

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ  
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

ΜΕΛΕΤΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΙΑΣ 3  
ΤΥΠΩΝ ΚΑΤΟΙΚΙΩΝ ΜΕ ΜΕΜΟΝΩΜΕΝΗ  
ΚΑΙ ΣΥΝΔΥΑΣΜΕΝΗ  
ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΠΗΓΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

---

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΕΡΟΥΛΗΣ ΕΜΜΑΝΟΥΗΛ

Επιβλέπωντας καθηγητής: κ. Δημήτριος Χρηστάκης



ΗΡΑΚΛΕΙΟ

2014

# 1 Εισαγωγή

## 1.1 Το περιβαλλοντικό πρόβλημα και οι προσπάθειες αντιμετώπισής του

Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται όξυνση του φαινομένου του θερμοκηπίου καθώς και σημαντική μείωση των αποθεμάτων των ορυκτών ενεργειακών πόρων.

Οι αλλαγές του κλίματος είναι περισσότερο ορατές απ' όσο ποτέ, ενώ η διαφαινόμενη εξάλειψη των ορυκτών πόρων έχει προκαλέσει μεγάλη αύξηση, σε πολύ μικρό διάστημα, του κόστους τους. Επίσης, δεν είναι τυχαίο ότι όλοι οι πόλεμοι των τελευταίων ετών γίνονται σε περιοχές που είτε είναι πλούσιες σε ορυκτούς ενεργειακούς πόρους, είτε βρίσκονται πάνω στις οδούς διακίνησης τους.

Όλα τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα την ανάγκη εξεύρεσης νέων ενεργειακών πηγών φιλικών προς το περιβάλλον, καθώς και την ελαχιστοποίηση της σπατάλης της ενέργειας σε όλα τα στάδια, από την παραγωγή και τη μεταφορά της, μέχρι και την κατανάλωση από τον τελικό χρήστη.

Η ανάγκη για μείωση των περιβαλλοντικών προβλημάτων οδήγησε στην δημιουργία του πρωτοκόλλου του Κιότο (1997). Το Πρωτόκολλο του Κιότο προέκυψε από την Σύμβαση-Πλαίσιο για τις κλιματικές Αλλαγές που είχε υπογραφεί στη διάσκεψη του Ρίο, τον Ιούνιο του 1992, από το σύνολο σχεδόν των κρατών.

Η Ελλάδα κύρωσε τη Σύμβαση αυτή, κάνοντας την νόμο του κράτους το 1994. Στόχος της Σύμβασης είναι “η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην τις ανθρώπινες δραστηριότητες”.

Η ευρωπαϊκή ένωση, ο πλέον ένθερμος υποστηρικτής του Πρωτοκόλλου του Κιότο, αποφάσισε να εφαρμόσει πιλοτικά την εμπορία εκπομπών εντός της κοινότητας πριν από την επίσημη έναρξη του διεθνούς συστήματος και να ενσωματώσει το Πρωτόκολλο του Κιότο στην κοινοτική νομοθεσία μέσα από τις Οδηγίες 2003/87/ΕΚ και 2004/101/ΕΚ. Σύμφωνα με αυτές, η πρώτη περίοδος του ευρωπαϊκού συστήματος εμπορίας δικαιωμάτων εκπομπών είναι η τριετία 2005-2007, ενώ οι επόμενες περιόδους εμπορίας ταυτίζονται με τις πενταετείς περιόδους που προβλέπονται από το Πρωτόκολλο του Κιότο (2008-2012, 2013-2017, κ.ο.κ.). Τα κράτη μέλη οφείλουν μέσα σε συγκεκριμένα χρονοδιαγράμματα να εκπονήσουν εθνικά σχέδια κατανομής, στα οποία υπάρχει πρόβλεψη, μεταξύ άλλων, για:

- τη συνολική ποσότητα δικαιωμάτων,
- την κατανομή σε επίπεδο δραστηριότητας (κατά περίπτωση),

- την κατανομή σε επίπεδο εγκατάστασης,
- τους νεοεισερχόμενους,
- τη μεθοδολογία κατανομής (μαθηματικοί τύποι, διάφορες ειδικές διατάξεις, κτλ),
- τη λίστα των υπόχρεων εγκαταστάσεων.

Αν και ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%, ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων ανάμεσα στα κράτη μέλη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις. Οι επιμέρους στόχοι παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα:

ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ ΜΕΙΩΣΗΣ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΗΣ Ε.Ε	
Λουξεμβούργο	-28%
Γερμανία, Δανία	-21%
Αυστρία	-13%
Βρετανία	-12,5%
Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία	-8%
Βέλγιο	-7,5%
Ιταλία	-6,5%
Ουγγαρία, Πολωνία, Ολλανδία	-6%
Γαλλία, Φινλανδία	0%
Σουηδία	+4%
Ιρλανδία	+13%
Ισπανία	+15%
Ελλάδα	+25%
Πορτογαλία	+27%

ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΒΟΡΕΙΟΣ ΕΛΛΑΣ Ι & ΙΙ

Όπως φαίνεται, στην Ελλάδα έχει επιτραπεί να αυξήσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% μέχρι το 2010 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Όμως σύμφωνα με

στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, μέχρι το 2000 οι εκπομπές της χώρας μας είχαν ήδη αυξηθεί κατά 23,4%, ενώ σύμφωνα με τις προβλέψεις, η αύξηση των εκπομπών κατά το 2010 θα ανέρχεται στο +35,8%. Η μη τήρηση των στόχων θα έχει οδυνηρές συνέπειες για την χώρα μας, αφού σε μια τέτοια περίπτωση προβλέπονται αυστηρά πρόστιμα. Γι' αυτό και είναι επιτακτική η ανάγκη να προωθηθούν μέτρα που θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην ταχεία ανάπτυξη των καθαρών πηγών ενέργειας και εν τέλει στην μείωση των επικίνδυνων αερίων που αποσταθεροποιούν την ατμόσφαιρα της Γης και πυροδοτούν τις κλιματικές αλλαγές.

## **1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας**

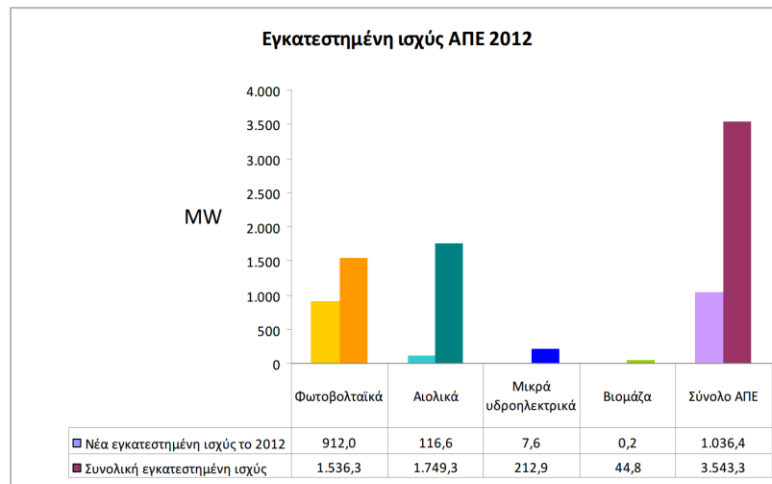
Ως Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας ορίζονται οι ενεργειακές πηγές (ο ήλιος, το νερό, ο άνεμος, η βιομάζα, κλπ.), οι οποίες υπάρχουν σε αφθονία στο φυσικό μας περιβάλλον. Είναι οι πρώτες μορφές ενέργειας που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος, σχεδόν αποκλειστικά, μέχρι τα τέλη του 19<sup>ου</sup> αιώνα, οπότε και στράφηκε στην εντατική χρήση του άνθρακα και των υδρογονανθράκων.

Το ενδιαφέρον για την ευρύτερη αξιοποίηση των Α.Π.Ε., καθώς και για την ανάπτυξη αξιόπιστων και οικονομικά αποδοτικών τεχνολογιών που δεσμεύουν το δυναμικό τους παρουσιάστηκε αρχικά μετά την πρώτη πετρελαϊκή κρίση του 1979 και παγιώθηκε την τελευταία δεκαετία, μετά τη συνειδητοποίηση των παγκόσμιων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Τα εγγενή πλεονεκτήματα των ΑΠΕ και κυρίως η ουσιαστική συμβολή τους στην ενεργειακή ανεξάρτηση της ανθρωπότητας από τους εξαντλημένους ενεργειακούς πόρους, επιτάσσουν αυτήν τη στροφή.

Για πολλές χώρες, οι ΑΠΕ αποτελούν μία σημαντική εγχώρια πηγή ενέργειας, με μεγάλες δυνατότητες ανάπτυξης σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από το ακριβό και εισαγόμενο πετρέλαιο και στην ενίσχυση της ασφάλειας του ενεργειακού τους εφοδιασμού. Παράλληλα, συντελούν και στην προστασία του περιβάλλοντος, καθώς έχει πλέον διαπιστωθεί ότι ο ενεργειακός τομέας είναι ο πρωταρχικός υπεύθυνος για τη ρύπανση του περιβάλλοντος.

Πραγματικά, σχεδόν το 95% της ατμοσφαιρικής ρύπανσης οφείλεται στην παραγωγή, το μετασχηματισμό και τη χρήση των συμβατικών καυσίμων (άνθρακας και πετρέλαιο). Φαίνεται συνεπώς ότι ο μόνος δυνατός τρόπος για να μπορέσει η Ευρωπαϊκή Ένωση να ανταποκριθεί στο φιλόδοξο στόχο που έχει θέσει, για σημαντικό περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), είναι να επιτυγχάνει την ανάπτυξη των ΑΠΕ.

Στο σχήμα 1.1 φαίνεται η εγκατεστημένη ισχύς από ΑΠΕ στην Ελλάδα το έτος 2012.



Πηγές: ΛΑΓΗΕ, ΔΕΔΔΗΕ

### Διάγραμμα εγκατεστημένης ισχύς ΑΠΕ έως το 2012 (1)

#### • ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ

Τα κύρια πλεονεκτήματα των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Α.Π.Ε.) είναι τα εξής:

- Είναι πολύ φιλικές προς το περιβάλλον και τον άνθρωπο και η αξιοποίησή τους είναι γενικά αποδεκτή από το κοινό.
- Δεν πρόκειται να εξαντληθούν ποτέ, σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα.
- Μπορούν να βοηθήσουν την ενεργειακή αυτάρκεια μικρών και αναπτυσσόμενων χωρών, καθώς και να αποτελέσουν την εναλλακτική πρόταση σε σχέση με την οικονομία του πετρελαίου.
- Είναι ευέλικτες εφαρμογές που μπορούν να παράγουν ενέργεια ανάλογη με τις ανάγκες του επιτόπου πληθυσμού, καταργώντας την ανάγκη για τεράστιες μονάδες παραγωγής ενέργειας (καταρχήν για την ύπαιθρο) αλλά και για μεταφορά της ενέργειας σε μεγάλες αποστάσεις.
- Ο εξοπλισμός είναι απλός στην κατασκευή και τη συντήρηση και έχει μεγάλο χρόνο ζωής.
- Αύξηση της ανταγωνιστικότητας, μετά την πλήρη απελευθέρωση αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας.
- Αύξηση θέσεων εργασίας σε όλα τα στάδια κατασκευής, μεταφοράς, εγκατάστασης, συντήρησης, φύλαξης των ανεμογεννητριών στα αιολικά και ηλιακά πάρκα.

- Αύξηση εισοδήματος αναπτυσσομένων περιφερειών από την εισροή κεφαλαίων επενδυτών και επιδότησης από Ε.Ε.
- Αισθητική εναρμόνιση σε περιβάλλοντες χώρους μικρής κλίμακας ειδικά σε αποψιλωμένα βουνά.
- Συμβολή στην μείωση εκπομπών αερίων θερμοκηπίου και επίτευξη του στόχου παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. μέχρι το 2010 στο 20% .
- Εξοικονόμησης ενέργειας π. χ με τη θέρμανση νερού με ηλιακούς θερμοσίφωνες.
- Έχουν συνήθως χαμηλό λειτουργικό κόστος που δεν επηρεάζεται από τις διακυμάνσεις της διεθνούς οικονομίας και ειδικότερα των τιμών των συμβατικών καυσίμων.

### **1.3 Μορφές-Τεχνολογίες Α.Π.Ε.**

#### **1.3.1 Ηλιακή ενέργεια**

Η ηλιακή ενέργεια στο σύνολο της είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο, και ως εκ τούτου δεν υπάρχουν περιορισμοί χώρου και χρόνου για την εκμετάλλευσή της. Όσον αφορά την εκμετάλλευση της, θα μπορούσαμε να πούμε ότι χωρίζεται σε τρεις κατηγορίες εφαρμογών :

1) Τα παθητικά ηλιακά συστήματα, 2) τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα και 3) τα φωτοβολταϊκά συστήματα. Τα παθητικά και τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα εκμεταλλεύονται τη θερμότητα που εκπέμπεται μέσω της ηλιακής ακτινοβολίας, ενώ τα φωτοβολταϊκά συστήματα στηρίζονται στη μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρικό ρεύμα μέσω του φωτοβολταϊκού φαινομένου.

Η ηλιακή ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κατοικίες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για θέρμανση του νερού. Τα σημαντικότερα οφέλη από την χρήση της ηλιακής ενέργειας σε κατοικίες είναι, η εξοικονόμηση ενέργειας και η μηδενική ρύπανση σε σχέση με άλλες πηγές ενέργειας που τροφοδοτούν μια κατοικία.

### 1.3.2 Αιολική ενέργεια

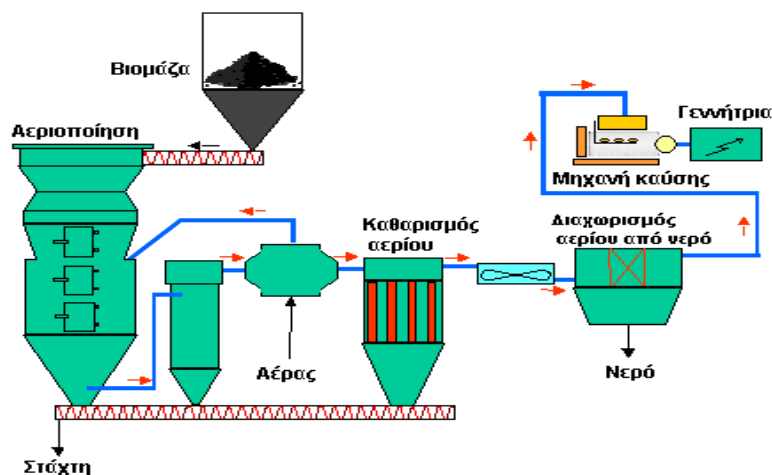
Αιολική ενέργεια ονομάζεται η ενέργεια που παράγεται από την εκμετάλλευση του πνέοντος ανέμου. Η ενέργεια αυτή χαρακτηρίζεται " ήπια μορφή ενέργειας " και περιλαμβάνεται στις «καθαρές» πηγές όπως συνηθίζονται να λέγονται οι πηγές ενέργειας που δεν εκπέμπουν ή δεν προκαλούν ρύπους. Η αρχαιότερη μορφή εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας ήταν τα ιστία (πανιά) των πρώτων ιστιοφόρων πλοίων και πολύ αργότερα οι ανεμόμυλοι στην ξηρά. Η αιολική ενέργεια αποτελεί σήμερα μια ελκυστική λύση στο πρόβλημα της ηλεκτροπαραγωγής. Το «καύσιμο» είναι άφθονο, αποκεντρωμένο και δωρεάν. Δεν εκλύονται αέρια θερμοκηπίου και άλλοι ρύποι, και οι επιπτώσεις στο περιβάλλον είναι μικρές σε σύγκριση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από συμβατικά καύσιμα. Με την χρήση ανεμογεννητριών μικρής ισχύος, μπορούμε να εκμεταλλευτούμε την αιολική ενέργεια και να την χρησιμοποιήσουμε για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών σε μια κατοικία. Επίσης, τα οικονομικά οφέλη μιας περιοχής από την ανάπτυξη της αιολικής βιομηχανίας είναι αξιοσημείωτα.

### 1.3.3 Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα ονομάζουμε οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς ( όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Μια μορφή βιομάζας : pellets (συσσωματώματα) τα οποία προκύπτουν από τη μηχανική συμπίεση πριονιδιού, χωρίς την προσθήκη χημικών ή συγκολλητικών ουσιών. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχονται 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 που προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι ένα είδος βιομάζας. Στις μέρες μας, 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 και ζωικά απόβλητα. Αλλά και πολλές σύγχρονες κατοικίες χρησιμοποιούν σήμερα την βιομάζα με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας.

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 των πόλεων και των βιομηχανιών, μπορούμε να τα μετατρέψουμε σε ενέργεια.



**Σχήμα 1.2: Σχηματική παράσταση παραγωγής ενέργειας από βιομάζα (2)**

### 1.3.4 Γεωθερμική ενέργεια

Ανάλογα με τη θερμοκρασία των γεωθερμικών ρευστών που λαμβάνονται με γεωτρήσεις, διακρίνεται σε "χαμηλής" (25 – 1000°C), "μέσης" (25 – 1000°C) και "υψηλής" (άνω των 1500°C) ενθαλπίας. Η γεωθερμική ενέργεια χαμηλής και μέσης ενθαλπίας βρίσκει πολλές εφαρμογές στη γεωργική βιομηχανία και σε κατοικίες για τη θέρμανση χώρων και την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας.

Η εφαρμοζόμενη τεχνολογία, σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά του γεωθερμικού ρευστού, αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα για τον περιορισμό των επιπτώσεων στο περιβάλλον. Με την επιστροφή των ρευστών στο υπέδαφος αμέσως μετά τη χρήση τους μέσω μίας ιδιαίτερης γεώτρησης μπορεί να αντιμετωπίζονται ικανοποιητικά οι επιπτώσεις στο περιβάλλον.

### 1.3.5 Εξοικονόμηση ενέργειας

Η διαρκώς αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας αλλά και η επιδείνωση του προβλήματος της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, έχουν αποκτήσει ιδιαίτερη σημασία και η επίλυση τους έχει γίνει επιτακτική ανάγκη σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι προσπάθειες συγκλίνουν στον περιορισμό της κατανάλωσης ενέργειας, ιδιαίτερα από συμβατικά καύσιμα, με άμεση συνέπεια τον περιορισμό των ρύπων που εκπέμπονται στην ατμόσφαιρα και κυρίως των αερίων που συμβάλλουν στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Η ορθολογική χρήση ενέργειας μας δίνει τη δυνατότητα να εξοικονομήσουμε ενέργεια σε όλους τους τομείς, χωρίς να μειώσουμε, κατ' ανάγκη, τα επίπεδα διαβίωσης μας στα κτίρια. Εκμεταλλευόμενοι νέα συστήματα, τεχνολογίες και υλικά και κυρίως τις Ανανεώσιμες



Πηγές Ενέργειας (όπως τον ήλιο, τον αέρα, την γεωθερμία και την βιομάζα), μπορούμε να πετύχουμε και τους δύο στόχους, δηλαδή μείωση της κατανάλωσης συμβατικών καύσιμων και προστασία του περιβάλλοντος.

Η προσπάθεια αυτή έχει ήδη ξεκινήσει και μας αφορά όλους γιατί έχουμε σημαντικά οφέλη σε κάθε επίπεδο, οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό και μπορούμε έτσι να συμβάλλουμε στην επίτευξη αυτών των στόχων.

Τα κέρδη από την ορθολογική χρήση ενέργειας στα κτίρια κατοικίας είναι πολλαπλά και περιλαμβάνουν την:

- Μείωση της κατανάλωσης ενέργειας για την θέρμανση, τον δροσισμό, τον φωτισμό και τις οικιακές συσκευές.
- Βελτίωση των εσωτερικών συνθηκών άνεσης, όλο το χρόνο.
- Εξοικονόμηση χρημάτων στον οικογενειακό προϋπολογισμό.
- Ορθολογική χρήση και εξοικονόμηση φυσικών πόρων.
- Μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος στις πόλεις, όπου ζούμε αλλά και συμβολή στην προστασία του πλανήτη.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας που μπορεί ο καθένας να εφαρμόσει στο σπίτι, στη δουλειά, στον ελεύθερο χρόνο και στη καθημερινή ζωή. Μερικοί τρόποι εξοικονόμησης ενέργειας σε μια κατοικία είναι:

- Αγοράζουμε ηλεκτρικές συσκευές με μεγάλη ενεργειακή αποδοτικότητα.
- Αντικαθιστούμε τους λαμπτήρες που χρησιμοποιούμε πιο πολύ με λαμπτήρες χαμηλής κατανάλωσης.
- Δεν αφήνουμε σε κατάσταση αναμονής της ηλεκτρικές μας συσκευές αλλά τις σβήνουμε πραγματικά.
- Τοποθετούμε ηλιακούς συλλέκτες στην στέγη του σπιτιού μας.
- Σβήνουμε τα φώτα όταν δεν τα χρειαζόμαστε.
- Μονώνουμε το θερμοσίφωνα, τα πατώματα και τους τοίχους.
- Φράζουμε τις χαραμάδες σε πόρτες και παράθυρα.

### **1.3.6 Βιοκλιματικός σχεδιασμός**

Η οικολογική δόμηση ή βιοκλιματικός σχεδιασμός έχει στόχο τη σωστή κατασκευή και διαχείριση των κτιρίων. Η φιλοσοφία του σχεδιασμού αυτού αποβλέπει στη δημιουργία κτιρίων που εναρμονίζονται με το περιβάλλον τους εκμεταλλευόμενα στο μέγιστο δυνατό τις συνθήκες που αυτό ορίζει. Η μορφολογία, ο προσανατολισμός, το κλίμα είναι μερικές από τις παραμέτρους που λαμβάνονται υπόψη από την αρχή ώστε το κτίριο να επιτύχει μέγιστες συνθήκες άνεσης με όσο το δυνατόν λιγότερη κατανάλωση ενέργειας.

Η οικολογική δόμηση δεν είναι κάτι καινούργιο, έχει τις ρίζες της στις βασικές αρχές της παραδοσιακής αρχιτεκτονικής. Τότε που η εργασία και η διαβίωση των ανθρώπων ήταν άμεσα συνδεδεμένη με το φυσικό τους περιβάλλον. Από τότε όμως μέχρι σήμερα, οι συνθήκες έχουν αλλάξει. Μεταπολεμικά, η συσσώρευση πληθυσμού στις μεγάλες πόλεις προκάλεσε την επείγουσα ανάγκη της μαζικής παραγωγής στον τομέα των κατασκευών. Οι νέες συνθήκες ζωής απομάκρυναν τη δόμηση από τους στόχους της άνεσης,

λειτουργικότητας, υγείας, ανταπόκρισης στο περιβάλλον οδηγώντας την σε λύσεις γρήγορες, ενεργειακά «σπάταλες», περιβαλλοντικά επιβλαβείς.

Σήμερα, οι καταστροφικές συνέπειες της μόλυνσης του περιβάλλοντος και η συνεχής αύξηση του κόστους πρώτων υλών έχει κρούσει τον κώδωνα κινδύνου σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι περισσότερες χώρες πλέον, αναγνωρίζουν ότι οι μόνη λύση για το μέλλον της ανθρωπότητας είναι η χάραξη κοινής πολιτικής με γνώμονα τη προστασία του περιβάλλοντος και τη χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Σταδιακά γίνεται κατανοητό ότι η παγκόσμια στροφή στον βιοκλιματικό σχεδιασμό δεν είναι απλά ένα νέο ρεύμα με στόχο το μονομερές κέρδος, αλλά η μόνη πρόταση απέναντι στη δραματική μείωση των αποθεμάτων πρώτων υλών και τη καταστροφή του πλανήτη.

Τις δυο τελευταίες δεκαετίες η ανάγκη για μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης και η προσπάθεια για ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον τείνουν να αλλάξουν σημαντικά τις αντιλήψεις στο σχεδιασμό των κτιρίων. Οι αρχές αυτές της θεωρίας του Βιοκλιματικού Σχεδιασμού εκφράζονται από τη μεταφορά πρακτικών και μεθόδων του παρελθόντος προσαρμοσμένων στις σύγχρονες απαιτήσεις της δόμησης.

Στην Ελλάδα η λαϊκή εμπειρία και γνώση ενσωματώθηκαν στα κτίρια με απλούς και ίσως όχι συνειδητούς τρόπους. Οι παραδοσιακοί χτίστες ήταν αναγκασμένοι – ελλείψει τεχνολογικών μέσων και αφθονίας υλικών - να προσαρμόσουν την κατοικία και τον οικισμό στα κλιματικά, τοπογραφικά και γενικότερα, περιβαλλοντικά δεδομένα του τόπου τους με τον καλύτερο δυνατό τρόπο. Στόχος, η καλύτερη προστασία από τις κλιματικές συνθήκες αλλά και η μέγιστη οικονομία δυνάμεων και πόρων. Η παραδοσιακή ελληνική αρχιτεκτονική είχε ενσωματώσει πολλές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού, που σήμερα μελετώνται και αναλύονται, όχι για να γίνουν αυτούσια μιμητικά πρότυπα, αλλά, για να αποτελέσουν θεμέλιο σύγχρονων ιδεών και προτάσεων.

Η παραδοσιακή κατοικία ήταν αποτέλεσμα της αυτοδίδακτης γνώσης του πρωτομάστορα, του τεχνίτη και της αρχιτεκτονικής παράδοσης που μεταφερόταν από γενιά σε γενιά. Καταρχήν, υπήρχε βαθιά εμπειρική γνώση των κλιματικών δεδομένων, της κίνησης του ήλιου και των επικρατέστερων τοπικών συνθηκών. Τα σπίτια και οι εσωτερικοί χώροι προσανατολιζόνταν έτσι, ώστε να είναι δροσερά το καλοκαίρι και ζεστά το χειμώνα. Αυτό που σήμερα ονομάζουμε παθητικά ηλιακά συστήματα θέρμανσης και δροσισμού. Τα επίπεδα φωτισμού ήταν επίσης μελετημένα. Παρατηρούμε σε διαφορετικές περιοχές συστήματα περιορισμού του έντονου καλοκαιρινού φωτός.

Επίσης, χρησιμοποιούνταν κατά κανόνα τοπικά υλικά, χαμηλής εμπειριεχόμενης ενέργειας και υψηλής θερμικής μάζας. Έτσι τα σπίτια είχαν χαμηλές ενεργειακές ανάγκες και δημιουργούσαν συνθήκες θερμικής και οπτικής άνεσης για μεγάλα διαστήματα του έτους. Στις Κυκλάδες, μετρήσεις που συγκρίναν την εσωτερική θερμική συμπεριφορά παραδοσιακών και σύγχρονων κατοικιών απέδειξαν ότι οι σύγχρονες κατασκευές, ακόμη και οι πέτρινες, δεν μπορούν να δημιουργήσουν το θερμικά και οπτικά άνετο και χωρίς έντονες διακυμάνσεις μικροκλίμα των παραδοσιακών.

Οι σύγχρονες ανάγκες υπαγορεύουν πιο ευρύχωρες κατοικίες με μεγάλα ανοίγματα, όψεις και θέες, οι οποίες βρίσκονται σε αντιδιαστολή προς της μεγάλης θερμικής μάζας, με μικρά

ανοίγματα, συμπαγείς κατασκευές του παρελθόντος. Φυσικά, η τεχνολογία και μορφολογία του παρελθόντος δεν θα μπορούσε να αντιγραφεί σήμερα χωρίς να γίνει γραφική, παρόλα αυτά όμως, στην αναζήτηση του βιοκλιματικού κτιρίου, η παραδοσιακή κατοικία μπορεί να προσφέρει σημαντικές πληροφορίες στο σύγχρονο σχεδιασμό. Οι αρχές της οικολογικής-βιοκλιματικής δόμησης που εντοπίζονται στις κατασκευές του παρελθόντος έχουν τη δυνατότητα να προσαρμοστούν στις σύγχρονες ανάγκες. Στόχος είναι να δημιουργηθεί μια νέα αρχιτεκτονική, που δεν θα αποτελεί απλά την εφαρμογή τεχνολογιών και συστημάτων σε κατά τα άλλα συμβατικές κατασκευές.

Γενικές αρχές βιοκλιματικού σχεδιασμού για κατοικίες:

- Προσανατολισμός της κύριας όψης και των μεγαλύτερων ανοιγμάτων προς τον νότο.
- Συμπαγείς τοίχοι με μικρά ανοίγματα προς τον βορρά για προστασία από τους ψυχρούς βόρειους ανέμους.
- Εκμετάλλευση της θερμικής μάζας του κτιρίου για εξισορρόπηση των θερμοκρασιακών μεταβολών.
- Εκμετάλλευση της θερμικής αδράνειας του εδάφους, σε υπόσκαφα κτίρια ή σε κτίρια τοποθετημένα σε πλαγιές με μεγάλη κλίση.
- Σωστή χρήση της βλάστησης για ηλιοπροστασία, σκίασμό αλλά και προστασία από τους ανέμους.

#### **1.4 Σκοπός πτυχιακής**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία μελετά τριών ειδών αυτόνομες ενεργειακά κατοικίες με την χρήση ήπιων μορφών ενέργειας. Θα σχεδιαστεί ένα σύστημα που θα περιλαμβάνει 3 τύπους ενέργειας : φωτοβολταϊκό, ανεμογεννήτρια και σύστημα συμπαγωγής ηλεκτρισμού-θερμότητας μικρής κλίμακας (Micro CHP). Σκοπός είναι να εξαχθούν συμπεράσματα για το ενεργειακό και οικονομικό όφελος που έχει η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε μία κατοικία σε σχέση με τροφοδότηση με συμβατικές πηγές ενέργειας.

## **2. Ανεμογεννήτριες**

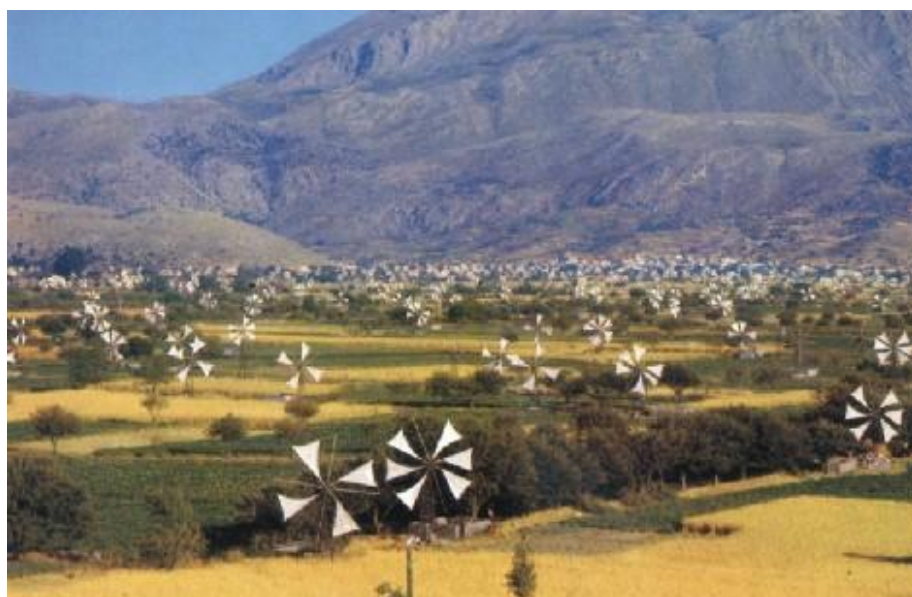
### **2.1 Εισαγωγή**

Ο άνεμος έχει χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας από τα πανάρχαια χρόνια. Χώρες χρωστούσαν τον πλούτο και την ναυτιλιακή ικανότητά τους στον άνεμο που κινούσε τα ιστιοφόρα πλοία τους. Στην ξηρά εξάλλου χρησιμοποιήθηκε στους ανεμόμυλους άντλησης νερού ή άλεσης σιτηρών.

