγμα τοίχου θερμικής αποθήκευσης. (passive solar energy book 2006)

Είναι ο συνδυασμός τοίχου νότιου προσανατολισμού και εξωτερικού υαλοστασίου, το οποίο βρίσκεται σε απόσταση 10cm περίπου από τον τοίχο και είναι σταθερό ή ανοιχτό , με μονούς ή διπλούς υαλοπίνακες.

Οι τοίχοι θερμικής αποθήκευσης αποτελούνται από τοίχο κατασκευασμένο από υλικά υψηλής θερμοχωρητικότητας όπως σκυρόδεμα, πέτρα, συμπαγή τούβλα, ή δοχεία που

περιέχουν νερό ή άλλο υλικό (υλικό αλλαγής φάσης).

Τόσο στον τοίχο όσο στο υαλοστάσιο υπάρχουν πάνω και κάτω ανοίγματα που ανοίγουν και κλείνουν κατά βούληση ανάλογα με την εποχή και την ώρα της ημέρας.

Αυτό πραγματοποιείται για να διασφαλίζεται χρονική καθυστέρηση $6-8h$, έτσι ώστε η εσωτερική του επιφάνεια να έχει τη μέγιστη θερμοκρασία στην αρχή της νύχτας.

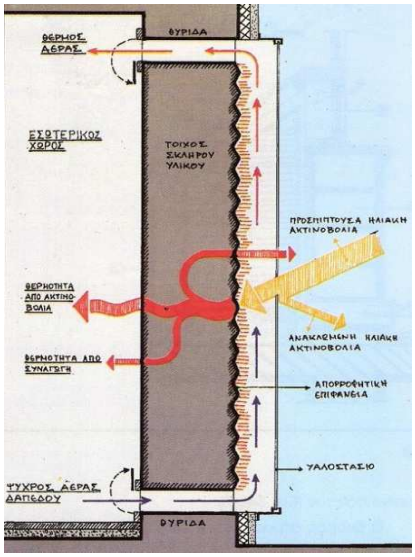
Η ηλιακή ακτινοβολία διαπερνά το υαλοστάσιο, εγκλωβίζεται στον κενό χώρο μεταξύ αυτού και του τοίχου και μετατρέπεται σε θερμότητα. Στη συνέχεια η θερμότητα απορροφάται από τον τοίχο, θερμαίνοντας την εξωτερική πλευρά, τη μάζα του και την εσωτερική πλευρά με αγωγιμότητα και, τέλος, μεταδίδεται με μετάβαση και ακτινοβολία στον εσωτερικό χώρο.

Στην εξωτερική πλευρά του τοίχου πρέπει να υπάρχει οπωσδήποτε κινούμενο σκίαστρο, το οποίο προστατεύει τον χώρο από την υπερθέρμανση το καλοκαίρι και τις θερμικές απώλειες τις νύχτες του χειμώνα.

Η ελάχιστη και η μέγιστη θερμοκρασία της εσωτερικής επιφάνειας του τοίχου κυμαίνεται από το $18^{o}C-23^{o}C$. Τη χρονική στιγμή που παρατηρείται η ελάχιστη θερμοκρασία, δηλαδή το πρωί, αρχίζουν να εμφανίζονται τα πρώτα άμεσα ηλιακά κέρδη από τα νότια ανοίγματα. Ένα τέτοιο σύστημα δεν συνιστάται για περιοχές με μέτρια ηλιοφάνεια.

Ο τοίχος θερμικής αποθήκευσης παρουσιάζεται με τις τρεις παρακάτω διαφορετικές μορφές:

- **Τοίχος Trombe**



Πρόκειται για τοίχο θερμικής αποθήκευσης, που μελετήθηκε ιδιαίτερα στη Γαλλία από τους F.Trombe και J.Michel, κατασκευασμένος από μπετόν, με θυρίδες, μέσω των οποίων μεταφέρεται με φυσική κυκλοφορία του αέρα μέρος της συλλεγόμενης θερμότητας από το διάκενο μεταξύ τοίχου και υαλοπίνακα προς στον εσωτερικό χώρο.

Εικόνα 2.5: Σχηματική παράσταση τοίχου Trombe. (http://www.ecoarchitects.gr/menelaos_xenakis_03.htm)

Ο τοίχος είναι συνήθως πάχους 30-40cm, βαμμένος σε σκούρο χρώμα από την εξωτερική του πλευρά για αύξηση της απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας. Συνδυάζεται με μια γυάλινη επιφάνεια (υαλοστάσιο) σε απόσταση 3cm περίπου.

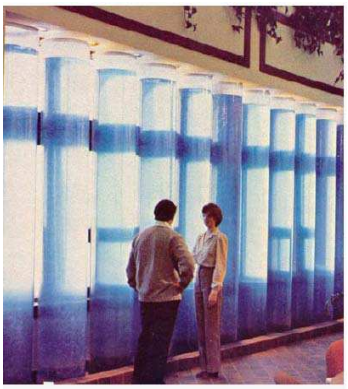
Στο άνω και κάτω τμήμα του τοίχου υπάρχουν θυρίδες ώστε να διευκολύνεται η φυσική κυκλοφορία του αέρα. Όσον αφορά στη συναλλαγή ενέργειας, τμήμα της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας ανακλάται από τη γυάλινη επιφάνεια, κάποιο ποσό θερμικής ενέργειας απορροφάται από τον τοίχο και έπειτα ένα τμήμα ακτινοβολείται προς τα έξω (χάνεται), ενώ ένα σημαντικό ποσό ακτινοβολείται προς τον εσωτερικό χώρο με κάποια χρονική υστέρηση. Επιπρόσθετη θερμική ενέργεια έχουμε από την θερμότητα που μεταφέρεται από τον αέρα του διακένου. Η λειτουργία του ηλιακού αυτού τοίχου βασίζεται στην φυσική κυκλοφορία του αέρα ανάμεσα στο γυαλί και τον τοίχο και μέσα από τις θυρίδες, λόγω της διαφοράς θερμοκρασίας.[2]

Πίνακας 2.4: Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τοίχου Trombe.

Πλεονεκτήματα τοίχου Trombe	**Μειονεκτήματα τοίχου Trombe**
Έχει μικρό σχετικά κόστος, ώστε να προσαρμόζεται στην οικονομική κατάσταση του ενδιαφερομένου.	Μπορεί να δημιουργηθούν συνθήκες υπερθέρμανσης στον εσωτερικό χώρο κυρίως όταν η επιφάνεια είναι πολύ μεγάλη.
Συμβάλλει στην εξοικονόμηση ενέργειας και μπορεί να εφαρμοστεί πολύ εύκολα στα ήδη υπάρχοντα κτίρια.	Είναι πιθανόν να δημιουργούνται θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στο χώρο λόγω της κίνησης του αέρα από τις θυρίδες αερισμού.
Είναι απλός στο σχεδιασμό του.	

(Πέρδιος 2007)

- **Τοίχος νερού**



Μια μορφή τοίχου θερμικής αποθήκευσης είναι οι τοίχοι νερού, που είναι κατασκευασμένοι από πλαστικά ή μεταλλικά στεγανά δοχεία, σκούρου χρώματος που περιέχουν νερό, πίσω από μια γυάλινη επιφάνεια νοτίου προσανατολισμού.

Εικόνα 2.6: Τοίχος νερού (http://www.osti.gov/accomplishments/pdf/DE90012500/066.pdf)

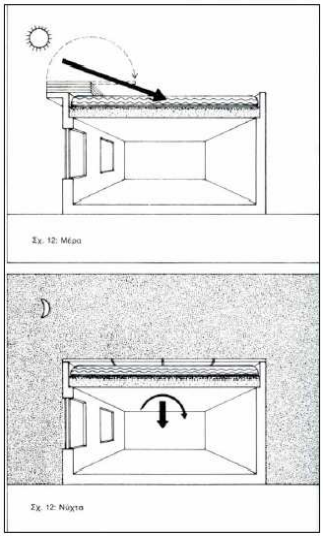
[2] Ο θερμός αέρας ανεβαίνει στα υψηλότερα επίπεδα λόγω της μικρότερης πυκνότητας του και ο ψυχρός αέρας καταλαμβάνει τα χαμηλότερα στρώματα.

Η επιλογή του νερού βασίζεται στη μεγάλη θερμοχωρητική του ικανότητα, δηλαδή στην ικανότητα του να αποθηκεύει θερμότητα κατά τη θέρμανσή του και να θερμαίνεται ή να ψύχεται εύκολα σε σχέση με άλλα υλικά. Έτσι απαιτούνται μικρότερες επιφάνειες τοίχου, σε σχέση με άλλους τοίχους θερμικής αποθήκευσης που είναι κατασκευασμένοι από μπετόν, πέτρα, τούβλο, κ.λ.π. Η εσωτερική επιφάνεια του τοίχου μπορεί να έρχεται κατευθείαν σε επαφή με ένα από τους χώρους του κτηρίου, ή να διαχωρίζεται από αυτούς, με ένα λεπτό τοίχο, ή με ένα στρώμα μόνωσης. (Πέρδιος 2007)

Πίνακας 2.5: Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα τοίχου νερού.

Μειονεκτήματα τοίχου νερού	**Πλεονεκτήματα τοίχου νερού**
Η μάζα του νερού θερμαίνεται ομοιόμορφα και παρουσιάζεται έτσι η ίδια θερμοκρασία και στην εσωτερική και στην εξωτερική επιφάνεια του τοίχου.	Πρόβλημα με τη στεγανότητά του. Μία λύση είναι η χρήση υλικών αλλαγής φάσης αντί για νερό όπως η παραφίνη μέσα σε κυψέλες σε κατάλληλες διατάξεις. Τα προβλήματα στεγανότητας όμως, τις ώρες που βρίσκεται σε υγρή μορφή παραμένουν.
Απαιτείται οπωσδήποτε νυχτερινή θερμική μόνωση στην εξωτερική πλευρά, για να αποφευχθεί η ακτινοβολία θερμότητας προς τα έξω κατά τη διάρκεια της νύχτας.	
Υπάρχει ο κίνδυνος υπερθέρμανσης, όταν η επιφάνεια του είναι πολύ μεγάλη.	
Δεν επιτρέπει τη διείσδυση του φωτός, τον αερισμό και την οπτική επικοινωνία με τον εξωτερικό χώρο.	

- **Ηλιακή στέγη**



Εικόνα 2.7: Ηλιακή στέγη.(Πέρδιος 2007)

Σε γεωγραφικά πλάτη από τον 35ο παράλληλο έως τον ισημερινό, η τροχιά του ήλιου είναι τέτοια που ο ήλιος είναι ψηλά το χειμώνα και έτσι οι κατακόρυφοι συλλέκτες δεν λειτουργούν. Εκεί είναι αποδοτικότερες οι οριζόντιες διατάξεις για τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας.

Χρησιμοποιούνται πλαστικά δοχεία PVC με νερό, τοποθετημένα σε μαύρη στέγη για θερμοσυσσωρευτική μάζα. Από πάνω υπάρχουν κινητά θερμομονωτικά στοιχεία που είναι ανοικτά τις χειμερινές ημέρες. Τις χειμερινές νύκτες κλείνει η μόνωση και η αποθηκευμένη θερμότητα ακτινοβολείται από την οροφή στο χώρο. Τις καλοκαιρινές

νύκτες ανοίγει η μόνωση και η θερμότητα ακτινοβολείται στο περιβάλλον.

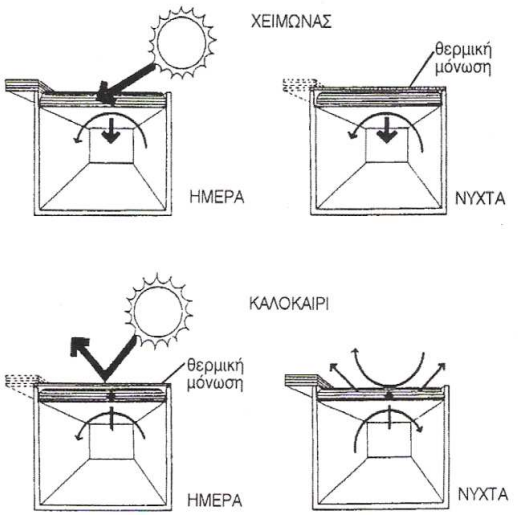
Μία παραλλαγή για θερμά κλίματα είναι η χρήση λαμαρίνας αντί για την πλάκα οπότε έχουμε και άμεση μετάδοση της θερμότητας στο χώρο τις χειμερινές ημέρες και γρήγορη αποφόρτιση της θερμότητας τις θερινές νύκτες, αποφεύγοντας τη χρονική υστέρηση που παρέχει η πλάκα του μπετόν.

- **Οροφή νερού**

  Αποτελεί μια παραλλαγή του προηγούμενου συστήματος. Πρόκειται για πλαστικούς σκουρόχρωμους σάκους, που δεν διαπερνούνται από την υπεριώδη ακτινοβολία, οι οποίοι περιέχουν νερό και τοποθετούνται στην οροφή του κτιρίου. Η «ηλιακή λίμνη», έχει βάθος περίπου 5 εκατοστά και για καλύτερη απόδοση επιλέγεται εξαιρετικά αγώγιμο υλικό για το δώμα πάνω στο οποίο θα κατασκευασθεί.

  Το χειμώνα, κατά τη διάρκεια της ημέρας, το νερό απορροφάει και αποθηκεύει θερμότητα. Κατά τις νυχτερινές ώρες, η οροφή νερού καλύπτεται-προστατεύεται με εξωτερική μόνωση και η αποθηκευμένη θερμότητα ακτινοβολείται προς τον εσωτερικό χώρο.

  Το καλοκαίρι, τις ώρες της ημέρας, η οροφή νερού καλύπτεται με το μονωτικό κάλυμμα για να αποφευχθεί το ανεπιθύμητο ηλιακό κέρδος, ενώ κατά τις νυχτερινές ώρες, απορροφάει τη θερμότητα του εσωτερικού χώρου και την αποβάλλει είτε με ακτινοβολία προς τον ουρανό, είτε μέσω φυσικής συναγωγής με τον εξωτερικό αέρα, με την προϋπόθεση να έχει αφαιρεθεί η εξωτερική μόνωση. Το σύστημα αυτό είναι περισσότερο αποδοτικό σε περιοχές χαμηλής υγρασίας, με καλοκαιρινές νύχτες δίχως σύννεφα.



Εικόνα 2.8: Λειτουργία οροφής νερού. .(Πέρδιος 2007)

- **Θερμοκήπιο προσαρτημένο σε κτίριο**

Εικόνα 2.9: Θερμοκήπιο προσαρτημένο σε κτίριο.

Πρόκειται για κλειστό χώρο που προσαρτάται ή ενσωματώνεται σε νότια τμήματα του κτηρίου και περιβάλλεται από υαλοστάσια. Αποτελεί ένα συνδυασμό ενός παθητικού συστήματος με άμεσο ηλιακό κέρδος και τοίχου θερμικής αποθήκευσης που μεταφέρει μέσα την θερμότητα στον εσωτερικό κατοικημένο χώρο. Η μεταφορά της θερμικής ενέργειας από τον ηλιακό χώρο προς το εσωτερικό του κτιρίου επιτυγχάνεται μέσω θυρίδων ή ανοιγμάτων του διαχωριστικού δομικού στοιχείου.

Η λειτουργία του βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Όταν οι ακτίνες του ήλιου πέσουν στο υαλοστάσιο, μεγάλο μέρος από την ορατή και μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία μεταδίδεται στο εσωτερικό, απορροφάται από τα διαφανή ή στερεά στοιχεία του χώρου (δάπεδο, τοίχοι, έπιπλα) που θερμαίνονται και επανεκπέμπεται ως ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος η οποία κατά ένα μέρος της απορροφάται από το υαλοστάσιο και η υπόλοιπη ανακλάται. Η ενέργεια αυτή επανεκπέμπεται στη συνέχεια και στις δύο πλευρές του υαλοστασίου. Έτσι, τμήμα της ακτινοβολίας που εισέρχεται παγιδεύεται στο εσωτερικό και προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας, που χαρακτηρίζεται ως φαινόμενο του θερμοκηπίου. Ως αποτέλεσμα, το χειμώνα, κατά την διάρκεια της ημέρας και σε περίπτωση ηλιοφάνειας, το θερμοκήπιο λειτουργεί ως επιλεκτική επιφάνεια, αφήνοντας να διέρχεται συνολικά η ηλιακή ακτινοβολία, ενώ μειώνει τις απώλειες-ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος, που απορροφάται από τις επιφάνειες και τη θερμική μάζα του θερμοκηπίου.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν ένα προσαρτημένο θερμοκήπιο σε κτίριο είναι:

— **Προσανατολισμός του θερμοκηπίου**. Πρέπει να προσαρτάται στη νότια πλευρά του κτιρίου να έχει σχήμα επίμηκες κατά τον άξονα ανατολή – δύση.

— **Μέγεθος θερμοκηπίου**. Εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και την επιφάνεια του εσωτερικού χώρου.

Πίνακας 2.6: Μέγεθος θερμοκηπίου προσαρτημένου στη νότια πλευρά κτιρίου για 38° βόρειο γεωγραφικό πλάτος.

Μέση εξωτερική θερμοκρασία ον χειμώνα [^oC]		**Εμβαδόν υαλοστασίου** [m^2] **για επιφάνεια εσωτερικού χώρου** $1 m^2$	
		Με τοίχο trombe	**Με τοίχο νερού**
Ψυχρό κλίμα	-6,7	0,90-1,50	0,68-1,27
	-3,9	0,78-1,30	0,57-1,05
	-1,1	0,65-1,17	0,47-0,82
Εύκρατο κλίμα	-1,7	0,53-0,90	0,38-0,65
	4,4	0,42-0,69	0,30-0,51
	7,2	0,33-0,53	0,24-0,38

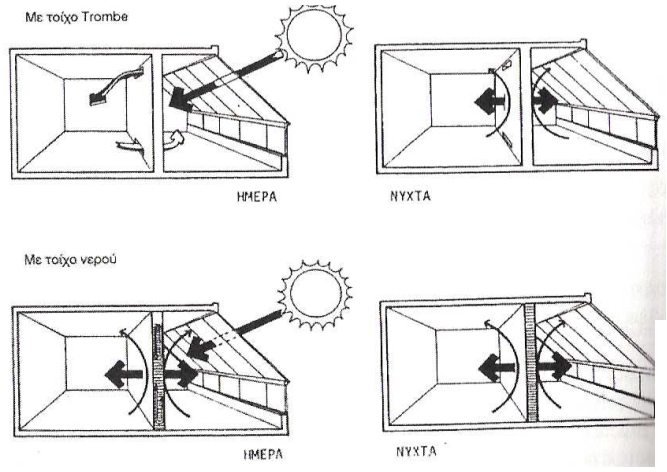
(Πέρδιος 2007)

— **Υλικά κατασκευής.** Υλικό κάλυψης διαφανές (γυαλί ή πλαστικό) για να δεσμεύεται το μεγαλύτερο μέρος της ηλιακής ακτινοβολίας. Το πλαίσιο κατασκευάζεται από ξύλο η μέταλλο.

— **Κλίση υαλοστασίου.** Η ιδανικότερη κλίση, σε σχέση με το οριζόντιο επίπεδο, είναι 40-70 για τις μεσογειακές χώρες και 30-60 για τις περιοχές με μεγαλύτερο γεωγραφικό πλάτος.

— **Σύνδεση θερμοκηπίου με κτίριο.** Η απόδοση του συστήματος είναι μεγαλύτερη αν μεταξύ θερμοκηπίου και κτιρίου υπάρχει τοίχος θερμικής αποθήκευσης από υλικά μεγάλης θερμοχωρητικότητας, του οποίου η εξωτερική επιφάνεια είναι βαμμένη με σκούρο χρώμα.

Αύξηση της απόδοσης σε μεγαλύτερο βαθμό προκύπτει αν προβλέψουμε θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος του τοίχου για την κίνηση του ζεστού αέρα και τοποθετήσουμε δοχεία νερού μπροστά στον τοίχο.



Εικόνα 2.10: Συνδυασμός θερμοκηπίου με τοίχο θερμικής αποθήκευσης. (Πέρδιος 2007)

Εικόνα 2.10: Συνδυασμός θερμοκηπίου με τοίχο θερμικής αποθήκευσης. (Πέρδιος 2007)

Τους καλοκαιρινούς μήνες η αύξηση της θερμοκρασίας αντιμετωπίζεται:

1. Σκιασμό του θερμοκηπίου με τη χρήση κουρτινών ή μεταλλικών περσίδων.
2. Άνοιγμα στην οροφή του θερμοκηπίου για την απομάκρυνση του θερμού αέρα.
3. Καλό αερισμό.

Πίνακας 2.7: Μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα προσαρτημένου θερμοκηπίου.

Μειονεκτήματα προσαρτημένου θερμοκηπίου	**Πλεονεκτήματα προσαρτημένου θερμοκηπίου**
Οι θερμοκρασίες στο θερμοκήπιο ποικίλουν σημαντικά, καθ' όλη τη διάρκεια εικοσιτετραώρου.	Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στο χώρο διαβίωσης είναι χαμηλότερες από αυτές των συστημάτων άμεσου κέρδους
Προβλήματα υπερθέρμανσης το καλοκαίρι αν δε λαμβάνονται τα σωστά μέτρα προστασίας.	Το θερμοκήπιο, βελτιώνει το εσωτερικό κλίμα της κατοικίας και μειώνει τις απώλειες του περιβλήματος
Σε Νότια Ευρωπαϊκά κλίματα, θα πρέπει να μπορεί να σκιάζεται πλήρως, και να ανοίγει τη νύκτα για αντιστροφή της λειτουργίας του, και ακόμη καλύτερα να απομακρύνεται τελείως.	Ηλιακός χώρος εξυπηρετεί και μη ενεργειακούς σκοπούς όπως η επέκταση του χώρου διαβίωσης ή η χρήση του ως θερμοκήπιο φυτών.
Η αποθήκευση της θερμικής ενέργειας στο χώρο διαβίωσης είναι δύσκολη καθώς αυτή παρέχεται ως θερμός αέρας σε σχέση με την άμεση ηλιακή ακτινοβολία.	Προσαρμόζεται εύκολα σε υφιστάμενα κτίρια καθώς μπορεί απλά να προσαρτηθεί και συνδυάζεται εύκολα με άλλα παθητικά συστήματα.
Τη νύχτα είναι πιθανή είναι η συμπύκνωση υδρατμών στην εσωτερική επιφάνεια της ψυχρής γυάλινης στέγης του θερμοκηπίου.	Η απόδοσή του είναι μεγάλη, όταν χρησιμοποιείται σωστά και αποτελεί ένα ενδιαφέρον αρχιτεκτονικό στοιχείο, τόσο ως προς την κάλυψη λειτουργικών αναγκών, όσο και προς την αισθητική του.

- **Ηλιακό αίθριο**

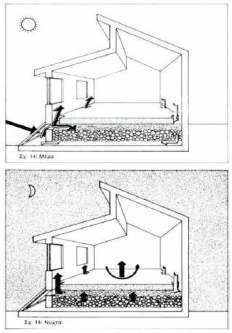
  Ονομάζεται ο εσωτερικός χώρος του κτιρίου που έχει γυάλινη οροφή. Το καλοκαίρι απαιτείται αερισμός του αίθριου μέσω ανοιγμάτων στην οροφή και πλήρης σκιασμός.

2.2.1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟΜΟΝΩΜΕΝΟΥ ΗΛΙΑΚΟΥ ΚΕΡΔΟΥΣ

Στις διατάξεις απομονωμένου κέρδους, η ηλιακή συλλογή είναι θερμικά απομακρυσμένη από τους χώρους διαβίωσης του κτιρίου. Η μεταφορά ενέργειας από το συλλέκτη στο χώρο διαβίωσης γίνεται με μεταφορά ή ακτινοβολία. Ο αέρας θερμαίνεται στο συλλέκτη, γίνεται

ελαφρύτερος και εισέρχεται στο χώρο της κατοικίας ενώ ο ψυχρός εισέρχεται στο χώρο θέρμανσης από το κάτω μέρος.

- **Θερμοσιφωνικό πανέλο**



Εικόνα 2.12: σύστημα θερμοσιφωνισμού (Πέρδιος 2007)

Το σύστημα αυτό αποτελείται από υαλοπίνακα, κενό αέρα και μεταλλική σκουρόχρωμη επιφάνεια με εξωτερική μόνωση. Είναι παρόμοιο του τοίχου Trobme, η βασική διαφορά είναι ότι ο τοίχος του θερμοσιφωνικού πανέλου απομονώνεται θερμικά από το διάκενο με χρήση θερμομονωτικής, συνήθως μεταλλικής επικάλυψης και η μεταφορά θερμότητας γίνεται αποκλειστικά με συναγωγή από τον αέρα του διακένου και όχι με ακτινοβολία. Το πανέλο τοποθετείται χαμηλότερα από τους κύριους τοίχους του κτιρίου και έξω από αυτό με κλίση 40°. Ο αέρας μεταφέρεται στον εσωτερικό χώρο, πάλι μέσω θυρίδων ή αγωγών, με θερμοσιφωνική ροή στο εσωτερικό του κτιρίου.

Το χειμώνα, λόγω του μονωμένου τοίχου δεν έχουμε απώλειες θερμότητας, ενώ το καλοκαίρι αποφεύγουμε ηλιακά κέρδη.

(http://www.learn.londonmet.ac.uk/packages/clear/about/tree.html)

2.2.2 ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΔΡΟΣΙΣΜΟΥ

Ο παθητικός δροσισμός συνδέεται στενά με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό του κτιρίου και του περιβάλλοντός του, καθώς ορίζει τον προσανατολισμό και τα ανοίγματα του κτιρίου. Επίσης ο παθητικός δροσισμός εκφράζεται αρχιτεκτονικά και με την τροποποίηση του μικροκλίματος γύρω από το κτίριο για ηλιακή προστασία, σχηματισμό ρευμάτων δροσερού αέρα, αξιοποιώντας τον άνεμο για ψύξη.

Τα παθητικά συστήματα δροσισμού διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες:

1. Δροσισμός από το έδαφος.
2. Δροσισμός από εξάτμιση.
3. Δροσισμός από ακτινοβολία.
4. Φυσικός αερισμός.

Όλα τα παθητικά συστήματα δροσισμού λειτουργούν απορρίπτοντας την πλεονάζουσα θερμότητα σε μία περιβαλλοντική δεξαμενή, με χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτή του κτιρίου.

Πίνακας 2.8: Χρησιμοποιούμενες περιβαλλοντικές δεξαμενές – τρόποι απαγωγής θερμότητας.

Τεχνική παθητικού δροσισμού	**Περιβαλλοντική δεξαμενή**	**Τρόπος απαγωγής θερμότητας**
Δροσισμός από το έδαφος	Έδαφος	Θερμική αγωγή
Δροσισμός με εξάτμιση	Αέρας-Νερό	Αλλαγή φάσης
Δροσισμός με ακτινοβολία	Ουράνιος θόλος	Ακτινοβολία
Φυσικός αερισμός	Αέρας	Συναγωγή

(Πέρδιος 2007)

- **Δροσισμός από το έδαφος**

  Σε αυτή την περίπτωση ο δροσισμός από το έδαφος βασίζεται στην απαγωγή της θερμότητας από το κτίριο προς το έδαφος με αγωγή. Πρόκειται για αξιοποίηση της χαμηλής θερμοκρασίας του εδάφους σε σχέση με τον αέρα περιβάλλοντος κατά τους θερμούς μήνες. Ανεξάρτητα των θερμοκρασιακών διακυμάνσεων κατά τις διαφορετικές εποχές του χρόνου (καύσωνας, θερμοκρασίες υπό το $0^{o}C$) μερικά μόλις μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης το έδαφος παραμένει σε μια σχετικά σταθερή θερμοκρασία.

  Ο δροσισμός στο έδαφος εξασφαλίζεται με τα ημιυπόσκαφα κτίρια και με τον εναλλάκτη θερμότητας εδάφους αέρα.

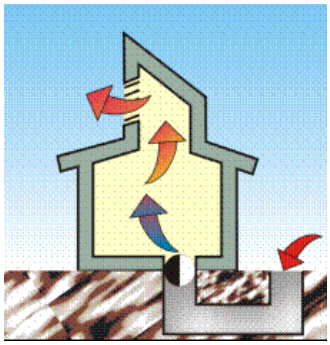
— Ημιυπόσκαφα κτίρια.

Εικόνα 2.13: Παράδειγμα υπόσκαφου χώρου, ροή θερμότητας.(ΚΑΠΕ)

Η κατασκευή υπόσκαφων ή ημιυπόσκαφων κτιρίων, εφόσον τοπογραφικές και άλλες συνθήκες το επιτρέπουν, συνεισφέρει σημαντικά στη μείωση του ψυκτικού φορτίου των κτιρίων. Κατά τους θερμούς μήνες, το έδαφος βρίσκεται σε αρκετά χαμηλότερη θερμοκρασία από το εξωτερικό περιβάλλον και, ερχόμενο σε επαφή με το κτιριακό κέλυφος, βοηθά στην απομάκρυνση της θερμότητας από το κτίριο. Το χειμώνα, η επαφή του κτιρίου με το έδαφος μειώνει τις θερμικές απώλειες προς το ψυχρό περιβάλλον. Σε περιοχές με πολύ ψυχρούς χειμώνες συνιστάται η θερμομόνωση του κτιριακού κελύφους, ώστε να μειώνονται οι θερμικές απώλειες προς το έδαφος, ενώ σε περιοχές με θερμά καλοκαίρια συνιστάται να παραμένει αμόνωτο ώστε να διευκολύνεται η μετάδοση της θερμότητας με αγωγή προς το έδαφος. (http://vergina.eng.auth.gr/IHT/A Tomos/A03)

Στα σημεία κοντά στην επιφάνεια του εδάφους, τα οποία βρίσκονται σε θερμοκρασία που πλησιάζει αυτή του εξωτερικού αέρα, συνιστάται περιμετρική θερμομόνωση για παρεμπόδιση της μετάδοσης της θερμότητας στο κτίριο.

— Εναλλάκτης θερμότητας εδάφους αέρα.



Εικόνα 2.14: Παράδειγμα εναλλάκτη θερμότητας.(ΚΑΠΕ)

Είναι σύστημα μεταλλικών αγωγών (ή PVC) που τοποθετούνται σε βάθος 1-3m. Το σύστημα χρησιμοποιείται για την ψύξη των κτιρίων το καλοκαίρι, οπότε και αξιοποιεί το έδαφος - του οποίου η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη κάτω από την επιφάνεια - ως απαγωγέα της θερμότητας.

Ο αέρας εισάγεται είτε από το εξωτερικό περιβάλλον είτε από το εσωτερικό του κτιρίου, κυκλοφορεί στο δίκτυο αγωγών με τη βοήθεια φυσητήρων και εισέρχεται στο κτίριο ψυχρότερος.

Παράλληλα, το σύστημα λειτουργεί και το χειμώνα, συμβάλλοντας στην προθέρμανση του ψυχρού εξωτερικού αέρα, καθώς το έδαφος είναι το χειμώνα θερμότερο από τον εξωτερικό αέρα.

- **Δροσισμός με εξάτμιση**

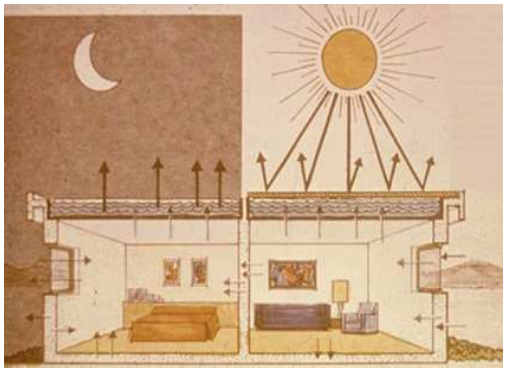
Σε περιοχές με σχετικά χαμηλή υγρασία, μπορεί να επιτευχθεί δροσισμός με την εξάτμιση νερού.

Ο αέρας, διερχόμενος από κάποιο σώμα νερού και προκαλώντας την εξάτμισή του, ψύχεται, ενώ εμπλουτίζεται με υδρατμούς.

Όταν ο αέρας αυτός εισέρχεται απ' ευθείας στο κτίριο έχουμε άμεσο εξατμιστικό δροσισμό, ενώ όταν ψύχει το κέλυφος του κτιρίου ή του εναλλάκτη, τότε έχουμε έμμεσο εξατμιστικό δροσισμό.

Η άμεση ψύξη από εξάτμιση, επειδή αυξάνει την υγρασία των εσωτερικών χώρων, πρέπει να συνδυάζεται από ικανοποιητικό ρυθμό ανανέωσης του αέρα, για αποφυγή συμπύκνωσης και ανάπτυξης μούχλας. Τα συστήματα άμεσης εξατμιστικής ψύξης περιλαμβάνουν τη χρήση βλάστησης για εξατμισοδιαπνοή, καθώς και σιντριβάνια, κρήνες, πισίνες, υδάτινους πίδακες, σε εξωτερικούς χώρους κοντά στα κτίρια, αλλά και σε εσωτερικές αυλές και αίθρια, ώστε να ψύχουν τον αέρα που θα εισέλθει στο κτίριο.

Τεχνικές έμμεσου εξατμιστικού δροσισμού είναι οι ανοιχτές λίμνες οροφής και ο ψεκασμός των δωμάτων με νερό. Επιπλέον, υπάρχουν και υβριδικές (μηχανικές) ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης). (http://ergo.human.cornell.edu/studentdownloads/DEA350notes/Thermal/thregnotes.html)



Εικόνα 2.15: Τεχνική έμμεσου εξατμιστικού δροσισμού, λίμνη οροφής (http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_nyxterini_aktinobolia.htm.)

- **Δροσισμός με ακτινοβολία**

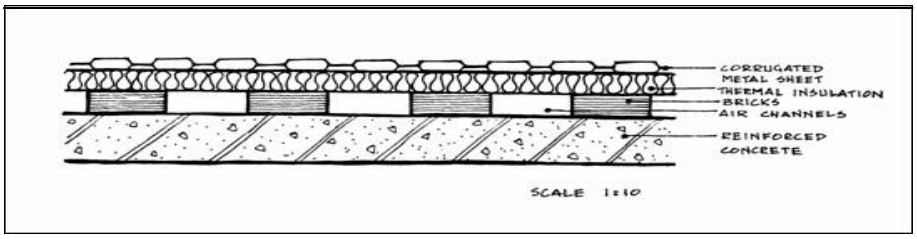
  Όλες οι εξωτερικές επιφάνειες των κτιρίων ακτινοβολούν θερμότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας προς τον ουρανό, ο οποίος λειτουργεί ως «μαύρο σώμα». Όσο πιο καθαρός είναι ο ουρανός (χωρίς σύννεφα) και όσο χαμηλότερη είναι η υγρασία που περιέχει ο αέρας, τόσο μεγαλύτερο είναι το ποσό ακτινοβολίας που εκπέμπεται.

  Για να είναι αποτελεσματική η νυχτερινή ακτινοβολία θα πρέπει οι επιφάνειες που ακτινοβολούν να έχουν «θέα» τον ουρανό. Κατά συνέπεια, οι οροφές των κτιρίων ακτινοβολούν το μεγαλύτερο ποσό θερμότητας. Επιπλέον, θα πρέπει η επιφάνεια ακτινοβολίας να είναι κατασκευασμένη με τέτοιο τρόπο, ώστε η συσσωρευμένη κατά τη διάρκεια της ημέρας θερμότητα να έχει τη δυνατότητα να διοχετευθεί, μέσω κατάλληλης κατασκευής, προς την εξωτερική επιφάνεια του κελύφους.

  Επειδή πρακτικά η νυχτερινή ακτινοβολία μεγάλης ποσότητας θερμικής ενέργειας από το κτίριο προϋποθέτει οροφή χωρίς μόνωση, ενώ η μόνωση της οροφής είναι απαραίτητη για την προστασία του κτιρίου από την ηλιακή ακτινοβολία κατά τη διάρκεια της ημέρας, το σύστημα δροσισμού μέσω νυχτερινής ακτινοβολίας αποτελεί πάντα μια ειδική κατασκευή.

Ένα από τα συνηθέστερα συστήματα νυκτερινής ακτινοβολίας, είναι ο μεταλλικός ακτινοβολητής τοποθετημένος στην οροφή του κτιρίου και η λίμνη οροφής.

Το σύστημα του μεταλλικού ακτινοβολητή, αποτελείται από μεταλλική, αυλακωτή, διπλή πλάκα τοποθετημένη εξωτερικά της οροφής του κτιρίου, η οποία ακτινοβολεί προς τον ουρανό μεγάλα ποσά θερμότητας, κατά τις νυχτερινές ώρες. Μπορούν να προστεθούν πτερύγια για να μεγιστοποιηθεί η μετάδοση θερμότητας από τον εσωτερικό αέρα προς το δροσιστικό στοιχείο. Η εξωτερική του επιφάνεια είναι ανακλαστική, ενώ στην εσωτερική πλευρά τοποθετείται θερμομονωτικό υλικό. Μέσα από το σύστημα του ακτινοβολητή διέρχεται θερμός αέρας από το κτίριο, ψύχεται κατά την επαφή του με την ψυχρή εξωτερική πλευρά του ακτινοβολητή και διοχετεύεται ξανά στο εσωτερικό του κτιρίου. Σε περιοχές με έντονα ρεύματα αέρα, το σύστημα καλύπτεται με φύλλο πολυαιθυλενίου, που είναι διαπερατό από την υπέρυθρη ακτινοβολία. Το πολυαιθυλένιο επιτρέπει την εκπομπή της θερμικής ακτινοβολίας, ενώ περιορίζει την επαφή της ψυχρής επιφάνειας του ακτινοβολητή με το θερμότερο αέρα του περιβάλλοντος και συνεπώς περιορίζει την αύξηση της θερμοκρασίας στον ακτινοβολητή.



Εικόνα 2.16: Μεταλλικός ακτινοβολητής.

(http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_drosismos_nyxterini_aktinobolia.htm)

2.2.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΣΜΟΥ

Ο αερισμός ενός κτιρίου είναι μείζονος σημασίας, αφενός γιατί μπορεί να εξασφαλίσει χαμηλότερες θερμοκρασίες μέσα στα κτίρια κατά τη θερινή περίοδο και αφετέρου διότι είναι απαραίτητη η αντικατάσταση του εσωτερικού αέρα με φρέσκο εξωτερικό, που είναι πλούσιος σε οξυγόνο, για την καλή υγεία των ενοίκων. Οι φυσικές δυνάμεις που προκαλούν το φυσικό αερισμό είναι ο άνεμος και το φαινόμενο της καμινάδας.

Οι παράμετροι που επηρεάζουν τον φυσικό αερισμό είναι:

— Οι εξωτερικές κλιματικές συνθήκες

Ο αέρας που εισέρχεται πρέπει να έχει μικρότερη θερμοκρασία από αυτή του εσωτερικού αέρα. Στις εύκρατες περιοχές, όπου το χειμώνα επικρατεί υγρασία και κρύο, ο αερισμός πρέπει να είναι περιορισμένος και να γίνεται μόνο μεσημβρινές ώρες. Η ίδια πρακτική ακολουθείται και στις ψυχρές περιοχές. Το καλοκαίρι όμως είναι απαραίτητος γιατί οι δροσεροί άνεμοι απομακρύνουν την θερμότητα και την πιθανή υγρασία και πρέπει να γίνεται τις πρωινές και τις βραδινές ώρες. Σε ζεστές και ξηρές περιοχές επιβάλλεται ο νυχτερινός αερισμός, ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας πρέπει να πραγματοποιείται μόνο για την απομάκρυνση των οσμών. Τέλος στις ζεστές περιοχές με πολύ υγρασία, καλό είναι να αποφεύγεται.

— Ο προσανατολισμός

Τα ανοίγματα πρέπει να έχουν την πρόσοψή τους προς στον άνεμο σε κάθετη διεύθυνση. Οποιαδήποτε απόκλιση μειώνει την ταχύτητα ροής.

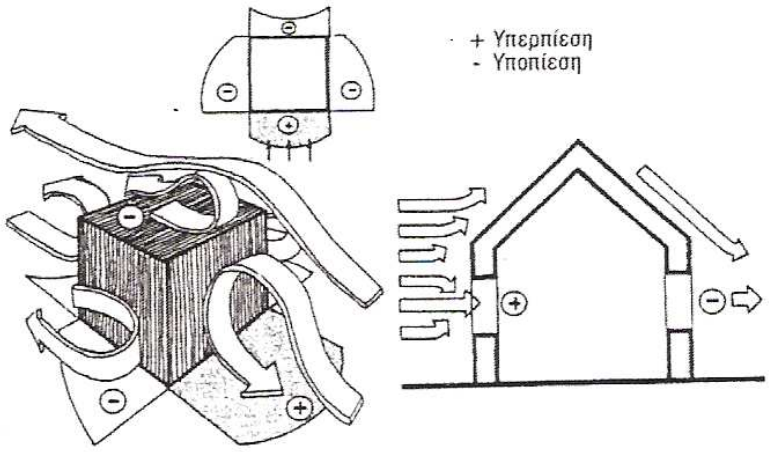
— Η θέση

Η διεύθυνση του ανέμου μεταβάλλεται από την διάταξη των εσωτερικών χωρισμάτων, τις αρχιτεκτονικές προεξοχές του κτιρίου και την ύπαρξη θάμνων ή δέντρων.

— Το μέγεθος των ανοιγμάτων

Τα ανοίγματα εξόδου, αυτά δηλαδή που βρίσκονται στην υπήνεμη όψη του κτιρίου, πρέπει να είναι μεγαλύτερα ή ίσου τουλάχιστον μεγέθους με τα ανοίγματα εισόδου γιατί έτσι διευκολύνεται η ελεύθερη κίνηση του αέρα.

Ο φυσικός αερισμός πραγματοποιείται με την είσοδο του εξωτερικού αέρα στο κτίριο, μέσα από τα ανοίγματα και τις ρωγμές, που υπάρχουν στο κέλυφος του κτιρίου. Στις νεότερες κατασκευές ο ενεργειακός σχεδιασμός απαιτεί κελύφη τελείως στεγανοποιημένα. Ο άνεμος προσπίπτει κάθετα στο κτίριο δημιουργώντας υπερπίεση στην προσήνεμη όψη του. Στη συνέχεια το αρχικό ρεύμα χωρίζεται στα δύο.



Εικόνα 2.17: Κατανομή πιέσεων αέρα γύρω από ένα κτίριο.(Πέρδιος 2007)

Η ροή του αέρα κατά μήκος των πλευρών του κτιρίου και στο χώρο πίσω από την υπήνεμη όψη του είναι τυρβώδης και οι στρόβιλοι που εμφανίζονται δημιουργούν υποπίεση. Η ροή του αέρα διαμέσου του κελύφους γίνεται πάντοτε από τις ζώνες υπερπίεσης στις ζώνες υποπίεσης.

- **Διαμπερής αερισμός**

  Ο αέρας διεισδύει, λόγω διαφοράς πίεσης, μέσω των ανοιγμάτων σε ένα κτίριο και η κατεύθυνση του μπορεί να ρυθμιστεί εξωτερικά με χρήση βλάστησης. Ως βέλτιστη θεωρείται η διεύθυνση ανέμου που σχηματίζει γωνία 450° ως προς τα ανοίγματα εισόδου. Η ταχύτητα του αέρα είναι μέγιστη, όταν τα ανοίγματα εισόδου του αέρα είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα εξόδου του και μάλιστα για καλύτερη διανομή του, όταν τα ανοίγματα αυτά είναι διαγώνια αντίθετα το ένα από το άλλο, το άνοιγμα εισόδου χαμηλότερα και το άνοιγμα εξόδου υψηλότερα. Η χρήση μονόπλευρου αερισμού, δηλαδή ανοιγμάτων μόνο από τη μία πλευρά δε συνίσταται λόγω κακής κυκλοφορίας του αέρα.

- **Ηλιακή καμινάδα**

  Είναι η καμινάδα, που έχει υαλοπίνακες στη νότια ή νοτιοδυτική της επιφάνεια και περσίδες στο πάνω μέρος της ίδιας πλευράς. Ο αέρας μέσα στην καμινάδα θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία και κινείται με μεγάλη ταχύτητα προς τα επάνω, ενισχύοντας σημαντικά το φαινόμενο του φυσικού αερισμού Λόγω της συνεχούς ανανέωσης του αέρα, το σύστημα αυτό συνιστάται σε περιοχές με αρκετή υγρασία το καλοκαίρι. (Πέρδιος 2007)

  Τα πλεονεκτήματα από την χρήση της ηλιακής καμινάδας είναι ότι δεν εξαρτάται από τον άνεμο και έτσι μπορεί να εφαρμοσθεί όπως αναφέρθηκε σε καλοκαιρινές ζεστές, μέρες με άπνοια. Επιπροσθέτως, η κίνηση του αέρα είναι σχετικά σταθερή και ελεγχόμενη σε σχέση με τις διακυμάνσεις του ανέμου. (Τζιβανίδης 2008)

Εικόνα 2.18: Ηλιακή καμινάδα.
(http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/bioklimatikos_sxediasmos.htm)

- **Αεριζόμενο κέλυφος**

  Πρόκειται για κατασκευή διπλού κελύφους στην οροφή ή στις προσόψεις του κτιρίου, όπου μέσα στο διάκενο κυκλοφορεί ο αέρας του περιβάλλοντος και συνεισφέρει στη μεταφορά θερμότητας από το κέλυφος του κτιρίου στην ατμόσφαιρα.

  Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το αεριζόμενο κέλυφος συνεισφέρει στη σκίαση του περιβλήματος και συνεπώς στη θερμική προστασία του κτιρίου, αλλά και στη μεταφορά θερμότητας από το περίβλημα στο εξωτερικό περιβάλλον, μέσω του αέρα που κυκλοφορεί στο διάκενο.

  Κατά τους χειμερινούς μήνες, ο αέρας που κυκλοφορεί στο κέλυφος είναι χαμηλότερης ταχύτητας του εξωτερικού, οπότε μέσω του διπλού κελύφους, οι θερμικές απώλειες προς το εξωτερικό περιβάλλον περιορίζονται, αυξάνεται δηλαδή η θερμομονωτική ικανότητα του κελύφους. Πρέπει ωστόσο, να είναι θερμομονωμένο το εσωτερικό τμήμα του αεριζόμενου κελύφους.

  Μελέτη του ΚΑΠΕ, διερεύνησε τη θερμική συμπεριφορά ενός αεριζόμενου στοιχείου οροφής σε κλιματικές συνθήκες θερμών και ψυχρών μηνών. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων, σε σχέση με συμβατική οροφή φαίνονται στον πίνακα 2.9. (Λαζάρη 2002)

Πίνακας 2.9: Σύγκριση συμπεριφοράς αεριζόμενης με συμβατική οροφή (θετικό πρόσημο: καλύτερη συμπεριφορά, αρνητικό πρόσημο :χειρότερη συμπεριφορά).

Μείωση θερμικών απώλειες αεριζόμενης / συμβατικής οροφής

Περίοδος	Διάκενο (cm)	Ημέρα	Νύκτα
Καλοκαίρι	8	45%	-18%
	6	56%	-13%
Χειμώνας	6	70%	-11%
	8	28%	-10%

(ΚΑΠΕ 2002)

2.2.4 ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

Η σωστή εκμετάλλευση του φυσικού φωτισμού, μπορεί να αντικαταστήσει σε μεγάλο βαθμό τον τεχνητό φωτισμό και να συμβάλλει σημαντικά στην ενεργειακή αποδοτικότητα και στην εξοικονόμηση ενέργειας, γενικότερα, ενός κτιρίου, στην οπτική άνεση και στην βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης των ενοίκων. Η χρήση του φυσικού φωτισμού προϋποθέτει την εξέταση των παρακάτω παραγόντων:

— Γεωμετρία εσωτερικών χώρων

— Γεωμετρία και θέση ανοιγμάτων

— Ποσοστό ανοιγμάτων

— Μέγεθος γειτονικών κτιρίων

— Χρωματισμός εσωτερικών επιφανειών

Πρόκειται δηλαδή για μια ενιαία μελέτη του χώρου, των υαλοστασίων, των πλαισίων και των διατάξεων σκιασμού. (Τσιπήρας 2005)

Η αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού πραγματοποιείται με τις παρακάτω τεχνικές.

- **Ανοίγματα οροφής**

Πίνακας 2.10: Τρόποι εισόδου ηλιακού φωτός στα ανοίγματα οροφής.

Τρόποι εισόδου ηλιακού φωτός στα ανοίγματα οροφής.
Αξιοποίηση κεκλιμένης οροφής, μέσω κατακόρυφων ανοιγμάτων στο πάνω μέρος της σοφίτας.
Με πολλαπλά ανοίγματα οροφής. Η κατανομή του φωτός εξαρτάται από τον αριθμό των ανοιγμάτων, ο οποίος εξαρτάται από τις κλιματολογικές συνθήκες.
Με κατακόρυφους φεγγίτες οροφής (ανοίγματα στους ανυψωμένους τομείς στης στέγης).
Με την κατασκευή αίθριου. Συνεισφέρει και στην μείωση του θερμικού φορτίου κατά το χειμώνα, δεν συνιστάται στα θερμά κλίματα λόγω υπερθέρμανση το καλοκαίρι.

(Πέρδιος 2007)

Τα ανοίγματα οροφής, τα οποία μπορεί να φέρουν διαφανείς ή ημιδιαφανείς υαλοπίνακες, παρουσιάζουν τα εξής πλεονεκτήματα σε σχέση με τα ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία:

— Συντελούν στην ομοιόμορφη κατανομή του φωτός σε όλο το χώρο.

— Παρέχουν μεγάλη ποσότητα διάχυτου φωτός (που προτιμάται έναντι του άμεσου φωτός) από τον ουράνιο θόλο.

Έχουν το μειονέκτημα, ωστόσο, ότι δέχονται μεγαλύτερη ηλιακή ακτινοβολία το καλοκαίρι από ότι το χειμώνα λόγο της οριζόντιας θέσης τους, δεδομένου ότι ο ήλιος κατά το θέρος είναι ψηλότερα. Για το λόγο αυτό συχνά συνιστώνται κατακόρυφα ή κεκλιμένα ανοίγματα στην οροφή, σε συνδυασμό με διατάξεις σκιασμού, όπως είναι οι ανακλαστήρες, περσίδες, ή κινητά πετάσματα.

(Τσιπήρας 2005, http://erg.ucd.ie/mb_daylighting_in_buildings.pdf)

- **Φωτοσωλήνες**

Εικόνα 2.19: Φωτοσωλήνας (Τσιπήρας 2005)

Πρόκειται για σωλήνες (light pipes) διαμέτρου $0{,}5m$ περίπου, που εξέχουν από την στέγη, διαπερνούν τη σοφίτα ή το δώμα και καταλήγουν στο εσωτερικό του κτιρίου. Η εσωτερική επιφάνεια τους είναι κατασκευασμένη από υψηλά ανακλαστικό υλικό ικανό να ανακλάσει το φως σε μεγάλο βαθμό. Εξαιτίας αυτής της ιδιότητας, το φως μεταφέρεται στο κτίριο χωρίς μεγάλες απώλειες. Υπάρχουν φωτοσωλήνες από μέταλλο και άκαμπτα πλαστικά, πλήρως ακριλικοί φωτοσωλήνες, ενώ στο εσωτερικό τους μπορούν να έχουν γυάλινες ή πλαστικές οπτικές ίνες, οι οποίες τον καθιστούν ιδιαίτερα αποτελεσματικό, όταν η εισερχόμενη φωτεινή δέσμη χρειάζεται να διανεμηθεί σε επιμέρους δέσμες. Χρησιμοποιούνται ολοένα και περισσότερο, σε κτίρια που χρησιμοποιούνται κυρίως κατά τη διάρκεια της ημέρας, όπως είναι αποθήκες και στον οικιακό τομέα, στους διαδρόμους και στους προθαλάμους-εισόδους. Δεν είναι σχετικά ακριβοί και εύκολα προσαρμόζονται σε υφιστάμενα κτήρια. Ωστόσο επειδή το σύστημα λειτουργεί μόνο όταν υπάρχει ηλιοφάνεια, έχουν προταθεί φωτοσωλήνες, που περιλαμβάνουν λαμπτήρες στο εσωτερικό τους. (Τσιπήρας 2005, ΚΑΠΕ)

- **Ανακλαστικές περσίδες**

Χωρίζονται σε σταθερές και ρυθμιζόμενες περσίδες.

— Σταθερές

Πρόκειται για ένα πλαίσιο με σταθερές περσίδες από ανακλαστικό υλικό που καλύπτουν ολόκληρη την επιφάνεια ενός ανοίγματος ή τμήμα του. Η κλίση των περσίδων καθορίζεται έτσι ώστε να αποτρέπεται η διείσδυση των ηλιακών ακτινών κατά την περίοδο του θέρους. Η ανακλαστική τους ικανότητα μπορεί να μειωθεί εξαιτίας της συγκέντρωσης ρύπων στην επιφάνεια τους, γι' αυτό απαιτείται συχνή συντήρηση.

