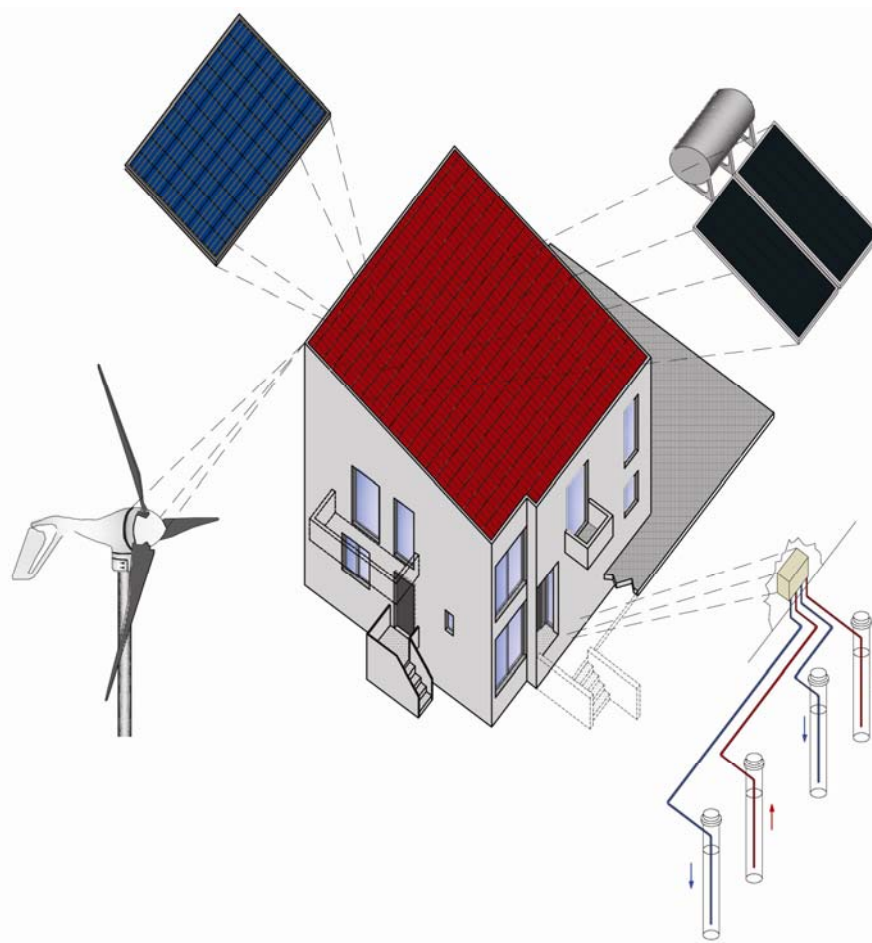




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΡΕΥΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΕ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ
ΝΟΜΠΙΛΑΚΗΣ ΣΠΥΡΙΔΩΝ



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΡΘΟΥΡΟΣ ΖΕΡΒΟΣ

ΑΘΗΝΑ

ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2011

Ευχαριστώ

τη φίλη και αρχιτέκτων Δέσποινα Πλούμπη που βοήθησε ουσιαστικά για την ολοκλήρωση του συγκεκριμένου πονήματος,

τις εταιρίες Q-PV, Ergon και Εναλλακτική Ενεργειακή που πρόθυμα συνεργάστηκαν ,παρέχοντας πολύτιμες τεχνικές πληροφορίες για το πόνημα,

τον επιστημονικό συνεργάτη του ΕΜΠ ,Αντώνη Σαλιάγκα, που ήταν παρών καθ'όλη τη διάρκεια της συγγραφής,

τον υπεύθυνο καθηγητή Γεώργιο Καραλη που ήταν εμπνευστής του θέματος και επιβλέπων της προσπάθειας,

την γραφίστρια Ειρήνη Ξενάκη που επιμελήθηκε την παρουσίαση του τεύχους.

Ενεργειακή Κατανάλωση Κτιρίων^{[1][2][3]}

Είναι πλέον γνωστό και κοινά αποδεκτό στις μέρες μας, ότι η ορθή κατανάλωση ενέργειας είναι πρωταρχικής σημασίας. Τα αέρια του θερμοκηπίου, υπεύθυνα για την μόλυνση και υπερθέρμανση του πλανήτη, η αλλοίωση στη σύσταση της ατμόσφαιρας και των υδάτων, η εξάντληση των φυσικών πόρων, η διατάραξη των οικοσυστημάτων και τελικά η κλιματική αλλαγή του πλανήτη είναι τα θέματα που μας απασχολούν και καλούμαστε να τα αντιμετωπίσουμε προκειμένου να εξασφαλίσουμε ένα βιώσιμο μέλλον για τον πλανήτη. Για το λόγο αυτό, τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αύξηση του ενδιαφέροντος για την εύρεση εναλλακτικών μορφών ενέργειας, φιλικών προς το περιβάλλον. Ταυτόχρονα γίνεται προσπάθεια ενημέρωσης για τη σπουδαιότητα της εξοικονόμησης ενέργειας.

Στο πλαίσιο της ανάγκης για εξοικονόμηση ενέργειας εντάσσεται και ο κτιριακός τομέας. Η οικιακή κατανάλωση αντιπροσωπεύει το 40% της συνολικής ενεργειακής δαπάνης ενώ ευθύνεται για το 40% των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα. Η ενεργειακή σπατάλη από τα ελληνικά σπίτια είναι η μεγαλύτερη στην Ευρώπη των 15 .

Ο τομέας των κτιρίων αποτελεί ίσως τον σημαντικότερο οικονομικό χώρο της Ευρώπης, παρουσιάζοντας ετήσιο κύκλο εργασιών που ξεπερνά τα 400 δις Ευρώ. Ταυτόχρονα, σε ημερήσια βάση, η παγκόσμια πρωτογενής ενεργειακή κατανάλωση που σχετίζεται με τα κτίρια ξεπερνάει τα 17 εκατομμύρια βαρέλια πετρελαίου, ποσότητα περίπου ίση με την συνολική παραγωγή των χωρών του ΟΠΕΚ.

Τα ελληνικά σπίτια «αιμορραγούν» ενεργειακά, σύμφωνα με πρόσφατη έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος. Πέρα από το ότι κατέχουν τα πρωτεία στην κατανάλωση ενέργειας για σκοπούς θέρμανσης στην Ευρώπη των 15, οι ελληνικές κατοικίες σημείωσαν κατά τη 15ετία 1990 - 2005 και τη μεγαλύτερη αύξηση στη χρήση ενέργειας-συμπεριλαμβανομένου και του ηλεκτρικού ρεύματος. Όπως επισημαίνεται στην έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος με τίτλο «Ενέργεια και περιβάλλον 2008», οι Έλληνες χρησιμοποιούσαν το 2005 εντός του σπιτιού τους 62,5% περισσότερη ενέργεια απ' ό,τι το 1990.

Την ίδια ώρα, η μέση αύξηση κατανάλωσης ενέργειας στην Ευρώπη των 15 δεν υπερέβαινε το 15%. Μάλιστα, χώρες με πιο ψυχρό κλίμα όπως η Ολλανδία και η Φινλανδία σημείωσαν κατά το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μείωση κατανάλωσης της τάξεως του 5% με 15%. Όσον αφορά στην ενέργεια για θέρμανση, οι Έλληνες ξόδεψαν κατά τις κρίσιμες ημέρες του 2005 περίπου 22 κιλά ισοδύναμου πετρελαίου για τη θέρμανση κάθε τετραγωνικού μέτρου των σπιτιών τους, ενώ ο μέσος όρος των 15 ευρωπαϊκών χωρών έφτανε τα 14 κιλά σε μέσες ευρωπαϊκές κλιματικές συνθήκες. Αποτέλεσμα αυτής της κατασπατάλησης ενέργειας είναι το

γεγονός ότι οι ελληνικές κατοικίες κατέχουν τα πρωτεία και στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, όπως καταγράφεται και στην έκθεση του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος. Στον αντίποδα της Ελλάδας βρίσκεται η Γερμανία: μέσα σε 12 χρόνια - από το 1990 έως το 2002- κατάφερε να μειώσει κατά 7% τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από την ενεργειακή κατανάλωση στον οικιακό τομέα.

Τα κτίρια καταναλώνουν ενέργεια για την επίτευξη θερμικής και οπτικής άνεσης εντός των χώρων, καθώς και για την χρήση ειδικών συσκευών.

Η τελική ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι της τάξης των 350 Mtoe ανά έτος, χωρίς να υπολογίζεται η συμμετοχή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το μεγαλύτερο μέρος της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων καλύπτεται από το φυσικό αέριο, 116 Mtoe, το πετρέλαιο 99 Mtoe, τον ηλεκτρισμό 91 Mtoe, και τα στερεά καύσιμα με 11 Mtoe.

Οι πραγματικές ενεργειακές ανάγκες των κτιρίων στην Ευρώπη καλύπτονται σε μεγάλο ποσοστό και από την έμμεση χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας και των άλλων ατμοσφαιρικών πηγών. Στην περίπτωση αυτή το σύνολο της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων υπολογίζεται σε 740 Mtoe πρωτογενούς ενέργειας. Η κατανομή των διαφόρων πλέον καυσίμων είναι 43% διάφορα καύσιμα για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, 20% από άμεση χρήση πετρελαίου, 18% από άμεση χρήση φυσικού αερίου, 6% από άλλα στερεά καύσιμα και κατά 15% από ηλιακή ενέργεια.

Με βάση τα παραπάνω προκύπτει ότι αντιστοιχεί περίπου ένας τόνος ισοδύναμου πετρελαίου ανά έτος και ανά κάτοικο για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων στην Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή κατά τα τελευταία χρόνια είναι ελαφρά αυξητική και η ετήσια αύξηση του ρυθμού κατανάλωσης στα κτίρια είναι ίση με 0.7%.

Η ετήσια ενεργειακή κατανάλωση των κτιρίων στην Ελλάδα, είναι της τάξης των 4.6 Mtoe, και αντιστοιχούν 0.55 Mtoe ενέργειας ανά κάτοικο το έτος, δηλαδή περίπου το μισό της αντίστοιχης κατανάλωσης στην υπόλοιπη Ευρώπη. Η διαχρονική μεταβολή της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων στην Ελλάδα είναι καθαρά αυξητική και ο ετήσιος ρυθμός αύξησης της ενεργειακής κατανάλωσης των κτιρίων είναι περίπου 1,8%.

Δεδομένου ότι ο κάτοικος των αστικών κυρίως κέντρων βιώνει το 80% της ζωής του στο εσωτερικό των κτιρίων, είναι προφανής η ανάγκη εύρεσης τρόπων μείωσης της ενεργειακής των κατανάλωσης.

Ειδικότερα, η αύξηση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος στα μεγάλα αστικά κέντρα έχει συντελέσει στην δραματική αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας για τον δροσισμό των κτιρίων κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι η απαιτούμενη ενέργεια για τον δροσισμό ενός κτιρίου στο κέντρο της Αθήνας είναι σχεδόν διπλάσια από την

απαιτούμενη στην περιφέρεια της πόλης, καθότι οι καταγραφείσες θερμοκρασιακές διαφορές κυμαίνονται κατά την διάρκεια της ημέρας περί τους 5 - 12 C και 2 - 5 C κατά τη διάρκεια της νύκτας.

| Κατηγορίες | Μονο/οικίες (προ-1980) | Πολύ/οικίες (προ-1980) | Μονο/οικίες (1980-2001) | Πολύ/οικίες (1980-2001) | Μονο/οικίες (2002-2010) | Πολύ/οικίες (2002-2010) |
|--|------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Συνολικός αριθμός κτιρίων κατοικιών | 1,371,642 | 194,667 | 450,724 | 91,443 | 278,351 | 81,297 |
| Κτίρια χωρίς εξωτερική μόνωση τοίχων | 1,371,642 | 194,667 | 74,491 | 12,314 | -- | -- |
| Κτίρια χωρίς ή με ανεπαρκή μόνωση οροφής | 1,056,164 | 149,894 | 18,623 | 3,079 | -- | -- |
| Κτίρια με σύστημα κεντρικής θέρμανσης | 741,979 | 79,647 | 436,598 | 89,981 | 278,351 | 81,297 |
| Κτίρια με παλιό σύστημα κεντρικής θέρμανσης | 519,385 | 55,753 | 17,210 | 2,932 | -- | -- |
| Κτίρια χωρίς θερμοστάτη αντιστάθμισης στην κεντρική θέρμανση | 519,385 | 55,753 | 130,979 | 26,994 | -- | -- |
| Κτίρια χωρίς θερμοστάτη χώρων | 667,781 | 71,682 | 34,421 | 5,865 | -- | -- |
| Κτίρια με τοπικά κλιματιστικά | 643,100 | 98,954 | 214,916 | 45,172 | 131,312 | 40,060 |
| Κτίρια με ηλιακούς συλλέκτες | 1,097,314 | 155,734 | 289,057 | 57,944 | 139,176 | 40,649 |
| Κτίρια χωρίς σκίαση | 321,550 | 49,477 | 107,458 | 22,586 | 65,656 | 20,030 |

Πίνακας: Στατιστικά στοιχεία ενεργειακής κατάστασης κατοικιών στην Ελλάδα

Συνεπώς, η κατασκευή περιβαλλοντικά και ενεργειακά αποδοτικών κτιρίων και η χρήση μεθόδων και τεχνικών για τη αξιοποίηση φυσικών πηγών ενέργειας στα κτίρια, είναι επιτακτική ανάγκη, μπροστά στην περιβαλλοντική κρίση που ολοένα εντείνεται.

Έχοντας αυτά υπόψιν η παρούσα διπλωματική επιχειρεί να δώσει μια λύση πάνω στο πρόβλημα, εξετάζοντας το ζήτημα από τη σκοπιά των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και τον τρόπο που αυτές μπορούν να συμβάλλουν στη βελτίωση της υφιστάμενης κατάστασης.

Σε αυτό το σημείο σκόπιμο είναι να γίνει μια πρώτη αναφορά στις μορφές ενέργειας που θεωρούνται ανανεώσιμες και στις μη ανανεώσιμες:

- 1.- μη ανανεώσιμες: εξορύσσονται από το έδαφος ως υγρά, αέρια και στερεά και δεν μπορούν να ανανεωθούν σε μικρή χρονική περίοδο.
- 2.- ανανεώσιμες: μπορούν να ανανεωθούν σε μικρή χρονική περίοδο.

1. ΜΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

A) ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΑΣ

Οι γαιάνθρακες ή ορυκτοί άνθρακες βρίσκονται στο υπέδαφος, όπου σχηματίστηκαν στη διάρκεια εκατομμυρίων ετών, από φυτικές ουσίες που νεκρώθηκαν & θάφτηκαν μετά από φυσικές καταστροφές όπως καθιζήσεις, σεισμοί, κλπ.

B) ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ

Το πετρέλαιο βρίσκεται σε κοιλότητες του υπεδάφους σε υγρή μορφή και σχηματίστηκε στη διάρκεια χιλιάδων ετών από ζωικούς και φυτικούς μικροοργανισμούς, κυρίως θαλάσσιους, που καταπλακώθηκαν.

Γ) ΤΟ ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το φυσικό αέριο είναι αέριο ελαφρύτερο από τον αέρα και ανευρίσκεται σε υπόγειες κοιλότητες όπου υπάρχει πετρέλαιο.

Δ) ΤΟ ΥΓΡΑΕΡΙΟ

Το υγραέριο παράγεται απ' την επεξεργασία του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου. Είναι ορυκτό καύσιμο και αποθηκεύεται σε υγρή φάση μέσα σε κατάλληλα δοχεία.

2. ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

A) ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Είναι ανεξάντλητη και δεν επιβαρύνει το Περιβάλλον με ρύπους.
Η αξιοποίησή της γίνεται με Ενεργητικά ή Παθητικά Ηλιακά Συστήματα.

-Ενεργητικά Ηλιακά Συστήματα

Αποτελούνται από ηλιακούς συλλέκτες που παγιδεύουν την ηλιακή ακτινοβολία ή φωτοβολταϊκά συστήματα που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε πολλαπλές χρήσεις.

-Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Δε γίνεται χρήση κάποιας τεχνολογίας, απλά εκμετάλλευση της Ηλιακής Ενέργειας, χάρη στον ειδικό Σχεδιασμό του κτιρίου.

B) ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια είναι η κινητική ενέργεια του ανέμου, που δημιουργείται με τη μετακίνηση προς τα πάνω των αέριων μαζών που θερμαίνονται από τον ήλιο, ενώ τη θέση τους παίρνουν άλλες πιο ψυχρές αέριες μάζες. Υπάρχουν τόσο Ενεργητικά, όσο και Παθητικά Συστήματα που λειτουργούν με αιολική ενέργεια.

-Ενεργητικά Συστήματα

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας γίνεται κυρίως με ανεμογεννήτριες που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα.

-Παθητικά Συστήματα

Μέσω αυτών απορρίπτεται η εσωτερική θερμότητα στο εξωτερικό περιβάλλον και παρέχεται φυσικός δροσισμός. Πρόκειται για τους παραδοσιακούς ΑΝΕΜΟΠΥΡΓΟΥΣ και τις σύγχρονες αιολικές καμινάδες.

Γ) ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Παράγεται από την πτώση του νερού. Η αξιοποίηση γίνεται με ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΕΡΓΑ.

Δ) ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

Προέρχονται από τη βιομάζα και χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα, υπό μορφή ξύλου, μέχρι και τις μέρες μας για τη θέρμανση των κατοικιών και το μαγείρεμα στα τζάκια και τις ξυλόσομπες. Υλικά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εκτός από το ξύλο, είναι το άχυρο, τα υπολείμματα ξύλου (ροκανίδια, κλπ.), η αλκοόλη, τα οικιακά, γεωργικά (π.χ. πυρήνας ελιάς ή άλλου καρπού) και βιομηχανικά απόβλητα, το χαρτί, κλπ.

Ε) ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Πρόκειται για τη θερμική ενέργεια που υπάρχει μέσα στη γη και που μπορεί να φτάνει και τους 350 βαθμούς. Με την κατάλληλη τεχνολογία, είναι δυνατό να θερμάνουμε ή να ψύξουμε τα κτίρια πολύ οικονομικά.

ΣΤ) ΥΔΡΟΓΟΝΟ

Πρόκειται για πολύ ελαφρό αέριο, που μπορεί να δώσει τριπλάσια ενέργεια από το πετρέλαιο ανά μονάδα βάρους.

Από αυτές τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, αυτές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επίπεδο κατοικίας είναι οι εξής:

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

Με αυτές τις τεχνολογίες ασχολείται η παρούσα διπλωματική, εξετάζοντας τις σε ένα ρεαλιστικό πλαίσιο και προσπαθώντας να κάνει μια πλήρη καταγραφή της παρούσας κατάστασης των τόσο σε τεχνολογικό, όσο και σε οικονομικό και νομοθετικό επίπεδο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| Ευχαριστίες..... | 3 |
| Πρόλογος..... | 5 |
| Περιεχόμενα..... | 11 |
| Εισαγωγή..... | 17 |
| | |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΜΙΚΡΕΣ..... | 23 |
| 1.1 Εισαγωγή..... | 25 |
| 1.1.1 Μέρη μιας ανεμογεννήτριας..... | 27 |
| 1.1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μικρών ανεμογεννητριών..... | 28 |
| 1.1.3 Περιβαλλοντικό Όφελος..... | 29 |
| 1.1.4 Κόστος αγοράς ανεμογεννητριών..... | 29 |
| 1.1.5 Συντήρηση..... | 29 |
| 1.1.6 Οικονομική Βιωσιμότητα των μικρών ανεμογεννητριών..... | 30 |
| 1.1.7 Χρηματοδοτικό Πλαίσιο..... | 32 |
| 1.1 Οδηγός Αγοράς..... | 32 |
| 1.2.1 Που μπορεί να μπει μια ανεμογεννήτρια..... | 33 |
| 1.2.1.1 Περιοχές Εγκατάστασης..... | 33 |
| 1.2.1.2 Σε ποιες περιοχές συμφέρει..... | 33 |
| 1.2.1.3 Χώροι και Ύψος Εγκατάστασης..... | 33 |
| 1.2.1.4 Εγκαταστάσεις σε στέγες ή κτίρια..... | 34 |
| 1.2.1.5 Στήριξη..... | 34 |
| 1.2.2 Πως λειτουργεί μια διασυνδεδεμένη ανεμογεννήτρια..... | 34 |
| 1.2.2.1 Παραγωγή ή Αυτοπαραγωγή. Τι συμφέρει..... | 35 |
| 1.2.2.2 Πότε επιλέγεται η Παραγωγή και πότε η Αυτοπαραγωγή..... | 36 |
| 1.2.3 Απόδοση διασυνδεδεμένων Ανεμογεννητριών..... | 36 |
| 1.2.4 Άδειες που απαιτούνται για την εγκατάσταση μιας διασυνδεδεμένης ανεμογεννήτριας..... | 37 |
| 1.2.4.1 Διαδικασίες για την απόκτηση μιας διασυνδεδεμένης ανεμογεννήτριας..... | 37 |
| 1.2.5 Εξομοιωτής..... | 39 |
| 1.3 Κατάλογος Διαθέσιμων μικρών ανεμογεννητριών..... | 41 |
| 1.3.1 Οικονομικό Παράδειγμα..... | 43 |
| 1.4 ΜΕΛΕΤΗ..... | 43 |
| 1.4.1 Πληροφορίες Έργου..... | 43 |
| 1.4.1.1 Επιλογή συστήματος ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης..... | 43 |
| 1.4.2 Τεχνικές Λεπτομέρειες Ανεμογεννήτριας..... | 44 |

| | | |
|---------------------------------|---|-----------|
| 1.4.3 | Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας..... | 45 |
| 1.4.4 | Οικονομική Ανάλυση..... | 45 |
| 1.4.5 | Συμπεράσματα..... | 46 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΒΙΟΜΑΖΑ..... | | 47 |
| 2.1 | Εισαγωγή..... | 49 |
| 2.1.1 | Διαθέσιμη Βιομάζα στην Ελλάδα..... | 49 |
| 2.1.2 | Πλεονεκτήματα των Καυσίμων Βιομάζας..... | 50 |
| 2.1.3 | Μειονεκτήματα από τη χρήση της Βιομάζας..... | 51 |
| 2.1.4 | Χρήση της Βιομάζας σε κατοικίες..... | 51 |
| 2.2 | Είδη Βιοκαυσίμων..... | 52 |
| 2.2.1 | Μειονεκτήματα και Πλεονεκτήματα των κυριότερων βιοκαυσίμων..... | 53 |
| 2.2.2 | Περιβαλλοντική Σύγκριση με Συμβατικά Καύσιμα..... | 53 |
| 2.2.2.1 | Εκπομπές Ρύπων..... | 55 |
| 2.3 | Τύποι Συστημάτων Θέρμανσης με Βιομάζα οικιακής Κλίμακας..... | 55 |
| 2.3.1 | Επιλογή Λέβητα – Καυστήρα..... | 55 |
| 2.3.2 | Κόστος Επένδυσης Ανάλογα με την Τεχνολογία..... | 61 |
| 2.3.3 | Γενικά Χαρακτηριστικά Συσκευών..... | 62 |
| 2.3.3.1 | Στόφες/Σόμπες για Χαμηλές Ανάγκες Θέρμανσης..... | 62 |
| 2.3.3.2 | Κεντρικοί Λέβητες για Υψηλότερες Θερμικές Ανάγκες.. | 63 |
| 2.3.3.3 | Σόμπες για Κούτσουρα..... | 64 |
| 2.3.3.4 | Σόμπες για Πελλέτες..... | 64 |
| 2.3.3.5 | Λέβητες για Πελλέτες..... | 65 |
| 2.3.3.5.1 | Τροφοδοσία Λεβήτων για Πελλέτες..... | 67 |
| 2.3.3.5.2 | Λειτουργία Λέβητα για Πελλέτες..... | 68 |
| 2.3.3.5.3 | Συντήρηση Λεβήτων..... | 68 |
| 2.3.3.6 | Μικροί Λέβητες για Θρυμματισμένο Ξύλο..... | 69 |
| 2.3.3.6.1 | Συντήρηση..... | 69 |
| 2.3.3.7 | Λέβητες για Κούτσουρα..... | 69 |
| 2.3.4 | Προβλήματα και Δυνατότητες..... | 70 |
| 2.3.4.1 | Σημεία κλειδιά για την επιτυχία..... | 72 |
| 2.4 | Νομοθεσία- Κίνητρα..... | 72 |
| 2.5 | Ενδεικτικές Εφαρμογές..... | 74 |
| 2.6 | ΜΕΛΕΤΗ..... | 75 |
| 2.6.1 | Κόστος Προμήθειας Εξοπλισμού..... | 77 |
| 2.6.2 | Κόστος Μεταφορικών..... | 77 |
| 2.6.3 | Σύγκριση με Λέβητα Πετρελαίου..... | 78 |
| 2.6.4 | Συμπεράσματα..... | 79 |
| 2.7 | Πυρηνελαιουργία-Ξηροί Καρποί-Τσόφλια-Pellets..... | 79 |

| | |
|-----------------------------------|--|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ..... | 81 |
| 3.1 | Εισαγωγή.....83 |
| 3.1.1 | Σύντομο Ιστορικό της Γεωθερμίας.....83 |
| 3.1.2 | Σημερινό καθεστώς χρήσης της Γεωθερμίας.....84 |
| 3.2 | Γεωθερμικό Σύστημα.....84 |
| 3.2.1 | Πλεονεκτήματα από τη Χρήση.....86 |
| 3.2.2 | Μειονεκτήματα του Συστήματος Γεωθερμίας.....87 |
| 3.2.3 | Τα περιβαλλοντικά Οφέλη.....87 |
| 3.2.4 | Οι Προοπτικές.....88 |
| 3.3 | Μέρη του Γεωθερμικού Συστήματος.....88 |
| 3.3.1 | Γεωθερμικοί Εναλλάκτες.....89 |
| 3.3.1.1 | Κλειστό Σύστημα.....89 |
| 3.3.1.1.1 | Οριζόντιοι Γεωεναλλάκτες.....90 |
| 3.3.1.1.2 | Κατακόρυφοι Γεωεναλλάκτες.....91 |
| 3.3.1.1.3 | Κωνικοί Γεωεναλλάκτες.....93 |
| 3.3.1.2 | Ανοιχτό Σύστημα.....94 |
| 3.3.1.3 | Υβριδικό Σύστημα.....95 |
| 3.3.2 | Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας.....97 |
| 3.3.2.1 | Αρχή Λειτουργίας Αντλιών Θερμότητ.....98 |
| 3.3.2.2 | Κύκλος Ψύξης.....100 |
| 3.3.2.3 | Συνοπτική Λειτουργία Θερμαινόμενης Αντλίας.....102 |
| 3.3.2.4 | Σύγκριση της Απόδοσης των Συστημάτων Θέρμανσης.....102 |
| 3.3.2.5 | Σύγκριση με συμβατικά Συστήματα Κλιματισμο.....103 |
| 3.3.2.6 | Λειτουργικό Κόστος.....104 |
| 3.3.3 | Εσωτερικό Σύστημα Διανομής Θερμότητ.....104 |
| 3.3.3.1 | Θέρμανση – Δροσισμός Δαπέδου.....106 |
| 3.3.3.2 | Θέρμανση Δαπέδου – Ψύξη Οροφής.....107 |
| 3.3.3.3 | Θέρμανση – Ψύξη Τοίχου.....108 |
| 3.3.3.4 | Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα- Fan Coils.....109 |
| 3.3.4 | Διάρκεια Ζωής του Συστήματος και Συντήρηση.....110 |
| 3.3.5 | Προϋποθέσεις Εγκατάστασης.....110 |
| 3.4 | Κόστος – Οικονομικά Παραδείγματα.....111 |
| 3.5 | Νομοθετικό Πλαίσιο για Συστήματα ΓΑΘ.....114 |
| 3.6 | ΜΕΛΕΤΗ.....115 |
| 3.6.1 | Γενικές Πληροφορίες για το Έργο και την Κοστολόγηση.....115 |
| 3.6.2 | Εξοπλισμός Μηχανοστασίου.....116 |
| 3.6.3 | Τεχνικά Χαρακτηριστικά Μονάδας.....118 |
| 3.6.4 | Εξοικονόμηση Ενέργειας.....120 |
| 3.6.5 | Εξέταση των 4 διαφορετικών Γεωθερμικών Συστημάτων.....121 |

Περιεχόμενα

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.6.5.1 | Ανοικτό Γεωθερμικό Σύστημα..... | 121 |
| 3.6.5.2 | Επιμέρους Κοστολόγηση Κλειστού Συστήματος Οριζόντιας Διάταξης..... | 122 |
| 3.6.5.3 | Επιμέρους Κοστολόγηση Κλειστού Συστήματος Κωνικής Διάταξης..... | 123 |
| 3.6.5.4 | Επιμέρους Κοστολόγηση Κλειστού Συστήματος Κάθετης Διάταξης..... | 124 |
| 3.6.6 | Κόστος..... | 125 |
| 3.6.7 | Συμπεράσματα..... | 126 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΑ.....127

| | | |
|------------|--|-----|
| 4.1 | Βασικές Αρχές..... | 129 |
| 4.1.1 | Πλεονεκτήματα της Ηλιοθερμίας..... | 129 |
| 4.1.2 | Εφαρμογή..... | 130 |
| 4.2 | Ηλιακός Θερμοσίφοντας..... | 131 |
| 4.2.1 | Είδη Ηλιακών Θερμοσίφωνων..... | 131 |
| 4.2.2 | Μέρη Ηλιακών Θερμοσίφωνων..... | 132 |
| 4.2.2.1 | Ηλιακοί Συλλέκτες..... | 132 |
| 4.2.2.1.1 | Λειτουργία Ηλιακών Συλλεκτών..... | 133 |
| 4.2.2.2 | Δεξαμενή Αποθήκευσης..... | 134 |
| 4.2.3 | Εγκατάσταση..... | 134 |
| 4.2.4 | Συντήρηση..... | 135 |
| 4.2.5 | Οικονομικά – Περιβαλλοντικά Οφέλη..... | 135 |
| 4.2.5.1 | Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα..... | 135 |
| 4.2.5.2 | Οικονομικά Στοιχεία..... | 136 |
| 4.2.5.3 | Οικονομικό Παράδειγμα..... | 137 |
| 4.3 | Ηλιακή Θέρμανση Χώρων με συνδυασμένα συστήματα..... | 137 |
| 4.3.1 | Ηλιακός Κλιματισμός..... | 138 |
| 4.4 | Επένδυση – Κίνητρα..... | 139 |
| 4.5 | ΜΕΛΕΤΗ..... | 140 |
| 4.5.1 | Χαρακτηριστικά Ηλιακού Συστήματος..... | 140 |
| 4.5.2 | Χρήση Υπολογιστικού Λογισμικού..... | 141 |
| 4.5.3 | Αποτελέσματα – Συμπεράσματα..... | 141 |
| 4.5.3.1 | Ενεργειακά Αποτελέσματα..... | 141 |
| 4.5.3.2 | Οικονομικά Αποτελέσματα..... | 142 |
| 4.5.4 | Σχολιασμός..... | 142 |
| 4.5.β | Τεχνικό Παράδειγμα Combi..... | 143 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 : ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ.....145

| | | |
|------------|------------------------------------|-----|
| 5.1 | Εισαγωγή..... | 147 |
| 5.1.1 | Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο..... | 147 |
| 5.1.2 | Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα..... | 148 |

| | | |
|------------|--|-----|
| 5.1.3 | Περιβαλλοντικά Οφέλη..... | 149 |
| 5.2 | Είδη Φωτοβολταϊκών Συλλεκτών..... | 150 |
| 5.2.1 | Μονοκρυσταλλικά..... | 151 |
| 5.2.2 | Πολυκρυσταλλικά..... | 151 |
| 5.2.3 | Λεπτής Μεμβράνης..... | 152 |
| 5.2.3.1 | Άμορφου Πυριτίου (a-Si)..... | 153 |
| 5.2.3.2 | Ταινίας Πυριτίου (Ribbon Silicon)..... | 153 |
| 5.2.3.3 | Δισεληνοϊνδιούχου Χαλκού (CIS)..... | 153 |
| 5.2.3.4 | Τελοριούχου Κάδμιου (CdTe)..... | 154 |
| 5.2.3.5 | Αρσενικούχου Γάλλιου (GaAs)..... | 154 |
| 5.2.4 | Σφαιρικές Ηλιακές Κυψέλες..... | 155 |
| 5.2.5 | Κυψέλες (υψηλής) συγκέντρωσης (HCPV) – CPV..... | 155 |
| 5.2.6 | Υβριδικά Στοιχεία HIT..... | 156 |
| 5.2.7 | Φωτοβολταϊκά Διπλής Όψεως..... | 157 |
| 5.2.8 | Solyndra..... | 157 |
| 5.2.9 | Άλλες Τεχνολογίες..... | 158 |
| 5.2.10 | Απόδοση Φωτοβολταϊκών..... | 158 |
| 5.3 | Φωτοβολταϊκό Σύστημα..... | 160 |
| 5.3.1 | Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας βάση της ηλιοφάνειας στην Ελλάδα..... | 161 |
| 5.3.2 | Προσανατολισμός Φ/Β Συστημάτων- Σκιασμός..... | 162 |
| 5.3.3 | Ενδεικτική απόδοση φωτοβολταϊκών σε διάφορες Κλίσεις και προσανατολισμούς..... | 164 |
| 5.3.4 | Το κόστος των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων..... | 165 |
| 5.3.5 | Τα μέρη ενός Φ/Β Συστήματος..... | 165 |
| 5.3.5.1 | Φωτοβολταϊκά Πάνελ..... | 166 |
| 5.3.5.2 | Μετατροπέας Τάσης..... | 168 |
| 5.3.5.2.1 | Επιλογή του χώρου έδρασης των ηλεκτρονικών μετατροπέων..... | 170 |
| 5.3.5.3 | Πίνακας Ελέγχου..... | 170 |
| 5.3.5.4 | Ηλεκτρικοί Πίνακες..... | 170 |
| 5.3.5.5 | Καλωδίωση..... | 171 |
| 5.3.5.6 | Μεταλλικές Κατασκευές – Υλικά Στήριξης..... | 171 |
| 5.3.5.7 | Διατάξεις Προστασίας..... | 172 |
| 5.3.5.7.1 | Γείωση Φ/Β..... | 172 |
| 5.3.5.7.2 | Προστασία Έναντι Υπερτάσεων..... | 172 |
| 5.3.5.7.3 | Ασφάλειες..... | 173 |
| 5.3.5.8 | Σύστημα Τηλεπίβλεψης..... | 173 |
| 5.3.6 | Συντήρηση Φ/Β Συστημάτων..... | 174 |
| 5.3.7 | Ενσωμάτωση σε Κτίρια..... | 175 |
| 5.4 | «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων»..... | 178 |

Περιεχόμενα

| | | |
|---|--|------------|
| 5.4.1 | Που επιτρέπεται..... | 179 |
| 5.4.2 | Πόσο κοστίζει και τι αποδίδει..... | 180 |
| 5.4.3 | Διαδικασίες..... | 181 |
| 5.4.4 | Οικονομικά Παραδείγματα..... | 183 |
| 5.5 | ΜΕΛΕΤΗ..... | 185 |
| 5.5.1 | Εισαγωγή..... | 185 |
| 5.5.2 | Εξοπλισμός – Συνοπτική Τεχνική Περιγραφή..... | 185 |
| 5.5.2.1 | Βασικός Εξοπλισμός Φ/Β Σταθμού..... | 185 |
| 5.5.2.2 | Εργασίες Εγκατάστασης..... | 186 |
| 5.5.3 | Οικονομική Προσφορά..... | 186 |
| 5.5.4 | Γενικοί Όροι..... | 187 |
| 5.5.4.1 | Εγγύηση Εξοπλισμού..... | 187 |
| 5.5.4.2 | Εγγύηση Καλής Κατάστασης..... | 187 |
| 5.5.4.3 | Χρόνος Παράδοσης..... | 188 |
| 5.5.4.4 | Τρόπος Πληρωμής..... | 188 |
| 5.5.5 | Πίνακας Αποτελεσμάτων Οικονομικής Απόδοσης..... | 189 |
| 5.5.5.1 | Υπολογισμός εσόδων από διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα..... | 189 |
| 5.5.5.2 | Υπολογισμός απόδοσης φωτοβολταϊκού συστήματος ανά μήνα | 190 |
| 5.5.5.3 | Συμπεράσματα..... | 190 |
| 5.6 | Αποτελέσματα Έρευνας για την Επιτυχία του Προγράμματος..... | 191 |
| 5.6.1 | Διάρκεια διαδικασίας και χρόνος αναμονής / εργασιακές απαιτήσεις..... | 192 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6 : ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ..... | | 193 |
| 6.1 | Εισαγωγή..... | 195 |
| 6.2 | Ηλιακά Υποβοηθούμενη Αντλία Θερμότητας..... | 195 |
| 6.3 | Υβριδικό Σύστημα Θέρμανσης Ηλιακών-Βιομάζας..... | 196 |
| 6.4 | Λοιπά Υβριδικά Συστήματα Ηλεκτροπαραγωγής..... | 198 |
| ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | | 199 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... | | 205 |
| A. | Βιοκλιματικός Σχεδιασμός..... | 207 |
| B. | Τραπεζικά Προγράμματα / Ασφαλιστικά Προγράμματα..... | 215 |
| Γ. | Λίστες Εταιριών..... | 229 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | | 239 |

ΔΙΕΙΣΔΥΣΗ ΑΠΕ ΣΕ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΗ ΚΑΤΟΙΚΙΑ

(μια έρευνα στην Αθήνα του σήμερα)

Σκοπός της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας είναι να εξετάσει όλες τις εφαρμογές Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας που δύνανται να εγκατασταθούν σε μια κατοικία. Αφορά όλες τις εφαρμογές που είναι ήδη ώριμες τεχνολογικά και εμπορικά εκμεταλλεύσιμες και όχι αυτές που βρίσκονται σε πειραματικό επίπεδο.

Εξετάζει την διείσδυση των ΑΠΕ σε διασυνδεδεμένες κατοικίες στα γεωγραφικά πλαίσια της Αθήνας εν έτει 2010. Γίνεται ενδελεχής ανάλυση των τεχνολογιών με απώτερο σκοπό την πλήρη, ρεαλιστική και αντικειμενική εξέταση τους ,αποσαφήνιση των όποιων ζητημάτων γύρω από αυτές και σφαιρική παρουσίαση τους.

Για να το πετύχει αυτό η εργασία είναι διαρθρωμένη με τον εξής τρόπο:

Χωρίζεται σε 6 κεφάλαια. Στα πρώτα 5 κεφάλαια αναλύεται η κάθε μια από τις τεχνολογίες που θα εξετάσουμε ξεχωριστά (και σε αλφαβητική σειρά):

- Ανεμογεννήτριες Μικρές
- Βιομάζα
- Γεωθερμία
- Θερμικά Ηλιακά Συστήματα
- Φωτοβολταϊκά

ενώ στο 6^ο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναφορά στο πώς μπορούν να συνδυαστούν αυτές οι τεχνολογίες μεταξύ τους, αλλά και με συμβατικά συστήματα.

Ακολουθούν συγκεντρωμένα τα συμπεράσματα από όλο το πόνημα.

Τρία παραρτήματα συμπληρώνουν το όλο έργο με απαραίτητες πληροφορίες:

- με μια επιγραμματική ανάλυση των υπόλοιπων τεχνολογιών που εφαρμόζονται σε κατοικίες για εξοικονόμηση ενέργειας και θεωρούνται προϋπόθεση για την εφαρμογή συστημάτων Α.Π.Ε., δηλαδή του βιοκλιματικού σχεδιασμού, της θερμομόνωσης κλπ.
- με τα δανειοδοτικά προγράμματα που προσφέρουν οι τράπεζες για εφαρμογές ΑΠΕ σε κατοικίες και τα ασφαλιστικά προγράμματα που τις καλύπτουν
- με τις λίστες των εταιριών που δραστηριοποιούνται στο χώρο και εμπορεύονται ή/και εγκαθιστούν τα συστήματα που προηγουμένως αναλύθηκαν

Εισαγωγή

Όσον αφορά το κάθε κεφάλαιο ξεχωριστά η ύλη του έχει διαρθρωθεί ως εξής:

Στην αρχή και για την μεγαλύτερη έκταση του γίνεται μια ανάλυση της υπό εξέταση τεχνολογίας σε θεωρητικό επίπεδο.

Υπάρχει μια ιστορική αναδρομή, αναφορά στην υφιστάμενη κατάσταση και σε προοπτικές για το μέλλον , ανάλυση της τεχνολογίας, του τρόπου λειτουργίας και του απαραίτητου εξοπλισμού, απαρίθμηση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων από τη χρήση της σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό πλαίσιο.

Στη συνέχεια γίνεται μια συσχέτιση της τεχνολογίας με το περιβάλλον μέσα στο οποίο την εξετάζουμε ,δηλαδή την Αθήνα του 2010. Περιγράφεται η σχετική νομοθεσία ,τα κίνητρα που ενδεχομένως δίνονται για να εφαρμοστεί, διαδικασίες εγκατάστασης, σύγκριση με το τι γίνεται σε άλλες περιοχές της Ευρώπης και αναφορά στα οικονομικά μεγέθη της τεχνολογίας τα οποία στο τέλος παρουσιάζονται μέσα από εφαρμοσμένα παραδείγματα με πραγματικά κόστη και δείκτες εξοικονόμησης.

Το τελευταίο κομμάτι του κεφαλαίου αναλύεται στην μελέτη που επί τούτου έγινε, εφαρμόζοντας την εκάστοτε τεχνολογία σε ένα σπίτι-μοντέλο* στην Αθήνα. Αναφέρει αναλυτικά μια προσφορά που δόθηκε από σχετική εταιρία ,τον εξοπλισμό που χρησιμοποιήθηκε ,τα ανάλογα κόστη, μια σύγκριση με τις αντίστοιχες συμβατικές τεχνολογίες που αντικαθιστά ,με τα ενδεχόμενα οικονομικά – περιβαλλοντικά οφέλη, καθώς και συμπεράσματα από το όλο εγχείρημα. Παράλληλα παρουσιάζονται τα σχέδια από το σπίτι-μοντέλο στα οποία έχει σχεδιαστεί το προς εξέταση σύστημα.

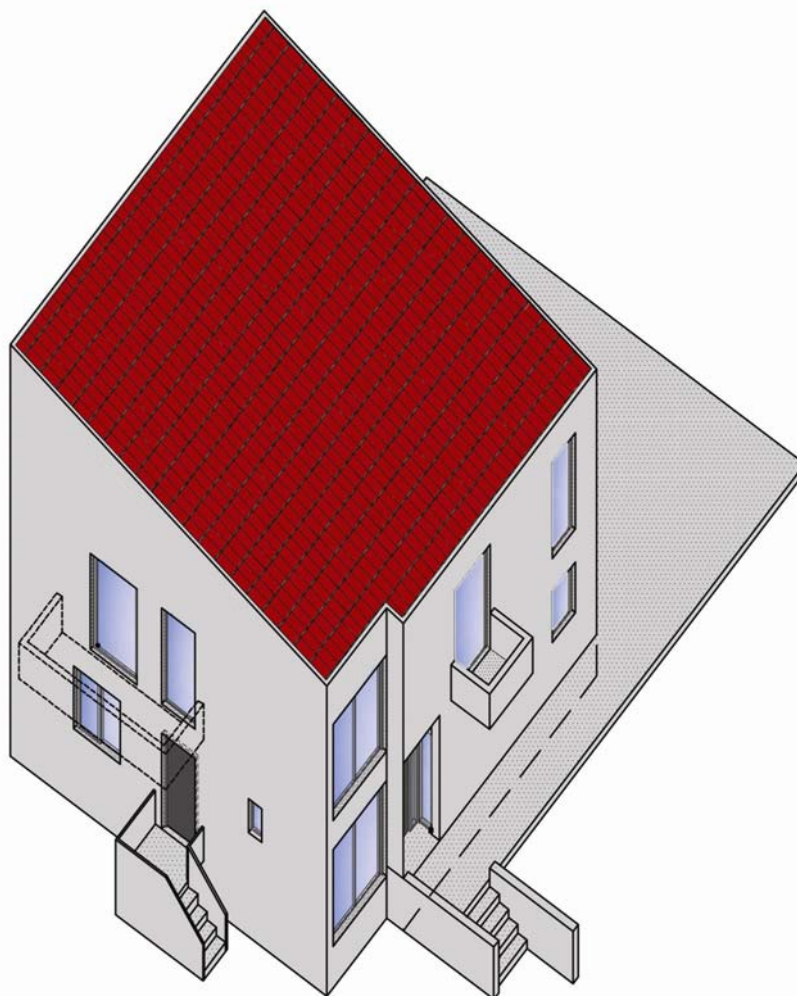
Μέσα από μια τέτοια διαρρύθμιση θεωρείται ότι η τεχνολογία εξετάζεται σφαιρικά και ο αναγνώστης μπορεί να βγάλει ασφαλή συμπεράσματα.

Η συγκεκριμένη διπλωματική θα μπορούσε να λειτουργήσει και σαν βοήθημα σε έναν εν δυνάμει χρήστη οικιακών συστημάτων Α.Π.Ε. Αναλύει την τεχνολογία από την αρχική της ιδέα μέχρι το πώς έχει φτάσει να εφαρμόζεται στην Αθήνα σήμερα. Κάλιστα μπορεί να διαβαστεί αποσπασματικά και να παράσχει πληροφορίες σε κάποιον που ενδιαφέρεται για μια τεχνολογία αποκλειστικά ή να διαβαστεί στο σύνολο της και να ενημερώσει για τις πολλαπλές λύσεις που προσφέρουν οι ΑΠΕ σε θέματα θέρμανσης- δροσισμού χώρου, ζεστού νερού χρήσης και ηλεκτροδότησης μιας κατοικίας.

***Το σπίτι-μοντέλο**

Για να γίνουν καλύτερα κατανοητά τα όσα σε θεωρητικό επίπεδο υποστηρίζονται ,αλλά και για να υπάρχει μια άμεση συσχέτιση με την πραγματικότητα εφαρμόζεται η ιδέα του σπιτιού - μοντέλου.

Χρησιμοποιείται μια τυπική κατοικία 200 τ.μ. στην περιοχή του Ωρωπού, κατάλληλη για τετραμελή οικογένεια, στην οποία θεωρείται ότι εφαρμόζεται η κάθε τεχνολογία ήδη από κατασκευής της. Στο σπίτι επίσης θεωρείται ότι υφίσταται η απαραίτητη θερμομόνωση όπως αυτή ορίζεται από τον ελληνικό κανονισμό θερμομόνωσης κτιρίων.



Η κάθε τεχνολογία πλέον εξετάζεται πάνω στο συγκεκριμένο μοντέλο και παράλληλα με τα αποτελέσματα που προκύπτουν ,το εφαρμοζόμενο σύστημα απεικονίζεται κάθε φορά στα σχέδια του σπιτιού δίνοντας μια πιο πλήρη εικόνα.

Έτσι, με την ύπαρξη μιας κοινής βάσης και ενός κοινού πεδίου εφαρμογής μπορεί να γίνει καλύτερη σύγκριση μεταξύ των τεχνολογιών ,αλλά και να δοθούν σαφή και συγκεκριμένα στοιχεία.

Γίνονται ξεκάθαρα πλέον τα μεγέθη που αναφέρονται και τα υπολογιζόμενα κόστη αποκτούν ένα κοινό μέτρο σύγκρισης. Μελετώντας αυτά τα συμπεράσματα και κάνοντας χρήση της απλής αναλογικής μπορεί να γίνει μια πρώτη εκτίμηση και για άλλες κατοικίες.

Συμβατικό Σύστημα Θέρμανσης

Η προσφορά για θέρμανση με συμβατικούς λέβητες που δόθηκε για το συγκεκριμένο σπίτι είναι η εξής:^[4]

Εξοπλισμός

1) Λέβητας μαντεμένιος FEROLLI Ιταλίας , τύπου ATLAS, ιδιαίτερα βαριάς κατασκευής απόδοσης 25.000kcal/h (29KW), κατάλληλος για τη χρήση ολόκληρου του σπιτιού , με πλήρη κονσόλα οργάνων εργοστασιακή για καύση πετρελαίου και αερίου. Ο λέβητας υπερκαλύπτει τις προδιαγραφές DVGW-CE0085 και η διαδικασία κατασκευής καλύπτεται από το ISO9001 CE . Η εργοστασιακή του εγγύηση είναι για 10 έτη.

2) Καυστήρας RIELLO Ιταλίας , με ειδικό σύστημα ανακύκλωσης πετρελαίου για ιδιαίτερα υψηλή απόδοση και οικονομία. Ο καυστήρας έχει ηλεκτρονικό σύστημα ελέγχου και είναι πιεστικού τύπου.

(Πιστοποίηση κατά ISO, CE)

3) Κυκλοφορητής θέρμανσης, εργοστασίου WILO Γερμανίας , τύπου TOP S 30/7 , κατάλληλος για κάθε μελλοντική χρήση. Κυκλοφορητής WILO Γερμανίας , τύπου RS25-2 για το μπόιλερ.

(Πιστοποίηση κατά ISO, CE)

4) Δοχείο διαστολής μεμβράνης, Reflex, Γερμανίας τύπου 80N

(Πιστοποίηση κατά ISO, CE)

5) Αυτόματος πληρώσεως "OR", διατομής 1/2" , ορειχάλκινος, Βαρέως Τύπου, με μανόμετρο. (Πιστοποίηση κατά TUV, CE)

(ΟΛΑ ΤΑ ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΕΙΔΗ ΚΑΛΥΠΤΟΥΝ ΤΙΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ CE , ISO , DVGW , TUV κατά περίπτωση)

6) Βαλβίδα ασφαλείας διατομής 1/2" , 4 bar "OR", ορειχάλκινη, Βαρέως Τύπου.(2TMX)

7) Φίλτρο πληρώσεως δικτύου 1/2" ορειχάλκινο και δυο σφαιρικές βάνες για τον αυτόματο πλήρωσης.

8) Ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα ασφαλείας καυσίμου διατομής 1/2" , CEME και φίλτρο καυσίμου, βαρέως τύπου ορειχάλκινο.

(Πιστοποίηση κατά TUV, CE)

9) Προμήθεια θερμαντήρος νερού (ΜΠΟΙΛΕΡ) , εργοστασίου ASSOS-ΗΛΙΟΑΚΜΗ Ελληνικής κατασκευής , με εσωτερική επιφάνεια από DOUBLE GLASS κατασκευής on site στο εργοστάσιο με ψήσιμο σε ειδικό φούρνο στους 860 βαθμούς κατά DIN 4753 , χωρητικότητας 150λίτρων , διπλής ενέργειας .

Η μόνωση του θερμαντήρα είναι από πολυουρεθάνη και φέρει όλες τις απαραίτητες αναμονές για αισθητήρες κλπ.

10) Θερμοστάτες χώρου SIEMENS, ηλεκτρονικού τύπου, με extra εντολή για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.(2 ΤΜΧ) .

11) Αυτόματος πυροσβεστήρας λεβητοστασίου, ξηράς κόνεως, 12 kg και ένας χειροκίνητος 6kg.

12) Θερμαντικά σώματα τύπου PANEL εργοστασίου PEK PANEL Αγγλίας κατάλληλων μεγεθών όπως στη μελέτη που εκπονήσαμε , συνολικής απόδοσης **19000 kcal/h**.(22KW)

Τα σώματα είναι υπολογισμένα για θερμοκρασιακή συνθήκη 90⁰ –70⁰-20⁰C.

Τα σώματα έχουν 10 έτη εγγύηση, είναι πιστοποιημένα κατά DIN, ISO και βαμμένα με ηλεκτροστατική βαφή RAL (χρώμα λευκό).Η πίεση δοκιμής τους είναι 10 BAR.

(Συνολικά 10 τμχ)

13) Σύστημα προστασίας από την ηλεκτρόλυση με ανόδιο STOPCOR A3, εξωτερικής τοποθέτησης για αποφυγή των προβλημάτων των εμβαπτιζόμενων ανοδίων.

14) Διακόπτες μονοσωληνίου, εσωτερικού βρόγχου για όλα τα σώματα , εργοστασίου Ravanì Ιταλίας με ρακόρ σιλικόνης για απόλυτη ασφάλεια. . (10 τμχ)

15) Σταθμοδείκτης πετρελαίου , εξωτερικής τοποθέτησης για μέτρηση του πετρελαίου με απόλυτη ακρίβεια στη δεξαμενή.

16) Δεξαμενή μεταλλική , 2000 λιτ. από χαλυβδοέλασμα 2,5mm , κολλημένη έτοιμη στο λεβητοστάσιο (όχι βαμμένη.)

17) Πίνακας αυτονομίας τεσσάρων διαμερισμάτων με ρελέ , ώστε να λειτουργούν ανεξάρτητα οι όροφοι και το μπόιλερ.

ΣΥΝΟΛΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ : 6224 ,00 €

ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ

Η προσφορά αυτή, αποτελεί ολόκληρο τον βασικό εξοπλισμό θέρμανσης. Τα μηχανήματα παραδίδονται χωρίς χρέωση μεταφορικών στην οικοδομή.

ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Το σύνολο των εργασιών εγκατάστασης θα περιλαμβάνει:

1. Εγκατάσταση σωληνώσεων που αφορούν στη θέρμανση , από χαλκοσωλήνες μονωμένες κατάλληλων διατομών σε όλη την οικοδομή. Τοποθέτηση σωμάτων και διακοπών.
2. Εγκατάσταση λεβητοστασίου υδραυλική και ηλεκτρολογική. Κατασκευή αυτοματισμών θέρμανσης.
3. Σύνδεση δεξαμενής .
4. Σύνδεση του νέου boiler .
5. Κατασκευή αυτοματισμού αυτονομίας.
6. Δοκιμές ρυθμίσεις και λειτουργία του συστήματος .

Πριν τις εργασίες θα εκπονηθεί χωρίς χρέωση μηχανολογική μελέτη θέρμανσης.

Η προσφερόμενη τιμή εργασιών είναι ενδεικτική και θα οριστικοποιηθεί μετά απο επίσκεψή μας στην οικοδομή αφού έχουν αποφασισθεί οι τελικές θέσεις σωμάτων.

ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ : 5150,00 €
ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ

ΤΕΛΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ : 11.374, 00 € **ΧΩΡΙΣ ΦΠΑ**

Κεφάλαιο 1:

Μικρές Ανεμογεννήτριες

Μικρές ανεμογεννήτριες

1.1 Εισαγωγή^[12]

Ο άνεμος ή αλλιώς η αιολική ενέργεια, υπήρξε μια από τις πρώτες πηγές ενέργειας που αξιοποίησε ιστορικά ο άνθρωπος. Η εκμετάλλευση της εντοπίζεται από την αρχαιότητα, στα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων πλοίων. Στην Ελλάδα η αιολική ενέργεια αξιοποιείται για χρόνια στην ναυσιπλοΐα και στην άντληση νερού με τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους.

Ωστόσο οι εφαρμογές στον οικιακό τομέα μέχρι σήμερα είναι περιορισμένες αν και είναι ιδιαίτερα υποσχόμενες υπό προϋποθέσεις.

Σήμερα, η αιολική ενέργεια βρίσκει εφαρμογή κυρίως στην ηλεκτροπαραγωγή. Αυτό επιτυγχάνεται με τις ανεμογεννήτριες οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική σε πρώτο στάδιο και ακολούθως σε ηλεκτρική.



Σχήμα : Εφαρμογή μικρής ανεμογεννήτριας σε οικία

Εκτός από τα μεγάλα αιολικά πάρκα που αποτελούνται από μεγάλες ανεμογεννήτριες (800 kW – 3 MW) που τροφοδοτούν απευθείας το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, εγκαθίστανται και οι μικρές ανεμογεννήτριες για εφαρμογές μικρής κλίμακας, κυρίως για την ικανοποίηση των οικιακών καταναλώσεων.

Η χρήση μικρών ανεμογεννητριών (400 W μέχρι 10 kW) στην Ελλάδα συνιστάται εκτός αστικών περιοχών. Απαιτείται μια έκταση γύρω από αυτές χωρίς εμπόδια που να επηρεάζουν την έκθεση τους στον άνεμο για να εξασφαλιστεί η αποδοτική λειτουργία τους.

Η εγκαταστημένη ισχύς της ανεμογεννήτριας εξαρτάται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια που πρόκειται να καλυφθούν. Για τις διαστάσεις της ανεμογεννήτριας ισχύουν τα εξής:

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

- Η διάμετρος αυξάνεται ανάλογα με την ονομαστική ισχύ και κατά συνέπεια αυξάνεται και το ύψος του ιστού που θα τοποθετηθεί.
- Το ύψος του ιστού καθορίζεται λαμβάνοντας υπόψη παραμέτρους όπως εμπόδια περιβάλλοντος χώρου, το είδος της βάσης καθώς και από τις προδιαγραφές του κατασκευαστή.

Ενδεικτικά αναφέρεται ότι για Α/Γ εγκατεστημένης ισχύος 400-3000W η διάμετρος της φτερωτής είναι από 1.5μ έως 4.5μ.

Η ύπαρξη ικανοποιητικού αιολικού δυναμικού αποτελεί το βασικότερο κριτήριο για την αποδοτικότητα μιας ανεμογεννήτριας.

Οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, του κάθετου και του οριζόντιου Άξονα



*Σχήμα : Μικρή ανεμογεννήτρια 1.0 kW
οριζόντιου άξονα*



*Σχήμα: Μικρή ανεμογεννήτρια 1.5 kW
κάθετου άξονα*

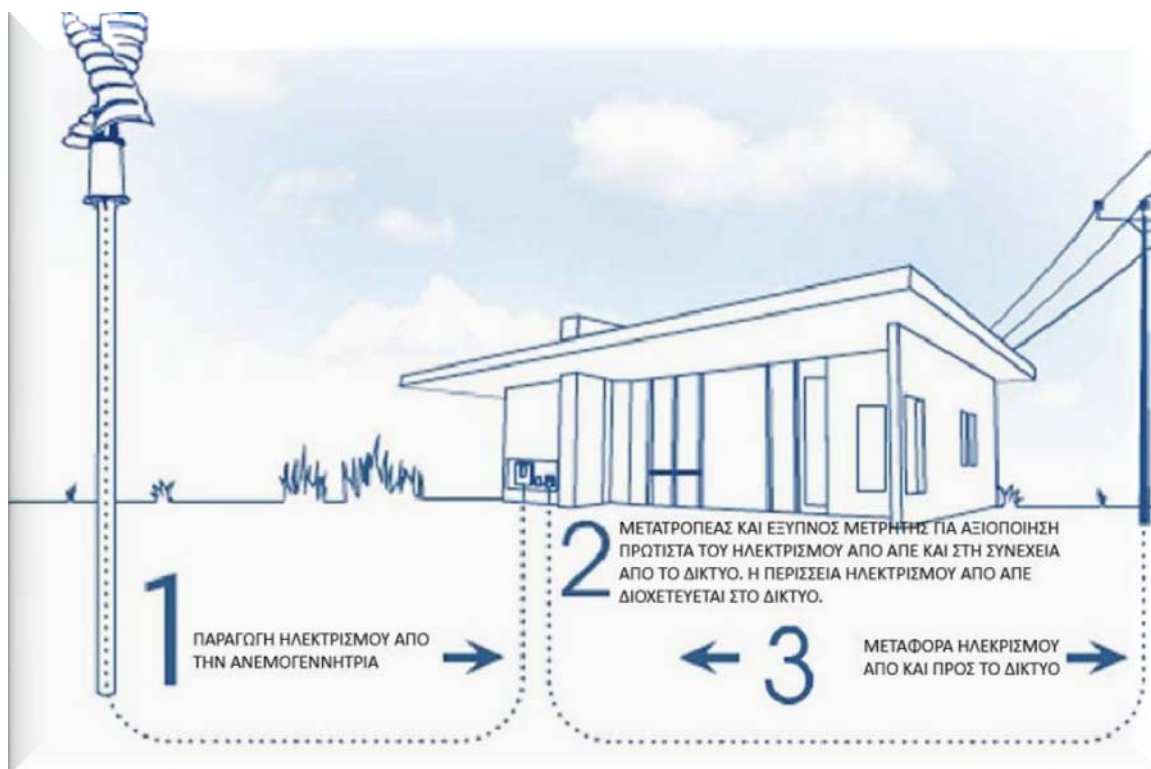
Ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιούνται, οι ανεμογεννήτριες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Αυτόνομες (μη συνδεδεμένα με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού)

Απαραίτητη η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες και εγκατάσταση μετατροπέα συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο. Ιδανικά για εξοχικές κατοικίες απομακρυσμένες από το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

- Συνδεδεμένες με το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού

Η παραγόμενη ενέργεια πωλείται στο δίκτυο. Δεν χρειάζεται η αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες, απαιτείται όμως η εγκατάσταση αντιστροφέα για τη μετατροπή της παραγόμενης συνεχούς τάσης (12 ή 24V) σε τάση δικτύου και τη λειτουργία των οικιακών συσκευών.



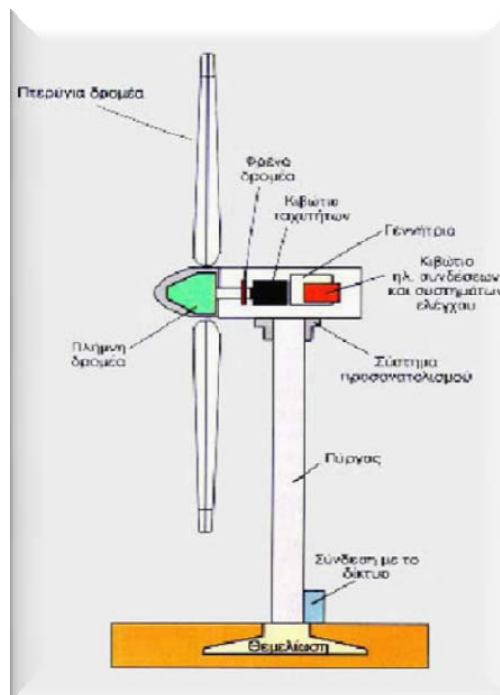
1.1.1 Μέρη μιας Ανεμογεννήτριας^[8]

Μια τυπική ανεμογεννήτρια οριζοντίου άξονα αποτελείται από τα εξής μέρη:

- το δρομέα, που αποτελείται από δύο ή τρία πτερύγια από ενισχυμένο πολυεστέρα,
- τα πτερύγια προσδένονται πάνω σε μια πλήμνη είτε σταθερά, είτε με τη δυνατότητα να περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους μεταβάλλοντας το βήμα,
- το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, αποτελούμενο από τον κύριο άξονα, τα έδρανα του και το κιβώτιο πολλαπλασιασμού στροφών, το οποίο προσαρμόζει την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα στη σύγχρονη ταχύτητα της ηλεκτρογεννήτριας. Η ταχύτητα περιστροφής παραμένει σταθερή κατά την κανονική λειτουργία της μηχανής,
- την ηλεκτρική γεννήτρια, σύγχρονη ή επαγωγική με 4 ή 6 πόλους η οποία συνδέεται με την έξοδο του πολλαπλασιαστή μέσω ενός ελαστικού ή υδραυλικού συνδέσμου και μετατρέπει τη μηχανική ενέργεια σε ηλεκτρική και βρίσκεται συνήθως πάνω στον πύργο της ανεμογεννήτριας. Υπάρχει και το σύστημα πέδης το οποίο είναι ένα συνηθισμένο δισκόφρενο που τοποθετείται στον κύριο άξονα ή στον άξονα της γεννήτριας,

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

- το σύστημα προσανατολισμού, αναγκάζει συνεχώς τον άξονα περιστροφής του δρομέα να βρίσκεται παράλληλα με τη διεύθυνση του ανέμου,
- τον πύργο, ο οποίος στηρίζει όλη την παραπάνω ηλεκτρομηχανολογική εγκατάσταση. Ο πύργος είναι συνήθως σωληνωτός ή δικτυωτός και σπανίως από οπλισμένο σκυρόδεμα,
- τον ηλεκτρονικό πίνακα και τον πίνακα ελέγχου , οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στη βάση του πύργου. Το σύστημα ελέγχου παρακολουθεί, συντονίζει και ελέγχει όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας , φροντίζοντας για την απρόσκοπτη λειτουργία της.



1.1.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μικρών ανεμογεννητριών^[12]

- + Έχουν αξιόπιστη λειτουργία και μεγάλη διάρκεια ζωής
- + Με τη λειτουργία τους αποφεύγεται η χρήση ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή ηλεκτρισμού
- + Είναι φιλικές στο περιβάλλον και δεν ρυπαίνουν και βοηθούν στην μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου
- + Μπορούν πολύ εύκολα να εγκατασταθούν σε απομονωμένες περιοχές και να λειτουργούν ως αποκεντρωμένες μονάδες ηλεκτροπαραγωγής
- Έχουν κόστος συντήρησης γιατί έχουν κινούμενα μέρη
- Σχετικά θορυβώδη λειτουργία (περίπου όσο ένα κοινό πλυντήριο)
- Αμφιλεγόμενες απόψεις για την αισθητική τους όψη

1.1.3. Περιβαλλοντικό όφελος^[12]

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μικρές ανεμογεννήτριες, θα συνεισφέρει στην μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (συνεισφέρει στο πρόβλημα των κλιματικών αλλαγών). Αυτό επιτυγχάνεται αν λάβουμε υπόψη ότι η ενέργεια που θα παράγουν οι ανεμογεννήτριες θα αντικαταστήσει την αντίστοιχη ενέργεια που θα παραγόταν με συμβατικά καύσιμα (μαζούτ). Για τον υπολογισμό των εκπομπών έχουν ληφθεί υπόψη η αποδοτικότητα των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής της Α.Η.Κ ($\approx 35\%$) καθώς και οι απώλειες στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής ($\approx 13,6\%$). Για ένα σύστημα 3kW το οποίο καλύπτει τις ανάγκες μιας μέσης οικογένειας στην Ελλάδα, οι εκπομπές CO₂ που θα εξοικονομούνται ετησίως είναι περίπου 4,5 τόνοι.

1.1.4 Κόστος αγοράς ανεμογεννητριών^[12]

Σήμερα το κόστος ανά εγκατεστημένο kW κυμαίνεται μεταξύ 2000€ και 4000€ και εξαρτάται από το μέγεθος της ανεμογεννήτριας και την τεχνολογία. Στο κόστος περιλαμβάνεται το κόστος αγοράς του συστήματος (Α/Γ, inverter και παρελκόμενα), τα κόστη μεταφοράς, τοποθέτησης και σύνδεσης με το δίκτυο.

Για την περίπτωση των αυτόνομων συστημάτων το κόστος εγκατάστασης και συντήρησης αυξάνεται λόγω της ανάγκης για αποθήκευση της ενέργειας σε μπαταρίες. Η βιωσιμότητα των αυτόνομων συστημάτων επιτυγχάνεται κυρίως σε περιπτώσεις όπου το υποστατικό βρίσκεται σε μεγάλη απόσταση από το δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρισμού.

Αναλυτικές προσφορές υπάρχουν στο τέλος του κεφαλαίου.

1.1.5 Συντήρηση^[13]

Όλοι οι τύποι ανεμογεννητριών είναι πολύ αξιόπιστοι, γι' αυτό και δεν χρειάζονται συνήθως συντήρηση. Ένας συνήθης - όμως - έλεγχος του όλου συστήματος είναι καλός για τη καλή λειτουργία του έτσι: Κατά τη διάρκεια των πρώτων τριών μηνών, μετά την εγκατάσταση, και μετά από πολύ ισχυρούς ανέμους, πρέπει να ελέγχεται πάντα η ένταση των αντηρίδων.

Δύο τουλάχιστον φορές το χρόνο, έλεγχος και σφίξιμο στα παξιμάδια και τις βίδες που συγκρατούν τα πτερύγια, την ουρά και τους συνδέσμους του ιστού.

Έλεγχος ότι όλες οι ηλεκτρικές συνδέσεις είναι καλά συνδεδεμένες και χωρίς σκουριά.

Η συστοιχία των μπαταριών συντηρείται με τις οδηγίες του κατασκευαστή των μπαταριών.

1.1.6 Οικονομική βιωσιμότητα των μικρών ανεμογεννητριών^[12]

Η οικονομική βιωσιμότητα των ανεμογεννητριών στηρίζεται στην ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας η οποία είτε πωλείται στο δίκτυο (ΑΗΚ), είτε χρησιμοποιείται για ίδια χρήση (αυτόνομα συστήματα).

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μία ανεμογεννήτρια εξαρτάται από τους πιο κάτω παράγοντες:

1. Αιολικό δυναμικό – Ταχύτητα ανέμου στο ύψος της ανεμογεννήτριας.
2. Επιφάνεια σάρωσης – Προκύπτει από τη διάμετρο του ρότορα. Μεγαλύτερη επιφάνεια ισοδυναμεί με μεγαλύτερη ανακτώμενη ενέργεια.
3. Πυκνότητα αέρα – Εξαρτάται από τη θερμοκρασία και την ατμοσφαιρική πίεση. Χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή ατμοσφαιρική πίεση αυξάνουν την πυκνότητα του αέρα και κατ' επέκταση το αιολικό δυναμικό και την παραγωγή ενέργειας.
4. Απόδοση ανεμογεννήτριας.
5. Συντήρηση ανεμογεννήτριας – Η ανεμογεννήτρια αποτελείται από μηχανικά κινούμενα μέρη και επομένως η σωστή συντήρηση και λίπανση της εξασφαλίζουν καλύτερη απόδοση.

Το αιολικό δυναμικό, η επιφάνεια σάρωσης και η πυκνότητα αέρα καθορίζουν την ισχύ του ανέμου.

Ο τύπος με τον οποίο την υπολογίζουμε είναι:^[13]

$$P(\text{Watt}) = 0.5 * \rho * A * V^3$$

όπου: ρ = πυκνότητα του αέρα. Στο επίπεδο της θάλασσας είναι 1.23
 A = το εμβαδό του κύκλου που δημιουργείτε από τη σάρωση των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας (Swept Area). Υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την ΑΚΤΙΝΑ (στο τετράγωνο) επί 3.14. $E = \pi * r^2$
 V = Η ταχύτητα του ανέμου σε m/s υψωμένη στην τρίτη δύναμη (στο κύβο).

Ο τύπος δίδει τη θεωρητική ισχύ του ανέμου. Στη πράξη βεβαίως η ισχύ που λαμβάνεται είναι πολύ μικρότερη. Προκύπτει όμως ένας εύκολος τρόπος αξιολόγησης διαφορετικών ανεμογεννητριών από το εμβαδό της επιφάνειας σάρωσης των πτερυγίων τους. Όσο πιο μικρό το εμβαδόν (μικρή διάμετρος πτερυγίων), τόσο λιγότερη ενέργεια μπορεί να εκμεταλλευτεί η ανεμογεννήτρια. Υπάρχουν στην αγορά μοντέλα που υποστηρίζουν ότι παράγουν, (με μικρή διάμετρο), 400 και παραπάνω Watt. Αυτό θα μπορούσε να συμβεί σε συνθήκες θύελλας, 10 μποφόρ και πάνω. Πολύ λίγες φορές όμως, κάθε χρόνο, έχουμε τέτοιες συνθήκες. Να γιατί

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

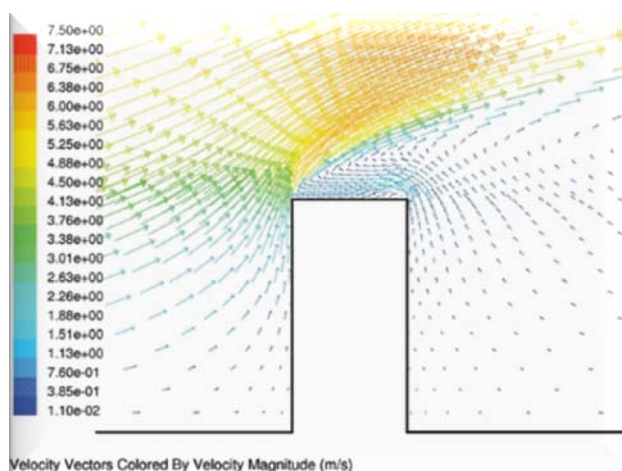
πρέπει η ανεμογεννήτρια να μπορεί να αποδίδει αρκετό ρεύμα σε μικρές ταχύτητες ανέμου, που είναι πολύ πιο συχνές. Άρα πρέπει να έχει και μεγάλη διάμετρο πτερυγίων.

Η μέγιστη ισχύς που μπορεί να ανακτηθεί από μία ανεμογεννήτρια είναι το 59,3% της ισχύς του ανέμου (Betz law). Παρόλα αυτά η παραγόμενη ηλεκτρική ισχύς εξαρτάται από άλλες σταθερές η οποίες δίνουν μια ιδανική αποδοτικότητα 38% της ισχύς του ανέμου. Στην πραγματικότητα όμως η συνολική αποδοτικότητα κυμαίνεται από 25% μέχρι 30%.



Σχήμα: Τυπική καμπύλη απόδοσης ισχύος ανεμογεννήτριας με ισχύ 3 kW

Για μία μικρή ανεμογεννήτρια ισχύος 3 kW (διάμετρος ρότορα περίπου 4,5 m και ιστό στα 10m), σε παραλιακή περιοχή της Ελλάδας και μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου ίση με 6m/s, η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι περίπου 5.100 kWh. Σε περιοχές με μέση ταχύτητα ανέμου 5 m/s η παραγωγή ενέργειας μειώνεται στις 2.900 με 3.000 kWh.



Σχήμα: Πως επηρεάζεται η κίνηση και η ταχύτητα του ανέμου όταν συναντά εμπόδια (π.χ. κτίρια ή δέντρα)

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

1.1.7 Χρηματοδοτικό πλαίσιο^[9]

Επιδοτήσεις δεν υπάρχουν.

Σύμφωνα όμως με το νέο νόμο 3851/2010 η τιμή πώλησης της ενέργειας προς το δίκτυο είναι 0,25 €/kWh εφόσον η συνολική ισχύς της εγκατάστασης δεν υπερβαίνει τα 50 kW.



Παλιότερα το έργο μπορούσε να ενταχθεί στον Αναπτυξιακό Νομό και να επιδοτηθεί από 40% μέχρι και 55%.

Η πώληση της ενέργειας βάση του Άρθρου 13 του Νόμου για την 'παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας' (Ιούνιος 2006) είχε καθοριστεί στα 73€/MWh για το Διασυνδεδεμένο Σύστημα και 84,6€/MWh για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Η τιμή αυτή αναπροσαρμοζόταν ετησίως όπως όριζε η παράγραφος 6 του Άρθρου.

1.2 Οδηγός αγοράς^{[5] [9]}

Οι μικρές ανεμογεννήτριες, αντίθετα με αυτές που εγκαθίστανται για μεγάλης κλίμακας έργα, είναι καθαροί παραγωγοί ενέργειας και δεν απορροφούν καθόλου ενέργεια από το δίκτυο. Κατατάσσονται σε δύο τύπους μηχανών:

1. σε αυτές που παράγουν συνεχές ρεύμα (DC) και
2. στις μηχανές που παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα (AC).

Οι μηχανές που παράγουν AC είναι ιδανικές για να συνδέονται κατευθείαν στο δίκτυο και να πωλούν απευθείας την παραγόμενη τους ενέργεια.

Οι μηχανές της πρώτης κατηγορίας, αυτές που παράγουν συνεχές ρεύμα, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολλές εφαρμογές. Μπορούν να κατηγοριοποιηθούν σε αυτές που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για φόρτιση μπαταριών (α) και σε αυτές που χρησιμοποιούνται για γενικής χρήσης παραγωγή ρεύματος (β). Και οι δύο κατηγορίες χρειάζονται συνοδευτικά ηλεκτρονικά συστήματα, όπως φορτιστές (chargers) ή/και μετατροπείς τάσης (inverters), αναλόγως την εφαρμογή.

Το πιο σημαντικό πάντως για την σύνδεση της ανεμογεννήτριας με το δίκτυο είναι η προστασία έναντι του φαινομένου της νησιδοποίησης, οπότε τα ηλεκτρονικά ισχύος, που συνήθως είναι ενσωματωμένα στον inverter, πρέπει αν συμφωνούν με το πρότυπο DIN VDE 0126.

Οι ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για φόρτιση μπαταριών συνήθως έχουν περισσότερα των τριών πτερύγια.

1.2.1. Που μπορεί να μπει μια ανεμογεννήτρια^[5]

1.2.1.1 Περιοχές εγκατάστασης

Εκτός και εντός σχεδίου αρκεί η ισχύ τους να είναι μικρότερη από 20 kW (ισχύς που παραπέμπει άλλωστε σε αρκετά μεγάλες ανεμογεννήτριες).

Δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση τους σε παραδοσιακούς οικισμούς, ιστορικά τμήματα πόλεων, διατηρητέα κτίρια καθώς και σε κάποιες περιβαλλοντικά ευαίσθητες περιοχές (περιοχές RAMSAR).



1.2.1.2 Σε ποιες περιοχές συμφέρει

Σε περιοχές με μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου τουλάχιστον 5 μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s).

Υπάρχουν αναλυτικοί χάρτες με τις ταχύτητες που επικρατούν ανά περιοχή.

Προσοχή

Οι χάρτες δεν λαμβάνουν υπόψη τα τοπικά φαινόμενα. Είναι εύχρηστοι για μια αρχική εκτίμηση, αλλά πριν την τελική απόφαση θα πρέπει να γίνει μελέτη που να εξετάζει όλους τους σχετικούς παράγοντες.



1.2.1.3 Χώροι και ύψος εγκατάστασης

Οι κλασσικές ανεμογεννήτριες οριζοντίου άξονα πρέπει να τοποθετούνται σε «καθαρά» ρεύματα αέρα χωρίς αναταράξεις (τύρβη). Για το λόγο αυτό αναρτώνται συνήθως σε ύψη από 7 έως και 15 μ.

Οι ανεμογεννήτριες καθέτου άξονα δεν επηρεάζονται ιδιαίτερα από την τύρβη γι' αυτό και συνήθως τοποθετούνται χαμηλότερα.

Επίσης αυτό που πρέπει να αποφευχθεί είναι να εγκατασταθεί η ανεμογεννήτρια σε θέση η οποία να επηρεάζεται από εμπόδια όπως υψηλά δέντρα, κτίρια, ύψωμα κ.α.



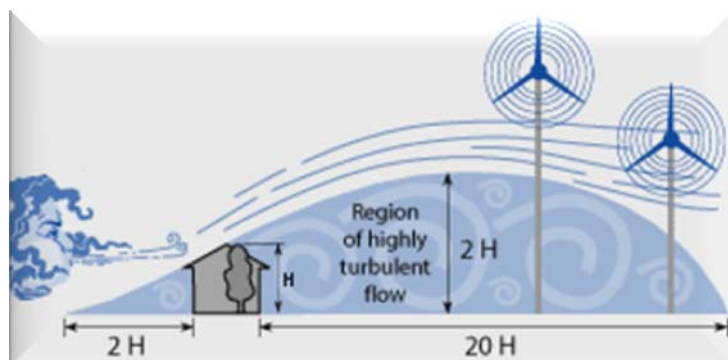
Για τις μικρές (ανθρώπινης κλίμακας) ανεμογεννήτριες οικιακής χρήσης (400W-3kW) συνίσταται η εγκατάστασή

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

τους σε μη αστικές περιοχές. Απαιτείται μια έκταση γύρω από αυτές χωρίς εμπόδια, ώστε να μην επηρεάζεται η λειτουργία τους και να είναι εκτεθειμένες στον άνεμο.

Καλό είναι η βάση της ανεμογεννήτριας να απέχει από τα όρια του οικοπέδου ή τα όρια κτιρίων, απόσταση τουλάχιστον ίση με το ύψος του ιστού ή του πυλώνα στήριξης.

Δείτε εδώ ένα σχήμα για την επιλογή του χώρου εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα:



Σχήμα: Οδηγίες ορθής χωροθέτησης ανεμογεννητριών όταν η ροή του ανέμου παρεμποδίζεται

1.2.1.4 Εγκαταστάσεις σε στέγες ή κτίρια

Σε γενικές γραμμές δεν προτείνεται η εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών σε κτίρια. Ο λόγος είναι ότι η λειτουργία της ανεμογεννήτριας επηρεάζεται σημαντικά από την τύρβη που δημιουργεί το ίδιο το κτίριο.

Εξαιρεση στον κανόνα αποτελούν οι ανεμογεννήτριες καθέτου άξονα, που δεν επηρεάζονται σημαντικά από την τύρβη.

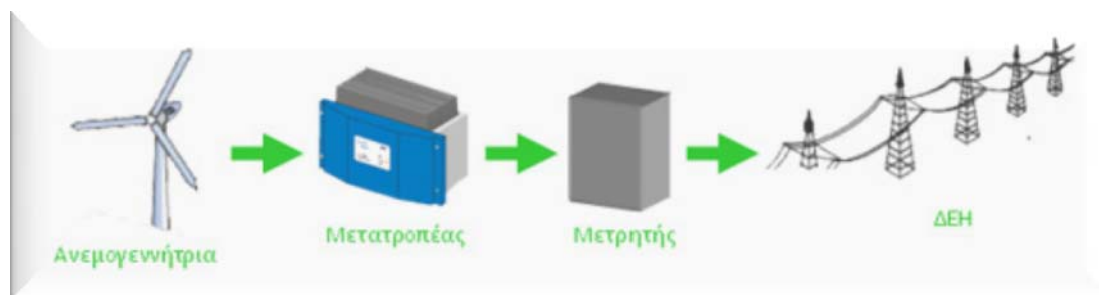
1.2.1.5 Στήριξη

Η στήριξη μιας ανεμογεννήτριας γίνεται είτε με σωληνωτό ιστό που στερεώνεται στο έδαφος με αντηρίδες (συρματόσχοινα), είτε με ανεξάρτητο πυλώνα που στερεώνεται σε κατάλληλα διαμορφωμένο θεμέλιο.

1.2.2 Πως λειτουργεί μια διασυνδεδεμένη ανεμογεννήτρια;

Μια διασυνδεδεμένη ανεμογεννήτρια είναι ιδιαίτερα απλή και πολύ πιο φθηνή από ένα αυτόνομο σύστημα αφού δεν απαιτεί τη χρήση μπαταριών.

Η ενέργεια που παράγει η ανεμογεννήτρια διοχετεύεται στο δίκτυο της ΔΕΗ μέσω ενός ειδικού μετατροπέα. Η σύνδεση με τη ΔΕΗ περιλαμβάνει επιπλέον και ένα ειδικό μετρητή που μετράει την ενέργεια που παράγει το σύστημα.



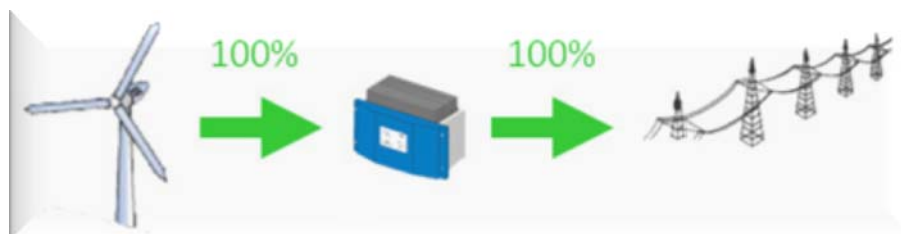
Στο τέλος κάθε περιόδου, ο Διαχειριστής του δικτύου μετράει τις κιλοβατώρες που έχει παράγει η ανεμογεννήτρια και ή σας καταβάλλει το αντίστοιχο ποσό ή τις συμψηφίζει με τις κιλοβατώρες που καταναλώσατε.

Στην ηπειρωτική χώρα, καθήκοντα διαχειριστή εκτελεί ο ΔΕΣΜΗΕ ένας ειδικός ανεξάρτητος φορέας, υπεύθυνος για την ομαλή λειτουργία του κεντρικού ηλεκτρικού δικτύου. Στα νησιά, καθήκοντα διαχειριστή εκτελεί η ΔΕΗ.

1.2.2.1 Παραγωγή ή αυτοπαραγωγή; Τι συμφέρει;

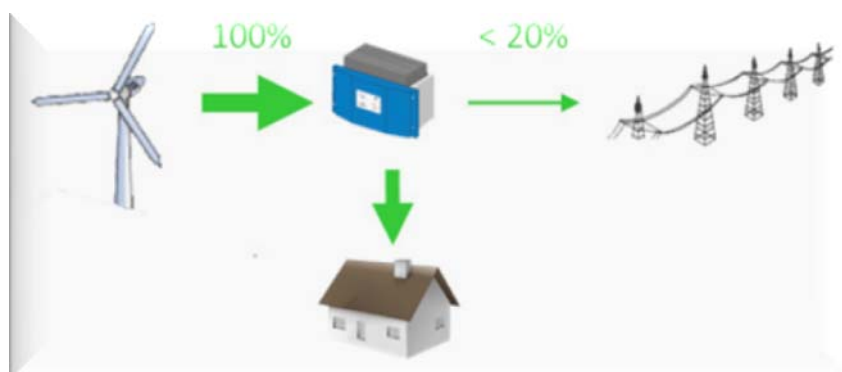
Μια διασυνδεδεμένη ανεμογεννήτρια μπορεί να λειτουργήσει σε καθεστώς παραγωγού ή σε καθεστώς αυτοπαραγωγού.

Στο **καθεστώς παραγωγού**, πωλείται το σύνολο της ενέργειας που παράγει η ανεμογεννήτρια.



Σε καθεστώς αυτοπαραγωγού, η περισσότερη ενέργεια καταναλώνεται από κάποια ηλεκτρική εγκατάσταση (π.χ. την κατοικία ή το γραφείο σας) και ότι απομένει διοχετεύεται στο δίκτυο για πώληση.

Προσοχή όμως, η ενέργεια που διοχετεύεται στο δίκτυο για πώληση, δεν μπορεί να ξεπεράσει το 20% της συνολικής ενέργειας που έχει παραχθεί από την ανεμογεννήτρια.



Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

1.2.2.2 Πότε επιλέγεται η παραγωγή και πότε η αυτοπαραγωγή;

Παλιότερα επειδή η τιμή πώλησης του ρεύματος που παραγόταν από ανεμογεννήτριες (0,07-0,08 € / κιλοβατώρα) ήταν μικρότερη από την τιμή με την οποία αγοράζαμε ρεύμα από τη ΔΕΗ (0,07-0,19 € / κιλοβατώρα), συνέφερε περισσότερο η κατανάλωση από την πώληση. Για το λόγο αυτό για μια διασυνδεδεμένη ανεμογεννήτρια προτιμήτο συνήθως το καθεστώς του αυτοπαραγωγού.

Το καθεστώς του παραγωγού επιλεγόταν μόνο στις περιπτώσεις που ήταν δυνατή η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας με παραγωγή πολύ μεγαλύτερη από αυτή που μπορεί να καταναλώσει η ηλεκτρική μας εγκατάσταση, οπότε για να μην πάει χαμένη επελέγετο η πώληση της στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Πλέον, με την τιμή πώλησης στη ΔΕΗ να έχει οριστεί στα 0,25€/kWh, το κλίμα έχει αντιστραφεί και το καθεστώς του παραγωγού προβλέπεται κερδοφόρο, όπου οι συνθήκες το επιτρέπουν. Πιθανότατα ο αριθμός των παραγωγών θα αυξηθεί έναντι των αυτοπαραγωγών σύντομα. Δείγματα για αυτό το μέτρο δεν έχουμε ακόμα καθώς είναι πολύ πρόσφατο.

1.2.3 Απόδοση διασυνδεδεμένων ανεμογεννητριών

Η απόδοση μιας ανεμογεννήτριας εξαρτάται από:

- το μέγεθος και τα τεχνικά χαρακτηριστικά της
- την ταχύτητα και την ποιότητα του αέρα που επικρατεί στη θέση εγκατάστασης

Βασικό κριτήριο τις περισσότερες φορές είναι η μέση ετήσια ταχύτητα του αέρα την οποία μετράμε σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο (m/s).

Ο πιο κάτω πίνακας παρουσιάζει σε γενικές γραμμές την ετήσια παραγωγή ενέργειας ανεμογεννητριών διαφορετικού μεγέθους ανάλογα με τη μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου στη θέση εγκατάστασης.

| Μέση ταχύτητα ανέμου (m/s) | Απόδοση (κιλοβατώρες / έτος) | | |
|----------------------------|------------------------------|---------------|---------------|
| | Διάμ. d=1,0 m | Διάμ. d=2,0 m | Διάμ. d=3,5 m |
| 4,0 | 90 | 400 | 1.160 |
| 5,0 | 150 | 710 | 2.170 |
| 6,0 | 250 | 1.100 | 3.460 |
| 7,0 | 360 | 1.570 | 4.930 |
| 8,0 | 490 | 2.100 | 6.460 |
| 9,0 | 620 | 2.600 | 7.950 |

Οι πιο πάνω τιμές έχουν υπολογισθεί για εγκαταστάσεις σε κανονικές συνθήκες.

Ανάλογα με το ανάγλυφο της περιοχής και τις εκάστοτε ισχύουσες καιρικές συνθήκες η τελική απόδοση μπορεί να είναι διαφορετική.

1.2.4 Άδειες που απαιτούνται για την εγκατάσταση μιας διασυνδεδεμένης ανεμογεννήτριας

Βάσει του νέου νόμου 3851/2010, η εγκατάσταση μιας διασυνδεδεμένης ανεμογεννήτριας **δεν απαιτεί κάποιου είδους άδεια** αρκεί η ισχύς της να μη ξεπερνά τα 20 kWp (ισχύς που αντιστοιχεί σε ανεμογεννήτρια διαμέτρου 10 m).



Ιδιαίτερη περίπτωση αποτελούν οι εγκαταστάσεις σε νησιά για τις οποίες απαιτείται η έκδοση απόφασης εξαίρεσης από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) μετά από αίτηση που μπορεί να κατατεθεί μόνο κατά τη διάρκεια σχετικής πρόσκλησης ενδιαφέροντος.

Από πολεοδομική άποψη δεν απαιτείται η έκδοση ή η θεώρηση οικοδομικής άδειας, ούτε και η έγκριση περιβαλλοντικών όρων για εγκαταστάσεις σε κτίρια, παρά μόνο η χορήγηση έγκρισης εργασιών που παρέχεται κατ' εφαρμογή των γενικών και ειδικών πολεοδομικών διατάξεων, εφόσον υπάρχει θεμέλιο στην εγκατάσταση.

Μέσα στην όλη διαδικασία αδειοδότησης καλό θα ήταν να προστεθεί και η άδεια από την Υπηρεσία Πολιτικής Αεροπορίας.

Σε προστατευόμενες περιοχές απαιτείται η υποβολή περιβαλλοντικής έκθεσης στην Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Νομαρχίας. Προστατευόμενες είναι οι περιοχές NATURA και οι εθνικοί δρυμοί. Δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε περιοχές RAMSAR.

Παρόλα αυτά πρέπει να σημειωθεί ότι νομικό κόλλημα έχει δημιουργηθεί τη δεδομένη χρονική στιγμή και δεν είναι δυνατή η τοποθέτηση διασυνδεδεμένων μικρών ανεμογεννητριών, καθώς η ΔΕΗ δεν εκδίδει άδειες για ανεμογεννήτριες ισχύος μικρότερης των 50KW.

1.2.4.1 Διαδικασίες για την απόκτηση μιας διασυνδεδεμένης ανεμογεννήτριας

Ο ενδιαφερόμενος πρέπει:

1. Να μάθει πόσο φυσάει στην περιοχή εγκατάστασης

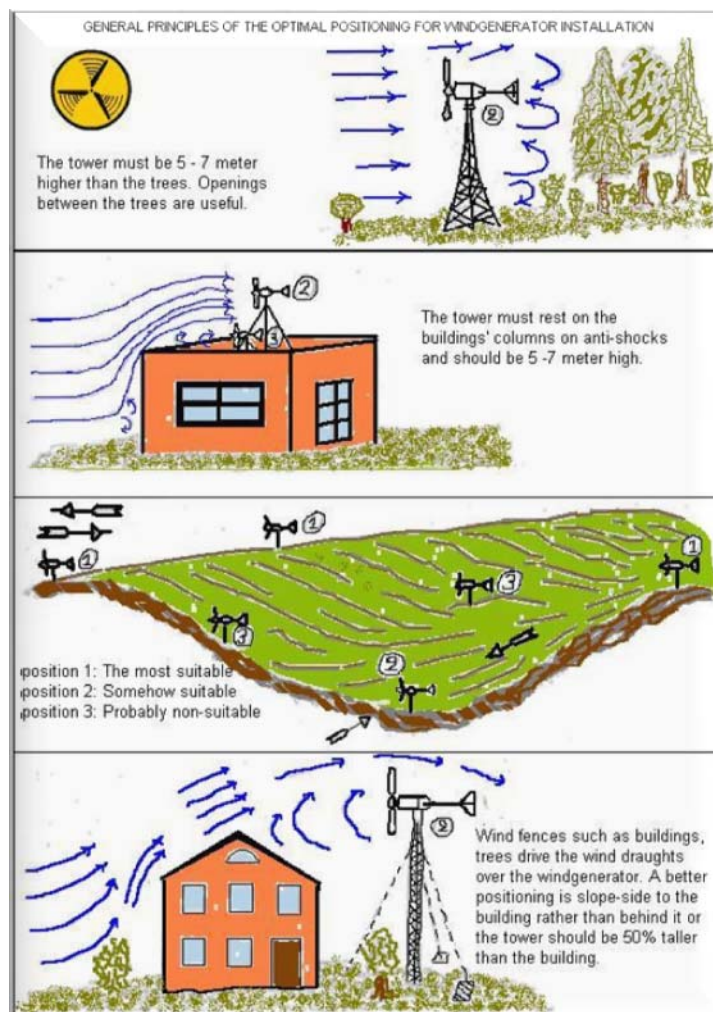
Μπορεί να κοιτάξει:

- τους συνοπτικούς χάρτες του ΚΑΠΕ ή
- μέσω του ειδικού προγράμματος αιολικού δυναμικού του Υπουργείου Ανάπτυξης.