Η κινητική ενέργεια του ανέμου οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία και περίπου το 2% της ηλιακής ενέργειας που προσπίπτει στον πλανήτη μας μετατρέπεται σε αιολική ενέργεια. Η ισχύς των ανέμων σ' όλη τη γη υπολογίζεται σε 3.610 MW<sup>9</sup>. Ενδεικτικά οι ενεργειακές ανάγκες των Η.Π.Α. είναι μόλις το 10% της ενέργειας των ανέμων που πνέουν εκεί, γεγονός που αποδεικνύει πόσο πλούσια πηγή ενέργειας είναι ο άνεμος. Η ισχύς ρεύματος γενικά είναι ανάλογη της πυκνότητας του και του κύβου της ταχύτητας του. Έτσι για την ίδια

ταχύτητα και διατομή ένα ρεύμα αέρα θα έχει περίπου 800 φορές μικρότερη από αντίστοιχη δέσμη νερού. Η αιολική ενέργεια συνεπώς είναι μια «αραιή» μορφή ενέργειας, δηλαδή είναι μικρή η ποσότητα ενέργειας ανά μονάδα χρόνου που μπορεί να δεσμευτεί σε κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας που προσβάλλεται από τον άνεμο. Για παράδειγμα άνεμος εντάσεως 5 μποφόρ, περίπου 9,5 m/s, έχει ισχύ 500 W ανά m<sup>2</sup> προσβαλλόμενης επιφάνειας, ενώ ένας ατμοκινητήρας (Α/Κ) μπορεί στην καλύτερη περίπτωση να δεσμεύσει το 48% αυτής της ισχύος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την ανάγκη κατασκευής μονάδων, μεγάλων διαστάσεων. Σ' αυτό το μειονέκτημα ανταπεξέρχεται με επιτυχία η σημερινή τεχνολογία με την κατασκευή ανεμογεννητριών μεγάλων διαστάσεων που ανταγωνίζονται οικονομικά τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Παράλληλα η αιολική ενέργεια χαρακτηρίζεται από το πλεονέκτημα ότι δίνει απ' ευθείας μηχανική ενέργεια, μία «αναβαθμισμένη» κατά την τεχνική ορολογία, μορφή ενέργειας με πολύ υψηλό βαθμό απόδοσης και που με απλά μέσα μετατρέπεται σε οποιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας.

Η αιολική ενέργεια αποτελεί συνεπώς μια αστείρευτη πηγή ενέργειας με αξιοσημείωτο δυναμικό και με δωρεάν πρώτη ύλη στη διάθεση της ανθρωπότητας και προβάλλει σήμερα ως μία από τις πιο κατάλληλες εναλλακτικές πηγές για την παραγωγή ηλεκτρισμού αλλά και για άλλες χρήσεις.



**Σχήμα 3.1: Οι ανεμόμυλοι στην περιοχή του Οροπεδίου Λασιθίου (3)**

Οι ανεμόμυλοι αναπτύχθηκαν από αρχαιότατων χρόνων και για πολλούς αιώνες χρησιμοποιήθηκαν ευρύτατα ιδιαίτερα σε αγροτικές εφαρμογές. Η εποχή άλλωστε, που έγινε πολύ εκτεταμένη χρήση ανεμόμυλων, είναι σχετικά πρόσφατη. Για παράδειγμα στις Η.Π.Α. κατασκευάστηκαν περίπου έξι εκατομμύρια ανεμόμυλοι ανάμεσα στα 1880 και στον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Μετά τον πόλεμο η χρήση τους αρχίζει να υποχωρεί και οι βασικοί λόγοι που οδήγησαν στο γεγονός αυτό είναι δύο. Ο πρώτος είναι η ανάπτυξη άλλων μορφών ενέργειας που παρουσιάζουν μεγαλύτερη πυκνότητα και ταυτόχρονα είναι

απαλλαγμένες από τον στατιστικό χαρακτήρα του ανέμου, δηλαδή παρουσιάζουν μεγαλύτερη αξιοπιστία διαθεσιμότητας. Ο δεύτερος βρίσκεται στη δημιουργία εκτεταμένων ηλεκτρικών δικτύων, που φθάνουν ακόμα και στα πιο βασικά απομακρυσμένα και απομονωμένα μέρη. Με αυτά τα δεδομένα έπαψε κάθε ενδιαφέρον γύρω από ανεμόμυλους για περίπου τριάντα χρόνια, μετά τον 2<sup>ο</sup> Παγκόσμιο Πόλεμο.

Όμως την τελευταία δεκαετία το ενδιαφέρον σχετικά με την αιολική ενέργεια γνωρίζει νέα άνθιση. Έναυσμα έδωσε η πετρελαϊκή κρίση του 1973. Το κίνητρο ήταν καθαρά οικονομικό γιατί έπρεπε να βρεθούν και να αξιοποιηθούν νέες πηγές ενέργειας. Στη συνέχεια εμφανίστηκε και ένας νέος παράγοντας, που τη φορά αυτή ήταν οικολογικός. Η προστασία του φυσικού περιβάλλοντος άρχισε να απασχολεί έντονα τόσο τους επιστήμονες όσο και την κοινή γνώμη.

Έτσι δημιουργήθηκε νέο ενδιαφέρον για ήπιες μορφές ενέργειας, οι οποίες έχουν ένα κοινό χαρακτηριστικό που τις κάνει ιδιαίτερα ελκυστικές, είναι ανανεώσιμες. Κάτω από αυτές τις συνθήκες οι ανεμόμυλοι ξεπέρασαν το προηγούμενο στάδιο τους (που τους ήθελε σχεδόν αποκλειστικά σε αγροτικές εφαρμογές), και μπήκαν στη (συμ)παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

## **2.2 Πλεονεκτήματα αιολικής ενέργειας**

Η αιολική ενέργεια είναι μία τεχνολογικά ώριμη και φιλική προς το περιβάλλον ενεργειακή επιλογή. Τα πλεονεκτήματά της είναι σημαντικά και ειδικά στην χώρα μας που οι συνθήκες είναι ευνοϊκότερες για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας.

- Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι η αιολική ενέργεια δεν εξαντλείται σε αντίθεση με το σύνολο των συμβατικών καυσίμων, των οποίων τα αποθέματα αναμένεται να εξαντληθούν σύντομα.
- Η αιολική ενέργεια προστατεύει τον πλανήτη αφού δεν επιβαρύνει τα οικοσυστήματα των περιοχών εγκατάστασης, ενώ αποφεύγονται οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.
- Η χώρα μας διαθέτει πολύ υψηλό δυναμικό και μάλιστα άριστης ποιότητας.
- Το κόστος της παραγωγής αιολικής ενέργειας δεν είναι απαγορευτικό για μικρές εφαρμογές, σε αντίθεση με τους συμβατικούς τρόπους ηλεκτροπαραγωγής.
- Το αιολικό δυναμικό της χώρας μας είναι γεωγραφικά διεσπαρμένο, οδηγώντας στην αποκέντρωση του ενεργειακού συστήματος.
- Για κάθε MW εγκατεστημένης ισχύος αιολικής ενέργειας δημιουργούνται 15 με 20 θέσεις εργασίας.
- Η αιολική ενέργεια συμβάλλει στην τοπική ανάπτυξη.



### **2.3 Μειονεκτήματα αιολικής ενέργειας**

Τα κυριότερα μειονεκτήματα που αποδίδονται στην αιολική ενέργεια είναι τα παρακάτω:

- Η χαμηλή ροή αξιοποιήσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου κατατάσσει την αιολική ενέργεια στις «αραιές» μορφές ενέργειας. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τη χρήση είτε μεγάλου αριθμού ανεμογεννητριών είτε την χρήση μηχανών μεγάλων διαστάσεων, για την παραγωγή της επιθυμητής ποσότητας ενέργειας.
- Η αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης της ταχύτητας και της διεύθυνσης των ανέμων δεν μας δίνει τη δυνατότητα να έχουμε την απαραίτητη αιολική ενέργεια τη στιγμή που την χρειαζόμαστε. Το γεγονός αυτό μας υποχρεώνει να χρησιμοποιούμε τις αιολικές μηχανές κυρίως σαν εφεδρικές πηγές ενέργειας σε συνδυασμό πάντοτε με κάποια άλλη πηγή ενέργειας.
- Σε περιπτώσεις διασύνδεσης της αιολικής εγκατάστασης με το ηλεκτρικό δίκτυο η παραγόμενη ενέργεια δεν πλήρη πάντοτε τις τεχνικές απαιτήσεις του δικτύου, με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η τοποθέτηση αυτοματισμών ελέγχου, μηχανημάτων ρύθμισης τάσεως και συχνότητας, καθώς και ελέγχου της άεργης ισχύος.
- Σε περιπτώσεις αυτόνομων μονάδων είναι απαραίτητη η ύπαρξη συστημάτων αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, σε μία προσπάθεια να έχουμε συγχρονισμό της ζήτησης και της διαθέσιμης ενέργειας.
- Από το σύνολο της αποροφούμενης αιολικής ενέργειας από μια ανεμογεννήτρια, μόνο ένα περιορισμένο μέρος της μετατρέπεται σε ωφέλιμη ενέργεια λόγω των αεροδυναμικών και των μηχανικών απωλειών και περιορισμών.

### **2.4 Η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα**

Η Ελλάδα βρίσκεται στην ιδιαίτερη προνομιούχα θέση να διαθέτει ένα από τα υψηλότερα αιολικά δυναμικά ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Από τις πλέον πρόσφορες περιοχές για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών είναι η νότια Πελοπόννησος, η ανατολική Στερεά, η Κρήτη και τα νησιά του Αιγαίου στα οποία πνέουν συχνά ισχυροί άνεμοι, μέσης ταχύτητας τα 10m/s. Κατά συνέπεια μπορεί να αποτελέσει μοχλό για την ανάπτυξη της ενεργειακής αγοράς.

Το αιολικό δυναμικό της Ελλάδας μπορεί να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των ηλεκτρικών αναγκών της και ιδιαίτερα αυτές των νησιών.

Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα ξεκίνησε πριν από 25 χρόνια περίπου, σαν μία προσπάθεια καταγραφής του ανέμου και εκτίμησης του αιολικού δυναμικού από την Δ.Ε.Η./ΔΕΜΕ (Διεύθυνση Εναλλακτικών Μορφών Ενέργειας).

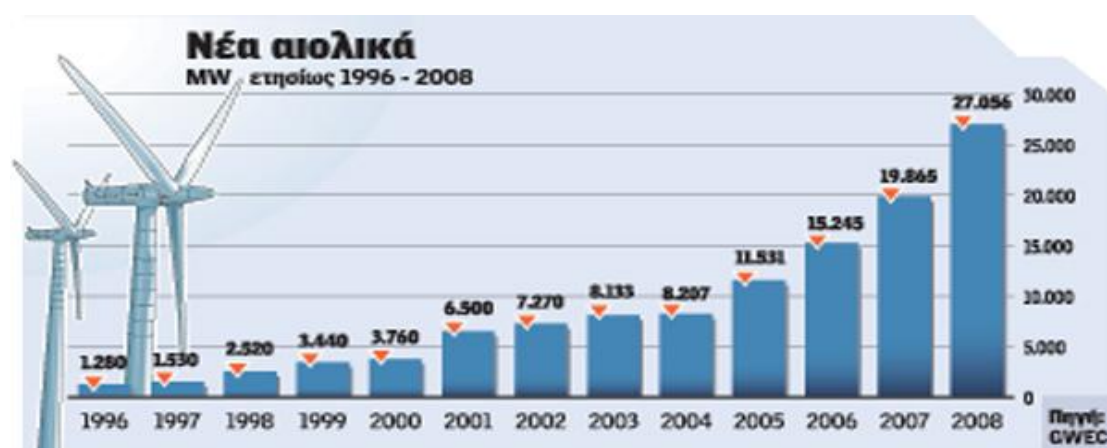
Τα αποτελέσματα σχετικής μελέτης της Δ.Ε.Η. δείχνουν την δυνατότητα κάλυψης 6,46Twh/έτος από αιολική ενέργεια που αντιπροσωπεύει το 15% των ηλεκτρικών αναγκών της χώρας. Το ποσό αυτό κατανέμεται στις Κυκλάδες με 3,15 Twh/έτος, την Εύβοια με 0,96Twh/έτος, την ηπειρώτικη χώρα με 1,61 Twh/έτος και την Κρήτη με 0,74 Twh/έτος. Επίσης, έχει αποδεικτική από τη Δ.Ε.Η. ότι η εκμετάλλευση μόνο του 10% του γνωστού αιολικού δυναμικού, περίπου 1200 MW αιολικής ισχύος είναι οικονομικά βιώσιμη, ενώ οποιαδήποτε μικτότερη διεύρυνση είναι οικονομικά επικερδής.

Από το 1982 έως το 1984 εγκαταστάθηκαν ανεμογεννήτριες στην Άνδρο, τη Σάμο, τη Χίο, την Κρήτη, τη Κύθνο, τη Λήμνο και την Κάρπαθο.

Το πρώτο αιολικό κατασκευάστηκε στην Κύθνο και άρχισε να λειτουργεί το 1982 περιλαμβάνοντας 5 ανεμογεννήτριες, συνολικής ισχύος αρχικά 20 KW και αργότερα 33KW . μέχρι το 1994 είχαν εγκατασταθεί συνολικά 13 αιολικά πάρκα σε νησιά του Αιγαίου.

Το 1991 στο πλαίσιο ενός δεκαετούς αναπτυξιακού προγράμματος που εξήγγειλε η Δ.Ε.Η., υπογράφηκαν συμβάσεις για την κατασκευή αιολικών πάρκων στη Σάμο (2 MW), τη Χίο (2 MW), την Άνδρο (1,5 MW), τη Λέσβο (2 MW), τα Ψαρά (2 MW), την Εύβοια (5 MW), και την Κρήτη (5 MW) με 50 % χρηματοδότηση από τα κοινοτικά προγράμματα ΜΟΠ (Μεσογειακά Ολοκληρωμένα Προγράμματα) και VALOREN.

Το αιολικό πάρκο της Εύβοιας που τέθηκε σε λειτουργία το 1993 με 17 ανεμογεννήτριες, και το αιολικό πάρκο στη Σητεία της Κρήτης είναι τα 2 μεγαλύτερα της Μεσογείου. Σε αυτά περιλαμβάνονται από το 1990 το αιολικό της Σαμοθράκης, ισχύος 220 KW, που αποτελείται από 4 ανεμογεννήτριες. Στο σχήμα 3.2 παρουσιάζεται η εξέλιξη της ετήσιας παραγωγής ενέργειας από ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα από το 1996-2008.



**Σχήμα 3.2: Ετήσια παράγωγή ενέργειας από ανεμογεννήτριες στην Ελλάδα (4)**

Με την αλλαγή του οικονομικού καθεστώτος, στα τέλη του 1994 και ουσιαστικά στα μέσα του 1995 (εκδόθηκαν τα σχετικά προεδρικά διατάγματα), εκδηλώθηκε ζωηρότατο ενδιαφέρον, κυρίως από ιδιώτες και οργανισμοί τοπικής αυτοδιοίκησης οι οποίοι απέκτησαν δικαίωμα κατασκευής και λειτουργίας αιολικών μονάδων (όπως και μονάδων άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας).

Το πρώτο εξάμηνο του 1998, 5 ενεργά συνολικής ισχύος 26,5 MW έχουν λάβει την απαιτούμενη άδεια εγκατάστασης ενώ το 1997, 8 έργα αιολικής ενέργειας συνολικής ισχύος 40 MW ολοκλήρωσαν τη διαδικασία αδειοδότησης.

Η εγκαταστημένη ισχύς από αιολικά πάρκα για την περίοδο από το 1996 έως το 1999 πενταπλασιάστηκε, από 27 MW σε 110 MW, το έτος 2000 εγκαταστάθηκαν 150 MW, το 2001 εγκαταστάθηκαν 84 MW, το 2002 εγκαταστάθηκαν 57 MW και το 2003 εγκαταστάθηκαν μόνο 20 MW, αλλά μέχρι και το 2005 παρατηρείται αύξηση με ρυθμό ρεκόρ στην εγκαταστημένη ισχύ.

Η αιολική ενέργεια τα τελευταία χρόνια γνωρίζει ικανοποιητική ανάπτυξη στην Κρήτη τόσο από άποψη μελετών όσο και από άποψη εφαρμογής.

Η σύγχρονη ανάπτυξη Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν η Δ.Ε.Η. εγκατέστησε τα πρώτα Αιολικά Πάρκα στην περιοχή της μονής Τοπλού στη Σητεία του νομού Λασιθίου. Ένα από αυτά αποτελείται από 17 ανεμογεννήτριες ισχύος 300 KW και 3 ανεμογεννήτριες ισχύος 500 KW (συνολική εγκατεστημένη ισχύ 6,6 MW).

Έκτοτε, η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, οδήγησε πολλούς επενδυτές να υλοποιήσουν δεκάδες εγκαταστάσεις Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα. Το ενδιαφέρον για επενδύσεις Αιολικών Πάρκων παραμένει αμείωτο ακόμα και σήμερα, γεγονός που επιβεβαιώνει τα πολύ καλά χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά των επενδύσεων Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη.

Στην Κρήτη την περίοδο 2000-2002 η αιολική ενέργεια κάλυψε το 10 % της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

## **2.5 Η αιολική ενέργεια στην Κρήτη**

Η αιολική ενέργεια τα τελευταία χρόνια γνωρίζει ικανοποιητική ανάπτυξη στην Κρήτη τόσο από άποψη μελετών όσο και από άποψη εφαρμογής. Η σύγχρονη ανάπτυξη Αιολικών Πάρκων στην Κρήτη ξεκίνησε στις αρχές της δεκαετίας του 1990, όταν η Δ.Ε.Η. εγκατέστησε τα πρώτα Αιολικά Πάρκα στην περιοχή της μονής Τοπλού στη Σητεία του νομού Λασιθίου. Ένα από αυτά αποτελείται από 17 ανεμογεννήτριες ισχύος 300 KW και 3 ανεμογεννήτριες ισχύος 500 KW (συνολική εγκατεστημένη ισχύ 6,6 MW). Έκτοτε, η απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα, οδήγησε πολλούς επενδυτές να υλοποιήσουν δεκάδες εγκαταστάσεις Αιολικών Πάρκων στην Ελλάδα. Το ενδιαφέρον για επενδύσεις Αιολικών Πάρκων παραμένει αμείωτο ακόμα και σήμερα, γεγονός που επιβεβαιώνει τα πολύ καλά χρηματοοικονομικά χαρακτηριστικά των επενδύσεων Αιολικών Πάρκων στην



Κρήτη. Στην Κρήτη την περίοδο 2000-2002 η αιολική ενέργεια κάλυψε το 10 % της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Στο σχήμα 3.3 παρουσιάζονται οι αιολικές μονάδες στην Κρήτη και η απόδοσή τους.

	Ημερ. Έκδοσης	ΕΤΑΙΡΕΙΑ	ΙΣΧΥΣ (MW)	Τεχνολογία	Νομός	Δήμος/Κοιν.	Θέση
1	18/06/01	ΑΝΕΜΟΕΣΣΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΕ	5,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΒΙΓΛΙ
2	18/06/01	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΥΩΝ ΑΕ	10,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ
3	18/06/01	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΧΛΑΔΙΩΝ ΑΕ	10,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΑΓΡΙΛΙΔΑ,ΒΕΛΗΡΑΣ
4	18/06/01	ΑΕΟΛΟΣ Α.Ε.	9,90	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΛΕΥΚΗΣ	ΧΑΝΔΡΑΣ
5	16/07/01	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΑΒΕΕ	10,20	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΠΛΑΚΟΚΕΡΑΤΙΑ ΜΗΤΑΤΟΥ
6	22/10/01	ΡΟΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗ ΑΒΕΕ	3,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ
7	22/10/01	ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ	5,94	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΑΠΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ - ΒΡΟΥΧΑ
8	04/12/01	ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΣΗΤΕΙΑΣ ΑΕ	1,20	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΛΕΥΚΗΣ	ΜΑΡΕ - ΠΕΡΙΟΧΗ ΖΗΡΟΥ
9	09/07/03	ΙΜΕCO ΧΩΝΟΣ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ	4,50	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΧΩΝΟΣ
10	27/12/01	ΕΝ.ΤΕ.ΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΑΕ	2,70	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΠΙΣΚΟΠΙΑΝΕΣ,ΠΙΣΚΟΛΑΚΟΣ ΞΗΡΟΛΙΜΝΗΣ
11	27/12/01	ΔΕΗ ΑΕ	3,00	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΤΑΝΟΥ	ΞΗΡΟΛΙΜΝΗ
12	18/07/02	ENERCON ΕΛΛΑΣ Α.Ε.	2,50	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΠΛΑΤΥΒΟΛΟ
13	18/07/02	ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΒΕΕ	4,62	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΙΕΡΑΠΕΤΡΑΣ	ΣΜΑΙΛΟΓΓΟΣΙ
14	15/09/03	WRE HELLAS SA	2,40	Αιολικά Κρήτη	Λασιθίου	ΣΗΤΕΙΑΣ	ΠΛΑΤΥΒΟΛΑ ΚΡΥΩΝ
15	27/01/04	ΠΛΑΣΤΙΚΑ ΚΡΗΤΗΣ ΑΒΕΕ	11,90	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Λασιθίου	ΑΠΟΥ ΝΙΚΟΛΑΟΥ	ΑΓ. ΙΩΑΝΝΗΣ - ΒΡΟΥΧΑ
16	16/07/01	ΙΜΕCO ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ ΑΕΒΕΕ	4,95	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΑΠΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	ΝΤΑΓΑ ΣΤΗΝ ΜΕΓΑΛΗ ΒΡΥΣΗ
17	27/12/01	ΔΟΜΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ	4,62	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΚΡΟΥΣΩΝΑ	ΒΟΣΚΕΡΟ
18	18/07/02	ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΝΕΡΓΙΚΟΝΤΟΡ Α.Ε ΚΑΙ ΣΙΑ ΕΠΑΝΩΣΗΦΗΣ 1 ΕΕ	6,30	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΝΙΚΟΥ ΚΑΖΑΝΤΖΑΚΗ	ΕΠΑΝΩΣΗΦΗ
19	06/11/2003	ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΜΟΙΡΩΝ ΑΝΩΝΥΜΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	5,25	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΜΟΙΡΩΝ	ΑΝΤΙΣΚΑΡΙΟΥ
20	06/11/03	ΤΕΡΝΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΡΗΤΗΣ ΑΕ	14,45	Αιολικά Κρήτη	Ηρακλείου	ΑΠΑΣ ΒΑΡΒΑΡΑΣ	ΠΕΡΔΙΚΟΥΡΦΗ
21	06/11/03	ΔΕΗ ΑΕ - ΔΕΜΕ	9,90	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Ρεθύμνου	ΛΑΜΠΗΣ	ΝΟΤΙΚΟ -ΚΟΠΡΙΝΟ
22	10/12/03	ΑΙΟΛΙΚΟ ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑΣ ΑΕ	5,00	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Ρεθύμνου	ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑ	ΚΟΥΛΟΥΚΩΝΑΣ
23	27/12/01	ΕΝVIRECO ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ ΚΡΗΤΗΣ-ΣΠΑΘΑ ΑΕ	4,62	Αιολικά Κρήτη	Χανίων	ΚΟΛΥΜΠΑΡΙΟΥ	ΑΚΡΩΤΗΡΙ ΣΠΑΘΑ
24	03/12/02	ΜΕΤΚΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΛΑΤΑΝΟΥ ΑΕ	3,30	Αιολικά Κρήτη	Χανίων	ΚΙΣΣΑΜΟΥ	ΠΛΑΤΑΝΟΣ
25	14/10/03	ΕΝVITEC ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	5,40	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Χανίων	ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ & ΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΣΕΛΙΝΟΥ	ΒΑΡΔΙΑ
26	06/11/03	ΕΝVITEC ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΑΕ	5,40	Αιολικά Διασυνδ. Σύστημα	Χανίων	ΜΟΥΣΟΥΡΩΝ	ΒΑΤΑΛΙ
27	06/11/03	ΥΔΡΟΑΙΟΛΙΚΗ ΚΡΗΤΗΣ Α.Ε.	9,35	Αιολικά Κρήτη	Χανίων	ΚΙΣΣΑΜΟΥ	ΡΟΒΑΣ
28	10/12/03	ΤΑΛΩΣ ΡΕΘΥΜΝΗΣ ΑΝΩΝΥΜΗ ΤΟΥΡΙΣΤΙΚΗ ΕΜΠΟΡΙΚΗ ΕΤΑΙΡΕΙΑ	2,40	Αιολικά Μη Διασυνδ. Νησιά	Χανίων	ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΑΣΗ ΓΩΝΙΑΣ	ΚΑΤΩ ΑΓΟΡΙ

**Σχήμα 3.3: Αιολικά πάρκα στην Κρήτη (5)**

## 2.6 Εφαρμογές των ανεμογεννητριών

Η κλιμάκωση των ανεμογεννητριών σύμφωνα με τις κατασκευές που έχουν γίνει σήμερα γίνεται βάση της ισχύος τους και διακρίνονται σε :

- Ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος μέχρι 20 KW
- Ανεμογεννήτριες μέσης ισχύος 20 – 250 KW
- Ανεμογεννήτριες μεγάλης ισχύος > 250KW

Οι ανεμογεννήτριες μικρής ισχύος χρησιμοποιούνται σε απομονωμένες περιοχές για κάλυψη αγροτικών ή κτηνοτροφικών αναγκών, ιδιαίτερα για άντληση και θέρμανση νερού, θέρμανση κατοικίας, φωτισμό και άλλες μικροεφαρμογές. Τις περισσότερες φορές η λύση αυτή είναι και οικονομικότερη. Οι ανεμογεννήτριες του τύπου αυτού είναι ανεξάρτητη, μη συνδεδεμένη με δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας και χρησιμοποιούν γεννήτρια συνεχούς ρεύματος που φορτίζει συσσωρευτές.

Η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας με ανεμογεννήτριες μέσης και μεγάλης ισχύος μπορεί να γίνεται σε συνεργασία με δίκτυο παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Τα αιολικά πάρκα που κατασκευάζονται αποτελούνται από ανεμογεννήτριες μέσης ή μεγάλης ισχύος.

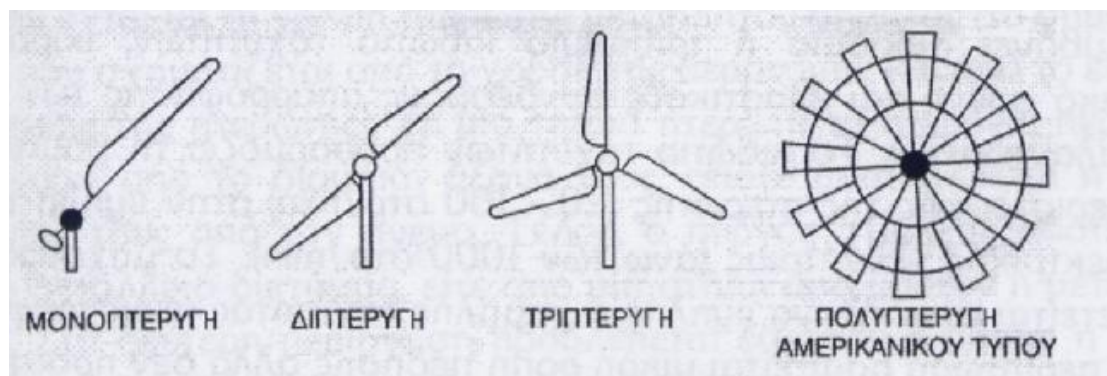
Μια άλλη δυνατότητα με πολύ καλές προοπτικές είναι η χρήση της παραγομένης ηλεκτρικής ενέργειας για ηλεκτρόλυση νερού και η αποθήκευση του παραγόμενου υδρογόνου. Το υδρογόνο θα μπορούσε να μεταφερθεί σε άλλες θέσεις για καύση (π.χ. κινητήρες αυτοκινήτων) με προϊόν καύσης το νερό.

## 2.7 Είδη ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες ταξινομούνται κυρίως σύμφωνα με τη θέση του άξονα περιστροφής και διακρίνονται σε ανεμογεννήτριες οριζοντίου και κατακόρυφου άξονα.

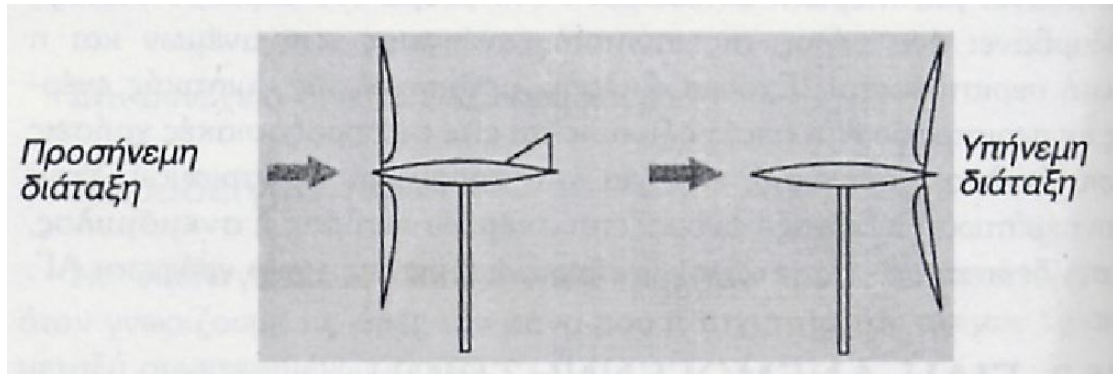
### 2.7.1 Ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα

Ο άξονας είναι παράλληλος προς την επιφάνεια της γης και έχει συνήθως από ένα έως τρία πτερύγια. Η πτερωτή τοποθετείται είτε σε προσήνεμη διάταξη σε σχέση με την διεύθυνση του ανέμου, δηλαδή, μπροστά από τον πύργο στήριξης, είτε σε υπήνεμη διάταξη, δηλαδή πίσω από αυτόν.



### Σχήμα 3.4: Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα (6)

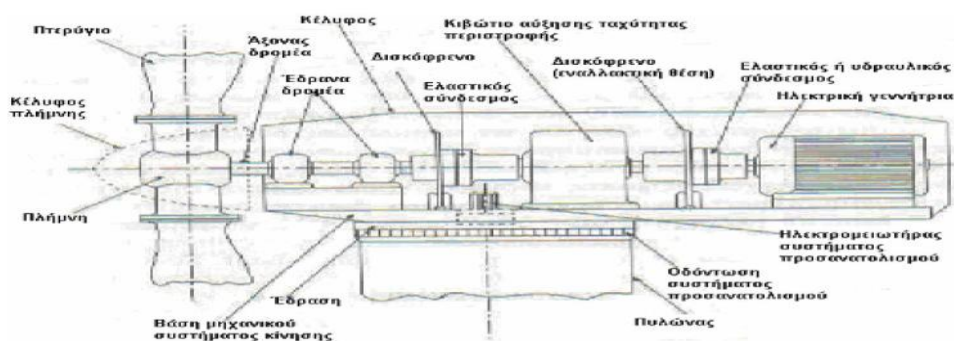
Τα πτερύγια κατασκευάζονται από ελαφρά κράματα μετάλλων, ενισχυμένο πολυεστέρα, ξύλο σε συνδυασμό με ρητίνες ή χάλυβα και πλαστικό και καλύπτουν το 2-10% του εμβαδού της περιφέρειας που διαγράφουν. Οι τριπτέρυγες ανεμογεννήτριες έχουν καλύτερο αισθητικό αποτέλεσμα και υφίστανται σταθερότερη καταπόνηση.



### Σχήμα 3.5: Τρόποι τοποθέτησης πτερωτής ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα (7)

Τα βασικά μέρη μιας ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα είναι ο πύργος στήριξης, η πτερωτή, ο άξονας περιστροφής, το σύστημα μετάδοσης της κίνησης, το σύστημα ελέγχου, το σύστημα προσανατολισμού και η ηλεκτρική γεννήτρια

Η δυνατότητα περιστροφής του άξονα σε διεύθυνση παράλληλη προς αυτή του ανέμου, εξασφαλίζεται με τη χρήση καθοδηγητικών πτερυγίων και ειδικών αυτοματισμών. Ο πλέον σύγχρονος μηχανισμός περιλαμβάνει διβάθμιο ή τριβάθμιο κιβώτιο ταχυτήτων, υδραυλικό ή μηχανικό φρένο και ελαστικούς συνδέσμους απορρόφησης των στρεπτικών ταλαντώσεων. Το κιβώτιο ταχυτήτων προσαρμόζει τη χαμηλή ταχύτητα περιστροφής της πτερωτής στην ψηλή ταχύτητα της ηλεκτρικής ανεμογεννήτριας. Το μηχανικό φρένο τοποθετείται στον άξονα χαμηλής ή υψηλής ταχύτητας περιστροφής. Στην πρώτη περίπτωση απαιτείται μικρή ροπή πέδησης αλλά δεν προστατεύεται η πτερωτή από θραύση του συστήματος μετάδοσης κίνησης.