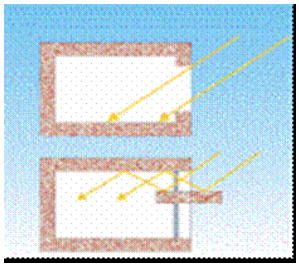
— Ρυθμιζόμενες περσίδες

Μειονέκτημα των σταθερών περσίδων είναι ότι λειτουργούν αποτελεσματικά μόνο για ορισμένη διεύθυνση των ηλιακών ακτινών. Έτσι προτιμούνται οι ρυθμιζόμενες, των οποίων η ρύθμιση γίνεται είτε χειροκίνητα, είτε με τη χρήση κάποιου εξοπλισμού. Πιο εξελιγμένα συστήματα περιλαμβάνουν καμπύλες περσίδες, οι οποίες είναι εξοπλισμένες με ρυθμιζόμενο πλαστικό φιλμ. Εκτός από την κλίση των περσίδων, ρυθμίζεται επίσης, η κλίση του φιλμ αυτού, έτσι ώστε για κάθε γωνία πρόσπτωσης των ακτινών, η ανακλώμενη δέσμη να διατηρεί σταθερή κατεύθυνση. Εκτός από την εκτροπή των ηλιακών ακτινών

κατά το θέρος και την αντιμετώπιση της θάμβωσης, λειτουργούν επίσης αποτελεσματικά όσον αφορά τον απαιτούμενο χειμερινό ηλιασμό. (http://erg.ucd.ie/mb_daylighting_in_buildings.pdf)

- **Ανακλαστήρες φωτισμού**

Συχνά ονομάζονται και ράφια φωτισμού (light selves). Είναι επίπεδα στοιχεία με έντονη ανακλαστική επίστρωση. Τοποθετούνται οριζόντια στα πλαίσια των ανοιγμάτων, πάνω από το επίπεδο του ματιού και προεξέχουν εξωτερικά ή εσωτερικά. Το μεγάλο πλεονέκτημα τους είναι ότι κατευθύνουν την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία προς τις εσωτερικές επιφάνειες του χώρου εξασφαλίζοντας ομοιόμορφη κατανομή του φυσικού φωτός. Έχουν δηλαδή σκοπό να μειώσουν το επίπεδο φωτισμού κοντά στο παράθυρο και να το αυξήσουν στο πίσω μέρος του χώρου. Είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά στις νότιες όψεις, βελτιώνουν τη διανομή του φυσικού φωτός, προκαλώντας μείωση των επιπέδων φωτισμού κοντά στο παράθυρο και αποφυγή της θάμβωσης. (http://erg.ucd.ie/mb_daylighting_in_buildings.pdf)



Εικόνα 2.20: Εσωτερικά και εξωτερικά ράφια φωτισμού.(Κτίρια για έναν πράσινο κόσμο 1999)

- **Διαφανή μονωτικά υλικά**

Εικόνα 2.21: Διαφανής μόνωση

Πρόκειται για υλικά που λειτουργούν όπως τα πρότυπα μονωτικά υλικά, ενώ ταυτόχρονα επιτρέπουν τη διέλευση του φωτός δια μέσου αυτών. Περιορίζονται έτσι οι απώλειες θερμικής μετάδοσης από το κτίριο, ενώ επιτρέπεται στο φως να συνεχίζει να μεταδίδεται. Επειδή, η διαφανής θερμομόνωση απορροφά τόσο την ακτινοβολία που προσπίπτει άμεσα στην επιφάνειά της όσο και τη διάχυτη ακτινοβολία, επιφέρει θετικά αποτελέσματα σε οποιαδήποτε όψη κι αν εφαρμοστεί. Μπορεί να τοποθετηθεί τόσο σε τοίχους, αλλά και σε οροφές. Εάν για λόγους οικονομίας αποφασιστεί να μη μονωθούν όλες οι όψεις, η πρώτη επιλογή είναι η νότια όψη και ακολουθούν η ανατολική και η δυτική. Η διαφανής μόνωση έχει 2-3 φορές υψηλότερη θερμομονωτική ικανότητα από τους διπλούς υαλοπίνακες. Διαφανή μονωτικά υλικά μπορούν να τοποθετηθούν, επίσης, μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων ή πλαστικών φύλλων. Η φωτοδιαπερατότητα των διαφανών υλικών κυμαίνεται μεταξύ του 45% -80% , με μια μείωση γύρω στο 8% για

κάθε φύλλο υαλοπίνακα. Το κόστος αυτών των υλικών παραμένει σχετικά υψηλό, ενώ απαιτούνται ορισμένες βελτιώσεις, για να διατηρούνται οι αποδόσεις και οι θερμοοπτικές ιδιότητες των υλικών, καθώς και η διάρκεια ζωής τους. Σε υφιστάμενα κτίρια μπορεί να τοποθετηθεί πάνω από υπάρχουσα αμόνωτη τοιχοποιία, όπως γίνεται και η προσθήκη της συνήθους θερμομόνωσης.
(http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf)

- **Φωταγωγοί**

Εικόνα 2.22: Φωταγωγός (www.solalighting.com)

Οι φωταγωγοί (light ducks) μια παραλλαγή των φωτοσωλήνων. Εισάγουν το φυσικό φως σε χώρους όπου είναι δύσκολη η διείσδυση φυσικού φωτός με άλλο τρόπο. Υπάρχουν διάφορα είδη φωταγωγών με ποικιλία διαστάσεων. Εν γένει οι φωταγωγοί θα πρέπει να έχουν επιφάνειες ανακλαστικές. Τα δε ανοίγματα που βλέπουν σε αυτούς συνιστάται να έχουν στην ποδιά τους ανακλαστήρα, ώστε να διοχετεύεται το φως στους εσωτερικούς χώρους.
Η απόδοσή των φωταγωγών μπορεί να βελτιωθεί με την προσθήκη ανακλαστήρα στην κορυφή τους (είσοδο του φωτός), ο οποίος να εκτρέπει τις ηλιακές ακτίνες προς τα κάτω. Για ακόμα μεγαλύτερη απόδοση μπορεί να συνοδεύονται από ηλιοστάτη (συσκευή η οποία φέρει καθρέπτη και η οποία ακολουθεί την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια τις ημέρας).(http://www.cres.gr/energy_saving/)

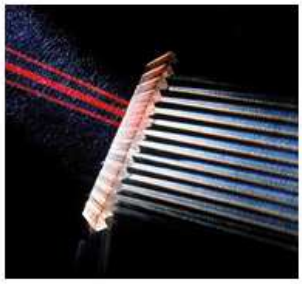
Είναι δύσκολο ωστόσο, να προσαρμοστούν σε υφιστάμενο κτίριο, λόγω των αλλαγών που χρειάζονται να γίνουν για τα ανοίγματα. Γι' αυτό το λόγο χρησιμοποιούνται μόνο σε καινούρια κτίρια (Τσίπηρας 2005)

- **Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά**

Είναι στοιχεία που διαθλούν την προσπίπτουσα ακτινοβολία και αναλόγως της κατασκευαστικής τους δομής, μπορούν να αποκλείσουν πλήρως την είσοδο ή να αλλάξουν την κατεύθυνση της εισερχόμενης ακτινοβολίας. Εν γένει είναι ημιδιαφανή και άρα δεν συνιστώνται εκεί που είναι επιθυμητή η θέα προς τα έξω.

Τα πρισματικά στοιχεία τοποθετούνται στο κέλυφος του κτιρίου είτε σαν αυτόνομα στοιχεία είτε μεταξύ δύο φύλλων υαλοπινάκων. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι

πρισματικοί ακριλικοί υαλοπίνακες, που αποτρέπουν την είσοδο των ηλιακών ακτίνων με κατάλληλο προσανατολισμό. Για καλύτερη ηλιοπροστασία, είναι απαραίτητη η ρύθμιση της κλίσης τους ανάλογα με το ύψος του ήλιου. Μια ειδική κατηγορία αποτελούν οι ασύμμετροι υαλοπίνακες (τα στοιχειώδη πρίσματα τους δεν έχουν όμοιες πλευρές), οι οποίοι έχουν την ιδιότητα να αλλάζουν την διεύθυνση των ηλιακών ακτινών, με σκοπό τη βελτίωση της οπτικής άνεσης.
(http://www.cres.gr/energy_saving/Ktiria/fysikos_fotismos_prismatika.htm)



Εικόνα 2.23: Πρισματικά φωτοδιαπερατά υλικά (http://www.cres.gr/energy_saving/)

2.2.5 ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ- ΣΚΙΑΣΜΟΣ

Γενικώς με τον όρο ηλιοπροστασία εννοούμε τη μελέτη που περιλαμβάνει την επαρκή σκίαση των ανοιγμάτων κατά το θέρος, η οποία ωστόσο δεν περιορίζει το ηλιακό θερμικό κέρδος κατά το χειμώνα και λαμβάνει επίσης υπόψη τις ανάγκες του κτιρίου για φυσικό φωτισμό. Οι τρόποι προστασίας του κελύφους από την έντονη ηλιακή ακτινοβολία αλλά και η δημιουργία προστατευμένων εξωτερικών υπαίθριων ή ημι-υπαίθριων χώρων μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες.

- **Ενσωματωμένα στην μάζα του κτιρίου**
  Αποτελούν σταθερό μέρος του κτηρίου και ο σχεδιασμός τους πρέπει να λαμβάνει υπόψη τον προσανατολισμό και το σχήμα του ανοίγματος που χρειάζεται να προστατευτεί σε συσχέτιση με τη θέση του ήλιου στις διάφορες χρονικές περιόδους της ημέρας και του έτους.(http://www.osti.gov/accomplishments/pdf/DE90012500/066.pdf)

  Χρησιμοποιούνται στην εξωτερική όψη του κτηρίου και εμποδίζουν την άμεση ακτινοβολία να φτάσει στα ανοίγματα, με αποτέλεσμα να απορροφούν και να διαχέουν τη θερμότητα στον εξωτερικό αέρα. Υλικό κατασκευής τους είναι το σκυρόδεμα, το

αλουμίνιο και το πλαστικό. (Λαζάρη 2002, ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, Εισαγωγή για αρχιτέκτονες 1994)

Διακρίνονται σε:

— Οριζόντια εξωτερικά σταθερά σκίαστρα, που συνιστώνται για νότιο προσανατολισμό

— Κατακόρυφα εξωτερικά σκίαστρα, κατάλληλα για ανατολικά και δυτικό προσανατολισμό

- **Με πρόσθετα στοιχεία**

  Εφήμερες εξωτερικές - κινητές κατασκευές όπως τα στέγαστρα από ξύλο ή καλάμια, η βλάστηση (πέργκολες, αναρριχόμενα, δέντρα), τα παντζούρια, οι προεξοχές στοιχείων πάνω από τα παράθυρα, οι τέντες –υφάσματα.

  Υπάρχουν και εσωτερικά κινητά σκίαστρα, τα οποία συνιστώνται για νότιους, ανατολικούς και δυτικούς προσανατολισμούς. Παράδειγμα αποτελούν τα ενετικά στόρια, κατά προτίμηση κινούμενα πάνω σε οδηγούς, για εξασφάλιση καλής λειτουργίας και μεγαλύτερου χρόνου ζωής.

Εικόνα 2.24: Εσωτερικά ενετικά στόρια (http://www.energybooks.com/pdf/919929)

Εικόνα 2.25: Τέντες για εξωτερική σκίαση. http://www.levolux.com/L_products/internal_venetian_blinds_details.htm)

Η σκίαση είναι περισσότερο αποδοτική όταν είναι εξωτερική, πράγμα το οποίο σημαίνει ότι η ηλιακή ακτινοβολία εμποδίζεται να εισέλθει και να εγκλωβιστεί μέσω των υαλοπινάκων στους χώρους και μπορεί να μειώσει κατά 80-90% τα ηλιακά κέρδη. (LIOR E.E.I.G., 1997) Παράλληλα, η χρήση κινητών σκιάστρων παρέχει τη δυνατότητα να επιτυγχάνεται σκίαση των ανοιγμάτων όταν αυτό είναι απαραίτητο, ανεξάρτητα από την εποχή του έτους. Συνεπώς, ο πιο αποτελεσματικός τρόπος σκιασμού, είναι η χρήση εξωτερικών σκιάστρων με κινητές περσίδες, τα οποία όμως είναι ιδιαίτερα ακριβά. Για το λόγο αυτό προτιμάται σταθερή εξωτερική σκίαση που συνδυάζεται με εσωτερικά στόρια

που λειτουργούν συμπληρωματικά, επειδή τα συμβατικά κρύσταλλα έχουν πολύ μικρή αντίσταση.

- **Σκίαση από βλάστηση**

  Από τους πιο απλούς τρόπους σκιασμού είναι η τοποθέτηση φυλλοβόλων δέντρων ή βλάστησης που διακόπτουν τον άμεσο ηλιασμό, αλλά παράλληλα, λόγω της σκιάς τους μειώνουν τις θερμοκρασίες κοντά στο έδαφος.

- **Σκίαση από γειτονικά κτίρια**

  Η τοπογραφική διαμόρφωση μιας θέσης μπορεί να δημιουργεί σκιά, η οποία επηρεάζεται από την τροχιά του ήλιου, τον προσανατολισμό του και την κλίση του εδάφους. Στα θερμά και ξηρά κλίματα, όπου οι πόλεις σχεδιάζονται και χτίζονται σε πολύ συμπαγή μορφή, με στενούς δρόμους, ώστε τα κτήρια να σκιάζονται σε κάποιο ποσοστό.

Πίνακας 2.11: Προτεινόμενο τύπος σκίασης ανάλογα με τον προσανατολισμό.

Προσανατολισμός	**Προτεινόμενος τύπος Σκίασης**
Νότιος	Σταθερά ή ρυθμιζόμενα σκίαστρα τοποθετημένα οριζόντια πάνω από το παράθυρο
Ανατολικός & Δυτικός	Ρυθμιζόμενα κατακόρυφα πετάσματα εξωτερικά των παραθύρων
Νοτιοανατολικός & Νοτιοδυτικός	Ρυθμιζόμενη Σκίαση
Βορειοανατολικός& Βορειοδυτικός	Φύτευση Βλάστηση

(http://www.energybooks.com/pdf/919929.pdf)

2.2.6 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΣΤΗΝ ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΔΟΜΗΣΗ

Με την πρόβλεψη θερμομόνωσης στις κτιριακές κατασκευές παίρνονται τα κατάλληλα μέτρα για την παρεμπόδιση της διαφυγής της θερμικής ενέργειας από ένα χώρο προς την ατμόσφαιρα ή ένα άλλο, ψυχρότερο γειτονικό χώρο. Η θερμότητα (θερμική ενέργεια) αυτή σε μεγάλο βαθμό διαφεύγει από τις ατέλειες του περιβλήματος καθώς και από τα ανοίγματα (πόρτες, παράθυρα, φεγγίτες) που υπαγορεύει ο φυσικός αερισμός, όσο και ο μηχανικός εξαερισμός (στόμια και συναρμογές σωληνώσεων, καμινάδες κλπ). Αυτή η ροή θερμότητας

είναι αδύνατο να εμποδιστεί τελείως και μπορεί μόνο να περιοριστεί ως προς την ένταση και τη διάρκεια της. Αυτό είναι κατορθωτό μόνο όταν υπάρχει έλεγχος των θερμικών απωλειών. Η μείωση των θερμικών απωλειών των εσωτερικών χώρων ενός κτιρίου, έχει ως συνέπεια τη μείωση της κατανάλωσης των καυσίμων που τροφοδοτούν τα διάφορα τεχνητά συστήματα θέρμανσης-ψύξης. Η μείωση αυτή μπορεί να είναι σημαντική, αρκεί η θερμομόνωση να εφαρμόζεται με βάση μια σωστή μελέτη και τις ακριβείς προδιαγραφές που καθορίζουν τις ιδιότητες και τον τρόπο σύνθεσης των υλικών κατασκευής της.

Στη χώρα μας με βάση τη διεθνή πρακτική και τις κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας, πρέπει να καθοριστούν προδιαγραφές που να εξασφαλίζουν μία τεχνοοικονομικά σωστή θερμομόνωση. Τέτοια θεωρείται αυτή που για να γίνει δεν απαιτείται υπερβολικά μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης αλλά ωστόσο, εξασφαλίζει μακροχρόνια οικονομία στη χρήση του κτιρίου και περιορισμό στην εφαρμογή ενεργοβόρων τεχνητών συστημάτων ελέγχου του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Επιπρόσθετα οι θερμικές απώλειες ενός κτιρίου εξαρτώνται από τους επτά παράγοντες που παρουσιάζονται στον πίνακα.

Πίνακας 2.12: Παράγοντες από τους οποίους εξαρτώνται οι θερμικές απώλειες.

Παράγοντας	**Επεξήγηση**
Κλίμα περιοχής	Στα ψυχρότερα κλίματα, εμφανίζονται μεγαλύτερες απώλειες.
Θέση κτηρίου	Ο προσανατολισμός(Βορράς, Νότος υψόμετρο) , θέση τοπικά (ως προς τον ήλιο, εκτεθειμένη στον άνεμο) επηρεάζει την απαιτούμενη θερμομόνωση.
Επιθυμητή θερμοκρασία	Όσο μεγαλύτερη θερμοκρασία απαιτείται μέσα στο κτίριο τόσο μεγαλύτερες δαπάνες απαιτούνται για θερμομόνωση.
Αναλογία όγκου προς εξωτερική επιφάνεια	F επιφάνεια εξωτερικών τοιχωμάτων, V όγκος κτιρίου Απώλειες θερμότητας ανάλογες του λόγου F/V (κυβοειδείς κατασκευές έχουν μικρότερες απώλειες)
Αέρας χαραμάδων	Απαιτείται μείωση ανεπιθύμητων ρευμάτων αέρα από τις χαραμάδες των ανοιγμάτων (πόρτες παράθυρα).
Τοιχώματα	Τα εξωτερικά τοιχώματα αποτελούν την κύρια περιοχή απωλειών. Ένα κτίριο πανταχόθεν ελεύθερο οι απώλειες φτάνουν το 75%. Απαιτείται θερμομόνωση του κελύφους
Ρύθμιση εγκατάστασης θέρμανσης	Ρυθμίσεις στους αυτοματισμούς και η κατάλληλη συντήρηση της εγκατάστασης θέρμανσης επιτρέπουν εξοικονόμηση σε καύσιμα ως και 30%

(Πέρδιος 2007)

Τα περισσότερο ευπαθή σημεία ενός κτιριακού κελύφους, που έχουν ανάγκη από θερμική προστασία, είναι οι επικαλύψεις (δώματα και στέγες) στην εξωτερική τοιχοποιία, το δάπεδο

του υπογείου, η οροφή της πιλοτής και, τέλος, τα εξωτερικά κουφώματα. Ακόμα μονώνονται οι εγκαταστάσεις και οι αγωγοί του κτιρίου.

Οι θερμικές απώλειες αντιμετωπίζονται με διάφορους τρόπους μόνωσης. Οι τοίχοι μπορούν να μονωθούν με τέσσερις κυρίως τεχνικές:

- **Από το εσωτερικό μέρος τους**

  Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό υλικό τοποθετείται από την πλευρά του εσωτερικού χώρου και προστατεύεται από κάποιο στερεό δομικό υλικό που λειτουργεί όπως και το επίχρισμα. Ο τρόπος αυτός θερμομόνωσης έχει τα εξής αποτελέσματα:

1. Έχει περιορισμένο χρόνο κατασκευής.
2. Αποτελεί φθηνότερη λύση σε σχέση με την εξωτερική θερμομόνωση.
3. Δεν απαιτείται ιδιαίτερη προστασία των μονωτικών από τις εξωτερικές επιδράσεις.Έχει απλή κατασκευή.
5. Θερμαίνεται πολύ γρήγορα ο χώρος.
6. Η κατασκευή μπορεί να γίνει ανεξάρτητα από τις εξωτερικές καιρικές συνθήκες.

   Τα μειονεκτήματα της μεθόδου θερμομόνωσης τοίχων από την εσωτερική πλευρά είναι τα ακόλουθα:

— Περιορίζεται ο εσωτερικός χώρος.
— Ο χώρος ψύχεται πολύ σύντομα. Μένει ανεκμετάλλευτη η θερμοχωρητικότητα του εξωτερικού τοίχου.
— Δε λύνεται το πρόβλημα των θερμογεφυρών[3].
— Τα δομικά στοιχεία κινδυνεύουν από συστολές και διαστολές από τις θερμοκρασιακές μεταβολές. Κίνδυνος ρηγματώσεων και εισροής βρόχινου νερού.
— Υπάρχει μικρό πρόβλημα στην τακτοποίηση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων.

- **Από το εξωτερικό μέρος τους.**

  Στην περίπτωση αυτή το μονωτικό τοποθετείται στο εξωτερικό μέρος του τοίχου. Με την κατασκευή αυτή εμφανίζονται τα εξής πλεονεκτήματα:

1. Ο χώρος διατηρεί τη θερμότητα και μετά τη διακοπή της θέρμανσης από τη θερμοχωρητικότητα των τοίχων.
2. Στους νότιους ειδικά χώρους των κτηρίων διατηρείται η θερμότητα από το ηλιακό θερμικό κέρδος γιατί αποθηκεύεται στους βαρείς εσωτερικούς τοίχους.

[3] Καλείται κάθε αμόνωτο ή ανεπαρκώς θερμομονωμένο σημείο. Συνήθως στις κατασκευές τέτοια στοιχεία μπορεί να είναι κολώνες, δοκάρια, τοιχεία, σενάζ, κούτελα πλακών κλπ. Εκτός από τις θερμικές απώλειές τους που είναι μεγάλες, οι θερμογέφυρες είναι επιρρεπείς σε συμπύκνωση υδρατμών και συνεπώς και στην ανάπτυξη μούχλας.[23]

3. Δεν εμποδίζεται η ομαλή λειτουργία του εσωτερικού χώρου κατά την κατασκευή της εσωτερικής θερμομόνωσης.
4. Δε μειώνεται ωφέλιμος κατοικήσιμός χώρος.
5. Οι εξωτερικές επιφάνειες των τοίχων προστατεύονται από τις συστολές και διαστολές.
6. Εξασφαλίζεται κάλυψη των θερμογεφυρών ιδιαίτερα στις πλάκες σκυροδέματος, στα δοκάρια και στις κολώνες.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου θερμομόνωσης τοίχων από την εσωτερική πλευρά είναι τα ακόλουθα:

— Η κατασκευή της εξωτερικής θερμομόνωσης είναι ακριβότερη σε σχέση με τη θερμομόνωση της εσωτερικής πλευράς του τοίχου.
— Δεν είναι πολύ εύκολη η εφαρμογή της εξωτερικής θερμομόνωσης στην περίπτωση που οι τοίχοι έχουν πολλές αρχιτεκτονικές προεξοχές.
— Υπάρχει αδυναμία εφαρμογής της εξωτερικής θερμομόνωσης σε κτίρια με έντονο εξωτερικό μορφολογικό ενδιαφέρον όψεων.
— Απαιτούνται σκαλωσιές για τις εργασίες κατασκευής σε πολυώροφα κτίρια.
— Χρειάζεται ειδική προστασία των υλικών διαφόρων στρώσεων για προστασία από τις εξωτερικές καιρικές επιδράσεις.

- **Θερμομόνωση με χρήση ειδικών τούβλων**

  Στην περίπτωση αυτή ο τοίχος χτίζεται με ειδικά θερμομονωτικά τούβλα που με τον τρόπο κατασκευής τους, το σχήμα τους, τις διαστάσεις τους κλπ. πρέπει να εξασφαλίζουν τις τιμές του συντελεστή θερμικής διαπερατότητας Κ που επιβάλλει ο κανονισμός θερμομόνωσης. Αν απαιτείται να αυξηθεί ο συντελεστής αυτός προστίθεται μονωτικό που σε ορισμένες περιπτώσεις είναι εκ κατασκευής ενσωματωμένο στο θερμομονωτικό τούβλο. Η κατασκευή αυτή εμφανίζει πολλά πλεονεκτήματα αλλά θα πρέπει να εξασφαλίζεται με σωστή κατασκευή των επιχρισμάτων η σωστή στεγανότητα ώστε να μην υγραίνεται η μάζα των θερμομονωτικών τούβλων.

- **Θερμομόνωση στον πυρήνα μεταξύ δύο τοίχων**

  Αποτελεί μέθοδο τοποθέτησης θερμομόνωσης που χρησιμοποιείται πολύ στη χώρα μας. Συνήθως το μονωτικό υλικό τοποθετείται μεταξύ δύο δομικών τοίχων και αυτό ίσως αποτελεί το κύριο μειονέκτημα της μεθόδου. Εξασφαλίζεται δηλαδή η θερμομόνωση, αλλά δεν είναι βέβαιο ότι εξασφαλίζεται επαρκώς και η στατική αντοχή του συστήματος και ιδιαίτερα η αντοχή που απαιτείται από τον αντισεισμικό κανονισμό. Η κατασκευή

αυτού του τύπου θερμομόνωσης έχει περιθώρια βελτίωσης έστω και αν δημιουργηθούν στη χειρότερη περίπτωση θερμογέφυρες από την κατασκευή των σενάζ.

2.2.6.1 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τα θερμομονωτικά υλικά οφείλουν τη μονωτική τους ιδιότητα, κατά κύριο λόγο, στην ύπαρξη σε αυτά μεγάλου αριθμού πολύ μικρών πόρων (κυψελίδων) που περιέχουν παγιδευμένο αέρα. Ο ακίνητος αέρας παρουσιάζει τη μικρότερη γνωστή τιμή θερμικής αγωγιμότητας (λ=0.02 kcal/hm ^{o}C). Η παρουσία σημαντικού αριθμού κυψελίδων αέρα στο εσωτερικό ενός υλικού έχει σαν αποτέλεσμα την εμφάνιση μικρού φαινομένου βάρους, που είναι ένα δεύτερο κοινό χαρακτηριστικό των θερμομονωτικών υλικών.

Παρακάτω αναφέρονται επιγραμματικά οι ιδιότητες των μονωτικών υλικά, κατ' επέκταση και αυτών που χρησιμοποιούνται στη βιοκλιματική δόμηση.

- **Συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας (k):**
  Ορίζεται ως ο ρυθμός μεταφοράς θερμότητας ανά μονάδα πάχους του υλικού, ανά μονάδα επιφάνειας και ανά μονάδα διαφοράς θερμοκρασίας. Η θερμική αγωγιμότητα ενός υλικού αποτελεί μέτρο του πόσο γρήγορα μεταφέρεται η θερμότητα μέσα στο υλικό αυτό.
- **Ο Συντελεστής αντίστασης στη διάχυση υδρατμών (μ):**
  Ο συντελεστής αυτός είναι σχετικό μέγεθος αδιάστατο και δείχνει κατά πόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στη διάχυση υδρατμών ενός στρώματος του υλικού σε σχέση προς το στρώμα αέρα ίσου πάχους. Όσο μικρότερος λοιπόν είναι ο συντελεστής αυτός τόσο πιο ευαίσθητο είναι ένα υλικό στην υγρασία.
- **Μηχανική αντοχή**
  Η μηχανική αντοχή που απαιτείται για μια κατασκευή προσδιορίζει το σύστημα θερμομόνωσης που θα χρησιμοποιηθεί. Έτσι υλικά με μεγάλη μηχανική αντοχή μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αυτοφερόμενα, αλλά με μικρότερη αντοχή μπορούν να μπουν σε ένα φέρον πλέγμα και άλλα με πολύ μικρή ως υλικά πλήρωσης. Η αντοχή σε συμπίεση είναι ένα καθοριστικό μέγεθος στις θερμομονώσεις δαπέδων.
- **Η Αντίσταση στη φωτιά**
  Η συμπεριφορά των θερμομονωτικών υλικών στη φωτιά μπορεί να έχει άμεσες οικονομικές επιπτώσεις. Γενικά παρά το αυξημένο κόστος τους, χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο θερμομονωτικά υλικά που δεν αναφλέγονται ή τουλάχιστον

αναφλέγονται δύσκολα ή μέτρια. Γενικά την καλύτερη συμπεριφορά στη φωτιά έχουν το αφρώδες γυαλί, τα ινώδη υλικά, ο περλίτης κλπ.

- **Το ειδικό βάρος:**

  Το ειδικό βάρος αποτελεί μια ακόμη χρήσιμη ιδιότητα διότι ακόμη και στην ίδια κατηγορία υλικών μπορεί ένα ελαφρότερο υλικό να έχει χειρότερες θερμομονωτικές ιδιότητες από βαρύτερο επειδή έχει μεγαλύτερες και πυκνότερες κυψέλες.

Πρέπει να τονιστεί ότι η εκλογή ενός θερμομονωτικού υλικού σχετίζεται άμεσα και με παράγοντες που δεν περιλαμβάνονται στις φυσικές τους ιδιότητες, όπως το κόστος που απαιτείται για την αγορά του, η επάρκεια του στην αγορά, καθώς επίσης οι δυνατότητες μεταφοράς και σωστής τοποθέτησης του.

2.2.6.2 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Οικολογικά θεωρούνται εκείνα τα θερμομονωτικά υλικά, που καλύπτουν τα παρακάτω κριτήρια:

— Δεν απαιτούν μεγάλη ενέργεια για την παραγωγή τους
— Είναι ανακυκλώσιμα
— Δεν μολύνουν το περιβάλλον κατά τη διάρκεια παραγωγής τους
— Δεν περιέχουν τοξικούς\καρκινογόνους ρύπους, επικίνδυνους για την υγεία του ανθρώπου και δεν εκλύουν τέτοιους ρύπους κατά τη διάρκεια εφαρμογής τους και μέχρι την καταστροφή τους.

Ο πίνακας που ακολουθεί με όλα τα οικολογικά οικοδομικά υλικά βαθμολογεί την ποιότητα του καθενός σύμφωνα με τις ακόλουθες ιδιότητες.

Α = Πηγή προέλευσης
Β = Βιολογική διάρκεια ζωής
Γ = Οικολογική συμβατότητα
Δ = Κατανάλωση ενέργειας
Ε = Ραδιενέργεια
ΣΤ = Ηλεκτρικές ιδιότητες
Ζ = Θερμικές ιδιότητες
Η = Ακουστικές ιδιότητες
Θ = Αντίσταση στα μικροκύματα
Ι = Διαπνοή
ΙΑ = Υγρασία / Χρόνος στεγνώματος
ΙΒ = Αφομοίωση
ΙΓ = Τοξικές πτητικές ουσίες
ΙΔ = Οσμές
ΙΕ = Τεστ αντίστασης του δέρματος (ohms)
ΙΖ = Βιολογικό τεστ

Πίνακας 2.14: Ποιότητα οικοδομικών υλικών

ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ

ΥΛΙΚΟ	Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ	Ζ	Η	Θ	Ι	ΙΑ	ΙΒ	ΙΓ	ΙΔ	ΙΕ	ΙΖ	Μέσος όρος
ΞΥΛΟ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΦΕΛΛΟΣ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΑΡΓΙΛΟΣ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΚΕΡΙ ΜΕΛΙΣΣΑΣ	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
ΤΟΥΒΛΟ	2	3	3	2	2	3	2	3	3	2	1	3	2	3	3	-	2,5
ΑΣΒΕΣΤΟΚΟΝΙΑΜΑ	2	2	3	2	3	3	1	2	-	2	3	2	2	3	2	-	2,3
ΦΥΣΙΚΟ ΛΙΝΕΛΑΙΟ	1	2	3	2	3	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	-	2,3
ΤΣΙΜΕΝΤΟ ΤΥΠΟΥ PORTLAND	1	0	2	1	0	3	1	2	-	1	2	0	1	3	1	-	1,3
ΠΛΑΚΑ ΑΜΙΑΝΤΟΥ	1	0	0	1	1	-	2	2	0	1	2	3	-	3	1	0	1,2
ΣΥΝΘΕΤΙΚΟΣ ΓΥΨΟΣ	0	0	0	1	0	-	1	2	0	2	2	3	-	3	1	0	1,1
ΓΥΑΛΙ	0	1	1	0	3	0	0	0	-	0	0	3	0	3	3	-	1
ΑΣΦΑΛΤΟΠΑΝΟ	1	0	1	1	3	3	-	-	0	0	0	-	-	0	0	-	0,8
ΠΟΛΥΕΣΤΕΡΑΣ	0	0	0	0	3	0	3	3	0	1	0	3	0	0	0	0	0,8
PVC	0	0	0	0	3	0	1	2	0	0	0	3	0	0	0	0	0,6
ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΚΟΛΛΑ	0	0	0	0	3	0	-	-	0	0	0	0	0	3	0	0	0,4
BETANAME	0	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	3	0	0	0,4
ΣΥΝΘΕΤΙΚΟ ΒΕΡΝΙΚΙ	0	0	0	0	3	0	-	-	-	0	0	-	0	0	0	-	0,3

Βαθμολογία

0 = Να αποφεύγεται η χρήση του
1 = Δε συνίσταται
2 = Αμφίβολη χρήση
3 = Συνίσταται η χρήση του

Ένας άλλος διαχωρισμός των μονωτικών υλικών ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που υφίστανται φαίνεται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.15: Διαχωρισμός των θερμομονωτικών υλικών ανάλογα με την προέλευση και την επεξεργασία που υφίστανται.

Τύποι Θερμομονωτικών Υλικών	**Υλικά**
Ανόργανα φυσικά	Αμίαντος, κίσσηρης
Ανόργανα τεχνητά	Βερμικουλίτης, υαλοβάμβακας, σκωριόμαλλο, περλίτης, κυψελοειδές γυαλί, μονωτικά τούβλα, ορυκτοβάμβακας
Οργανικά φυσικά	Φυσικός φελλός, πλάκες τύρφης, καλάμια, πλάκες αχύρου, γιούτα
Οργανικά τεχνητά	Επεξεργασμένος φελλός, διογκωμένος φελλός, ξυλόμαλλο, καουτσούκ, συνθετικά πλαστικά, πολυουρεθάνη, πολυστερίνη, PVC, φαινολικά μονωτικά
Σκυροδέματα φυσικά	Κισσηρόδεμα, σκωριόδεμα, αμιαντοσκυρόδεμα
Σκυροδέματα τεχνητά	Αερομπετόν, κυψελομπετόν

(http://www.texnikos.gr/glossary/index_h/thermogefira.shtml)

2.2.6.3 ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ

- **Εξηλασμένη πολυστερίνη** (Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας υδρογονάνθρακες)
- **Πολυουρεθάνη** (Προέρχεται από μη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.)
- **Υαλοβάμβακας / πετροβάμβακας** (Μη ανανεώσιμα (εκτός της ύαλου) που προέρχονται όμως από υλικά σε αφθονία στη φύση (άμμος, βασάλτης κλπ).)

- **Περλίτης** (Μη ανανεώσιμη πηγή, με μεγάλη όμως διαθεσιμότητα στη φύση, μερική ανακύκλωσή του.)
- **Το Ερακλίτ (Heraklith)** (Αποδεκτό υλικό, ανανεώσιμο όσον αυτό το ξυλόμαλλο, λιγότερο για το μαγνησίτη.)
- **Ο διογκωμένος φελλός** (Ανανεώσιμη πηγή, ανακυκλώσιμο, κατά 100%.)

Σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες (Γαλλία, Ελβετία, Ιταλία) χρησιμοποιούνται τα εξής εξαίρετα οικολογικά θερμομονωτικά υλικά

- **Λιναρόμαλλο**
- **Ρολό από ίνες κοκκοφοίνικα**
- **Μονωτικό ρολό από υπολείμματα βαμβακιού (τύπου ISO COTTON)**
- **Τζίβα (σε φύλλα και λωρίδες) και τέλος**
- **Διογκωμένο (σε κόκκους) άργιλο**

Και τα πέντε παραπάνω υλικά, κοστίζουν ελάχιστα, είναι 100% ανακυκλώσιμα, και 100% φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο. Επίσης η Ελλάδα διαθέτει και λινάρι και βαμβάκι και άργιλο. Ωστόσο η ελληνική αγορά δεν είναι αρκετά ώριμη για να καταφύγει στην χρήση τους.

2.2.7 ΦΥΤΕΜΕΝΑ ΔΩΜΑΤΑ

Η ιδέα της κατασκευής κήπου στο δώμα (ταράτσα) ενός κτιρίου, ο οποίος λειτουργεί ως πνεύμονας πρασίνου στο αστικό περιβάλλον, ξεκίνησε από την Ευρώπη (Ελβετία 100.00 στρεμ. ταρατσών, 10% των γερμανικών ταρατσών) και γνωρίζει ήδη μεγάλη αποδοχή στη βόρεια Αμερική και την Ιαπωνία.

Η ύπαρξη ενός ταρατσόκηπου αλλάζει σε μια μικρή ακτίνα γύρω του, τις παραμέτρους του κλίματος. Επηρεάζει τη θερμοκρασία, την υγρασία, την ποιότητα του αέρα, σε αρκετές περιπτώσεις και τον άνεμο. Με αυτόν τον τρόπο συμβάλλει στη δημιουργία ενός μικροκλίματος, κάτι που δεν μπορεί να γίνει εύκολα με τεχνικά μέσα.

Όπως έχει αναφερθεί, μια μεγάλη ποσότητα ενέργειας που απαιτείται για την κάλυψη των αναγκών ενός κτιρίου καταναλώνεται για τη θέρμανση και την ψύξη των κτιρίων. Η πράσινη στέγη – μπαλκόνι – εκτός από τα υπόλοιπα οφέλη συντελεί και στην θερμομόνωση των κατασκευών. Σε έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί, διαπιστώθηκε ότι οι πράσινες στέγες έχουν τη δυνατότητα να βελτιώσουν τη θερμική απόδοση μιας σκεπής μέσω της σκίασης, της μόνωσης και της εξατμισοδιαπνοής.

Οι παρατηρήσεις έδειξαν ότι μια πράσινη στέγη θα μπορούσε να μειώσει τη θερμοκρασία και την καθημερινή διακύμανση θερμοκρασίας σημαντικά στους θερμότερους μήνες (άνοιξη και καλοκαίρι). Η πράσινη στέγη επίσης συγκράτησε τη ροή θερμότητας μέσω της σκεπής και μείωσε τη μέση καθημερινή καλοκαιρινή ενεργειακή ζήτηση, που οφειλόταν στη ροή θερμότητας μέσω στέγης, κατά περισσότερο από 75%. Κατά τη διάρκεια της 22μηνης περιόδου παρατήρησης, η περιβαλλοντική θερμοκρασία υπερέβει τους 30°C για το 10% των ημερών, η θερμοκρασία στέγης αναφοράς (απλή στέγη) ανέβηκε πάνω από 30°C συνολικά 11 μήνες 50%, έναντι μόνο 3% του χρόνου για την πράσινη στέγη.(Liu and Baskaran 2002)

Εικόνα 2.26: Φυτεμένο δώμα (www.greenroofs.gr)

- **Συγκράτηση νερού βροχής**

  Σημαντικό ρόλο μπορούν να παίξουν οι ταρατσόκηποι στην συγκράτηση της βροχής και την επιβράδυνση της εκροής των ομβρίων4 στους κύριους αποχετευτικούς αγωγούς. Διεξήχθη το εξής πείραμα:

  Σε δύο διαφορετικά υποστρώματα ταρατσόκηπου, εφαρμόστηκε ένταση βροχής 5,5 x 10-6 ms-1 και διάρκειας 3 ώρες και 83 sec στο υπόστρωμα 1 και 3 ώρες και 33 sec στο υπόστρωμα 2 και σημειώθηκε συγκράτηση των ομβρίων 52,1% και 55,11% αντίστοιχα στα δύο υποστρώματα. Για το υπόστρωμα 1 η εκροή των ομβρίων άρχισε 1,5 ώρα μετά την έναρξη της βροχής ενώ αντίστοιχα 1 ώρα και 28 min καθυστέρησε η εκροή του υποστρώματος 2.

  Το υπόστρωμα 1 αποτελούνταν από κομπόστα και ελαφρόπετρα σε αναλογία 7:3 ενώ το υπόστρωμα 2 από κομπόστα και κεραμοχάλικο σε αναλογία 7:3 (Μπαμπίλης και Λόντρα 2007)

[4] Όμβρια νερά θεωρούνται τα νερά της βροχής, τα νερά που προέρχονται από το λυώσιμο των χιονιών, τα νερά από τις στέγες, τους κήπους, το πλύσιμο των δρόμων και πλατειών και τα αγροτικά απόβλητα, που προέρχονται από τους αγρούς κατά τις βροχοπτώσεις.

Πλεονεκτήματα από τη δημιουργία φυτεμένου δώματος:

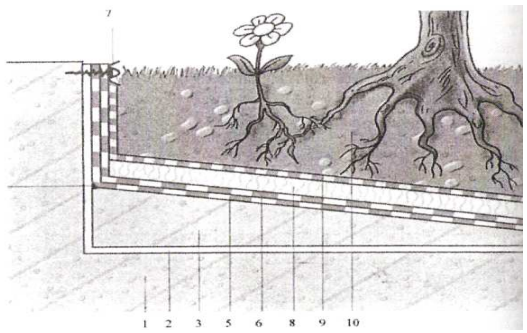
— Η συγκράτηση των νερών της βροχής και η καθυστερημένη απόδοσή τους συμβάλλουν σημαντικά στην προστασία από πλημμύρες.
— Η δημιουργία του μικροκλίματος και η ρύθμιση – μείωση της θερμοκρασίας συμβάλλει στην καταπολέμηση του φαινομένου της αστικής νησίδας (της διαφοράς, δηλ. της θερμοκρασίας που παρατηρείται συγκρίνοντας τα προάστια με το κέντρο μιας πόλης – π.χ. στο Πάρισι έχει παρατηρηθεί διαφορά θερμοκρασίας μέχρι και 13° C).
— Η εφαρμογή μόνωσης στην πράσινη στέγη συντελεί στην υγρομόνωση του κτιρίου.
— Η ηχομόνωση ενός κτιρίου μπορεί να βελτιωθεί έως 8 dB, προσφέροντας παράλληλα μείωση του θορύβου της πόλης καθώς ο ήχος απορροφάται από τη μαλακή επιφάνεια της πράσινης ταράτσας και δεν αντανακλάται.
— Μια πράσινη ταράτσα προστατεύει το κτίριο από παράγοντες που μπορούν να προκαλέσουν φθορές όπως το χαλάζι, οι απότομες εναλλαγές τις θερμοκρασίας, η βροχή, οι ηλιακές ακτίνες UV κ.α.

- **Στον σχεδιασμό μιας πράσινης στέγης θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι εξής παράγοντες:**

— Στατική Επάρκεια: Υπολογισμός των επιπλέον φορτίων στη στατική μελέτη των νέων κτιρίων και έλεγχος στατικής επάρκειας για τα υφιστάμενα κτίρια. Στα περισσότερα νεόδμητα κτίρια δεν απαιτούνται προσαρμογές, καθώς το βάρος του τεχνητού κήπου είναι $70\,kg/m^2$ για πάχος χώματος $30cm$. Στα υφιστάμενα κτίρια φυτεύονται παχύφυτα τύπου Sedum, όποτε το βάρος του τεχνητού κήπου είναι μόνο $15\,kg/m^2$.
— Στεγάνωση της τελικής δομικής επιφάνειας και αντιριζική προστασία αυτής.
— Πολυεπίπεδη διαστρωμάτωση για μείωση των ενεργειακών απωλειών με υλικά επίστρωσης φιλικά προς το περιβάλλον και χρώματα που να απορροφούν την ηλιακή ακτινοβολία.
— Τοποθέτηση ελαφρών εδαφικών μειγμάτων για τη μικρότερη επιβάρυνση του στατικού φορέα.
— Αποστράγγιση – εξασφάλιση απορροής πλεονάζουσας ποσότητας νερού και απορροής ομβρίων.
— Κατάλληλο σύστημα άρδευσης ώστε να καλύπτονται οι πραγματικές ανάγκες των φυτών και να εξοικονομείται νερό και ενέργεια.

— Η επιλογή των φυτών να γίνεται με βάση τις κλιματολογικές συνθήκες της κάθε κλιματικής ζώνης για τη δημιουργία μικροκλίματος και την άμεση προσαρμογή, εγκατάσταση και ανάπτυξη αυτών.

— Τα φυτά που προτείνονται, να ανήκουν στην Ελληνική και ευρύτερη Μεσογειακή χλωρίδα με στόχο τη βιοποικιλότητα, να μην έχουν μεγάλες ανάγκες άρδευσης, να μπορούν να προσαρμόζονται και να αναπτύσσονται εύκολα.



Εικονα 2.27 : Κατασκευή κήπου σε δώμα νεόδμητής κατασκευής. (Πέρδιος 2007)

1. Πλάκα δώματος.
2. Ελαστομερές στεγανωτικό τσιμεντοειδές κονίασμα.
3. Αφρομπετόν κλίσεων.
4. Πλαστικό τρίγωνο εξομάλυνσης.
5. Ασφαλτική μεμβράνη βάρους $5 kg/m^2$.
6. Ασφαλτική μεμβράνη βάρους $4,2 kg/m^2$.
7. Λάμα μηχανικής στερέωσης.
8. Μόνωση με φύλλα εξηλασμένης πολυστερίνης πάχους $5cm$.
9. Αποσταγγιστική μεμβράνη με επικάλυψη γεωυφάσματος.
10. Χώμα πάχους $30cm$.

Το κόστος κατασκευής μιας πράσινης στέγης μπορεί να έχει μεγάλες διακυμάνσεις που εξαρτώνται από τα υλικά που θα χρησιμοποιήσει κανείς. Μια μέση τιμή, είναι 30 € ανά τετραγωνικό μέτρο. (Liu and Baskaran 2002, www.greenroofs.gr)

2.2.8 ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Όπως και στα θερμομονωτικά υλικά, έτσι και στα δομικά στοιχεία ενός κτηρίου, οι προσπάθειες προσανατολίζονται σε δύο κατευθύνσεις.

1. Αρχικά επιδιώκεται η ανεύρεση υλικών που θα έχουν βελτιωμένες ιδιότητες οι οποίες θα αξιοποιούνται για την αύξηση της απόδοσης ενός κτηρίου, όσον αφορά τη συλλογή, αποθήκευση και μετάδοση της θερμότητας. Οι ιδιότητες των υλικών που σχετίζονται με αυτές τις λειτουργίες είναι η ειδική θερμοχωρητικότητα και η θερμοαγωγιμότητα, οι οποίες, όπως έχει αναφερθεί, είναι χαρακτηριστικές για κάθε υλικό.

2. Επιπροσθέτως όμως, παρουσιάζεται η ανάγκη ανεύρεσης δομικών υλικών που να είναι επίσης και οικολογικά. Ένα από τα κριτήρια στα οποία υπακούει ο βιοκλιματικόσχεδιασμός είναι η επιλογή και η χρήση τοπικών οικοδομικών υλικών, που να είναι φιλικά προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο, μετά από μελέτη των χαρακτηριστικών και ιδιοτήτων τους. (Τσίπηρας 2005)

2.2.8.1. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ ΔΟΜΙΚΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

Τοξικότητα είναι η ιδιότητα ορισμένων υλικών που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές και αποτελούνται ή περιέχουν ουσίες που ονομάζονται τοξικές. Οι ουσίες αυτές όταν απελευθερώνονται μπορεί να επηρεάσουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και την υγεία των χρηστών του κτηρίου. Χρώματα, συγκολλητικές ουσίες, πτητικές οργανικές ενώσεις, φορμαλδεΰδες, πετροχημικά προϊόντα που περιέχονται κυρίως στα πλαστικά, πετροχημικές βαφές κόλλες και ρητίνες, καθώς και άλλα υλικά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή οικοδομικών υλικών είναι υψηλά τοξικά και καρκινογόνα. Συνεπώς, στην επιλογή ενός δομικού προϊόντος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η τοξικότητα των συστατικών τους, έτσι ώστε να αποφευχθούν προϊόντα που παράγονται, κατασκευάζονται ή περιέχουν ουσίες επιβλαβείς για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Έρευνες που έχουν διεξαχθεί, αποκαλύπτουν πως το 37% των δομικών προϊόντων έχουν μέση τοξικότητα και είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία, ενώ 2% είναι από τοξικά έως πολύ τοξικά. (Τσίπηρας 2005)

Τα κυριότερα τοξικά υλικά είναι:

Πίνακας 2.16: Τοξικά Δομικά Υλικά.

Ουσία	Υλικό Χρήση
Αμίαντος Παλιά κτήρια	Παλιά κτήρια
Βενζόλιο	Βενζίνη
Πριονίδια ξύλου	Ξυλουργικές εργασίες
Νικέλιο	Ηλεκτροσυγκολλήσεις
Χρωμικός Ψευδάργυρος	Αντισκωριακές στρώσεις
Κάδμιο	Επιχρίσματα
Ενώσεις Χρωμίου	Βερνίκια ξύλου
Διοξίνες	Καμένα Κτήρια
Χρωμικός Μόλυβδος	Επιχρίσματα
Φορμαλδεΰδη	Συγκολλητικό
Συνθετικές ίνες	Μονώσεις

(Τσίπηρας 2005)

2.2.8.2 ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πιθανή εμφάνιση ραδιενέργειας μέσα σε ένα κτίριο μπορεί να προκαλέσει η ύπαρξη ραδονίου. Το ραδόνιο παράγει φυσική ραδιενέργεια ιδιαίτερα επιβλαβή για τον ανθρώπινο οργανισμό και διεισδύει στα κτήρια από υπόγειους χώρους ή εκπέμπεται στο εσωτερικό από δομικά υλικά, όπως π.χ. το τσιμέντο, που έχουν παραχθεί από πετρώματα περιέχοντα ουράνιο τα οποία έχουν χρησιμοποιηθεί στην τοιχοποιία ή στα δάπεδα. Άλλα στοιχεία που ενδέχεται να εκπέμπουν ραδιενέργεια είναι οι γρανίτες ή τα κεραμικά.

Σε όλες τις περιπτώσεις η ρύπανση από ραδιενέργεια ελαττώνεται με καλό αερισμό του χώρου.

2.2.8.3 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ ΥΛΙΚΩΝ

Τα «σωστά» υλικά που πρέπει να χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός κτηρίου, πρέπει να πληρούν τις εξής προϋποθέσεις:

Είναι ανακυκλώσιμα και μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν

1. Είναι φυσικά και όχι αποτέλεσμα της χημικής βιομηχανίας, βρίσκονται σε αφθονία ή είναι ανανεώσιμα
2. Η παρασκευή τους στοχεύει στην μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης, στην ελαχιστοποίηση των αποβλήτων και στην μείωση των αερίων που είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου
3. Είναι τοπικά διαθέσιμα υλικά, ώστε να αποφεύγεται η κατανάλωση ενέργειας για μεταφορά στον τόπο χρήσης τους
4. Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής
5. Δεν είναι τοξικά.
6. Έχουν καθόλου ή ελάχιστο ποσοστό χημικών εκπομπών (π.χ. οι πτητικές ουσίες)
7. Αντέχουν στην υγρασία, ώστε να μην εμφανίζεται το φαινόμενο της «μούχλας» στα κτήρια.
8. Η συντήρηση τους δεν εμπεριέχει χημικές διεργασίες.
9. Συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας στα κτήρια
10. Βελτιώνουν την ποιότητα του εσωτερικού αέρα και γενικότερα συμβάλλουν στη δημιουργία υγιούς περιβάλλοντος για τους ενοίκους.

(Φοίβος 2005, http://www.ntua.gr/vitruvius/ecomat.pd)

2.2.8.4 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

Πρόκειται για ένα περιορισμένο αριθμό προϊόντων, που χρησιμοποιούνταν παραδοσιακά στις κατασκευές και δεν περιέχουν συνθετικά υλικά, ενώ προέρχονται από φυσικούς πόρους που υπάρχουν σε αφθονία.

- **Ωμή άργιλος**:

  Είναι ένα άριστο οικοδομικό υλικό με πολύ καλές ιδιότητες όσον αφορά στη μηχανική αντοχή, στη θερμομόνωση και στην «αναπνοή» των εξωτερικών τοίχων. Χρησιμοποιούνταν παραδοσιακά στην περιοχή της Μεσογείου. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατάλληλα σχηματισμένη με τη μορφή ωμοπλίνθων ή χυτή σε καλούπια που μοιάζουν με αυτά του σκυροδέματος. Ένα σπίτι από ωμοπλίνθους μπορεί επίσης να χρησιμοποιήσει το ίδιο σκάμμα για την θεμελίωση της ανωδομής περιορίζοντας την επίπτωση των οικοδομικών εργασιών στο περιβάλλον.
- **Ασβέστης**

Επιτρέπει την ανταλλαγή αέρα μεταξύ εξωτερικού και εσωτερικού χώρου, επιτρέποντας έτσι την «αναπνοή» του κτηρίου και έχει το πλεονέκτημα να γίνεται εύκολα η ανακατασκευή του σε τμήματα που υφίσταται φθορές με το χρόνο. Απορροφά διοξείδιο του άνθρακα από τον αέρα, εξισορροπεί την υγρασία.

- **Ξύλο**

  Πρόκειται για ένα από τα κυριότερα υλικά της οικοδομικής. Είναι ανανεώσιμο, απαιτεί μικρή επεξεργασία και αποτελεί ένα ζωντανό υλικό για τη κατασκευή. Προκειμένου, όμως, να χαρακτηρίζεται ως οικολογικό πρέπει να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις που αφορούν στην προέλευση του, στη διαδικασία παραγωγής του και στον τύπο της επεξεργασίας που υφίσταται. Για το λόγο αυτό οικολογικές οργανώσεις παρέχουν πιστοποίηση (FSC -ForestStewardship Council-) που εγγυάται ότι τα προϊόντα ξύλου που χρησιμοποιούνται προέρχονται από δάση των οποίων η διαχείριση δεν αντιτίθεται στα κριτήρια για την ανάπτυξη τους.

- **Ξύλο εμποτισμένο με μαγνήσιο**:

  Πρόκειται για οικολογικό υλικό με καλή θερμική και ακουστική μόνωση, που μπορεί να «αναπνέει». Είναι, επίσης, ηλεκτρικά ουδέτερο και μη ραδιενεργό. Προκύπτει από τον εμποτισμό ινών του ξύλου με θειικό μαγνήσιο και οξείδιο του μαγνησίου σε υψηλή θερμοκρασία.

- **Κόλλα από καουτσούκ**

  Οι συνήθεις κόλλες από συνθετικές ρητίνες μπορούν να γίνουν αιτία πρόκλησης επιβλαβών για την ανθρώπινη υγεία αναθυμιάσεων. Η κόλλα από καουτσούκ είναι φυσικό, μη τοξικό προϊόν, με σταθερές συγκολλητικές ιδιότητες στο χρόνο.

- **Κερί από μέλισσες**

  Οικολογικό προϊόν που μπορεί να αξιοποιηθεί για το φινίρισμα και την προστασία του ξύλινων δαπέδων και γενικότερα των ξύλινων κατασκευών.

- **Πλέγμα γιούτας**

  Πρόκειται για φυτικές κλωστικές ίνες που εξάγονται από το βλαστό μερικών φυτών των τροπικών χωρών. Χρησιμοποιείται στην κατασκευή εσωτερικών μονωτικών επιχρισμάτων, έτσι ώστε να απορροφούνται οι τάσεις, λόγω της συστολής του νερού του κονιάματος.

- **Φελλός**

  Έχει άριστες μονωτικές και ηχοαπορροφητικές ιδιότητες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί συμπιεσμένος σε φύλλα, ή τριμμένος σε κόκκους. Είναι φυσικό υλικό και μη τοξικό.