Προσοχή όμως γιατί οι χάρτες δεν λαμβάνουν υπόψη τοπικά φαινόμενα. Αν υπάρχει η υποψία ότι στην περιοχή ενδιαφέροντος φυσάει πολύ, μπορεί να ζητηθεί η βοήθεια μηχανικού που θα κάνει σχετική μελέτη.

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

2. Να επιλέξει το σημείο εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας



3. Να επικοινωνήσει με την Πολεοδομία της περιοχής του

Να ρωτήσει αν η θέση εγκατάστασης είναι σε περιοχή εντός ή εκτός σχεδίου.

Σε περίπτωση εντός σχεδίου να ρωτήσει επιπλέον αν η περιοχή είναι χαρακτηρισμένη παραδοσιακός οικισμός ή ιστορικό κέντρο πόλης.

4. Να επικοινωνήσει με την Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Νομαρχίας

Να ρωτήσει αν η θέση εγκατάστασης είναι σε περιοχή NATURA, RAMSAR ή σε εθνικό δρυμό.

5. Να επικοινωνήσει με μια εταιρία που ασχολείται με την εμπορία και εγκατάσταση ανεμογεννητριών

- Θα τον ενημερώσουν για τις επιλογές που έχει στη διάθεση του
- Θα προετοιμάσουν για εκείνον την αίτηση που θα καταθέσει στη ΔΕΗ για τη σύνδεση της ανεμογεννήτριας με το δίκτυο και την εγκατάσταση του μετρητή.

1.2.5 ΕΞΟΜΟΙΩΤΗΣ (SIMULATOR)^[13]

Ο εξομοιωτής είναι ένα πρόγραμμα που μπορεί να δώσει απαντήσεις ως προς τη δυνατότητα ή μη τοποθέτησης ανεμογεννητριών σε συγκεκριμένο σημείο.

Όταν σχεδιάζουμε μια εφαρμογή χρειάζεται να πάρουμε πολλές αποφάσεις όπως, τι επιμέρους εξαρτήματα πρέπει να αποτελούν το υπό σχεδίαση σύστημα, πόσα και σε τί μέγεθος πρέπει να είναι.

Ο μεγάλος αριθμός διαφορετικών τεχνολογιών, η πολυπλοκότητα διαφορετικών τιμών, και η εύρεση των κατάλληλων φυσικών πηγών που θα τροφοδοτούν το υπό σχεδίαση σύστημα, κάνουν την απόφαση δύσκολη.

Το πρόγραμμα, με τους αλγόριθμους ανάλυσης που χρησιμοποιεί, απλοποιεί την αξιολόγηση όλων των διαφορετικών συνδυασμών τιμών, τεχνολογιών, συνδεδεμένων ή εκτός δικτύου εφαρμογών.

Το πρόγραμμα μπορεί να εξομοιώσει τη λειτουργία του σχεδιασθέντος συστήματος, για κάθε ώρα από τις 8760 του έτους και να συγκρίνει τη ζήτηση και τη παραγόμενη ενέργεια από το σύστημα και τις ροές από και προς κάθε επιμέρους στοιχείο. Σε συστήματα που περιέχουν γεννήτρια καυσίμου ή μπαταρίες, αποφασίζει, πότε θα εκκινήσει η γεννήτρια ή πότε και πόσο θα φορτιστούν οι μπαταρίες.

Μετά την ανάλυση του συστήματος παρουσιάζει μια λίστα με τους συνδυασμούς, κατά αύξουσα σειρά κόστους.

Απαντήσεις δίδει εκτός από ανεμογεννήτριες, για φωτοβολταϊκά, υδροστροβίλους, υβριδικά, βιομάζα, γεωθερμία, υδρογόνο και όλους τους μεταξύ τους συνδυασμούς.

Συνήθεις ερωτήσεις που μπορούν να απαντηθούν είναι π.χ.:

- Συμφέρει να προσθέσω ανεμογεννήτρια στο σύστημα μου που αποτελείται από μια γεννήτρια diesel ;
- Θα μπορέσει ο σχεδιασμός του συστήματος μου να αντέξει μια αυξημένη ζήτηση μελλοντικά ;
- Με συμφέρει η αυτοπαραγωγή ρεύματος ή η σύνδεσή μου στο δίκτυο που απέχει 4 χιλιόμετρα και η ΔΕΗ χρεώνει 8000 κάθε χιλιόμετρο; κ.ο.κ.

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

Το Βιοτεχνικό Επιμελητήριο Πειραιά αναφέρει ότι οι οικιακές ανεμογεννήτριες «δεν αποδίδουν όσο ισχυρίζονται οι κατασκευαστές»^[7]

Οι μικρές ανεμογεννήτριες για χρήση σε σπίτια δεν αποδίδουν την ισχύ που υπόσχονται οι κατασκευαστές και σε ορισμένες περιπτώσεις αδυνατούν να τροφοδοτήσουν ακόμα και τα δικά τους ηλεκτρονικά εξαρτήματα, δείχνει έρευνα στο χώρο της Βρετανίας.

Το πρόβλημα οφείλεται στο γεγονός ότι οι περισσότερες οικιακές ανεμογεννήτριες βρίσκονται τοποθετημένες σε ακατάλληλα σημεία, καταλήγει η έκθεση της συμβουλευτικής εταιρείας μηχανικής Encraft. Αντίθετα, οι τουρμπίνες που έχουν εγκατασταθεί σε μεγάλα κτίρια ή σε μεγάλο ύψος φαίνεται να αποδίδουν ικανοποιητικά.

Όπως αναμεταδίδει το Γαλλικό Πρακτορείο Ειδήσεων, πολλοί κατασκευαστές ισχυρίζονται ότι η αιολική ενέργεια μπορεί να καλύψει έως και το 30% των αναγκών ενός νοικοκυριού, ενώ στην πραγματικότητα οι «μίνι» ανεμογεννήτριες προσφέρουν μόλις 214 Whr (βατώρες) ανά ημέρα.

Αυτό αντιστοιχεί περίπου 5% της μέσης οικιακής κατανάλωσης, αρκετό για να διατηρήσει τέσσερις λαμπτήρες φθορισμού αναμμένους για ένα 24ωρο.

«Δυστυχώς, στο μέσο σπίτι με μεσοτοιχία, όπως ισχύει στις περιοχές όπου ζουν οι περισσότεροι άνθρωποι, υπάρχουν εμπόδια όπως κτίρια και δέντρα» δήλωσε στην εφημερίδα Guardian ο Μάθιου Ρόουντς, διευθυντής της Encraft. Η «συντριπτική πλειονότητα» των πελατών δεν είχε ενημερωθεί σωστά πριν από την εγκατάσταση των συστημάτων, υποστηρίζει.

Η έρευνα κάλυψε 4 αγροτικές, 10 προαστιακές και 12 αστικές τοποθεσίες για διάστημα ενός χρόνου.

Πραγματοποιήθηκε για λογαριασμό της βρετανικής κυβέρνησης και της Βρετανικής Ένωσης Αιολογικής Ενέργειας, η οποία όμως χαρακτήρισε τα πορίσματα αναξιόπιστα.

«Παρόλο που είναι η πρώτη δοκιμή που εξετάζει τις μικρο-ανεμογεννήτριες σε αστικά περιβάλλοντα, τα μικρά μεγέθη των δειγμάτων, οι εξαιρετικά φτωχές παρατηρήσεις και τα αποσπασματικά δεδομένα καθιστούν τη δοκιμή μη αντιπροσωπευτική για τον ευρύτερο τομέα» δήλωσε στην εφημερίδα εκπρόσωπος της Ένωσης.

«Οι μικρο-ανεμογεννήτριες σίγουρα δεν είναι αποτελεσματικές παντού, όμως η Βρετανία είναι η πλέον ανεμώδης χώρα στην Ευρώπη, και υπάρχουν εκατομμύρια στην κυριολεξία εξαιρετες τοποθεσίες που περιμένουν για την ορθολογική εφαρμογή αυτής της επιτυχημένης τεχνολογίας» πρόσθεσε.

1.3 Κατάλογος Διαθέσιμων Μικρών Ανεμογεννητριών

ΣΕΤ Ανεμογεννητριών

| Μοντέλο | Μέγιστη Απόδοση | Ετήσια Παραγωγή | Τιμή |
|------------|-----------------|-----------------|-------|
| L2.5-350W | >700W | 2074,6KWh | 1421€ |
| L2.7-500W | >1000W | 2712,4KWh | 1618€ |
| L3.1-1000W | >2000W | 4379,9KWh | 3039€ |

Το σέτ περιλαμβάνει τα πάντα: γεννήτρια, ιστό, αντηρίδες, καλώδια, βίδες, βάση, manual, DVD με οδηγίες κ.λ.π.

Ανεμογεννήτριες - Μετασχηματιστές για συνδεδεμένα - On-grid (tied) inverters

| Ανεμογεννήτρια | Τιμή | Κόστος/W | Τιμή Inverter | Κόστος/W |
|----------------|---------|----------|---------------|----------|
| L2.5-350 | 865 € | 2.5 €/W | | |
| L 2.7-500 | 1095 € | 2.2 €/W | | |
| L 3.1-1000 | 1960 € | 2.0 €/W | 2904 € | 1.9 €/W |
| L 3.8-2000 | 3331 € | 1.7 €/W | 5159 € | 1.7 €/W |
| L 6.5-5000 | 9024 € | 1.8 €/W | 11191 € | 1.9 €/W |
| L 12-10000 | 19918 € | 2.0 €/W | 28552 € | 2.4 €/W |

Στις τιμές συμπεριλαμβάνεται Φ.Π.Α.

Ακολουθεί συγκεντρωτικός πίνακας με όλες τις διαθέσιμες μικρές ανεμογεννήτριες στην αγορά της Ελλάδας, σχετικά τεχνικά χαρακτηριστικά και ενδεικτικές τιμές αγοράς :

| Μοντέλο | Εταιρεία | Μέγιστη Απόδοση (W) | Διάμετρος Ρότορα (m) | Βάρος (kg) | Ταχύτητα Ονομαστικής Ισχύος (m/s) | Ταχύτητα Έναρξης (m/s) | Ενδεικτική Τιμή (€) |
|------------------------------------|----------|---------------------|----------------------|------------|-----------------------------------|------------------------|---------------------|
| Speedy Vertical 300 ^[5] | Ropatec | 330 | 1,2 x 0,8 | 45 | 14 | 3,5 | 4500 + 1035 |
| Easy Vertical 1000 | " | 1000 | 1,8 x 1,15 | 75 | 14 | 3 | - |
| Simply Vertical 3000 | " | 3000 | 3,3 x 2,0 | 400 | 14 | 3 | - |
| Maxi Vertical 6000 | " | 6000 | 4,7 x 2,5 | 800 | 14 | 3 | - |
| Big Star Vertical 20000 | " | 20000 | 8,5 x 4,3 | 2600 | 14 | 3 | - |

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες

| | | | | | | | |
|---------------------------------|----------------------|------|------|---------|------|------|--------------|
| Wren ^[5] | Samrey | 300 | 1 | - | - | - | - |
| Mistral | " | 1150 | 2 | - | - | - | - |
| Merlin | " | 2900 | 3,5 | - | - | - | - |
| AIR X Breeze 200 ^[6] | Southwest Wind Power | 200 | 1,17 | 5,9 | 12,5 | 2,68 | 564 + 130 |
| AIR X 400 | " | 400 | 1,15 | 5,85 | 12,5 | 2,7 | 535 + 123 |
| WHISPER WHI 100 | " | 900 | 2,10 | 21 | 12,5 | 3,4 | 1899 + 437 |
| WHISPER WHI 200 | " | 1000 | 3 | 30 | 10,5 | 3,1 | 2190 + 503 |
| Inclin 600 ^[17] | JBornay | 600 | 2 | 46 | 11 | 3,5 | 3445 + 792 |
| Inclin 1500 | " | 1500 | 2,7 | 50 | 12 | 3,5 | 4.933 + 1135 |
| Inclin 3000 | " | 3000 | 3,7 | 150 | 12 | 3,5 | 7.663 + 1763 |
| Inclin 6000 | " | 6000 | 3,7 | 200 | 12 | 3,5 | - |
| BF 1K ^[15] | Butterfly | 1500 | 3 | - | 14 | 3 | - |
| BF 3K | " | 3500 | 4,3 | - | - | 3 | - |
| BF 6K | " | 7000 | 4,6 | - | - | 3 | - |
| HM 500 ^[18] | Solar Systems | 650 | 2,5 | 46/90 | - | 2,5 | 1150 + 264 |
| HM 1KW | " | 1300 | 3,8 | 70/113 | - | 2,5 | 1490 + 342 |
| H-2KW | " | 2600 | 3,2 | 123/170 | - | 2,5 | 2250 + 517 |
| YZ – 200 ^[18] | BSL | 200 | 2,2 | 25,5 | 6 | 3 | 399 + 92 |
| YZ L300 | " | 300 | 1,5 | 15 | 12 | 2,5 | 527 + 121 |
| YZ L500 | " | 500 | 2,5 | 64 | 8 | 2 | 1150 + 264 |
| YZ L1000 | " | 1000 | 2,7 | 64 | 9 | 2 | 1490 + 342 |
| YZ L2000 | " | 2000 | 3,2 | 73 | 9 | 2 | 2150 + 494 |
| YZ L3000 | " | 3000 | 4,5 | 342 | 10 | 2 | 5500 + 1265 |
| YZ L5000 | " | 5000 | 6,4 | 413 | 10 | 2 | 6150 + 1414 |
| D400 ^[14] | Eclectic Energy | 500 | 1,1 | 15 | 16,5 | 2,6 | 1520 + 350 |

1.3.1 Οικονομικό Παράδειγμα

Η διαδικασία και το κόστος εγκατάστασης μικρών Α/Γ με το ισχύον θεσμικό πλαίσιο παρουσιάζεται κατωτέρω με ένα ενδεικτικό παράδειγμα:

| | |
|----------------------------------|---|
| Ισχύς | 5 KW |
| Αρχικό κόστος | 25.000,00 € |
| Ετήσια παραγωγή ενέργειας | 7.665 kWh** |
| Ετήσια αποφυγή ρύπων CO2 | 6,5 τόνοι |
| Ετήσιο εισόδημα προ φόρων | 1920,00 € |
| Τιμή πώλησης στον ΔΕΣΜΗΕ | 0,25 € / kWh στο διασυνδεδεμένο σύστημα |
| Απόσβεση της επένδυσης | 13 χρόνια |

** σε παραθαλάσσια περιοχή και ύψος εγκατάστασης περίπου 20μ.

1.4 ΜΕΛΕΤΗ

1.4.1 Πληροφορίες Έργου:

Τίτλος: Οικονομική Αξιολόγηση Μικρής Ανεμογεννήτριας

Υπολογιστικό Πρόγραμμα: Retscreen^[16]

Αξιοποίηση Ενέργειας: Σύνδεση με Δίκτυο

Τοποθεσία Έργου: Αθήνα (κλιματολογικά δεδομένα Φιλαδέλφειας)

| Μήνας | Θερμοκρασία αέρα | Σχετική υγρασία | Ημερήσια ηλιακή ακτινοβολία - Οριζόντια | Ατμοσφαιρική πίεση | Ταχύτητα ανέμου | Θερμοκρασία εδάφους | Βαθμο-ημέρες θέρμανσης | Βαθμο-ημέρες ψύξης |
|---------------|------------------|-----------------|---|--------------------|-----------------|---------------------|------------------------|--------------------|
| | °C | % | kWh/m ² ημ | kPa | m/s | °C | °C-ημ | °C-ημ |
| Ιανουάριος | 7,4 | 69,5% | 1,39 | 99,7 | 5,3 | 6,6 | 328 | 0 |
| Φεβρουάριος | 7,8 | 64,4% | 1,91 | 99,6 | 5,5 | 7,9 | 284 | 0 |
| Μάρτιος | 10,8 | 56,7% | 2,78 | 99,5 | 4,8 | 12,0 | 223 | 25 |
| Απρίλιος | 15,8 | 47,4% | 3,85 | 99,2 | 4,2 | 18,1 | 68 | 173 |
| Μαΐος | 21,5 | 39,9% | 5,01 | 99,2 | 3,8 | 24,8 | 0 | 357 |
| Ιούνιος | 26,4 | 34,5% | 5,27 | 99,1 | 3,6 | 30,4 | 0 | 493 |
| Ιούλιος | 28,6 | 33,9% | 4,93 | 99,0 | 4,4 | 32,5 | 0 | 575 |
| Αύγουστος | 28,0 | 36,5% | 4,62 | 99,1 | 4,4 | 31,5 | 0 | 559 |
| Σεπτέμβριος | 24,2 | 41,6% | 3,93 | 99,3 | 4,0 | 27,0 | 0 | 425 |
| Οκτώβριος | 18,9 | 51,5% | 2,49 | 99,7 | 4,5 | 20,2 | 0 | 276 |
| Νοέμβριος | 13,1 | 63,7% | 1,54 | 99,7 | 4,9 | 13,0 | 148 | 92 |
| Δεκέμβριος | 8,7 | 71,2% | 1,22 | 99,7 | 5,3 | 7,9 | 288 | 0 |
| Ετήσιο | 17,7 | 50,6% | 3,25 | 99,4 | 4,6 | 19,4 | 1.339 | 2.976 |
| Μετρημένο σε | | | | | 10,0 | 0,0 | | |

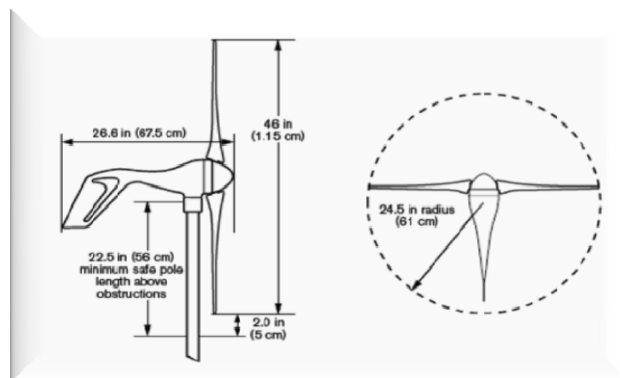
Κάνοντας χρήση των ανωτέρω κλιματολογικών δεδομένων υπολογίζουμε την μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου που είναι 4,6 m/s.

Είναι ελαφρώς μικρότερη του 5 m/s που θεωρείται το όριο για να έχουμε μια προσοδοφόρα επένδυση, αλλά η αξιολόγηση θα συνεχιστεί.

1.4.1.1 Επιλογή συστήματος ηλεκτρισμού προτεινόμενης περίπτωσης

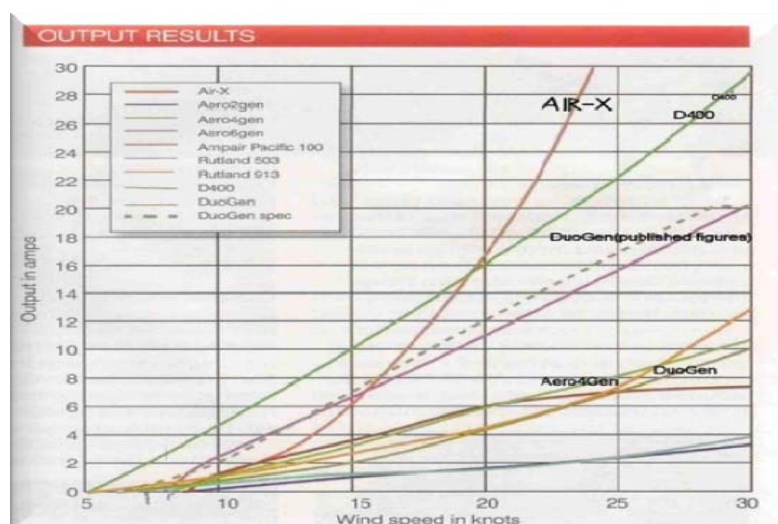
Σκοπός είναι να εξετάσουμε μια πολύ μικρή ανεμογεννήτρια, έτσι ώστε να θεωρηθεί ότι κάνουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη γεωμετρική κάλυψη της Αθήνας, αφού όπως γίνεται εύκολα κατανοητό το μέγεθος της ανεμογεννήτριας είναι αντιστρόφως ανάλογο του ποσοστού των τοποθεσιών στο οποίο μπορεί να εγκατασταθεί μέσα σε ένα αστικό τοπίο.

Κεφάλαιο 1: Μικρές Ανεμογεννήτριες



Γι' αυτό επιλέχθηκε η ανεμογεννήτρια "AIR X" της εταιρείας Southwest Wind Power. Κριτήρια για την επιλογή του συγκεκριμένου μοντέλου υπήρξαν η ευρεία προώθηση του στην ελληνική αγορά, η αξιοπιστία της κατασκευάστριας εταιρείας, καθώς και τα συγκριτικά αποτελέσματα έρευνας που απέδειξαν ότι είχε τη μεγαλύτερη απόδοση μεταξύ ομοίων ανεμογεννητριών.

Έτσι θεωρείται ένα αξιόπιστο ενδεικτικό δείγμα.



1.4.2 Τεχνικές Λεπτομέρειες Ανεμογεννήτριας

Διάμετρος Ρότορα: 1,15m

Βάρος: 5,85 Kg

Ταχύτητα Έναρξης: 2,68 / 3,58 m/s

Βολτ: 12, 24 και 48

Ονομαστική Ισχύς: 400W (στα 12,5m/s)

Σώμα: Υψηλής ποιότητας χυτό αλουμίνιο.

Πτερύγια: 3 από ίνες άνθρακα.

KWh/μήνα: 38 (στα 5,4m/s)

Απλή τοποθέτηση σε σωλήνα 1,5' '. Δεν απαιτείται πυλώνας.

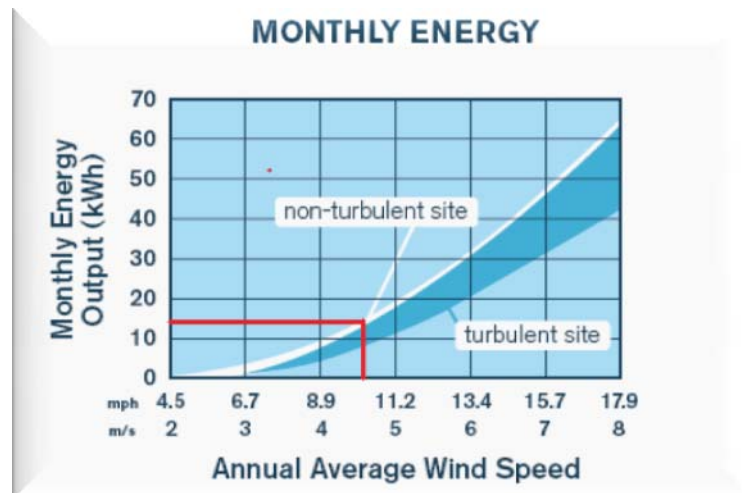
Αυτόματη ασφαλής λειτουργία σε δυνατούς ανέμους. Επιβραδύνει την ανεμογεννήτρια σε άνεμο που μπορεί να προκαλέσει βλάβη. Επιβιώνει μέχρι άνεμο 49,2m/s.

Δεν απαιτείται συντήρηση διότι έχει μόνο 2 κινούμενα μέρη.



1.4.3 Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας

Έχοντας από τα στατιστικά δεδομένα τη μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου : 4,6 m/s και κάνοντας χρήση του διαγράμματος που προσφέρεται από τον κατασκευαστή και τη συνδέει με τη μηνιαία παραγωγή ενέργειας της γεννήτριας,



βρίσκουμε μηνιαία παραγωγή ενέργειας : 15 KWh
και Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας : $12 \times 15 = 180$ KWh

1.4.4 Οικονομική Ανάλυση

Κόστος Αγοράς Ανεμογεννήτριας : 658 €

Κόστος Αγοράς grid-tied inverter : 192 €

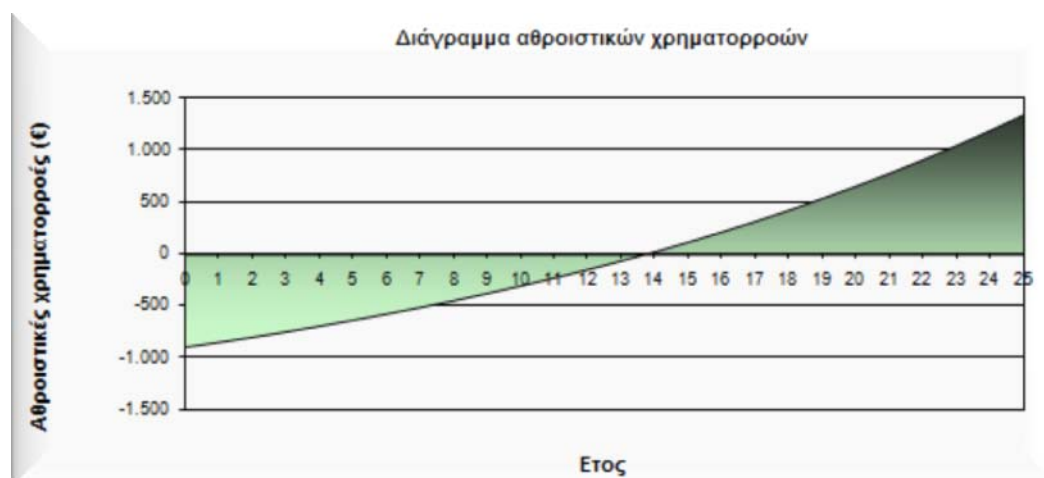
Κόστος Εγκατάστασης : 50 €

Κόστος Πώλησης Ενέργειας στο Δίκτυο: 0,25 €/ KWh

Κόστος Συντήρησης και Λειτουργίας: 0 €

Ετήσιες Αποταμιεύσεις: 0,25 €/ KWh \times 180 KWh = 45 €

Πληθωρισμός: 5%



Με αυτά τα δεδομένα το κόστος αποπληρωμής της επένδυσης είναι τα 14 χρόνια. Από αυτό το σημείο και έπειτα η επένδυση είναι προσοδοφόρα.

1.4.5 Συμπεράσματα

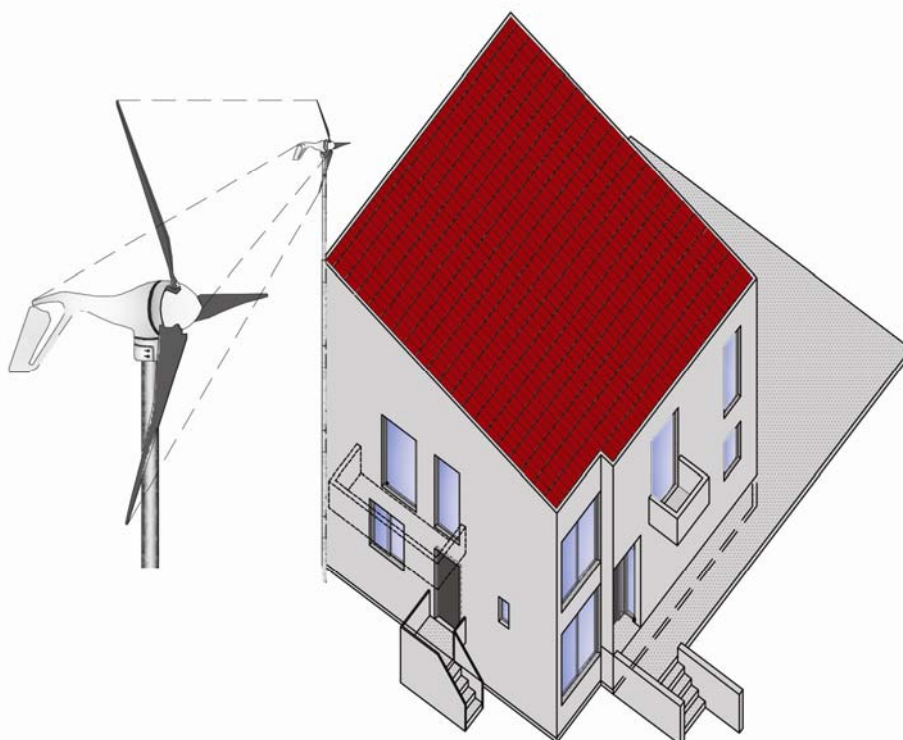
Όπως είχε ήδη υποστηριχθεί από το θεωρητικό κομμάτι η επένδυση σε μικρές ανεμογεννήτριες δεν είναι ιδιαίτερα επικερδής στα πλαίσια ενός αστικού τοπίου. Τέτοιου είδους ανεμογεννήτριες θεωρούνται μια καλή λύση για μη διασυνδεδεμένες εφαρμογές. Απόδειξη για αυτό αποτελεί και η πολύ μικρή ποικιλία από on-grid(tied) inverters τόσο μικρής ισχύος που υπάρχουν στην αγορά. Περισσότερες επιλογές υπάρχουν όταν ξεπεράσουμε το 1KW.

Το μέγεθος αυτών των ανεμογεννητριών είναι πολύ μικρό για να ωφελήσει ουσιαστικά τον επενδυτή ,ενώ τα μεγαλύτερα μεγέθη είναι απαγορευτικά για τα γεωγραφικά πλαίσια που εξετάζουμε.

Η επένδυση αρχίζει να επιφέρει κέρδη μετά το πέρας 14 ετών, διάστημα αρκετά μεγάλο για την τάξη της επένδυσης.

Επίσης πρέπει να συνυπολογιστεί ότι τα κλιματολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν είναι αρκετά ευνοϊκά για αστική περιοχή, και ότι αν γινόταν μελέτη που να εξετάζει το μικροκλίμα του σπιτιού ,πιθανότατα τα αποτελέσματα δεν θα ήταν τα ίδια.

Ως εκ τούτου καταλήγουμε ότι ναι μεν οι μικρές ανεμογεννήτριες είναι μια λύση ,αλλά με τα υπάρχοντα οικονομικά δεδομένα δεν πρέπει να προτιμώνται, εκτός και αν βρισκόμαστε σε περιοχή που έχει όλες τις προϋποθέσεις που έχουν αναφερθεί στο θεωρητικό κομμάτι και υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης μιας σχετικά μεγάλου μεγέθους ανεμογεννήτριας.



Κεφάλαιο 2:
Συστήματα Θέρμανσης με
Βιομάζα

2. Βιομάζα

2.1 Εισαγωγή^{[20][24]}

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

Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους και αποθηκεύουν ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας γιατί στην πραγματικότητα είναι αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

Η βιομάζα είναι η πιο παλιά και διαδεδομένη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Ο πρωτόγονος άνθρωπος, για να ζεσταθεί και να μαγειρέψει, χρησιμοποίησε την ενέργεια (θερμότητα) που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας.

Αλλά και μέχρι σήμερα, κυρίως οι αγροτικοί πληθυσμοί, τόσο της Αφρικής, της Ινδίας και της Λατινικής Αμερικής, όσο και της Ευρώπης, για να ζεσταθούν, να μαγειρέψουν και να φωτιστούν χρησιμοποιούν ξύλα, φυτικά υπολείμματα (άχυρα, πριονίδια, άχρηστους καρπούς ή κουκούτσια κ.ά.) και ζωικά απόβλητα (κοπριά, λίπος ζώων, άχρηστα αλιεύματα κ.ά.).

Όλα τα παραπάνω υλικά, που άμεσα ή έμμεσα προέρχονται από το φυτικό κόσμο, αλλά και τα υγρά απόβλητα και το μεγαλύτερο μέρος από τα αστικά απορρίμματα (υπολείμματα τροφών, χαρτί κ.ά.) των πόλεων και των βιομηχανιών, μπορούμε να τα μετατρέψουμε σε ενέργεια.

Η βιομάζα μπορεί να καεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή/και θερμότητας. Μπορεί επίσης, με φυσική, θερμοχημική ή βιοχημική μετατροπή, να μετατραπεί σε βιοκαύσιμα σε στερεή, αέρια ή υγρή μορφή. Αυτά με τη σειρά τους, μπορούν είτε να καούν για την παραγωγή ηλεκτρισμού ή θερμότητας ή να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμα μεταφορών.

2.1.1 Διαθέσιμη βιομάζα στην Ελλάδα:^[26]

Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας.

Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου.

Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας.

Κεφάλαιο 2: Βιομάζα

«Τουλάχιστον 2,5 εκατομμύρια τόνοι, δηλαδή το 25% των 10 εκατομμυρίων που είναι η ετήσια παραγωγή υπολειμμάτων από τις αγροκαλλιέργειες και τα δάση της χώρας μας αλλά και ο όγκος πριονιδιού που καταλήγει στις χωματερές, είναι άμεσα αξιοποιήσιμα για τη θέρμανση και την παραγωγή ηλεκτρισμού. Κι όμως, παραμένουν στα αζήτητα, παρά το γεγονός ότι από όλες τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας η βιομάζα είναι αυτή που προσφέρει τις περισσότερες θέσεις εργασίας» λέει στα «ΝΕΑ» ο κ. Κώστας Νασίκας, μέλος του Δ.Σ. της Ελληνικής Εταιρείας Βιομάζας. Μάλιστα, αν αυτά τα 2,5 εκατομμύρια τόνοι αξιοποιούνταν στην ηλεκτροπαραγωγή, θα επαρκούσαν ως καύσιμα για τη λειτουργία ενός σταθμού 400 MW- δηλαδή για το 3-4% των αναγκών της χώρας- αναφέρει σε ανακοίνωσή του ο Σύνδεσμος Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας.

2.1.2 Πλεονεκτήματα των καυσίμων βιομάζας^[25]

- Η βιομάζα είναι ευρύτερα διαθέσιμη από τα στερεά ορυκτά καύσιμα και μια ποικιλία απόβλητων (π.χ. δασικά και αγρό-βιομηχανικά απόβλητα) μπορούν να παράσχουν μια σημαντική βραχυπρόθεσμη πηγή βιομάζας που συχνά χρειάζεται διάθεση
- Η βιομάζα παρέχει μια ανανεώσιμη πηγή καυσίμων που προϋποθέτει όμως μια καλή πρακτική διαχείρισης
- Υπάρχουν καλές προοπτικές για τη βιομάζα να μετατρέπεται οικονομικά σε μια ποικιλία ενεργειακών φορέων (π.χ. θερμότητα, ηλεκτρισμός, μεθανόλη, αιθανόλη, υδρογόνο) με ένα περιβαλλοντικά βιώσιμο τρόπο
- Η μετατροπή των αποτελεσμάτων της ανανεώσιμης βιομάζας σε μη-καθαρές CO εκπομπές στην ατμόσφαιρα και οι μοντέρνες αλυσίδες καυσίμων βιομάζας ίσως παρουσιάσουν άλλα περιβαλλοντικά οφέλη σε σύγκριση με τις αλυσίδες ορυκτών καυσίμων
- Κοινωνικά οφέλη (ιδιαίτερης σημασίας για τις αναπτυσσόμενες χώρες) περιλαμβάνουν:
 - Μειωμένες εισαγωγές καυσίμων
 - Διαφοροποίηση στις αγροτικές δραστηριότητες
 - Ενισχυμένη αγροτική εξέλιξη και απασχόληση
 - Κίνητρο για ανάκτηση αποδασωμένων και υποβιβασμένων εκτάσεων

Τα κυριότερα περιβαλλοντικά οφέλη από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας είναι τα ακόλουθα:

- Αποφυγή του φαινομένου του θερμοκηπίου, που προέρχεται από το CO₂ και παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων, καθώς η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα, επειδή οι ποσότητες του CO₂ που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας
- Αποφυγή της όξινης βροχής, από τη ρύπανση με SO₂ που παράγεται κατά την καύση ορυκτών καυσίμων, καθώς η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂)

Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια έχει οικονομικά οφέλη, αφού συμβάλλει σημαντικά στη:

- Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από την εισαγωγή καυσίμων από τρίτες χώρες και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου
- Εξοικονόμηση συναλλάγματος
- Εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού
- Εξασφάλιση εργασίας και συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις περιθωριακές και τις άλλες γεωργικές περιοχές (στην Ελλάδα υπάρχουν ήδη 5 βιομηχανίες παραγωγής pellet και 2 βιομηχανίες κατασκευής καυστήρων)

2.1.3 Μειονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας ^{[24][26]}

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

Εξαιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, συγκριτικά προς το πετρέλαιο, υψηλό.

Ήδη, όμως, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες η αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη.

Επιπλέον, το πρόβλημα αυτό βαθμιαία εξαλείφεται, αφ' ενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφ' ετέρου και σημαντικότερο, λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας.

Τέλος, πρέπει κάθε φορά να συνυπολογίζεται το περιβαλλοντικό όφελος, το οποίο, αν και συχνά δεν μπορεί να αποτιμηθεί με οικονομικά μεγέθη, εντούτοις είναι ουσιαστικής σημασίας για την ποιότητα της ζωής και το μέλλον της ανθρωπότητας.

2.1.4 Χρήση της Βιομάζας σε Κατοικίες ^[20]

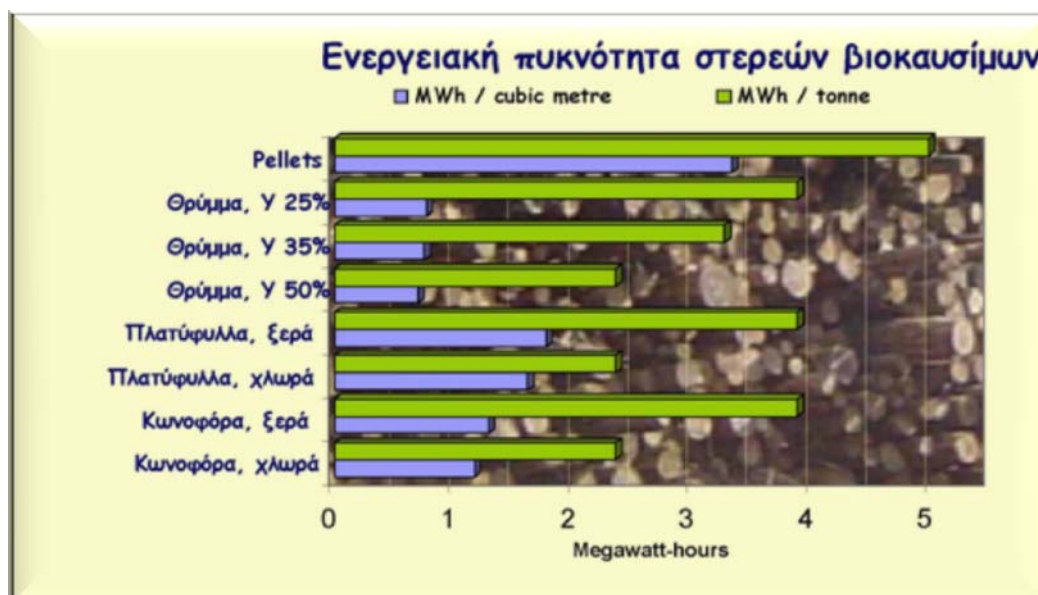
Στον οικιακό τομέα η κύρια χρήση της βιομάζας είναι η καύση της για θέρμανση και παραγωγή ζεστού νερού χρήσης.

Αυτό μπορεί να γίνεται σε:

- 1) Κοινά τζάκια ή σόμπες
- 2) Ενεργειακά τζάκια με υψηλούς βαθμούς απόδοσης
- 3) Συστήματα κεντρικής θέρμανσης με χρήση ξύλου

2.2 ΕΙΔΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ^{[19][23]}

Η βιομάζα που χρησιμοποιείται μπορεί να είναι σε ακατέργαστη μορφή όπως *καυσόξυλα, πυρηνόξυλα, σπασμένα κουκούτσια κ.τ.λ.* ή επεξεργασμένη για ευκολότερη χρήση, αποθήκευση και μεταφορά όπως *μπρικέττες* (κυρίως σε ενεργειακά τζάκια και σόμπες), *θρύμματα ξύλου* (wood chips) ή *συσσωματώματα βιομάζας* (pellets, μικρά πεπιεσμένα κομμάτια από σκόνη ξύλου ή αγροτικά παραπροϊόντα).



- **ΚΟΥΤΣΟΥΡΑ:**

Είναι η αρχαιότερη μορφή βιομάζας. Μεγάλα κομμάτια ξύλου από υλοτόμηση. Φθηνό και εύκολα διαθέσιμο.

- **ΠΕΛΛΕΤΕΣ:**

Είναι τυποποιημένο κυλινδρικό βιολογικό καύσιμο που παρασκευάζεται με τη συμπίεση ξηρών πριονιδιών και τεμαχιδίων από καθαρά υπολείμματα ξύλου βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου, διαμέτρου 60-80 χιλ. με μήκος περίπου 100 χιλ. και χρώμα εξαρτώμενο από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή τους.



- **ΘΡΥΜΜΑΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ:**

Είναι μικρά τεμαχίδια ξύλου μήκους 5-50 mm.

ΥΠΑΡΧΟΥΝ 3 ΕΙΔΗ ΘΡΥΜΜΑΤΩΝ:

1. Θρύμματα από δασικά υπολείμματα
2. Θρύμματα βιομάζας από τα πριονιστήρια
3. Θρύμματα βιομάζας από αραιώμα χωρίς κλαδιά και φύλλα που αφήνονται να ξηραθούν πριν το θρυμματίσμα.



Γίνεται εύκολα κατανοητό ότι οι δυο πιο εύχρηστες και αποδοτικές μορφές βιοκαυσίμου για οικιακούς καυστήρες είναι τα συσσωματώματα και τα θρύμματα ξύλου. Ας τα δούμε συγκριτικά:

2.2.1 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ & ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΥΡΙΟΤΕΡΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ^{[19][23]}

- ΘΡΥΜΜΑΤΑ, ΚΟΥΤΣΟΥΡΑ:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ : Διαθέσιμα τοπικά, η παραγωγή τους ενισχύει την τοπική αγορά εργασίας και είναι φθηνότερα από τις πελλέτες.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ: Μεγάλοι χώροι αποθήκευσης, συχνά άγνωστη περιεκτικότητα σε υγρασία.

- ΠΕΛΛΕΤΕΣ:

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ: Τυποποιημένο καύσιμο με υψηλή αξιοπιστία, απαιτούνται μικρότεροι χώροι αποθήκευσης & έχει λιγότερες απαιτήσεις για την λειτουργία και την συντήρηση του καυστήρα.

ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ: Υψηλό κόστος & λιγότερα οφέλη για την τοπική οικονομία.

| | Πελλέτες | Θρύμματα βιομάζας |
|----------------------------|-------------------------|------------------------|
| Θερμογόνος δύναμη | 17 GJ/t | 13,4 GJ/t |
| Ανά kg | 4,7 kWh/kg | 3,7 kWh/kg |
| Ανά m³ | 3077 kWh/m ³ | 744 kWh/m ³ |
| Περιεχόμενη υγρασία | 8% | 25% |
| Φαινόμενη πυκνότητα | 650 kg/m ³ | 200 kg/m ³ |
| Στάχτη | 0,5% | 1% |

2.2.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Ας δούμε τώρα τα περιβαλλοντικά οφέλη που προκύπτουν από τη χρήση καυσίμου βιομάζας έναντι των άλλων διαδεδομένων καυσίμων. Στον παρακάτω πίνακα συνοψίζονται σύγχρονα ερευνητικά αποτελέσματα αναφορικά με την ετήσια επιβάρυνση του περιβάλλοντος από τη χρήση πετρελαίου, φυσικού αερίου και πελλετών σε καυστήρες ισχύος 400 KW, όπως παρουσιάστηκαν στο άρθρο του Κυρίου Μάργαρη στο National Geographic τον Οκτωβρίου 2007 :

Κεφάλαιο 2: Βιομάζα



Ενώ από μια άλλη μελέτη παραθέτονται τα αποτελέσματα σε mg εκπεμπόμενων ρύπων/ kWh παραγόμενης ενέργειας:^[23]

| Εκπεμπόμενοι ρύποι σε mg/kWh παραγόμενης ενέργειας | | | |
|--|-----------|--------------|---------------|
| | Καύσιμο | | |
| Ρύπος | Πετρέλαιο | Φυσικό Αέριο | Συσσωματώματα |
| CO | 10 | 150 | 250 |
| SO ₂ | 350 | 20 | 20 |
| NO _x | 350 | 150 | 350 |
| Σκόνη | 20 | 0 | 150 |
| VOC | 5 | 2 | 10 |

Παρόλα αυτά οι εκπομπές των λεβήτων δεν αποτελούν τις μόνες περιβαλλοντικές επιπτώσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη.

Η παραγωγή και μεταφορά των καυσίμων επιβαρύνει αισθητά τα επίπεδα μόλυνσης σε τέτοιο μάλιστα βαθμό που πρέπει να υπολογιστούν, ιδιαίτερα για μια ολοκληρωμένη ενεργειακή ισορροπία.

Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι η χρήση της βιομάζας είναι η μόνη που έχει κόστος απορρύπανσης μηδέν και κανένα περιβαλλοντικό αντίκτυπο σε περίπτωση διαρροής καυσίμου.

Παρακάτω θα κάνουμε μια πρόχειρη αναφορά στα είδη των ρύπων που παράγονται κατά την καύση:

2.2.2.1 Εκπομπές Ρύπων:^[28]

CO

- Όλα τα καύσιμα με άνθρακα εκπέμπουν , όταν η καύση είναι ατελής
- Είναι δηλητηριώδες και επηρεάζει την οξυγόνωση του αίματος.
- Κύριος υπεύθυνος για το φαινόμενο του θερμοκηπίου

NOx

- Εξαρτάται από το καύσιμο και την θερμοκρασία
- Οι εκπομπές των pellets είναι παρόμοιες με του πετρελαίου , διπλάσιες του φυσικού αερίου.
- Υπεύθυνα για το ατμοσφαιρικό νέφος και την όξινη βροχή

SOx

- Πολύ χαμηλές για pellets : ~ 25% του πετρελαίου
- Υπεύθυνα για όξινη βροχή

Fly ash

- Εξαρτάται από την ταχύτητα των καυσαερίων και την καύση
- Πολύ χαμηλή στην οικιακή κλίμακα
- Μπορεί να προκαλέσει πνευμονοκονίαση ή ακόμα και καρκίνο

VOC

- Οι ιπτάμενες οργανικές ενώσεις είναι υπεύθυνες για δερματικές παθήσεις, ηπατικές βλάβες, ακόμα και καρκίνο.
- Τα μικροσωματίδια που προκύπτουν από την καύση πετρελαίου είναι πολύ μικρότερα (σε μέγεθος) από αυτά της βιομάζας, και έτσι εισέρχονται ευκολότερα στον ανθρώπινο οργανισμό

Γενικά, μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι όλες οι εκπομπές εξαρτώνται από την ποιότητα της καύσης που έχουμε. Οι καυστήρες βιομάζας που διατίθενται σήμερα στην αγορά είναι άμεσα συγκρίσιμοι με αυτούς των άλλων καυσίμων και έχουν παραπλήσιους βαθμούς απόδοσης.

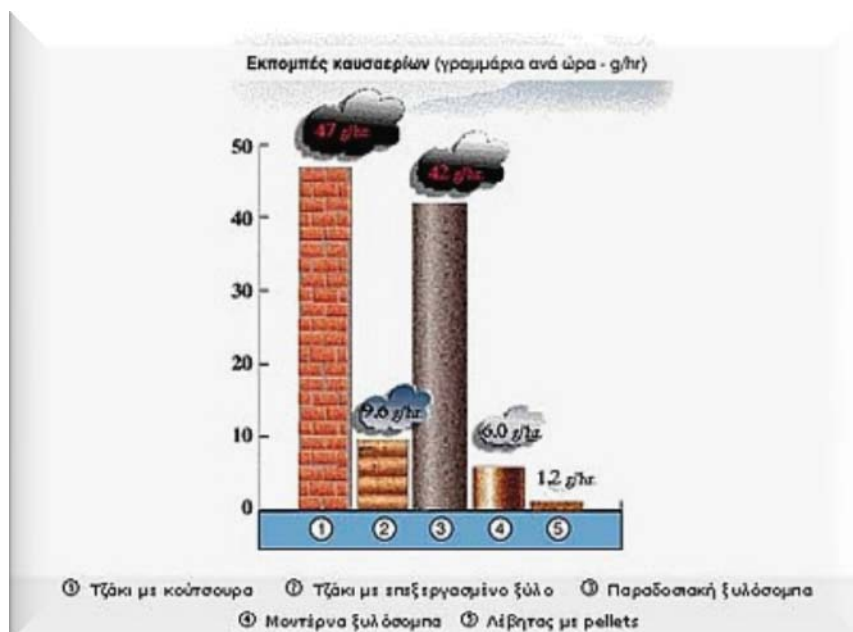
2.3 Τύποι συστημάτων θέρμανσης με βιομάζα οικιακής κλίμακας

2.3.1 Επιλογή λέβητα-καυστήρα^[21]

Η σωστή επιλογή του συστήματος (είτε πρόκειται για καυστήρα βιομάζας είτε για άλλο καύσιμο) είναι πρωταρχικής σημασίας. Συνήθως, οι τεχνικοί υπερδιαστασιοποιούν τα συστήματα για να είναι σίγουροι πως θα αποδώσουν. Δυστυχώς όμως, η υπερδιαστασιολόγηση μπορεί να οδηγήσει σε υπερβολές και σπατάλη. Ένας πολύ χοντρικός κανόνας για ένα μέσο σπίτι στην Ελλάδα είναι πως η ισχύς του συστήματός θα πρέπει να είναι το

Κεφάλαιο 2: Βιομάζα

1/10 των τετραγωνικών της κατοικίας. Αν π.χ. έχουμε ένα σπίτι 80 τετραγωνικών μέτρων, η απαιτούμενη ισχύς για θέρμανση είναι περίπου 8 KW (κιλοβάτ, 1 KW = 860 Kcal/h). Προφανώς, αυτό είναι μια τάξη μεγέθους και μόνο, αφού η ακριβής ισχύς θα καθοριστεί από την ποιότητα της κατασκευής και της θερμομόνωσης αλλά και την κλιματική ζώνη στην οποία βρίσκεται το κτίσμα.



Για την καύση της βιομάζας μπορούν να χρησιμοποιηθούν:^[20]

- **τυπικό τζάκι** με απόδοση 20-30%
- **ενεργειακό τζάκι** που θερμαίνει όλους τους χώρους του σπιτιού ή και νερό με απόδοση 80-85%
- **σόμπα ξύλου ή pellets** με απόδοση 90%
- **λέβητας ξύλου ή pellets** για κεντρική θέρμανση με απόδοση 90%

Οι σύγχρονες τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας έχουν εξελιχθεί τόσο, που πλέον αποτελούν μια αξιόπιστη και ανταγωνιστική επιλογή.^[21]

Σύγχρονοι λέβητες υψηλής τεχνολογίας, με αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου και ηλεκτρονικά ελεγχόμενη παροχή αέρα, οι οποίοι είναι σε θέση να αποδώσουν περισσότερο από το 90% της ενέργειας που περιέχεται στο ξύλο για θέρμανση. Τα πιο εξελιγμένα συστήματα διαθέτουν αυτόματο σύστημα καθαρισμού των επιφανειών εναλλακτών θερμότητας και αυτόματη απομάκρυνση της στάχτης, ενώ ορισμένα μοντέλα συμπιέζουν τις στάχτες, ώστε το καθάρισμα να είναι αναγκαίο μόνο δύο φορές το χρόνο. Εξάλλου, το μόνο κατάλοιπο της καύσης από τον καυστήρα βιομάζας είναι ένα σταχτί, πηχτό υγρό. Τελειώς ακίνδυνο, περιέχει τα ανόργανα άλατα της βιομάζας. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και στα λουλούδια για λίπασμα.

Στην αγορά επίσης προωθούνται ειδικές σόμπες που λειτουργούν με την καύση pellets, οι οποίες διατίθενται τόσο σε κλασσικό, όσο και σε μοντέρνο

σχεδιασμό, και αναπαράγουν την θαλπωρή ενός τζακιού με ξύλα χωρίς τις δυσκολίες στην εγκατάσταση και συντήρηση που παρουσιάζουν τα τζάκια.

Οι βασικές βελτιώσεις που αναπτύχθηκαν στα τζάκια και στις σόμπες μπορούν να συνοψιστούν στις εξής:^[30]

1. Κατάλληλη γεωμετρία και υλικά του εστιακού χώρου για αύξηση της ακτινοβολούμενης θερμότητας προς το δωμάτιο.
2. Στένεμα και τοποθέτηση καπνοφράχτη (damper), στη βάση της καπνοδόχου για ρύθμιση της έλξης και της καύσης.
3. Διαμόρφωση αγωγού καθοδικής έλξης καυσαερίων για ανάκτηση θερμότητας.
4. Παροχή αέρα καύσης από το εξωτερικό περιβάλλον της κατοικίας, για μείωση των ρευμάτων αέρος από τα παράθυρα προς την εστία.
5. Παραγωγή θερμού αέρα δια κυκλοφορίας αέρα εσωτερικού ή εξωτερικού χώρου μέσω ενός εναλλάκτη θερμότητας στην περιφέρεια του θαλάμου καύσης.
6. Τοποθέτηση θυρίδων στο πρόσθιο μέρος του θαλάμου καύσης, για αύξηση της θερμοκρασίας καύσης και αργότερα τοποθέτηση Μίκα ή πυρίμαχου γυαλιού για παρακολούθηση της φλόγας.
7. Προθέρμανση του αέρα καύσης μέσω ειδικής καπνοδόχου "ισορροπημένης έλξης".
8. Χρησιμοποίηση "καταλυτικού καυστήρα" (κυψελοειδές κεραμικό φίλτρο με επικάλυψη καταλύτου από ευγενή μέταλλα) για την μετάκαυση των καυσαερίων.

Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι σήμερα υπάρχουν στην αγορά σόμπες για ξύλο που μπορούν να θερμαίνουν ενιαίους χώρους, πχ 100 τ.μ., σε μικρό χρόνο ή που μπορούν εκτός από την θέρμανση του χώρου που βρίσκονται να θερμαίνουν επίσης νερό για την κεντρική θέρμανση ή για χρήση. Πολλά σπίτια χρησιμοποιούν για θέρμανση τζάκια με την καύση ξύλων. Ενώ τα ανοιχτά τζάκια είχαν χαμηλούς βαθμούς απόδοσης (20%), σήμερα υπάρχουν κλειστά τζάκια (ενεργειακά ή θερμοδυναμικά) που έχουν υψηλούς βαθμούς απόδοσης (έως 65%) και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για θέρμανση ολόκληρης της κατοικίας είτε με αεραγωγούς ή με την θέρμανση του νερού της κεντρικής θέρμανσης. Μπορούν να συνδεθούν με κάθε τύπο θερμαντικών σωμάτων (καλοριφέρ) και έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν ανεξάρτητα σαν κύρια πηγή ενέργειας(εξοχικές κατοικίες) ή και σε παράλληλη σύνδεση με κάθε τύπο λέβητα κεντρικής θέρμανσης-πετρελαίου στερεών καυσίμων κλπ (μόνιμες κατοικίες). Αρκετά διαδεδομένα είναι επίσης τα συστήματα κεντρικής θέρμανσης με χρήση ξύλων ή πυρηνόξυλου, κυρίως στις περιοχές όπου ένα από τα δύο αυτά καύσιμα αφθονεί και είναι σε καλές τιμές.

Ενδεικτικά κόστη για τα παραπάνω:^[20]

- Κόστος **ενεργειακού τζακιού** που θερμαίνει όλους τους χώρους του σπιτιού: 2200-3500€
- Κόστος **λέβητα** για την εγκατάσταση κεντρικού συστήματος θέρμανσης: 10000-15000€
- Κόστος **στόφας με pellets**: 2500-4500€
- Κόστος **στόφας με καυσόξυλα**: 1000-5000€



Σχέδιο : Μοντέρνα θερμάστρα με pellets^[21]

Τα pellets που είναι διαθέσιμα στην ελληνική αγορά είναι κυρίως εισαγωγής, παρέχονται σε σάκους των 15kg και κοστίζουν 200-350€/tonne. Ελληνικές μονάδες παραγωγής pellets έχουν δημιουργηθεί παρόλα αυτά και το κόστος της πελλέτας αναμένεται να πέσει σύντομα.

Ενδεικτικά οι τιμές αγοράς για pellets στην υπόλοιπη Ευρώπη είναι 250€/tonne για σάκους των 15kg και 170€/tonne για μη συσκευασμένο προϊόν. Παρόμοιες τιμές αναμένονται και στην Ελλάδα στο άμεσο μέλλον με την αύξηση της ζήτησης και την έναρξη της τοπικής παραγωγής που οι δράσεις για την εκπλήρωση της συνθήκης του Κυότο θα υπαγορεύσουν στη χώρα μας.

Η ενέργεια που περιέχει 1Kg pellets αντιστοιχεί στο 45% περίπου της ενέργειας ενός λίτρου πετρελαίου. Συνεπώς 2.2 Kg pellets περιέχουν περίπου την ίδια ενέργεια με 1 λίτρο πετρέλαιο.

Για τη θέρμανση μιας κατοικίας επιφάνειας 150m² σε αστική περιοχή απαιτούνται περίπου 15.000kWh(th) ετησίως.

Το κόστος ανάλογα με το καύσιμο διαμορφώνεται:^[20]

- Για καυστήρα βιομάζας (pellets) με χρέωση 0,085€/kWh (μέση τιμή pellets 400€/tonne και απόδοση λέβητα 88%) = 1449€
- Για καυστήρα πετρελαίου με χρέωση 0,06€/kWh (τιμή πετρελαίου 0,62€/lt και απόδοση 88%) = 1023€
- Για καυστήρα φυσικού αερίου με χρέωση 0,04€/kWh (απόδοση λέβητα 90%) = 667€

,ενώ αντίστοιχα για τα καυσόξυλα έχουμε:^[30]

Απαιτούμενη ισχύς και καυσόξυλα μίας κατοικίας 100m², για ένα Χειμώνα

για τα κλιματικά δεδομένα της Αττικής

| | |
|-------------------|-------------------------------|
| Με θερμομόνωση | 4,2 τόνοι + 6,6 kW + 756 € |
| Χωρίς θερμομόνωση | 10,6 τόνοι + 16,9 kW + 1908 € |

Με τις τιμές της περασμένης περιόδου ένας τόνος πετρελαίου κοστίζει περίπου 720 ευρώ, ενώ δύο τόνοι πελλέτας 360-440 ευρώ. Ακόμα πιο φθηνό είναι το πυρηνόξυλο, που φτάνει τα 60-70 ευρώ τον τόνο, όμως είναι πιο βρόμικο από την πελλέτα: όταν καίγεται παράγει περισσότερο ορατό καπνό.^[18]

Η λιανική τιμή της πελλέτας στη χώρα μας, στην παρούσα φάση, είναι περί τα 180-220 ευρώ/τόνο στο εργοστάσιο. Όπως προαναφέρθηκε, 2 κιλά πελλέτας ισοδυναμούν περίπου με 1 λίτρο πετρελαίου. Βάσει των παραπάνω, είναι ξεκάθαρο ότι ο καταναλωτής που θα επιλέξει τη θέρμανση με πελλέτα, θα έχει κόστος θέρμανσης περί τα 0,4 ευρώ (40 λεπτά) ανά λίτρο ισοδύναμου πετρελαίου. Δεδομένου του γεγονότος ότι πλέον το πετρέλαιο θέρμανσης κυμαίνεται στα 0,7 ευρώ (70 λεπτά) το λίτρο, προκύπτει ότι η θέρμανση με στερεό καύσιμο παρέχει μείωση του κόστους θέρμανσης περίπου κατά 40% σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης.

Βεβαίως τα παραπάνω νούμερα είναι ενδεικτικά για τον καταναλωτή και το όφελος μπορεί να είναι μικρότερο λόγω αύξησης τιμών στην αγορά πελλέτας (κερδοσκοπία), ως συνέπεια της αύξησης του πετρελαίου. Ειδικά αυτό το καιρό η κατάσταση είναι έκρυθμη λόγω των φορολογικών αλλαγών και κανείς από τους ιθύνοντες δεν είναι σε θέση να πει με σιγουριά τι τροχιά θα πάρουν οι τιμές των pellets το προσεχές διάστημα. Η γενική άποψη είναι ότι η τιμή των pellets θα πρέπει εάν όχι να μειωθεί τουλάχιστον να παραμείνει σταθερή, άσχετα με την τιμή του πετρελαίου.

Εδώ πρέπει να ξεκαθαριστεί ότι το κόστος παραγωγής πελλέτας (σε αντίθεση με άλλα καύσιμα) μειώνεται συνεχώς λόγω της τεχνολογικής εξέλιξης και της βελτιστοποίησης όλων των κρίκων της παραγωγικής αλυσίδας.

Τιμή καυσίμου diesel 0.7€/lt = 0.0175€/MJ ενέργειας.

Τιμή καυσίμου pellet 0.3€/kg = 0.0150€/MJ ενέργειας.

Η αντιστοιχία του πετρελαίου, υγραερίου και pellets είναι η παρακάτω:

1 λίτρο πετρέλαιο = 1,3 λίτρα υγραέριο = 2 κιλά pellets

Για να πετύχουμε την αντίστοιχη θέρμανση :

Κεφάλαιο 2: Βιομάζα

| Καύσιμο | Πετρέλαιο | Υγραέριο | Pellets |
|---------------------|-----------|----------|---------|
| Ποσότητα | 1 lt | 1,3 lt | 2 kg |
| Τιμή την 15-02-2008 | 0,70 € | 0,49 € | 0,24 € |
| Τι θα πληρώσουμε | 0,70 € | 0,637 € | 0,48 € |
| Διαφορές | 0 | -8% | -31,43% |

Το κόστος των pellets αυτή την στιγμή είναι 250,00€/tn. Η τιμή συμπεριλαμβάνει τον ΦΠΑ 23% και αφορά παράδοση σε μεταφορική επιλογή του πελάτη στη Θεσ/νικη. Το συνηθισμένο κόστος για την μεταφορά μιας παλέτας βάρους 1 tn όπως είναι η συσκευασία των pellets, είναι από 40 έως 60,00€ ανάλογα με το πρακτορείο.^[34]

| Καύσιμο Υλικό | Ισχύς/Kw | Τιμή €* | Κόστος/Kw |
|---------------|----------|----------|-----------|
| wood pellet | 4,7/kg | 0,25€/kg | 0,53 € |
| πετρέλαιο | 9,9/lt | 0,78€/lt | 0,78 € |

Ενώ η σύγκριση που είχε παρατεθεί στο περιοδικό "Γεωργία και Κτηνοτροφία", τεύχος 7/2010, άρθρο του Κου Βουρδουμπά, ΤΕΙ Κρήτης, Τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, δίνει:

Ηλεκτρική ενέργεια: 0,10 €/KWh

Πετρέλαιο Θέρμανσης: 0,052 €/KWh

Πελετς Ξύλου: 0,038 €/KWh

Ελαιοπυρηνόξυλο: 0,016 €/KWh

Σημαντικό βέβαια είναι να αναφερθεί πως ένας καλός λέβητας βιομάζας κοστίζει περίπου 8.000 ευρώ, ενώ ένας αντίστοιχος λέβητας πετρελαίου κάνει 1.500 ευρώ.

Επίσης προσοχή χρειάζεται να δοθεί στην πυκνότητα των pellets, διότι στην καλύτερη περίπτωση χρειάζονται περίπου 1,5 λίτρο χώρου για κάθε κιλό, πράγμα το οποίο μεταφράζεται σε 3750 λίτρα χώρου για αποθήκευση pellets που θα προσδώσουν αυτονομία 1 μήνα. Αυτό βέβαια θεωρητικά, διότι ο συντελεστής στοιβασίας για το παραπάνω υλικό είναι 1.95 με 2.75 m³/τόννο και πρακτικά για να αποθηκευτούν 1000kg, χρειάζονται 2 κυβικά χώρου.

Όταν η τιμή των pellets στην Ελλάδα εξομοιωθεί με την ανάλογη ευρωπαϊκή το κόστος λειτουργίας με καύσιμο pellets θα μειωθεί σημαντικά. Τέλος, είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι η τιμή της βιομάζας παραμένει

σταθερή τα τελευταία χρόνια και μέχρι σήμερα σε αντίθεση με την ανοδική τιμή του πετρελαίου.^[20]

Η εμπειρία των ευρωπαϊκών χωρών έδειξε ότι η χρήση βιομάζας είναι τελικά φθηνότερη για τον καταναλωτή από το πετρέλαιο. Οι σύγχρονοι λέβητες βιομάζας αποδεικνύονται, για παράδειγμα, έως 20% φθηνότεροι από τους αντίστοιχους λέβητες πετρελαίου στην Αυστρία και έως 55% φθηνότεροι στη Δανία, όπως έδειξαν σχετικές έρευνες. Παράλληλα, τα σύγχρονα συστήματα βιομάζας χρησιμοποιούνται ολοένα και συχνότερα σε υβριδικές εφαρμογές (π.χ. σε combisystems από κοινού με ηλιοθερμικά συστήματα).^[21]

2.3.2 Κόστος Επένδυσης ανάλογα με την τεχνολογία^[23]

Χρησιμοποιώντας μελέτη που έγινε στην περιοχή της Αυστρίας (χώρα που είχε ήδη ανεπτυγμένη τεχνολογία στους καυστήρες βιομάζας ,αλλά και ανεπτυγμένη επενδυτική πολιτική πάνω στο θέμα) προ μερικών ετών, παίρνουμε τα εξής συγκριτικά αποτελέσματα όσον αφορά τα κόστη επένδυσης και λειτουργίας συστημάτων θέρμανσης με τεμαχίδια ξύλου, συσσωματώματα ,πετρέλαιο και φυσικό αέριο:

| ΚΟΣΤΗ (€) | τεμαχίδια | συσσ/ματα | πετρέλαιο | φυσικό αέριο |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Κόστος Λέβητα | 17.500 | 17.500 | 5.800 | 6.600 |
| Κόστος Εγκατάστασης | 4.400 | 4.400 | 3.000 | 3.000 |
| Κτηριακά κόστη | 22.000 | 15.000 | 13.000 | 10.000 |
| Συνολική επένδυση | 43.900 | 36.900 | 21.800 | 19.600 |
| Επένδυση-Επιδότηση | 30.730 | 25.830 | 21.800 | 19.600 |
| Ετήσια πρόσοδος | 2.313 | 2.002 | 1.592 | 1.471 |
| Κόστος Κεφαλαίου | 2.313 | 2.002 | 1.592 | 1.471 |
| Κόστος καυσίμου | 3.678 | 6.556 | 8.176 | 8.025 |
| Ηλεκτρικό κόστος για λειτουργία λέβητα | 60 | 60 | 50 | 50 |
| Κόστη σχετιζόμενα με ανάγκες | 3.738 | 6.616 | 8.226 | 8.075 |
| Κόστη επιδιόρθωσης | 329 | 294 | 153 | 146 |
| Κόστος προσωπικού | 960 | 750 | 0 | 0 |
| Καθαρισμός καμινάδας | 250 | 250 | 200 | 150 |
| Υπηρεσίες συμβολαίου | 400 | 400 | 200 | 200 |
| Ασφάλεια - Λοιπά κόστη | 250 | 200 | 100 | 100 |
| Λοιπά κόστη | 2.189 | 1.894 | 653 | 596 |
| Συνολικά ετήσια κόστη | 8.241 | 10.513 | 10.471 | 10.142 |
| Συνολικά κόστη για MWh | 55 | 70 | 70 | 68 |

2.3.3 Γενικά χαρακτηριστικά συσκευών^[28]

| | |
|---------------------------------------|--|
| Σόμπα για κούτσουρα | <ul style="list-style-type: none">• Χειρωνακτική τροφοδοσία• Διαθέσιμο καύσιμο πιθανά σε χαμηλή τιμή• Δύσκολος έλεγχος θερμοκρασίας• Απόδοση: 30-65%, κάποτε έως 80% |
| Σόμπα για pellets | <ul style="list-style-type: none">• Θερμότητα όποτε την χρειαζόμαστε.• Εύκολος έλεγχος.• Χαμηλή συντήρηση.• Χειρωνακτική φόρτωση καυσίμου στη χοάνη.• Καθαρό, εύχρηστο καύσιμο αλλά ακριβό, όχι πάντα τοπικό• Απόδοση: 80-90% |
| Λέβητας για θρυμματισμένο ξύλο | <ul style="list-style-type: none">• Κατάλληλος για φορτία >25kW.• Αυτόματη τροφοδοσία καυσίμου.• Μεταβαλλόμενες απαιτήσεις - Δεξαμενή.• Διαχείριση/ αποθήκευση: γερό εξοπλισμό/ χώρο• Τοπικό/ φτηνό καύσιμο (προδιαγραφές, υγρασία)• Απόδοση: 80-90% |
| Λέβητας για πελλέτες | <ul style="list-style-type: none">• Καλό επίπεδο αυτοματισμών.• Εύκολη διαχείριση/ αποθήκευση καυσίμου.• Διαθέσιμοι: 5-50kW+, Απόδοση: 80-90% |
| Λέβητας για κούτσουρα | <ul style="list-style-type: none">• Τοπικό/ φτηνό καύσιμο, υγρασία.• Καθημερινή χειρωνακτική φόρτωση, έναυση.• Μεταβαλλόμενες απαιτήσεις - Δεξαμενή.• Απόδοση: 50-90% |

2.3.3.1 Στόφες/Σόμπες για χαμηλές ανάγκες θέρμανσης:^[28]

- Θερμαίνουν ενιαίους χώρους (έως 120m²)
- Διαθέσιμες σε 5-15 kW.
- Η φωτιά φαίνεται.
- Η θερμότητα μεταφέρεται με ακτινοβολία, κάποιες φορές με μεταφορά.
- Κούτσουρα ή πελλέτες.

Σύμφωνα με τον Robert Chareye, αρχιτέκτονα και συγγραφέα του βιβλίου "La maison autonome", οι αποδόσεις των διάφορων τύπων τζακιών είναι οι ακόλουθες:^[30]

| Αποδόσεις σε τζάκια και σόμπες | | | |
|---|---------|--|---------|
| Τζάκια | Απόδοση | Σόμπες | Απόδοση |
| Ανοικτής εστίας | 0,1 | Μη αεροστεγής | 0,3 |
| Ανοικτής εστίας με φυσική κυκλοφορία ζεστού αέρα | 0,2 | Αεροστεγής | 0,5 |
| Κλειστής εστίας με φυσική ή τεχνητή κυκλοφορία αέρα ή νερού | 0,7 | Αντίστροφης έλξης καυσαερίων, με θυρίδες | 0,6 |
| Κλειστής εστίας με προθέρμανση αέρα | 0,8 | Αεροστεγής με καταλυτικό φίλτρο | 0,9 |

Βάση μελετών τα ενεργειακά τζάκια μπορεί να παρουσιάσουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα συμβατικά και να φτάσουν σε επίπεδα:^[29]

- 515% για την θερμική απόδοση
- 480% για την θερμική ισχύ
- -56% για την κατανάλωση ξύλου
- -60% για τις εκπομπές CO

2.3.3.2 Κεντρικοί λέβητες για υψηλότερες θερμικές ανάγκες (πχ κτίρια):^[28]

- Αυτόματη λειτουργία
- Ανάγκη για Λεβητοστάσιο / άλλο χώρο χωρίς θέρμανση
- Χαμηλές θερμοκρασίες κελύφους – μεγάλες αποδόσεις.
- Τα καυσαέρια περνάνε από εναλλάκτη σωλήνων. Επίσης εναλλάκτης με πλάκες στον θάλαμο καύσης για εκμετάλλευση της ακτινοβολίας.
- Απόδοση λέβητα εξαρτάται από: απόδοση καύσης, θ επιφάνειας και θ απαγωγής καυσαερίων.
- Καύσιμα : Κούτσουρα, πελλέτες και θρυμματισμένο ξύλο

Για τους μοντέρνους λέβητες έχουμε αποδόσεις > 90% σε πλήρες φορτίο, λίγο λιγότερο σε μερικό φορτίο και αυτονομία καύσης έως 1000 ώρες.

Αναλυτικότερα, για την κάθε κατηγορία έχουμε :

Κεφάλαιο 2: Βιομάζα

2.3.3.3 Σόμπες για κούτσουρα^[28]

- Βελτιωμένες αποδόσεις (35-65%+) σε σχέση με τα ανοιχτά τζάκια (10-20%).
- Συνήθως ελεύθερες στο χώρο αλλά και ενσωματωμένες στον τοίχο.
- Κούτσουρα 25 ως 33 εκ.
- Υπάρχουν σόμπες που καίνε και άνθρακα.
- Μεγάλη ποικιλία σχεδίων και υλικών.
- Κατασκευασμένες από χυτοσίδηρο, χάλυβα ή κεραμικό.

| Χυτοσίδηρος | Χάλυβας | Κεραμικό |
|--|---|---|
|  |  |  |
| <ul style="list-style-type: none">• Βαριά• Μεγάλη θερμοχωρητικότητα• Όρια στην θερμοκρασία καύσης• Καλούπι / διακοσμητική | <ul style="list-style-type: none">• Λεπτότερη/ελαφρύτερη• Μικρότερη θερμοχωρητικότητα/ γρήγορη απόκριση• Όρια στην θερμοκρασία καύσης | <ul style="list-style-type: none">• Κεραμικά υλικά καλύπτουν τον θάλαμο καύσης• Μεγάλη θερμοχωρητικότητα• Τουλάχιστον 2 ώρες για πλήρη απόδοση <i>αλλά</i>• Θερμοκρασίες καύσης ως 1000°C και υψηλές αποδόσεις |

2.3.3.4 Σόμπες για πελλέτες^[28]

- Ορατή φλόγα
- Θερμοκρασία επαφής < 150 °C.
- Καύση στους 500 - 700 °C.
- Ισχύς 5 - 15 kW, μεταβλητή
- Τυπικές Αποδόσεις 80-90%
- Ελεύθερες στο χώρο ή ενσωματωμένες στον τοίχο
- Καυσαέρια - ανεμιστήρας
- Ακτινοβολία, συναγωγή
- Ηλ. ρεύμα - μοτέρ, ανεμιστήρας, θερμοστάτες
- Αυτόματη έναυση, τροφοδοσία



Μια τέτοια σόμπα καίει κατά μέσο όρο από 0,6 έως 2,5 κιλά καυσίμου την ώρα, ενώ το κόστος των pellets αυτή τη στιγμή είναι περίπου 0,30 Ευρώ ανά κιλό. Έχουν μεγάλη θερμική απόδοση 82- 87% και μικρή κατανάλωση καυσίμου. Η αυτονομία καύσης ξεκινά από τις 32 ώρες και μπορεί να φθάσει έως τις 100 ώρες. Οι σόμπες ξύλου pellet είναι απόλυτα τηλεχειριζόμενες και μπορούν να προγραμματιστούν σε ημερήσια ή εβδομαδιαία βάση, ενώ σε ορισμένα μοντέλα δίνεται η δυνατότητα διαχείρισης και προγραμματισμού μέσω internet.

Επιπλέον οι σόμπες καύσης pellet δεν απαιτούν την τοποθέτηση καμινάδας. Για το λόγο αυτό αποτελούν την ιδανική λύση θέρμανσης σε διαμερίσματα πολυκατοικιών ή σε χώρους στους οποίους η τοποθέτηση καμινάδας είναι αδύνατη^[37]

2.3.3.5 Λέβητες για πελλέτες^[28]

- Πρακτική εμφάνιση
- Μόνωση - εξωτερική θερμοκρασία χαμηλή
- Μεγαλύτερα μεγέθη (8kW +)
- Θέρμανση για κτίριο
- Εφεδρικά: αέριο, πετρέλαιο
- Χαμηλές απαιτήσεις καθαρισμού
- Αυτόματη τροφοδοσία (αποθήκη, σιλό, χοάνη)
- Σύνθετος έλεγχος
- Παροχή νερού



Χαρακτηριστικά:

- Αυτόματη ρύθμιση αέρα, τροφοδοσίας
- Αυτόματη έναυση και χρονοδιακόπτες
- Καύση έως 1500°C.
- Θερμοκρασίες νερού κατάλληλες για θερμαντικά σώματα (800°C)
- Δυνατότητα αυτόματου καθαρισμού εναλλάκτη
- Δυνατότητα συμπύκνωσης νερού
- Τυπικές εποχικές αποδόσεις >90%
- Αυτόματη απομάκρυνση στάχτης, αραιός καθαρισμός
- Αργή απόκριση σε μεταβολές φορτίου (δεξαμενή)

Οι λέβητες κεντρικής θέρμανσης με pellets χρησιμοποιούνται πολύ σε χώρες της κεντρικής και βόρειας Ευρώπης. Πρόκειται για λέβητες παρόμοιους εξωτερικά με τους συμβατικούς λέβητες πετρελαίου, απλώς είναι λίγο μεγαλύτεροι σε όγκο.

Συνδέονται με το ίδιο ακριβώς σύστημα διανομής του θερμού νερού (σωληνώσεις, κυκλοφορητές κλπ), αντικαθιστούν δηλαδή τους λέβητες πετρελαίου χωρίς καμία επέμβαση στα υδραυλικά.

Κεφάλαιο 2: Βιομάζα

Η παροχή του καυσίμου (των pellets) γίνεται από δεξαμενή μέσω σωλήνα τροφοδοσίας διαμέτρου περίπου 90mm. Αν η απόσταση από τη δεξαμενή είναι μικρότερη από 5 m τότε η μεταφορά γίνεται με απλό εύκαμπτο κοχλία μεταφοράς, ενώ για μεγαλύτερες αποστάσεις έως τα 30 m χρησιμοποιείται πνευστό σύστημα.

Η δεξαμενή αποθήκευσης, για να περιέχει την ίδια ποσότητα ενέργειας με αυτήν του πετρελαίου θα πρέπει να είναι τριπλάσια σε όγκο. Στο εμπόριο υπάρχει πληθώρα προκατασκευασμένων δεξαμενών με ποικιλία διαστάσεων για κλειστό ή ανοιχτό χώρο. Ιδιαίτερα βολικές είναι αυτές που αποτελούνται από ένα πλαίσιο (συνήθως μεταλλικό) και χοντρό αδιάβροχο ύφασμα. Οι δεξαμενές αυτές έχουν αρκετά μεγάλη χωρητικότητα, με πολύ βολικό μέγεθος, ώστε να τοποθετούνται στο λεβητοστάσιο ή άλλο δωμάτιο-αποθήκη εντός των κτισμάτων.



Το μέγεθος της αποθήκης καυσίμου εξαρτάται από την αναμενόμενη ζήτηση καυσίμου, τον τύπο του, την αξιοπιστία στην τροφοδοσία, το διαθέσιμο χώρο, το μέγεθος του οχήματος τροφοδοσίας κλπ. Δύσκολα ο αποθηκευτικός χώρος γεμίζει περισσότερο από το 70% και είναι σημαντικό να μπορεί να γίνεται η τροφοδοσία χωρίς να περιμένουμε να αδειάσει τελείως. Έτσι, όταν κατασκευάζεται ένα νέο κτίσμα το ελάχιστο μέγεθος του χώρου αποθήκευσης πρέπει να είναι 50% μεγαλύτερο από ένα πλήρες φορτίο με βιοκαύσιμα ή 2 εβδομάδες κατανάλωσης βιοκαυσίμου.

Τα βιοκαύσιμα μπορούν είτε να αποθηκευτούν σε υπάρχοντα κτίρια σε χώρο κοντά στο λέβητα ή σε ξεχωριστό χώρο εκτός του κτιρίου (σιλό, υπόγειο από όπου με μεταφορέα μπορεί να μεταφερθεί στο λέβητα). Μια άλλη λύση είναι σύστημα αποθήκευσης που βρίσκεται στο πλάι του κτιρίου με κεκλιμένο διάδρομο μεταφοράς, ώστε να διευκολυνθεί η μεταφορά του φορτίου.



Σχήμα: Παραδείγματα αποθήκευσης βιοκαυσίμου

Η επιλογή του συστήματος αποθήκευσης έχει επιπτώσεις στα συστήματα μεταφοράς και παραλαβής. Πάνω από τα επίγεια σιλό αποτούνται οχήματα παραλαβής για την είσοδο καυσίμου. Είναι πολύ χρήσιμο να υπάρξει εγγύηση ότι υπάρχει στεγάνωση του υπογείου από υγρασία.^[23]

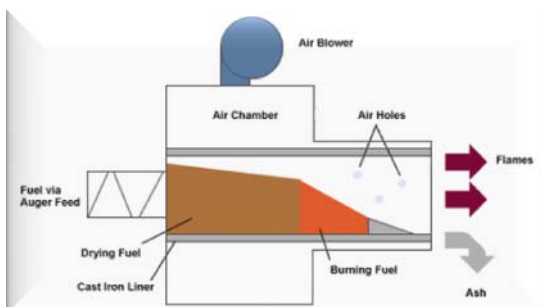
Η μεταφορά των pellets γίνεται με φορτηγό σε σακιά, big-bags ή χύδην ή με ειδικό βυτιοφόρο όχημα. Σε αυτή την περίπτωση η παραλαβή των βιοκαυσίμων γίνεται στο άνοιγμα της αποθήκης (κυρίως για θρύμματα) ή από φορτηγά με ελκυστήρες που ωθούν το καύσιμο μέσα στην αποθήκη (κυρίως συσσωματώματα). Καθώς 1m^3 συσσωματωμάτων περιέχει 3-4 φορές το ενεργειακό περιεχόμενο 1m^3 ξηρών θρυμμάτων βιοκαυσίμου, η παραλαβή είναι λιγότερο συχνή από τα θρύμματα. Για το λόγο αυτό, μεταξύ άλλων, εγκαταστάσεις συσσωματωμάτων είναι πιο εύκολα αποδεκτές από εγκαταστάσεις θρυμμάτων σε πυκνοκατοικημένα κέντρα πόλεων.

2.3.3.5.1 Τροφοδοσία λεβήτων για πελλέτες^[28]

A. Τροφοδοσία από πάνω: σόμπες



B. Οριζόντια τροφοδοσία:

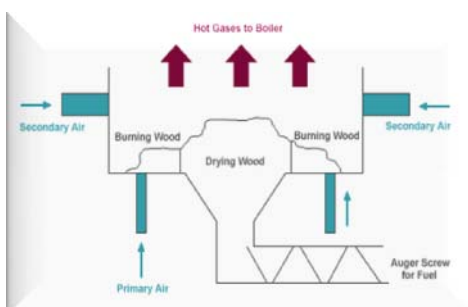


Καυστήρας Stoker:

Οριζόντιος κοχλίας.

Αέρας με ανεμιστήρα κάτω και πάνω από το καύσιμο, μεγάλη φλόγα, μεταφορά θερμότητας στο λέβητα

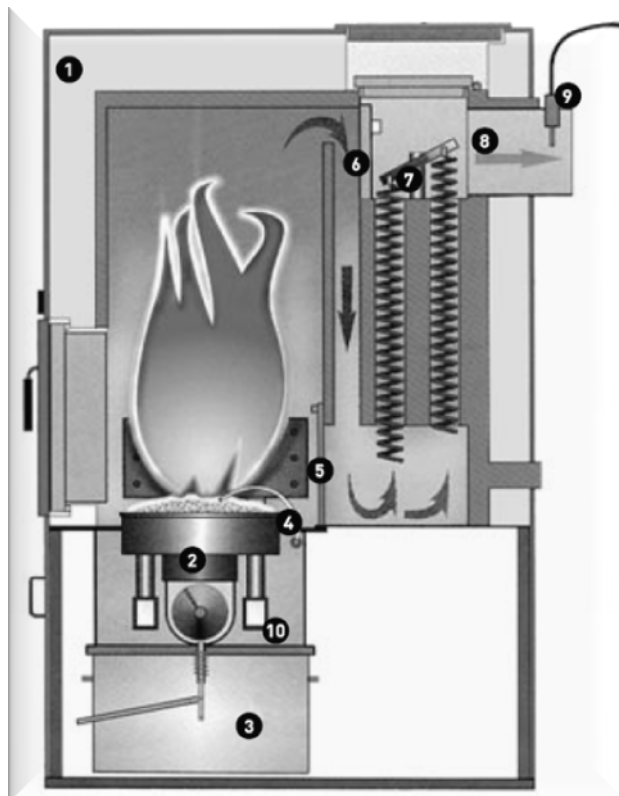
Γ. Τροφοδοσία από κάτω:



- Κοχλίας μεταφοράς.
- Πρωτεύων αέρας: διαμέσου χαλύβδινης σχάρας
- Όχι για διακοπτόμενη λειτουργία, οι πελλέτες συμπιέζονται και σπάνε

2.3.3.5.2 Λειτουργία Λέβητα για πελλέτες

1. Μόνωση
2. Εστία
3. Δοχείο στάχτης
4. Αισθητήρας
5. Εισαγωγή δευτεροβάθμιου αέρα
6. Εναλλάκτης Θερμότητας
7. Αυτόματος καθαρισμός εναλλάκτη
8. Ένωση καμινάδας
9. Αισθητήρας λάμδα
10. Εισαγωγή πρωτεύοντος αέρα.



| Προβλήματα που έχουν παρατηρηθεί σε boilers από pellets χαμηλής ποιότητας | |
|--|---|
| Προβλήματα | Αίτια |
| • Μεγάλη ποσότητα τέφρας | • Πρώτη ύλη με ποσοστό τέφρας μεγαλύτερο αυτού του καθαρού ξύλου |
| • Ιζήματα | • Ύπαρξη σκόνης, χώμα , σκουπιδιών |
| • Επικαθίσεις & Διαβρώσεις | • Πρώτη ύλη με χαμηλό σημείο τήξης της τέφρας |
| • Κακή καύση | • Πρώτη ύλη με σημαντικό περιεχόμενο σε πτητικά στοιχεία όπως θείο και χλώριο |

2.3.3.5.3 Συντήρηση Λεβήτων

- Εξαρτάται από:
 - α) θερμοκρασία καύσης
 - β) υγρασία καυσίμου
 - γ) ποιότητα καυσίμου
- Τέφρα, ιπτάμενη τέφρα, πίσσα, κλίνκερ
Τουλάχιστον 4 φορές το χρόνο
- Καθαρισμός της εστίας
Τουλάχιστον 1 φορά το χρόνο
- Καθαρισμός καμινάδας
- Καθαρισμός επιφανειών εναλλαγής
- Καθαρισμός ανεμιστήρα

2.3.3.6 Μικροί Λέβητες για Θρυμματισμένο Ξύλο (έως 100 KW)^[28]

- Οικιακοί
- Θέρμανση και νερό χρήσης, μικρά δίκτυα
- Μέγεθος ηλεκτρικής κουζίνας
- Υψηλών προδιαγραφών καύσιμο, υγρασία <30%
- Καυστήρας stoker



Συνήθη χαρακτηριστικά:

- Αυτόματη έναυση
- Αυτόματος καθαρισμός
- Αυτόματη απομάκρυνση στάχτης
- Έλεγχος λ
- Τηλεχειρισμός
- Τροφοδοσία από κάτω ή οριζόντια.
- Χαμηλή υγρασία (δεν εκτίθεται το καύσιμο σε θερμότητα)
- Λειτουργούν παρόμοια με τους καυστήρες πελλέτας
- Απαιτούν πιο ανθεκτικό σύστημα τροφοδοσίας
- Μεγαλύτερες απαιτήσεις σε συντήρηση.

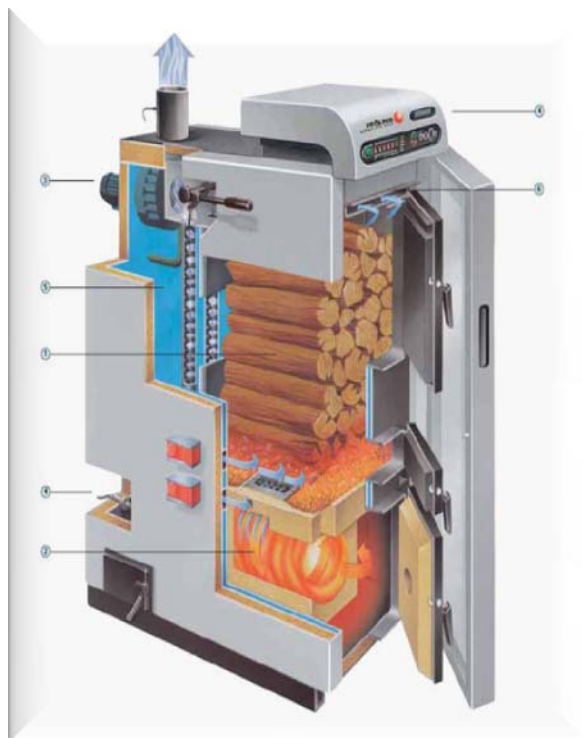
2.3.3.6.1 Συντήρηση

| Διαδικασία | Συχνότητα | Διάρκεια | Φορές/χρόνο |
|-----------------------|------------|----------|-------------------|
| Καθαρισμός καμινάδας | 1/μήνα | ½ ώρα | 4.5 ώρες |
| Καθαρισμός ανεμιστήρα | 1/εβδομάδα | 5 λεπτά | 3.25 ώρες |
| Απομάκρυνση στάχτης | 1/μήνα | ½ ώρα | 4.5 ώρες |
| Σύνολο | | | 12.25 ώρες |

2.3.3.7 Λέβητες για Κούτσουρα^[28]

- Χειροκίνητη φόρτωση καυσίμου (ημερήσια) και έναυση.
- Ασυνεχής λειτουργία.
Μικρότερη ικανότητα σε μερικό φορτίο. Ενδείκνυται συσσωρευτής.
- Κάποια μοντέλα έχουν ρύθμιση λ για εναρμόνιση φορτίου.
- Επιλογή: Υψηλές θερμοκρασίες (1000°C), υψηλές αποδόσεις (85-90%).
- Πολυτροφοδοσία, με μικρότερη απόδοση.
- Ανεμιστήρας για αναρρόφηση των αερίων

Λειτουργία Λέβητα για Κούτσουρα:



1. Χοάνη καυσίμου
2. Θάλαμος καύσης
3. Αναρροφητικός ανεμιστήρας
4. Σύνθετος έλεγχος με μικροεπεξεργαστή
5. Εναλλάκτης Θερμότητας
6. Σύστημα αφαίρεσης μερικώς καμένων αερίων, για να αποτραπεί κάθε διαφυγή καπνού.

*Πλήρως μονωμένος, χαμηλές απώλειες ακτινοβολίας.

2.3.4 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ & ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ^{[19][23][29]}

Τα προβλήματα που εντοπίζονται για την επιτυχή και βιώσιμη εφαρμογή μιας μονάδας αξιοποίησης στερεών καυσίμων είναι τα παρακάτω:

- Ο βαθμός διαθεσιμότητας - προμήθειας του υλικού ανά χρονιά
- Η δυσκολία σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, στη χρήση- συντήρηση - αποθήκευση
- Ύψος και χρόνος απόσβεσης σχετικής επένδυσης
- Η έλλειψη πληροφόρησης του κοινού και η χαμηλή διείσδυση των προϊόντων στην ελληνική αγορά
- Υψηλό κόστος συστημάτων και καυσίμου, ευκαιριακό κόστος πρώτων υλών και πρόβλεψη τιμών.
- Εμπόριο καυσόξυλων χωρίς κανονισμούς και προδιαγραφές
- Η απουσία οποιασδήποτε μορφής επιδότησης για την αγορά συσκευών
- Υψηλό ΦΠΑ , άλλοι φόροι
- Υψηλό κόστος μεταφοράς (logistics)
- Κακή επικοινωνία με τον κατασκευαστικό τομέα
- Ποιότητα στερεών βιοκαυσίμων

Επίσης έχουν καταγραφεί τα εξής πρακτικά προβλήματα :

* όταν τα τούμπο είναι λερωμένα με στάχτη (που σχεδόν πάντα είναι) η απόδοση του λέβητα πέφτει ' μπλοκαρίσματα, δυσλειτουργίες λόγω κακής καύσης ή ποιότητας καυσίμου

* η βιομάζα -κυρίως τα πυρηνόξυλα- είναι συνήθως νοθευμένα , έχουν υγρασία παραπάνω από την κανονική , ο πωλητής κλέβει στο ζύγι (για παραδόσεις με φορτηγά) κλπ οπότε η θερμογόνο δύναμη που υπολογίζεται είναι θεωρητική και ίσως να μην ισχύει στην πράξη

* σκόνη και βρομιά στο λεβητοστάσιο προερχόμενη από τη βιομάζα

* δεν ενδείκνυται η μεταφορά βιομάζας σε μεγάλες αποστάσεις άνω των 50-60 km

* απαιτείται συγκεκριμένης ποιότητας και χαρακτηριστικών πρώτη ύλη ανάλογα με τη χρήση - οικιακή, βιομηχανική κτλ- γιατί υπάρχουν συγκεκριμένα πρότυπα ποιότητας που σχετίζονται κυρίως με την ορθή λειτουργία των καυστήρων^[35]

Όσον αφορά τη βιωσιμότητα του συστήματος θέρμανσης με βιομάζα αξίζει να αναφέρουμε :

- 1) Τη σημαντική απαίτηση χώρου για το λέβητα και για την αποθήκευση του καυσίμου
- 2) Την ανάγκη εξασφάλισης μακροχρόνιου εφοδιασμού με βιοκαύσιμα καλής ποιότητας
- 3) Την φροντίδα για τον καθαρισμό του λέβητα από την τέφρα
- 4) Τον καθορισμό αναγκών του κτιρίου για θέρμανση που θα οδηγήσει σε οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης και σε ορθή λειτουργία της

Προκειμένου να λυθούν τα παραπάνω προβλήματα πρέπει να δοθεί έμφαση:

- Στη διάδοση των συστημάτων αυτών και τη γνωστοποίηση των ωφελειών τους που προκύπτουν από τη χρήση τους.
- Στη βελτίωση όλου του φάσματος διακίνησης της πρώτης ύλης , από την παραγωγή της μέχρι την κατανάλωση, από το κόστος της μέχρι την αποθήκευση.
- Στην παροχή κινήτρων για εγκατάσταση σχετικών εφαρμογών , μέσω ιδιαίτερων φορολογικών ρυθμίσεων ή και ευνοϊκών προγραμμάτων χρηματοδότησής τους.
- Στην ενίσχυση της αλλαγής λεβήτων.
- Στη δημιουργία θεσμικού πλαισίου.
- Στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής ευαισθητοποίησης.
- Στην στήριξη των εφαρμογών μέσω επιδεικτικών πιλοτικών έργων του ιδιωτικού τομέα ή και της τοπικής αυτοδιοίκησης.
- Στην παροχή ολοκληρωμένων ενεργειακών υπηρεσιών από μέρους των εγκαταστατών- τεχνικών των συστημάτων προς τους τελικούς χρήστες.
- Στην ενεργειακή εκπαίδευση όλων των εμπλεκόμενων (σύμβουλοι, τεχνικοί, πολιτεία, τελικοί χρήστες) και ιδιαίτερα των εγκαταστατών.