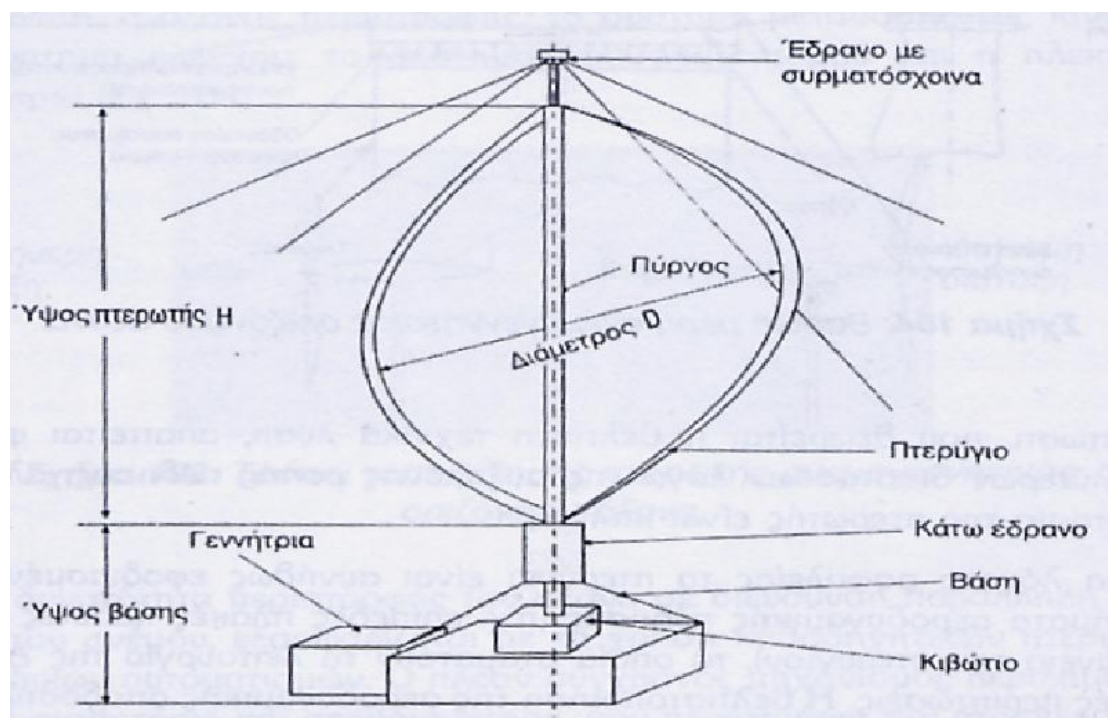


### Σχήμα 3.6: Βασικά μέρη ανεμογεννήτριας οριζόντιου άξονα (8)

Στη δεύτερη περίπτωση, που θεωρείται η βέλτιστη τεχνικά λύση, απαιτείται φρένο μεγαλύτερων διαστάσεων λόγω της αυξημένης ροπής πέδησης, αλλά η προστασία της περρωτής είναι καλύτερη. Για λόγους ασφαλείας τα πτερύγια είναι συνήθως εφοδιασμένα με συστήματα αεροδυναμικής πέδησης, τα οποία σταματούν τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε ειδικές περιπτώσεις. Η βελτιστοποίηση της αεροδυναμικής απόδοσης των πτερυγίων και η διατήρηση σταθερής ταχύτητας περιστροφής της ανεμογεννήτριας, εξασφαλίζονται με την χρήση περρωτής μεταβλητού βήματος. Σε μία τέτοια περρωτή τα πτερύγια περιστρέφονται γύρω από το διαμήκη άξονα τους, οπότε μεταβάλλεται η γωνία προσβολής τους από τον άνεμο. Τέλος, ο πύργος στήριξης αποτελείται είτε από μεταλλικό δικτύωμα, είτε από μια στήλη από μπετόν ή μεταλλικό σωλήνα. Στη δεύτερη περίπτωση προβλέπεται εσωτερική σκάλα ή ακόμα και ανελκυστήρας για τις μεγάλες εγκαταστάσεις.

### 2.7.2. Ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα

Έχουν άξονα κάθετο προς τη διεύθυνση του ανέμου και προς την επιφάνεια της γης και χαρακτηρίζονται από καλή αεροδυναμική απόδοση, χαμηλό κόστος κατασκευής, απλό σύστημα ελέγχου και αυτόματη προσαρμογή στη διεύθυνση του ανέμου. Οι πλέον διαδεδομένες ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα είναι οι μηχανές τύπου Darrieus και Savonius. Η περρωτή στηρίζεται σε κατάλληλο έδρανο στη βάση και στο σύστημα μετάδοσης της κίνησης δεν παρουσιάζει διαφορές σε σχέση με το αντίστοιχο των ανεμογεννήτρια οριζώντιου άξονα, εκτός από το γεγονός ότι τα εξαρτήματα τοποθετούνται κατακόρυφα.



**Σχήμα 3.6: Ανεμογεννήτρια τύπου Darrieus (9)**

Η ανεμογεννήτρια τύπου Darrieus έχει συνήθως ένα έως τρία καμπτόμενα πτερύγια πακτωμένα στον άξονα περιστροφής και λειτουργεί με τη χρήση των δυνάμεων άνωσης, που εξασκούνται πάνω σε αυτά. Τα πτερύγια κατασκευάζονται συνήθως από την εξέλαση ειδικών κραμάτων αλουμινίου και στη συνέχεια με κάμψη των ευθύγραμμων τμημάτων αποκτούν σχοινοειδή μορφή.

Η βελτίωση της αεροδυναμικής τους συμπεριφοράς δεν είναι εφικτή επειδή δεν υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της γωνίας προσβολής τους από τον άνεμο. Η μηχανή διατηρείται σε κατακόρυφη θέση με τη βοήθεια συρματοσχοινίων που συνδέουν την κορυφή του άξονα με το έδαφος.

Τέλος, λόγω της χαμηλής ροπής που αναπτύσσεται κατά τη εκκίνηση, απαιτείται η ύπαρξη βοηθητικής πηγής ενέργειας και για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται συνήθως η ηλεκτρική γεννήτρια σαν κινητήρας.

Η ανεμογεννήτρια τύπου Savonius, όπως άλλωστε όλες οι μηχανές κατακόρυφου άξονα, παρουσιάζει συμμετρία και αυτόματο προσανεμισμό, με αποτέλεσμα να μην χρειάζεται τις ακριβείς διατάξεις προσανατολισμού των μηχανών οριζόντιο άξονα. Η πτερωτή περιστρέφεται λόγω της διαφορετικής αντίστασης του κοίλου και του κυρτού πτερυγίου και του διάκενου που υπάρχει ανάμεσα στα δύο πτερύγια, οπότε ο αέρας επιστρέφει και αυξάνει την πίεση στο πίσω μέρος του κυρτού πτερυγίου. Από το σχήμα της κάτοψης των πτερυγίων της η πτερωτή συχνά ονομάζεται τύπου S. Η μηχανή αυτή χαρακτηρίζεται από χαμηλό βαθμό απόδοσης (έως 18%), μεγάλη ροπή εκκίνησης και απλότητα της κατασκευής. Λόγω των δύο τελευταίων πλεονεκτημάτων θεωρείται ιδανική ανεμογεννήτρια για μικρές ισχύς για οικιακή χρήση και για παραγωγή ενέργειας σε απομακρυσμένες περιοχές ή φτωχές χώρες.

## 2.8 Χαρακτηριστικά στοιχεία ανεμογεννήτριας

Η πτερωτή μετατρέπει την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ενέργεια. Επειδή όμως ένα μέρος της μάζας του αέρα, που προσπίπτει στην πτερωτή, δεν αποδίδει την κινητική του ενέργεια καθώς την διαπερνά, η παραγόμενη μηχανική ισχύς  $P_M$  είναι μικρότερη της ισχύος της κινητικής ενέργειας  $P_A$  του ανέμου. Αυτό σημαίνει ότι αξιοποιείται μόνο ένα τμήμα της  $P_A$  και μετατρέπεται σε  $P_M$ .

Το πηλίκο της μηχανικής ισχύος της προς την ισχύ της κινητικής ενέργειας του ανέμου ονομάζεται συντελεστής απόδοσης πτερωτής.

Συντελεστής απόδοσης πτερωτής: 
$$C_p = \frac{P_M}{P_A}$$

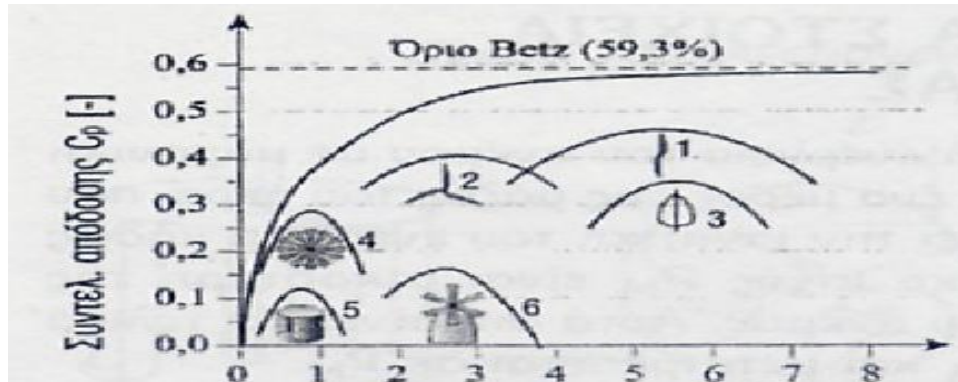
Ισχύς κινητικής ενέργειας ανέμου:  $P_A = 0.5 \times \rho \times S \times u^3$  (W)

$\rho$  (kg/m<sup>3</sup>): πυκνότητα αέρα ( $\rho=1,293$  kg/m<sup>3</sup> σε θερμοκρασία 0°C και υψόμετρο 0m)

$S$  (m<sup>2</sup>): επιφάνεια κάθετη στην κίνηση του ανέμου (επιφάνεια που σαρώνει η πτερωτή)

$u$  (m/s): ταχύτητα ανέμου

Ο συντελεστής απόδοσης της πτερωτής εξαρτάται από την ταχύτητα του ανέμου και την διαμόρφωση των πτερυγίων της πτερωτής και έχει μέγιστη τιμή  $C_{pmax}=0.593$  (όριο Betz).

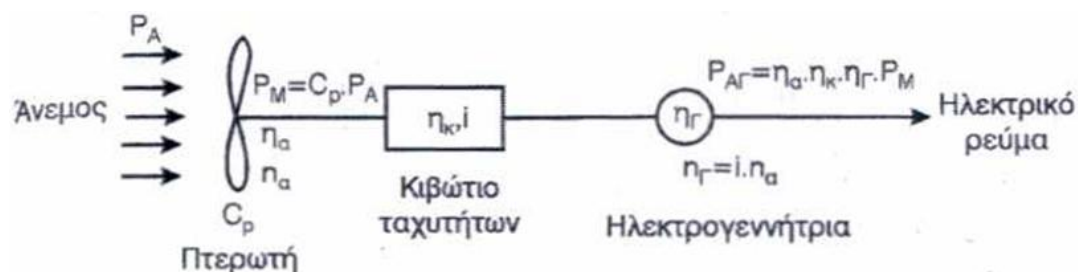


**Σχήμα 3.7: Διάγραμμα εξάρτησης του συντελεστή απόδοσης της πτερωτής από τη διαμόρφωση των πτερυγίων (10)**

- 1) Διπτέρυγη οριζόντιου άξονα
- 2) Τριπτέρυγη οριζόντιου άξονα
- 3) Τύπου Darrieus
- 4) Πολύπτερυγη οριζόντιου άξονα
- 5) Τύπου Savonius
- 6) Ανεμόμυλος

Τέλος η αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς  $P_{ΑΓ}$  από την ηλεκτρογεννήτρια είναι μικρότερη από την μηχανική ισχύ  $P_M$  λόγω των απωλειών στην έδραση του άξονα, το κιβώτιο ταχυτήτων και

την ηλεκτρογεννήτρια.



**Σχήμα 3.8: Διάγραμμα ισχύος ανεμογεννήτριας (11)**

Αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς:  $P_{ΑΓ} = n_a \times n_k \times n_r \times P_M = n_a \times n_k \times n_r \times C_p \times P_A$  (W)

Όπου:

$C_p, P_A$  (W),  $P_M$  όπως προηγούμενα

$n_a$ : βαθμός απόδοσης στην έδραση του άξονα της πτερωτής

$n_k$ : βαθμός απόδοσης κιβωτίου ταχυτήτων

$n_r$ : βαθμός απόδοσης ηλεκτρογεννήτριας

Μέγιστες τιμές:  $n_a \times n_k = 0.95$   $n_r = 0.80$

Δεδομένου ότι η αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς εξαρτάται από την Τρίτη δύναμη της ταχύτητας του ανέμου είναι ευνόητο ότι η εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας πρέπει να γίνει σε θέση με υψηλή μέση μηνιαία ταχύτητα ανέμου και μικρές μεταβολές της ταχύτητας του κατά τη διάρκεια του έτους.

Ο υπολογισμός της διαμέτρου  $D$  της πτερωτής, των ταχυτήτων περιστροφής  $n_r$  της ηλεκτρογεννήτριας και  $n_a$  της πτερωτής και της ροπής  $M_a$  στον άξονα της ανεμογεννήτριας γίνεται από τις παρακάτω σχέσεις:

Διάμετρος πτερωτής: 
$$D = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} \quad (\text{m})$$

Ταχύτητα περιστροφής ηλεκτρογεννήτριας: 
$$n_r = \frac{60f}{p} \quad (\text{στρ./min})$$

Ταχύτητα περιστροφής πτερωτής: 
$$n_a = \frac{n_r}{i} \quad (\text{στρ./min})$$

Ροπή στον άξονα της ανεμογεννήτριας: 
$$M_a = \frac{30 \times P_M}{\pi \times n_a} = \frac{30 \times C_p \times P_A}{\pi \times n_a} \quad (\text{Nm})$$

Όπου:

$S$  ( $\text{m}^2$ ),  $P_M$  (W),  $P_A$  (W),  $C_p$  όπως προηγούμενα

$f$  (Hz): συχνότητα ηλεκτρικού ρεύματος

p: αριθμός ζεύγων πόλων ηλεκτρογεννήτριας

i: λόγος κιβωτίου ταχυτήτων

Τα χαρακτηριστικά στοιχεία μιας ανεμογεννήτριας είναι τα ακόλουθα:

- Ταχύτητα έναρξης λειτουργίας  $u_{ci}$   
Είναι η ταχύτητα του ανέμου από την οποία αρχίζει η λειτουργία της μηχανής, δηλαδή, η ανεμογεννήτρια αρχίζει να αποδίδει ηλεκτρική ισχύ  $P_{AG}$ .
- Ταχύτητα διακοπής λειτουργίας  $u_{co}$   
Είναι η ταχύτητα του ανέμου από την οποία η μηχανή τίθεται εκτός λειτουργίας για λόγους προστασίας, οπότε η ανεμογεννήτρια δεν αποδίδει ηλεκτρική ισχύ  $P_{AG}$ .
- Ονομαστική ταχύτητα λειτουργίας  $u_N$   
Είναι η ταχύτητα του ανέμου από την οποία η ανεμογεννήτρια αποδίδει ονομαστική ισχύ  $P_N$ . Η αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς είναι ίση με την ονομαστική ισχύς για την μέγιστη τιμή του συντελεστή απόδοσης πτερωτής  $C_{pmax}$ .
- Ονομαστική ισχύς  $P_N$   
Είναι η ηλεκτρική ισχύς που αποδίδει η ανεμογεννήτρια όταν λειτουργεί με την ονομαστική ταχύτητα ανέμου  $u_N$ . Ανάλογα με την ονομαστική τους ισχύ οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες.:

Μικρές :  $P_N = 10/25$  KW με  $D = 6.4/10$  m

Μεσαίες :  $P_N = 50/100/150$  KW με  $D = 14/20/25$  m

Μεγάλες :  $P_N = 250/500/1000$  KW με  $D = 32/49/64$  m

Πολύ μεγάλες :  $P_N = 2/3/4$  MW με  $D = 90/110/130$  m

- Παράγοντας λάμδα  $\lambda$   
Είναι μια αδιάστατη παράμετρος που ορίζεται ως το πηλίκο της γραμμικής ταχύτητας περιστροφής του άκρου του πτερυγίου, προς την ταχύτητα του ανέμου στο σημείο εκείνο αν δεν υπήρχε η διατάραξη της ροής από την πτερωτή. Είναι δηλαδή, η ταχύτητα του ανέμου μερικά μήκη πτερυγίων μπροστά από την πτερωτή.

$$\lambda = \frac{\omega_a \times R}{u} = \frac{4\pi}{z}$$

Όπου:

$\omega_a$  (rad/s): γωνιακή ταχύτητα πτερωτής

R (m): ακτίνα πτερωτής

u (m/s): ταχύτητα ανέμου

z: αριθμός πτερυγίων



- Στιβαρότητα κατασκευής  $\sigma$

Είναι μία αδιάστατη παράμετρος, που δίνει το λόγο του εμβαδού όλων των πτερυγίων προς το εμβαδό της επιφάνειας την οποία διαγράφουν κατά την περιστροφή τους. Οι ανεμογεννήτριες μεγάλης στιβαρότητας είναι αργόστροφες, έχουν μικρό βαθμό απόδοσης, απαιτούν ελάχιστη συντήρηση και χαρακτηρίζονται από μεγάλη ροπή στον άξονα περιστροφής. Αντίθετα, οι ανεμογεννήτριες μικρής στιβαρότητας είναι πολύστροφες, έχουν μεγάλο βαθμό απόδοσης, απαιτούν συστηματική συντήρηση και χαρακτηρίζονται από μικρή ροπή στον άξονα περιστροφής..

$$\sigma = \frac{z \times c \times R}{\pi \times R^2} \quad \text{για ανεμογεννήτρια οριζόντιου άξονα}$$

$$\sigma = \frac{z \times c}{\pi \times R} \quad \text{για ανεμογεννήτρια κατακόρυφου άξονα}$$

Όπου:

z: αριθμός πτερυγίων

c (m): χορδή (πλάτος) πτερυγίου

R (m): ακτίνα πτερωτής (μήκος πτερυγίου)

- Ύψος μηχανής H

Είναι το ύψος του πύργου στήριξης για τις ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα και το ύψος της πτερωτής για τις ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα. Το ύψος H καθορίζεται με βάση τη διάμετρο D της πτερωτής και οι χρησιμοποιούμενες τιμές είναι  $H/D=1-1,5$ .

## 2.9 Συντελεστής ισχύος ανεμογεννήτριας

Συντελεστής ισχύος  $P(v)$  της ανεμογεννήτριας ονομάζεται το πηλίκο της μέσης ηλεκτρικής ισχύος, που αποδίδεται από την ανεμογεννήτρια σε ένα συγκεκριμένο διάστημα, προς την ονομαστική της ισχύ.

$$\eta_{AG} = \frac{P_{AG}}{P_N}$$

Όπου:

$P_{AG}$  (W): μέση αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς από την ανεμογεννήτρια στο χρονικό διάστημα ημέρας, μήνα ή έτους

$P_N$  (W): ονομαστική ισχύς ανεμογεννήτριας

Δηλαδή ο συντελεστής ισχύος μας δίνει τη μέση αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύ της ανεμογεννήτριας, ως ποσοστό της ονομαστικής της ισχύος.

Ανάλογα με τα στοιχεία που διαθέτουμε, ο υπολογισμός του συντελεστή ισχύος γίνεται με τον άμεσο ή με τον έμμεσο τρόπο.

#### 1) Άμεσος τρόπος υπολογισμού $P(v)$

Γίνεται με την προηγούμενη σχέση εφ' όσον διαθέτουμε πειραματικά στοιχεία καταγραφής της αποδιδόμενης ηλεκτρικής ενέργειας  $E_{AG}$  από την ανεμογεννήτρια.

#### 2) Έμμεσος τρόπος υπολογισμού $P(v)$

Γίνεται με την παρακάτω διαδικασία και σε συνδυασμό με τα στατιστικά δεδομένα των ταχυτήτων ανέμου της περιοχής εγκατάστασης. Για το σκοπό αυτό κατασκευάζεται πίνακας στον οποίο μεταφέρονται όλες οι τιμές που υπολογίζονται στη συνέχεια. Σε κάθε μήνα αντιστοιχεί ένας πίνακας.

- **Βήμα 1:** Καταγράφονται με ορισμένο βήμα  $du$  οι τιμές της ταχύτητας του ανέμου και οι ώρες εμφάνισης του κάθε μήνα
- **Βήμα 2:** Υπολογίζεται η πυκνότητα εμφάνισης των ανέμων για κάθε ταχύτητα και κάθε μήνα. Ο υπολογισμός γίνεται με την σχέση:

$$f(u) = \frac{dt}{T \times du} (m^{-1} \times s)$$

Όπου:

$dt$  (h): χρονικό διάστημα μέσα στο οποίο ο άνεμος έχει ταχύτητα μεταξύ ενός συγκεκριμένου ορίου

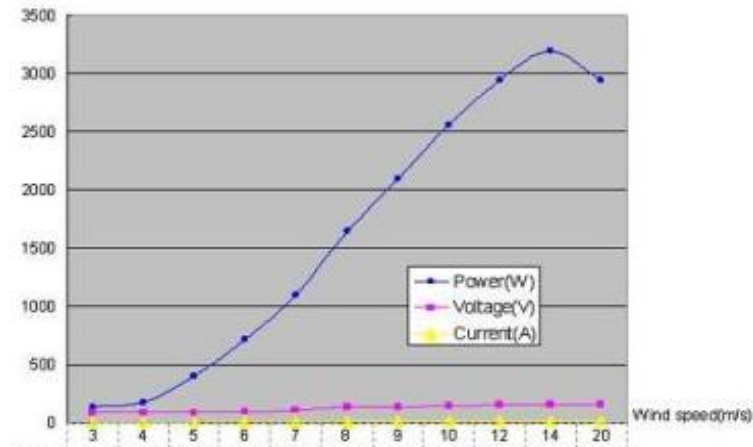
$T$  (h): ώρες μήνα

$du$  (m/s): βήμα ταχυτήτων

- **Βήμα 3 :** Καταγράφονται για κάθε ταχύτητα ανέμου και κάθε μήνα οι τιμές της ανηγμένης ισχύος  $P(v)$  ( $u$ ). Η καταγραφή γίνεται από τη χαρακτηριστική καμπύλη ηλεκτρικής ισχύος της ανεμογεννήτριας. Η καμπύλη αυτή παρέχεται από τον κατασκευαστή της ανεμογεννήτριας και δείχνει τη μεταβολή της ανηγμένης ισχύος με την ταχύτητα του ανέμου.

Η ανηγμένη ισχύς ορίζεται ως το πηλίκο της στιγμιαίας ηλεκτρικής ισχύος  $P_{AG}$  προς την ονομαστική ισχύ  $P_N$ .

$$\eta_{AG} = \frac{P_{AG}}{P_N}$$



**Σχήμα 3.9: Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας (12)**

- **Βήμα 4 :** Για κάθε ταχύτητα και κάθε μήνα υπολογίζεται το γινόμενο  $\eta_{AG} \times f(u) \times du$
- **Βήμα 5 :** Το άθροισμα των γινομένων  $\eta_{AG} \times f(u) \times du$  για κάθε μήνα αποτελεί τον συντελεστή ισχύος  $P(v)$  του συγκεκριμένου μηνός .

ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΥ $u$ [m/s] ΒΗΜΑ $du = \dots$ m/s	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΡΩΝ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΑΝΕΜΟΥ $dT$ [h]	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ $f(u)$ [ $m^{-1} \cdot s$ ]	ΑΝΗΓΜΕΝΗ ΙΣΧΥΣ ΑΓ $P_{AG}(u)$ [-]	ΓΙΝΟΜΕΝΟ $P_{AG}(u) \cdot f(u) \cdot du$ [-]
ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ ΓΙΑ ΤΟ ΜΗΝΑ ..... $\bar{\eta}_{AG} = \sum \eta_{AG}(u) \cdot f(u) \cdot du \rightarrow$				

**Σχήμα 3.10: Πίνακας για την καταγραφή μηνιαίων τιμών για τον υπολογισμό του συντελεστή ισχύος ανεμογεννήτριας (13)**

## 2.10 Ονομαστική ισχύς ανεμογεννήτριας

Ο υπολογισμός της ονομαστικής ισχύος  $P_N$  μιας ανεμογεννήτριας, για την πλήρη κάλυψη όλων των καταναλώσεων της εγκατάστασης, γίνεται με την παρακάτω διαδικασία:

- **Βήμα 1:** Υπολογισμός μηνιαίας τιμής μέσης ημερήσιας ισχύος κατανάλωσης

$$P_K = \frac{E_K}{24}$$

Όπου:

$E_k$  (Kwh): Μηνιαία τιμή μέσης ημερήσιας ηλεκτρικής ενέργειας κατανάλωσης

- **Βήμα 2:** Υπολογισμός ισχύος ανεμογεννήτριας για κάθε μήνα. Ο συντελεστής ισχύος  $P(v)$  υπολογίζεται σύμφωνα με όσα αναπτύχθηκαν στην παράγραφο 3.9.
- **Βήμα 3:** Υπολογισμός ονομαστικής ισχύος ανεμογεννήτριας για κάθε μήνα.

$$P_N = \frac{m \times P_K}{\sigma_\mu \times \eta_{AG}} \text{ (kW)}$$

Όπου:

$m$ : συντελεστής περιθωρίου ενεργειακών καταναλώσεων για την κάλυψη μιας πιθανής υποτίμησης των αναγκών κατανάλωσης.  $m=1.2$

$P_K$  (kW): μηνιαία τιμή μέσης ημερήσιας ισχύος κατανάλωσης

$\sigma_\mu$ : συντελεστής απωλειών μεταφοράς ενέργεια από την έξοδο της ανεμογεννήτριας μέχρι την έξοδο της εγκατάστασης. ( $\sigma_\mu = 0.65-0.75$ )

$P(v)$  : συντελεστής ισχύος ανεμογεννήτριας.

- **Βήμα 4:** Επιλέγεται ανεμογεννήτρια με βάση τη μεγαλύτερη μηνιαία ονομαστική ισχύ επειδή θέλουμε να εξασφαλίσουμε την πλήρη κάλυψη όλων των καταναλώσεων. Βέβαια, υπάρχει επίπτωση σε μεγάλες περιόδους άπνοιας να μην ολοκληρώνεται η φόρτιση του ηλεκτρικού συσσωρευτή, γι' αυτό και τότε θα πρέπει να ενεργοποιείται ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος. Αν επιλέξουμε ανεμογεννήτρια με μικρότερη ονομαστική ισχύ το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος δεν θα λειτουργεί βοηθητικά αλλά συμμετοχικά, γιατί θα πρέπει να καλύπτει και μέρος των καταναλώσεων.

## 2.11 Μετρήσεις αιολικού δυναμικού

Οι μετρήσεις αιολικού δυναμικού που πραγματοποιούμε για τον υπολογισμό των διάφορων συντελεστών της ανεμογεννήτριας λαμβάνονται από μετεωρολογικούς ιστούς, οι οποίοι τοποθετούνται κοντά στην περιοχή ενδιαφέροντος και κατά προτίμηση στην ψηλότερη κορυφή έτσι ώστε να μην έχουμε παρεμπόδιση των ανέμων από ενδεχομένως ψηλότερες κορφές. Οι ιστοί στήνονται σε ύψος τουλάχιστον 10 μέτρα από το έδαφος και μακριά από δέντρα και άλλα εμπόδια, όπου αυτό είναι εφικτό. Υπάρχουν και περιπτώσεις όπου θέλουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στα όργανά μας. Σ' αυτές τις περιπτώσεις εγκαθιστούμε ψηλότερους ιστούς με ύψος έως και 60 μέτρα και τοποθετούμε όργανα σε διάφορα ύψη. Με αυτό τον τρόπο έχουμε ακριβή ένδειξη της ταχύτητας στο ύψος της πτερωτής της ανεμογεννήτριας που είναι συνήθως πάνω από 50 μέτρα. Οι προϋποθέσεις αυτές εξασφαλίζουν την ορθότητα των δεδομένων που παίρνουμε από τα όργανα. Τα όργανα που τοποθετούνται σε ένα ιστό είναι το ανεμόμετρο και ο ανεμοδείκτης και πολλές

φορές τοποθετούμε και ζευγάρια οργάνων, έτσι ώστε στην περίπτωση που το ένα καταστραφεί, να έχουμε ενδείξεις από το άλλο. Τα όργανα συνδέονται σε ένα καταγραφικό το οποίο παίρνει μετρήσεις από τα όργανα. Μέσα από τις ρυθμίσεις του καταγραφικού, ορίζουμε το διάστημα δειγματοληψίας για τις μετρήσεις. Για εφαρμογές όπως ο υπολογισμός ανεμογεννήτριας για κατοικία, οι μετρήσεις γίνονται ανά 1 δευτερόλεπτο και η ολοκλήρωση των μετρήσεων γίνεται κάθε 10 λεπτά. Έτσι έχουμε μέσες 10λεπτες τιμές για την ταχύτητα και την διεύθυνση.



**Σχήμα 3.11: Όργανα μέτρησης και καταγραφής αιολικού δυναμικού (14)**

## **2.12 Σύνοψη**

Στο κεφάλαιο αυτό έγινε αναφορά στις ανεμογεννήτριες. Παρουσιάστηκαν τα πλεονεκτήματά τους και οι διάφοροι τύποι που υπάρχουν. Ακόμα έγινε αναφορά στον υπολογισμό του συντελεστή ισχύος και στην μέθοδο που χρησιμοποιείται έτσι ώστε να αξιοποιήσουμε τα αιολικά δεδομένα, για να υπολογίσουμε διάφορα στοιχεία για την ανεμογεννήτρια. Το επόμενο κεφάλαιο ασχολείται με τα συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής

## **3 Φωτοβολταϊκά συστήματα**

### **3.1 Εισαγωγή**

Η ηλιακή ενέργεια είναι καθαρή ανεξάντλητη, ήπια και ανανεώσιμη. Η ηλιακή ακτινοβολία δεν ελέγχεται από κανέναν και αποτελεί ένα ανεξάντλητο εγχώριο ενεργειακό πόρο, που παρέχει ανεξαρτησία, προβλεψιμότητα και ασφάλεια στην ενεργειακή τροφοδοσία.

Τα φωτοβολταϊκά, τα οποία μετατρέπουν την ηλιακή ακτινοβολία σε ηλεκτρικό ρεύμα, θεωρούνται τα ιδανικά συστήματα ενεργειακής μετατροπής καθώς χρησιμοποιούν την πλέον διαθέσιμη πηγή ενέργειας στον πλανήτη, και παράγουν ηλεκτρισμό, που αποτελεί την πιο χρήσιμη μορφή ενέργειας.

Τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα φωτοβολταϊκών είναι αδιαμφισβήτητα. Κάθε κιλοβατώρα που παράγεται από φωτοβολταϊκά, και άρα όχι από συμβατικά καύσιμα, συνεπάγεται την αποφυγή έλκυσης ενός περίπου κιλού διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (με βάση το σημερινό ενεργειακό μείγμα στην Ελλάδα και τις μέσες απώλειες του δικτύου)(4). Ένα τυπικό φωτοβολταϊκό σύστημα του ενός κιλοβάτ, αποτρέπει κάθε χρόνο την έκλυση 1,3-1,4 τόνων διοξειδίου του άνθρακα, όσο δηλαδή θα απορροφούσαν δύο στρέμματα δάσους. Επιπλέον, συνεπάγεται λιγότερες εκπομπές άλλων επικίνδυνων ρύπων (όπως τα αιωρούμενα μικροσωματίδια, τα οξειδία 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.

Η βαθμιαία αύξηση των μικρών ηλεκτροπαραγωγών μπορεί να καλύψει αποτελεσματικά τη διαρκή αύξηση της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία σε διαφορετική περίπτωση θα έπρεπε να καλυφθεί με μεγάλες επενδύσεις για σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής. Η παραγωγή ηλεκτρισμού από μικρούς παραγωγούς μπορεί να περιορίσει επίσης την ανάγκη επενδύσεων σε νέες γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας. Το κόστος μιας νέας γραμμής μεταφοράς είναι υψηλό, αν λάβουμε υπόψη μας πέρα από τον τεχνολογικό εξοπλισμό και θέματα που σχετίζονται με την εξάντληση των φυσικών πόρων και τις αλλαγές στις χρήσεις γης.