- **Ωστενιτικός Χάλυβας**

  Λόγω της χαρακτηριστικής του σύνθεσης, είναι αμαγνητικός και ανοξείδωτος. Μοναδικό μειονέκτημα του το υψηλό του κόστους.

(http://www.hirc.gr/services/newsletter/inn6/ecomat.htm)

2.3 ΣΥΝΟΨΗ 2^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκε καταγραφή των παθητικών συστημάτων εξοικονόμησης ενέργειας, τεχνικών δόμησης με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και δομικών οικολογικών υλικών που χρησιμοποιούνται στη Ελλάδα. Διαπιστώθηκε πως το πλήθος και των συστημάτων και των τεχνικών δόμησης και των οικολογικών δομικών, είναι μεγάλο και η χρήση – κατασκευή τους σε κατοικία συντελεί ουσιαστικά στην εξοικονόμηση ενέργειας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΗΛΕΚΤΡΟΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΑΕΙΦΟΡΟ ΔΟΜΗΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Εκτός από τα παθητικά συστήματα που αποτελούν τα κύρια στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού, σε πολύ μεγάλο βαθμό στην μείωση της καταναλισκόμενης ενέργειας, συμβάλλουν και τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα της κατοικίας.

Τα ηλεκτρομηχανολογικά συστήματα στην αειφόρο δόμηση, αποτελούν αρκετές φόρες βελτιωμένες εκδοχές των τυπικών συστημάτων που χρησιμοποιούνταν μέχρι πρότινος. Στην ύπαρξη της νέας ανάγκης, για όσο το δυνατόν καλύτερη διαχείριση της ενέργειας της κατοικίας, και κατ' επέκταση μείωση του κόστους λειτουργίας, τα συστήματα αποσκοπούν, στη μείωση των φορτίων που απαιτούνται για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό και κατανάλωση νερού για οικιακή χρήση. Καταβάλλεται επίσης προσπάθεια από τους μελετητές να εγκαθίστανται, εκείνα τα συστήματα που είναι πιο αποτελεσματικά, μικρά και εύχρηστα (η χωρητικότητα αποτελεί ακόμη έναν παράγοντα σχεδιασμού που προβληματίζει τους μηχανικούς κατά το σχεδιασμό). Στις περιοχές όπου οι κλιματολογικές συνθήκες το επιτρέπουν συνιστάται η εγκατάσταση συστημάτων που εκμεταλλεύονται τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

3.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η θέρμανση των εσωτερικών χώρων, αποσκοπεί στη προσθήκη θερμικών φορτίων, με σκοπό να συμπληρωθούν οι θερμικές απώλειες κάθε κατοικίας. Έτσι, επιτυγχάνεται μια σταθερή θερμοκρασία σε επίπεδα άνεσης και θαλπωρής για τον άνθρωπο.

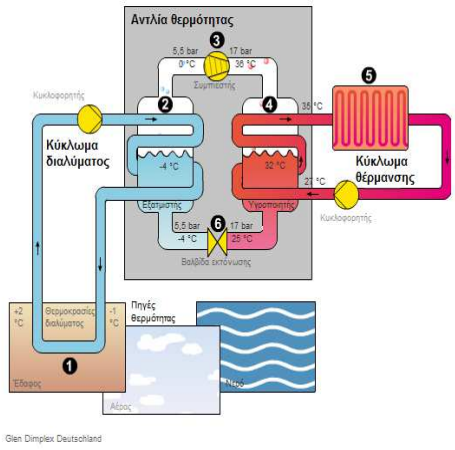
Οι κύριες μορφές θέρμανσης είναι δύο: η τοπική θέρμανση και η κεντρική θέρμανση. Η τοπική θέρμανση παράγει και αποδίδει τη θέρμανση σ' ένα σημείο μέσα στο χώρο (τζάκια, θερμάστρες), ενώ η κεντρική θέρμανση παράγει τη θερμότητα σε διαφορετικό σημείο, τη μεταφέρει και την αποδίδει στους χώρους, μέσα από θερμαντικά σώματα. Τα μέσα που μεταφέρουν τη θερμότητα είναι ρευστά, με ιδιαίτερα θερμοδυναμικά χαρακτηριστικά, ικανά γι' αυτή τη χρήση. Αυτά είναι το νερό, ο αέρας και ο ατμός.

- **Αντλία θερμότητας**

Η αρχή λειτουργίας της αντλίας θερμότητας είναι ο ψυκτικός κύκλος μέσω της συμπίεσης του ψυκτικού υγρού από τον συμπιεστή με τελικό σκοπό την μεταφορά της θερμότητας από το εξωτερικό περιβάλλον στον εσωτερικό χώρο και αντίστροφα. Όπως ακριβώς το ένα απλό κλιματιστικό τοίχου μεταφέρει την θερμότητα, η διάφορα είναι ότι στην αντλία θερμότητας η θερμότητα δεν αποδίδεται στον αέρα του δωματίου μέσω ενός ανεμιστήρα, αλλά αποδίδεται μέσω ενός χάλκινου εναλλάκτη στο νερό του συστήματος θέρμανσης. Γι αυτό το λόγο τα κοινότυπα κλιματιστικά λέγονται αέρος-αέρος, ενώ οι αντλίες θερμότητας αυτού του τύπου αέρος-νερού. Η ουσιαστική διάφορα είναι ότι οι αντλίες θερμότητας αέρος-νερού δεν παράγουν θερμότητα αλλά τη μεταφέρουν, σε αντίθεση με τους πάσης φύσεως λέβητες πετρελαίου ή αερίου. Εξίσου σημαντικό είναι ότι ένας λέβητας είναι αποτελεσματικός όταν η ενεργειακή απόδοσή του πλησιάσει κοντά στην μονάδα (0,93 ή 0,94). Αντίστοιχα οι αντλίες θερμότητας καταφέρνουν να έχουν μια ενεργειακή απόδοση της τάξης 3 με 3,3. Ο συντελεστής απόδοσης μίας αντλίας (*COP)* ορίζεται $COP = \frac{Q_H}{W}$ Q_H, η θερμότητα που παρέχεται στη ζεστή δεξαμενή

W, το έργο που καταναλώνει η αντλία (3.1)

Κάποιες αντλίες που λειτουργούν με συμπιεστές τεχνολογίας inverter, φτάνουν να έχουν απόδοση έως και 4,5. Αυτό μεταφράζεται ως εξής: για κάθε 1 kW ηλεκτρικής ισχύος που καταναλώνουν, οι μονάδες αποδίδουν 3kW~4,5kW θέρμανσης ή ψύξης. Στις αντλίες τεχνολογίας inverter, έχουμε την προσθήκη ενός εξαρτήματος το οποίο ρυθμίζει την συχνότητα της αντλίας.



Εικόνα 3.1: Αντλίας θερμότητας. (http://sieline.gr/pages/gr/products/heat_pumps.php)

Αυτό που δυσκολεύει την αποδοτικότερη λειτουργία των αντλίων θερμότητας είναι η εξασφάλιση μιας πηγής θερμότητας, που να παρέχει θερμική ενέργεια με σταθερή ισχύ και σταθερή θερμοκρασία καθ' όλη τη διάρκεια της λειτουργίας της.
Για την εξασφάλιση της πηγής αυτής, για ένα κτίριο, υπάρχουν τέσσερις επιλογές:

α) Οι αέριες μάζες που περιβάλλουν το κτίριο
β) Οι τυχόν υπάρχουσες επιφανειακές υδάτινες μάζες
γ) Οι τυχόν υπάρχουσες υπόγειες υδάτινες μάζες
δ) Οι υπεδαφικές μάζες

Ανάλογα με τον τρόπο που εξασφαλίζεται η απαιτούμενη θερμότητα οι αντλίες θερμότητας διαχωρίζονται σε :

- αέρα – νερού
- νερού - νερού και
- άμεσης εκτόνωσης, αέρα – αέρα

Οι αντλίες θερμότητας αέρα – νερού είναι η πιο εύκολη από κατασκευαστικής άποψης λύση. Ωστόσο η μεγάλη αστάθεια της θερμοκρασίας των αέριων μαζών, έχει ως συνέπεια χαμηλό ετήσιο συντελεστή απόδοσης της αντλίας θερμότητας σε σύγκριση με τις γεωθερμικές αντλίες νερού (νερού-νερού). Επίσης, στις εγκαταστάσεις αντλιών θερμότητας άμεσης εκτόνωσης (αέρα - αέρα), ο αέρας με τη σύστασή του (υγρασία, σκόνη, οξυγόνο, όξινα συστατικά) προκαλεί αυξημένα έξοδα συντήρησης της εγκατάστασης, ενώ τα εξαρτήματα τροφοδοσίας αέρα, επιβαρύνουν το κτίριο από πλευράς χώρου και αισθητικής. Εξάλλου, η δημιουργία πάγου στους ατμοποιητές το χειμώνα και η αδυναμία του περιβάλλοντος να απορροφά και να αποθηκεύει την απορριπτόμενη ψυκτική ή θερμική ενέργεια της εγκατάστασης δημιουργούν, επίσης, προβλήματα λειτουργίας και μειώνουν την απόδοση της αντλίας θερμότητας κατά τη διάρκεια ακραίων μετεωρολογικών φαινομένων.

Στις περιπτώσεις β, γ και δ χρησιμοποιείται νερό για τη μεταφορά της θερμότητας από την πηγή στην αντλία θερμότητας (νερού - νερού). Η συσκευή αυτή είναι σχεδιασμένη να δέχεται νερό αντί αέρα, έχει απλούστερη κατασκευή και εξάλλου, έναντι του αέρα, το νερό έχει σαφή πλεονεκτήματα ως φορέας θερμότητας, κυρίως λόγω της μεγαλύτερης θερμοχωρητικότητάς του και της σταθερής πυκνότητας του.

Το μειονέκτημα των υδάτινων μαζών είναι ότι σπάνια βρίσκονται διαθέσιμες στην άμεση γειτονία του κτιρίου σε ποσότητες επαρκείς για να παρέχουν την απαιτούμενη θερμική

ενέργεια. Συγκεκριμένα το επιφανειακό νερό στην Ελλάδα βρίσκεται με επαρκείς παροχές κοντά σε κτίρια εξαιρετικά σπάνια, και μόνο όταν αυτά είναι κτισμένα πολύ κοντά στην ακτογραμμή ή στις όχθες μιας λίμνης, μπορούν να προμηθεύονται θερμική και ψυκτική ενέργεια από το θαλασσινό ή λιμναίο νερό. Όμως, τα επιφανειακά νερά υπόκεινται, κατά τη διάρκεια του έτους, σε διακυμάνσεις της θερμοκρασίας τους, ενώ επιπλέον το θαλασσινό νερό, λόγω της αλμυρότητάς του, απαιτεί δαπανηρούς εναλλάκτες θερμότητας, ανθεκτικούς στη διαβρωτική επίδραση των αλάτων.

Το υπόγειο νερό αποτελεί τη βέλτιστη λύση για την κάλυψη των θερμικών και ψυκτικών αναγκών ενός κτιρίου με αντλία θερμότητας, αρκεί να είναι διαθέσιμο με μια ελάχιστα σταθερή παροχή. Και αυτό, διότι καθ' όλη τη διάρκεια του έτους έχει θερμοκρασία σταθερή ή σχεδόν σταθερή. Το θερμικό περιεχόμενό του προέρχεται σε μερικό βαθμό από τον ήλιο και σε μερικό βαθμό από την θερμοκρασία του εδάφους.

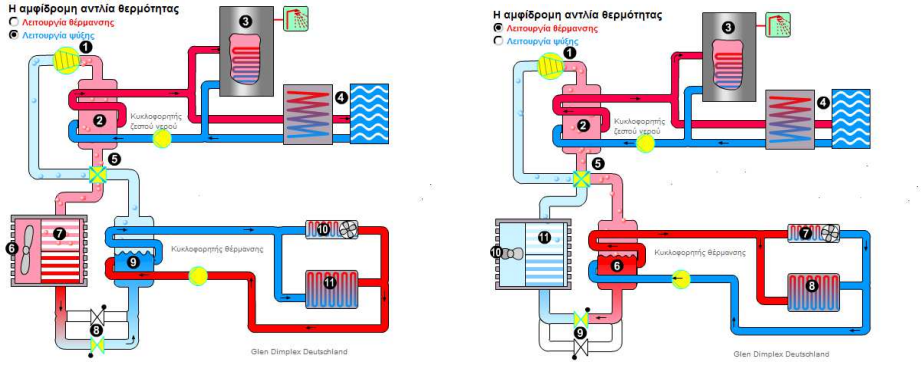
Όταν υπόγειο νερό από πηγάδι ή γεώτρηση, με μια μικρή, έστω, παροχή μόνο $5\mathrm{m}^3/\mathrm{h} = 1{,}38\mathrm{kg}/\mathrm{sec}$ και θερμοκρασία 18ºC, οδηγηθεί στον ατμοποιητή της Αντλίας Θερμότητας και υποστεί ψύξη κατά 5ºC (18 - 13ºC), θα αποδώσει θερμική ισχύ :

$$\overset{o}{Q} = {}^{o}m \times C_p \times \Delta\mathrm{T} = 1{,}3kg/\mathrm{sec} \times 4{,}18kgK \times 5K = 29kW \qquad (3.1)$$

Με την ισχύ αυτή είναι δυνατό να θερμανθεί κτίριο με θερμαινόμενους χώρους εμβαδού μεταξύ 250 – 500 m^2 περίπου.

Έτσι, εάν χρησιμοποιηθούν συστήματα θέρμανσης χαμηλών θερμοκρασιών, π.χ. 40 – 50ºC και διατίθεται για την αντλία θερμότητας θερμική πηγή θερμοκρασίας 17 – 20ºC, όπως συμβαίνει με τις υπεδαφικές θερμοκρασίες (σε βάθος 0 – 150 m) στην Ελλάδα, μπορεί να επιτευχθεί συντελεστής απόδοσης αντλίας θερμότητας πάνω από 500% που είναι αισθητά υψηλότερος, απ' ό,τι λ.χ. στην Ελβετία ή την Αυστρία, όπου οι υπεδαφικές θερμοκρασίες είναι 8 – 12ºC.

Τέλος στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει διαθέσιμο υπόγειο νερό, τότε το ρευστό που κυκλοφορεί στο κλειστό κύκλωμα ενός γεωθερμικού εναλλάκτη είναι αυτό που θα συνδεθεί με την Αντλία Θερμότητας και θα λειτουργεί ως μεταφορέας θερμότητας από το υπέδαφος στον ατμοποιητή. (http://energyhomes.gr/material/pages/nrginfo/antlies.html)



Εικόνα 3.2: Αμφίδρομη αντλία θερμότητας.
(http://www.azurenrg.co.uk/modules/standard/viewpage.asp?id=481)

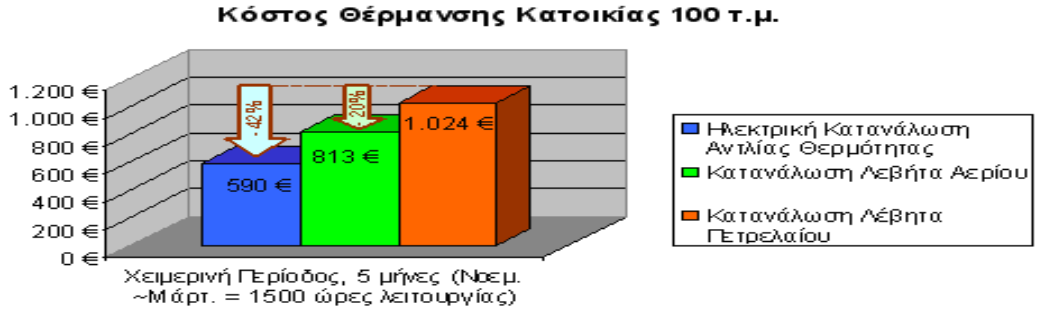
— **Οικονομική ανάλυση**

Με βάση την σημερινή τιμολογιακή πολιτική των ενεργειακών αγαθών, (ΔΕΗ, ΕΠΑ, Πετρέλαιο) συγκρίνεται το κόστος λειτουργίας μιας κατοικίας 100 m^2 σε τρία διαφορετικά συστήματα θέρμανσης, στα βόρεια προάστια της Αθήνας. Η περίοδος λειτουργίας της κατοικίας για τους 5 χειμερινούς μήνες είναι από Νοέμβριο έως Μάρτιο, με 18ώρη ημερήσια λειτουργία και χαμηλές εξωτερικές θερμοκρασίες περιβάλλοντος από 7^oC ως -5^oC .

Εξετάστηκαν 3 διαφορετικά συστήματα θέρμανσης :

- Αντλία Θερμότητας Αέρα – Αέρα τεχνολογίας Inverter.
- Κεντρική Θέρμανση με χρήση λέβητα φυσικού αερίου.
- Κεντρική Θέρμανση με χρήση λέβητα πετρελαίου.

Τα αποτελέσματα του κόστους λειτουργίας κάθε συστήματος απεικονίζονται στο διάγραμμα:



Διάγραμμα 3.1: Κόστος θέρμασνης κατοικίας για τα τρία διαφορετικά συστήματα κατά τη χειμερινή περίοδο (http://www.carrier.gr/carriergreek/news/news1105b.htm)

Τα αποτελέσματα δείχνουν την σημαντικά χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας των αντλιών θερμότητας σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα κεντρικής θέρμανσης.

Αν λάβει κανείς υπόψη του ότι το μέσο κόστος εγκατάστασης ενός κεντρικού συστήματος κλιματισμού κυμαίνεται από 4.000€~8.000€, έναντι 3.000~4.000€ ενός κεντρικού συστήματος θέρμανσης, μπορεί το επιπλέον κόστος επένδυσης να αποσβεστεί σε 2~6 έτη από την οικονομία λειτουργίας της αντλίας θερμότητας. (http://www.carrier.gr/carriergreek/news/news1105b.htm)

- **Σύστημα ενδοδαπέδιας θέρμανσης με αντλία θερμότητας**

Το σύστημα θέρμανσης και ψύξης, αποτελείται από μια αντλία θερμότητας αέρα – νερού για ψύξη και θέρμανση και από το ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού. Το νερό κυκλοφορεί μέσω ενός μονοσωλήνιου κυκλώματος.

Στις περιπτώσεις όπου χρειάζεται ένα σύστημα να ανταποκρίνεται γρηγορότερα στις απαιτήσεις για ζεστό η κρύο νερό από την ενδοδαπέδια με τα fan coil, το ζεστό η το κρύο νερό μπορεί να παραχθεί από την αντλία θερμότητας, μέσω της ενδοδαπέδιας θέρμανσης.

Κατά διάρκεια του καλοκαιριού οι μονάδες fan coil παρέχουν την ψύξη με τα ίδια χαρακτηριστικά αυτονομίας και στάθμης θορύβου ενός οικιακού κλιματιστικού χωρίς να έχουμε εξωτερική μονάδα . Επίσης οι περισσότεροι τύποι μονάδων fan coil συνεργάζονται με εξαερισμό για την παροχή προκλιματισμένου νωπού αέρα επιτυγχάνοντας άριστες συνθήκες που όμοιες δεν μπορεί να εξασφαλίσει συμβατικό καλοριφέρ με κλιματιστικά τύπου split.

— **Οικονομική ανάλυση**

Για μία κατοικία 100 m^2 το κόστος κατασκευής ενός τέτοιου συστήματος με αυτονομία ανά δωμάτιο, και με πίνακα αυτοματισμών κοστίζει 15.000 -16.000 €.Συγκριτικά ένα συμβατικό σύστημα καλοριφέρ θα έφτανε τις 6.500-7.000 € με αντίστοιχης ποιότητος προϊόντα και για κλιματιστικά τύπου split να δαπανηθούν αλλά 2.000-3.000 €. Συμπερασματικά σαν κόστος αγοράς το σύστημα θα είναι κατά 6.000 € ακριβότερο από τις συμβατικές λύσεις.

Στην παραπάνω οικονομική προσέγγιση θα μπορούσε κάποιος να συνυπολογίσει την εξοικονόμηση του χώρου του λεβητοστάσιου κατ' ελάχιστον 4m^2 και του χώρου της δεξαμενής καυσίμου επίσης κατ' ελάχιστο 4m^2. Το κόστος κατασκευής ενός υπόγειου χώρου τέτοιων διαστάσεων εκτιμάται της τάξης των 400 €/m^2. Το πρόσθετο κόστος αποσβένεται. Επιπλέον η χρήση του χώρου αυτού για κάποιο άλλο σκοπό αποτελεί πλεονέκτημα.

Σχετικά με το κόστος λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος, επειδή η ενδοδαπέδια θέρμανση, δεν καταναλώνει ενέργεια για να ζεστάνει τα υψηλά στρώματα αέρα και διότι λειτουργεί με μικρότερες θερμοκρασίες νερού και συνεπώς μικρότερες απώλειες χρειάζεται μόνο 80 Watt/m^2 αντί των 150 -180 που χρειάζεται ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης. Συνεπώς τις κατά το ήμισυ μειωμένες ενεργειακές ανάγκες τις καλύπτει μια αντλία που λειτουργεί με συντελεστή απόδοσης κατά μέσω όρο 3. Συνεπάγεται αυτομάτως ότι ξοδεύονται για ενέργεια το 1/6 χρημάτων από ότι σε μια συμβατική λύση. Επιπλέον τα μέγιστα φορτία στην θέρμανση απαιτούνται κατά την διάρκεια της νύχτας και οι περισσότερες ώρες μπορούν να συμπέσουν με το ωράριο του νυχτερινού ρεύματος το οποίο είναι φθηνότερο από το χαμηλότερο ημερήσιο.

Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω με σωστή μελέτη και χρήση ποιοτικών προϊόντων μπορεί να επιτευχθεί μείωση των δαπανών για θέρμανση της τάξης του 15-20% .

- **Λέβητες στερεών καυσίμων - βιομάζας (pellets)**

Και στον τομέα των λεβήτων οι ενεργειακές ανάγκες αλλά και η ανάγκη μείωσης του κόστους για θέρμανση σε μία κατοικία, οδήγησαν στη δημιουργία των λεβήτων στερεών καυσίμων - βιομάζας. Σους λέβητες βιομάζας τα ηλεκτρονικά τμήματα που τους απαρτίζουν είναι ειδικά κατασκευασμένα ώστε η λειτουργία και η συντήρηση του λέβητα να γίνονται με τον πιο εύκολο τρόπο. Με την προσθήκη του πυρηνοκαυστήρα

Εικόνα 3.3: Λέβητας βιομάζας (Hellinic pellets)

λειτουργούν για καύση στερεών καυσίμων, όπως ξύλα, κάρβουνα, μπρικέτες, ξηρών καρπών, κουκούτσια από ροδάκινα, βερύκοκα, καλαμπόκι, pellets[5] κ.τ.λ.

Η λειτουργία τους βασίζεται στην πιο απλή μέθοδο καύσης, φυσικού ελκυσμού, με ελεύθερη έξοδο καυσαερίων προς την καπνοδόχο. Η καύση γίνεται σε θάλαμο που είναι κατάλληλα διαμορφωμένος για να δέχεται ξύλα μεγάλων διαστάσεων, ρίζες, κούτσουρα, και σε ικανές ποσότητες για πολύωρη λειτουργία. Η τροφοδοσία γίνεται αυτόματα με ειδικής σχεδίασης πυρηνοκαυστήρα. Το σιλό έχει χωρητικότηταγια λειτουργία τουλάχιστον 8 ώρες. Κατά την διάρκεια της καύσης η φλόγα αναπτύσσεται προς όλα τα σημεία και αποδίδει θερμογόνο δύναμη προς όλα τα τοιχώματα του λέβητα που ψύχονται με νερό. Κατόπιν τα καυσαέρια οδηγούνται προς την έξοδο μέσω των αυλών όπου και φεύγουν προς τον καπνοσυλλέκτη. Τα κατάλοιπα της καύσης απομακρύνονται από ειδική θυρίδα στο εμπρόσθιο μέρος του λέβητα. Ισχυρή θερμομόνωση περιορίζει τις απώλειες θερμότητας στο ελάχιστο. Η ρύθμιση της καύσης επιτυγχάνεται με τον φυσητήρα, ρυθμίζοντας το τάμπερ αναρρόφησης καθώς και από τις δυο θυρίδες αναρρόφησης αέρα, μπροστά και πίσω από το λέβητα. Όταν το νερό σταδιακά θερμαίνεται μέσα στον λέβητα ο υδροστάτης σταματάει την λειτουργία του φυσητήρα. Έτσι επιτυγχάνεται ο έλεγχος της φλόγας με την μείωση του αέρα καύσης.

Υπάρχουν μοντέλα λεβήτων στερεών καυσίμων – βιομάζας, τα όποια είναι σχεδιασμένα με αυτοματοποιημένο σύστημα εναλλαγής καυσίμου. Η έναυση ξεκινά με το καύσιμο της βιομάζας. Έπειτα τίθεται σε λειτουργία το σύστημα διαχείρισης καυσίμου το οποίο ρυθμίζει το ποσοστό καύσης βιομάζας - καλαμποκιού, συνήθως 30% βιομάζα και 70% καλαμπόκι είναι ο αποδοτικότερος συνδυασμός. Η δυνατότητα εναλλαγής καυσίμου (π.χ. βιομάζα - καλαμπόκι) εξασφαλίζει στον χρήστη την δυνατότητα επιλογής του φθηνότερου από τα δύο.

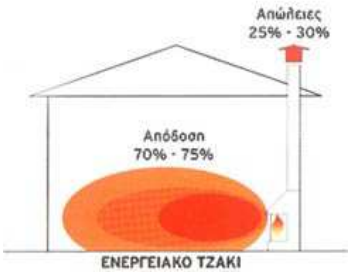
- **Ενεργειακό τζάκι**

Οι ενεργειακές εστίες χαρακτηρίζονται από την ελεγχόμενη καύση του ξύλου ή αερίου και συνέπεια αυτής τον μέγιστο βαθμό απόδοσης, που επιτυγχάνεται με πόρτα που κλείνει αεροστεγώς και την ρύθμιση της εισαγωγής αέρα στον χώρο καύσης.

[5] Μια μορφή βιομάζας: pellets (συσσωματώματα) τα οποία προκύπτουν από τη μηχανική συμπίεση πριονιδιού, χωρίς την προσθήκη χημικών ή συγκολλητικών ουσιών.

Η ελεγχόμενη καύση έχει σαν αποτέλεσμα την οικονομία καυσίμου (ξύλου ή αερίου) και την αυξημένη απόδοση (Μετατροπή της ενέργειας του ξύλου ή του αερίου σε θερμότητα σε ποσοστό απόδοσης περίπου 80%). Επομένως η επιλογή ενεργειακής εστίας εξασφαλίζει:

— Αυξημένη απόδοση
— Οικονομία Καυσίμου
— Δυνατότητα διανομής θερμού αέρα μέσω αεραγωγών
— Οικολογική δευτερογενή καύση



Εικόνα 3.4: Καύση στο ενεργειακό τζάκι. (http://eshop.biet.gr/login.php?osCsid=s7)

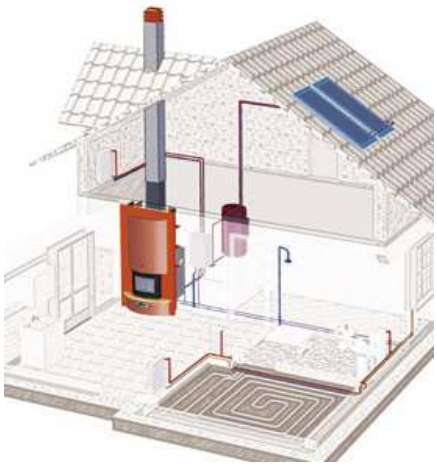
Η δευτερογενής καύση συντελεί ώστε τα καπναέρια της πρωτογενούς καύσης να καίγονται με δευτερεύουσα φλόγα κατά την εισαγωγής τους στον καπνοσυλλέκτη, δημιουργώντας ένα εντυπωσιακό θέαμα διπλής φλόγας, μεγαλύτερης απόδοση και κατ' επέκταση λιγότερων εκπομπών ρύπων στο περιβάλλον (οικολογική καύση).

Αντιθέτως οι εστίες ανοικτού τύπου (π.χ. από μαντέμι ή πυρότουβλο) απορροφούν μέσω του καπνοσυλλέκτη μόνο τα καπναέρια που παράγονται στον χώρο καύσης αλλά ταυτόχρονα και μεγάλη ποσότητα θερμότητας άλλων εστιών θέρμανσης του χώρου (π.χ. καλοριφέρ).

Ένα ανοιχτού τύπου τζάκι από πυρότουβλο, με την εισαγωγή μιας ειδικής εστίας, μπορεί να μετατραπεί σε κλειστού ενεργειακού τύπου εστία

Υπάρχει η δυνατότητα μετατροπής μιας εγκαταστημένης εστίας ανοιχτού τύπου από πυρότουβλο σε κλειστού ενεργειακού τύπου ενσωματώνοντας σε αυτή μια ειδική εστία.

Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα των ενεργειακών τζακιών, είναι η δυνατότητα τους να συνδεθούν με τα θερμαντικά σώματα του προς θέρμανση χώρου. Η ενέργεια που παράγεται από την καύση της καύσιμης ύλης διοχετεύεται στο νερό. Το νερό αυτό μεταφέρεται με τη βοήθεια ενός κυκλοφορητή σε σώματα καλοριφέρ. Ο τρόπος λειτουργίας του συστήματος αυτού επιτρέπει την ομοιόμορφη διανομή της θερμότητας στους διάφορους χώρους της κατοικίας.



Εικόνα 3.5: Εικονική σύνδεση ενεργειακού τζακιού με το υπόλοιπο σύστημα θέρμανση της κατοικίας

Στο πίσω μέρος της εστίας υπάρχει ο χώρος μέσα στον οποίο θερμαίνεται το νερό. Η ποσότητα του νερού που μπορεί να θερμαίνεται μέσα σε αυτό τον χώρο εξαρτάται από το μέγεθος της θερμαντικής απόδοσης της εστίας. Σε κάποιο σημείο όσο το δυνατόν πιο κοντά στην εστία τοποθετείται το σύνολο του εξοπλισμού σύνδεσης της εστίας με τα σώματα καλοριφέρ. Σε αυτό περιέχεται και ο κυκλοφορητής του νερού ο οποίος διοχετεύει το ζεστό νερό της εστίας στις σωληνώσεις των καλοριφέρ. Το σύστημα αυτό μπορεί να λειτουργήσει με τρεις διαφορετικούς τρόπους:

1) Ως μοναδική πηγή θέρμανσης του σπιτιού και παροχή ζεστού νερού WC.
2) Σε συνδυασμό με λέβητα πετρελαίου και παροχή ζεστού νερού WC.
3) Σε συνδυασμό με λέβητα πετρελαίου χωρίς παροχή ζεστού νερού WC.

Το τζάκι καλοριφέρ δεν διαφέρει από το αερόθερμο ενεργειακό τζάκι, όσον αφορά το οπτικό αποτέλεσμα μέσα στον χώρο. Τοποθετείται και διακοσμείται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως ένα ενεργειακό τζάκι, ενώ απαιτεί κι εκείνο τοποθέτηση καμινάδας συγκεκριμένου μήκους και διατομής.

Τα τζάκια καλοριφέρ μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μοναδικές πηγές θέρμανσης ενός χώρου μέχρι και $230m^2$.
(http://eshop.biet.gr/extra_info_pages.php?pages_id=18&osCsid=s7ql22bvf271n3bq8ncetnq7v7)

3.2 ΦΩΤΙΣΜΟΣ

- **Ηλεκτροχρωμικά παράθυρα**

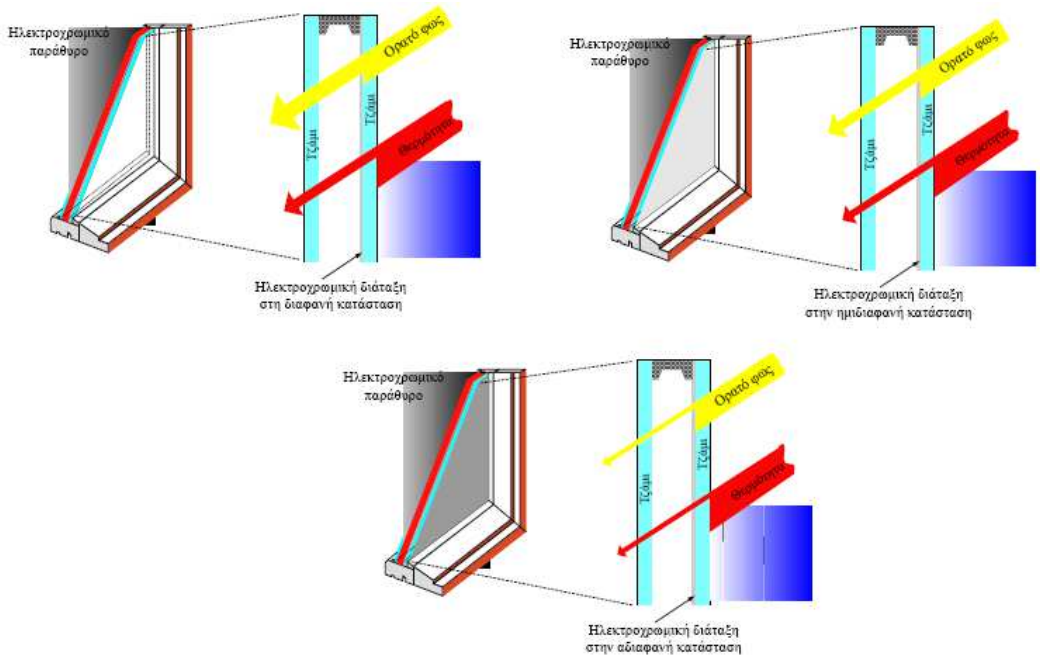
  Τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα μεταβάλλουν την διαπερατότητα τους (από διαφανή μετατρέπονται σε αδιαφανή) με εφαρμογές συνεχούς τάσης μερικών βολτ προσφέροντας στο χρήστη τη δυνατότητα ελέγχου της εισερχόμενης ηλιακής ακτινοβολίας στο εσωτερικό του κτιρίου. Μπορούν να συμβάλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας και να δημιουργήσουν επιθυμητές κλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό των χώρων που χρησιμοποιούνται.

  Χαρακτηριστικό παράδειγμα όπου χρησιμοποιήθηκαν αυτά τα «έξυπνα» τζάμια αποτελεί η καινούργια βιβλιοθήκη του αμερικανικού κολεγίου Century στη Μινεσότα. Υπό κανονικές το κτίριο θα ήταν ιδιαίτερα ενεργοβόρο. Με τη χρήση όμως ηλεκτροχρωμικών παράθυρων, υπολογίστηκε ότι το κτίριο εξοικονομεί 20% του ρεύματος που θα χρειαζόταν για την ψύξη ή τη θέρμανσή του αν διέθετε συμβατικά παράθυρα, καθώς και 60% λιγότερο ρεύμα για τον τεχνητό φωτισμό της. (Δεληγιάννης Κώστας 2010)

Εικόνα 3.6: Αίθουσα από τη βιβλιοθήκη του αμερικανικού κολεγίου Century στη Μινεσότα. (Δεληγιάννης 2010)

— **Αρχή λειτουργίας**

Η δυνατότητα αυτών των τζαμιών να αλλάζουν οπτικές ιδιότητες, βασίζεται σε ορισμένες χημικές ενώσεις (οξείδια) οι οποίες παίρνουν ένα σκούρο μπλε χρώμα όταν σε αυτές προστεθούν ιόντα λιθίου. Έτσι, κάθε υαλοπίνακας περιέχει ένα διαφανές στρώμα από τέτοια οξείδια και μια «αποθήκη ιόντων λιθίου», ώστε, όταν ηλεκτροδοτηθεί από μια εξωτερική μπαταρία, τα ιόντα να εισχωρήσουν στο στρώμα και να το χρωματίσουν. Αλλάζοντας τη φορά του ρεύματος, το λίθιο επιστρέφει στην «αποθήκη» του και το τζάμι γίνεται ξανά διαφανές· η διαδικασία αυτή δεν διαρκεί πολύ. Είναι εξίσου σημαντικό ότι η μπαταρία καταναλώνει ρεύμα μόνο όταν το παράθυρο αλλάζει οπτικές ιδιότητες, και μάλιστα πολύ λιγότερο από αυτό που χρειάζεται για να λειτουργήσει ένας λαμπτήρας εξοικονόμησης. (Συρράκου 2005)



Εικόνα 3.7: Αρχή λειτουργίας των ηλεκτροχρωμικών διατάξεων στα παράθυρα.

— **Πλεονεκτήματα**

1) Τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα προσφέρουν μεγαλύτερη θερμομόνωση, ακόμα και από τους καλύτερους τύπους υαλοπινάκων που κυκλοφορούν αυτήν τη στιγμή στην αγορά, όπως τα τζάμια χαμηλής εκπεμψιμότητας (low-e).
2) Το χειμώνα ένα «έξυπνο» τζάμι επιτρέπει την είσοδο της ηλιακής θερμότητας. Επίσης δεν αφήνει να διαφύγει στο περιβάλλον η θερμότητα που παράγεται από air-conditions, βελτιώνοντας ακόμη περισσότερο τη συμπεριφορά του κτιρίου.
3) Καθιστά άχρηστες τις περσίδες ή τα κάθε είδους σκίαστρα, τα οποία μπλοκάρουν την ορατότητα προς τα έξω και καταστρέφονται με το πέρασμα του χρόνου.

— **Οικονομική ανάλυση**

Τα ηλεκτροχρωμικά παράθυρα θα κοστίζουν περίπου 2 - 3 φορές ακριβότερα από τους πιο συμβατικούς υαλοπίνακες και στην περίπτωση που κατασκευαστούν και σε μαζική παραγωγή. Εξαιτίας του υψηλού κόστους τους, συμφέρουν μόνο στην περίπτωση κατασκευής μεγάλων κτιρίων που θα έχουν υψηλή ενεργειακή κατανάλωση, ώστε η απόσβεση της αρχικής επένδυσης να γίνει από την αγορά μικρότερων συστημάτων ψύξης-θέρμανσης και την εξοικονόμηση. (Συρράκου 2005 και Δεληγιάννης 2010)

- **Φωτοβολταϊκό παράθυρο**

  Ως «φωτοβολταϊκό» παράθυρο χαρακτηρίζεται ένα κοινότυπο παράθυρο το οποίο με μία απλή παρέμβαση μπορεί να μετατραπεί σε φωτοβολταϊκό σύστημα. Αυτό επιτυγχάνεται με την απλή επικόλληση ενός φιλμ. Η δημιουργία αυτού του φιλμ, βασίζεται στην τεχνολογία των νανοκρυστάλλων.

  Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της ανακάλυψης αυτής, από τη νορβηγική εταιρεία (EnSol AS) σε συνεργασία με βρετανούς επιστήμονες, είναι ότι το διάφανο φιλμ μπορεί να κολληθεί απευθείας επάνω στο τζάμι των παραθύρων, μετατρέποντας έτσι ένα ολόκληρο κτίριο σε μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

  Η επέμβαση αυτή δεν θα επηρεάζει το αισθητικό αποτέλεσμα, καθώς μόνη αλλαγή που θα μπορεί κανείς να παρατηρήσει στο τζάμι μετά την επικόλληση του οικολογικού φιλμ θα είναι το ελαφρώς σκουρότερο χρώμα του. Το σκουρότερο χρώμα θα λειτουργεί και ως μόνωση από την έντονη ηλιοφάνεια.

Εικόνα 3.8: Κτίριο στο οποίο έχει επικολληθεί το διαφανές φιλμ

- **«Πράσινο» παράθυρο**

  Ως «πράσινο» παράθυρο, χαρακτηρίζεται ένα παράθυρο που μετατρέπει την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική. Το Chin Hua, όπως ονομάζεται από τους δημιουργούς του, είναι αδιαφανές τζάμι με δυνατότητα μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Ένα μικρό κομμάτι του εν λόγω τζαμιού, μπορεί να παράγει 2 Watt ηλεκτρικού ρεύματος. Ένα σπίτι ή ένα κτίριο με παράθυρα από το συγκεκριμένο υλικό, θα μπορούσε να καλύψει σημαντικό μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης, με τη βοήθεια του ηλιακού φωτός. Ενώ σε ένα ουρανοξύστη, με περίπου 6.500 γυάλινα παράθυρα, η παραγωγή ενέργειας θα μπορούσε να αγγίξει ως και τις 13 κιλοβατώρες. Η ισχύς του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος, κατά τους κατασκευαστές, εξαρτάται από τον βαθμό της αδιαφάνειας του τζαμιού: όσο πιο θολό είναι αυτό τόσο υψηλότερες είναι οι ενεργειακές αποδόσεις του.

Εικόνα 3.9: Κατοικία με «πράσινα» παράθυρα.

Η εφεύρεση αυτή θα εξυπηρετούσε και τη λειτουργία των ηλεκτροχρωμικών παραθύρων τα οποία πλέον δεν θα χρειάζονται εξωτερική μπαταρία για να λειτουργήσουν.

3.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ (BEMS)

Τα συστήματα διαχείρισης της ενέργειας κτιρίων έχουν αναπτυχθεί παράλληλα με την επανάσταση της μικροηλεκτρονικής και της επιστήμης υπολογιστών των τελευταίων χρόνων. Αυτό συνέβη επειδή τα BEMS είναι στην ουσία συστήματα μικροϋπολογιστών.

Αναλυτικότερα, τα συστήματα διαχείρισης ενέργειας κτιρίων αποτελούν εξελιγμένα συστήματα αυτοματισμού και υλοποιούν αυτό που είναι ευρέως γνωστό ως "έξυπνο κτίριο". Πιο συγκεκριμένα, μια τέτοια εγκατάσταση αναλαμβάνει την αυτόματη ρύθμιση παραμέτρων όπως η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία, η ποιότητα του αέρα και η στάθμη φωτισμού εντός του κτιρίου επιδρώντας κατάλληλα στα σχετικά ηλεκτρολογικά και μηχανολογικά συστήματα.

— **Αρχή λειτουργίας**

Το σύστημα BEMS αποτελείται από αισθητήρες, ενεργοποιητές, ελεγκτές και υπολογιστικές διατάξεις , που ρυθμίζουν τη λειτουργία των ενεργειακών συστημάτων με βάση τις επιθυμητές τιμές των παραμέτρων, οι οποίες διαμορφώνουν το εσωτερικό κλίμα των κτιρίων.

Οι **αισθητήρες** μετρούν την τιμή των παραμέτρων ελέγχου που είναι η εσωτερική θερμοκρασία, η υγρασία, οι συγκεντρώσεις ρύπων, τα επίπεδα φωτισμού. Οι **ενεργοποιητές** μεταβάλλουν τον τρόπο λειτουργίας των ενεργειακών συστημάτων που συνδέονται με το σύστημα.

Οι **ελεγκτές** καθορίζουν τον τρόπο λειτουργίας και συντονισμού των ενεργειακών συστημάτων ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων ελέγχου. Αποτελούν δηλαδή τον «εγκέφαλο» του συστήματος γιατί ενεργοποιούν το σήμα αλλαγής μίας παραμέτρου, αφού πρώτα συγκρίνουν την ένδειξη του αισθητηρίου με μία επιθυμητή τιμή (set point).

Οι παραπάνω λειτουργίες εκτελούνται με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Παρακολούθηση με σήματα ψηφιακού τύπου εισόδου (DI) για την ανίχνευση καταστάσεων δύο θέσεων on –off (π.χ. λειτουργία κινητήρων, άνοιγμα παραθύρων).

- Έλεγχος με σήματα ψηφιακού τύπου εξόδου (DO) για την έναρξη\στάση λειτουργίας εξοπλισμού (π.χ. φωτιστικά κυκλοφορητές, ανεμιστήρες).

- Παρακολούθηση με σήματα αναλογικού τύπου εισόδου (AI) για τη λήψη των τιμών μίας παραμέτρου (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, θέση σκιάστρου, μέγιστη ηλεκτρική ζήτηση).

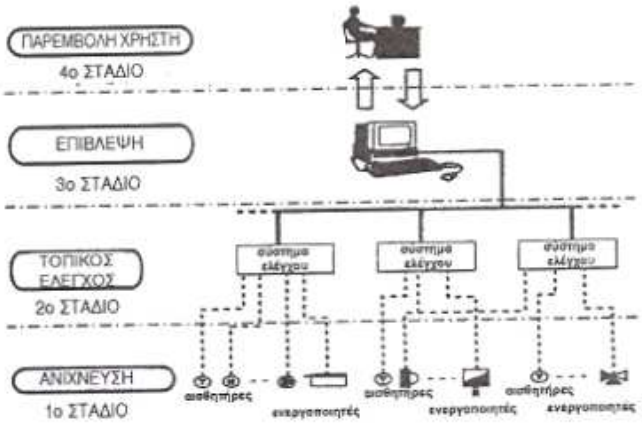
- Έλεγχος με σήματα αναλογικού τύπου εξόδου (AO) για την προσαρμογή απομακρυσμένων διατάξεων (π.χ. θερμοκρασία, υγρασία, θέση σκιάστρου διαβαθμιστών φωτισμού)

- Καταμέτρηση μεγεθών (π.χ. κατανάλωση πετρελαίου ή ηλεκτρισμού) με σήματα παλμικού τύπου (PI).

- Ενεργοποίηση οπτικών και ακουστικών συναργεμών.

Η λειτουργία ενός συστήματος BEMS περιλαμβάνει τέσσερα στάδια (εικόνα 3.14). Στο πρώτο στάδιο ανιχνεύονται ή πραγματοποιείται μέτρηση μέσω αισθητήρων, των παραμέτρων που καθορίζουν ή επηρεάζουν το εσωτερικό κλίμα των κτιρίων (θερμοκρασία, υγρασία, παροχή αέρα). Στο δεύτερο στάδιο γίνονται οι απαραίτητες διορθώσεις και ρυθμίσεις, ανάλογα με τις τιμές των παραμέτρων και τη στρατηγική ελέγχου που έχει επιλεγεί. Στο τρίτο στάδιο καταγράφονται οι στρατηγικές ελέγχου και οι αποδόσεις των ενεργειακών συστημάτων. Τέλος, στο τέταρτο στάδιο ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να παρέμβει για να βελτίωση τη στρατηγική ελέγχου.

Κάθε εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος πρέπει να πραγματοποιείται σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο European Installation Bus EIB/KNX (ISO/IEC 14543-3). (Πέρδιος 2007)



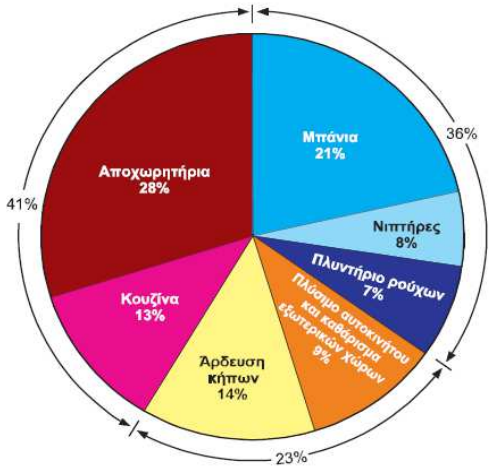
Εικόνα 3.10: Λειτουργία συστήματος ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου BEMS (Περδιος 2007)

3.4 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΊΗΣΗΣ ΥΓΡΩΝ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΜΕΣΩ ΒΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εξοικονόμηση νερού γίνεται ακόμη πιο επιτακτική καθώς το κλίμα αλλάζει και οδηγούμαστε σε ένα μέλλον με λιγότερες βροχοπτώσεις και αυξημένη ξηρασία. Όχι μόνο η διαθεσιμότητα του νερού γίνεται μικρότερη, αλλά και η κατανάλωση αυξάνει λόγω των υψηλότερων θερμοκρασιών. Για παράδειγμα, εκτιμάται ότι για κάθε βαθμό αύξησης της θερμοκρασίας το καλοκαίρι, η ημερήσια κατανάλωση νερού αυξάνει κατά 2%. (Οδηγός βιώσιμης διαχείρισης & εξοικονόμησης νερού 2008)

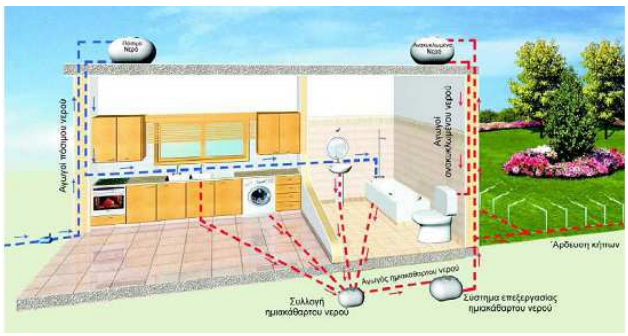
Στον οικιακό τομέα η βιώσιμη λύση ανακύκλωσης νερού είναι τα συστήματα ανακύκλωσης-επαναχρησιμοποίησης ημι-ακάθαρτου νερού από το νιπτήρα, το νεροχύτη, το μπάνιο, το πλυντήριο ρούχων.

Τα ημι-ακάθαρτα νερά (grey waters) είναι νερά χαμηλότερης ποιότητας από το πόσιμο νερό αλλά υψηλότερης ποιότητας από τα μαύρα νερά (black waters). Μαύρο νερό σε μία κατοικία, χαρακτηρίζεται το νερό που χρησιμοποιείται σε λειτουργίες που σχετίζονται με το αποχωρητήριο. Σε αρκετές περιπτώσεις το νερό από το νεροχύτη κουζινών, και το πλυντήριο πιάτων, συνήθως θεωρείται μαύρο νερό, εξαιτίας των υψηλών συγκεντρώσεων των οργανικών αποβλήτων. Αποτέλεσμα είναι τα ημι-ακάθαρτα νερά να προκύπτουν από άλλες οικιακές χρήσεις νερού, όπως το λουτρό, το ντους, το πλυντήριο, το νεροχύτη της τουαλέτας.



Εικόνα 3.11: Μέσος όρος κατανάλωσης νερού σε νοικοκυριό.
(http://www.moa.gov.cy/moa/WDD/WDD)

Η ανακύκλωση των ημι-ακάθαρτων νερών γίνεται με τη συλλογή των νερών από επιλεγμένες χρήσεις (π.χ. πλυντήριο, νιπτήρας, νεροχύτης, μπάνιο) και τη μεταφορά τους με χωριστό δίκτυο σωληνώσεων σε μια δεξαμενή προσωρινής αποθήκευσης του ημιακάθαρτου νερού. Στη συνέχεια η επεξεργασία και ο καθαρισμός τους πραγματοποιείται με απλά συστήματα και μεταφέρονται σε μια δεξαμενή αποθήκευσης από όπου διοχετεύονται όταν υπάρχει ανάγκη συνήθως στο καζανάκι της τουαλέτας ή για άρδευση κήπων και επιλεγμένων καλλιεργειών.



Εικόνα 3.12: Ανακύκλωση ημι-ακάθαρτου νερού. (Οδηγός βιώσιμης διαχείρισης & εξοικονόμησης νερού 2008)

Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι τα ημι-ακάθαρτα νερά μίας κατοικίας, μπορούν να αντικαταστήσουν τη χρήση του πόσιμου νερού.

— Σωστή κατασκευή συστήματος διαχείρισης –ανακύκλωσης ημι-ακάθαρτων νερών.

1) Τοποθέτηση δεξαμενής αποθήκευσης των ημιακάθαρτων νερών μέσα στο κτίριο (αν υπάρχει επαρκής χώρος) ή σε κοντινή απόσταση από το κτίριο.
2) Σχεδιάζετε διπλό δίκτυο σωληνώσεων για τη συλλογή και ανακύκλωση των ημιακάθαρτων νερών, που δεν αναμειγνύεται με το (πόσιμο) νερό του δικτύου που καταλήγει στις βρύσες του νιπτήρα του νεροχύτη. Στα νέα κτίρια προβλέπουμε την ανάπτυξη χωριστού δικτύου από την αρχή, ακόμα και αν δεν εγκατασταθεί αμέσως δεύτερο δίκτυο για τα ημι-ακάθαρτα νερά. Έτσι είναι εύκολη η εφαρμογή αργότερα του συστήματος ανακύκλωσης των ημι-ακάθαρτων νερών. Η εκ των προτέρων σχεδίαση του συστήματος είναι πολύ πιο οικονομική και αποτελεσματική σε σχέση με την εκ των υστέρων ανάπτυξή του.
3) Στο σχεδιασμό του συστήματος πρέπει να προβλέπεται η δυνατότητα σύνδεσής του με το σύστημα αποχέτευσης σε περίπτωση που υπάρξει οποιοδήποτε πρόβλημα, δυσλειτουργία ή υπερχείλιση.
4) Η δεξαμενή αποθήκευσης των νερών πρέπει να τοποθετηθεί σε στεγνό, σταθερό και επίπεδο έδαφος, ίσως και σε μια τσιμεντένια βάση, λίγο πάνω από το έδαφος.
5) Η δεξαμενή πρέπει να είναι σταθερή και να μην υπάρχει κίνδυνος ανατροπής της. Επίσης, οι τυχόν υπερχειλίσεις της πρέπει να οδηγούνται στο αποχετευτικό δίκτυο.

- **Βρόχινο νερό**

Η συλλογή και χρήση βρόχινου νερού χαίρει ιδιαίτερης σημασίας όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και σε πολλές άλλες χώρες του πλανήτη. Η έλλειψη νερού σε άνυδρες περιοχές, όπως για παράδειγμα στα νησιά του Αιγαίου, δημιούργησαν την ανάγκη να βρεθούν τρόποι εκμετάλλευσης του νερού της βροχής για διάφορες χρήσεις όπως το πότισμα.

Εικόνα 3.13: Παράδειγμα συστήματος συλλογής και χρήσης βρόχινου νερού. (Οδηγός βιώσιμης διαχείρισης & εξοικονόμησης νερού 2008)

Τα συστήματα συλλογής βρόχινου νερού, αποτελούνται από μια επιφάνεια συλλογής, που συνήθως είναι η στέγη ενός κτιρίου, και τα συστήματα για την μεταφορά (σωλήνες και υδρορροές), τη διήθηση, την αποθήκευση (στέρνα) και τη διανομή του νερού.