2.3.4.1 ΣΗΜΕΙΑ ΚΛΕΙΔΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΤΥΧΙΑ^{[19][23]}

1. ΚΑΛΟΣ ΛΕΒΗΤΑΣ

- Ο λέβητας καυσίμου θα πρέπει να έχει απόδοση >85%,
- Οι εκπομπές του μονοξειδίου του άνθρακα να είναι <200 mg/m³ και οι εκπομπές της σκόνης να είναι < 150 mg/m³.
- Αυτόματος καθαρισμός των εναλλακτών θερμότητας και αυτόματη περισυλλογή της στάχτης.
- Να μπορεί να γίνει εξ' αποστάσεως έλεγχος από τον κατασκευαστή.
- Να έχει υψηλή αξιοπιστία που προκύπτει από εμπειρίες ανάλογων έργων.

2. ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΜΕΝΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

- Προσεχτικός σχεδιασμός του συνολικού συστήματος θέρμανσης & να τηρούνται οι κανόνες πυρασφάλειας.
- Αποθήκευση του καυσίμου δίπλα στον λέβητα.
- Αποθηκευτικός χώρος τουλάχιστον 30 m³ καυσίμου.
- Το υπέργειο αποθηκευτικό σιλό μπορεί να είναι φθηνότερο, απαιτεί όμως οχήματα διακίνησης κατάλληλα που να μπορούν να εισάγουν το καύσιμο.
- Λεβητοστάσιο περίπου 20m² και ύψος 2,5m
- Οι πόρτες του λεβητοστασίου πρέπει να είναι 120cm πλάτους προκειμένου να επιτρέπουν τη μεταφορά του λέβητα.

3. ΣΩΣΤΗ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΤΟΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΙΚΗΣ ΑΥΤΟΔΙΟΙΚΗΣΗΣ

- Παροχή στους κατοίκους μιας μικρής περιγραφής των λειτουργικών χαρακτηριστικών ενός λέβητα βιομάζας και των οικονομικών ωφελειών.

4. ΚΑΛΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΦΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

- Καθορισμός από άτομο που θα φροντίζει για τη λειτουργία του λέβητα και τον καθαρισμό της σκόνης.
- Κατάλληλη εκπαίδευση του ατόμου αυτού από τους κατασκευαστές.

2.4 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ-ΚΙΝΗΤΡΑ^{[21][36]}

Η Υπουργική Απόφαση 103/1993/Β-369 που αφορά σταθερές εστίες καύσης για θέρμανση κτιρίων και νερού προβλέπει ότι «στην περιοχή του ηπειρωτικού τμήματος του νομού Αττικής, στη Σαλαμίνα και στο νομό Θεσσαλονίκης εκτός της περιοχής δυτικά του Γαλλικού ποταμού, για τις εγκαταστάσεις του άρθρου 1 τα μόνα επιτρεπόμενα καύσιμα είναι το ντίζελ θέρμανσης, σύμφωνα με τις ισχύουσες κάθε φορά προδιαγραφές, και αέρια καύσιμα». Η απόφαση αυτή αποκλείει τα κεντρικά συστήματα θέρμανσης με βιομάζα στις δύο μεγάλες αστικές περιοχές, όπου κατοικεί ο μισός περίπου πληθυσμός της χώρας. Η απόφαση αυτή ελήφθη το 1993 και ο

αποκλεισμός των εφαρμογών βιομάζας έγινε για περιβαλλοντικούς λόγους, για την καταπολέμηση του νέφους, μιας και την εποχή εκείνη, τα διαθέσιμα συστήματα βιομάζας χαρακτηρίζονταν από σχετικά υψηλές εκπομπές αιωρούμενων σωματιδίων. Τα τεχνολογικά δεδομένα σήμερα έχουν αλλάξει δραστικά, οι τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας έχουν αισθητά μικρότερες εκπομπές, επιβάλλοντας παράλληλα και μία αναθεώρηση του παλαιότερου καθεστώτος που διέπει τις σταθερές εστίες καύσης. Άλλωστε το πρόβλημα θα μπορούσε να λυθεί με την επιβολή συγκεκριμένων ορίων απόδοσης και εκπομπών σε συγκεκριμένες περιοχές που πρέπει να πληροί ένας καυστήρας κεντρικής θέρμανσης ώστε να εγκатаσταθεί».

«ΣΗΜΕΡΑ υπάρχουν υπερσύγχρονοι καυστήρες πελλέτας, των οποίων η απόδοση ξεπερνάει το 95% και με την επανάκαυση των αερίων εκπέμπουν ελάχιστους ρύπους. Επιπλέον υπάρχουν φίλτρα τα οποία έχουν τη δυνατότητα κατακράτησης έως και κατά 99,5% των ποσοτήτων των ρύπων που εκπέμπονται» επισημαίνει στα «ΝΕΑ» ο κ. Νίκος Δαναλάτος, καθηγητής Γεωργίας και Οικολογίας Φυτών στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, που τις δύο τελευταίες δεκαετίες ερευνά συστηματικά τα θέματα βιομάζας.

«Ο συγκεκριμένος νόμος είναι τόσο αναχρονιστικός όσο και η απαγόρευση της πετρελαιοκίνησης. Αποκλείει από τα οφέλη της πελλέτας πάνω από τον μισό πληθυσμό της Ελλάδας», αναφέρει ο κ. Σαμαράς, ενώ ο κ. Νασίκας από την Ελληνική Εταιρεία Βιομάζας τονίζει ότι «ένα τζάκι εκπέμπει πολλά περισσότερα μικροσωματίδια απ' όσα πέντε καυστήρες βιομάζας.

Άλλες ευρωπαϊκές χώρες επιδοτούν τη χρήση της βιομάζας. Η Γερμανία για παράδειγμα έκλεισε το 2008 με 100.000 λέβητες πελλέτας εν λειτουργία, ενώ στόχος για το 2015 είναι οι 500.000 λέβητες».

Σύμφωνα με τον κ. Νασίκα, η ανανεώσιμη βιομάζα δέχθηκε τον πόλεμο της προηγούμενης κυβέρνησης επειδή δεν εντάχθηκε στο πανελλαδικό πρόγραμμα Ενεργειακής Αποδοτικότητας των Κτιρίων, παρά το γεγονός ότι πρόκειται για ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. «Ο κ. Χατζηδάκης εξήγγειλε ότι οι παλαιοί καυστήρες πετρελαίου δύνανται να αντικατασταθούν με νέους καυστήρες ή με σύστημα που χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στην περιγραφή των προδιαγραφών των λεβήτων δεν περιλαμβάνεται ο λέβητας βιομάζας- ούτε στο κόστος υλικών ούτε στο κόστος τοποθέτησης. Ήτοι δεν δύνανται να επιδοτηθεί», αναφέρει ο κ. Νασίκας.

Ο Νόμος για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Ν. 3468/06 παρέχει κίνητρα για την εκμετάλλευση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας, ενώ ο ορισμός που δίνει (ΦΕΚ Α'129/27.06.2006) έχει ως εξής:

Δεκαέξι χρόνια μετά, τα τεχνολογικά δεδομένα έχουν αλλάξει δραστικά και σήμερα πλέον παρέχονται τεχνολογίες αξιοποίησης της βιομάζας με ελάχιστες εκπομπές, επιβάλλοντας παράλληλα και μία αναθεώρηση του παλαιότερου καθεστώτος που διέπει τις σταθερές εστίες καύσης.

Κεφάλαιο 2: Βιομάζα

Επιπλέον...

Οι καυστήρες βιομάζας απαγορεύονται σε περιοχές που επιτρέπεται και η εγκατάσταση και η χρήση καυστήρων ΚΑΥΣΗΣ πετρελαίου, ενώ επιτρέπονται και τα απλά ανοιχτά τζάκια.

Ακόμα έχουν θεσπιστεί τα παρακάτω αντικίνητρα στην ανάπτυξη των pellets ως λύση στο θέμα θέρμανσης: ^[6]

- Υψηλό ΦΠΑ 21% στα Εγχώρια pellets, ενώ για το ανταγωνιστικό εισαγόμενο Φυσικό Αέριο ΦΠΑ 10%

- Ανυπαρξία κινήτρων αγοράς λέβητα – σόμπας βιομάζας, σε αντίθεση με τις περισσότερες χώρες της ΕΕ-27 (ακόμα και στην Κύπρο που στερείται εργοστασίων παραγωγής pellets και εργοστασίων λεβήτων βιομάζας. Σχετικά κονδύλια ΕΣΠΑ προοριζόμενα για ΑΠΕ & ΕΞΕ στην χώρα μας, εδόθησαν σε αγορά πανάκριβων εισαγόμενων κλιματιστικών).

- Ανυπαρξία ελέγχων στην αλόγιστη καύση χιλιάδων τόνων αγροτικών υπολειμμάτων. (κλαδοδέματα, στελέχη καλαμποκιού- βαμβακιού κλπ.).

Είναι σαφές πως η Υ.Α.103/1993/Β-369 δεν ανταποκρίνεται πια στις ανάγκες των καιρών και πρέπει να αλλάξει. Γι' αυτό το λόγο προτείνονται τα εξής: ^[3]

1. Να επιτραπεί η χρήση κεντρικών συστημάτων θέρμανσης κτιρίων και νερού με σύγχρονα συστήματα βιομάζας σε όλη την επικράτεια.
2. Να ισχύσουν στην Ελλάδα τα όσα προβλέπει το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 303-5 για λέβητες θέρμανσης με βιομάζα.

Προτάσεις τις οποίες το υπουργείο αναμένεται να εξετάσει μέσα στο 2011. ^[21]

2.5 Ενδεικτικές Εφαρμογές ^[23]

1. Κατοικία Χ. Φουστάνη – Αλμωπίας, Ν. Πέλλας

Λέβητας (τύπου Kombi-2D) εγκατεστημένης ισχύος 17KW, ο οποίος χρησιμοποιείται για την θέρμανση της οικίας επιφάνειας 200m² και τροφοδοτείται με καυσόξυλα (κυρίως βελανίδια), τα οποία προέρχονται από τις υλοτομίες στο όρος Βόρας. Η συγκεκριμένη εγκατάσταση τροφοδοτείται με 13t ξύλου την περίοδο και το κόστος του υλικού έτοιμο για άμεση χρήση στο λέβητα (δηλαδή τεμάχια του ξύλου μήκους 40-50 cm και ακτίνας 10-15 cm) ανέρχεται περίπου στα 440€/έτος. Στο παραπάνω κόστος περιλαμβάνεται η μεταφορά και η κοπή των ξύλων. Ο λέβητας εγκαταστάθηκε το 1999 και стоίχισε 1.908€. Στη συγκεκριμένη εγκατάσταση προβλήματα σχετικά με τη λειτουργία της εγκατάστασης δεν αναφέρθηκαν.

2. Κατοικία στο Διόνυσο Αττικής

Λέβητας εναλλασσόμενης καύσης ονομαστικής απόδοσης 130 KW, ο οποίος χρησιμοποιείται για τη θέρμανση συγκροτήματος κατοικιών συνολικής έκτασης 800m². Το χρησιμοποιούμενο υλικό βιομάζας είναι πυρηνόξυλο, το οποίο διοχετεύεται με με κοχλία και βεντιλατέρ (10kg/h)

στο λέβητα ,και το χειμώνα αποθηκεύεται σε υπόγειο χώρο δίπλα στο λεβητοστάσιο ,συνολικής αποθηκευτικής ικανότητας 20t. Το κόστος αγοράς του πυρηνόξυλου ανέρχεται στα 0,035 – 0,042€/kg, χωρίς να περιλαμβάνονται τα μεταφορικά από το πυρηνελαιουργείο.

2.6 ΜΕΛΕΤΗ

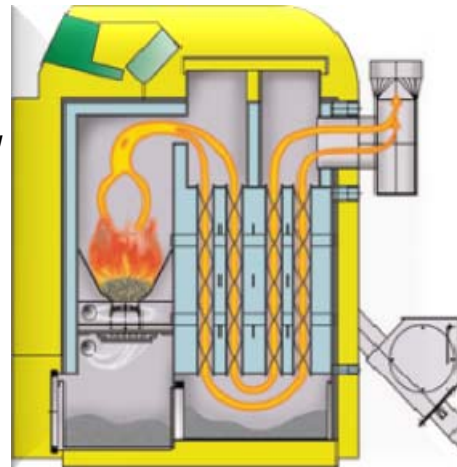
Για την μελέτη χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό πρόγραμμα RETScreen. Τα αποτελέσματα εξήχθησαν βάση των εξής στατιστικών δεδομένων:

| Μήνας | Θερμοκρασία αέρα | Σχετική υγρασία | Θερμοκρασία εδάφους | Βαθμο-ημέρες θέρμανσης |
|---------------|---------------------|--------------------|------------------------|---------------------------|
| | °C | % | °C | °C-ημ |
| Ιανουάριος | 7,4 | 69,5% | 6,6 | 328 |
| Φεβρουάριος | 7,8 | 64,4% | 7,9 | 284 |
| Μάρτιος | 10,8 | 56,7% | 12,0 | 223 |
| Απρίλιος | 15,8 | 47,4% | 18,1 | 68 |
| Μαΐος | 21,5 | 39,9% | 24,8 | 0 |
| Ιούνιος | 26,4 | 34,5% | 30,4 | 0 |
| Ιούλιος | 28,6 | 33,9% | 32,5 | 0 |
| Αύγουστος | 28,0 | 36,5% | 31,5 | 0 |
| Σεπτέμβριος | 24,2 | 41,6% | 27,0 | 0 |
| Οκτώβριος | 18,9 | 51,5% | 20,2 | 0 |
| Νοέμβριος | 13,1 | 63,7% | 13,0 | 148 |
| Δεκέμβριος | 8,7 | 71,2% | 7,9 | 288 |
| Ετήσιο | 17,7 | 50,8% | 19,4 | 1.339 |

Ο λέβητας που επιλέχθηκε για τη μελέτη είναι του αυστριακού οίκου Herz, ονομαστικής ισχύος 20 kW και μπορεί να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης ενός χώρου με έκταση περίπου 250 τ.μ. στην Αθήνα



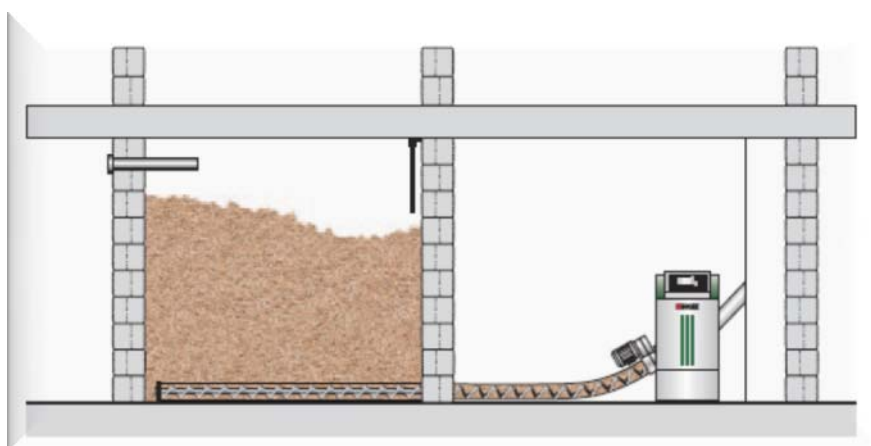
Σχήμα: Ο λέβητας του Οίκου Herz που επιλέχθηκε.



Τεχνικά χαρακτηριστικά

- Ισχύς εξόδου : 6.1 – 22 KW
- Βάρος λέβητα : 310 kg
- Επιτρεπτή πίεση λειτουργίας : 3bar
- Μέγιστη θερμοκρασία νερού εξόδου : 95°C
- Χωρητικότητα νερού : 76Lit
- Παροχή ηλεκτρ. Ρεύματος : μονοφασική 220V
- Διαστάσεις ολικές(μήκοςΧπλάτοςΧύψος) σε mm: 1315 X 590 X 1268
- Διαστάσεις λέβητα(μήκοςΧπλάτοςΧύψος) σε mm: 940 X 590 X 1268
- Διαστάσεις δοχείου αδρανείας (μήκοςΧπλάτοςΧύψος) σε mm : 800 X 600 X 1428

Το καύσιμο βρίσκεται αποθηκευμένο σε μια απλή δεξαμενή , από την οποία μεταφέρεται με κοχλία μεταφοράς προς τον λέβητα. Ακολουθεί διάταξη ρύθμισης της τροφοδοσίας του καυσίμου με σύστημα πυροπροστασίας. Στη συνέχεια το καύσιμο εισέρχεται στον θάλαμο καύσης. Η καύση επιτυγχάνεται πλήρως με ειδικό δίκτυο παροχής αέρα και τα καυσαέρια που παράγονται υποχρεώνονται να περάσουν μέσα από τους εναλλάκτες θερμότητας. Εκεί αφήνουν το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητάς τους και εξέρχονται προς την καμινάδα. Στην έξοδο του λέβητα υπάρχει ανεμιστήρας, ο οποίος αναρροφά τα καυσαέρια δημιουργώντας υποπίεση σε όλη τη διαδικασία καύσης. Η καύση είναι τέλεια και συνεχώς ρυθμιζόμενη (υπάρχει αισθητήρας λ στην έξοδο των καυσαερίων) με συνέπεια οι ρύποι να ελαχιστοποιούνται. Ως υπόλειμμα από την καύση παραμένει κάποια ποσότητα στάχτης, η οποία συγκεντρώνεται στο ειδικό δοχείο από όπου αφαιρείται. Η θερμότητα που απορροφάται στους εναλλάκτες μεταφέρεται με το νερό του κυκλώματος για θέρμανση χώρου και νερού χρήσης. Το κύκλωμα αναπαριστώντας τις ανάγκες ενός τυπικού σπιτιού περιλαμβάνει απλό σώμα θέρμανσης, σώμα τύπου fan-coil και θερμοδοχείο (boiler) για ζεστό νερό χρήσης. Ο λέβητας συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο τόσο για την έναυση, όσο και για τη λειτουργία του.



Ως καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιοδήποτε είδος ξύλου τεμαχισμένο σύμφωνα με τις προδιαγραφές του κατασκευαστή και με χαμηλή υγρασία ή pellets ή κάτι άλλο αντίστοιχου μεγέθους και υφής. Θα μπορούσε να είναι και τσόφλια από καρύδια ή αμύγδαλα.^[27]

2.6.1 Κόστος προμήθειας εξοπλισμού

Αφορά μόνο την προμήθεια του συστήματος θέρμανσης

| Περιγραφή | Κόστος |
|--|-------------|
| Λέβητας 20 KW | 5500 |
| Δοχείο αδρανείας 1000 λίτρων με μόνωση | 1100 |
| Σύστημα μεταφοράς από δεξαμενή (μοτέρ με μειωτήρα, κοχλίας δεξαμενής, σωλήνας μεταφοράς) | 800 |
| Σύνολο | 7400 |

Οι τιμές δεν συμπεριλαμβάνουν ΦΠΑ.

Αν στο συνολικό ποσό προστεθεί ο ΦΠΑ 23% που ισχύει αυτή τη στιγμή θα είχαμε ένα συνολικό πραγματικό κόστος για τον καταναλωτή ίσο με 9100€.

Χάριν σύγκρισης που θα γίνει παρακάτω, υπενθυμίζεται ότι το αντίστοιχο κόστος για τον λέβητα πετρελαίου είναι 5700€. (6224€ μείων το κόστος των σωμάτων για το εσωτερικό σύστημα διανομής της θέρμανσης)

2.6.2 Κόστος μεταφορικών

Το κόστος των μεταφορικών δεν είναι σημαντικό για τον λέβητα (θα ήταν παρόμοιο για κάθε είδος λέβητα), είναι όμως καθοριστικής σημασίας για τα καύσιμα. Η τελική τιμή των καυσίμων επηρεάζεται σημαντικά τόσο από την απόσταση μεταφοράς, όσο και από την ποσότητα της παραγγελίας. Γι'αυτό το λόγο καλό είναι να γίνεται μόνο μία παραγγελία - μεταφορά ετησίως και μάλιστα από τον πλησιέστερο παραγωγό πελλέτας.

Στη παρούσα μελέτη έχουμε θεωρήσει κόστος μεταφοράς μια παλέτας ενός τόνου πέλλετ ,που είναι η τυπική μονάδα, ίσο με 60 €.



2.6.3 Σύγκριση με Λέβητα Πετρελαίου

Για τη σύγκριση θεωρήσαμε ότι έχουμε 2 συστήματα ίδιας ισχύος, τα οποία καλύπτουν το σπίτι σε θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης στο ίδιο ποσοστό.

Η αναγκαία αποδιδόμενη θερμότητα για αυτό είναι 38,1 MWh.

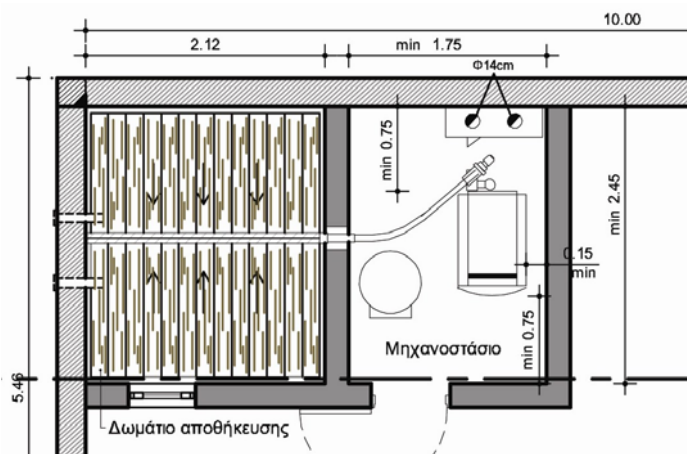
Ακόμα θεωρήθηκε ότι οι λέβητες έχουν ίδια εποχιακή απόδοση, ίση με 75%, για να είναι άμεσα συγκρίσιμα τα αποτελέσματα ως προς το καύσιμο και να μην παίζει ρόλο ο λέβητας.

- | |
|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Εποχιακή απόδοση λέβητα - Seasonal Boiler Efficiency^[38] $SBE = 0.81 n_{30\%} + 0.19 n_{100\%}$• $n_{30\%}$: η απόδοση του λέβητα σε φορτίο 30%• $n_{100\%}$: η απόδοση του λέβητα σε φορτίο 100%• Χρησιμοποιούμε την απόδοση με βάση Ανωτέρα θερμογόνο δύναμη.(gross efficiency) |
|--|

Οι τιμές του καυσίμου είναι πραγματικές τιμές, το Δεκέμβρη του 2010, συμπεριλαμβανομένου του ΦΠΑ (21% για τα πελλετ και 11% για το πετρέλαιο θέρμανσης που θα γίνει 13% από 1-1-2011) και των μεταφορικών. Είναι τελικές τιμές για παράδοση στο σπίτι.

| Σύστημα Θέρμανσης με | Πετρέλαιο | Βιομάζα |
|------------------------------|-----------|---------|
| Ισχύς (KW) | 20 | 20 |
| Θερμογόνος Ικανότητα (MJ/Kg) | 42 | 18 |
| Εκπομπές CO ₂ (t) | 14,4 | 0,4 |
| Ετήσια Κατανάλωση Καυσίμου | 4.728 L | 10 t |
| Τιμή Καυσίμου | 0,7€/L | 300€/t |
| Κόστος Καυσίμου (€) | 3309 | 2975 |

Έγινε και ένας δεύτερος υπολογισμός δυσμενούς συνθήκης, στην οποία θεωρήθηκε ότι το καύσιμο περιέχει υγρασία σε ποσοστό 40%. Σενάριο το οποίο αντικατοπτρίζει την περίπτωση χύδην πυρηνόξυλου κακής ποιότητας. Σε αυτή την περίπτωση η ανάγκη σε καύσιμο εκτιναζόταν στους 18 τόνους. Αξίζει βέβαια να αναφερθεί ότι το κόστος του πυρηνόξυλου είναι 150€/t, άρα το συνολικό κόστος θα ανερχόταν στις 2700€. Φθηνότερο δηλαδή από τις άλλες δύο περιπτώσεις, αν δεν συμπεριλάβουμε τα κόστη συντήρησης και τα ενδεχόμενα προβλήματα που θα προκύψουν στον λέβητα.



2.6.4 Συμπεράσματα

Με βάση τους προηγούμενους πίνακες προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

- Οι λέβητες βιομάζας έχουν πολύ μικρότερες εκπομπές από τους λέβητες πετρελαίου.
- Η διαφορά στο κόστος εγκατάστασης είναι 1700 €
- Η ετήσια εξοικονόμηση είναι 335 € περίπου
- Ο χρόνος αποπληρωμής τους κυμαίνεται στα 5 χρόνια
- Η ετήσια μείωση εκπομπών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι 14 t_{CO2} περίπου

Διαπιστώνουμε δηλαδή ότι οικολογικά οι λέβητες βιομάζας είναι προτιμότεροι των λεβήτων πετρελαίου. Άρα η απαγόρευση τους στην περιοχή της Αθήνας δεν ευσταθεί και μπορεί να αρθεί.

Οικονομικά είναι άμεσα συγκρίσιμοι με τους καυστήρες πετρελαίου και παρότι βλέπουμε ότι έχουν λίγο μεγαλύτερο αρχικό κόστος εγκατάστασης ,μακροπρόθεσμα συμφέρουν. Ειδικά αν αναπτυσσόταν μια βιομηχανία λεβήτων βιομάζας και υπήρχε μια ευρεία παραγωγή που θα έριχνε το κόστος στα επίπεδα των λεβήτων πετρελαίου ,η τεχνολογία θα ήταν ιδιαίτερος ανταγωνιστική.

Βέβαια ακόμα και αν το κόστος κτίσης των λεβήτων εξισωνόταν, θα υπήρχε το πρόβλημα με τη διαθεσιμότητα του καυσίμου. Κάτι που όμως επίσης εμπεριέχεται στον ίδιο φαύλο κύκλο. Γιατί αν η τεχνολογία ήταν διαδεδομένη και μεγαλύτερη παραγωγή βιομάζας θα υπήρχε και το κόστος της θα έπεφτε.

Εν κατακλείδι, είναι μια τεχνολογία που είναι αρκετά ώριμη για να εφαρμοστεί. Χρειάζεται τη βοήθεια του κράτους και της εγχώριας βιομηχανίας για να εδραιωθεί και σε βάθος χρόνου θα αποδειχθεί ιδιαίτερος συμφέρουσα για τα μεγάλα αστικά κέντρα ,όπως ήδη είναι συμφέρουσα για την επαρχία.

2.7 ΠΥΡΗΝΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΑ-ΞΗΡΟΙ ΚΑΡΠΟΙ-ΤΣΟΦΛΙΑ-PELLETS

Παρακάτω παρατίθεται μια λίστα παραγωγών-προμηθευτών καυσίμων βιομάζας:

| Περιοχή | Όνομασία | Διεύθυνση | Υπεύθυνος | Κάυσιμο | Τηλέφωνα | |
|---------|-----------------------|---------------------------|----------------------|------------|------------|------------|
| Αθήνα | Καρλασιδάρης | Ορφέως 152 | Καρλασιδάρης Γιώργος | Τσόφλι | | 2103428103 |
| Αθήνα | ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ | | Ασλανίδης | Pet-coke | | 2102898441 |
| Άργος | Κουφάκης | | | Πυρηνόξυλο | 2752023343 | 2108082443 |
| Άργος | Γιαννούλης | | | Πυρηνόξυλο | 2752028583 | 2752027214 |
| Βαθύ | Μαλάς | | Μαλάς | Πυρηνόξυλο | | |
| Βοιωτία | Ελαιουργική Βοιωτίας | Βοιωτία Σωληνάρι TK 32001 | Νταβάκος Λεωνίδας | Πυρηνόξυλο | 6944323360 | 2268051278 |
| Βόλος | Ελαιουργική Μαγνησίας | Αλμυρός Πλάτανος TK 37100 | | Πυρηνόξυλο | 2422021810 | 2422022228 |

Κεφάλαιο 2: Βιομάζα

| | | | | | | |
|-------------------|---------------------------------------|--|-----------------------|---------------------------------|------------|------------|
| Βόλος | Μωραιτης | Βιομ Βόλου TK 38500 | Μωραιτης | Τσόφλι | | 2421095057 |
| Βόλος | Αγγελούσης | | Αγγελούσης | Pellet | 6977464627 | 2425024320 |
| Ελευσίνα | Κουραμάνης | | Κουραμάνης | Πυρηνόξυλο | | 2105542189 |
| Ζάκυνθος | Καπαρέλης | | Καπαρέλης | Πυρηνόξυλο | | |
| Ηλεία | Ελαιουργική Ηλείας | Ηλεία Επιτάλιο TK 27058 | Μαραγκός | Πυρηνόξυλο | 2621071251 | 2621071571 |
| Καλαμάτα | Οικοενέργεια ΑΕ | ΒΙ ΠΕ Μελιγαλά TK 24002 | | Πυρηνόξυλο | | 2724023065 |
| Καλαμάτα | Μεσσηνιακή ΑΒΕΕ Γεωργικές Βιομηχανίες | Καλαμάτα 9ον χλμ προς Μεσσήνη TK 24200 | | Πυρηνόξυλο | | 2722022080 |
| Καρδίτσα | Σακκάς | Παλαμάς Καραϊσκάκη 75 TK 43100 | Σακκάς | Pellet | 6974320030 | 2444024475 |
| Κέρκυρα | | Μεσαργιά | | Πυρηνόξυλο | 2663071172 | 2663071171 |
| Λαμία Βόλος | Ελαιουργική Κεντρικής Ελλάδος | Δαμάστα Φθιώτιδας Άγαλμα Διάκου | | Πυρηνόξυλο | 2231093081 | 2231093491 |
| Λάρισα | Bioenergy Hellas | Συκούριο | Μήλιος Παπαμιχαήλ | Pellet | 6977594083 | 2495051370 |
| Λάρισα | Κεχαγιάς | Λάρισα Κουλούρι | Κεχαγιάς Νικόλαος | Πυρηνόξυλο | | 2410541020 |
| Μεσόγεια | Σπύρου | Μαρκόπουλο | Σπύρου Χρήστος | Τσόφλι | 2299040845 | 2299040844 |
| Μεσολόγγι | ΑΣΤΙΓΞ ΑΕ | Φοίνικας Μεσολόγγι TK 30200 | Παπαδημητρίου | Πυρηνόξυλο | 2631025221 | 2631025574 |
| Μυτιλήνη | Βασιλέλης | Ντίπ Ναυμαχίας Έλλης 119 TK 81100 | Βασιλέλης | Πυρηνόξυλο | | 2251028303 |
| Μυτιλήνη | Συνεταιρισμός Παμφύλα | | | Πυρηνόξυλο | | 2251028559 |
| Οινόφυτα Βοιωτίας | Ζαχαριουδάκης ΑΕ | Βοιωτία TK 32011 | Ριχάρδος Στέλιος | Πυρηνόξυλο | 2262031211 | 6944840222 |
| Πάτρα | Κουραμάνης Σοφός | | | Πυρηνόξυλο | 2610647326 | 2610647298 |
| Πειραιάς | Κονιδάρης | Ριτσώνα -Πειραιάς | Κονιδάρης Ισιδωρος | Τσόφλι | | |
| Πρέβεζα | Λαινάς | | | Πυρηνόξυλο | | 2682041691 |
| Πύργος | Βιοενέργεια Μεσσηνίας | Τριφυλλία - Πύργος | Αυρηλιώνης Παναγιώτης | Πυρηνάς 2φασικός | | 2763300881 |
| Ρέθυμνο | Φραγάκης | | Φραγάκη | Πυρηνόξυλο | | 283102225 |
| Ρέθυμνο | Ελαιοεξαγωγική | Πρίνου | Λατζιμάς | Πυρηνόξυλο | | 2831054962 |
| Σάμος | Κεντούρη | Καρλόβασι Μαραθόκαμπος | | Πυρηνόξυλο | | 2273037257 |
| Σιδηρόκαστρο | Λυγεράς | | Λυγεράς | Πυρηνόξυλο | 2323022956 | 2323023385 |
| Σπάρτη | Ελαιουργική Σπάρτης | 7ον χλμ Σπάρτης Γυθείου Μωλαίοι | Χατζέλης | Πυρηνόξυλο | 6944721020 | 2731044481 |
| Σπάρτη | Ενωση Συνεταιρισμών Λακωνίας | | | Πυρηνόξυλο | 2731035004 | 2731026556 |
| Σπάρτη | Λακωνία | | Παπαδάκος | Pellet από Πορτοκάλι και Λεμόνι | | 2731044780 |
| Χαλκίδα | AMANTA ΑΕ | Αμάρυνθος TK 34006 | Μαγκούτας | Τσόφλι Αμυγδάλου | 6977580058 | 2229091800 |
| Χαλκίδα | Μπουρίκας | Αμάρυνθος | Μπουρίκας | Πυρηνόξυλο | | |
| Χανιά | ΒΙΟΜΕΛ ΑΕ | Αχλάδες Κεραμιών TK 73100 | | Πυρηνόξυλο | 2821065337 | 2821065233 |
| Χανιά | ΑΒΕΑ | Πόρτι, Δήμος Κεραμιών, Χανιά | | Πυρηνόξυλο | | 2821079081 |

Κεφάλαιο 3:
Γεωθερμικές Αντλίες
Θερμότητας

3. Γεωθερμία

3.1 Εισαγωγή^[40]

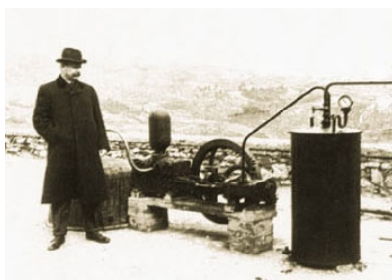
Γεωθερμία ή Γεωθερμική ενέργεια ονομάζουμε τη φυσική θερμική ενέργεια της Γης που διαρρέει από το θερμό εσωτερικό του πλανήτη προς την επιφάνεια.

Εδώ θα ασχοληθούμε με την Αβαθή Γεωθερμία που έγκειται στην εκμετάλλευση της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών (πετρωμάτων μικρού βάθους και επιφανειακών/υπόγειων υδάτων θερμοκρασίας <25 °C) που με την βοήθεια ειδικά σχεδιασμένων μηχανισμών μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ζεστού ή κρύου νερού που με την σειρά του είναι κατάλληλο για την Θέρμανση ή την Ψύξη των χώρων.

Η αποθηκευμένη θερμική ενέργεια σε βάθη 0 - 100 m προέρχεται και ανανεώνεται συνεχώς από δύο πηγές: (α) τη ροή θερμότητας από το εσωτερικό της γης ($50 - 100 \text{ mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{sec}^{-1}$) και (β) την ηλιακή ακτινοβολία. Αυτή η θερμική ενέργεια εκφράζεται με θερμοκρασίες των 15-20°C, που είναι πολύ ευνοϊκές για την απόδοση των γεωθερμικών αντλιών και δίνουν τη δυνατότητα εκμετάλλευσης πολύ μεγαλύτερων ποσοτήτων γεωθερμικής ενέργειας.

3.1.1 Σύντομο ιστορικό της γεωθερμίας^[41]

Η εκμετάλλευση της μηχανικής ενέργειας του φυσικού ατμού ξεκίνησε περίπου το 1820. Ο γεωθερμικός ατμός χρησιμοποιήθηκε για την ανέλκυση των ρευστών, αρχικά με κάποιους πρωτόγονους αέριους ανυψωτήρες και στη συνέχεια με παλινδρομικές και φυγοκεντρικές αντλίες και βαρούλκα. Ανάμεσα στο 1850 και 1875, οι εγκαταστάσεις του Larderello κατείχαν το μονοπώλιο παραγωγής βορικού οξέος στην Ευρώπη. Μεταξύ του 1910 και του 1940, στην περιοχή αυτή της Τοσκάνης, ο χαμηλής πίεσης ατμός άρχισε να χρησιμοποιείται για τη θέρμανση βιομηχανικών κτιρίων, κατοικιών και θερμοκηπίων. Εν τω μεταξύ, ολοένα και περισσότερες χώρες άρχισαν να αναπτύσσουν τους γεωθερμικούς τους πόρους σε βιομηχανική κλίμακα. Το 1892, το πρώτο γεωθερμικό σύστημα τηλε-θέρμανσης (district heating) τέθηκε σε λειτουργία στο Boise του Άινταχο των Η.Π.Α.. Το 1928, μια άλλη πρωτοπόρος χώρα στην εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας, η Ισλανδία, ξεκίνησε επίσης την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών (κυρίως θερμών νερών) για τη θέρμανση κατοικιών. Το 1904, έγινε η πρώτη απόπειρα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικό ατμό, και πάλι στο Larderello της Ιταλίας.



Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

Η επιτυχία της αυτής πειραματικής προσπάθειας έδωσε μια ξεκάθαρη ένδειξη για τη βιομηχανική αξία της γεωθερμικής ενέργειας και σηματοδότησε την έναρξη μιας μορφής εκμετάλλευσης, που επρόκειτο έκτοτε να αναπτυχθεί σημαντικά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στο Larderello αποτέλεσε πράγματι μια εμπορική επιτυχία. Το 1942, η εγκατεστημένη γεωθερμο-ηλεκτρική ισχύς ανερχόταν στα 127.650 kW. Σύντομα, πολλές χώρες ακολούθησαν το παράδειγμα της Ιταλίας. Το 1919 κατασκευάστηκαν οι πρώτες γεωθερμικές γεωτρήσεις στο Berru της Ιαπωνίας, ενώ το 1921 ακολούθησαν εκείνες στο The Geysers της Καλιφόρνιας των ΗΠΑ. Το 1958 ένα μικρό εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας τέθηκε σε λειτουργία στη Νέα Ζηλανδία, ένα άλλο στο Μεξικό το 1959, στις ΗΠΑ το 1960 και ακολούθησαν πολλά άλλα σε διάφορες χώρες.

3.1.2 Σημερινό καθεστώς χρήσης της γεωθερμίας

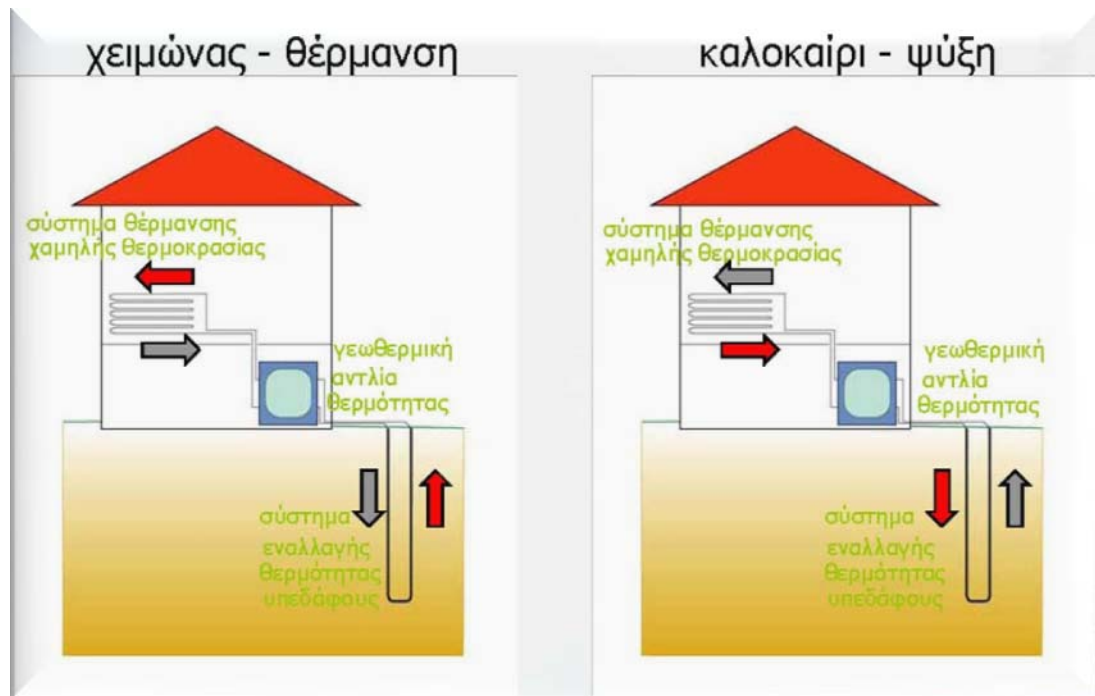
Μετά το 2ο Παγκόσμιο Πόλεμο, η αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας έγινε ελκυστική σε πολλές χώρες, επειδή ήταν ανταγωνιστική ως προς άλλες μορφές ενέργειας. Επιπλέον, η ενέργεια αυτή δε χρειαζόταν να εισαχθεί από άλλες χώρες, όπως συμβαίνει με τα ορυκτά καύσιμα ενώ σε πολλές περιπτώσεις αποτελούσε τον μοναδικό διαθέσιμο εγχώριο ενεργειακό πόρο.

Η γεωθερμική ενέργεια συμμετέχει σημαντικά στο ενεργειακό ισοζύγιο αρκετών περιοχών. Για παράδειγμα, το 2001 η ηλεκτρική ενέργεια που παράχθηκε από γεωθερμικούς πόρους αντιπροσώπευε το 27% της συνολικής ηλεκτρικής ενέργειας στις Φιλιππίνες, το 12,4 % στην Κένυα, το 11,4% στην Κόστα Ρίκα και το 4,3% στο Ελ Σαλβαδόρ.

Η πιο συνηθισμένη μη-ηλεκτρική χρήση της γεωθερμίας παγκόσμια είναι οι αντλίες θερμότητας (heat-pumps) (34,80%) και ακολουθούν η λουτροθεραπεία (26,2%), η θέρμανση χώρων (21,62%), η θέρμανση θερμοκηπίων (8,22%), οι υδατοκαλλιέργειες (3,93%) και οι βιομηχανικές χρήσεις (3,13%) (Lund and Freeston, 2001).

3.2 Γεωθερμικό Σύστημα^[43]

Ένα γεωθερμικό σύστημα αξιοποιεί τη σταθερή εντός του εδάφους υπάρχουσα θερμοκρασία προκειμένου: το μεν χειμώνα το νερό που κυκλοφορεί στον γεωεναλλάκτη να απορροφά τη θερμότητα του εδάφους και μέσω της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας να την αποδίδει στο κτίριο, ενώ το καλοκαίρι λειτουργώντας αντίστροφα, να απάγει την θερμότητα από το κτίριο και μέσω του γεωεναλλάκτη να την αποδίδει στο πιο δροσερό έδαφος.



Η αρχή του Γεωθερμικού Κλιματισμού (Θέρμανση - Ψύξη) βασίζεται στο γεγονός ότι λίγα μέτρα κάτω από την επιφάνεια της γης, η θερμοκρασία του εδάφους είναι σταθερή στους 12 - 14° C.

Σε αυτή την αρχή της θερμοδυναμικής βασίζεται η χρήση των γεωθερμικών εναλλακτών, που κατά μια έννοια "μεταφέρουν", με τη βοήθεια της αντλίας θερμότητας, τους 14° C του εδάφους μέσα στο σπίτι μας καταναλώνοντας έτσι την ελάχιστη δυνατή ηλεκτρική ενέργεια. Κατά ανάλογο τρόπο, το χειμώνα το γεωθερμικό σύστημα καλείται να ανυψώσει τους 12 - 14° C του εδάφους μέχρι τους 20 - 22° C για να ζεστάνει το χώρο μας.

Η οικονομία και εδώ είναι τεράστια σε σχέση με μία συμβατική αντλία θερμότητας αέρα.

Πρέπει να λάβουμε δε υπόψη μας ότι συμβατικά κλιματιστικά μηχανήματα αδυνατούν σχεδόν να ζεστάνουν το χώρο σε θερμοκρασίες κάτω από 0° C. Έτσι, το χειμώνα, το υγρό που κυκλοφορεί στον γεωεναλλάκτη απορροφά τη θερμότητα του εδάφους και μέσω της γεωθερμικής αντλίας θερμότητας την αποδίδει στο κτίριο .

Το δε καλοκαίρι, λειτουργώντας αντίστροφα απομακρύνει τη θερμότητα από το κτίριο και μέσω του γεωεναλλάκτη την αποδίδει στο πιο δροσερό έδαφος, εξασφαλίζοντας ομοιόμορφη θέρμανση ή δροσισμό, χωρίς να χρειάζεται να αυξομειωθεί δραματικά η θερμοκρασία του νερού που κυκλοφορεί μέσα στους σωλήνες.

Επειδή δε το σύστημα ανταλλάσσει θερμότητα με το υπέδαφος και όχι απευθείας με το περιβάλλον λειτουργεί αξιόπιστα σε ακραίες καιρικές συνθήκες (καύσωνα - παγετό).

Η Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας αντί να χρησιμοποιεί τον αέρα του εξωτερικού περιβάλλοντος για να αποβάλλει (καλοκαίρι) ή να αντλήσει (χειμώνας) θερμότητα, χρησιμοποιεί τη θερμότητα που περικλείουν τα υπόγεια νερά, τα νερά των λιμνών και της θάλασσας, ή ακόμα και τη θερμότητα που περικλείει το χώμα!

3.2.1 Πλεονεκτήματα από τη χρήση^[41]

- Ανεξαρτησία από το πετρέλαιο θέρμανσης.
Το πιο σημαντικό πλεονέκτημα της χρήσης γεωθερμίας είναι η πλήρης ανεξαρτητοποίηση από το πετρέλαιο θέρμανσης.
- Απόδοση.
Ένα γεωθερμικό σύστημα είναι τρεις έως πέντε φορές αποδοτικότερο από ένα συμβατικό σύστημα. Επειδή δεν καίει ορυκτά καύσιμα για να παράγει θερμότητα, παρέχει τρεις έως πέντε μονάδες ενέργειας για κάθε μονάδα ηλεκτρικής ενέργειας που τροφοδοτεί το σύστημα
- Οικονομική λειτουργία με ετήσιο κόστος μικρότερο από το μισό αντίστοιχο κόστος πετρελαίου.
Λόγω της χαμηλής κατανάλωσης και της σχεδόν ανύπαρκτης συντήρησης του εξοπλισμού, τα γεωθερμικά συστήματα κλιματισμού μπορούν να εξοικονομήσουν από 55% μέχρι και 70% από την ετήσια δαπάνη σε σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης και δροσισμού. Το μόνο λειτουργικό κόστος της εγκατάστασης είναι η κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος από τον συμπιεστή και τις αντλίες, το οποίο είναι οικονομικότερο σε σχέση με τη χρήση λέβητα πετρελαίου κατά 20-25%.
Έτσι μπορούμε να πετύχουμε λειτουργία με ετήσιο κόστος μικρότερο από το μισό αντίστοιχο κόστος πετρελαίου και με τη χρήση μόνο μίας συσκευής για θέρμανση και ψύξη. Ως εκ τούτου έχουν :
- Γρήγορη απόσβεση.
- Ευελιξία, Άνεση και Αυτονομία.
Χωρίς λεβητοστάσιο, καμινάδες, δεξαμενή πετρελαίου, ρύπους και έξοδα συντήρησης τα γεωθερμικά συστήματα παράγουν θέρμανση και δροσισμό σε μια εγκατάσταση, με αποτέλεσμα να καταργούν το συμβατό τρόπο θέρμανσης, τους πύργους δροσισμού και τα κλιματιστικά διαιρούμενου τύπου. Παρουσιάζουν ευελιξία στην αυτονομία, σε μελλοντικές επεκτάσεις και σε διαθεσιμότητα χώρου. Έχουν υψηλό βαθμό απόδοσης και είναι αξιόπιστα σε ακραίες συνθήκες θέρμανσης και δροσισμού. Η έρευνα έχει αποδείξει επίσης ότι τα κλειστά κυκλώματα δεν έχουν καμία δυσμενή συνέπεια στη χλόη, τα δέντρα, ή τους θάμνους. Φυσικά, κατά τη φάση της κατασκευής θα καταστραφούν προσωρινά κάποιες φυτεύσεις, αλλά μπορούν εύκολα να αποκατασταθούν με γρασίδι.
- Δροσισμός χωρίς κόστος το καλοκαίρι.
- Ζεστό νερό χειμώνα και καλοκαίρι.
Για εξοικονόμηση χρημάτων και ενέργειας υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το σύστημα γεωθερμικής αντλίας θερμότητας για παροχή ζεστού νερού προς χρήση.
Το ζεστό νερό χρήσης παράγεται δωρεάν κατά την θερινή περίοδο αφού αποτελεί παραπροϊόν της διαδικασίας δροσισμού. Κατά την χειμερινή περίοδο το ζεστό νερό που μπορεί να παραχθεί από τις ΓΑΘ είναι πολύ πιο οικονομικό από οποιοδήποτε άλλο σύστημα και αγγίζει τους 55 °C – 60 °C.

- Μηδενικό κόστος συντήρησης.
- Ασφάλεια.
Με ένα σύστημα γεωθερμίας, δεν υπάρχει καύση και φλόγα, δεν υπάρχουν καπνοί, καπναγωγοί και οσμές. Δεν υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης, φωτιάς ή ασφυξίας από το μονοξείδιο.
- Αθόρυβη λειτουργία.
Οι μονάδες που χρησιμοποιούνται, σχεδιάστηκαν και κατασκευάστηκαν για να είναι σχεδόν αθόρυβες. Θα λειτουργούν πιο αθόρυβα και από το ψυγείο.
- Αξιοπιστία κατασκευών και απόλυτη αξιοπιστία.
Τα συστήματα γεωθερμίας χρησιμοποιούνται παραπάνω από 20 χρόνια σε κράτη όπως Η.Π.Α., η Ιαπωνία, η Γερμανία, η Ελβετία, η Αυστρία και η Σουηδία.

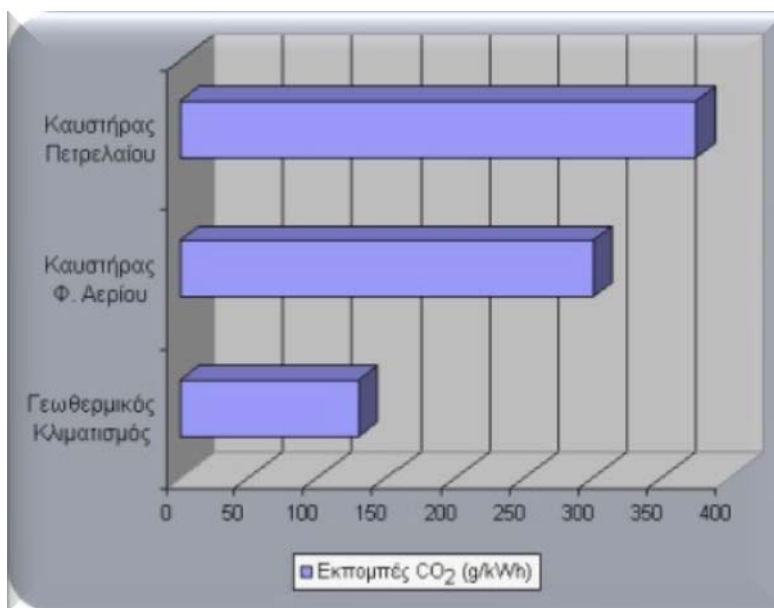
3.2.2 Μειονεκτήματα του Συστήματος Γεωθερμίας

- το αρχικό κόστος κατασκευής είναι υψηλότερο από του συμβατικού
- υπάρχει δυσκολία στην επιδιόρθωση μιας διαρροής στα κλειστά κυκλώματα
- για τα ανοικτού κυκλώματος συστήματα απαιτείται μεγάλη παροχή καθαρού νερού
- δεν υπάρχει επιδότηση για τους οικιακούς καταναλωτές

3.2.3 Τα περιβαλλοντικά οφέλη^[41]

Από την εκμετάλλευση της γεωθερμικής ενέργειας τόσο για ηλεκτροπαραγωγή όσο και για θερμικές εφαρμογές, προκύπτουν σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη που εντοπίζονται στην αποφυγή έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και άλλων αέριων ρύπων που εκλύονται από την καύση συμβατικών καυσίμων και είναι υπεύθυνα για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Όσον αφορά τις γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, αυτές καταναλώνουν 30%-60% λιγότερη ηλεκτρική ενέργεια από τα αποδοτικότερα αερόψυκτα συστήματα με αντίστοιχη μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η αντίστοιχη μείωση εκπομπών CO₂ σε σχέση με ένα σύστημα θέρμανσης συμβατικών καυσίμων (πετρέλαιο θέρμανσης ή φυσικό αέριο) ανέρχεται περίπου σε 40%.



3.2.4 Οι Προοπτικές^[41]

Η γεωθερμική ενέργεια αποτελεί φθηνή και ήπια ανανεώσιμη μορφή πηγής ενέργειας, με άμεσα ενεργειακά-περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη. Οι προοπτικές μελλοντικής ανάπτυξης των εφαρμογών γεωθερμικής ενέργειας είναι μεγάλες, ειδικά των συστημάτων θέρμανσης-δροσισμού κτιρίων με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας. Στη χώρα μας έχουμε εκμεταλλευτεί μέχρι σήμερα λιγότερο από το 1% του συνολικού γεωθερμικού δυναμικού της χώρας μας (0% για ηλεκτροπαραγωγή και 5%-8% για θερμικές χρήσεις) όμως, στο άμεσο μέλλον, μέχρι το 2011, μπορεί το αξιοποιημένο γεωθερμικό δυναμικό, μέσω άμεσων επενδύσεων, να αυξηθεί σημαντικά και να έχουμε για ηλεκτροπαραγωγή εγκατεστημένα τουλάχιστον 10 MW(e) από τα μηδενικά υφιστάμενα, με 100 MW(th) για το σύνολο των θερμικών εφαρμογών από 70 MW(th) σήμερα με τις εφαρμογές αντλιών θερμότητας να τετραπλασιάζονται σε 20 MW(th) από τα περίπου 5 MW(th) που είναι σήμερα.

Από τη λειτουργία των γεωθερμικών αυτών εφαρμογών θα επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας που αντιστοιχεί σε 100.000 Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου (Τ.Ι.Π.) ετησίως με παράλληλη αποφυγή εκλύσεων στην ατμόσφαιρα 320.000 τόνων διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) ετησίως.

3.3 Μέρη του Γεωθερμικού Συστήματος^[41]

Μια πλήρης εγκατάσταση αβαθούς γεωθερμίας αποτελείται εν γένει από τα παρακάτω τμήματα:

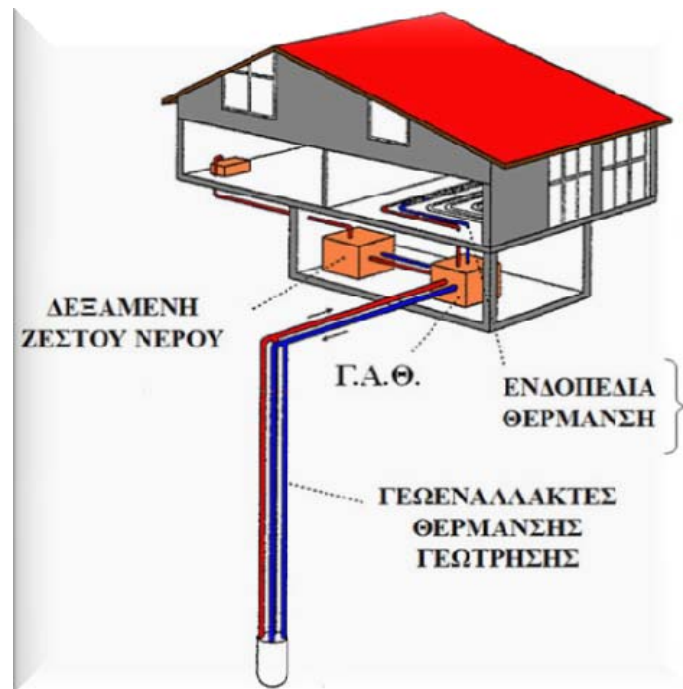
α) από τον γεωθερμικό εναλλάκτη, που είναι ένα κλειστό σύστημα σωληνώσεων από πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας, με μεγάλη διάρκεια ζωής, που διαρρέεται από ειδικό υγρό και τοποθετείται μέσα στο έδαφος (κλειστό - ανοιχτό σύστημα),

β) από τη γεωθερμική αντλία θερμότητας,

γ) από το εσωτερικό σύστημα διανομής της θερμότητας στο κτίριο ,την

εσωτερική εγκατάσταση θέρμανσης και/ή δροσισμού της κατοικίας . Μπορούν να χρησιμοποιήσουν ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και δροσισμού ή σύστημα fan coils για θέρμανση και δροσισμό. Ακόμη και σώματα θερμαντικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν, και

δ) από τον αυτοματισμό της εγκατάστασης.



Ας δούμε αναλυτικά το κάθε κομμάτι:

3.3.1 ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΕΣ

• 3.3.1.1 Κλειστό σύστημα^[46]

Το κλειστό κύκλωμα γεωεναλλάκτη αποτελείται από ένα δίκτυο θαμμένων σωλήνων πολυαιθυλενίου. Οι σωλήνες συνδέονται με την αντλία θερμότητας όπου και ολοκληρώνεται κύκλωμα στο οποίο κυκλοφορεί διάλυμα νερού με φιλικό προς το περιβάλλον αντιψυκτικό. Ένα κλειστό κύκλωμα συνεχώς ανακυκλοφορεί, υπό πίεση, το διάλυμα που μεταφέρει την θερμότητα. Το κύκλωμα μπορεί να είναι οριζόντιο, κατακόρυφο ή κωνικό ανάλογα με τον τρόπο τοποθέτησης των σωλήνων.

Μέρη:^[9]

- γεωεναλλάκτες θερμότητας
- Πλαστικές σωληνώσεις
- Κυκλοφορητής
- Ασφαλιστικό σύστημα ,Απαερωτής

3.3.1.1.1 Οριζόντιοι γεωεναλλάκτες ^[45]

Ο οριζόντιος γεωεναλλάκτης κατασκευάζεται σε σκάμμα ορισμένης επιφάνειας στον περιβάλλοντα χώρο του κτιρίου σε βάθος 1,0-2,5m και με πυκνότητα σωληνώσεων 0,5-0,8m. Στο επίπεδο αυτό αναπτύσσεται το οριζόντιο σύστημα αποτελούμενο από κυκλώματα σωλήνων δικτυωμένου πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας μέγιστου μήκους 100m, τα οποία μέσω των επιμέρους συλλεκτών οδηγούνται στην αντλία θερμότητας.

Στο οριζόντιο κλειστό γεωθερμικό σύστημα το υπέδαφος λειτουργεί και ως εποχιακή αποθήκη θερμικής και ψυκτικής ενέργειας, γεγονός που συμβάλλει σημαντικά στην υψηλότερη απόδοση της εγκατάστασης.

Τα οριζόντια γεωθερμικά συστήματα αποτελούν ίσως την **οικονομικότερη κατασκευαστική λύση** από οποιοδήποτε άλλο γεωθερμικό σύστημα. Η απαιτούμενη έκταση που είναι αναγκαία είναι συνάρτηση των θερμικών και ψυκτικών απαιτήσεων του κτιρίου. Για την διαστασιολόγηση του γεωθερμικού εναλλάκτη, απαιτείται η γνώση των θερμοκρασιών του εδάφους και των θερμικών αποκρίσεων στο βάθος εγκατάστασης.

Επιπρόσθετα, καθορίζονται η περιοχή εγκατάστασης, η αντίσταση του εδάφους και του σωλήνα, καθώς και τα όρια μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας του διαλύματος που εισέρχεται στην αντλία θερμότητας. Η απόδοση του οριζόντιου εναλλάκτη κυμαίνεται μεταξύ 20-35w/m², ανάλογα με τα γεωλογικά στοιχεία του υπεδάφους.

Μέρη:^[9]

Πλαστικές σωληνώσεις τοποθετημένες σε οριζόντια διάταξη στο υπέδαφος

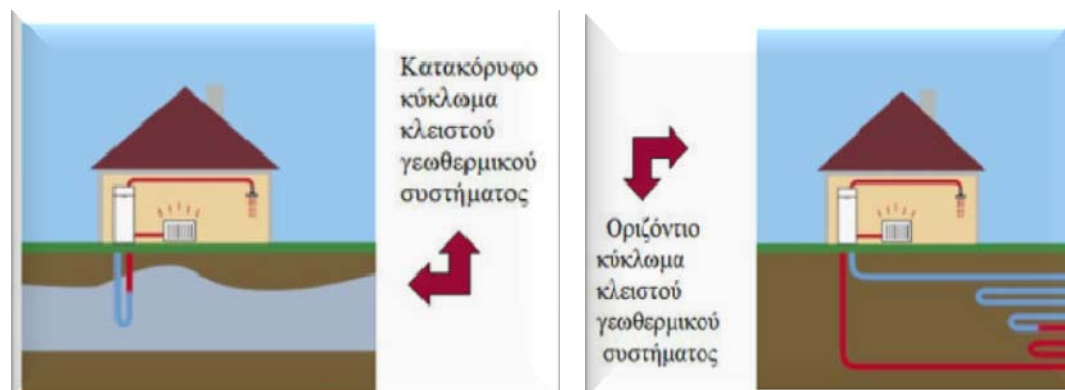
- **Βάθος:**

- διάταξη σωληνώσεων σε ένα επίπεδο: 1,2-2m
- διάταξη σωληνώσεων σε δύο επίπεδα: 1,2-2m & 1,8-2,6m (0,6m κατακόρυφη απόσταση μεταξύ των δύο επιπέδων)

- **Υλικό:** πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (PE-HD)

Διάμετρος σωλήνωσης: 25mm ή 32mm

Κάλυψη σωληνώσεων με άμμο και φερτά υλικά



3.3.1.1.2 Κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες ^[46]

Το μέγεθος του διαθέσιμου ελεύθερου χώρου και η σύσταση του υπεδάφους καθορίζουν σε μεγάλο βαθμό τον τύπο του γεωθερμικού εναλλάκτη. Ο κάθετος γεωεναλλάκτης κλειστού κυκλώματος εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις με περιορισμένο περιβάλλοντα χώρο και σε περιοχές με αδυναμία πρόσληψης νερού από τον υδροφόρο ορίζοντα. Το πλήθος των γεωτρήσεων είναι συνάρτηση της ισχύος της εγκατάστασης, ενώ η απόδοσή των κατακόρυφων συστημάτων παρουσιάζει σταθερότητα σε όλη τη διάρκεια του έτους. Σημαντικό πλεονέκτημα των κάθετων συστημάτων αποτελεί το γεγονός της γρήγορης αποκατάστασης των θερμοκρασιακών διαταραχών του υπεδάφους, οι οποίες προκαλούνται από την εκμετάλλευση του θερμικού περιεχομένου του.

Ο σχεδιασμός, η εγκατάσταση και η δοκιμαστική λειτουργία των γεωθερμικών εναλλακτών περιγράφονται λεπτομερώς και ακολουθούν το γερμανικό πρότυπο VDI 4460. Σύμφωνα με αυτό, η ανάπτυξη του κατακόρυφου γεωθερμικού εναλλάκτη γίνεται με τις παρακάτω γενικές προδιαγραφές:

- α. Η διάμετρος της κάθε γεώτρησης είναι 6-8" και το βάθος τους κυμαίνεται μεταξύ 60 - 120m
- β. Στα γεωθερμικά συστήματα θέρμανσης-ψύξης, είναι απαραίτητη η εγκατάσταση σωληνώσεων από ακτινοδικτυομένο πολυαιθυλένιο Rex για την εξασφάλιση της λειτουργίας σε βάθος χρόνου. Μετά την τοποθέτηση του δικτύου, γίνεται η πλήρωση των γεωτρήσεων με θερμοαγώγιμο μίγμα (τσιμέντο, μπετονίτης ή με το παράγωγο διάνοιξης της ίδιας της γεώτρησης). Οι γεωτρήσεις σφραγίζονται με ειδικό ένεμα για περιβαλλοντικούς λόγους προστασίας του εδάφους και των υπόγειων υδάτων.
- γ. Η απόσταση μεταξύ των κάθετων γεωτρήσεων, προτείνεται να είναι μεγαλύτερη των 6m για την αποφυγή τοπικού θερμικού κορεσμού του υπεδάφους.
- δ. Η μέση απόδοση του κάθετου γεωθερμικού εναλλάκτη κυμαίνεται μεταξύ 35-65w/m ανάλογα με τα γεωλογικά στοιχεία του υπεδάφους και τη συνεχή απαίτηση σε μέγιστο φορτίο.

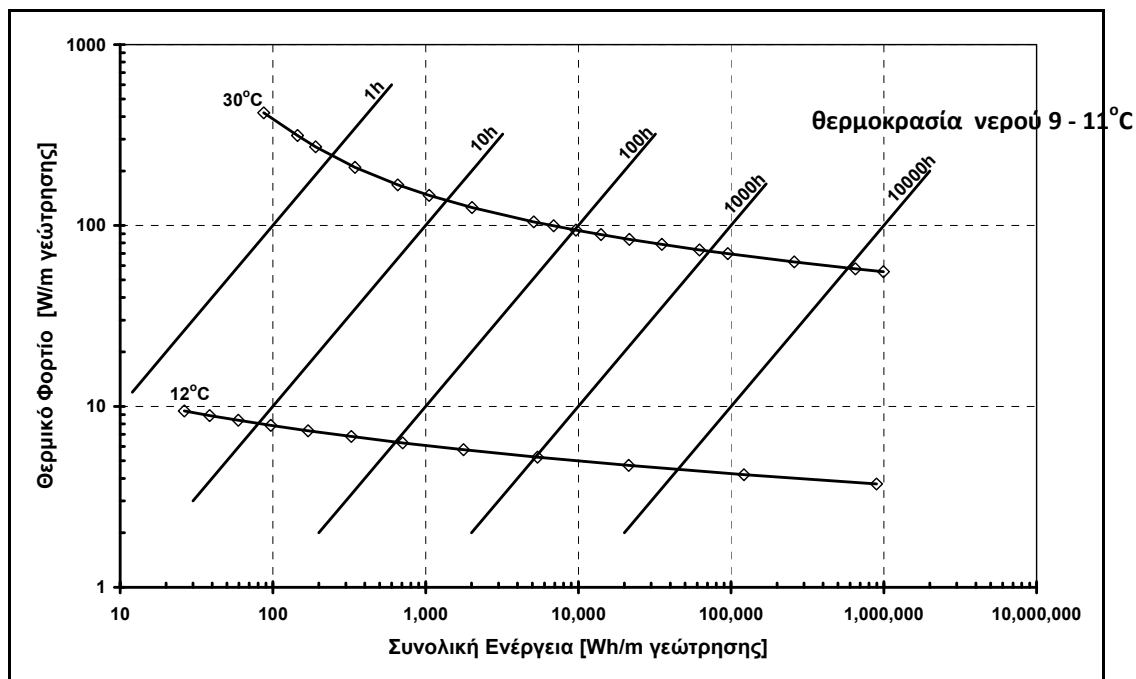
Το διάλυμα που χρησιμοποιείται μέσα στις σωληνώσεις αποτελείται από 25% γλυκόλη και 75% νερό.

Ο σημαντικότερος παράγοντας για τον υπολογισμό του μεγέθους γεωεναλλάκτη κλειστού κατακόρυφου κυκλώματος είναι ο συντελεστής θερμικής αγωγιμότητας του εδάφους. Για το λόγο αυτό εκτελείται δοκιμή σύμφωνα με τις προδιαγραφές του IGSHPA (Certified Geoexchange Designers, International Ground Source Heat Pump Association) με ειδικό ηλεκτρονικό εξοπλισμό από ειδικά εκπαιδευμένα στελέχη. Τα αποτελέσματα των δοκιμών επεξεργάζονται και αξιολογούνται από τους μελετητές με τελικό αποτέλεσμα τον καθορισμό του συντελεστή θερμικής αγωγιμότητας.

Το μέγιστο θερμικό φορτίο κατακόρυφου γεωεναλλάκτη εξαρτάται σημαντικά από την θερμοκρασία του εδάφους. Η αρχική θερμοκρασία που παρουσιάζει το έδαφος την στιγμή εκκίνησης του συστήματος επηρεάζει τόσο την δυνατότητα απολαβής θερμότητας από το έδαφος, όσο και την

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

χρονική διάρκεια για την οποία η απολαβή αυτή είναι εφικτή. Επομένως κατά στον σχεδιασμό και διαστασιολόγηση κατακόρυφων γεωεναλλακτών, για την εκλογή του μέγιστου φορτίου αιχμής, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν τόσο η αρχική θερμοκρασία του εδάφους όσο και ο αναμενόμενος χρόνος συνεχούς λειτουργίας του συστήματος στην κατάσταση αυτή.^[8]



Σχήμα : Το θερμικό φορτίο γεωεναλλάκτη ως συνάρτηση της αρχικής θερμοκρασίας του εδάφους και των ωρών λειτουργίας για θερμοκρασία εισόδου/εξόδου του νερού 9 - 11 °C.^[47]

Μέρη:^[48]

Πλαστικές σωληνώσεις τοποθετημένες σε κατακόρυφη διάταξη στο υπέδαφος εντός γεωτρήσεων

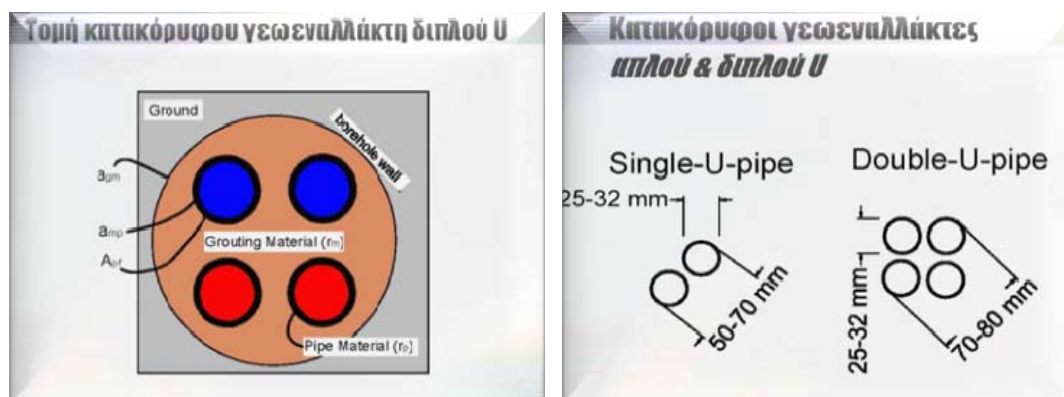
Υλικό σωλήνωσης: πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (PE-HD)

Διάμετρος σωλήνωσης: 25mm, 32mm ή 40mm

Βάθος γεώτρησης: έως 100m

Διάμετρος γεώτρησης: 100-180mm

Υλικό πλήρωσης γεώτρησης: μίγμα μπετονίτη, τσιμέντου και άμμου



Απόληψη θερμότητας κατακόρυφου γεωεναλλάκτη ^[48]

| Σύσταση Εδάφους | Ειδική Ανάκτηση Θερμότητας ανά m κατακόρυφου γήινου εναλλάκτη |
|--|---|
| Ξηρές φερτές ύλες | 10 – 30 W/m |
| Αργιλικοί σχιστόλιθοι | 20 – 55 W/m |
| Ξηρά πετρώματα με υψηλή στάθμη θερμικής αγωγιμότητας (μάρμαρα) | 40 – 80 W/m |
| Υπέδαφος με μεγάλη ροή υπογείου ύδατος | 50 – 100 W/m |

Εγκατάσταση Κατακόρυφων Γεωεναλλακτών ^[48]

1. Κατασκευή Γεωτρήσεων
2. Τοποθέτηση σωληνώσεων Πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (PE-HD) με συγκολλημένο από το εργοστάσιο το εξάρτημα U (single-U, double-U) και ενσωματωμένο βαρίδι με το επιτόπου σύνδεση του εξαρτήματος U στο εργοτάξιο.
3. Τροφοδοσία του υλικού πλήρωσης με επιπλέον σωλήνωση από το κάτω μέρος της γεώτρησης προς τα πάνω.

3.3.1.1.3 Κωνικοί γεωεναλλάκτες ^[50]



- Δημιουργήθηκαν για να αντικαταστήσουν το υψηλό κόστος των κάθετων συστημάτων και για να μειώσουν την κάλυψη του περιβάλλοντα χώρου που απαιτούν τα οριζόντια συστήματα
- Καταναλώνουν παρόμοια ηλεκτρική ενέργεια με τα οριζόντια ή τα κάθετα γεωθερμικά συστήματα
- Η κατανάλωση της ενέργειας είναι μικρότερη από αυτή των ανοικτών γεωθερμικών συστημάτων
- Το σχήμα τους προσδιορίστηκε σύμφωνα με την διάχυση της θερμότητας στο υπέδαφος εφόσον αξιολογήθηκε από CFD
- Συνδυάζονται με παράλληλη και εν σειρά διάταξη

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

Το κωνικό σύστημα υπερτερεί του κυλινδρικού διότι δεν επιτρέπει τη θερμική συμφόρηση του εδάφους κατά τον κάθετο άξονα και βοηθά στην απαγωγή και απορρόφηση του ενεργειακού φορτίου. Το ελάχιστο βάθος τοποθέτησης του εκάστοτε κώνου ανέρχεται στα 3,5m από την επιφάνεια του εδάφους

• **3.3.1.2 Ανοιχτό σύστημα**^[45]

Χαρακτηριστικό του συστήματος είναι η άντληση και επαναφορά υδάτων – υπογείων ή επιφανειακών- και η θερμική εκμετάλλευση τους. Το νερό αντλείται από τον υδροφόρο ορίζοντα -υπέδαφος, θάλασσα, λίμνη ή ποτάμι-, διέρχεται από την αντλία θερμότητας όπου απορροφά ή αποδίδει θερμότητα και κατόπιν επανεισάγεται στην ίδια πηγή. Το γεωθερμικό σύστημα ανοιχτού τύπου είναι οικονομικότερο κατασκευαστικά από τους κλειστούς γεωεναλλάκτες, αλλά ενδείκνυται σε περιοχές με πλούσια υδροφορία και μόνο όταν η κατώτερη στάθμη άντλησης από την γεώτρηση δεν υπερβαίνει τα 50 μέτρα.

Ο σχεδιασμός του γεωθερμικού εναλλάκτη ανοιχτού κυκλώματος υπεδαφικού υδροφόρου περιλαμβάνει συνήθως δύο γεωτρήσεις, μία παραγωγική -στην οποία εμβαπτίζεται η υποβρύχια αντλία- και μία επανεισαγωγής. Υπάρχουν και μελέτες για συστήματα μιας γεώτρησης που έχουν μειωμένο κόστος και φαίνεται να έχουν πολύ καλή απόδοση αλλά δεν είναι ακόμα διαδεδομένα και εμπορικώς διαθέσιμα.

Το νερό της γεώτρησης μετά την θερμική αξιοποίησή του από την αντλία θερμότητας πρέπει, σύμφωνα με την υφιστάμενη νομοθεσία, να επιστραφεί στο ακέραιο στον υδροφορέα από τον οποίο αντλήθηκε με γεώτρηση επανεισαγωγής. Η γεώτρηση επανεισαγωγής πρέπει να έχει την ικανότητα να δέχεται όλη την ποσότητα νερού που πέρασε από την αντλία θερμότητας. Η κατασκευή και ο έλεγχος των γεωτρήσεων πρέπει να γίνει από εκπαιδευμένους και ικανούς γεωτρυπανιστές.

Σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την λειτουργία αλλά και το βαθμό απόδοσης των υπεδαφικών ανοιχτών συστημάτων είναι:

- α. Η ποιότητα του υπόγειου νερού ώστε να μην δημιουργούνται διαβρώσεις ή φραξίματα στην υποβρύχια αντλία από σωματίδια στο νερό.

- β. Η ποιότητα της γεώτρησης και ειδικά ο τρόπος κατασκευής, η χαλίκωση γύρω από το φίλτρο και η σταθεροποίηση των διαφορετικών σχηματισμών του υπεδάφους.

- γ. Ο σχεδιασμός των γεωτρήσεων όσον αφορά την απόσταση μεταξύ της γεώτρησης άντλησης και αυτής της επαναφοράς, η διάμετρος της γεώτρησης και της εσωτερικής σωλήνωσης.

- δ. Αρτεσιανά νερά παρουσιάζουν μεταβολές στις θερμοκρασίες του νερού και μεταβάλλουν τους συντελεστές απόδοσης.

Η απαίτηση της παροχής του νερού εκφράζεται σε μονάδες παροχής (lit/s) και αναγράφεται στις προδιαγραφές του εξοπλισμού. Η ποσότητα του νερού εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδας και τις προδιαγραφές του κατασκευαστή. Ο ανάδοχος της μελέτης και του έργου θα πρέπει να παρέχει την αντίστοιχη πληροφόρηση. Η υδρογεώτρηση σε συνδυασμό με την αντλία θα πρέπει να καλύπτουν τις απαιτούμενες παροχές. Πιθανά θα

χρειαστούν μετατροπές στην υφιστάμενη υδραυλική εγκατάσταση για να καλυφθούν οι απαιτήσεις παροχών.

Σε περιπτώσεις που η γειτνίαση με τη θάλασσα ή με λίμνη είναι τέτοια που να επιτρέπει την χρήση της, δεν υπάρχει ανάγκη για διάνοιξη γεωτρήσεων αφού με ένα απλό υδραυλικό δίκτυο το νερό προσάγεται και απάγεται από την αντλία θερμότητας μέσω ενός κυκλοφορητή. Το ελάχιστο απαιτούμενο βάθος είναι 1,8 μέτρα καθ' όλη τη διάρκεια του έτους για μια λίμνη. Η απαιτούμενη επιφάνεια εξαρτάται από το θερμικό φορτίο της κατασκευής. Φυσικά στα συστήματα αυτά και ειδικά στις θάλασσας, είναι απαραίτητος ο ενδιάμεσος εναλλάκτης θερμότητας από τιτάνιο -Ti-, ή ντουραλουμίνιο -Ni/Cu-, για να προστατεύει τα εσωτερικά κυκλώματα της αντλίας θερμότητας από το υφάλμυρο νερό.

Η κακή ποιότητα νερού μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στα συστήματα ανοιχτού κυκλώματος. Το νερό πρέπει να εξεταστεί για τη σκληρότητα, την οξύτητα και την περιεκτικότητα σε σίδηρο προτού να εγκατασταθεί μια αντλία θερμότητας. Ο προμηθευτής του εξοπλισμού μπορεί να πει ποια επίπεδα είναι αποδεκτά. Αποθέσεις στον εναλλάκτη της αντλίας θερμότητας μπορεί να δημιουργηθούν. Μερικές φορές ένας περιοδικός καθαρισμός με ένα ήπιο διάλυμα οξέος αρκεί για να αφαιρεθούν τα συγκεντρωμένα άλατα.

Μέρη:^[48]

- Πλαστικές σωληνώσεις
- Αντλία γεώτρησης
- Φίλτρο
- Εναλλάκτης θερμότητας τιτανίου

– χημική ανάλυση του ρευστού για αποφυγή επικαθίσεων εντός της ΓΑΘ

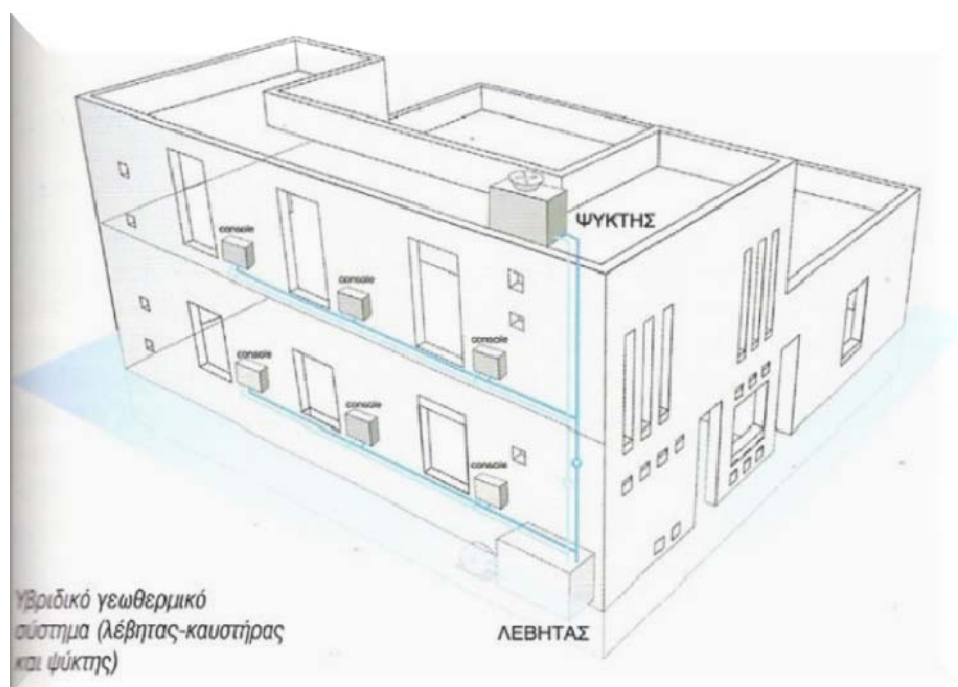
• **3.3.1.3 Υβριδικό Σύστημα**^[53]

Τα υβριδικά γεωθερμικά συστήματα είναι δύο τύπων: τα υβριδικά συστήματα τα οποία κάνουν χρήση ενός εξ'ολοκλήρου τεχνητά διαμορφωμένου γεωθερμικού περιβάλλοντος και τα υβριδικά συστήματα στα οποία γίνεται χρήση συμβατικών μέσων για την κάλυψη των φορτίων αιχμής.

Η πρώτη κατηγορία βασίζεται στη δημιουργία ενός τεχνητά διαμορφωμένου περιβάλλοντος. Η αρχή λειτουργίας δηλαδή παραμένει η ίδια με ένα αμιγώς γεωθερμικό σύστημα, αλλά αλλάζουν τα μέσα πρόσδοσης και απορρόφησης της θερμότητας. Η ανταλλαγή των φορτίων πραγματοποιείται με ένα ενεργειακό επίπεδο που στην προκειμένη περίπτωση δεν είναι το έδαφος αλλά ένα σύστημα καυστήρα-λέβητα και πύργου ψύξης, που ουσιαστικά αντικαθιστά τον γεωσυλλέκτη και τις υδρογεωτρήσεις. Σκοπός του υβριδικού συστήματος είναι να τροφοδοτήσει την αντλία θερμότητας με νερό σταθερής χαμηλής θερμοκρασίας 16-20°C. Κατά την χειμερινή περίοδο τα θερμικά φορτία αντλούνται από τον καυστήρα-λέβητα, ενώ κατά την θερινή περίοδο πραγματοποιείται απαγωγή των φορτίων από το εσωτερικό του κτιρίου στον πύργο ψύξης, ο οποίος είναι τοποθετημένος στο δώμα του κτιρίου. Η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται μέσω του υβριδικού συστήματος είναι μικρότερη, εν συγκρίσει με ένα αμιγώς γεωθερμικό και δεν επιτυγχάνεται η ολική απελευθέρωση από το σύστημα καυστήρα-λέβητα. Παρά ταύτα η

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

συνολική εξοικονόμηση ενέργειας που παρουσιάζεται συγκριτικά με έναν συμβατικό τρόπο θέρμανσης αγγίζει το 35-40%. Η αντλία θερμότητας που θα χρησιμοποιηθεί για την μέγιστη εξοικονόμηση είναι γεωθερμική αντλία θερμότητας νερού-αέρα σε συνδυασμό με δίκτυο καναλιών διανομής ή γεωθερμική αντλία θερμότητας τύπου console unit, συστήματα που προσφέρουν αυτονομία ψύξης και θέρμανσης, κάτι ιδιαίτερα σημαντικό για ξενοδοχειακές μονάδες και κτίρια γραφείων. Επίσης, βασικό πλεονέκτημα αποτελεί και η δυνατότητα χρήσης του συστήματος σε ένα ήδη υφιστάμενο κτίριο, αφού και για τους δύο τύπους αντλιών δεν απαιτείται η χρήση μηχανοστασίου. Κατά συνέπεια μπορούν εύκολα να αφαιρεθούν τα παλαιά σώματα και να τοποθετηθούν οι νέες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, χωρίς αντικατάσταση του υδραυλικού δικτύου.



Στην δεύτερη κατηγορία των υβριδικών συστημάτων γίνεται χρήση συμβατικών μέσων για την κάλυψη των φορτίων αιχμής. Αυτό σημαίνει ότι ένα μέρος των απαιτούμενων θερμικών και ψυκτικών φορτίων μπορεί να καλυφθεί από τον γεωσυλλέκτη ή τις υδρογεωτρήσεις, όμως τα λεγόμενα φορτία αιχμής δεν μπορούν να καλυφθούν από το αμιγώς γεωθερμικό σύστημα- λόγω μη επαρκούς περιβάλλοντα χώρου περιορισμένης υδροφορίας- και έτσι καλύπτονται από συμβατικά μέσα. Άρα λοιπόν, το συνολικό σύστημα λειτουργεί με βάση δύο υποσυστήματα. Το ένα υποσύστημα λειτουργεί με βάση τον γεωσυλλέκτη ή τις υδρογεωτρήσεις, και το δεύτερο υποσύστημα είναι παρόμοιο με την πρώτη κατηγορία υβριδικών γεωθερμικών συστημάτων.

Τα τμήματα των σωλήνων ενώνονται με θερμική κόλληση. Η θερμική κόλληση περιλαμβάνει την θέρμανση και κοινό λιώσιμο των σωλήνων στις περιοχές επαφής ώστε τελικά να δημιουργηθούν ενώσεις πιο ισχυρές και από τον ίδιο τον σωλήνα. Η τεχνική αυτή παράγει σίγουρες ενώσεις που αποτρέπουν τις διαρροές.^[46]

3.3.2 Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας^[41]

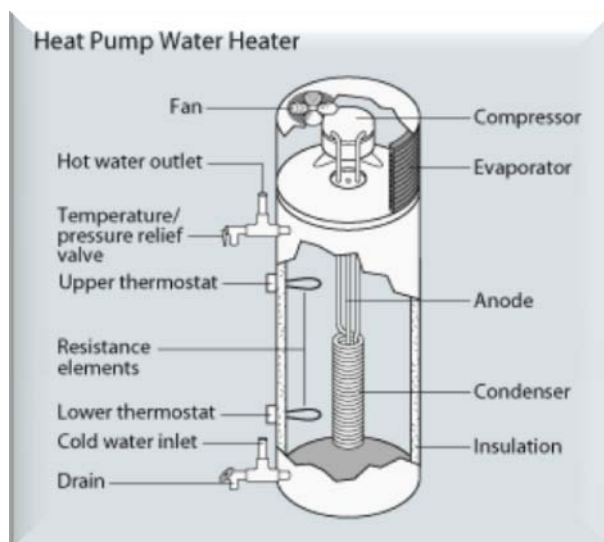
Είναι η καρδιά του συγκεκριμένου συστήματος. Είναι μια αντλία θερμότητας η οποία αποτελείται από 4 στοιχεία: εξαμιστή, συμπιεστή, συμπυκνωτή και στοιχείο εκτόνωσης.

Πρακτικά δεν είναι τίποτε άλλο από μια μηχανή που μπορεί να μεταφέρει τη θερμότητα από τον ψυχρό χώρο στον θερμό, ή στη γλώσσα των μηχανικών, από τη «θερμή δεξαμενή» στην «ψυχρή δεξαμενή». Ακριβώς την ίδια δουλειά εκτελεί το οικιακό ψυγείο και το κλιματιστικό μηχάνημα που απαντάται στα σπίτια και στα γραφεία. Μια διαφορά που έχει το ψυγείο με το κλιματιστικό είναι το ότι στο δεύτερο μπορεί να οριστεί από το χρήστη η θερμή και ψυχρή δεξαμενή. Το καλοκαίρι ορίζουμε θερμή δεξαμενή το περιβάλλον και ψυχρή τον εσωτερικό χώρο (επιλέγοντας λειτουργία δροσισμού) και το μηχάνημα αποβάλλει στο περιβάλλον τη θερμότητα του σπιτιού. Το χειμώνα ορίζουμε θερμή δεξαμενή τον εσωτερικό χώρο και ψυχρή το περιβάλλον (επιλέγοντας λειτουργία θέρμανσης) και το μηχάνημα αποβάλλει τη θερμότητα που υπάρχει στο περιβάλλον μέσα στο σπίτι.

Μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι πολύ πιο αποδοτική από ένα συμβατικό σύστημα δροσισμού/θέρμανσης. Για 100 μονάδες ωφέλιμης θερμικής ενέργειας καταναλώνουμε μόνο 25 μονάδες ηλεκτρικής ενέργειας ενώ τις υπόλοιπες 75 τις παίρνουμε δωρεάν από τη γη.

Υπάρχουν διαφορετικά είδη γεωθερμικών αντλιών θερμότητας σχεδιασμένα για τις αντίστοιχες εφαρμογές. Για παράδειγμα, πολλές γεωθερμικές αντλίες θερμότητας προορίζονται για χρήση μόνο με υψηλές σχετικά θερμοκρασίες υπόγειου νερού όπως στα ανοικτά κυκλώματα. Άλλες λειτουργούν με θερμοκρασίες εισόδου τόσο χαμηλές όπως $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ που συναντώνται στα συστήματα κλειστού κυκλώματος γεωεναλλάκτη. Αρκετές γεωθερμικές αντλίες θερμότητας παρέχουν και ψύξη το καλοκαίρι, αλλά μερικά μοντέλα είναι σχεδιασμένα μόνο για θέρμανση το χειμώνα. Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας διαφέρουν επίσης και στον τρόπο που είναι σχεδιασμένες. Υπάρχουν συστήματα που τροφοδοτούν το εσωτερικό κύκλωμα διανομής της θερμότητας του κτιρίου με νερό και λέγονται νερού-νερού και συστήματα που το τροφοδοτούν με αέρα και λέγονται νερού-αέρα.

Εάν το σύστημα γεωεναλλάκτη που πρόκειται να εγκατασταθεί είναι ανοιχτού κυκλώματος η θερμοκρασία εισόδου του νερού (entering water temperature EWT) μπορεί να κυμανθεί από 4°C έως 21°C . Όλες οι αντλίες θερμότητας μπορούν να λειτουργήσουν σε αυτές τις θερμοκρασίες. Στην περίπτωση όμως ενός κλειστού κυκλώματος Γεωεναλλάκτη μπορεί να χρειαστεί να αντιμετωπιστούν θερμοκρασίες (EWT) κάτω από τους 4°C . Δεν λειτουργούν όλες οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αποδοτικά σε αυτές τις θερμοκρασίες. Σημαντικό είναι να είναι γνωστό σε ποιες θερμοκρασίες λειτουργούν οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας αποδοτικότερα.

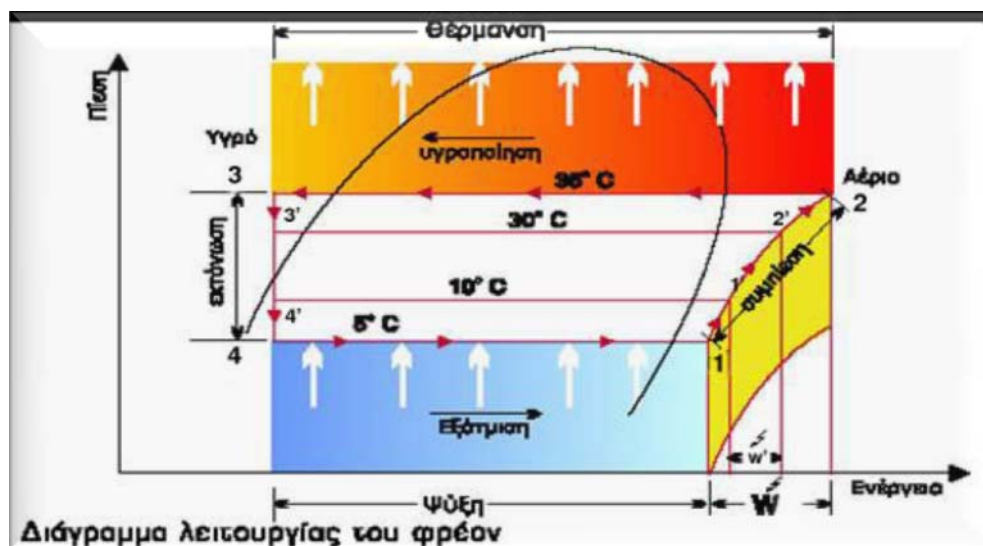


3.3.2.1 Αρχή Λειτουργίας Αντλιών Θερμότητας^[44]

Η Αντλία Θερμότητας έχει την ικανότητα να παράγει θερμική ενέργεια Q , η οποία συντίθεται από τρεις συνιστώσες: τη θερμοκρασία περιβάλλοντος, την επιθυμητή θερμοκρασία ρευστού εισαγωγής στο σύστημα απόδοσης - απόληξης θερμότητας στον κλιματιζόμενο χώρο και την ισχύ του συμπιεστή της Αντλίας Θερμότητας.