Οι διάφοροι παραγωγοί "πράσινης" ηλεκτρικής ενέργειας αποτελούν ιδανική λύση για τη μελλοντική παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στις περιπτώσεις όπου αμφισβητείται η ασφάλεια της παροχής. Η τοπική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας δεν δοκιμάζεται από δαπανηρές ενεργειακές απώλειες που αντιμετωπίζει το ηλεκτρικό δίκτυο, απώλειες, οι οποίες στην Ελλάδα ανέρχονται σε 10,6% κατά μέσο όρο (3,8% υψηλή-υπερυψηλή τάση, 6,8% μέση-χαμηλή τάση). Από την άλλη, η μέγιστη παραγωγή ηλιακού ηλεκτρισμού συμπίπτει χρονικά με τις ημερήσιες αιχμές της ζήτησης (ιδίως τους καλοκαιρινούς μήνες), βοηθώντας έτσι στην εξομάλυνση των αιχμών φορτίου, στην αποφυγή black-out και στη μείωση του συνολικού κόστους της ηλεκτροπαραγωγής, δεδομένου ότι η κάλυψη αυτών των αιχμών είναι ιδιαίτερα δαπανηρή. Σημειωτέον ότι, κάθε ώρα black-out κοστίζει στην εθνική οικονομία 25-40 εκατ. Ευρώ(5).

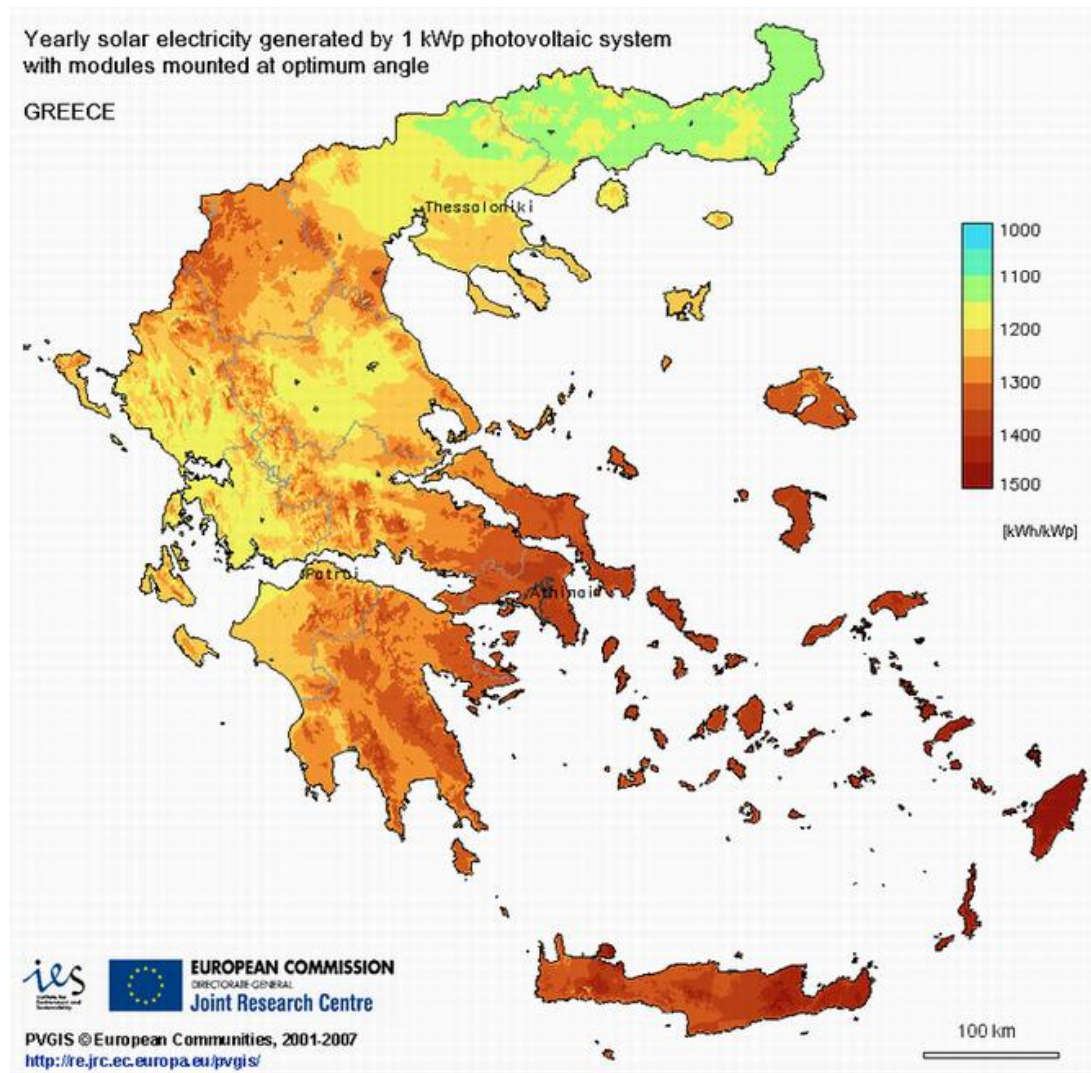
Η αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας με τη χρήση φωτοβολταϊκών παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα :

- μηδενική ρύπανση
- αθόρυβη λειτουργία
- αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής (που φθάνει τα 30 χρόνια)
- απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα
- δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες
- ελάχιστη συντήρηση

### **3.2 Η ηλιακή ενέργεια**

Στις μέρες μας η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στηρίζεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό της στους μεγάλους θερμοηλεκτρικούς και υδροηλεκτρικούς σταθμούς. Οι παραπάνω μορφές παραγωγής ενέργειας καταναλώνουν πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο ή ουράνιο και άλλα σχάσιμα υλικά ή χρησιμοποιούν υδατοπτώσεις. Όλες όμως αυτές οι ενεργειακές πηγές έχουν σχετικά περιορισμένες προοπτικές αφού τα αέρια, υγρά ή στερεά και γενικά συμβατικά καύσιμα, άλλα και τα πυρηνικά καύσιμα, εξαντλούνται βαθμιαία, ενώ και η υδροηλεκτρική ενέργεια είναι ποσοτικά καθορισμένη και γεωγραφικά περιορισμένη. Επιπλέον, γνωστές είναι και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των παραπάνω μορφών παραγωγής ενέργειας, καθιστώντας απαραίτητη την ανάπτυξη και χρήση τεχνολογιών για την εκμετάλλευση ήπιων μορφών ενέργειας.

Το ενδιαφέρον για την ηλιακή ενέργεια εντάθηκε όταν χάρη στο φωτοβολταϊκό φαινόμενο, διαπιστώθηκε η πρακτική δυνατότητα της εύκολης, άμεσης και αποδοτικής μετατροπής της σε ηλεκτρική ενέργεια με την κατασκευή φωτοβολταϊκών γεννητριών. Η φωτοβολταϊκή μέθοδος μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια έχει κυρίως πλεονέκτημα, αν εξαιρέσουμε το σχετικά υψηλό κόστος για τις περισσότερες εφαρμογές, η αδυναμία της φωτοβολταϊκής γεννήτριας να παράγει συνεχώς ηλεκτρική ενέργεια λόγω των διακυμάνσεων της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του 24ώρου και η απαίτηση της χρησιμοποίησης μεγάλων σχετικά επιφανειών λόγω της μικρής ποιότητας της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας.. Στον παρακάτω χάρτη εμφανίζονται οι διάφορες τιμές ηλιακής ακτινοβολίας στην Ελλάδα



**Σχήμα 2.2: Τιμές ηλιακής ακτινοβολίας για την Ελλάδα (15)**

Τα πλεονεκτήματα της φωτοβολταϊκής μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική είναι τα ακόλουθα:

- Ανανεώσιμη και ελεύθερα διαθέσιμη ενεργειακή πηγή.
- Ικανοποιητική απόδοση μετατροπής.
- Σχετικά εύκολη μέθοδος κατασκευής των ηλιακών κυττάρων από πρώτες ύλες.
- Πολύ μεγάλη διάρκεια ζωής των ηλιακών στοιχείων (περίπου 25 χρόνια).
- Τα ηλιακά στοιχεία δεν έχουν κινούμενα μέρη και είναι σχεδόν απαλλαγμένα από την ανάγκη επίβλεψης και συντήρησης. Ακόμα και σε περίπτωση βλάβης, η αποκατάστασή της λειτουργίας γίνεται εύκολα λόγω της σπονδυλωτής μορφής της φωτοβολταϊκής διάταξης.
- Η φωτοβολταϊκή μετατροπή δεν προκαλεί ρύπανση στο περιβάλλον, ούτε θόρυβο ή άλλη ενόχληση και δεν δημιουργεί απόβλητα.
- Δίνει τη δυνατότητα ανεξαρτησίας από κεντρικά ηλεκτρικά δίκτυα διανομής, καθιστώντας τη μία λογικού κόστους παροχή ενέργειας σε εγκαταστάσεις απομακρυσμένες από το κυρίως δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.
- Οι φωτοβολταϊκοί σταθμοί μπορούν να λειτουργήσουν με όσο μικρή ισχύ ζητηθεί.



- Η αναλογία της παραγόμενης ισχύος ως προς το βάρος της διάταξης είναι αρκετά μεγάλη, περίπου 100W/kg, που είναι σημαντική ιδιότητα για τις διαστημικές εφαρμογές.
- Η ανάπτυξη της τεχνολογίας των ημιαγωγικών υλικών και η συνεχής μείωση του κόστους παραγωγής τους, οδηγούν σε σταδιακή μείωση και του κόστους των φωτοβολταϊκών πλαισίων.

Ένα βασικό μειονέκτημα ενός φωτοβολταϊκού συστήματος είναι ότι, σε αντίθεση με πολλά άλλα συστήματα μετατροπής, η τροφοδοσία του (ηλιακή ακτινοβολία) δεν είναι καθόλου σταθερή αλλά αυξομειώνεται μεταξύ μιας μέγιστης και της μηδενικής τιμής, ακολουθώντας συχνά απότομες και απρόβλεπτες διακυμάνσεις. Το ποσό της ενέργειας που περιέχεται στο φως του ήλιου, ονομάζεται ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και με μία πιο αυστηρή ορολογία, ροή ακτινοβολίας που ορίζεται ως το ποσό της ενέργειας της ακτινοβολίας που περνά στη μονάδα του χρόνου από τη μονάδα εμβαδού μιας επιφάνειας τοποθετημένης κάθετα στην κατεύθυνση της ακτινοβολίας και εκφράζεται συνήθως σε Kw/ m<sup>2</sup>.

Επίσης στα φωτοβολταϊκά στοιχεία δεν είναι δυνατή η μετατροπή σε ηλεκτρική ενέργεια του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται στην επιφάνεια τους. Ένα μέρος από την προσπίπτουσα ακτινοβολία ανακλάται πάνω στην επιφάνεια του στοιχείου και διαχέεται πάλι προς το περιβάλλον, ενώ από την ακτινοβολία που διεισδύει ένα μέρος πάλι συμβάλλει στην εκδήλωση του φωτοβολταϊκού φαινομένου .

### **3.3 Η κατάσταση στην Ελλάδα**

Σε γενικές γραμμές, ένα φωτοβολταϊκό σύστημα στην Ελλάδα παράγει κατά μέσο όρο ετησίως περί τις 1.150-1.400 κιλοβατώρες ανά εγκαταστημένο κιλοβάτ (KWh / έτος /KW). Προφανώς στις νότιες και πιο ηλιόλουστες περιοχές της χώρας ένα φωτοβολταϊκό παράγει περισσότερο ηλιακό ηλεκτρισμό απ' ότι στις βόρειες. Υπάρχουν πάνω από 550 kWp εγκατεστημένων Φ/Β συστημάτων σε όλη τη χώρα. Τα μεγαλύτερα συστήματα έχουν εγκατασταθεί από τη ΔΕΗ. Το σχήμα 2.1 παρουσιάζει την εξέλιξη της αγοράς φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα.

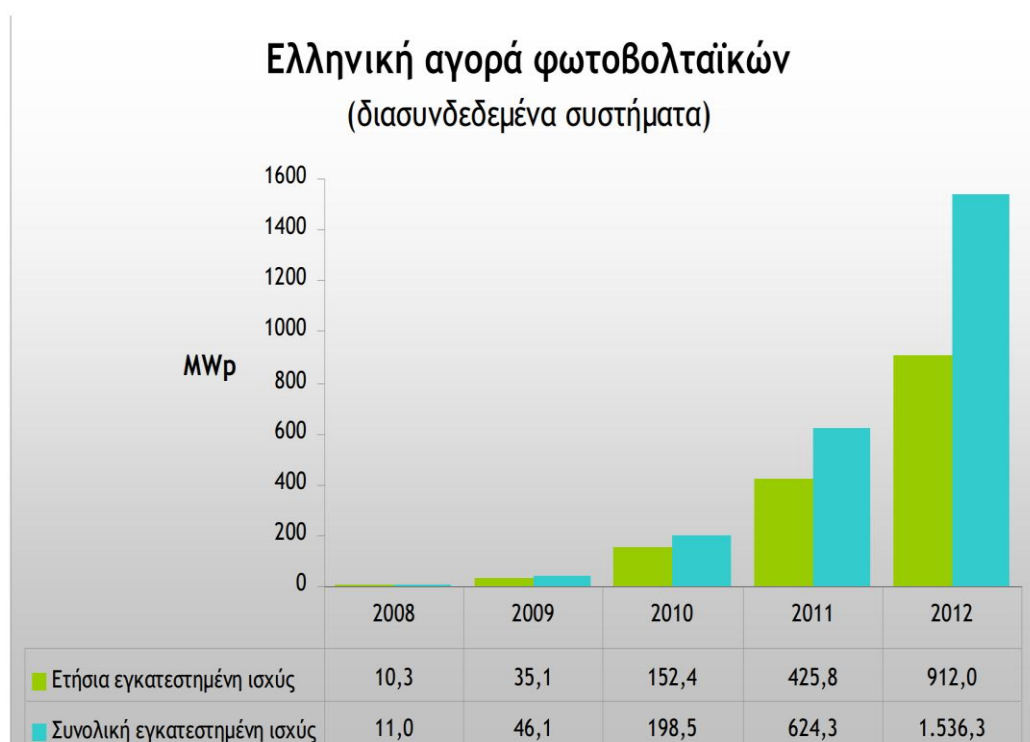
Οι εφαρμογές αυτές αφορούν την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για το δίκτυο των νησιών και την ηλεκτροδότηση μικρών χωριών. Μεγαλύτερο πλήθος συστημάτων, πάνω από 350 άλλα μικρότερης ισχύος, έχει εγκαταστήσει η Υπηρεσία Φάρων του Πολεμικού Ναυτικού. Ένα ακόμα μεγαλύτερο πλήθος έχει εγκατασταθεί από ιδιώτες για ηλεκτροδότηση εξοχικών κατοικιών, μικρών ξενοδοχειακών μονάδων, μοναστηριών κ.λπ. Οι εγκαταστάσεις αυτές έχουν γίνει χωρίς καμία οικονομική ενίσχυση από την Πολιτεία.

Εκτίμηση για το αξιοποιήσιμο δυναμικό δεν είναι δυνατόν να δοθεί, γιατί η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να αξιοποιηθεί παντού, φθάνει να προσφέρει μια οικονομικά βιώσιμη λύση. Το μέσο κόστος παραγωγής της ΔΕΗ, σε τιμές του 2008, για το διασυνδεδεμένο σύστημα (Ηπειρωτική Ελλάδα) ήταν 0.037€ / kWp, ενώ το μέσο κόστος παραγωγής στα νησιά κυμάνθηκαν από 0,21€ μέχρι 0,27€ / kWp (7).

Αν, συνεπώς, προστεθεί στην τιμή της kWp, το εξωτερικό κόστος που παράγεται στη νησιωτική χώρα, αυτή αυξάνεται και η ψαλίδα ανάμεσα στα Φ/Β και στα συμβατικά καύσιμα κλείνει. Όσο για ορισμένα από τα νησιά, η τιμή της τοπικά παραγόμενης ενέργειας

είναι ήδη τέτοια, που η Φ/Β ενέργεια είναι σήμερα πιθανότατα η πλέον συμφέρουσα λύση στις περιπτώσεις που προγραμματίζεται ενίσχυση του τοπικού δικτύου της ΔΕΗ.

Επίσης, πρέπει να σημειωθεί ότι το κόστος ηλεκτροπαραγωγής κατά τη διάρκεια ωρών αιχμής, για πολλά από τα νησιά που παρουσιάζουν σχετικά χαμηλό μέσο κόστος, είναι δύο και τρεις φορές μεγαλύτερο από αυτό, γεγονός που σημαίνει, ότι και σε αυτά τα νησιά η χρήση Φ/Β συστημάτων πιθανόν να αποτελέσει μια ανταγωνιστική πρόταση στο μέλλον. Στο σχήμα 2.1 παρουσιάζεται η εξέλιξη αγοράς των φωτοβολταϊκών στην Ελλάδα



Πηγή: [www.hmerhsia.gr](http://www.hmerhsia.gr)

### Εξέλιξη της ελληνικής αγοράς των φωτοβολταϊκών τη τελευταία 5ετία (16)

#### **3.4 Οι φωτοβολταϊκές μονάδες στην Κρήτη**

Στην Κρήτη λειτουργούν αρκετές μονάδες παραγωγής ηλεκτρισμού από Φωτοβολταϊκά. Ενδεικτικά αναφέρονται: ο Φωτοβολταϊκός Σταθμός στη Γαύδο (όπου υπάρχει φωτοβολταϊκός σταθμός 20 kWp και εξυπηρετεί τις ανάγκες 2 οικισμών ενώ παράλληλα λειτουργούν 22 αυτόνομες φωτοβολταϊκές μονάδες των 700 Wp ή κάθε μία), οι φάροι του Πολεμικού Ναυτικού και οι τηλεπικοινωνιακές εγκαταστάσεις που βρίσκονται διάσπαρτες στα βουνά της Κρήτης, Φ/Β συστήματα έχουν εγκατασταθεί σε δυο συγκροτήματα παραδοσιακών ενοικιαζόμενων διαμερισμάτων (Άσπρος Ποταμός στο Ν. Λασιθίου και Μηλιά στο Ν. Χανίων), σε ένα ξενοδοχείο 50 κλινών (Elounda island village) κα σε ένα

ορειβατικό καταφύγιο (Καλλέργη), όπου καλύπτουν (με τη χρήση μπαταριών) όλες τις ανάγκες τους σε ηλεκτρισμό. Παράλληλα ένα σχολείο (στο Γούδουρα Ν. Λασιθίου) καλύπτει το μεγαλύτερο μέρος των αναγκών του με Φ/Β. Επίσης στον Πρασέ Χανίων λειτουργεί ηλιακό ψυγείο εγκατεστημένης ισχύος 8 kW. Υπάρχουν επίσης αρκετές άλλες επιχειρήσεις και μεγάλα ξενοδοχεία που έχουν εγκαταστήσει σημαντικές εγκαταστάσεις Φωτοβολταϊκών.

Στο ΑΤΕΙ Ηρακλείου έχει οργανωθεί Φ/Β Πάρκο (συνολικής εγκατεστημένης ισχύος 4,3 kW) καλύπτοντας τις ανάγκες φωτισμού γειτονικών εργαστηρίων. Παράλληλα στο Πολυτεχνείο Κρήτης και στο ΑΤΕΙ Κρήτης υπάρχουν επίσης υβριδικά συστήματα φωτοβολταϊκών στοιχείων με ανεμογεννήτριες.

Τέλος άλλες μικρότερες εγκαταστάσεις (π.χ. φωτιστικά δρόμων, ανεμόμετρα, μονάδες ελέγχου αντλιοστασίων κ.λπ.) εγκατεστημένες από ιδιώτες, την τοπική αυτοδιοίκηση, τις Δημοτικές Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (Ηρακλείου και Χανίων) και Εκπαιδευτικά Ιδρύματα λειτουργούν ήδη στην Κρήτη διαμορφώνοντας ένα καλό υπόβαθρο για την περαιτέρω ανάπτυξη αυτών των τεχνολογιών στο νησί.

Πολλοί ιδιώτες επίσης έχουν εγκαταστήσει Φ/Β στις οικίες τους για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών τους. συνήθως φωτισμός, λειτουργία τηλεόρασης και ψυγείου.

### **3.5 Εφαρμογές των φωτοβολταϊκών συστημάτων**

Τα Φ/Β συστήματα απευθύνονται σε περιοχές εφαρμογών, όπου το σχετικά υψηλό κόστος τους δεν αποτελεί σημαντικό εμπόδιο. Οι εφαρμογές αυτές συνήθως χαρακτηρίζονται από :

- χαμηλές ενεργειακές ανάγκες
- έλλειψη εναλλακτικών τρόπων παροχής ενέργειας ή όπου υπάρχουν, αυτοί είναι πολύ ακριβοί (π.χ. σύνδεση με ένα απομακρυσμένο δίκτυο)
- απαιτήσεις υψηλής αξιοπιστίας ή και χαμηλές ανάγκες συντήρησης
- 

Σαν κυριότερες κατηγορίες εφαρμογών Φ/Β συστημάτων μπορούν να θεωρηθούν οι εξής :

#### **α) Καταναλωτικά προϊόντα (0,001 – 100 Wp)**

Τα συστήματα της κατηγορίας αυτής χρησιμοποιούνται σε περιοχές που δεν είναι συνδεδεμένες με το δίκτυο ή σε τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής, κ.λπ., για τη εξυπηρέτηση αναγκών φωτισμού και ψύξης και για προϊόντα όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές φανοί κ.α.



**Σχήμα 2.3: Εφαρμογές φωτοβολταϊκών σε καταναλωτικά προϊόντα (17)**

### **β) Αυτόνομα ή απομονωμένα συστήματα (100Wp – 200 KWp)**

Στην κατηγορία αυτή συγκαταλέγονται συστήματα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας για κατοικίες και μικρούς οικισμούς που δεν είναι συνδεδεμένοι στο δίκτυο. Ακόμη χρησιμοποιούνται για :

- αφαλάτωση / άντληση / καθαρισμό νερού
- φωτισμό (δρόμων , πάρκων , αεροδρομίων)
- συστήματα τηλεπικοινωνιών , τηλεμετρήσεων και συναγερμού
- συστήματα σηματοδότησης (οδικής κυκλοφορίας, ναυτιλίας, αεροναυτιλίας)

- ψύξη (αγροτικών προϊόντων , φαρμάκων κ.λπ.)



**Σχήμα 2.4: Εφαρμογές φωτοβολταϊκών αυτόνομη κατοικία (18)**

Το μειονέκτημα των αυτόνομων συστημάτων είναι το μεγάλο αρχικό κόστος. Αντίθετα, στα πλεονεκτήματα περιλαμβάνεται η ενεργειακή αυτονομία και το μικρό κόστος συντήρησης.

### **γ) Συστήματα συνδεδεμένα με το δίκτυο (100 KWp – αρκετά MWp)**

Στην κατηγορία αυτή, που σύμφωνα με τις συμβατικές θεωρήσεις προς το παρόν δεν αξιολογείται σαν οικονομικά βιώσιμη, διακρίνονται δύο κατηγορίες συστημάτων(11).

- Φ/Β συστήματα μεγέθους έως μερικών εκατοντάδων kWp που τροφοδοτούν κατοικίες, συγκροτήματα κατοικιών ή άλλα κτίρια και όπου η τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια τροφοδοτείται (πωλείται) προς το δίκτυο.
- Φ/Β σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, όπου η παραγόμενη ενέργεια διοχετεύεται απευθείας στο δίκτυο.



### **Σχήμα 2.5: Εφαρμογές φωτοβολταϊκών για διασύνδεση με το δίκτυο (19)**

Για τα Φ/Β συστήματα που αναρτώνται σε κτίρια (σε προσόψεις, οροφές, κ.λπ.), σε σύνδεση με το δίκτυο, τελευταία έχει εκδηλωθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Τα οφέλη που προκύπτουν είναι :

- Συγχρονισμός Ψυκτικών φορτίων κτιρίων με μέγιστη παραγόμενη ισχύ από Φ/Β
- Αποφυγή χρήσης γης
- Αποκεντρωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

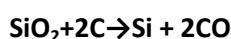
Επίσης, γίνεται προσπάθεια για χρήση των Φ/Β και ως δομικών στοιχείων στα κτίρια, αυξάνοντας έτσι τα οικονομικά οφέλη, εκτός από αυτά που ήδη αναφέρθηκαν.

## **3.6 Είδη φωτοβολταϊκών στοιχείων**

### **3.6.1 Φ/Β στοιχειά πυριτίου**

Το πυρίτιο είναι από τα πιο διαδεδομένα στοιχεία στη φύση αφού αποτελεί το 25% του γήινου φλοιού. Το καθαρό πυρίτιο παράγεται από την άμμο, της οποίας το κύριο συστατικό είναι το οξείδιο του πυριτίου .

Η πρώτη φάση του καθαρισμού γίνεται με την ανάτηξη από την οποία προκύπτει πυρίτιο μεταλλουργικής ποιότητας.



Η δεύτερη φάση περιλαμβάνει τη μετατροπή του μεταλλουργικού πυριτίου, με τη βοήθεια υδροχλωρικού οξέος, σε αέριο τριχλωροσιλάνιο.



Στην τρίτη φάση γίνεται ο καθαρισμός του τριχλωροσιλάνιου με κλασματική απόσταξη και η αναγωγή του με υδρογόνο, οπότε παράγεται πυρίτιο ηλεκτρονικής ποιότητας.

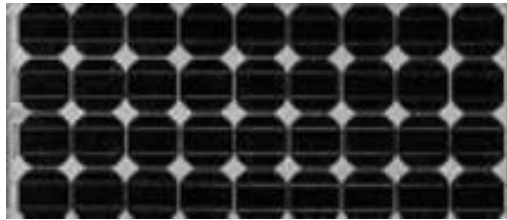
Στην τελευταία φάση το ηλεκτρονικό πυρίτιο τήκεται και ανακρυσταλλώνεται με ακόμη μεγαλύτερη καθαρότητα σε κυλινδρική μονοκρυσταλλική μορφή διαμέτρου 10cm περίπου.

Στη συνέχεια από τον κύλινδρο κόβονται δίσκοι πάχους 0,5mm, οι οποίοι αφού λειανθούν διαμορφώνονται σε δίοδους επαφής p-n με διάχυση ή εμφύτευση των κατάλληλων προσμίξεων. Το φ/β στοιχείο αποκτά την τελική του μορφή με την συγκόλληση των ηλεκτροδίων στις δύο όψεις του δίσκου, την κάλυψη της εμπρός επιφάνειας με αντανακλαστικό επίστρωμα και την στεγανοποίηση.

Το πυρίτιο είναι ο ημιαγωγός, που κυριάρχησε μέχρι σήμερα σαν υλικό κατασκευής των Φ/Β στοιχείων. Ανάλογα με τη δομή του βασικού υλικού ή τον ιδιαίτερο τρόπο κατασκευής, τα Φ/Β στοιχεία πυριτίου διακρίνονται σε τέσσερις τύπους:

### 3.6.2 Φ/Β στοιχεία μονοκρυσταλλικού πυριτίου (c-Si)

Αποτελούνται από μεγάλους κρυστάλλους, το πάχος του υλικού είναι σχετικά μεγάλο (~300 μm) και έχουν χρώμα σκούρο μπλε. Σε εργαστηριακή μορφή το Φ/Β στοιχείο έχει απόδοση 21 – 24%, ενώ σε μορφή Φ/Β πλαισίων η απόδοση είναι 13 – 16%.



**Σχήμα 2.6: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο μονοκρυσταλλικού πυριτίου (20)**

### 3.6.3 Φ/Β στοιχεία πολυκρυσταλλικού πυριτίου (m-Si)

Κόβονται σε στοιχεία τετραγωνικής μορφής και αποτελούνται από λεπτά επιστρώματα πάχους 10 – 50 μm. Έχουν χρώμα γαλάζιο και στην επιφάνεια του στοιχείου διακρίνονται διαφορετικές μονοκρυσταλλικές περιοχές.

Σε εργαστηριακή μορφή το Φ/Β στοιχείο έχει απόδοση 17 – 20%, ενώ σε μορφή Φ/Β πλαισίων η απόδοση 12 – 14%. Τέλος, το κόστος κατασκευής τους είναι μικρότερο από το αντίστοιχο του μονοκρυσταλλικού πυριτίου.



**Σχήμα 2.7: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο πολυκρυσταλλικού πυριτίου (21)**

### 3.6.4 Φ/Β στοιχεία ταινίας

Είναι λεπτή ταινία πολυκρυσταλλικού πυριτίου, η οποία δημιουργείται από τηγμένο υλικό. Το Φ/Β στοιχείο έχει απόδοση 13% και περιορισμένη χρήση λόγω του υψηλού κόστους κατασκευής.

### 3.6.5 Φ/Β στοιχεία άμορφου πυριτίου (α-Si)

Το άμορφο πυρίτιο διαφέρει από το κρυσταλλικό πυρίτιο. Το ενεργειακό χάσμα του κυμαίνεται από 1,2 eV έως 1,6 eV, ανάλογα με τον τρόπο παρασκευής του, ενώ το ενεργειακό χάσμα του κρυσταλλικού πυριτίου έχει σταθερή τιμή 1,1 eV.

Το μεγάλο του πλεονέκτημα είναι ότι έχει πολύ μεγαλύτερο συντελεστή απορρόφησης της ηλιακής ακτινοβολίας, με αποτέλεσμα να αρκεί ένα λεπτό στρώμα πάχους λίγων μm για την κατασκευή των Φ/Β στοιχείων.

Η μικρή ποσότητα χρησιμοποιούμενου υλικού μειώνει το κόστος παραγωγής.

Το άμορφο πυρίτιο έχει στρεβλωμένους χημικούς δεσμούς, με αποτέλεσμα να παρουσιάζει μέτριες ηλεκτρικές ιδιότητες. Η βελτίωσή τους εξασφαλίζεται με την προσθήκη ατόμων υδρογόνου, που συμπληρώνουν τους ατελείς χημικούς δεσμούς. Το Φ/Β στοιχείο από υδρογονούχο άμορφο πυρίτιο α-Si: H έχει απόδοση 6 – 8%. Σήμερα κατασκευάζονται διατάξεις από δύο ή τρία Φ/Β στοιχεία, που τοποθετούνται το ένα πίσω από το άλλο, τα οποία είναι διαφορετικά κράματα άμορφου πυριτίου (α-Si: Ge, α-Si:C κ.λπ.). Τα Φ/Β στοιχεία έχουν διαφορετικό ενεργειακό χάσμα και εμπρός τοποθετείται εκείνο που έχει το μεγαλύτερο. Τελευταίο τοποθετείται το Φ/Β στοιχείο με το μικρότερο ενεργειακό χάσμα. Έτσι, τα φωτόνια μικρής ενέργειας που διέρχονται από το πρώτο στοιχείο, απορροφούνται από το δεύτερο ή το τρίτο περιορίζοντας τη θερμική μετατροπή. Μία τέτοια διάταξη έχει απόδοση 10 – 12%.



**Σχήμα 2.8: Φωτοβολταϊκό πλαίσιο άμορφου πυριτίου (22)**

### **3.6.6 Φωτοβολταϊκά στοιχεία άλλων υλικών**

Εκτός από τα Φ/Β στοιχεία πυριτίου, τα οποία αποτελούν και τα πιο διαδεδομένα σήμερα στον κόσμο, κατασκευάζονται Φ/Β στοιχεία και από άλλα υλικά, τα οποία προς το παρόν εμφανίζουν μειονεκτήματα που περιορίζουν τη χρήση τους. Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι τα ακόλουθα:

#### **4 Φ/Β στοιχείο αρσενικούχου γαλλίου (GaAs)**

Παρουσιάζει τη μεγαλύτερη απόδοση (25%) και το υψηλότερο κόστος κατασκευής και χρησιμοποιείται σε διαστημικές εφαρμογές.