Το συλλεγόμενο νερό είναι κατάλληλο για όλες τις χρήσεις, ανάλογα με την επεξεργασία που θα υποστεί, από τη χρήση του στις τουαλέτες έως –με την κατάλληλη επεξεργασία και τη χρήση φίλτρων- τη παραγωγή υψηλής ποιότητας πόσιμου νερού. Όλες σχεδόν οι

στέγες, ανεξάρτητα από το υλικό κατασκευής τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την συλλογή του βρόχινου νερού, αν το συλλεγόμενο νερό δεν χρησιμοποιείται ως πόσιμο.

Η ποσότητα του νερού που συλλέγεται εξαρτάται από το ύψος της βροχής στην περιοχή και το εμβαδόν της στέγης. Έχει υπολογιστεί ότι αν διαθέτουμε μια στέγη 150 τ.μ. σε μια περιοχή με ετήσιο ύψος βροχής 400 mm (όπως η Αθήνα) μπορούμε να συλλέξουμε 60 κυβικά μέτρα νερό τον χρόνο, που αντιστοιχούν σε παροχή 165 λίτρων νερού την ημέρα, όσο δηλαδή η μέση κατανάλωση ενός ατόμου (Ξενογιάννη, Χρυσόγελος και Ψωμάς 2008). Η ποιότητα του συλλεγόμενου νερού στην πόλη είναι συνήθως χαμηλότερη από αυτή στην ύπαιθρο λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.

Το κόστος ενός συστήματος συλλογής βρόχινου νερού καθορίζεται κυρίως από το κόστος κατασκευής της στέρνας και είναι περίπου ίσο με το κόστος ανοίγματος ενός πηγαδιού. Ένα σύστημα συλλογής βρόχινου νερού μπορεί να ενσωματωθεί τόσο στην αρχή του σχεδιασμού ενός νέου κτιρίου όσο και να κατασκευαστεί εκ των υστέρων σε υπάρχοντα κτίρια.

3.5 ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

Όπως αναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο στα πλαίσια της εκπλήρωσης των ευρύτερων στόχων για την ενεργειακή ανάπτυξη της Ε.Ε., συμβάλει η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια και κατ' επέκταση στις κατοικίες.

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο κατοικίας περιλαμβάνουν τις εξής τεχνολογίες:

- Ηλιακά θερμικά συστήματα για θέρμανση
- Φωτοβολταϊκά συστήματα για παραγωγή ηλεκτρισμού.
- Μικρές ανεμογεννήτριες για παραγωγή ηλεκτρισμού από τον άνεμο.
- Γεωθερμία για θέρμανση, ψύξη και ζεστό νερό.
- Βιομάζα για θέρμανση, μαγείρεμα και ζεστό νερό.

3.5.1 ΘΕΡΜΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε θερμότητα επιτυγχάνεται μέσω των θερμικών ηλιακών συστημάτων τα οποία χρησιμοποιούν συλλέκτες και δεξαμενές αποθήκευσης ως χωριστά υποσυστήματα, ενώ η μεταφορά της ενέργειας μέσω ενός θερμαινόμενου ρευστού (πχ νερό, αέρας) πραγματοποιείται είτε με φυσική ροή είτε μέσω κυκλοφορητή.

- **Περιγραφή τεχνολογίας**

  Η βασική αρχή λειτουργίας των ηλιακών θερμικών συστημάτων στηρίζεται στη χρήση ενός συλλέκτη. Καθώς η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία του ήλιου διαπερνά τον συλλέκτη, παγιδεύεται στο εσωτερικό του και απορροφάται από την επιφάνειά που βρίσκεται μέσα στον συλλέκτη, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας της επιφάνειας αυτής. Η επιφάνεια αυτή συμπεριφέρεται σαν μέλαν σώμα . Ένας μέρος της ενέργειας που έχει αναρροφηθεί μεταφέρεται σε κάποιο ρευστό, ενώ το υπόλοιπο χάνεται στο περιβάλλον. Το ποσό της θερμότητας που απάγεται από το ρευστό είναι το ωφέλιμο ενεργειακό κέρδος του συλλέκτη που αποθηκεύεται ή τροφοδοτεί απ' ευθείας το φορτίο. Αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας που προκαλείται, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την θέρμανση ή την αφαλάτωση νερού, την ξήρανση τροφών και για μαγείρεμα.

Εικόνα 3.14: Οικιακός ηλιακός θερμοσίφωνας (Solar thermal systems in Europe 2002)

Οι συλλέκτες χωρίζονται σε κατηγορίες όπως επίπεδοι με διαφανές κάλυμμα, ή συλλέκτες χωρίς κάλυμμα και σωλήνες κενού.

Ένας επίπεδος συλλέκτης αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

— Απορροφητική επιφάνεια ή απορροφητήρας

  Αποτελεί το σημαντικότερο τμήμα του συλλέκτη και είναι μία μεταλλική επιφάνεια με υψηλή θερμική αγωγιμότητα (συνήθως από χαλκό ή αλουμίνιο) και σκουρόχρωμη επικάλυψη.

— Σωλήνες ή αεραγωγούς.

Οι σωλήνες ή οι αεραγωγοί κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό και είναι σε επαφή με τον απορροφητήρα . Μέσα σε αυτούς κυκλοφορεί το ρευστό, που απάγει την θερμότητα από τον απορροφητήρα.

— Διαφανές κάλυμμα.

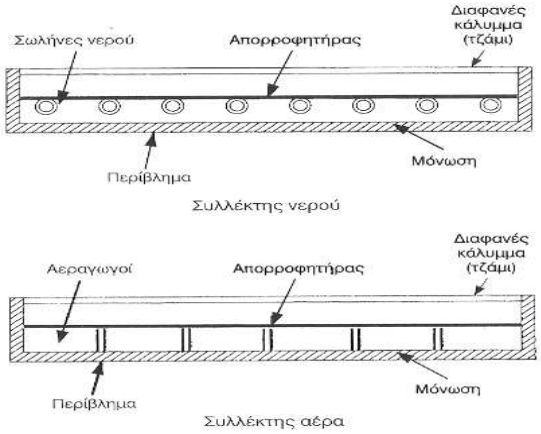
Το διαφανές κάλυμμα τοποθετείται προς την πλευρά που είναι εκτεθειμένη στον ήλιο και αποτελείται από μία ή δύο γυάλινες ή πλαστικές επιφάνειες, οι οποίες παγιδεύουν την ηλιακή ακτινοβολία(φαινόμενο θερμοκηπίου).

— Μόνωση.

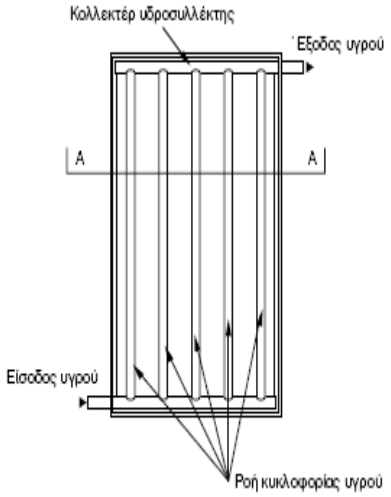
Τοποθετείται στην πίσω πλευρά και στις παράπλευρες επιφάνειες του συλλέκτη, έτσι ώστε να περιορίζει τις θερμικές απώλειες προς το περιβάλλον. Μόνωση πάχους μεγαλύτερου από $15cm$ για την πίσω πλευρά του συλλέκτη, θεωρείται τις περισσότερες φορές επαρκής.

— Περίβλημα.

Είναι μεταλλικό ή πλαστικό πλαίσιο που ενοποιεί την κατασκευή και προστατεύει το συλλέκτη από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Η στεγανοποίηση μεταξύ καλύμματος και πλαισίου εξασφαλίζεται με EPDM ή σιλικόνη. Η σιλικόνη χρησιμοποιείται επίσης για την στεγανοποίηση της πίσω πλευράς και των εισόδων των σωλήνων. Το διαφανές κάλυμμα θα πρέπει να έχει μεγάλο συντελεστή διαπερατότητας και μικρούς συντελεστές απορροφητικότητας **α** και ανελαστικότητας **ρ**. Τα χαρακτηριστικά αυτά απαιτούνται διότι ο απορροφητήρας που βρίσκεται πίσω από το κάλυμμα αφού απορροφήσει την χρήσιμη ηλιακή ακτινοβολία, εκπέμπει υπέρυθρη. Έτσι το διαφανές κάλυμμα θα πρέπει να έχει τη δυνατότητα να απομακρύνει την υπέρυθρη ακτινοβολία από τον ηλιακό συλλέκτη.



Εικόνα 3.15: Επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες. (Πέρδιος 2009)



Εικόνα 3.16: Τομή Α-Α επίπεδου ηλιακού συλλέκτη (Solar thermal systems in Europe 2002)

- **Συλλέκτες χωρίς κάλυμμα**

  Αυτοί οι απλοί και φτηνοί συλλέκτες συνήθως αποτελούνται από μαύρους πλαστικούς ή μεταλλικούς σωλήνες μέσα από τους οποίους κυκλοφορεί το ρευστό μεταφοράς θερμότητας (π.χ. νερό, αέρας). Δεν έχουν μόνωση οπότε οι θερμοκρασίες περιορίζονται περίπου $20^{o}C$ πάνω από την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Οι γυμνοί συλλέκτες είναι ιδανικοί για εφαρμογές όπου απαιτούνται χαμηλές θερμοκρασίες, όπως θερμαινόμενες πισίνες.

- **Συλλέκτες κενού**

  Η ανάγκη για μείωση των θερμικών απωλειών του συλλέκτη τόσο κατά τη συλλογή της ηλιακής ενέργειας, όσο και κατά τη μετάδοση της θερμότητας από τον απορροφητήρα στο ρευστό, οδήγησε στην επινόηση των συλλεκτών κενού. Οι συλλέκτες αυτοί είναι επίπεδοι συλλέκτες βελτιωμένου τύπου και έχουν σαν βασικοί κατασκευαστική αρχή τη δημιουργία κενού αέρα μεταξύ της διαφανούς επιφάνειας και του απορροφητήρα.

  Οι πιο κοινοί τύποι συλλεκτών κενού είναι:

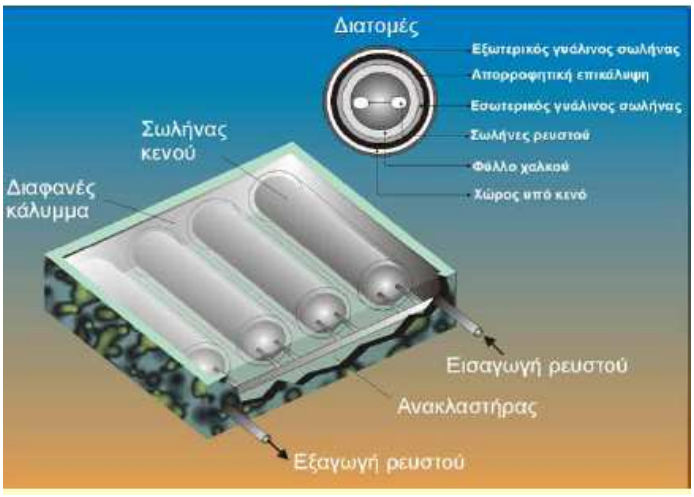
  — Συλλέκτες κενού με επίπεδο απορροφητήρα.

    Ο απορροφητήρας είναι μια επίπεδη επιφάνεια. Περιλαμβάνει τους σωλήνες εισόδου και εξόδου του ρευστού και τοποθετείται μέσα σε γυάλινο σωλήνα χωρίς αέρα.

  — Συλλέκτης κενού με ομόκεντρους σωλήνες.

    Αποτελείται από τρεις ομόκεντρους σωλήνες. Ο εξωτερικός σωλήνας κατασκευάζεται από γυαλί και αποτελεί το διαφανές κάλυμμα του συλλέκτη. Ο

μεσαίος σωλήνας είναι ο απορροφητήρας και μεταξύ αυτού και του εξωτερικού σωλήνα υπάρχει κενό αέρα. Ο εσωτερικός σωλήνας αποτελεί το σωλήνα προσαγωγής του ρευστού στο συλλέκτη, το οποίο απάγει τη θερμότητα και εξέρχεται από το χώρο μεταξύ εσωτερικού και μεσαίου σωλήνα.



Εικόνα 3.17: Συλλέκτες κενού. (ΚΑΠΕ)

Στους συλλέκτες κενού το χρησιμοποιούμενο ρευστό είναι υδατικό διάλυμα προπυλενογλυκόλης, ωστόσο μπορεί να χρησιμοποιηθεί και αέριο.

Πλεονεκτήματα των συλλεκτών κενού:

1) Μεταφέρονται εύκολα λόγω μικρού βάρους και μπορούν να τοποθετηθούν οριζόντια σε επίπεδη οροφή.
2) Έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης, ακόμα και για μεγάλη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ απορροφητήρα και περιβάλλοντος.
3) Λόγω της υψηλής θερμοκρασίας του ρευστού, είναι κατάλληλοι για θέρμανση ή ψύξη χώρων και ατμοπαραγωγή.
4) Έχουν μεγάλη συλλεγόμενη ενέργεια ανά τετραγωνικό μέτρο συλλέκτη. ($450-500 kWh/m^2 \varepsilon\tau o\varsigma$ για ετήσια ηλιακή ακτινοβολία $1000 kWh/m^2 \varepsilon\tau o\varsigma$)

Μειονεκτήματα των συλλεκτών κενού:

1) Σημαντικό κόστος αγοράς. Οφείλεται στις διάφορες κατασκευαστικές δυσκολίες (κενό αέρος, συστοδιαστολές συνεργαζόμενων υλικών)

Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται, την τεχνολογία που χρησιμοποιείται, το μέγεθός τους, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής κ.λ.π. μπορούν να χρησιμοποιηθούν και διαφορετικού τύπου θερμικά ηλιακά συστήματα. Η ποικιλία που παρουσιάζουν οι διατάξεις των συστημάτων αυτών οφείλεται κυρίως στους διαφορετικούς τρόπους με τους

οποίους τα συστήματα αυτά προστατεύονται από τον παγετό και στον τρόπο που επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του ζεστού νερού.

Έτσι μπορούν να διακριθούν δύο κύριοι τύποι ενεργητικών ηλιακών συστημάτων: τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας και τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

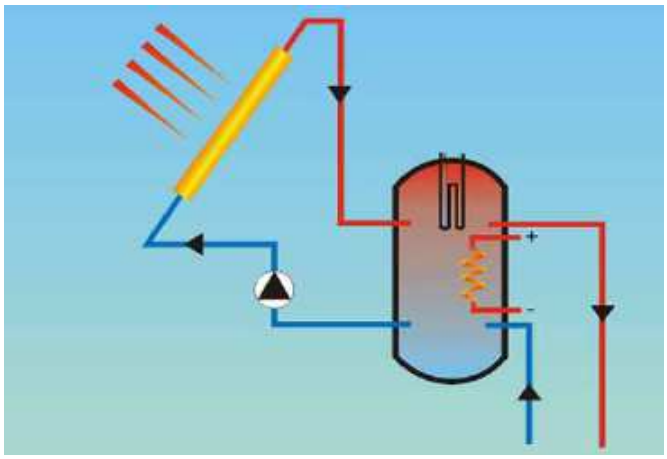
Α. Τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

1. Τους συμπαγείς θερμαντήρες νερού ή, όπως ονομάζονται αλλιώς, τα ολοκληρωμένα συστήματα συλλέκτη-αποθήκευσης που αποτελούνται από μια ή περισσότερες δεξαμενές αποθήκευσης και τοποθετούνται σε ένα μονωμένο περίβλημα με τη διάφανη πλευρά προς τον ήλιο.

2. Τα θερμοσιφωνικά συστήματα, τα οποία στηρίζονται στη φυσική κυκλοφορία του νερού στους συλλέκτες και τη δεξαμενή, η οποία βρίσκεται επάνω από το συλλέκτη. Καθώς τονερό θερμαίνεται στον ηλιακό συλλέκτη γίνεται ελαφρύτερο και ανέρχεται με φυσικό τρόπο προς τη δεξαμενή αποθήκευσης ενώ το ψυχρότερο νερό της δεξαμενής ρέει μέσω των σωληνώσεων προς το κατώτερο σημείο του συλλέκτη δημιουργώντας κυκλοφορία σε όλο το σύστημα.

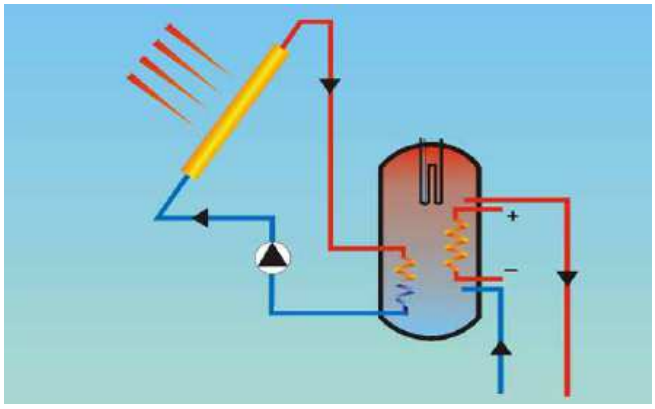
Β. Τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας χρησιμοποιούν ηλεκτρικές αντλίες, βαλβίδες και συστήματα ελέγχου για να κυκλοφορήσουν το νερό ή τα άλλα ρευστά μεταφοράς της θερμότητας μέσα στους συλλέκτες. Υπάρχουν δύο τύποι τέτοιων συστημάτων:

1. Τα συστήματα ανοικτού βρόχου, τα οποία χρησιμοποιούν αντλίες (κυκλοφορητές) για να κυκλοφορήσουν νερό χρήσης στους συλλέκτες.



Εικόνα 3.18: Συνδεσμολογία ανοιχτού βρόγχου (ΚΑΠΕ)

2. Τα συστήματα κλειστού βρόχου, που αντλούν το ρευστό μεταφοράς θερμότητας, συνήθως αυτό είναι ένα μίγμα γλυκόλης και νερού, μέσα στους συλλέκτες. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω εναλλακτών θερμότητας από το ρευστό στο νερό που αποθηκεύεται στις δεξαμενές.



Εικόνα 3.19: Συνδεσμολογία κλειστού βρόγχου (ΚΑΠΕ)

Γενικά, τα συστήματα φυσικής κυκλοφορίας είναι πιο αξιόπιστα, ευκολότερα στη συντήρηση και μεγαλύτερης διάρκειας ζωής από τα συστήματα εξαναγκασμένης κυκλοφορίας.

— **Περιβαλλοντικά οφέλη.**

- Εξοικονόμηση καυσίμων που ισοδυναμεί με 50-70 kg πετρελαίου /τμ ηλιακού συλλέκτη ανά έτος.
- Μείωση εκπομπών CO_2 άνω των 750 kg /τμ ηλιακού συλλέκτη ανά έτος (όταν υποκαθιστούμε ηλεκτρικό ρεύμα).
- Μείωση εκπομπών CO_2 άνω των 250 kg /τμ ηλιακού συλλέκτη ανά έτος (όταν υποκαθιστούμε πετρέλαιο).

[http://www.cres.gr/kape/education/thermika%20Hliaka.pdf]

3.5.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ

Μια σημαντική τεχνολογία για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας είναι τα φωτοβολταϊκά (Φ/Β) στοιχεία που επιτρέπουν τη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Η χρήση Φ/Β στοιχείων έχει αρχίσει πλέον να καθιερώνεται ως η πιο φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος των Φ/Β στοιχείων είναι υψηλό, ωστόσο οι τιμές πέφτουν συνεχώς και η τιμή της παραγόμενης kWh γίνεται ολοένα και πιο ανταγωνιστική. Επιπλέον έχουν ιδιαίτερα μεγάλη διάρκεια ζωής και ενσωματώνονται αισθητικά άρτια στο περιβάλλον.

Η Ελλάδα διαθέτει ένα αξιοσημείωτο δυναμικό για την ανάπτυξη και εφαρμογή των Φ/Β συστημάτων. Χάρη στη μεγάλη ηλιοφάνεια όλες σχεδόν τις εποχές του έτους, η χρήση Φ/Β συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, χωρίς επιπτώσεις στο περιβάλλον, είναι ιδιαίτερα ελκυστική. Ιδιαίτερα σε απομονωμένες κατοικίες που βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές και δεν συνδέονται με το ηλεκτρικό δίκτυο, τα Φ/Β συστήματα είναι η καλύτερη και οικονομικότερη λύση.

- **Περιγραφή**

  Το φωτοβολταϊκό στοιχείο είναι μια διάταξη που μετατρέπει άμεσα την ηλιακή ακτινοβολία που πέφτει πάνω σε αυτό, σε ηλεκτρική ενέργεια. Αυτή η μετατροπή είναι της τάξεως από 12%-18%. (^ "SunPower TM 318 Solar Panel Data Sheet". SunPower. February,2010.http://www.sunpowercorp.com.au/downloads/product_pdfs/Panels/sp_318 Ewh_bf_en_a4_ds_w.pdf) Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν το ποσοστό αυτό, όπως ο προσανατολισμός και η γωνία τοποθέτησης, το υλικό κατασκευής του στοιχείου, το ποσοστό ηλιοφάνειας σε όλη την διάρκεια της ημέρας. Το National Renewable Energy Laboratory των Η.Π.Α. κατασκεύασε αποδοτικότερα φωτοβολταϊκά συστήματα, πολλαπλών συνδέσμων με συγκεντρωτικές ηλιακές κυψέλες με βαθμό απόδοσης 43,5%. (http://www.greentechmedia.com/articles/read/solar-junction-setting-new-cpv-efficiency-records/)

  Το φ/β πλαίσιο αποτελείται από επιμέρους φωτοβολταϊκά στοιχεία, συνδεμένα μεταξύ τους. Τα φωτοβολταικά πλαίσια παρέχουν συνεχή ηλεκτρική τάση περίπου 17 V, ικανή για να φορτίσει συσσωρευτές των 12V. Επιτυγχάνονται και μεγαλύτερες τάσεις ανάλογα με την συνδεσμολογία των πλαισίων για συσσωρευτές πχ 24V, 48V.

  Ένα φ/β σύστημα αποτελείται από:

  - Το φ/β στοιχείο (PV cell)
  - Το φ/β πλαίσιο (PV module): Ένα σύνολο φωτοβολταϊκών στοιχείων που είναι ηλεκτρονικά συνδεδεμένα. Αποτελεί τη βασική δομική μονάδα της φωτοβολταϊκής γεννήτριας.
  - Φωτοβολταϊκό πανέλο (PV panel): Ένα ή περισσότερα φωτοβολταϊκά πλαίσια, που έχουν προκατασκευαστεί και συναρμολογηθεί σε ενιαία κατασκευή, έτοιμη για να εγκατασταθεί σε φωτοβολταϊκή εγκατάσταση.
  - Φωτοβολταϊκή συστοιχία (PV array): Μια ομάδα από φωττοβολταϊκά πλαίσια ή πανέλα με ηλεκτρική αλληλοσύνδεση, τοποθετημένα συνήθως σε κοινή κατασκευή στήριξης.

- Φωτοβολταϊκή γεννήτρια (PV generator): Το τμήμα μιας φωτοβολταϊκής εγκατάστασης που περιέχει φωτοβολταϊκά στοιχεία και παράγει συνεχές ρεύμα.
- Αντιστροφέας ή μετατροπέας (inverter): Ηλεκτρονική συσκευή που μετατρέπει το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο.
- Συσσωρευτές: Οι συσσωρευτές αποθηκεύουν την παραγομένη ηλεκτρική ενεργεία και την παρέχουν όταν δεν υπάρχει ηλιακή ακτινοβολία. Υπάρχουν πολλών ειδών συσσωρευτές, μόλυβδου υγρών ή gel, ασβεστίου, νικελίου-καδμίου κ.α με δυνατότητα εκφόρτισης από 10%-100% χωρίς πρόβλημα.
- Ρυθμιστής φόρτισης (charge controller): Συσκευή που χρησιμοποιείται σε αυτόνομα συστήματα για να ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών.

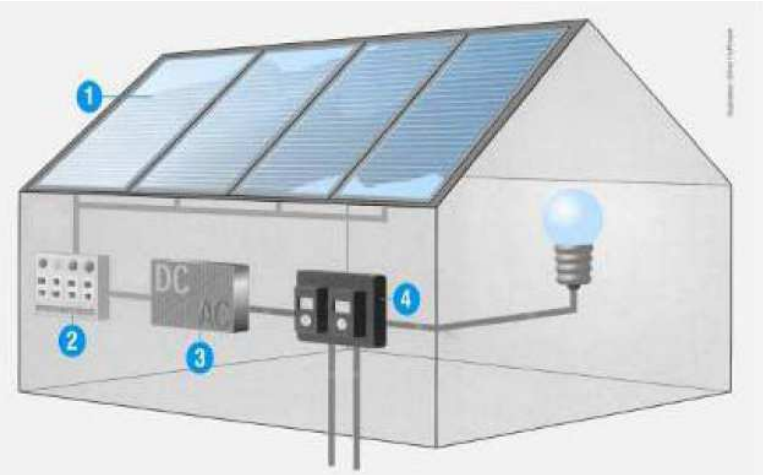
- **Είδη φωτοβολταϊκών**

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

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

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

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



Εικόνα 3.20: 1.Φωτοβολταϊκά πλαίσια, 2. Πίνακας ελέγχου, 3. Μετατροπέας (inverter), 4. Μετρητής ΔΕΗ (ΚΑΠΕ)

- **Ενσωμάτωση σε κτίριο**

  Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για την τοποθέτηση των φ/β πλαισίων σε ένα κτίριο:

  1. Τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα: υπάρχει μεγάλη ποικιλία από ξύλινα ή μεταλλικά είδη στηριγμάτων και οι περισσότεροι κατασκευαστές φ/β συστημάτων προσφέρουν στηρίγματα που ταιριάζουν ακριβώς στα φ/β πλαίσια. Σε μερικές περιπτώσεις, η κλίση είναι ρυθμιζόμενη.

  2. Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους, η οποία εξέχει από την οροφή ή την πρόσοψη του κτιρίου: η κατασκευή αυτή στηρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου. Χρειάζεται περισσότερη προσοχή για την καλή μόνωση των σημείων στα οποία στηρίζεται η βάση. Η τοποθέτηση αυτή επιτρέπει επίσης τον καλό αερισμό και την ψύξη των φ/β στοιχείων. Το κόστος είναι συνήθως χαμηλό..

  3. Απευθείας τοποθέτηση: στην περίπτωση αυτή, η εξωτερική επίστρωση του κτιρίου αντικαθίσταται από φ/β πλαίσια. Τα φ/β στοιχεία τοποθετούνται με τρόπο που το ένα να επικαλύπτει εν μέρει το άλλο, όπως ακριβώς τα κεραμίδια. Το φωτοβολταϊκό κάλυμμα προστατεύει το κτίριο, αλλά δεν είναι πλήρως στεγανό και απαιτούνται μέτρα για τη στεγανοποίησή του.

4. Ενσωμάτωση των φ/β πλαισίων στο κέλυφος του κτιρίου: η μέθοδος αυτή συνίσταται στην υποκατάσταση ολόκληρων τμημάτων του κτιριακού κελύφους από φ/β πλαίσια.

Κατά την εγκατάσταση των Φ/Β συστημάτων, πραγματοποιείται μελέτη με στόχο να έχουν τα φωτοβολταϊκά τον απαιτούμενο προσανατολισμό και την κλίση, για να εκμεταλλεύονται στο βέλτιστο βαθμό την προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία. Ωστόσο στις εφαρμογές σε κτίρια, προκύπτουν περιορισμοί από τις δεδομένες επιφάνειες του κτιρίου, τα οφέλη όμως που προκύπτουν από την αντικατάσταση των άλλων δομικών στοιχείων από τα πλαίσια είναι πιο ουσιαστικά. Είναι πολύ σημαντικό να έχει εξασφαλιστεί ότι κανένα παρακείμενο κτίριο, ή αντικείμενο δεν θα δημιουργήσει σκιασμό στην επιφάνεια των Φ\Β. Ακόμη και μικρός σκιασμός των Φ/Β πλαισίων προκαλεί σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος.

- **Απόδοση φωτοβολταϊκών συστημάτων**

  Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον ήλιο είναι εξαιρετικά προβλέψιμη. Είναι σημαντικό πόσες κιλοβατώρες θα παραχθούν σε ετήσια βάση για την κάλυψη των αναγκών της οικείας. Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.500 κιλοβατώρες ανά εγκατεστημένο κιλοβάτ (kWh/έτος/kWp). Στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες.

  Αν ένα Φ/Β έχει απόδοση περίπου 15%, ένα πλαίσιο επιφάνειας $1m^2$ παράγει περίπου 150 W ηλεκτρικής ισχύος. Αν, παραδείγματος χάριν, θεωρήσουμε ότι στην Ελλάδα η μέση ετήσια προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία είναι περίπου 1.800 kWh/m2, ένα Φ/Β σύστημα ονομαστικής ισχύος 3,9 kW (και επιφάνειας περίπου 27 m^2) έχει τη δυνατότητα παραγωγής 4370 ~ 5560 kWh/έτος, ενέργεια ικανή να καλύψει την κατανάλωση μιας τετραμελούς οικογένειας.

Εικόνα 3.21: Φ/Β σύστημα 6KW σε κατοικία στη Βούλα.(Data energy)

- **Το κόστος που απαιτείται**

Το κόστος των Φ/Β συστημάτων εκφράζεται συνήθως σε Euro/Wp.. Η κυριότερη συνιστώσα του συνολικού κόστους είναι το κόστος των φ/β πλαισίων.

Αναλυτικότερα το κόστος για ένα φ/β σύστημα κατανέμεται ως εξής:

1. Φ/Β πλαίσια: 40-60%.

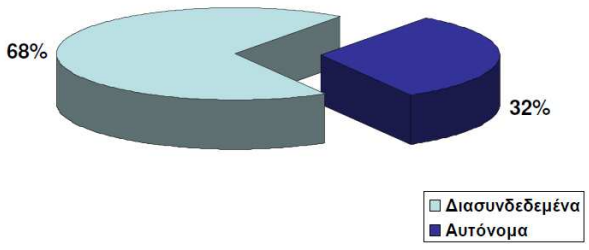
2. Συσσωρευτές: 15--25%.

3. Αντιστροφείς: 10-15%..

4. Υποδομή στήριξης:: 10-15%..

5. Σχεδιασμός και εγκατάσταση: 8-12%..

Το κόστος των αυτόνομων Φ/Β συστημάτων στην Ελλάδα, συμπεριλαμβανομένων των συσσωρευτών είναι της τάξεως των 6.500 με 7.500 €/kW, ενώ το κόστος των συνδεδεμένων με το δίκτυο Φ/Β συστημάτων είναι της τάξεως των 4.000 €/kW. Τα συστήματα που είναι συνδεδεμένα με το δίκτυο είναι πιο οικονομικά από τα αυτόνομα συστήματα καθώς για αυτά τα συστήματα δεν απαιτούνται συσσωρευτές, έτσι το κόστος ανά W μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του φωτοβολταϊκού συστήματος. 188.



Εικόνα 3.22: Εγκατεστημένη Ισχύ στην Ελλάδα. (Σύνδεσμος Εταιριών Φ/Β Ελλάδος)

Πίνακας 3.1: Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα Φ\Β

Πλεονεκτήματα Φ/Β	**Μειονεκτήματα Φ/Β**
Δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο σημείο χρήσης και πώλησης	Το κόστος των Φ/Β πλαισίων αποτελεί το μεγαλύτερο μειονέκτημα για την ευρεία

της ηλεκτρικής ενέργειας στο δίκτυο της ΔΕΗ προς 0.55 €/kW	εξάπλωση της Φ/Β τεχνολογίας.
Μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας.	Η δημιουργία κάποιας άλλης κατασκευής στο μέλλον μπορεί να σκιάσει τα Φ\Β.
Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας προκύπτει κατά τις ώρες αιχμής της ζήτησης υποστηρίζοντας το σύστημα παραγωγής ενέργειας σε περιόδους υψηλού κόστους παραγωγής	Σε υφιστάμενες κατασκευές δεν είναι πάντα δυνατόν να επιτευχθεί η βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. (περιορισμοί στην κλίση, προσανατολισμό)
Αθόρυβη λειτουργία.	Απαιτείται 8 χρόνια κατά μέσο, περίοδος αποπληρωμής.
Μηδαμινό κόστος συντήρησης και λειτουργίας.	
Δυνατότητα ενσωμάτωσης τους σε οροφές, προσόψεις κτιρίων ως κύρια δομικά στοιχεία.	
Δυνατότητα επέκτασης του συστήματος ανάλογα με τις ενεργειακές απαιτήσεις.	
Μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων (περίπου 20 χρόνια).	
Κάθε kWh που παράγεται από φωτοβολταϊκά αποτρέπει την έκλυση περίπου 1,1 κιλών CO_2 δηλαδή ένα (1) kW φωτοβολταϊκών αποτρέπει την έκλυση περίπου 1,4 τόνων CO_2 ετησίως.	

3.5.3 ΜΙΚΡΕΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ

Η περιστροφή της Γης γύρω από τον άξονα της, η ηλιακή ενέργεια που απορροφά η ατμόσφαιρα και η επιφάνεια του εδάφους καθώς και η ανομοιομορφία του γήινου ανάγλυφου είναι οι τρεις παράγοντες που συντελούν στην δημιουργία των ανέμων. (http://www.neo.gr/website/ergasiamathiti/109.htm)

Την ενέργεια του ανέμου, που ονομάζεται αιολική ενέργεια χρησιμοποιούν οι ανεμογεννήτριες για να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια.

- **Περιγραφή**

  Οι ανεμογεννήτριες μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε μηχανική που τροφοδοτεί μια γεννήτρια και παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Τα πτερύγιά τους είναι αεροδυναμικά

σχεδιασμένα ώστε να απορροφούν το μέγιστο του ανέμου. Ο άνεμος γυρίζει τα πτερύγια τα οποία περιστρέφουν έναν άξονα συνδεδεμένο με τη γεννήτρια που παράγει ηλεκτρισμό. Η ηλεκτρική ισχύς των ανεμογεννητριών για οικιακές εφαρμογές κυμαίνεται συνήθως από 500 W μέχρι 10 kW.

Γενικά, υπάρχουν δύο τύποι μικρών αιολικών συστημάτων: τα αυτόνομα και τα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο.

Αυτόνομα συστήματα

Μικρές ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρισμού για φόρτιση μπαταριών με σκοπό τη λειτουργία μικρών ηλεκτρικών εφαρμογών.

Διασυνδεδεμένα συστήματα

Η έξοδος μιας μικρής ανεμογεννήτριας μπορεί απευθείας να συνδεθεί με υπάρχον δίκτυο. Η ενέργεια που παράγεται από την οικιακή ανεμογεννήτρια μπορεί να μειώσει τις ανάγκες προμήθειας ηλεκτρισμού από το τοπικό δίκτυο. Η απόκτηση της ηλεκτρικής ενέργειας μέσω αγοράς αποφεύγεται, διότι είναι γενικά αρκετά μεγαλύτερη από αυτή που κερδίζεται αν πουλήσουμε ενέργεια στο δίκτυο. Η διασύνδεση με το δίκτυο διανομής απαιτεί υψηλές τεχνικές προδιαγραφές και γι' αυτό η ενσωμάτωση εξοπλισμού μέτρησης και ασφάλειας μπορεί να έχει υψηλό κόστος.

Τα μικρά αιολικά συστήματα αποτελούνται από ανεμογεννήτριες (ρότορας με 2 ή 3 πτερύγια που κινούν έναν άξονα, μία συνδεδεμένη γεννήτρια και μία βάση που κρατά τα πτερύγια με πρόσωπο στον άνεμο), έναν πύργο στήριξης (ύψους 4 ή 6 μέτρων για οικιακές εφαρμογές) και έναν έλεγχο φόρτισης / μετατροπέα.

- **Κόστος που απαιτείται**

  Το κόστος για την αγορά μιας ανεμογεννήτριας ισχύος 400W/h ξεκινάει από τα 750 ευρώ. Η εγκατάσταση μιας τέτοιας ανεμογεννήτριας συνεπάγεται, πως άμα φυσάει άνεμος περίπου 5 μποφώρ, για 10 ώρες την ημέρα θα παραχθεί ρεύμα 4.000 Watt. Το ρεύμα αυτό είναι αρκετό για να ανάβουν όλα τα φώτα ενός σπιτιού (15 οικονομικές λάμπες των 20 Watt) για 13 ώρες. Μία ανεμογεννήτρια αυτής της ισχύος, ξεκινάει να παράγει αμέσως μετά τα 3 μποφώρ, στην περίπτωση δυνατότερων ανέμων της τάξης των 7-8 μποφώρ η παραγωγή είναι πολύ μεγαλύτερη από 400W/h.

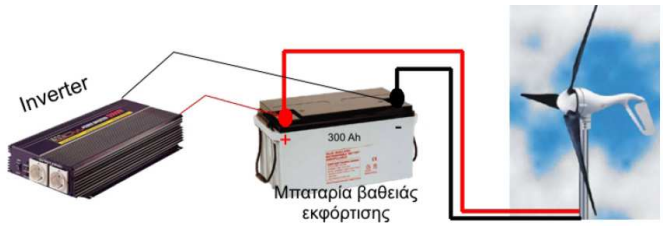
  Για τις μέρες που η ένταση του αέρα δεν είναι αρκετή, απαιτείται η εγκατάσταση μίας μπαταρίας. Το κόστος των μπαταριών εξαρτάται από την αποθηκευτική τους ικανότητα,

η οποία σχετίζεται αμπερώρια τους (Ah). Για μια μικρή ανεμογεννήτρια οι μπαταρίες που προτιμούνται είναι αυτές με δυνατότητα πλήρους εκφόρτωσης πάνω από 300Ah, οι οποίες έχουν διάρκεια ζωής από 6 εώς 12 χρόνια και το κόστος τους ανέρχεται στα 900 ευρώ.

Παραδείγματος χάρη, για 15 οικονομικές λάμπες των 20 Watt η καθεμία, απαιτείται ένας μετατροπέας συχνοτήτων, τροποποιημένου ημιτόνιου, με ισχύ εξόδου τουλάχιστον τουλάχιστον 300 Watt. Ένας μεγαλύτερος μετατροπέας συχνοτήτων της τάξης των 500 Watt κοστίζει 170 ευρώ.

Στην περίπτωση που επιθυμείται μέσω της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας από την ανεμογεννήτρια να λειτουργούν συσκευές όπως τηλεόραση, στερεοφωνικό, Η/Υ, θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί μετατροπέας συχνοτήτων καθαρού ημιτόνου, ώστε να αποφευχθεί το ελαφρύ βουητό που δημιουργείται από τη χρήση inverter τροποποιημένου ημιτόνου. Οι μετατροπής καθαρού ημιτόνου στοιχίζουν διπλάσια.

Η απόσβεση μίας τέτοιας εγκατάστασης επιτυγχάνεται μετά από 8 περίπου χρόνια όσο περίπου χρειάζεται για να αποσβεστεί η αγορά και εγκατάσταση ενός ηλιακού θερμοσίφωνα. (Κωστάκης 2009)



Εικόνα 3.23: Συνδεσμολογία ενός μικρού οικιακού συστήματος με ανεμογεννήτρια.(Κωστάκης 2009)

Πίνακας 3.2: Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα μικρών ανεμογεννητριών.

Πλεονεκτήματα μικρών ανεμογεννητριών	**Μειονεκτήματα μικρών ανεμογεννητριών**
Απορρέοντας από τον άνεμο, η αιολική ενέργεια που εκμεταλλεύονται οι ανεμογεννήτριες είναι μια καθαρή πηγή ενέργειας.	Η ισχυρότερη πρόκληση στη χρησιμοποίηση του ανέμου ως πηγή ενέργειας είναι ότι ο άνεμος είναι περιοδικά διακοπτόμενος και δεν φυσά πάντα όταν ο ηλεκτρισμός απαιτείται.
Η τεχνολογία που αναπτύσσεται περί την αιολική ενέργεια είναι μια από τις πιο οικονομικές που υπάρχουν σήμερα στον χώρο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.	Τα κατάλληλα σημεία για αιολικά πάρκα συχνά βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές, μακριά από πόλεις όπου χρειάζεται ο ηλεκτρισμός.
Απαιτείται μικρός χώρος για την εγκατάσταση μίας μικρής ανεμογεννήτριας.	
Η εγκατάσταση τους δεν δημιουργεί αισθητικό πρόβλημα με το περιβάλλον.	
Χαμηλό κόστος συντήρησης.	

Εικόνα 3.24: Κατοικία στην ελληνική επαρχία που χρησιμοποιεί μικρή ανεμογεννήτρια και Φ\Β για την κάλυψη των ηλεκτρικών αναγκών της.(Alexakis Energy)

3.5.4 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ, ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΖΕΣΤΟ ΝΕΡΟ

Η γεωθερμική ενέργεια είναι η ενέργεια η οποία υπάρχει στο εσωτερικό της γης και η οποία αξιοποιείται μέσω των γεωθερμικών ρευστών.

Ο σημαντικότερος παράγοντας για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας μιας περιοχής είναι η θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών που καθορίζει και το είδος της εφαρμογής της.

Οι εφαρμογές της γεωθερμίας στον κτιριακό τομέα ποικίλουν ανάλογα με τη θερμοκρασία του διαθέσιμου ρευστού. Για θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 90ºC οι εφαρμογές είναι:

1. Η ηλεκτροπαραγωγή
2. Η ψύξη και ο κλιματισμός με αντλίες θερμότητας
3. Η θέρμανση χώρων με σώματα καλοριφέρ
4. Η παραγωγή ζεστού νερού σε βραστήρα
5. Η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού για χρήση σε ξενοδοχεία κλπ.

Για μικρότερες θερμοκρασίες υπάρχουν εφαρμογές όπως η θέρμανση χώρων με αερόθερμα νερού ή ενδοδαπέδιο σύστημα, η παραγωγή ή προθέρμανση ζεστού νερού με εναλλάκτη θερμότητας και τα θερμά λουτρά. Για θερμοκρασίες νερού κάτω από 40ºC χρησιμοποιούνται αντλίες θερμότητας για θέρμανση και κλιματισμό. Εάν δεν υπάρχει διαθέσιμο υπόγειο νερό, οι αντλίες θερμότητας μπορούν να συνδυαστούν με επίγειους εναλλάκτες θερμότητας.

Στην Ελλάδα η συνηθέστερη εφαρμογή γεωθερμίας αφορά την θέρμανση των θερμοκηπίων. Επιπλέον χρησιμοποιείται για την τηλεθέρμανση των κτιρίων στη θέρμανση και ψύξη. (ΚΑΠΕ)

Εικόνα 3.25: Οι κυριότερες περιοχές γεωθερμικού ενδιαφέροντος στην Ελλάδα.(ΚΑΠΕ)

- **Περιγραφή**

  Όσον αφορά στη θέρμανση και την ψύξη των χώρων της κατοικίας, η οποία και φαρμόζεται εδώ και αρκετά χρόνια σε χώρες του δυτικού κόσμου, χρησιμοποιούνται κυρίως γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Τα συστήματα αυτά λειτουργούν εκμεταλλευόμενα τη σταθερή θερμοκρασία της γης με σκοπό να αντλούν ενέργεια έτσι

ώστε είτε να θερμαίνουν τους χώρους είτε να αποβάλλουν τη θερμότητα και να ψύχουν το κτίριο.

Τα συστήματα που λειτουργούν χρησιμοποιώντας γεωθερμικές αντλίες θερμότητας περιλαμβάνουν τρία μέρη.(Τσιπήρας 2005)

— Το πρώτο αποτελείται από ένα δίκτυο σωληνώσεων μέσα στο οποίο κυκλοφορεί νερό κι αποκαλείται **εναλλάκτης κλειστού κυκλώματος**, σε αυτό το δίκτυο οι σωλήνες απλώνονται σε χαντάκια, σε διαθέσιμη ελεύθερη έκταση του οικοπέδου, επίσης μπορούν να τοποθετηθούν σε πολλές κάθετες γεωτρήσεις σε περίπτωση που ο διαθέσιμος χώρος είναι περιορισμένος ή η κατοικία βρίσκεται σε βραχώδη έκταση. Επιπλέον αντί για το δίκτυο σωληνώσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν υπόγεια ύδατα, μια μικρή λίμνη ή και η θάλασσα εφόσον υπάρχουν. Τότε ο γεωθερμικός εναλλάκτης καλείται εναλλάκτης ανοιχτού κυκλώματος.(Harrison R., Mortimer N.D and Smarason O.B. 1990)
— Το δεύτερο μέρος, αποτελείται από την αντλία θερμότητας. Στην αντλία θερμότητας, το νερό φτάνει από το δίκτυο του γεωθερμικού εναλλάκτη, σε σταθερή θερμοκρασία, και χρησιμοποιείται είτε για τη θέρμανση του χώρου είτε για την ψύξη του. Η λειτουργία αυτού του συστήματος είναι παρόμοια με αυτή των κλιματιστικών, η διαφορά είναι ότι τα κλιματιστικά χρησιμοποιούν τη θερμοκρασία του εξωτερικού αέρα εξαερώνοντας ή υγροποιώντας το πτητικό αέριο που περιέχουν, ενώ η γεωθερμική αντλία χρησιμοποιεί τη θερμοκρασία του νερού.
— Το τρίτο τμήμα του συστήματος αποτελείται από δίκτυο σωληνώσεων που το οποίο είναι συνδεμένο με το δίκτυο, το οποίο αποδίδει ή παραλαμβάνει θερμότητα. Αυτό μπορεί να είναι είτε ενδοδαπέδιο, είτε επιτοίχιο είτε δίκτυο με θερμαντικά σώματα με ενσωματωμένο ανεμιστήρα τα λεγόμενα fan coils. (Τσιπήρας 2005)

Εικόνα 3.26: Υβριδικό σύστημα θέρμανσης-ψύξης με γεωθερμία και ηλιακή ενέργεια. (Οδηγός πράσινη ενέργεια Greenpeace 2005)

3.6 ΣΥΝΟΨΗ 3ου ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό πραγματοποιήθηκε καταγραφή των ηλεκτρομηχανολογικών συστημάτων που συνεισφέρουν στην εξοικονόμηση ενέργειας σε μια κατοικία και είναι ταυτόχρονα πιο φιλικά για το περιβάλλον σε σύγκριση με τα συμβατικά που χρησιμοποιούνται τόσα χρόνια.

Παρατηρήθηκε ότι αποτελούν βελτιώσεις των υπαρχόντων συστημάτων, είναι εύχρηστα και το κόστος τα καθιστά προσιτά.

Καταγράφηκαν και τα συστήματα που χρησιμοποιούν τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας για κάλυψη αναγκών όπως η θέρμανση ο φωτισμός η ψύξη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΟΝΤΕΛΟ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά την καταγραφή των συστημάτων (ενεργητικά, παθητικά συστήματα) που συνεισφέρουν στην αειφόρο δόμηση, στη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών μέσα στα κτίρια και στις κατοικίες, θα μελετηθεί πως συνεισφέρει ένα συγκεκριμένο ηλεκτρομηχανολογικό σύστημα από ενεργειακής αλλά και οικονομικής πλευράς. Η μελέτη θα πραγματοποιηθεί σε μία κατοικία μοντέλο που θα αντιπροσωπεύει τη μέση ελληνική ανεξάρτητη κατοικία. Τα κριτήρια επιλογής του συστήματος που θα μελετηθεί είναι η δυνατότητα εφαρμογής του σε όλη την Ελλάδα (4εις κλιματολογικές ζώνες), η εφαρμογή του σε νεόκτιστη κατοικία με εγκατεστημένο συμβατικό αντίστοιχο σύστημα, το οικονομικό κέρδος και το περιβαλλοντικό κέρδος.

4.1 Η ΚΑΤΟΙΚΙΑ

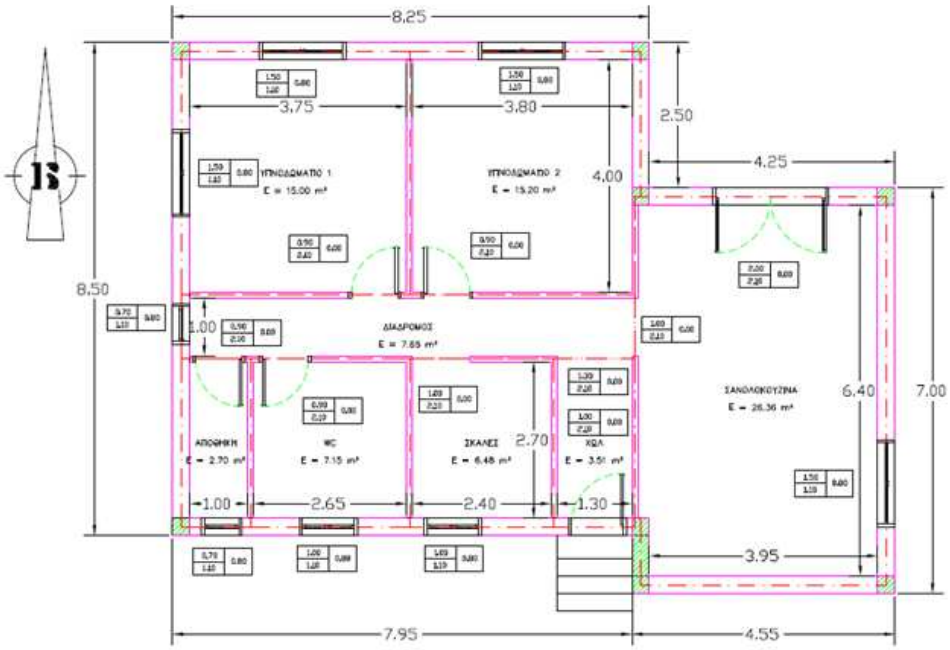
Πραγματοποιήθηκε μία προσπάθεια το μοντέλο κατοικίας που χρησιμοποιήθηκε, να αντιπροσωπεύει τη μέση ελληνική μικρή αυτόνομη κατοικία. Αναζητήθηκαν στατιστικά, δημογραφικά στοιχεία, στην ελληνική στατιστική υπηρεσία, στο υπουργείο Περιβάλλοντος, Χωροταξίας & Δημοσίων Έργων και στην πολεοδομία, χωρίς ιδιαίτερη επιτυχία. Μέσα από ανάλογες μελέτες στον ακαδημαϊκό χώρο (διπλωματικές εργασίες σχετικά με χαρακτηριστικά ελληνικών κατοικιών, διδακτορικά, έρευνες), διαπιστώθηκε πως μία ιδεατή μικρή ανεξάρτητη ελληνική κατοικία θα μπορούσε να είναι η ακόλουθη.

- **Κατοικία**

  Ο σχεδιασμός είναι όσο το δυνατόν πιο απλός με τυπικά κατασκευαστικά χαρακτηριστικά (τοίχοι από τούβλα, δάπεδα-οροφές-υποστυλώματα και δοκοί από οπλισμένο σκυρόδεμα).

  Η κατοικία δεν υπόκειται σε συνεχή δόμηση, είναι εκτεθειμένη σε πλευρικούς ανέμους και γειτονικά κτίρια δεν επηρεάζουν τις εξωτερικές συνθήκες (σκίαση).

  Αποτελείται από έναν όροφο, έχει επίπεδη οροφή και στέγη από κεραμοσκεπή. Τα ανοίγματα του κτιρίου (θύρες, παράθυρα) καλύπτουν περίπου το $16{,}64\,m^2$ της συνολικής παράπλευρης επιφάνειας .Η κατοικία είναι 100,10 m^2 και ο λόγος των πλευρών του είναι περίπου 1:1.5. Το ύψος των τοίχων είναι 2.80 m. Οι επιφάνειες του κτιρίου αναλυτικά και λεπτομέρειες για τα ανοίγματα παρουσιάζονται στην κάτοψη που ακολουθεί.



Σχέδιο 4.1: Διαστασιολογημένη κάτοψη κατοικίας.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε μελέτη θερμομόνωσης με τη χρήση του προγράμματος FINE 4M, προκειμένου να είναι δυνατή η σωστή εκτίμηση των θερμικών απωλειών.

Το FINE 4M είναι ένα προηγμένο σύστημα τεχνικού λογισμικού που δίνει τη δυνατότητα σχεδίασης και υπολογισμού τιμών που απαιτούνται στις ηλεκτρομηχανολογικές μελέτες. Οι υπολογισμοί πραγματοποιούνται σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς, με αυτόματη αναγνώριση από το σχέδιο του προς μελέτη κτιρίου ή με γρήγορη εισαγωγή γεωμετρικών στοιχείων.

Στην παρούσα μελέτη ο ισχύοντας κανονισμός είναι ο ΚΕΝΑΚ.

Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικά όλα τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν καθώς και οι θερμοπερατότητες[6] τους.

Η μελέτη θερμομόνωσης πραγματοποιήθηκε με σημείο αναφοράς την Πτολεμαΐδα, (πόλη της 4ης κλιματολογικής ζώνης. Η επιλογή αυτή έγινε, με σκοπό τα όρια των συντελεστών θερμικής διαπερατότητας δομικών διατάξεων (τοιχοποιία, οροφή, δάπεδο, ανοίγματα) του κτιριακού κελύφους, να ικανοποιούν και τις τέσσερις κλιματολογικές ζώνες βάση ΚΕΝΑΚ. Το κτίριο θεωρήθηκε ότι θερμαίνεται εξολοκλήρου (το σύστημα θέρμανσης της

[6] Η θερμοπερατότητα αναφέρεται σε σύνθετες διατομές, διατομές δηλ. που αποτελούνται από πολλά και διαφορετικά υλικά, π.χ. ένας τοίχος αποτελούμενος από σοβά – τούβλο – θερμομονωτικό υλικό – τούβλο – σοβά. Υπολογίζεται σαν το αντίστροφο του αθροίσματος των θερμικών αντιστάσεων των διαφορετικών στρώσεων. Στο τελικό σύνολο λαμβάνεται υπόψη κι η μεταφορά με αέρια ρεύματα. Μετριέται σε W / m2 K.[http://www.texnikos.gr/glossary/index_h/thermoperatotita_K.shtml]

κατοικίας παρουσιάζεται αναλυτικά παρακάτω) και ότι η θερμοκρασία του εσωτερικού αέρα διατηρείται σταθερή στους 20ºC. Ο ρυθμός εξαερισμού των χώρων θεωρήθηκε ίσος με μία ανανέωση του όγκου της κατοικίας ανά ώρα.