Από πειραματικές μετρήσεις προέκυψε ότι ο συντελεστής απόδοσης μιας Αντλίας Θερμότητας (COP) εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι σημαντικότεροι των οποίων είναι:

- Η διαφορά θερμοκρασίας (ΔT) μεταξύ παραγόμενου από την Αντλία Θερμότητας θερμικού ρευστού και της πηγής θερμότητας (που μπορεί να είναι ο περιβάλλον αέρας ή κάποια φυσική υδάτινη μάζα). Δηλαδή η διαφορά θερμοκρασίας συμπυκνωτή και εξατμιστή. Όσο μικρότερο είναι αυτό το ΔT , τόσο μεγαλύτερο είναι το COP.
- Η σταθερότητα θερμοκρασίας της πηγής θερμότητας, καθώς και η τιμή αυτής, ιδιαίτερα στο μεταξύ των 0°C και 30°C διάστημα.



Στο παραπάνω διάγραμμα είναι αποτυπωμένοι δύο κύκλοι. Ο μεγάλος κύκλος 1,2,3,4,1 αφορά θερμοκρασία εξατμίσσης 5°C και θερμοκρασία συμπύκνωσης 35°C, ενώ ο μικρότερος κύκλος 1',2',3',4',1' αναφέρεται σε θερμοκρασίες 10°C και 30°C. Παρατηρούμε ότι η ηλεκτρική κατανάλωση στον δεύτερο κύκλο w' είναι σχεδόν η μισή από αυτή του πρώτου w, ενώ η ενέργεια θέρμανσης ή ψύξης δεν ελαττώνεται σε σημαντικό ποσοστό. Αυτός είναι και ο λόγος όπου οι Γ.Α.Θ. σε συνδυασμό με μια Ενδοδαπέδια ή Επιτοίχια Θέρμανση έχουν σημαντικά πιο αποδοτική λειτουργία.

Το σημαντικότερο πρόβλημα στην αποδοτική χρήση Αντλιών 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 υπάρχουν για ένα κτίριο 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

Επιλογές οι οποίες διαχωρίζουν τις Αντλίες Θερμότητας σε τεχνολογίες όπως:

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

Οι αέριες μάζες (Αντλίες Θερμότητας αέρα - νερού) είναι η κατασκευαστικά πιο εύκολη λύση, αλλά η μεγάλη αστάθεια της θερμοκρασίας τους έχει ως συνέπεια το 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 περιβάλλοντα αέρα 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 θερμοχωρητικότητας του και της σταθερής πυκνότητάς του.

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

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. Ιδιαίτερα το επιφανειακό νερό (περίπτωση 2) 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 προμηθευτούν 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 αλμυρότητας 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 ελάχιστη σταθερή παροχή. Και αυτό, διότι καθ' όλη τη διάρκεια του έτους έχει θερμοκρασία σταθερή ή σχεδόν σταθερή. Το θερμικό περιεχόμενο του είναι εν μέρει ηλιακής και εν μέρει γήινης προέλευσης.

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

$$\dot{Q}_a = \dot{m} \cdot C_p \cdot \Delta T = 1,38\text{kg}/\text{sec} \cdot 4,18\text{kJ}/\text{kgK} \cdot 5\text{K} = 29\text{kW}$$

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. $40 - 50^\circ\text{C}$ και διατίθεται για την Αντλία Θερμότητας θερμική πηγή θερμοκρασίας $17 - 20^\circ\text{C}$, 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 $8 - 12^\circ\text{C}$.

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.

3.3.2.2 Κύκλος Ψύξης^[44]

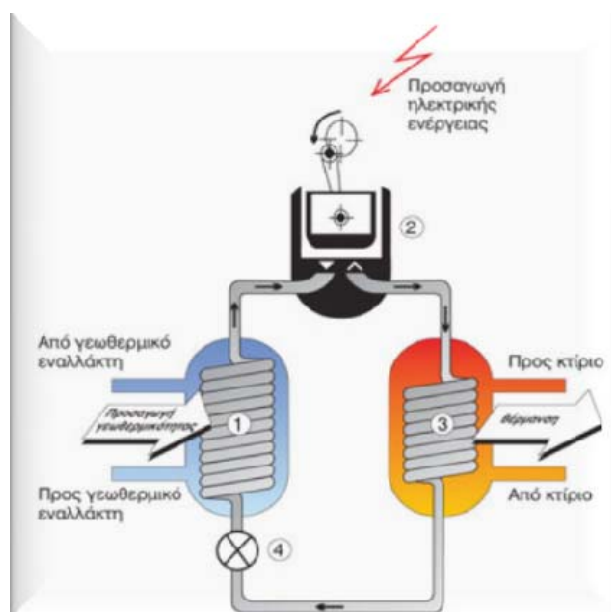
Ο Κύκλος Ψύξης χρησιμοποιεί ένα υγρό που ονομάζεται ψυκτικό υγρό για να μεταφέρει θερμότητα από ένα μέρος σε ένα άλλο. Το κλειδί για το πως λειτουργεί το σύστημα είναι η ιδιότητα που έχει το ψυκτικό υγρό να βράζει σε πολύ μικρότερη θερμοκρασία από ότι το νερό. Για παράδειγμα το ψυκτικό υγρό που συνήθως χρησιμοποιείται, βράζει στους $5 - 10^\circ\text{C}$ ενώ το νερό βράζει στους 100°C .

Ας δούμε πως βράζοντας και συμπυκνώνοντας, το ψυκτικό υγρό, μπορεί να μεταφερθεί θερμότητα: η διαδικασία είναι ίδια είτε πρόκειται για ψυγείο είτε για air condition είτε για Αντλία Θερμότητας. Θα ξεκινήσουμε με τη λειτουργία ψύξης: υγρό ψυκτικό το οποίο εισέρχεται στην σπείρα εισόδου που λειτουργεί ως εξατμιστής, όπως δηλώνει και το όνομά του, εξατμίζει το υγρό. Στον εξατμιστή το υγρό έχει θερμοκρασία από 4,5°C ως 10°C και χωρίς να αλλάξει η θερμοκρασία του, απορροφά θερμότητα και αλλάζει από υγρό σε αέριο. (Κατάσταση 1)

Η θερμότητα που εξατμίζει το ψυκτικό υγρό προέρχεται από τον θερμό αέρα του δωματίου την οποία παραλαμβάνει ένα κύκλωμα αέρα ή νερού. Στη συνέχεια το ψυκτικό υγρό περνά από την σπείρα του εξατμιστή. Καθώς περνά από την ψυχρή σπείρα δίνει κάποια από την θερμότητά του και μειώνεται η θερμοκρασία του. Το αέριο ψυκτικό μετακινείται στο συμπιεστή ο οποίος είναι ουσιαστικά μια αντλία που ανυψώνει την πίεση ώστε να κυκλοφορεί το ψυκτικό διαμέσου του συστήματος.

Η αύξηση της πίεσης από το συμπιεστή προκαλεί αύξηση της θερμοκρασίας του ψυκτικού. Καθώς φεύγει από το συμπιεστή το ψυκτικό είναι ένα ζεστό αέριο θερμοκρασίας 40°C-50°C, (Κατάσταση 2) που στη συνέχεια ρέει στον συμπυκνωτή. Καθώς συμπυκνώνεται, δίνει θερμότητα σε ένα άλλο κύκλωμα νερού ή αέρα. Το κύκλωμα νερού ή αέρα είναι ικανό να πάρει θερμότητα από τις σπείρες του εναλλάκτη επειδή είναι ακόμη πιο ψυχρό από τις σπείρες των 45°C. Καθώς το ψυκτικό υγρό φεύγει από το συμπυκνωτή είναι πλέον υγρό αφού έχει ψυχθεί αλλά εξακολουθεί να είναι υπό υψηλή πίεση. (Κατάσταση 3) Η βαλβίδα εκτόνωσης επιτρέπει στο ψυκτικό υγρό να περάσει σε χώρο χαμηλότερης πίεσης και θερμοκρασίας. (Κατάσταση 4)

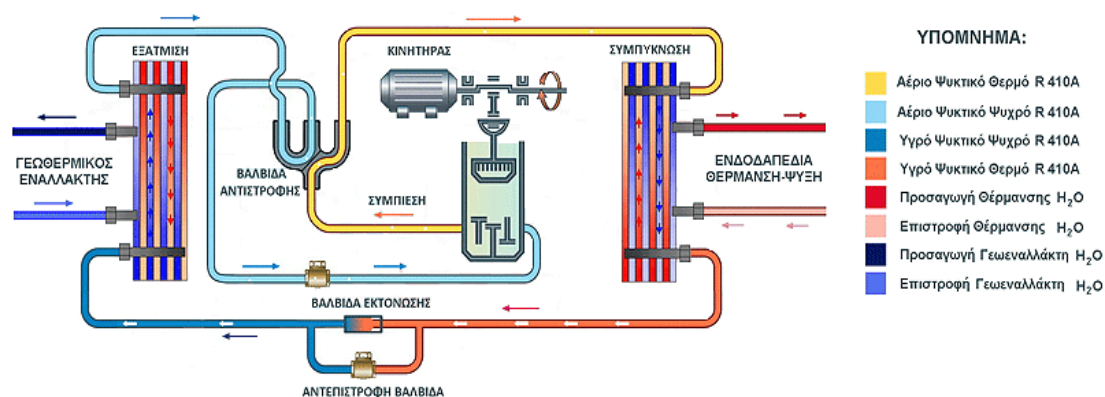
Ο κύκλος ολοκληρώνεται όταν το ψυχρό ψυκτικό υγρό επανέρχεται στον εξατμιστή για να πάρει θερμότητα από το δωμάτιο όντας υγρό. Το χειμώνα μια βαλβίδα αλλάζει τη σπείρα εισόδου, η οποία πλέον λειτουργεί ως συμπυκνωτής ενώ η σπείρα εξόδου να λειτουργεί ως εξατμιστής.



Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

3.3.2.3 Συνοπτική λειτουργία θερμαινόμενης αντλίας:^[41]

1. Αντιψυκτικό υγρό κυκλοφορεί σε ένα σωλήνα – συλλέκτη και παίρνει τη θερμότητα (ενέργεια) από το έδαφος – νερό ή τον αέρα.
2. Στην αντλία θερμότητας υπάρχει ένας εναλλάκτης που λέγεται αεροποιητής. Εκεί μεταφέρεται η ενέργεια (θερμότητα) από το αντιψυκτικό υγρό στο ψυκτικό υγρό. Αυτό έχει χαμηλό σημείο ζέσης και το οποίο εξαερώνεται και κυκλοφορεί σε ένα κλειστό κύκλωμα.
3. Στον συμπιεστή αυξάνεται η πίεση του ψυκτικού υγρού, η οποία αυξάνει τη θερμοκρασία στο χρησιμοποιούμενο επίπεδο.
4. Από τον υγροποιητή μεταφέρεται η θερμότητα στο σύστημα θέρμανσης του σπιτιού.
5. Αυτό το ξεχωριστό ψυγείο λειτουργεί σαν ξεχωριστός εναλλάκτης, απορροφά και τα τελευταία ψήγματα θερμότητας και το ψυκτικό υγρό επανέρχεται στην αρχική του σύσταση (υγρά).
6. Στη βαλβίδα εκτόνωσης γίνεται αποσυμπίεση και έτσι πέφτει η πίεση.
7. Το ψυκτικό υγρό μεταφέρεται πάλι στον αεριοποιητή και η διαδικασία επαναλαμβάνεται.



3.3.2.4 Σύγκριση της απόδοσης των συστημάτων θέρμανσης:^[49]

Τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης βαθμονομούνται για την απόδοσή τους σύμφωνα με τις διεθνείς και ευρωπαϊκές προδιαγραφές (ISO και EN). Οι καυστήρες ορυκτών καυσίμων βαθμονομούνται με την επί τοις εκατό απόδοσή τους σε σχέση με την θερμογόνο δύναμη του καυσίμου που καταναλώνουν. Οι καυστήρες φυσικού αερίου, προπανίου και πετρελαίου βαθμονομούνται για την απόδοσή τους σε ειδικά εργαστήρια. Για να εκτιμηθεί η ακριβής απόδοση μιας εγκατάστασης πρέπει να συμπεριληφθούν παράγοντες όπως οι απώλειες θερμότητας καυσαερίων, οι πολλαπλές εναύσεις λόγω υπερδιαστασιολόγησης, η ηλεκτρική κατανάλωση των κυκλοφορητών, κλπ.

Οι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας, όπως όλοι οι άλλοι τύποι αντλιών θερμότητας, βαθμονομούνται σύμφωνα με το **συντελεστή ενεργειακής απόδοσης (COP)**, που είναι η αποδιδόμενη ενέργεια από την αντλία προς την ηλεκτρική της κατανάλωση. Είναι ο επιστημονικός τρόπος προσδιορισμού της ενέργειας που το σύστημα παράγει σε σχέση με αυτή που χρησιμοποιεί. Επίσης χρησιμοποιείται ο εποχιακός συντελεστής απόδοσης (SPF), που είναι το ολοκλήρωμα του COP κατά την περίοδο θέρμανσης ή/και ψύξης. Τα περισσότερα συστήματα γεωθερμικών αντλιών θερμότητας έχουν COPs 3~5. Αυτό σημαίνει ότι για κάθε μία μονάδα ενέργειας που χρησιμοποιείται για να τροφοδοτήσει το σύστημα, 3~5 μονάδες παρέχονται ως θερμότητα. Δηλαδή ένας καυστήρας ορυκτών καυσίμων μπορεί να είναι 78-95% αποδοτικός, ενώ μια γεωθερμική αντλία θερμότητας είναι 300% -500%. Αυτό σημαίνει οικονομικότερη λειτουργία σε σχέση με όλα τα συμβατικά συστήματα θέρμανσης.

Ενδεικτικές τιμές SPF είναι :^[48]

3.5- 5.0 , για σύστημα γεωεναλλάκτη και ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης και

4.0 - 6.5 , για υδρογεώτρηση και ενδοδαπέδιο σύστημα θέρμανσης

3.3.2.5 Σύγκριση με συμβατικά συστήματα κλιματισμού:^[42]

Μπορεί να κάνει κάποιος τη σύγκριση με ένα συμβατικό σύστημα κλιματισμού με αερόψυκτες εξωτερικές μονάδες όπως πχ τα πολύ γνωστά σε όλους μας *κλιματιστικά μηχανήματα διαιρούμενου τύπου*, οι εξωτερικές μονάδες των οποίων είναι εμφανείς στα μπαλκόνια των διαμερισμάτων ή στα δώματα των κτιρίων. Όλοι όσοι τα έχουν χρησιμοποιήσει το καλοκαίρι κατά τη διάρκεια μιας πολύ ζεστής μέρας (35°C ή και 40°C), γνωρίζουν τη δραματική πτώση της απόδοσής τους και την αδυναμία τους να δροσίσουν ικανοποιητικά το χώρο. Αυτό συμβαίνει γιατί η συσκευή καλείται να αποβάλει θερμότητα σε ένα περιβάλλον ήδη κορεσμένο από θερμικό φορτίο και καταβάλλει μια μάταιη προσπάθεια καταναλώνοντας υπερβολικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας.

Αν όμως η κλιματιστική συσκευή απέβαλε τη θερμότητα σε ένα ψυχρότερο περιβάλλον, όπως αυτό του εσωτερικού του εδάφους, όπου ακόμη και στις θερμότερες μέρες του καλοκαιριού η θερμοκρασία δεν ξεπερνάει τους 20 °C, τότε η απόδοσή της θα ήταν πάρα πολύ μεγάλη και η οικονομία σε ηλεκτρική ενέργεια τεράστια.

Σε αυτή την αρχή της θερμοδυναμικής βασίζεται η χρήση των *γεωθερμικών εναλλακτών*, που κατά μια έννοια «μεταφέρουν», με τη βοήθεια της αντλίας θερμότητας, τους 20°C του εδάφους μέσα στο κτίριο, καταναλώνοντας έτσι την ελάχιστη δυνατή ηλεκτρική ενέργεια.

Κατ' ανάλογο τρόπο, το χειμώνα, το γεωθερμικό σύστημα καλείται να ανυψώσει τους 15-17°C του εδάφους μέχρι τους 20-22°C για να ζεστάνει το εσωτερικό του κτιρίου. Η οικονομία και εδώ είναι τεράστια σε σχέση με μία συμβατική αντλία θερμότητας αέρα. Να σημειωθεί ότι τα συμβατικά κλιματιστικά μηχανήματα αδυνατούν σχεδόν να ζεστάνουν το χώρο σε θερμοκρασίες κάτω των 0°C.

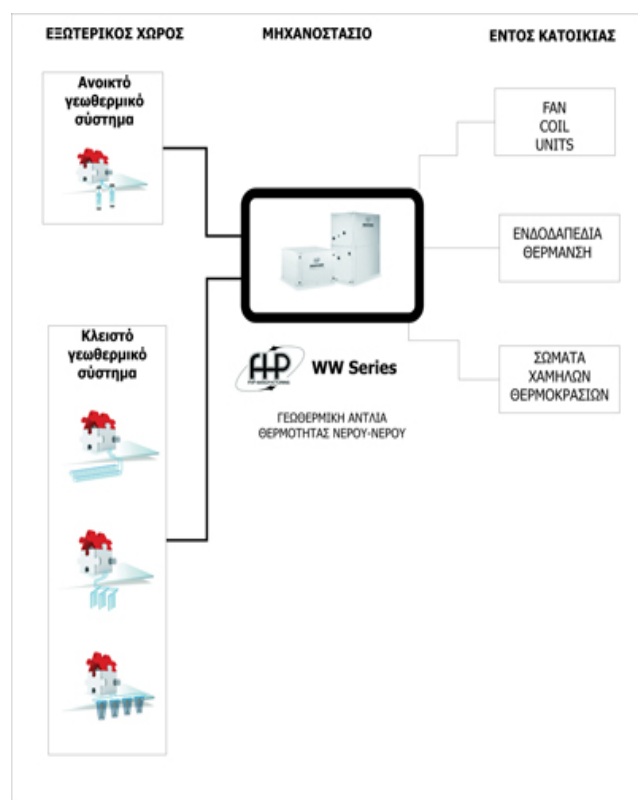
3.3.2.6 Λειτουργικό Κόστος^[41]

Μία ηλεκτρική GHP καταναλώνει ετησίως ηλεκτρική ενέργεια κόστους ίσου περίπου με το **50-60% του κόστους πετρελαίου για το λέβητα**. Με τις τρέχουσες τιμές πετρελαίου και ηλεκτρικής ενέργειας, σε μία οικία 200τμ εξοικονομούνται 2660€ ετησίως κατά την περίοδο θέρμανσης. Το όφελος από τη χρήση και το καλοκαίρι, για ψύξη, ανέρχεται για το ίδιο σπίτι σε 200€. Η απόσβεση του αρχικού κόστους εγκατάστασης γίνεται σε διάστημα 4-5 ετών.

Το κόστος εγκατάστασης γεωθερμικών αντλιών θερμότητας ανέρχεται σε 500-1000 Ευρώ ανά kW_(th) για μονάδες που χρησιμοποιούν νερό από υδρογεώτρηση και σε 1000-1500 Ευρώ ανά kW_(th) για μονάδες που χρησιμοποιούν γήινους εναλλάκτες. Το αντίστοιχο κόστος ανά μονάδα παρεχόμενης θερμικής ενέργειας ανέρχεται σε 0,015-0,028 € ανά kWh χωρίς αποσβέσεις, και σε 0,038-0,048 € ανά kWh λαμβάνοντας υπόψη την απόσβεση του αρχικού κεφαλαίου.

3.3.3 ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ^[50]

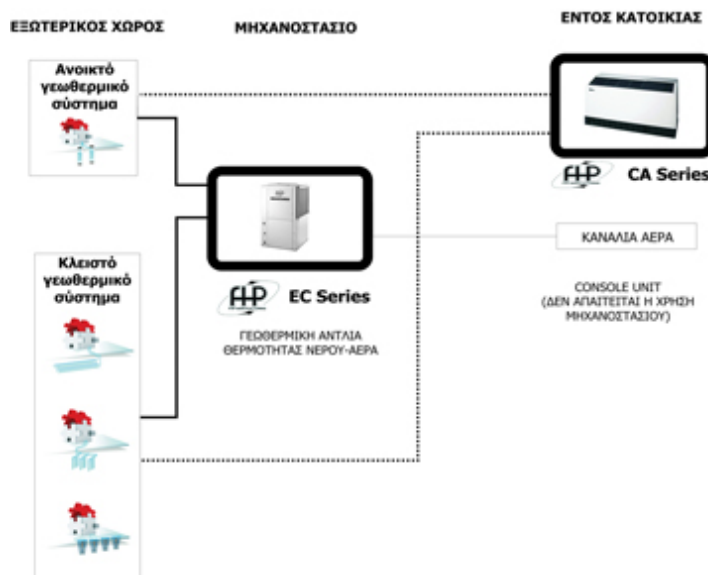
Η παροχή θέρμανσης και ψύξης εντός μίας κατοικίας μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους ανάλογα κυρίως με τις προτιμήσεις του χρήστη. Οι δυνατές επιλογές είναι οι μονάδες εξαναγκασμένης ανακυκλοφορίας αέρα (fan coil units), η ενδοδαπέδια σωλήνωση, τα καλοριφέρ χαμηλών θερμοκρασιών, τα κανάλια αέρα, οι console units, ή συνδυασμός των παραπάνω. Το γεωθερμικό σύστημα λειτουργεί εξίσου καλά, με όποια μονάδα και αν επιλεγεί από τον χρήστη, σχεδιασμένο στις δικές του ανάγκες και απαιτήσεις.



Οι μονάδες εξαναγκασμένης ανακυκλοφορίας αέρα (fan coil units), εγκαθίστανται στην κατοικία, όταν ο χρήστης επιθυμεί τόσο θέρμανση όσο και ψύξη της κατοικίας του. Αποτελούν ένα ολοκληρωμένο σύστημα κλιματισμού που προσαρμόζεται στις σχεδιαστικές απαιτήσεις του χώρου, καθότι διατίθενται σε μονάδες κρυφού και εμφανούς τύπου, δαπέδου ή οροφής. Η σωστή διαστασιολόγηση των fan coil units είναι καθοριστική, καθότι οδηγεί σε αθόρυβη λειτουργία. Ο χρήστης μπορεί να πραγματοποιεί ρύθμιση της θερμοκρασίας, της ταχύτητας του αέρα προσαγωγής, καθώς και της λειτουργίας On/Off των fan coil unit, ανά χώρο.

Η ενδοδαπέδια σωλήνωση είναι μια επιλογή που μπορεί να προσφέρει θέρμανση και δροσισμό του χώρου, σε συνδυασμό με αφυγραντές ή fan coil units για αφαίρεση της υγρασίας. Κατά συνέπεια προτιμάται συνήθως σε ορεινές περιοχές, όπου οι απαιτήσεις για ψύξη είναι περιορισμένες. Εμφανίζει υψηλό συντελεστή απόδοσης και χαμηλό λειτουργικό κόστος, γεγονός που οφείλεται στις χαμηλές θερμοκρασίες ανακυκλοφορίας του νερού στην σωλήνωση. Εναλλακτικά μπορεί να εγκατασταθεί σε συνδυασμό με fan coil units για ολοκληρωμένη λειτουργία κλιματισμού. Τα σώματα καλοριφέρ χαμηλών θερμοκρασιών μπορούν να προσφέρουν θέρμανση στο χώρο, όπως και τα συμβατικά σώματα, με τη διαφορά ότι λειτουργούν σε χαμηλότερες θερμοκρασίες ανακυκλοφορίας νερού, χωρίς όμως να επηρεάζεται η ενεργειακή απόδοσή τους. Οι απαιτήσεις ηλεκτρικής ενέργειας είναι αυξημένες, συγκριτικά με την ενδοδαπέδια θέρμανση και τα fan coil units, λόγω του χαμηλού συντελεστή απόδοσής. Παρόλα αυτά το συνολικό γεωθερμικό σύστημα παραμένει πιο οικονομικό στη λειτουργία του από ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης με καυστήρα-λέβητα.

Η ψύξη και θέρμανση με κανάλια αέρα στον χώρο μιας κατοικίας παρέχει τη δυνατότητα κεντρικού ελέγχου και ρύθμισης της θερμοκρασίας του αέρα. Επιπροσθέτως, δίνεται και η δυνατότητα αυτονομίας σε κάθε χώρο με την προσθήκη



διαφραγμάτων (dampers). Τα κανάλια αέρα συνδέονται με γεωθερμικές αντλίες θερμότητας νερού-αέρα που τοποθετούνται εμφανώς, ή εντός γυψοσανίδων στη ψευδοροφή του κάθε χώρου. Η χρήση γεωθερμικών αντλιών θερμότητας με κανάλια αέρα σε κατοικίες είναι περιορισμένη, σε αντίθεση με την χρήση τους σε συνεδριακούς χώρους και χώρους εστίασης, μεγάλων κτιρίων και ξενοδοχείων. Οι console units είναι γεωθερμικές αντλίες θερμότητας νερού-αέρα, οι οποίες τοποθετούνται σε κάθε χώρο που πρόκειται να κλιματιστεί και δύναται να είναι εμφανούς ή κρυφού τύπου. Είναι αθόρυβες με απλή λειτουργία και δεν απαιτούν χρήση καναλιών, καθότι διαθέτουν στόμια προσαρμοσμένα πάνω τους. Το βασικό πλεονέκτημα των μονάδων console είναι η δυνατότητα εφαρμογής τους σε ένα ήδη υφιστάμενο κτίριο χωρίς πλήρη μετατροπή του υδραυλικού δικτύου και προσαρμογή τους στο υφιστάμενο δίκτυο νερού. Το σύστημα λειτουργεί σωστά, ανεξάρτητα από τον αριθμό των μονάδων, και μπορεί να επιτύχει θέρμανση σε ένα χώρο και ψύξη σε κάποιον άλλον ταυτόχρονα. Αυτό το χαρακτηριστικό τους τις κάνει κατάλληλες για χρήσεις σε δωμάτια ξενοδοχείων και συγκροτήματα γραφείων.

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

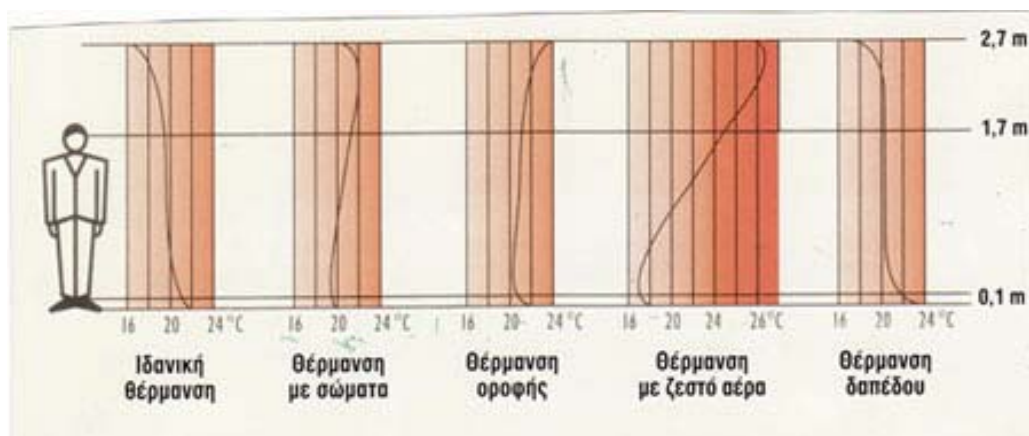
Ας δούμε αναλυτικά το εσωτερικό σύστημα διανομής της θερμότητας και τις κύριες επιλογές για κατοικίες: ^[44]

3.3.3.1 Θέρμανση - Δροσισμός Δαπέδου ^[44]

Το σύστημα επιδαπέδιας Θέρμανσης- Δροσισμού (Κλασική Θέρμανση Δαπέδου) αποτελείται από ένα δίκτυο σωληνώσεων που τοποθετούνται κάτω από το δάπεδο, αλλά πάνω από το μπετό της πλάκας έχοντας προηγηθεί κατάλληλη διαστρωμάτωση υλικών.

Η Θέρμανση Δαπέδου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν σύστημα Δροσισμού. Η θερμική ενέργεια που μπορεί να παραλάβει η κλασική Θέρμανση Δαπέδου μπορεί να φτάσει σε 40 watt/m², που πρακτικά σε ένα καλά θερμομονωμένο σπίτι εξασφαλίζει εσωτερική θερμοκρασία 25°C όταν το εξωτερικό περιβάλλον είναι στους 32°C.

Με την θέρμανση δαπέδου επιτυγχάνουμε μια υγιέστερη κατοικία σε ένα αρμονικό κλίμα σπιτιού χωρίς την ξηρότητα του αέρα όπως παρατηρείται στην κλασική θέρμανση με σώματα, ενώ και μέσω της χαμηλότερης θερμοκρασίας προσαγωγής νερού που απαιτεί το σύστημα επιτυγχάνεται και μείωση της κατανάλωσης της θερμικής ενέργειας.



Το διάγραμμα θερμοκρασίας κατανομής στο χώρο είναι εμφανές ότι η θέρμανση δαπέδου συνιστά το ιδανικό σύστημα για την ομοιόμορφη κατανομή της θερμότητας.

Η θερμοκρασία του δαπέδου της ενδοδαπέδιας θέρμανσης είναι κατά μέσο όρο 4-5°C πάνω από την θερμοκρασία του χώρου.

Αυτό επιτυγχάνεται λόγω της μεγάλης θερμαντικής επιφάνειας και της ομοιόμορφης κατανομής θερμότητας που επιτρέπει να μειωθεί η επιθυμητή θερμοκρασία του χώρου κατά 20°C σε σχέση με τα θερμαντικά σώματα και κατ' αυτόν τον τρόπο να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας. ^[51]

| Θερμοκρασία | Ενδοδαπέδια με αλουμίνιο | Ενδοδαπέδια | fan coil | Σώματα |
|------------------------|--------------------------|-------------|----------|--------|
| Προσαγωγής/ επιστροφής | 30/25 | 50/40 | 60/50 | 70/60 |

Για την κατασκευή της ενδοδαπέδιας θέρμανσης επιλέχθηκε η χρήση φύλων αλουμινίου. Τα δάπεδα από τσιμεντοκονία έχουν θερμική αγωγιμότητα 1,4 W/mk ενώ το αλουμίνιο έχει θερμική αγωγιμότητα 200 W/mk. Αυτό σημαίνει ότι η θερμότητα μπορεί να διανεμηθεί 140 φορές γρηγορότερα. Από την πρακτική εμπειρία η θερμότητα μπορεί να μεταφερθεί σε χαμηλότερες θερμοκρασίες και αυτό πρακτικά σημαίνει για την συντήρηση της αποθηκευμένης θερμικής ενέργειας πάνω από 30%.



Πλεονεκτήματα:

- Η θέρμανση αυτού του συστήματος διανομής είναι ομαλή και ομοιόμορφη χωρίς την ύπαρξη ψυχρών ή θερμών σημείων στο χώρο
- Η απουσία θερμαντικών σωμάτων ή άλλων μηχανισμών από τους χώρους, συμβάλει στην εξοικονόμηση χώρου και την βελτίωση της αισθητικής του χώρου

Σήμερα δεν υπάρχει κανένας λόγος ανησυχίας για αυτά τα συστήματα καθώς:

- Οι σωλήνες που χρησιμοποιούνται είναι κατασκευασμένες ειδικά για αυτό το σκοπό και παρέχονται με 30 χρόνια εγγύηση υπό αυξημένες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας
- Ακόμα και αν παρουσιαστεί κάποια διαρροή μπορεί να εντοπιστεί ο χαλασμένος σωλήνας και να απομονωθεί, χωρίς να επηρεαστεί η λειτουργία του συστήματος μέχρι την αποκατάσταση της βλάβης
- Τέλος μπορεί να υπάρξει πρόβλεψη για την μετάβαση του συστήματος σε σύστημα με Fan Coils

Μειονεκτήματα:

- Δεν ενδείκνυται για εξοχικές κατοικίες λόγω χαμηλής απόκρισης στην άμεση ζήτηση θερμικής ενέργειας

3.3.3.2 Θέρμανση Δαπέδου - Ψύξη Οροφής^[44]

Αν δεν έχει αρχίσει η κατασκευή του κτιρίου, υπάρχει η δυνατότητα να ενσωματωθεί το κατάλληλο δίκτυο σωληνώσεων μέσα στο μπετόν κάθε πλάκας που θα πέσει και να κατασκευαστεί ένα ενδοδαπέδιο σύστημα κλιματισμού.

Σε διαφορετική περίπτωση, δηλαδή εάν έχει ήδη κατασκευαστεί ο σκελετός του κτιρίου υπάρχει η δυνατότητα να εγκατασταθεί μια διάστρωση κατάλληλου δικτύου σωληνώσεων πάνω στην πλάκα της οροφής και να κατασκευαστεί ένα επιδαπέδιο σύστημα κλιματισμού.

Πλεονεκτήματα:

- Εξασφαλίζεται με αυτόν τον τρόπο ένα σύστημα το οποίο μπορεί να καλύψει τις θερμικές αλλά και τις ψυκτικές ανάγκες του κτιρίου
- Η ποιότητα της θέρμανσης αυτής είναι ασύγκριτα ανώτερη από οποιοδήποτε άλλο σύστημα διανομής, καθώς είναι ομαλή και ομοιόμορφη χωρίς την ύπαρξη ψυχρών ή θερμών σημείων στο χώρο.
- Η απουσία θερμαντικών σωμάτων ή άλλων μηχανισμών από τους χώρους, συμβάλει στην εξοικονόμηση χώρου και την βελτίωση της αισθητικής του χώρου.
- Επιπλέον, μπορεί να συσσωρευτεί πολλαπλάσια ενέργεια στο ίδιο το σπίτι, ώστε σε περίπτωση Αντλίας Θερμότητας αυτή να λειτουργεί περισσότερο σε ωράριο χαμηλού τιμολογίου, παρέχοντας ασύγκριτη οικονομία. Πλεονέκτημα που μπορούμε να εκμεταλλευτούμε και σε οποιαδήποτε άλλη τεχνολογία παραγωγής θερμικής ενέργειας.
- Επιτυγχάνεται αποδοτικότερη ψύξη, καθώς η ψύξη μεταδίδεται πιο αποδοτικά από πάνω προς τα κάτω αντίθετα με την θέρμανση.
- Η μεγάλη θερμική αδράνεια που αποκτά το κτίριο με αποτέλεσμα να μην κρυώνει ή ζεσταίνεται, ανάλογα την λειτουργία (θερινή ή χειμερινή) ακόμα και σε μια μακροχρόνια διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος. Υπολογίζεται ότι ακόμα και αν διακοπεί η παροχή της ΔΕΗ για 30 ώρες το κτίριο δεν θα χάσει πάνω από δύο βαθμούς θερμοκρασία. Φυσικά το φαινόμενο αυτό ισχύει και αντιστρόφως για αυτό και αυτό το σύστημα δεν ενδείκνυται για εξοχικές κατοικίες.

Μειονεκτήματα:

- Δεν ενδείκνυται για εξοχικές κατοικίες λόγω χαμηλής απόκρισης στην άμεση ζήτηση θερμικής ενέργειας



3.3.3.3 Θέρμανση – Ψύξη Τοίχου^[44]

Το σύστημα Θέρμανσης - Ψύξης Τοίχου αποτελείται από ειδική ράγα στήριξης του σωλήνα που τοποθετείται πάνω στην τοιχοποιία και εξασφαλίζει την πλήρη περιβολή του από το σοβά και από το δίκτυο των σωλήνων που θα κυκλοφορεί το νερό.

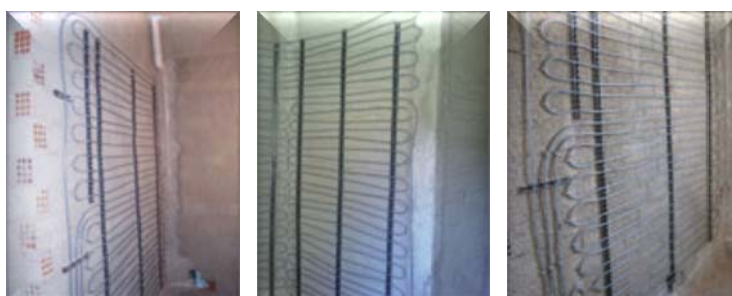
Πλεονεκτήματα:

- Η ποιότητα της θέρμανσης αυτής είναι καλή, καθώς είναι ομαλή και ομοιόμορφη χωρίς την ύπαρξη ψυχρών ή θερμών σημείων στο χώρο

- Ικανοποιεί 100% τις ανάγκες τόσο στη θέρμανση, όσο και στη ψύξη του χώρου
- Η απουσία θερμαντικών σωμάτων ή άλλων μηχανισμών από τους χώρους, συμβάλει στην εξοικονόμηση χώρου και στην βελτίωση της αισθητικής του χώρου
- Ενδείκνυται για εξοχικές κατοικίες λόγω γρήγορης απόκρισης στην άμεση ζήτηση θερμικής ενέργειας
- Εύκολη εύρεση τυχόν βλαβών και επισκευή
- Δυνατότητα χρήσης θερμογραφικής διαφάνειας, ώστε να εντοπιστεί ελεύθερη επιφάνεια για το άνοιγμα οπών

Μειονεκτήματα:

Σε πολλές περιπτώσεις δεν υπάρχουν επαρκείς ελεύθερες επιφάνειες τοίχων για την εφαρμογή του συστήματος.

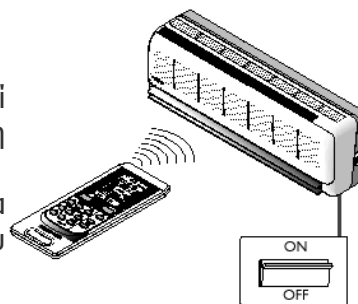


3.3.3.4 Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας Αέρα - FAN COILS^[44]

Το σύστημα Σωμάτων Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας - (Fan Coils) είναι ένα σύστημα από εσωτερικές μονάδες που μεταφέρει την θερμότητα ή την ψύξη στους διάφορους χώρους μέσω της τροφοδοσίας τους με νερό κατάλληλης θερμοκρασίας.

Πλεονεκτήματα:

- μικρότερο κόστος
- αποτελεσματικότητα, δηλαδή ικανοποιεί τις απαιτήσεις του χρήστη στην άμεση ζήτηση
- προσφέρει άνεση και δίνει τη δυνατότητα της εφαρμογής ενός βοηθητικού συστήματος αερισμού



Σε κτίρια προσωρινής διαμονής, όπως και σε χώρους συνάθροισης κοινού, τα Σώματα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας (Fan Coils) αποτελούν μια καλή και αξιόπιστη λύση, όπως είναι και η μοναδική λύση για υφιστάμενα κτίρια που θα ήθελαν ένα καλύτερο τρόπο ψύξης από τις τοπικές κλιματιστικές μονάδες, χωρίς να γίνει εκτεταμένη ανακατασκευή του κτιρίου.

Για την εξυπηρέτηση των αναγκών του σπιτιού για ζεστό νερό υπάρχει το Boiler, το οποίο λειτουργεί και μας παρέχει ζεστό νερό και παράλληλα το Speicher λειτουργεί ως αποθήκη ζεστού νερού σε περίπτωση ύπαρξης μόνο συμβατικών και όχι ενδοδαπέδιων σωμάτων. Επιπλέον έχει τη δυνατότητα να ανεβάζει την θερμοκρασία του νερού έως και 60 °C.^[41]

3.3.4 Διάρκεια ζωής του συστήματος και συντήρηση^[46]

Τα συστήματα Γεωεναλλακτών πρακτικά δεν χρειάζονται συντήρηση. Τα κλειστά κυκλώματα πρέπει να κατασκευάζονται μόνο με σωλήνα πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (HDPE). Με σωστή εγκατάσταση αυτοί οι σωλήνες αντέχουν για πολλές δεκαετίες. Παραμένουν άθικτοι από τα συστατικά του εδάφους και έχουν καλές ιδιότητες θερμικής αγωγιμότητας. (Σωλήνες PVC δεν πρέπει ποτέ να χρησιμοποιούνται)

Τα υπόλοιπα μέρη του συστήματος, η αντλία θερμότητας, οι κυκλοφορητές και το εσωτερικό σύστημα διανομής της θερμότητας βρίσκονται εντός του κτιρίου προστατευμένα από τις σκληρές εξωτερικές συνθήκες. Συνήθως οι περιοδικοί έλεγχοι για τη σωστή λειτουργία είναι η μόνη απαραίτητη συντήρηση. Οι ειδικοί θεωρούν ότι μπορούμε να περιμένουμε 18 - 23 χρόνια ζωής από τις αντλίες θερμότητας. Διπλάσιος μέσος όρος ζωής από αυτόν των συμβατικών συστημάτων, καθώς αποτελούν «κλειστά» συστήματα, όπως το ηλεκτρικό ψυγείο, που εγκαθίστανται μέσα στα κτίρια ή στο υπόγειο χώρο τους.

3.3.5 Προϋποθέσεις Εγκατάστασης^[44]

Για να εγκατασταθεί ένα σύστημα κλιματισμού με Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας θα πρέπει να τηρούνται κάποιες προϋποθέσεις, ανάλογα φυσικά με τον τύπο του συστήματος προς εγκατάσταση.

Γεωθερμικοί Εναλλάκτες:

Για την εγκατάσταση συστήματος Γεωθερμικής Αντλίας με Εναλλάκτη Κλειστού Κυκλώματος απαιτείται ελεύθερη έκταση ανάλογη του μεγέθους του εναλλάκτη, που φυσικά εξαρτάται από τις απαιτήσεις θέρμανσης και ψύξης.

Για την εγκατάσταση συστήματος Γεωθερμικής Αντλίας με Εναλλάκτη Ανοικτού Κυκλώματος απαιτείται κάποια πηγή θερμότητας, όπως πηγάδι ή λίμνη ή γεώτρηση και χώρος επιστροφής του νερού μετά την ολοκλήρωση του κύκλου. Αν δεν υπάρχει πηγάδι ή λίμνη ή γεώτρηση τότε θα πρέπει να ανοιχθεί πηγάδι και κατά συνέπεια πρέπει να υπάρχει νερό στο υπέδαφος της περιοχής.

Αντλία Θερμότητας:

Όσον αφορά τις προϋποθέσεις για τους χώρους εγκατάστασης της Αντλίας Θερμότητας οι απαιτήσεις είναι πολύ λίγες, καθώς το μέγεθος της αντλίας και των βοηθητικών της εξαρτημάτων είναι πραγματικά μικρό σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα. Έτσι το μόνο που χρειάζεται είναι ένας εσωτερικός μεσαίου μεγέθους χώρος.

Σύστημα Απόδοσης-Απόληψης Θερμικής Ενέργειας στο κτίριο:

Το σύστημα Θέρμανσης Δαπέδου - Ψύξης Οροφής (Ενδοδαπέδια Θέρμανση - Ψύξη), πρέπει να εγκατασταθεί κατά το κτίσιμο του κτιρίου καθώς τοποθετείται στο μπετόν της πλάκας.

Το σύστημα Θέρμανσης - Δροσισμού Δαπέδου, μπορεί να εγκατασταθεί ακόμη και σε υπάρχον κτίριο χωρίς κανένα πρόβλημα. Το Σύστημα Εξαναγκασμένης Κυκλοφορίας (Fan Coil) δεν απαιτεί κάποιες προϋποθέσεις και μπορεί να εγκατασταθεί παντού.

3.4 ΚΟΣΤΟΣ - ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ^[48]

Ενδεικτικός καταμερισμός του κόστους έχει ως εξής:

- Κόστος υλικών και εργασίας για τους κατακόρυφους γεωεναλλάκτες: 45€/m
 - Κόστος υλικών για κατακόρυφο γεωεναλλάκτη: σωλήνες PE με τεμάχιο U συγκολλημένο και βαρίδι, υγρό με αντιψυκτικό και συλλέκτες (κολεκτέρ) για σύνδεση με τους οριζόντιους σωλήνες
 - Κόστος εργασιών για διάνοιξη γεωτρήσεων, κόστος υλικού πλήρωσης & τροφοδότηση
- Κόστος υλικών και εργασίας για το οριζόντιο τμήμα των γεωεναλλακτών: 2,5€/m + 400€
- Κόστος εργασιών & λοιπά εξαρτήματα μηχανοστασίου: 4.000€ (εξαιρούνται ΓΑΘ, δοχείο αδρανείας, boiler)
- Κόστος ΓΑΘ
Ενδεικτικά 10-40kW: 7.000 – 12.000€
- Κόστος συντήρησης συστήματος ΓΑΘ: 400€ ετησίως (οικίες)
- Συνολικό Κόστος για Ανοικτό Σύστημα (χωρίς γεώτρηση,ΦΠΑ): 123€/m²
- Συνολικό Κόστος για Σύστημα Κάθετου Γεωσυλλέκτη,χωρίςΦΠΑ:250€/m²

Ακολουθούν πραγματικά οικονομικά-τεχνικά παραδείγματα συναφή με την κατοικία που θα εξετάσουμε εμείς παρακάτω:

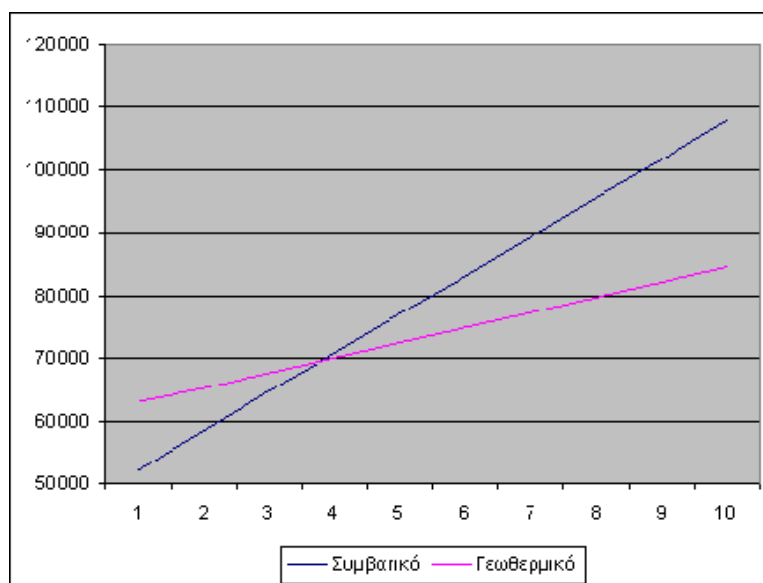
Παράδειγμα 1:^[44]

Σε οικοδομή τριών ορόφων με υπόγειο και σοφίτα, στη Κηφισιά Αττικής, μονωμένη σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό θερμομόνωσης, συνολικής επιφάνειας εξυπηρέτησης 501τμ, υπολογίστηκε ότι το κόστος ενός συμβατικού συστήματος Θέρμανσης - Ψύξης (καλοριφέρ & κλιματιστικά) ανέρχεται σε 46.080 ευρώ, ενώ το κόστος ενός συστήματος με Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας με κάθετο Γεωθερμικό Εναλλάκτη Ανοικτού Κυκλώματος και σύστημα Θέρμανσης Δαπέδου - Ψύξης Οροφής σε 60.520 ευρώ.

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

Το κέρδος στο κόστος λειτουργίας με την Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας υπολογίστηκε στα 3.783 ευρώ/χρόνο, με τιμή πετρελαίου 0,60 ευρώ/λίτρο και τα τότε τιμολόγια της ΔΕΗ (2007). Έτσι το επιπλέον κόστος της επένδυσης αποσβένεται σε 3,8 έτη.

Μετά το πέρας της τετραετίας που γίνεται πλέον η απόσβεση, το Γεωθερμικό Σύστημα Κλιματισμού τον πέμπτο χρόνο λειτουργίας αποδίδει οικονομικά επιτόκιο της τάξης του 10%, ενώ κατά τον δέκατο χρόνο επιτόκιο της τάξης του 23%.



Σχήμα : Συνολικό κόστος ψύξης - θέρμανσης (χωρίς να περιλαμβάνεται κόστος συντήρησης και τιμαριθμικές αναπροσαρμογές)

Παράδειγμα 2: Πολυτεχνείο της Βαλένθια, Ισπανία^[48]

Θέρμανση/ψύξη ενός κτιρίου (250m²)

- 6 Κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες ,βάθους 50m έκαστος
- 1 ΓΑΘ: P=19.3kWth & P=15.9kWc
- Μονάδες fan-coils
- SPFh=3.46 & SPFc=4.36 (απόδοση συστήματος ΓΑΘ)

Παράδειγμα 3:^[48]

- Θερμική απαίτηση 20kWth
 - 3 κατακόρυφοι γεωεναλλάκτες – 90m βάθους (συνολικά 270m)
 - Κόστος εγκατάστασης συστήματος ΓΑΘ 26.150€
 - Κόστος συντήρησης συστήματος ΓΑΘ 400€ ετησίως
- Συγκρίνοντας το σύστημα ΓΑΘ με συμβατικό σύστημα (πετρέλαιο + ηλ.ενέργεια) – ετήσια εξοικονόμηση ενέργειας ~ 65%

Παράδειγμα 4:^[52]

Τοποθεσία: Ντράφι Πεντέλης

Επιφάνεια: 200 m²

Τύπος σωλήνωσης εδάφους: οριζόντια, τριών επιπέδων (1.8,2.5,3.0m)

Ισχύς κλιματισμού: 30kW Θέρμανση, 27KW ψύξη

Εσωτερικές μονάδες: συνδυασμός fan coils & ενδοδαπέδιο

Παράδειγμα 5:^[54]

Σε συγκρότημα δύο εφαπτόμενων μεζονετών, μονωμένων σύμφωνα με τον ελληνικό κανονισμό θερμομόνωσης, συνολικής έκτασης 400 τ.μ. σε περιοχή της Αττικής, υπολογίστηκε ότι η μέγιστη αναγκαία ισχύς θέρμανσης είναι 22 kW, ενώ ψύξης 24 kW, η δε ετησίως απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης είναι 44.000 kWh και ψύξης 25.000 kWh. Το κόστος ενός συμβατικού συστήματος θέρμανσης - ψύξης (καλοριφέρ και κλιματιστικά) ανέρχεται σε 16.060 ευρώ ενώ το κόστος ενός συστήματος με γεωθερμική αντλία θερμότητας, με οριζόντιο γεωθερμικό εναλλάκτη κλειστού κυκλώματος και ενδοδαπέδια θέρμανση ανήλθε σε 23.344 ευρώ. Το κόστος λειτουργίας του συμβατικού συστήματος με τιμή πετρελαίου 0,33 ευρώ/λίτρο και σύμφωνα με τα τότε τιμολόγια της ΔΕΗ θα ανερχόταν σε 3.236 ευρώ το χρόνο, ενώ με τη γεωθερμική αντλία θερμότητας το λειτουργικό κόστος είναι 1.424 ευρώ. Έτσι, η επιπλέον οικονομική επιβάρυνση της επένδυσης αποσβένεται σε οκτώ έτη.

Παράδειγμα 6:^[52]

Κατοικία 280 τ.μ. στα Β. Προάστια της Αθήνας

Μέγιστη αναγκαία ισχύς θέρμανσης : 35 kW

Μέγιστη αναγκαία ισχύς ψύξης : 20 kW

Απαιτούμενη ενέργεια θέρμανσης ετησίως : 52.500 kWh

Απαιτούμενη ενέργεια ψύξης ετησίως : 10.000 kWh

Συμβατικό Σύστημα:

καλοριφέρ για θέρμανση & κλιματιστικά τοίχου split για ψύξη

Κόστος εγκατάστασης : 15.000 ευρώ

Ετήσιο λειτουργικό κόστος : 3.800 ευρώ

Γεωθερμία:

Κρυφοί αεραγωγοί, fan coils, υποδαπέδια για θέρμανση & ψύξη

Κόστος εγκατάστασης : 28.000 ευρώ

Ετήσιο λειτουργικό κόστος : 1.600 ευρώ

Απόσβεση διαφοράς κόστους εγκατάστασης σε 5-7 χρόνια

(*τιμές πετρελαίου & ηλ. ρεύματος 9/2008, οριζόντια σωλήνωση εδάφους)

3.5 Νομοθετικό Πλαίσιο για συστήματα ΓΑΘ^[48] ^[56]

Το Υπουργείο Ανάπτυξης με την Υπουργική Απόφαση Δ9Β,Δ/Φ166/ΟΙΚ 18508/5552/207 ΦΕΚ Β' 1595/25.10.2004

«Άδειες εγκατάστασης για ίδια χρήση ενεργειακών συστημάτων θέρμανσης ή ψύξης χώρων μέσω της εκμετάλλευσης της θερμότητας των γεωλογικών σχηματισμών και των νερών, επιφανειακών και υπόγειων, που δεν χαρακτηρίζονται γεωθερμικό δυναμικό.»

έχει ορίσει τα εξής :

- Όροι, προϋποθέσεις, απαιτούμενα δικαιολογητικά και οι διαδικασίες έκδοσης της απαιτούμενης άδειας
- Έκδοση άδειας από τη Διεύθυνση ή Τμήμα Βιομηχανίας και Ορυκτού Πλούτου της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης που υπάγεται το ακίνητο
- Γεωλογική & Μηχανολογική μελέτη
- Στοιχεία & δικαιολογητικά για το οικόπεδο και την οικοδομή και γενικά το καθεστώς αξιοποίησης της γήινης θερμότητας με την χρήση αντλιών θερμότητας, κατάλληλων για θέρμανση – ψύξη.

Παρά το πλήθος (11) των απαιτούμενων δικαιολογητικών για την έκδοση της σχετικής άδειας από τις Διευθύνσεις Βιομηχανίας και Ορυκτού Πλούτου των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, σε σχέση με το Νόμο 3175/2003 για την αξιοποίηση της γεωθερμικής ενέργειας, η όλη διαδικασία είναι πιο απλή και αποτελεσματική.

Έτσι, όλα τα γεωθερμικά συστήματα κλιματισμού χώρων που δεν χαρακτηρίζονται Γεωθερμικό δυναμικό σύμφωνα με την παρ. 1 του άρθρου 4 της απόφασης Δ9Β, Δ/Φ166/οικ13068/ΓΔΦΠ2488/11-6-09 απαιτούν κατάθεση φακέλου μελέτης στην αρμόδια Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση, στη Διεύθυνση Ανάπτυξης, στο τμήμα Φυσικών Πόρων και Ενέργειας για την έκδοση Άδεια Εγκατάστασης και Λειτουργίας.

Τα μέτρα που ανακοινώθηκαν από το υπουργείο Ανάπτυξης για την ανάδειξη και προώθηση της γεωθερμίας^[55]

Το μέτρο που παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για το ευρύ κοινό αφορά στην απλοποίηση των διαδικασιών για τη χρήση της γεωθερμίας σε οικιακά κτίρια και εγκαταστάσεις. Τα μέτρα αφορούσαν στη μείωση των δικαιολογητικών, την κατάργηση της υποχρέωσης για σύνταξη νέου τοπογραφικού διαγράμματος, αλλά και την υποβολή σε ένα ενιαίο έντυπο της αίτησης και της μελέτης. Παράλληλα η άδεια εκδίδεται πλέον από τις νομαρχίες χωρίς την εμπλοκή των πολεοδομικών υπηρεσιών. Επίσης επιτρέπεται η χρήση κλειστών κυκλωμάτων χωρίς άδεια για χρήση νερού και σε περιοχές που απαγορεύονται οι υδρογεωτρήσεις ενώ επιτρέπεται η χρήση της γεωθερμίας και σε γεωργικές εγκαταστάσεις, όπως είναι τα θερμοκήπια.

3.6 Μελέτη^[57]

3.6.1 Γενικές Πληροφορίες για το Έργο και την Κοστολόγηση

Η παρούσα κοστολόγηση αναφέρεται στην εγκατάσταση γεωθερμικού συστήματος θέρμανσης και δροσισμού μέσω ενδοδαπέδιας θέρμανσης. Ο συνολικός κλιματιζόμενος χώρος της κατοικίας ανέρχεται στα 200 τ.μ.

Η συνολική εγκατάσταση αποτελείται από μία ή περισσότερες γεωθερμικές αντλίες θερμότητας(ΓΑΘ), ένα δοχείο αδρανείας στην προσαγωγή του νερού για άριστη εξοικονόμηση, έναν κεντρικό κυκλοφορητή για την προσαγωγή του νερού στον εν κλιματιζόμενο χώρο, το δίκτυο χαλκοσωληνώσεων και τέλος τον τρόπο μετάδοσης της ενέργειας στο χώρο, ήτοι την ενδοδαπέδια θέρμανση.

Η θέρμανση και ο δροσισμός της εγκατάστασης θα επιτυγχάνεται με ενδοδαπέδια θέρμανση η οποία ελέγχεται από τον κεντρικό θερμοστάτη του κτιρίου και λειτουργεί αυτοτελής χωρίς ζώνες. Θα χρησιμοποιηθεί σωλήνας με φράγμα οξυγόνου και επιπλέον θα τοποθετηθεί περιμετρική ταινία και μονωτικά θερμικά και ήχου. Στην παρούσα κοστολόγηση έχουν υπολογιστεί τα επιμέρους κόστη τόσο για την περίπτωση ανοικτού κυκλώματος όσο και για την περίπτωση του κλειστού. Το κλειστό γεωθερμικό σύστημα αποτελείται είτε από σύστημα οριζόντιου γεωσυλλέκτη, είτε κωνικού, είτε κάθετου.

Αναφέρεται ότι:

Η παρούσα κοστολόγηση ΔΕΝ συμπεριλαμβάνει τις ηλεκτρολογικές παροχές από τη ΔΕΗ στο χώρο του μηχανοστασίου, την παροχή ρεύματος στις μονάδες fan coil, την ανόρυξη των υδρογεωτρήσεων και τις τυχόν χωματουργικές εργασίες. Τέλος στις τιμές δε συμπεριλαμβάνεται η υδραυλική εργασία εντός της κατοικίας και τα έξοδα χαλκοσωλήνων, που σχετίζονται με αυτή.

Ο αλγόριθμος που χρησιμοποιήθηκε προβαίνει σε μία κατ' εκτίμηση και όχι αναλυτική κοστολόγηση του γεωθερμικού συστήματος της κατοικίας, εφόσον λαμβάνει υπόψιν μονάχα τα συνολικά τετραγωνικά μέτρα και την περιοχή, χρησιμοποιώντας μια απλοποιημένη διαδικασία.

Αυτό μπορεί να γίνει ευκολότερα κατανοητό με ένα παράδειγμα. Εάν υπάρχει ένας ενιαίος χώρος 40 τ.μ. όπως ένα καθιστικό, αυτό στην πράξη είναι ορθό να κλιματιστεί με ένα μεγάλο Fan Coil Unit. Επειδή όμως ο αλγόριθμος δε γνωρίζει τα δωμάτια ξεχωριστά, αλλά λαμβάνει υπόψιν και διαιρεί κατάλληλα τη συνολική επιφάνεια, θα υπολόγιζε δύο μικρότερα Fan Coil Units πιστεύοντας ότι πρόκειται για δύο κανονικά δωμάτια και όχι ένα μεγάλο και ενιαίο. Είναι λοιπόν εμφανές ότι το κόστος εδώ θα είχε μια μικρή επιβάρυνση και δε θα ήταν απολύτως ρεαλιστικό.

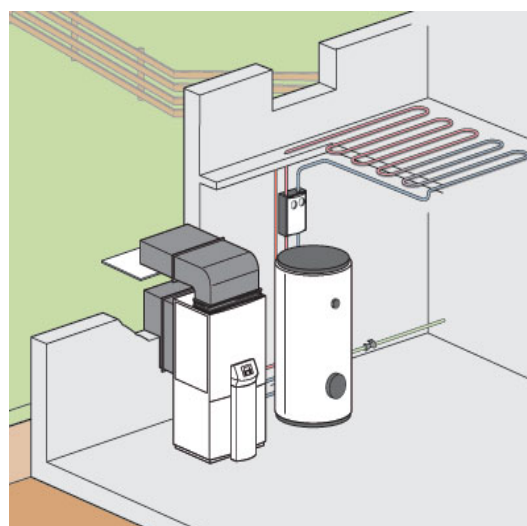
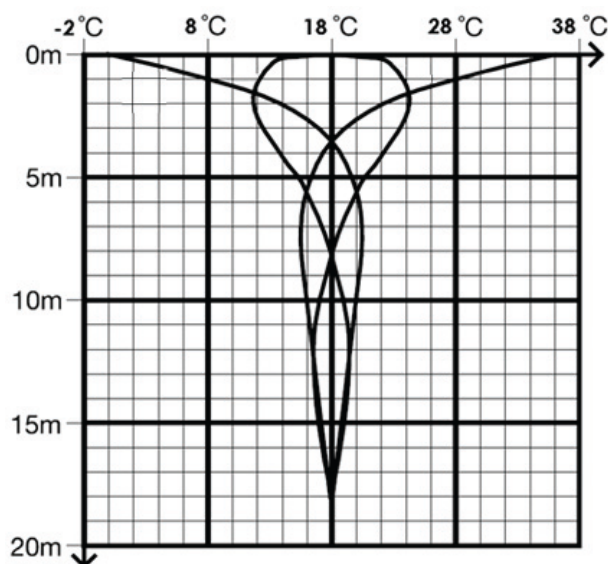
Για την πραγματοποίηση μιας αναλυτικής και ρεαλιστικότερης κοστολόγησης είναι απαραίτητη η γνώση των ορόφων, των τετραγωνικών μέτρων και του ύψους κάθε χώρου, καθώς και ο προσδιορισμός του είδους των δωματίων (υπνοδωμάτιο, καθιστικό, μπάνιο κλπ).

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

| ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΔΑΠΕΔΟΥ ΣΥΝΟΛΙΚΗΣ ΚΑΛΥΨΗΣ 200 τ.μ. | | | |
|--|----------|------------------|------------------|
| Περιγραφή | Ποσότητα | Κόστος /Ποσ. (€) | Ολικό Κόστος (€) |
| Θερμοστάτης Τοίχου | 1 | 116.00 € | 116.00 € |
| Ενδοδαπέδια Θέρμανση REHAU | 200 τ.μ. | 49.5 € | 9900.00 € |
| Ενδοδαπέδια θέρμανση REHAU με σωλήνα Rauterm-S από RAU-VPE (Ρε-Χα) δικτυωμένος με υψηλή πίεση και μια επιπλέον στρώση EVAL, η οποία δε διαπερνάται από το νερό και το οξυγόνο. Ακολουθεί τις προδιαγραφές DIN 4726. Η τοποθέτηση περιλαμβάνει τη χρήση κλιπαριστών ημικελύφων, με αποτέλεσμα η γραμμική διαστολή του σωλήνα, να μην επιφέρει δυσλειτουργία στην εγκατάσταση. Κατά τη διαδικασία κατασκευής της ενδοδαπέδιας θέρμανσης θα τοποθετηθεί περιμετρική ταινία, θερμικές-ηχομονωτικές κονσόλες και συλλέκτης με φράγμα οξυγόνου. Τέλος γίνεται διάστρωση του σωλήνα και τοποθέτηση των σταθμών διανομής. | | | |
| Επιμέρους Κόστος Θέρμανσης (Θ): | | | 10016.00 € |

3.6.2 ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ

Η κοστολόγηση του μηχανοστασίου χωρίζεται σε δύο τμήματα, το πρώτο που αφορά το ανοικτό γεωθερμικό σύστημα και το δεύτερο που αφορά το κλειστό. Ο διαχωρισμός αυτός οφείλεται στο γεγονός ότι η ίδια γεωθερμική αντλία θερμότητας, παρουσιάζει διαφορετικό συντελεστή απόδοσης ανάμεσα στα δύο συστήματα. Ειδικότερα ο συντελεστής απόδοσης εξαρτάται από τη θερμοκρασία του νερού, η οποία στα ανοικτά κυκλώματα αντιπροσωπεύει τη θερμοκρασία του υπόγειου νερού και είναι 16°C, ενώ στα κλειστά τη θερμοκρασία του νερού ανακυκλοφορίας στο γεωσυλλέκτη και είναι 12°C. Επίσης ο συντελεστής απόδοσης έχει άμεση σχέση και με την επιλογή ενδοδαπέδιας θέρμανσης ή Fan Coil Units διότι η θερμοκρασία λειτουργίας επίσης διαφέρει.



| ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ | | | | |
|---|--------------------------|----------|------------------|-------------------|
| Περιγραφή | Τύπος | Ποσότητα | Κόστος /Τεμ. (€) | Ολικό Κόστος (€) |
| Εύκαμπτος Σωλήνας | 1 1/4" | 4 | 31.50 € | 126.00 € |
| Ταύ Συστολικά | 1 1/4" X 1/2" X 1 1/4" | 13 | 8.80 € | 114.40 € |
| Ταύ | 1 1/4" X 1 1/4" X 1 1/4" | 2 | 5.28 € | 10.56 € |
| Σφαιρικοί Κρουνοί Ορειχάλκινοι CIM14 [29-41] | 1/2" | 2 | 5.36 € | 10.72 € |
| Σφαιρικοί Κρουνοί Ορειχάλκινοι CIM14 [29-41] | 1 1/4" | 10 | 16.97 € | 169.70 € |
| Μαστοί Εξάγωνοι | 1 1/4" | 24 | 2.79 € | 66.96 € |
| Φίλτρα Νερού - CIM74A [29-65] | 1 1/4" | 2 | 21.91 € | 43.82 € |
| Θερμόμετρα Οιονοπνέυματος | Με σπείρωμα 1/2" | 5 | 10.00 € | 50.00 € |
| Μανόμετρα | Με σπείρωμα 1/2" | 3 | 10.00 € | 30.00 € |
| Ασφαλιστικά Ορειχάλκινα | 1 1/4" | 1 | 184.07 € | 184.07 € |
| Βαλβίδα Αντεπιστροφής - CIM30 [29-20] | 1 1/4" | 1 | 15.06 € | 15.06 € |
| Ρακόρ - Σύνδεση με κυκλοφορητή | 1 1/4" | 2 | 7.07 € | 14.14 € |
| Επιτηρητές ροής | Με σπείρωμα 1/2" | 2 | 120.00 € | 240.00 € |
| Μαστοί Εξάγωνοι | 1/2" | 2 | 0.91 € | 1.82 € |
| Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ) της εταιρίας FHP | WW120 | 1 | 9525.00 € | 9525.00 € |
| Υδραυλική - Ηλεκτρολογική σύνδεση μηχανοστασίου μη συμπεριλαμβανομένων σωληνώσεων PPR | ---- | --- | 3050.00 € | 3050.00 € |
| Ηλεκτρολογικός Πίνακας Μηχανοστασίου | MITSUBISHI | 1 | 3250.00 € | 3250.00 € |
| Δοχείο Διαστολής χωρητικότητας 80 lt και σύνδεσης 'R1' της εταιρίας GRUNDFOS | GT-HR-80 V | 1 | 115.00 € | 115.00 € |
| Κυκλοφορητής ανακυκλοφορίας 5 m ³ /hr, με μανομετρικό 4.8 m και σύνδεση 'Rp 1' της εταιρίας GRUNDFOS | UPS 25-80 B / 0.3KW | 1 | 346.00 € | 346.00 € |
| Δοχείο Αδραναίας με θερμομόνωση πολυουρεθάνης | 1000 lt | 1 | 1988.00 € | 1988.00 € |
| Επιμέρους Κόστος Μηχανοστασίου (M1): | | | | 19351.25 € |

PLC (ηλεκτρολογικός πίνακας μηχανοστασίου)

Σύμφωνα με την εκάστοτε εγκατάσταση και τον τρόπο λειτουργίας της μονάδας ρυθμίζεται και το PLC ανάλογα ,με αποτέλεσμα τον καλύτερο δυνατό έλεγχο και αυτοματισμό του συστήματος.

Επιπλέον παρέχεται η δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης και ελέγχου του συστήματος, ρύθμισης και βελτιστοποίησης της λειτουργίας, εντοπισμού των σφαλμάτων και επιδιόρθωση αυτών μέσω διαδικτυακής εφαρμογής.



Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

| ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΜΗΧΑΝΟΣΤΑΣΙΟΥ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ | | | | |
|---|---------------------|----------|------------------|-------------------|
| Περιγραφή | Τύπος | Ποσότητα | Κόστος /Τεμ. (€) | Ολικό Κόστος (€) |
| Εύκαμπτος Σωλήνας | 1" | 8 | 28.00 € | 224.00 € |
| Ταύ Συστολικά | 1" X 1/2" X 1" | 26 | 5.58 € | 145.08 € |
| Ταύ | 1" X 1" X 1" | 4 | 2.82 € | 11.28 € |
| Σφαιρικοί Κρουνοί Ορειχάλκινοι CIM14 [29-41] | 1/2" | 4 | 5.36 € | 21.44 € |
| Σφαιρικοί Κρουνοί Ορειχάλκινοι CIM14 [29-41] | 1" | 20 | 10.42 € | 208.40 € |
| Μαστοί Εξάγωνοι | 1" | 48 | 1.53 € | 73.44 € |
| Φίλτρα Νερού - CIM74A [29-65] | 1" | 4 | 14.54 € | 58.16 € |
| Θερμόμετρα Οινοπνεύματος | Με σπειρώμα 1/2" | 10 | 10.00 € | 100.00 € |
| Μανόμετρα | Με σπειρώμα | 6 | 10.00 € | 60.00 € |
| Ασφαλιστικά Ορειχάλκινα | 1" | 2 | 135.38 € | 270.76 € |
| Βαλβίδα Αντεπιστροφής - CIM30 [29-20] | 1" | 2 | 10.60 € | 21.20 € |
| Ρακόρ - Σύνδεση με κυκλοφορητή | 1" | 4 | 6.68 € | 26.72 € |
| Επιτηρητές ροής | Με σπειρώμα 1/2" | 4 | 120.00 € | 480.00 € |
| Μαστοί Εξάγωνοι | 1/2" | 4 | 0.91 € | 3.64 € |
| Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας (ΓΑΘ) της εταιρίας FHP | WW048 | 2 | 3920.00 € | 7840.00 € |
| Υδραυλική - Ηλεκτρολογική σύνδεση μηχανοστασίου μη συμπεριλαμβανομένων σωληνώσεων PPR | ----- | --- | 4000.00 € | 4000.00 € |
| Ηλεκτρολογικός Πίνακας Μηχανοστασίου | MITSUBISHI | 1 | 3800.00 € | 3800.00 € |
| Δοχείο Διαστολής χωρητικότητας 80 lt και σύνδεσης 'R1' της εταιρίας GRUNDFOS | GT-HR-80 V | 1 | 115.00 € | 115.00 € |
| Κυκλοφορητής ανακυκλοφορίας 4 m ³ /hr, με μανομετρικό 1.6 m και σύνδεση 'Rp 1' της εταιρίας GRUNDFOS | UPS 25-60 B / 0.3KW | 1 | 335.00 € | 335.00 € |
| Δοχείο Αδρανείας με θερμομόνωση πολυουρεθάνης | 500 lt | 1 | 1326.00 € | 1326.00 € |
| Επιμέρους Κόστος Μηχανοστασίου (M2): | | | | 19120.12 € |

Στην παρούσα κοστολόγηση χρησιμοποιούνται 2 Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας με στόχο την ενεργειακή βελτιστοποίηση του συστήματος. Αυτό συνεπάγεται ότι τα φορτία αιχμής καλύπτονται και από τις δύο, ενώ τα φορτία συντήρησης από τη μία.

3.6.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά μονάδας

| ΑΝΟΙΚΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ - ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ FHP WW120 | | | | | | | |
|---|--------------|--------|------------|---------|---------|----------|---------|
| ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ | | | | | | | |
| Αριθμός Φάσεων | Τάση (V) | Stages | Συμπιεστής | | | Ασφάλεια | |
| | | | Αριθμός | RLA (A) | LRA (A) | MCA (A) | MFS (W) |
| 3 | 380-420/3/50 | 1 | 1 | 17,9 | 118 | 22,4 | 40 |

Ηλεκτρολογικές Προδιαγραφές

RLA – Running Low Amps

LRA – Lock Rotor Amps (starting up)

MCA – Minimum Current Amps

MFS – Maximum Fuse Size

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

| ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ | | ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ | |
|------------------------------------|--------|--------------------------------|--------|
| ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ | | ΠΗΓΗ | |
| Θερμοκρασία Εισόδου Συμπυκνωτή (C) | 23,00 | Θερμοκρασία Εισόδου Πηγής (C) | 16,00 |
| Θερμοκρασία Εξόδου Συμπυκνωτή (C) | 30,060 | Θερμοκρασία Εξόδου Πηγής (C) | 11,020 |
| Παροχή (l/s) | 1,77 | Παροχή (l/s) | 1,77 |
| Πτώση Πίεσης (kPa) | 32,4 | Πτώση Πίεσης (kPa) | 35,0 |
| % Ποσοστό Προπυλενίου Γλυκόλης | 0 | % Ποσοστό Προπυλενίου Γλυκόλης | 0 |
| Σημείο Πήξης | 0 | Σημείο Πήξης | 0 |

| ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ | | ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ | |
|-----------------------------------|------|-------------------------------------|------|
| Θερμοκρασία Εισόδου Εξατμιστή (C) | 22,7 | Θερμ/σία Εισόδου Ανακυκλοφορίας (C) | 29,3 |
| Θερμοκρασία Εξόδου Εξατμιστή (C) | 15,0 | Θερμ/σία Εξόδου Ανακυκλοφορίας (C) | 37,0 |
| Παροχή (l/s) | 1,39 | Παροχή (l/s) | 1,39 |
| Πτώση Πίεσης (kPa) | 21,9 | Πτώση Πίεσης (kPa) | 20,2 |
| % Ποσοστό Προπυλενίου Γλυκόλης | 0 | % Ποσοστό Προπυλενίου Γλυκόλης | 0 |
| Σημείο Πήξης | 0 | Σημείο Πήξης | 0 |

| | | | |
|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| Ψυκτικά Φορτία (W) | 44872 | Θερμικά Φορτία (W) | 44989 |
| Κατανάλωση Ηλεκτρ. Ενέργειας (W) | 7314 | Κατανάλωση Ηλεκτρ. Ενέργειας (W) | 8184 |
| Συντελεστής Απόδοσης COP (W/W) | 6,1 | Συντελεστής Απόδοσης COP (W/W) | 5,5 |
| Αποδιδόμενη Ενέργεια (W) | 52184 | Απορροφούμενη Ενέργεια (W) | 36808 |

| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ | | | |
|---------------------------|----|----------------------|-----------|
| Μήκος (inch) | 28 | Βάρος (Kg) | 227 |
| Πλάτος (inch) | 46 | Σύνδεση με ΓΑΘ | 1 1/4" |
| Ύψος (inch) | 32 | Κόστος / Τεμάχιο (€) | 9525.00 € |

| ΚΛΕΙΣΤΟ ΚΥΚΛΩΜΑ - ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗΣ ΑΝΤΛΙΑΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ FHP WW048 | | | | | | | |
|---|--------------|------------|---------|---------|----------|---------|---------|
| ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ | | | | | | | |
| Αριθμός | Τάση | Συμπιεστής | | | Ασφάλεια | | |
| Φάσεων | (V) | Stages | Αριθμός | RLA (A) | LRA (A) | MCA (A) | MFS (W) |
| 3 | 380-420/3/50 | 1 | 1 | 7,1 | 48 | 8,9 | 15 |

| ΨΥΚΤΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ | | ΘΕΡΜΙΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ | |
|------------------------------------|--------|--------------------------------|-------|
| ΣΥΜΠΥΚΝΩΤΗΣ | | ΠΗΓΗ | |
| Θερμοκρασία Εισόδου Συμπυκνωτή (C) | 23,00 | Θερμοκρασία Εισόδου Πηγής (C) | 12,00 |
| Θερμοκρασία Εξόδου Συμπυκνωτή (C) | 30,017 | Θερμοκρασία Εξόδου Πηγής (C) | 7,611 |
| Παροχή (l/s) | 0,64 | Παροχή (l/s) | 0,64 |
| Πτώση Πίεσης (kPa) | 26,3 | Πτώση Πίεσης (kPa) | 30,8 |
| % Ποσοστό Προπυλενίου Γλυκόλης | 20,00 | % Ποσοστό Προπυλενίου Γλυκόλης | 20,00 |
| Σημείο Πήξης | -7,47 | Σημείο Πήξης | -7,47 |

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

| ΕΞΑΤΜΙΣΤΗΣ | | ΑΝΑΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ | |
|-----------------------------------|------|-------------------------------------|------|
| Θερμοκρασία Εισόδου Εξατμιστή (C) | 22,3 | Θερμ/σία Εισόδου Ανακυκλοφορίας (C) | 30,3 |
| Θερμοκρασία Εξόδου Εξατμιστή (C) | 15,0 | Θερμ/σία Εξόδου Ανακυκλοφορίας (C) | 37,1 |
| Παροχή (l/s) | 0,51 | Παροχή (l/s) | 0,51 |
| Πτώση Πίεσης (kPa) | 15,3 | Πτώση Πίεσης (kPa) | 14,0 |
| % Ποσοστό Προπυλενίου Γλυκόλης | 0 | % Ποσοστό Προπυλενίου Γλυκόλης | 0 |
| Σημείο Πήξης | 0 | Σημείο Πήξης | 0 |

| | | | |
|----------------------------------|-------|----------------------------------|-------|
| Ψυκτικά Φορτία (W) | 15578 | Θερμικά Φορτία (W) | 14462 |
| Κατανάλωση Ηλεκτρ. Ενέργειας (W) | 2621 | Κατανάλωση Ηλεκτρ. Ενέργειας (W) | 3082 |
| Συντελεστής Απόδοσης COP (W/W) | 5,9 | Συντελεστής Απόδοσης COP (W/W) | 4,7 |
| Αποδιδόμενη Ενέργεια (W) | 18198 | Απορροφούμενη Ενέργεια (W) | 11381 |

| ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ - ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ | | | |
|---------------------------|-------|----------------------|-----------|
| Μήκος (cm) | 32,5 | Βάρος (Kg) | 136 |
| Πλάτος (cm) | 24 | Σύνδεση με ΓΑΘ | 1' |
| Ύψος (cm) | 24,25 | Κόστος / Τεμάχιο (€) | 3920.00 € |

3.6.4 Εξοικονόμηση ενέργειας

Η εκτίμηση του κόστους λειτουργίας που ακολουθεί, είναι βασισμένη στα τελευταία οικονομικά στοιχεία. Δίδεται η ωριαία κατανάλωση και εξοικονόμηση της ενέργειας, ενώ αναφέρονται οι συνολικές βαθμομέρες που προτείνονται από το Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδος για ολόκληρη την Ελληνική επικράτεια.

Στην εκτίμηση που ακολουθεί γίνεται αναφορά σε ολόκληρη την ενεργειακή κατανάλωση του κτιρίου, ανεξαρτήτως αυτόνομων τμημάτων - που ενδεχομένως να υπάρχουν - και ετεροχρονισμού της λειτουργίας της εγκατάστασης.

Υποθέσεις:

- Μία συνεχόμενη ώρα λειτουργίας για κάθε περίπτωση
- Αγορά πετρελαίου θέρμανσης 0,60 € / λίτρο
- Θερμογόνος δύναμη πετρελαίου 10250 Kcal / Kgr
- Αγορά φυσικού αερίου 0,536 € / m³
- Θερμογόνος δύναμη φυσικού αερίου 8285 Kcal / m³
- Συντελεστής απόδοσης καυστήρα 90%
- Πυκνότητα πετρελαίου 0,83 Kgr / λίτρο
- Συντελεστής προσαύξησης του λέβητα 20% - προαιρετική – ΔΕΝ ΠΕΡΙΛΑΜΒΑΝΕΤΑΙ
- Αγορά ηλεκτρικής ενέργειας 0.12 ευρώ ανά KWh για ολόκληρη τη δίμηνη κατανάλωση
- Θερμοκρασία παροχής υπογείου νερού 16.00° C (ανοικτό κύκλωμα) ή νερού ανακυκλοφορίας 12.00° C (κλειστό κύκλωμα)
- Βαθμομέρες θέρμανσης / ψύξης βάση στατιστικών δεδομένων: 1228 ώρες ανά έτος / 2836 ώρες ανά έτος

Σημειώνεται ότι:

Η εξοικονόμηση της ενέργειας προϋποθέτει την κατάλληλη σκίαση για την βέλτιστη λειτουργία του κλιματισμού. Προτείνεται να μελετηθεί το κέλυφος του κτιρίου ούτως ώστε να βελτιστοποιηθούν οι απώλειες φορτίου. Η οικονομικότερη λύση για περαιτέρω εξοικονόμηση ενέργειας αποτελείται από την εγκατάσταση μονάδων διόρθωσης του συνημίτονου, στον κεντρικό ηλεκτρολογικό πίνακα του κτιρίου.

| ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ & ΧΡΗΜΑΤΩΝ ΣΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗ | | | | | |
|---|----------------|-------------|------------------|--------------|------------------|
| Περιγραφή | Κόστος (€/ώρα) | ΤΕΕ 18,3° C | | ΤΕΕ 20-22° C | |
| Ανοικτό γεωθερμικό σύστημα με 2 υδρογεωτρήσεις (απαραίτητη η κατανάλωση ρεύματος στην υποβρύχια αντλία). Θερμική ικανότητα ΓΑΘ 44.99 KW με συντελεστή απόδοσης 5.5 και συνολική κατανάλωση 8.73 KW (υποβρύχια αντλία 0.55 KW) | 1.04 € | 1228 | 1277.12 € / έτος | 1657 | 1723.28 € / έτος |
| Κλειστό γεωθερμικό σύστημα (απαραίτητη η κατανάλωση ρεύματος στον κυκλοφορητή του γεωσυσλλέκτη). Θερμική ικανότητα ΓΑΘ 28.92 KW με συντελεστή απόδοσης 4.7 και συνολική κατανάλωση 6.76 KW | 0.8 € | 1228 | 982.40 € / έτος | 1657 | 1325.60 € / έτος |
| Σύστημα καυστήρα πετρελαίου ισοδύναμης ενεργειακής απόδοσης - χωρίς προσαύξηση στο λέβητα για να επιτύχουμε ισοδύναμες αποδόσεις [20000 Kcal / hr] | 1.57 € | 1228 | 1927.96 € / έτος | 1657 | 2601.49 € / έτος |
| Σύστημα καυστήρα φυσικού αερίου ισοδύναμης ενεργειακής απόδοσης - χωρίς προσαύξηση στο λέβητα για να επιτύχουμε ισοδύναμες αποδόσεις [20000 Kcal / hr] | 1.44 € | 1228 | 1768.32 € / έτος | 1657 | 2386.08 € / έτος |

3.6.5 Εξέταση των 4 διαφορετικών γεωθερμικών συστημάτων

Παρακάτω ακολουθεί μια αναλυτικότερη εξέταση των επιλογών που έχουμε στις διατάξεις ενός γεωθερμικού συστήματος.

3.6.5.1 Ανοικτό γεωθερμικό σύστημα

Στην παρούσα κοστολόγηση δε συμπεριλαμβάνεται το κόστος ανόρυξης των υδρογεωτρήσεων που απαιτούνται για το Ανοικτό Γεωθερμικό Σύστημα. Αυτό συμβαίνει διότι δεν μπορούμε να γνωρίζουμε εκ των προτέρων το ακριβές βάθος που υπάρχουν υπόγεια νερά, στην περιοχή όπου βρίσκεται η κατοικία. Επιπρόσθετα δε συμπεριλαμβάνονται το υποβρύχιο μηχάνημα, η σωλήνωση και η χαλίκωση της υδρογεώτρησης. Σε ότι αφορά την εξοικονόμηση ενέργειας καθίσταται πιο δύσκολος ο προσδιορισμός ακριβών στοιχείων, εφόσον δε γνωρίζουμε την ισχύ του αντλητικού συγκροτήματος που θα τοποθετηθεί. Για να λειτουργήσει η Γεωθερμική Αντλία Θερμότητας του ανοικτού συστήματος, απαιτείται παροχή νερού 3 κυβικών μέτρων την ώρα. Υπάρχει περίπτωση, η συγκεκριμένη περιοχή να μη δύναται να δώσει μία τέτοιου μεγέθους παροχή, οπότε ακολουθείται εναλλακτικό σενάριο, σύμφωνα με το οποίο τοποθετούνται δύο αντλίες θερμότητας εν σειρά, αντί μίας. Έτσι κάθε γεωθερμική αντλία θα χρειάζεται τώρα 1.5 κυβικά μέτρα νερού για να λειτουργήσει και επιπλέον θα έχετε το πλεονέκτημα της οικονομικότερης λειτουργίας. Το σενάριο αυτό θα πρέπει να σημειωθεί ότι δεν μπορεί να λειτουργήσει στα κλειστά συστήματα. Το Ανοικτό Σύστημα προϋποθέτει

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

τουλάχιστον δύο υδρογεωτρήσεις για τη λειτουργία του, μία άντλησης του νερού και μία εμπλουτισμού (επιστροφής) του υδροφόρου ορίζοντα. Ωστόσο είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν περισσότερες των δύο υδρογεωτρήσεων, όταν η υδροφορία του νερού δεν επαρκεί.

3.6.5.2 Επιμέρους κοστολόγηση κλειστού συστήματος οριζόντιας διάταξης

| ΓΕΩΣΥΛΛΕΚΤΗΣ - ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ | | | |
|---|---|--|-------------------|
| Περιγραφή | Ποσότητα | Κόστος / Ποσ. (€) | Ολικό Κόστος (€) |
| Γεωσυλλέκτης κατάλληλος για 30KW συνολικών θερμικών φορτίων, εταιρίας Chevron Philips, πολυαιθυλενίου SCH 11 Απαιτείται η δημιουργία 16 τάφρων μήκους 20 μέτρων, φάρδους 0,95 και βάθους 1,2 μέτρων | 3818 m | 0.48 € | 1832.64 € |
| Δοχείο Διαστολής χωρητικότητας 12 lt και σύνδεσης 'R3/4' της εταιρίας GRUNDFOS | 2 | 31.00 € | 62.00 € |
| Δοχείο Αδρανείας με θερμομόνωση πολυουρεθάνης χωρητικότητας 200 lt | 2 | 767.00 € | 1534.00 € |
| Κυκλοφορητής ανακυκλοφορίας 3 m ³ /hr, με μανομετρικό 9.2 m και σύνδεση 'DN 32' της εταιρίας GRUNDFOS (μοντέλο UPS 32-120 F) | 2 | 666.00 € | 1332.00 € |
| Αυτόματος Πλήρωσης δικτύων | 2 | 72.00 € | 144.00 € |
| Προκατασκευή slinky coils γεωσυλλέκτη έτοιμα για τοποθέτηση | 16 x 250 | 0.4668 € | 1867.20 € |
| Τυπική εκτίμηση κόστους τοποθέτησης γεωσυλλέκτη (εργασία) | 16 | 72.00 € | 1152.00 € |
| Προπυλένιο γλυκόλη (αντιψυκτικό) συμπεριλαμβανομένης τοποθέτησης και μεταφοράς | 340 lt | 7.00 € | 2380.00 € |
| Κεντρικός Διανομέας Γεωσυλλέκτη (εντός μηχανοστασίου) | 2 | 362 € | 724.00 € |
| Επιφάνεια (σε ένα επίπεδο) / Όγκος Εκσκαφής | 304 m ² / 366 m ³ | Οι χωματουργικές εργασίες δε συμπεριλαμβάνονται στην κοστολόγηση | |
| Επιμέρους Κόστος Γεωσυλλέκτη Οριζόντιας Διάταξης (Κ1): | | | 11027.84 € |

Πριν την τοποθέτηση του γεωσυλλέκτη απαιτείται μία προεργασία αυτού και προετοιμασία για να τοποθετηθεί στο σκάμμα. Η εκτίμηση του κόστους τοποθέτησης, όπως αυτό αναφέρεται στον πίνακα, περιλαμβάνει τις ανωτέρω εργασίες καθώς και τη διαδικασία τοποθέτησης του γεωσυλλέκτη. Η κοστολόγηση δε συμπεριλαμβάνει τις χωματουργικές εργασίες που απαιτούνται, ενώ τέλος τα έξοδα μεταφοράς του γεωσυλλέκτη δεν επιβαρύνουν την εταιρία μας.

Στην εκτίμηση της εγκατάστασης θεωρήθηκε χρήση μονάχα Slinky Coils και όχι ευθύγραμμων τμημάτων από πολυαιθυλένιο. Η ιδανική διάταξη στον περιβάλλοντα χώρο είναι δύο τάφροι μήκους 20 μέτρων και πλάτους 80 εκατοστών σε βάθος 1 μέτρου, οι οποίες όμως να έχουν μεταξύ τους ένα κενό εδάφους πλάτους 80 εκατοστών, το οποίο να μην είναι εκμεταλλεύσιμο. Αυτό βέβαια αυξάνει τις απαιτήσεις του περιβάλλοντα χώρου αλλά είναι σημαντικό, διότι συμβάλλει στην αποφόρτιση του εδάφους και στην άντληση της θερμότητας από το υπέδαφος. Εναλλακτικά είναι δυνατή η τοποθέτηση του γεωσυλλέκτη κάθετα σε βάθος 1.80 μέτρων.

Η επιφάνεια του περιβάλλοντα χώρου που απαιτεί το γεωθερμικό σύστημα, είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθεί ή ακόμα και να εκμηδενιστεί, αν η κατοικία είναι υπό κατασκευή και πιο συγκεκριμένα αν δεν έχει πέσει το μπετόν καθαριότητας. Σε αυτή την περίπτωση εκμεταλλευόμαστε την

εκσκαφή που έχει ήδη γίνει, τοποθετώντας γεωσυλλέκτες κάτω από το μπετόν καθαριότητας. Εάν τώρα οι γεωσυλλέκτες δεν επαρκούν, επιπλέον γεωσυλλέκτες τοποθετούνται περιμετρικά, έχοντας όμως μειώσει δραματικά τις ανάγκες σε περιβάλλοντα χώρο, καθώς επίσης και τον όγκο των χωματουργικών εργασιών, με απώτερο σκοπό την εξοικονόμηση χρημάτων.

Δοχείο Αδρανείας

Το δοχείο αδρανείας δεν είναι απαραίτητο στα κλειστά κυκλώματα και η τοποθέτηση του μπορεί και να αποφευχθεί. Παρόλα αυτά προτείνεται η χρήση δοχείου αδρανείας διότι μέσω αυτού επιτυγχάνεται μεγαλύτερη εξοικονόμηση ενέργειας και για αυτό το λόγο έχει συμπεριληφθεί και στην παρούσα κοστολόγηση.

3.6.5.3 Επιμέρους κοστολόγηση κλειστού συστήματος κωνικής διάταξης

| ΓΕΩΣΥΛΛΕΚΤΗΣ - ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ | | | |
|--|---|--|-------------------|
| Περιγραφή | Ποσότητα | Κόστος /Ποσ. (€) | Ολικό Κόστος (€) |
| Γεωσυλλέκτης κατάλληλος για 30KW συνολικών θερμικών φορτίων, εταιρίας Chevron Philips, πολυαιθυλενίου SCH 11 Απαιτείται η δημιουργία 14 τάφρων 3,2 x 3,2 και βάθους 3,5 μέτρων | 3098 m | 0.48 € | 1487.04 € |
| Δοχείο Διαστολής χωρητικότητας 18 lt και σύνδεσης 'R3/4' της εταιρίας GRUNDFOS | 2 | 34.00 € | 68.00 € |
| Δοχείο Αδρανείας με θερμομόνωση πολυουρεθάνης χωρητικότητας 200 lt | 2 | 767.00 € | 1534.00 € |
| Κυκλοφορητής ανακυκλοφορίας 3 m ³ /hr, με μανομετρικό 9.2 m και σύνδεση 'DN 32' της εταιρίας GRUNDFOS (μοντέλο UPS 32-120 F) | 2 | 666.00 € | 1332.00 € |
| Αυτόματος Πλήρωσης δικτύων | 2 | 72.00 € | 144.00 € |
| Προκατασκευή ικρίωματος κωνικού γεωσυλλέκτη (εργασία και τοποθέτηση) | 14 | 168.70 € | 2361.80 € |
| Σκελετός κώνου INOX 304 (4 τεμάχια ανά κώνο) | 14 | 137.00 € | 1918.00 € |
| Προπυλένιο γλυκόλη (αντιψικτικό) συμπεριλαμβανομένης τοποθέτησης και μεταφοράς | 284 lt | 7.00 € | 1988.00 € |
| Κεντρικός Διανομέας Γεωσυλλέκτη (εντός μηχανοστασίου) | 2 | 322 € | 644.00 € |
| Επιφάνεια / Όγκος Εκσκαφής | 144 m ² / 502 m ³ | Οι χωματουργικές εργασίες δε συμπεριλαμβάνονται στην κοστολόγηση | |
| Επιμέρους Κόστος Γεωσυλλέκτη Κωνικής Διάταξης (Κ2): | | | 11476.84 € |

Πριν την τοποθέτηση του κωνικού γεωσυλλέκτη απαιτείται μία προεργασία και πιο συγκεκριμένα η προκατασκευή του ικρίωματος. Στην κοστολόγηση συμπεριλαμβάνεται η προαναφερθείσα εργασία καθώς και το κόστος αγοράς του σκελετού INOX που χρειάζεται, συμπεριλαμβανομένων και των πλαστικών, τα οποία δίνουν το βήμα στην κυκλική ανακυκλοφορία του νερού. Σημειωτέον ότι η κοστολόγηση δε συμπεριλαμβάνει τις χωματουργικές εργασίες που απαιτούνται για την ταφή των κώνων, ενώ τέλος τα έξοδα μεταφοράς του γεωσυλλέκτη επιβαρύνουν τον ιδιώτη.