#### **5 Φ/Β στοιχείο δισεληνοϊνδιούχου χαλκού (CuInSe<sub>2</sub>)**



Έχει χαμηλό κόστος κατασκευής και μικρή απόδοση σε μορφή Φ/Β πλαισίου, η οποία μπορεί να φτάσει το 8 – 10% με την προσθήκη γαλλίου Ga

## 6 Φ/Β στοιχείο θειούχου χαλκού – θειούχου καδμίου (Cu<sub>2</sub>S/CdS)

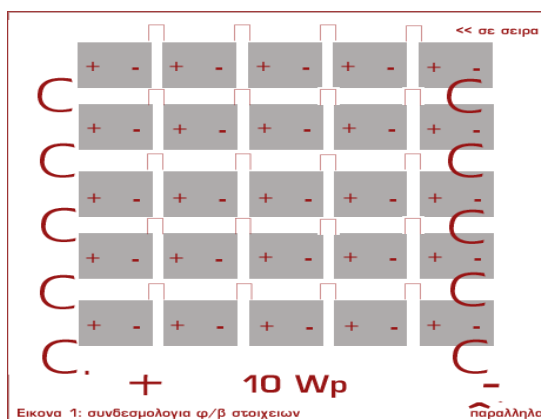
Έχει χαμηλό κόστος κατασκευής αλλά όχι σταθερή απόδοση, η οποία φτάνει το 10%

Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών				
ΤΥΠΟΣ	'Λεπού υμενίου' ή 'Thin Film'	Πολυκρυσταλλικά	Μονοκρυσταλλικά	'Υβριδικά'
Εμφάνιση				
Απόδοση	Άμορφα: 5-7% CIS: 7-10% CdTe: 8-10%	11-14%	13-16%	16-18%
Απαιτούμενη επιφάνεια ανά kWp	10-20 m <sup>2</sup>	8-10 m <sup>2</sup>	7-8 m <sup>2</sup>	6-7 m <sup>2</sup>
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά kWp) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small>	1.300-1.400	1.300	1.300	1.350
Μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh ανά m <sup>2</sup> ) <small>(μέση τιμή για Ελλάδα και για ένα τυπικό σύστημα με νότιο προσανατολισμό και κατάλληλη κλίση)</small>	65-140	130-160	160-185	190-225
Ετήσια μείωση εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (kg CO <sub>2</sub> ανά kWp)	1.380-1.485	1.380	1.380	1.435

Σχήμα 2.9: Συγκριτικός πίνακας φωτοβολταϊκών τεχνολογιών (23)

### 3.7 Φωτοβολταϊκό πλαίσιο

Η τάση που εκδηλώνει ένα Φ/Β στοιχείο πυριτίου σε κανονική ηλιακή ακτινοβολία είναι έως 0,5 V και η ηλεκτρική ισχύς που παράγει δεν ξεπερνά τα 0,4 W περίπου. Είναι, λοιπόν, προφανές ότι οι τιμές αυτές θεωρούνται πολύ μικρές για την τροφοδότηση των συνηθισμένων ηλεκτρικών καταναλώσεων. Λύση στο πρόβλημα αποτελεί η σύνδεση των Φ/Β σε σειρά, κατά τρόπο ανάλογο της σύνδεσης των ηλεκτρικών πηγών. Ένα σύνολο Φ/Β στοιχείων συνδεδεμένων σε σειρά, έτσι ώστε να αποτελούν εύχρηστη σε μέγεθος μονάδα, ονομάζεται **φωτοβολταϊκό πλαίσιο** (PV module) και για λόγους ευκολίας γράφεται Φ/Β πλαίσιο.



**Σχήμα 2.10: Σύνδεση Φ/Β στοιχείων σε σειρά και παράλληλα (24)**

Η σύνδεση Φ/Β στοιχείων σε σειρά πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

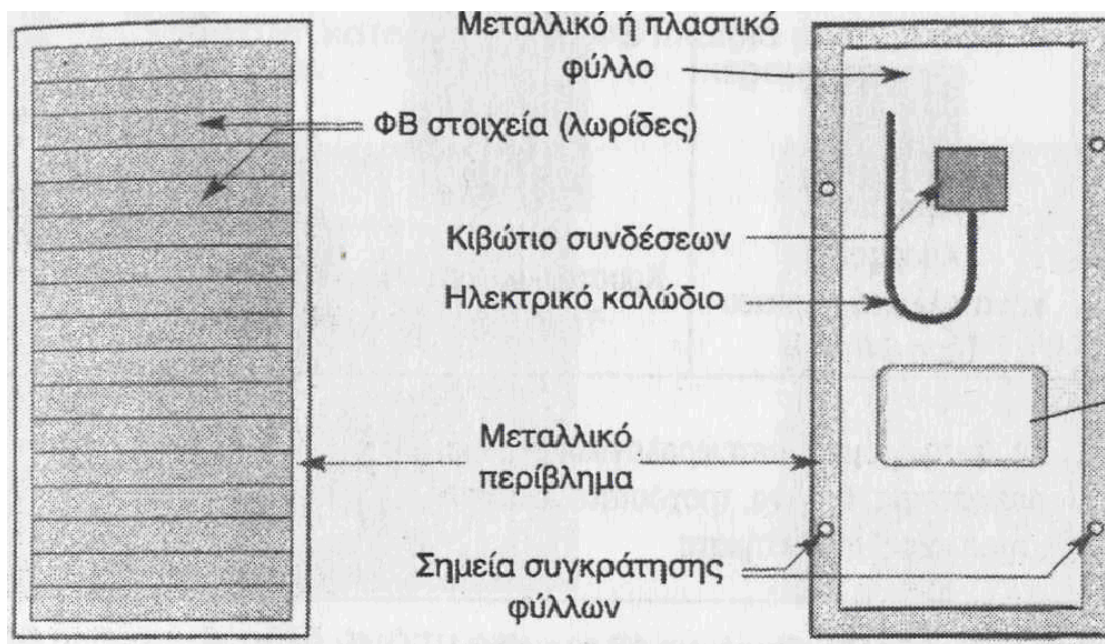
- Δυνατότητα συνδυασμού με ηλεκτρικό συσσωρευτή τυπικής ονομαστικής τάσεως 12V, για να είναι δυνατή η αποθήκευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
- Ευκολία μεταφοράς, ενσωμάτωσης σε μεγαλύτερα σύνολα και αντικατάστασης σε περίπτωση βλάβης

Η σύνδεση Φ/Β στοιχείων σε σειρά γίνεται με τη σύνδεση του θετικού ηλεκτροδίου του ενός στοιχείου με το αρνητικό ηλεκτρόδιο του επόμενου. Κατά την σύνδεση N όμοιων Φ/Β στοιχείων σε σειρά ισχύουν οι αντίστοιχοι κανόνες συνδεσμολογίας ηλεκτρικών πηγών.

- Το Φ/Β πλαίσιο έχει ανάλογα πολλαπλάσια τάση ανοιχτού κυκλώματος  $V_{ocp}$
- Το Φ/Β πλαίσιο έχει ρεύμα βραχυκύκλωσης  $I_{scp}$  ίσο με το αντίστοιχο  $I_{sc}$  του ενός Φ/Β στοιχείου.

### **3.8 Μορφολογία φωτοβολταϊκού πλαισίου**

Τα Φ/Β πλαίσια κατασκευάζονται σε μορφή sandwich. Πάνω σε ένα φύλλο από μέταλλο (συνήθως αλουμίνιο) ή από ενισχυμένο πλαστικό, στερεώνονται τα Φ/Β στοιχεία με κατάλληλη κολλητική ουσία. Το φύλλο αυτό αποτελεί την πλάτη του πλαισίου. Η εμπρός όψη των στοιχείων καλύπτεται από προστατευτικό φύλλο γυαλιού ή διαφανούς πλαστικού. Τα δύο φύλλα, εμπρός και πίσω, συγκρατούνται μεταξύ τους με τη βοήθεια ταινίας από συνθετικό ελαστικό και συσφίγγονται με περιμετρικό μεταλλικό περίβλημα. Είναι προφανές ότι η κατασκευή αυτή εξασφαλίζει την απαραίτητη μηχανική αντοχή, τις υποδοχές στήριξης και την αυξημένη στεγανότητα για προστασία από την υγρασία.



**Σχήμα 2.11: Μορφολογία Φ/Β πλαισίου (25)**

Τα Φ/Β στοιχεία συνδέονται σε σειρά και διατάσσονται σε κλάδους (στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου)

Με στόχο την όσο το δυνατόν καλύτερη προσαρμογή των Φ/Β πλαισίων στα κτίρια, οι εταιρίες κατασκευής τους προτείνουν πολλές ενδιαφέρουσες λύσεις. Στις στέγες των παραδοσιακών κτιρίων μπορούν να χρησιμοποιηθούν Φ/Β πλαίσια με τη μορφή κεραμιδιών. Στις πλευρές μπορούν να τοποθετηθούν πλαίσια με τη μορφή ζωγραφικών πινάκων. Σε διαδρόμους μεγάλων κτιριακών συγκροτημάτων προτείνεται η χρήση ημιπερατών Φ/Β πλαισίων, τα οποία συνδυάζουν τον ημερήσιο φυσικό φωτισμό των διαδρόμων και τον τεχνητό φωτισμό από φωτοβολταϊκή ηλεκτρική ενέργεια.

Τέλος, θα πρέπει να αναφέρουμε δύο πολύ σοβαρά προβλήματα, τα οποία μπορούν ακόμα και να καταστρέψουν ένα Φ/Β πλαίσιο. Πρόκειται για την υγρασία και την υπερθέρμανση ενός Φ/Β στοιχείου, η οποία ονομάζεται κατάσταση θερμικής κηλίδας.

### **3.8.1 Υγρασία**

Επειδή η απόλυτη στεγανοποίηση ενός Φ/Β πλαισίου είναι πολύ δύσκολη, οι περισσότεροι κατασκευαστές πιστεύουν ότι είναι προτιμότερο να μπορεί να "αναπνέει" το πλαίσιο, έτσι ώστε να μην παγιδεύεται στο εσωτερικό του η υγρασία. Είναι προφανές ότι όσοι υδρατμοί εισέρχονται στο πλαίσιο συμπυκνώνονται σε νερό. Έτσι, για την απομάκρυνση του νερού προβλέπουν μία οπή στον πίνακα συνδέσεων, την οποία καλύπτουν με σίτα προκειμένου να αποτρέψουν την είσοδο μικρών ζώων.

### **3.8.2 Υπερθέρμανση Φ/Β στοιχείου**

Όταν ένα Φ/Β στοιχείο δεν δέχεται την προσπίπτουσα στο Φ/Β πλαίσιο ηλιακή ακτινοβολία (π.χ. καλύπτεται από ένα φύλλο ή κάποιο άλλο εμπόδιο), σταματάει να παράγει ηλεκτρικό ρεύμα. Επειδή όμως τα Φ/Β στοιχεία συνδέονται σε σειρά, που σημαίνει ότι το Φ/Β στοιχείο με το μικρότερο ρεύμα βραχυκύκλωσης επιβάλλει στο Φ/Β πλαίσιο το δικό του ρεύμα, το παραγόμενο ηλεκτρικό ρεύμα από το πλαίσιο τείνει στο μηδέν. Παράλληλα, το σκιασμένο Φ/Β στοιχείο δέχεται το άθροισμα των τάσεων όλων των άλλων στοιχείων ανάστροφα και αρχίζει να υπερθερμαίνεται. Το φαινόμενο αυτό προκαλεί τελικά την καταστροφή του Φ/Β στοιχείου (αναγνωρίζεται γιατί αποκτά καφέ χρώμα), αλλά μπορεί να προκαλέσει ακόμα και πυρκαγιά αν το Φ/Β πλαίσιο συνδέεται με ηλεκτρικό συσσωρευτή 24 3.8.3

Η προστασία της εγκατάστασης εξασφαλίζεται με την παράλληλη σύνδεση μίας διόδου παράκαμψης ΔΠ ( by-pass diode) σε κάθε ομάδα Φ/Β στοιχείων. Συνδέοντας μία δίοδο ανά 18 στοιχεία σε ένα Φ/Β πλαίσιο με 36 στοιχεία σε σειρά, διατηρείται η ανάστροφη τάση, που θα δεχθεί το σκιασμένο Φ/Β στοιχείο μικρότερη από 10 V. Έτσι, αποφεύγουμε την υπερθέρμανση του, αλλά και το Φ/Β πλαίσιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα κι αν κάποιο Φ/Β στοιχείο του καταστραφεί. Οι δίοδοι παράκαμψης τοποθετούνται στο κιβώτιο συνδέσεων, που βρίσκεται στο πίσω μέρος του Φ/Β πλαισίου.

### 3.9 Βαθμός απόδοσης φωτοβολταϊκού

Το πηλίκο της μέγιστης αποδιδόμενης ηλεκτρικής ισχύος προς την προσπίπτουσα ισχύ της ηλιακής ακτινοβολίας, ονομάζεται βαθμός απόδοσης  $\eta_{\Pi}$  του Φ/Β πλαισίου.

$$\eta_{\Pi} = \frac{P_{M\pi}}{P_{HA}}$$

$\sigma_{\theta} = 1 - [(t_a + 30) - 25] \times 0.004$  όπου:

$P_{M\pi}(W)$ : μέγιστη αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς Φ/Β πλαισίου

$P_{HA}(W)$ : ισχύς προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

Αν η ισχύς της ηλιακής ακτινοβολίας  $P_{HA}$  δίνεται ανά μονάδα επιφάνειας, δηλαδή σε  $(W/m^2)$ , η σχέση του βαθμού απόδοσης γίνεται

$$\eta_{\Pi} = \frac{P_{M\pi}}{P_{HA} \cdot S_{\Pi}}$$

όπου:

$P_{M\pi}(W)$ : μέγιστη αποδιδόμενη ηλεκτρική ισχύς Φ/Β πλαισίου

$P_{HA}(W/ m^2)$ : πυκνότητα ισχύος προσπίπτουσας ακτινοβολίας.

$S_{\Pi} (m^2)$ : επιφάνεια Φ/Β πλαισίου

### 3.9.1 Γήρανση

Η απόδοση του Φ/Β πλαισίου μειώνεται λόγω της αλλοίωσης των υλικών κατασκευής των Φ/Β στοιχείων. Για την διαχρονική μείωση της απόδοσης λαμβάνουμε το **συντελεστή γήρανσης  $\sigma_{\gamma}=0,90$**

### 3.9.2 Ρύπανση επιφάνειας

Η απόδοση του Φ/Β πλαισίου, ιδίως εκείνου που έχει μικρή κλίση, μειώνεται λόγω της ρύπανσης της επιφάνειας του από την επικάθηση σκόνης, φύλλων, χιονιού, αλατιού από τη θάλασσα, εντόμων, ακαθαρσιών κ.λπ. Η μείωση της απόδοσης είναι σημαντικότερη σε αστικές και βιομηχανικές περιοχές λόγω αιθάλης, γι' αυτό και απαιτείται περιοδικός καθαρισμός της επιφάνειας με απορρυπαντικό. Σε περιοχές με συχνές χιονοπτώσεις ή ισχυρούς ανέμους, το Φ/Β πλαίσιο πρέπει να τοποθετείται κάθετα ή με κλίση  $45^{\circ}$  αντίστοιχα, για να μην συγκρατείται το χιόνι και η σκόνη. Για τους παραπάνω λόγους λαμβάνουμε ένα **συντελεστή ρύπανσης  $\sigma_{\rho}$**  σύμφωνα με τις ακόλουθες τιμές.

$\sigma_{\rho}= 0,95$  για πλαίσια που καθαρίζονται συχνά

0,90 για πλαίσια ελαφρώς σκονισμένα

0,80 για πλαίσια οριζόντια και ακάθαρτα.

## 4 Σύστημα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (Micro CHP)

### 4.1 Εισαγωγή

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



**Σχήμα 4.1: Συμβατικό σύστημα σε σύγκριση με σύστημα συμπαραγωγής (30)**

Η ΣΗΘ δεν αποτελεί μια συγκεκριμένη τεχνολογία αλλά περισσότερο μια εφαρμογή τεχνολογιών για την κάλυψη των αναγκών θέρμανσης ή/και ψύξης, καθώς και για μηχανική ή/και ηλεκτρική ενέργεια των τελικών καταναλωτών. Λόγω των πρόσφατων τεχνολογικών εξελίξεων, έχουν αναπτυχθεί νέες διατάξεις των συστημάτων ΣΗΘ που τα καθιστούν οικονομικά συμφέροντα σε ένα ευρύτερο φάσμα εφαρμογών. Οι νέες γενιές των στροβίλων, κυψελών καυσίμου και παλινδρομικών μηχανών συνιστούν το αποτέλεσμα εντατικής και συνδυασμένης έρευνας, ανάπτυξης και επίδειξης, τόσο από ιδιωτικά όσο και από τη βιομηχανία. Τα προηγμένα υλικά και οι τεχνικές σχεδίασης μέσω Η/Υ έχουν αυξήσει σημαντικά την αποδοτικότητα και την αξιοπιστία του εξοπλισμού, μειώνοντας ταυτόχρονα τα κόστη και τις εκπομπές ρύπων.

Η συμβατική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι από τη φύση της μη αποδοτική, αφού μετατρέπεται μόνο το ένα τρίτο της ενέργειας των καυσίμων σε ωφέλιμη ενέργεια. Η σημαντική αύξηση της αποδοτικότητας με τη ΣΗΘ οδηγεί σε μικρότερη κατανάλωση καυσίμων και σε μειωμένες εκπομπές ρύπων σε σχέση με τη χωριστή παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας. Η ΣΗΘ αποτελεί μια οικονομικά παραγωγική προσέγγιση για τη μείωση των ατμοσφαιρικών ρύπων μέσω της πρόληψης της ρύπανσης, ενώ ο παραδοσιακός έλεγχος της ρύπανσης που επιτυγχάνεται απλά μέσω της επεξεργασίας των καυσαερίων δεν παρέχει κανένα οικονομικό όφελος και, στην πραγματικότητα, μειώνει την απόδοση και την ωφέλιμη παραγωγή ενέργειας.

Η συνολική απόδοση του συστήματος προκύπτει από μια αλληλεπίδραση μεταξύ των μεμονωμένων βαθμών απόδοσης των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και ανάκτησης θερμότητας. Δεδομένου ότι από ένα σύστημα ΣΗΘ προκύπτουν δύο ή περισσότερα χρησιμοποιήσιμα ενεργειακά προϊόντα, ο καθορισμός του συνολικού βαθμού απόδοσης των συστημάτων αυτών είναι πιο σύνθετος απ' ό,τι στα απλά συστήματα. Το όλο σύστημα μπορεί να αντιμετωπισθεί ως δύο υποσυστήματα, το σύστημα ηλεκτρικής ισχύος (συνήθως μια μηχανή ή ένας στρόβιλος) και το σύστημα ανάκτησης θερμότητας (συνήθως κάποιος τύπος λέβητα). Η απόδοση του συνολικού συστήματος προκύπτει από την αλληλεπίδραση

μεταξύ των μεμονωμένων βαθμών απόδοσης των συστημάτων ηλεκτροπαραγωγής και ανάκτησης θερμότητας.

Τα αποδοτικότερα συστήματα ΣΗΘ (με πάνω από 80 % συνολικό βαθμό απόδοσης) είναι εκείνα που ικανοποιούν μεγάλη θερμική ζήτηση με την ταυτόχρονη παραγωγή σχετικά μικρότερης ηλεκτρικής ισχύος. Όσο αυξάνεται η απαιτούμενη θερμοκρασία της ανακτώμενης ενέργειας, τόσο μειώνεται ο λόγος της παραγόμενης ισχύος προς τη θερμότητα. Η μειωμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι σημαντική για τα οικονομικά της ΣΗΘ, καθώς η διάθεση της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά είναι τεχνικά ευκολότερη από ότι είναι στην περίπτωση της πλεονάζουσας θερμικής ενέργειας. Εντούτοις, την περίοδο αυτή υπάρχουν ακόμη εμπόδια στη διανομή της πλεονάζουσας ηλεκτρικής ενέργειας στην αγορά.

## **4.2 Πλεονεκτήματα Συστημάτων Συμπαραγωγής**

Τα πλεονεκτήματα της εφαρμογής του Micro CHP είναι:

- Αυξημένη απόδοση της μετατροπής και χρήσης της ενέργειας. Η συμπαραγωγή είναι η πλέον αποτελεσματική και αποδοτική μορφή ηλεκτροπαραγωγής και θερμότητας.
- Μικρότερες εκπομπές προς το περιβάλλον, ιδιαίτερα του CO<sub>2</sub>, του σημαντικότερου αερίου στο οποίο οφείλεται το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η συμπαραγωγή είναι μία από τις καλύτερες λύσεις για την επίτευξη των στόχων που έχουν τεθεί από το Πρωτόκολλο του Κιότο, τους οποίους έχει αποδεχθεί η Ελλάδα.
- Σημαντική εξοικονόμηση οικονομικών πόρων, παρέχοντας πρόσθετη ανταγωνιστικότητα στη βιομηχανία και στις ΜΜΕ, καθώς η ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα παρέχονται σε προσιτές τιμές.
- Σημαντική ευκαιρία ώστε να προωθηθούν αποκεντρωμένες λύσεις παραγωγής, όπου οι σταθμοί ΣΗΘ σχεδιάζονται ανταποκρίνονται στις ανάγκες των τοπικών καταναλωτών, παρέχοντας υψηλή απόδοση, αποφεύγοντας απώλειες μεταφοράς και αυξάνοντας την ευελιξία στη χρήση του συστήματος. Το πλεονέκτημα αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό, όταν το φυσικό αέριο χρησιμοποιείται σαν κύριο καύσιμο.
- Ευκαιρία να αυξηθεί η ποικιλία των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και να δημιουργηθούν συνθήκες ανταγωνισμού στην ηλεκτροπαραγωγή. Η συμπαραγωγή παρέχει ένα από τα σημαντικότερα μέσα για την προώθηση της απελευθέρωσης στις ενεργειακές αγορές.
- Αυξημένη απασχόληση, αφού, από μελέτες που έχουν εκπονηθεί, συνεπάγεται ότι η ανάπτυξη των συστημάτων συμπαραγωγής δημιουργούν νέες θέσεις εργασίας.
- Η χρήση του ΣΗΘ σε κατοικίες συμφέρει οικονομικά γιατί από μία πηγή μπορεί να παραχθεί και θερμότητα και ηλεκτρικό ρεύμα. Ενώ με συμβατικές πηγές θα χρησιμοποιούσαμε καυστήρα πετρελαίου για θέρμανση και τη ΔΕΗ για την ηλεκτρική τροφοδότηση της κατοικίας.

## **4.3 Η κατάσταση στην Ελλάδα**

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα, αυξάνονται σημαντικά οι μονάδες συμπαραγωγής. Εκτός από τη χρήση της συμπαραγωγής σε βιομηχανίες, πολλές κατοικίες έχουν αρχίσει να

χρησιμοποιούν μικρής κλίμακας συστήματα συμπαραγωγής με σκοπό να καλύψουν τις ηλεκτρικές και θερμικές ανάγκες. Στον παρακάτω πίνακα, παρουσιάζονται τα στοιχεία για τις διάφορες κατηγορίες συστημάτων συμπαραγωγής που χρησιμοποιούνται στη βιομηχανία αλλά και σε κατοικίες.

2003										
ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΗΘ										
Κατηγορία τεχνολογίας	Ηλεκτροπαραγωγή (GWh)							Μέγιστη ισχύς		
	Μικτή (ΣΗΘ)	Μικτή	ΣΗΘ	Αποδιδόμενη Θερμότητα ΣΗΘ (Tj)	Καύσιμο για Θερμότητα ΣΗΘ και μικτή ηλεκτρική ενέργεια (Tj)	Πλήθος μονάδων ΣΗΘ	Αυτοπαραγωγός	Μικτή (MWe)	ΣΗΘ (MWe)	Καθαρή (MWh)
Συνδυασμένος κύκλος		391,76	353,72	1799,61	4081,28	2	ΝΑΙ (2/2)	66,50	59,20	62,67
ΜΕΚ	8,54	36,06	29,82	148,27	456,59	6	ΝΑΙ (3/6)	11,96		15,90
Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	31,70	313,62	263,48	2050,33	4499,82	5	ΝΑΙ (5/5)	53,93	46,04	83,05
Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης	132,66			3380,27	4338,35	15	ΝΑΙ (14/15)	79,84	79,84	334,81
Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης		5291,75	147,55	1379,75	51335,02	4	ΟΧΙ	1120,00	33,55	260,00
Σύνολο									218,63	756,43
ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΣΗΘ										
Για n>75%										
Σύνολο	172,90			3689,27	4883,25	18	--	86,77	86,77	348,76
Εκ των οποίων αυτοπαραγωγοί	143,56			3138,97	4174,34	17	--	76,77	76,77	292,76
Για n<75%										
Σύνολο		6033,19	794,57	5068,96	59827,81	14	--	1245,46	142,13	407,67
Εκ των οποίων αυτοπαραγωγοί		715,51	647,02	3605,61	8239,79	7	--	118,32	102,38	138,07
Συνολική Παρουσίαση										
Σύνολο		6206,09	967,47	8758,23	64711,06	32	--	1332,23	228,90	756,43
Εκ των οποίων αυτοπαραγωγοί		859,07	790,58	6744,58	12414,12	24	--	195,09	179,15	430,83

2004										
ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΗΘ										
Κατηγορία τεχνολογίας	Ηλεκτροπαραγωγή (GWh)							Μέγιστη ισχύς		
	Μικτή (ΣΗΘ)	Μικτή	ΣΗΘ	Αποδιδόμενη Θερμότητα ΣΗΘ (Tj)	Καύσιμο για Θερμότητα ΣΗΘ και μικτή ηλεκτρική ενέργεια (Tj)	Πλήθος μονάδων ΣΗΘ	Αυτοπαραγωγός	Μικτή (MWe)	ΣΗΘ (MWe)	Καθαρή (MWh)
Συνδυασμένος κύκλος		342,73	288,33	1746,60	4128,68	2	ΝΑΙ (2/2)	66,50	55,20	61,10
ΜΕΚ	3,25	36,44	28,40	131,21	404,64	6	ΝΑΙ (3/6)	11,96		16,20
Αεριοστρόβιλος με ανάκτηση θερμότητας	27,91	324,48	266,38	2087,90	4678,04	5	ΝΑΙ (5/5)	53,94	45,15	87,06
Ατμοστρόβιλος αντίθλιψης	133,26			3597,77	4643,27	15	ΝΑΙ (14/15)	79,84	79,84	351,73
Ατμοστρόβιλος συμπύκνωσης		4919,83	124,30	1250,55	48534,40	4	ΟΧΙ	1120,00	27,78	260,00
Σύνολο									207,97	776,09
ΑΝΑΛΥΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΣΗΘ										
Για n>75%										
Για n>75%	164,41			3850,40	5074,94	18	--	86,78	86,78	369,67
Εκ των οποίων αυτοπαραγωγοί	140,37			3284,31	4356,47	17	--	76,78	76,78	313,67
Για n<75%										
Για n<75%		5623,48	707,42	4963,63	57314,10	14	--	1245,46	130,95	406,42
Εκ των οποίων αυτοπαραγωγοί		674,99	583,12	3629,60	8500,06	7	--	118,32	97,58	136,82
Συνολική Παρουσίαση										
Σύνολο		5787,89	871,83	8814,03	62389,03	32	--	1332,24	217,72	776,09
Εκ των οποίων αυτοπαραγωγοί		815,35	723,48	6913,91	12856,52	24	--	195,10	174,36	450,49



## **4.4 Βασικές αρχές συμπαραγωγής**

### **4.4.1. Θερμικές μηχανές**

Μπορούν να διακριθούν οι ακόλουθες βασικές επιλογές για τη συμπαραγωγή :

- Συμπαραγωγή με ατμοστρόβιλο: Χρησιμοποιείται άνθρακας, λιγνίτης, πετρέλαιο, ξύλα, απόβλητα, τύρφη και πυρηνικά καύσιμα. Ο ατμός είναι το μέσο με το οποίο η θερμική ενέργεια μετατρέπεται σε μηχανική ενέργεια.
- Συμπαραγωγή με αεριοστρόβιλο: Το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο είναι τα μόνα κατάλληλα καύσιμα. Το μέσο μεταφοράς της θερμότητας είναι τα καυσαέρια του θαλάμου καύσης.
- Συμπαραγωγή με συνδυασμένο κύκλο: Η υψηλή θερμότητα και περιεκτικότητα σε οξυγόνο των καυσαερίων του αεριοστρόβιλου χρησιμοποιούνται σε μια δεύτερη διεργασία με έναν ατμοστρόβιλο.
- Συμπαραγωγή με παλινδρομική μηχανή: Η χημικά δεσμευμένη ενέργεια του φυσικού αερίου ή του πετρελαίου diesel, για παράδειγμα, μετασχηματίζεται άμεσα με την καύση σε μηχανική ενέργεια.

Όλες οι ανωτέρω τεχνολογίες είναι σε θέση να παραγάγουν τόσο ηλεκτρική όσο και θερμική ενέργεια, και χαρακτηρίζονται ως "θερμικές μηχανές". Πιο συγκεκριμένα, η θερμική μηχανή ορίζεται ως: "μια συσκευή που μετατρέπει τη θερμική ενέργεια σε μηχανική ενέργεια" ή, πιο σωστά, ως "ένα σύστημα που λειτουργεί συνεχώς και μόνο θερμότητα και έργο μπορούν να περάσουν τα όρια του". Επιπλέον, η λειτουργία μιας θερμικής μηχανής μπορεί να παρασταθεί καλύτερα από ένα θερμοδυναμικό κύκλωμα.

### **4.4.2 Μηχανές εσωτερικής καύσης**

Μεταξύ των πιο ευρέως διαδεδομένων και περισσότερων αποδοτικών κύριων πηγών ενέργειας για ΣΗΘ είναι οι παλινδρομικές μηχανές ή μηχανές εσωτερικής καύσης – ΜΕΚ. Διάφοροι τύποι αυτών των μηχανών είναι εμπορικά διαθέσιμοι, αλλά δύο απ' αυτούς έχουν περισσότερη σημασία σε στατικές εφαρμογές ηλεκτροπαραγωγής, πιο συγκεκριμένα οι τετράχρονοι μηχανές με σπινθηριστή ( κύκλος Otto) και οι μηχανές ανάφλεξης με συμπίεση (κύκλος Diesel). Τα κύρια μηχανικά μέρη των μηχανών Otto και Diesel είναι τα ίδια. Και οι δύο χρησιμοποιούν ένα κυλινδρικό θάλαμο καύσης κατά μήκος του οποίου κινείται ένα κατάλληλα εφαρμοσμένο έμβολο.

Το έμβολο αυτό συνδέεται σε ένα στροφαλοφόρο άξονα που μετασχηματίζει την γραμμική κίνηση του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο σε περιστροφική κίνηση στο στροφαλοφόρο άξονα. Οι περισσότερες μηχανές διαθέτουν πολλαπλούς κυλίνδρους που κινούν ένα στροφαλοφόρο άξονα. Τόσο οι μηχανές κύκλου Otto όσο και οι τετράχρονοι μηχανές Diesel ολοκληρώνουν ένα κύκλο λειτουργίας σε τέσσερις κινήσεις του εμβόλου μέσα στον κύλινδρο.

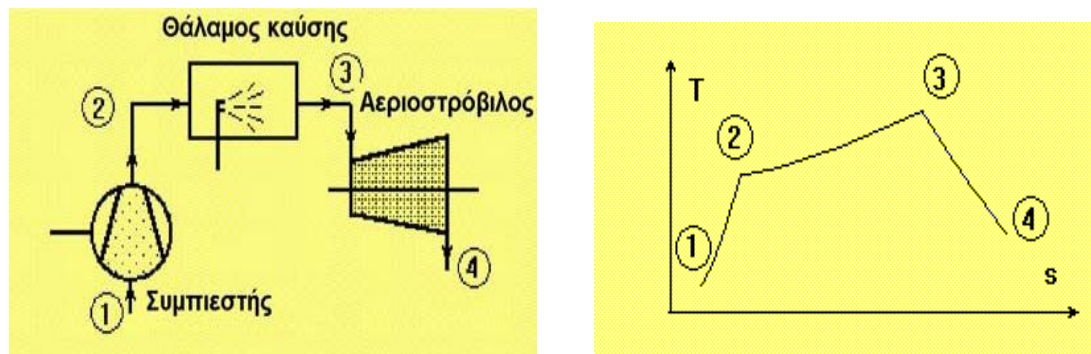
Οι κινήσεις αυτές περιλαμβάνουν:

- Εισαγωγή του αέρα στον κύλινδρο.
- Συμπύεση με καύση του καυσίμου.
- Επιτάχυνση του εμβόλου από τη δύναμη της καύσης.
- Αποβολή των προϊόντων της καύσης από τον κύλινδρο.