Πίνακας 4.1: Ειδικά στοιχεία κτιρίου.

ΕΙΔΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΤΙΡΙΟΥ	
Επιφάνεια εξωτερικών τοίχων	Fw = 124.07 m^2
Επιφάνεια ανοιγμάτων (παράθυρα - πόρτες)	Ff = 16.64 m^2
Επιφάνεια οροφής, στέγης, οροφής κάτω από μη θερμομονωθείσα στέγη	Fd = 100.10 m^2
Επιφάνεια δαπέδου	Fg = 100.10 m^2
Ολική εξωτερική επιφάνεια οικοδομής	F=Fw+Ff+Fd+Fg+Fdl+Fab = 340.91 m^2
Όγκος οικοδομής	V = 300.30 m^3
Λόγος	F/V = 1.14 m-1

Για κάθε μία δομική διάταξη έχουμε:

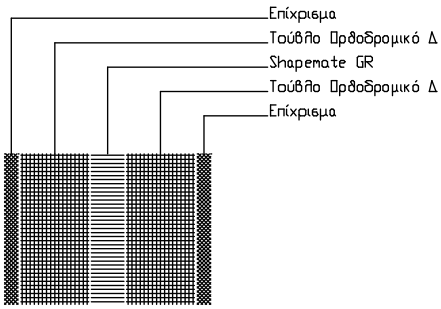
- **Εξωτερική τοιχοποιία**

  Τύπος κατασκευής: Οπτοπλινθοδομή

  Πίνακας 4.2: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k για εξωτερική τοιχοποιία.

Στρώσεις υλικών		Πυκν. kg/m^3	Πάχ.1 m	Συντ. λ Kcal/mhc	d1/λ m^2hc/Kcal
1	Επίχρισμα	1900	0.020	0.750	0.027
2	Τούβλο Ορθοδρομικό Διασ	1200	0.105	0.60	0.175
3	Shapemate GR	28	0.050	0.030	1.667
4	Τούβλο Ορθοδρομικό Διασ.	1200	0.105	0.60	0.175
5	Επίχρισμα	1900	0.020	0.750	0.027

Σκαρίφημα



Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για την εξωτερική τοιχοποιία στις τέσσερεις κλιματολογικές ζώνες σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

Πίνακας 4.3: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για την εξωτερική τοιχοποιία.

Τοιχοποιία	
	U_T ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Α κλιματική ζώνη	≤0,7
Β κλιματική ζώνη	≤0,6
Γ κλιματική ζώνη	≤0,5
Δ κλιματική ζώνη	≤0,4

Ο ΚΕΝΑΚ παρουσιάζει το μέγεθος U_T σε μονάδες $Wm^{-2}K^{-2}$, αντίστοιχα από το πρόγραμμα 4Μ οι τιμές του μεγέθους U_T προκύπτουν σε $kcal/hm^2c$. Η ισοδυναμία των μεγεθών είναι η ακόλουθη: $1Wm^{-2}K^{-2} = 1{,}163kcal/hm^2c$. (4.1)

Σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ $U_T \le 0.4$ με τη χρήση της ισοδυναμίας (4.1) έχουμε $k \le 0.4652kcal/m^2hc$

Από την μελέτη θερμομόνωσης προέκυψε k = 0.442 kcal/m² hc .

Αποδεκτή τιμή για την κατοικία μας.

- **Δάπεδο μαρμάρινο σε φυσικό έδαφος**

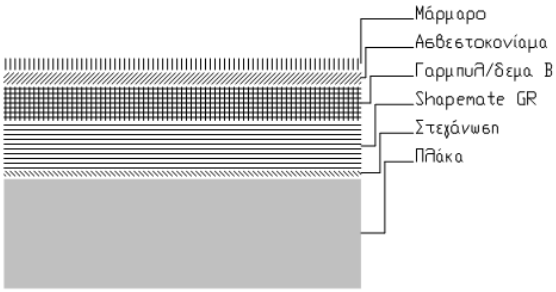
  Τύπος κατασκευής: Οπλισμένο σκυρόδεμα

  Πίνακας 4.4: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k για δάπεδο.

Στρώσεις υλικών		Πυκν. kg/m³	Πάχ.1 m	Συντ. λ Kcal/mhc	d1/λ m²hc/Kcal
1	Μάρμαρο		0.02	3.000	0.007

2	Ασβεστοκονίαμα		0.020	0.750	0.027
3	Γαρμπυλ/δεμα Β 225		0.060	0.950	0.063
4	Shapemate GR	28	0.080	0.030	2.667
5	Στεγάνωση	1050	0.010	0.150	0.067
6	Πλάκα	2400	0.200	1.750	0.114

Σκαρίφημα



Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για το δάπεδο στις τέσσερεις κλιματολογικές ζώνες σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

Πίνακας 4.5: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για δάπεδο.

Δάπεδο	
	$U_Δ$ ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Α κλιματική ζώνη	≤2,0
Β κλιματική ζώνη	≤1,5
Γ κλιματική ζώνη	≤0,7
Δ κλιματική ζώνη	≤0,5

Από την ισοδυναμία (4.2) προκύπτει για τον ΚΕΝΑΚ $k \leq 0.5815$ kcal/m² hc .

Από την μελέτη θερμομόνωσης προέκυψε $k = 0.318$ kcal/m² hc .

Αποδεκτή τιμή για την κατοικία μας.

- **Οροφή με πλάκα και στέγη**

  Τύπος κατασκευής: Ξύλινη στέγη με κεραμίδια

Πίνακας 4.6: Υπολογισμός του συντελεστή θερμοπερατότητας k για οροφή με πλάκα και στέγη.

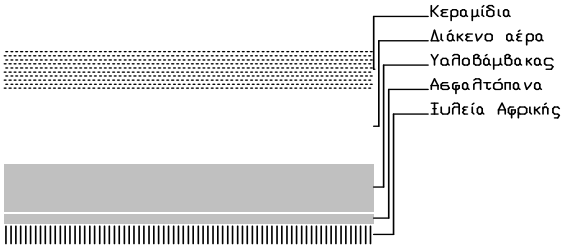
Στρώσεις υλικών		Πυκν. kg/m³	Πάχ.1 m	Συντ. λ Kcal/mhc	d1/λ m²hc/Kcal
1	Ξυλεία Αφρικής	900	0.0180	0.180	0.100
2	Ασφαλτόπανα	1100	0.010	0.16	0.063
3	Υαλοβάμβακας	65	0.050	0.023	2.174
4	Διάκενο αέρα		0.075	0.310	0.242
5	Κεραμίδια	1200	0.040	0.500	0.080

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για την οροφή στις τέσσερεις κλιματολογικές ζώνες σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

Πίνακας 4.7: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για την οροφή.

Οροφή	
	U_O ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Α κλιματική ζώνη	≤0,5
Β κλιματική ζώνη	≤0,5
Γ κλιματική ζώνη	≤0,4
Δ κλιματική ζώνη	≤0,35

Σκαρίφημα



Από την ισοδυναμία (1) προκύπτει για τον ΚΕΝΑΚ $k \leq 0.407 kcal/m^2\,hc$.

Από την μελέτη θερμομόνωσης προέκυψε $k = 0.351 kcal/m^2\,hc$.

Αποδεκτή τιμή για την κατοικία μας.

- **Ανοίγματα**

  Τύπος κατασκευής: διπλά τζάμια με μεταλλικό πλαίσιο και διάκενο 6mm

  Στον πίνακα που ακολουθεί περιγράφονται τα είδη των ανοιγμάτων που υπάρχουν στην κατοικία.

Πίνακας 4.8: Είδη ανοιγμάτων.

Τύπος Ανοίγματος	**Μήκος** (m)	**Ύψος ή πλάτος** (m)	**K** ($kcal/m^2hc$)
A4[7]	1.50	1.10	3.2
A4	2.00	2.10	3.2
A4	0.70	1.10	3.2
A1	1.00	2.10	4.5

Συνολικά υπάρχουν:

— 6 ανοίγματα τύπου 4 με διαστάσεις 1.50×1.10

— 2 ανοίγματα τύπου 4 με διαστάσεις 0.70×1.10

— 1 άνοιγμα τύπου 4 με διαστάσεις 2.00×2.10 (μπαλκονόπορτα)

— 1 άνοιγμα τύπου 1 με διαστάσεις 1.00×2.10 (κύρια είσοδος)

Η κύρια είσοδος της κατοικίας είναι κατασκευασμένη από ξύλινο πλαίσιο.

Στον πίνακα που ακολουθεί, παρουσιάζονται οι μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για τα ανοίγματα στις τέσσερεις κλιματολογικές ζώνες σύμφωνα με τον ΚΕΝΑΚ.

[7] Τα ανοίγματα τα οποία είναι από ίδια υλικά κατασκευής (επομένως έχουν και ίδιο Κ) ορίζονται στο τεύχος μελέτης θερμομόνωσης ως ανοίγματα τύπου 4.

Πίνακας 4.9: Μέγιστες επιτρεπόμενες τιμές U_T για τα ανοίγματα.

Ανοίγματα	
	U_{YA} ($Wm^{-2}K^{-1}$)
Α κλιματική ζώνη	$U_{YA} \leq 3,8$
Β κλιματική ζώνη	$U_{YA} \leq 3,2$
Γ κλιματική ζώνη	$U_{YA} \leq 2,8$
Δ κλιματική ζώνη	$U_{YA} \leq 2,8$

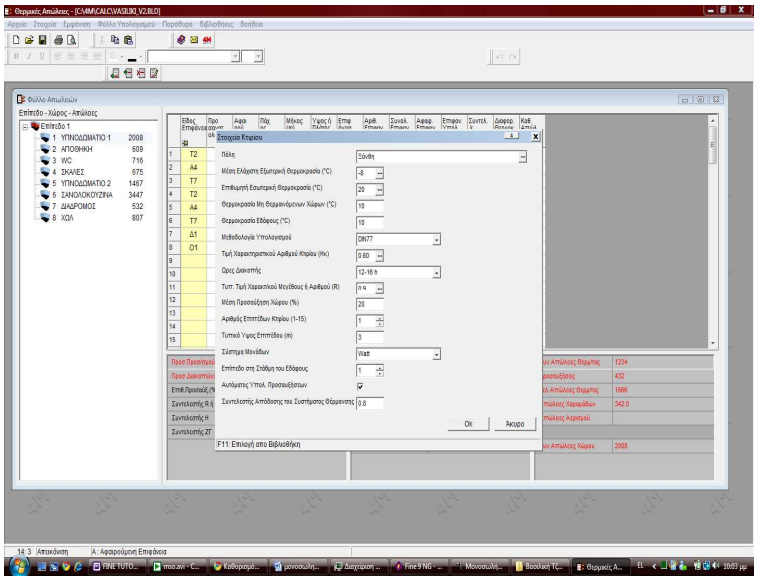
Από την ισοδυναμία (1) προκύπτει για τον ΚΕΝΑΚ $k \leq 3.2564 kcal/m^2 hc$.

Από την μελέτη θερμομόνωσης προέκυψε $k = 3.2 kcal/m^2 hc$

Αποδεκτή τιμή για την κατοικία μας.

Για την εκτίμηση της απαιτούμενης ενέργειας για θέρμανση υπολογίστηκαν οι θερμικές απώλειες της κατοικίας σε κάθε μία από τις τέσσερεις κλιματολογικές ζώνες.

Οι θερμικές απώλειες υπολογίστηκαν ομοίως με τη χρήση υπολογιστικών φύλλων στο πρόγραμμα 4Μ.



Εικόνα 4.1: Περιβάλλον εργασίας στο 4Μ για την εκτίμηση των Θερμικών Απωλειών

Η μεθοδολογία υπολογισμού που χρησιμοποιήθηκε είναι DIN77

.

- **Για την Α κλιματολογική ζώνη.**

  Στοιχεία της πόλης που ανήκει στην Α κλιματολογική ζώνη και λήφθηκαν υπόψη τους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών.

Πίνακας 4.10: Θερμοκρασιακά στοιχεία για το Ηράκλειο.

Πόλη	Ηράκλειο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	3
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1

Στον παρακάτω πίνακα δηλώνονται όλα τα δομικά στοιχεία της κατοικίας (εξωτερικοί τοίχοι, οροφές, εσωτερικοί τοίχοι, δάπεδα, ανοίγματα) και οι συντελεστές τους k.

Πίνακας 4.11: Τυπικά στοιχεία κατοικίας.

Εξωτ. Τοίχοι Οροφές	Συντ.k (Watt/m²hc) Τοίχων Οροφών	Εσωτ. Τοίχοι Δάπεδα	Συντ.k (Watt/m²hc) Εσ.Τοίχων Δαπέδων	Ανοίγμ.	Συντ.k (Watt/m²hc) Ανοιγμάτων
T1	0.64	E1	1.74	A1	5.22
T2	0.70	E2	1.51	A2	5.80
T3	0.67	E3	1.74	A3	3.25
T4	1.48	E4		A4	3.71
T5	0.52	E5		A5	3.02
T6	2.32	E6		A6	3.48
T7	0.65	E7		A7	
T8	0.64	E8		A8	
T9	0.66	Δ1	0.60	A9	
T10		Δ2	0.63	A10	
T11		Δ3	0.67	A11	
O1	0.44	Δ4	0.65	A12	
O2	3.25	Δ5	0.49	A13	
O3	0.44	Δ6	2.48	A14	
O4		Δ7		A15	
O5		Δ8		A16	

Στη συνέχεια υπολογίζονται οι θερμικές απώλειες κάθε χώρου της κατοικίας ξεχωριστά. Ακολουθεί ο πίνακας για τον υπολογισμό των θερμικών απωλειών του υπνοδωματίου 1.

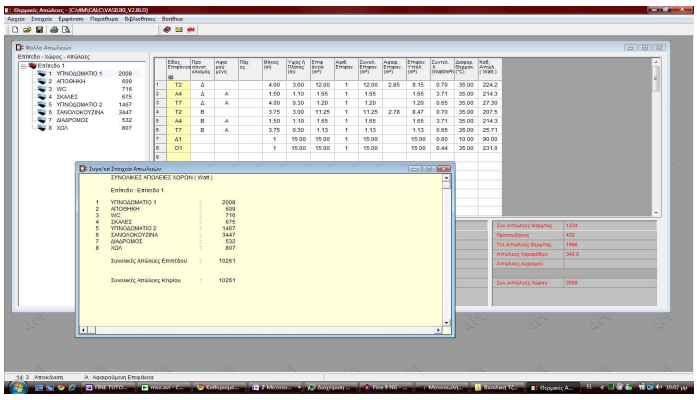
— **Επίπεδο :** Επίπεδο 1 Χώρος : 1
Ονομασία Χώρου ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ 1

Πίνακας 4.12: Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών.

Είδος Επιφάνειας	Προσανατολισμός	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφάνεια (m²)	Αριθ. Επιφαν.	Συνολ. Επιφαν. (m²)	Αφαιρ. Επιφαν. (m²)	Επιφαν. Υπολ. (m²)	Συντελ. k (Watt/m² hc)	Διαφορ. Θερμοκ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T2	Δ	4.00	3.00	12.00	1	12.00	2.85	9.15	0.70	17.00	108.9
A4	Δ	1.50	1.10	1.65	1	1.65		1.65	3.71	17.00	104.1
T7	Δ	4.00	0.30	1.20	1	1.20		1.20	0.65	17.00	13.26
T2	Β	3.75	3.00	11.25	1	11.25	2.78	8.47	0.70	17.00	100.8
A4	Β	1.50	1.10	1.65	1	1.65		1.65	3.71	17.00	104.1
T7	Β	3.75	0.30	1.13	1	1.13		1.13	0.65	17.00	12.49
Δ1		1	15.00	15.00	1	15.00		15.00	0.60	10.00	90.00
Ο1		1	15.00	15.00	1	15.00		15.00	0.44	17.00	112.2

Στον πινάκα 4.5 όπως και στον προηγούμενο δηλώνεται κάθε δομικό στοιχείο μαζί με τον προσανατολισμό του. Επιπλέον υπολογίζονται τα τμήματα της κάθε επιφάνειας που αφαιρούνται για να μην συμπεριληφθούν δύο φόρες, (επιφάνειες που ενώνονται) και πραγματοποιούνται οι υπολογισμοί . Οι υπολογισμοί φαίνονται αναλυτικά στο παράρτημα

Η διαδικασία αυτή πραγματοποιείται και για τους υπόλοιπους χώρους της κατοικίας (υπνοδωμάτιο 2, αποθήκη, wc, σκάλες, σαλονοκουζίνα, διάδρομος, χωλ), και προστίθενται τα αποτελέσματα.



Εικόνα 4.2: Παράδειγμα φύλλου υπολογισμού συνολικών θερμικών απωλειών.

— **Συνολικές απώλειες χώρων (Watt) :**

Υπνοδωμάτιο 1:	1006
Αποθήκη:	306
WC:	375
Σκάλες:	353
Υπνοδωμάτιο 2:	776
Σαλονοκουζίνα:	1780
Διάδρομος:	289
Χωλ:	405
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου:	5290

- **Για την Β κλιματολογική ζώνη.**

Στοιχεία της πόλης που ανήκει στην Β κλιματολογική ζώνη και λήφθηκαν υπόψη τους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών.

Πίνακας 4.13: Θερμοκρασιακά στοιχεία για την Αθήνα.

Πόλη	Αθήνα - Αστεροσκοπείο
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	1
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1

— **Συνολικές απώλειες χώρων (Watt) :**

Υπνοδωμάτιο 1:	1110
Αποθήκη:	340
WC:	413
Σκάλες:	389
Υπνοδωμάτιο 2:	853

Σαλονοκουζίνα:	1965
Διάδρομος:	316
Χωλ:	449

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου: 5835

- **Για την Γ κλιματολογική ζώνη.**

  Στοιχεία της πόλης που ανήκει στην Γ ζώνη και λήφθηκαν υπόψη τους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών.

Πίνακας 4.14: Θερμοκρασιακά στοιχεία για την Ξάνθη.

Πόλη	Ξάνθη
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	-8
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1

— **Συνολικές απώλειες χώρων (Watt) :**

Υπνοδωμάτιο 1:	1631
Αποθήκη:	491
WC:	584
Σκάλες:	550
Υπνοδωμάτιο 2:	1199
Σαλονοκουζίνα:	2799
Διάδρομος:	437
Χωλ:	650

Συνολικές Απώλειες Κτιρίου: 8340

- **Για την Δ κλιματολογική ζώνη.**

  Στοιχεία της πόλης που ανήκει στην Δ ζώνη και λήφθηκαν υπόψη τους υπολογισμούς των θερμικών απωλειών.

Πίνακας 4.15: Θερμοκρασιακά στοιχεία για την Πτολεμαΐδα.

Πόλη	Πτολεμαΐδα
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	-12
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1

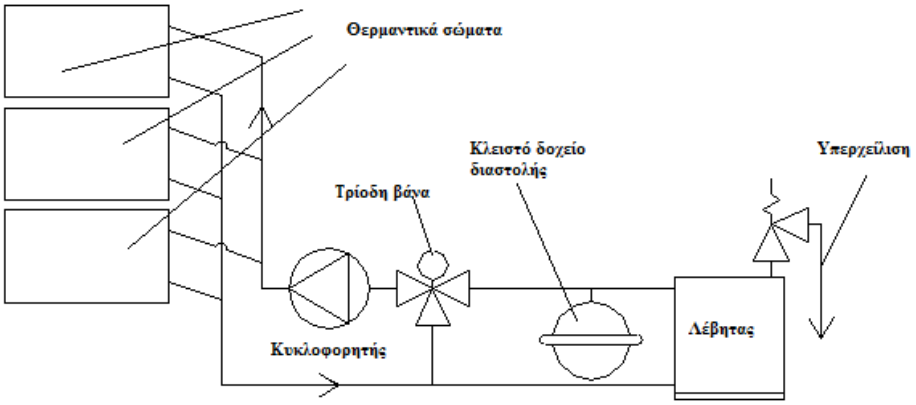
— **Συνολικές απώλειες χώρων (Watt) :**

Υπνοδωμάτιο 1:	1847
Αποθήκη:	559
WC:	659
Σκάλες:	622
Υπνοδωμάτιο 2:	1352
Σαλονοκουζίνα:	3169
Διάδρομος:	491
Χωλ:	740
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου:	9438

4.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

4.2.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΗΣ

Βάση των υπολογισμών των θερμικών απωλειών το συμβατικό σύστημα θέρμανσης που επιλέχθηκε στην υπό μελέτη κατοικία, είναι το ακόλουθο:



Εικόνα 4.3: Κλειστή εγκατάσταση κεντρικής θέρμανσης

Στην κατοικία υπάρχει κεντρική εγκατάσταση θέρμανσης για την κάλυψη των αναγκών για θέρμανση των χώρων. Η εγκατάσταση περιλαμβάνει μονάδα λέβητα-καυστήρα πετρελαίου (μέσων θερμοκρασιών 60/40/20° C) με δισωλήνιο σύστημα διαμονής.

Αναλυτικότερα τοποθετήθηκε ατομική χαλύβδινη μονάδα πετρελαίου, ονομαστικής ισχύος 23 kW. Οι χαλύβδινοι λέβητες κατασκευάζονται από χαλυβοελάσματα κατάλληλα διαμορφωμένα σε κύλινδρο και στράντζα και από σωλήνες χωρίς ραφή. Σαν μέθοδος κατασκευής χρησιμοποιείται η ηλεκτροσυγκόλληση. Παρουσιάζουν τα παρακάτω πλεονεκτήματα, για το λόγο αυτό αποτελούν καλή επιλογή:

- Μικρό βάρος
- Μικρή ευαισθησία σε γρήγορες αυξομειώσεις της θερμοκρασίας. (αντοχή σε θερμικά σοκ)
- Καλός βαθμός απόδοσης
- Εύκολη επισκευή, με συγκόλληση
- Αντοχή σε μεγάλες πιέσεις
- Προσαρμογή των διαστάσεων του λέβητα σε ορισμένες απαιτήσεις
- Χαμηλότερο κόστος αγοράς

Περιλαμβάνονται επίσης, καυστήρας, κυκλοφορητής, δοχείο διαστολής, αναλογικός πίνακας οργάνων. Αναλυτικά τα εξαρτήματα για την προμήθεια κυρίων υλικών για το σύστημα θέρμανσης καθώς και τον εξοπλισμός του λεβητοστασίου όπου θα συνδεθεί το εφαρμοζόμενο δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης παρουσιάζονται αναλυτικά στο παράρτημα. Για την επιλογή του λέβητα χρησιμοποιήθηκε συντελεστής ασφαλείας επί της μέγιστής

απαίτησης ανά περίπτωση ίσος με s=1,2. Στην πράξη όμως διαπιστώθηκε ότι ο μικρότερος διαθέσιμος λέβητας στην αγορά ήταν αρκετά μεγάλος για να καλύψει τις ανάγκες στη Δ κλιματολογικής ζώνης.

Δισωλήνιο σύστημα είναι το σύστημα κεντρικής θέρμανσης στο οποίο τα θερμαντικά σώματα εγκαθίστανται παράλληλα στις σωληνώσεις της προσαγωγής και της επιστροφής θερμού νερού, από το λέβητα.

Στην εν λόγω κατοικία θα χρησιμοποιηθούν χαλύβδινα θερμαντικά σώματα τύπου panel radiator αντίστοιχης ισχύος.

Εικόνα 4.4: Χαλύβδινο θερμαντικό σώμα τύπου panel radiators

Το συνολικό κόστος τόσο των υλικών και εξαρτημάτων, αλλά και της εγκατάστασης του συστήματος θέρμανσης είναι **4.200 €.**

Αναλυτικότερα το κόστος του λεβητοστάσιου είναι 2.400 € και κόστος του δισωλήνιου συστήματος με τα θερμαντικά σώματα είναι 1.800 €

4.2.2 ΚΟΣΤΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση του ετήσιου κόστους λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο είναι αυτή των βαθμοημερών θέρμανσης.
Η επιλογή της μεθόδου έγινε γιατί συνδυάζει εύκολη εφαρμογή και αξιόπιστα αποτελέσματα.
Οι βαθμοήμερες είναι ένα μέτρο της διακύμανσης της εξωτερικής θερμοκρασίας μίας περιοχής. Μία βαθμοημέρα αντιστοιχεί στην μοναδιαία απόκλιση της εξωτερικής θερμοκρασίας σε σχέση με την θερμοκρασία βάσης κατά την διάρκεια μίας ημέρας. Θερμοκρασία βάσης είναι η εξωτερική θερμοκρασία κατά την οποία θεωρούμε ότι η εσωτερική επιθυμητή θερμοκρασία της οικίας επιτυγχάνεται χωρίς την χρήση του συστήματος θέρμανσης. Για την εφαρμογή της μεθόδου και για επιθυμητή εσωτερική θερμοκρασία $20^0 C$ επιλέχτηκε θερμοκρασία βάσης $18^0 C$. Η επιλογή αυτή έγινε, γιατί θεωρούμε πως τα ηλιακά θερμικά κέρδη καθώς και τα εσωτερικά θερμικά κέρδη που

προκύπτουν από την ολοένα αυξανόμενη χρήση οικιακών συσκευών και φωτισμού σε συνδυασμό με την εφαρμογή της θερμομόνωσης, η εγκατάσταση στεγανών παραθύρων και θυρών, αντισταθμίζουν αυτή τη θερμοκρασιακή διαφορά. Συμφώνα με την βιβλιογραφία η εφαρμογή της μεθόδου χωρίς να συνεκτιμηθούν τα προαναφερθέντα θερμικά κέρδη οδηγεί σε υπερεκτίμηση των θερμικών αναγκών.
Οι τύποι στους οποίους βασίστηκαν οι υπολογισμοί των ετήσιων καταναλώσεων πετρελαίου είναι οι ακόλουθοι.

Η μηνιαία κατανάλωση ενέργειας για τη θέρμανση του κτιρίου, βάσει των βαθμοημερών θέρμανσης, μπορεί να προσδιορισθεί ως :

$$Q_{h,mo} = \frac{H}{n_h} DD_h(t_{bal}) \qquad (4.2)$$

Όπου (t_{bal}) θερμοκρασία ισορροπίας

(H) ο συνολικός συντελεστής θερμικών απωλειών του κτιρίου σε [W/K]

DDh(t_{bal}) οι βαθμοημέρες θέρμανσης, με βάση τη θερμοκρασία (t_{bal})

n_h ο βαθμός απόδοσης του συμβατικού συστήματος θέρμανσης

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση για θέρμανση υπολογίζεται, αθροίζοντας τις μηνιαίες καταναλώσεις:

$$Q_{h,yr} = \Sigma_{mo=1}^{j} Q_{h,mo} \qquad (4.3)$$

όπου j ο αριθμός μηνών της περιόδου θέρμανσης.

Οι καταναλώσεις καυσίμου που προέκυψαν για την κατοικίας της κάθε πόλης στις τέσσερεις κλιματολογικές ζώνες παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Η τιμή πετρελαίου θεωρήθηκε σταθερή και ίση με την τιμή του πετρελαίου κίνησης (1,4 €/ λίτρο), όπως θα ισχύσει από το έτος 2012.

Βαθμός απόδοσης του συστήματος θέρμανσης: λαμβάνεται n= 0,65 βάση της υπόδειξης της του ΚΕΝΑΚ, για διακοπτόμενη λειτουργία. Αναλυτικότερα αυτό προκύπτει σαν το γινόμενο του συντελεστή θερμικής απόδοσης του λέβητα-καυστήρα με τους μειωτικούς συντελεστές που συνεκτιμούν τις απώλειες του λέβητα-καυστήρα και του δικτύου διανομής και της υπερδιαστασιολόγησης του λέβητα.

Θερμογόνος Δύναμη Πετρελαίου [KWh/Lt] θ= 11,9

Πίνακας 4.16: Ετήσιο κόστος κατανάλωσης καυσίμου πετρελαίου.

Ζώνη	Πόλη	Απώλειες [W]	Min εξωτερική θερμ. [C]	Επιθυμητή θερμ [C]	H [W/K]	Βαθμοημέρες/ Έτος (Tbal=18C)	Κατανάλωση/ Έτος [W/D]	[KWh]	Πετρέλαιο [Lt]	Κόστος [Ευρώ]
Α	Ηράκλειο	5290	3	20	312	702	336070,59	8066	678	948 €
Β	Αθήνα	5835	1	20	307	947	447428,74	10738	902	1.263 €
Γ	Ξάνθη	8340	-8	20	298	1821	834458,24	20027	1683	2.356 €
Δ	Πτολεμαΐδα	9438	-12	20	295	2420	1098075,00	26354	2215	3.100 €

Στο συνολικό ετήσιο κόστος για την θέρμανση μιας κατοικίας, συμπεριλαμβάνεται και το κόστος συντήρησης του λέβητα Στην περίπτωση μίας απλής συντήρησης (καθαρισμός λέβητα) το κόστος είναι 50 €.

Πίνακας 4.17: Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο.

Ζώνη	Πόλη	Συνολικό κόστος με απλή συντήρηση / Έτος
Α	Ηράκλειο	998 €
Β	Αθήνα	1.313 €
Γ	Ξάνθη	2.406 €
Δ	Πτολεμαΐδα	3.150 €

4.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΧΡΗΣΗΣ – ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ

Για την πόλη της Αθήνας υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης καυστήρα φυσικού αερίου. Το φυσικό αέριο είναι το πιο καθαρό και λιγότερο ρυπογόνο συμβατικό καύσιμο. Το κόστος εγκατάστασης είναι ίδιο με αυτό του καυστήρα πετρελαίου και απαιτείται μικρότερος χώρος, καθώς το σύστημα δεν περιλαμβάνει δεξαμενή. Άλλα πλεονεκτήματα από τη χρήση του φυσικού αερίου είναι το μειωμένο κόστος συντήρησης συσκευών και η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής, τα οποία εξασφαλίζονται από τη καθαρή του καύση.

Το κόστος του φυσικού αερίου σύμφωνα με τιμολογιακή πολιτική της Εταιρείας Παροχής Αερίου Αττικής υπολογίζεται ως εξής:

ΤΙΜΗ Φ.Α.(€/kWh) = ΤΙΜΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ (€/kWh) x 82% (4.4)

Πίνακας 4.18: Συνολικό ετήσιο κόστος λειτουργίας συστήματος θέρμανσης με φυσικό αέριο.

Ζώνη	Πόλη	Ετήσιο κόστος
Β	Αθήνα	1.036 €

Παρατηρείται μείωση του κόστος κατά 277 €. Στην πράξη εκτιμάται ότι η διαφορά θα είναι μεγαλύτερη καθώς το σύστημα θέρμανσης με φυσικό αέριο λειτουργεί με ελαφρώς μεγαλύτερο βαθμό απόδοσης.

4.4 ΕΚΠΟΜΠΕΣ ΡΥΠΩΝ ΑΠΟ ΚΑΥΣΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΑΙ ΦΥΣΙΚΟΥ ΑΕΡΙΟΥ ΓΙΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

Πίνακας 4.19: Για να παραχθεί 1 kWh εκπέμπονται οι ακόλουθοι ρύποι.

Τύπος καυσίμου	Διοξείδιο του Άνθρακα gr	Διοξείδιο του Θείου gr	Μονοξείδιο του Άνθρακα gr	Μονοξείδιο του Αζώτου gr	Υδρογονάνθρακες gr	Σωματίδια gr
Πετρέλαιο θέρμανσης	249	0,056	0,045	0,189	0,015	0,023
Φυσικό Αέριο	177	0,000	0,022	0,137	0,005	0,007

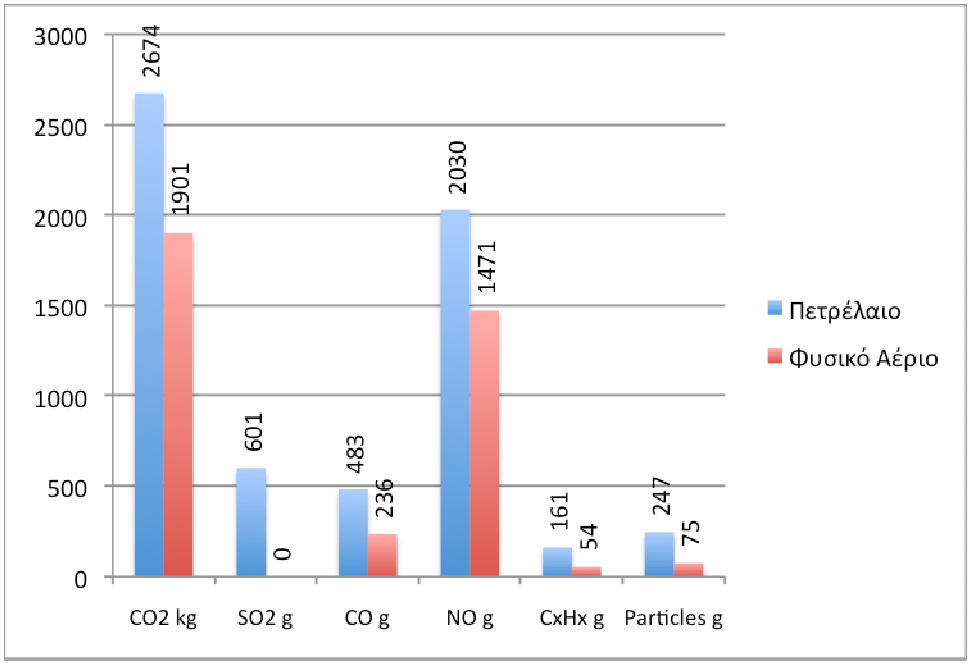
Εταιρεία Παροχής Αερίου Αττικής Α.Ε.

Πίνακας 4.20: Ετήσιες εκπομπές ρύπων συστήματος θέρμανσης πετρελαίου.

Ζώνη	Πόλη	[KWh]	Διοξείδιο Άνθρακα kg	Διοξείδιο του Θείου gr	Μονοξείδιο του Άνθρακα gr	Μονοξείδιο του Αζώτου gr	Υδρογονάνθρακες gr	Σωματίδια gr
Α	Ηράκλειο	8066	2.008	452	363	1524	121	186
Β	Αθήνα	10738	2.674	601	483	2030	161	247
Γ	Ξάνθη	20027	4.987	1122	901	3785	300	461
Δ	Πτολεμαΐδα	26354	6.627	1490	1198	5030	399	612

Πίνακας 4.21: Ετήσιες εκπομπές ρύπων συστήματος θέρμανσης με φυσικό αέριο.

Ζώνη	Πόλη	[KWh]	Διοξείδιο Άνθρακα kg	Διοξείδιο του Θείου gr	Μονοξείδιο του Άνθρακα gr	Μονοξείδιο του Αζώτου gr	Υδρογο-νάνθρακες gr	Σωματίδια gr
B	Αθήνα	10738	1900	0	236	1471	54	75



Διάγραμμα 4.1: Ετήσιες εκπομπές ρύπων από τη χρήση πετρελαίου και φυσικού αερίου για θέρμανση της κατοικίας μοντέλο στην Αθήνα.

4.5 ΣΥΝΟΨΗ 4^{ΟΥ} ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό δημιουργήθηκε μία κατοικία μοντέλο. Υπολογίστηκαν οι θερμικές απώλειες της κατοικίας στις τέσσερεις πόλεις Ηράκλειο, Αθήνα, Ξάνθη, Πτολεμαΐδα. Διαστασιολογήθηκε και κοστολογήθηκε ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης (λέβητα – καυστήρα) με θερμαντικά σώματα. Υπολογίστηκαν οι ετήσιες καταναλώσεις και δαπάνες σε καύσιμο και σε εκπομπές ρύπων. Για την Αθήνα υπολογίστηκε η μείωση στις δαπάνες καυσίμου και εκπομπών ρύπων από τη χρήση καυστήρα φυσικού αερίου.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΣΥΣΤΗΜΑ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μέση ετήσια ηλιοφάνεια το χρόνο στη χώρα μας είναι 3000 ώρες το χρόνο και η εγκατάσταση ενός $1m^2$ συλλέκτη μπορεί να εξοικονομήσει 500 -600 kW. Το μέσο κτίριο στην Ελλάδα καλύπτει τις ανάγκες του σε θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης με κάποιο λέβητα πετρελαίου ή φυσικού αερίου και τις υπόλοιπες ενεργειακές ανάγκες (π.χ. ψύξη) με ηλεκτρική ενέργεια. Για το λόγο αυτό θεωρείται σήμερα ότι ο κτιριακός τομέας συμβάλλει κατά πολύ στην υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η εξέλιξη της τεχνολογίας παρέχει πλέον μία πλειάδα επιλογών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μίας οικείας σε θέρμανση. Αυτό που δεν είναι ευρέως διαδεδομένο είναι ότι οι εφαρμογές αυτές είναι εύκολες στη χρήση, φιλικές προς το περιβάλλον και οικονομικά αποδοτικές.

Ως ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για θέρμανση χώρων και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης (Solar Combisystems) χαρακτηρίζονται τα συστήματα που προορίζονται να καλύψουν σε ετήσια βάση τις ανάγκες ενός κτιρίου σε θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης, χρησιμοποιώντας τον ήλιο ως κύρια πηγή ενέργειας και μια οποιαδήποτε άλλη πηγή ως βοηθητική για τις περιόδους που ο ήλιος δεν μπορεί να καλύψει το σύνολο του ενεργειακού φορτίου.

Στο κεφάλαιο αυτό θα μελετήσουμε ένα τέτοιο σύστημα από τεχνικής, οικονομικής και περιβαλλοντικής πλευράς, στην κατοικία που παρουσιάστηκε στο 4 κεφάλαιο, στις πόλεις που έχουν επιλεχθεί στις τέσσερεις κλιματολογικές ζώνες της χώρας.

5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Τα ηλιοθερμικά συστήματα συνδυασμένης λειτουργίας για παραγωγή ΖΝΧ και θέρμανση χώρων μπορούν να καλύψουν σε ετήσια βάση από 10% - 50% τις ανάγκες μιας κατοικίας σε θέρμανση και σε ζεστό νερό χρήσης, ανάλογα με το μέγεθος της συλλεκτικής επιφάνειας που θα εγκατασταθεί, τον όγκο του θερμοδοχείου, τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής και τα χαρακτηριστικά της κατοικίας (μέγεθος, ποιότητα μόνωσης, θερμικές ανάγκες). (www.cea.org.cy) Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών, είναι το ότι μπορούν

να εγκατασταθούν τόσο σε νέες όσο και σε υπάρχουσες κατοικίες χωρίς ιδιαίτερες μετατροπές.

Τα κύρια τμήματα ενός τέτοιου συστήματος είναι:

- το κύκλωμα των ηλιακών συλλεκτών (παραγωγή ενέργειας)
- το θερμοδοχείο αδρανείας (αποθήκευση ενέργειας)
- ένα συμπληρωματικό σύστημα ενέργειας (ηλεκτρικός λέβητας, λέβητας πετρελαίου, λέβητας βιομάζας, αντλία θερμότητας)
- ένα σύστημα θέρμανσης (θερμαντικά σώματα, ενδοδαπέδια, fan coils)
- ένα σύστημα ελέγχου

Η αρχή λειτουργίας ενός τέτοιου συστήματος είναι ιδιαίτερα απλή και παρόμοια με αυτή ενός κεντρικού συστήματος ηλιακών για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης. Όπως περιγράφεται και στο τρίτο κεφάλαιο, η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται στους ηλιακούς συλλέκτες, μετατρέπεται σε θερμική και μεταφέρεται σε ένα ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για το σκοπό αυτό θερμοδοχείο, όπου θερμαίνει το νερό της κεντρικής θέρμανσης.

Εάν η ηλιακή ενέργεια δεν επαρκεί, τότε μόνο τίθεται σε λειτουργία ο λέβητας και συμπληρώνει την απαιτούμενη ενέργεια.

Ένα από τα βασικά στοιχεία ενός σωστού συστήματος ηλιακής θέρμανσης είναι το θερμοδοχείο, το οποίο αποτελεί την "καρδιά" του συστήματος και πρέπει να είναι ειδικά μελετημένο και κατασκευασμένο για τον σκοπό αυτό. Το θερμοδοχείο θα πρέπει να είναι καλά μονωμένο και κυρίως να βοηθά στην διαστρωμάτωση της θερμοκρασίας του νερού στο εσωτερικό του.

Η διαστρωμάτωση του δοχείου έχει ως αποτέλεσμα την μέγιστη απόδοση του συστήματος, τον περιορισμό των θερμικών απωλειών και την μέγιστη συλλογή ενέργειας από τους ηλιακούς συλλέκτες.

Ένα θερμοδοχείο αποτελείται από δυο ξεχωριστά δοχεία το ένα μέσα στο άλλο (tank in tank). Στο εξωτερικό δοχείο, δοχείο αδρανείας, κυκλοφορεί το νερό του συστήματος της κεντρικής θέρμανσης. Στο εσωτερικό του δοχείου αδρανείας υπάρχει ένα δεύτερο δοχείο, το δοχείο ζεστού νερού χρήσης, το οποίο είναι επεξεργασμένο με το υψηλής τεχνολογίας υλικό, ώστε να το καθιστά κατάλληλο για πόσιμο νερό. Στο εσωτερικό του δοχείου αδρανείας βρίσκεται εμβαπτισμένος ένας σταθερός εναλλάκτης για σύνδεση του δοχείου με τους ηλιακούς συλλέκτες. Τα θερμοδοχεία διαθέτουν ισχυρή μόνωση από συνήθως από σκληρή πολυουρεθάνη για την ελαχιστοποίηση των θερμικών απωλειών.

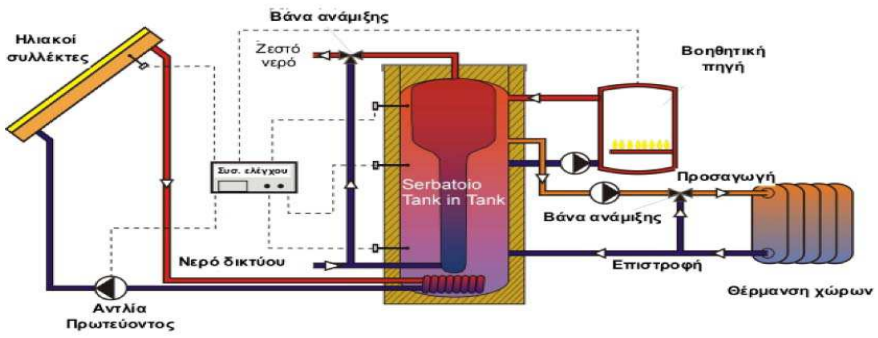
Το εσωτερικό δοχείο του ζεστού νερού χρήσης είναι εξοπλισμένο με ηλεκτρονικό σύστημα ανοδικής προστασίας με ανόδιο τιτανίου. Το σύστημα αυτό εξασφαλίζει την προστασία του δοχείου από διάβρωση, δεν χρειάζεται καμία συντήρηση, είναι απολύτως αδιάβρωτο, αποδοτικό και χαρακτηρίζεται από μικρή κατανάλωση ρεύματος.

Η μεταφορά του ζεστού νερού από τους συλλέκτες στο θερμοδοχείο γίνεται μέσω ενός προσυναρμολογημένου ηλιακού σταθμού, που περιλαμβάνει όλα τα απαραίτητα υδραυλικά εξαρτήματα για την σωστή και ασφαλή λειτουργία του κλειστού κυκλώματος και επιτρέπει την ακριβή ρύθμιση της παροχής, την πλήρωση και εκκένωση του συστήματος από το λεβητοστάσιο και τον ασφαλή εξαερισμό.

Ιδιαίτερα τους καλοκαιρινούς μήνες είναι πιθανό η θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης στο εσωτερικό δοχείο να φτάσει σε τόσο υψηλές τιμές ώστε η άμεση χρήση του να είναι επικίνδυνη για την πρόκληση εγκαυμάτων. Για το λόγο αυτό απαιτείται η χρήση της ειδικής θερμοστατικής βαλβίδας ανάμιξης MMV-SOLAR, η οποία είναι ειδικά σχεδιασμένη για ηλιακά συστήματα με μεγάλες παροχές και υψηλές θερμοκρασίες νερού. Εξασφαλίζει σταθερή θερμοκρασία του ζεστού νερού χρήσης στο σημείο εξόδου της, η οποία μπορεί να ρυθμιστεί από 30 έως 60 ^{o}C, για προστασία του τελικού χρήστη.

Ο ψηφιακός ελεγκτής αποτελεί τον εγκέφαλο του συστήματος. Ελέγχει το κύκλωμα της θέρμανσης με τρίοδο βάνα προοδευτικής λειτουργίας και το κύκλωμα του ζεστού νερού χρήσης. Ελέγχει επίσης και τις δυο πηγές ενέργειας: τον λέβητα και τα ηλιακά. Εφόσον υπάρχει διαθέσιμη ηλιακή ενέργεια, ο ελεγκτής φορτίζει το δοχείο ζεστού νερού χρήσης και το θερμοδοχείο που χρησιμοποιείται για το κύκλωμα θέρμανσης.(Γαβριελάτος 2011)

Εάν δεν υπάρχει αρκετή διαθέσιμη ενέργεια από τον ήλιο, τότε ο λέβητας παράγει ζεστό νερό για το κύκλωμα θέρμανσης και το ζεστό νερό χρήσης.



Εικόνα 5.1Επεξηγηματικό διάγραμμα συστήματος solar combi για τη θέρμανση χώρων και ΖΝΧ (**www.cres.gr)**

- **Σε ποιες περιπτώσεις απαιτούνται επιπλέον ενέργειες**

  Τα παλιά, χωρίς μόνωση κτίρια, με θερμαντικά σώματα που λειτουργούν σε θερμοκρασίες 90/70/20°C (ΔΤ=60°C) είναι ακατάλληλα για εφαρμογές ηλιακής θέρμανσης, αφού η πολύ υψηλή θερμοκρασία επιστροφών καταστρέφει τη διαστρωμάτωση του θερμοδοχείου και δημιουργεί πολύ κακές συνθήκες λειτουργίας των συλλεκτών (μεγάλη θερμοκρασία προσαγωγής στους συλλέκτες και άρα μικρή απόδοση). Για να τοποθετηθεί ηλιοθερμικό σύστημα σε τέτοιο κτίριο θα πρέπει πρώτα να προηγηθεί μια σοβαρή ενεργειακή αναβάθμιση στο κέλυφος του κτιρίου. Με την τοποθέτηση πολύ καλών μονώσεων σε όλες τις εξωτερικές επιφάνειες θα μειωθούν οι ενεργειακές ανάγκες του κτιρίου και τα εγκατεστημένα σώματα θα είναι πλέον υπερδιαστασιολογημένα σε σχέση με τις νέες απαιτήσεις.

  Με καλή ρύθμιση των κυκλωμάτων και προσθήκη μερικών απαραίτητων αυτοματισμών (όπως είναι τρίοδος ή τετράοδος βάνα. αντιστάθμιση βάση εξωτερικής θερμοκρασίας, διακόπτες με θερμοστατική κεφαλή κλπ.) θα μπορεί πλέον το κτίριο να λειτουργεί σε μέσες θερμοκρασίες. (Γαβριελάτος 2011)

5.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥ ΑΚΟΛΟΥΘΗΘΗΚΕ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟ ΤΗΣ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΒΟΗΘΗΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ

Η πρόβλεψη της απόδοσης του ηλιακού συλλέκτη απαιτεί τον υπολογισμό της ηλιακής ενέργειας που απορροφάται από την μαύρη, απορροφητική επιφάνεια του συλλέκτη.

- **Υπολογισμός ηλιακής ακτινοβολίας σε κεκλιμένες επιφάνειες**

  Η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένες επιφάνειες με σταθερό ή τυχαίο προσανατολισμό υπολογίζεται με θεωρητικά και εμπειρικά μοντέλα που έχουν αναπτυχθεί και βασίζονται κυρίως σε μετρήσεις της ηλιακής ακτινοβολίας στο οριζόντιο επίπεδο της υπό μελέτη περιοχής. Στα μοντέλα αυτά συνυπολογίζονται και γεωμετρικοί παράγοντες που σχετίζονται με την τροχιά του ήλιου, την περιοχή και την εποχή του χρόνου.

  Η ηλιακή ακτινοβολία που προσπίπτει σε μια επιφάνεια είναι συνάρτηση της κλίσης της επιφάνειας, του προσανατολισμού της και της περιοχής εγκατάστασης (γεωγραφικό πλάτος και μήκος). Σημαντική επίσης παράμετρος είναι η καθαρότητα του ορίζοντα και τα τυχόν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια που υπάρχουν γύρω από την επιφάνεια πρόσπτωσης.

- **Επιφάνειες με Νότιο Προσανατολισμό**

  Η μέση ολική μηνιαία ΗΤ ηλιακή ακτινοβολία (kWh/(m2.mo)) σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο υπολογισμό, υπολογίζεται βάση του ισοτροπικού μοντέλου των Liu, Jordan & Klein

από την ακόλουθη σχέση:

$$\bar{H}_T = (\bar{H} - \bar{H}_d)\bar{R}_b + 0{,}5\bar{H}_d(1+\cos\beta) + 0{,}5\rho\bar{H}(1-\cos\beta) \quad (5.6)$$

όπου,

ρ: είναι η ανακλαστικότητα του εδάφους και θεωρήθηκε ίση με 0,15.

β: είναι η κλίση της επιφάνειας.

HT: είναι η μέση μηνιαία ολικά ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή.

Hd: είναι η μέση μηνιαία διάχυτη ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο για την υπό μελέτη περιοχή.

Rb: είναι μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας για νότιο προσανατολισμό (αζιμούθιο γ=0).

Ο μέσος μηνιαίος γεωμετρικός παράγοντας Rb, που είναι ο λόγος της άμεσης ακτινοβολίας στο κεκλιμένο επίπεδο προς την άμεση ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο, υπολογίζεται από την ακόλουθη σχέση:

$$\frac{\bar{H}_d}{\bar{H}_T} = 0{,}755 + 0{,}00653(\omega_{ss} - 90) - [0{,}505 + 0{,}004555(\omega_{ss} - 90)]\cos(115\bar{k}_t - 103) \quad (5.7)$$

όπου,

Ωss: είναι η ωριαία γωνιά δύσης της κεκλιμένης επιφάνειας για τη μέση αντιπροσωπευτική ημέρα του μηνά στην υπό μελέτη περιοχή και υπολογίζεται από την σχέση:

$$\omega_{ss=\min}\{\cos^{-1}(-\tan(\varphi)\tan(\delta)), \cos^{-1}(\tan(\varphi-\beta)\tan(d=\delta))\} \quad (5.8)$$

όπου,

φ: είναι το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

δ: είναι η ηλιακή απόκλιση την μέση αντιπροσωπευτική μέρα του μήνα $\delta = 23{,}45 \times \sin[360\frac{D+284}{365}]$ με τον αριθμό της ημέρας.

β: είναι η κλίση της επιφάνειας.

Με την εφαρμογή των πιο πάνω σχέσεων υπολογίζεται η μέση μηνιαία ηλιακή ακτινοβολία σε κεκλιμένο επίπεδο με νότιο προσανατολισμό, για διάφορες κλίσεις β επιφανειών. Οι τιμές αυτές αναφέρονται σε καθαρό ορίζοντα χωρίς εμπόδια. Σε περίπτωση που στο νότο υπάρχουν φυσικά ή τεχνητά εμπόδια η προσπίπτουσα ακτινοβολία μειώνεται. (Τ.Ο.Τ.Ε. 2010)

- **Η Μέθοδος Σχεδιασμού Ηλιακών Συστημάτων καμπυλών f**

  Η πλέον διαδεδομένη απλή μέθοδος προσομοίωσης θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι η μέθοδος των καμπυλών-f (ή f-chart) και εφαρμόζεται κατά κύριο λόγο σε συστήματα θέρμανσης χώρων ή/και παραγωγής θερμού νερού με επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες. Η μέθοδος των καμπυλών-f αναπτύχθηκε αρχικά ως τμήμα της διατριβής του Dr. Sanford Klein: "A Design Procedure for Solar Heating Systems" (1976) και έχει προκύψει από το συσχετισμό της θερμικής απόδοσης πολλών εκατοντάδων λεπτομερών εξομοιώσεων συστημάτων ηλιακής θέρμανσης χρησιμοποιώντας το T.R.N.S.Y.S. (ολοκληρωμένο και επεκτάσιμο περιβάλλον για δυναμική προσομοίωση θερμικών ηλιακών συστημάτων).

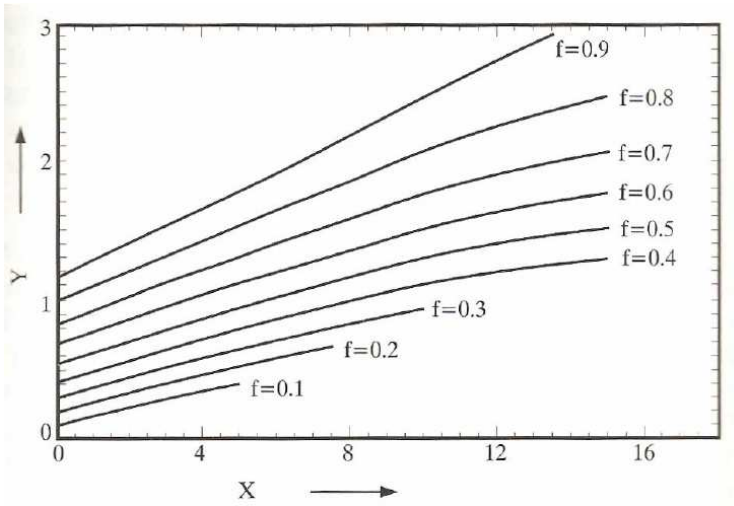
  Άλλες προσεγγιστικές μέθοδοι υπολογισμού που επεκτείνονται και σε άλλα πεδία εφαρμογής των θερμικών ηλιακών συστημάτων, είναι η μέθοδος των καμπυλών- Φ (Φ -chart) και των καμπυλών Φ -f (Φ ,f-chart).