Κεφάλαιο 3: Γεωθερμία

3.6.5.4 Επιμέρους κοστολόγηση κλειστού συστήματος κάθετης διάταξης

| ΓΕΩΣΥΛΛΕΚΤΗΣ - ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΚΑΘΕΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ | | | |
|--|----------------|------------------------------|-------------------|
| Περιγραφή | Ποσότητα | Κόστος / Ποσ. (€) | Ολικό Κόστος (€) |
| Γεωσυλλέκτης κατάλληλος για 30KW ενεργειακού φορτίου, εταιρίας Rehau PE100, συμπεριλαμβανομένων μετατροπέα, βαριδιού, σωλήνα γεμίματος και αποστατών Απαιτείται η δημιουργία 4 κάθετων οπών διαμέτρου 15 εκατοστών και βάθους 75 μέτρων | 4 οπές | 921.30 € | 3685.20 € |
| Δοχείο Διαστολής χωρητικότητας 8 lt και σύνδεσης 'R3/4' της εταιρίας GRUNDFOS | 2 | 28.00 € | 56.00 € |
| Δοχείο Αδρανείας με θερμομόνωση πολυουρεθάνης χωρητικότητας 200 lt | 2 | 767.00 € | 1534.00 € |
| Κυκλοφορητής ανακυκλοφορίας 3 m3/hr, με μονομετρικό 9.2 m και σύνδεση 'DN 32' της εταιρίας GRUNDFOS (μοντέλο UPS 32-120 F) | 2 | 666.00 € | 1332.00 € |
| Τυπική εκτίμηση κόστους ανόρυξης και τοποθέτησης του Γεωσυλλέκτη (εργασία) | 300 m 4 οπές | 25.00 € / m 250.00 € / οπή | 8500.00 € |
| Geo Pro "Lite" Υψηλής Θερμικής Αγωγιμότητας / Πυριτική Άμμος 99% SiO ₂ | 22 70 σακιά | 28.93 6.44 € / σακί | 1087.26 € |
| Προπυλένιο γλυκόλη (αντιψυκτικό) συμπεριλαμβανομένης τοποθέτησης και μεταφοράς | 85 lt | 7.00 € | 595.00 € |
| Κεντρικός Διανομέας Γεωσυλλέκτη (εντός μηχανοστασίου) | 2 | 122 € | 244.00 € |
| Επιμέρους Κόστος Γεωσυλλέκτη Κάθετης Διάταξης (Κ3): | | | 17033.46 € |

Πριν την τοποθέτηση του γεωσυλλέκτη απαιτείται μία προεργασία αυτού και προετοιμασία για να τοποθετηθεί. Η εκτίμηση του κόστους τοποθέτησης, όπως αυτό αναφέρεται στον πίνακα, περιλαμβάνει τις ανωτέρω εργασίες καθώς και τη διαδικασία τοποθέτησης του γεωσυλλέκτη. Η κοστολόγηση δε συμπεριλαμβάνει το κόστος της ανόρυξης των κάθετων οπών, που απαιτούνται, ενώ τέλος τα έξοδα μεταφοράς του γεωσυλλέκτη δεν επιβαρύνουν την εταιρία .

Η εταιρία δε χρησιμοποιεί αποστάτες κατά τη διαδικασία τσιμέντωσης της γεώτρησης με αποτέλεσμα να επιτυγχάνει σημαντική μείωση, της ποσότητας του μπετονίτη που απαιτείται. Το συγκεκριμένο μίγμα μπετονίτη που χρησιμοποιείται βοηθάει στη μετάδοση τη θερμότητας. Επίσης η εταιρία δε χρησιμοποιεί τετραπλούς γεωσυλλέκτες παρά μόνο διπλούς. Αυτό συμβαίνει γιατί ένας τετραπλός γεωσυλλέκτης παρουσιάζει θερμική συσσώρευση στο κέντρο του, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται, μετά από κάποια χρόνια, ρωγμές στον μπετονίτη. Επειδή όμως η σωλήνα έχει γίνει ένα με τον μπετονίτη, υπάρχει πολύ μεγάλη πιθανότητα θραύσης και κατά συνέπεια διαρροών.

3.6.6 Κόστος

| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ | |
|---|-------------------|
| Περιγραφή Επιμέρους Κόστους | Κόστος (€) |
| Επιμέρους Κόστος Θέρμανσης (Θ) | 10016.00 € |
| Επιμέρους Κόστος Μηχανοστασίου Ανοικτού Κυκλώματος (M1) | 19351.25 € |
| Τελικό Κόστος [Θ + M1]: | 29367.25 € |

| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΑΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ | |
|---|-------------------|
| Περιγραφή Επιμέρους Κόστους | Κόστος (€) |
| Επιμέρους Κόστος Θέρμανσης (Θ) | 10016.00 € |
| Επιμέρους Κόστος Μηχανοστασίου Κλειστού Κυκλώματος Οριζόντιας Διάταξης (M2) | 19120.12 € |
| Επιμέρους Κόστος Γεωσυλλέκτη Κλειστού Κυκλώματος Οριζόντιας Διάταξης (K1) | 11027.84 € |
| Τελικό Κόστος [Θ + M2 + K1]: | 40163.96 € |

| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΚΩΝΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ | |
|--|-------------------|
| Περιγραφή Επιμέρους Κόστους | Κόστος (€) |
| Επιμέρους Κόστος Θέρμανσης (Θ) | 10016.00 € |
| Επιμέρους Κόστος Μηχανοστασίου Κλειστού Κυκλώματος Κωνικής Διάταξης (M2) | 19120.12 € |
| Επιμέρους Κόστος Γεωσυλλέκτη Κλειστού Κυκλώματος Κωνικής Διάταξης (K2) | 11476.84 € |
| Τελικό Κόστος [Θ + M2 + K2]: | 40612.96 € |

| ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΚΛΕΙΣΤΟΥ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΚΑΘΕΤΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ | |
|--|-------------------|
| Περιγραφή Επιμέρους Κόστους | Κόστος (€) |
| Επιμέρους Κόστος Θέρμανσης (Θ) | 10016.00 € |
| Επιμέρους Κόστος Μηχανοστασίου Κλειστού Κυκλώματος Κάθετης Διάταξης (M2) | 19120.12 € |
| Επιμέρους Κόστος Γεωσυλλέκτη Κλειστού Κυκλώματος Κάθετης Διάταξης (K3) | 17033.46 € |
| Τελικό Κόστος [Θ + M2 + K3]: | 46169.58 € |

Παρακάτω αναφέρεται επιγραμματικά τι δε συμπεριλαμβάνεται στην παρούσα κοστολόγηση:

- Φόρος Προστιθέμενης Αξίας (ΦΠΑ)
- Ηλεκτρολογικές παροχές και συνδέσεις από τη ΔΕΗ
- Ανόρυξη υδρογεωτρήσεων και χωματουργικές εργασίες
- Υδραυλική εργασία και έξοδα χαλκοσωλήνων
- Αμοιβή υδραυλικού για την τοποθέτηση των FCU
- Τα έξοδα μεταφοράς του γεωσυλλέκτη
- Κόστος κεντρικού διανομέα

Προαιρετικά, εφόσον επιθυμείται ο απομακρυσμένος έλεγχος και η παρακολούθηση του γεωθερμικού συστήματος μέσω του διαδικτυακού λογισμικού e-Monitoring απαιτείται αγορά και εγκατάσταση του κατάλληλου Modem της εταιρίας Mitsubishi. Η επιβάρυνση στο τελικό κόστος ανέρχεται στα 400 ευρώ.

3.6.7 Συμπεράσματα

Το κόστος εγκατάστασης του συστήματος γεωθερμίας προκύπτει περίπου τετραπλάσιο από ένα συμβατικό σύστημα θέρμανσης.

Το κόστος λειτουργίας όμως είναι περίπου μισό.

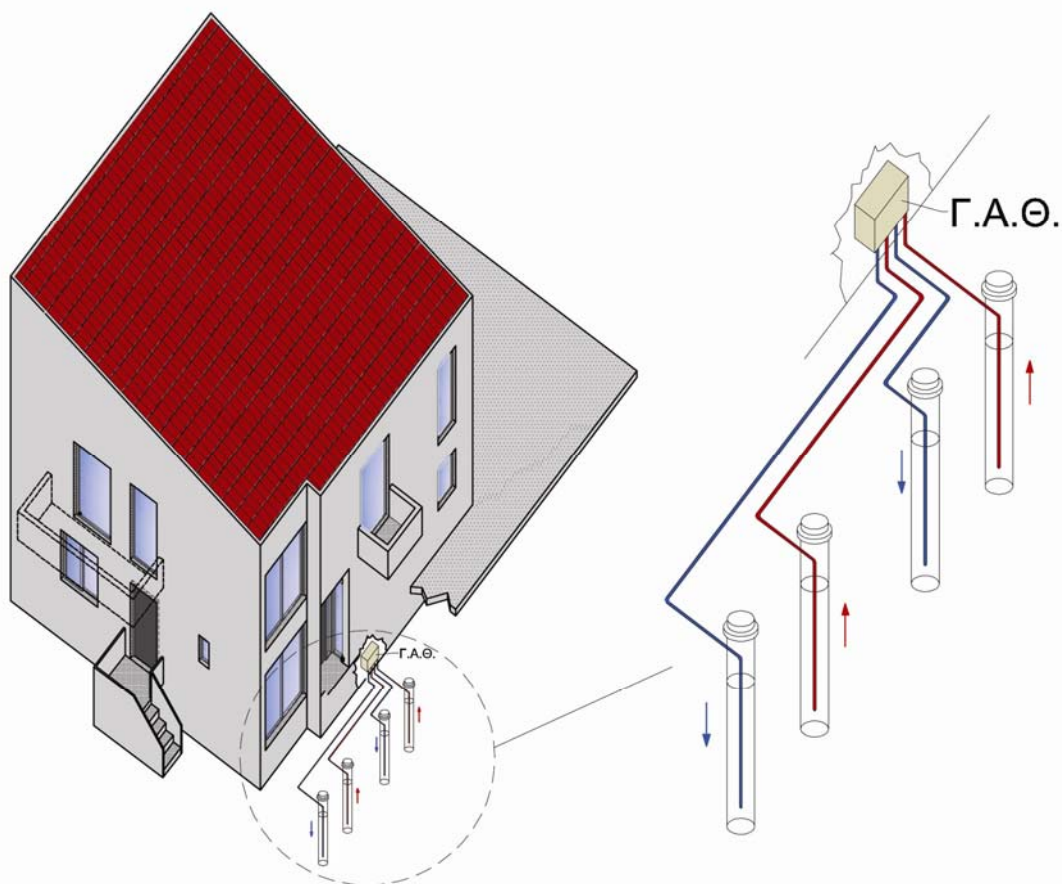
Αν συνυπολογιστεί ότι το σύστημα γεωθερμίας προσφέρει και δροσισμό, άρα εξοικονομούνται λεφτά που θα δίνονταν και για ένα σύστημα ψύξης, τότε η ψαλίδα κλείνει περισσότερο.

Έτσι, αν δεχθούμε κόστος εγκατάστασης 40613€ – 11374€ το κόστος του συμβατικού λέβητα πετρελαίου έχουμε 29239€. Αν διαιρέσουμε αυτό το νούμερο με την εξοικονόμηση των 1500€ που προκύπτει, έχουμε το χρόνο απόσβεσης.

Ο χρόνος απόσβεσης της επένδυσης είναι περίπου 20 χρόνια.

Όσον αφορά τα συστήματα γεωθερμίας αυτά καθ' αυτά δεν μπορούμε να βγάλουμε ασφαλή συμπεράσματα για το πιο συμφέρει καλύτερα καθώς το καθένα έχει τις δικές του ιδιαίτερες προϋποθέσεις εγκατάστασης.

Από περιβαλλοντικής απόψεως πάντως τα συστήματα ΓΑΘ έχουν μηδενικό αντίκτυπο, αφού δεν συντελείται καύση και δεν παράγουν ρύπους. Έτσι, θεωρούνται τα πλέον οικολογικά συστήματα θέρμανσης.



Κεφάλαιο 4 :

Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

4. Θερμικά Ηλιακά Συστήματα

4.1 Βασικές Αρχές ^[58]

Η ηλιοθερμία είναι η μέθοδος με την οποία αξιοποιείται η ηλιακή ενέργεια για χρήση στην εγκατάσταση θέρμανσης. Τα συνήθη ηλιακά θερμικά συστήματα χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για θέρμανση νερού χρήσης, ενώ υπάρχουν και τα "solar combisystems" ή απλά "combi" τα οποία χρησιμοποιούνται για θέρμανση χώρου και νερού χρήσης. Στις οικιακές εφαρμογές θέρμανσης το μέσο μεταφοράς θερμότητας είναι το νερό, το οποίο θερμαίνεται με την καύση πετρελαίου ή φυσικού αερίου και κυκλοφορεί στα θερμαντικά σώματα ή τη θέρμανση δαπέδου. Το νερό της θέρμανσης μπορεί να θερμανθεί μέσω της ηλιακής ενέργειας κατά μεγάλο ποσοστό ανάλογα με την εγκατάσταση, με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση του καταναλισκόμενου καυσίμου. Ειδικά στην Ελλάδα, όπου υπάρχει έντονη ηλιακή ακτινοβολία ακόμα και τους χειμερινούς μήνες, η εφαρμογή της ηλιοθερμίας είναι πολύ αποδοτική.

Η βασική αρχή ενός ηλιοθερμικού συστήματος είναι ότι εγκαθίσταται και λειτουργεί συνεισφέροντας στη θέρμανση με χρήση άλλων καυσίμων (της βασικής εγκατάστασης) και όχι καταργώντας την. Ο βαθμός συνεισφοράς και κατ'επέκταση μείωσης της χρήσης καυσίμων εξαρτάται από το μέγεθος της εγκατάστασης, τη γεωγραφική θέση και άλλους παράγοντες. Για παράδειγμα, ένα ηλιοθερμικό σύστημα σε εφαρμογή θέρμανσης δαπέδου στην Κρήτη, θα μπορεί να αναλάβει σχεδόν εξ'ολοκλήρου τα θερμικά φορτία, μηδενίζοντας τη χρήση πετρελαίου, ενώ αυτό το ποσοστό συνεισφοράς θα είναι σαφώς μικρότερο σε κάποια περιοχή της Μακεδονίας όπου η ηλιακή ακτινοβολία είναι μειωμένη, αλλά σίγουρα η συνεισφορά θα είναι σε επίπεδα άνω του 50%, μείωση που είναι πολύ σημαντική για τις καταναλώσεις καυσίμων και την καθημερινή οικονομία.



4.1.1 Πλεονεκτήματα της Ηλιοθερμίας: ^[58]

- Εξοικονόμηση καυσίμου
- Μείωση ρύπων
- Μειωμένη συντήρηση
- Πολύ γρήγορη απόσβεση της επένδυσης
- Αισθητικό αποτέλεσμα
- Δεν καταργείται το υπάρχον σύστημα θέρμανσης
- Πολύ μικρές επεμβάσεις στις υφιστάμενες κατοικίες

Κεφάλαιο 4: Ηλιοθερμία

4.1.2 Εφαρμογή ^[58]

Το ηλιοθερμικό σύστημα μπορεί να τοποθετηθεί σε οποιαδήποτε εγκατάσταση θέρμανσης, είτε κατά την κατασκευή της είτε μεταγενέστερα. Για την τοποθέτηση δεν απαιτείται καμία μετατροπή στο σύστημα της θέρμανσης αν αυτό είναι ήδη εγκατεστημένο. Λειτουργεί παράλληλα με τον λέβητα, και ανεξάρτητα με τη ζήτηση θέρμανσης στους χώρους, παρέχοντας θερμότητα στο νερό αν η ζήτηση είναι ταυτόχρονη με την ηλιοφάνεια, αλλά και αποθηκεύοντας ενέργεια κατά τη διάρκεια της ημέρας για να χρησιμοποιηθεί τις νυχτερινές ώρες.

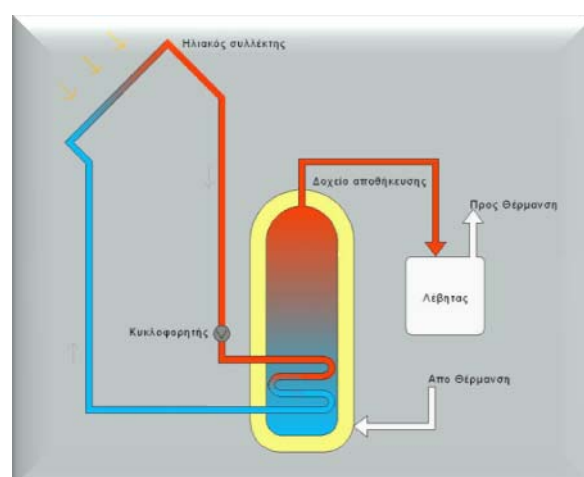
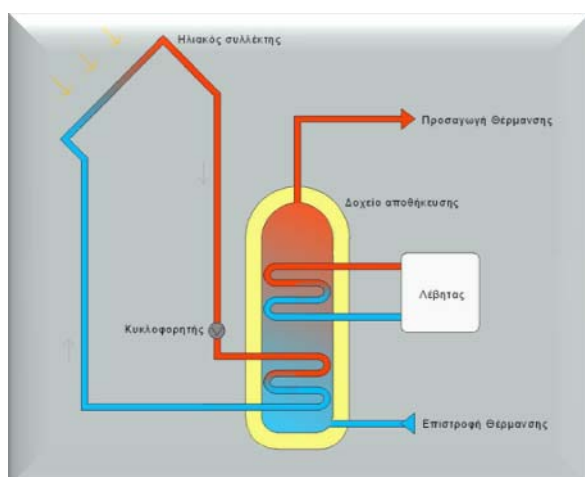
Τα ηλιοθερμικά συστήματα βρίσκουν μεγαλύτερη εφαρμογή στις εγκαταστάσεις θέρμανσης δαπέδου, και αυτό γιατί το νερό ως μέσο θέρμανσης κυκλοφορεί σε χαμηλές θερμοκρασίες, τέτοιες που ακόμα και με ελάχιστη ηλιοφάνεια είναι εύκολο να επιτευχθούν με βάση την ηλιακή ενέργεια. Η μείωση της καταναλισκόμενης ποσότητας καυσίμου μπορεί να αγγίξει και το 80%, κάτι που είναι πολύ σημαντικό και για την καθημερινή οικονομία αλλά και για τις επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Το κόστος εγκατάστασης ενός ηλιοθερμικού συστήματος ποικίλει ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης αλλά και το ποσοστό που θέλει κάποιος να μειώσει την κατανάλωση καυσίμου. Το μεγάλο πλεονέκτημα ενός τέτοιου συστήματος είναι ότι το μέγεθός του (και κατά συνέπεια το κόστος του) μπορεί να είναι προσαρμοσμένο στις απαιτήσεις του χρήστη και να μεταβάλλεται εύκολα. Για παράδειγμα, μπορεί να τοποθετηθεί ένα σύστημα που να αναλαμβάνει κατά 30% το φορτίο της θέρμανσης, και μετά από ένα χρόνο να επεκταθεί με την τοποθέτηση επιπλέον ηλιακών συλλεκτών έτσι ώστε να καλύπτει το 60% της θέρμανσης.

Τα βασικά τμήματα από τα οποία αποτελείται ένα ηλιοθερμικό σύστημα είναι:

- Ηλιακοί συλλέκτες
- Σωληνώσεις
- Δοχείο αποθήκευσης
- Controller

Πιο κάτω φαίνονται σχεδιαγράμματα για δυο από τους τρόπους εγκατάστασης και λειτουργίας του ηλιοθερμικού συστήματος:



4.2 Ηλιακός Θερμοσίφωνας^[61]

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι ένα ενεργητικό ηλιακό σύστημα που ζεσταίνει νερό χρησιμοποιώντας την ηλιακή ακτινοβολία.

Ο ηλιακός θερμοσίφωνας είναι η απλούστερη και η γνωστότερη ηλιακή συσκευή. Κατά την λειτουργία του γίνεται εκμετάλλευση δυο φυσικών φαινομένων. Με την αρχή του θερμοσιφώνου επιτυγχάνεται η κυκλοφορία του νερού με φυσικό τρόπο χωρίς μηχανικά μέρη (αντλίες κλπ.) ενώ η θέρμανση του νερού γίνεται με την εκμετάλλευση του φαινομένου του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στους συλλέκτες του.

Στην Ελλάδα η διάδοση των ηλιακών συσκευών είναι πολύ εντυπωσιακή: το πρώτο μοντέλο λανσαρίστηκε το 1974, το 1980 υπήρχαν εγκατεστημένα περίπου εκατόν πενήντα χιλιάδες τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών και το 2004 περίπου τρία εκατομμύρια τετραγωνικά μέτρα συλλεκτών. Μέρος της επιτυχίας αυτής των ηλιακών θερμοσιφώνων στην Ελλάδα οφείλεται στα φορολογικά κίνητρα που είχε θεσπίσει το Ελληνικό κράτος. Σήμερα οι ηλιακοί θερμοσίφωνες χρησιμοποιούνται από περισσότερους από ένα εκατομμύριο καταναλωτές, ενώ προσφάτως η εγκατάστασή τους έγινε υποχρεωτική για τις νεόδμητες, αλλά και ανακαινιζόμενες κατοικίες με τη ψήφιση του νέου ΚΕΝΑΚ. Μέχρι και τα τελευταία χρόνια, η Ελλάδα ήταν απ' τις κύριες κατασκευάστριες χώρες ηλιακών θερμοσιφώνων.

4.2.1 Είδη Ηλιακών Θερμοσιφώνων^[61]

Διακρίνουμε δύο είδη ηλιακών θερμοσιφώνων ανάλογα με το κύκλωμα κυκλοφορίας του θερμαινόμενου μέσου:

- Ανοικτού κυκλώματος: απευθείας θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε).
- Κλειστού κυκλώματος: έμμεση θέρμανση του νερού χρήσης (το θερμαινόμενο μέσο κυκλοφορεί σε ιδιαίτερο κύκλωμα το οποίο θερμαίνει το νερό που θα χρησιμοποιήσουμε χωρίς να γίνεται ανάμιξή τους, μέσω εναλλάκτη θερμότητας).

Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες ανοικτού κυκλώματος είναι απλούστεροι και φθηνότεροι, έχουν όμως προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες (παγετούς) γιατί δεν μπορούμε να τους προσθέσουμε αντιψυκτικά μίγματα (το θερμαινόμενο μέσο είναι το ίδιο το νερό χρήσης). Στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος μπορεί το θερμαινόμενο μέσο να είναι και άλλο ρευστό (πχ. λάδι). Αν είναι νερό, έχει αντιψυκτικά και αντιδιαβρωτικά πρόσθετα για προστασία της συσκευής.

Επίσης μπορούμε να κατηγοριοποιήσουμε τους ηλιακούς θερμοσίφωνες ανάλογα με τον αριθμό ενεργειακών πηγών που μπορούν να εκμεταλλευτούν σε:

- Διπλής ενέργειας: Ο θερμοσίφωνας λειτουργεί εκμεταλλευόμενος είτε την ηλιακή ενέργεια είτε το ηλεκτρικό ρεύμα (π.χ. κατά την διάρκεια συννεφιάς οπότε η ηλιακή ενέργεια δεν είναι αρκετή για να

Κεφάλαιο 4: Ηλιοθερμία

ζεστάνει το νερό). Για τον σκοπό αυτό, υπάρχει ηλεκτρική αντίσταση τοποθετημένη εντός του τμήματος αποθήκευσης.

- Τριπλής ενέργειας: Λειτουργεί όπως ο ηλιακός θερμοσίφοντας διπλής ενέργειας αλλά έχει επιπλέον μια είσοδο για να εκμεταλλευτεί ως θερμαντικό μέσο το ζεστό νερό του καλοριφέρ που παράγεται από τον λέβητα κεντρικής θέρμανσης. Προϋπόθεση για την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα τριπλής ενέργειας είναι να υπάρχει η κατάλληλη υποδομή στο οίκημα υπό την μορφή ξεχωριστών σωληνώσεων (ανά διαμέρισμα εάν πρόκειται για πολυκατοικία) που να συνδέουν το λεβητοστάσιο με τον χώρο εγκατάστασης του ηλιακού θερμοσίφωνα (ταράτσα ή σκεπή).

4.2.2 Μέρη Ηλιακών Θερμοσιφώνων^[61]

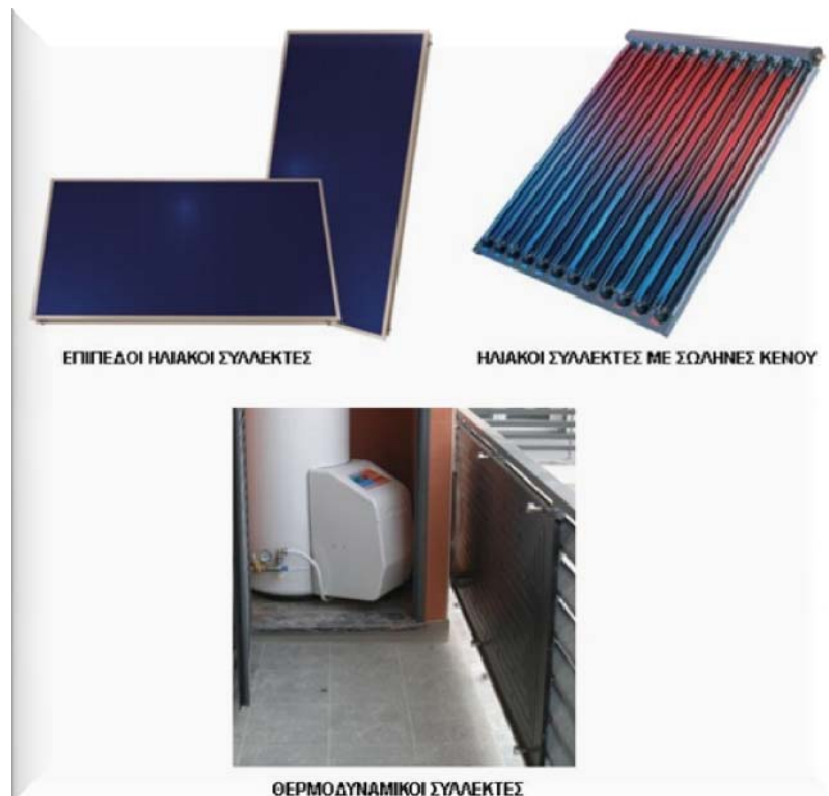
Οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, ανεξάρτητα από το είδος τους, αποτελούνται από δύο βασικά μέρη:

- Το *τμήμα συλλογής* (οι ηλιακοί συλλέκτες, η επιφάνεια απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας)
- Το *τμήμα αποθήκευσης* (η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού)

Τα δύο αυτά μέρη είναι συναρμολογημένα μαζί και συνδέονται με σωληνώσεις, αλλά σε μεγαλύτερα συστήματα μπορούν να είναι και χωριστά και να χρησιμοποιούνται αντλίες για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου, ειδικά όταν το τμήμα αποθήκευσης δεν βρίσκεται στον ίδιο χώρο με το τμήμα συλλογής. Το τμήμα αποθήκευσης διαθέτει και ηλεκτρική αντίσταση με θερμοστάτη, για να μπορεί να παράγεται ζεστό νερό και σε άσχημες καιρικές συνθήκες. Οι ακριβότεροι ηλιακοί θερμοσίφωνες διαθέτουν και κάποια λίγα εξαρτήματα ελέγχου όπως βαλβίδα υπερπίεσης ή αυτόματα εξαεριστικά.

4.2.2.1 Ηλιακοί Συλλέκτες^[63]

Οι ηλιακοί συλλέκτες χαρακτηρίζονται ως χαμηλής, μέσης και υψηλής θερμοκρασίας. Χαμηλής θερμοκρασίας είναι οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες που χρησιμοποιούνται κυρίως σε εφαρμογές θερμαινόμενων πισινών. Μέσης θερμοκρασίας είναι επίσης συνήθως οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες, που όμως στην προκειμένη χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές ζεστού νερού σε σπίτια ή επαγγελματικούς χώρους. Τέλος, υψηλής θερμοκρασίας είναι οι ηλιακοί συλλέκτες που συγκεντρώνουν το ηλιακό φως με τη χρήση καθρεπτών ή πιάτων και που κυρίως χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η ηλιακή θερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε εφαρμογές ζεστού νερού, εφαρμογές θερμαινόμενων πισινών και σε εφαρμογές θέρμανσης χώρων. Υπάρχουν διαφορετικοί τύποι συλλεκτών χαμηλής και μέσης θερμοκρασίας, όπως οι επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες, οι συλλέκτες με σωλήνες κενού, τα άμεσα συστήματα (ανοιχτού κύκλου) όπου το νερό που θερμαίνεται στους ηλιακούς συλλέκτες χρησιμοποιείται απευθείας ως ζεστό νερό χρήσης, και οι θερμοδυναμικοί συλλέκτες.



Σχέδιο: Είδη ηλιακών συλλεκτών^[63]

Σε εφαρμογές κατοικιών ή επαγγελματικών κτιρίων που απαιτούνται θερμοκρασίες μικρότερες από 90°C συνήθως χρησιμοποιούνται επίπεδοι ηλιακοί συλλέκτες, ενώ σε εφαρμογές που απαιτούνται θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 90°C χρησιμοποιούνται ηλιακοί συλλέκτες με σωλήνες κενού.

Οι ηλιακοί συλλέκτες (ή καθρέπτες) είναι η επιφάνεια συλλογής της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτή αποτελείται από τέσσερα μέρη:^[61]

- Την πλάκα συλλογής της ακτινοβολίας
- Τους σωλήνες ροής του νερού
- Την κάλυψη (κρύσταλλο) της πλάκας απορρόφησης και
- Το θερμικά μονωμένο πλαίσιο πάνω στο οποίο στερεώνονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα.

Οι αναγκαίες διαστάσεις Επίπεδου (Επιλεκτικού) Συλλέκτη για Ζεστό νερό χρήσης είναι : 0.5 m² συλλεκτών ανά 50 lt κατανάλωσης, δηλαδή περίπου 2 m² συλλεκτών απαιτούνται για μια μέση κατοικία.

4.2.2.1.1 Λειτουργία ηλιακών συλλεκτών^[61]

Η λειτουργία των συλλεκτών του ηλιακού θερμοσίφωνα βασίζεται στο φαινόμενο του θερμοκηπίου που αναπτύσσεται στο χώρο ανάμεσα στην πλάκα απορρόφησης και τη γυάλινη επικάλυψη. Καταρχήν η ηλιακή ακτινοβολία πέφτει στην (συνήθως μαύρη) απορροφητική πλάκα, ανεβάζοντας της θερμοκρασία της. Η πλάκα με τη σειρά της εκπέμπει μεγάλοι μήκους κύματος ακτινοβολία (θερμική ακτινοβολία) για την οποία

Κεφάλαιο 4: Ηλιοθερμία

το τζάμι που καλύπτει την πλάκα είναι σχεδόν διαφανές. Έτσι η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία (η ζέστη) παγιδεύεται ανάμεσα στην πλάκα και το τζάμι, με αποτέλεσμα να αυξάνεται η απόδοση όσον αφορά τη θέρμανση του νερού (που κυκλοφορεί σε σωλήνες που είναι σ' επαφή με την πλάκα στο πίσω μέρος της ή ενσωματωμένοι σ' αυτή).

Οι κρίσιμοι παράγοντες για την καλή απόδοση του συστήματος είναι η μεγάλη απορροφητικότητα της πλάκας στην ηλιακή ακτινοβολία, ο μικρός συντελεστής εκπομπής της πλάκας στη μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία και η μεγάλη αδιαφάνεια του κρυστάλλου για τη δεύτερη. Τα υλικά που προσφέρουν την καλύτερη σχέση απόδοσης-τιμής είναι γυαλί και επιφάνεια από αλουμίνιο ή χαλκό χρωματισμένη μαύρη.

4.2.2.2 Δεξαμενή αποθήκευσης^[61]

Η δεξαμενή αποθήκευσης του νερού χρήσης έχει χωρητικότητα που κυμαίνεται από 100 έως 200 λίτρα για συνήθεις οικιακές εφαρμογές. Η χωρητικότητά της είναι συνάρτηση της συλλεκτικής επιφάνειας που διαθέτει. Είναι συνήθως χαλύβδινη, με εσωτερική επίστρωση για προστασία από την διάβρωση. Η επίστρωση αυτή είναι συνήθως από ειδικά πλαστικά ή εποξειδικά χρώματα ή εμαγιέ (υαλόκραμα). Εναλλακτικά και για ακριβότερα συστήματα η δεξαμενή αποθήκευσης μπορεί να είναι χάλκινη ή ανοξείδωτη. Εξωτερικά έχει πολύ καλή μόνωση συνήθως από πολυουρεθάνη ή υαλοβάμβακα.

Συνήθως έχει ενσωματωμένη κάποια ηλεκτρική αντίσταση. Στα συστήματα κλειστού κυκλώματος έχει επιπλέον ενσωματωμένο εναλλάκτη (σερπαντίνα) για την κυκλοφορία του θερμαινόμενου μέσου ή σε πιο ακριβά συστήματα είναι διπλών τοιχωμάτων (ανάμεσα στα δύο τοιχώματα κυκλοφορεί το θερμαινόμενο μέσο).

4.2.3 Εγκατάσταση^[61]

Ο καλύτερος προσανατολισμός για την τοποθέτηση των ηλιακών θερμοσίφωνων (ακριβέστερα των ηλιακών συλλεκτών) είναι ο νότιος, για να εκμεταλλεύεται ο θερμοσίφωνας όσο περισσότερες ώρες ηλιοφάνειας γίνεται. Απόκλιση μέχρι 15 μοίρες από τον νότο δεν έχει μεγάλη επίπτωση στην απόδοσή του. Σε μεγαλύτερη απόκλιση παρατηρείται μείωση της απόδοσης. Ακόμα η κλίση του ηλιακού συλλέκτη πρέπει να είναι 20-50 μοίρες. Μεγαλύτερη ή μικρότερη κλίση μειώνει την απόδοση.

Οι προβλεπόμενες συνδέσεις για την λειτουργία του είναι δύο υδραυλικές (είσοδος κρύου νερού, έξοδος ζεστού νερού χρήσης) και μία ηλεκτρική (ηλεκτρική αντίσταση). Στην είσοδο του κρύου νερού πρέπει να τοποθετηθεί βάνο για να είναι δυνατή η απομόνωσή του από το δίκτυο σε περίπτωση συντήρησης ή επισκευής. Καλό είναι στις υδραυλικές σωληνώσεις να τοποθετηθεί βαλβίδα ασφαλείας έναντι υπερπίεσης και αυτόματο εξαεριστικό, αν δεν υπάρχουν ήδη ενσωματωμένα από τον κατασκευαστή. Καλό είναι επίσης στην σωλήνωση εξόδου του ζεστού νερού χρήσης να τοποθετηθεί εξωτερικό μονωτικό περίβλημα καλής ποιότητας.

4.2.4 Συντήρηση^[61]

Χρειάζεται στοιχειώδης συντήρηση, κυρίως καθαρισμός των πλακών επιφανειακά, αντικατάσταση της αντιδιαβρωτικής προστασίας όποτε αυτό απαιτείται σύμφωνα με τον κατασκευαστή και συμπλήρωση με αντιψυκτικό υγρό τον χειμώνα (μόνο στους ηλιακούς θερμοσίφωνες κλειστού κυκλώματος). Ακόμα σε περιπτώσεις ισχυρού ψύχους (χιόνι, παγετός κλπ) συνιστάται η κάλυψη των κρυστάλλων με πανί ή χαρτόνι για να αποφευχθεί η καταστροφή τους (θραύση). Σημειώνεται ότι η κάλυψη των κρυστάλλων δεν προσφέρει καμία προστασία σε περίπτωση θερμοσιφώνων ανοικτού κυκλώματος. Το μόνο αποτελεσματικό μέτρο σε τέτοιες περιπτώσεις είναι το πλήρες άδειασμα του θερμοσίφωνα από το νερό μέχρι να αυξηθεί η θερμοκρασία του περιβάλλοντος πάνω από το μηδέν εκτός εάν τοποθετηθούν ειδικές θερμορυθμιστικές βάνες που επιτρέπουν ελάχιστη διαφυγή νερού, ικανή να αποτρέψει την δημιουργία πάγου στο κύκλωμα .

Τα θερμικά ηλιακά συστήματα θα πρέπει απαραίτητα να έχουν έκθεση δοκιμών (μετρήσεις κατά το πρότυπο EN 12976-2 από διαπιστευμένο εργαστήριο της Ε.Ε.) και ελάχιστο όριο ετήσιας ενεργειακής απολαβής (σε συνθήκες 45°C για όγκο νερού χρήσης ίσο με τον όγκο του θερμοδοχείου του συστήματος) στην περιοχή Αθηνών 520 kWh/m² τον χρόνο. Η εγγύηση που θα παρέχεται στον τελικό χρήστη (για το ηλιακό θερμοσιφωνικό σύστημα) θα πρέπει να είναι κατ' ελάχιστο 5 χρόνια.

4.2.5 Οικονομικά – Περιβαλλοντικά Οφέλη^[61]

Ο ηλιακός θερμοσίφοντας είναι μια απ' τις "καθαρότερες" και πιο αποδοτικές συσκευές που χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Στη διάρκεια ζωής του ο ηλιακός θερμοσίφοντας εξοικονομεί περίπου έξι χιλιάδες ευρώ απ' τους λογαριασμούς ρεύματος σε τιμές 2005, ενώ αποφεύγεται η έκλυση περίπου τριάντα τόνων διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Κάθε ντους με νερό από ηλιακό θερμοσίφωνα ισοδυναμεί με τρία κιλά διοξειδίου του άνθρακα λιγότερα στην ατμόσφαιρα.

4.2.5.1 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Οι λόγοι που οι άνθρωποι επενδύουν σε ηλιακά θερμικά συστήματα είναι:^[3]

- Περιβαλλοντική συνείδηση
- Εξοικονόμηση των εξαντλήσιμων ενεργειακών πόρων
- Άνεση
- Ενεργειακή αυτονομία
- Μειωμένη εξάρτηση λόγω έλλειψης καυσίμων ή διακοπή στην παροχή τους
- Ασφάλεια έναντι μελλοντικών αυξήσεων των τιμών στα καύσιμα
- Χαμηλότεροι λογαριασμοί ενέργειας
- Αυξημένη αξία της κατοικίας κατά την μεταπώληση

Κεφάλαιο 4: Ηλιοθερμία

Τα σημαντικότερα προβλήματα που εμποδίζουν την ευρεία χρήση των ηλιακών συστημάτων στα αστικά κτίρια και γενικότερα την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας σε αυτά είναι:^[62]

- Ο σκιασμός των ηλιακών συλλεκτών από τα γειτονικά κτίρια
- Ο προσανατολισμός
- Ο τρόπος κατασκευής των κτιρίων και η διαθεσιμότητα χώρου για την εγκατάσταση των ηλιακών συστημάτων
- Η ρύπανση του αέρα, που προκαλεί επικαθίσεις στην επιφάνεια των συλλεκτών
- Η πυκνότητα της δόμησης

4.2.5.2 Οικονομικά Στοιχεία^[63]

Ένα ενδεικτικό κόστος τυπικού ατομικού ηλιοθερμικού συστήματος στην Ελλάδα είναι : 300€/m² , με τυπικό μέγεθος συστήματος 2,4 m² , δηλαδή περίπου 720€/σύστημα.

- Προτεινόμενες τιμές πώλησης ηλιακών θερμοσιφωνικών συστημάτων με ΦΠΑ, ανάλογα με τα υλικά σύνδεσης :
120 Lit : 700 - 850 ευρώ
160 Lit : 800-1.400 ευρώ
200 Lit : 1.100-1.850 ευρώ
- Προτεινόμενες τιμές εγκατάστασης και σύνδεσης ηλιακών θερμοσιφωνικών συστημάτων σε επίπεδες στέγες (ταράτσες):
Μεταφορά και εγκατάσταση εντός πόλεων με ΦΠΑ: 80€
τρέχον μέτρο πλαστικής μονωμένης σωλήνας με ΦΠΑ: 4€,
τρέχον μέτρο για το καλώδιο ρεύματος με ΦΠΑ: 4€

| Περιγραφή | Κόστος συστήματος (€/m ²) | Εξοικονόμηση Ενέργειας (kWh/m ² /έτος) | Περίοδος απόσβεσης (έτη) |
|---|---------------------------------------|---|--------------------------|
| Θερμοσιφωνικά συστήματα τύπου compact | 235 | 500 | 5,5 |
| Συμβατικά θερμοσιφωνικά συστήματα | 293 | 600 | 5,5 |
| Κεντρικά συστήματα- Επίπεδες επιφάνειες συλλεκτών (μαύρης βαφής) | 235 | 650 | 4,5 |
| Κεντρικά συστήματα- Επίπεδες επιφάνειες συλλεκτών (επιλεκτικής βαφής) | 323 | 700 | 5,5 |
| Κεντρικά συστήματα - Σωλήνες κενού | 440 | 800 | 7 |

Πίνακας I: Ενδεικτικό κόστος των διαφόρων ειδών θερμικών ηλιακών συστημάτων, η εξοικονόμηση ενέργειας που επιτυγχάνεται καθώς και η περίοδος απόσβεσης της επένδυσης.^[67]

4.2.5.3 Οικονομικό Παράδειγμα^[64]

Για μια τυπική οικογένεια 4 ατόμων εγκαθίσταται Ηλιακός Θερμοσίφωνας με 2,5m² επιφάνεια ηλιακού συλλέκτη.

- Κόστος Συνολικής Εγκατάστασης: 1200€
- Μέση Θέρμανση Ζεστού Νερού Ετησίως: 1500KWh_{th}
- Περίοδος Αποπληρωμής σε σχέση με Συμβατικές Τεχνολογίες:
 - Ηλεκτρικό Ρεύμα: 8 έτη
 - Καυστήρα Πετρελαίου/Χρήση Boiler: 12 έτη
 - Φυσικό Αέριο/Boiler: 18 έτη

4.3. Ηλιακή Θέρμανση Χώρων με συνδυασμένα συστήματα - Combisystems^[69]

Τα ηλιακά συστήματα θέρμανσης χώρου χρησιμοποιούνται ευρέως στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη, συνήθως σε συνδυασμό με κάποιο άλλο σύστημα θέρμανσης (που λειτουργεί με π.χ. βιομάζα, ή αέριο), γι'αυτό είναι γνωστά ως συνδυασμένα συστήματα (combisystems).

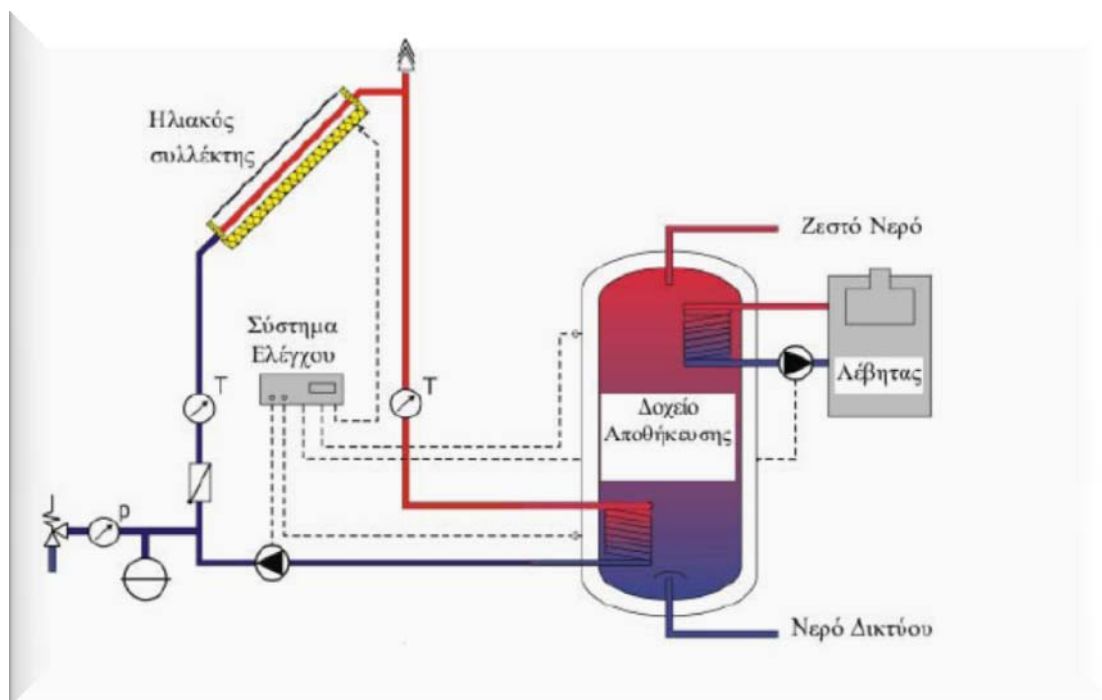
Τα συστήματα αυτά παρέχουν ζεστό νερό χρήσης, αλλά και εξασφαλίζουν τη θέρμανση των χώρων, με τη χρήση μια κοινής διάταξης συλλεκτών, που συνδυάζεται με τη βοηθητική μονάδα θέρμανσης. Ανάλογα με το μέγεθος του συστήματος που εγκαθίσταται, η ετήσια συμβολή του για τη θέρμανση χώρων κυμαίνεται από 30% έως 50%. Οι υπόλοιπες απαιτήσεις σε θερμότητα καλύπτονται από τη βοηθητική μονάδα.

Πλεονέκτημα των συστημάτων αυτών είναι ότι:

- Μπορούν να συνδυασθούν με σύστημα ηλιακής ψύξης.
- Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο σε νοσοκομεία, ξενοδοχεία, βιομηχανίες, όσο και σε σπίτια.
- Ιδιαίτερα στα νότια κλίματα, η τεχνολογία αυτή είναι αρκετά αποδοτική. Σε συνδυασμό με βοηθητικό σύστημα που κάνει χρήση βιομάζας, η κάλυψη των αναγκών για θέρμανση, μπορεί να φτάσει το 100%.
- Το κόστος τους είναι συγκρίσιμο με τα κοινά ηλιακά συστήματα.
- Μπορούν να συνδυαστούν με ήδη εγκατεστημένα συμβατικά συστήματα.

Για κάλυψη των θερμικών αναγκών της τάξης του 40-50%, πρέπει η επιφάνεια των συλλεκτών να είναι ίση με το 20% της επιφάνειας του χώρου που πρόκειται να θερμανθεί. Δηλαδή, για σπίτι 100m², χρειάζονται συλλέκτες επιφάνειας 20 m².

Αξιοσημείωτο χαρακτηριστικό ορισμένων συστημάτων combi είναι ότι μπορούν να χρησιμοποιήσουν ηλιακές στέγες· περίπτωση κατά την οποία το συλλεκτικό πεδίο αποτελεί και την στέγη του κτιρίου. Τέτοιες εγκαταστάσεις δεν είναι διαδεδομένες στην Ελλάδα, παρόλο που η προοπτική χρήσης είναι μεγάλη δεδομένου της οικονομίας που μπορούν να προσφέρουν κυρίως στις μη αστικές περιοχές που είναι συχνή η χρήση κεραιοσκεπής.



Οικονομικό Παράδειγμα

- Σύστημα Combi σε κατοικία , έτους κατασκευής 2005
- Πεδίο Συλλεκτών : 65m^2 , προσαρμοσμένων σε κλίση και προσανατολισμό στέγης
- Συμβατικά Θερμαντικά Σώματα
- Κόστος : $300\text{€} / \text{m}^2$

4.3.1 Ηλιακός Κλιματισμός

Εκτός από τα συστήματα "combi" υπάρχουν και τα λεγόμενα "solar combi+", συστήματα που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, Κλιματισμό χώρου καθώς και παραγωγή Ζεστού Νερού Χρήσης.

Αυτά τα συστήματα κάνουν χρήση ψυκτικών μηχανημάτων που χρησιμοποιούν ζεστό νερό ως κύρια πηγή ενέργειας με κλειστά κυκλώματα για ψύξη νερού ή ανοιχτά κυκλώματα για κλιματισμό αέρα.

Τα κλειστά συστήματα ανάλογα με την τεχνολογία χωρίζονται σε αυτά με:

- 1) Ψύκτες Απορρόφησης
- 2) Ψύκτες Προσρόφησης
- 3) Ψύκτες Χημειορρόφησης

Προς το παρόν τα διαθέσιμα προϊόντα στην αγορά είναι κυρίως υψηλής ψυκτικής ισχύος ($> 200 \text{ kW}$) και έτσι η τεχνολογία δεν εφαρμόζεται σε κατοικίες. Επειδή όμως είναι μια τεχνολογία υπό εξέλιξη δεν αποκλείεται στο άμεσο μέλλον να εμφανιστούν οικιακά συστήματα που να προσφέρουν ουσιαστικές λύσεις ψύξης ή δροσισμού.

4.4 Επένδυση – Κίνητρα ^[58]

Μια ηλιοθερμική εγκατάσταση λειτουργεί επενδυτικά και είναι συμφέρουσα διότι τα έξοδα για την πληρωμή καυσίμου για θέρμανση είναι εξ'ορισμού επιβεβλημένα. Εγκαθιστώντας ένα ηλιοθερμικό σύστημα, ο καταναλωτής κερδίζει σε δύο επίπεδα:

- **Αρχική εγκατάσταση:** Επειδή ένα ποσοστό της θερμικής ισχύος που χρειάζεται το αναλαμβάνει το ηλιοθερμικό σύστημα, το μέγεθος του συμβατικού εξοπλισμού (λέβητας, καυστήρας) που απαιτείται να εγκατασταθεί είναι μικρότερο. Ένα μέρος δηλαδή των χρημάτων που καλείται να επενδύσει για την ηλιοθερμία το εξοικονομεί από την πρώτη μέρα, κατά την αγορά του βασικού εξοπλισμού. Για παράδειγμα, αγορά λέβητα ισχύος 20KW αντί για 50KW εάν κατά την αρχική εγκατάσταση (νεο-ανεγειρόμενη οικοδομή) εγκατασταθεί και ηλιοθερμικό σύστημα με συμμετοχή 60%.
- **Λειτουργία:** Η καθημερινή μειωμένη κατανάλωση καυσίμου εξασφαλίζει την απόσβεση της επένδυσης στην ηλιοθερμία. Τα ηλιοθερμικά συστήματα σχεδιάζονται έτσι ώστε η απόσβεση των εξόδων να γίνεται εντός τριετίας-τετραετίας. Με αυτόν τον τρόπο, ο καταναλωτής αφ'ενός ξοδεύει πολύ λιγότερα χρήματα, αφ'ετέρου βλέπει την επένδυσή του να αποσβένεται σύντομα. Μακροπρόθεσμα, τα κέρδη που έχει ο κάθε καταναλωτής είναι τεράστια, αφού τα ηλιοθερμικά συστήματα έχουν πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής και δεν χρειάζονται εκτεταμένη και δαπανηρή συντήρηση.

Από την πλευρά του κράτους το κίνητρο που προσφέρεται για εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα είναι φοροαπαλλακτικό. Συγκεκριμένα εκπίπτει από το εισόδημα το 20% της δαπάνης έως του ποσού των 700 ευρώ (μέγιστη έκπτωση φόρου 280 ευρώ) για μια τέτοια εγκατάσταση .

Τι κίνητρα ισχύουν σε άλλες χώρες :^[65]

- **Αυστρία:** Φοροαπαλλαγές: επενδύσεις αξίας έως 2.920 ευρώ εκπίπτουν από το φόρο εισοδήματος.
- **Βρετανία:** Χαμηλός ΦΠΑ (5%).
- **Γαλλία:** Κυμαινόμενος ΦΠΑ (από 5,5% έως 19,6%). Επιδότηση αγοράς και εγκατάστασης (1.280-2.100 ευρώ ανά εγκατάσταση).
- **Γερμανία:** Επιδότηση 125 ευρώ / m² εγκατάστασης.
- **Ισπανία:** Υποχρεωτική εγκατάσταση σε νέες κατοικίες (στη Βαρκελώνη και σύντομα στη Μαδρίτη, στην Παμπλόνα, στη Σεβίλλη, στη Βαλένθια). Επιδότηση 219 ευρώ / m² εγκατάστασης και χαμηλότοκα δάνεια.
- **Ιταλία:** Μείωση του ΦΠΑ από 20% σε 10%.
- **Ολλανδία:** Επιδότηση που καλύπτει περίπου το 30% της αξίας του συστήματος.
- **Ιαπωνία:** Επιδότηση 30-50% και χαμηλότοκα δάνεια για μεγάλες εγκαταστάσεις. Χαμηλός ΦΠΑ (5%). Ειδικές επιδοτήσεις για νέες τεχνολογίες.
- **Ισραήλ:** Υποχρεωτική εγκατάσταση σε όλες τις νέες κατοικίες με ύψος μέχρι 27 m. Επιδότηση 30% σε νέες τεχνολογίες.

4.5 ΜΕΛΕΤΗ^[62]

Στην εργασία αυτή μελετάται ένα τυπικό ηλιακό θερμοσιφωνικό σύστημα, που εγκαθίσταται στη περιοχή της Αθήνας, καλύπτοντας τις ανάγκες σε ζεστό νερό μιας τετραμελούς οικογένειας.

Ως μεθοδολογικό εργαλείο αξιοποιήθηκε η Ανάλυση Κύκλου Ζωής και ιδιαίτερα το υπολογιστικό πακέτο RETScreen, το οποίο αξιολογεί την παραγωγή ενέργειας, τις δαπάνες του κύκλου ζωής του προϊόντος και τη μείωση εκπομπών αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών ωφελειών από τη χρήση των ηλιακών συστημάτων που εξετάζονται θεωρείται ότι υποκαθίσταται ηλεκτρική ενέργεια, η οποία θα χρησιμοποιούνταν για τη θέρμανση του νερού. Για κάθε σενάριο υπολογίστηκε το συνολικό θερμικό φορτίο που πρέπει να καλυφθεί (μηνιαίο και ετήσιο). Για τον υπολογισμό αυτό, θεωρήθηκε ότι η επιθυμητή θερμοκρασία ζεστού νερού είναι οι 60° C, ενώ η θερμοκρασία του νερού του δικτύου εξαρτάται από την περιοχή και το μήνα. Τέλος, χρησιμοποιώντας τα απαραίτητα μετεωρολογικά δεδομένα για την περιοχή, προέκυψε το θερμικό φορτίο.

Από την εφαρμογή της μεθοδολογίας αυτής προέκυψε το συμπέρασμα ότι τα ηλιακά οικιακά συστήματα παραγωγής ζεστού νερού αποτελούν μια καθαρή τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας, διαδραματίζοντας σημαντικό ρόλο τόσο στην μείωση της εξάρτησης από εξαντλήσιμες πηγές ενέργειας, όσο και στην βελτίωση της ποιότητας ζωής, μέσω της μείωσης εκπομπών αερίων που επιβαρύνουν το περιβάλλον.

4.5.1 Χαρακτηριστικά Ηλιακού Συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από δύο επίπεδους συλλέκτες συνολικής επιφάνειας 2,6 m² και ενός λέβητα χωρητικότητας 200 L. Η επιφάνεια του ηλιακού συλλέκτη είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο με χάλκινα ελάσματα, ενώ προκειμένου να αυξηθεί η απορροφητικότητά του ψεκάζεται με μαύρη ηλιακή μπογιά. Ένα στρώμα πολυουρεθάνης με μέσο πάχος 30 mm ψεκάζεται στην πλάτη του συλλέκτη για μόνωση. Στις πλευρές της επιφάνειας του συλλέκτη χρησιμοποιείται υαλοβάμβακας πάχους 20 mm για μόνωση. Η πίσω κάλυψη του συλλέκτη είναι γαλβανισμένος χάλυβας, ενώ οι πλευρές του είναι κατασκευασμένες από αλουμίνιο. Στο μέτωπο του συλλέκτη χρησιμοποιείται ενιαίο γυαλί. Η κλίση του συλλέκτη τίθεται ίση με το εκάστοτε γεωγραφικό πλάτος.

Ο λέβητας κατασκευάζεται από ειδικά διαμορφωμένα φύλλα χάλυβα. Μια φλάντζα προσαρτάται σε μία του πλευρά, η οποία λειτουργεί ως υποστήριξη για την ηλεκτρική αντίσταση, την άνοδο μαγνησίου και το σωλήνα χάλκινων σπειρών. Το θερμομεταφέρων ρευστό (προπυλενογλυκόλη) ρέει μέσα στο διάκενο και ανταλλάσσει θερμότητα με

το λέβητα. Το διάστημα μεταξύ του λέβητα και της εξωτερικής κάλυψης καλύπτεται με αφρό πολυουρεθάνης υψηλής πυκνότητας.

Η ροή του ύδατος είναι φυσική. Το νερό εισέρχεται από το δίκτυο ύδρευσης της εκάστοτε περιοχής και ως θερμοκρασία αυτού λαμβάνεται αυτή του περιβάλλοντος. Η επιθυμητή θερμοκρασία του ύδατος είναι 60° C. Εφεδρική πηγή ενέργειας είναι η ηλεκτρική.

4.5.2 Χρήση Υπολογιστικού Λογισμικού

Το RETScreen παρέχει τη δυνατότητα ανάλυσης του κύκλου ζωής των ηλιακών συστημάτων, καθώς και ανάλυσης ευαισθησίας και επικινδυνότητάς τους, εισάγοντας σε αυτό τα τεχνικά χαρακτηριστικά του ηλιακού συστήματος, μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής εγκατάστασής του, που είναι εύκολο να βρεθούν. Επιπλέον, το συγκεκριμένο λογισμικό εκτελεί και οικονομική ανάλυση του ηλιακού συστήματος, παρέχοντας πληροφορίες σχετικά με το χρόνο αποπληρωμής του, την καθαρή παρούσα αξία του, την επίτευξη θετικής ταμειακής ροής κ.ά.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα τα παραπάνω, η αξιολόγηση της περιβαλλοντικής και οικονομικής πλευράς του ηλιακού συστήματος γίνεται μέσω του προγράμματος RETScreen.

4.5.3 Αποτελέσματα - Συμπεράσματα

4.5.3.1 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον Πίνακα 1 που ακολουθεί παρουσιάζονται αναλυτικά για το σενάριο που μελετήθηκε οι ενεργειακές απαιτήσεις του ηλιακού συστήματος, ο βασικός και προτεινόμενος παράγοντας εκπομπής καθώς και η μείωση των εκπομπών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου.

| Πίνακας 1 : Ενεργειακά αποτελέσματα | | | | | |
|-------------------------------------|--|----------------------------------|---|---|---|
| Περιοχή | Ετήσια παροχή ανανεώσιμης ενέργειας (GJ) | Ετήσια απαιτούμενη ενέργεια (GJ) | Βασικός παράγοντας εκπομπής (t _{CO2} /MWh) | Προτεινόμενος παράγοντας εκπομπής (t _{CO2} /MWh) | Ετήσια μείωση εκπομπών φαινομένου του θερμοκηπίου (t _{CO2}) |
| Αθήνα | 8.48 | 15.57 | 1.141 | 0 | 2.69 |

4.5.3.2 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στον Πίνακα 2 που ακολουθεί παρουσιάζονται τα οικονομικά αποτελέσματα του σεναρίου που μελετήθηκε.

| Πίνακας 2 :Οικονομικά αποτελέσματα | | | | | | |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Περιοχή | Μετά φόρων IRR-ROI (%) | Χρόνος Αποπληρωμής (yr) | Επίτευξη θετικής ταμειακής ροής (yr) | Καθαρή παρούσα αξία (€) | Ετήσιο πλεόνασμα εσόδων (€) | Λόγος Οφέλη-Κόστος (B-C) |
| Αθήνα | 27.8 | 4.1 | 3.8 | 2.091 | 222 | 3.03 |

Με βάση τους πίνακες 1 και 2 προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

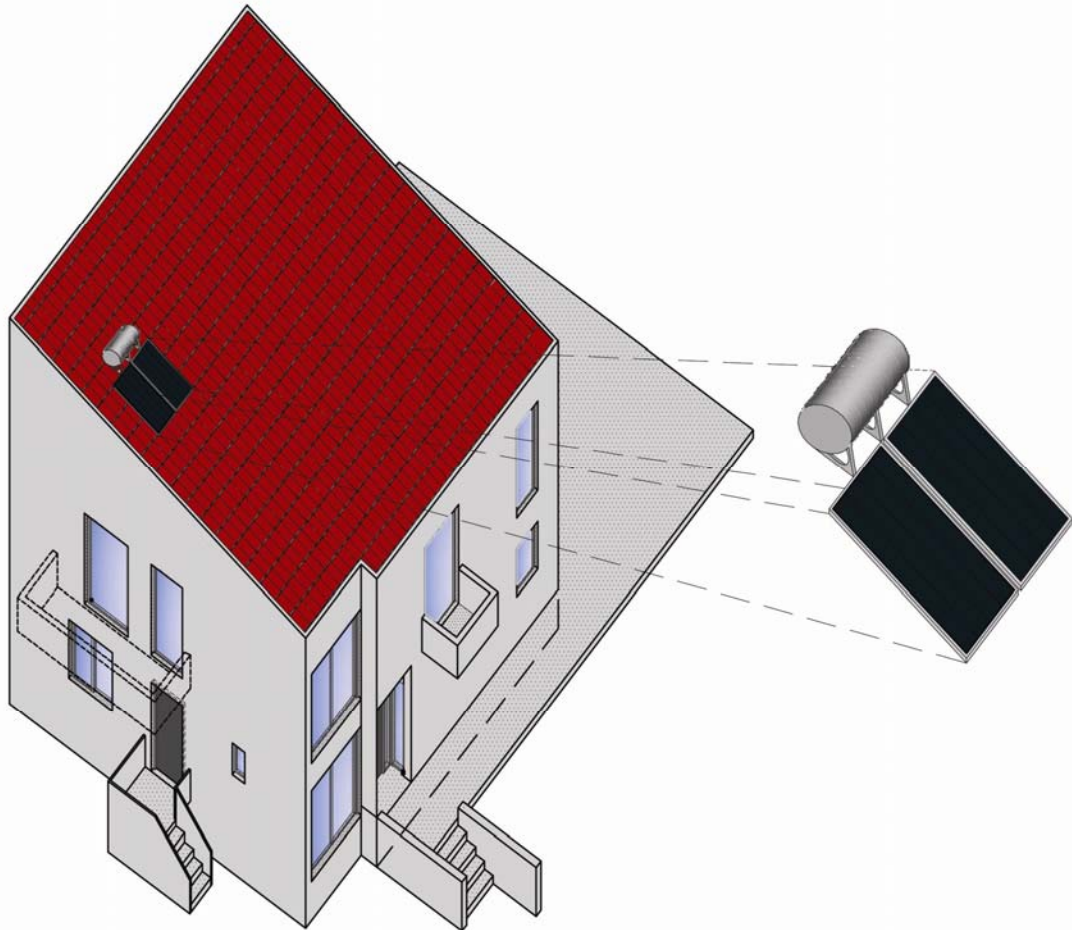
- Τα οικιακά ηλιακά θερμοσιφωνικά συστήματα δεν έχουν εκπομπές
- Ο χρόνος αποπληρωμής τους κυμαίνεται στα 4 χρόνια
- Η ετήσια εξοικονόμηση είναι 222 € περίπου
- Η ετήσια μείωση εκπομπών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι 2,69 t_{CO2} περίπου

4.5.4 Σχολιασμός

Στην παρούσα εργασία μελετήθηκε η συμπεριφορά ενός οικιακού ηλιακού συλλέκτη, όσον αφορά το περιβάλλον και τις κοινωνικο-οικονομικές του επιπτώσεις, στο περιβάλλον εργασίας του RETScreen .

Η μελέτη του ηλιακού συστήματος που επιλέχθηκε έχει ως αποτέλεσμα την παροχή περίπου 8,48 GJ ενέργειας ετησίως. Τα ενεργειακά δεδομένα του ηλιακού συστήματος υπολογίζονται αυτόματα από το RETScreen, σύμφωνα με τα μετεωρολογικά δεδομένα της περιοχής. Τα οικονομικά χαρακτηριστικά του συστήματος έδωσαν θετικές ροές στα διαγράμματα που προέκυψαν. Χρησιμοποιώντας σαν εφεδρική πηγή ενέργειας την ηλεκτρική με κόστος 0,09 €/ kWh, προέκυψε το συμπέρασμα ότι το ηλιακό σύστημα παρουσιάζει χρόνο αποπληρωμής 4 χρόνια περίπου, ενώ έχουμε εξοικονόμηση περίπου 222 € ετησίως. Οπότε, κατά την διάρκεια της ζωής του, που είναι γύρω στα 30 χρόνια, η ολική εξοικονόμηση φτάνει τα 6.960 €. Αξίζει να αναφερθεί ότι δεν διαπιστώθηκαν εκπομπές αερίων που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, για την φάση λειτουργίας του ηλιακού συστήματος.

Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα εξάγουμε το συμπέρασμα ότι τα ηλιακά συστήματα παρέχουν σημαντική προστασία του περιβάλλοντος με χαμηλό κόστος.



4.5.β Τεχνικό Παράδειγμα Combi ^[70]

Τα συστήματα Combi δεν είναι τόσο διαδεδομένα για να υπάρξει μια ενδεικτική οικονομική μελέτη. Υπάρχει όμως η δυνατότητα παρουσίασης μιας μελέτης καθαρά από τεχνικής απόψεως.

Ο σχεδιασμός ενός συστήματος Combi ακολουθεί τις εξής αρχές σχεδιασμού :

- Προσδιορισμός φορτίου ΖΝΧ
- Προσδιορισμός φορτίου θέρμανσης – (από μηχανολογική μελέτη)
- Προσδιορισμός ποσοστού κάλυψης
- Προσδιορισμός διαθέσιμου χώρου για
 - Ηλιακούς συλλέκτες (περίπου 1.5 x εμβαδόν συλλεκτών)
 - Δοχεία αποθήκευσης
- Διαστασιολόγηση επιμέρους στοιχείων

Κεφάλαιο 4: Ηλιοθερμία

Σχεδιασμός - Εκτίμηση φορτίου

Εκτίμηση φορτίου ZNX

- 40λτ στους 45°C ZN / άτομο / ημέρα
- 30λτ στους 45°C ZN / πλήση ρούχων
- 20λτ στους 45°C ZN / πλήση πιάτων

Κατοικία 4 ατόμων 200m² : 40λτ x 4 = 160λτ ZN στους 45°C / ημέρα

3 πλύσεις ρούχων / εβδομάδα = 30*3 = 90λτ ZN / εβδομάδα &

90/7 = 12,8λτ ZN / ημέρα

4 πλύσεις πιάτων / εβδομάδα = 20*4 = 80λτ ZN / εβδομάδα &

80/7=11,4λτ ZN / ημέρα

Συνολικές ημερήσιες ανάγκες ZN=160+12,8+11,4=184,2λτ ZN στους 45°C

Η απαιτούμενη ενέργεια είναι:

$$E_{ZN} = m C_p \Delta T$$

-> E: απαιτούμενη ενέργεια

m: μάζα νερού

C_p: θερμοχωρητικότητα νερού

ΔT: επιθυμητή αύξηση θερμοκρασίας νερού

$$E_{ZN} = 184,2 \times 1.16 \times (45-15) = 6.410 \text{ Wh} = 6.4\text{kWh} / \text{ημέρα}$$

Η ολική απαιτούμενη ενέργεια είναι το σύνολο της ενέργειας για ZNX και

θέρμανση : $E = E_{ZN} + E_{\theta}$

Όπου E_θ από στοιχεία οικίας ή περίπου 0,5 - 0,6 kWh / m² / ημέρα

$$\rightarrow E_{\theta} = 0,5 \times 200 = 100\text{kWh} / \text{ημέρα}$$

$$\rightarrow E = E_{ZN} + E_{\theta} = 6,4 + 100 = 106,4\text{kWh} / \text{ημέρα}$$

Υπολογισμός συλλεκτικού πεδίου για κάλυψη 30% των αναγκών:

A = (Απαιτούμενη ενέργεια * ποσοστό κάλυψης) / ενέργεια συλλέκτη

$$A = (106,4 * 0.3) / 1,12 \text{ (kwh/m}^2\text{/ημέρα)} = 28.5\text{m}^2$$

Υπολογισμός θερμοδοχείων:

• Όγκος αποθήκευσης ZNX : 1 - 1.5 x όγκο ZNX

• Όγκος ZN θέρμανσης : 1 - 1.5 του όγκου νερού που περισσεύει

$$V = (E_{\text{συλ}} - E_{\text{ZNX}}) / 1.16 / \Delta T$$

(ΔT = 7-10°C)

Όπου E_{συλ} η ενέργεια που παράγουν οι συλλέκτες

Όγκος αποθήκευσης ZNX = 200λτ

Όγκος αποθήκευσης Νερού θέρμανσης:

$$V = (1,12 \times 28.5 - 6.4) / 1.16 / 7 = (31.92 - 6.4) / 1.16 / 10 = 2.2\text{m}^3$$

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά Συστήματα

5. Φωτοβολταϊκά

5.1 Εισαγωγή

5.1.1 Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο^[77]

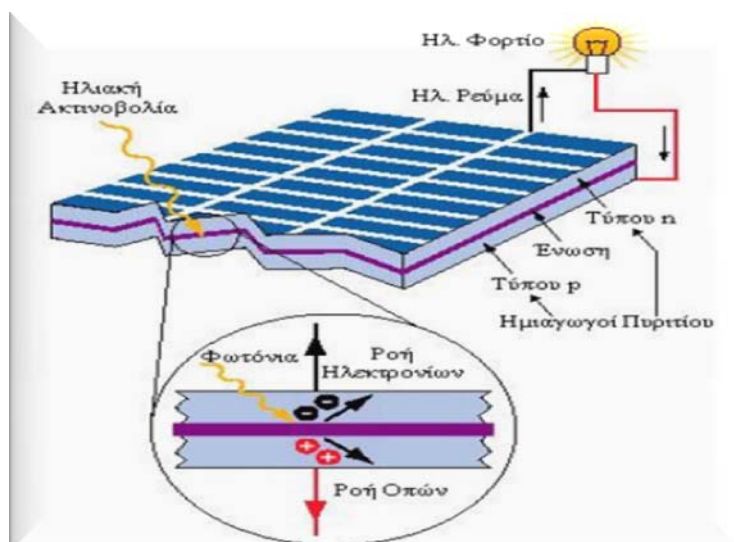
Ο Ήλιος αποτελεί μία τεράστια και ανεξάντλητη πηγή ενέργειας που η εκμετάλλευση μόνο του 0,05% αυτής θα ήταν αρκετή να καλύψει κάθε ενεργειακή ανάγκη της ανθρωπότητας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας και η μετατροπή της σε ηλεκτρικό ρεύμα είναι σήμερα δυνατή μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου. Η ιστορία του συνοψίζεται στα ακόλουθα κύρια σημεία:

- **1839:** Ο δεκαεννιάχρονος τότε Γάλλος φυσικός Alexandre-Edmond Becquerel, ανακάλυψε το φωτοβολταϊκό φαινόμενο καθώς πειραματιζόταν με το φωτοβολταϊκό φαινόμενο της ηλεκτρόλυσης
- **1873:** Ανακαλύφθηκε η φωτοαγωγιμότητα του σεληνίου από τον Willoughby Smith.
- **1876:** Ο William Grylls Adams με τον μαθητή του Richard Evans Day, ανακάλυψαν ότι το σελήνιο παράγει ηλεκτρισμό όταν εκτίθεται στο φως.
- **1883:** Ο Αμερικάνος ερευνητής Charles Fritts, περιέγραψε την πρώτη κυψέλη η οποία αποτελούνταν από φωτοβολταϊκό στοιχείο σεληνίου.
- **1887:** Ο Heinrich Hertz ανακάλυψε ότι διευκολύνεται η δημιουργία βολταϊκού τόξου μεταξύ δύο πολωμένων ηλεκτροδίων, όταν ο χώρος μεταξύ των ηλεκτροδίων ακτινοβολείται από υπεριώδη ακτινοβολία.
- **1904:** Ο Albert Einstein δημοσίευσε την εργασία με την οποία έδωσε την εξήγηση του φωτοηλεκτρικού φαινομένου. Γι' αυτή του την προσπάθεια, τιμήθηκε με το βραβείο Νόμπελ το 1921.
- **1918:** Ο πολωνός επιστήμονας Jan Czochralski ανέπτυξε μια νέα μέθοδο παραγωγής του μονοκρυσταλλικού πυριτίου, το οποίο αργότερα χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή των αντίστοιχων ηλιακών κυψελών.
- **1954:** Οι ερευνητές του Bell Labs, Gerald Pearson, Daryl Chapin και Calvin Souther Fuller ανακάλυψαν τις πρώτες ηλιακές κυψέλες πυριτίου με απόδοση 4,5%, η οποία έφτασε στο 6% λίγους μόλις μήνες μετά.
- **1958:** Η Hoffman Electronics πετυχαίνει να αυξήσει τον βαθμό απόδοσης κυψέλης στο 9%, ενώ στις 17 Μαρτίου εκτοξεύεται ο Vanguard I, ο πρώτος δορυφόρος του οποίου η ισχύς προέρχεται από ηλιακές κυψέλες.

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

- **Σήμερα:** Η έρευνα πάνω στην βελτίωση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών είναι συνεχής και εντεινόμενη. Οι εμπορικά διαθέσιμες εφαρμογές, αποτελούνται πλέον από κυψέλες, των οποίων ο βαθμός απόδοσης μπορεί να ξεπερνάει ακόμη και το 20%, με κόστος σημαντικά μικρότερο από ότι στο παρελθόν.

Το ηλιακό φως αποτελείται από φωτόνια, τα οποία περιέχουν ποικίλα ποσά ενέργειας που αντιστοιχούν σε διαφορετικά μήκη κύματος. Όταν αυτά προσπίπτουν σε μία επιφάνεια, ένα μέρος την διαπερνά, ένα μέρος ανακλάται και ένα μέρος απορροφάται από την επιφάνεια αυτή. Όταν το φωτόνιο απορροφηθεί από μια επιφάνεια με υψηλή φωτοαγωγιμότητα (ημιαγωγός), η ενέργεια του μεταφέρεται στα ηλεκτρόνια του υλικού. Με την βοήθεια του ηλεκτρικού πεδίου που δημιουργείται στις επαφές διαφορετικών υλικών, το ηλεκτρόνιο αποδρά από την κανονική του θέση και τίθεται σε κίνηση, αφήνοντας πίσω του μία οπή. Αυτός ο ημιαγωγός ονομάζεται πλέον φωτοβολταϊκό στοιχείο. Εάν συνδέσουμε στις πλευρές του δύο ακροδέκτες και κλείσουμε το κύκλωμα, θα έχουμε την διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος.



5.1.2 Πλεονεκτήματα- Μειονεκτήματα^[76]

Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας των Φ/Β είναι η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο σημείο χρήσης.

Άλλα πλεονεκτήματα είναι τα παρακάτω:

- μηδενική ρύπανση της ατμόσφαιρας
- μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων-πάνω από 25 χρόνια
- αθόρυβη λειτουργία
- 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.

Τα οφέλη από τη μεγάλης κλίμακας εφαρμογή των Φ/Β σε κτίρια είναι πολλαπλά. Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από Φ/Β είναι η μόνη τεχνολογία που μπορεί να εφαρμοσθεί σε αστικό περιβάλλον με μηδενική ρύπανση. Η παραγωγή των Φ/Β προκύπτει κατά τις ώρες αιχμής της ζήτησης, υποστηρίζοντας το σύστημα παραγωγής ενέργειας σε περιόδους υψηλού κόστους παραγωγής. Λόγω δε της κατανεμημένης παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας στα σημεία ζήτησης μειώνονται οι απώλειες στο σύστημα μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

Το κόστος των Φ/Β πλαισίων αποτελεί το μεγαλύτερο μειονέκτημα για την ευρεία εξάπλωση της Φ/Β τεχνολογίας.

Επίσης, σαν μειονεκτήματα μπορούν να θεωρηθούν η απαίτηση για μεγάλες επιφάνειες εγκατάστασης και ο σχετικά μικρός βαθμός απόδοσης. Τέλος, ενώ δεν επιβαρύνουν το περιβάλλον κατά την παραγωγή ρεύματος υπάρχει επιβάρυνση κατά την κατασκευή τους. Σύμφωνα με υπολογισμούς απαιτούνται 5 με 6 χρόνια λειτουργίας ενός φωτοβολταϊκού πλαισίου για να αντισταθμιστεί η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα κατά τη διαδικασία κατασκευής του στις εργοστασιακές μονάδες.

5.1.3 Περιβαλλοντικά οφέλη^[71]

Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά ρυπογόνα καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έκλυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα. Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξείδια του αζώτου, οι ενώσεις του θείου, κ.λπ). Οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα πυροδοτούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου και αλλάζουν το κλίμα της Γης, ενώ η ατμοσφαιρική ρύπανση έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία και το περιβάλλον.



Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει την ποσότητα των ρύπων (σε γραμμάρια) η έκλυση των οποίων αποφεύγεται για κάθε ηλιακή κιλοβατώρα που παράγεται από ένα φωτοβολταϊκό σύστημα:

| Υποκατάσταση | Αποφυγή εκλυόμενων ρύπων (σε gr) ανά ηλιακή κιλοβατώρα (λαμβάνοντας υπ' όψη και τις απώλειες του δικτύου) | | | |
|---|---|---|-----------------|------------------|
| | CO ₂ | SO ₂ | NO _x | PM ₁₀ |
| Λιγνίτη | 1.482 | 1-1,8 | 1,17-1,23 | 1,1 |
| Πετρελαίου (χαμηλού θείου) | 830 | 3,5 | 1,5 | 0,34 |
| Φυσικού αερίου | 475 | 0,017 | 0,6 | - |
| Μέσου ενεργειακού μείγματος χώρας (2008) | 1.017 | CO ₂ : διοξείδιο του άνθρακα, SO ₂ : διοξείδιο του θείου NO _x : οξειδία του αζώτου, PM ₁₀ : μικροσωματίδια | | |

5.2 Είδη Φωτοβολταϊκών Συλλεκτών^{[77][93]}

Αξιοποιώντας το φ/β φαινόμενο, μέσω της απορρόφησης των φωτονίων της από ειδικούς ημιαγωγούς τοποθετημένους σε ειδικές φωτοβολταϊκές κυψέλες, μετατρέπεται η ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα. Η ενέργεια όμως που παράγεται από ένα συλλέκτη είναι περιορισμένη. Γι αυτό πολλές κυψέλες συνδέονται μεταξύ τους σχηματίζοντας ένα φ/β πάνελ. Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονο ενδιαφέρον και σημαντική πρόοδος της τεχνολογίας κατασκευής τους. Αν και υπάρχουν διάφορα ημιαγώγιμα υλικά, αυτό που χρησιμοποιείται περισσότερο στην παγκόσμια παραγωγή Φ/Β πλαισίων είναι το πυρίτιο. Το πυρίτιο βρίσκεται στο έδαφος της γης σε σχεδόν ανεξάντλητες ποσότητες, καθώς παράγεται από το χαλαζία, συστατικό της κοινής άμμου. Εδώ ακριβώς εντοπιζόταν το κύριο πρόβλημα της αρχικής αντιοικονομικότητας των συστημάτων. Η ενεργοβόρος παραγωγή πυριτίου από χαλαζία, δεν αποσβενόταν ενεργειακά λόγω της μικρής απόδοσης των φωτοβολταϊκών κυψελών. Οι βελτιωμένες όμως μέθοδοι και και η αυξανόμενη ενεργειακή παραγωγή των συστημάτων ακόμη και σε νεφοσκεπείς συνθήκες, βελτίωσαν την αποδοτικότητα τους. Τα Φ/Β κύτταρα πυριτίου χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες, τα κρυσταλλικά και τα μη κρυσταλλικά. Σήμερα σύμφωνα με στοιχεία του I.E.A., τα κρυσταλλικά αποτελούν την πρώτη ύλη για το 80% περίπου της αγοράς.

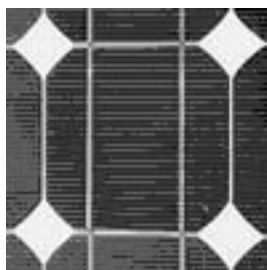
Συνοπτικά, η διάκριση των Φ/Β κυψελών είναι η ακόλουθη:

5.2.1 Μονοκρυσταλλικά

Η ονομασία τους προέρχεται από την μορφή του κρυσταλλικού πλέγματος των ατόμων Si που πλησιάζει τον τέλειο κρύσταλλο. Κατασκευάζονται ύστερα από ψύξη λιωμένου Si και πριονισμό του σε λεπτές πλάκες – τα κύτταρα. Τα στοιχεία αυτής της τεχνολογίας αποτελούνται από ένα λεπτό στρώμα καθαρού κρυσταλλικού πυριτίου με πάχος από 200 ως 400 μm . Πάνω από αυτό το στρώμα τοποθετείται μεταλλικό πλέγμα το οποίο λειτουργεί ως ηλεκτρική επαφή και με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η λειτουργία του ως ηλιακό στοιχείο. Τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία πυριτίου που κατασκευάζονται από καθαρούς κρυστάλλους είναι κυλινδρικής μορφής αλλά συχνά κόβονται τετράγωνα για να είναι εύκολη η τοποθέτησή τους στις φωτοβολταϊκές μονάδες. Η ανάγκη χρησιμοποίησης ιδιαίτερα καθαρού Si (ακριβή «πρώτη» ύλη), η χρήση εξειδικευμένων μεθόδων τήξης και κοπής για την επίτευξη του μονοκρυσταλλικού πλέγματος αυξάνει το κόστος παραγωγής δίνοντας τους όμως τον καλύτερο βαθμό απόδοσης από τις τρεις κατηγορίες φθάνοντας το 15-18%. Το ποσοστό αυτό οφείλεται κυρίως στο ότι τα μονοκρυσταλλικά κύτταρα είναι πιο ευαίσθητα στην υπέρυθη ακτινοβολία που το ενεργειακό της περιεχόμενο είναι σχετικά χαμηλό.

Χρώμα: σκούρο μπλε έως μαύρο

Κατασκευαστές: Astro Power, Aleo , Bharat Electronics, BHEL, BP Solar, Canrom, CEL, CellSiCo, Deutsche Cell, Eurosolare, GE Energy, GPV, Helios, Humaei, Isofoton, Kaifeng Solar Cell Factory, Kwazar JSC, Maharishi, Matsushita Seiko, Microsolpower, Ningbo Solar Energy Power, Energysolutions (ελληνική) , Exelgroup (ελληνική), Pentafour Solec Technology, Photowatt, RWE Schott Solar, Sharp, Shell Solar, Solartec, Solar Wind Europe, Solarworld , Solec, Solmecs, Solterra, Suntech, Sunways, Telekom-STV, Tianjin Jinneng Solar Cell, Trinasolar , Viva Solar, Webel SL, Yunnan Semiconductor.



5.2.2 Πολυκρυσταλλικά

Σε αντίθεση με τα μονοκρυσταλλικά, τα πολυκρυσταλλικά κύτταρα στο πλέγμα τους περιλαμβάνουν κρυστάλλους ποικίλων προσανατολισμών. Η κατασκευή αυτών των στοιχείων προκύπτει από μεγάλες ορθογώνιες ράβδους καθαρού πυριτίου που βρίσκονται μέσα σε ειδικούς κλιβάνους στους οποίους μέσα ψύχεται αργά τήγμα πυριτίου για τη δημιουργία μεγάλων κρυστάλλων. Τα στοιχεία αυτά είναι εξαρχής τετράγωνης μορφής αφού κόβονται από τις ορθογώνιες ράβδους. Το μέγεθός τους είναι λίγο μεγαλύτερο από αυτό των μονοκρυσταλλικών στοιχείων.

Αιτία αυτής της διαφοροποίησης, η μαζική και λιγότερο ελεγχόμενη ψύξη του Si, κάτι που μειώνει αισθητά το κόστος παραγωγής. Όπως και στην προηγούμενη τεχνολογία, μετά την ψύξη το πολυκρυσταλλικό πλέγμα πριονίζεται στα λεπτά Φ/Β κύτταρα. Η ύπαρξη διαφόρων κρυστάλλων μέσα

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

στο πλέγμα αυξάνει την εσωτερική αντίσταση στα σημεία σύνδεσής τους, με αποτέλεσμα ο συνολικός βαθμός απόδοσης να μην μπορεί να ξεπεράσει το 13-15%.

Χρώμα: μπλε

Κατασκευαστές: Al-Afandi, Aleo , BP Solar, Canadian Solar, Conergy, Deutsche Cell, Energysolutions (ελληνική), ErSol, Eurosolare, Exelgroup (ελληνική), GPV, Ibersolar , Kwazar JSC, Kyocera, Maharishi, Mitsubishi, Motech, NAPS , Photovoltech, Photowatt, Q-Cells, REC , RWE Schott Solar, Scheuten , Sharp, Shell Sola, Silcio (ελληνική) , Solar Cells Hellas , Solar Power Industries, Solartec, Solarworld , Solterra, SunOwe , Suntech, Sunways, Tenesol , Tianjin Jinneng Solar Cell, Trinasolar , YinGli.



5.2.3 Λεπτές μεμβράνης

Ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της κατηγορίας αυτής είναι η μη κρυσταλλική της δομή. Οι λεπτές ταινίες ορισμένων ειδικών στοιχείων, μπορούν να αποτελέσουν το υλικό παρασκευής ηλιακών κυψελών, χρησιμοποιώντας πολύ λιγότερο υλικό από τις αντίστοιχες κυψέλες κρυσταλλικού πυριτίου. Τα στοιχεία που κατασκευάζονται με αυτό τον τρόπο έχουν πάχος μερικών μόνο μικρών. Η μικρή και οικονομική ποσότητα πρώτων υλών, ο απλός τρόπος κατασκευής, η ευκολία στην εγκατάσταση και συναρμολόγηση καθιστούν τα άμορφα κύτταρα ικανά για μαζική παραγωγή. Μειονέκτημα αποτελεί η σχετικά χαμηλή απόδοση, μόλις στο 5-8%, γεγονός που οφείλεται στην έλλειψη του κρυσταλλικού πλέγματος στην δομή τους. Παρόλα αυτά είναι τεχνολογία που επιδέχεται βελτιώσεων και αναμένεται να αναπτυχθεί τα επόμενα χρόνια. Τα βασικά υλικά παραγωγής τέτοιων πάνελ είναι το Άμορφο Πυρίτιο (a-Si), ο Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός (CIGS) και τα κράματά του, το Τελουριούχο Κάδμιο και το Αρσενικούχο Γάλλιο (CdTe).

Χρώμα: Κοκκινίζων καφέ έως μπλε ή μπλε-βιολετί

Κατασκευαστές: BP Solar, Canon, Dunasolar, ECD Ovonic, ENN , EPV, Free Energy Europe, First Solar , Fuji Electric, Heliosphera (ελληνική), ICP, Iowa Thin Film Technologies, Kaneka, MHI, RWE Schott Solar, Sanyo, Sharp , Shenzhen Topray Solar, Sinonar, Solar Cells, Terra Solar, Tianjin Jinneng Solar Cell, United Solar Ovonic, VHF Technologies



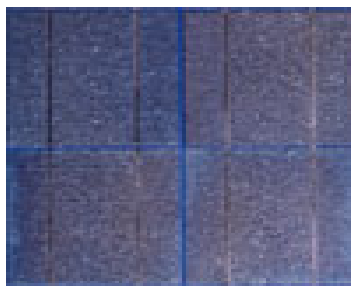
5.2.3.1 Άμορφου πυριτίου(a-Si)

Ο προσδιορισμός άμορφο ξεκαθαρίζει ότι η συμμετρία του κρυστάλλου παύει να υφίσταται για αποστάσεις λίγο μεγαλύτερες από τις ατομικές και ταυτόχρονα οι γωνίες δεσμών του δεν είναι πια συγκεκριμένες. Ενώ το άμορφο πυρίτιο παρουσιάζει μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στην απορρόφηση του φωτός, εντούτοις η φωτοβολταϊκή απόδοση του είναι μικρότερη των κρυσταλλικών, περίπου 6%



5.2.3.2 Ταινίας πυριτίου (Ribbon Silicon)^[81]

Πρόκειται για μια σχετικά νέα τεχνολογία φωτοβολταϊκών στοιχείων. Αναπτύσσεται από την **Evergreen Solar**. Προσφέρει έως και 50% μείωση στην χρήση του πυριτίου σε σχέση με τις "παραδοσιακές τεχνικές" κατασκευής μονοκρυσταλλικών και πολυκρυσταλλικών φωτοβολταϊκών κυψελών πυριτίου.



Η απόδοση για τα φωτοβολταϊκά στοιχεία του έχει φτάσει πλέον γύρω στο 12-13% ενώ το πάχος του είναι περίπου 0,3 χιλιοστά. Στο εργαστήριο έχουν επιτευχθεί αποδόσεις της τάξης του 18%.

5.2.3.3 Δισεληνοϊνδιούχου χαλκού (CIS, με προσθήκη γαλλίου CIGS)

Ο Δισεληνοϊνδιούχος Χαλκός έχει εξαιρετική απορροφητικότητα στο προσπίπτον φως αλλά παρόλα αυτά η απόδοση του με τις σύγχρονες τεχνικές κυμαίνεται στο 9-11% (πλαίσιο).



Εργαστηριακά έγινε εφικτή απόδοση στο επίπεδο του 18,8% η οποία είναι

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

και η μεγαλύτερη που έχει επιτευχθεί μεταξύ των φωτοβολταϊκών τεχνολογιών λεπτής επιστρώσεως. Με την πρόσμιξη γαλλίου η απόδοση του μπορεί να αυξηθεί ακόμα περισσότερο (CIGS). Το πρόβλημα που υπάρχει είναι ότι το ίδιο υπάρχει σε περιορισμένες ποσότητες στην φύση. Στα επόμενα χρόνια πάντως αναμένεται το κόστος του να είναι αρκετά χαμηλότερο.

Χρώμα CIGS: Σκούρο γκρι έως μαύρο

Κατασκευαστές CIGS: CIS Solartech GmbH, Daystar, EPV, Global Solar, Shell Solar, Showa Shell, Solarion, Sulfurcell, Wiirth Solar.

5.2.3.4 Τελουριούχου Κάδμιου (CdTe)

Το Τελουριούχο Κάδμιο έχει ενεργειακό διάκενο γύρω στο 1eV το οποίο είναι πολύ κοντά στο ηλιακό φάσμα κάτι που του δίνει σοβαρά πλεονεκτήματα όπως την δυνατότητα να απορροφά το 99% της προσπίπτουσας ακτινοβολίας. Οι σύγχρονες τεχνικές όμως μας προσφέρουν αποδόσεις πλαισίου γύρω στο 6-8,5%. Στο εργαστήριο η απόδοση στα φωτοβολταϊκά στοιχεία έχει φθάσει το 16%.



Μελλοντικά αναμένεται το κόστος του να πέσει αρκετά. Τροχοπέδη για την χρήση του αποτελεί το γεγονός ότι το κάδμιο σύμφωνα με κάποιες έρευνες είναι καρκινογόνο με αποτέλεσμα να προβληματίζει το ενδεχόμενο της εκτεταμένης χρήσης του. Ήδη η Greenpeace έχει εναντιωθεί στην χρήση του. Επίσης προβληματίζει ή έλλειψη του Τελλουρίου. Σημαντικότερη χρήση του είναι ή ενθυλάκωση του στο γυαλί ως δομικό υλικό (BIPV Building Integrated Photovoltaic).

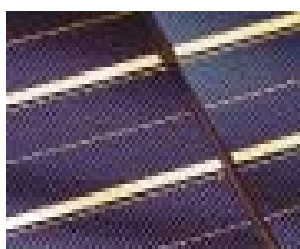
Χρώμα CdTe: Σκούρο πράσινο έως μαύρο

Κατασκευαστές CdTe: Antec Solar Energy, First Solar

5.2.3.5 Αρσενικούχου Γαλλίου (GaAs)

Το Γάλλιο είναι ένα παραπροϊόν της ρευστοποίησης άλλων μετάλλων όπως το αλουμίνιο και ο ψευδάργυρος. Είναι πιο σπάνιο ακόμα και από τον χρυσό. Το Αρσένιο δεν είναι σπάνιο αλλά έχει το μειονέκτημα ότι είναι δηλητηριώδες.

Το αρσενικούχο γάλλιο έχει ενεργειακό διάκενο 1,43eV που είναι ιδανικό για την απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας.