Η κύρια διαφορά μεταξύ των κύκλων Otto και Diesel είναι η μέθοδος της καύσης του καυσίμου. Στον κύκλο Otto χρησιμοποιείται ένας σπινθηριστής για την ανάφλεξη ενός έτοιμου μίγματος αέρα καυσίμου που εισάγεται στον κύλινδρο. Από την άλλη, μια μηχανή Diesel συμπιέζει τον αέρα που εισάγεται στον κύλινδρο σε υψηλή πίεση, αυξάνοντας την θερμοκρασία του στα επίπεδα της θερμοκρασίας ανάφλεξης του καυσίμου που εγχέεται από υψηλή πίεση.

#### 4.4.3 Αεριοστρόβιλοι

Οι αεριοστρόβιλοι χρησιμοποιούν τα θερμά αέρια που παράγονται άμεσα από την καύση ορυκτών καυσίμων. Το θερμό αέριο εκτονώνεται μέσα από τα πτερύγια του δρομέα του στροβίλου αναγκάζοντας τα να κινηθούν. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η διεργασία του αεριοστρόβιλου. Η διεργασία 3-4, που παρουσιάζεται στο διάγραμμα T-s του αεριοστρόβιλου ανοιχτού κύκλου του σχήματος, αντιστοιχεί σε μια μη αναστρέψιμη αλλά σχεδόν αδιαβατική εκτόνωση των αερίων της καύσης.



**Σχήμα 4.3: Σχηματική αναπαράσταση αεριοστρόβιλου ανοιχτού κύκλου και το αντίστοιχο διάγραμμα T-s. (32)**

Το παραγόμενο έργο από τον στρόβιλο είναι:

$$Q_{out}=Q (h_3- h_4)$$

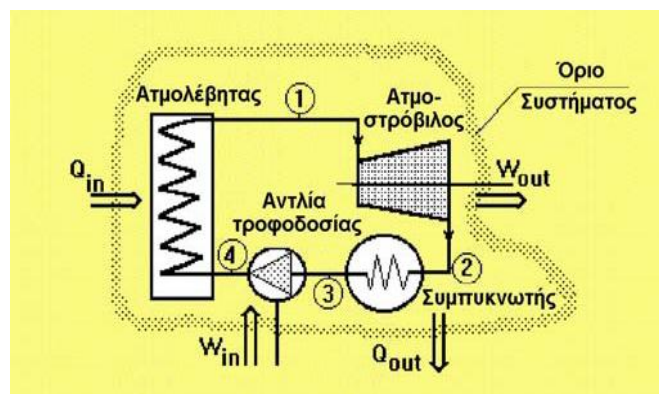
Όπου W είναι η παροχή μάζας καυσαερίων ,  $h_3$  είναι η ενθαλπία των καυσαερίων στην είσοδο και  $h_4$  η ενθαλπία τους στην έξοδο. Ο ισεντροπικός βαθμός απόδοσης του στροβίλου είναι:

$$\eta = \frac{h_3 - h_4}{h_3 - h_{4s}}$$

#### 4.4.4. Ατμοστρόβιλοι

Ο ατμοστρόβιλος εξαρτάται από κάποια χωριστή πηγή ενέργειας και δεν μετατρέπει άμεσα το καύσιμο σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι ατμοστρόβιλοι απαιτούν μια πηγή ατμού υψηλής πίεσης που παράγεται σε κάποιο λέβητα ή ατμοπαραγωγό ανάκτησης θερμότητας. Στα καύσιμα των λεβήτων συμπεριλαμβάνονται ορυκτά καύσιμα, όπως ο γαιάνθρακας, το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, ή ανανεώσιμα καύσιμα, όπως το ξύλο ή τα αστικά απορρίμματα. Ο ατμοστρόβιλος μπορεί να αποτελείται από πολλές βαθμίδες, κάθε μία από τις οποίες μπορεί να οριστεί με την ανάλυση της εκτόνωσης του ατμού από μία υψηλότερη σε μία χαμηλότερη πίεση.

Ο θερμοδυναμικός κύκλος του ατμοστρόβιλου είναι ο κύκλος Rankine, παρόλο που εφαρμόζονται και κάποιοι άλλοι, όπως οι κύκλοι αναθέρμανσης και αναγέννησης, και ο συνδυασμένος κύκλος. Ο κύκλος Rankine είναι ο βασικός κύκλος των συμβατικών σταθμών ηλεκτροπαραγωγής και συνίσταται κατ' αρχήν από μια πηγή θερμότητας που μετατρέπει το νερό σε ατμό υψηλής πίεσης. Ο ατμός ρέει μέσα από το στρόβιλο και παράγει μηχανική ισχύ, και μπορεί να είναι υγρός, ξηρός κορεσμένος ή υπέρθερμος. Όταν εξέρχεται από τον στρόβιλο συμπυκνώνεται και επιστρέφει στο λέβητα για να επαναληφθεί η διαδικασία, όπως φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



**Σχήμα 4.4: Μονάδα αεριοστρόβιλου κλειστού κύκλου (33)**

Σύμφωνα με το διάγραμμα του παραπάνω κύκλου, η ωφέλιμη ισχύς του στροβίλου σε κατάσταση σταθερής ροής είναι

$$P=Q (h_1- h_2)$$

όπου Q είναι η παροχή μάζας του ατμού μέσα από τον στρόβιλο, ενώ και είναι η ειδική ενθαλπία του ατμού στην είσοδο και την έξοδο του στρόβιλου αντίστοιχα. Η αποδοτικότητα των αμοστροβίλων συχνά περιγράφεται από τον ισεντροπικό βαθμό απόδοσης της διαδικασίας εκτόνωσης. Η παρουσία σταγονιδίων στον ατμό μειώνει την απόδοση του στρόβιλου και προκαλεί την φυσική διάβρωση των πτερυγίων. Για το λόγο αυτό, ο λόγος ξηρότητας του ατμού στην έξοδο του στρόβιλου δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 0.9.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι μονάδες συμπαραγωγής με διάφορα χαρακτηριστικά λειτουργίας τους όπως το σύστημα κίνησης, το καύσιμο, η συνολική απόδοση κ.α.

	Μονάδες ηλεκτρισμού και θερμότητας		Ολοκληρωμένες μονάδες ηλεκτρισμού και θερμότητας		
	Μονάδα ηλεκτρισμού και θερμότητας με αμοστρόβιλο	Μονάδα συνδυασμένου κύκλου με αεριοστρόβιλο	Ολοκληρωμένη θερμική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής με αεριοστρόβιλο	Ολοκληρωμένη θερμική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής με βιομηχανικό κινητήρα	Μικρής κλίμακας ΣΗΘ με κινητήρα αυτοκινήτου
Σύστημα κίνησης	Αμοστρόβιλος	Συνδυασμός αμοστροβίλων και αεριοστροβίλων	Αεριοστρόβιλος	Βιομηχανικός κινητήρας Otto με τριοδικό καταλυτικό μετατροπέα, κινητήρας φτωχού μίγματος ή κινητήρας diesel με καταλυτικό μετατροπέα SCR <sup>2)</sup>	
Καύσιμο	Κάρβουνο, μαζούτ (καύση σε ρευστοποιημένη κλίνη), φυσικό αέριο, πετρέλαιο θέρμανσης (συμβατική αμοπαραγωγή)	Φυσικό αέριο / υγραέριο, κηροζίνη, αεριοποιημένος άνθρακας (στο μέλλον)		Φυσικό αέριο / υγραέριο, βιοαέριο (επεξεργασίας λυμάτων, αγροτικής παραγωγής, αερίου ΧΥΤΑ), κηροζίνη / βιοκαύσιμα	

Επίπεδο θερμοκρασίας	Μέχρι 500 °C	Μέχρι 300 °C	Μέχρι 550 °C	Μέχρι 100 °C	Μέχρι 100 °C
Κύριο πεδίο εφαρμογής (παραδείγματα)	Τηλεθέρμανση	Τηλεθέρμανση	Θερμότητα διεργασιών για τη βιομηχανία και τα νοσοκομεία (ατμός και ζεστό νερό)	Τοπικά δίκτυα θέρμανσης, μεμονωμένα κτίρια (νοσοκομεία μεγάλα δημόσια κτίρια)	Ανεξάρτητα συγκροτήματα κατοικιών, μεμονωμένα κτίρια (σχολεία ξενοδοχεία, εμπορικές επιχειρήσεις)
Εύρος δυναμικότητας	5 – 1000 MW <sub>e</sub>	20 – 100 MW <sub>e</sub>	1 – 10 MW <sub>e</sub>	20 – 1000 kW <sub>e</sub>	5 – 15 kW <sub>e</sub>
Δείκτης συμπαραγωγής <sup>1)</sup>	0.30 – 0.60	0.80 – 1.20	0.40 – 0.60	0.55 – 0.65	0.35 – 0.45
Ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης	0.25 – 0.35 <sup>3)</sup> 0.30 – 0.40 <sup>4)</sup>	0.40 – 0.50	0.20 – 0.35	0.30 – 0.40	0.25 – 0.30
Συνολική απόδοση	0.45 <sup>5)</sup> – 0.85	0.55 <sup>5)</sup> – 0.85	0.75 – 0.85	0.85 – 0.90	0.85 – 0.90
Πλεονεκτήματα	Ανάκτηση απορριπτόμενης θερμότητας σε μεγάλους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής	Μικρό κόστος επένδυσης, μεγάλος συντελεστής συμπαραγωγής	Θερμότητα διεργασιών υψηλής θερμοκρασίας	Μικρές διαστάσεις, ολοκληρωμένη κατασκευή, υψηλός συνολικός βαθμός απόδοσης	

<sup>1)</sup> Δείκτης συμπαραγωγής = ηλεκτρική/θερμική ενέργεια  
<sup>2)</sup> SCR: εξουδετέρωση των NO<sub>x</sub> με ουρία  
<sup>3)</sup> Στρόβιλος αντίθλιψης, μέγιστη αποσύζευξη θερμότητας  
<sup>4)</sup> Στρόβιλος συμπυκνώματος, μέγιστη αποσύζευξη θερμότητας  
<sup>5)</sup> Υπόθεση: Μόνο μία πολύ μικρή ποσότητα της παραγόμενης θερμότητας ανακτάται (οι μεγάλοι θερμικοί σταθμοί συχνά κατασκευάζονται μακριά από τους καταναλωτές θερμότητας, και αυτός είναι ο λόγος που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο ένα μικρό ποσοστό της παραγόμενης θερμότητας).

## 4.5 Τύποι συστημάτων συμπαραγωγής

Ήδη από το 1900 υπήρχε η πρώτη εφαρμογή αυτού που είναι σήμερα γνωστό ως "συμπαραγωγή" σε μερικές μεγάλες πόλεις. Ο κύριος κινητήρας των γεννητριών ήταν παλινδρομικές αμομηχανές που συνήθως απέβαλαν ατμό χαμηλής πίεσης σε κεντρικούς

αγωγούς διανομής, οι οποίοι τροφοδοτούσαν με αυτόν συστήματα θέρμανσης και παραγωγικών διεργασιών. Με τον τρόπο αυτό γεννήθηκαν οι πρώτες εγκαταστάσεις «συμπαγωγής αιχμής», οι οποίες πήραν την ονομασία αυτή από την ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας για χρήση τους σε παραγωγικές διεργασίες.

Η εν λόγω ορολογία δεν χρησιμοποιήθηκε γι' αυτόν τον τύπο παραγωγής μέχρι τη δεκαετία του '70, και ο όρος «αιχμή» αναφέρεται στο γεγονός ότι η ηλεκτρική ισχύς παράγεται από τον κύριο κινητήρα ως πρωταρχική λειτουργία και θερμική ενέργεια που απορρίπτεται από αυτόν χρησιμοποιείται στη συνέχεια για τις διεργασίες της μονάδας. Η άλλη διάταξη, κατά την οποία η ηλεκτρική ισχύς παράγεται από απορριπτόμενο ατμό, είναι γνωστή ως κύκλος «βάσης».

Υπάρχουν δύο κύριοι τύποι συστημάτων συμπαγωγής: τα συστήματα «αιχμής» και «βάσης».

Στα συστήματα αιχμής υπάρχουν τέσσερις τύποι συστημάτων συμπαγωγής. Στον πρώτο τύπο τα καύσιμα καταναλώνονται σε έναν αεριοστρόβιλο ή μια μηχανή diesel για την παραγωγή ηλεκτρικής ή μηχανικής ισχύος. Τα καυσαέρια παρέχουν θερμότητα για διεργασίες, ή οδηγούνται σε ένα λέβητα ανάκτησης θερμότητας όπου παράγεται ατμός για τη λειτουργία ενός δευτερεύοντος αμοστροβίλου. Αυτό είναι ένα σύστημα αιχμής συνδυασμένου κύκλου. Ο δεύτερος τύπος συστήματος καταναλώνει καύσιμα για την παραγωγή ατμού υψηλής πίεσης που στη συνέχεια οδηγείται σε αμοστροβίλο παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια. Η εξαγωγή παρέχει ατμό διεργασιών χαμηλής πίεσης. Αυτό είναι ένα αμοστροβλικό σύστημα αιχμής.

Ο τρίτος τύπος καταναλώνει καύσιμα όπως είναι το φυσικό αέριο, το diesel, τα ξύλα, ο αεριοποιημένος άνθρακας, ή το αέριο από χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Το ζεστό νερό από το σύστημα ψύξης των χιτωνίων της μηχανής οδηγείται σε ένα λέβητα ανάκτησης θερμότητας, όπου μετατρέπεται σε ατμό διεργασιών και ζεστό νερό για θέρμανση χώρων. Ο τέταρτος τύπος είναι ένα αεριοστροβλικό σύστημα αιχμής. Ένας στροβίλος φυσικού αερίου οδηγεί μια γεννήτρια και τα καυσαέρια οδηγούνται σε ένα λέβητα ανάκτησης θερμότητας όπου παράγεται ατμός και θερμότητα διεργασιών. Σε μια μονάδα κύκλου αιχμής χρησιμοποιούνται πάντοτε κάποια πρόσθετα καύσιμα, πέραν αυτών που απαιτούνται για την παραγωγική διεργασία, και έτσι υφίσταται ένα λειτουργικό κόστος που σχετίζεται με την ηλεκτροπαραγωγή.

Τα συστήματα κύκλου βάσης είναι πολύ λιγότερο συνηθισμένα από τα αντίστοιχα κύκλου αιχμής. Τέτοια συστήματα συναντώνται σε βαριές βιομηχανίες, όπως αυτές του γυαλιού ή οι μεταλλουργικές, όπου χρησιμοποιούνται φούρνοι πολύ υψηλών θερμοκρασιών. Ένας λέβητας ανάκτησης της απόβλητης θερμότητας συλλέγει τη θερμότητα που αποβάλλεται από κάποια θερμική παραγωγική διεργασία. Αυτή η απορριπτόμενη θερμότητα χρησιμοποιείται στη συνέχεια για να παραχθεί ατμός ο οποίος κινεί έναν αμοστροβίλο που παράγει ηλεκτρισμό. Δεδομένου ότι το καύσιμο καίγεται πρώτα κατά την παραγωγική διεργασία, δεν απαιτείται καμία πρόσθετη ποσότητα καυσίμου για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

## **4.6 Συμπαγωγή και φυσικό αέριο**

Το φυσικό αέριο είναι η νέα πηγή ενέργειας, που έφτασε πρόσφατα στην Ελλάδα, μέσω αγωγών από τη Ρωσία, αλλά και σε, υγροποιημένη μορφή, από την Αλγερία. Αποτελεί μια μοναδική ευκαιρία για διάφορους τομείς της οικονομίας, να μειώσουν το ενεργειακό τους κόστος, αλλά και να βελτιώσουν τις εκπομπές αερίων ρύπων προς το περιβάλλον.

Η άφιξη του φυσικού αερίου στην Ελλάδα και οι δυνατότητες που προσφέρει η τεχνολογία της συμπαγωγής, οδήγησαν στη δραστηριοποίηση ενός σημαντικού αριθμού καταναλωτών, με στόχο την ενημέρωση του κοινού, την παροχή συμβουλευτικών υπηρεσιών για την μελέτη και κατασκευή εγκαταστάσεων συμπαγωγής με το «κλειδί στο χέρι», τη συντήρηση, λειτουργία και εκμετάλλευση εγκαταστάσεων συμπαγωγής.

Η αγορά της συμπαγωγής μέχρι και σήμερα, παρόλα τα θετικά βήματα που έγιναν από την πολιτεία (π.χ νέος ενεργειακός νόμος, επιδοτήσεις σε συστήματα ΣΗΘ τόσο από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, ΕΠΕ, του Β' ΚΠΣ όσο και από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητα του Γ' ΚΠΣ, κλπ), παραμένει δύσπιστη και σε κατάσταση αναμονής, για τους εξής λόγους:

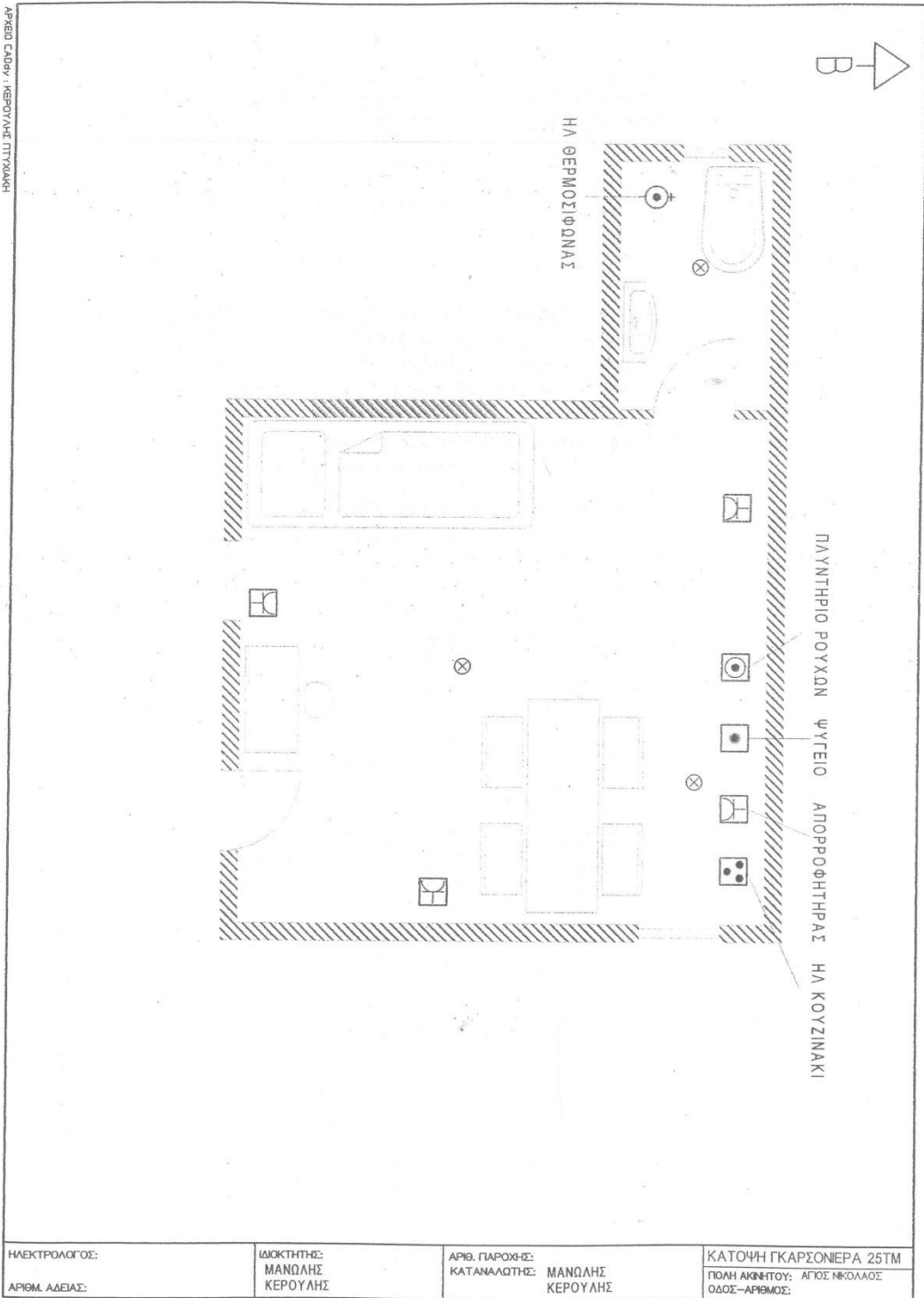
- Δυσκολία στον προσδιορισμό των βασικών μεγεθών για οικονομοτεχνικές αναλύσεις στον ενεργειακό τομέα.
- Παντελής έλλειψη τιμολογιακής πολιτικής για συμπαγωγή στον τριτογενή τομέα.
- Έλλειψη ανταγωνιστικής τιμολογιακής πολιτικής για συμπαγωγή στον βιομηχανικό τομέα. Η υπάρχουσα τιμολόγηση Φ.Α. για ΣΗΘ και του τρόπου υπολογισμού της τιμής του, καλύφθηκε από τη ΔΕΠΑ τον Οκτώβριο του 1999, αλλά λόγω της αβεβαιότητας και της καθυστέρησης οδήγησε σημαντικά ενεργειακά έργα ΣΗΘ, που επιλέχθηκαν για επιδότηση από το ΕΠΕ του Β' ΚΠΣ, στην απένταξη.
- Δυσκολίες για την περαιτέρω ανάπτυξη του δικτύου διανομής φυσικού αερίου.
- Αδυναμία της ΔΕΠΑ για την τήρηση του προβλεπόμενου χρονοδιαγράμματος για τη σύνδεση μεγάλων βιομηχανιών.
- Έλλειψη εμπειρίας στην ενεργειακή διαχείριση και αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων.

ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΓΚΑΡΣΟΝΙΕΡΑΣ 20τ.μ









ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ:  
ΑΡΙΘΜ. ΑΔΕΙΑΣ:

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ:  
ΜΑΝΩΛΗΣ  
ΚΕΡΟΥΛΗΣ

ΑΡΙΘ. ΠΑΡΟΧΗΣ:  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗΣ:  
ΜΑΝΩΛΗΣ  
ΚΕΡΟΥΛΗΣ

ΚΑΤΟΧΗ ΓΚΑΡΣΟΝΕΡΑ 25ΤΜ  
ΠΡΩΗ ΑΚΙΝΗΤΟΥ: ΑΓΓΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ  
ΟΔΟΣ-ΑΡΙΘΜΟΣ:

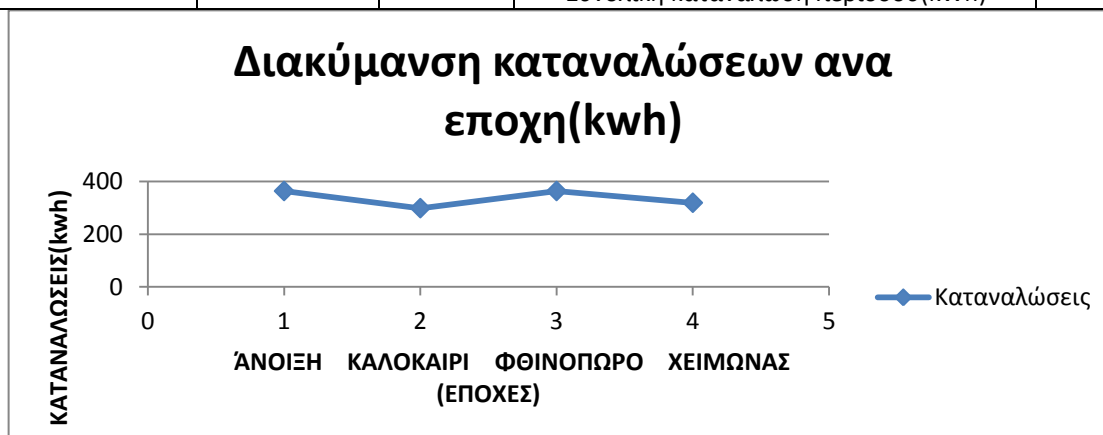
**Καταγραφή συσκευών και καταναλώσεων**

		Άνοιξη		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	1	75	6	0.45
Ψυγείο	1	75	12	0.9
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	700	1	0.7
Λάμπες Εσωτερικές	2	10	4	0.08
Λάμπες Εξωτερικές	1	10	2	0.02
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	1	90	6	0.54
Σύστημα Σιδερώματος	1	600	0,25	0.15
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,25	0,75
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	<b>3.99</b>
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kWh)	<b>363,09</b>

Περίοδος:		Καλοκαίρι		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	1	75	6	0.45
Ψυγείο	1	75	12	0.9
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	700	1	0.7
Λάμπες Εσωτερικές	2	10	4	0.08
Λάμπες Εξωτερικές	1	10	2	0.02
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	1	90	6	0.54
Σύστημα Σιδερώματος	1	600	0,25	0.15
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,25	0
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	<b>3,24</b>
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kWh)	<b>298,08</b>

Περίοδος:		Φθινόπωρο		
Ηλεκτρικές Συσκευές	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	1	75	6	0.45
Ψυγείο	1	75	12	0.9
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	700	1	0.7
Λάμπες Εσωτερικές	2	10	4	0.08
Λάμπες Εξωτερικές	1	10	2	0.02
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	1	90	6	0.54
Σύστημα Σιδερώματος	1	600	0,25	0.15
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,25	0,75
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	<b>3,99</b>
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kWh)	<b>363,09</b>

Περίοδος:		Κειμώνας		
Ηλεκτρικές Συσκευές	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	1	75	6	0,45`
Ψυγείο	1	75	12	0.9
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	700	1	0.7
Λάμπες Εσωτερικές	2	10	4	0.08
Λάμπες Εξωτερικές	1	10	2	0.02
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	1	90	6	0.54
Σύστημα Σιδερώματος	1	600	0,25	0.15
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,25	0,75
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	<b>3.54</b>
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kWh)	<b>318,6</b>



**Διακύμανση εποχιακών καταναλώσεων(kwh)**

Για να καλύψουμε τις παραπάνω ηλεκτρικές καταναλώσεις που προκύπτουν ύστερα από τη μέτρηση των καταναλώσεων όλων των συσκευών όπου διαθέτει η κατοικία μας, επέλεξα να κάνω χρήση μίας ανεμογεννήτριας 1,4kw καθώς και μίας γεννήτριας πετρελαίου σε περίπτωση όπου υπάρχει αυξημένη ζήτηση ενέργειας και λιγότερη διαθέσιμη.

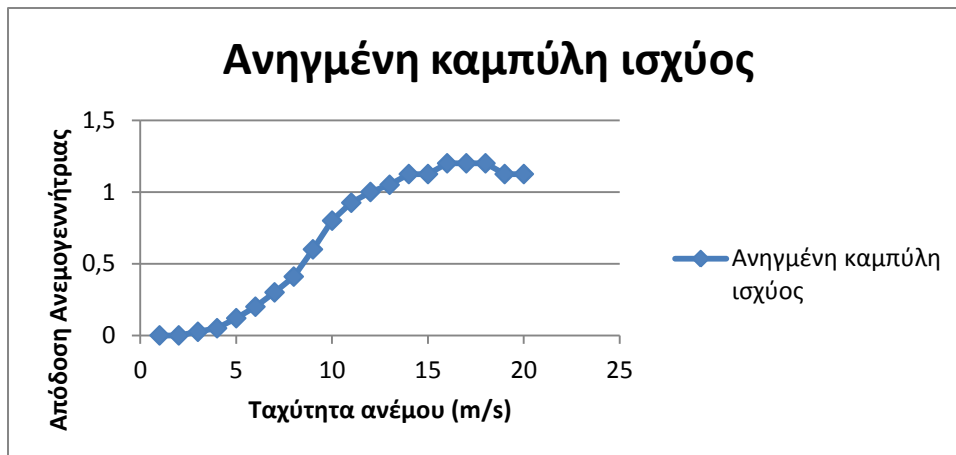
- **Υπολογισμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ανεμογεννήτρια**

Για να υπολογιστεί η ηλεκτρική ισχύς που παράγει η ανεμογεννήτρια μας απαιτούνται ανεμολογικά στοιχεία για τη συγκεκριμένη θέση εγκατάστασης και χαρακτηριστικές καμπύλες ισχύος της ανεμογεννήτριας τα οποία παρέχονται από τους κατασκευαστές της. Εκτός από την μέση τιμή της έντασης του ανέμου που έχουμε αναφερθεί στις προηγούμενες σελίδες χρειαζόμαστε και άλλα στοιχεία που αφορούν τον άνεμο όπως κατεύθυνση ανέμου και συχνότητα εμφάνισης τιμών ανέμου.

Θα ξεκινήσω τους υπολογισμούς μου με την καμπύλη ισχύος μιας ανεμογεννήτριας ονομαστικής ισχύος 2kW στα 12 m/s για τις διάφορες ταχύτητες ανέμου .

Ταχύτητα ανέμου (m/s)	$P_{(v)}$ : ισχύς ανεμογεννήτριας [kW]	$P'(v)$ :Ανηγμένη Καμπύλη Ισχύος
1	0	0
2	0	0
3	0.05	0,025
4	0.1	0,05
5	0.24	0,12
6	0.4	0,2
7	0.6	0,3
8	0.925	0,41
9	1.2	0,6
10	1.6	0,8
11	1.85	0,925
12	2	1
13	2.1	1,05
14	2.25	1,125
15	2.25	1,125
16	2.4	1,2
17	2.4	1,2
18	2.4	1,2
19	2.25	1,125
20	2.25	1,125

**$P_v$ : Ισχύς ανεμογεννήτριας ανά ταχύτητα**



### Ανηγμένη καμπύλη ισχύος

Στην συνέχεια με τη χρήση επίσημων πινάκων (βιβλίο «Φωτοβολταικά Συστήματα» του κυρίου Ι.Ε. Φραγκιαδάκη όπου γίνεται αναφορά στο προσδιορισμό Ονομαστικής Ισχύος μιας ανεμογεννήτριας) οι οποίοι μας πληροφορούν για τον αριθμό εμφανίσεων κάθε ταχύτητας ανέμου στη περιοχή που εξετάζουμε για όλους τους μήνες, καθώς και την πιθανότητα εμφάνισης για κάθε μιας θα υπολογίσουμε την παραγόμενη ενέργεια από την ανεμογεννήτρια για κάθε μήνα



[www.aeolos.gr](http://www.aeolos.gr)

Ακολουθεί ο πίνακας με τον αριθμό εμφανίσεων του ανέμου καθώς και την πιθανότητα εμφάνισης αυτού Α.Ε.: ο αριθμός εμφανίσεων της κάθε ταχύτητας ανέμου

Ο αριθμός ωρών του κάθε μήνα αναφέρεται στις ώρες που λαμβάνονταν δεδομένα για τον άνεμο στην συγκεκριμένη περιοχή.