- **Βασικές εξισώσεις**

  Ένα θερμικό ηλιακό σύστημα καλύπτει συνήθως μόνο ένα ποσοστό του συνολικού θερμικού φορτίου, L. Το ποσοστό αυτό ονομάζεται κάλυψη και εκλέγεται βάσει οικονομικών κριτηρίων. Με τη μέθοδο των καμπυλών-f προσδιορίζεται για κάθε μήνα του έτους η κάλυψη που παρέχεται από το ηλιακό σύστημα με επιφάνεια συλλεκτών, A_c . Επίσης, είναι δυνατός ο υπολογισμός της απαραίτητης επιφάνειας των συλλεκτών, Ac, που θα πρέπει να διαθέτει το ηλιακό σύστημα για να καλύψει συγκεκριμένο επιθυμητό ποσοστό του ολικού θερμικού φορτίου (ζεστό νερό -θέρμανση).

  Το μηνιαίο ποσοστό κάλυψης του φορτίου, f , προκύπτει ως συνάρτηση δύο αδιάστατων παραμέτρων X και Y . Η φυσική υπόσταση των παραμέτρων αυτών σχετίζεται για την μεν πρώτη (X) με το πηλίκο των θερμικών απωλειών του συλλέκτη προς το θερμικό φορτίο του μήνα και για τη δεύτερη (Y) με το πηλίκο της ενέργειας που απορροφάται από το συλλέκτη προς το θερμικό φορτίο του μήνα ενώ, η σχέση των f , X , Y υπό μορφή εξισώσεως, είναι:

$$f(X,Y) = 1.029 \cdot Y - 0.065 \cdot X - 0.245 \cdot Y^2 + 0.0018 \cdot X^2 + 0.0215 \cdot Y^3 \qquad (5.9)$$



Διάγραμμα 5.1: Τυπικό διάγραμμα καμπυλών-f

Οι δύο αδιάστατες παράμετροι X , Y δίδονται από:

$$X = \frac{A_{συλλέκτη} \times F_r \times U_T \times (T_{ref} - T_{αέρα}) \times \Delta\tau}{L} \quad (5.10)$$

$$Y = \frac{A_{συλλέκτη} \times F_r \times (\tau\alpha) \times \mathrm{H} \times \mathrm{N}}{L} \quad (5.11)$$

με

$A_{συλλέκτη}$= εμβαδό συλλέκτη

$F_{r'}/F_r$ = διορθωτικός συντελεστής συλλέκτη – εναλλάκτη

F_r x U_T = χαρακτηριστικό μέγεθος που προκύπτει από τις δοκιμές του συλλέκτη

Fr (τα)n = χαρακτηριστικό μέγεθος που προκύπτει από τις δοκιμές του συλλέκτη

T_{ref} =θερμοκρασία αναφοράς, ίση με 100 ^oC

$T_{αέρα}$ = θερμοκρασία αέρα (^oC)

Δ_τ = ένας μήνας σε δευτερόλεπτα

L = μηνιαίο θερμικό φορτίο (J)

$\bar{H}_T$ = μηνιαία, μέση ημερήσια ηλιακή ενέργεια που προσπίπτει στο επίπεδο συλλογής (J/m^2)

N= αριθμός ημερών μέσα στο μήνα

($\overline{\tau\alpha}$) = μέσο μηνιαίο γινόμενο διαπερατότητας x απορροφητικότητα.

($\tau\alpha_n$) = γινόμενο διαπερατότητα x απορροφητικότητα σε κάθετη πρόσπτωση.

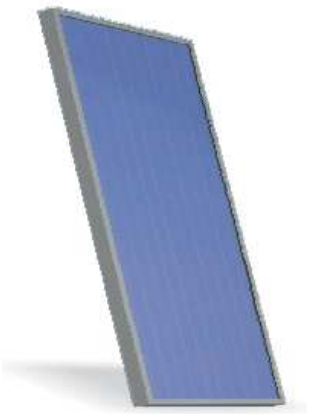
Τέλος, μία πολύ σημαντική ποσότητα είναι το ετήσιο ποσοστό κάλυψης του φορτίου, F , που προκύπτει από το άθροισμα των μηνιαίων ενεργειακών συνεισφορών σε όλους τους μήνες του έτους διαιρεμένο με το ετήσιο ολικό φορτίο:

$$F = \frac{\sum_{i=0}^{i=12} f_i L_i}{\sum_{i=0}^{i=12} L_i} \qquad (5.12)$$

Για τον υπολογισμό της βέλτιστης οικονομικά επιφάνειας συλλεκτών υπολογίζεται το ετήσιο ποσοστό κάλυψης, F , που αντιστοιχεί σε διάφορες τιμές της επιφάνειας των συλλεκτών και χαράσσεται η αντίστοιχη καμπύλη. Η καμπύλη αυτή σε συνδυασμό με οικονομικοτεχνικές αναλύσεις μας οδηγεί στην πλέον αποδεκτή λύση.

5.3 ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Η επιλογή του συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης έγινε από την εταιρεία HELIONAL. Οι συλλέκτες οι οποίοι επιλέχθηκαν είναι επιλεκτικοί συλλέκτες από χαλκό με επιστρώσεις οξειδίων τιτανίου. Τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά είναι τα εξής:



Εικόνα 5.2:Επιλεκτικός ηλιακός συλλέκτης FPS 2.0 Ultrasonic Welded (Helional)

Πίνακας 5.1: Τεχνικά στοιχεία συλλέκτη.

Συλλέκτης	Απορροφητής
Βάρος: 42,5 kg **Διαστάσεις:** 2000x1000x100 mm **Εμβαδόν:** 1,98m^2 **Εμβαδόν παραθύρου:** 1,78m^2 **Εμβαδόν απορροφητή:** 1,81m^2 **Αριθμός καλυμμάτων:** 1 **Υλικό καλύμματος:** Mistlite tempered Glass **Διαπερατότητα καλύμματος:** 95% **Πάχος καλύμματος:** 4mm **Διαστάσεις καλύμματος:** 1960x960mm **Αριθμός σωληνών:** 12 **Διάμετρος σωληνών:** - Κύριες σωλήνες: **0** 22 - Κάθετες: 0 10 **Απόσταση μεταξύ σωληνών:** 93mm **Υγρό μεταφοράς θερμότητας:** Μείγμα νερού με μονοαιθυλενογλυκόλη	**Υλικό:** Χαλκός με επίστρωση οξειδίων τιτανίου **Επιφάνεια:** Επιλεκτική **Πάχος:** 0,2mm **Εμβαδόν:** 1,81m^2 **Εκπομπή:** 5% **Απορρόφηση:** 95% **Σύνδεση μεταξύ των σωληνών:** Υψίσυχνη μοριακή συγκόληση Ultrasonic Welding
	Πλαίσιο
	Υλικό: Αλουμίνιο **Διαστάσεις:** 1992x996x98 mm **Διαστάσεις παραθύρου:** 1919 x 925mm **Στεγανοποίηση:** Διπλό EPDM
	Περιορισμοί
Μόνωση	**Μέγ. θερμ. λειτουργείας:** 150°C **Μέγ. πίεση λειτουργείας:** 8 atm **Μέγιστη και ελάχιστη γωνία κλίσης:** - Μέγιστη: 90° - Ελάχιστη: 0°
Θερμική αγωγιμότητα: 0,03kcal/m h °C **Υλικό**: Πετροβάμβακας **Πάχος πλευρικής μόνωσης:** 30 mm **Πάχος μόνωσης πλάτης:** 40 mm	

Τα υπόλοιπα εξαρτήματα του συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης:

- **Συγκρότημα κυκλοφορητή (Pumpstation) με ηλεκτρονικό διαφορικό θερμοστάτη TDC5**

  Προσυναρμολογημένο και ελεγμένο συγκρότημα ελέγχου λειτουργίας του συστήματος.

Εικόνα 5.3: Regusol EL με ηλεκτρονικό διαφορικό θερμοστάτη TDC5 (Helional)

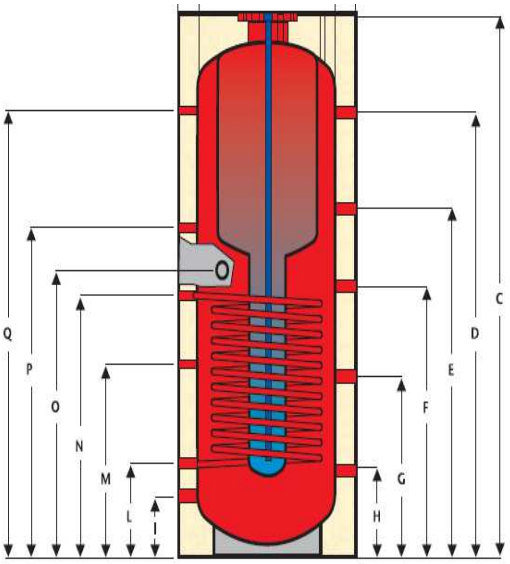
Περιλαμβάνει:

- Κυκλοφορητή
- Ηλεκτρονικό διαφορικό θερμοστάτη **TDC5**
- 2 διακόπτες Ball valve
- 2 ανεπίστροφες βαλβίδες
- 2 θερμόμετρα
- Ροόμετρο ρυθμιστικό 2 - 15lt/min.
- Παροχή πλήρωσης – εκκένωσης
- Βαλβίδα ασφαλείας 6 bar
- Απαερωτής – εξαεριστικό
- Παροχή 3/4" σύνδεσης δοχείου διαστολής
- Αποσταση μεταξυ σωληνωσεων 100 mm
- Θερμοκρασια λειτουργιας 120°C
- Μεγιστη θερμοκρασια λειτουργιας 160°C

- **Δοχείο θέρμανσης & αποθήκευσης**

Η σειρά TT Combi αποτελείται από ειδικά σχεδιασμένα και κατασκευασμένα boilers τα οποία είναι δοχεία αδρανείας με ενσωματωμένο δοχείο παραγωγής ζεστού νερού (tank in tank) και σταθερό σωληνωτό εναλλάκτη θερμότητας. Το ενσωματωμένο και εμβαπτιζόμενο δοχείο παραγωγής ζεστού νερού φέρει διπλής επίστρωσης υαλόκραμα στους 860 ºC σύμφωνα με DIN4753.Τα δοχεία TT Combi φέρουν ισχυρή μόνωση πολυουρεθάνης πάχους 100mm καθώς και ράβδο μαγνησίου για ανοδική προστασία.

Εικόνα 5.3 : Δοχείο αδράνειας (Helional)



A Εξωτερική διάμετρος
B Εσωτερική διάμετρος
C Ύψος
D Εισαγωγή κυκλώματος θέρμανσης
E Εισαγωγή λέβητα
F Επιστροφή λέβητα
G Επιστροφή κυκλώματος θέρμανσης
H Πλήρωση
I Εκκένωση
L Επιστροφή ηλιακού
M Υποδοχή αισθητήριου ηλιακού
N Εισαγωγή ηλιακού
O Υποδοχή ηλεκτρικής αντίστασης
P Υποδοχή αισθητηρίου
Q Υποδοχή αισθητηρίου θέρμανσης

Εικόνα 5.4: Περιγραφή δοχείου αδράνειας (Helional)

Περιορισμοί λειτουργίας

Μέγιστη πίεση λειτουργίας: 6 bar

Μέγιστη πίεση λειτουργίας κυκλώματος θέρμανσης: 3 bar

Μέγιστη θερμοκρασία νερού χρήσης: 70°C

Μέγιστη θερμοκρασία κυκλώματος θέρμανσης: 95°C

- **Εξαρτήματα**

Εικόνα 5.5: Ηλεκτρονικός διαφορικός θερμοστάτης TDC5 (Helional)

Ηλεκτρονικός διαφορικός θερμοστάτης

- Έλεγχος λειτουργίας 15 προρυθμιζόμενων συστημάτων
- Αντιπαγωτική προστασία Αντιθερμική προστασία
- Antibiock προστασία
- Antiiegioneiia προστασία
- Εύρος λειτουργίας από -40°C έως 300°C
- Έλεγχος λειτουργίας λέβητα για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης
- Έλεγχος λειτουργίας λέβητα για θέρμανση χώρου
- Έλεγχος λειτουργίας εξωτερικού εναλλάκτη θερμότητας.

Σταυρός Ορειχάλκινος συλλεκτών

- Ενσωματωμένο ρακόρ μηχ. σύσφιξης
- Υποδοχή κυαθίου
- Υποδοχή αυτ. Εξαεριστικού

Εικόνα 5.6: Σταυρός Ορειχάλκινος συλλεκτών (Helional)

Δοχείο διαστολής ηλιακού κυκλώματος

- Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας 120° C
- Μέγιστη πίεση λειτουργίας 10 bar

Εικόνα 5.7: Δοχείο διαστολής ηλιακού κυκλώματος (Helional)

Αντιψυκτικό υγρό

- Μονοαιθυλενογλυκόλη
- Πυκνότητα 1,1gr/cm^3

Εικόνα 5.8: Αντιψυκτικό υγρό (Helional)

Βαλβίδα ασφαλείας 6 bar

- Μανόμετρο 0-10 bar
- Ενσωματωμένος διακόπτης Εκκένωση

Εικόνα 5.9: Βαλβίδα ασφαλείας (Helional)

CALEFFI solar

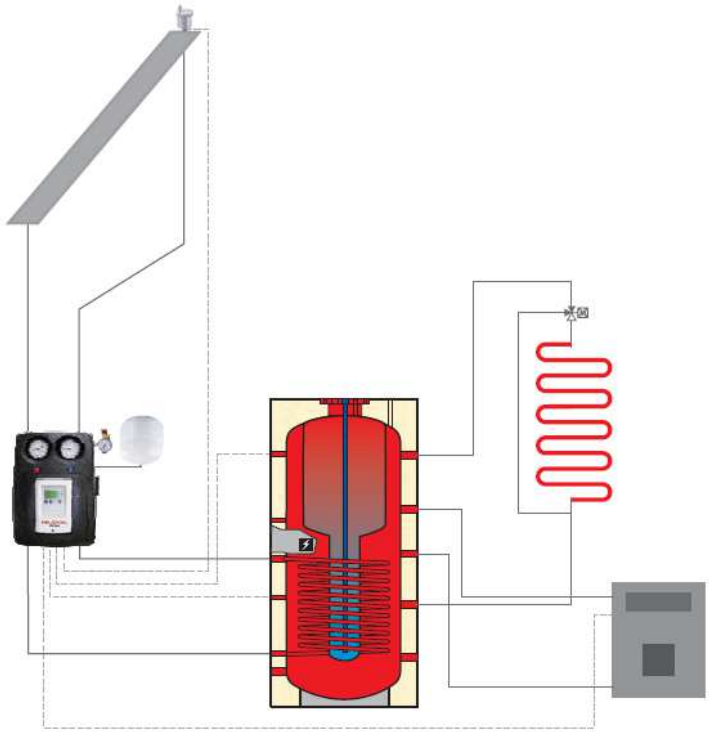
- Διατομή 3/8"
- Pmax- 10 bar
- Θερμοκρασία Λειτουργίας -30Τ +200Τ

Εικόνα 5.10: CALEFFI solar (Helional)

Βάση στήριξης συλλεκτών

- Γαλβανιζέ εν θερμώ
- Κεραμοσκεπής
- Επίπεδης οροφής

Εικόνα 5.11: Βάση στήριξης συλλεκτών (Helional)



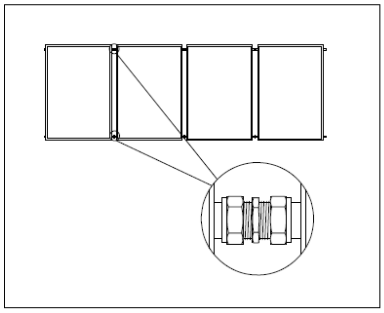
Εικόνα 5.12: Υπόδειγμα σύνδεσης εξαρτημάτων συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης με ηλιακούς συλλέκτες.

Πίνακας 5.2: Μεταβολές εξαρτημάτων και κόστους συστήματος ανάλογα με το εμβαδό εγκατάστασης συλλεκτών

Συλλέκτες	**5x2,00 m²**	**6x2,00 m²**	**8x2,00 m²**	**10x2,00 m²**	**12x2,00 m²**
Δοχείο Αδράνειας	500 lt	800 lt	1000 lt	1500 lt	2000 lt
Δοχείο Διαστολής (κλειστό κύκλωμα ηλιακού)	35 lt	35 lt	50lt	100 lt	100lt
Κόστος (αγορά και εγκατάστασης)	4468€	5249€	6062€	7792€	8936€

Το συνολικό κόστος υπολογίστηκε, σαν το κόστος αγοράς προσαυξημένο κατά 15% (+ 15% κόστος εγκατάστασης)

Εκτός από τα εξαρτήματα που αναφέρονται στον πίνακα 5.1 ανάλογα με το εμβαδό των συλλεκτών που θα εγκατασταθεί, μεταβάλλεται και ο αριθμός κάποιων δευτερευόντων εξαρτημάτων, απαραίτητων για την συνδεσμολογία του συστήματος. Μερικά από αυτά είναι, εξαεριστικό ηλιακών, ορειχάλκινος σταυρός συλλεκτών, ορειχάλκινο ρακόρ (σύνδεσμος συλλεκτών), βάσεις στήριξης συλλεκτών.



Εικόνα 5.13: Ρακόρ (SOLE S.A Εγχειρίδιο εγκατάστασης)

Η εγκατάσταση του συστήματος υποβοήθησης στη κατοικία μοντέλο απαιτεί τις παρακάτω προϋποθέσεις και προφυλάξεις:

Η εγκατάσταση επιτρέπεται μόνο σε σκεπές και κατασκευές με επαρκή φέρουσα ικανότητα. Ένα τετραγωνικό οπλισμένου σκυροδέματος μπορεί να αντέξει 70 kgr. Το κτίριο μοντέλο θεωρείται ότι στατικά είναι ικανό να αντέξει και τα πέντε διαφορετικά εμβαδά Στις περιπτώσεις που το κτίριο βρίσκεσαι σε περιοχή με εξαιρετικά μεγάλα φορτία ανέμου ή χιονιού (Δ ζώνη), πρέπει ολόκληρο το σύστημα να ελεγχθεί στατικά από εξειδικευμένο πρόσωπο (π.χ. ειδικό μηχανικό) πιθανόν να απαιτούνται ενισχύσεις ή ανθεκτικότερες βάσεις στήριξης. Εξαιτίας πιθανής εμφάνισης τυρβωδών στρωμάτων αέρα γύρω από το κτίριο εγκατάστασης και των συνεπαγόμενων αυξημένων φορτίων ανέμου, δεν επιτρέπεται η μείωση κάτω από το όριο των ακόλουθων αποστάσεων του πεδίου συλλεκτών από την περίμετρο του κτιρίου εγκατάστασης:

- 1,5 m από τη μακριά πλευρά του κτιρίου
- 1,5 m από τη στενή πλευρά του κτιρίου

(SOLE S.A. εγχειρίδιο εγκατάστασης)

Εάν υπάρχει αντικεραυνική εγκατάσταση στην κατοικία εγκατάστασης είναι σημαντικό να συμπεριληφθούν και οι ηλιακοί συλλέκτες Η γείωση μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω του κύριου αγωγού διάταξης εξισορρόπησης δυναμικού ή εναλλακτικά μέσω ράβδου γείωσης. Πρέπει να προβλεφτεί οι οπές αερισμού και εξαέρωσης στο περίβλημα συλλεκτών να προστατεύονται από ακαθαρσίες (π.χ. είσοδος σκόνης κτλ.) και δεν επιτρέπεται να σφραγίζονται κατά την εγκατάσταση. (SOLE S.A. εγχειρίδιο εγκατάστασης)

Αναφορικά με την προσανατολισμό των ηλιακών συλλεκτών επιδιώκεται να είναι νότιος και να μην επισκιάζονται κατά την διάρκεια της ημέρας. Η βέλτιστη γωνία υπολογίζεται με την χρήση τύπων και είναι σημαντικό μέρος της μελέτης. Εμπειρικά μπορεί κάποιος να

υπολογίζει την κλίση των συλλεκτών σύμφωνα με το γεωγραφικό πλάτος που βρίσκεται το κτίριο εγκατάστασης.

Για χρήση των συλλεκτών όλο το χρόνο ενδεικτικά η κλίση πρέπει να είναι:

- ίση με το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (πχ. Για την Αθήνα το γεωγραφικό πλάτος είναι 37°)

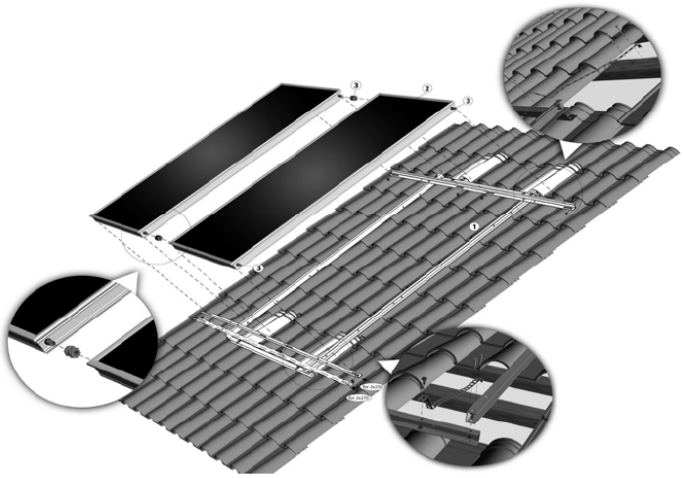
Για χρήση τους χειμερινούς μήνες

- κλίση συλλεκτών = γεωγραφικό πλάτος της περιοχής + 15°

Για χρήση τους καλοκαιρινούς μήνες

- κλίση συλλεκτών = γεωγραφικό πλάτος της περιοχής – 15°

(www.cea.org.cy)

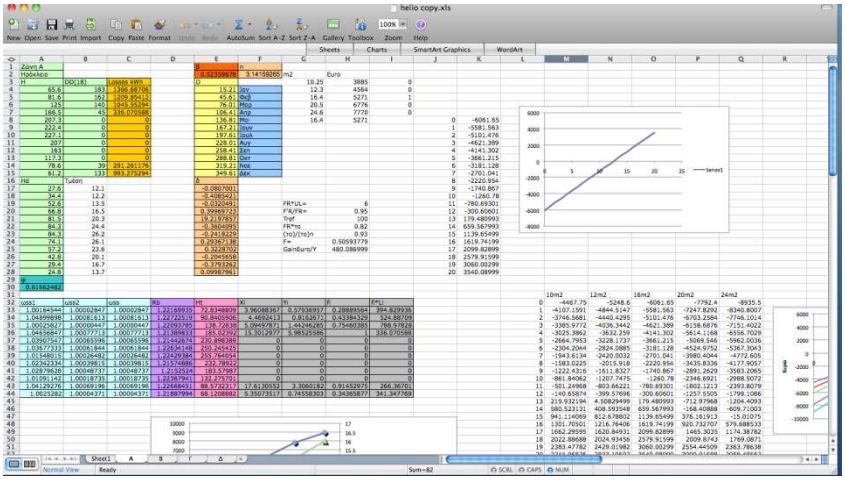


Εικόνα 5.14: Εγκατάσταση ηλιακών συλλεκτών απευθείας σε κεραμοσκεπή (SOLE S.A. εγχειρίδιο εγκατάστασης)

5.4 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ

Προκειμενού να εφαρμοστει η μέθοδος f chart για τις τέσσερις πόλεις που είχαν επιλεγεί, δημιουργήθηκε υπολογιστικό φύλλο στο excel. Στο φύλλο αυτό εισήχθησαν δεδομένα (βαθμοημέρες θέρμανσης, μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες, μέσες μηνιαίες ολικές και διάχυτες ακτινοβολίες στο οριζόντια επίπεδο, γεωγραφικά πλάτη) από την τεχνική οδηγία του Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010 για την κάθε πόλη. Οι σχετικοί πίνακες με τα δεδομένα βρίσκονται στο παράρτημα Α. Επίσης εισήχθησαν δεδομένα σχετικά με τις διαστάσεις και το κόστος των συστημάτων υποβοήθησης θέρμασνης με ηλιακούς συλλέκτες, καθώς και σχετικά με το

κόστος λειτουργίας του συμβατικού συστήματος θέρμανσης με βάση τις εκτιμόμενες ετήσιες απώλειες.



Εικόνα 5.15: Υπολογιστικό φύλλο για την Α κλιματολογική ζώνη

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζοντα και σχολιάζονται στα διαγράμματα του 6ου κεφαλαίου.

5.5 ΣΥΝΟΨΗ 5ΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήθηκε το ηλεκτρομηχανολογικό σύστημα που επιλέχθηκε να εγκατασταθεί στην κατοικία μοντέλο ως σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης. Παρουσιάστηκε ο τρόπος λειτουργίας του θερμαντικού συστήματος με ηλιακούς συλλέκτες και αναλυτικά τα τεχνικά χαρακτηριστικά των εξαρτημάτων από τα οποία αποτελείται. Κοστολογήθηκε το σύστημα ανάλογα με τα τετραγωνικά εγκατάστασης του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

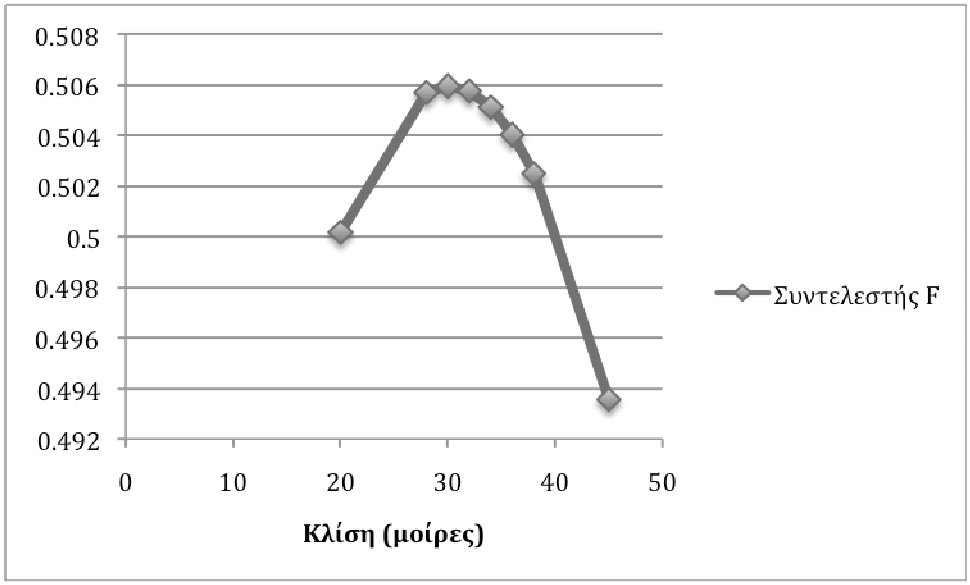
ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για κάθε ζώνη εξήχθησαν 6 διαγράμματα. Συνδιάστηκαν τα τεχνικά χαρακτιριστικά και τα οικονομικά στοιχεία προκειμένου να διαπιστωθεί η συνεισφορα του κάθε σσυστήματος στη θέμανση της κατοικίας καθώς και οι μειώσεις στις ετήσιες δαπάνες για θέρμανση και στους ετήσιους εκπεμπόμενους ρύπους.

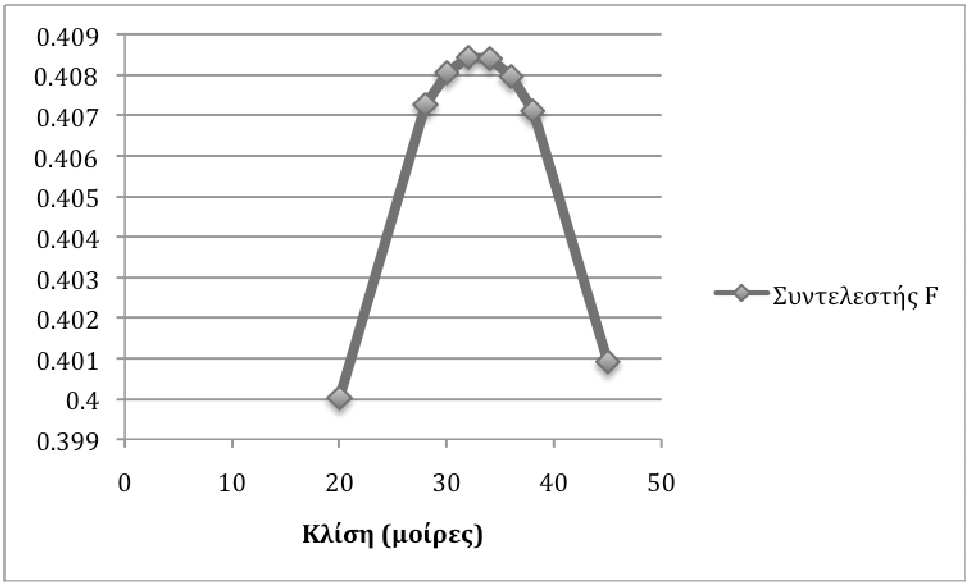
6.1 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΥΠΟΒΟΗΣΗΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΗΛΙΑΚΟΥΣ ΣΥΛΛΕΚΤΕΣ (ΣΥΘΗΣ) ΣΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

- **Συντελεστής F**

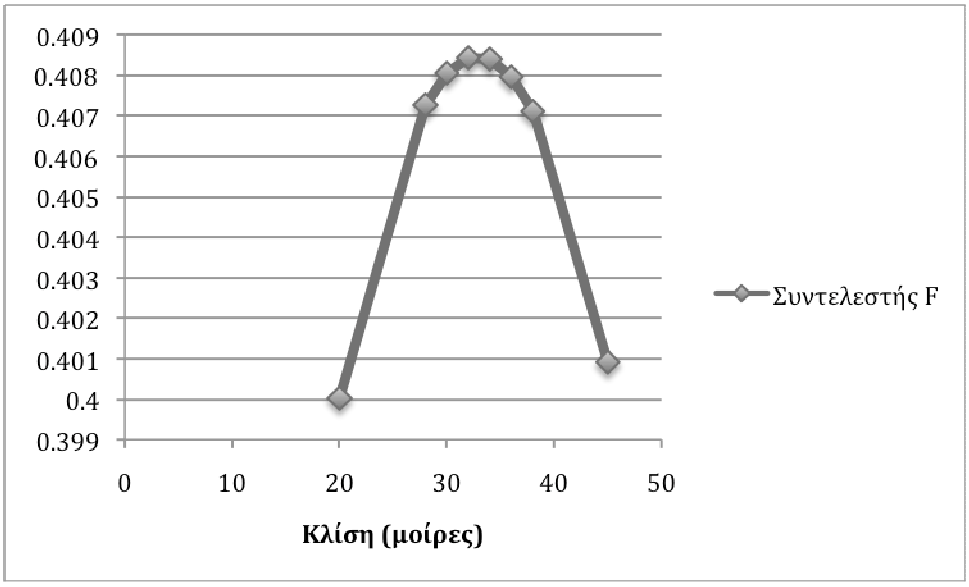
  Στα διαγράμματα 6.1α ως 6.1δ φαίνεται ο ετήσιος συντελεστής F για κάθε κλιματολογική ζώνη και διαφορετικές κλίσης εγκατάστασης των ηλιακών συλλεκτών. Οι τιμές αυτές υπολογίστηκαν με τη μέθοδο f chart ενδεικτικά για 16 m^2 εγκατεστημένων ηλιακών συλλεκτών με νότιο προσανατολισμό. Η διερεύνηση αυτή έγινε για να προσδιοριστεί η βέλτιστη γωνία εγκατάστασης ανά πόλη και με βάση αυτή να συνεχιστούν οι υπολογισμοί και οι εκτιμήσεις για την απόδοση του συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης.



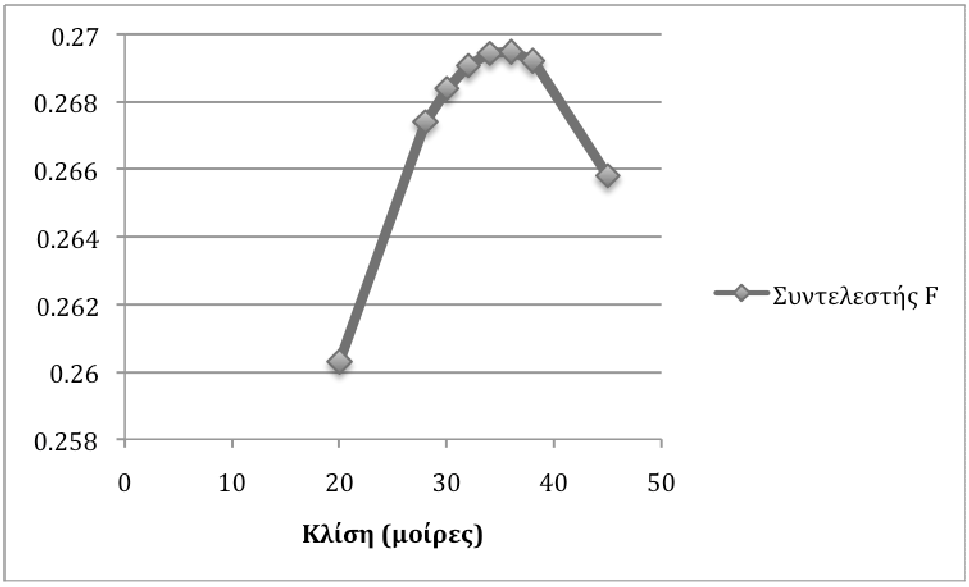
Διάγραμμα 6.1α: Συντελεστής F ανά γωνία κλίσης συλλεκτών για το Ηράκλειο (ενδεικτικά για το σύστημα 16m^2)



Διάγραμμα 6.1β: Συντελεστής F ανά γωνία κλίσης συλλεκτών για την Αθήνα (ενδεικτικά για το σύστημα 16m^2)



Διάγραμμα 6.1γ: Συντελεστής F ανά γωνία κλίσης συλλεκτών για την Ξάνθη (ενδεικτικά για το σύστημα 16m^2)



Διάγραμμα 6.1δ: Συντελεστής F ανά γωνία κλίσης συλλεκτών για την Πτολεμαϊδα(ενδεικτικά για το σύστημα 16m^2)

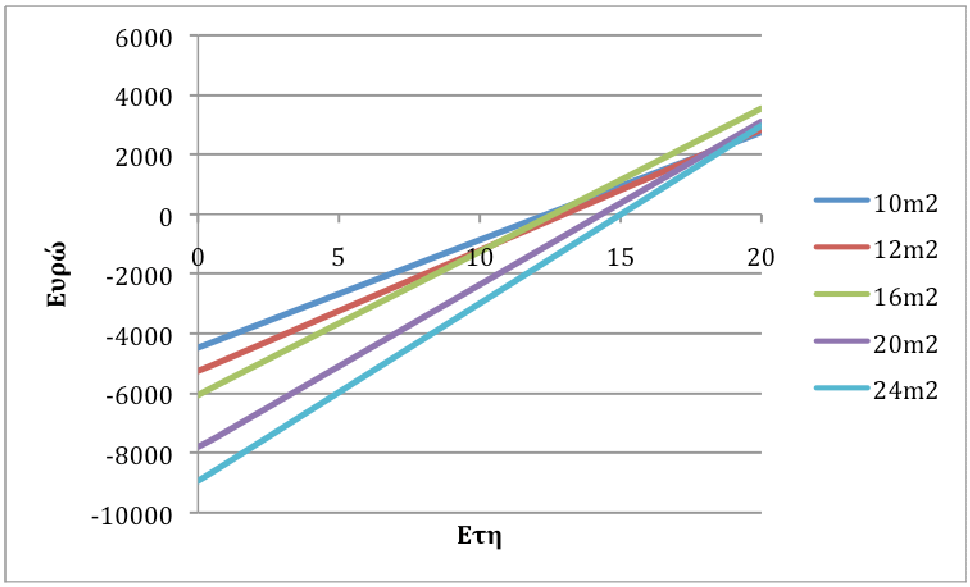
Πίνακας 6.1: Συγκεντρωτικός πίνακας για τον συντελεστή F.

Πόλη	**Συντελεστής F για 16 m^2 %**	**Βέλτιστη γωνία εγκατάστασης**	**Γεωγραφικό πλάτος φ**
Ηράκλειο	50, 59	30°	$35,33^o$
Αθήνα	40,84	32°	$37,96^o$
Ξάνθη	26,95	36°	$41,13^o$
Πτολεμαΐδα	25,14	34°	$40,52^o$

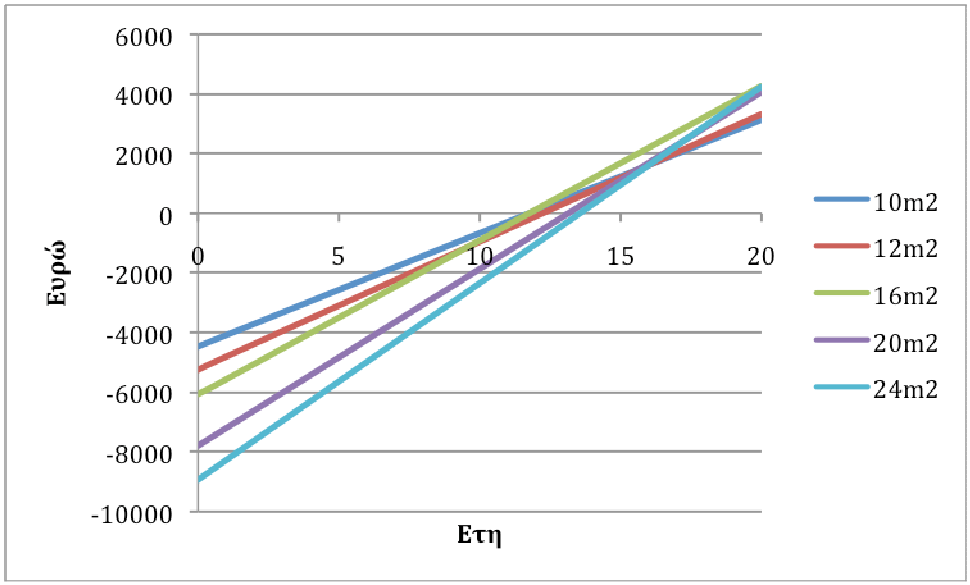
Παρατηρείται ότι η βέλτιστη γωνία εγκατάστασης κυμαίνεται γύρω από τις 33° και για τις τέσσερις πόλεις. Ο εμπειρικός κανόνας που αναφέρθηκε στο πέμπτο κεφάλαιο, αναφέρει ότι για τους χειμερινούς μήνες η βέλτιστη γωνία εγκατάστασης είναι το γεωγραφικό πλάτος μείον 15° ενώ για τους θερινούς το γεωγραφικό πλάτος συν 15°. Με την μέθοδο f chart υπολογίζεται να είναι το γεωγραφικό πλάτος μείον $5,5^o$ κατά μέσο όρο. Αυτό συμβαίνει γιατί αν και η ηλιοφάνεια κατά την θερινή περίοδο είναι μεγαλύτερη, η συνεισφορά του συστήματος υπολογίζεται μόνο για τους μήνες όπου υπάρχει ανάγκη για θέρμανση έτσι το ετήσιο βέλτιστο προκύπτει να τείνει προς το βέλτιστο της χειμερινής περιόδου.

- **Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών**

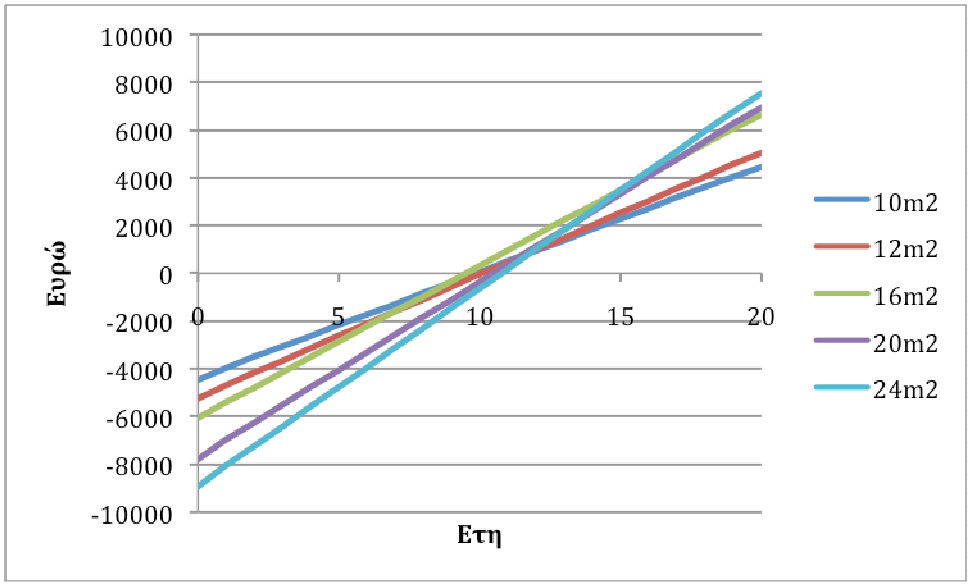
  Στα διαγράμματα 6.2α έως 6.2δ παρουσιάζεται το κόστος αγοράς και εγκατάστασης ανά σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης, ο χρόνος απόσβεσης και η εκτίμηση του οικονομικού οφέλους της επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών. Το ετήσιο κέρδος από την χρήση του συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης ισούται με την μείωση κόστους κατανάλωσης πετρελαίου. Η τιμή του πετρελαίου θεωρήθηκε σταθερή και ίση με την τιμή του πετρελαίου κίνησης (1,40 €) όπως πρόκειται να εφαρμοστεί το 2012. Το κόστος για την συντήρηση του συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης και της ηλεκτρικής ενέργειας που απαιτεί (π.χ. λειτουργία κυκλοφορητή, συστήματος αυτοματισμού) θεωρήθηκε αμελητέο. Σε κάθε περίπτωση αντισταθμίζεται από την παραγωγή ζεστού νερού χρήσης όλη την διάρκεια του έτους, το οποίο όμως δεν αποτελεί αντικείμενο μελέτης αυτής της εργασίας.



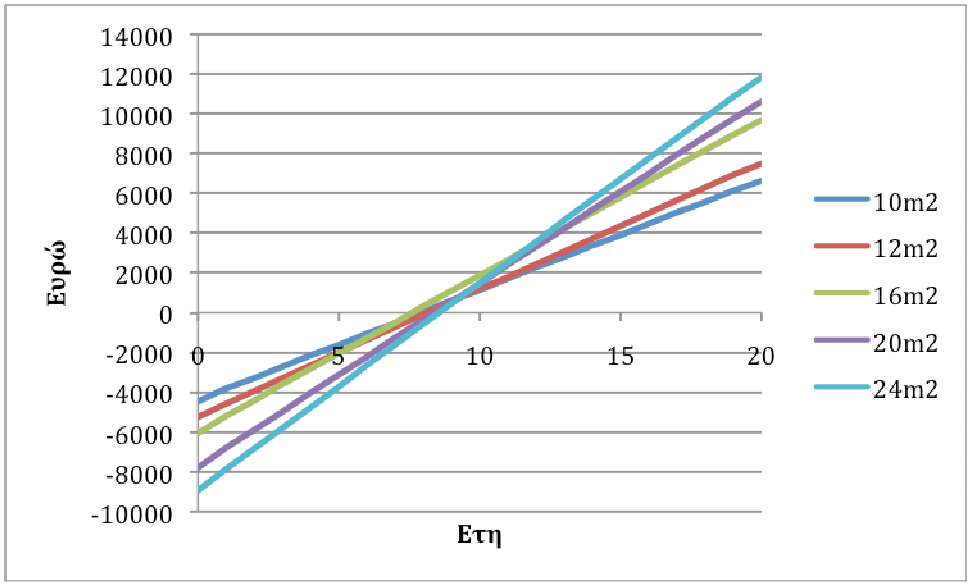
Διάγραμμα 6.2α: Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για το Ηράκλειο



Διάγραμμα 6.2β: Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Αθήνα



Διάγραμμα 6.2γ: Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Ξάνθη

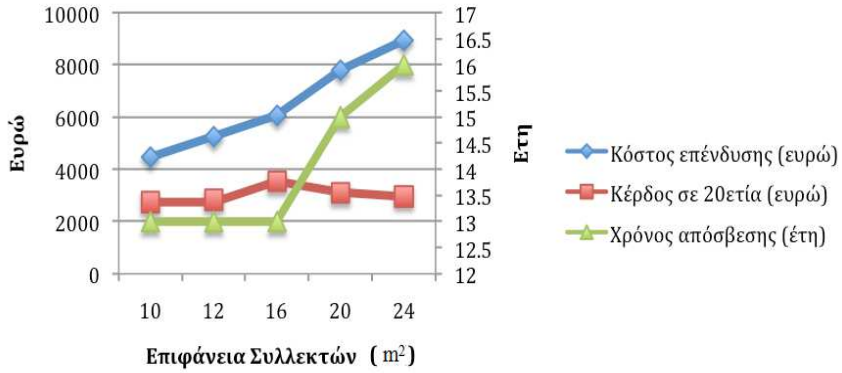


Διάγραμμα 6.2δ: Χρόνος απόσβεσης –οικονομική απόδοση επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Πτολεμαΐδα

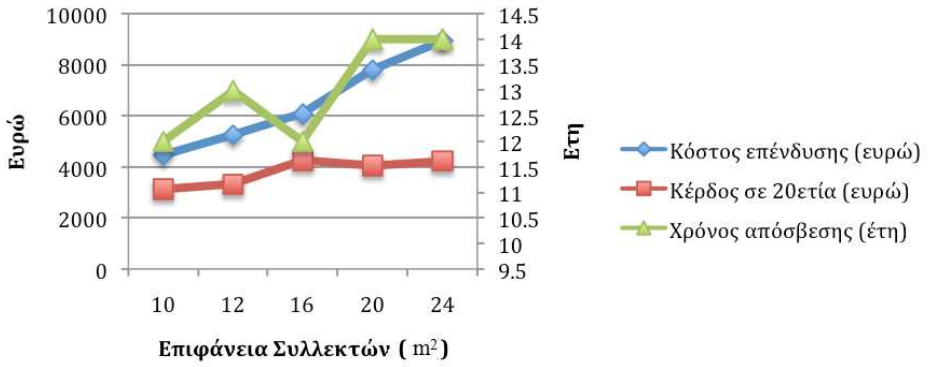
Στα διαγράμματα παρατηρείται ότι με την αύξηση της εγκατεστημένης επιφάνειας ηλιακών συλλεκτών αυξάνεται το κόστος εγκατάστασης αλλά και το ετήσιο κέρδος. Συνεπώς σε κάθε περίπτωση ο χρόνος απόσβεσης ανά πόλη μένει περίπου σταθερός ενώ το οικονομικό όφελος σε βάθος εικοσαετίας αυξάνεται με την αύξηση της εγκατεστημένης επιφάνειας. Όπως φαίνεται στα διαγράμματα που ακολουθούν το ετήσιο κέρδος από τη χρήση του ΣΥΘΗΣ είναι μεγαλύτερο στην ψυχρότερη κλιματική ζώνη Δ όπου και η απαίτηση για πετρέλαιο είναι μεγαλύτερη. Επομένως στη κλιματική ζώνη Δ επιτυγχάνεται ταχύτερα η απόσβεση της αρχικής επένδυσης.

- **Συγκεντρωτικά κόστος αγοράς, εγκατάστασης, χρόνος απόσβεσης οικονομικό όφελος επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών**

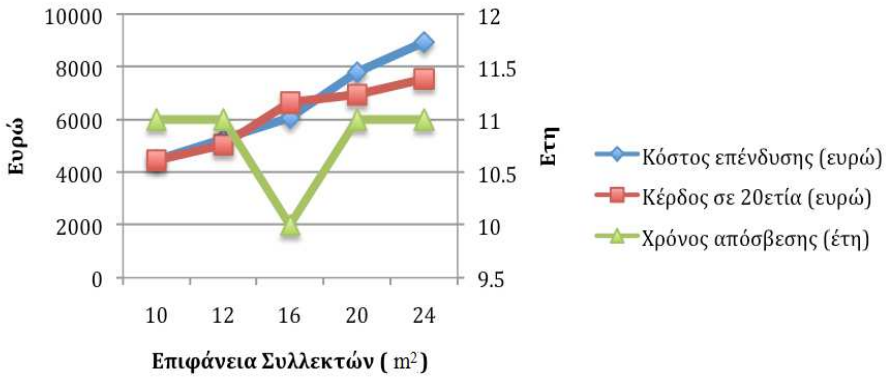
  Στα διαγράμματα 6.3α έως 6.3δ παρουσιάζονται συγκεντρωτικά, το κόστος αγοράς και εγκατάστασης ανά σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης, ο χρόνος απόσβεσης και η εκτίμηση του οικονομικού οφέλους της επένδυσης σε χρονικό ορίζοντα 20 ετών, για κάθε πόλη.



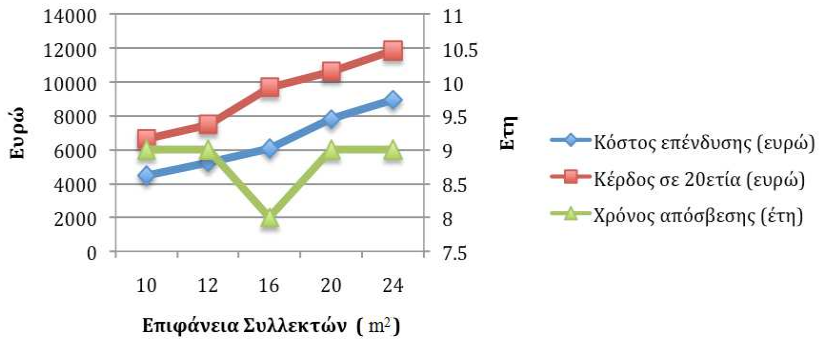
Διάγραμμα 6.3α: Οικονομικά κριτήρια επιλογής επένδυσης για το Ηράκλειο



Διάγραμμα 6.3β: Οικονομικά κριτήρια επιλογής επένδυσης για την Αθήνα



Διάγραμμα 6.3γ: Οικονομικά κριτήρια επιλογής επένδυσης για την Ξάνθη



Διάγραμμα 6.4δ: Οικονομικά κριτήρια επιλογής επένδυσης για την Πτολεμαΐδα

Παρατηρείται ότι ο χρόνος απόσβεσης μειώνεται και το κέρδος σε βάθος εικοσαετίας αυξάνεται για τις πόλεις με χαμηλότερες θερμοκρασίες. Αυτό συμβαίνει γιατί αν και μειώνεται ο συντελεστής F (βλ. διαγράμματα 6.1α έως 6.1δ), αυξάνεται η ετήσια ανάγκη για θέρμανση. Έτσι μικρότερα ποσοστά επί του συνόλου αντιστοιχούν σε μεγαλύτερες απόλυτες τιμές μείωσης κατανάλωσης πετρελαίου. Συνεπώς, ενώ στις πόλεις των κλιματολογικών ζωνών Α, Β όπου οι θερμοκρασίες είναι υψηλότερες, η ηλιοφάνεια μεγαλύτερη και οι συντελεστές F υψηλότεροι, το κέρδος παραμένει μικρότερο από το αρχικό κόστος, αγοράς και εγκατάστασης. Στην Γ κλιματολογική ζώνη παρατηρείται ταύτιση των δύο μεγεθών ενώ στη ζώνη Δ το κέρδος ξεπερνά το αρχικό κόστος εγκατάστασης.

Επίσης προκύπτει ότι η εγκατάσταση του συστήματος των 16 m^2 παρουσιάζει τα πιο συμφέροντα οικονομικά χαρακτηριστικά. Αυτό συμβαίνει αποκλειστικά γιατί το κόστος του συστήματος αυτού ανά επιφάνεια συλλεκτών είναι το μικρότερο.

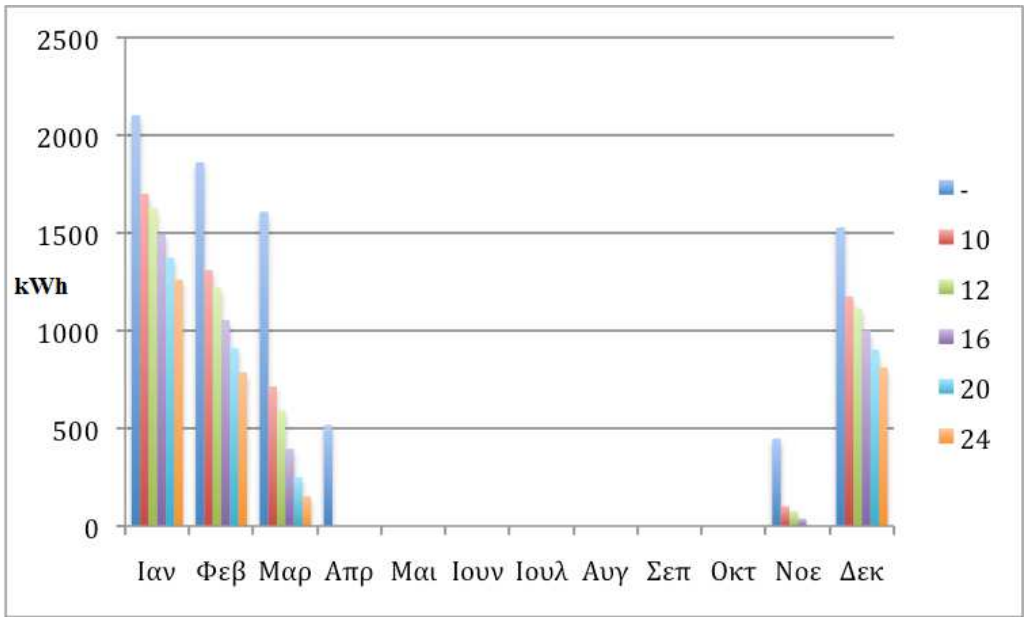
Πίνακας 6.2: Συγκεντρωτικός πίνακας οικονομικών κριτηρίων για τις τέσσερις Πόλεις.