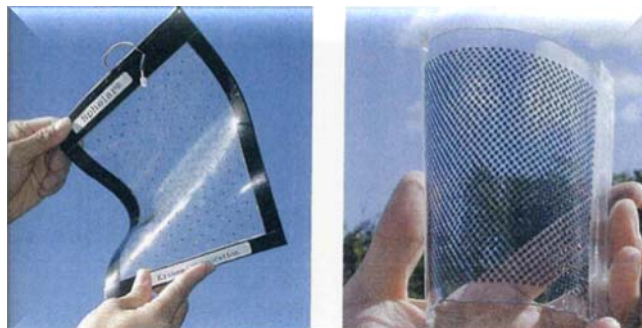
Η απόδοση του στην μορφή πολλαπλών συνενώσεων (multijunction) είναι η υψηλότερη που έχει επιτευχθεί και αγγίζει το 29%. Επίσης τα φωτοβολταϊκα στοιχεία GaAs είναι εξαιρετικά ανθεκτικά στις υψηλές θερμοκρασίες γεγονός που επιβάλλει σχεδόν την χρήση τους σε εφαρμογές ηλιακών συγκεντρωτικών συστημάτων (*solar concentrators*). Τα φωτοβολταϊκα στοιχεία GaAs έχουν το πλεονέκτημα ότι αντέχουν σε πολύ υψηλές ποσότητες ηλιακής ακτινοβολίας, για αυτό αλλά και λόγω της πολύ υψηλής απόδοσης του ενδείκνυται για διαστημικές εφαρμογές. Το μεγαλύτερο μειονέκτημα αυτής της τεχνολογίας είναι το υπερβολικό κόστος του μονοκρυσταλλικού GaAs υποστρώματος.

5.2.4 Σφαιρικές ηλιακές κυψέλες^[81]

Πρωτοεμφανίστηκαν από την Καναδική Spheral Solar Power και πλέον την έρευνα πάνω σε αυτές συνεχίζει η Ιαπωνική Kyosemi Corporation.

Οι σφαιρικές κυψέλες έχουν διάμετρο 0,7m ή 1-1.2mm αντίστοιχα και σχηματίζονται από σταγόνες πυριτίου που πέφτουν σε κενό. Μεταξύ τους συνδέονται παράλληλα με φύλλα αλουμινίου και μονώνονται με μια στρώση σκληρού πλαστικού. Προς το παρόν έχουν πετύχει απόδοση μέχρι 12.5%

Πλεονέκτημα αυτών των κυψελών είναι ότι λόγω σφαιρικότητας εκμεταλλεύονται μεγάλο κομμάτι διάχυτης ακτινοβολίας ,ενώ είναι ικανές να παράγουν εύκαμπτα στοιχεία. Οι σχετικά απλές μέθοδοι κατασκευής και οι μειωμένες απαιτήσεις σε πυρίτιο υπόσχονται πιθανή μείωση του κόστους για το μέλλον.



5.2.5 Κυψέλες (υψηλής) συγκέντρωσης (HCPV) – CPV^[81]

Οι ημιαγωγοί III-IV, όπως InGaAs, InGaP ή γερμάνιο επιτρέπουν την παραγωγή υψηλής απόδοσης ηλιακών κυψελών. Αυτές οι πολλαπλές ηλιακές κυψέλες φτιαγμένες από διαφορετικά υλικά και διαμορφωμένες για να εκμεταλλεύονται διαφορετικά κομμάτια του ηλιακού φάσματος είναι κολλημένες η μια πάνω απ'την άλλη. Επειδή όμως αυτές οι κυψέλες είναι υπερβολικά ακριβές ,φτηνοί φακοί (με βαθμό συγκέντρωσης φωτός περίπου 500) χρησιμοποιούνται για να συλλέξουν το ηλιακό φως από μια ευρύτερη περιοχή και να το συγκεντρώσουν στη μικρή κυψέλη ,η οποία συνήθως έχει μέγεθος μερικά χιλιοστόμετρα και βαθμό απόδοσης έως 39%.

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

Αν χρησιμοποιηθούν 4-5 διαφορετικά στρώματα όμως (αντί για τα συνήθη 3) αυτός μπορεί να αγγίξει και το 50% στο μέλλον.



Το κακό με αυτή την τεχνολογία είναι ότι μόνο η κάθετη ακτινοβολία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και έως εκ τούτου είναι απαραίτητα tracking systems που θα ακολουθούν τη φορά του ήλιου.

Όσον αφορά την εμπορική διάθεση αυτών των συστημάτων οι τριπλής σύνδεσης κυψέλες της Spectrolab είναι σε θέση να παράγουν 15-17 Watt, τα οποία αντιπροσωπεύουν μία αποδοτικότητα, της τάξης του 37%, ένα ποσοστό σημαντικά υψηλότερο σε σχέση με αυτό που επιτυγχάνεται με τις συμβατικές κυψέλες πυριτίου.

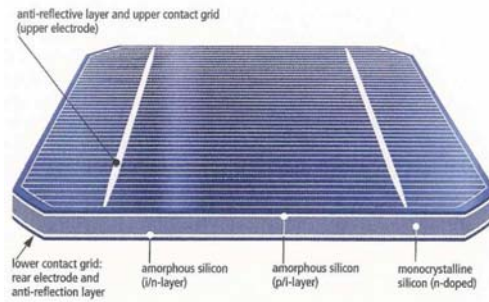
Ο πυρήνας του συστήματος αποτελείται από μία σειρά ηλιακά φωτοβολταϊκά πάνελ (HCPV) της OPEL τύπου MK-I. Κάθε Φ/Β πλαίσιο MK-I HCPV παράγει 90Wp (ελάχιστο ΣΥΝΕΧΕΣ ρεύμα DC) και χρησιμοποιεί τις υψηλής τεχνολογίας (37% το ελάχιστο) γαλλίου αρσενίου (GaAs) ηλιακής συγκέντρωσης κυψέλες που παράγονται από την Spectrolab (ένα τμήμα της Boeing Corporation).

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ MK-I CPV τοποθετούνται πάνω στις διπλού άξονα κινούμενες βάσεις στήριξης SF20 της εταιρίας FEINA με μια ακρίβεια της τάξης των 0.1 βαθμών. Κάθε κινούμενη βάση στήριξης συνοδεύεται από μια επαναφορτιζόμενη μπαταρία έτσι ώστε να του επιτρέπεται να λειτουργήσει κάτω από χαμηλή ακτινοβολία ηλίου και κατά τη διάρκεια καταστάσεων έκτακτης ανάγκης.

5.2.6 Υβριδικά στοιχεία HIT^[81]

Μια προσπάθεια περαιτέρω βελτίωσης της απόδοσης των κυψελών αποτελούν τα υβριδικά στοιχεία, τα οποία αναπτύχθηκαν από την Sanyo Solar. Ένα υβριδικό φωτοβολταϊκό στοιχείο αποτελείται από στρώσεις υλικών διαφορετικού κρυσταλλικού πλέγματος. Πιο συγκεκριμένα κατασκευάζεται από μία στρώση μονοκρυσταλλικού πυριτίου ανάμεσα σε δύο λεπτές στρώσεις άμορφου πυριτίου. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται υψηλός βαθμός απόδοσης, που φτάνει το 17,7%.

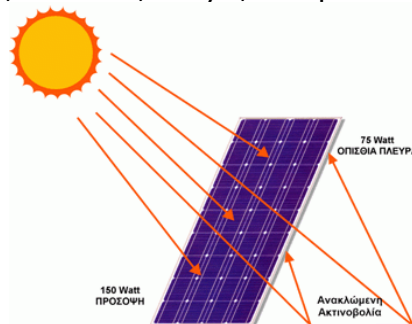
Χρώμα: Σκούρο μπλε έως μαύρο



5.2.7 Φωτοβολταϊκά Διπλής Όψεως^[75]

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών διπλής όψεως προέκυψε από τις διαστημικές ανάγκες της Σοβιετικής Ένωσης. Για τους δορυφόρους η μόνη πηγή ενέργειας είναι η ηλιακή και για την υποστήριξη των οργάνων τους χρησιμοποιούνται φωτοβολταϊκές κυψέλες. Προκειμένου οι δορυφόροι με τα panels να είναι ενεργειακά αυτόνομοι, επινοήθηκε η τεχνική λείανσης της κυψέλης και από την πίσω πλευρά και το κλείσιμό της σε "σάντουιτς τζάμι-τζάμι". Αυτή η επινοήση οδήγησε σε ένα προϊόν που αποδίδει περισσότερη ενέργεια από μικρότερη επιφάνεια. Η απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων εξαρτάται, σε μεγάλο βαθμό, από τη χρονική διάρκεια που θα "βλέπουν" τον Ήλιο κάθετα. Έχουν απόδοση 15-19%. Τα συμβατικά panels, αξιοποιούν μέρος μόνο της προσφερόμενης ηλιακής ενέργειας, αφού είναι ενεργά από τη μία όψη μόνο, η οποία ενεργοποιείται όταν ο ήλιος βρίσκεται στο νότιο μισό του οριζοντα και σε μία περιοχή περίπου 150°. Αντίθετα τα bifacial – windsol επιπλέον εκμεταλλεύονται: α) το χρόνο που ο ήλιος βρίσκεται βόρεια του νοητού άξονα ανατολής – δύσης και που κατά την θερινή περίοδο είναι πάνω από 7 ώρες ημερησίως, β) την ακτινοβολία που διαχέεται στο περιβάλλον και γ) αυτή που ανακλάται.

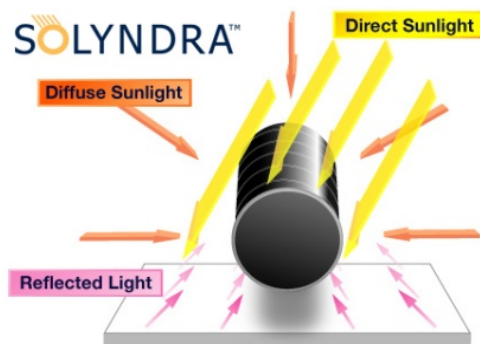
Κατασκευαστές: Avacos, Hitachi, Sanyo, Sunpower Co.



5.2.8 Solyndra^[89]

Τα κύρια μέρη του συστήματος είναι το φωτοβολταϊκό πάνελ Solyndra και η συνθετική μεμβράνη Rheranol fk white.

Το πάνελ Solyndra είναι μια πρωτοποριακή τεχνολογία φωτοβολταϊκών λεπτού φιλμ και CIGS, το οποίο αποτελείται από κυλινδρικά στοιχεία τα οποία εκμεταλλεύονται την προσπίπτουσα, διαχέουσα και αντανακλώμενη ηλιακή ακτινοβολία, προσφέροντας έτσι υψηλή απόδοση σε πραγματικές συνθήκες λειτουργίας της τάξης του 12-14% για κάθε κυψέλη.



Για την απρόσκοπτη, αποδοτική και μακροχρόνια απόδοση του Solyndra, σημαντικό ρόλο έχει και η επιφάνεια πάνω στην οποία θα τοποθετηθεί. Και το ιδανικό υπόστρωμα είναι η συνθετική μεμβράνη Rheranol fk white της FDT. Η Rheranol fk white, είναι μια μεμβράνη στεγανοποίησης δωματίων από πολυισοβουτυλένιο (PIB) η οποία έχει σχεδιαστεί από τον κορυφαίο ευρωπαϊκό παραγωγό FDT, ειδικά για χρήση σε συνδυασμό με το Solyndra.

5.2.9 Άλλες τεχνολογίες

Η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών εξελίσσεται με ραγδαίους ρυθμούς και διάφορα εργαστήρια στον κόσμο παρουσιάζουν νέες πατέντες. Κάποιες από τις τεχνολογίες στα φωτοβολταϊκά στοιχεία που φαίνεται να ξεχωρίζουν και μελλοντικά πιθανώς να γίνει ευρεία η χρήση τους είναι:

- **Νανοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία πυριτίου (nc-Si)**
- **Οργανικά/Πολυμερή στοιχεία**

5.2.10 ΑΠΟΔΟΣΗ Φ/Β:


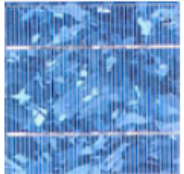

Όλες οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες / στοιχεία χαρακτηρίζονται βάση των κάτωθι μετρούμενων και υπολογιζόμενων τιμών:^[83]

- Καμπύλη Τάσης-Ρεύματος (I-V curve)
- Τάση ανοικτού κυκλώματος
- Ρεύμα βραχυκύκλωσης
- Μέγιστη παραγόμενη ισχύς
- Τάση στη μέγιστη ισχύ
- Ρεύμα στη μέγιστη ισχύ
- Παράγοντας πλήρωσης
- Συντελεστής απόδοσης Φ/Β γεννήτριας
- Αντίσταση σειράς
- Αντίσταση εν παραλλήλω
- Θερμοκρασία δοκιμής
- Ένταση ακτινοβολίας φωτός

Συγκεντρωτικά στοιχεία για τις αποδόσεις των κυριότερων Φ/Β τεχνολογιών φαίνονται στον εξής πίνακα:

| Υλικό Φ/Β Κυψέλης | Απόδοση Κυψέλης - n_z (εργαστήριο) (%) | Απόδοση Κυψέλης - t_{i_z} (παραγωγή) (%) | Απόδοση Πάνελ - n_M (γραμμή παραγωγής) (%) |
|------------------------------|---|---|--|
| Μονοκρυσταλλικού Πυριτίου | 24.7 | 21.5 | 16.9 |
| Πολυκρυσταλλικού Πυριτίου | 20.3 | 16.5 | 14.2 |
| Ταινίες Πυριτίου | 19.7 | 14 | 13.1 |
| Thin- film | 19.2 | 9.5 | 7.9 |
| Άμορφου πυριτίου | 13.0 | 10.5 | 7.5 |
| Μικρόμορφου Πυριτίου | 12.0 | 10.7 | 9.1 |
| CIS | 19.5 | 14.0 | 11.0 |
| CdTe | 16.5 | 10.0 | 9.0 |
| HCPV | 39 . 0 | 27.4 | 27.0 |
| Dye-sensitized cell | 12.0 | 7.0 | 5.0 |
| Υβριδικές HIT | 21 | 18.5 | 16.8 |

Ενώ για τις πιο διαδεδομένες εμπορικά τεχνολογίες εν έτει 2008 στην Αθήνα, έχουμε :^[99]

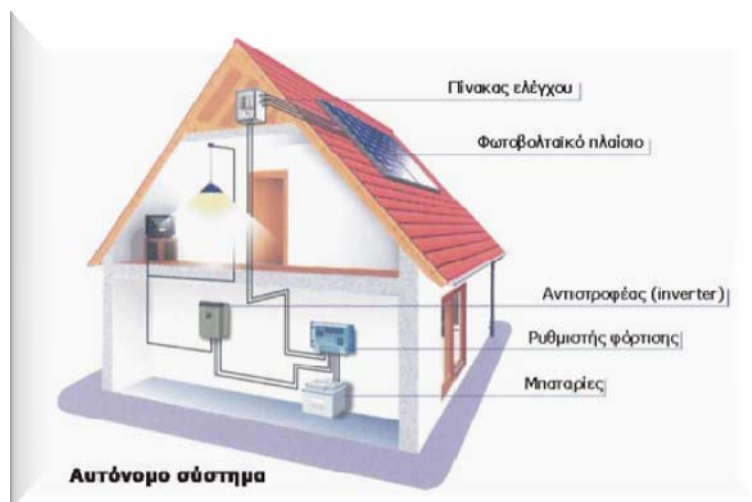
| Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών (εξοπλισμός που κυκλοφορεί στην αγορά στις αρχές 2008) | | | |
|---|---|--|---|
| ΤΥΠΟΣ | 'Λεπού υμενίου' ή 'Thin Film' | Πολυκρυσταλλικά | Μονοκρυσταλλικά |
| Εμφάνιση |  |  |  |
| Απόδοση | a-Si: 4,2-6,6% μ-Si: 8,1-8,5% CIS-CIGS: 6-11% CdTe: 6-11,1% | 11-14,8% | 11-19,3% |
| Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp | 9-25 m ² | 7-9 m ² | 5,5-9 m ² |
| Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small> | 1.300-1.450 | 1.300 | 1.300 |
| Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m ²) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small> | 50-160 | 145-185 | 145-235 |
| Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg CO ₂ ανά kWp) | 1.300-1.450 | 1.300 | 1.300 |

5.3 Φωτοβολταϊκό Σύστημα^{[71][77]}

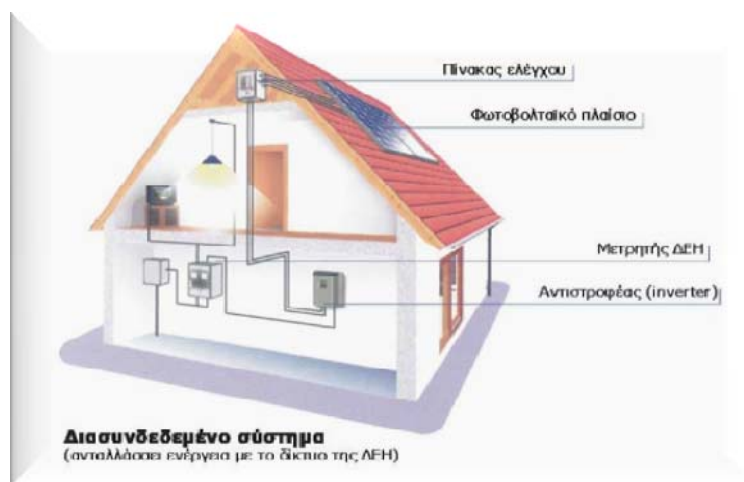
Η διαρκής έκθεση του συλλέκτη στην ηλιακή ακτινοβολία έχει τελικά σαν αποτέλεσμα την παραγωγή συνεχούς ηλεκτρικού ρεύματος το οποίο στη συνέχεια μπορεί να μετατραπεί σε εναλλασσόμενο με τη χρήση ειδικών μετατροπέων. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε για ίδια χρήση, είτε να δοθεί προς πώληση στο δίκτυο ηλεκτρισμού.

Όταν τα πάνελ συνδέονται μεταξύ τους, δημιουργούνται φ/β συστοιχίες με ισχύ ίση με το άθροισμα την ισχύος των πάνελ που την αποτελούν. Επίσης, υπάρχει η δυνατότητα τα πάνελ να τοποθετηθούν πάνω σε στηρίγματα που ακολουθούν την τροχιά του ήλιου (ηλιοστάτες) ώστε να αυξηθεί η προσπίπτουσα ηλιακή ακτινοβολία και συνεπακόλουθα η παραγωγή ενέργειας. Ο κύριος διαχωρισμός των φ/β συστημάτων είναι σε αυτόνομα και διασυνδεδεμένα.

Τα **αυτόνομα συστήματα** βρίσκονται συνήθως σε απομακρυσμένες περιοχές και το σύνολο της παραγόμενης ενέργειας καταναλώνεται εξ' ολοκλήρου από τον χρήστη. Ως εκ τούτου, υπάρχει η απαίτηση εγκατάστασης μιας διάταξης αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας. Δηλαδή εκεί έχουμε ανάγκη για *συσσωρευτές*, αλλά και *ρυθμιστή φόρτισης*. Κατά κανόνα, τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται στην ηλεκτροδότηση συσκευών χαμηλής ισχύος, σε απόμερα μέρη και εξοχικές κατοικίες.



Διασυνδεδεμένα συστήματα λέγονται τα φ/β συστήματα που έχουν άμεση σύνδεση στο ηλεκτρικό δίκτυο ώστε να διοχετεύεται σε αυτό η παραγόμενη ενέργεια. Δεν απαιτείται κάποια διάταξη αποθήκευσης της ενέργειας με αποτέλεσμα να μειώνεται τόσο το κόστος κατασκευής όσο και το κόστος λειτουργίας τους. Συνοπτικά, η παραγόμενη ποσότητα ενέργειας από την φ/β συστοιχία, μεταφέρεται στον μετατροπέα (inverter), στον οποίο μετατρέπεται το συνεχές ρεύμα σε εναλλασσόμενο σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ (τάση 230V-συχνότητα 50Hz). Στην συνέχεια η ισχύς συγκεντρώνεται στον κεντρικό πίνακα, από τον οποίο διοχετεύεται στο ηλεκτρικό δίκτυο, διαμέσου του μετρητή της ΔΕΗ, ο οποίος προσμετρά την ποσότητα της διερχόμενης ενέργειας.



5.3.1 Ετήσια Παραγωγή Ενέργειας βάση ηλιοφάνειας στην Ελλάδα^[76]

Η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε μία επιφάνεια 1 m^2 μια ηλιόλουστη μέρα μπορεί να φθάσει το 1 kW .

Η ενέργεια η οποία προσπίπτει συνολικά σε ένα έτος σε μια επιφάνεια εξαρτάται από τη γεωγραφική θέση και το προσανατολισμό της επιφάνειας. Για τη περιοχή της Αθήνας, η τιμή της ετήσιας ενέργειας που προσπίπτει σε μια οριζόντια επιφάνεια 1 m^2 κυμαίνεται περίπου στις 1.500 kWh . Ένα φωτοβολταϊκό σύστημα ονομαστικής ισχύος 1 kWp (για παράδειγμα 10 φωτοβολταϊκά πάνελ των 100 Wp το κάθε ένα) αποδίδει στην Ελλάδα από περίπου 1.150 kWh (βόρεια Ελλάδα) έως 1.450 kWh (νότια Ελλάδα) το έτος. Στην Αττική κυμαίνεται γύρω στις $1.300\text{-}1350 \text{ kWh}$. Με δεδομένο ότι ένα μέσο Φ/Β πλαίσιο που κυκλοφορεί στην αγορά μετατρέπει περίπου το 8-16% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική, ένα πλαίσιο επιφάνειας 1 m^2 παράγει περίπου 160 Watt την ώρα αν αποτελείται από μονοκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία, περίπου 140 Watt την ώρα αν αποτελείται από πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά στοιχεία και περίπου 80 Watt την ώρα αν είναι για παράδειγμα άμορφου πυριτίου.

Για να βρούμε τη μέση ημερήσια παραγωγή ενός φωτοβολταϊκού πάνελ, συνηθίζουμε να πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική του ισχύ επί 5.

Έτσι, ένα φωτοβολταϊκό πάνελ ονομαστικής ισχύος 100 Wp , κατ' εκτίμηση παράγει ημερησίως 500 Wh ($0,5 \text{ kWh}$) κατά μέσο όρο. Είναι προφανές ότι το καλοκαίρι η μέση παραγωγή θα είναι μεγαλύτερη από τη μέση παραγωγή το χειμώνα (τον Ιούλιο ή τον Αύγουστο είναι σχεδόν διπλάσια σε σχέση με τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο).

Πιο αναλυτικά, ένα φωτοβολταϊκό θα παράγει κάθε μέρα την ονομαστική ισχύ του επί 6 το καλοκαίρι και επί 3,5 το χειμώνα. Έτσι, από ένα φωτοβολταϊκό 100 Wp μπορούμε να αναμένουμε $550\text{-}600 \text{ Wh}$ ($0,6 \text{ kWh}$ -κιλοβατώρες) το καλοκαίρι και περίπου 350 Wh ($0,35 \text{ kWh}$) το χειμώνα, ανά ημέρα και κατά μέσο όρο.

Δηλαδή το χειμώνα, δεν θα παράγει 350 Wh ΚΑΘΕ μέρα, αλλά αν διαιρέσουμε την συνολική μηνιαία του παραγωγή σε kWh (πχ. τον Δεκέμβριο) δια 31, θα μας δώσει τον αριθμό $0,35 \text{ kWh}$.

Ανά 1.000 Watt/p φωτοβολταϊκών, η συνολική ετήσια παραγωγή σε κιλοβατώρες (kWh) θα είναι από 1100 kWh (βόρεια Ελλάδα) έως 1450 kWh (νότια Ελλάδα). Έτσι, ένα πάνελ 100 Wp θα παράγει από 110 kWh έως 140 kWh το χρόνο.

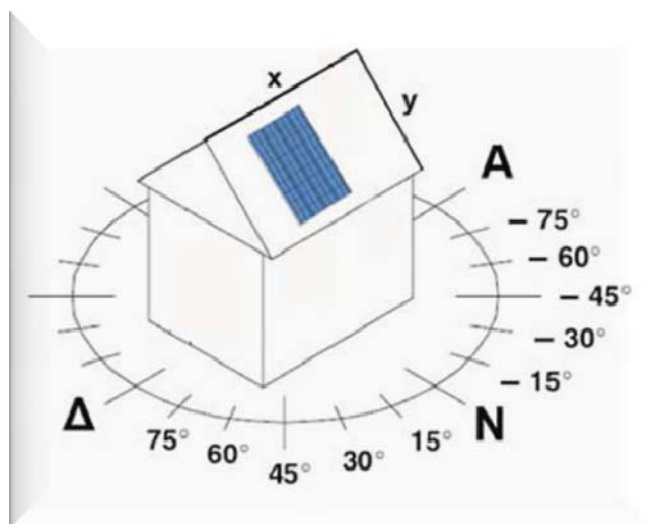
5.3.2 Προσανατολισμός Φ/Β συστημάτων – Σκιασμός^[94]

Για να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της ενεργειακής παραγωγικότητας των Φ/Β πλαισίων, θα πρέπει να επιτυγχάνεται βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας. Συγκεκριμένα, εφόσον η πορεία του ήλιου αλλάζει τόσο με την ώρα της ημέρας όσο και με τη μέρα του έτους, τεκμαίρεται πως για να παράγει ένα πλαίσιο τη μέγιστη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας θα πρέπει να είναι σε θέση να περιστρέφεται ώστε να μπορεί να ακολουθεί την τροχιά του ήλιου και να είναι συνεχώς κάθετο στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας. Στα Φ/Β συστήματα που εγκαθίστανται στο έδαφος πάντοτε δίνεται ο προσανατολισμός και η κλίση που θα επιτρέψει την βέλτιστη εκμετάλλευση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας.

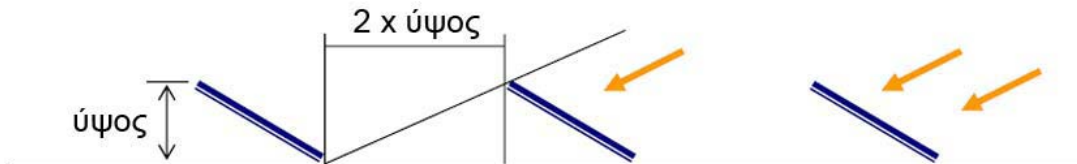
Αυτό είναι επιθυμητό και στις εφαρμογές των Φ/Β σε κτίρια, παρ'όλα αυτά αυτό δεν είναι συνήθως δυνατό καθόσον υπάρχουν περιορισμοί από τις δεδομένες επιφάνειες του κτιρίου και πρακτικά, η μηχανική πολυπλοκότητα και το κόστος ενός μηχανισμού που θα επέτρεπε την κίνηση των πλαισίων σύμφωνα με τον παραπάνω τρόπο, καθιστά εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή την εφαρμογή του σε κτιριακά Φ/Β συστήματα. Έτσι στη πλειονότητα των κτιριακών Φ/Β συστημάτων επιλέγεται σταθερός προσανατολισμός των πλαισίων, ώστε να επιτυγχάνεται μέση ετήσια γωνία πρόσπτωσης της ηλιακής ακτινοβολίας όσο το δυνατό πιο κοντά στις 90°. Η επίτευξη αυτού του στόχου έγκειται στην σωστή επιλογή της κλίσης και της αζιμούθιας γωνίας του πλαισίου. Η κλίση του πλαισίου εκφράζεται με τη γωνία που σχηματίζεται ανάμεσα στο επίπεδο της επιφάνειας του Φ/Β πλαισίου και το οριζόντιο επίπεδο, ενώ η αζιμούθια γωνία σχηματίζεται πάνω στο οριζόντιο επίπεδο ανάμεσα στην προβολή της κεκλιμένης πλευράς του πλαισίου και τον τοπικό μεσημβρινό βορρά-νότου.

Έτσι δεν γίνεται πάντα η βέλτιστη εκμετάλλευση ηλιακής ακτινοβολίας.

Για το βόρειο ημισφαίριο η βέλτιστη κλίση του Φ/Β πλαισίου για τη μέγιστη παραγωγή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους είναι ίση με τη γεωγραφική παράλληλο του τόπου και η αζιμούθια γωνία είναι περίπου 0° (κατεύθυνση προς νότο). Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα η μεγιστοποίηση της συνολικής ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας που προσπίπτει σε επιφάνεια σταθερής κλίσης, επιτυγχάνεται για Νότιο προσανατολισμό και κλίση περί των 30°.



Αυτό που όμως είναι σημαντικό είναι να μη δημιουργούνται **σκιασμοί** στην επιφάνεια των Φ/Β πλαισίων από παρακείμενα κτίρια ή αντικείμενα, κυρίως τις ώρες υψηλής ακτινοβολίας, διότι έστω και μικρός σκιασμός των Φ/Β πλαισίων προκαλεί σημαντική μείωση της παραγόμενης ισχύος. Ένας χοντρικός κανόνας για να βεβαιωθεί κανείς ότι το σύστημά του δεν θα αποδίδει λιγότερο λόγω σκιάσεων, είναι ο εξής: η απόσταση από το τυχόν εμπόδιο (κτίριο, δέντρο, κ.λπ) πρέπει να είναι διπλάσια του ύψους του εμποδίου.



Σε περιπτώσεις δε που η ακτινοβολία δεν προσπίπτει ομοιόμορφα σε όλα τα Φ/Β πλαίσια, συνιστάται η σύνδεση των Φ/Β πλαισίων σε μικρές συστοιχίες με ομοιόμορφη πρόσπτωση ακτινοβολίας. Σε μια συστοιχία με μη ομοιόμορφη πρόσπτωση ακτινοβολίας ή σε περίπτωση μερικού σκιασμού αυτής, η απόδοση ολόκληρης της συστοιχίας καθορίζεται από την απόδοση του πλαισίου με τη μικρότερη απόδοση.

| Τρόπος σκίασης | Σκίαση (%) | Ενδεικτική απώλεια ισχύος (1 string x 9 modules) | Ενδεικτική απώλεια ισχύος (3 string x 3 modules) |
|----------------|------------|---|---|
| | 0,15% | -3,7% | -1,7% |
| | 2,6% | -16,7% | -7% |
| | 13,9% | -22,2% | -36,8% |
| | 11,1% | -36,5% | -30,5% |
| | 12,5% | -18,3% | -17% |

Σχέδιο : απώλειες από σκίαση^[71]

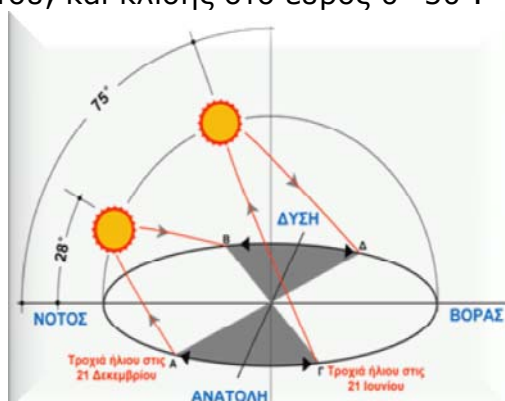
Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

5.3.3 Ενδεικτική απόδοση φωτοβολταϊκών σε διάφορες κλίσεις και προσανατολισμούς^{[71][94]}

(με νότιο προσανατολισμό και βέλτιστη κλίση, παίρνουμε το 100% της απόδοσης)

| Προσανατολισμός | Κλίση ως προς το οριζόντιο επίπεδο | | |
|---------------------------------|------------------------------------|------|-----|
| | 0° | 30° | 90° |
| Ανατολικός - Δυτικός | 90% | 85% | 50% |
| Νοτιοανατολικός- Νοτιοδυτικός | 90% | 95% | 60% |
| Νότιος | 90% | 100% | 60% |
| Βορειοανατολικός- Βορειοδυτικός | 90% | 67% | 30% |
| Βόρειος | 90% | 60% | 20% |

Δεδομένου ότι στην περίπτωση των κτιριακών Φ/Β εγκαταστάσεων οι βέλτιστες τιμές κλίσης και προσανατολισμού της Φ/Β συστοιχίας μπορεί να είναι ανέφικτες (λόγω των περιορισμών που προκύπτουν από τις δεδομένες διαθέσιμες επιφάνειες του κτιρίου), θα πρέπει να γίνει εκτίμηση της ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια στην οποία πρόκειται να εγκατασταθεί η Φ/Β συστοιχία. Η μείωση της ετήσιας ηλιακής ακτινοβολίας (στην επιφάνεια της Φ/Β συστοιχίας) συγκριτικά με τη μέγιστη θεωρητική της τιμή (βέλτιστες τιμές κλίσης και προσανατολισμού) συνιστάται να μην υπερβαίνει το 10% προκειμένου να μεγιστοποιούνται τα οικονομικά οφέλη του ανεξάρτητου παραγωγού. Λαμβάνοντας υπόψη τους περιορισμούς που προκύπτουν από τις διαθέσιμες επιφάνειες των κτιρίων, προτιμώνται γενικά επιφάνειες νότιου προσανατολισμού με απόκλιση έως 70° από την κατεύθυνση του Νότου, και κλίσης στο εύρος 0°-50°.



Σημειώνεται ότι η χρήση γωνιών κλίσης άνω των 10- 15° διευκολύνει τον αυτοκαθαρισμό των πλαισίων από σωματίδια σκόνης και άλλους ρύπους μέσω της βροχής.

Το παραπάνω σχήμα δείχνει τη μεταβολή της θέσης του ήλιου σε ότι αφορά το μέγιστο και το ελάχιστο ύψος στον ουρανό το χειμώνα (21 Δεκεμβρίου), και το καλοκαίρι (21 Ιουνίου) που κυμαίνεται από 28° – 75° (στην Αττική) σε ότι αφορά τον οριζόντιο άξονα. Επίσης δείχνει ταυτόχρονα και τη συνεχή μεταβολή της θέσης του ήλιου στον οριζόντιο κατά τη διάρκεια του χρόνου (Ανατολή – Δύση), άρα τη χρονική διάρκεια της ηλιοφάνειας, που κυμαίνεται από 142,5° το χειμώνα (21 Δεκεμβρίου) έως 222° το καλοκαίρι (21 Ιουνίου) μετρώντας από το σημείο του Βορρά. Αυτή η μεταβολή αποτυπώνεται με τα γραμμοσκιασμένα τμήματα στο παραπάνω σχήμα.

5.3.4 Το κόστος των φωτοβολταϊκών συστημάτων^[95]

Το κόστος των Φ/Β συστημάτων εκφράζεται συνήθως σε euro/W αιχμής. Η κυριότερη συνιστώσα του συνολικού κόστους είναι το κόστος των Φ/Β πλαισίων. Από υπολογισμούς προκύπτει ότι το κόστος για ένα Φ/Β σύστημα κατανέμεται ως εξής:

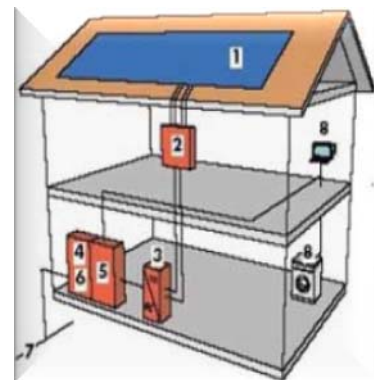
- Φ/Β πλαίσια: 40-60%.
- Συσσωρευτές: 15-25%.
- Αντιστροφείς: 10-15%.
- Υποδομή στήριξης: 10-15%.
- Σχεδιασμός και εγκατάσταση: 8-12%.

Τα Φ/Β πλαίσια έχουν εγγυημένη διάρκεια ζωής έως και 25 ετών, ενώ σε αυτό το διάστημα οι συσσωρευτές αντικαθίστανται 4-5 φορές. Σημαντικοί παράγοντες που επηρεάζουν το κόστος ενός συστήματος είναι το είδος της εφαρμογής και το αν το σύστημα είναι συνδεδεμένο ή όχι. Το κόστος είναι χαμηλότερο για συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο και η διαφορά οφείλεται στο γεγονός ότι δεν απαιτούν συσσωρευτές. Επίσης, το κόστος ανά W μειώνεται με την αύξηση του μεγέθους του Φ/Β συστήματος. Το κόστος στην Ελλάδα των αυτόνομων Φ/Β συστημάτων, συμπεριλαμβανομένων των συσσωρευτών είναι της τάξεως των 7.000 ευρώ/kW, ενώ το κόστος των συνδεδεμένων με το δίκτυο Φ/Β συστημάτων είναι της τάξεως των 5.000 ευρώ/kW.

5.3.5 Τα μέρη ενός φ/β συστήματος

Ένα τυπικό Φ/Β σύστημα συνδεδεμένο στο δίκτυο αποτελείται από τα εξής επιμέρους υποσυστήματα:

- 1 Φ/Β γεννήτρια
- 2 Ηλ. Πίνακας
- 3 Αντιστροφείας
- 4 Κιβώτιο ασφαλειών
- 5 Μετρητής παραγωγής
- 6 Υφιστάμενος μετρητής
- 7 Δίκτυο ΔΕΗ
- 8 Εσωτερικοί καταναλωτές



Παρακάτω θα αναφερθούμε αναλυτικά στα πιο σημαντικά εξ αυτών, αλλά και στο πώς υπολογίζουμε το απαιτούμενο

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

μέγεθος και τη συνδεσμολογία των φωτοβολταϊκών και εξασφαλίζουμε την καλή λειτουργία τους.

5.3.5.1 Φωτοβολταϊκά πάνελ^[73]

Τι είναι και πως λειτουργούν τα φωτοβολταϊκά πάνελ

Το βασικό μέρος ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι φυσικά τα φωτοβολταϊκά. Αποτελούνται από ένα πλαίσιο (πάνελ) μέσα στο οποίο βρίσκονται τα φωτοβολταϊκά στοιχεία (ή κυψέλες). Το χαρακτηριστικό των φωτοβολταϊκών στοιχείων είναι ότι μετατρέπουν το φως του ήλιου σε ηλεκτρικό ρεύμα. Από την πίσω πλευρά του φωτοβολταϊκού πάνελ εξέρχονται δύο καλώδια (θετικό + και αρνητικό -) από όπου παίρνουμε το ηλεκτρικό ρεύμα.

Απόδοση των φωτοβολταϊκών

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ μετατρέπουν μόνο ένα ποσοστό της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό. Το πόσο μεγάλο είναι αυτό το ποσοστό εξαρτάται από τον τύπο των φωτοβολταϊκών στοιχείων. Όπως έχουμε ήδη δει, τα μονοκρυσταλλικά στοιχεία έχουν τη μεγαλύτερη απόδοση (μετατρέπουν έως και το 18% της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρισμό). Τα πολυκρυσταλλικά στοιχεία έχουν ελαφρώς χαμηλότερη απόδοση (13%-15%), είναι όμως φθηνότερα από τα μονοκρυσταλλικά.

Υπάρχουν και τα λεγόμενα "άμορφα" που αποτελούνται από μια ενιαία επιφάνεια κι όχι από διασυνδεδεμένα φωτοβολταϊκά στοιχεία όπως τα προηγούμενα. Αυτά έχουν χαμηλότερη απόδοση (5%-10%) αλλά είναι τα οικονομικότερα. Χρειάζονται απλώς μεγαλύτερη επιφάνεια για να δώσουν την ίδια ισχύ με τα μονοκρυσταλλικά ή τα πολυκρυσταλλικά φωτοβολταϊκά.

Κόστος των Φωτοβολταϊκών

Οι τιμές των φωτοβολταϊκών συστημάτων ποικίλλουν, ανάλογα με τον τιμοκατάλογο κάθε εταιρείας. Σε γενικές γραμμές πάντως, οι τιμές για ένα φωτοβολταϊκό πάνελ είναι περίπου 4,5 έως και 5,0 € ανά Wp ισχύος (πχ πάνελ 50Wp με 250 ευρώ). Στην περίπτωση αγοράς πολλών πάνελ η τιμή πέφτει και κάτω από τα 4,0 €/Wp.

Διασύνδεση Φωτοβολταϊκών

Ένα φωτοβολταϊκό με ονομαστική μέγιστη ισχύ 100 Wp βγάζει έξοδο περίπου 20 Volt και 5 Ampere ($20 \times 5 = 100$). Μπορούμε να συνδέσουμε όσα φωτοβολταϊκά πάνελ θέλουμε σε σειρά ή και παράλληλα, για να πετύχουμε το συνδυασμό τάσης ρεύματος (volt), έντασης ρεύματος (ampere) και φυσικά την συνολική ισχύ (watt) που θέλουμε να έχει το σύστημά μας.

Ο αριθμός των χρησιμοποιούμενων Φ/Β πλαισίων καθορίζει τη μέγιστη παραγόμενη ισχύ, ενώ η εν σειρά και παράλληλη σύνδεση αυτών προσδιορίζει τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (τιμές τάσης και ρεύματος) των μετατροπέων που θα χρησιμοποιηθούν.

Ανάλογα με τον τρόπο που συνδυάζονται οι παραπάνω δομικές μονάδες, τα διασυνδεδεμένα κτιριακά Φ/Β συστήματα μικρής ισχύος (έως 10kW) κατηγοριοποιούνται κυρίως σε δύο τεχνολογικές τάσεις. Την τεχνολογία Στοιχειοσειράς (String technology) και την τεχνολογία Πολλαπλών Στοιχειοσειρών (Multi-string technology). Η διαφοροποίηση των προαναφερθέντων τεχνολογικών τάσεων έγκειται αφ' ενός στον αριθμό

των Φ/Β πλαισίων που συνδέονται ανά ηλεκτρονικό μετατροπέα (επίπεδο ισχύος του μετατροπέα), αφ' εταίρου στον τρόπο με τον οποίο συνδέονται μεταξύ τους τα Φ/Β πλαίσια (εν σειρά σύνδεση, παράλληλη σύνδεση ή συνδυασμός αυτών).

Παράδειγμα: Συνδεδεμένα φωτοβολταϊκά

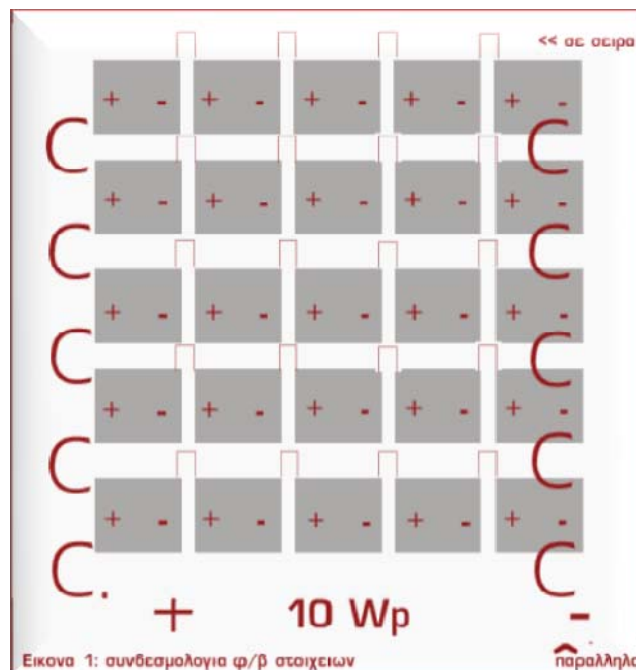
Αν έχουμε 10 φωτοβολταϊκά πάνελ ισχύος 100Wp το κάθε ένα, συνδεδεμένα σε σειρά θα έχουν συνολική τάση περίπου 200V και ένταση 5A. Συνδεδεμένα παράλληλα θα έχουν συνολική τάση περίπου 20V και ένταση 50A. Και στις δύο περιπτώσεις, η συνολική ισχύς θα είναι 1.000 Watt/p. Δηλαδή, με 5 ώρες έντονης ηλιοφάνειας την ημέρα, θα αποδίδουν 5.000 Watt/ώρες κάθε μέρα, ή αλλιώς 5KWh.

Φωτοβολταϊκά συνδεδεμένα σε **σειρά** εννοούμε όταν τα έχουμε συνδέσει μεταξύ τους, ενώνοντας το θετικό καλώδιο εξόδου του ενός πάνελ με το αρνητικό του άλλου, δηλαδή εναλλάξ το + με το - κ.ο.κ.

Συνδεδεμένα **παράλληλα** είναι όταν συνδέουμε το θετικό καλώδιο εξόδου του ενός πάνελ με το θετικό του επόμενου και το αρνητικό καλώδιο εξόδου με το αρνητικό του επόμενου.

Συνδέοντας τα φωτοβολταϊκά στοιχεία σε σειρά (τα + με τα - εναλλάξ) αθροίζεται μόνο η τάση(τα βολτ) ,ενώ συνδέοντάς τα παράλληλα (τα + μεταξύ τους και τα - μεταξύ τους) αθροίζεται μόνο η ένταση,δηλαδή τα αμπέρ (1000 μιλιαμπέρ = 1 Αμπέρ) των κυψελών που διασυνδέουμε.

Έτσι μπορούμε να πετύχουμε το συνδυασμό βολτ και αμπέρ που θέλουμε (βολτ επί αμπέρ ίσον βατ: $V \times A = W$).



Εικόνα 1: συνδεσμολογία φ/β στοιχείων

παράλληλα

Τα φωτοβολταϊκά πάνελ τα συνδέουμε συνήθως σε σειρά για μεγαλύτερη τάση (volt) όταν πρόκειται να συνδεθούν με το δίκτυο της ΔΕΗ. Αν προορίζονται για αυτόνομο σύστημα με συσσωρευτές (μπαταρίες), τότε η απαιτούμενη τάση εξαρτάται από αυτή των συσσωρευτών. Αν η τάση των συσσωρευτών είναι 12V, τότε συνδέουμε τα φωτοβολταϊκά παράλληλα (η τάση μένει σταθερή και πολλαπλασιάζουμε τα Ampere).

5.3.5.2 Μετατροπές τάσης (inverter)^{[73][90]}

Ο μετατροπέας (επίσης αναστροφέας ή αντιστροφέας) (inverter) είναι ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που μετατρέπει τη συνεχή τάση σε εναλλασσόμενη. Χρησιμοποιείται σε εγκαταστάσεις φωτοβολταϊκών συστημάτων για τη μετατροπή συνεχούς τάσης 12 V ή 24 V (συνηθέστερες τιμές), σε εναλλασσόμενη 220 V.

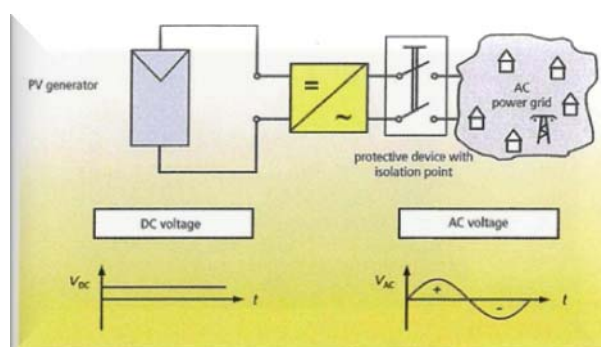
Η κυριότερη διάκριση των αναστροφένων όσον αφορά τη χρήση τους σε εγκαταστάσεις Α.Π.Ε. είναι σε αναστροφείς "διασυνδεδεμένων συστημάτων" και "αυτόνομων συστημάτων".

Οι δύο κατηγορίες αντιστροφένων έχουν πολλές ομοιότητες αλλά η διαφορά τους έγκειται στο κύκλωμα ελέγχου. Ο αντιστροφέας ενός αυτόνομου συστήματος λειτουργεί ανεξάρτητα από το ηλεκτρικό δίκτυο και θα πρέπει να εξασφαλίζει σταθερή τάση και συχνότητα στα φορτία. Οι αντιστροφείς που συνδέονται στο δίκτυο θα πρέπει να προσαρμόσουν την εναλλασσόμενη τάση στη συχνότητα και το επίπεδο τάσης του δικτύου.

Και στα δύο συστήματα σημαντικός παράγοντας είναι ο βαθμός απόδοσης του αντιστροφέα (θα πρέπει να εξασφαλίζεται βαθμός απόδοσης πάνω από 0,8) καθώς συνδέεται άμεσα με το κόστος του συνολικού συστήματος άρα και με το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Στόχος μας λοιπόν είναι η επίτευξη υψηλού βαθμού απόδοσης του αντιστροφέα που συνεπάγεται ελαχιστοποίηση του κόστους της παραγόμενης κιλοβατώρας από φωτοβολταϊκή γεννήτρια, έτσι ώστε να μπορεί να συγκριθεί με το αντίστοιχο κόστος από συμβατικές πηγές ενέργειας.

Οι αντιστροφείς που συνδέονται στο δίκτυο διαιρούνται σε δύο κατηγορίες: τους μονοφασικούς αντιστροφείς και τους τριφασικούς αντιστροφείς. Συστήματα ισχύος μέχρι 5kWp σχεδιάζονται γενικά σαν μονοφασικά συστήματα, ενώ συστήματα μεγαλύτερης ισχύος είναι τριφασικά.

Οι περισσότεροι σύγχρονοι αντιστροφείς φωτοβολταϊκών συστημάτων που συνδέονται στο δίκτυο είναι αυτοοδηγούμενοι αντιστροφείς (self-commutated) και χρησιμοποιούν τη μέθοδο διαμόρφωσης εύρους παλμών (PWM) για να παραχθεί η εναλλασσόμενη τάση εξόδου.



Σχέδιο : Αντιστροφέας συνδεδεμένος στο δίκτυο

Ο αντιστροφέας που συνδέεται στο δίκτυο έχει το ρόλο ελέγχου του συστήματος και αποτελεί το μέσο που τροφοδοτείται η ενέργεια στο δίκτυο. Όσον αφορά την πραγματική ισχύ που τροφοδοτείται στο δίκτυο μέσω του αντιστροφέα μπορεί να υπολογιστεί πολλαπλασιάζοντας την ισχύ εξόδου της φωτοβολταϊκής γεννήτριας με τον συντελεστή απόδοσης του αντιστροφέα. Πιο σημαντική όμως είναι η ενέργεια που παράγεται στο

σύστημα μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, για παράδειγμα ενός χρόνου λειτουργίας. Σ' αυτήν την περίπτωση η μέση απόδοση του αντιστροφέα που λαμβάνει υπόψη όλα τα φορτία παίζει σημαντικό ρόλο.

Οι βασικές απαιτήσεις που πρέπει να πληρεί ένας αντιστροφέας που συνδέεται στο δίκτυο είναι :

- Να διασφαλίζει ότι η φωτοβολταϊκή συστοιχία λειτουργεί στο σημείο μέγιστης ισχύος (MPP). Θα πρέπει η κυμάτωση στα άκρα της συστοιχίας να είναι μικρή έτσι ώστε να επιτευχθεί λειτουργία στο σημείο μέγιστης ισχύος χωρίς διακυμάνσεις. Από υπολογισμούς έχει βρεθεί ότι δεν πρέπει η κυμάτωση της τάσης στα άκρα να ξεπερνά το 8,5% της τάσης που αντιστοιχεί στο σημείο μέγιστης ισχύος.
- Να διασφαλίζει ότι το ρεύμα που εγχέεται στο δίκτυο έχει ημιτονοειδή μορφή (υπάρχει όριο στην ποσότητα του dc ρεύματος που επιτρέπεται να εγχέεται στο δίκτυο προς αποφυγή κορεσμού των πυρήνων των μετασχηματιστών 0.5% ~1%).
- Να εγγυάται αποτελεσματικότητα και καλή απόδοση σε ένα μεγάλο εύρος τάσεως εισόδου και ισχύος εισόδου καθώς αυτές οι μεταβλητές είναι συνάρτηση της ηλιακής ακτινοβολίας και της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος.
- Να χαρακτηρίζεται από μεγάλη διάρκεια ζωής (αξιοπιστία) καθώς οι περισσότεροι κατασκευαστές φωτοβολταϊκών πλαισίων προσφέρουν εγγύηση 25 χρόνων σε 80% της αρχικής απόδοσης και εγγύηση 5 χρόνων όσον αφορά τα υλικά και την τεχνική υποστήριξη. Ο ανασταλτικός παράγοντας για μεγάλη διάρκεια ζωής του αντιστροφέα προέρχεται από τους ηλεκτρολυτικούς πυκνωτές που χρησιμοποιούνται για απομόνωση της φωτοβολταϊκής συστοιχίας από το μονοφασικό δίκτυο.

Οι διάφορες τοπολογίες αντιστροφέων που χρησιμοποιούνται σε φωτοβολταϊκά συστήματα και συνδέονται στο δίκτυο είναι οι εξής:

- Κεντριοποιημένος Αντιστροφέας (Centralized Inverter)
- Αντιστροφέας στοιχειοσειράς (String Inverter)
- Αντιστροφέας πολλαπλών στοιχειοσειρών (Multi-string Inverter)
- AC-Module

Επίσης, κατάταξη των αντιστροφέων γίνεται και βάση του αριθμού των βαθμίδων:

- Μετατροπείς μίας βαθμίδας (single stage)
- Μετατροπείς δύο βαθμίδων (dual stages)
- Μετατροπείς πολλαπλών βαθμίδων (multi stages)

Κόστος - τιμές inverter

Ένας μετατροπέας 1100W διασυνδεδεμένου συστήματος έχει κόστος περίπου 940 €, ενώ ένας μετατροπέας 7000W έχει κόστος περίπου 3000 €. Οι τιμές βέβαια είναι ενδεικτικές αφού εξαρτώνται και από την ποιότητα κατασκευής, την προέλευση, τη μάρκα του μετατροπέα κ.λπ.

5.3.5.2.1 Επιλογή χώρου έδρασης ηλεκτρονικών μετατροπέων^[94]

Συνήθως, οι μετατροπείς τοποθετούνται είτε στο εσωτερικό των κτιρίων που εγκαθίστανται, είτε σε ειδικά διαμορφωμένο κλειστό χώρο ο οποίος μπορεί να βρίσκεται πλησίον του Φ/Β εξοπλισμού. Μάλιστα, στη δεύτερη περίπτωση μειώνεται σημαντικά το μήκος των ηλεκτρικών αγωγών Σ.Ρ. με άμεσο αποτέλεσμα τον περιορισμό των ηλεκτρικών απωλειών, της πτώσης τάσης, αλλά και του κόστους καλωδίωσης.

Βέβαια υπάρχουν και ηλεκτρονικοί μετατροπείς οι οποίοι σύμφωνα με τα τεχνικά φυλλάδια του κατασκευαστή μπορούν να εγκατασταθούν είτε κάτω από τα Φ/Β πλαίσια, είτε στο μηχανισμό στήριξης αυτών, εφόσον υπάρχει αρκετός χώρος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο συγκεκριμένος τύπος έδρασης έχει ως αποτέλεσμα την άμεση έκθεση του μετατροπέα σε υψηλές θερμοκρασίες κατά, αλλά, σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας, και σε αρκετά χαμηλές, προτείνεται να εφαρμόζεται μόνο στις περιπτώσεις που το προβλέπει ο κατασκευαστής.

Επίσης, λαμβάνοντας υπόψη ότι η ψύξη του ηλεκτρονικού μετατροπέα επηρεάζεται σημαντικά από τις κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής στην οποία είναι εγκατεστημένο το Φ/Β σύστημα (θερμοκρασία περιβάλλοντος, συνθήκες ηλιοφάνειας, υγρασία και άνεμος), γίνεται κατανοητό ότι στις περιπτώσεις που ο μετατροπέας τοποθετείται σε κλειστό χώρο πλησίον του Φ/Β εξοπλισμού ίσως είναι απαραίτητη η τοποθέτηση μηχανισμού εξαναγκασμένης ψύξης (ανεμιστήρες).

5.3.5.3 Πίνακας ελέγχου^[96]

Στον μονάδα αυτή περιλαμβάνονται, μετρητής ενέργειας, αισθητήρες θερμοκρασίας Φ/Β και εξωτερικού χώρου, καλώδια σύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή, σύστημα επιτήρησης και προστασίας (αμπερόμετρα, βολτόμετρα, ασφάλειες, αντικεραυνική προστασία).

5.3.5.4 Ηλεκτρικοί πίνακες^[98]

Οι ηλεκτρικοί πίνακες χρησιμοποιούνται για την σύνδεση της τροφοδοσίας εισόδου (DC) και τη διανομή της εξόδου (AC). Οι πίνακες αυτοί χωρίζονται στις εξής δύο κατηγορίες:

- **Πίνακες Inverter**: Οι πίνακες αυτοί αντιστοιχούν ένας σε κάθε Inverter και ουσιαστικά χρησιμοποιούνται για την συλλογή της τροφοδοσίας εισόδου (DC) και την διανομή της εξόδου (AC) αυτών. Χωροταξικά τοποθετούνται δίπλα σε κάθε Inverter και είναι εξωτερικού χώρου με βαθμό προστασίας IP 66. Η λειτουργία τους είναι διπλή. Αρχικά συγκεντρώνουν όλη την ενέργεια από τους επιμέρους κλάδους (strings) των φωτοβολταϊκών γεννητριών κάθε inverter και αφού ασφαλιστούν κατάλληλα δίνουν την DC τροφοδοσία σε αυτόν.
- **Πίνακες Ισχύος-Διανομής** : Εδώ συγκεντρώνονται όλες οι AC έξοδοι των πινάκων - inverter και αφού οδηγηθούν στις κατάλληλες προστασίες μπορούν πλέον να συνδεθούν στο δίκτυο στη χαμηλή τάση ή μέσω μετασχηματιστή στη μέση τάση. Σε αυτόν το πίνακα και ανάλογα με το επίπεδο του εξοπλισμού που έχει αποφασισθεί, υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης μετρητή συνολικής ενέργειας του συστήματος κατ' επιλογήν. Ο πίνακας είναι επίσης εξωτερικού χώρου με βαθμό προστασίας IP 66.

5.3.5.5 Καλωδίωση – Ασφάλειες

Για να διασφαλιστεί η ορθή και ασφαλής λειτουργία του συστήματος, πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στην πολικότητα κατά τη διασύνδεση της γεννήτριας. Επίσης, πρέπει να φροντιστεί η διατομή και ο τύπος των καλωδίων (οποσδήποτε πολύκλωνα, και εάν υπάρχει η δυνατότητα επικασσιτερωμένου χαλκού και σχεδιασμένα ειδικά για φωτοβολταϊκά συστήματα) να είναι κατάλληλα για το συνολικό ρεύμα που θα πρέπει να άγουν. Κάθε συνδυασμός τάσης και έντασης ρεύματος θέλει το σωστό πάχος καλωδίων, αλλιώς θα λιώσουν ή θα πάρουν φωτιά. Όσο περισσότερο ρεύμα θα περνά από τα καλώδια και όσο πιο μεγάλο το μήκος των καλωδίων, τόσο μεγαλύτερο πάχος πρέπει να έχουν.

5.3.5.6 Μεταλλικές κατασκευές – Υλικά στήριξης^[94]

Η έδραση των Φ/Β πλαισίων επί του κτιρίου μπορεί να υλοποιηθεί είτε πάνω σε πρόσθετη μεταλλική κατασκευή, είτε επί της επιφάνειας του δώματος, ή ακόμα και με την ενσωμάτωση των πλαισίων στο δομικό κέλυφος του κτιρίου. Αν και το βάρος της ίδιας της Φ/Β συστοιχίας και της βάσης στήριξης δεν αναμένεται να επηρεάσει την στατική αντοχή του κτιρίου, καθώς το μέσο βάρος των φωτοβολταϊκών μαζί με τη βάση στήριξης είναι περί τα 20-25 κιλά ανά τετραγωνικό μέτρο, καλό είναι όταν η τοποθέτηση των πλαισίων γίνεται σε στέγαστρα ή σκεπές να διενεργείται στατικός έλεγχος, ώστε να διερευνάται η μηχανική καταπόνηση και η ανεμοπίεση της επιφάνειας έδρασης των πλαισίων.

Τα Φ/Β πλαίσια τοποθετούνται σε ένα σύστημα στήριξης, εξασφαλίζοντας την απρόσκοπτη λειτουργία και την ασφάλεια της εγκατάστασης σε ακραίες συνθήκες ανέμου, χιονόπτωσης, σεισμού και θερμοκρασιακών μεταβολών. Οι ακραίες αυτές συνθήκες, ο συνδυασμός τους καθώς και οι αντίστοιχοι συντελεστές ασφάλειας, προδιαγράφονται στους Ευροκώδικες (Eurocodes), παράλληλα με επιπρόσθετους ελέγχους, όπως για το σύνολο των δομικών κατασκευών. Για τη στατική επάρκεια του συστήματος στήριξης καθεαυτού, μπορεί να ζητείται αντίστοιχο πιστοποιητικό από τον προμηθευτή. Το σύστημα στήριξης μπορεί να είναι μέρος υαλοπετάσματος, να αποτελεί σύνδεσμο με τους φορείς μίας στέγης ή να αποτελεί ένα αυτοτελές σύστημα τοποθετημένο στο δώμα ή με τρόπο που να δημιουργεί σκίαστρο. Το σύστημα στήριξης μπορεί να είναι είτε μεταλλικό, από αλουμίνιο ή εν θερμώ γαλβανισμένο χάλυβα, είτε από πλαστικό (κυρίως όσο αφορά στην περίπτωση λεκανών στήριξης). Στο εμπόριο διατίθεται πληθώρα συστημάτων στήριξης. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να δίνεται προσοχή στη συμβατότητά τους με τα λοιπά στοιχεία του εξοπλισμού και κατ'επέκταση στην εγκυρότητα των πιστοποιητικών στατικής επάρκειας επί του συνόλου της εγκατάστασης. Θα πρέπει ο τρόπος σύσφιξης των Φ/Β πλαισίων να είναι σύμφωνος με τις προδιαγραφές του συγκεκριμένου Φ/Β πλαισίου και επιπλέον οι διαστάσεις του πλαισίου να είναι αντίστοιχες (ή μικρότερες) με αυτές που έχουν θεωρηθεί στην στατική μελέτη για την έκδοση του πιστοποιητικού στατικής επάρκειας.

Όσον αφορά στη σύνδεση του συστήματος στήριξης με το κτίριο, και ειδικότερα αναφορικά με σύστημα στήριξης σε δώμα, θα πρέπει να εφαρμόζεται κατάλληλη αγκύρωση. Αυτή γίνεται κυρίως με την προσθήκη φορτίου, ή με τη χρήση κοχλιών. Στην πρώτη περίπτωση θα πρέπει το βάρος που θα τοποθετηθεί να είναι σύμφωνο με τη στατική μελέτη του κτιρίου. Στην περίπτωση χρήσεως κοχλιών, θα πρέπει να μην τραυματίζεται η υφιστάμενη μόνωση. Και στις δύο περιπτώσεις, όπως και στην περίπτωση

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

άλλου συστήματος, παρέχονται οι προδιαγραφές για την αγκύρωση από τον προμηθευτή του συστήματος στήριξης. Ωστόσο η συμβατότητα με το κτίριο θα πρέπει να ελέγχεται από έναν μηχανικό.

Τέλος, ο εγκαταστάτης θα πρέπει να έχει υπόψη του την διαφοροποίηση των συστημάτων στήριξης και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα που το διέπουν, συμπεριλαμβανομένων της ευκολίας εγκατάστασης, της αξιοπιστίας και των λειτουργικών στοιχείων (όπως η δυνατότητα ή όχι φυσικού αερισμού του πλαισίου).

Βάσεις στήριξης με συστήματα ιχνηλάτισης ηλίου δεν χρησιμοποιούνται σε οικιακές εφαρμογές. Το αυξημένο κόστος τις καθιστά απαγορευτικές.

5.3.5.7 Διατάξεις προστασίας^[98]

Το σύστημα γείωσης και αντικεραυνικής προστασίας του σταθμού έχει ως στόχο την προστασία του εξοπλισμού αλλά και των ανθρώπων που πιθανώς να βρίσκονται εντός της εγκατάστασης. Αυτό επιτυγχάνεται με ελαχιστοποίηση της συνολικής αντίστασης γείωσης της εγκατάστασης καθώς και τη διατήρηση των βηματικών τάσεων και των τάσεων επαφής σε επιτρεπτά επίπεδα χρησιμοποιώντας κατάλληλα υλικά, πιστοποιημένα σύμφωνα με τα διεθνή standards.

5.3.5.7.1 Γείωση Φ/Β

Η φωτοβολταϊκή γεννήτρια θα πρέπει να εγκατασταθεί έτσι ώστε το πλαίσιο να γειώνεται σωστά. Σε περίπτωση που το σύστημα περιλαμβάνει πάνω από μία γεννήτρια, όλες οι γεννήτριες θα πρέπει να γειώνονται στο ίδιο σημείο, και θα πρέπει η γείωση να γίνει έτσι ώστε να διασφαλίζεται η συνεχής γείωση όλων των γεννητριών ακόμη και σε περίπτωση αφαίρεσης μίας ή περισσότερων γεννητριών.

5.3.5.7.2 Προστασία έναντι Υπερτάσεων-Απαγωγή κρουστικών υπερτάσεων

Καθώς η συχνότητα, η ένταση του ρεύματος, το σημείο πτώσης των κεραυνών και τα εξ'επαγωγής δευτερογενή δυναμικά δεν μπορούν να προσδιοριστούν, δεν υπάρχει σύστημα το οποίο να προσφέρει απόλυτη (100%) ασφάλεια. Σκοπός κάθε εγκατάστασης ενός Συστήματος Αντικεραυνικής Προστασίας (Σ.Α.Π.) είναι η ελαχιστοποίηση της πιθανότητας ζημιών.

Καθώς το κόστος ενός πλήρους Σ.Α.Π. ξεπερνά κατά πολύ το κόστος εγκατάστασης ενός μικρού Φ/Β συστήματος, θα πρέπει να γίνει μια μελέτη σκοπιμότητας πριν από μία τέτοια εγκατάσταση.

Αυτό που έχει σχετικά χαμηλό κόστος και θα προσφέρει κάποιον βαθμό προστασίας είναι η προστασία έναντι υπερτάσεων εξ'επαγωγής. Η καλωδιώσεις των Φ/Β συστημάτων, καθώς είναι συχνά μεγάλου μήκους, περικλείουν την οικία, είναι κάθετες προς τη γραμμή του ορίζοντα και βρίσκονται στην ύπαιθρο, είναι εύκολο να επηρεαστούν επαγωγικά από την πτώση κεραυνών. Ο τεχνικός που έχει αναλάβει την εγκατάσταση του Φ/Β συστήματος, θα πρέπει να είναι σε θέση να συμβουλέψει, ή και να εκτελέσει την εγκατάσταση ο ίδιος.

Κάθε προστασία εναντίον υπερτάσεων προϋποθέτει την ύπαρξη γείωσης καλής ποιότητας. Η εγκατάσταση προστασίας χωρίς την ύπαρξη συστήματος γείωσης καλής ποιότητας είναι άσκοπη.

5.3.5.7.3 Ασφάλειες

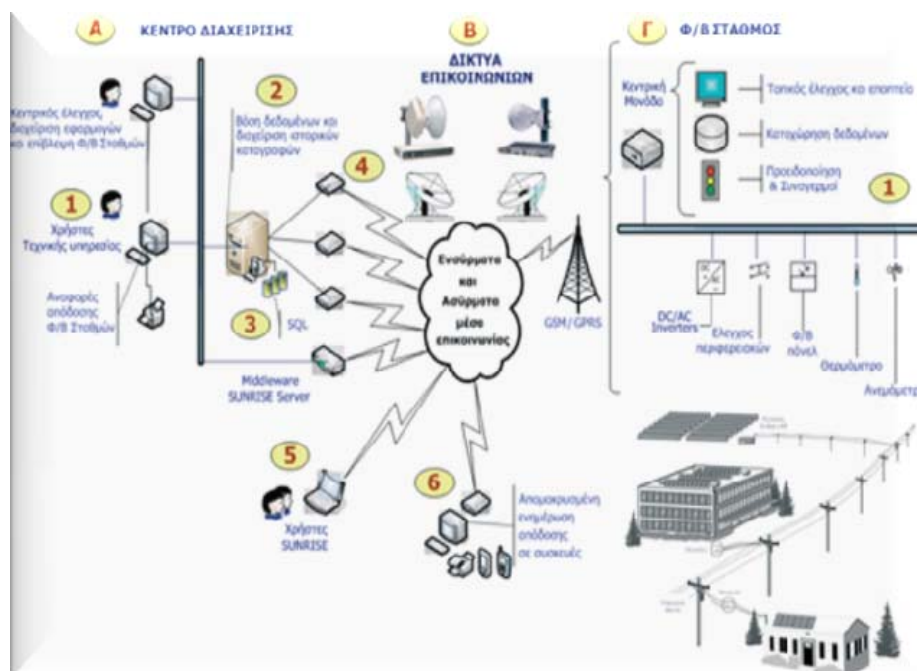
Πρέπει να φροντιστεί η τοποθέτηση των ασφαλειών κατάλληλου τύπου και μεγέθους. Σε περίπτωση που αποφασιστεί να χρησιμοποιηθούν αυτόματες ασφάλειες σχεδιασμένες για συνεχές ρεύμα, θα πρέπει να τοποθετηθούν και τηκόμενες ασφάλειες σε κάθε περίπτωση. Τέλος, πρέπει να φροντιστεί να εγκατασταθούν οι απαραίτητες διατάξεις ζεύξης / απόζευξης των γεννητριών, ώστε να είναι δυνατή η ασφαλής εγκατάσταση και απεγκατάστασή τους χωρίς τον κίνδυνο δημιουργίας τόξου (ARC) το οποίο μπορεί να καταστρέψει τους ακροδέκτες ή και να προκαλέσει ατύχημα ή τραυματισμό.

5.3.5.8 Σύστημα Τηλεπίβλεψης^[98]

Το σύστημα αυτό καταγράφει τοπικά δεδομένα και τα μεταδίδει σε εξουσιοδοτημένους χρήστες που επιθυμούν να ελέγχουν, να ρυθμίζουν, να μεταβάλλουν και να εξάγουν συμπεράσματα για την λειτουργία και απόδοση του σταθμού από απόσταση.

Το σύστημα τηλεμετρίας αποτελείται από:

- Τον κεντρικό σταθμό MCC (Master Control Center) που παρακολουθεί το σύνολο των εγκατεστημένων φωτοβολταϊκών και επεξεργάζεται όλες τις πληροφορίες που συλλέγονται .
- Το δίκτυο επικοινωνιών που είναι το μέσο μετάδοσης των πληροφοριών.
- Τους απομακρυσμένους σταθμούς μέτρησης, που είναι το σύνολο του εξοπλισμού και λογισμικού, οι οποίοι είναι υπεύθυνοι για τον έλεγχο, συλλογή και επεξεργασία των δεδομένων και την μετάδοσή τους στον κεντρικό σταθμό.
- Η επικοινωνία του Φ/Β σταθμού με το κέντρο διαχείρισης μπορεί να γίνει με ασύρματα ή ενσύρματα μέσα.



Στην περίπτωση **Αυτόνομου Συστήματος** απαραίτητα είναι και τα εξής δύο εξαρτήματα , επιπροσθέτως από ότι προαναφέρθηκε:

1.Ρυθμιστής Φόρτισης:

Συσκευή που χρησιμοποιείται στα αυτόνομα συστήματα για να ελέγχει και να ρυθμίζει τη φόρτιση των συσσωρευτών

2.Συστοιχίες Μπαταριών:

Χρησιμοποιούνται μπαταρίες κλειστού τύπου, βαθιάς εκφόρτισης και μεγάλης χωρητικότητας με υψηλής αντοχής στοιχείο.

5.3.6 Συντήρηση Φ/Β συστημάτων

Οι φωτοβολταϊκές γεννήτριες έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση. Συνήθως έχουν 25 χρόνια εγγύηση λειτουργίας. Η εγγύηση δηλώνει ότι η ισχύς εξόδου των πλαισίων θα είναι τουλάχιστον 80% της αρχικής ισχύος μετά από 25 χρόνια. Εάν η γωνία εγκατάστασης είναι πάνω από 5°, η επιφάνεια καθαρίζεται από τη βροχή. Σε περίπτωση που η συγκέντρωση των ρύπων είναι υπερβολική, η επιφάνεια πρέπει να καθαριστεί με υγρό πανί. Εάν είναι απαραίτητος ο καθαρισμός της πίσω επιφάνειας, πρέπει να γίνει με μεγάλη προσοχή, ώστε να μην προκληθεί κάποιο πρόβλημα στο κουτί διασύνδεσης ή σε κάποιο ακροδέκτη. Σε περίπτωση που διαπιστωθεί οξείδωση σε κάποια ηλεκτρική επαφή,πρέπει να χρησιμοποιηθεί κάποιο ειδικό προϊόν για τον καθαρισμό ηλεκτρικών επαφών.

Περιοδικά (κάθε 6-12 μήνες) πρέπει να ελέγχονται:

- ο Οι ηλεκτρικές διασυνδέσεις για σημάδια οξείδωσης, χαλάρωσης κλπ.
- ο Η καλωδίωση για σημάδια φθοράς
- ο Τα σημεία στήριξης της γεννήτριας στη ράγα
- ο Η ράγα στήριξης για σταθερότητα
- ο Οι κοχλίες σύσφιξης για οξείδωση

Να ελέγχονται επίσης και τα υπόλοιπα κομμάτια του συστήματος (μετατροπέας, συσσωρευτές) σύμφωνα με τα εγχειρίδια χρήσης τους. Οι μετατροπείς έχουν πιο μικρή εγγύηση και ίσως χρειαστούν αντικατάσταση μετά από 10 χρόνια.

Κανονισμοί – ειδικά πρότυπα:^[94]

EN-IEC 61215: πραγματεύεται τις ελάχιστες τεχνικές προδιαγραφές για φωτοβολταϊκά κρυσταλλικού πυριτίου,

EN-IEC 61646: πραγματεύεται τα φωτοβολταϊκά τεχνολογίας λεπτών υμενίων,

IEC 61730-1: πραγματεύεται θέματα που αφορούν στις προδιαγραφές ασφαλείας τις οποίες πρέπει να πληρούν τα Φ/Β πλαίσια και τα υλικά σύνδεσης τους

IEC 60364-7-712 Ed. 1.0: πραγματεύεται θέματα τα οποία αφορούν στην εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων σε κτιριακές εγκαταστάσεις.

HD384: κανονισμοί για την υλοποίηση της εγκατάστασης στην πλευρά του Ε.Ρ Παρά ταύτα, δεν υπάρχουν ενιαία αποδεκτοί κανονισμοί οι οποίοι να αναφέρονται στην υλοποίηση της ηλεκτρολογικής σύνδεσης στην πλευρά Συνεχούς Ρεύματος (Σ.Ρ.)

5.3.7 Ενσωμάτωση σε κτίρια^{[71][72][76]}

(BAPV/BIPV – Building Applied/Integrated PhotoVoltaics)

Τα τελευταία χρόνια έχει εκδηλωθεί έντονο ενδιαφέρον για εφαρμογές Φ/Β συστημάτων ενσωματωμένων σε κτίρια. Στις εφαρμογές αυτές τα Φ/Β συστήματα εγκαθίστανται σε κτίρια για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ενώ συγχρόνως τα Φ/Β πλαίσια χρησιμοποιούνται και σαν δομικά στοιχεία για τη κάλυψη εξωτερικών επιφανειών του κτιρίου, όπως π.χ. σε οροφές, προσόψεις, σκίαστρα κλπ. Επίσης μπορούν να εγκατασταθούν ομοίως και σε κατασκευές του ευρύτερου οικιστικού περιβάλλοντος, όπως σε υπαίθρια πάρκινγκ, στέγαστρα, ηχοπετάσματα κλπ.

Για εγκατάσταση Φ/Β πλαισίων σε υπάρχουσες κατασκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα κοινά πλαίσια με το πλαίσιο αλουμινίου που διαθέτουν. Σε αυτήν τη περίπτωση απαιτείται μια πρόσθετη ενδιάμεση κατασκευή πάνω στην οποία θα πρέπει να τοποθετηθούν τα Φ/Β πλαίσια.

Για εφαρμογές Φ/Β συστημάτων σε νέα κτίρια είναι προτιμότερα τα πλαίσια χωρίς το πλαίσιο αλουμινίου (τύπου 'laminare') τα οποία επιτρέπουν την ενσωμάτωσή τους σαν δομικές επιφάνειες του κτιρίου. Η στήριξη των πλαισίων μπορεί να γίνει με ειδικά σχεδιασμένα υλικά ή με τυποποιημένα υλικά που χρησιμοποιούνται στην αγορά για τη στήριξη υαλοπινάκων.

Επίσης πολλές κατασκευάστριες εταιρείες μπορούν να παράγουν Φ/Β κατά παραγγελία σε συγκεκριμένες διαστάσεις ή ακόμα και σε διαφορετικά γεωμετρικά σχήματα.

Για εφαρμογές ενσωμάτωσης Φ/Β πλαισίων σε κτίρια διατίθενται και πλαίσια διαφόρων χρωμάτων και βαθμού διαφάνειας, σε βάρος όμως της απόδοσης. Επίσης οι κατασκευαστές διαθέτουν και ειδικά προϊόντα όπως Φ/Β πλαίσια που μπορούν να αντικαταστήσουν απευθείας κεραμίδια, ή άλλα συμβατικά υλικά που χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη οροφών, ή τα οποία μπορούν να μπουν ακόμα και στη θέση των κοινών υαλοπινάκων παρέχοντας ταυτόχρονα ηλιακή ενέργεια και ηλιοπροστασία κατά τους θερινούς μήνες.

Υπάρχουν τέσσερις βασικοί τρόποι για την τοποθέτηση των Φ/Β πλαισίων σε ένα κτίριο:

- **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. Η τοποθέτηση αυτή προσφέρει εύκολη πρόσβαση τόσο στο εμπρός όσο και στο πίσω μέρος των Φ/Β πλαισίων, όταν χρειάζεται να γίνει συντήρηση·βοηθά, επίσης, στον καλό αερισμό και στο δροσισμό των στοιχείων, αυξάνοντας έτσι την απόδοσή τους. Εντούτοις, το κόστος είναι σχετικά υψηλό, γιατί απαιτείται η χρήση πρόσθετων υλικών και επιπλέον εργασία.
- **Τοποθέτηση σε ειδική βάση προσαρμοζόμενη στο εξωτερικό του κελύφους,** η οποία εξέρχεται από την οροφή ή την πρόσοψη του κτιρίου. Η κατασκευή αυτή στηρίζεται στο εξωτερικό κέλυφος του κτιρίου. Χρειάζεται, όμως, 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 μικρότερο σε σύγκριση με το κόστος που απαιτεί η τοποθέτηση σε κεκλιμένα στηρίγματα, αλλά μεγαλύτερο

από το κόστος των μεθόδων που περιγράφονται στη συνέχεια. Αποτελεί μια καλή λύση, ειδικά σε ανακαινιζόμενα κτίρια, στα οποία δεν είναι δυνατόν να γίνουν μεγάλες αλλαγές στο εξωτερικό του κελύφους.

- **Απευθείας τοποθέτηση.** Στην περίπτωση αυτή, η εξωτερική επίστρωση του κτιρίου αντικαθίσταται από Φ/Β πλαίσια. Παραδείγματος χάριν, 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. Το κόστος όμως αυτής της μεθόδου είναι σχετικά χαμηλό, γιατί απαιτεί ελάχιστα πρόσθετα υλικά. Επίσης, η υποκατάσταση ορισμένων δομικών υλικών που χρησιμοποιούνται για την εξωτερική κάλυψη του κελύφους του από τα Φ/Β πλαίσια μειώνει το συνολικό κόστος.
- **Ενσωμάτωση των Φ/Β πλαισίων στο κέλυφος του κτιρίου.** Η μέθοδος αυτή συνίσταται στην υποκατάσταση ολόκληρων τμημάτων του κτιριακού κελύφους από Φ/Β πλαίσια. Η καλή εφαρμογή αυτής της τεχνικής απαιτεί τη στεγανή σύνδεση των Φ/Β πλαισίων μεταξύ τους. Παραδείγματος χάριν, Φ/Β στοιχεία χωρίς μεταλλικό σκελετό τοποθετούνται σε στηρίγματα παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται για τη στήριξη συμβατικών διαφανών οροφών ή προσόψεων. Τα νέου τύπου ημιδιαφανή στοιχεία είναι δυνατόν να τοποθετηθούν στη θέση υαλοπινάκων ή αδιαφανών στοιχείων, παρέχοντας στο σχεδιαστή τη δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών φωτισμού και ηλιοπροστασίας παράλληλα με την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η ενσωμάτωση των Φ/Β παρέχει δυνατότητες για σημαντική μείωση του κόστους, καθώς εξοικονομείται το κόστος των δομικών στοιχείων του κελύφους τα οποία αντικαθίστανται από τα Φ/Β στοιχεία.

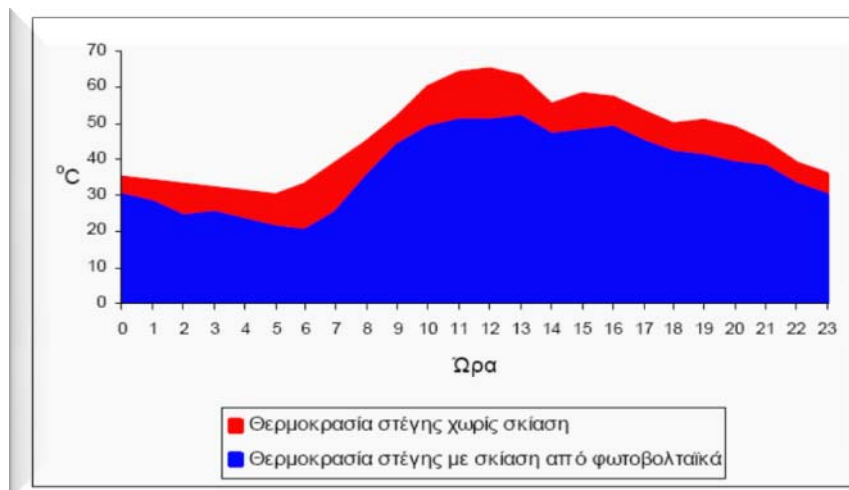
Το μεγάλο πλεονέκτημα των BIPVs είναι προφανώς η βελτιωμένη εμφάνιση του συστήματος. Με ένα ενσωματωμένο σύστημα στη στέγη τα πλαίσια είναι στην πραγματικότητα αθέατα. Επίσης σ' ένα καινούργιο κτίριο συμφέρει η χρήση των BIPVs καθώς αποφεύγουμε το επιπλέον κόστος των κεραμιδιών ή άλλων δομικών στοιχείων και της τοποθέτησής τους.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό ώστε τα Φ/Β πλαίσια να δένουν αισθητικά με την αρχιτεκτονική του κτιρίου. Κατά τη φάση της σχεδίασης του Φ/Β συστήματος απαιτείται πλέον και η ενεργός συμμετοχή των αρχιτεκτόνων, ώστε να συνδυασθεί η τεχνική λύση με αποτελέσματα που πληρούν τους όρους της αισθητικής.

Το κυριότερο μειονέκτημα είναι το κόστος τους που σ' αυτή την περίπτωση μπορεί κάποιες φορές να είναι πιο αυξημένο σε σύγκριση με μια τυπική φ/β εγκατάσταση σε μια υπάρχουσα στέγη αλλά αν δούμε το BIPV σαν δομικό στοιχείο τότε είναι το μόνο που μπορούμε να αποσβέσουμε σε βάθος χρόνου στο κτίριο.

Ένας επιπρόσθετος παράγοντας που χρίζει προσοχής είναι ο αερισμός των πλαισίων και αυτό γιατί η απόδοσή τους 'πέφτει' ελαφρώς με την αύξηση της θερμοκρασίας. Γι αυτό το λόγο πρέπει να εξασφαλίσουμε αρκετή ποσότητα ροής αέρα πίσω από τα πλαίσια.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η θερμοκρασία του δώματος κάτω ακριβώς από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια είναι χαμηλότερη απ' ό,τι η θερμοκρασία του ακάλυπτου δώματος. Σε μια ζεστή καλοκαιρινή μέρα με άπνοια, η θερμοκρασία του δώματος κάτω από τα φωτοβολταϊκά μπορεί να είναι και 13 βαθμούς χαμηλότερη απ' ό,τι αν ο ήλιος χτυπούσε κατ' ευθείαν το δώμα, όπως φαίνεται και στο παρακάτω ενδεικτικό διάγραμμα. Με άλλα λόγια, ο τελευταίος όροφος ενός κτιρίου υποφέρει λιγότερο από τη ζέστη.



Επίσης τα φωτοβολταϊκά μπορούν να συνδυαστούν με πράσινη στέγη. Στην περίπτωση αυτή έχουμε πολλαπλά οφέλη. Η μεν πράσινη στέγη δροσίζει το φωτοβολταϊκό και αυξάνει την απόδοσή του, το δε φωτοβολταϊκό εμποδίζει τη γρήγορη εξάτμιση και απαιτείται λιγότερο νερό για την πράσινη στέγη.

Επιπλέον, μετρήσεις έδειξαν ότι αυξάνει και η βιοποικιλότητα της πράσινης στέγης στα σημεία που σκιάζεται από τα φωτοβολταϊκά.

Πλεονεκτήματα διάσπαρτης παραγωγής από μικρές μονάδες

- Τα Φ/Β αποτελούν τη κυριότερη τεχνολογία ανανεώσιμων που μπορεί να ενταχθεί ευρέως στις πόλεις με αποδεκτές αισθητικές λύσεις
- μείωση της ζήτησης και ειδικά όταν η ηλεκτρική παραγωγή από Φ/Β συμπίπτει με την αιχμή ζήτησης
- μείωση των απωλειών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας
- αύξηση της αξιοπιστίας παροχής ηλεκτρικής ενέργειας από το δίκτυο
- αντικατάσταση ή αναβολή επέκτασης συμβατικών σταθμών παραγωγής με θετικά αποτελέσματα για το περιβάλλον
- δεν χρειάζεται να γίνουν νέα δίκτυα άρα επενδύσεις για την απορρόφηση της ενέργειας
- σύντομος χρόνος ένταξης μονάδων Φ/Β στο δίκτυο
- σύμπτωση παραγόμενης ηλεκτρικής ισχύος από τα Φ/Β με την αιχμή ζήτησης, όπως οι καλοκαιρινές αιχμές λόγω χρήσης κλιματιστικών
- διείσδυση χωρίς κανένα πρόβλημα μέχρι βαθμό διείσδυσης περίπου 25 με 30% του μέγιστου φορτίου του συστήματος, χωρίς να δημιουργούν προβλήματα συνεργασίας και ασφάλειας με το ηλεκτρικό σύστημα

5.4 «Ειδικό Πρόγραμμα Ανάπτυξης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων σε Κτιριακές εγκαταστάσεις και ιδίως σε δώματα και στέγες κτιρίων» (ΦΕΚ Β' 1079, 4/6/2009)^{[71][85]}

Το πρόγραμμα αυτό είναι η πραγματικότητα των Φ/Β αυτόν τον καιρό σε οικιστικό επίπεδο τόσο στην περιοχή της Αθήνας, όσο και της υπόλοιπης Ελλάδας, γι' αυτό και αξίζει να εξεταστεί ξεχωριστά και εκτεταμένα, αφού οικιακό διασυνδεδεμένο Φ/Β σύστημα εκτός των πλαισίων αυτού του προγράμματος αυτή τη στιγμή δεν νοείται.

Από 1ης Ιουλίου 2009 ισχύει πλέον η δυνατότητα εγκατάστασης φωτοβολταϊκών συστημάτων μέχρι 10 KWp και στη στέγη των σπιτιών, άρα η παραγωγή και πώληση ρεύματος από ηλιακή ενέργεια και από ιδιώτες (12323/ΓΓ 175/4.6.2009 Κοινή Υπουργική Απόφαση - ΚΥΑ).

Τα διασυνδεδεμένα κτιριακά Φ/Β συστήματα που εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της ΚΥΑ (ΦΕΚ Β' 1079, 4/6/2009) εντάσσονται στο καθεστώς του ανεξάρτητου παραγωγού (Feed in tariff). Δηλαδή, το σύνολο της ενέργειας που παράγεται από την ηλεκτροπαραγωγική μονάδα πωλείται στη ΔΕΗ και δεν χρησιμοποιείται για τη μερική ή ολική τροφοδότηση των φορτίων της κτιριακής εγκατάστασης (ιδιοκαταναλώσεις του κτιρίου).

Στα μέσα του 2010, το Κοινοβούλιο ενέκρινε ένα νέο νόμο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Ν. 3851/2010, ΦΕΚ 85Α, 4-6-2010), ο οποίος επιφέρει σημαντικές αλλαγές σε ότι αφορά στην αδειοδότηση των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Ακολούθησαν μια σειρά από υπουργικές αποφάσεις, οι οποίες τροποποίησαν παλαιότερες ρυθμίσεις κυρίως πολεοδομικού χαρακτήρα για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών, όπως η ΥΑ 36720/25-8-2010 "Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικόπεδα εντός σχεδίου περιοχών και σε οικισμούς" (ΦΕΚ 376/6-9-2010) σύμφωνα με την οποία δεν χρειάζεται πλέον ούτε η άδεια εργασιών μικρής κλίμακας από την Πολεοδομία, όπως ίσχυε μέχρι πρότινος.

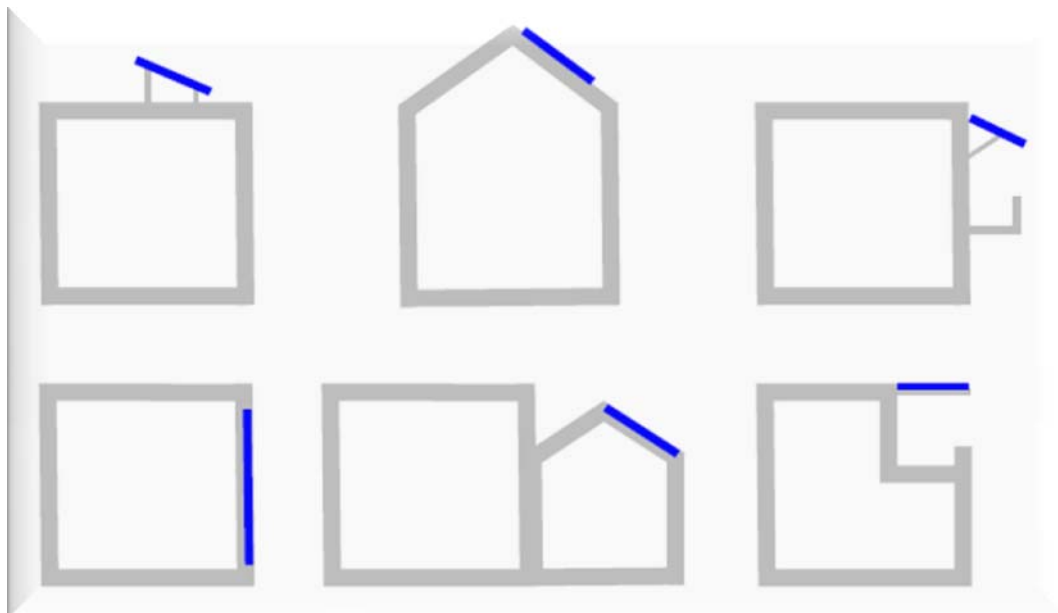
Τα δύο βασικά πλεονεκτήματα που δίνει στους ιδιώτες είναι τα εξής:

1. Δεν απαιτούνται πολύπλοκες διαδικασίες όπως αδειοδοτήσεις από διάφορους φορείς, ούτε φορολογικές υποχρεώσεις όπως έναρξη επαγγελματικής δραστηριότητας παραγωγής ρεύματος ή φορολόγηση για την παραγωγή του ρεύματος.
2. Η τιμή αγοράς από τη ΔΕΗ του παραγόμενου ρεύματος είναι 0,55 ευρώ ανά κιλοβατώρα (αναπροσαρμοζόμενη προς τα επάνω ετησίως) ενώ η τιμή που χρεώνει η ΔΕΗ για την κατανάλωση του ιδιοκτήτη είναι περίπου 5 φορές χαμηλότερη. Οι όροι αυτοί ισχύουν μέχρι το 2012, μετά η τιμή θα αρχίσει να αποκλιμακώνεται κατά 5% ετησίως και η σύμβαση που υπογράφεται είναι για 25 χρόνια.

Έτσι λοιπόν η διαδικασία ολοκληρώνεται εντός 65 το πολύ ημερών και απαιτείται μόνο αίτηση στη ΔΕΗ (με εξαίρεση διατηρητέα κτίρια και παραδοσιακούς οικισμούς όπου απαιτείται η έγκριση της Επιτροπής Πολεοδομικού και Αρχιτεκτονικού Ελέγχου [ΕΠΑΕ]). Τα υπόλοιπα τα αναλαμβάνει η εταιρεία φωτοβολταϊκών που θα κάνει την εγκατάσταση. Για τη συμμετοχή στο πρόγραμμα απαιτείται η ύπαρξη ή η εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα (ή άλλης εγκατάστασης Α.Π.Ε. για ζεστό νερό χρήσης, όπως π.χ. γεωθερμία).

5.4.1 Που επιτρέπεται

Η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών επιτρέπεται σε στέγες σπιτιών, σε ταράτσες μονοκατοικίας ή πολυκατοικίας, συμπεριλαμβανομένων στεγάστρων βεραντών, προσόψεων και σκιάστρων, καθώς και βοηθητικών χώρων του κτιρίου, όπως αποθήκες και χώροι στάθμευσης, αλλά και σε οικόπεδα (ακόμη και σε εκτός σχεδίου) αρκεί να υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης στο δίκτυο της ΔΕΗ.