U (m/s)	ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 744 ΩΡΕΣ		ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 672 ΩΡΕΣ		ΜΑΡΤΙΟΣ 744 ΩΡΕΣ		ΑΠΡΙΛΙΟΣ 720 ΩΡΕΣ	
	Δ.Ε.	P(v)	Δ.Ε.	P(v)	Δ.Ε.	P(v)	Δ.Ε.	P(v)
1-Φεβ	74	0,1	73	0,11	100	0,13	122	0,17
2-Μαρ	83	0,11	93	0,14	119	0,16	137	0,19
3-Απρ	93	0,13	97	0,14	122	0,16	128	0,18
4-Μαϊ	94	0,13	92	0,14	107	0,14	103	0,14
5-Ιουν	90	0,12	82	0,12	86	0,12	72	0,1
6-Ιουλ	77	0,1	65	0,1	61	0,08	44	0,06
7-Αυγ	62	0,08	48	0,07	39	0,05	24	0,03
8-Σεπ	47	0,06	32	0,05	23	0,03	12	0,02
9-Οκτ	33	0,04	20	0,03	12	0,02	5	0,01
10-Νοε	22	0,03	12	0,02	6	0,01	2	0
11-Δεκ	14	0,02	7	0,01	3	0	1	0
Δεκ-13	8	0,01	3	0	1	0	0	0
13-14	5	0,01	2	0	0	0	0	0
14-15	3	0	1	0	0	0	0	0
15-16	1	0	0	0	0	0	0	0
16-17	1	0	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0		0	0	0	0	0
19-20	0	0		0	0		0	0
Σύνολο	746	1	672	1	744	1	720	1

	ΜΑΙΟΣ		ΙΟΥΝΙΟΣ		ΙΟΥΛΙΟΣ		ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	
	744 ΩΡΕΣ		720 ΩΡΕΣ		744 ΩΡΕΣ		744 ΩΡΕΣ	
0-1	39,00	0,05	45,00	0,07	65,00	0,09	70,00	0,10
41.671,00	74,00	0,10	73,00	0,11	100,00	0,13	122,00	0,17
41.700,00	83,00	0,11	93,00	0,14	119,00	0,16	137,00	0,19
41.732,00	93,00	0,13	97,00	0,14	122,00	0,16	128,00	0,18
41.763,00	94,00	0,13	92,00	0,14	107,00	0,14	103,00	0,14
41.795,00	90,00	0,12	82,00	0,12	86,00	0,12	72,00	0,10
41.826,00	77,00	0,10	65,00	0,10	61,00	0,08	44,00	0,06
41.858,00	62,00	0,08	48,00	0,07	39,00	0,05	24,00	0,03
41.890,00	47,00	0,06	32,00	0,05	23,00	0,03	12,00	0,02
41.921,00	33,00	0,04	20,00	0,03	12,00	0,02	5,00	0,01
41.953,00	22,00	0,03	12,00	0,02	6,00	0,01	2,00	0,00
41.984,00	14,00	0,02	7,00	0,01	3,00	0,00	1,00	0,00
41.609,00	8,00	0,01	3,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
13-14	5,00	0,01	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14-15	3,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15-16	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
16-17	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17-18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18-19	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19-20	0,00	0,00		0,00	0,00		0,00	0,00
Σύνολο	744	1,00	672,00	1,00	744,00	1,00	720,00	1,00

U (m/s)	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 720 ΩΡΕΣ		ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 744 ΩΡΕΣ		ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 720 ΩΡΕΣ		ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 744 ΩΡΕΣ	
	Δ.Ε.	P(v)	Δ.Ε.	P(v)	Δ.Ε.	P(v)	Δ.Ε.	P(v)
0-1	64,00	0,09	59,00	0,08	47,00	0,07	36,00	0,05
1-Φεβ	87,00	0,12	93,00	0,13	78,00	0,11	74,00	0,10
2-Μαρ	122,00	0,17	123,00	0,17	96,00	0,13	94,00	0,13
3-Απρ	117,00	0,16	115,00	0,15	100,00	0,14	100,00	0,13
4-Μαϊ	106,00	0,15	104,00	0,14	98,00	0,14	97,00	0,13
5-Ιουν	83,00	0,12	85,00	0,11	71,00	0,10	88,00	0,12
6-Ιουλ	59,00	0,08	63,00	0,08	53,00	0,07	76,00	0,10
7-Αυγ	38,00	0,05	43,00	0,06	36,00	0,05	60,00	0,08
8-Σεπ	22,00	0,03	26,00	0,03	23,00	0,03	44,00	0,06
9-Οκτ	12,00	0,02	17,00	0,02	14,00	0,02	30,00	0,04
10-Νοε	6,00	0,01	9,00	0,01	8,00	0,01	20,00	0,03
11-Δεκ	3,00	0,00	4,00	0,01	4,00	0,01	12,00	0,02
Δεκ-13	1,00	0,00	2,00	0,00	2,00	0,00	7,00	0,01
13-14	0,00	0,00	1,00	0,00	1,00	0,00	4,00	0,01
14-15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,00	0,00
15-16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00
16-17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
17-18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18-19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
19-20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σύνολο	720,00	1,00	743,00	1,00	630,00	0,87	738,00	0,99

Με τη βοήθεια λοιπόν των πινάκων οι οποίοι μας δείχνουν πόσες ώρες εμφανίστηκε κάθε ταχύτητα ανέμου και με τη χρήση της ανηγμένης καμπύλης ισχύος για κάθε ταχύτητα βρήκαμε πόση ενέργεια παράγει η ανεμογεννήτρια που θα εγκαταστήσουμε για μία φορά εμφάνισης της κάθε ταχύτητας. Τώρα θα υπολογίσουμε για όλο τον αριθμό των εμφανίσεων κάθε ταχύτητας τη συνολική παραγωγή ενέργειας συνυπολογίζοντας πλέον και τις απώλειες που προκύπτουν.

Η σχέση λοιπόν που θα χρησιμοποιήσουμε για τα παραπάνω είναι:

$$E_{(v)} = \Delta.E * n_{μπ} * n_{in} * n_{γρ} * P_{(v)}$$

$E_{(v)}$ : παραγωγή της ανεμογεννήτριας.

$\Delta.E$ : χρονική διάρκεια ταχύτητας [h],

$n_{in}$ : Συντελεστής απόδοσης inverter  $n_{μετ}=0,95$

$n_{μπ}$ : Απώλειες φόρτισης εκφόρτισης μπαταρίας  $n_{μπ}=0,6$

$n_{γρ}$ : Συντελεστής γραμμής  $n_{γρ}=0,98$

$P_{(v)}$ : Ονομαστική ισχύς ανεμογεννήτριας ανά ταχύτητα [kW]

U (m/s)	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΑΙ	ΙΟΥΝ
	P(v) *Δ.E* n	P(v) *Δ.E* n	P(v) *Δ.E* n	P(v)*Δ.E*n	P(v)*Δ.E*n	P(v)*Δ.E*n
0-1	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0
2-3	2,31	2,59	3,32	3,82	4,52	4,52
3-4	5,19	5,41	6,81	7,1	7,65	7,65
4-5	12,60	12,33	14,34	13,80	13,00	13,00
5-6	20,10	18,32	19,21	16,08	13,18	13,18
6-7	25,80	21,78	20,44	14,74	10,0	10,05
7-8	32,03	24,80	20,15	12,40	7,23	7,23
8-9	31,50	21,45	15,41	8,04	3,35	3,35
9-10	29,49	17,87	10,72	4,46	1,78	1,78
10-11	22,73	12,40	6,20	2,06	1,03	1,031
11-12	15,64	7,82	3,35	1,12	0	0
12-13	9,38	3,51	1,17	0	0	0
13-14	6,28	2,51	0	0	0	0
14-15	3,77	1,25	0	0	0	0
15-16	1,34	0	0	0	0	0
16-17	1,34	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0
E(v)	219,563316	152,09561	121,16313	83,71738	61,825848	61,82585

U (m/s)	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
	P(v) *Δ.E* n	P(v)*Δ.E* n	P(v)*Δ.E*n	P(v)*Δ.E* n	P(v) *Δ.E* n	P(v) *Δ.E* n
0-1	0	0	0	0	0	0
1-2	0	0	0	0	0	0
2-3	3,77	3,68	2,96	3,43	2,68	2,62
3-4	7,20	6,98	4,63	6,42	5,58	5,5
4-5	14,34	13,80	7,90	13,94	13,12	13,00
5-6	16,75	17,65	8,49	18,99	15,86	19,66
6-7	15,41	17,09	7,37	21,11	17,78	25,47
7-8	12,91	15,50	6,20	22,21	18,68	31,00
8-9	8,04	10,05	4,02	17,42	15,41	29,49
9-10	4,46	6,22	2,68	15,19	12,51	26,81
10-11	2,06	3,10	1,03	9,30	8,26	20,66
11-12	1,1172	1,11	0	4,46	4,46	13,40
12-13	0	0	0	2,34	2,34	8,211
13-14	0	0	0	1,25	1,25	5,02
14-15	0	0	0	0	0	2,51
15-16	0	0	0	0	0	1,34
16-17	0	0	0	0	0	0
17-18	0	0	0	0	0	0
18-19	0	0	0	0	0	0
19-20	0	0	0	0	0	0
E(v)	86,110983	95,252472	45,308046	132,5195	114,300732	187,7343



Αφού βρήκαμε τη μηνιαία παραγωγή ενέργειας για κάθε μήνα της ανεμογεννήτριας που θα χρησιμοποιήσουμε, μπορούμε να βρούμε και την μέση ημερήσια που θα έχουμε ,διαιρώντας τη μηνιαία παραγωγή με το σύνολο των ημερών κάθε μήνα

Μήνας	$E_{(ν)}$ (kwh)	$E_{ημ}$ (kwh)
Ιανουάριος	219,56331	7,08
Φεβρουάριος	152,09561	5,43
Μάρτιος	121,16313	4,03
Απρίλιος	83,71738	2,79
Μάιος	61,825848	1,99
Ιούνιος	61,82585	2,06
Ιούλιος	86,110983	2,87
Αύγουστος	95,252472	3,07
Σεπτέμβριος	45,308046	1,51
Οκτώβριος	132,5195	4,4
Νοέμβριος	114,3007	3,65
Δεκέμβριος	187,7343	6,05

Μηνιαία-Μέση ημερήσια παραγωγής

**Με βάση το παραπάνω πίνακα προκύπτει το διάγραμμα που ακολουθεί:**



Ημερήσια παραγωγή ενέργειας κάθε μήνα (kwh)

Παρακάτω σας παραθέτω πίνακα όπου καταγράφεται η μέση ημερήσια ζήτηση ενέργειας, η μέση ημερήσια παραγωγή της ανεμογεννήτριας και τέλος η ζήτηση ενέργειας από την γεννήτρια για μήνες όπου η παραγόμενη ενέργεια από την ανεμογεννήτρια δεν θα είναι αρκετή

Μήνας	Μέση ημερήσια ζήτηση(kwh)	Μέση ημερήσια παραγωγή ανεμογεννήτριας (kwh)	Ζήτηση γεννήτριας(kwh)
Ιανουάριος	3,63	7,08	-3,45
Φεβρουάριος	3,63	5,43	-1,8
Μάρτιος	3,63	4,03	-0,4
Απρίλιος	2,98	2,79	-0,19
Μάιος	2,98	1,99	<b>0,99</b>
Ιούνιος	2,98	2,06	<b>0,92</b>
Ιούλιος	3,99	2,87	<b>1,12</b>
Αύγουστος	3,99	3,07	<b>0,92</b>
Σεπτέμβριος	3,99	1,51	<b>2,48</b>
Οκτώβριος	3,54	4,4	-0,86
Νοέμβριος	3,54	3,65	-0,11
Δεκέμβριος	3,54	6,05	-2,51

Στη συνέχεια γίνεται καταγραφή των λίτρων πετρελαίου που θα χρειαστούμε για κάθε μήνα για τη λειτουργία της γεννήτριας και το κόστος αυτών.

Μήνας	Λίτρα (L)	Κόστος (€)
Ιανουάριος	0	0
Φεβρουάριος	0	0
Μάρτιος	0	0
Απρίλιος	0	0
Μάιος	27	38,61
Ιούνιος	28,5	37,07
Ιούλιος	33,6	43,68
Αύγουστος	28,5	37,07
Σεπτέμβριος	74,4	96,72
Οκτώβριος	0	0
Νοέμβριος	0	0
Δεκέμβριος	0	0

Στην επόμενη σελίδα σας παραθέτω την καλύτερη δυνατή προσφορά σε κόστος όπως και σε απόδοση του συστήματος που θα εγκαταστήσουμε στη κατοικία μας:

## ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



[www.leadingedge.com](http://www.leadingedge.com)

### Προδιαγραφές ανεμογεννήτριας: LE-2000 Wind Turbine

- Διάμετρος πτερυγίων: 4 μέτρα
- Ελάχιστη ταχύτητα ανέμου : 3 m/s
- Ισχύ: 2 kw
- Μέγιστη Ισχύ: 3 kw
- Παραγόμενη τάση: 96 volt
- Ύψος πύργου: 6 μέτρα
- Κόστος εγκατάστασης και ανεμογεννήτριας: 1,300 Ε + 4,600Ε

### Προδιαγραφές γεννήτριας:

- |                      |              |
|----------------------|--------------|
| ➤ Κινητήρας          | ➤ 4ΧΡΟΝΟΣ    |
| ➤ Συνεχόμενη απόδοση | ➤ 900W       |
| ➤ Μέγιστη Ισχύς      | ➤ 1.200W     |
| ➤ Τάση εξόδου        | ➤ 230V / 12V |
| ➤ Ισχύς              | ➤ 2.4HP      |
| ➤ Ένταση θορύβου     | ➤ 93 dB      |
| ➤ Δοχείο καυσίμου    | ➤ 6 Lit      |
| ➤ Κόστος             | ➤ 278,00Ε    |



## Εναλλακτική προσφορά

Στον παραπάνω υπολογισμό των καταναλώσεων που πραγματοποίησα οι θερμικές συσκευές των οποίων οι καταναλώσεις είναι ιδιαίτερα αυξημένες σε σχέση με όλων των υπολοίπων μπορώ να τις παρακάμψω από το σύστημά που μόλις επέλεξα και να προτείνω άλλου είδους τροφοδότησής τους. Κατά την άποψή μου ένας πολύ οικονομικός, οικολογικός και αποδοτικός τρόπος είναι η χρήση φυσικού αερίου. Ο συγκεκριμένος τομέας στην αγορά ύστερα από έρευνα που πραγματοποίησα σε καταστήματα ηλεκτρικών ειδών δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος για το λόγο ότι ακόμα δεν έχει γίνει η κατάλληλη ενημέρωση προς το καταναλωτή με αποτέλεσμα τα παραπάνω πλεονεκτήματα που ανέφερα σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύματα είναι άγνωστα για το ευρύ κοινό.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση και ακολουθώντας τον παραπάνω τρόπο, το σύστημα που μας καλύπτει είναι το εξής:



[www.Fortiswindenergy.com](http://www.Fortiswindenergy.com)

## Τεχνικές προδιαγραφές ανεμογεννήτριας: Passaat Wind Turbine

- Μέγιστη Ισχύς 1,4 kW
- Διάμετρος ρότορα 3,12 μέτρα
- Πόλος 12-18 m

### **Υλικό πτερύγιων ανεμογεννήτριας**

Τα πτερύγια είναι φτιαγμένα από fiberglassσύνθετη με οξειδωτική epoxy

### **Τύπος γεννήτριας**

Η γεννήτρια είναι σύγχρονη 3φασική με μόνιμο μαγνητισμό. Παραδίδεται για σύνδεση σε 24v και 48v

**Κόστος εγκατάστασης και ανεμογεννήτριας: 1,000 E + 1,250E**

## Χαρακτηριστικά γεννήτριας: STANLEY E-SG 2200

Ισχύς Κινητήρα: 6.5 HP  
Καύσιμο Κινητήρα: Βενζίνη Αμόλυβδη  
Σύστημα Ανάφλεξης: Ηλεκτρονική  
Τάση AC: 230 V  
Τύπος Κινητήρα: 4 - χρονος Βενζίνης  
Χωρητικότητα Δοχείου Καυσίμου: 3.5 ltr.  
Απόδοση Γεννήτριας: 2.8 KVA  
Βάρος: 34.5 Kg  
Κατανάλωση: 0.54 ltr/KW/h  
Κυβισμός Κινητήρα: 196 cc



## Μελέτη Θέρμανσης

Στο παρακάτω πίνακα έχουμε τους μήνες ενός ημερολογιακού έτους με την μέση θερμοκρασία του καθενός και ορίζοντας ως επιθυμητή θερμοκρασία για τις κατοικίες μας, θα δούμε για ποιους μήνες θα χρειαστούμε θέρμανση στο χώρο μας

Μήνας	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)
<b>Ιανουάριος</b>	<b>12,9</b>
<b>Φεβρουάριος</b>	<b>13,2</b>
<b>Μάρτιος</b>	<b>14,7</b>
<b>Απρίλιος</b>	<b>17,3</b>
Μάιος	21
Ιούνιος	25,7
Ιούλιος	28,1
Αύγουστος	28
Σεπτέμβριος	25,1
Οκτώβριος	21,6
<b>Νοέμβριος</b>	<b>18,1</b>
<b>Δεκέμβριος</b>	<b>14,6</b>

Για τους παραπάνω μήνες οι οποίοι είναι με έντονο μαύρο έχουν μέσο όρο θερμοκρασίας κάτω από την επιθυμητή(20°C) οπότε για αυτούς τους μήνες θα κάνουμε μελέτη θέρμανσης για κάθε μια από τις κατοικίες μας.



## ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΓΚΑΡΣΟΝΙΕΡΑΣ

### Θερμικές ανάγκες μπάνιου

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΕΞ.Τ	6	1,6	88,61	84,864	66,144	33,696	23,712	67,392
ΕΞ.Τ	6	1,6	88,61	84,864	66,144	33,696	23,712	67,392
ΕΞ.Τ	3,69	1,6	54,49	52,19136	40,679	20,723	14,583	41,446
ΕΣ.Τ	2,1	1,9	36,83	35,2716	27,491	14,005	9,8553	28,01
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,46	63,648	49,608	25,272	17,784	50,544
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,81	4	29,91	28,6416	22,324	11,372	8,0028	22,745
ΔΑΠΕΔΟ	3	2	55,38	53,04	41,34	21,06	14,82	42,12
ΣΥΝΟΛΟ			420,3	402,52056	313,73	159,82	112,47	319,65

### Θερμικές ανάγκες κυρίου χώρου

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΕΞ.Τ	12	1,6	177,2	169,728	132,29	67,392	47,424	134,78
ΕΞ.Τ	12	1,6	177,2	169,728	132,29	67,392	47,424	134,78
ΕΞ.Τ	15	1,6	221,5	212,16	165,36	84,24	59,28	168,48
ΕΞ.Τ	15	1,6	221,5	212,16	165,36	84,24	59,28	168,48
ΔΑΠΕΔΟ	22	2	406,1	388,96	303,16	154,44	108,68	308,88
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,81	4	29,91	28,6416	22,324	11,372	8,0028	22,745
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,81	4	29,91	28,6416	22,324	11,372	8,0028	22,745
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,46	63,648	49,608	25,272	17,784	50,544
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,46	63,648	49,608	25,272	17,784	50,544
ΣΥΝΟΛΟ			1396	1337,3152	1042,3	530,99	373,66	1062

### Συνολικές θερμικές ανάγκες κατοικίας

	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ	ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ
	1096	1337	1042,3	530,99	373,66	1062
	420,3	402,5	313,73	159,82	112,47	319,65
<b>Σύνολο</b>	<b>1516,3</b>	<b>1739,5</b>	<b>1356,03</b>	<b>690,81</b>	<b>486,13</b>	<b>1381,7</b>

## Προτεινόμενη λύση

Με βάση τις θερμικές ανάγκες που προκύπτουν από τους υπολογισμούς που κάναμε για να δούμε ποιος καυστήρας και ποιος λέβητας μας χρειάζεται θα πάρουμε τον χειρότερο μήνα, δηλαδή το μήνα όπου χρειαζόμαστε τις περισσότερες θερμίδες, θα τις πολλαπλασιάσουμε επί 1,3 και από εκεί θα δούμε το μοντέλο που χρειαζόμαστε.

Υπολογισμός λέβητα: (Μέγιστες θερμικές ανάγκες(kcal))\*1,3(k)

(1739,5 kcal\*1,3=2261,35 kcal)

Κάνοντας λοιπόν τους υπολογισμούς μας καταλήγουμε στο εξής μοντέλο:

Lazar Smartfire 11 KW-9460 Kcal/h

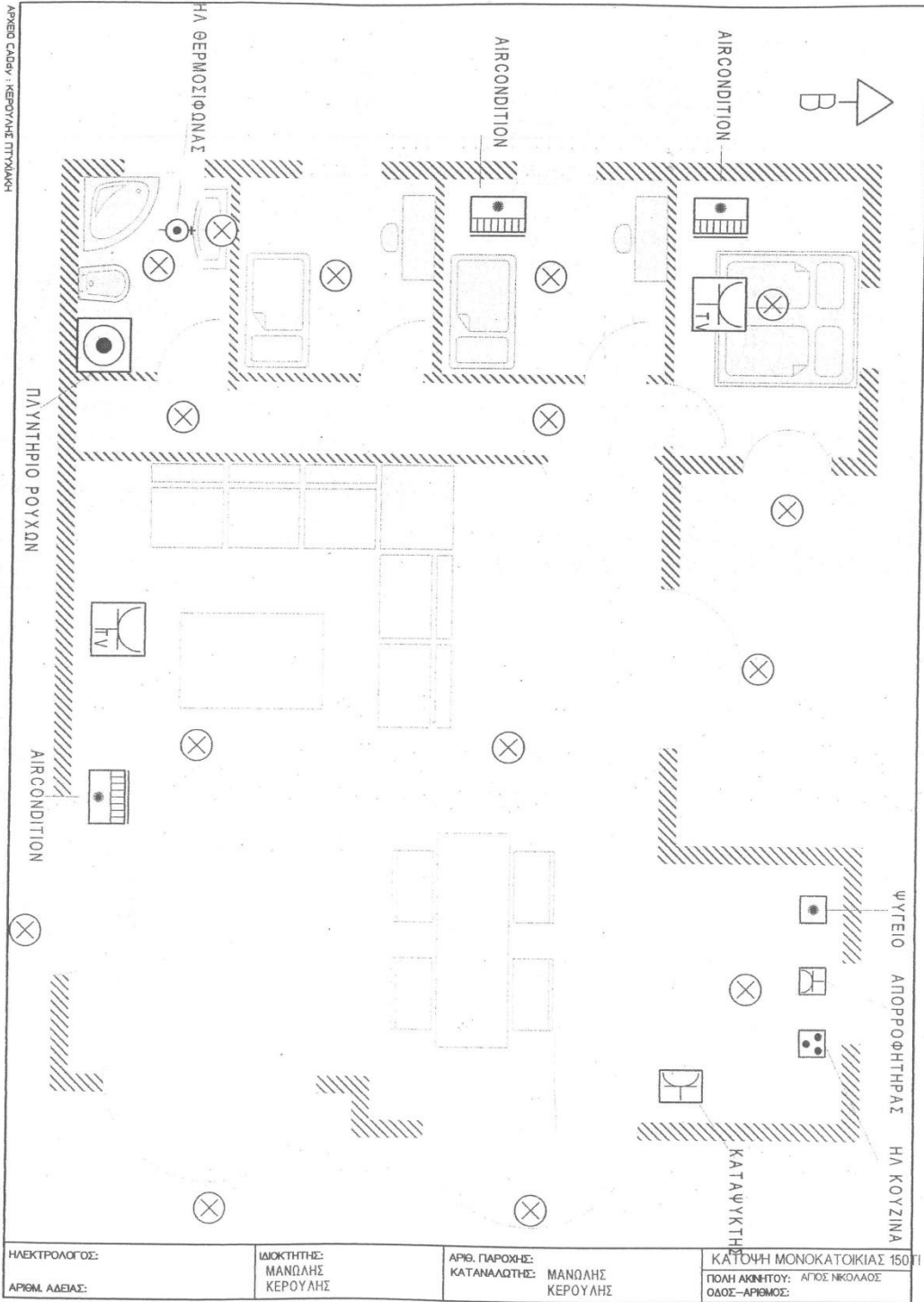


- Τριβάθμια καύση:30%-50%-100%
- Κεραμικός καυστήρας
- Μεγάλη αυτονομία
- Αυτόματος καθαρισμός εναλλακτών
- Αυτόματος καθαρισμός καυστήρα
- Αντιστάθμιση
- Μέγιστη Ισχύ 11 kw
- Μέγιστη πίεση νερού 1.5/3.0 bar
- Συνιστώμενη θερμοκρασία BOILER 65-80
- Χωρητικότητα δοχείου καυσίμου 165 dm
- Πλάτος:165-535 mm
- Ύψος:165-1660mm
- Βάθος: 165-810mm
- **Κόστος μοντέλου: 3,198,00 Ε**

**ΜΕΛΕΤΗ ΑΥΤΟΝΟΜΗΣ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 91 τ.μ.**







ΑΡΙΘΜ. ΣΑΒΩΝ : ΚΕΡΟΥΛΗΣ ΠΤΥΧΙΑΣ

ΠΛΥΝΤΗΡΙΟ ΡΟΥΧΩΝ

AIRCONDITION

ΣΧΕΔΙΟ : 2 cmo : 3

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΟΣ:  
ΑΡΙΘΜ. ΑΔΕΙΑΣ:

ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ:  
ΜΑΝΩΛΗΣ  
ΚΕΡΟΥΛΗΣ

ΑΡΙΘ. ΠΑΡΟΧΗΣ:  
ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗΣ: ΜΑΝΩΛΗΣ  
ΚΕΡΟΥΛΗΣ

ΚΑΤΟΧΗ ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑΣ 150ΤΙ  
ΠΩΛΗ ΑΚΙΝΗΤΟΥ: ΑΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ  
ΟΔΟΣ-ΑΡΙΘΜΟΣ:

ΗΛ ΘΕΡΜΟΣΙΦΩΝΑΣ

AIRCONDITION

AIRCONDITION

ΨΥΓΕΙΟ ΑΠΟΡΡΟΦΗΤΗΡΑΣ ΗΛ ΚΟΥΖΙΝΑ

ΚΑΤΑΨΥΚΤΗ

### Καταγραφή συσκευών και καταναλώσεων

Περίοδος:		Καλοκαίρι		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	2	75	5	0.375
Ψυγείο	1	90	12	1.08
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	1400	1	1.4
Λάμπες Εσωτερικές	15	20	6	1.8
Λάμπες Εξωτερικές	5	20	2	0.2
Κλιματιστικό 9000 BTU	3	900	2,5	6.75
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	1	150	7	1.05
Θερμοσίφωνο	1	3000	0	0
Σύστημα Σιδερώματος	1	1000	0,5	0.5
Καταψύκτης	1	110	12	1.32
Κλιματιστικό 12000 BTU	1	1100	3	3.3
Απορροφητήρας	1	110	1	0.11
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	18.285
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kWh)	1682

Περίοδος:		Άνοιξη		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	2	75	5	0.375
Ψυγείο	1	90	12	1.08
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	1400	1	1.4
Λάμπες Εσωτερικές	15	20	6	1.8
Λάμπες Εξωτερικές	5	20	2	0.2
Κλιματιστικό 9000 BTU	3	900	0,5	1.35
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	1	150	7	1.05
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,5	1.5
Σύστημα Σιδερώματος	1	1000	0,5	0.500
Καταψύκτης	1	110	12	1.32
Κλιματιστικό 12000 BTU	1	1100	1	1.1
Απορροφητήρας	1	110	1	0.110
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	12,185
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kWh)	1108.8

Περίοδος:		Φθινόπωρο		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας	Κατανάλωση(kwh)
Τηλεόραση	2	75	5	0,375
Ψυγείο	1	90	12	1,08
Πλυντήριο	1	800	0,5	0,4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	1400	1	1,4
Λάμπες Εσωτερικές	15	20	6	1,8
Λάμπες Εξωτερικές	5	20	2	0,2
Κλιματιστικό 9000 BTU	3	900	0,5	1,35
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	1	150	7	1,05
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,5	1,5
Σύστημα Σιδερώματος	1	1000	0,5	0,5
Καταψύκτης	1	110	12	1,32
Κλιματιστικό 12000 BTU	1	1100	1	1,1
Απορροφητήρας	1	110	1	0,11
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	12,185
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kwh)	1121,02

Περίοδος:		Χειμώνας		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας	Κατανάλωση(kwh)
Τηλεόραση	2	75	5	0,375
Ψυγείο	1	90	12	1,08
Πλυντήριο	1	800	0,5	0,4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	1400	1	1,4
Λάμπες Εσωτερικές	15	20	6	1,8
Λάμπες Εξωτερικές	5	20	2	0,2
Κλιματιστικό 9000 BTU	3	900	0	0
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	1	150	7	1,05
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,5	1,5
Σύστημα Σιδερώματος	1	1000	0,5	0,5
Καταψύκτης	1	110	12	1,32
Κλιματιστικό 12000 BTU	1	1100	0	0
Απορροφητήρας	1	110	1	0,11
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	9,735
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kwh)	876,15

Στη περίπτωση που εξετάζουμε θα χρησιμοποιήσουμε το **AUTON** ένα Σύστημα Υπολογισμού Αυτόνομων Συστημάτων μέσω του οποίου θα υπολογίσουμε τη ζητούμενη ενέργεια όπως και παραπάνω καθώς θα μπορέσουμε να βρούμε ακριβώς και το σύστημα που θα χρησιμοποιήσουμε για να την καλύψουμε. Όλα αυτά με τη βοήθεια υπολογιστικών πράξεων και διαγραμμάτων.

\* περισσότερες πληροφορίες για το πρόγραμμα AUTON μπορείτε να αντλήσετε από τη βιβλιογραφία της εργασίας στη τελευταία σελίδα

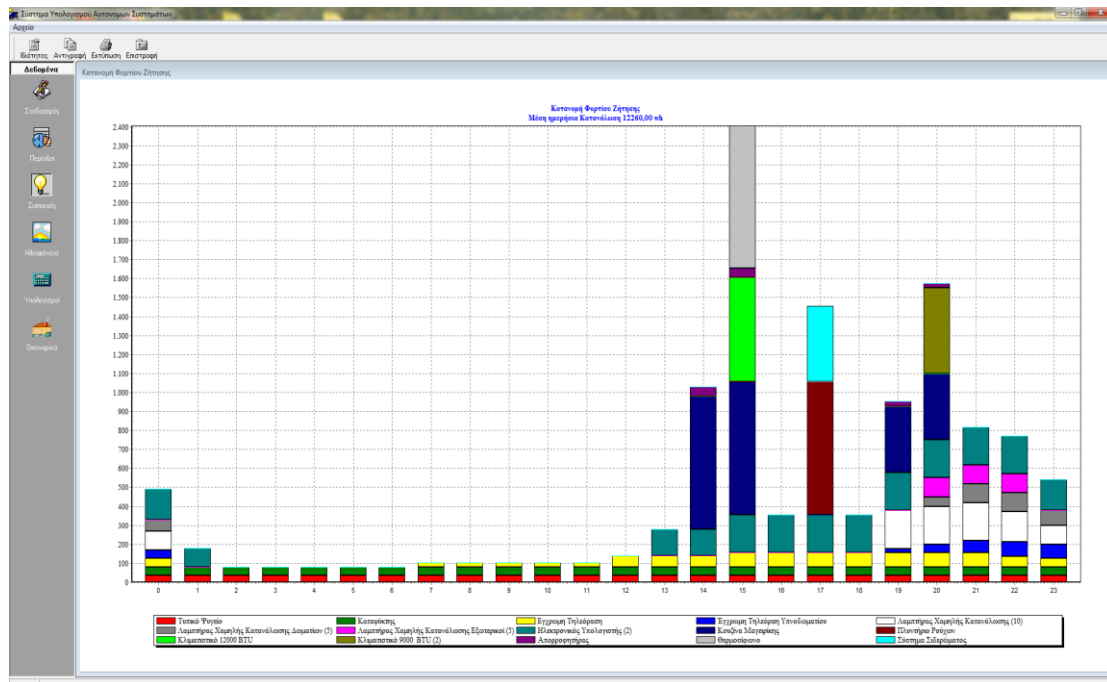
Στη πρώτη εικόνα καταγράφουμε τις ηλεκτρικές συσκευές που έχουμε στη κατοικία μας ,την κατανάλωση της κάθε μιας καθώς και τις ώρες χρήσης τους.

The screenshot shows the AUTON software interface. The title bar reads "Σύστημα Υπολογισμού Αυτόνομων Συστημάτων". Below the title bar is a menu bar with options: "Αρχείο", "Συσκευές", "Ανοιγμα", "Αποθήκευση", "Διαγραφή", "Ιδιότητες", and "Γράφημα". On the left, there is a sidebar with icons for "Σχεδιασμός", "Περίοδοι", "Συσκευές", and "Ηλιασύνθεση". The main area displays a table with the following data:

a/a	*	Αρ.Συσ.	Συσκευή	Ισχύς
1		1	Τυπικό Ψυγείο	90
2		1	Καταψύκτης	110
3		1	Εγχρωμη Τηλεόραση	75
4		1	Έγχρωμη Τηλεόραση Υπνοδωματίου	75
5		10	Λαμπτήρας Χαμηλής Κατανάλωσης	20
6		5	Λαμπτήρας Χαμηλής Κατανάλωσης Δωματίου	20
7		5	Λαμπτήρας Χαμηλής Κατανάλωσης Εξωτερικ	20
8		2	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	100
9		1	Κουζίνα Μαγειρικής	1400
10		1	Πλυντήριο Ρούχων	700
11		1	Κλιματιστικό 12000 BTU	1100
12		2	Κλιματιστικό 9000 BTU	900
13		1	Απορροφητήρας	100
14		1	Θερμοσίφωνα	3000
15		1	Σύστημα Σιδερώματος	800

Καταγραφή ηλεκτρικών συσκευών

Στη συνέχεια στο διάγραμμα που ακολουθεί απεικονίζεται η μέση κατανάλωση φορτίων ημερησίως που έχουμε στη μονοκατοικία λαμβάνοντας υπόψη τις καταναλώσεις όλου του έτους τις οποίες έχουμε ορίσει εμείς .



Κατανομή φορτίου ζήτησης-Μέση ημερήσια κατανάλωση(1226 kwh)

Για τη κάλυψη της συγκεκριμένης ζήτησης ενέργειας αποφάσισα να χρησιμοποιήσω ένα Φ/Β σύστημα απόδοσης 2,5KW με συσσωρευτές χωρητικότητας 15kW και μίας Γεννήτριας 5KW για τις μέρες όπου τυχόν θα αδυνατεί το Φ/Β σύστημα να μου δίνει την ενέργεια που απαιτείτε.