Πόλη	**ΣΥΘΗΣ (m^2)**	**Κόστος €**	**Χρόνος απόσβεσης**	**Κέρδος 20ετίας**
Ηράκλειο	10	4468	13	2744
	12	5249	13	2833
	16	6062	13	3540
	20	7792	15	3099
	24	8936	16	2958
Αθήνα	10	4468	12	3124
	12	5249	13	3316
	16	6062	12	4257

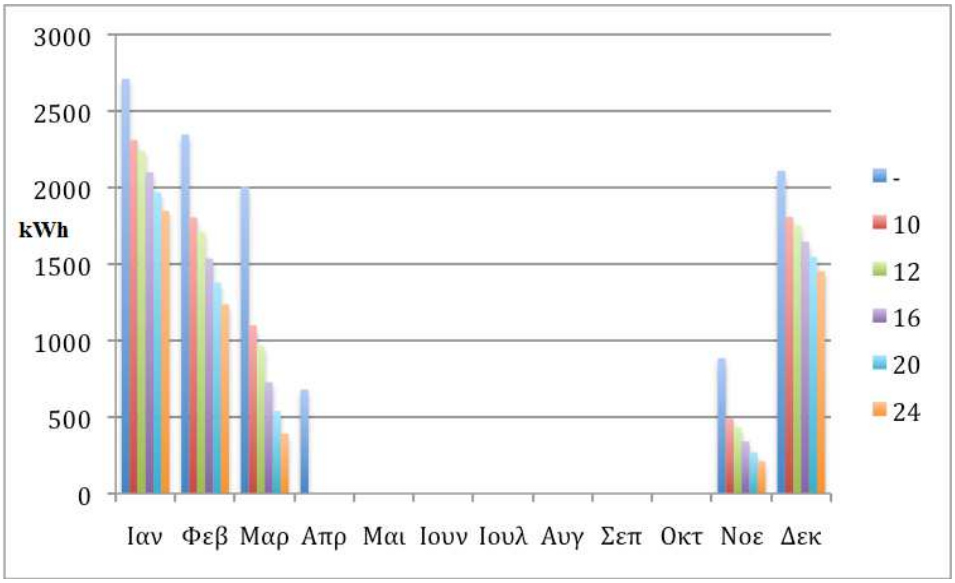
	20	7792	14	4050
	24	8936	14	4232
Ξάνθη	10	4468	11	4454
	12	5249	11	5043
	16	6062	10	6636
	20	7792	11	6941
	24	8936	11	7540
Πτολεμαϊδα	10	4468	9	6626
	12	5249	9	7488
	16	6062	8	9681
	20	7792	9	10615
	24	8936	9	11834

- **Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης**

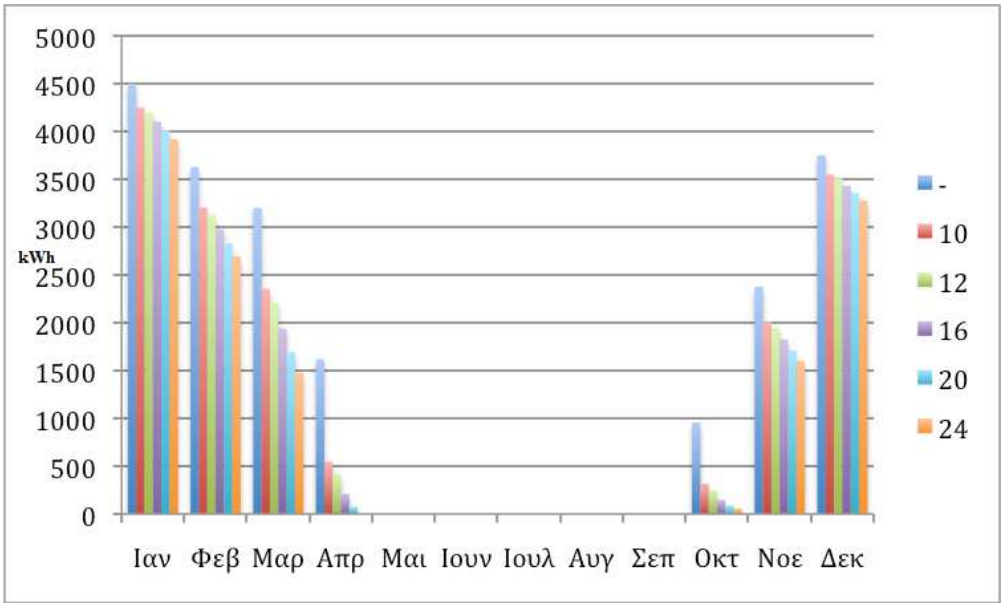
  Στα διαγράμματα 6.4α έως 6.4δ παρουσιάζεται η μηνιαία ανάγκη για παραγωγή ενέργειας από καύση πετρελαίου για την περίπτωση όπου υπάρχει μόνο το συμβατικό σύστημα θέρμανσης και για την συμμετοχή των πέντε διαφορετικών συστημάτων. Αυτό που φαίνεται καθαρά είναι η μείωση της κατανάλωσης πετρελαίου που επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση περισσοτέρων m^2 ηλιακών συλλεκτών. Παρατηρούμε ότι κατά τους θερινούς μήνες δεν ορίζεται ανάγκη για θέρμανση. Επίσης ότι ενώ οι ανάγκες είναι αυξημένες κατά τους ψυχρότερους μήνες η συνεισφορά του συστήματος υποβοήθησης θέρμανσης αυξάνεται τους θερμότερους μήνες. Ειδικά για τον μήνα Απρίλιο (Ζώνες Α και Β) και για τον μήνα Μάιο (Ζώνη Δ) το σύνολο των ούτως η άλλως μικρών αναγκών για θέρμανση καλύπτονται εξ' ολοκλήρου από το ΣΥΘΗΣ.



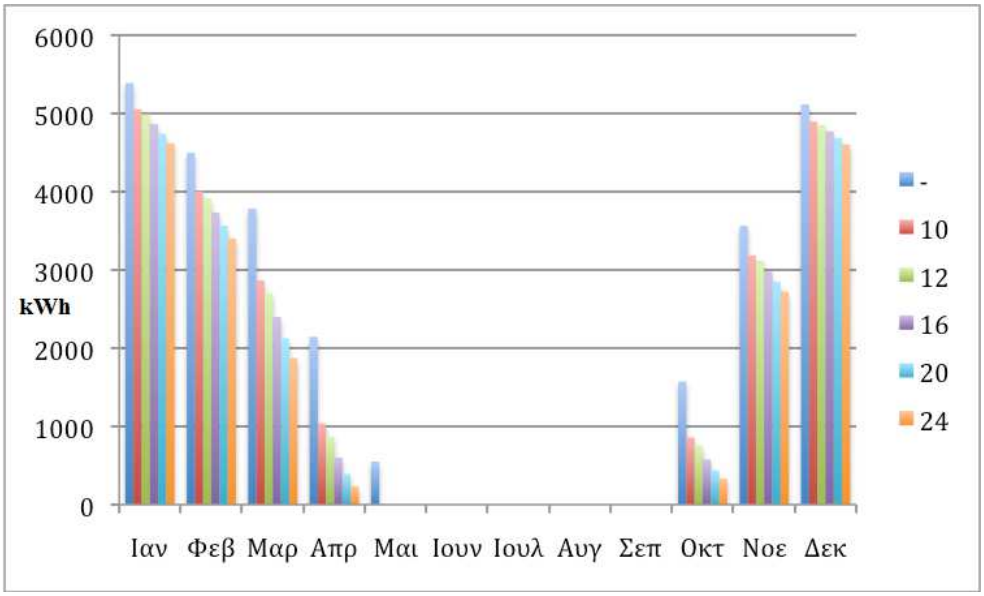
Διάγραμμα 6.4.α: Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για το Ηράκλειο



Διάγραμμα 6.4β: Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Αθήνα



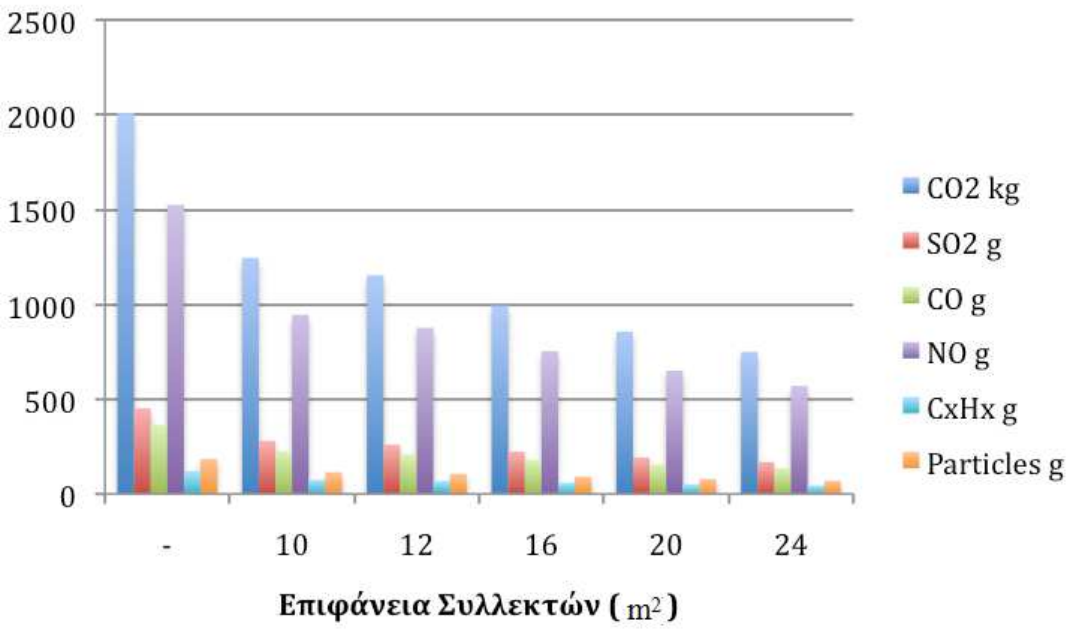
Διάγραμμα 6.4γ: Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Ξάνθη



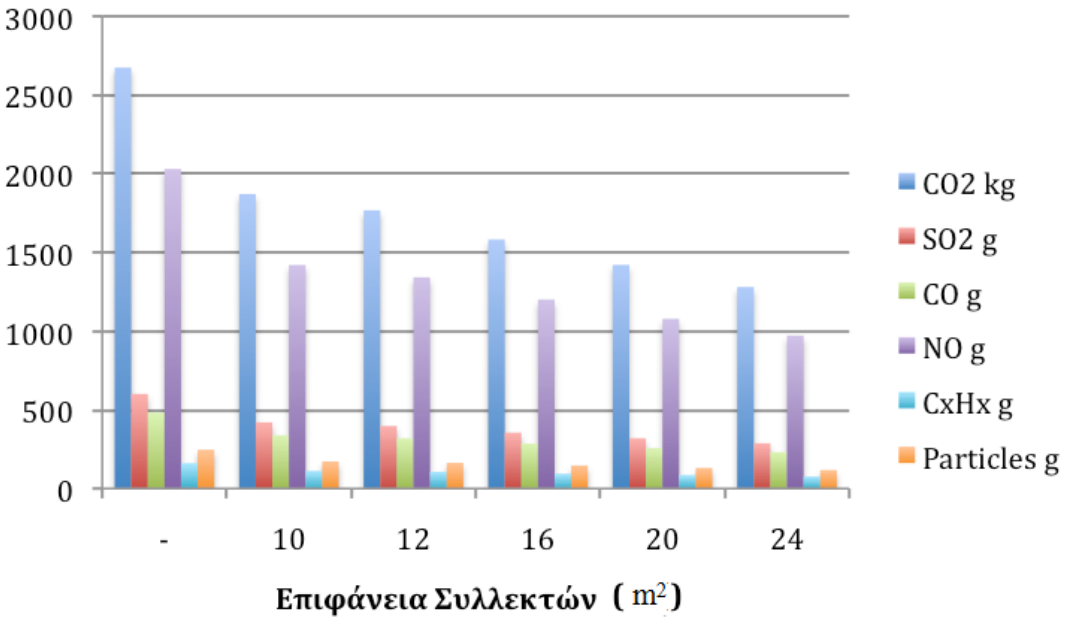
Διάγραμμα 6.4δ: Μηνιαία μείωση παραγωγής ενέργειας από το συμβατικό σύστημα θέρμανσης ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Πτολεμαϊδα

- **Εκπομπή ρύπων**

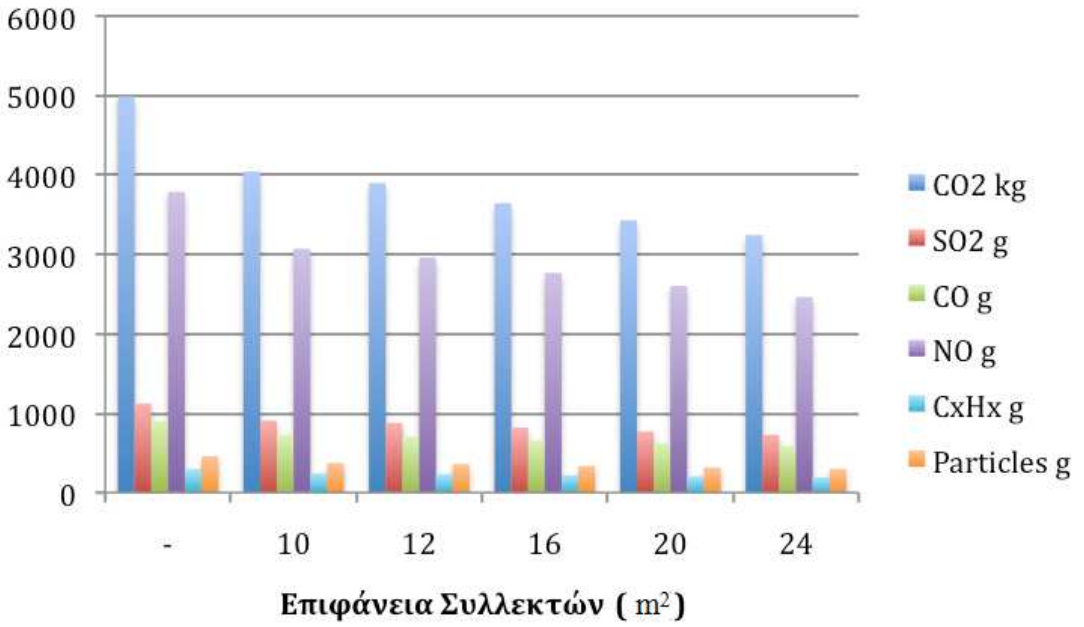
  Στα διαγράμματα 6.5α έως 6.5δ παρουσιάζεται η εκπομπή ρύπων για την περίπτωση όπου υπάρχει μόνο το συμβατικό σύστημα θέρμανσης και για την συμμετοχή των πέντε διαφορετικών συστημάτων. Παρατηρείται ότι η εκπομπή ρύπων μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του εγκατεστημένου ΣΥΘΗΣΗ.



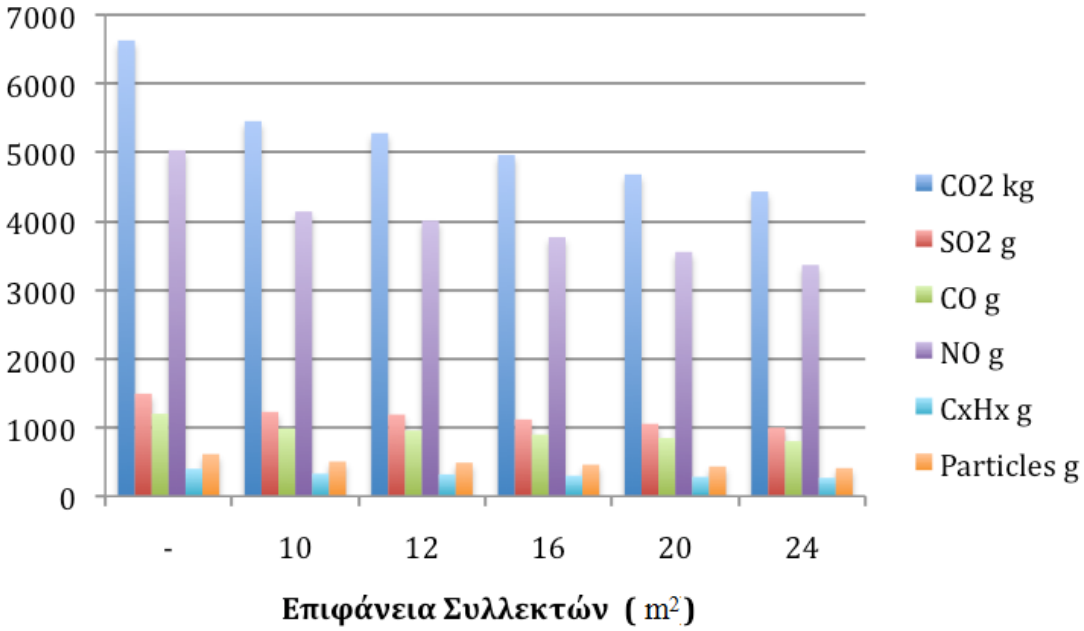
Διάγραμμα 6.5α: Ετήσια εκπομπή ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για το Ηράκλειο



Διάγραμμα 6.5β: Ετήσια εκπομπή ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Αθήνα



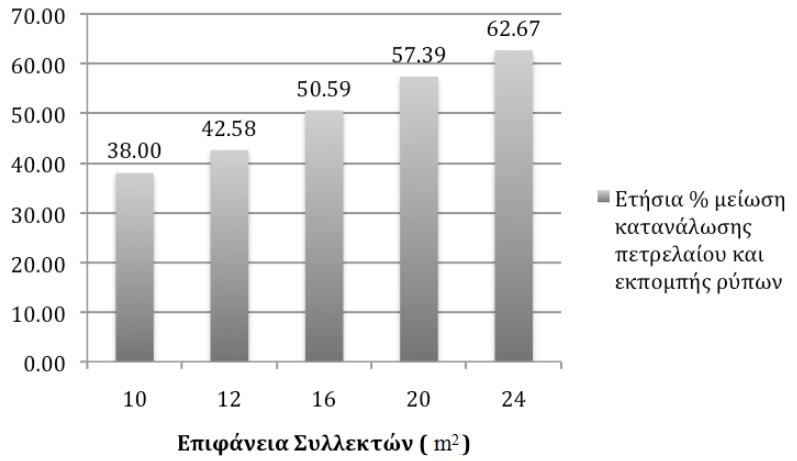
Διάγραμμα 6.5γ: Ετήσια εκπομπή ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Ξάνθη



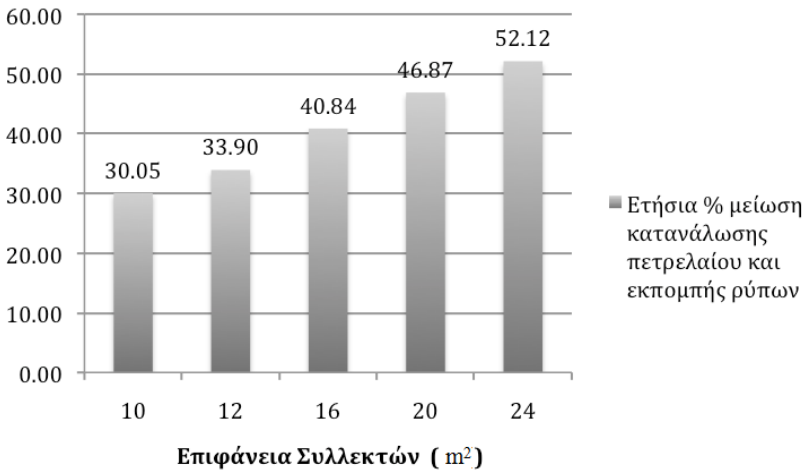
Διάγραμμα 6.5δ: Ετήσια εκπομπή ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης για την Πτολεμαΐδα

- **Ετήσια επί τοις εκατό μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων**

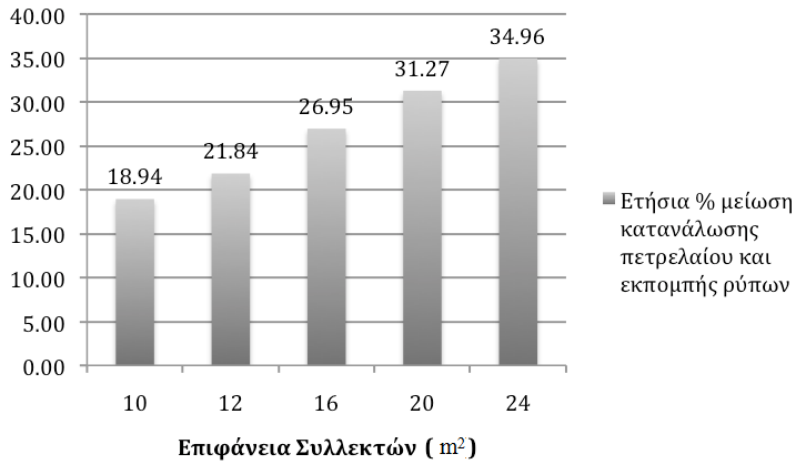
  Στα διαγράμματα 6.6α έως 6.6δ παρουσιάζεται η ετήσια επί τοις εκατό μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων. Η μείωση αυτή ταυτίζεται με την ενεργειακή συνεισφορά του ΣΥΘΗΣ και ισούται με τον εκάστοτε υπολογιζόμενο ετήσιο συντελεστή F. Το ενεργειακό και περιβαλλοντολογικό όφελος αυξάνεται με την αύξηση του μεγέθους του ΣΥΘΗΣ.



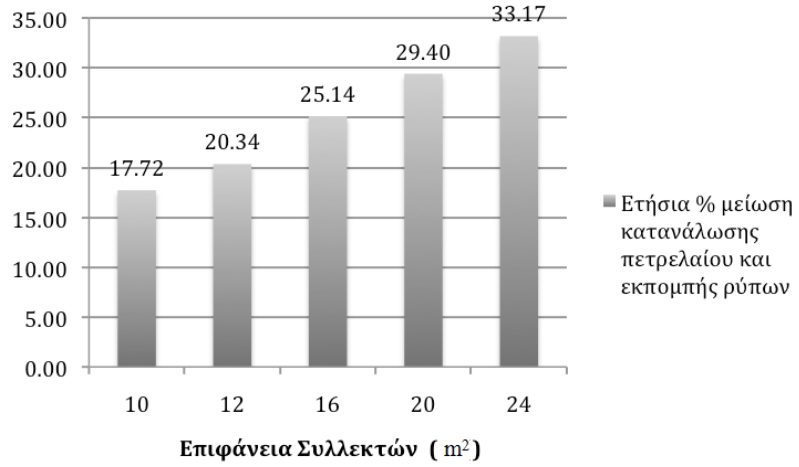
Διάγραμμα 6.6α: Ετήσια μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης το Ηράκλειο



Διάγραμμα 6.6β: Ετήσια μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης την Αθήνα



Διάγραμμα 6.6γ: Ετήσια μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης την Ξάνθη



Διάγραμμα 6.6δ: Ετήσια μείωση κατανάλωσης πετρελαίου και εκπομπής ρύπων ανά μέγεθος συστήματος υποβοήθησης την Πτολεμαΐδα

6.2 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Μετά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων από την μελέτη εγκατάστασης ηλιακών συλλεκτών ως σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης σε κατοικία, συμπεραίνεται ότι η υιοθέτηση τους αποτελεί ρεαλιστική επιλογή για τα ενεργειακά και τα περιβαλλοντικά προβλήματα που διατυπώθηκαν στον πρώτο κεφάλαιο. Επιπρόσθετα, πρόκειται για εύκολα υλοποιήσιμη και βιώσιμη επένδυση.

Εύλογα δημιουργείται το ερώτημα αν η επένδυση αυτή θα μπορούσε να είναι υλοποιήσιμη σε ένα άλλο κτίριο (πολυκατοικία, μεζονέτα). Η απάντηση σε αυτό το ερώτημα είναι θετική. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης δεν ήταν δυνατόν ωστόσο να συμπεριληφθούν όλοι οι επιπλέον παράγοντες (π.χ. επισκίαση από διπλανά κτίρια), και μια τέτοια μελέτη θα αποτελέσει ξεχωριστό αντικείμενο μίας μελλοντικής εργασίας.

Επομένως οι ηλιακοί συλλέκτες ως σύστημα υποβοήθησης θέρμανσης μπορεί να αποτελέσει λύση για την επίτευξη των στόχων που θέτει η ευρωπαϊκή ενεργειακή πολιτική, για μείωση των εκπομπών των αερίων θερμοκηπίου της Ε.Ε. κατά 20% μέχρι το 2020, σε σύγκριση με τα επίπεδα του 1990. Για την επίτευξη του κεντρικού αυτού στρατηγικού στόχου η Ευρωπαϊκή Επιτροπή προτείνει αύξηση του ποσοστού διείσδυσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) στο ενεργειακό μείγμα κατά 20%, σχέδιο ιδιαίτερα φιλόδοξο καθώς το πλαίσιο αυτό έχει δεσμευτικό χαρακτήρα. Για την Ελλάδα συγκεκριμένα, ο στόχος είναι 18% επί της τελικής κατανάλωσης ενέργειας για το 2020.

Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο κεφάλαιο η Ελλάδα θέσπισε την δική της ενεργειακή πολιτική για τα κτίρια των ΚΕΝΑΚ. Ο νόμος αυτός μπορεί να θεωρηθεί ένα επιπλέον κίνητρο για τον μελλοντικό χρήστη ηλιακού θερμικού συστήματος, καθώς στο άρθρο 3 του νόμου «μεθοδολογία υπολογισμών» λαμβάνονται υπόψη τα εγκατεστημένα συστήματα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Αυτό συνεπάγεται αναβάθμιση της ενεργειακής απόδοσης του κτιρίου και κατ' επέκταση αύξηση της αξίας του.

Κατά την διεξαγωγή της μελέτης τα προβλήματα που εντοπίστηκαν για την προώθηση και την ανάπτυξη της τεχνολογίας των ηλιακών συλλεκτών είναι τα ακόλουθα:

- Ανεπαρκείς ενημέρωση των δυνητικών χρηστών για τις δυνατότητες και τα πλεονεκτήματα από την οικιακή χρήση των ηλιακών συλλεκτών.
- Οι προμηθευτές των ΗΣ είναι κυρίως έμποροι οι σύμβουλοι, οι οποίοι αδυνατούν να παρέχουν ολοκληρωμένες λύσεις από τεχνικής άποψης τόσο κατά την εγκατάσταση, όσο και κατά την λειτουργία.
- Οι παλαιότεροι μηχανικοί χρειάζονται επιμόρφωση σε θέματα σχετικά με την εφαρμογή των ΑΠΕ πέρα από την βιομηχανία.
- Υψηλό αρχικό κόστος επένδυσης.

- Απουσία οικονομικών κίνητρων, όπως επιδοτήσεις ή φοροαπαλλαγές αποκλειστικά για την οικιακή χρήση των ηλιακών συλλεκτών.

Προτάσεις για την απομάκρυνση τν ηλιακών συλλεκτών

Η βελτίωση των δεικτών οικονομικής βιωσιμότητας αποτελεί αποφασιστική παράμετρο για την περαιτέρω διάδοση των ηλιακών συλλεκτών. Υπάρχει ανάγκη υιοθέτησης επενδυτικών κινήτρων αλλά και ανάγκη ανάπτυξης συστήματος περιβαλλοντικής φορολόγησης.

Τα ακόλουθα μέτρα συνοψίζουν προτάσεις ώστε να αρθούν τα εμπόδια που αποτρέπουν την περαιτέρω ανάπτυξη της αγοράς των ηλιακών συλλεκτών.

- Υλοποίηση εκστρατείας για τα ηλιακά θερμικά συστήματα, με στόχο την ενημέρωση τόσο των δυνητικών χρηστών, των μηχανικών όσο και των αρμόδιων για τη λήψη αποφάσεων σχετικές με ενεργειακή πολιτική.
- Προβολή του περιβαλλοντικού κέρδους από την εγκατάσταση των ηλιακών συλλεκτών. Ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης καυστήρα – λέβητα σε μία κατοικία όπως η κατοικία μοντέλο που χρησιμοποιήθηκε στην εν λόγο μελέτη εκλύει στην Δ κλιματική ζώνη 6.627 kgr CO_2 ετησίως. Για την απορρόφηση της ποσότητας αυτής απαιτούνται 510 δέντρα. Η χρήση ηλιακών συλλεκτών αποτρέπει την έκλυση 2 εκ των 6,667 τόνων με αποτέλεσμα να απαιτούνται 200 δέντρα λιγότερα για την απορρόφηση του των ρύπων CO_2 ετησίως.
- Ανάπτυξη εύχρηστων, προηγμένων μοντέλων και εργαλείων προσομοίωσης, που θα περιλαμβάνουν όσο το δυνατόν περισσότερες παραμέτρους για τους μηχανικούς που εκπονούν τις μελέτες.
- Ένταξη των εφαρμογών των ηλιακών θερμικών συστημάτων στα προγράμματα οικονομικών κινήτρων, τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο.
- Μειωμένη φορολογία στα νοικοκυριά που εγκαθιστούν ηλιακούς συλλέκτες για θέρμανση.

Τα οφέλη από την προώθηση των θερμικών ηλιακών συστημάτων εφόσον ξεπεραστούν τα παραπάνω εμπόδια είναι ποικίλα και για τον πολίτη και για το κράτος. Ορισμένα από τα σημαντικότερα, σύμφωνα και με τις θέσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης Κατασκευαστών - ESTIF, είναι τα ακόλουθα:

Οφέλη για τον πολίτη:

- Οικονομικά οφέλη και βελτίωση της ποιότητας ζωής.
- Μεγαλύτερη ενεργειακή αυτονομία για την κατοικία του.
- Αίσθηση προσωπικής και άμεσης συνεισφοράς στην εξοικονόμηση ενέργειας και την περιβαλλοντική προστασία.

Οφέλη για το κράτος:

- Προστασία του περιβάλλοντος και αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των πολιτών. Οικονομικά οφέλη που προκύπτουν από την εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά και την (εν εξελίξει) εμπορευματοποίηση της αποφυγής εκπομπών CO_2.
- Ελάττωση της ενεργειακής εξάρτησης από τις άλλες χώρες και από τις συμβατικές πηγές καυσίμων.
- Δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και σε τοπικό επίπεδο.
- Τόνωση των μικρομεσαίων επιχειρήσεων.
- Ενίσχυση των εξαγωγών και εκμετάλλευση της τεχνογνωσίας της χώρας μας στο εξωτερικό. Προβολή της χώρας σε διεθνές επίπεδο. Αξιοπιστία, όσο αφορά στις δεσμεύσεις της απέναντι στη διεθνή κοινότητα για τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου. Με αυτό τον τρόπο, η Ελλάδα θα αποτελέσει «χώρα-μοντέλο» ανάπτυξης της ηλιακής τεχνολογίας (από τα απλά συστήματα ως τα ηλιακά για θέρμανση ή/και κλιματισμό).

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική βιβλιογραφία

93/76/ΕΕ SAVE κοινοτικής οδηγίας: Σταθεροποίηση και περιορισμός εκπομπών CO2 με την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων.

2002/91/ΕΚ: Κοινοτικής Ευρωπαϊκή Οδηγίας για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων

Ν. 3661/08 (ΦΕΚ 89 Α/19-5-2008) : Μέτρα για τη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων και άλλες διατάξεις.

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

ΤΟΤΕΕ 20701–1/2010 :Αναλυτικές εθνικές προδιαγραφές παραμέτρων για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης κτιρίων και την έκδοση του πιστοποιητικού ενεργειακής απόδοσης.

ΤΟΤΕΕ 20701–3/2010: Κλιματικά δεδομένα ελληνικών περιοχών

ΤΟΤΕΕ 20701–4/2010: Οδηγίες και έντυπα ενεργειακών επιθεωρήσεων κτιρίων, λεβήτων και εγκαταστάσεων θέρμανσης και εγκαταστάσεων κλιματισμού

Βραχόπουλος Μιχάλης (2004), Αναλυτική προσέγγιση κεντρικών θερμάνσεων, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλης

Δεληγιάννης *Κώστας (2010), Τεχνολογία: Τα «έξυπνα» παράθυρα,* εφημερίδα Καθημερινή, 10-5-2010

Ευθυμιόπουλος Ηλίας (2005), *Κτίριο και περιβάλλον*, Παπασωτηρίου, Αθήνα.

Καραβασίλη Μαργαρίτα (1999), Κτίρια για έναν πράσινο κόσμο, οικολογική δόμηση, βιοκλιματική αρχιτεκτονική, Ευώνυμος Οικολογική Βιβλιοθήκη, Πsystems international ΑΕ, Αθήνα

Κατσαρέλης Δημήτρης (2009), *Δουλεύοντας με το FIN,συμβουλές και προχωρημένες τεχνικές,* Τεκδοτική Αθήνα .

Κορωναίος καθηγητής Ε.Μ.Π., Σαργέντης Φοίβος Αθήνα (2005)ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ, Αθήνα ,http://www.ntua.gr/vitruvius/ecomat.pdf

Λαζάρη Ευγενία (2002), Βιοκλιματικός σχεδιασμός στην Ελλάδα, Ενεργειακή Απόδοση και Κατευθύνσεις Εφαρμογής, ΚΑΠΕ, Πικέρμι, http://www.cres.gr/kape/education/bioclimatic_brochure.pdf

Μάντης Κωνσταντίνος (2008), Νέα προϊόντα και εξελίξεις στη βιομηχανία αλουμινίου στην Έλλάδα. Συμβολή στην αειφόρο δόμηση. 1ο Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα

Μάντης Κωνσταντίνος (2008) Πανελλήνιο Συνέδριο Δομικών Υλικών και Στοιχείων, ΤΕΕ, Αθήνα, 21-23 Μαΐου, 2008

Μπαμπίλης Δημλητρης – Λόντρα Παναγιώτα (2007), Τμήμα Α.Φ.Π. & Γ.Μ., Σημειώσεις Εργαστηρίου. Γ. Υδραυλική

Ξενογιάννη Φωτεινή, Χρυσόγελος Νίκος, Ψωμάς Στέλιος (2008), *Οδηγός βιώσιμης διαχείρισης & εξοικονόμησης νερού,* έκδοση Τράπεζα Πειραιώς.

Παναγιωτακόπουλος Παναγιώτης, Αρχές οργάνωσης τεχνικών συστημάτων: Μελέτη εφαρμογής συστημικής μεθοδολογίας ως προς τη δόμηση του προβλήματος, Ξάνθη 2008

Παπαευθυμίου Σπύρος. (2001), Διερεύνηση των φυσικών παραμέτρων και λειτουργίας και βελτιστοποίησης ηλεκτροχρωμικών διατάξεων. Τμήμα Φυσικής, Πανεπιστήμιο Πατρών

Πέρδιος Σταμάτης Δ (2007), Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας σε κτίρια-αθλητικά κέντρα-βιομηχανίες-μεταφορές, ΤΟΜΟΣ Α Εκδόσεις Τεκδοτική Αθήνα

Πέρδιος Σταμάτης Δ (2007), Επεμβάσεις εξοικονόμησης ενέργειας, Τεκδοτική, Αθήνα.

Πέρδιος Σταμάτης Δ. (2009), Ηλιοθερμικές εγκαταστάσεις. Τεκτοδοτική, Αθήνα.

Πολυζωγόπουλος Χριστόφορος Γ (2000), Ενεργειακή κατανάλωση στον οικιστικό τομέα. Κριτική ανασκόπηση της κατάστασης στην Ελλάδα. Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα Σπουδών Περιβαλλοντική Πολιτική και Διαχείριση του Τμήματος Περιβάλλοντος, Μυτιλήνη.

Σελλούντος Βασίλειος (1995), Θέρμανση & Κλιματισμός: μελέτη, κατασκευή, υλικά, δίκτυα, εξοπλισμός, Τεχνοεκδοτική, Αθήνα

Συρράκου Ελένη (2005), *Ανάπτυξη και εφαρμογή μεθοδολογίας περιβαλλοντικής αξιολόγησης σε ηλεκτροχρωμικά παράθυρα,* Πανεπιστήμιο Πατρών, εργαστήριο ενέργειας και περιβάλλοντος τμήμα Φυσικής

Τσιπήρας Κώστας και Θέμης (2005), Οικολογική αρχιτεκτονική - Βιοκλιματική αρχιτεκτονική, οικολογική δόμηση, γεωβιολογία, εσωτερική αρχιτεκτονική, Εκδόσεις Κεδρος

Σημειώσεις σεμιναρίων Τσίπηρας Κ.&Θ. Στ (2005)., *Οικολογική Αρχιτεκτονική,* εκδόσεις Κέδρος, Αθήνα.

Σημειώσεις σεμιναρίου: *ΚΑΠΕ, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας σε οικιστικά σύνολα*, Αθήνα (2002)

Σημειώσεις σεμιναρίου: *ΚΑΠΕ, Η αγορά των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα*, (1998), THERMIE B Programme STR-938-96-HE/IT 2

Σημειώσεις σεμιναρίου: *ΚΑΠΕ, Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία, Εφαρμογές στην Ελλάδα*, (2001)ΕΠΕ 3.3.10.3

Σημειώσεις σεμιναρίου: Ενεργειακός Σχεδιασμός, Εισαγωγή για αρχιτέκτονες, ΜΑΛΛΙΑΡΗΣ-Παιδεία για την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, (1994)

Σημειώσεις σεμιναρίου: Ημεριδα με θεμα ενεργεια και κλιμα πρασινες απαντησεις στη κλιματικη κριση ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ (14-3-2009)

Ξένη βιβλιογραφία

Karen Liu and Bas Baskaran **(2002) THERMAL PERFORMANCE OF GREEN ROOFS THROUGH FIELD EVALUATION**, National Research Council, Institute for Research in Construction

Harrison R., Mortimer N.D., Smarason O.B. (1990), *Geothermal Heating*, Brussels

Pieter de Wilde (2004), *Computational Support for the Selection of Energy Saving Building Component*. Delft University of Technology.

Robert Alkock, Ciaran King, Owen Luis(2002), Solar thermal systems in Europe, εκδόθηκε από την Ευρωπαϊκή Ομοσπονδία Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας ESIF B

BIOCLIMATIC ARCHITECTURE, The Demonstration Component of the Joule Thermie Programme, European Comission, Energy Research Group University College Dublin, Ireland, Published by: LIOR E.E.I.G. (1997)

Διαδικτυακές αναφορές

DAYLIGHTING IN BUILDINGS, A Thermie Programm Action, The European Comission Directorate-General For Energy, DGXVII http://erg.ucd.ie/mb_daylighting_in_buildings.pdf

GREEN BUILDING MATERIALS, California Integrated Waste Management Board , http://www.ciwmb.ca.gov/GreenBuilding/Materials/

PASSIVE SOLAR ENERGY BOOK,
http://www.builditsolar.com/Projects/SolarHomes/PasSolEnergyBk/PSEbook.htm

ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΑ ΚΤΗΡΙΑ

http://www.evonymos.org/files1/155SOLAR%20ENERGY%20FOR%20BUILDING S.IENE.doc

ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥΣΗΣ,

http://www.hirc.gr/services/newsletter/inn6/ecomat.htm

PASSIVE SOLAR ENERGY BOOK 2006,
http://www.builditsolar.com/Projects/SolarHomes/PasSolEnergyBk/PSEbook.htm

BARRA CONSTANTINI SYSTEM,

http://www.osti.gov/accomplishments/pdf/DE90012500/066.pdf

ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΟΙΚΙΣΤΙΚΑ ΣΥΝΟΛΑ
http://www.cres.gr/kape/education/Apeoikistika.pdf

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ ΦΥΤΕΜΕΝΟΥ ΔΩΜΑΤΟΣ

http://building.dow.com/styrofoam/europe/el/applications/thermal/flat/4.htm

http://nikopoulos-chris.blogspot.com/2010/01/blog-post_31.html

www.meteonews.gr/site/article/The_climate_of_Greece

http://www.cres.gr/kape/education/bioclimatic_brochure.pdf

http://www.cie.org.cy/sxoliko.html#menu5-4

http://www.iekemtee.gr/
http://www.ecoarchitects.gr/menelaos_xenakis_03.htm

http://vergina.eng.auth.gr/IHT/A Tomos/A03

http://www.cres.gr/energy_saving/

http://www.azsolarcenter.com/design/passive-2.html

http://www.nulightsolutions.com/

www.solalighting.com

http://www.levolux.com/L_products/internal_venetian_blinds_details.htm

www.salonicaportw.gr

http://www.texnikos.gr/glossary/index_h/thermogefira.shtml

www.greenroofs.gr

http://www.biet.gr/index.php?menu=3&cat=13&id=18

http://www.carrier.gr/carriergreek/news/news1105b.htm

http://www.moa.gov.cy/moa/WDD/WDD.

http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%92%CE%B9%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CE%B6%CE%B1

http://www.greenpeace.org

http://www.dbdh.dk

http://www.azurenrg.co.uk/modules/standard/viewpage.asp?id=481

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΚΑΥΣΤΗΡΑ ΛΕΒΗΤΑ

Στην παρακάτω πρόταση προτείνονται συγκεκριμένα υλικά για την προμήθεια κυρίων υλικών για σύστημα θέρμανσης και πραγματεύονται τον εξοπλισμό του λεβητοστασίου όπου θα συνδεθεί το εφαρμοζόμενο δισωλήνιο σύστημα θέρμανσης με θερμαντικά σώματα. Στο σύνολο των παρακάτω υλικών-μηχανημάτων λεβητοστασίου για τη σύνδεση και λειτουργία του συστήματος θέρμανσης, συμπεριλαμβάνονται στις τιμές και τα εργατικά.

Α/Α	**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ**	**ΠΟΣΟΤΗΤΑ**
1	ΑΤΟΜΙΚΗ ΧΑΛΥΒΔΙΝΗ ΜΟΝΑΔΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ PUMATHERM. Ονομαστική ισχύς : 23 kW . Περιλαμβάνονται : Καυστήρας, Κυκλοφορητής, δοχείο διαστολής , πίνακας οργάνων αναλογικός	τεμ. 1
2	BOILER ΛΕΒ/ΣΙΟΥ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΠΟΤΕΛΟΥΜΕΝΟ ΑΠΟ ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ ΙΝΟΧ ΠΕΡΙΒΛΗΜΑ – ΠΟΛΥΟΥΡΑΘΕΝΗΣ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ 4 kW. Χωρητικότητα : 150 lit	τεμ. 1
3	ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗΣ ΔΙΚΤΥΟΥ ΖΕΣΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΧΡΗΣΗΣ ΓΕΡΜΑΝΙΑΣ Παροχή : 1"	τεμ. 1
4	ΤΡΙΟΔΗ ΒΑΝΑ ΠΡΟΡΡΥΘΜΙΣΗΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ 1 ½ ΜΕ ΣΠΕΙΡΩΜΑ.	τεμ. 1
5	ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ ΧΩΡΟΥ	τεμ. 1
6	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΝΑ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ 1"	τεμ.1
7	ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΒΑΛΒΙΔΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ½ "	τεμ. 1
8	ΦΙΛΤΡΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ Β.Τ. ½ "	τεμ. 1
9	ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΤΗΣ ΙΤΑΛΙΑΣ ½ " (με μανόμετρο 0-25bar)	τεμ. 1

10	ΒΑΛΒΙΔΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ½ " 3 bar ΙΤΑΛΙΑΣ EUROVALVE	τεμ. 2
11	ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΗΡΑΣ ΟΡΟΦΗΣ ΣΚΟΝΗΣ ABCE 12kg	τεμ.1
12	ΔΕΞΑΜΕΝΗ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΚΥΛΙΝΔΡΙΚΗΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΛΕΥΚΟΥ ΧΡΩΜΑΤΟΣ. Χωρητικότητα : 1.000 lit	τεμ.1
13	ΑΠΑΓΩΓΟΣ ΚΑΥΣΑΕΡΙΩΝ ΛΕΒ/ΣΙΟΥ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟΣ ΑΠΟ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΟ	
14	ΑΝΤΙΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΧΑΛΥΒΑ INOX AISI 304 ΒΑ ΜΟΝΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΠΟΛΗΞΗ ΑΝΤΙΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΧΑΛΥΒΑ INOX AISI 304 ΒΑ ΜΟΝΟΥ ΤΟΙΧΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΠΟΛΗΞΗ ΚΑΙ ΣΕΤ ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΥ ΤΑΦ ΜΕ ΤΑΠΑ ΥΓΡΟΠΟΙΗΣΕΩΝ	
15	ΜΙΚΡΟΫΛΙΚΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΛΕΒ/ΣΙΟΥ ΚΑΙ ΑΝΑΛΛΩΣΙΜΑ	
16	ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΛΕΒ/ΣΙΟΥ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΝΔΟΔΑΠΕΔΙΑΣ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ, ΡΥΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΕΝΑΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ, ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΕΣ ΛΕΒΗΤΑ-ΚΑΥΣΤΗΡΑ-Η/Β-ΚΥΚΛΟΦΟΡΗΤΗ-ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΩΝ	

Συνολική αξία ΠΡΟΤΑΣΗΣ: **2.400 €**

ΠΙΝΑΚΕΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΤΕΧΝΙΚΉ ΟΔΗΓΙΑ ΤΟΥ Τ.Ε.Ε. 20701-3/2010

Πίνακας *Μέση μηνιαία θερμοκρασία 24ώρου [°C]*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	10,3	10,6	12,3	16,0	20,7	25,4	28,1	28,0	24,3	19,6	15,4	12,0
Αγρίνιο	8,3	9,2	11,5	15,2	20,4	24,8	27,2	27,0	23,0	18,0	13,2	9,6
Αγχίαλος	6,6	7,7	10,0	14,3	19,6	24,6	26,9	26,3	22,2	17,0	12,1	8,1
Αλεξανδρούπολη	5,0	5,9	8,3	13,2	18,4	23,2	25,9	25,6	21,1	15,7	10,8	7,0
Αλίαρτος	7,1	8,2	10,6	15,2	20,6	25,7	27,2	26,2	22,6	16,9	12,0	8,6
Ανδραβίδα	9,4	9,9	11,8	14,8	19,5	23,7	25,9	26,0	22,9	18,3	14,1	10,9
Άραξος	10,2	10,5	12,2	15,2	19,8	24,1	26,6	26,8	23,4	19,0	14,7	11,6
Άργος (Πυργέλα)	8,1	8,4	10,6	14,7	20,0	24,9	27,3	26,5	22,6	17,8	12,9	9,5
Αργοστόλι	11,4	11,5	12,8	15,3	19,5	23,5	25,7	26,1	23,4	19,8	15,8	12,8
Άρτα	8,0	9,0	11,5	14,6	19,6	23,6	25,7	25,6	22,0	17,8	12,5	9,1
Δράμα	4,7	6,5	10,0	14,7	20,2	24,7	26,7	25,9	22,3	16,4	9,9	6,0
Έδεσσα	4,5	6,2	9,6	13,4	18,6	23,8	25,2	24,5	20,7	15,6	9,4	5,8
Ζάκυνθος	10,5	10,5	11,8	14,8	19,7	24,3	27,2	27,1	23,6	19,1	14,8	11,7
Ηράκλειο	12,1	12,2	13,5	16,5	20,3	24,4	26,2	26,1	23,6	20,1	16,7	13,7
Θεσσαλονίκη	5,3	6,8	9,8	14,3	19,7	24,5	26,8	26,2	21,9	16,3	11,1	6,9
Ιεράπετρα	12,9	12,9	14,2	17,0	20,9	25,4	27,8	27,7	24,9	21,0	17,5	14,5
Ιωάννινα	4,7	6,0	8,8	12,4	17,5	22,0	24,9	24,5	20,1	15,0	9,7	5,8
Καλαμάτα	10,2	10,6	12,3	15,2	19,8	24,2	26,5	26,3	23,2	19,0	14,8	11,6
Καρδίτσα	4,5	6,9	10,4	13,9	18,0	24,2	26,3	25,6	22,1	16,1	10,1	4,3
Καρπενήσι	3,8	3,1	5,4	10,6	14,7	18,9	21,6	20,9	17,6	12,4	6,8	4,8
Κάρυστος	10,4	10,3	12,4	15,7	19,5	24,2	26,8	26,4	23,6	19,4	14,9	11,7
Καστοριά	2,2	3,4	6,9	11,5	16,4	21,4	24,0	23,2	18,9	13,4	7,2	3,0
Κέρκυρα	9,7	10,3	12,0	15,0	19,8	24,0	26,5	26,5	22,7	18,5	14,3	11,1
Κοζάνη	2,3	3,7	6,9	11,6	16,8	21,5	24,1	23,6	19,3	13,5	8,0	3,9
Κομοτηνή	4,8	6,2	8,6	13,1	18,4	23,0	25,5	25,0	20,6	15,2	10,8	7,0
Κόνιτσα	5,2	6,5	9,5	12,2	17,2	21,7	24,4	24,0	20,3	15,4	9,8	6,4
Κόρινθος (Βέλο)	8,8	9,3	11,5	15,4	20,7	25,8	28,3	27,8	23,4	18,6	13,4	10,1
Κύθηρα	10,9	10,9	11,9	14,6	18,9	23,2	25,7	25,7	22,9	19,1	15,8	12,7
Κως	11,0	10,5	12,1	15,4	19,5	23,8	25,9	25,4	23,2	19,4	15,0	12,4
Λαμία	7,1	8,1	10,7	15,0	20,2	25,4	27,0	26,0	22,5	17,0	11,9	8,2
Λάρισα	5,2	6,8	9,5	14,0	19,7	25,2	27,3	26,3	21,9	16,3	10,9	6,5
Λευκάδα	10,2	10,6	12,7	15,2	19,4	23,1	25,4	25,5	23,0	19,3	14,6	11,5
Λήμνος	7,4	7,8	9,7	13,8	18,5	23,6	25,9	25,1	21,5	16,8	12,3	9,0
Μεθώνη	11,3	11,5	12,9	15,4	19,0	22,6	24,8	25,7	23,6	19,8	16,0	12,9
Μήλος	10,7	10,8	11,9	15,0	19,4	23,6	25,2	24,9	22,3	18,8	15,3	12,4
Μυτιλήνη	9,5	9,9	11,6	15,6	20,2	24,7	26,6	26,1	22,9	18,5	14,3	11,3
Νάξος	12,1	12,2	13,3	16,1	19,5	23,3	24,9	24,8	22,8	19,6	16,3	13,6
Ξάνθη	5,6	6,8	9,6	14,3	19,8	24,1	26,6	26,0	22,4	16,5	11,0	6,9
Πάρος	11,2	11,2	12,9	16,2	19,8	24,0	25,5	25,0	22,8	19,1	15,2	12,3
Πάτρα	10,0	10,6	12,5	15,6	20,1	24,1	26,4	26,7	23,5	19,0	14,5	11,4
Πολύγυρος	4,9	4,7	8,7	12,4	16,3	22,4	24,0	24,1	21,3	15,1	10,7	6,8
Πύργος	9,6	10,1	12,2	15,2	19,7	23,9	26,4	26,3	23,0	18,7	14,1	11,0
Ρέθυμνο	12,8	12,9	14,2	17,1	20,7	24,9	26,9	26,8	24,2	20,6	17,3	14,5
Ρόδος	12,0	12,2	13,7	16,6	20,6	24,8	26,9	27,1	24,7	20,9	16,7	13,5
Σάμος	10,4	10,2	12,2	16,1	20,8	25,7	28,6	28,2	24,4	19,6	14,7	12,0
Σέρρες	4,0	6,3	9,7	14,4	19,7	24,4	26,5	25,6	21,7	15,7	9,4	4,8
Σητεία	12,2	12,3	13,6	16,6	20,3	24,2	25,9	25,7	23,6	20,2	16,8	13,8
Σκύρος	9,9	10,2	11,5	15,0	19,3	23,7	25,5	25,1	22,2	18,3	14,6	11,6

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σούδα	10,9	11,0	12,6	15,8	20,1	24,6	26,6	26,1	23,1	19,3	15,6	12,6
Σπάρτη	9,5	10,1	12,3	15,6	20,9	25,9	28,2	27,4	24,2	19,3	14,0	10,7
Σύρος	11,8	11,8	13,1	16,4	20,3	25,0	26,7	26,5	24,1	20,1	15,9	12,8
Τανάγρα	7,5	8,2	10,2	14,5	20,0	25,3	27,5	26,7	22,4	17,2	12,8	9,4
Τρίκαλα (Ημαθίας)	4,7	6,1	9,6	14,4	19,7	24,3	25,9	25,0	21,1	15,8	9,7	5,5
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	5,4	6,9	10,6	15,0	20,6	25,6	27,4	26,1	22,6	16,4	10,2	6,4
Τρίπολη	5,1	5,8	7,9	11,7	17,0	22,0	24,5	24,1	20,0	14,6	10,1	6,7
Τυμπάκιο	11,7	11,8	13,4	16,4	20,7	24,9	27,8	27,5	24,4	20,3	16,4	13,2
Φλώρινα	0,5	2,7	6,7	11,6	16,8	21,0	23,1	22,5	18,4	12,6	7,0	2,2
Χαλκίδα	9,1	9,1	11,8	16,1	20,7	25,8	27,8	27,5	24,5	19,7	13,9	10,5
Χανιά	11,6	11,8	13,2	16,3	20,1	24,5	26,5	26,1	23,3	19,4	16,1	13,1
Χίος	9,6	9,7	11,6	15,1	19,6	24,1	26,4	25,9	22,7	18,1	13,6	11,1
Χρυσούπολη (Καβάλα)	5,5	6,2	8,7	13,7	18,6	23,4	25,9	25,3	21,0	15,6	10,4	6,6