Για να ενταχθούν στο Πρόγραμμα οι οικιακοί καταναλωτές, θα πρέπει:

1. Να έχουν στην κυριότητά τους το χώρο στον οποίο εγκαθίσταται το φωτοβολταϊκό σύστημα. Να έχουν δηλαδή μετρητή της ΔΕΗ στο όνομά τους (ή στον κοινόχρηστο λογαριασμό της πολυκατοικίας αν επιλεγεί η συλλογική εγκατάσταση).
2. Να καλύπτεται μέρος των αναγκών σε ζεστό νερό από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ. ηλιακό θερμοσίφωνα, βιομάζα, γεωθερμική αντλία θερμότητας)

Από τον Σεπτέμβριο του 2010, το Πρόγραμμα αφορά όλη την Επικράτεια. Ως μέγιστη ισχύς των φωτοβολταϊκών συστημάτων στο πλαίσιο του Προγράμματος ορίζεται, για την ηπειρωτική χώρα, τα Διασυνδεδεμένα με το Σύστημα νησιά και την Κρήτη τα 10 kWp και για τα λοιπά Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά τα 5 kWp.

Στην περίπτωση φωτοβολταϊκού συστήματος σε κοινόχρηστο ή κοινόκτητο χώρο κτιρίου (ταράτσα), επιτρέπεται η εγκατάσταση ενός και μόνο συστήματος και τότε πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω όροι. Είτε να συμφωνήσουν εγγράφως οι υπόλοιποι ιδιοκτήτες, είτε το φωτοβολταϊκό να εγκατασταθεί εξ ονόματος όλων των ιδιοκτητών (τους οποίους στην περίπτωση αυτή εκπροσωπεί ο διαχειριστής). Αν η ταράτσα είναι κοινόκτητη και οι κύριοι του χώρου αυτού θέλουν να την παραχωρήσουν σε κάποιο άλλο ιδιοκτήτη του κτιρίου που δεν έχει δικαιώματα στην ταράτσα, μπορούν να το κάνουν. Αν το σύστημα μπει σε στέγαστρο βεράντας διαμερίσματος, προφανώς μπορούν να μπου περισσότερα συστήματα σε μια πολυκατοικία.

5.4.2 Πόσο κοστίζει και τι αποδίδει

Όλη η παραγόμενη από το φωτοβολταϊκό ηλεκτρική ενέργεια διοχετεύεται στο δίκτυο της ΔΕΗ και πωλείται ως προς **55 λεπτά την κιλοβατώρα** (0,55 €/kWh), τιμή που είναι εγγυημένη **για 25 χρόνια** για τις Συμβάσεις Συμψηφισμού που συνάπτονται τα έτη 2009, 2010, 2011 και αναπροσαρμόζεται με τον πληθωρισμό (25% επί του πληθωρισμού ετησίως). Αξίζει, ωστόσο, να σημειωθεί πως η παραπάνω τιμή μειώνεται κατά 5% ετησίως για τις Συμβάσεις Συμψηφισμού που συνάπτονται το διάστημα από 01/01/2012 μέχρι και 31/12/2019.

Ο ιδιώτης παραγωγός συνεχίζει να αγοράζει ρεύμα από τη ΔΕΗ και να το πληρώνει στην τιμή που το πληρώνει και σήμερα (περίπου 10-12 λεπτά την κιλοβατώρα). Στην πράξη αυτό σημαίνει ότι η ΔΕΗ θα εγκαταστήσει ένα νέο μετρητή για να καταγράψει την παραγόμενη ενέργεια. Το κόστος για το ρολόι βαρύνει τον παραγωγό και το κόστος σύνδεσης τις περισσότερες φορές δεν ξεπερνά τα 500€.

Ένα KWp κοστίζει περίπου 5.000 ευρώ τελική τιμή μαζί με τα έξοδα τοποθέτησης κ.λπ. και παράγει περίπου 1.200 KWh ανά έτος (λίγο χαμηλότερα στη βόρεια Ελλάδα, λίγο περισσότερο στη νότια). Έτσι λοιπόν θα αποδίδει στον ιδιοκτήτη περίπου 660 ευρώ ετησίως.

Άρα λοιπόν με φωτοβολταϊκή εγκατάσταση 5 KWp (κόστος 25.000 ευρώ) τα έσοδα θα είναι περίπου 3.300 ευρώ ετησίως και με εγκατάσταση 10 KWp (κόστος 50.000 ευρώ) τα έσοδα θα είναι περίπου 6.600 ευρώ ετησίως. Η απόσβεση γίνεται λοιπόν σε περίπου 7-8 χρόνια.

Από τα έσοδα αυτά βέβαια θα αφαιρεί η ΔΕΗ το κόστος της κατανάλωσης ρεύματος του σπιτιού (το οποίο όπως είπαμε το χρεώνει με χαμηλότερη τιμή, σήμερα γύρω στα 0,12 ευρώ κατά Μ.Ο.) και το υπόλοιπο θα κατατίθεται σε λογαριασμό του δικαιούχου.

Αν, για παράδειγμα, στο δίμηνο το φωτοβολταϊκό σας παράγει ηλεκτρική ενέργεια αξίας 250 € και καταναλώνετε ενέργεια αξίας 100 €, θα σας έρθει πιστωτικός λογαριασμός 150 €, ποσό που θα καταθέσει η ΔΕΗ στον τραπεζικό σας λογαριασμό.

Πέρα από την ελκυστική τιμή αγοράς του παραγόμενου ρεύματος, δεν υπάρχει επιδότηση αγοράς εξοπλισμού. Ήδη όμως κάποιες τράπεζες προσφέρουν "πράσινα" ή "οικολογικά" κλπ δάνεια με ευνοϊκότερους όρους. Ο οικιακός μικροπαραγωγός ηλιακού ηλεκτρισμού δεν θεωρείται πια επιτηδεύματίας, με άλλα λόγια απαλλάσσεται από το άνοιγμα βιβλίων στην εφορία.

Όπως αναφέρει η σχετική κοινή υπουργική απόφαση, *"δεν υφίστανται για τον κύριο του φωτοβολταϊκού συστήματος φορολογικές υποχρεώσεις για τη διάθεση της ενέργειας αυτής στο δίκτυο"*. Με άλλα λόγια, τα όποια έσοδα έχουν από την πώληση της ενέργειας δεν φορολογούνται. Με βάση τον ισχύοντα φορολογικό νόμο, δικαιούνται επιπλέον και έκπτωση δαπανών από το εισόδημα (εκπίπτει 20% της δαπάνης για εγκατάσταση φωτοβολταϊκού και μέχρι 700 € ανά σύστημα).

Τι ισχύει στις άλλες χώρες της Ε.Ε.

Η οικονομική πολιτική feed-in-tariff είναι η πιο διαδεδομένη αυτή τη στιγμή στην Ε.Ε., δηλαδή η αγορά της Φ/Β KWh σε ικανοποιητική τιμή από το εκάστοτε εθνικό φορέα, χωρίς περαιτέρω επιδοτήσεις δημόσιου χρήματος στην επένδυση. Ενδεικτικές τιμές φαίνονται παρακάτω:

| Μέτρα Υποστήριξης Φ/Β στην Ε.Ε. | | |
|--|--|----------------------|
| ΧΩΡΑ | ΤΙΜΗ ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗΣ Φ/Β kWh | ΣΥΜΒΑΣΗ |
| Αυστρία | €0,60 < 20kWp, €0,47 > 20kWp | 2003, 2004 |
| Βέλγιο | €0,45 | 10 έτη |
| Γαλλία | €0,15 (< 5kWp οικίες, < 150kWp εκτός κτιρίων, <1MWp εμπορικά/δημόσια κτίρια), €0,30 (Κορσική/Κοινοπολιτεία) | 20 έτη |
| Γερμανία | €0,574 (στέγες), €0,624 (προσόψεις) < 30kWp €0,545 (στέγες), €0,596 (προσόψεις) 30kWp ÷ 100kWp €0,540 (στέγες), €0,590 (προσόψεις) > 100kWp | 20 έτη |
| Ιταλία | €0,60 για σύμβαση 20 έτη, €0,90 για σύμβαση 10 έτη και χρηματοδότηση περίσσειας ενέργειας από Φ/Β | Από 2005 |
| Ισπανία | €0,4215 < 100kWp, €0,22 από 100kWp ÷ 50MWp | 25 έτη |
| Κύπρος | €0,26 σε συνδυασμό με επιδότηση αρχικού κεφαλαίου | |
| Πορτογαλία | €0,51 < 5kWp, €0,28 > 5kWp (αν.π.), €0,25 (αυτοπαρ.) | Διάρκεια Ζωής |

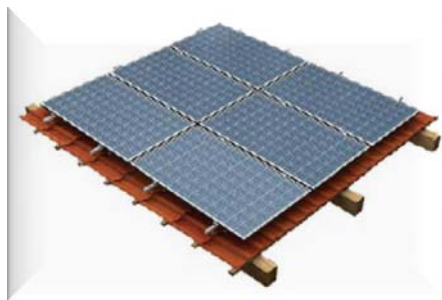
5.4.3 Διαδικασίες

Σύμφωνα με την Υπουργική Απόφαση "Έγκριση ειδικών όρων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών και ηλιακών συστημάτων σε κτίρια και οικοπέδα εντός σχεδίου περιοχών και σε οικισμούς" (25-8-2010) δεν χρειάζεται πλέον ούτε η άδεια εργασιών μικρής κλίμακας από την Πολεοδομία, όπως ίσχυε μέχρι πρότινος. Απλώς πρέπει γνωστοποιηθεί η έναρξη εργασιών στη ΔΕΗ όταν κατατεθεί εκεί φάκελος για σύνδεση του συστήματός με το δίκτυο.

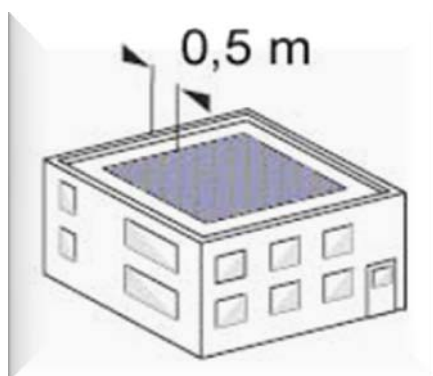
Δεν επιτρέπεται η τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών πάνω από την απόληξη του κλιμακοστασίου, του φρεατίου ανελκυστήρα και οποιασδήποτε άλλης κατασκευής. Η διάταξη των φωτοβολταϊκών πλαισίων δεν θα πρέπει να δημιουργεί χώρο κύριας ή βοηθητικής χρήσης ή ημιυπαίθριο. Σε περίπτωση ορόφου σε υποχώρηση, οι εγκαταστάσεις αυτές θα περιορίζονται στο περιγράμμα του ορόφου.

Σε περίπτωση τοποθέτησης των φωτοβολταϊκών σε υπάρχουσες στέγες, θα πρέπει αυτή να γίνεται εντός του περιγράμματος της στέγης ακολουθώντας την κλίση της.

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά



Αν τα φωτοβολταϊκά τοποθετούνται σε δώμα, θα πρέπει η απόσταση από το στηθαίο του δώματος να είναι μισό (0.5) μέτρο εσωτερικά αυτού για λόγους ασφαλείας.



Τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν από κάποιον ενδιαφερόμενο επενδυτή είναι τα εξής:

1. Να έρθει σε επαφή με μία εταιρία που θα προμηθεύσει τον εξοπλισμό και θα κάνει την εγκατάσταση για να αποφασιστεί τι σύστημα θα επιλεγεί τελικά και πως θα εγκατασταθεί.
2. Με τη βοήθεια της εταιρίας-εγκαταστάτη, να κάνει αίτηση στην τοπική μονάδα Δικτύου της ΔΕΗ (Περιοχή) στην οποία γνωστοποιείται και η έναρξη εργασιών, υπογράφοντας ο ίδιος και ο υπεύθυνος για την εγκατάσταση μηχανικός. Επισυνάπτονται τα έγγραφα και στοιχεία υπ' αριθ. 1 έως και 7 του εντύπου αίτησης. Η ΔΕΗ εξετάζει το αίτημα και προβαίνει εντός είκοσι (20) ημερών από την παραλαβή της αίτησης στην έγγραφη διατύπωση Προσφοράς Σύνδεσης, η οποία περιλαμβάνει την περιγραφή και τη δαπάνη των έργων σύνδεσης και ισχύει για τρεις (3) μήνες από την ημερομηνία έκδοσής της. Αφού ο ιδιοκτήτης κάνει αποδεκτή την προσφορά όρων σύνδεσης, υπογράφει τη σύμβαση καταβάλλοντας τη σχετική δαπάνη στην Περιοχή ΔΕΗ. Η ΔΕΗ κατασκευάζει τα έργα σύνδεσης εντός είκοσι (20) ημερών από την υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης, εφόσον δεν απαιτούνται νέα έργα Δικτύου (πέραν της εγκατάστασης νέου μετρητή).
3. Να υποβάλει αίτηση κατάρτισης της Σύμβασης Συμψηφισμού στην τοπική υπηρεσία Εμπορίας της ΔΕΗ, ή στα γραφεία άλλου προμηθευτή (εφόσον η ΔΕΗ δεν είναι ο προμηθευτής ηλεκτρικής ενέργειας για τον συγκεκριμένο μετρητή κατανάλωσης με τον οποίο θα γίνεται συμψηφισμός). Η Σύμβαση υπογράφεται εντός δεκαπέντε (15) ημερών από την παραλαβή του αιτήματος.
4. Να υποβάλει αίτηση ενεργοποίησης της σύνδεσης στην Περιοχή ΔΕΗ. Επισυνάπτονται τα έγγραφα και στοιχεία υπ' αριθ. 9 έως και 11 του

εντύπου αίτησης. Προϋποθέσεις είναι η ετοιμότητα της εγκατάστασης και η ολοκλήρωση των έργων σύνδεσης. Η ΔΕΗ τον ειδοποιεί τηλεφωνικά για τον ορισμό της ημερομηνίας διενέργειας του ελέγχου της εγκατάστασης. Η ενεργοποίηση της σύνδεσης γίνεται αμέσως μετά από την επιτυχή ολοκλήρωση του ελέγχου. Εάν κατά τη διενέργεια του ελέγχου διαπιστωθούν ελλείψεις ή δυσλειτουργίες στις εγκαταστάσεις του ενδιαφερόμενου, η σύνδεση παραμένει ανενεργή μέχρις ότου ο ενδιαφερόμενος προβεί στις διορθωτικές ενέργειες που θα του υποδείξει η ΔΕΗ.

Οι απαιτούμενες διαδικασίες για την εγκατάσταση και λειτουργία ενός φωτοβολταϊκού συστήματος στα πλαίσια ένταξης του παρόντος προγράμματος και οι αντίστοιχα απαραίτητοι χρόνοι αναφέρονται στον ακόλουθο πίνακα:^[86]

| Διαδικασίες | | Χρονοδιάγραμμα |
|-------------|---|----------------|
| 1 | Κατάθεση αίτησης στην Τοπική Υπηρεσία της Δ.Ε.Η. για προσφορά Σύνδεσης συνοδευόμενη από τα απαραίτητα δικαιολογητικά. | 20 ημέρες |
| 2 | Υπογραφή της Σύμβασης Σύνδεσης μεταξύ του κυρίου του φωτοβολταϊκού και της Τοπικής Υπηρεσίας της Δ.Ε.Η. ώστε να αρχίσει η κατασκευή των έργων σύνδεσης από τη Δ.Ε.Η. | 20 ημέρες |
| 3 | Κατάθεση αίτησης για τη σύναψη Σύμβασης Συμψηφισμού προς την Τοπική Υπηρεσία της Δ.Ε.Η. | 15 ημέρες |
| 4 | Υποβολή αιτήματος προς την Τοπική Υπηρεσία της Δ.Ε.Η., συνοδευόμενο από τα απαραίτητα δικαιολογητικά, για την ενεργοποίηση της σύνδεσης του φωτοβολταϊκού συστήματος. | 10 ημέρες |

5.4.4 Οικονομικά Παραδείγματα

1° Ενδεικτικό παράδειγμα για οικιακό τομέα^[99]

Έστω ότι εγκαθίσταται ένα φωτοβολταϊκό σύστημα 2 κιλοβάτ (KWp). Το σύστημα αυτό κοστίζει περίπου 10.000 € (περιλαμβάνεται ΦΠΑ και έξοδα σύνδεσης ενώ υπάρχει και μία φοροελάφρυνση έως 700 € ανάλογα με το εισόδημά του επενδυτή).

- | | |
|--|-----------|
| • Ισχύς φωτοβολταϊκού συστήματος | 2 KWp |
| • Κόστος επένδυσης | 10.000 € |
| • Ίδια κεφάλαια | 2.500 € |
| • Μακροπρόθεσμο δάνειο (10ετές) | 7.500 € |
| • Ετήσια παραγωγή ενέργειας (πρώτο έτος) | 2.600 kWh |
| • Έσοδα στην 25ετία | 36.735 € |
| • Τόκοι δανείων | 3.090 € |
| • Καθαρά έσοδα στην 25ετία | 26.145 € |
| • Απλή περίοδος αποπληρωμής | 6,6 έτη |
| • Εσωτερικός βαθμός απόδοσης επένδυσης (IRR) | 21,2% |

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

2° Ενδεικτικό παράδειγμα για οικιακό τομέα^[100]

Ένα Φ/Β σύστημα ισχύος 5kW αναμένεται να παραγάγει σε ένα χρόνο περίπου $5 \times 1.350\text{kWh} = 6.750\text{kWh}$ και άρα να αποφέρει στον ιδιοκτήτη του έσοδα $6.750\text{kWh} \times 0,55 \text{ ευρώ} = 3.712,50 \text{ ευρώ}$ σε ετήσια βάση. Το ποσό αυτό δεν υπόκειται σε καμία φορολόγηση και συμψηφίζεται αυτόματα με τα ποσά των λογαριασμών κατανάλωσης, που λαμβάνουμε από τη ΔΕΗ.

Έτσι, ένα τυπικό νοικοκυριό με ετήσια δαπάνη ΔΕΗ π.χ. 700 ευρώ (συμπεριλαμβανομένων των δημοτικών τελών, ΕΡΤ, κλπ), αν εγκαταστήσει ένα Φ/Β σύστημα ισχύος 5kW θα έχει μηδενικούς λογαριασμούς ΔΕΗ, και επιπρόσθετα, θα έχει ετήσια καθαρά έσοδα περίπου 3.000 ευρώ.

3° Ενδεικτικό παράδειγμα για οικιακό τομέα(με δάνειο)^[92]

Περίπτωση που κάποιος εγκαταστήσει σε 80 m^2 , 5 kw που κοστίζουν βάση των τρεχουσών λιανικών τιμών 25.000€, , πάρει δάνειο για το μισό κόστος (12.500 €) με ευνοϊκούς όρους δεδομένης της 25ετης σύμβασης και εγκαταστήσει το ΦΒ σύστημα:

$5 \text{ Kw} * 1300 \text{ kwh} * 0,55 \text{ € /kwh} = 3.575 \text{ €}$ έσοδα/ετησίως

Από αυτά αφαιρούνται περί τα 1.500 € αποπληρωμή δάνειου και συντήρηση του εξοπλισμού. Οπότε, καθαρά έσοδα 2.100 € / ετησίως, που σημαίνει απόσβεση των δικών του χρημάτων σε 5-6 χρόνια.

Από την άλλη ένα μέσο νοικοκυριό (με ηλεκτρικές συσκευές και φωτισμό) καταναλώνει μ.ο. 5.000 kWh/ετησίως με κόστος 0,12€/ kWh, δηλαδή:

$5.000 \text{ kwh} * 0,12 \text{ € /kwh} = 600\text{€}$ κόστος/ετησίως.

| Ισχύς φωτοβολταϊκού (κιλοβάτ, kWp) | Ετήσια έσοδα (€) εγγυημένα για 25 χρόνια |
|---------------------------------------|---|
| 1 | 650 – 800 |
| 3 | 1.950 – 2.400 |
| 5 | 3.250 – 4.000 |
| 7 | 4.550 – 5.600 |
| 10 | 6.500 – 8.000 |

5.5 ΜΕΛΕΤΗ^[97]

1. Εισαγωγή

Στην παρούσα προσφορά περιλαμβάνεται η προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία φωτοβολταϊκού (Φ/Β) σταθμού διασυνδεδεμένου με το δίκτυο της ΔΕΗ Α.Ε., ισχύος περίπου 10 kWp σταθερού προσανατολισμού και σταθερής κλίσης. Ο χώρος εγκατάστασης είναι σε κεραμοσκεπή διόροφης νέας κατοικίας στον Δήμο Ωρωπού του Νομού Αττικής.

2. Εξοπλισμός – Συνοπτική Τεχνική Περιγραφή

2.1 Βασικός Εξοπλισμός Φ/Β σταθμού

1^η επιλογή:

Το προτεινόμενο Φ/Β σύστημα θα είναι συνολικής ισχύος **9,9 kWp** και θα αποτελείται από:

| α/α | Περιγραφή | Ποσότητα |
|-----|--|----------|
| 1 | Φ/Β πλαίσια Conergy Power Plus 220P | 45 τεμ. |
| 2 | Μετατροπείς ισχύος SMA SB 3300TL HC | 3 τεμ. |
| 3 | Σύστημα τηλεμετρίας και ελέγχου απόδοσης SMA (Sunny WebBox, Sunny SensorBox) | 1 σετ |

Πίνακας 2.1: Βασικός εξοπλισμός για την 2^η επιλογή

Θα σχηματιστούν 3 συστοιχίες των 15 πλαισίων, κάθε μια από τις οποίες θα ενώνεται σε έναν μετατροπέα.

2^η επιλογή:

Το προτεινόμενο Φ/Β σύστημα θα είναι συνολικής ισχύος **9,86 kWp** και θα αποτελείται από:

| α/α | Περιγραφή | Ποσότητα |
|-----|---|----------|
| 1 | Φ/Β πλαίσια Conergy SC 170MA | 58 τεμ. |
| 2 | Μετατροπείς ισχύος Conergy IPG 3S με αποζεύκτη DC ρεύματος και αντικεραυνική προστασία | 3 τεμ. |
| 3 | Σύστημα τηλεμετρίας και ελέγχου απόδοσης Conergy (Sun Reader) | 1 σετ |

Πίνακας 2.2: Βασικός εξοπλισμός για την 2^η επιλογή

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

Δύο μετατροπείς θα ενωθούν ο καθένας με 2 συστοιχίες των 10 πλαισίων και ο τρίτος θα συνδεθεί με 2 συστοιχίες των 9 πλαισίων.

Και για τις δυο ανωτέρω επιλογές θα χρησιμοποιηθούν:

- Ανοξειδωτες βάσεις σταθερής κλίσης και προσανατολισμού ειδικής κατασκευής για κεραμοσκεπές.
- Συνοδευτικός ηλεκτρολογικός εξοπλισμός που θα εξασφαλίζει ομαλή και ασφαλή λειτουργία του σταθμού. Πιο ειδικά περιλαμβάνεται:
 - Το σύνολο του υλικού της απαιτούμενης DC και AC καλωδίωσης για τα σήματα ισχύος και ελέγχου.
 - Πλήρως εξοπλισμένος ηλεκτρολογικός πίνακας AC με όλο το απαραίτητο διακοπτικό υλικό αλλά και εξοπλισμό αντικεραυνικής προστασίας (απαγωγείς κρουστικών υπερτάσεων).
 - Ισοδυναμική σύνδεση και γείωση του συστήματος.

2.2 Εργασίες Εγκατάστασης

Οι εργασίες εγκατάστασης που προσφέρονται περιλαμβάνουν τα ακόλουθα:

- Τοποθέτηση και συναρμολόγηση των Φ/Β πλαισίων επί των βάσεων στήριξης.
- Θεμελίωση των βάσεων στήριξης επί της στέγης.
- Πλήρη ηλεκτρολογική εγκατάσταση του συστήματος.
- Όλα τα μικροϋλικά και τις απαραίτητες εργασίες για την θέση του Φ/Β σταθμού σε ομαλή λειτουργία.

3. Οικονομική Προσφορά

Το συνολικό τίμημα για την προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία του Φ/Β σταθμού όπως περιγράφεται στην προηγούμενη ενότητα 2, ανέρχεται σε:

1^η επιλογή (ονομαστική ισχύς συστήματος 9,90 kWp): 3.680€/KW

Τριάντα έξι χιλιάδες τετρακόσια είκοσι πέντε ευρώ (36.425,00 €)

2η επιλογή (ονομαστική ισχύς συστήματος 9,86 kWp): 3.390€/KW

Τριάντα τρεις χιλιάδες τετρακόσια είκοσι επτά ευρώ (33.427,00 €)

Στα προηγούμενα τμήματα **δεν** περιλαμβάνονται:

- Ο Φ.Π.Α.
- Το κόστος διασύνδεσης του Φ/Β σταθμού με το Δίκτυο της ΔΕΗ, όπως προβλέπεται από το αρμόδιο τοπικό υποκατάστημα ΔΕΗ με έγγραφη διατύπωση των τεχνικών και οικονομικών όρων σύνδεσης.

4. Γενικοί Όροι

4.1 Εγγύηση Εξοπλισμού

Όλες οι εγγυήσεις των κατασκευαστικών οίκων του Φ/Β εξοπλισμού μεταβιβάζονται πλήρως στον επενδυτή. Τα τμήματα του βασικού εξοπλισμού του Φ/Β συστήματος καλύπτονται με εγγύηση των κατασκευαστών, η οποία παρουσιάζεται ανά είδος στον πίνακα 4.1 που ακολουθεί:

| α/α | Περιγραφή Εξοπλισμού | Εγγύηση |
|-----|--|--|
| 1 | Φ/Β πλαίσια Conergy Power Plus 220P | 92% της απόδοσης για 12 έτη 80% της απόδοσης για 25 έτη |
| 2 | Φ/Β πλαίσια Conergy SC 170MA | 80% της απόδοσης για 25 έτη |
| 3 | Μετατροπείς ισχύος SMA SB 3300TL HC | 5 έτη (δυνατότητα επέκτασης σε 10 έτη) |
| 4 | Μετατροπείς ισχύος Conergy IPG 3S | 5 έτη (δυνατότητα επέκτασης σε 10/15/20 έτη) |

Πίνακας 4.1: Εγγυήσεις προσφερόμενου εξοπλισμού

4.2 Εγγύηση Καλής Εγκατάστασης

Σημειώνεται ότι η παρούσα προσφορά περιλαμβάνει εγγύηση καλής απόδοσης χρονικής διάρκειας δύο (2) ετών υπό τις εξής προϋποθέσεις:

- ⇒ Να μην υπάρχει επέμβαση τρίτων στην εγκατάσταση.
- ⇒ Δεν υπάρχουν βανδαλισμοί, δολιοφθορές και τρομοκρατικές επιθέσεις ή ζημιές από φυσικά φαινόμενα.

Παρέχεται η δυνατότητα επέκτασης σε 20 έτη κατόπιν σύναψης σύμβασης συντήρησης.

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

4.3 Χρόνος Παράδοσης

Ο ενδεικτικός χρόνος παράδοσης του έργου έχει ως εξής:

- Τα Φ/Β πλαίσια σε 20 ημέρες από την ανάθεση της παραγγελίας.
- Οι μετατροπείς ισχύος **Conergy** εντός 60 ημερών από την ανάθεση της παραγγελίας.
- Οι μετατροπείς ισχύος **SMA** σε 20 εβδομάδες από την ανάθεση της παραγγελίας.
- Η ολοκλήρωση των εργασιών εγκατάστασης εντός 1 εβδομάδας από την παράδοση του βασικού εξοπλισμού (Φ/Β πλαίσια, μετατροπείς ισχύος).

4.4 Τρόπος Πληρωμής

Ο τρόπος καταβολής του τιμήματος του έργου διαμορφώνεται ως εξής:

- 20% προκαταβολή μετρητών με την ανάθεση της παραγγελίας.
- 60% με την παράδοση Φ/Β πλαισίων και μετατροπέων ισχύος, στον χώρο εγκατάστασης
- 20% με την ολοκλήρωση της εγκατάστασης.

Ενώ, ένας πίνακας με ενδεικτικά κόστη(χωρίς ΦΠΑ) για το κάθε κομμάτι της προσφοράς είναι ο εξής:

| A/A | # | ΠΡΟΣΦΕΡΟΜΕΝΟ ΣΤΟΙΧΕΙΟ | Προσφερόμενα τμχ | Προσφερόμενη Τιμή |
|-----|------|--|------------------|-------------------|
| 1 | | ΥΛΙΚΑ | | |
| | 1.1. | Solar panels | 50 | 20.700 |
| | 1.2. | Inverter..... | 3 | 4.830 |
| | 1.3. | ΒΑΣΕΙΣ ΣΤΗΡΙΞΗΣ | 1 | 2.645 |
| | 1.4. | ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ | 1 | 1.380 |
| | 1.5. | ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ / ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ / connectors | 1 | 634 |
| | 1.6. | ΓΕΙΩΣΕΙΣ | 1 | 123 |
| 2 | | Εργασίες Εγκατάστασης | 1 | 4.255 |
| 3 | | ΜΕΤΑΦΟΡΙΚΑ | 1 | 345 |
| 4 | | Σύστημα Παρακολούθησης παραγόμενης ενέργειας | 1 | 575 |
| | | ΣΥΝΟΛΟ | | 35.486 |

Η αναγκαία / καλυπτόμενη επιφάνεια της στέγης από φωτοβολταϊκά είναι για την:

1^η προσφορά: 73 τ.μ.

2^η προσφορά: 75,45 τ.μ.

Χωρίς να συνυπολογίζεται ο απαιτούμενος χώρος για την εγκατάσταση ηλιακού θερμοσίφωνα.

5.5.5 ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ^[78] (δεδομένων των εξής υποθέσεων)

Συντεταγμένες κατοικίας:

Ανατολικά: 23°42'59"

Βόρεια: 37°58'45"

Τοποθεσία εγκατάστασης: ΑΘΗΝΑ Αθήνα (Ν.Αττικής)

Συνολική εγκατεστημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών πάνελ: 10 kWp

Προσανατολισμός του συστήματος: Νότιος

Κλίση των φωτοβολταϊκών ως προς το οριζόντιο επίπεδο: Βέλτιστη

Έναρξη λειτουργίας πριν από το 2012

Αρχική τιμή πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας 0.550 €/kWh

Μέση ετήσια μείωση απόδοσης φωτοβολταϊκών στοιχείων 0.90 %

Μέση τιμή Δείκτη Τιμών Καταναλωτή 20 ετίας 1.90 %

Συνολικές απώλειες (θερμοκρασία, πτώσεις τάσης καλωδίων, ανακλάσεις κλπ) 25.0%

5.5.5.1 Υπολογισμός εσόδων από διασυνδεδεμένο φωτοβολταϊκό σύστημα

Η μέση ετήσια αναμενόμενη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας του 1ου έτους θα είναι: 13.342,00 kWh (κιλοβατώρες).

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Έσοδα 1 ^{ου} έτους | 7.338,10€ |
| Έσοδα 2 ^{ου} έτους | 7.306,60€ |
| Έσοδα 3 ^{ου} έτους | 7.275,23€ |
| Έσοδα 4 ^{ου} έτους | 7.244,00€ |
| Έσοδα 5 ^{ου} έτους | 7.212,91€ |
| Έσοδα 6 ^{ου} έτους | 7.181,94€ |
| Έσοδα 7 ^{ου} έτους | 7.151,11€ |
| Έσοδα 8 ^{ου} έτους | 7.120,42€ |
| Έσοδα 9 ^{ου} έτους | 7.089,85€ |
| Έσοδα 10 ^{ου} έτους | 7.059,41€ |
| Έσοδα 11 ^{ου} έτους | 7.029,11€ |
| Έσοδα 12 ^{ου} έτους | 6.998,94€ |
| Έσοδα 13 ^{ου} έτους | 6.968,89€ |
| Έσοδα 14 ^{ου} έτους | 6.938,98€ |
| Έσοδα 15 ^{ου} έτους | 6.909,19€ |
| Έσοδα 16 ^{ου} έτους | 6.879,53€ |
| Έσοδα 17 ^{ου} έτους | 6.850,00€ |
| Έσοδα 18 ^{ου} έτους | 6.820,59€ |
| Έσοδα 19 ^{ου} έτους | 6.791,31€ |
| Έσοδα 20 ^{ου} έτους | 6.762,16€ |
| Έσοδα 21 ^{ου} έτους | 6.733,13€ |
| Έσοδα 22 ^{ου} έτους | 6.704,23€ |
| Έσοδα 23 ^{ου} έτους | 6.675,45€ |
| Έσοδα 24 ^{ου} έτους | 6.646,79€ |
| Έσοδα 25 ^{ου} έτους | 6.618,26€ |
| Συνολικά έσοδα 25 ετίας | 174.306,11€ |

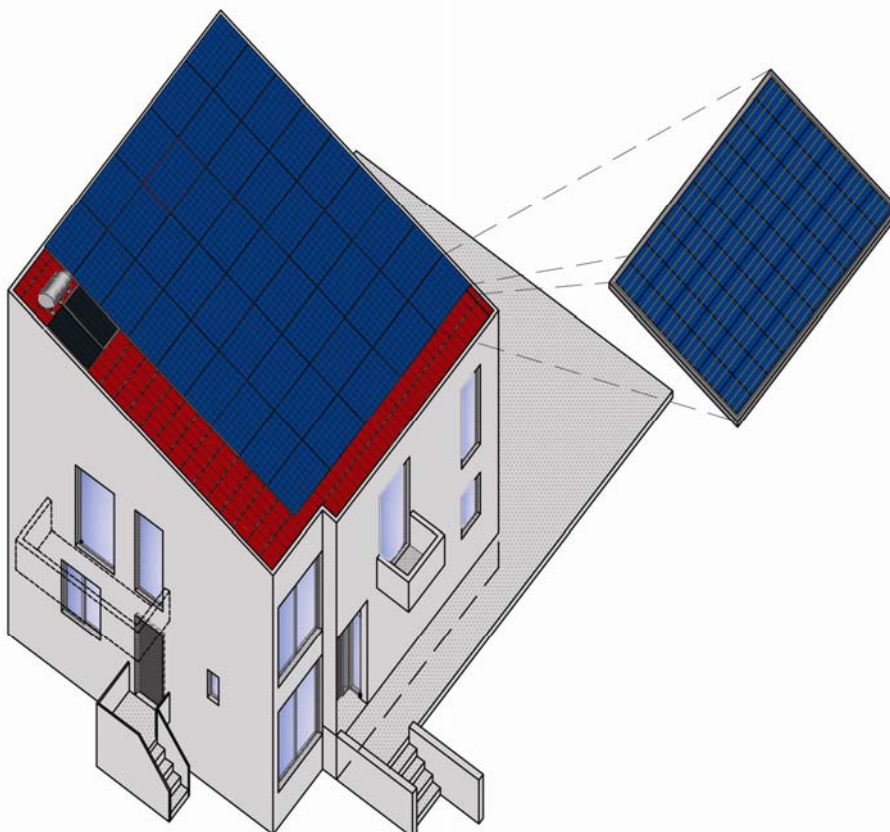
5.5.5.2 Υπολογισμός απόδοσης φωτοβολταϊκού συστήματος ανά μήνα^[87]

| | | |
|---------------|---------------|----------------------|
| Ιανουάριος: | 758,00 | kWh |
| Φεβρουάριος: | 764,00 | kWh |
| Μάρτιος: | 1.100,00 | kWh |
| Απρίλιος: | 1.270,00 | kWh |
| Μάιος: | 1.400,00 | kWh |
| Ιούνιος: | 1.430,00 | kWh |
| Ιούλιος: | 1.470,00 | kWh |
| Αύγουστος: | 1.430,00 | kWh |
| Σεπτέμβριος: | 1.310,00 | kWh |
| Οκτώβριος: | 1.040,00 | kWh |
| Νοέμβριος: | 717,00 | kWh |
| Δεκέμβριος: | 653,00 | kWh |
| Σύνολο | Έτους: | 13.342,00 kWh |

5.5.5.3 Συμπεράσματα

Διαπιστώνουμε πως η επένδυση στα φωτοβολταϊκά είναι συμφέρουσα. Με τις τιμές που εγγυώνται, χρειάζονται 7 χρόνια για την αποπληρωμή της επένδυσης. Ύστερα από αυτό το σημείο και για τα επόμενα 18 τουλάχιστον χρόνια αποφέρει καθαρά κέρδη τα οποία ανέρχονται σε 125.000 €.

Από περιβαλλοντικής απόψεως αποτρέπεται ετησίως η έκλυση 85 t CO₂ που ισοδυναμεί με 197 μη καταναλωθέντα βαρέλια αργού πετρελαίου που θα είχαν καταναλωθεί για την παραγωγή της ίδιας ηλεκτρικής ενέργειας.



5.6 Αποτελέσματα Έρευνας για την επιτυχία του Προγράμματος^[74]

Έρευνα που διενήργησε αρμόδιος ευρωπαϊκός ελεγκτικός φορέας πάνω στην εγκατάσταση Φ/Β στα πλαίσια του συγκεκριμένου προγράμματος στην Ελλάδα όσον αφορά τις νομικές-διοικητικές διαδικασίες και τις ανάλογες καθυστερήσεις, στα πλαίσια του προγράμματος "PV LEGAL : Reduction of bureaucratic barriers for successful PV development in the EU" είχε τα εξής αποτελέσματα:

(Το μέσο σύστημα που εξετάστηκε είχε ισχύ 5 KWp)

- Οι νομικές-γραφειοκρατικές διαδικασίες απαιτούν το 20% περίπου του συνολικού χρόνου απασχόλησης για την εγκατάσταση ενός τέτοιου συστήματος.(μ.ο. 12 Ανθρωποώρες)
- Ενώ η εγκατάσταση ενός οικιακού συστήματος ολοκληρώνεται σε λίγες ώρες, η ικανοποίηση των νομικών-γραφειοκρατικών απαιτήσεων επιμηκύνει το χρόνο υλοποίησης του έργου σε 3-4 μήνες.
- Οι χρόνοι αναμονής (κυρίως στις υπηρεσίες της ΔΕΗ) είναι οι μέγιστοι δυνατοί που προβλέπει η νομοθεσία και συχνά τους ξεπερνούν.(μ.ο. 12 Εβδομάδες)
- Οι νομικές-γραφειοκρατικές διαδικασίες αντιστοιχούν κατά μέσο όρο στο 22,5% του συνολικού εργατικού κόστους για την εγκατάσταση ενός οικιακού συστήματος.
- Το εργατικό κόστος που αντιστοιχεί στην εγκατάσταση του συστήματος αποτελεί κατά μέσο όρο το 72,5% του συνολικού εργατικού κόστους για την ανάπτυξη του συστήματος.

Χαρακτηριστικά, μερικά από τα προβλήματα που διαπιστώθηκαν ήταν τα εξής:

- **Συναίνεση συνιδιοκτητών:** Σε κάθε τάρτασα μπορεί να εγκατασταθεί ένα μόνο σύστημα και απαιτείται η συναίνεση των συνιδιοκτητών
- **Ανεπαρκές προσωπικό:** Η έλλειψη επαρκούς προσωπικού σε κάποιες περιοχές μπορεί να οδηγήσει σε καθυστερήσεις και υπερβάσεις των οριζόμενων προθεσμιών.
- **Υποχρέωση για ηλιοθερμικά :** Για την ένταξη στο καθεστώς κινήτρων, απαιτείται μέρος των αναγκών σε ζεστό νερό χρήσης να καλύπτεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (π.χ. ηλιοθερμικά συστήματα). Σε ορισμένες περιπτώσεις αυτό μπορεί να παρουσιάζει τεχνικά προβλήματα σε σχέση με τη διαθέσιμη επιφάνεια.

Κεφάλαιο 5: Φωτοβολταϊκά

Όσον αφορά την απόρριψη της αίτησης Σύνδεσης/Σύμβασης Συμφητισμού/Ενεργοποίησης Σύνδεσης στην τοπική μονάδα Δικτύου της ΔΕΗ υπάρχουν οι εξής δυνατότητες αντίδρασης από τον ιδιώτη:

- ο **Αίτηση Θεραπείας:** Αίτηση θεραπείας προς την (ίδια) αρμόδια ΔΕΗ περιοχής (προαιρετικά)
- ο **Ένσταση ή ενδικοφανής προσφυγή:** Ένσταση, ή ειδική διοικητική προσφυγή προς την προϊσταμένη αρχή (το έγγραφο της απόρριψης περιγράφει το δικαίωμα και ορίζει την προθεσμία υποβολής). Ο θιγόμενος μπορεί επίσης να κάνει αναφορά στον Συνήγορο του Πολίτη και τον Επιθεωρητή Δημόσιας Διοίκησης.
- ο **Δικαστική προσφυγή:** Η ΔΕΗ δεν έχει διακριτική ευχέρεια να προβεί ή όχι στη σύνδεση, αλλά έχει δέσμια αρμοδιότητα. Συνεπώς η παράλειψή της συνιστά "παράλειψη οφειλόμενης νόμιμης ενέργειας" και ο θιγόμενος μπορεί να υποβάλει αίτηση ακύρωσης στο Διοικητικό Δικαστήριο.

5.6.1 Διάρκεια διαδικασίας και χρόνος αναμονής / εργασιακές απαιτήσεις

Ακολουθούν τα στοιχεία όπως μετρήθηκαν από την έρευνα:

Έλεγχος συμβατότητας της στέγης: 1 Εβδομάδα / 2-3 Ανθρωπόωρες

Συνεννοήσεις με πελάτη και άλλους εμπλεκόμενους για συμβατότητα στέγης : 1 Εβδομάδα / 2-3 Ανθρωπόωρες

Κατάθεση φακέλου σε ΔΕΗ, Αναμονή για απάντηση ΔΕΗ : 6-7 Εβδομάδες / προετοιμασία φακέλου ΔΕΗ: 2 Ανθρωπόωρες

Υπογραφή σύμβασης συμφητισμού με ΔΕΗ, Αναμονή για υπογραφή σύμβασης: 1 Εβδομάδα

Αναμονή για έγκριση ενδεχόμενου δανείου: 1 Εβδομάδα / 2 Ανθρωπόωρες

Εγκατάσταση συστήματος: 1 Εβδομάδα / 40-50 Ανθρωπόωρες

Ενεργοποίηση σύνδεσης , Αναμονή για σύνδεση : 3-4 Εβδομάδες / 4 Ανθρωπόωρες

Κεφάλαια 6:
Υβριδικά Συστήματα
Α.Π.Ε.

6. Υβριδικά Συστήματα

6.1 Εισαγωγή

Όλα τα συστήματα που εξετάστηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια σχεδιάστηκαν για να λειτουργούν αυτόνομα και ανεξάρτητα. Παρόλα αυτά διάφοροι συνδυασμοί μεταξύ των είναι δυνατοί, με το ένα σύστημα να συμπληρώνει και να υποβοηθά κάποιο άλλο πετυχαίνοντας μεγαλύτερη οικονομία, καλύτερους βαθμούς απόδοσης και ομαλότερη λειτουργία. Επιπροσθέτως, η ανάγκη για εξοικονόμηση ενέργειας και περιορισμό των εκπομπών CO₂ επιβάλλει την επέκταση των εφαρμογών Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε νέους τομείς.

Τα υβριδικά συστήματα εκμεταλλεύονται τα καλύτερα χαρακτηριστικά της κάθε τεχνολογίας και παρέχουν ενέργεια τέτοιας ποιότητας όπως αυτής του δικτύου, με ένα εύρος από 1 kW μέχρι πολλές εκατοντάδες kW. Ένα τυπικό υβριδικό σύστημα συνδυάζει δύο ή και περισσότερες τεχνολογίες παραγωγής ενέργειας.

Σκοπός αυτής της διπλωματικής δεν είναι να αναλωθεί σε αυτούς τους συνδυασμούς οι οποίοι είναι πολυάριθμοι και αποτελούν ένα μεγάλο θέμα από μόνιους τους, αλλά οπωσδήποτε θεωρείται χρήσιμο να γίνει μια αναφορά να γνωρίζει ο χρήστης και αυτές τις δυνατότητες. Αλήθεια είναι ότι οι περισσότερες τεχνολογίες συνδυάζονται σε αυτόνομα συστήματα και όχι σε διασυνδεδεμένα για λόγους ανάγκης, για μεγαλύτερη αυτονομία και μικρότερη ανάγκη για αποθήκευση. Εύλογο πχ. είναι να συνυπάρχουν φωτοβολταϊκά με ανεμογεννήτριες σε κάποιο νησί.

Όπως ξεκάθαρη είναι και η δυνατότητα συνδυασμού ενός συστήματος ΑΠΕ για ηλεκτροπαραγωγή με ένα για θέρμανση. Πχ. Φωτοβολταϊκά με Γεωθερμία μπορούν να λειτουργήσουν άριστα μαζί απ' τη στιγμή που αποσκοπούν σε κάτι διαφορετικό.

Έτσι γίνεται κατανοητό ότι όλες οι τεχνολογίες συμβατικές και ΑΠΕ πρακτικά μπορούν να συνδυαστούν μεταξύ τους.

Ενδεικτικά αξίζει να αναφερθούμε στα εξής:

6.2 Ηλιακά Υποβοηθούμενη Αντλία Θερμότητας^[101]

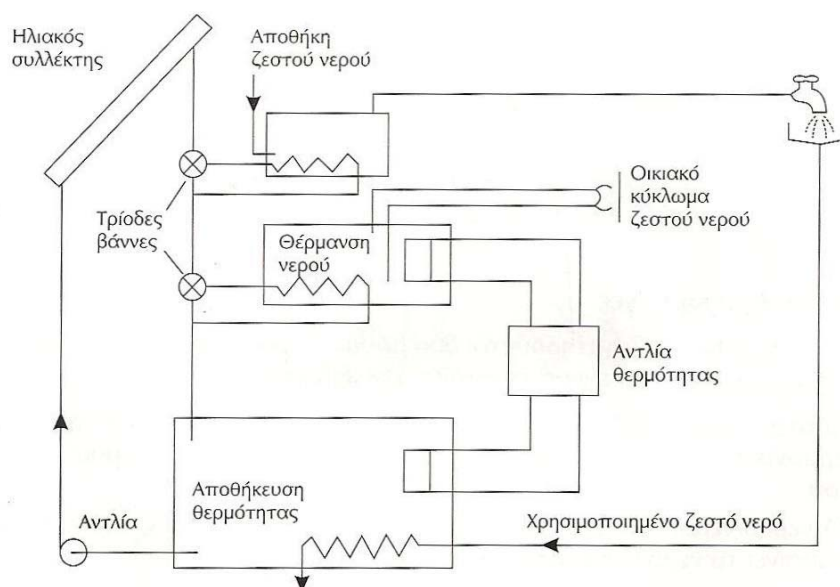
Ένα υβριδικό σύστημα στο οποίο υπάρχει ταυτόχρονη λειτουργία μιας Γεωθερμικής Αντλίας Θερμότητας και ενός Θερμικού Ηλιακού Συστήματος για θέρμανση χώρων και ζεστού νερού χρήσης.

Υπάρχουν δυο βασικοί τρόποι συνδυασμού Α.Θ. και ηλιακών συλλεκτών:

- Χρησιμοποίηση της αντλίας θερμότητας σαν τμήμα ενός συστήματος θέρμανσης με ηλιακή ενέργεια, όπου η αντλία λειτουργεί μόνο όταν η απόδοση των συλλεκτών δεν είναι επαρκής. Όταν η κατανάλωση ενέργειας είναι μικρότερη από τη ζήτηση αποταμιεύεται ενέργεια (θέρμανση νερού σε ειδικές δεξαμενές).

Κεφάλαιο 6: Υβριδικά Συστήματα

· Ενίσχυση της αντλίας θερμότητας από σύστημα συλλογής και αποθήκευσης ηλιακής ενέργειας. Αντλείται θερμότητα από τον ήλιο και χρησιμοποιείται για θέρμανση νερού σε θερμοκρασίες χρήσιμες για θέρμανση. Κατά την χρησιμοποίηση του ζεστού νερού, η θερμοκρασία του ελαττώνεται μέχρις ότου φτάσει σε σημείο που είναι άχρηστη για θέρμανση (κάτω των $35-40^{\circ}\text{C}$), στο οποίο αρχίζει να λειτουργεί η αντλία θερμότητας νερού-νερού, η οποία κατεβάζει χαμηλότερα τη θερμοκρασία του νερού που βρίσκεται στο δοχείο 5°C περίπου), αντλώντας τη θερμότητα που περιέχεται στο νερό. Με τον τρόπο αυτό περιορίζεται ο χρόνος λειτουργίας της αντλίας θερμότητας και εξοικονομείται ενέργεια.



Ο **συντελεστής ενεργειακής απόδοσης (COP)** που επιτεύχθηκε (λόγος της αποδιδόμενης θερμικής ή ψυκτικής ενέργειας προς την ηλεκτρική κατανάλωση) στο σύστημα, από τον συνδυασμό & την συμμετοχή όλων των παραπάνω μορφών ενέργειας, κυμαίνεται κατά μέσο όρο μεταξύ **4,5 & 5,9** επηρεαζόμενος από τον **εποχικό συντελεστή απόδοσης (SFP)** για θέρμανση & ψύξη.

Συμπερασματικά με βάση τις αναλύσεις των καταγραφών που έχουν επεξεργασθεί από τα εγκατεστημένα υβριδικά συστήματα, η **εξοικονόμηση ενέργειας**, σε σχέση με τις συμβατικές μορφές (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, συστήματα VRV, κεντρικό σύστημα κλιματισμού κ.λ.π), κυμαίνεται από **78%** έως & **83%**.^[103]

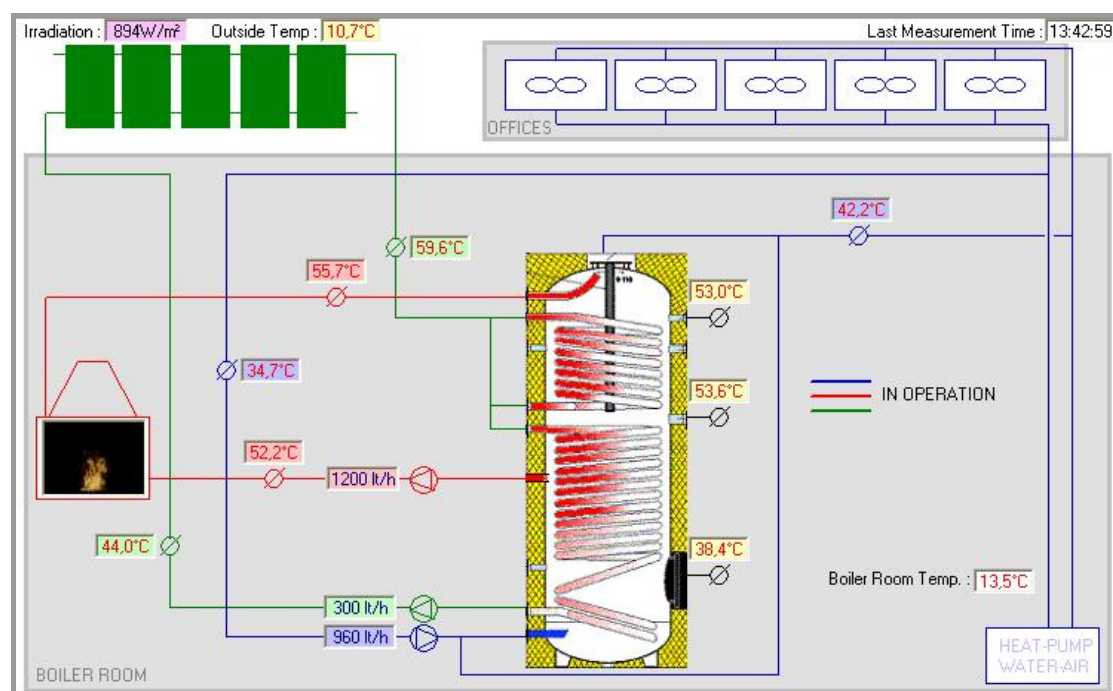
6.3 Υβριδικό Σύστημα Θέρμανσης Ηλιακών / Βιομάζας^[102]

Μια τέτοια μονάδα σχεδιάζεται να καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 100% από ανανεώσιμες πηγές (ηλιακή ενέργεια - βιομάζα), δίνοντας προτεραιότητα στην ηλιακή ενέργεια. Η βιομάζα δρα υποβοηθώντας το ηλιακό σύστημα, όταν αυτό δεν μπορεί να παρέχει την απαιτούμενη θερμότητα λόγω δυσμενών μετεωρολογικών συνθηκών. Η συλλογή της ηλιακής ενέργειας γίνεται από τους επίπεδους ηλιακούς συλλέκτες

Κεφάλαιο 6: Υβριδικά Συστήματα

τοποθετημένους σε νότιο προσανατολισμό και υπό κλίση 60° ως προς το οριζόντιο επίπεδο. Η θερμότητα μεταφέρεται μέσω του εμβαπτισμένου εναλλάκτη στο νερό θέρμανσης, που είναι αποθηκευμένο στο θερμοδοχείο. Τις ημέρες που η ηλιακή ενέργεια δεν είναι αρκετή, γίνεται υποβοήθηση του συστήματος από τον καυστήρα βιομάζας.

Σημαντικό είναι να αναφερθεί ότι το συγκεκριμένο σύστημα αφορά μόνο την θέρμανση χώρου, ενώ μπορεί να θερμαίνει και νερό χρήσης. Τότε η απόδοση του αυξάνει σημαντικά. Το βασικό προτέρημα ενός συστήματος θέρμανσης με ηλιακά/βιομάζα είναι ότι μπορεί να συνδυαστεί με συμβατικά θερμαντικά σώματα και επομένως μπορεί να παρεμβληθεί σε ένα ήδη εγκατεστημένο σύστημα αντικαθιστώντας την συμβατική πηγή ενέργειας (π.χ. πετρέλαιο) με τα παρελκόμενα (καυστήρας – λέβητας).



Σχήμα : Υβριδικό σύστημα θέρμανσης ηλιακών/ βιομάζας στο ΚΑΠΕ (Σχηματικό διάγραμμα συστήματος καταγραφής την 21/11/05 στις 13:42:59. Όλα τα κυκλώματα και ο καυστήρας βρίσκονται σε λειτουργία)

Ο συνδυασμός των συστημάτων combi με καύση βιομάζας, αποτελεί ενεργειακά μια ενδιαφέρουσα και εφικτή προοπτική. Αποτελεί μια εξ ολοκλήρου ανανεώσιμη λύση για θέρμανση χώρου και παραγωγή ζεστού νερού. Η μορφή pellets, επιτρέπει ευκολία στην χρήση όμοια με αυτή των συμβατικών καυσίμων (μεταφορά, αποθήκευση). Επιπροσθέτως, η προώθηση της τοπικής παραγωγής μπορεί να φέρει σημαντική μείωση στην τιμή της καθώς και ενίσχυση της τοπικής οικονομίας.

Τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά όσον αφορά το τεχνικό και ενεργειακό επίπεδο: η κάλυψη των αναγκών της θέρμανσης χώρων από τους ηλιακούς συλλέκτες συχνά ξεπερνά το 40%, ενώ και η εξοικονόμηση CO₂ από τη χρήση του συστήματος είναι μεγάλη.

6.4 Λοιπά Υβριδικά Συστήματα Ηλεκτροπαραγωγής

Εκτός από το συνδυασμό τεχνολογιών ΑΠΕ μεταξύ τους, ως υβριδικά ορίζονται και τα συστήματα που συνδυάζουν τεχνολογίες ΑΠΕ με συμβατικά συστήματα. Σε αυτή την κατηγορία υπόκεινται υβριδικά δίκτυα ηλεκτροπαραγωγής που αποτελούνται από συνδυασμό γεννήτριας ντίζελ, ανεμογεννήτριας και φωτοβολταϊκού συστήματος. Λόγω της υψηλής αποδοτικότητας τους και της αξιοπιστίας τους, τέτοιου τύπου συστήματα μπορούν να φανούν χρήσιμα σαν μία αποτελεσματική λύση παροχής ισχύος σε περιπτώσεις διακοπών παροχής ή ακόμα και σε εξειδικευμένους καταναλωτές. Τα υβριδικά συστήματα που περιέχουν τεχνολογία με καύσιμο λειτουργούν με την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση, επειδή προβλέπεται παραγωγή ενέργειας από αυτό μόνο σε περιόδους υψηλής ζήτησης φορτίου ή χαμηλού ανανεώσιμου δυναμικού. Τα διασυνδεδεμένα με το δίκτυο υβριδικά συστήματα ηλεκτροπαραγωγής μπορεί να εγκαθίστανται είτε αποκλειστικά για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, είτε ως συστήματα υποστήριξης σε περιπτώσεις διακοπής του ηλεκτρικού δικτύου, είτε να μπαίνουν σε λειτουργία τις ώρες αιχμής όταν η τιμή της kWh είναι υψηλή. Τα συστήματα αυτά περιλαμβάνουν μονάδες ΑΠΕ οι οποίες είτε διασυνδέονται απευθείας στο δίκτυο, είτε αποθηκεύουν την ενέργεια τους ώστε αυτή να χρησιμοποιηθεί όταν αυτό κριθεί απαραίτητο.^[105]

Σε ανάπτυξη βρίσκονται και τα συστήματα PV/T ,δηλαδή τα φωτοβολταϊκά/θερμικά ηλιακά συστήματα, τα οποία δημιουργήθηκαν ούτως ώστε «εκμεταλλευόμενα» την ηλιακή ακτινοβολία να παράγουν ηλεκτρικό και θερμικό φορτίο αξιοποιήσιμο και αποθηκεύσιμο, μειώνοντας τις απώλειες του εκάστοτε ενεργειακού συστήματος. Τα PV/T συστήματα, αποτελούνται από PV modules συνδυασμένα με θερμική μονάδα απολαβής, η οποία απάγει την θερμότητα, από την, υπό κοινές συνθήκες θερμοκρασία των πλαισίων, μέσω ενός εργαζόμενου μέσου (π.χ. νερό, αέρα). Υπάρχουν δύο είδη PV/T συσκευών τα οποία είναι τα ακόλουθα, νερού και αέρα. Ένα οικιακό PV/T σύστημα, μπορεί να πετύχει βελτίωση της ηλεκτρικής ενέργειας των φωτοβολταϊκών πλαισίων κατά 10 έως 30% και επιπρόσθετα την παραγωγή θερμικής ενέργειας, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί, για να υποβοηθήσει την θέρμανση νερού χρήσης (50 liters / car / day). Το υπόλοιπο θερμικό φορτίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην ενδοδαπέδια θέρμανση, η οποία απαιτεί, θερμοκρασίες περίπου, 35-45 °C. Το κόστος των PV/T, είναι περίπου 25% αυξημένο συγκρίσει με τα απλά συστήματα φωτοβολταϊκών, ωστόσο παράγουν ενέργεια αξιοποιήσιμη, έως και 300% παραπάνω.^[104]

Συνδυασμός μπορεί να γίνει και μεταξύ ΑΠΕ και τεχνολογιών υδρογόνου με το ρεύμα που θα "περισσεύει" να χρησιμοποιείται για την ηλεκτρόλυση νερού και την παραγωγή αέριου υδρογόνου που θα αξιοποιείται σαν εφεδρικό καύσιμο, χωρίς να προκαλεί την παραμικρή εκπομπή ρύπων.

Συνδυαστικές λύσεις δίνονται πλέον και με Κυψέλες Καυσίμου, αν και είναι νωρίς να μιλάμε για εμπορικά εκμεταλλεύσιμες οικιακές εφαρμογές.

Συμπεράσματα

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ως σύνολο οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας εμφανίζονται ώριμες σε τεχνολογικό επίπεδο και ικανές να συνεισφέρουν στο ενεργειακό πρόβλημα των κατοικιών. Συχνά προσφέρουν σημαντικά οικονομικά οφέλη, αν και τα μεγαλύτερα οφέλη τους είναι περιβαλλοντικά. Από την πλευρά του κράτους γίνονται ουσιαστικά βήματα τα τελευταία χρόνια για την προώθηση των Α.Π.Ε. Νομοθετικά, η κατάσταση έχει βελτιωθεί πολύ και πλέον οι διαδικασίες είναι αρκετά εύκολες για την εγκατάσταση τέτοιων συστημάτων. Δυστυχώς, όλα τα συστήματα δεν επιδέχονται της ίδιας αντιμετώπισης, αλλά αλήθεια είναι πως όσο περνάει ο καιρός τόσο γίνονται κινήσεις για την εξομάλυνση της κατάστασης. Αυτό που είναι σημαντικό πλέον να γίνει από τη μεριά του κράτους είναι η διευκόλυνση των επενδύσεων. Μεμονωμένα έχουν δοθεί ορισμένες πολύ προωθητικές λύσεις, αλλά ανάγκη είναι να δημιουργηθεί ένα διευρυμένο επενδυτικό πλαίσιο που να προωθεί το σύνολο των Α.Π.Ε. είτε με επιδοτήσεις, είτε με φοροελαφρύνσεις, είτε με άλλα πάγια οικονομικά μέτρα που θα καθιστούν τα οικιακά συστήματα Α.Π.Ε. ελκυστικά στον καταναλωτή. Ανάλογη των προηγούμενων είναι η κατάσταση στην ελληνική αγορά. Κάποιες τεχνολογίες είναι διαθέσιμες παντού και οικονομικά προσβάσιμες, ενώ κάποιες άλλες παραμένουν άγνωστες ή ασύμφορες δεδομένων των συνθηκών και εμπορεύονται από μικρή μερίδα επαγγελματιών με αποτέλεσμα μικρή ποικιλία προϊόντων και έλλειψη ανταγωνισμού. Ελληνική βιομηχανία έχει αρχίσει να αναπτύσσεται προσφάτως πάνω στις Α.Π.Ε. ,ενώ ελπιδοφόρες φαίνονται και οι προοπτικές για το μέλλον τόσο για τους επαγγελματίες ,όσο και για τους τελικούς χρήστες.

Ας δούμε αναλυτικά τι ισχύει για την κάθε τεχνολογία:

Οι **μικρές ανεμογεννήτριες** ακολουθώντας την χρόνια εξέλιξη της τεχνολογίας θεωρείται ότι βρίσκονται σε ικανοποιητικό επίπεδο ,αν και με πολλά σημεία βελτιώσεως. Η χρήση τους αντενδείκνυται μέσα στον αστικό ιστό. Σε ένα περιβάλλον πόλεως έχουν μικρή έως μηδενική απόδοση. Μόνο στα προάστια πόλεων θα μπορούσε να γίνει χρήση τους και αυτό με ουσιαστικές προϋποθέσεις. Η ελληνική νομοθεσία επιτρέπει την εγκατάσταση τους παρά το προαναφερθέν μειονέκτημα και μάλιστα χωρίς πολύπλοκες διαδικασίες ,αλλά η άρνηση της ΔΕΗ να συνάψει συμβάσεις διασύνδεσης για ανεμογεννήτριες μικρότερες των 50KW ουσιαστικά αναιρεί αυτή την δυνατότητα. Σε οικονομικό επίπεδο η μόνη βοήθεια που προσφέρεται στη συγκεκριμένη τεχνολογία είναι η εγγυημένη τιμή πώλησης στο δίκτυο που έχει οριστεί στα 0,25€/kWh. Στην αγορά υπάρχει μικρή ποικιλία από διαθέσιμα μοντέλα ,λόγω έλλειψης ενδιαφέροντος ,ενώ και οι εταιρίες που τα εμπορεύονται και εγκαθιστούν είναι εξίσου λίγες. Ελληνική βιομηχανία δεν υφίσταται στον συγκεκριμένο τομέα ,εκτός από ελάχιστες λαμπρές περιπτώσεις που προς το παρόν βρίσκονται στο στάδιο της ευρεσιτεχνίας. Χαρακτηριστικό της λιμνάζουσας κατάστασης για διασυνδεδεμένες μικρές ανεμογεννήτριες είναι η ανυπαρξία μετατροπών

Συμπεράσματα

μικρής ισχύος που είναι απαραίτητοι για τη συγκεκριμένη εφαρμογή. Περιβαλλοντικά και οικολογικά οι μικρές ανεμογεννήτριες δεν έχουν κανέναν αντίκτυπο αφού ούτε ρυπαίνουν, ούτε οχλούν την πανίδα.

Όσον αφορά την εφαρμογή που μελετήθηκε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής προέκυψε κόστος αγοράς και εγκατάστασης 900€ , ετήσιο κέρδος 45€ και χρόνος αποπληρωμής 14 έτη.

Τα **συστήματα θέρμανσης με βιομάζα** αποτελούν την επίμαχη τεχνολογία από αυτές που εξετάζονται. Οι λέβητες βιομάζας παλιότερα υπολείπονταν των αντίστοιχων πετρελαίου / φυσικού αερίου και θεωρούνταν ιδιαίτερος ρυπογόνοι. Κάτι τέτοιο πια δεν ισχύει. Οι συγκεκριμένοι λέβητες έχουν εξελιχθεί τόσο που είναι άμεσα συγκρίσιμοι με των υπολοίπων τεχνολογιών τόσο σε απόδοση ,όσο και σε εκλυόμενους ρύπους. Η νομοθεσία παρόλα αυτά μένοντας προσκολλημένη σε αποφάσεις του παρελθόντος απαγορεύει την χρήση τους στη γεωγραφική περιοχή της Αθήνας, αν και υπάρχει πιθανότητα η σχετική νομοθεσία να επανεξεταστεί μέσα στο 2011 και να γίνει άρση της απαγόρευσης. Η υπάρχουσα κατάσταση πάντως έχει διαμορφώσει και την αγορά ,με μικρή ποικιλία λεβήτων καθώς και μικρή σχετική ελληνική βιομηχανία. Κάτι αντίστοιχο ισχύει και με το καύσιμο, με τεράστιες ποσότητες βιομάζας να μένουν αχρησιμοποίητες ή να καίγονται απροφύλαχτα και τα pellets που παράγονται από την ελληνική βιομηχανία να εξάγονται σε γείτονες χώρες. Χαρακτηριστικό της οπισθοδρομικής πολιτικής που ακολουθείται είναι ότι τα pellets φορολογούνται με ΦΠΑ 23% ,σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, πετρέλαιο και φυσικό αέριο που φορολογούνται με ΦΠΑ 13%. Κατανοητό γίνεται ότι η άρση της απαγόρευσης είναι πρωτεύουσας σημασίας. Μια τέτοια κίνηση ενδεχομένως θα αναδιαμόρφωνε τις τιμές τόσο για τους λέβητες όσο και για το καύσιμο, ενώ θα έδινε πολλές προοπτικές ανάπτυξης στο τομέα, βοηθώντας ταυτόχρονα στην ενεργειακή αποδέσμευση της χώρας από ξένες δυνάμεις ,κάνοντας χρήση των δικών της πλουτοπαραγωγικών πόρων. Σε μια εποχή που οι τιμές του πετρελαίου όλο και αυξάνονται ,η βιομάζα μπορεί να παίξει έναν σταθεροποιητικό ρόλο και να βοηθήσει στο ενεργειακό ισοζύγιο.

Όσον αφορά το σύστημα που εξετάστηκε στην παρούσα διπλωματική ,προέκυψαν τα εξής στοιχεία: το κόστος εγκατάστασης ανέρχεται στα 7400€,δηλαδή 1700€ περισσότερα από ένα αντίστοιχο σύστημα θέρμανσης πετρελαίου ' ενώ το ετήσιο κόστος καυσίμου ανέρχεται στα 2975€, δηλαδή 335€ λιγότερα από ότι για το σύστημα πετρελαίου. Με αυτές τις τιμές χρειάζονται 5 έτη για να εξισωθεί το κόστος των δύο συστημάτων και από εκεί και πέρα ο λέβητας βιομάζας προκύπτει οικονομικότερος. Από περιβαλλοντικής απόψεως με την αντικατάσταση του λέβητα πετρελαίου από αυτόν με βιομάζα αποτρέπεται ετησίως η έκλυση 14t CO₂ .

Οι **γεωθερμικές αντλίες θερμότητας** είναι μια ουσιαστική λύση όταν οι συνθήκες το επιτρέπουν. Είναι μια τεχνολογία έτοιμη και δοκιμασμένη και έχει τη μικρότερη ανάγκη επιτήρησης από όλες τις άλλες λύσεις για

θέρμανση, ενώ ταυτόχρονα προσφέρει και δροσισμό. Η εγκατάσταση τους επιτρέπεται παντού. Οι απαραίτητες άδειες έχουν περιοριστεί στο ελάχιστο. Κάποιου είδους επιδότηση δεν υπάρχει. Αρκετές εταιρίες εγκαθιστούν τέτοια συστήματα με μεγάλη επιτυχία. Κατασκευή ΓΑΘ από ελληνική βιομηχανία δυστυχώς δεν υπάρχει. Οι περισσότερες συσκευές εισάγονται από τις Η.Π.Α. Το κόστος εγκατάστασης είναι μεγάλο ,αλλά η οικονομία που επιτυγχάνεται είναι ουσιαστική και καθιστά το σύστημα βιώσιμο. Ευχής έργον θα ήταν η διαφήμιση της τεχνολογίας και η προώθηση της με οικονομικά ενισχυτικά μέτρα ,αφού όπου υπάρχει η δυνατότητα εγκατάστασης του συστήματος και όσο μεγαλώνει το μέγεθος του κτιρίου ,η οικονομία που επιφέρει είναι μεγάλη. Ανύπαρκτες είναι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του συστήματος εφόσον εγκατασταθεί σωστά.

Από τη μελέτη της διπλωματικής προέκυψε ότι το κόστος εγκατάστασης είναι της τάξης των 40.000€ ,περίπου τετραπλάσιο από το αντίστοιχο ενός συστήματος θέρμανσης με πετρέλαιο. Το κόστος λειτουργίας παρόλα αυτά είναι μισό και επιτυγχάνεται μια εξοικονόμηση περίπου 1500€ το χρόνο. Με αυτά τα νούμερα η απόσβεση του επιπλέον κόστους της επένδυσης επιτυγχάνεται σε 20 χρόνια. Επιπλέον αποφεύγεται παντελώς η έκλυση ρύπων ,οι οποίοι παράγονται από τα άλλα συστήματα θέρμανσης με καύσιμα.

Τα **θερμικά ηλιακά συστήματα** χωρίζονται σε αυτά που περιορίζονται στη θέρμανση Ζεστού Νερού Χρήσης και σε αυτά που ταυτόχρονα επιτυγχάνουν θέρμανση χώρων. Τα πρώτα είναι ευρέως γνωστά και διαδεδομένα στον ελλαδικό χώρο. Υπάρχει ουσιαστική ελληνική βιομηχανία που τα κατασκευάζει, τα εμπορεύεται και συχνά τα εξάγει. Δεδομένων των κλιματολογικών συνθηκών της περιοχής η απόδοση τους και κατ' επέκταση η εξοικονόμηση καυσίμου που πετυχαίνουν, είναι μεγάλη. Η εγκατάσταση τους όχι απλά επιτρέπεται παντού ,αλλά με τον νέο ΚΕΝΑΚ επιβάλλεται κιάλας για όλες τις νεόδμητες κατοικίες. Ως προς την επιδότηση τους , ισχύει φοροαπαλλακτικό μέτρο της τάξης των 700€ ανά σύστημα.

Όσον αφορά τη δεύτερη κατηγορία, τα συστήματα Combi ,η διείσδυση τους στην ελληνική αγορά είναι μικρή. Τα στοιχεία που έχουμε παρόλα αυτά από το εξωτερικό είναι πολύ ενθαρρυντικά και δείχνουν ότι είναι μια τεχνολογία που μπορεί να ανθίσει εδώ. Προς το παρόν ελάχιστες είναι οι εταιρίες που εμπορεύονται και εγκαθιστούν τέτοια συστήματα καθώς παραμένουν άγνωστα στο ευρύ κοινό και δεν υπάρχει μεγάλη ζήτηση. Το κόστος εγκατάστασης πάντως είναι αντίστοιχο με τα απλά συστήματα ΖΝΧ και ενδέχεται στο μέλλον η εμφάνιση τέτοιων συστημάτων να πολλαπλασιαστεί. Αποτελούν μια απλή ,οικονομική λύση που μπορεί να εφαρμοστεί και σε υφιστάμενα κτίρια. Ο περιβαλλοντικός τους αντίκτυπος είναι μηδενικός.

Από τη μελέτη της συγκεκριμένης διπλωματικής προέκυψε ότι ένας ηλιακός θερμοσίφωνας προσφέρει ετήσια εξοικονόμηση 222€ ,έχει χρόνο απόσβεσης της επένδυσης 4 χρόνια και αποτρέπει την έκλυση 2,69t CO₂ ετησίως.

Τα **φωτοβολταϊκά** είναι μια τεχνολογία σε διαρκή εξέλιξη. Τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει άλματα με αποτέλεσμα η απόδοση τους να μεγαλώνει ,ενώ το κόστος κατασκευής να μειώνεται. Αυτή η πορεία ακόμα συνεχίζεται, αν και ήδη στην υφιστάμενη κατάσταση η τεχνολογία θεωρείται αποδοτική. Όσον αφορά την εγκατάσταση τους σε κατοικίες είναι ίσως η μόνη τεχνολογία Α.Π.Ε. που έχει προωθηθεί τόσο. Με το νέο νομοσχέδιο επιτρέπεται η εγκατάσταση τους σε όλες τις επιφάνειες κατοικιών (με τις εκάστοτε προϋποθέσεις) ,ενώ δίνεται και εγγυημένη τιμή πώλησης στο δίκτυο για 25 χρόνια. Χάρη σε αυτό το πρόγραμμα η αγορά των φωτοβολταϊκών έχει εκτιναχθεί. Εκατοντάδες εταιρίες εγκαθιστούν τέτοια συστήματα, μεγάλη ποικιλία υπάρχει ως προς τα ίδια τα πάνελς και τον εξοπλισμό , ενώ αξιόλογη ελληνική βιομηχανία έχει αναπτυχθεί. Ένας επενδυτής που αποφασίζει να συμμετέχει στο συγκεκριμένο πρόγραμμα μπορεί να έχει κέρδη μέχρι και 7.500 € το χρόνο με μια επένδυση 45.000-50.000 €. Τα φωτοβολταϊκά από τη χρήση τους έχουν μηδενικές εκλύσεις καυσαερίων , αν και λόγος γίνεται για τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο από την κατασκευή τους.

Από τη μελέτη στη συγκεκριμένη διπλωματική προέκυψε ότι με ένα αρχικό κόστος 36.425€ +ΦΠΑ μπορούν να εγκατασταθούν φωτοβολταϊκά ισχύος 10 KW στη στέγη μιας κατοικίας, τα οποία επιφέρουν ένα μέσο ετήσιο εισόδημα 7000€ για τα 25 χρόνια που διαρκεί το πρόγραμμα, δηλαδή περίπου 175.000€. Με αυτά τα δεδομένα ο χρόνος αποπληρωμής της επένδυσης είναι 7 χρόνια. Η μείωση των εκπομπών που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου ανέρχεται στους 85t CO₂ ετησίως.

Ο **συνδυασμός των τεχνολογιών** Α.Π.Ε. σε μια κατοικία γίνεται είτε λόγω τεχνικών περιορισμών , είτε για την επίτευξη μεγαλύτερου βαθμού απόδοσης ,είτε για την ταυτόχρονη κάλυψη του σπιτιού τόσο σε ηλεκτροπαραγωγή ,όσο και σε θέρμανση χώρων και ζεστού νερού χρήσης, αλλά και δροσισμό. Ανάλογα με τους λόγους για τους οποίους γίνεται, υπάρχουν πολλοί πιθανοί συνδυασμοί για τις τεχνολογίες είτε μεταξύ τους ,είτε με άλλες συμβατικές. Σχεδόν πάντα η κατάληξη είναι θετική και το επιδιωκόμενο αποτέλεσμα επιτυγχάνεται.

Παράρτημα Α

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Οι δύο βασικοί άξονες της πολιτικής που έχει υιοθετήσει η Ευρωπαϊκή Ένωση στο ζήτημα της ενέργειας είναι η αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και η ελαχιστοποίηση των ενεργειακών αναγκών των κτιρίων. Είναι δυο αλληλένδετα κομμάτια για την καταπολέμηση του ενεργειακού προβλήματος στα κτίρια , και κατ' επέκταση στις κατοικίες. Ως εκ τούτου μια αναφορά στις μεθόδους ελαχιστοποίησης των ενεργειακών αναγκών θεωρείται επιβεβλημένη για τη συγκεκριμένη διπλωματική.

ΘΕΡΜΟΜΟΝΩΣΗ^[106]

Η θερμομόνωση του κτιρίου θεωρείται το Α και το Ω για την εξοικονόμηση ενέργειας. Χωρίς αυτήν ,όλα τα οφέλη των ΑΠΕ πάνε χαμένα.

Με την πρόβλεψη θερμομόνωσης στις κτιριακές κατασκευές παίρνονται τα κατάλληλα μέτρα για την παρεμπόδιση της διαφυγής της θερμικής ενέργειας από έναν χώρο προς την ατμόσφαιρα ή ένα ψυχρότερο χώρο, καθώς και το αντίστροφο.

Μια καλή θερμική μόνωση πρέπει να εξασφαλίζει:

- Την υγιεινή, άνετη και ευχάριστη διαβίωση ,χωρίς να διαταράσσεται το θερμικό ισοζύγιο του ανθρώπινου σώματος και να προκαλούνται σοβαρές θερμικές αλληλεπιδράσεις κρύου ή ζέστης ανάμεσα σε αυτό και στο χώρο που το περιβάλλει. Το θερμικό ισοζύγιο είναι αυτό που κυρίως καθορίζει το αίσθημα άνεσης του ανθρώπινου οργανισμού.
- Την οικονομία στην κατανάλωση ενέργειας, με τον περιορισμό των θερμικών απωλειών των εσωτερικών χώρων.
- Τον περιορισμό του αρχικού κόστους κατασκευής της εγκατάστασης του συστήματος κεντρικής θέρμανσης ή κλιματισμού.
- Την αποφυγή των προβλημάτων που μπορεί να προκαλέσουν οι αυξομειώσεις της θερμοκρασίας , όπως είναι η διάρρηξη των σωληνώσεων του νερού από τον παγετό, η αποκόλληση κατασκευών από την επίδραση των υδρατμών κλπ.
- Την ταυτόχρονη προστασία από τους θορύβους, αφού τα περισσότερα από τα θερμομονωτικά υλικά είναι και ηχομονωτικά. Έτσι μια μελέτη θερμομόνωσης θεωρείται απόλυτα σωστή όταν η θερμική και ηχητική μόνωση συνδυάζονται σε μια και μόνο κατασκευή.
- Τη βελτίωση της προστασίας του περιβάλλοντος γενικότερα, αφού ελαττώνοντας την ποσότητα των εκλυόμενων καυσαερίων μειώνεται αντίστοιχα , η ρύπανση της ατμόσφαιρας.

Θερμικές απώλειες προκαλούνται σε ένα κτίριο από τη μετάδοση της θερμότητας του αέρα ενός εσωτερικού χώρου προς την ατμόσφαιρα ή προς ψυχρότερους γειτονικούς χώρους ή/και αντίστροφα. Είναι γνωστό ότι ανάμεσα σε δύο σώματα με διαφορετικές θερμοκρασίες ,προκαλείται μια

συνεχής ροή θερμότητας από το θερμότερο στο ψυχρότερο. Έτσι ,οι θερμικές απώλειες δεν νοούνται μόνο για την απώλεια της ζέστης ενός χώρου το χειμώνα αλλά και της δροσιάς το καλοκαίρι, όταν ο ατμοσφαιρικός αέρας είναι θερμότερος. 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.

Στην Ελλάδα ισχύει ,σύμφωνα με το Π.Δ. 362//4/7/79 ,ο «Κανονισμός Θερμομόνωσης των Κτιρίων», με τον οποίο γίνεται προσπάθεια , με βάση τη διεθνή πρακτική και τις κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδος , να καθοριστούν προδιαγραφές που να εξασφαλίζουν μια τεχνοοικονομικά σωστή θερμομόνωση. Τέτοια θεωρείται αυτή που για να γίνει δεν απαιτείται υπερβολικά μεγάλο αρχικό κόστος εγκατάστασης και που, ωστόσο, εξασφαλίζει μακροχρόνια οικονομία στη χρήση του κτιρίου και περιορισμό στην εφαρμογή ενεργοβόρων τεχνητών συστημάτων ελέγχου του εσωτερικού περιβάλλοντος.

Όλα τα κτίρια που κατασκευάστηκαν στην Ελλάδα μετά το 1980 είναι μονωμένα βάσει του Κανονισμού Θερμομόνωσης, όμως σχεδόν όλα τα κτίρια που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1980 (σχεδόν το 82% των κτιρίων στην Ελλάδα) δεν έχουν μόνωση.

Η αναλογία κατανάλωσης ενέργειας (και του κόστους της φυσικά) για τις ανάγκες θέρμανσης-ψύξης μεταξύ κτιρίων με και χωρίς μόνωση είναι 1 προς 3.

Πριν καταφύγει κανείς σε οποιεσδήποτε βοηθητικές οικοδομικές κατασκευές για τον έλεγχο των θερμικών απωλειών πρέπει , κατά το σχεδιασμό ,να έχει υπόψη του τους βασικότερους παράγοντες που τις προκαλούν κυρίως. Τέτοιοι παράγοντες είναι :

- Ο Προσανατολισμός και η θέση του κτιρίου μέσα στον περιβάλλοντα χώρο. Έτσι όσο περισσότερο εκτεθειμένο είναι ένα κτίριο στους ανέμους τόσο μεγαλύτερες απώλειες θερμότητας εμφανίζει. Επίσης όσο περισσότερο προσβάλλεται από την ηλιακή ακτινοβολία τόσο οι απώλειες ψύξης των εσωτερικών χώρων του είναι μεγαλύτερες.
- Το μέγεθος των επιφανειών του εξωτερικού περιβλήματος, του φλοιού δηλαδή του κτιρίου ,που είναι άμεσα εκτεθειμένος στις καιρικές συνθήκες ,σε συνάρτηση με τον όγκο του, καθορίζουν το συντελεστή θερμοπερατότητας. Ένα ελεύθερο στο χώρο κτίριο

- εμφανίζει πολύ μεγαλύτερες απώλειες από ένα άλλο που είναι ενταγμένο σε ένα συνεχές σύστημα δόμησης.
- Το πόσο εκτεθειμένοι στο ύπαιθρο είναι οι διάφοροι χώροι του κτιρίου. Χώροι τελείως εσωτερικοί θεωρείται ότι δεν παρουσιάζουν καμία θερμική μεταβολή. Αντίθετα, χώροι που εκτείνονται σε δύο ή περισσότερους ορόφους, όπως για παράδειγμα τα κλιμακοστάσια, παρουσιάζουν μεγάλες απώλειες.
 - Τα εξωτερικά κουφώματα, τα οποία ,ανάλογα με το μέγεθος ,τον αριθμό και τη θέση τους στις όψεις ενός κτιρίου ,επηρεάζουν τη ροή της θερμότητας. Τα μεγάλα παράθυρα αυξάνουν σημαντικά τις απώλειες , αφού η κακή προσαρμογή τόσο αυτών με τις υπόλοιπες κατασκευές, όσο και των στοιχείων που τα συγκροτούν (φύλλα, υαλοπίνακες) μεταξύ τους, επιτρέπει τη διείσδυση ρευμάτων αέρα με συνέπειες δυσάρεστες, που δύσκολα αντιμετωπίζονται.

ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ^[107]

Με αυτά τα θέματα άπτεται ο βιοκλιματικός σχεδιασμός και τα παθητικά ηλιακά συστήματα.

Η βιοκλιματική αρχιτεκτονική αφορά στο σχεδιασμό κτιρίων και χώρων (εσωτερικών και εξωτερικών-υπαίθριων) με βάση το τοπικό κλίμα, με σκοπό την εξασφάλιση συνθηκών θερμικής και οπτικής άνεσης, αξιοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και άλλες περιβαλλοντικές πηγές αλλά και τα φυσικά φαινόμενα του κλίματος. Βασικά στοιχεία του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποτελούν τα παθητικά συστήματα που ενσωματώνονται στα κτίρια με στόχο την αξιοποίηση των περιβαλλοντικών πηγών για θέρμανση, ψύξη και φωτισμό των κτιρίων.

Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών (γενικότερα) μέσω των Π.Η.Σ. επιτυγχάνεται στα πλαίσια της συνολικής θερμικής λειτουργίας του κτιρίου και της σχέσης κτιρίου - περιβάλλοντος. Η δε θερμική λειτουργία ενός κτιρίου αποτελεί μία δυναμική κατάσταση, η οποία:

- εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές και περιβαλλοντικές παραμέτρους (την ηλιοφάνεια, τη θερμοκρασία εξωτερικού αέρα, τη σχετική υγρασία, τον άνεμο, τη βλάστηση, το σκιασμό από άλλα κτίρια), αλλά και τις συνθήκες χρήσης του κτιρίου (κατοικία, γραφεία, νοσοκομεία κλπ.) και
- βασίζεται στην αντίστοιχη ενεργειακή συμπεριφορά των δομικών του στοιχείων και (κατ' επέκταση) των ενσωματωμένων παθητικών ηλιακών συστημάτων, αλλά και το ενεργειακό προφίλ που προκύπτει από την λειτουργία του κτιρίου.

Ο βιοκλιματικός σχεδιασμός – αν και είναι ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική που χαρακτηρίζει κάθε τόπο σε ολόκληρη την γη – θεωρείται από πολλούς ως μία νέα «θεώρηση» στην αρχιτεκτονική και σχετίζεται με

την οικολογία περισσότερο, παρά με την ενέργεια και την εξοικονόμηση που δύναται να επιφέρει. Παρά ταύτα, η βιοκλιματική αρχιτεκτονική έχει αποτελέσει τις τελευταίες δεκαετίες βασική προσέγγιση στην κατασκευή κτιρίων παγκοσμίως, ενώ στα περισσότερα κράτη πλέον αποτελεί βασικό κριτήριο σχεδιασμού μικρών και μεγάλων κτιρίων το οποίο λαμβάνεται υπόψη από όλους τους μελετητές αρχιτέκτονες και μηχανικούς. Κι αυτό, λόγω των χαμηλότερων απαιτήσεων ενέργειας για την θέρμανση, τον δροσισμό και τον φωτισμό των κτιρίων που προκύπτουν από την πρακτική της βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής και πολλαπλά οφέλη που την συνεπάγονται: ενεργειακά (εξοικονόμηση και θερμική/οπτική άνεση), οικονομικά (μείωση κόστους Η/Μ εγκαταστάσεων), περιβαλλοντικά (μείωση ρύπων) και κοινωνικά.

Το ενεργειακό όφελος που προκύπτει από την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού αποδίδεται με τους παρακάτω τρόπους:

- εξοικονόμηση ενέργειας από την σημαντική μείωση απωλειών λόγω της βελτιωμένης προστασίας του κελύφους και συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων,
- παραγωγή θερμικής ενέργειας (θερμότητας) μέσω των ηλιακών συστημάτων άμεσου ή έμμεσου κέρδους με συμβολή στις θερμικές ανάγκες των χώρων προσάρτησης και μερική κάλυψη
- των απαιτήσεων θέρμανσης του κτιρίου, δημιουργία συνθηκών θερμικής άνεσης και μείωση των απαιτήσεων όσον αφορά στη ρύθμιση θερμοστάτη (σε χαμηλότερες θερμοκρασίες τον χειμώνα και υψηλότερες το καλοκαίρι),
- διατήρηση της θερμοκρασίας εσωτερικού αέρα σε επίπεδα υψηλά τον χειμώνα (και αντίστοιχα χαμηλά το καλοκαίρι), με αποτέλεσμα την μείωση του φορτίου για την κάλυψη των ενεργειακών απαιτήσεων από τα επικουρικά συστήματα κατά την χρήση του κτιρίου.

Αντίθετα με τον «ηλιακό» σχεδιασμό, ο βαθμός στον οποίον ο βιοκλιματικός σχεδιασμός σήμερα αξιοποιεί το τοπικό κλίμα ποικίλει, γεγονός που παρέχει μία ευελιξία ως προς τους τρόπους αρχιτεκτονικής έκφρασης και δυνατοτήτων εφαρμογής μέσα από πολύ απλές τεχνικές και επεμβάσεις έως και πολύπλοκα παθητικά ηλιακά συστήματα, γεγονός που αποδεικνύεται και από την καταγραφή των βιοκλιματικών κτιρίων στην Ελλάδα. Είναι δε ενσωματωμένος στην αρχιτεκτονική των περισσότερων διακεκριμένων αρχιτεκτόνων και μελετητών στην Ελλάδα – με έργα παραδείγματα (ή και πειραματισμούς) που αποτελούν πρότυπες εφαρμογές βιοκλιματικής αρχιτεκτονικής από τις οποίες όχι μόνον μαθαίνουμε σήμερα, αλλά και αποδεικνύουν τα πολλαπλά οφέλη που προκύπτουν από την συμβίωση με το περιβάλλον και το κλίμα. Η απόδοση του βιοκλιματικού σχεδιασμού εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, γεγονός που τον καθιστά "ευαίσθητο" σε εξωγενείς και μη-τεχνικούς παράγοντες.

Για τον λόγο αυτό, βασικά κριτήρια για την εφαρμογή του βιοκλιματικού σχεδιασμού πρέπει να είναι:

- η απλότητα χρήσης των εφαρμογών και η αποφυγή πολύπλοκων παθητικών συστημάτων και τεχνικών,
- η μικρή συμβολή του χρήστη του κτιρίου στη λειτουργία των συστημάτων,
- η χρήση ευρέως εφαρμοσμένων συστημάτων,
- η χρήση τεχνικο-οικονομικά αποδοτικών ενεργειακών τεχνολογιών.

ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΗΛΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ

Με στόχο τη μείωση των αναγκών θέρμανσης, ψύξης και φωτισμού, τη βελτίωση του μικροκλίματος, τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από τη λειτουργία των κτιρίων και των οικιστικών συνόλων καθώς και τη εξασφάλιση θερμικής και οπτικής άνεσης, ο βιοκλιματικός σχεδιασμός βασίζεται στη μέγιστη εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας και των περιβαλλοντικών πηγών. Περιλαμβάνει διαφορετικές ανά θερμική εποχή τεχνικές και εστιάζεται σε δύο επίπεδα σχεδιασμού: πολεοδομικό και αρχιτεκτονικό.

Τα παθητικά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού είναι συστήματα τα οποία αξιοποιούν τις φυσικές πηγές (ήλιο, άνεμο, κ.ά.) για τη θέρμανση ή ψύξη του κτιρίου χωρίς την παρεμβολή μηχανικών μέσων. Η λειτουργία τους βασίζεται στην ανταλλαγή ενέργειας με το περιβάλλον και περιλαμβάνει και την κατάλληλη αποθήκευση και διανομή της ενέργειας μέσα στους χώρους. Τα παθητικά συστήματα αποτελούν δομικά στοιχεία του κτιρίου και εντάσσονται στον βιοκλιματικό σχεδιασμό. Εφ' όσον τα παθητικά συστήματα υποβοηθούνται από μηχανικό σύστημα μικρής χαμηλής κατανάλωσης (π.χ. ανεμιστήρα) ονομάζονται υβριδικά. Στόχος της επιλογής και της διαστασιολόγησης των παθητικών συστημάτων είναι η βελτίωση της θερμικής άνεσης με ταυτόχρονη εξοικονόμηση ενέργειας για όσο το δυνατόν μεγαλύτερη περίοδο του έτους. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα προσαρτώνται σε όψεις του κτιρίου με νότιο προσανατολισμό, με δυνατότητα απόκλισης μέχρι 30° ανατολικά ή δυτικά του καθαρού Νότου.

Παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης συλλέγουν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν υπό μορφή θερμότητας και τη διανέμουν στο χώρο. Το συνηθέστερο παθητικό ηλιακό σύστημα (σύστημα άμεσου κέρδους) βασίζεται στην αξιοποίηση των παραθύρων κατάλληλου προσανατολισμού. Όλα τα παθητικά ηλιακά συστήματα απαιτούν προσανατολισμό περίπου νότιο, ώστε να υπάρχει ηλιακή πρόσπτωση στα ανοίγματα κατά τη μεγαλύτερη διάρκεια της ημέρας το χειμώνα. Επί πλέον, πρέπει να συνδυάζονται με την απαιτούμενη θερμική προστασία (θερμομόνωση) και την απαιτούμενη θερμική μάζα του κτιρίου, η οποία αποθηκεύει και

αποδίδει τη θερμότητα στο χώρο με χρονική υστέρηση, ομαλοποιώντας έτσι την κατανομή της θερμοκρασίας μέσα στο εικοσιτετράωρο. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, τέλος, θα πρέπει το καλοκαίρι να συνδυάζονται με ηλιοπροστασία και συχνά με δυνατότητα αερισμού.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων θέρμανσης

- Σύστημα άμεσου κέρδους
- Συστήματα έμμεσου κέρδους - Ηλιακοί τοίχοι
- a. Τοίχοι θερμικής αποθήκευσης (έμμεσου κέρδους)
 - απλοί τοίχοι μάζας (μη θερμοσιφωνικής ροής, χωρίς θυρίδες) είτε συμπαγείς, είτε αποτελούμενοι από δοχεία που περιέχουν νερό ή υλικά αλλαγής φάσης
 - τοίχοι μάζας Trombe-Michel (θερμοσιφωνικής ροής, με θυρίδες στο πάνω και κάτω μέρος τους)
- β. Θερμοσιφωνικό πανέλο (απομονωμένου κέρδους)
 - Σύστημα έμμεσου κέρδους - Ηλιακός χώρος (θερμοκήπιο)
 - Σύστημα έμμεσου κέρδους - Ηλιακό αίθριο, ηλιακή καμινάδα
 - Συστήματα απομονωμένου κέρδους - Θερμοσιφωνικό πανέλο (εκτός του κτιριακού περιβλήματος)

Ειδικά συστήματα προστασίας του κελύφους και μείωσης του θερμικού φορτίου

Εκτός των παθητικών ηλιακών συστημάτων, υπάρχουν διάφορα συστήματα που εφαρμόζονται για φυσικό δροσισμό, τα οποία λειτουργούν θετικά και το χειμώνα, ενισχύοντας τη θερμομονωτική ικανότητα του κτιριακού κελύφους, όπως.