Πίνακας *Βαθμοημέρες θέρμανσης DD με θερμοκρασία αναφοράς 18°C*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	239	207	177	60	-	-	-	-	-	-	78	186
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	239	207	177	60	-	-	-	-	-	-	78	186
Αγρίνιο	301	246	202	84	-	-	-	-	-	-	144	260
Αγχίαλος	353	288	248	111	-	-	-	-	-	31	177	307
Αλεξανδρούπολη	403	339	301	144	-	-	-	-	-	71	216	341
Άλιαρτος	338	274	229	84	-	-	-	-	-	34	180	291
Ανδραβίδα	267	227	192	96	-	-	-	-	-	-	117	220
Άραξος	242	210	180	84	-	-	-	-	-	-	99	198
Άργος (Πυργέλα)	307	269	229	99	-	-	-	-	-	6	153	264
Αργοστόλι	205	182	161	81	-	-	-	-	-	-	66	161
Άρτα	310	252	202	102	-	-	-	-	-	6	165	276
Δράμα	412	322	248	99	-	-	-	-	-	50	243	372
Έδεσσα	419	330	260	138	-	-	-	-	-	74	258	378
Ζάκυνθος	233	210	192	96	-	-	-	-	-	-	96	195
Ηράκλειο	183	162	140	45	-	-	-	-	-	-	39	133
Θεσσαλονίκη	394	314	254	111	-	-	-	-	-	53	207	344
Ιεράπετρα	158	143	118	30	-	-	-	-	-	-	15	109
Ιωάννινα	412	336	285	168	16	-	-	-	-	93	249	378
Καλαμάτα	242	207	177	84	-	-	-	-	-	-	96	198
Καρδίτσα	419	311	236	123	-	-	-	-	-	59	237	426
Καρπενήσι	440	417	391	222	102	-	-	-	-	174	336	409
Κάρυστος	236	216	174	69	-	-	-	-	-		93	195
Καστοριά	490	409	344	195	50	-	-	-	-	143	324	466
Κέρκυρα	257	216	186	90	-	-	-	-	-		111	214
Κοζάνη	487	400	344	192	37	-	-	-	-	140	300	437
Κομοτηνή	409	330	291	147	-	-	-	-	-	87	216	341
Κόνιτσα	397	322	264	174	25	-	-	-	-	81	246	360
Κόρινθος (Βέλο)	285	244	202	78	-	-	-	-	-	-	138	245
Κύθηρα	220	199	189	102	-	-	-	-	-	-	66	164
Κως	217	210	183	78	-	-	-	-	-	-	90	174
Λαμία	338	277	226	90	-	-	-	-	-	31	183	304
Λάρισα	397	314	264	120	-	-	-	-	-	53	213	357
Λευκάδα	242	207	164	84	-	-	-	-	-		102	202
Λήμνος	329	286	257	126	-	-	-	-	-	37	171	279
Μεθώνη	208	182	158	78	-	-	-	-	-	-	60	158
Μήλος	226	202	189	90	-	-	-	-	-	-	81	174
Μυτιλήνη	264	227	198	72	-	-	-	-	-	-	111	208
Νάξος	183	162	146	57	-	-	-	-	-	-	51	136
Ξάνθη	384	314	260	111	-	-	-	-	-	47	210	344
Πάρος	211	190	158	54	-	-	-	-	-	-	84	177
Πάτρα	248	207	171	72	-	-	-	-	-	-	105	205
Πολύγυρος	406	372	288	168	53	-	-	-	-	90	219	347
Πύργος	260	221	180	84	-	-	-	-	-	-	117	217
Ρέθυμνο	161	143	118	27	-	-	-	-	-	-	21	109
Ρόδος	186	162	133	42	-	-	-	-	-	-	39	140
Σάμος	236	218	180	57	-	-	-	-	-	-	99	186
Σέρρες	434	328	257	108	-	-	-	-	-	71	258	409
Σητεία	180	160	136	42	-	-	-	-	-	-	36	130
Σκύρος	251	218	202	90	-	-	-	-	-	-	102	198
Σούδα	220	196	167	66	-	-	-	-	-	-	72	167

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Σπάρτη	264	221	177	72	-	-	-	-	-	-	120	226
Σύρος	192	174	152	48	-	-	-	-	-	-	63	161
Τανάγρα	326	274	242	105	-	-	-	-	-	25	156	267
Τρίκαλα (Ημαθίας)	412	333	260	108	-	-	-	-	-	68	249	388
Τρίκαλα (Θεσσαλίας)	391	311	229	90	-	-	-	-	-	50	234	360
Τρίπολη	400	342	313	189	31	-	-	-	-	105	237	350
Τυμπάκιο	195	174	143	48	-	-	-	-	-	-	48	149
Φλώρινα	543	428	350	192	37	-	-	-	-	167	330	490
Χαλκίδα	276	249	192	57	-	-	-	-	-	-	123	233
Χανιά	198	174	149	51	-	-	-	-	-	-	57	152
Χίος	260	232	198	87	-	-	-	-	-	-	132	214
Χρυσούπολη (Καβάλα)	388	330	288	129	-	-	-	-	-	74	228	353

Πίνακας *Μέση μηνιαία ολική ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m².mo)].*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα (Ελληνικό)	63,0	79,0	117,7	154,3	195,4	214,0	222,4	202,7	152,6	109,0	70,7	55,7
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	63,3	77,7	118,9	152,7	190,4	207,4	214,5	198,6	156,0	111,1	68,1	54,4
Αγρίνιο	63,5	78,3	119,4	148,4	189,9	214,1	224,2	200,3	151,3	109,8	69,8	55,1
Αγχίαλος	61,3	74,3	112,5	149,2	189,7	212,7	217,4	195,1	146,8	98,8	63,1	51,5
Αλεξανδρούπολη	50,7	68,9	107,3	141,8	182,8	205,8	211,6	192,3	144,2	99,4	57,8	43,7
Αλίαρτος	51,0	70,0	114,0	158,0	206,0	216,0	220,0	204,0	153,0	102,0	66,0	49,0
Ανδραβίδα	68,4	83,4	128,4	159,5	200,2	220,6	228,4	205,5	156,1	115,6	75,2	60,1
Αραξος	62,6	78,6	119,7	155,6	196,1	210,9	217,8	197,6	152,4	110,2	69,4	54,6
Άργος (Πυργέλα)	68,7	83,6	127,7	159,5	202,5	220,6	229,0	206,4	157,2	115,5	74,8	59,2
Αργοστόλι	65,0	80,0	124,9	157,3	204,3	219,4	226,1	203,1	155,6	112,6	72,6	56,1
Ζάκυνθος	64,2	77,6	110,1	158,8	190,8	200,1	218,5	203,8	154,0	104,3	65,4	52,8
Άρτα	65,5	79,7	120,4	149,1	190,2	211,2	218,1	196,4	150,6	110,0	69,5	56,2
Ηράκλειο	65,6	81,6	125,0	166,5	207,3	222,4	227,1	207,0	163,0	117,3	78,6	61,2
Θεσσαλονίκη	52,6	67,5	103,2	140,7	179,1	198,6	209,5	184,7	136,7	91,4	56,6	45,5
Ιεράπετρα	73,0	89,0	137,0	174,0	210,0	220,0	224,0	205,0	165,0	125,0	89,0	69,0
Ιωάννινα	51,8	66,4	105,2	134,9	178,3	202,1	212,0	190,3	136,5	96,1	57,6	45,1
Καλαμάτα	68,2	82,3	126,1	156,2	198,7	216,0	222,0	200,9	154,9	114,5	75,2	59,3
Καστοριά	57,6	71,3	111,2	141,1	173,6	201,8	206,3	185,5	138,5	97,0	60,0	47,7
Κέρκυρα	57,7	73,5	116,7	149,9	195,4	213,6	221,0	197,8	148,2	103,1	64,4	50,7
Καματηνή	50,0	65,0	105,0	145,0	188,0	209,0	215,0	193,0	145,0	99,0	58,0	45,0
Κόνιτσα	53,0	65,0	112,0	138,0	190,0	200,0	216,0	194,0	141,0	99,0	63,0	50,0
Κόρινθος (Βέλο)	65,4	82,8	123,4	157,9	201,7	218,3	223,2	201,9	154,2	111,9	72,0	55,2
Κύθηρα	68,0	81,0	127,0	161,0	210,0	220,0	223,0	204,0	160,0	117,0	78,0	60,0
Λαμία	59,4	73,1	113,9	150,5	188,8	210,3	214,1	193,4	145,5	100,3	65,3	52,1
Λάρισα	55,1	71,4	112,1	151,1	190,9	210,8	215,8	194,3	145,9	97,8	61,2	47,8
Λήμνος	51,1	69,6	112,3	154,3	199,5	215,3	220,9	198,5	150,8	104,6	61,3	46,0
Μεθώνη	62,0	78,0	125,0	155,0	207,0	215,0	220,0	199,0	157,0	116,0	77,0	57,0
Μήλος	56,0	67,0	120,0	175,0	213,0	223,0	226,0	205,0	164,0	112,0	77,0	52,0
Μυτιλήνη	52,0	70,0	113,0	156,0	209,0	219,0	223,0	201,0	156,0	109,0	67,0	50,0
Νάξος	60,3	77,0	122,6	161,2	204,7	220,4	224,5	204,8	159,1	115,9	73,7	55,6
Πάρος	60,0	80,0	125,0	168,0	211,0	220,0	223,0	202,0	160,0	117,0	75,0	58,0
Πάτρα	55,0	72,0	124,0	147,0	200,0	215,0	218,0	197,0	153,0	107,0	66,0	53,0
Πύργος	68,4	83,1	127,5	157,9	200,4	215,6	223,8	202,1	155,0	115,9	75,5	59,3
Ρέθυμνο	62,0	81,0	119,0	164,0	211,0	218,0	223,0	204,0	160,0	106,0	81,0	58,0
Ρόδος	69,9	85,1	130,8	164,0	203,0	217,2	225,1	204,3	158,9	120,2	79,2	61,2
Σάμος	64,9	82,1	126,7	162,5	206,8	224,9	230,6	209,6	163,7	120,5	78,6	58,5
Σέρρες	50,8	68,0	105,7	141,0	180,5	202,8	209,7	187,7	140,8	94,7	56,5	43,7
Σητεία	66,5	83,0	128,4	165,2	207,4	223,2	227,1	207,5	163,7	119,3	80,4	61,9
Σκύρος	51,2	69,1	109,9	153,3	197,2	214,2	219,7	198,8	151,7	102,5	62,9	47,7
Σούδα	65,0	81,7	130,7	166,5	208,5	221,9	228,5	209,3	163,6	116,3	76,8	60,3
Σύρος	58,0	80,0	121,0	172,0	212,0	219,0	225,0	204,0	160,0	199,0	74,0	57,0
Τανάγρα	59,1	74,2	112,7	151,9	194,0	215,4	222,0	201,3	153,1	104,5	64,7	51,2
Τρίκαλα (Ημαθίας)	57,3	72,2	105,6	140,2	178,0	202,9	206,4	185,8	138,6	94,0	59,7	49,1
Τυμπάκιο	73,4	90,5	137,5	169,0	207,8	222,9	228,7	209,8	166,3	127,2	85,9	67,7
Χανιά	62,0	80,0	124,0	167,0	212,0	220,0	225,0	205,0	161,0	111,0	78,0	59,0
Χίος	55,0	72,0	119,0	161,0	210,0	220,0	225,0	203,0	159,0	116,0	71,0	53,0
Χρυσούπολη	57,5	78,0	111,3	137,6	189,9	204,0	208,8	187,6	141,8	97,7	62,1	43,3

Πίνακας *Μέση μηνιαία διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία στο οριζόντιο επίπεδο [kWh/(m².mo)].*

Περιοχή/μήνας	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Αθήνα, Ελληνικό	25,1	32,2	50,3	65,7	81,9	85,5	85,3	73,7	55,5	40,1	26,5	22,0
Αθήνα (Φιλαδέλφεια)	25,1	32,0	50,4	65,6	81,8	85,5	85,2	73,7	55,5	40,1	26,3	21,8
Αγρίνιο	24,6	31,7	50,0	65,2	81,9	85,8	85,5	73,6	55,1	39,5	25,9	21,4
Αγχίαλος	23,9	30,9	49,1	65,1	82,1	86,1	85,7	73,5	54,7	38,5	24,8	20,5
Αλεξανδρούπολη	21,4	29,1	47,5	64,2	82,2	86,8	86,2	73,2	53,6	37,1	23,0	18,3
Αλίαρτος	23,1	31,0	49,8	65,7	82,2	85,7	85,4	73,7	55,3	39,4	25,8	20,8
Ανδραβίδα	25,6	32,6	51,0	65,9	82,0	85,6	85,3	73,8	55,6	40,4	26,8	22,4
Άραξος	24,9	32,1	50,4	65,7	82,0	85,6	85,3	73,7	55,4	40,0	26,3	21,7
Άργος (Πυργέλα)	25,9	32,9	51,2	66,0	82,0	85,4	85,2	73,8	55,8	40,6	27,1	22,6
Αργοστόλι	25,1	32,1	50,6	65,8	82,1	85,7	85,4	73,7	55,4	40,0	26,4	21,8
Άρτα	24,3	31,4	49,7	65,1	82,1	86,1	85,6	73,5	54,8	39,1	25,4	21,0
Ζάκυνθος	25,4	32,2	49,8	65,9	81,8	85,3	85,2	73,8	55,7	40,1	26,3	21,8
Ηράκλειο	27,6	34,4	52,6	66,8	81,5	84,3	84,3	74,1	57,2	42,8	29,4	24,8
Θεσσαλονίκη	21,8	29,2	47,3	64,2	82,0	86,6	86,1	73,1	53,6	36,9	23,1	18,7
Ιεράπετρα	28,6	35,3	53,4	67,1	81,5	84,1	84,2	74,1	57,4	43,3	30,2	25,8
Ιωάννινα	22,4	29,6	48,1	64,0	81,8	86,2	85,8	73,4	54,1	38,0	23,9	19,3
Καλαμάτα	26,4	33,2	51,5	66,0	81,8	85,1	84,9	73,8	56,1	41,1	27,6	23,1
Καστοριά	22,5	29,7	48,1	64,3	81,7	86,6	86,0	73,2	53,7	37,4	23,5	19,1
Κέρκυρα	23,2	30,5	49,1	65,0	82,3	86,3	85,8	73,5	54,4	38,4	24,6	20,1
Κομοτηνή	21,1	28,5	47,1	64,3	82,4	87,0	86,3	73,2	53,4	36,8	22,8	18,2
Κόνιτσα	22,3	29,2	48,5	64,2	82,2	86,4	85,9	73,3	54,0	37,8	24,1	19,7
Κόρινθος (Βέλο)	25,4	32,5	50,7	65,9	82,0	85,5	85,3	73,7	55,6	40,2	26,6	22,0
Κύθηρα	27,1	33,7	52,1	66,4	81,8	84,7	84,6	73,9	56,7	41,9	28,5	23,9
Λαμία	24,0	31,0	49,4	65,3	82,0	85,9	85,5	73,5	54,8	38,9	25,3	20,8
Λάρισα	22,9	30,3	48,8	65,1	82,2	86,3	85,8	73,4	54,4	38,1	24,3	19,7
Λήμνος	22,1	29,9	48,6	65,1	82,4	86,5	85,9	73,4	54,3	38,2	24,1	19,3
Μεθώνη	23,4	30,7	49,4	65,2	82,5	86,4	85,9	73,4	54,4	38,5	25,0	20,5
Μήλος	25,1	31,6	51,3	66,6	81,9	85,0	84,9	73,9	56,4	41,3	28,0	22,5
Μυτιλήνη	22,8	30,5	49,2	65,4	82,3	86,1	85,7	73,6	54,9	39,1	25,3	20,4
Νάξος	25,5	32,7	51,3	66,2	81,9	85,2	85,0	73,9	56,1	41,1	27,5	22,7
Πάρος	25,5	33,0	51,4	66,4	82,0	85,1	84,9	73,8	56,2	41,2	27,6	23,0
Πάτρα	23,9	31,3	50,5	65,3	82,1	85,7	85,3	73,6	55,4	39,8	25,9	21,5
Πύργος	25,8	32,7	51,1	65,9	82,0	85,4	85,2	73,8	55,7	40,6	27,0	22,6
Ρέθυμνο	27,1	34,4	52,1	66,8	81,6	84,3	84,3	74,0	57,2	42,2	28,5	24,4
Ρόδος	27,1	33,9	52,2	66,5	81,7	84,8	84,7	73,9	56,6	41,9	28,5	23,9
Σάμος	25,5	32,6	51,0	66,1	82,0	85,5	85,3	73,9	55,8	40,6	27,1	22,5
Σέρρες	21,2	28,9	47,2	64,1	82,1	86,9	86,2	73,1	53,4	36,7	22,7	18,1
Σητεία	27,8	34,7	52,9	66,8	81,5	84,2	84,3	74,1	57,3	43,0	29,6	25,0
Σκύρος	22,8	30,5	49,1	65,4	82,1	86,0	85,6	73,6	54,9	39,0	25,1	20,3
Σούδα	27,4	34,3	52,8	66,8	81,6	84,4	84,4	74,1	57,1	42,6	29,1	24,5
Σύρος	24,9	32,7	50,9	66,3	82,0	85,3	85,1	73,8	55,9	51,9	27,2	22,6
Τανάγρα	24,4	31,5	49,7	65,5	82,0	85,7	85,4	73,7	55,3	39,6	25,7	21,2
Τρίκαλα Ημαθίας	22,3	29,6	47,5	64,2	81,9	86,7	86,0	73,2	53,6	37,1	23,4	19,1
Τρίπολη	25,8	32,5	50,8	65,7	81,6	85,3	85,0	73,7	55,8	40,6	27,0	22,7
Τυμπάκιο	28,7	35,4	53,4	67,0	81,5	84,1	84,2	74,1	57,5	43,3	30,1	25,7
Χανιά	27,0	34,2	52,4	66,8	81,6	84,4	84,4	74,0	57,1	42,4	29,2	24,4
Χίος	23,8	31,2	50,2	65,8	82,2	85,8	85,4	73,7	55,4	39,9	26,2	21,4
Χρυσούπολη	22,1	29,8	47,8	63,9	82,4	86,8	86,2	73,1	53,5	37,0	23,3	18,2

Ζώνη Α		
Ηράκλειο		
H	DD(18)	Losses kWh
65.6	183	1366.68706
81.6	162	1209.85412
125	140	1045.55294
166.5	45	336.070588
207.3	0	0
222.4	0	0
227.1	0	0
207	0	0
163	0	0
117.3	0	0
78.6	39	291.261176
61.2	133	993.275294

Hd	Τμέση
27.6	12.1
34.4	12.2
52.6	13.5
66.8	16.5
81.5	20.3
84.3	24.4
84.3	26.2
74.1	26.1
57.2	23.6
42.8	20.1
29.4	16.7
24.8	13.7

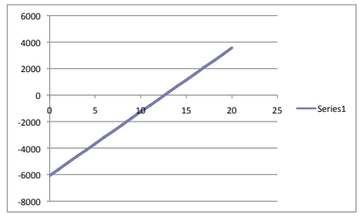
φ
0.61662482

β	n			
0.52359878	3.14159265	m2	Euro	
D		10.25	3885	0
15.21	Ιαν	12.3	4564	0
45.61	Φεβ	16.4	5271	1
76.01	Μαρ	20.5	6776	0
106.41	Απρ	24.6	7770	0
136.81	Μαι	16.4	5271	
167.21	Ιουν			
197.61	Ιουλ			
228.01	Αυγ			
258.41	Σεπ			
288.81	Οκτ			
319.21	Νοε			
349.61	Δεκ			

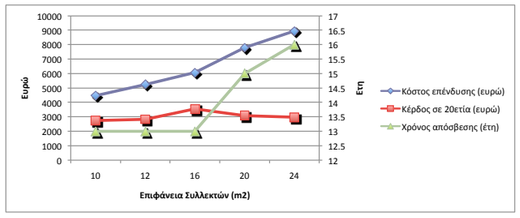
δ
-0.0807001
-0.4085421
-0.0320491
0.39969723
19.2197857
-0.3604095
-0.2418229
0.29367138
0.3228702
-0.2045658
-0.3793262
0.09987961

FR*UL=	6
F'R/FR=	0.95
Tref	100
FR*τα	0.82
(τα)/(τα)n	0.93
F=	0.50593779
GainEuro/Y	480.086999

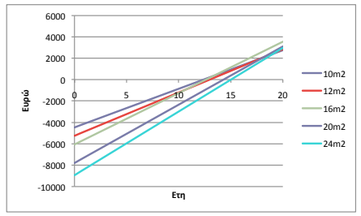
0	-6061.65
1	-5581.563
2	-5101.476
3	-4621.389
4	-4141.302
5	-3661.215
6	-3181.128
7	-2701.041
8	-2220.954
9	-1740.867
10	-1260.78
11	-780.69301
12	-300.60601
13	179.480993
14	659.567993
15	1139.65499
16	1619.74199
17	2099.82899
18	2579.91599
19	3060.00299
20	3540.08999



ωss1	ωss2	ωss	Rb	Ht	Xi	Yι	fi	fi*Li
1.00164544	1.00002847	1.00002847	1.22169935	72.8348809	3.96088367	0.57936957	0.28889564	394.829936
1.04899898	1.00081613	1.00081613	1.22722519	90.8405906	4.4692413	0.8162671	0.43384329	524.88709
1.00025827	1.00000447	1.00000447	1.22093785	138.72838	5.09497871	1.44246285	0.75460385	788.97828
1.04656847	1.00077113	1.00077113	1.21389833	185.02392	15.3012977	5.98525586	1	336.070588
1.03907547	1.00065596	1.00065596	1.21442674	230.898389	0	0	0	0
1.03677333	1.00061844	1.00061844	1.22634148	250.245425	0	0	0	0
1.01548015	1.00026482	1.00026482	1.22429384	255.764054	0	0	0	0
1.02342334	1.00039815	1.00039815	1.21574886	232.78922	0	0	0	0
1.02879628	1.00048737	1.00048737	1.2152524	183.57987	0	0	0	0
1.01091142	1.00018735	1.00018735	1.22367941	132.275701	0	0	0	0
1.04129276	1.00069196	1.00069196	1.22668451	88.5732317	17.6130552	3.3060182	0.91452975	266.36701
1.0025282	1.00004371	1.00004371	1.21887994	68.1208882	5.35073517	0.74558303	0.34365877	341.347769

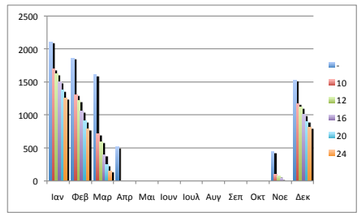


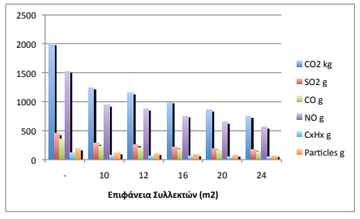
	10m2	12m2	16m2	20m2	24m2
0	-4467.75	-5248.6	-6061.65	-7792.4	-8935.5
1	-4107.1591	-4844.5147	-5581.563	-7247.8292	-8340.8007
2	-3746.5681	-4440.4295	-5101.476	-6703.2584	-7746.1014
3	-3385.9772	-4036.3442	-4621.389	-6158.6876	-7151.4022
4	-3025.3862	-3632.259	-4141.302	-5614.1168	-6556.7029
5	-2664.7953	-3228.1737	-3661.215	-5069.546	-5962.0036
6	-2304.2044	-2824.0885	-3181.128	-4524.9752	-5367.3043
7	-1943.6134	-2420.0032	-2701.041	-3980.4044	-4772.605
8	-1583.0225	-2015.918	-2220.954	-3435.8336	-4177.9057
9	-1222.4316	-1611.8327	-1740.867	-2891.2629	-3583.2065
10	-861.84062	-1207.7475	-1260.78	-2346.6921	-2988.5072
11	-501.24968	-803.66221	-780.69301	-1802.1213	-2393.8079
12	-140.65874	-399.57696	-300.60601	-1257.5505	-1799.1086
13	219.932194	4.50829499	179.480993	-712.97968	-1204.4093
14	580.523131	408.593548	659.567993	-168.40888	-609.71003
15	941.114069	812.678802	1139.65499	376.161913	-15.01075
16	1301.70501	1216.76406	1619.74199	920.732707	579.688533
17	1662.29595	1620.84931	2099.82899	1465.3035	1174.38782
18	2022.88688	2024.93456	2579.91599	2009.8743	1769.0871
19	2383.47782	2429.01982	3060.00299	2554.44509	2363.78638
20	2744.06876	2833.10507	3540.08999	3099.01588	2958.48567



	Κόστος επένδυσ	Κέρδος σε 20ετ	Χρόνος απόσβεσης (έτη)
10	4467.75	2744.06876	13
12	5248.6	2833.10507	13
16	6061.65	3540.08999	13
20	7792.4	3099.01588	15
24	8935.5	2958.48567	16

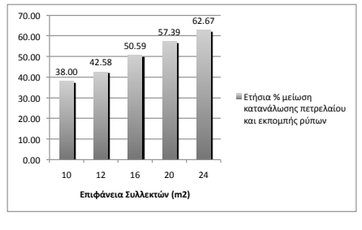
	-	10	12	16	20	24
1495.16481	Ιαν	2102.59548	1699.68892	1628.61861	1495.16481	1372.60658	1260.11972
1053.79543	Φεβ	1861.31403	1309.37537	1218.39356	1053.79543	910.650881	786.919474
394.730248	Μαρ	1608.54299	714.872938	592.586507	394.730248	251.053651	151.82574
0	Απρ	517.031674	0	0	0	0	0
0	Μαι	0	0	0	0	0	0
0	Ιουν	0	0	0	0	0	0
0	Ιουλ	0	0	0	0	0	0
0	Αυγ	0	0	0	0	0	0
0	Σεπ	0	0	0	0	0	0
0	Οκτ	0	0	0	0	0	0
38.298717	Νοε	448.094118	101.971856	76.9064162	38.298717	0	0
1002.96542	Δεκ	1528.11584	1174.76207	1114.46437	1002.96542	902.531258	811.885273



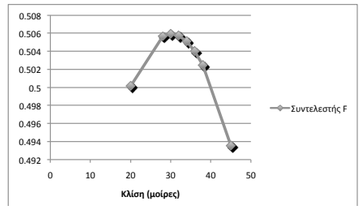


	-	10	12	16	20	24
CO2 **kg**	2008.35784	1245.16712	1153.1114	992.253701	855.773749	749.676802
SO2 g	451.678871	280.037584	259.33429	223.157459	192.463173	168.602012
CO g	362.956235	225.030202	208.393626	179.322958	154.657907	135.483759
NO g	1524.41619	945.126846	875.253229	753.156424	649.563207	569.03179
CxHx g	120.985412	75.0100672	69.4645419	59.7743193	51.5526355	45.1612531
Particles g	185.510965	115.015436	106.512298	91.6539563	79.0473744	69.2472548

	10	12	16	20	24
Ετήσια % μείω	38.00	42.58	50.59	57.39	62.67



Μοίρες	Συντελεστής F
20	0.50016083
28	0.50568023
30	0.50593779
32	0.50574708
34	0.50510804
36	0.50402042
38	0.50248379
45	0.49355831



Ζώνη Β		
Αθήνα		
H	DD(18)	Losses kWh
63.3	239	1761.55579
77.7	207	1525.69895
118.9	177	1304.58316
152.7	60	442.231579
190.4	0	0
207.4	0	0
214.5	0	0
198.6	0	0
156	0	0
111.1	0	0
68.1	78	574.901053
54.4	186	1370.91789

Hd	Τμέση
25.1	10.3
32	10.6
50.4	12.3
65.6	16
81	20.7
85.5	25.4
85.2	28.1
73.7	28
55.5	24.3
40.1	19.6
26.3	15.4
21.8	12

φ
0.66252698

β	n
0.55850536	3.14159265

D	
15.21	Ιαν
45.61	Φεβ
76.01	Μαρ
106.41	Απρ
136.81	Μαι
167.21	Ιουν
197.61	Ιουλ
228.01	Αυγ
258.41	Σεπ
288.81	Οκτ
319.21	Νοε
349.61	Δεκ

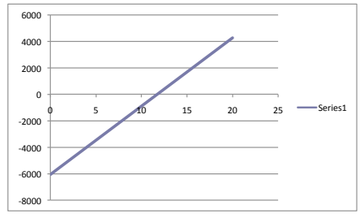
δ
-0.0807001
-0.4085421
-0.0320491
0.39969723
19.2197857
-0.3604095
-0.2418229
0.29367138
0.3228702
-0.2045658
-0.3793262
0.09987961

m2 Euro

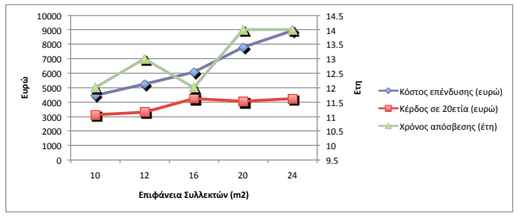
10.25	3885	0
12.3	4564	0
16.4	5271	1
20.5	6776	0
24.6	7770	0
16.4	5271	

FR*UL=	6
F'R/FR=	0.95
Tref	100
FR*τα	0.82
(τα)/(τα)n	0.93
F=	0.40842632
GainEuro/Y	515.97649

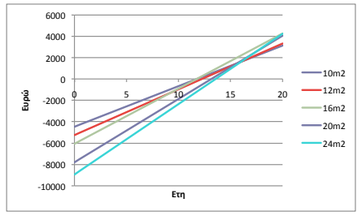
0	-6061.65
1	-5545.6735
2	-5029.697
3	-4513.7205
4	-3997.744
5	-3481.7676
6	-2965.7911
7	-2449.8146
8	-1933.8381
9	-1417.8616
10	-901.8851
11	-385.90861
12	130.06788
13	646.04437
14	1162.02086
15	1677.99735
16	2193.97384
17	2709.95033
18	3225.92682
19	3741.90331
20	4257.8798



ωss1	ωss2	ωss	Rb	Ht	Xi	Yι	fi	fi*Li
1.00199387	1.00003565	1.00003565	1.26290209	72.1572551	3.13594426	0.44531667	0.22540939	397.071216
1.05987352	1.00102212	1.00102212	1.269178	88.4557037	3.60861846	0.6302928	0.34550352	527.134355
1.00031288	1.0000056	1.0000056	1.26203781	134.375433	4.13999789	1.11978194	0.63698697	831.002478
1.05687914	1.00097327	1.00097327	1.25405367	171.584282	11.6977363	4.21806334	1	442.231579
1.0476639	1.00082149	1.00082149	1.25465269	214.274825	0	0	0	0
1.04483753	1.0007745	1.0007745	1.26817378	235.958052	0	0	0	0
1.01880402	1.00033162	1.00033162	1.26584776	244.845491	0	0	0	0
1.02849268	1.00049859	1.00049859	1.25615168	227.25724	0	0	0	0
1.03506169	1.00061034	1.00061034	1.25558878	179.247844	0	0	0	0
1.01324363	1.00023461	1.00023461	1.26515001	128.145154	0	0	0	0
1.05038829	1.00086659	1.00086659	1.26856356	78.1038838	9.06253201	1.47694688	0.61337874	352.632084
1.00306405	1.00005473	1.00005473	1.2597028	61.8299992	3.95315207	0.4903127	0.21934092	300.698394

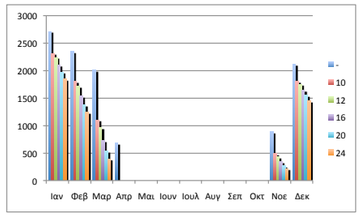


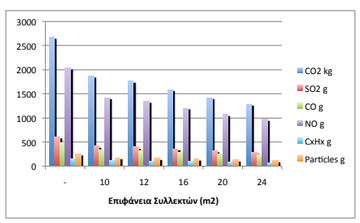
	10m2	12m2	16m2	20m2	24m2
0	-4467.75	-5248.6	-6061.65	-7792.4	-8935.5
1	-4088.1431	-4820.3222	-5545.6735	-7200.2496	-8277.1015
2	-3708.5363	-4392.0445	-5029.697	-6608.0992	-7618.703
3	-3328.9294	-3963.7667	-4513.7205	-6015.9488	-6960.3045
4	-2949.3225	-3535.489	-3997.744	-5423.7985	-6301.906
5	-2569.7157	-3107.2112	-3481.7676	-4831.6481	-5643.5075
6	-2190.1088	-2678.9335	-2965.7911	-4239.4977	-4985.109
7	-1810.5019	-2250.6557	-2449.8146	-3647.3473	-4326.7105
8	-1430.8951	-1822.3779	-1933.8381	-3055.1969	-3668.312
9	-1051.2882	-1394.1002	-1417.8616	-2463.0465	-3009.9135
10	-671.68131	-965.82243	-901.8851	-1870.8962	-2351.515
11	-292.07444	-537.54468	-385.90861	-1278.7458	-1693.1165
12	87.5324247	-109.26692	130.06788	-686.59539	-1034.718
13	467.12993	319.010836	646.04437	-94.445011	-376.31952
14	846.746162	747.288593	1162.02086	497.705373	282.078979
15	1226.35303	1175.56635	1677.99735	1089.85576	940.477477
16	1605.9599	1603.84411	2193.97384	1682.00614	1598.87598
17	1985.56677	2032.12186	2709.95033	2274.15652	2257.27447
18	2365.17364	2460.39962	3225.92682	2866.30691	2915.67297
19	2744.78051	2888.67738	3741.90331	3458.45729	3574.07147
20	3124.38737	3316.95513	4257.8798	4050.60768	4232.46997



Κόστος επένδυ	Κέρδος σε 20ε	Χρόνος απόσβεσης (έτη)
10	4467.75	3124.38737	12
12	5248.6	3316.95513	13
16	6061.65	4257.8798	12
20	7792.4	4050.60768	14
24	8935.5	4232.46997	14

	-	10	12	16	20	24
2099.20704	Ιαν	2710.08583	2310.62968	2237.92181	2099.20704	1969.02489	1846.89299
1536.25322	Φεβ	2347.22915	1804.53202	1710.62363	1536.25322	1378.82409	1237.1516
728.585661	Μαρ	2007.05101	1101.08715	964.083651	728.585661	539.699462	391.74479
0	Απρ	680.356275	0	0	0	0	0
0	Μαι	0	0	0	0	0	0
0	Ιουν	0	0	0	0	0	0
0	Ιουλ	0	0	0	0	0	0
0	Αυγ	0	0	0	0	0	0
0	Σεπ	0	0	0	0	0	0
0	Οκτ	0	0	0	0	0	0
341.952259	Νοε	884.463158	488.585924	433.569545	341.952259	270.102599	212.276968
1646.49154	Δεκ	2109.10445	1806.79672	1751.73031	1646.49154	1547.36057	1453.83629



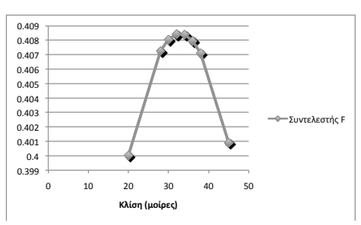


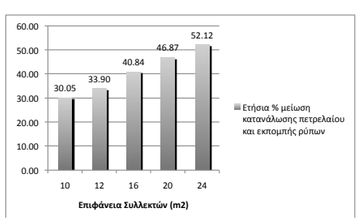
	-	10	12	16	20	24
CO2 **kg**	2674	1870	1767	1582	1421	1280
SO2 g	601	421	397	356	319	288
CO g	483	338	319	286	257	231
NO g	2030	1420	1342	1201	1078	972
CxHx g	161	113	106	95	86	77
Particles g	247	173	163	146	131	118

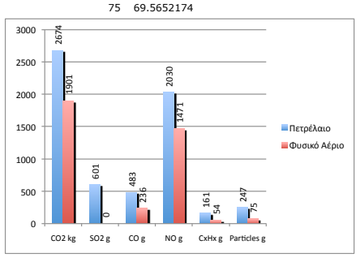
Ετήσια % μείω	10	12	16	20	24
	30.05	33.90	40.84	46.87	52.12

Φ.Α. ΑΘΗΝΑ	
1901	28.9156627
0	100
236	51.1111111
1471	27.5132275
54	66.6666667
75	69.5652174

Μοίρες	Συντελεστής F
20	0.40002081
28	0.40726145
30	0.40804841
32	0.40842632
34	0.40839522
36	0.40795512
38	0.40710601
45	0.40091181







Ζώνη Γ	
Κομοτηνή	

H	DD(18)	Losses kWh
50	409	2923.76571
65	330	2359.02857
105	291	2080.23429
145	147	1050.84
188	0	0
209	0	0
215	0	0
193	0	0
145	0	0
99	87	621.925714
58	216	1544.09143
45	341	2437.66286

Hd	Τμέση
21.1	4.8
28.5	6.2
47.1	8.6
64.3	13.1
82.4	18.4
87	23
86.3	25.5
73.2	25
53.4	20.6
36.8	15.2
22.8	10.8
18.2	7

φ
0.71785392

β	n
0.62831853	3.14159265

D	
15.21	Ιαν
45.61	Φεβ
76.01	Μαρ
106.41	Απρ
136.81	Μαι
167.21	Ιουν
197.61	Ιουλ
228.01	Αυγ
258.41	Σεπ
288.81	Οκτ
319.21	Νοε
349.61	Δεκ

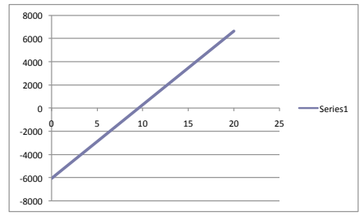
δ
-0.0807001
-0.4085421
-0.0320491
0.39969723
19.2197857
-0.3604095
-0.2418229
0.29367138
0.3228702
-0.2045658
-0.3793262
0.09987961

m2

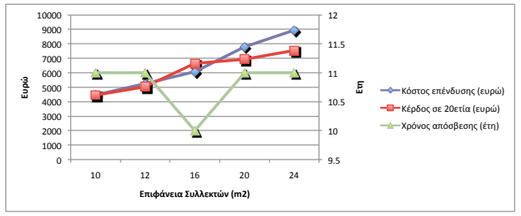
	Euro	
10.25	3885	0
12.3	4564	0
16.4	5271	1
20.5	6776	0
24.6	7770	0
16.4	5271	

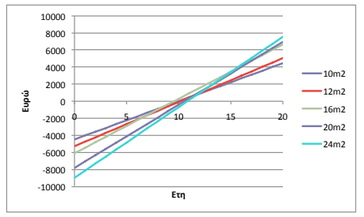
FR*UL=	6
F'R/FR=	0.95
Tref	100
FR*τα	0.82
(τα)/(τα)n	0.93
F=	0.26947855
GainEuro/Y	634.923096

0	-6061.65
1	-5426.7269
2	-4791.8038
3	-4156.8807
4	-3521.9576
5	-2887.0345
6	-2252.1114
7	-1617.1883
8	-982.26523
9	-347.34213
10	287.580964
11	922.504061
12	1557.42716
13	2192.35025
14	2827.27335
15	3462.19645
16	4097.11954
17	4732.04264
18	5366.96574
19	6001.88883
20	6636.81193



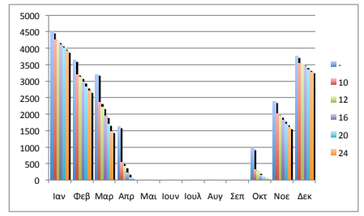
ωss1	ωss2	ωss	Rb	Ht	Xi	Υι	fi	fi*Li
1.00249928	1.00002636	1.00002636	1.32405659	58.0665509	2.00524145	0.21590804	0.08786187	256.88752
1.07597525	1.00075567	1.00075567	1.33169078	75.3162478	2.44873581	0.34708898	0.18016375	425.011435
1.00039205	1.00000414	1.00000414	1.32300596	120.708386	2.70586572	0.63082739	0.39432033	820.278664
1.07212971	1.00071956	1.00071956	1.31331044	166.220989	5.09278656	1.71962842	0.86998805	914.218243
1.06032559	1.00060737	1.00060737	1.31403714	215.986683	0	0	0	0
1.05671441	1.00057263	1.00057263	1.33046869	244.003078	0	0	0	0
1.02365428	1.00024521	1.00024521	1.32763875	252.005791	0	0	0	0
1.0359155	1.00036866	1.00036866	1.31585621	226.614075	0	0	0	0
1.04425733	1.00045128	1.00045128	1.31517302	170.847543	0	0	0	0
1.0166401	1.00017348	1.00017348	1.32679005	117.230302	8.39710595	2.0492112	0.84593809	526.110651
1.06381057	1.00064071	1.00064071	1.33094302	68.302764	3.55765751	0.48089539	0.23210835	358.396521
1.0038416	1.00004047	1.00004047	1.32016846	52.487137	2.34953329	0.23408015	0.08493671	207.047074



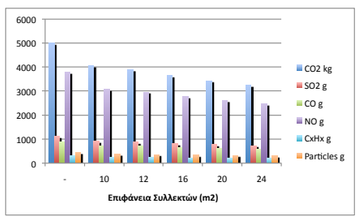


	10m2	12m2	16m2	20m2	24m2
0	-4467.75	-5248.6	-6061.65	-7792.4	-8935.5
1	-4021.6171	-4734.0162	-5426.7269	-7055.7099	-8111.7102
2	-3575.4842	-4219.4324	-4791.8038	-6319.0198	-7287.9205
3	-3129.3513	-3704.8486	-4156.8807	-5582.3298	-6464.1307
4	-2683.2184	-3190.2648	-3521.9576	-4845.6397	-5640.341
5	-2237.0855	-2675.681	-2887.0345	-4108.9496	-4816.5512
6	-1790.9526	-2161.0972	-2252.1114	-3372.2595	-3992.7615
7	-1344.8197	-1646.5134	-1617.1883	-2635.5695	-3168.9717
8	-898.68682	-1131.9297	-982.26523	-1898.8794	-2345.182
9	-452.55392	-617.34586	-347.34213	-1162.1893	-1521.3922
10	-6.4210202	-102.76206	287.580964	-425.49922	-697.60245
11	439.711878	411.821729	922.504061	311.190857	126.187303
12	885.844776	926.405523	1557.42716	1047.88093	949.977058
13	1331.97767	1440.98932	2192.35025	1784.57101	1773.76681
14	1778.11057	1955.57311	2827.27335	2521.26109	2597.55657
15	2224.24347	2470.1569	3462.19645	3257.95117	3421.34632
16	2670.37637	2984.7407	4097.11954	3994.64125	4245.13608
17	3116.50927	3499.32449	4732.04264	4731.33132	5068.92583
18	3562.64216	4013.90828	5366.96574	5468.0214	5892.71559
19	4008.77506	4528.49208	6001.88883	6204.71148	6716.50534
20	4454.90796	5043.07587	6636.81193	6941.40156	7540.2951

	Κόστος επένδυ	Κέρδος σε 20ε	Χρόνος απόσβεσης (έτη)
10	4467.75	4454.90796	11
12	5248.6	5043.07587	11
16	6061.65	6636.81193	10
20	7792.4	6941.40156	11
24	8935.5	7540.2951	11

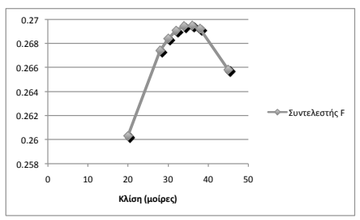


		-	10	12	16	20	24
4102.88953	Ιαν	4498.1011	4247.05447	4198.48372	4102.88953	4009.28239	3917.57104
2975.41098	Φεβ	3629.27473	3205.92739	3127.20739	2975.41098	2830.88444	2693.32191
1938.39326	Μαρ	3200.36044	2354.96468	2208.95687	1938.39326	1695.08286	1477.40632
210.187318	Απρ	1616.67692	548.110987	414.34441	210.187318	76.7228571	0
0	Μαι	0	0	0	0	0	0
0	Ιουν	0	0	0	0	0	0
0	Ιουλ	0	0	0	0	0	0
0	Αυγ	0	0	0	0	0	0
0	Σεπ	0	0	0	0	0	0
147.40779	Οκτ	956.808791	316.100227	246.040609	147.40779	90.2604571	58.0029314
1824.14601	Νοε	2375.52527	2014.21542	1948.7657	1824.14601	1707.45558	1598.16189
3431.71659	Δεκ	3750.25055	3548.49499	3509.23685	3431.71659	3355.44356	3280.3208

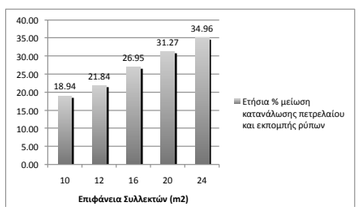


	-	10	12	16	20	24
CO2 **kg**	4986.72245	4042.48217	3897.60585	3642.90772	3427.5179	3243.17144
SO2 g	1121.51188	909.152617	876.569991	819.288483	770.8474	729.387954
CO g	901.214901	730.569068	704.3866	658.356817	619.430946	586.11532
NO g	3785.10258	3068.39008	2958.42372	2765.09863	2601.60997	2461.68434
CxHx g	300.404967	243.523023	234.795533	219.452272	206.476982	195.371773
Particles g	460.620949	373.401968	360.019818	336.493484	316.598039	299.570052

	10	12	16	20	24
Ετήσια % μείω	18.94	21.84	26.95	31.27	34.96



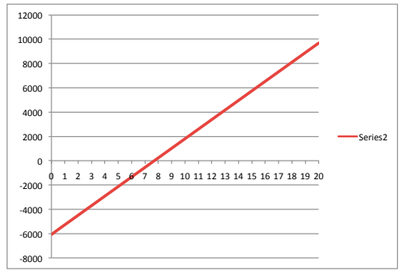
Μοίρες	Συντελεστής F
20	0.26029909
28	0.26740313
30	0.26839308
32	0.26906892
34	0.26943073
36	0.26947855
38	0.2692124
45	0.26580752



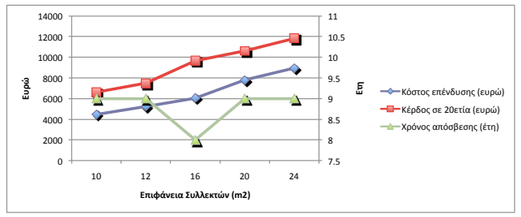
Ζώνη Δ		
Καστοριά		
H	DD(18)	Losses kWh
57.6	490	3502.8
71.3	409	2923.76571
111.2	344	2459.10857
141.1	195	1393.97143
173.6	50	357.428571
201.8	0	0
206.3	0	0
185.5	0	0
138.5	0	0
97	143	1022.24571
60	324	2316.13714
47.7	465	3324.08571
Hd	Τμέση	
22.5	2.2	
29.7	3.4	
48.1	6.9	
64.3	11.5	
81.7	16.4	
86.6	21.4	
86	24	
73.2	23.2	
53.7	18.9	
37.4	13.4	
23.5	7.2	
19.1	3	
φ		
0.70720741		

β	n				
0.59341195	3.14159265	m2	Euro		
D		10.25	3885	0	
15.21		12.3	4564	0	
45.61		16.4	5271	1	
76.01		20.5	6776	0	
106.41		24.6	7770	0	
136.81		16.4	5271		
167.21					
197.61					
228.01					
258.41					
288.81					
319.21					
349.61					
δ					
-0.0807001					
-0.4085421					
-0.0320491		FR*UL=	6		
0.39969723		F'R/FR=	0.95		
19.2197857		Tref	100		
-0.3604095		FR*τα	0.82		
-0.2418229		(τα)/(τα)n	0.93		
0.29367138		F=	0.25139303		
0.3228702		GainEuro/Y	787.146521		
-0.2045658					
-0.3793262					
0.09987961					

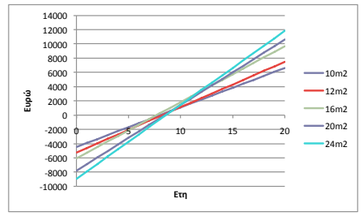
0	-6061.65
1	-5274.5035
2	-4487.357
3	-3700.2104
4	-2913.0639
5	-2125.9174
6	-1338.7709
7	-551.62435
8	235.522172
9	1022.66869
10	1809.81521
11	2596.96174
12	3384.10826
13	4171.25478
14	4958.4013
15	5745.54782
16	6532.69434
17	7319.84086
18	8106.98739
19	8894.13391
20	9681.28043



ωss1	ωss2	ωss	Rb	Ht	Xi	Yι	fi	fi*Li
1.00239378	1.00004272	1.00004272	1.3085959	67.2469463	1.71947477	0.20870967	0.09784159	342.719525
1.07258137	1.00122517	1.00122517	1.31572264	82.8096477	2.0347303	0.30790994	0.16943364	495.384271
1.00037553	1.00000671	1.00000671	1.30761463	127.924663	2.33154752	0.56553818	0.36570289	899.303104
1.06891684	1.00116661	1.00116661	1.29855618	160.341883	3.90986437	1.25048491	0.71905597	1002.34348
1.05766223	1.00098466	1.00098466	1.29923544	196.341853	14.4042054	5.97185107	1	357.428571
1.05421731	1.00092833	1.00092833	1.3145848	233.225012	0	0	0	0
1.02263894	1.00039745	1.00039745	1.31194152	239.120397	0	0	0	0
1.03435912	1.00059759	1.00059759	1.30093547	215.416343	0	0	0	0
1.04232711	1.00073154	1.00073154	1.30029704	161.15072	0	0	0	0
1.01592976	1.00028118	1.00028118	1.31114886	113.591226	5.21716879	1.20802198	0.63330196	647.390215
1.06098593	1.00103872	1.00103872	1.31502787	70.2590397	2.4674934	0.32977922	0.16404137	379.942318
1.00367926	1.00006559	1.00006559	1.30496428	55.4009052	1.79709822	0.18118824	0.06752926	224.473051

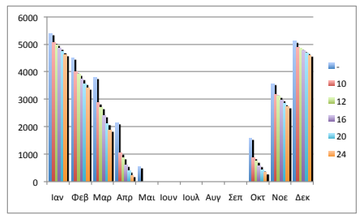


	10m2	12m2	16m2	20m2	24m2
0	-4467.75	-5248.6	-6061.65	-7792.4	-8935.5
1	-3913.0518	-4611.7631	-5274.5035	-6871.9891	-7896.9756
2	-3358.3536	-3974.9261	-4487.357	-5951.5782	-6858.4511
3	-2803.6554	-3338.0892	-3700.2104	-5031.1673	-5819.9267
4	-2248.9572	-2701.2522	-2913.0639	-4110.7565	-4781.4022
5	-1694.259	-2064.4153	-2125.9174	-3190.3456	-3742.8778
6	-1139.5608	-1427.5783	-1338.7709	-2269.9347	-2704.3534
7	-584.86258	-790.74139	-551.62435	-1349.5238	-1665.8289
8	-30.164378	-153.90444	235.522172	-429.11291	-627.30448
9	524.533824	482.932505	1022.66869	491.297981	411.219964
10	1079.23203	1119.76945	1809.81521	1411.70887	1449.7444
11	1633.93023	1756.60639	2596.96174	2332.11975	2488.26884
12	2188.62843	2393.44334	3384.10826	3252.53064	3526.79328
13	2743.32664	3030.28028	4171.25478	4172.94153	4565.31773
14	3298.02484	3667.11723	4958.4013	5093.35241	5603.84217
15	3852.72304	4303.95417	5745.54782	6013.7633	6642.36661
16	4407.42124	4940.79112	6532.69434	6934.17419	7680.89105
17	4962.11945	5577.62806	7319.84086	7854.58508	8719.41549
18	5516.81765	6214.46501	8106.98739	8774.99596	9757.93993
19	6071.51585	6851.30195	8894.13391	9695.40685	10796.4644
20	6626.21405	7488.1389	9681.28043	10615.8177	11834.9888

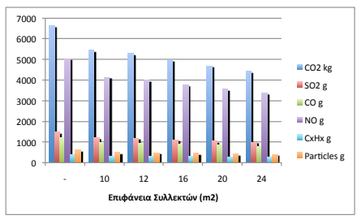
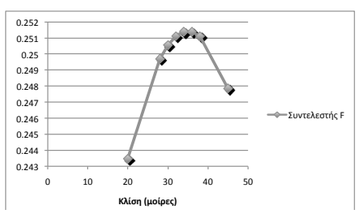
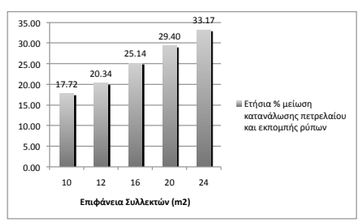


Κόστος επένδυ	Κέρδος σε 20ετ	Χρόνος απόσβεσης (έτη)
4467.75	6626.21405	9
5248.6	7488.1389	9
6061.65	9681.28043	8
7792.4	10615.8177	9
8935.5	11834.9888	9

	-	10	12	16	20	24
4861.66227	Ιαν	5388.92308	5053.02871	4988.41707	4861.66227	4738.11649	4617.68098
3735.97145	Φεβ	4498.1011	4006.21372	3914.12495	3735.97145	3565.62943	3402.83423
2399.70072	Μαρ	3783.24396	2863.32827	2701.77043	2399.70072	2124.54291	1874.91768
602.504542	Απρ	2144.57143	1036.38489	874.618601	602.504542	391.904743	234.366697
0	Μαι	549.89011	0	0	0	0	0
0	Ιουν	0	0	0	0	0	0
0	Ιουλ	0	0	0	0	0	0
0	Αυγ	0	0	0	0	0	0
0	Σεπ	0	0	0	0	0	0
576.700768	Οκτ	1572.68571	859.170571	754.274427	576.700768	437.428404	330.869079
2978.76127	Νοε	3563.28791	3185.90557	3115.31478	2978.76127	2848.16388	2723.26501
4768.63487	Δεκ	5113.97802	4895.71486	4853.04703	4768.63487	4685.40293	4603.2899



	-	10	12	16	20	24
CO2 **kg**	6627.05565	5453.0369	5279.19025	4961.06004	4679.00601	4429.01867
SO2 g	1490.42215	1226.38581	1187.28777	1115.74041	1052.30657	996.08452
CO g	1197.66066	985.488597	954.070528	896.577115	845.603495	800.425061
NO g	5030.17477	4139.05211	4007.09622	3765.62388	3551.53468	3361.78526
CxHx g	399.22022	328.496199	318.023509	298.859038	281.867832	266.808354
Particles g	612.13767	503.694172	487.636048	458.250525	432.197342	409.106142



Μοίρες	Ετήσια % μείω Συντελεστής F	10	12	16	20	24	Reduction %
		17.72	20.34	25.14	29.40	33.17	
20	0.24346561						
28	0.24969864						
30	0.25054778						
32	0.25111264						
34	0.25139303						
36	0.25138884						
38	0.25110003						
45	0.24784877