- Φράγμα ακτινοβολίας
- Αεριζόμενο κέλυφος
- Φυτεμένο δώμα.

Παθητικά συστήματα και τεχνικές φυσικού δροσισμού

Η λειτουργία των παθητικών συστημάτων και τεχνικών δροσισμού βασίζεται σε τέσσερις στρατηγικές του βιοκλιματικού σχεδιασμού:

- στη μείωση των ηλιακών και θερμικών κερδών στο περίβλημα του κτιρίου
- στην απόρριψη της θερμότητας από το εσωτερικό του κτιρίου προς το φυσικό περιβάλλον (προς τον αέρα με συναγωγή / αγωγή, προς τη γη με αγωγή, προς τον ουρανό με ακτινοβολία, σε νερό μέσω εξάτμισης)
- στην αξιοποίηση της θερμοχωρητικότητας του κτιρίου ως «ρυθμιστή» της εσωτερικής θερμοκρασίας
- στην βελτίωση της θερμικής άνεσης των ενοίκων, ανεξάρτητα από την ψύξη αυτού καθ' εαυτού του κτιρίου, επηρεάζοντας τις περιβαλλοντικές παραμέτρους στους εσωτερικούς χώρους.

Κατηγορίες παθητικών συστημάτων και τεχνικών φυσικού δροσισμού

A. ΗΛΙΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑ - ΘΕΡΜΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

- Σκίαση ανοιγμάτων
- Ανακλαστικά επιχρίσματα εξωτερικών επιφανειών
- Φράγμα ακτινοβολίας
- Φυτεμένο δώμα

B. ΦΥΣΙΚΟΣ ΑΕΡΙΣΜΟΣ

- Διαμπερής φυσικός αερισμός (ημερήσιος ή νυκτερινός)
- Υβριδικός αερισμός (ανεμιστήρες οροφής και άλλοι)
- Καμινάδα ή πύργος αερισμού (φυσικός ελκυσμός)
- Ηλιακή καμινάδα
- Αεριζόμενο κέλυφος

Γ. ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΕΔΑΦΟΥΣ

- Υπόσκαφα ή ημιυπόσκαφα κτίρια
- Υπεδάφιο σύστημα αγωγών (εναλλάκτες εδάφους-αέρα)

Δ. ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΝΥΚΤΕΡΙΝΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ

- Μεταλλικός ακτινοβολητής

E. ΕΞΑΤΜΙΣΤΙΚΟΣ ΔΡΟΣΙΣΜΟΣ

- Πύργος δροσισμού
- Ψυκτικές μονάδες εξάτμισης (άμεσης, έμμεσης ή συνδυασμένης εξάτμισης)

Συστήματα και τεχνικές φυσικού φωτισμού

Ο φυσικός φωτισμός στοχεύει στην επίτευξη οπτικής άνεσης μέσα στα κτίρια, αλλά και στη γενικότερη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης μέσα στους χώρους, συνδυάζοντας φως, θέα, δυνατότητα αερισμού, αξιοποίηση και ρύθμιση της εισερχόμενης ηλιακής ενέργειας. Ιδιαίτερη σημασία κατά το σχεδιασμό των συστημάτων φυσικού φωτισμού έχει η κατά το δυνατόν μεγαλύτερη κάλυψη των απαιτήσεων σε φωτισμό από το φυσικό φως, ανάλογα με τη χρήση του κτιρίου και την εργασία που επιτελείται μέσα στους χώρους.

Για την αξιοποίηση του φυσικού φωτισμού προς όφελος του κτιρίου με στόχο την εξασφάλιση οπτικής άνεσης θα πρέπει, μέσω των κατάλληλων συστημάτων και τεχνικών, να εξασφαλίζεται στους εσωτερικούς λειτουργικούς χώρους επαρκής ποσότητα (στάθμη φωτισμού), αλλά και ομαλή κατανομή, ώστε να αποφεύγονται έντονες διαφοροποιήσεις της στάθμης, οι οποίες προκαλούν φαινόμενο «θάμβωσης». Τόσο η επάρκεια όσο και η κατανομή του φωτισμού εξαρτώνται από τα γεωμετρικά στοιχεία του χώρου και των ανοιγμάτων, αλλά και από τα φωτομετρικά χαρακτηριστικά των αδιαφανών επιφανειών (χρώμα / υφή) και των υαλοπινάκων (φωτοδιαπερατότητα/ ανακλαστικότητα).

Σύστημα φυσικού φωτισμού νοείται το σύνολο:

- Υαλοπίνακας ή άλλο φωτοδιαπερατό στοιχείο
- Πλαίσιο
- Διάταξη σκiasμού (είτε δομικό στοιχείο είτε άλλο)

Αντίστοιχα, οι διάφορες τεχνικές εφαρμοζόμενες στο σύστημα ή και στον εσωτερικό χώρο αυξάνουν την απόδοση του συστήματος και βελτιώνουν τις συνθήκες οπτικής άνεσης.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Ανοίγματα στην κατακόρυφη τοιχοποιία
- Ανοίγματα οροφής
- Αίθρια
- Φωταγωγοί

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΦΥΣΙΚΟΥ ΦΩΤΙΣΜΟΥ

α. Υαλοπίνακες

- Έγχρωμοι και ανακλαστικοί υαλοπίνακες
- Απορροφητικοί υαλοπίνακες
- Υαλοπίνακες χαμηλού συντελεστή εκπομπής (Low-e)
- Ηλεκτροχρωμικοί
- Φωτοχρωμικοί
- Θερμοχρωμικοί

β. Πρισματικά φωτοδιαπερατά στοιχεία

γ. Διαφανή μονωτικά υλικά

δ. Ανακλαστήρες (Ράφια φωτισμού)

ε. Ανακλαστικές περσίδες

Έτσι, τελικά, τέσσερις είναι οι παράμετροι της *επιτυχούς απόδοσης* του βιοκλιματικού σχεδιασμού:

- Σωστός σχεδιασμός και ορθολογική επιλογή τεχνικών
- Ορθή υλοποίηση των συστημάτων κατά την κατασκευή
- Σωστή χρήση και λειτουργία του κτιρίου και των συστημάτων
- Επαρκής Συντήρηση

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ

Ο Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων (Κ.Εν.Α.Κ.) αποτελούσε υποχρέωση της χώρας τόσο προς τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά περισσότερο προς τους πολίτες της.

Τα κράτη μέλη της Ε.Ε. οφείλουν να εφαρμόζουν ελάχιστες απαιτήσεις ενεργειακής απόδοσης για νέα και υφιστάμενα κτίρια, να μεριμνούν για την πιστοποίηση της ενεργειακής τους απόδοσης και να επιβάλλουν την τακτική επιθεώρηση των λεβήτων και των εγκαταστάσεων κλιματισμού στα κτίρια.

Από τον Ιανουάριο του 2006 έχει, άλλωστε, τεθεί σε εφαρμογή η σχετική οδηγία 2002/91/EC για την ενεργειακή απόδοση των κτιρίων. Από 1/1/2009 μάλιστα τέθηκε σε εφαρμογή για νεόδμητα και υπό ανακαίνιση κτίρια, η υποχρεωτική έκδοση Ενεργειακού Πιστοποιητικού. Σύμφωνα με αυτό και τον κανονισμό ενεργειακής αποδοτικότητας το κάθε υπό κατασκευή ή ανακαίνιση κτίριο πρέπει να τηρεί συγκεκριμένες προδιαγραφές δόμησης που θα εξασφαλίζουν την εξοικονόμηση ενέργειας. Σύμφωνα με τα παραπάνω χωρίς ενεργειακό πιστοποιητικό ένα ακίνητο δε θα είναι εύκολο να πωληθεί ή θα μειωθεί σημαντικά η αξία του.

Παράρτημα Β

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

Δανειοδότηση τραπεζών για οικιακά συστήματα Α.Π.Ε. ^{[109][110]}

Μεγάλη ποικιλία στεγαστικών και καταναλωτικών δανείων προσφέρεται από τις ελληνικές τράπεζες για εγκατάσταση συστημάτων Α.Π.Ε. και άλλες ενεργειακές αναβαθμίσεις. Αυτά τα προγράμματα αλλάζουν συχνά, ανάλογα με τις εξελίξεις. Ενδεικτικά, τη στιγμή γραφής αυτής της διπλωματικής ήταν διαθέσιμα τα εξής προγράμματα :

Alpha Bank^[111]

Το στεγαστικό πρόγραμμα **"Ενεργειακό Σπίτι"** είναι σχεδιασμένο για να καλύψει τις δαπάνες επισκευής ή και ανακαινίσεως κατοικίας με σκοπό τη βελτίωση της ενεργειακής της αποδόσεως, όπως:

- Αντικατάσταση παλαιού συστήματος καυστήρα/λέβητα
- Εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων
- Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων

Το "Ενεργειακό Σπίτι" δίδει δυνατότητα επιλογής μεταξύ σταθερού επιτοκίου για 3, 5, 7, 10 ή 15 έτη ή κυμαινόμενου βάσει του επιτοκίου Euribor τριών μηνών πλέον σταθερού περιθωρίου 3,00%, πλέον εισφοράς N128/75

Χρηματοδοτεί από Ευρώ 10.000 έως Ευρώ 100.000, επιλέγοντας διάρκεια από 5 έως και 20 έτη. Η χρηματοδότηση μπορεί να καλύψει έως το 100% του προϋπολογισμού εργασιών και μέχρι το 75% της αξίας του ακινήτου.

Alpha Πράσινες Λύσεις – Ενεργειακό Σπίτι - Φωτοβολταϊκά

Για όσους επιθυμούν την εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών συστημάτων σε οικιακό τομέα (κατοικία) χωρίς διαδικασίες προσημειώσεως ή άλλες ενεχυριάσεις.

Ύψος Δανείου:

Από Ευρώ 1.500 έως Ευρώ 40.000.

Επιτόκιο:

Κυμαινόμενο, σήμερα 8,75% (πλέον εισφοράς N.128/75, 0,60%).

Διάρκεια Δανείου:

Από 6 έως 84 μήνες.

Έξοδα Επεξεργασίας Αιτήματος:

Ευρώ 120

Απαραίτητα Δικαιολογητικά:

- Το Αστυνομικό Δελτίο Ταυτότητας ή άλλο πιστοποιητικό.
- Το εκκαθαριστικό της εφορίας για την τελευταία οικονομική χρήση.
- Προσφορά για το κόστος εργασιών.

Συνολικό Ετήσιο Πραγματικό Ποσοστό Επιβαρύνσεως: Κυμαινόμενο επιτόκιο

(ΣΕΠΠΕ) 11,51% για δάνειο Ευρώ 3.000, διάρκειας 48 μηνών, (συμπ. εισφοράς Ν.128/75, 0,6%) και έξοδα επεξεργασίας αιτήματος Ευρώ 120.

Ασφάλιση Δανείου:

Προαιρετικό πρόγραμμα ασφάλισης δανείου με ευνοϊκή τιμολόγηση, το οποίο εξασφαλίζει από τυχαία και απρόβλεπτα γεγονότα που θα μπορούσαν να εμποδίσουν την ομαλή αποπληρωμή των δόσεων του δανείου. Το ασφαλιστικό αυτό πρόγραμμα προσαρμόζεται ακριβώς στο ύψος και τη διάρκεια του δανείου, αναλαμβάνοντας την αποπληρωμή (ολοσχερή εξόφληση) του υπολοίπου ανεξόφλητου δανείου καθώς και των δεδουλευμένων τόκων.

Attica Bank^[112]

Η Attica Bank, με το πρόγραμμα χρηματοδότησης **«Attica Οικοενέργεια»**, καλύπτει 100% το κόστος αγοράς και εγκατάστασης του εξοπλισμού για φωτοβολταϊκά συστήματα και παρέχει:

- Χαμηλό κυμαινόμενο επιτόκιο ίσο με το εκάστοτε ισχύον επιτόκιο ΕΚΤ, πλέον περιθωρίου 6% (πλέον εισφορών 0,12%, Ν128/75)
- Ποσό δανείου, από €5.000 μέχρι €45.000
- Διάρκεια αποπληρωμής μέχρι 12 έτη
- Περίοδο χάριτος έως 6 μήνες

Παράλληλα, για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών είναι υποχρεωτική η ασφάλιση του εξοπλισμού. Σε συνεργασία με την ασφαλιστική εταιρεία Generalli, προσφέρει χαμηλό ετήσιο ασφάλιστρο 0,50% ανά €1.000 επένδυσης και πλήρη κάλυψη για υλικές ζημιές που θα υποστούν οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις από πολλαπλούς κινδύνους καθώς και απώλεια κερδών.

Απαιτούμενα Δικαιολογητικά:

- Τελευταίος Λογαριασμός ΔΕΗ (για τον μετρητή στον οποίο θα διενεργείται ο οικονομικός συμψηφισμός)
- Αντίγραφο της μελέτης της εταιρείας εγκατάστασης φωτοβολταϊκού συστήματος
- Αντίγραφο σύμβασης σύνδεσης με τη ΔΕΗ
- Σύμβαση συμψηφισμού με το δίκτυο της ΔΕΗ (όταν υπογραφεί)
- Αντίγραφο του μη εξοφλημένου τιμολογίου

ΑΤΕBank^[113]

Η ΑΤΕbank προσφέρει σε το νέο χρηματοδοτικό πρόγραμμα «**Πράσινη Ενεργειακή Αναβάθμιση Κατοικίας**» για την αγορά και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων στις κατοικίες.

Επιτόκιο

Για δάνεια με εμπράγματη διασφάλιση:

ΚΥΜΑΙΝΟΜΕΝΟ 5,45%

Για δάνεια χωρίς εμπράγματη διασφάλιση:

ΚΥΜΑΙΝΟΜΕΝΟ 7,65%

Τα παραπάνω επιτόκια επιβαρύνονται με 0,12% που αντιστοιχεί στην εισφορά του Ν.128/75.

Ύψος δανείου

- Για δάνεια με εμπράγματη διασφάλιση το ποσό χορήγησης μπορεί να φθάσει έως και το 100% του εγκεκριμένου προϋπολογισμού δαπανών. Ειδικά, για τα δάνεια που διασφαλίζονται με εγγραφή υποθήκης α' σε αστικό ακίνητο, δίνεται η δυνατότητα εκταμίευσης του 50% του ποσού του δανείου ως προκαταβολή και το υπόλοιπο 50% με την προσκόμιση εξοφλημένου τιμολογίου.
- Για δάνεια χωρίς εμπράγματη διασφάλιση το ποσό χορήγησης εξαρτάται από το ατομικό ή το οικογενειακό εισόδημα και την πιστοληπτική ικανότητα του ιδιώτη και δεν μπορεί να ξεπεράσει τις 20.000 €.

Διάρκεια και Περίοδος Χάριτος

- Έως 20 έτη, ανάλογα με την ηλικία του δανειζόμενου, για δάνεια με εμπράγματη διασφάλιση.
- Έως 8 έτη, για δάνεια χωρίς εμπράγματη διασφάλιση.
- Δυνατότητα περιόδου χάριτος 3 μηνών με καταβολή απλών τόκων, εφόσον αφορά δάνειο με εμπράγματη διασφάλιση.

Προϋποθέσεις χορήγησης δανείου

Σε κάθε περίπτωση απαιτείται υπογραφή σύμβασης εκχώρησης απαίτησης λόγω ενεχύρου της σύμβασης συμψηφισμού για φωτοβολταϊκά συστήματα που υπογράφεται με τη ΔΕΗ Α.Ε.

Ασφάλιση

Είναι υποχρεωτική η ασφάλιση δανειολήπτη και η ασφάλιση των φωτοβολταϊκών συστημάτων στην ΑΤΕ Ασφαλιστική, εφόσον αυτά δεν ασφαλίζονται από την κατασκευάστρια εταιρεία.

Απαραίτητα δικαιολογητικά

Για την προέγκριση του δανείου θα πρέπει να προσκομιστούν τα ακόλουθα δικαιολογητικά:

- Αίτηση χορήγησης δανείου
- Δελτίο Αστυνομικής Ταυτότητας ή Διαβατήριο σε ισχύ
- Εκκαθαριστικό φόρου εισοδήματος τρέχοντος έτους (αν δεν υπάρχει, τότε έντυπο φορολογικής δήλωσης Ε1 ή εκκαθαριστικό φόρου εισοδήματος προηγούμενου έτους)
- Δήλωση στοιχείων ακινήτου - Έντυπο Ε9 της τελευταίας οικονομικής χρήσης

Παράρτημα Β

- Μισθοδοσία τελευταίου μηνός ή βεβαίωση αποδοχών (για τους μισθωτούς) και απόκομμα σύνταξης (για τους συνταξιούχους)
- Το προϋπολογιστικό κόστος - Προσφορά εγκατάστασης
- Υπεύθυνη δήλωση Ν.1599/86 για την ύπαρξη ή μη οφειλών
- Σύμβαση Σύνδεσης με τη ΔΕΗ
- Σύμβαση Συμφηφισμού που έχει υπογράψει ο χρήστης με τον προμηθευτή της ηλεκτρικής ενέργειας

Πράσινες Παρεμβάσεις Κατοικίας

Η ΑΤΕbank σχεδίασε και προσφέρει το νέο ειδικό επισκευαστικό πρόγραμμα «**Πράσινες Παρεμβάσεις Κατοικίας**» που χρηματοδοτεί την εξής σειρά παρεμβάσεων σε κατοικίες για βελτίωση της ενεργειακής τους απόδοσης:

- την αντικατάσταση παλαιού συστήματος καυστήρα/λέβητα με νέο υψηλής απόδοσης ή με σύστημα φυσικού αερίου ή με σύστημα που χρησιμοποιεί ανανεώσιμες πηγές ενέργειας
- την εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων για παραγωγή ζεστού νερού χρήσης
- την εναλλακτικών συστημάτων ψύξης και συστημάτων σκίασης
- την τοποθέτηση πράσινης στέγης, μικρών ανεμογεννητριών.

Επιτόκιο

ΚΥΜΑΙΝΟΜΕΝΟ 6,40%

Το παραπάνω επιτόκιο επιβαρύνεται με 0,12% που αντιστοιχεί στην εισφορά του Ν.128/75.

Ύψος δανείου

Το ύψος της χρηματοδότησης θα πρέπει να είναι άνω των 6.000€ και μπορεί να φτάσει έως και 100% του εγκεκριμένου προϋπολογισμού δαπανών.

Διάρκεια και Περίοδος Χάριτος

Η μέγιστη διάρκεια του δανείου ανέρχεται στα 20 έτη (υπό την προϋπόθεση ότι το άθροισμα της ηλικίας του δανειολήπτη ή εγγυητή και της συνολικής διάρκειας του δανείου σε έτη δεν θα υπερβαίνει τον αριθμό 75).

Επιπλέον, υπάρχει η δυνατότητα να ζητηθεί περίοδος χάριτος έως 3 μήνες με καταβολή απλών τόκων.

Ασφάλιση

Είναι υποχρεωτική (όπως σε όλα τα ενυπόθηκα δάνεια) η ασφάλιση του ακινήτου, στο οποίο πρόκειται να γίνει η παρέμβαση, για κινδύνους φωτιάς – σεισμού.

Εθνική Τράπεζα^[114]

Πράσινο Δάνειο

Κάλυψη αγορών που αφορούν:

A) Ενεργειακή αναβάθμιση της κατοικίας:

- αντικατάσταση παλαιού λέβητα ή /και θερμοδοχείου νερού χρήσης (boiler),
- εγκατάσταση φυσικού αερίου,
- τοποθέτηση θερμικών ηλιακών συστημάτων και ηλιακών θερμοσιφώνων,
- τοποθέτηση εναλλακτικών συστημάτων ψύξης (δροσισμός δαπέδου, fan coils) και συστημάτων σκίασης,
- εγκατάσταση συστημάτων γεωθερμίας,
- εγκατάσταση συστημάτων αιολικής ενέργειας,
- εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων,

Ποσό:

Από € 1.500 έως και € 30.000.

Διάρκεια:

Ανάλογα με το ποσό του δανείου, ως εξής:

- Από 36 έως 48 μήνες, για ποσά από € 1.500 έως και € 6.000.
- Από 36 έως 72 μήνες, για ποσά από € 6.001 έως και € 15.000.
- Από 36 έως 84 μήνες, για ποσά από € 15.001 έως και € 30.000.

Εμπορική Τράπεζα^[115]

Με το νέο προϊόν "**home ecolογικό**", η Εμπορική Τράπεζα προσφέρει τη δυνατότητα στους καταναλωτές να πραγματοποιήσουν ενεργειακές παρεμβάσεις στην κατοικία τους με χαμηλό κόστος, καθώς το επιτόκιο, είναι συνδεδεμένο με το Euribor 3μήνου πλέον περιθωρίου, τελικό επιτόκιο σήμερα 7,22% (πλέον εισφοράς του Ν.128/75 0,60%). Παράλληλα, το "home ecolογικό", το οποίο διατίθεται χωρίς εξασφαλίσεις, προσφέρει υψηλό όριο χρηματοδότησης έως και € 30.000, μεγάλη διάρκεια αποπληρωμής (έως 10 χρόνια) καθώς και δυνατότητα περιόδου χάριτος (έως 6 μήνες).

Στα πλεονεκτήματα του προϊόντος, προστίθενται και οι άμεσες διαδικασίες έγκρισης και χορήγησης του ποσού από τα έμπειρα στελέχη της Εμπορικής Τράπεζας.

Συγκεκριμένα :

- **Ενεργειακή αναβάθμιση κατοικίας**, αγορά και εγκατάσταση ειδών ή κατασκευών για εξοικονόμηση ενέργειας όπως :

- ο Φωτοβολταϊκά, μικρές ανεμογεννήτριες
- ο Θερμικά Ηλιακά Συστήματα (ηλιακοί θερμοσίφωνες, θέρμανση και ζεστό νερό χρήσης – συστήματα combi)
- ο Εγκατάσταση Φυσικού Αερίου
- ο Τοποθέτηση λέβητα – καυστήρα (που καίνε βιομάζα –pellets, φυσικό αέριο) ή αντικατάσταση αυτών με σύγχρονους ενεργειακής απόδοσης
- ο Γεωθερμικές αντλίες θερμότητας

Ποσό : Από € 3.000 έως € 30.000 και μέχρι το 100% του συνόλου της αξίας του χρηματοδοτούμενου αγαθού ή υπηρεσίας

Διάρκεια : Από 12 έως 120 μήνες

Περίοδος χάριτος : έως 6 μήνες

Επιτόκιο : κυμαινόμενο επιτόκιο Euribor 3M πλέον περιθωρίου 6,50% (το επιτόκιο επιβαρύνεται με την εισφορά Ν.128/75, 0,60%)

EFG Eurobank Ergasias^[116]

Η Eurobank χρηματοδοτεί τις παρεμβάσεις στο σπίτι με το **«Πράσινο Δάνειο Κατοικίας - Εξοικονόμηση Ενέργειας»**, προσφέροντας:

Προνομιακή χρηματοδότηση με ένα πλήρες πρόγραμμα

- για κάλυψη του 100% του κόστους του έργου
- με δυνατότητα επιλογής με ή χωρίς προσημείωση ακινήτου
- με προνομιακό κυμαινόμενο επιτόκιο σε ευρώ
- με διάρκεια έως και 35 έτη
- ευελιξία στη διάρκεια αποπληρωμής

100% υποστήριξη σε όλη τη διαδικασία χωρίς κόπο για τον ιδιώτη

- προτάσεις προσφορών από τις πιο εξειδικευμένες και αξιόπιστες εταιρίες υλικών ενεργειακής αναβάθμισης της αγοράς
- τεχνική υποστήριξη από την αρχή μέχρι το τέλος

Επίσης προσφέρει το νέο δανειακό προϊόν της Eurobank **"Δάνειο για Οικιακά Φωτοβολταϊκά Συστήματα"** που χρηματοδοτεί πλήρως την αγορά και την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων σε στέγη.

- Καλύπτει το 100% του κόστους αγοράς και εγκατάστασης των Φ/Β συστημάτων δίνοντας στον ιδιώτη τη δυνατότητα να ξεκινήσει την επένδυσή χωρίς ίδια κεφάλαια.
- Χορηγείται με χαμηλό κυμαινόμενο ή σταθερό επιτόκιο, σε ευρώ ή ελβετικό φράγκο.
- Διάρκεια αποπληρωμής έως 25 έτη.
- Χορηγείται με ή χωρίς προσημείωση ακινήτου και συγκεκριμένα εκχωρώντας απλά τη σύμβαση του ιδιώτη με τη ΔΕΗ.
- Δίνει τη δυνατότητα, όποτε χρειαστεί, να μπορεί να ρυθμίσει τη δόση ανάλογα με τα οικονομικά του, μέσα από τις ευελιξίες που παρέχει, δηλαδή να την μειώσει, να την παραλείψει, αλλά και να την αυξήσει.

Τράπεζα Πειραιώς^[117]

Green Λύσεις Ιδιωτών

Η Τράπεζα Πειραιώς προσφέρει σήμερα πλήθος δανειακών επιλογών, που καλύπτουν όλο το φάσμα των "πράσινων" απαιτήσεων:

- για να αποκτηθεί ή να κατασκευαστεί κατοικία με ενεργειακή απόδοση φιλική προς το περιβάλλον ή ακόμα και να ανακαινιστεί ριζικά η κατοικία , υπάρχουν ευέλικτες λύσεις. Συγκεκριμένα, υπάρχει η δυνατότητα να επιλεγεί όποιο στεγαστικό πρόγραμμα ταιριάζει με προνομιακούς όρους:
 - Έκπτωση στο επιτόκιο
 - Δωρεάν έξοδα δανείου
- για να εγκατασταθούν σε κατοικία φωτοβολταϊκά συστήματα μέχρι 10kw (φωτοβολταϊκά στις στέγες), ή να βελτιωθεί η ενεργειακή απόδοση της κατοικίας μέσω επισκευών/παρεμβάσεων αγοράς εξοπλισμού, φιλικού προς το περιβάλλον διατίθεται πλήθος δανειακών επιλογών , σύμφωνα με τις ανάγκες του καταναλωτή:
 - Δάνειο Green
 - Στεγαστικό-επισκευαστικό δάνειο Green με ή χωρίς εξασφάλιση

Στεγαστικό Πρόγραμμα Ιδιωτών Αγοράς & Εγκατάστασης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων μέχρι 10KW

- ποσό δανείου από 3.000 - 50.000 €
- κυμαινόμενο επιτόκιο συνδεδεμένο με μηνιαίο Euribor + περιθώριο 5%
- έξοδα δανείου 200 €
- διάρκεια δανείου 2-10 έτη
- ειδικό προνομιακό πρόγραμμα ασφάλισης Φωτοβολταϊκών συστημάτων.

Στεγαστικά Προγράμματα Ιδιωτών για "Πράσινες" Επισκευές - Βελτιώσεις Κατοικίας

- ποσό δανείου από 3.000 - 50.000 €
- κυμαινόμενο συνδεδεμένο με μηνιαίο Euribor + περιθώριο 5%
- έξοδα δανείου 200 €
- διάρκεια δανείου έως και 10 έτη.

Για Χρήση Ηλεκτρομηχανολογικού Εξοπλισμού

- αντικατάσταση παλαιού συστήματος καυστήρα/λέβητα με νέο υψηλής απόδοσης ή με σύστημα που χρησιμοποιεί ΑΠΕ (π.χ. βιομάζα)
- εγκατάσταση συστημάτων θερμοστατικής ρύθμισης (π.χ. θερμοστάτες)

Χρήση ΑΠΕ

- εγκατάσταση ηλιακών θερμοσιφώνων
- εγκατάσταση συστημάτων ηλιακών συλλεκτών για θέρμανση-ψύξη της κατοικίας
- εγκατάσταση συστήματος γεωθερμικού κλιματισμού για θέρμανση-ψύξη της κατοικίας
- εγκατάσταση μικρών μονάδων συμπαραγωγής ηλεκτρισμού & θερμότητας
- εγκατάσταση μικρών ανεμογεννητριών

Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο^[118]

Ηλιακή Ταράτσα

Το πρόγραμμα Ηλιακή Ταράτσα δίνει τη δυνατότητα σε κάθε πολίτη που διαθέτει δική του ταράτσα ή στέγη να αποκτήσει ένα επιπλέον εισόδημα για τα επόμενα 25 χρόνια, παράγοντας και πουλώντας τη δική του ηλεκτρική ενέργεια με τη βοήθεια του ήλιου. Πρόκειται για ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα για αγορά και εγκατάσταση φωτοβολταϊκών συστημάτων που επιτρέπει σε όλους μας την εκμετάλλευση της δωρεάν, ανεξάντλητης και απολύτως φιλικής προς το περιβάλλον, ηλιακής ενέργειας.

Όχι ξοδεύοντας αλλά προσθέτοντας χρήματα στο εισόδημά μας. Χωρίς να είναι απαραίτητη η υποθήκευση και προσημείωση επί του ακινήτου, χωρίς καμία διαδικασία και ταλαιπωρία, μέσα σε λίγους μήνες μπορείτε να προσθέσετε στον προϋπολογισμό σας ένα σημαντικό ποσό, που μπορεί να φτάσει έως και τα 4.000 ευρώ το χρόνο για τα επόμενα 25 χρόνια. Καθαρά, αφορολόγητα και χωρίς κόπο.

Με τη συμπλήρωση μιας αίτησης, το Ταχυδρομικό Ταμιευτήριο, σε συνεργασία με τη θυγατρική του εταιρεία Post Bank Green Institute, αναλαμβάνει τα πάντα: την οικονομοτεχνική μελέτη, τη χρηματοδότηση της αγοράς και εγκατάστασης, την εγκατάσταση, την ενεργοποίηση του φωτοβολταϊκού συστήματος καθώς και τη διεκπεραίωση των απαιτούμενων διαδικασιών.

Το πρόγραμμα είναι σχεδιασμένο, ώστε να αυτοχρηματοδοτείται από την πώληση της παραγόμενης ενέργειας στη ΔΕΗ, να αποπληρώνει το δάνειο χωρίς άλλη συνδρομή από τον πελάτη, αλλά και να δημιουργεί ένα σημαντικό κέρδος ετησίως.

Ασφαλιστικά Πακέτα

Καθώς η ασφαλιστική αγορά ακολουθεί και πολλές φορές προλαμβάνει τις εξελίξεις αρκετές ασφαλιστικές εταιρείες διαθέτουν ασφαλιστικά πακέτα για οικιακά φωτοβολταϊκά συστήματα. Οι κίνδυνοι που καλύπτουν περιλαμβάνουν τις υλικές ζημιές και την αστική ευθύνη κ.α.

Ενδεικτικά μερικές από τις προσφορές των εταιριών είναι οι εξής:

ΑΙΓΑΙΟΝ ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΗ:^[119]

Τα προγράμματα ασφάλισης της ΑΙΓΑΙΟΝ, είναι σχεδιασμένα έτσι ώστε να καλύπτουν τις ανάγκες των κατόχων φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων:

- **Το ΑΠΛΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ασφάλισης**, περιλαμβάνει ζημιές από φωτιά, κεραυνό, έκρηξη, καιρικά φαινόμενα, σεισμό, καθίζηση, κατολίσθηση, κλοπή και ζημιές από κλοπή, τρομοκρατικές ενέργειες, κακόβουλες βλάβες, πτώση αεροσκαφών, πρόσθετες δαπάνες για αμοιβές υπερωριών αρχιτεκτόνων, μηχανικών κλπ, απώλεια κέρδους, καταβολή δόσης δανείου σε περίπτωση ζημιάς, αποκομιδή ερειπίων και αστική ευθύνη έναντι τρίτων.
- **Το ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ασφάλισης**, περιλαμβάνει ότι και το ΑΠΛΟ και επιπλέον ζημιές από βλάβη των μηχανημάτων που οφείλεται σε λάθη συναρμολόγησης και σχεδιασμού, κακοτεχνία, βραχυκύκλωμα, υπέρταση.

Η ασφαλισμένη αξία είναι για καινούρια μηχανήματα και διατηρείται σε όλη τη διάρκεια ασφάλισής τους, ενώ ενσωματώνεται αυτόματα η τιμαριθμική αναπροσαρμογή σύμφωνα με το Γενικό Δείκτη Τιμών Καταναλωτή, τόσο κατά τη διάρκεια του ετήσιου συμβολαίου ασφάλισης όσο και στην ανανέωσή του. Για την ασφάλιση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων σε τάρτσες κατοικιών, παρέχεται έκπτωση εάν ασφαλιστεί και το κτίριο και /ή το περιεχόμενο της κατοικίας.

Allianz Ελλάδος:^[120]

Τα νέα προϊόντα της Allianz Ελλάδος αφορούν στην ασφάλιση Φωτοβολταϊκών συστημάτων αξίας:

- Μέχρι 100.000 ευρώ, είτε ως ανεξάρτητα προϊόντα, είτε σε συνδυασμό με την ασφάλιση κατοικίας.

Οι καλύψεις της Allianz Ελλάδος για τα Φωτοβολταϊκά συστήματα περιλαμβάνουν ενδεικτικά κινδύνους όπως:

- Πυρκαγιά, άμεση πτώση κεραυνού
- Ευρεία έκρηξη
- Πυρκαγιά από δάσος
- Στάσεις, απεργίες, πολιτικές ταραχές, οχλαγωγίες

- Κακόβουλος Βλάβη
- Τρομοκρατικές ενέργειες
- Ζημία πυρκαγιάς/έκρηξης λόγω Βραχυκυκλώματος μηχανημάτων και Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων
- Ζημία λόγω Βραχυκυκλώματος, (ζημία ιδίου βραχυκυκλωθέντος μηχανήματος) υπέρτασης, επαγωγικών ρευμάτων, μηχανημάτων και Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων
- Πλημμύρα, καταιγίδα, θύελλα
- Χιόνι, χαλάζι, παγετός
- Πτώση αεροσκαφών και αντικειμένων που πέφτουν από αυτά
- Πρόσκρουση οχημάτων τρίτων
- Κλοπή με διάρρηξη και/ή αναρρίχηση και/ή ληστεία, ζημιές στον εξοπλισμό
- Απομάκρυνση συντριμμάτων
- Έξοδα/αμοιβές αρχιτεκτόνων
- Νόμιμη Αστική Ευθύνη έναντι Γειτόνων ή/και τρίτων συνεπεία πυρκαγιάς και/ή έκρηξης
- Σεισμός και/ή πυρκαγιά εκ Σεισμού
- Απώλεια κερδών

AXA:^[121]

Το Πρόγραμμα Ασφάλισης Φωτοβολταϊκών Συστημάτων εξασφαλίζει την επένδυσή μέσω ενός ασφαλιστηρίου κατά Παντός Κινδύνου Ανέγερσης, Συναρμολόγησης, Μηχανικών Βλαβών και Απώλειας Εσόδων.

Cosmolife:^[122]

Το πρόγραμμα απευθύνεται σε ιδιοκτήτες μικρών Φωτοβολταϊκών μονάδων, οι οποίες πρόκειται να εγκατασταθούν ή βρίσκονται ήδη εγκαταστημένες σε οροφές κατοικιών / πολυκατοικιών, μικρομεσαίων επιχειρήσεων ή μικρών Φωτοβολταϊκών πάρκων με παραγωγική δυνατότητα ως 150KWp. Το πρόγραμμα μπορεί να καλύπτει την περίοδο εγκατάστασης ή/και την περίοδο λειτουργίας.

A. Περίοδος Εγκατάστασης

Οι Ασφαλιστικές καλύψεις που παρέχονται:

Ασφάλιση Κατά παντός Κινδύνου Εργολάβων/Συναρμολόγησης (CAR/EAR) για το υπό κατασκευή φωτοβολταϊκό.

Μπορούν να ασφαλιστούν τα παρακάτω:

- Συμβατικές εργασίες (Πραγματικός Προϋπολογισμός)
- Μηχανολογικός εξοπλισμός (Προαιρετικά)
- Περιουσία υπό φροντίδα / έλεγχο (Προαιρετικά)
- Απομάκρυνση ερειπίων

Καλύψεις: Σύμφωνα με το συμβόλαιο «Κατά Παντός Κινδύνου Εργολάβων/Συναρμολόγησης» καλύπτονται τα πιο πάνω αντικείμενα για κάθε απρόοπτη και ξαφνική φυσική απώλεια ή ζημιά από αιτίες, οι οποίες ενδεικτικά και όχι περιοριστικά είναι, πυρκαγιά, κεραυνός, έκρηξη, θύελλα, καταιγίδα, παγετός, χιονόπτωση, πλημμύρα, κατολίσθηση, καθίζηση, σεισμός, κλοπή, πτώση αεροσκαφών, κακόβουλες πράξεις τρίτων, ανθρώπινο σφάλμα, βραχυκύκλωμα, κ.λπ.

Β. Περίοδος Λειτουργίας Φωτοβολταϊκών Συστημάτων

Οι Ασφαλιστικές καλύψεις που παρέχονται:

Ασφάλιση Κατά Παντός Κινδύνου για το Φωτοβολταϊκό Γενική Αστική Ευθύνη Από την λειτουργία του Φωτοβολταϊκού προς Τρίτους

Η κάλυψη συμπεριλαμβάνει & Αστική Ευθύνη από:
-Φωτιά, Έκρηξη, Βραχυκύκλωμα, Διαρροή Σωληνώσεων καθώς και Αστική Ευθύνη από εργασίες συντήρησης & επισκευών.

Προαιρετικά καλύπτονται επίσης:

- Ασφάλιση Μηχανικών Βλαβών για τις μηχανολογικές βλάβες που μπορεί να προκύψουν στον εξοπλισμό του φωτοβολταϊκού σταθμού.
- Ασφάλιση Απώλειας Κερδών / Διακοπής εργασιών με την οποία εξασφαλίζεται το εισόδημα από την εκμετάλλευση του φωτοβολταϊκού σταθμού συνεπεία καλυπτόμενης ζημιάς.
- Κάθε τμήμα ασφάλισης λειτουργεί ανεξάρτητα, συμπληρωματικά, προσθετικά παρέχοντας πραγματική προστασία στον Ασφαλιζόμενο.

Ευρώπη ΑΕΓΑ

Νέα ασφαλιστικά προϊόντα για τις φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις τα οποία έχει ονομάσει "**Solar Tree**" έχει σχεδιάσει η Ευρώπη ΑΕΓΑ. Η παρεχόμενη ασφαλιστική κάλυψη απευθύνεται σε ιδιώτες που επιθυμούν να τοποθετήσουν οικιακή φωτοβολταϊκή μονάδα και σε επαγγελματίες.

Για τους ιδιώτες η ασφάλιση αφορά κινδύνους Περιουσίας (Πυρός, Σεισμού, Καιρικών φαινομένων , Πολιτικών κινδύνων, Κλοπής, Απώλειας Κερδών)

Ειδικά για την ασφάλιση φωτοβολταϊκών μονάδων σε τάρτσες κατοικιών , παρέχεται σημαντική έκπτωση ασφαλιστρων αν ασφαλιστεί επίσης και το κτίριο καθώς και το περιεχόμενο της κατοικίας .

Interamerican:^[123]

Energy Line: ασφάλιση εγκαταστάσεων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας

Προσφέρονται σχέδια και ασφαλιστικές καλύψεις για κάθε ενεργειακή επένδυση, ανάλογα με το είδος των εγκαταστάσεων.

Η Ασφάλιση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας “Energy Line” παρέχει με αρτιότητα εξειδικευμένες καλύψεις σε επενδυτές και επιχειρηματίες που εγκαθιστούν:

- Φωτοβολταϊκές μονάδες
- Αιολικά Πάρκα
- Γεωθερμικά συστήματα
- Θερμικά ηλιακά συστήματα, συστήματα ηλιακού κλιματισμού
- Βιομηχανικές εγκαταστάσεις ψύξης
- Παθητικά ηλιακά συστήματα
- Τεχνολογίες βιομάζας.

8-Οκτώ Ασφαλιστικό Γραφείο^[124]

Ασφάλιση έργου

Βασικό πακέτο καλύψεων:

(Το συμβόλαιο χωρίζεται σε δύο τμήματα, το Τμήμα 1-Υλικές Ζημιές και το Τμήμα 2 -Αστική Ευθύνη).

Οποιαδήποτε απρόοπτη και ξαφνική υλική ζημιά ή απώλεια, που μπορεί να οφείλεται ενδεικτικά σε αιτίες όπως :

- Φωτιά, Κεραυνό, Έκρηξη, Πτώση αεροσκάφους
- Πλημμύρα, Καταιγίδα, Χιόνι, Βροχή, Θύελλα, Χαλάζι, Παγετό
- Σεισμό, Καθίζηση, Κατολίσθηση
- Ανθρώπινα λάθη, Λανθασμένο χειρισμό, Αμέλεια, Απροσεξία, Αδεξιότητα,
- Κακόβουλη ενέργεια τρίτων
- Αστική ευθύνη έναντι τρίτων

Ασφάλιση περιουσίας

Οι ίδιες καλύψεις με πριν.

Έως 20 KW Κάλυψη για € 20.000 το χρόνο

ΚΟΣΤΟΣ ΑΣΦΑΛΙΣΤΡΩΝ

Το μέσο ετήσιο κόστος ασφάλισης ανέρχεται στα 4 € ανά 1.000 € ασφαλιζόμενης αξίας .

Περισσότερες ασφαλιστικές εταιρίες έχουν ανάλογες καλύψεις , ενώ και όλες σχεδόν οι τράπεζες που προσφέρουν σχετικά δανειοδοτικά προϊόντα έχουν και τα ανάλογα ασφαλιστικά προγράμματα που τα συνοδεύουν.

Παράρτημα Γ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

Ανεμογεννήτριες (Μικρές):

| | |
|---|--|
| Air-Sun τηλ. 26510 91843 κιν. 694 6227030 e-mail: info@air-sun.gr URL: www.air-sun.gr | Aenaos Λ. Καλοκαιρινού 110 ,71202 Ηράκλειο Τηλ.2810 287648 Fax.2810287647 e-mail: sifakis@aenaos-systems.gr URL: www.aenaos-systems.gr |
| AET SOLION Αλίμου 30, 174 55 Άλιμος Τηλ. 2109820885, Fax. 2109820874 e-mail: info@solion.com.gr URL: www.solion.com.gr | Alexakis Energy Λεωφ.Μαραθωνος 229, 15351 Παλλήνη Τηλ.2106034720 Fax.2106034880 e-mail: info@alexakisenergy.gr URL: www.alexakisenergy.gr |
| Allcom Β. Παύλου 126 ,185 33 Πειραιάς Τηλ.210-4114832 Fax. 210-4190236 e-mail: info@allcom.com.gr URL: allcom.com.gr | Applitech Κνωσσού 44, 71305 Ηράκλειο Κρήτης Τηλ.2810250645 Fax. 2810250645 E-mail: info@applitech.gr URL: www.applitech.gr |
| AVECO O.E.T.E. Κων/νου Κωπτά 27, 11525 Ν.Ψυχικό Τηλ. 210 6300900 Fax. 210 6300901 email: info@aveco.gr URL: www.aveco.gr | Avent Services Κηφισίας 62 & Πρεμετής ,15125 Μαρούσι Τηλ. 2106300900 Fax.2106300901 e-mail: info@aventservices.com |
| COCOON ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΣ Α.Ε. Μιαούλη 8 , 105 54 Μοναστηράκι Τηλ. 2103250458 Fax. 2102717635 e-mail: info@cocoon.gr URL: www.cocoon.gr | Compa Solar 25 ^{ης} Μαρτίου 32, 60100 Κατερίνη Τηλ. 23510.45415 Fax. 23510.36181 e-mail: info@compasolar.gr URL: www.compasolar.gr |
| Ecohelios Λ.ΜΑΝΩΛΙΔΗ 11 ,16121 ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ Τηλ. 2111182625 e-mail: info@ecohelios.gr URL: ecohelios.gr | Ecosolutions Μενελάου Παρλαμά 65, 71305 Ηράκλειο Κρήτης Τηλ. 2810371260 Fax.2810371261 e-mail: info@ecosolutions.gr URL: www.ecosolutions.gr |
| ECOSUN Βούλγαρη 58, 542 49 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310327914, Fax. 2310325693 e-mail: info@ecosun.gr URL: www.ecosun.gr | Electrotech Υψηλάντου 81 ,Κερατσίνι Τηλ.2104321398 Fax.2104321034 E-mail: info@electrotech.gr URL: www.electrotech.gr |
| ENERGOTECH ABEE Λεωφ. Βουλιαγμένης 602 ^Α , 16452 Αργυρούπολη Τηλ.2109959021 Fax. 2109959022 e-mail: energogr@otenet.gr URL: www.energotech.gr | Endergy Φίλωνος 60 , 18535 Πειραιάς Τηλ.210 4127849 Fax.210 4111159 e-mail: info@endergy.gr URL: www.endergy.gr |
| Global – Energy Κωλέττη 25Β , 54627 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310 525645 Fax. 2310538852 e-mail: info@global-energy.eu URL: www.global-energy.eu | Inflow Φίλωνος 60, 18535 Πειραιάς Τηλ. 2104111158 Fax.2104111159 e-mail: info@inflow.gr URL: www.inflow.gr |

| | |
|--|--|
| <p>Paizanos Energy ΓΕΝΑΔΙΟΥ 10 , 19300 ΑΘΗΝΑ Τηλ.2105577539 Fax.2105580556 e-mail: info@paizanos.gr URL: www.paizanos.gr</p> | <p>PHOTOVOLTAIC Ελληνικού 20, 116 35 Αθήνα Τηλ. 2107225471, Fax.2107220637 e-mail: photovol@acci.gr URL: www.photovoltaic.gr</p> |
| <p>Suntech Energy Αντταίου 56 , 11146 Αθήνα Τηλ.210 2934920 Fax. 210 2934673 e-mail: energy@suntech.gr URL: www.suntech-energy.gr</p> | <p>Ultra Sound Solar Energy Ταϊνάρου 12 , 172 37 Αθήνα Τηλ.210 9719272, Κιν.6972858033 e-mail: info@ultra-sound.gr URL: www.ultra-sound.gr</p> |
| <p>ΦΩΤΟΕΝΕΡΓΕΙΑ Αναπαύσεως 3, 632 00 Ν. Μουδιανιά Τηλ-Fax. 23730-24727 e-mail: mailto:info@fotoenergia.gr URL: www.fotoenergia.gr</p> | <p>2en- Εναλλακτική Ενεργειακή Αριστοτέλους 10 , 18535 Πειραιάς Τηλ.2104297728 Fax.2104297414 e-mail: info@2en.gr URL: www.2en.gr</p> |

Βιομάζα (Λέβητες, θερμάστρες, ενεργειακά τζάκια):

| | |
|--|---|
| <p>ΒΙΕΤ Λ. Μεσογείων 209, 115 25 Αθήνα Τηλ-Fax. 210-6722888 e-mail: info@biet.gr URL: www.biet.gr</p> | <p>Βιοκατοικία Ακρωτηρίου 260 , Πάτρα Τηλ.2610521109 Fax.2610520285 e-mail: info@kathrepta.gr URL: www.kathrepta.gr</p> |
| <p>DELTA THERM ΒΙΠΕ Κιλκίς Τηλ. 2341072003, Fax. 2341075663 e-mail: mailto:info@deltatherm.gr URL: www.deltatherm.gr</p> | <p>Dimar Καραϊσκάκη 36 & Λ. Βουλιαγμένης ,16675 Αθήνα Τηλ.2109631069 Fax.2109631069 e-mail: info@dimar.gr URL: www.dimar.gr</p> |
| <p>ΕΣΤΙΑ Τατοΐου 219, 144 52 Μεταμόρφωση Τηλ. 2102849238, Fax. 2102844317 e-mail: estianet@estianet.gr URL: www.estianet.gr</p> | <p>EUROFLAMM Δ. Χούντα 8, 190 02 Παιανία Τηλ. 210-6640478, Fax. 210-6640479</p> |
| <p>ΕΣΤΙΑ – ΧΩΡΟΣ Αργυρουπόλεως 2 & Κύπρου 115 ,16451 Αργυρούπολη Τηλ. 2109915092 Fax.2109915489 e-mail: info@estia-choros.gr URL: www.estia-choros.gr</p> | <p>GREEN ENERGY-Παπαδημητρίου Μάνδρες Κιλκίς 61-100 Τηλ.2341041869 Κιν.6973009407 E-mail: bticorp@otenet.gr URL: acp-bioenergy.gr</p> |
| <p>HELLENIC-PELLETS 3ο χλμ Εθνικής Οδού Κομοτηνής- Αλεξανδρούπολης, 69 100 Κομοτηνή Τηλ. 25310-34452 email: info@hellenic-pellets.gr URL: www.hellenic-pellets.gr</p> | <p>ΗΦΑΙΣΤΟΣ ΛΕΒΗΤΟΠΟΙΕΙΟ Α.Ε Βι.Πε. Καλοχωρίου Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310751551 Fax .2310752245 e-mail : nlestos@boiler.gr URL: www.boiler.gr</p> |
| <p>ΜΑΝΛΗΣ- ΘΕΡΜΑΝΣΗ Τέρμα Ευξείνου Πόντου ,Δράμα, 661 00 Τηλ. 25210.37222 Κιν.6937119488 e-mail: info@manlis.gr URL: http://www.manlis.gr</p> | <p>New House Ελ. Βενιζέλου 68, 57009 Θεσσαλονίκη Τηλ.2310752390 Fax.2310752390 e-mail: savvaidisnick@yahoo.gr URL: www.pellet-stove.gr</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Πράσσειν Κτήρια Καλαβρύτων 13 ,15773 Ζωγράφος Τηλ. 2107779528 Fax. 2107779528 e-mail: avasalak@gmail.com URL: www.builditgreen.gr</p> | <p>ΦΡΑΓΚΟΣ Ι. & Θ. & ΣΙΑ ΟΜΙΛΟΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ 28χλμ. Παλαιά Εθνική Οδός Αθηνών-Λαμίας Τηλ. 22950-23922 & 22950-29111 e-mail: info@frangos.com.gr URL: www.frangos.com.gr</p> |
| <p>STARFIRE CAMINETTI Τατοΐου 134, 146 71 Ν. Ερυθραία Τηλ. 210-8002365, Fax. 210-8002366 e-mail: info@starfire.gr URL: www.starfire.gr</p> | <p>ΑΦΟΙ ΤΣΟΥΛΦΙΔΗ ΟΕ 14ο χλμ.Θεσ/νικης-Ν.Μουδανιών , 57001 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ Τηλ:2310463909, 2310465405 e-mail: info@tsoulfidis.gr URL: www.tsoulfidis.gr</p> |
| <p>Σαμαράς Θέρμανση ΤΘ. 20009 Μαρκόπουλο 19003 Αττική Τηλ. 2299063480 fax. 2299063481 e-mail: info@nsamaras.gr URL: www.nsamaras.gr</p> | <p>Ν. Αχ. Φιλιππόπουλος 1ο χλμ. Νεοχωρούδας - Θεσσαλονίκης, Τ.Θ. 301, 57008, Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310785840 Fax.2310785841 e-mail: info@nphilippopoulos.gr URL: www.nphilippopoulos.gr</p> |

Προμηθευτές Pellets:

| | |
|--|---|
| <p>ΑΓΓΕΛΟΥΣΗΣ Α.Ε. 7ο Χλμ. Βόλου - Καναλιών ,37500 Βελεστίνο Τηλ.2425024320 Fax.2425024329 e-mail: angeloussis@vol.forthnet.gr</p> | <p>Bioenergy Hellas ΣΥΚΟΥΡΙΟ, 40006 ΛΑΡΙΣΑ Τηλ.2495051360 Fax.2495051370 e-mail: info@bioenergyhellas.gr URL: www.bioenergyhellas.gr</p> |
| <p>ΜΑΚΗ Α.Ε. ΒΙ. ΠΕ. ΛΑΡΙΣΑΣ ,41004 ΛΑΡΙΣΑ Τηλ. 2410541533 Fax. 2410541534 URL: www.maki.com.gr</p> | <p>ΦΩΣ Business Development ΑΡΙΤΗΣ & ΠΟΛΥΚΑΣΤΗΣ ,26442 ΠΑΤΡΑ Τηλ.:2610 461739 e-mail: info@businessdevelopment.gr URL: www.businessdevelopment.gr</p> |

Γεωθερμία Αβαθής:

| | |
|--|---|
| <p>Aid Engineering ltd Αιθρίας 17, 14564 Νέα Κηφισιά Τηλ. 2108003784 e-mail: information@aidengineering.gr URL: www.aidengineering.gr</p> | <p>ΑΜ Κατασκευαστική Μιαούλη 42 ,546 42, Θεσσαλονίκη Τηλ. : 2310 887016 Fax. 2310 861553 e-mail: info@amkat.gr URL: www.amkat.gr</p> |
| <p>ΓΕΩΡΕΥΝΑ Ο.Ε. Τσιμισκή 82, 546 22 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310-281166 Fax. 2310- 287552 e-mail: geoerevna@otenet.gr URL: www.geoerevna.gr</p> | <p>ΓΕΩΚΑΡ 25ης Μαρτίου 43, 151 27 Μελίσσια Αττικής Τηλ. 210-6133656 Fax. 210-6138566</p> |
| <p>ΔΕΛΤΑ ΤΕΧΝΙΚΗ Α.Ε. Λεωφόρος Ποσειδώνος 51, 18344 Μοσχάτο, Αθήνα Τηλ. 210 9400720 Fax. 210 9414357 URL: www.deltatechniki.gr</p> | <p>Energaia Boudouri 1ο χλμ. Επανομής - Ηράκλειας Τηλ. 23920 41971 Fax. 23920 41888 e-mail: info@boudouri.gr URL: www.boudouri.gr</p> |

| | |
|--|--|
| <p>Energia Innovation ltd. Ανθέων 3, 57 019 Περαιά - Θεσσαλονίκη Τηλ. 392076209 Fax. 2392076210 e-mail: filippidis@energialtd.gr URL: www.energeialtd.com</p> | <p>Ενεργομηχανική Ναυάρχου Βότση 11, Νεάπολη Θεσσαλονίκης Τηλ. 2310523289 Fax.2310633881 e-mail: info@energomixaniki.gr URL: www.energomixaniki.gr</p> |
| <p>Energy Homes Ιπποκράτους 17, 151 23 Μαρούσι Τηλ. 2106818214 Fax. 2106896569 e-mail: smegg@tee.gr URL: www.energyhomes.gr</p> | <p>Gasclimattica Πολυκράτους 11, Περιστέρι Τηλ.2105743433 Fax.2105760985 URL: www.gasclimattica.gr</p> |
| <p>Geoexchange Κεραμέων 6, 10436 Μεταξουργείο Τηλ. 2105221232 Fax. 2105227084 e-mail: info@geoexchange.gr URL: www.geoexchange.gr</p> | <p>G.H.P. ΑΓΙΑΣ ΠΑΡΑΣΚΕΥΗΣ 36 ,14123 ΛΥΚΟΒΡΥΣΗ Τηλ. 2111823410 Fax.2111823411 e-mail: info@ghp-ma.gr URL: www.ghp-ma.gr</p> |
| <p>Ideal Therm Ε.Π.Ε. Ερμιόνης 5, 14564 Κηφισιά Τηλ. 210-6219676 e-mail: info@idealtherm.gr URL: www.idealtherm.gr</p> | <p>Infloorsystem Πλαστήρα 55,54250 Θεσσαλονίκη Τηλ.2310321403 Fax.2310321423 e-mail: info@infloorsystem.gr URL: www.infloorsystem.gr</p> |
| <p>Interplast Ίου 4 Μονομάτι ,136 71 Αχαρναι Τηλ. 2106209909 Fax. 2106250351 e-mail: athina@interplast.gr URL: www.interplast.gr</p> | <p>ITA Ανδρέα Παπανδρέου 150 ,16561 Αθήνα Τηλ.2109652031 Fax.2109652081 e-mail: info@ita-sa.gr URL: www.ita-sa.gr</p> |
| <p>Κίντερλης – Σκοπελίτης Ο.Ε. Ανθέων 16, 57019 Περαιά Θερμαϊκού Τηλ. 2392022737 e-mail: info@ks-mechanical.gr URL: www.ks-mechanical.gr</p> | <p>KG Mechanics Καλπακίου 6, 154 52 Ν. Ψυχικό Τηλ-Fax. 210-6856646</p> |
| <p>Mechanical Solutions Λ.Καραμανλή 37, 72 100, Άγιος Νικόλαος Κρήτης Τηλ.2841023150 Fax.28410 23161 URL: www.mechanicalsolutions.gr</p> | <p>Panagoulis Group Αγίας Λαύρας 14 Νεάπολη , 56727 Θεσσαλονίκης Τηλ. 2310552375 Fax.2310556331 e-mail: info@panagoulis.com.gr URL: www.panagoulis.com.gr</p> |
| <p>Sigma Αθηνών 112 , 38334 Βόλος Τηλ. 24210.66.551 Fax. 24210.60.091 e-mail: sigma@sigma-sa.com URL: www.sigma-geo.gr</p> | <p>Solar Technologies s.a. Μεσογείων 2-4, Β' Πύργος Αθηνών ,115 27 Αμπελόκηποι Αθήνα Τηλ.2106198908 Fax.2106195993 e-mail: info@solartechnologies.gr URL: www.solartechnologies.gr</p> |
| <p>Suncon Αθανασίου Διάκου 153 , Αθήνα Τηλ. 210-5051545 e-mail: info@suncon.gr URL: www.suncon.gr</p> | <p>ΤΕΧΝΟΜΗΧΑΝΙΚΗ Ε.Π.Ε. Ιερού Λόχου 3 ,15124 Μαρούσι Τηλ. 2106195704 Fax.2106196570 e-mail: info@tmltd.gr URL: www.tmltd.gr</p> |
| <p>Υδρομετάλ Οδός Η, ΒΙ.ΠΕ Ηρακλείου, 716 01 Ηράκλειο, Κρήτη Τηλ. 2810.381381 Fax. 2810.381385 e-mail: info@ydrometal.gr URL: www.ydrometal.gr</p> | <p>WATERFURNACE Β. Ουγκώ 14, 546 25 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310-518788 Fax. 2310-526761</p> |

Ηλιοθερμία:

| | |
|---|--|
| <p>ΑΦΟΙ ΜΠΙΤΣΟΠΟΥΛΟΙ Ο.Ε. Μ. Αλεξάνδρου 6, 131 23, Ίλιον Τηλ. 210-5056251 Fax. 210-5056264</p> | <p>ALPHA THERM Νεοχωρούδα Θεσσαλονίκης, 570 08 Τηλ. 2310780271 Fax.2310780440 e-mail: atherm1@otenet.gr URL: www.alphatherm.com.gr</p> |
| <p>ΓΙΑΛΙΔΑΚΗΣ- HOWAT Α.Β.Ε.Ε Παραλία Ασπροπύργου ,193 00, Θέση Στεφανί Τηλ. 210 5570893 Fax. 2105570895 e-mail: info@howat.gr URL: www.howat.gr</p> | <p>ΔΗΜΑΣ Α.Β.Ε.Ε. 2ο χλμ. Άργους-Ναυπλίου, 212 00 Άργος Τηλ. 2751029110 Fax.2751062671 e-mail: info@dimas-solar.gr URL: www.dimas-solar.gr</p> |
| <p>ΔΙΑΝΑ Αγ. Νικόλαος Χαλκίδας, 341 00 Χαλκίδα Τηλ. 22210 53760 Fax. 2221055460 e-mail: info@diana-solar.gr URL: www.diana-solar.gr</p> | <p>ΕΒΗΛ Α.Ε. 1ο χλμ. Κατερίνης - Θεσ/κης ,601 00 Κατερίνη Τηλ.23510 37257 Fax.2351025625 e-mail: info@ebil.gr URL: www.ebil.gr</p> |
| <p>ΕΚΟΝΟΜΥ ΑΝΟΞ. ΜΟΝΟΠΡ/ΠΗ Ε.Π.Ε Αχαρνών 315 ,111 45 Κ. Πατήσια Τηλ. 210 2112591 Fax. 210 2112592 e-mail: economynox@panafonet.gr URL: www.economy-inoxsolars.gr</p> | <p>ΗΛΙΟΑΚΜΗ Α.Ε. Νέα Ζωή - Ασπρόπυργος 19300 Τηλ.210 5595625 Fax.2105595723 e-mail: megasun@helioakmi.com URL: www.helioakmi.com</p> |
| <p>ΗΛΙΟΝΑΛ - Υιοί Ναλμπάντης Ο.Ε. Ωραιόκαστρο Θεσσαλονίκης, 570 13 , Τ.Θ. 89 Τηλ. 2310 783691 Fax. 2310 783498 e-mail: info@helional.com URL: www.helional.com</p> | <p>ΘΕΡΜΟΕΛΛΑΣ Α.Β.Ε.Ε. Βιομηχανική Περιοχή ΑΚΡΕΣ Μεγάρων ,191 00 Μέγαρα Τηλ. 2102011698 Fax.2102019382 e-mail: therma@thermantiki.gr URL: www.thermantiki.gr</p> |
| <p>ΙΝΤΕΡΣΟΛΑΡ Α.Β.Ε.Τ.Ε. Δημοσθένους 267, 176 74 Καλλιθέα Τηλ. 210 9416057 Fax. 210 9409119 e-mail: iparad@intersolar.gr URL: www.intersolar.gr</p> | <p>CALDA ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΑΕΒΕ Τατοίου 100 ,144 52, Αθήνα Τηλ. 2102843176 Fax.2102843164 e-mail: calda@otenet.gr URL: www.calda.gr</p> |
| <p>CALPAK -ΚΙΚΕΡΟΝ HELLAS Α.Β.Ε.Τ.Ε. Λ. Συγγρού 9 ,117 43 Αθήνα Τηλ. 210 9247250 Fax. 210 9231616 e-mail: info@calpak.gr URL: www.calpak.gr</p> | <p>ΚΙΠΡΙΟΤΑΚΙΣ Οδός Δ-Λ ΒΙ.ΠΕ Ηρακλείου Κρήτης , 71601 Τηλ. 2810381300 Fax.2810380631 e-mail: info@kipriotakis.gr URL: www.kipriotakis.gr</p> |
| <p>ΜΑΛΤΕΖΟΣ Α.Β.Ε.Ε Λ. Αμφιθέας 55 , 175 64 Παλαιό Φάληρο Τηλ. 2109428485 Fax.2109402019 e-mail: info@maltezos.gr URL: www.maltezos.gr</p> | <p>MELPO - ΔΗΜΗΤΡΙΟΥ Θ. & Ι.Ο.Ε Ελ. Βενιζέλου 3 , 123 51 Αγ. Βαρβάρα - Αιγάλεω Τηλ. 2105611842 Fax.2105611811 e-mail: info@melpo.gr URL : www.melpo.gr</p> |
| <p>ΜΕΒΑCO (Βορείου Ελλάδος) 12ο χλμ. Παλαιάς Ε.Ο. Θεσ/κης - Κιλκίς, 570 22 Τηλ. 2310 784684 Fax. 2310 783924 e-mail: info@mevaconh.gr URL: www.mevaconh.gr</p> | <p>ΞΥΛΙΝΑΚΗΣ & ΣΙΑ Ε.Ε.- NOBEL Νερατζούλας 23 , 136 71 Αχαρνάι Τηλ. 2102404051 Fax.2102404052 e-mail: info@nobel.gr URL: www.nobel.gr</p> |

| | |
|--|---|
| <p>ΠΑΠΑΕΜΜΑΝΟΥΗΛ Α.Ε.Β.Ε 1ο χλμ. Οινοφύτων - Αγίου Θωμά ,320 11 Βοιωτία Τηλ. 2262031931 Fax. 22620 32166 e-mail: papaemmanouel-sa@liv.forthnet.gr URL: www.papaemmanouel.gr</p> | <p>PRIME LASER TECHNOLOGY ABEE Βιόπα Κερατέας ,ΤΘ 97, 19001 Κερατέα Τηλ. - Fax: 22990 42662 e-mail: ctravasaros@primelasertech.gr URL: www.primelasertech.gr</p> |
| <p>Π & Μ Ηλεκτρομηχανολογική Βασιλίσσης Όλγας 13, Γλυφάδα Τηλ. 210-9630807 Fax. 2109602201 e-mail. P-m@proty.gr URL: www.proty.gr</p> | <p>ROMINA Ιερά Οδός & Μαραθώνος 8 , 122 44 Αιγάλεω Τηλ. 2105988941 Fax.2105310670 e-mail: info@romina.com.gr URL: www.romina.com.gr</p> |
| <p>SAMMLER A.E Χίου 18 , 193 00 Ασπρόπυργος Τηλ. 2102382867 Fax. 2102320337 e-mail: sammler@sammler.gr URL: www.sammler.gr</p> | <p>ΣΗΕ Νικηταρά 1 & Φυλής ,13341 Α. Λιόσια Τηλ. 2102474150 Fax.2102480347 e-mail: info@she.com.gr URL: www.she.com.gr</p> |
| <p>SIGMA Αθηνών 112 ,38334 Βόλος Τηλ. 24210-66551 Fax 24210-60091 e-mail: sigma@sigma-sa.com URL: www.sigma-sa.com</p> | <p>SIELINE A.E. Συγγρού 2 & Παλαιολόγου , 152 32 Χαλάνδρι Τηλ. 2106830351 Fax.2106839848 e-mail: info@sieline.gr URL: www.sieline.gr</p> |
| <p>SOL Ε.Π.Ε Οδυσσέως 5 , 144 52 Μεταμόρφωση Τηλ. 210 2843376 Fax. 210 2841650 e-mail: info@sonne.gr URL: www.sonne.gr</p> | <p>SOLE A.E Λεύκτρων & Λαϊκών Αγώνων , 136 71 Αχαρνάι Τηλ. 2102819200 Fax.2102389502 e-mail: export@sole.gr URL: www.eurostar-solar.com</p> |
| <p>STIEBETHERM A.E. ΒΙ.ΠΕΘ.Β' ΦΑΣΗ, ΟΔΟΣ ΔΑ 8 570 22 Τηλ. 2310 795226-8 Fax. 2310795093 e-mail: elitherm@elitherm.gr URL : www.elitherm.gr</p> | <p>Wilco Σταδίου 3, 57009 Καλοχώρι Θεσσαλονίκης Τηλ. 2310751995 Fax.2310752616 e-mail: wilco@hol.gr URL: www.wilco.gr</p> |

Φωτοβολταϊκά:

| | |
|---|---|
| <p>ΑΕΝΑΟΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ Λ. Καλοκαιρινού110,71202 Ηράκλειο Τηλ. 2810 287648 Fax.2810 287647 e-mail: sifakis@aenaos-systems.gr URL: www.aenaos-systems.gr</p> | <p>AET SOLION Αλίμου 30, 174 55 Άλιμος Τηλ. 210-9820885, Fax. 210-9820874 e-mail: info@solion.com.gr URL: www.solion.com.gr</p> |
| <p>Αλουμύλ Α.Ε. Τατοΐου 327, 13671, Αχαρνές Τηλ. 210 6298180, Fax. 210 8003808 URL: www.alumilsolar.com</p> | <p>Alto 4ο χλμ Εθνικής Οδού Θεσσαλονίκης- Αθήνας, 57009 , Καλοχώρι Τηλ. 2310778797 Fax. 2310778869 e-mail: info@alto.gr URL: www.alto.gr</p> |
| <p>Arvis Solar Μάρνη 4 ,10433 Αθήνα Τηλ.2108232703 Fax.2109232045 e-mail: info@arvisolar.gr URL: www.arvisolar.gr</p> | <p>COCOON ΚΑΝΕΛΛΟΠΟΥΛΟΣ Α.Ε. Μισούλη 8 , 105 54 Μοναστηράκι Τηλ. 2103250458 Fax. 2102717635 e-mail: info@cocoon.gr URL: www.cocoon.gr</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Compa Solar 25^{ης} Μαρτίου 32, 60100 Κατερίνη Τηλ. 23510 45415 Fax. 23510.36181 e-mail: info@compasolar.gr URL: www.compasolar.gr</p> | <p>Conergy ΕΠΕ Βουλιαγμένης 4, Γλυφάδα 16675 Τηλ. 210.9651800 Fax.210.9630768 URL: www.conergy.gr</p> |
| <p>CYBER GAS ΓΑΜΒΕΤΑ 92 ,54642 Θεσσαλονίκη Τηλ/Fax. 2310 843729 e- mail: cybergas@otenet.gr URL: www.cybergas.gr</p> | <p>Easy Therm Λ. Μαραθώνος 43 ,19009 Πικέρμι Τηλ.2106039280 Fax.216039280 e-mail: info@easytherm.gr URL : www.easytherm.gr</p> |
| <p>Eco Energy Ταντάλου 30 ,54629 ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ Τηλ.2310-511647 Fax.2310-553659 e-mail: ecoenergytech@gmail.com URL: www.ecoenergytech.gr</p> | <p>Ecohelios Λ ΜΑΝΩΛΙΔΗ 11 ,16121 ΚΑΙΣΑΡΙΑΝΗ Τηλ.2111182625 e-mail: info@ecohelios.gr URL: ecohelios.gr</p> |
| <p>Eco Solutions Μενελάου Παρλαμά 65, 71305 Ηράκλειο Τηλ.2810371260 Fax.2810371261 e-mail: info@EcoSolutions.gr URL: www.ecosolutions.gr</p> | <p>ECOSUN Βούλγαρη 58, 542 49 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310-327914, Fax. 2310-325693 e-mail: info@ecosun.gr URL: www.ecosun.gr</p> |
| <p>Electrotech Υψηλάντου 81 , Κερατσίνι Τηλ. 210 4321398 Fax. 210 4321034 e-mail: info@electrotech.gr URL: www.electrotech.gr</p> | <p>Energy Solutions Χιμάρας 16 ,151 25 Αθήνα Τηλ.:210-6861223 Fax:210-6861399 e-mail: info@energysolutions.gr URL: www.energysolutions.gr</p> |
| <p>Engaia Βασ. Ηρακλείου 4, 54625, Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310541344 Fax. 2310553970 e-mail: info@engaia.gr URL: www.engaia.gr</p> | <p>Enolia Solar Systems S.A. Λεωφ. Πεντέλης 95Α, 15234, Χαλάνδρι Τηλ. 8012000150 Fax.2106829718 e-mail: info@enoliasolar.com URL: www.enoliasolar.com</p> |
| <p>Endergy Φίλωνος 60 ,18535 Πειραιάς Τηλ.210 4127849 Fax.210 4111159 e-mail: info@endergy.gr URL: www.endergy.gr</p> | <p>Ενεργειακή Δομή ΜΠΙΖΑΝΙΟΥ 11 & ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ ,27100 ΠΥΡΓΟΣ Τηλ.2621024992 Fax.2621024993 e-mail: info@enerdomi.gr URL: www.enerdomi.gr</p> |
| <p>ΕΝΕΡΓΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΔΙΟΝΥΣΙΟΥ ΦΡΑΓΚΙΑΔΑΚΗ 8 ,71304 ΗΡΑΚΛΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ Τηλ.:2810310860 Fax:2810310860 e-mail: mantsikan@tee.gr URL: www.tsikandilakisengineer.gr</p> | <p>ΕΥΗΛΙΟΝ Κρεβαττά 71 , Πειραιάς Τηλ.:20-4223908 Fax.210-4223908 e-mail: evhelion@yahoo.gr URL: www.evhelion.gr</p> |
| <p>Global – Energy Κωλέπτη 25B , 54627 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310 525.645 Fax. 2310 538.852 e-mail: info@global-energy.eu URL: www.global-energy.eu</p> | <p>ΗΛΙΟΔΟΜΗ Τ.Θ.60212 ΘΕΡΜΗ,57001 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310-469140, Fax. 2310-469141 e-mail: mail@heliiodomi.gr URL: www.heliiodomi.gr</p> |
| <p>ΗΛΙΟΔΥΝΑΜΗ Λεωφ. Συγγρού 224, 176 72 Καλλιθέα Τηλ. 2109592323, Fax. 2109571756 e-mail: helios@otenet.gr URL: www.heliodynami.gr</p> | <p>Heliosres ΚΟΛΟΚΟΤΡΩΝΗ 9 & ΓΚΙΝΗ 6 ,15233 ΑΘΗΝΑ Τηλ.210 6893966 Fax. 210 6893964 e-mail: info@heliosres.gr URL: www.heliosres.gr</p> |

| | |
|--|---|
| <p>Hydrosolar Αριστείδου 1 ,105 59 Αθήνα Τηλ.210 3238800 Fax.210 3238900 e-mail: info@hydrosolar.gr URL: www.hydrosolar.gr</p> | <p>IBC Solar Χαλεπά 1 & Αιγιαλείας ,151 25 Αθήνα Τηλ.210-6828163 Fax210-6801723 URL: www.ibt-solar.gr</p> |
| <p>Intercom Ενεργειακή Χαλκοκονδύλη 13 ,104 32 Αθήνα Τηλ.210 5245638 Fax.210 5237336 e-mail: info@intercom-energeiaki.gr URL: www.intercom-energiaki.gr</p> | <p>Iris Hellas Δωδεκανήσου 40 , 56728 Θεσσαλονίκη Τηλ.:2310627132 e-mail: btelis@irishellas.com URL: www.irishellas.com</p> |
| <p>Οικοενέργεια Κ.Καραμανλή 30,54639 Θεσσαλονίκη Τηλ. 2310813287 Fax.2310819891 e-mail: info@ikoenergia.com URL: www.ikoenergia.gr</p> | <p>Paizanos Energy ΓΕΝΑΔΙΟΥ 10 ,19300 ΑΘΗΝΑ Τηλ.2105577539 Fax.2105580556 e-mail: info@paizanos.gr URL: www.paizanos.gr</p> |
| <p>PHOTOVOLTAIC Ελλανίκου 20, 116 35 Αθήνα Τηλ. 210-7225471, Fax. 210-7220637 e-mail: photovol@acci.gr URL: www.photovoltaic.gr</p> | <p>PVTech Αίγιο ,25100 Αίγιο Τηλ.:6932740700 e-mail: info@pvtech.gr URL: www.pvtech.gr</p> |
| <p>Renelux Ηπείρου 4 & Λεωφόρος Λαυρίου ,153 54 Αθήνα Τηλ.210-8048600 Fax.210 6655259 e-mail: sales@renelux.com URL: www.renelux.com</p> | <p>ΣΕΝΕΡΣ Κλεοβούλου 16, 117 44 Αθήνα Τηλ. 210-9270940 Fax. 210-9270857 e-mail: info@seners.gr URL: www.seners.gr</p> |
| <p>Scielco ltd 28ης Οκτωβρίου 32Α ,151 21 Αθήνα Τηλ.210 61 22 264 Fax.210 80 26 515 e-mail: shielco@otenet.gr URL: www.shielcosolarpv.gr</p> | <p>Schüco Ελ. Βενιζέλου 54 ,166 75 Γλυφάδα Τηλ.210-9690420 Fax.210-9690760 e-mail: info@schueco.gr URL: www.schueco.com</p> |
| <p>Solar Cells Hellas Λεωφ. Συγγρού 170,17671 Καλλιθέα Τηλ.210 9595 159 Fax. 210 9537618 e-mail: sales@schellas.gr URL: www.schellas.gr</p> | <p>Solartec Αθήνα Τηλ.2102234417 Fax. 2102234880 e-mail: info@solartec.gr URL: www.solartec.gr</p> |
| <p>Sunny Energy Hellas Αγ. Τριάδος & Παρνασσού, Αγία Παρασκευή Τηλ. 289203797 e-mail: seh@optonet.gr URL: www.sunnyenergy.gr</p> | <p>Suntech Energy Ανταιου 56 ,11146 Αθήνα Τηλ.210 - 2934920 Fax.210 - 2934673 e-mail: energy@suntech.gr URL: www.suntech-energy.gr</p> |
| <p>Vernadakis Team ΑΓ.ΙΩΑΝΝΟΥ 24 , 15342 ΑΘΗΝΑ Τηλ.:2109737948 Fax. 210 9737948 e-mail: pvernadakis@yahoo.gr URL: www.vernadakisteam.gr</p> | <p>ΦΩΤΟΕΝΕΡΓΕΙΑ Αναπαύσεως 3, 632 00 Ν. Μουδανιά Τηλ-Fax. 23730-24727 e-mail: info@fotoenergia.gr URL: www.fotoenergia.gr</p> |

Περισσότερες πληροφορίες στους διαδικτυακούς τόπους:

- www.aenaon.net
- <http://www.cres.gr/pvcatalog/DoIt>
- <http://www.ebhe.gr/pages/greek/members.htm>
- "Πράσινη Κατανάλωση", ένας οδηγός από την Greenpeace, Μάιος 2005

Βιβλιογραφία

Βιβλιογραφία – Παραπομπές :

1. «Ενεργειακή σπατάλη από τα ελληνικά σπίτια» ,Χ. ΚΑΡΑΝΙΚΑΣ
2. «ΒΙΟΚΛΙΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ, ΗΛΙΑΚΑ ΠΑΘΗΤΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΑΛΛΕΣ ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΟΝ ΚΤΗΡΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ» , Μ.Αργυράκη , Ιούλιος 2008
3. http://www.buildings.gr/greek/aiforos/exikonomisi/m_santamouris.htm
4. «Χ.Α. Χαραλαμπίδης Ε.Ε.» , επίσημη ιστοσελίδα: www.haralabidis.gr

Ανεμογεννήτριες

5. AVECO Ο.Ε.Τ.Ε. , επίσημη ιστοσελίδα: www.aveco.gr
6. PHOTOVOLTAIC , επίσημη ιστοσελίδα : www.photovoltaic.gr
7. www.in.gr
8. ΚΕΝΤΡΟ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, επίσημη ιστοσελίδα : www.cres.gr
9. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΝΩΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ , επίσημη ιστοσελίδα: www.eletaen.gr
10. ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟΥ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ , επίσημη ιστοσελίδα : www.mech.uowm.gr
11. ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ ΜΕΛΕΤΩΝ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, επίσημη ιστοσελίδα: www.oikoenergeia.gr
12. “ Μικρές Ανεμογεννήτριες, Εφαρμογές στον Οικιακό Τομέα ” , Ενεργειακό Γραφείο Κυπρίων Πολιτών ,Οκτώβριος 2009 , επίσημη ιστοσελίδα: www.cea.org.cy
13. ANEMOS , επίσημη ιστοσελίδα: <http://anemos.page.tl>
14. ELECTROTECH , επίσημη ιστοσελίδα: www.electrotech.gr
15. ENERGETECH , επίσημη ιστοσελίδα: www.energotech.gr
16. RETSCREEN INTERNATIONAL, επίσημη ιστοσελίδα: www.retscreen.net

Βιβλιογραφία

17. ALEXAKISENERGY , επίσημη ιστοσελίδα: www.alexakisenergy.com
18. www.eshops.gr

Βιομάζα

- 19.«Η χρήση βιομάζας για θέρμανση κτιρίων» , Γιαννιού Άννα , Χανιά, Ιούνιος 2004
20. «Παραγωγή ηλεκτρισμού/θερμότητας από βιομάζα», Κ.Γράψας 15-10-2007, επίσημη ιστοσελίδα: grapsas.blogspot.com
21. Βιομάζα, Greenpeace , επίσημη ιστοσελίδα: www.greenpeace.org
22. «Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας, ΤΕΧΝΙΚΟΣ ΟΔΗΓΟΣ», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2002
23. «Θέρμανση κτιρίων και κατοικιών με εφαρμογές βιομάζας, ΟΔΗΓΟΣ ΕΠΕΝΔΥΤΩΝ», Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας,2002
24. «Βιομάζα», Βικιπαίδεια-ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια, επίσημη ιστοσελίδα: el.wikipedia.org
25. «Ενέργεια από Βιομάζα», σχετική ιστοσελίδα: http://imarinakiss.webs.com/energy_biomass.pdf
26. "Το ενεργειακό δυναμικό της βιομάζας γεωργικών και δασικών υποπροϊόντων", Κ. Αποστολάκης, Σ. Κυρίτσης, Χ. Σούτερ, ΕΛΚΕΠΑ-ΙΤΕ, Αθήνα, 1987
27. «Θέρμανση με βιομάζα - Έτοιμη η τεχνολογία, όχι όμως και η νομοθεσία», Π. Πουλόπουλος, Energy Point, 2009
28. «ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΚΑΥΣΙΜΟ ΒΙΟΜΑΖΑ, Τεχνική επισκόπηση», Ι. Παπαμιχαήλ, Αθήνα, Ιούνιος 2008
29. «Συστήματα Θέρμανσης με Βιομάζα, Σύνοψη Σεμιναρίου Eubionet3» Ι.Ελευθεριάδης ΚΑΠΕ, Ανθούσα , Απρίλιος 2010
30. «Εναλλακτική Θέρμανση», Κ. Σ. Τσίππρας σχετική ιστοσελίδα: www.buildings.gr

31. «ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΜΕ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ ΤΟΥΣ ΓΑΙΑΝΘΡΑΚΕΣ (ΚΑΡΒΟΥΝΟ)», Δρ. Αργυρώ Μπεκατόρου, Τμήμα Χημείας, Πανεπιστήμιο Πατρών
32. Ενημερωτικό Φυλλάδιο:
www.herzvalves.com/www/downloads/Pelletstar%20Biocontrol%200%20Englisch%20V%200.11.pdf
33. Pelletsheizung, επίσημη ιστοσελίδα:
<http://www.pelletsheizung.at/de/planung.html>
34. <http://www.bioenergyhellas.gr/>
35. «Pellets – Βιομάζα: Το αντίπαλο δέος στο πετρέλαιο» ,Κώστας Νασίκας ,15/4/2010, άρθρο από το www.capital.gr
36. «Θέρμανση στο μισό κόστος από πριονίδι!» εφημερίδα «Τα Νέα», 2-11-2009
37. Μανλής Θέρμανση
38. «Εποχιακές Αποδόσεις» , Χρ. Ελληνόπουλος, www.mcit.gov.cy
39. <http://kala-nea.gr/?p=10808#more-10808>

Γεωθερμία

40. "Βικιπαίδεια" , σχετική ιστοσελίδα:
el.wikipedia.org/wiki/%CE%93%CE%B5%CF%89%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%AF%CE%B1
41. "Energaia Boudouri", επίσημη ιστοσελίδα: www.boudouri.gr
42. "ΑΜ Κατασκευαστική" , επίσημη ιστοσελίδα: www.geothermia.gr
43. "Sigma Γεωθερμία" , επίσημη ιστοσελίδα: www.sigma-geo.gr
44. "Energy Homes", επίσημη ιστοσελίδα: www.energyhomes.gr
45. "Infloor System" , επίσημη ιστοσελίδα: www.infloorsystem.gr
46. "Geoexchange" , επίσημη ιστοσελίδα: www.geoexchange.gr
47. "Το Μέγιστο Φορτίο Κατακόρυφου Γεωεναλλάκτη ως Συνάρτηση της Θερμοκρασίας του Εδάφους" ,Α. Μιχόπουλος, Κ. Πάπτας, Ν. Κυριάκης, Εργαστήριο Κατασκευής Συσκευών Διεργασιών, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών Α.Π.Θ.
48. "Γεωθερμικές Αντλίες Θερμότητας", Α.Μπένου, Δρ. Θ.Πολύζου, Σεμινάρια ΚΑΠΕ, Ιούνιος 2008

Βιβλιογραφία

49. "Κίντερλης Σκοπελίτης Ο.Ε. ,Ηλεκτρομηχανολογικές Εγκαταστάσεις", επίσημη ιστοσελίδα: www.ks-mechanical.gr
50. Φυλλάδιο Γεωθερμίας, Aid Engineering
51. "Eco-δόμημα", επίσημη ιστοσελίδα: www.ecodomima.gr
52. "Δέλτα Τεχνική", επίσημη ιστοσελίδα: www.deltatechniki.gr
53. «Υβριδικά Γεωθερμικά Συστήματα», Νικόλαος Ψαρράς, περιοδικό "Ο Ψυκτικός", τεύχος 12, Μάιος-Ιούνιος 2010
54. «Εναλλακτική Θέρμανση» , Κ.Σ.Τσίπηρας, σχετική ιστοσελίδα: www.buildings.gr
55. Ενημερωτική ιστοσελίδα: www.capital.gr
56. «Εφαρμογή γεωθερμικών αντλιών θερμότητας σε σύστημα μιας γεώτρησης και η συμβολή τους στην εξοικονόμηση» , Ν. Ανδρίτσος, Α. Αρβανίτης, Ν. Κολιός και Σ. Κουτσινός
57. "Aid Engineering: e-geothermy" , σχετική ιστοσελίδα: www.aidengineering.gr/geothermal

Ηλιοθερμία

58. "Teca" ,επίσημη ιστοσελίδα: www.teca.gr
59. "Τεχνική Ενεργειακή" , επίσημη ιστοσελίδα : www.techenergy.gr
60. "Ένωση Βιομηχανιών Ηλιακής Ενέργειας", επίσημη ιστοσελίδα: www.EBHE.gr
61. "Ηλιακός Θερμοσίφωνας", Βικιπαίδεια, επίσημη ιστοσελίδα: el.wikipedia.org
62. «Ανάλυση περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ενεργητικών ηλιακών συστημάτων στο Ελληνικό ενεργειακό σύστημα», Θ. Βαρβαρέσος, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης, 2005
63. "Τεχνικές Προδιαγραφές, Πρόγραμμα «Εξοικονόμηση Κατ'οικον»"
64. «Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας – Όραμα και Πραγματικότητα» , Σπύρος Ι. Κιαρτζής ,11 Φεβρουαρίου 2008
65. «Η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια», Κ.Τσίπηρα
66. "Global-Energy Solutions ltd" , επίσημη ιστοσελίδα : www.global-energy.eu/B8056678.el.aspx
67. "Θέρμανση Νερού και Χώρων", Bonair

68. «Περιγραφή συστημάτων "combi" – παρουσίαση εφαρμογών» , Δ. Χασάπης , ΚΑΠΕ
69. «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός , Ηλιακά Παθητικά Συστήματα και άλλες Τεχνικές Εξοικονόμησης Ενέργειας στον Κτιριακό Τομέα», Μ. Αργυράκη , 2008
70. «Συστήματα θέρμανσης οικιακών εφαρμογών» ,Σεμινάριο Κεντρικών Ηλιακών Συστημάτων ΕΒΗΕ , Δ. Χασάπης

Φωτοβολταϊκά

71. Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών ,επίσημη ιστοσελίδα: www.helapco.gr
72. "Alumil Solar" , επίσημη ιστοσελίδα: www.alumilsolar.com
73. "IQsolar Power", επίσημη ιστοσελίδα: www.iqsolarpower.com
74. "Πρόγραμμα: PV Legal" ,επίσημη ιστοσελίδα: http://www.pvlegal.eu/gr/database.html?tx_sbpvlegaldb_pi1%5Blifecycle%5D=169&cHash=c9e93d47b4
75. "Energotech ABEE" ,επίσημη ιστοσελίδα: www.energotech.gr
76. "Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας σε Οικιστικά Σύνολα", ΚΑΠΕ, 2003
 - ΚΑΠΕ, Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία, Εφαρμογές στην Ελλάδα, 2001, ΕΠΕ 3.3.10.
 - ΚΑΠΕ, Η αγορά των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων στην Ελλάδα, 1998, THERMIE B Programme STR-938-96-HE/IT
77. "ENGAIA A.E." ,επίσημη ιστοσελίδα: www.engaia.gr
78. "Enolia Solar Systems" ,επίσημη ιστοσελίδα:www.enoliasolar.com
79. "Global-Energy solutions ltd" , επίσημη ιστοσελίδα: www.global-energy.gr
80. "HaWi Energy" ,επίσημη ιστοσελίδα: gr.hawi-energy.com
81. «Planning and Installing Photovoltaic Systems ,a guide for installers, architects and engineers» ,second edition, 2008
82. "Seners energy systems" ,επίσημη ιστοσελίδα: www.seners.gr
83. «Η τρέχουσα κατάσταση στην αγορά Φωτοβολταϊκών Συστημάτων και Διασπαρμένη παραγωγή μέσω εγκαταστάσεων σε κτίρια» , Δρ. Ευστάθιος Τσελεπής, Τμήμα Φωτοβολταϊκών Συστημάτων , ΚΑΠΕ, 18 Μαΐου 2005

Βιβλιογραφία

84. "Τα δάνεια για « πράσινα» σπίτια και «πράσινες» ταράτσες" , Τρίτη 25 Μαΐου, Ημερησία
85. «ΗΛΙΑΚΕΣ ΣΤΕΓΕΣ, Εγκατάσταση φωτοβολταϊκών στον οικιακό-κτηριακό τομέα» , Σύνδεσμος Εταιριών Φωτοβολταϊκών, Ιούλιος 2009
86. "Elyros S.A." , επίσημη ιστοσελίδα: www.elyros.com
87. solar.com.gr
88. "Σύλλογος Ολιστικής Αρχιτεκτονικής & Οικολογικής Δόμησης" , σχετική ιστοσελίδα: http://s-ol-ar.gr/foto_systymata.html
89. "Alto" , σχετική ιστοσελίδα: http://www.alto.gr/?pname=products_category&la=1&cat_id=1362
90. «Ανάλυση, Σχεδιασμός και Διερεύνηση της λειτουργίας μονοφασικού φωτοβολταϊκού συστήματος συνδεδεμένου στο δίκτυο», Λ. Γκαρτζώνη , Πάτρα , 2010
91. "Heliosystems" , σχετική ιστοσελίδα: www.selasenergy.gr/solar-calculator-income-10kw.php
92. "Solar Systems" , επίσημη ιστοσελίδα: www.solar-systems.gr
93. "Εφαρμογή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Τεχνολογικό και Πολιτιστικό Πάρκο Λαυρίου" , Αθ. Αραπογιάννη , Αθήνα, Ιούλιος 2008
94. "Οδηγίες για την εγκατάσταση Φ/Β συστημάτων σε κτηριακές εγκαταστάσεις" , ΚΑΠΕ, Αύγουστος 2009
95. "Η εφαρμογή ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στα κτίρια" , Κ. Τσιππέρα , σχετική ιστοσελίδα: www.buildings.gr
96. "Φωτοβολταϊκά Συστήματα" , Avatec, επίσημη ιστοσελίδα: www.avatec.gr
97. "Προσφορά Φ/Β Συστήματος" , Endergy, 2010
98. "Sunlight Batteries" , επίσημη ιστοσελίδα: www.sunlight.gr
99. "Ηλιακές Στέγες, ένας πρακτικός οδηγός" , Greenpeace , 2009, επίσημη ιστοσελίδα: www.greenpeace.gr
100. "Καύκας Α.Ε." , επίσημη ιστοσελίδα: www.kafkas.gr

Υβριδικά Συστήματα

101. «Προσομοίωση Ηλιακά Υποβοηθούμενης Αντλίας Θερμότητας», Μ. Χρηματοπούλου , ΕΜΠ , Αθήνα , 2009
102. «Υβριδικό Σύστημα Θέρμανσης Ηλιακών / Βιομάζας, Αποτελέσματα Χρήσης», Δ. Χασάπης, Β. Δρόσου, Ι. Παπαμιχαήλ, Α. Αηδόνης , ΚΑΠΕ, 2006

103. "Ecoline Ενεργειακή", επίσημη ιστοσελίδα: www.ecoline.gr
104. «Τεχνολογία του μέλλοντος: Τα υβριδικά θερμό-φωτοβολταϊκά», Αστ.Μπουζούκα ,Δ.Γ. Γκιώνη , σχετική ιστοσελίδα: <http://www.ecotec.gr/article.php?ID=250>
105. «Τεχνικοοικονομική Μελέτη και σύγκριση υβριδικών συστημάτων. Εφαρμογή σε αυτόνομη κατοικία», Δ.Σεραφινός ,Μ.Σειραγάκης , Θεσσαλονίκη , 2009

Παράρτημα Α

106. «Οδηγός Εξοικονόμησης Ενέργειας μέσω Θερμομόνωσης», ΚΑΠΕ, 1999
107. «Βιοκλιματικός Σχεδιασμός στην Ελλάδα: Ενεργειακή Απόδοση και κατευθύνσεις εφαρμογής», ΚΑΠΕ ,2002
108. «Μόνωση, ενεργειακή απόδοση κτιρίων και εξωτερική θερμομόνωση», σχετική ιστοσελίδα: www.stoprasinospiti.gr

Παράρτημα Β

109. "Global-Energy solutions ltd", επίσημη ιστοσελίδα: www.global-energy.gr
110. "Τα δάνεια για « πράσινα» σπίτια και «πράσινες» ταράτσες", Τρίτη 25 Μαΐου, Ημερησία
111. www.alpha.gr
112. www.atticabank.gr
113. www.atebank.gr
114. www.nbg.gr
115. www.emporiki.gr
116. www.eurobank.gr
117. www.piraeusbank.gr
118. www.ttbank.gr
119. www.aigaion.gr
120. www.allianz.com.gr
121. www.axa-insurance.gr
122. www.cosmolife.gr
123. www.interamerican.gr
124. www.okto.gr