Σύστημα Υπολογισμού Αυτονομων Συστημάτων

Αρχείο

Ανοιγμα Αποθήκευση

**Δεδομένα**

- Σχεδιασμός
- Περίοδοι
- Συσκευές
- Ηλιοφάνεια
- Υπολογισμοί
- Οικονομικά

Ισχύς:	0,00	Watt
Μοντέλο:	Αήλιοκινίδα	
Ώρ:	12,00	m/s
Ισχύς:	2500,00	Wp
Πάνελ:	10	
Ισ/Πάνελ:	250,00	Wp
Ισχύς:	5000,00	Watt
Σύνδεση:	Με πετρέλαιο	
Χωρ/τα:	15000,00	Wh
Τάση:	24,00	Volts
Χωρ/τα:	625,00	Ah
Inverter		
Ισχύς:	250,00	Wp
Συν. Βαθμός Απόδοσης:	0,95	

Χωρητικότητα (Wh):	15000
Ελάχιστη (%):	40
Τάση (Volts):	24
Χωρητικότητα (Ah):	625,000
Απώλειες/h (%):	0,0010

- Στη συνέχεια με τη χρήση του διαδικτύου βρήκα τα ποσοστά ηλιοφάνειας που επικρατούν στη περιοχή όπου βρίσκεται η κατοικία μας και που θα τα χρησιμοποιήσουμε παρακάτω για να δούμε πόση ενέργεια μπορεί να καλύψει το Φ/Β σύστημα που θα χρησιμοποιήσουμε .

Σύστημα Υπολογισμού Αυτονομών Συστημάτων

Αρχείο

Άνοιγμα Αποθήκευση Γράφημα

Δεδομένα	Α/Α	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαϊ	Ιουν	Ιουλ	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
	00:00-01:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Σχεδιασμός	01:00-02:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	02:00-03:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	03:00-04:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	04:00-05:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Περίοδοι	05:00-06:00	0,000	0,000	0,000	0,037	0,049	0,038	0,041	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000
	06:00-07:00	0,000	0,000	0,000	0,120	0,150	0,140	0,130	0,120	0,081	0,091	0,000	0,000
	07:00-08:00	0,135	0,180	0,260	0,300	0,340	0,340	0,340	0,330	0,290	0,230	0,160	0,140
	08:00-09:00	0,287	0,350	0,450	0,490	0,530	0,560	0,570	0,580	0,520	0,340	0,330	0,430
Συσκευές	09:00-10:00	0,430	0,490	0,600	0,650	0,690	0,750	0,780	0,790	0,733	0,630	0,500	0,530
	10:00-11:00	0,520	0,580	0,710	0,760	0,800	0,890	0,930	0,950	0,870	0,760	0,610	0,580
	11:00-12:00	0,570	0,630	0,760	0,820	0,860	0,960	1,000	1,030	0,951	0,820	0,664	0,580
	12:00-13:00	0,570	0,630	0,760	0,820	0,860	0,960	1,000	1,030	0,947	0,820	0,664	0,520
Ηλιοφάνεια	13:00-14:00	0,520	0,580	0,710	0,760	0,800	0,890	0,930	0,950	0,870	0,748	0,605	0,430
	14:00-15:00	0,430	0,490	0,600	0,650	0,700	0,738	0,790	0,785	0,727	0,630	0,500	0,265
	15:00-16:00	0,290	0,350	0,450	0,490	0,525	0,560	0,560	0,590	0,520	0,329	0,330	0,090
	16:00-17:00	0,080	0,170	0,260	0,290	0,340	0,328	0,340	0,330	0,285	0,236	0,109	0,000
Υπολογισμοί	17:00-18:00	0,000	0,030	0,060	0,120	0,150	0,170	0,150	0,131	0,080	0,033	0,000	0,000
	18:00-19:00	0,000	0,000	0,000	0,028	0,040	0,040	0,035	0,020	0,013	0,000	0,000	0,000
	19:00-20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	20:00-21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Οικονομικά	21:00-22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	22:00-23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	23:00-24:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

- Αφού υπολογίσαμε και την ηλιοφάνεια , με βάση πλέον και τη χωρητικότητα των συσσωρευτών που χρησιμοποιώ φαίνεται η ακριβής λειτουργία του συστήματος μας και η συμμετοχή του κάθε μέσου(φωτοβολταϊκό, γεννήτρια) σε αυτό.

Σύστημα Υπολογισμού Αυτονομών Συστημάτων

Αρχείο

Μετρήσεις Άνεμι/τρια Συσκευές Υπολογισμοί Γραφήματα

**Δεδομένα**

Σχεδιασμός

Περίοδοι

Συσκευές

Ηλιοφάνεια

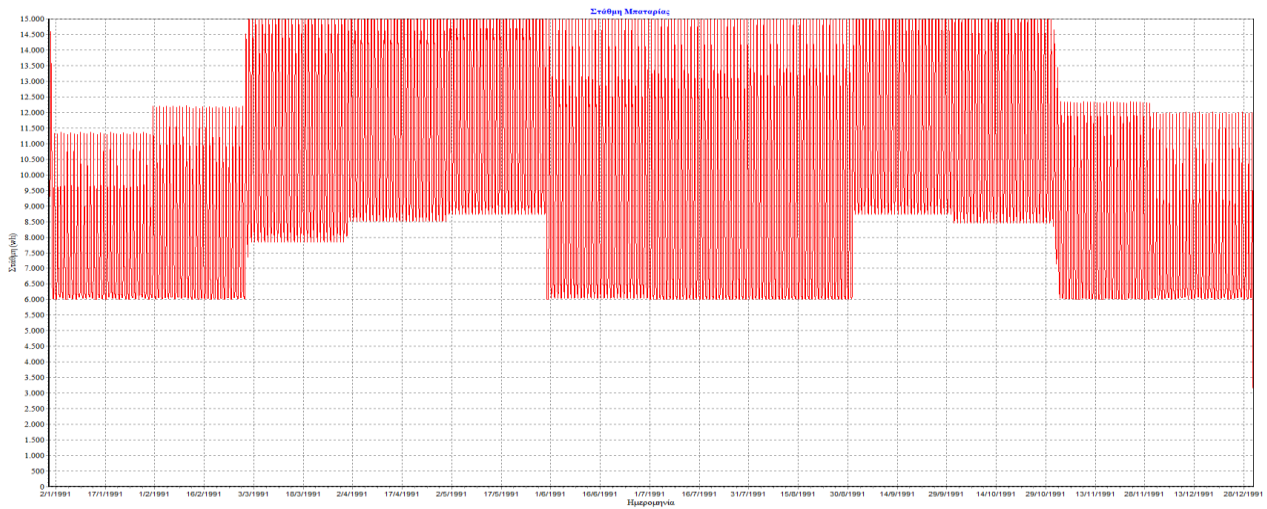
Υπολογισμοί

Οικονομικά

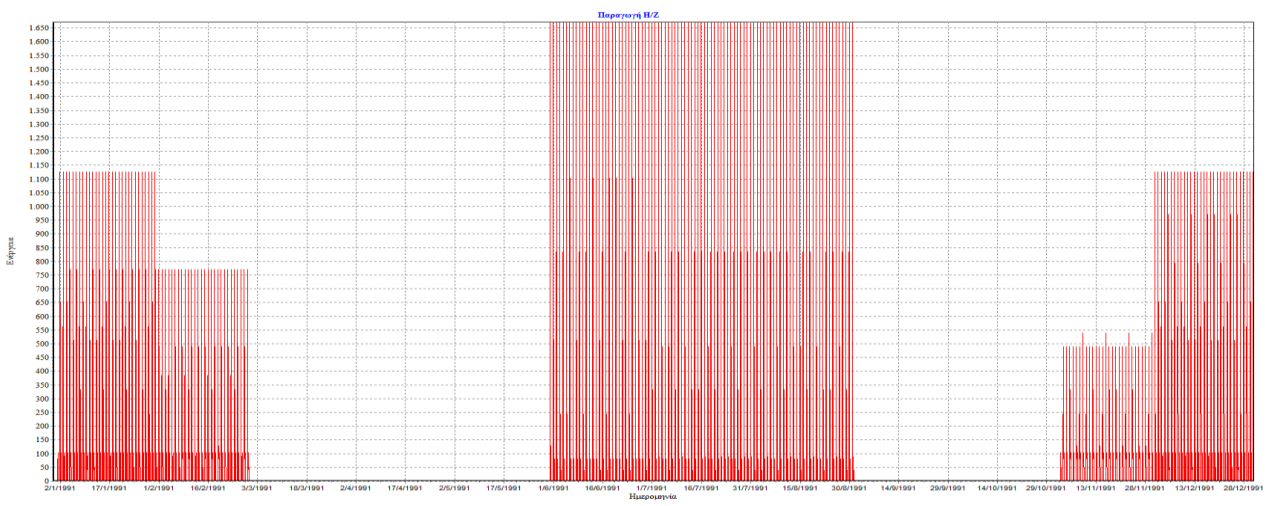
Ζήτηση	5.159.970	Χωρ/τητα Μπατ. :	15.000
Παραγωγή (Α/Γ)	0	Κάλυψη (Α/Γ) :	0,00%
Παραγωγή (Φ/Β) :	5.353.841	Κάλυψη (Φ/Β) :	89,09%
Παραγωγή (Η/Ζ)	562.989	Κάλυψη (Η/Ζ) :	10,91%
Περίσσεια	605.797		

Ημερομηνία	Ταχύτητα Ανέμου	Παραγωγή Α/Γ	Παραγωγή Φ/Β	Φορτίο Ζήτησης	Χωρητικότητα Μπαταρίας	Παραγωγή Η/Ζ	Περίσσεια Ενέργειας
31/12 00:00	4,789	0,000	0,000	490,000	10.000,000	0,000	0,000
31/12 01:00	10,199	0,000	0,000	180,000	9.816,327	0,000	0,000
31/12 02:00	8,354	0,000	0,000	80,000	9.734,694	0,000	0,000
31/12 03:00	7,124	0,000	0,000	80,000	9.653,061	0,000	0,000
31/12 04:00	3,874	0,000	0,000	80,000	9.571,429	0,000	0,000
31/12 05:00	3,307	0,000	0,000	80,000	9.489,796	0,000	0,000
31/12 06:00	5,595	0,000	0,000	80,000	9.408,163	0,000	0,000
31/12 07:00	5,297	0,000	0,000	102,500	9.303,571	0,000	0,000
31/12 08:00	5,117	0,000	337,500	102,500	9.531,568	0,000	0,000
31/12 09:00	2,537	0,000	717,500	102,500	10.128,241	0,000	0,000
31/12 10:00	1,262	0,000	1.075,000	102,500	11.071,761	0,000	0,000
31/12 11:00	4,615	0,000	1.300,000	102,500	12.233,575	0,000	0,000
31/12 12:00	2,337	0,000	1.425,000	140,000	13.480,282	0,000	0,000
31/12 13:00	2,802	0,000	1.425,000	280,000	14.591,161	0,000	0,000
31/12 14:00	2,844	0,000	1.300,000	3.280,000	12.570,753	0,000	0,000
31/12 15:00	3,135	0,000	1.075,000	1.105,000	12.540,141	0,000	0,000
31/12 16:00	2,068	0,000	725,000	355,000	12.899,115	0,000	0,000
31/12 17:00	1,657	0,000	200,000	1.455,000	11.618,503	0,000	0,000
31/12 18:00	1,790	0,000	0,000	355,000	11.256,258	0,000	0,000
31/12 19:00	1,773	0,000	0,000	952,500	10.284,319	0,000	0,000
31/12 20:00	2,033	0,000	0,000	1.125,000	9.136,360	0,000	0,000
31/12 21:00	2,189	0,000	0,000	818,750	8.300,901	0,000	0,000
31/12 22:00	2,887	0,000	0,000	771,250	7.513,911	0,000	0,000
31/12 23:00	3,124	0,000	0,000	540,000	6.962,891	0,000	0,000
01/01 00:00	4,594	0,000	0,000	490,000	6.462,891	0,000	0,000
01/01 01:00	4,890	0,000	0,000	180,000	6.279,217	0,000	0,000
01/01 02:00	6,027	0,000	0,000	80,000	6.197,584	0,000	0,000
01/01 03:00	6,526	0,000	0,000	80,000	6.115,952	0,000	0,000
01/01 04:00	5,485	0,000	0,000	80,000	6.034,319	0,000	0,000
01/01 05:00	5,707	0,000	0,000	80,000	6.034,319	80,000	0,000
01/01 06:00	4,790	0,000	0,000	80,000	6.034,319	80,000	0,000
01/01 07:00	4,195	0,000	0,000	102,500	6.034,319	102,500	0,000
01/01 08:00	3,969	0,000	337,500	102,500	6.262,316	0,000	0,000
01/01 09:00	4,372	0,000	717,500	102,500	6.858,989	0,000	0,000
01/01 10:00	3,019	0,000	1.075,000	102,500	7.802,509	0,000	0,000
01/01 11:00	2,402	0,000	1.300,000	102,500	8.964,323	0,000	0,000
01/01 12:00	1,787	0,000	1.425,000	140,000	10.211,030	0,000	0,000
01/01 13:00	0,882	0,000	1.425,000	280,000	11.321,909	0,000	0,000
01/01 14:00	2,519	0,000	1.300,000	3.280,000	9.301,501	0,000	0,000
01/01 15:00	2,959	0,000	1.075,000	1.105,000	9.270,889	0,000	0,000
01/01 16:00	2,117	0,000	725,000	355,000	9.629,863	0,000	0,000
01/01 17:00	1,157	0,000	200,000	1.455,000	8.349,250	0,000	0,000
01/01 18:00	2,235	0,000	0,000	355,000	7.987,006	0,000	0,000
01/01 19:00	3,599	0,000	0,000	952,500	7.015,067	0,000	0,000

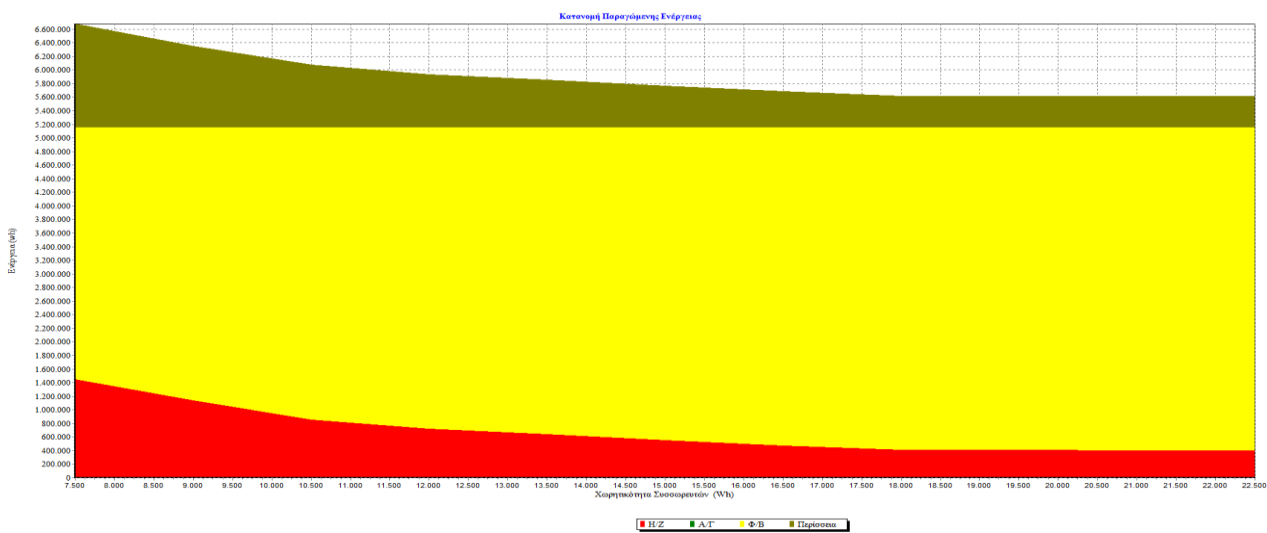
Στην επόμενη σελίδα ακολουθούν κάποια διαγράμματα τα οποία θα μας δείξουν την στάθμη των συσσωρευτών ανά περίοδο, την ακριβή παραγωγή Η/Ζ καθώς και την κατανομή της παραγόμενης ενέργειας του συστήματος.



(Διακύμανση Στάθμης μπαταριών)



(Διακύμανση Παρονομής Η/Ζ)



(Κατανομή Παρονομής Ενέργειας)



## ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ



Σύστημα Υπολογισμού Αυτονομων Συστημάτων			
Αρχείο			
Άνοιγμα	Αποθήκευση		
<b>Δεδομένα</b>	Ανεμογεννήτρια	0 watt	0 €
	Φωτοβολταϊκό:	2.500 watt	2.500 €
	Συσσωρευτές:	625 ah (24 V)	2.280 €
	Inverter:	10.000 watt	5.200 €
	Ηλεκ. Ζεύγος	5.000 VA	600 €
	Εξοδα Εγκατάστασης:		3.000 Δρχ
	Διάφορα Εξοδα:		1.000 Δρχ
	<b>Σύνολο:</b>		<b>14.580 €</b>

(1δρχ=1€)

### Χαρακτηριστικά Φωτοβολταϊκού συστήματος:

- Τύπος Συσσωρευτών(OPZV): 2V 625ah
- Τύπος Πάνελ(SCHUTTEN) : Πολυκρυσταλλικό πυρίτιο
- Τύπος Inverter(ΤΙΑΝΥΟΥ) : 3φ-10 kw



### Χαρακτηριστικά γεννήτριας: Moto Yard

ΚΙΝΗΤΗΡΑΣ	4ΧΡΟΝΟΣ
ΣΥΝΕΧΟΜΕΝΗ ΑΠΟΔΟΣΗ	5.000W
ΜΕΓ. ΙΣΧΥΣ	5.500W
ΤΑΣΗ ΕΞΟΔΟΥ	230V / 12V
ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΗΣ ΤΑΣΗΣ	ΝΑΙ
ΜΠΑΤΑΡΙΑ	ΝΑΙ
<b>Κόστος</b>	<b>679,00€</b>

### Εναλλακτική προσφορά

Στον παραπάνω υπολογισμό των καταναλώσεων που πραγματοποίησα οι θερμικές συσκευές(κουζίνα μαγειρικής, θερμοσίφωνο) των οποίων οι καταναλώσεις είναι ιδιαίτερα αυξημένες σε σχέση με όλων των υπολοίπων μπορώ να τις παρακάμψω από το σύστημά που μόλις επέλεξα και να προτείνω άλλου είδους τροφοδότησής τους. Κατά την άποψή μου ένας πολύ οικονομικός, οικολογικός και αποδοτικός τρόπος είναι η χρήση φυσικού αερίου.

Ο συγκεκριμένος τομέας στην αγορά ύστερα από έρευνα που πραγματοποίησα σε καταστήματα ηλεκτρικών ειδών δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος για το λόγω ότι ακόμα δεν έχει γίνει η κατάλληλη ενημέρωση προς το καταναλωτή με αποτέλεσμα τα παραπάνω πλεονεκτήματα που ανέφερα σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύματα είναι άγνωστα για το ευρύ κοινό.



Διασυνδεδεμένο Σύστημα 1.5KW

Το σύστημα περιλαμβάνει

- 6 τεμ φωτοβολταϊκών πάνελ 250W (SCHUTTEN) Τιμή 6\*250 €
- 2 τεμ inverter 6000W(TIANYU) Τιμή 2\*1550 €
- Ρυθμιστής φόρτισης(TRACER MPPT) Τιμή 550 €
- Τύπος Συσσωρευτών: OPZV 2V 625ah Τιμή 12\*400 €
- Κόστος εγκατάστασης: 2,100 €

### Χαρακτηριστικά γεννήτριας:GASOLINE GENERATION



- Μέγιστη απόδοση (KVA) 3.5
- Τάση (Volt) 230
- Ισχύς (HP) 6.5
- Κυβισμός (cc) 196
- Κινητήρας 4χρονος, αερόψυκτος OHV
- Καύσιμο αμόλυβδη βενζίνη
- Χωρητικότητα (lt) 15
- Χρόνος λειτουργίας (h) 12
- Σύστημα ανάφλεξης Ηλεκτρονική TCI
- Βάρος (kg) 45

Κόστος: €266,00

## Μελέτη Θέρμανσης

Στο παρακάτω πίνακα έχουμε τους μήνες ενός ημερολογιακού έτους με την μέση θερμοκρασία του καθενός και ορίζοντας ως επιθυμητή θερμοκρασία για τις κατοικίες μας, θα δούμε για ποιους μήνες θα χρειαστούμε θέρμανση στο χώρο μας .

Μήνας	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C )
<b>Ιανουάριος</b>	<b>12,9</b>
<b>Φεβρουάριος</b>	<b>13,2</b>
<b>Μάρτιος</b>	<b>14,7</b>
<b>Απρίλιος</b>	<b>17,3</b>
Μάιος	21
Ιούνιος	25,7
Ιούλιος	28,1
Αύγουστος	28
Σεπτέμβριος	25,1
Οκτώβριος	21,6
<b>Νοέμβριος</b>	<b>18,1</b>
<b>Δεκέμβριος</b>	<b>14,6</b>

Για τους παραπάνω μήνες οι οποίοι είναι με έντονο μαύρο έχουν μέσο όρο θερμοκρασίας κάτω από την επιθυμητή(20°C) οπότε γι αυτούς τους μήνες θα κάνουμε μελέτη θέρμανσης για κάθε μια από τις κατοικίες μας.



Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΕΞ.Τ	8,2	1,6	121,0976	115,9808	90,3968	46,0512	32,4064	92,1024
ΕΞ.Τ	13,14	1,6	194,05152	185,85216	144,8554	73,79424	51,92928	147,58848
ΕΞ.Τ	12,6	1,6	186,0768	178,2144	138,9024	70,7616	49,7952	141,5232
ΕΣ.Τ	11,55	1,9	202,55235	193,9938	151,2011	77,02695	54,20415	154,0539
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,81	4	29,9052	28,6416	22,3236	11,3724	8,0028	22,7448
ΜΠΑΛ/ΠΟΡΤΑ	4,4	4	162,448	155,584	121,264	61,776	43,472	123,552
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,456	63,648	49,608	25,272	17,784	50,544
ΔΑΠΕΔΟ	19,53	2	360,5238	345,2904	269,1234	137,1006	96,4782	274,2012
ΣΥΝΟΛΟ			1323,11	1267,20	987,67	503,15	354,07	1006,38

**ΔΙΑΔΡΟΜΟΣ**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΕΞ.Τ	7,6	1,6	112,23	107,49	83,78	42,68	30,03	85,36
ΕΣ.Τ	9,375	1,9	164,40	157,46	122,72	62,52	43,99	125,04
ΕΣ.Τ	9,6	1,9	168,35	161,24	125,67	64,02	45,05	128,04
ΕΣ.Τ	9,375	1,9	164,40	157,46	122,72	62,52	43,99	125,04
ΜΠΑΛ/ΠΟΡΤΑ	4,4	4	162,44	155,58	121,26	61,77	43,47	123,55
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΔΑΠΕΔΟ	12,52	2	231,11	221,35	172,52	87,89	61,84	175,78
ΣΥΝΟΛΟ			1069,43	1024,24	798,30	406,68	286,18	813,37

**ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΕΞ.Τ	7,6	1,6	112,23	107,49	83,78	42,68	30,03	85,36
ΕΣ.Τ	9,375	1,9	164,40	157,46	122,72	62,52	43,99	125,04
ΕΣ.Τ	9,6	1,9	168,35	161,24	125,67	64,02	45,05	128,04
ΕΣ.Τ	9,375	1,9	164,40	157,46	122,72	62,52	43,99	125,04
ΜΠΑΛ/ΠΟΡΤΑ	4,4	4	162,44	155,58	121,26	61,77	43,47	123,55
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΔΑΠΕΔΟ	12,52	2	231,11	221,35	172,52	87,89	61,84	175,78
ΣΥΝΟΛΟ			1069,43	1024,24	798,30	406,68	286,18	813,37

**ΥΠΝΟΔΩΜΑΤΙΟ**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	5	2	92,3	88,4	68,9	35,1	24,7	70,2
ΕΞ.Τ	5,75	1,6	84,91	81,32	63,38	32,29	22,72	64,58
ΕΣ.Τ	7,5	1,9	131,52	125,97	98,18	50,01	35,19	100,03
ΕΞ.Τ	7,5	1,6	110,76	106,08	82,68	42,12	29,64	84,24
ΕΣ.Τ	3,6	1,9	63,13	60,46	47,12	24,00	16,89	48,01
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,25	4	9,23	8,84	6,89	3,51	2,47	7,02
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΣΥΝΟΛΟ			558,32	534,73	416,77	212,31	149,41	424,63

**ΜΠΑΝΙΟ**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής(k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	81	2	1495,26	1432,08	1116,18	568,62	400,14	1137,24
ΕΞ.Τ	22,6	1,6	333,75	319,65	249,14	126,92	89,31	253,84
ΕΞ.Τ	15,5	1,6	228,90	219,23	170,87	87,04	61,25	174,09
ΕΞ.Τ	9	1,6	132,91	127,29	99,21	50,54	35,56	101,08
ΕΣ.Τ	16	1,9	280,59	268,73	209,45	106,70	75,08	213,40
ΜΠΑΛ/ΠΟΡΤΑ	4,4	4	162,44	155,58	121,26	61,77	43,47	123,55
ΜΠΑΛ/ΠΟΡΤΑ	4,4	4	162,44	155,58	121,26	61,77	43,47	123,55
ΜΠΑΛ/ΠΟΡΤΑ	4,4	4	162,44	155,58	121,26	61,77	43,47	123,55
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,25	17,78	50,54
ΠΟΡΤΑ	5	3	138,45	132,6	103,35	52,65	37,05	105,3
			3.163,67	3.029,99	2.361,61	1.203,08	846,61	2.406,17

**ΣΑΛΟΝΙ-ΚΟΥΖΙΝΑ**

**ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΑΝΑ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΜΗΝΑ-ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ**

	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
	1.323,11	1267,2	987,67	503,155	354,07	1.006,31
	1.069,43	1.024,24	798,31	406,68	286,18	813,37
	1.069,43	1.024,24	798,31	406,68	286,18	813,37
	558,322	534,731	416,77	212,32	149,41	424,64
	3.163,67	3.029,99	2361,6	1.203,09	846,61	2.406,18
	1.315,83	1.260,23	982,238	500,38	352,12	1.000,71
<b>Σύνολο</b>	8.499,806	8.140,63	6.344,90	3.232,30	2.274,57	6.464,58

Με βάση τις θερμικές ανάγκες που προκύπτουν από τους υπολογισμούς που κάναμε για να δούμε ποιος καυστήρας και ποιος λέβητας μας χρειάζεται θα πάρουμε τον χειρότερο μήνα, δηλαδή το μήνα όπου χρειαζόμαστε τις περισσότερες θερμίδες, θα τις πολλαπλασιάσουμε επί 1,3 και από εκεί θα δούμε το μοντέλο που χρειαζόμαστε.

- **υπολογισμός λέβητα:** (Μέγιστες θερμικές ανάγκες(kcal)\*1,3(k))  
(8.499,8 kcal\*1,3=11,048 kcal)

#### Προτεινόμενη λύση

### Thermostahl Compact PLC 20 23kw 20000kcal λέβητας pellet



Thermostahl Pellet Compact PLC 20 23KW 20.000 kcal/h λέβητας για πέλλετ τριών διαδρομών με πιστοποίηση CE χαλύβδινος χωρίς καυστήρα χωρίς πίνακα τιμή πίνακα 140,00 ευρώ.

Λέβητας PELLET COMPACT PLC 20

Θερμική ισχύς : 20.000 Kcal/h

Πίνακας οργάνων EN 1

Καύσιμο υλικό pellet με διάμετρο 06 έως 08 mm

Λέβητας τριών διαδρομών για την επίτευξη σταθερής απόδοσης καυσίμου και χαμηλών θερμοκρασιών εξόδου καυσαερίων

Συμπαγής κατασκευή – μειωμένες διαστάσεις

Εύκολος καθαρισμός και συντήρηση

Αυτονομία από 5 έως 10 ημέρες

Οικολογική καύση, CO2 neutral

Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας : 90 οC

Απόδοση : 92%

Εγγύηση : 5 Χρόνια

- Τιμή: **€636,00**

**Καυστήρας πετρελαίου: Καυστήρας Thermomatic KS06**

**Κcal/h : 10.800 - 35.000**

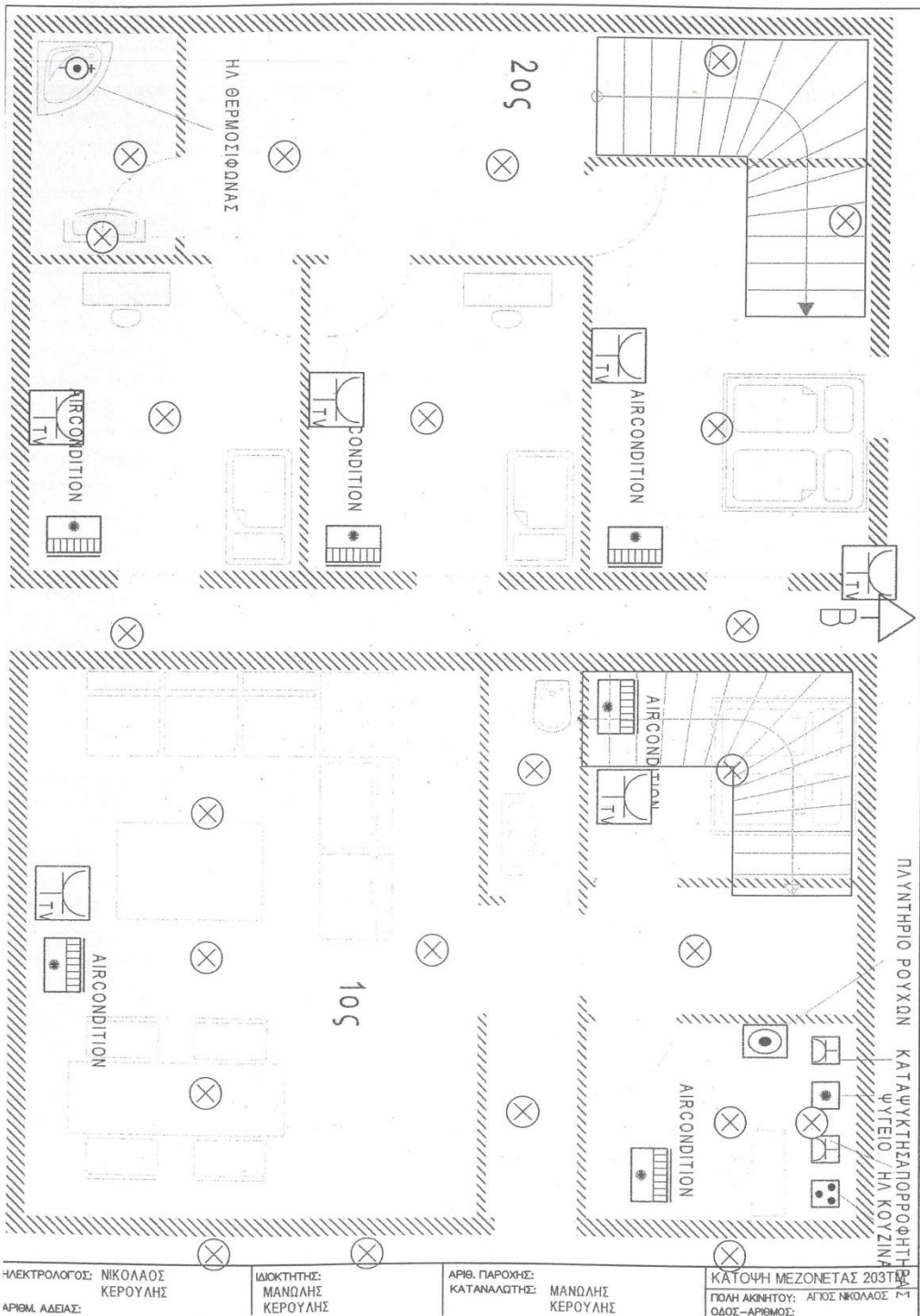
**Κόστος: €253,00+Φ.Π.Α**



**ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ ΜΕΖΟΝΕΤΑΣ 203Τ.μ**







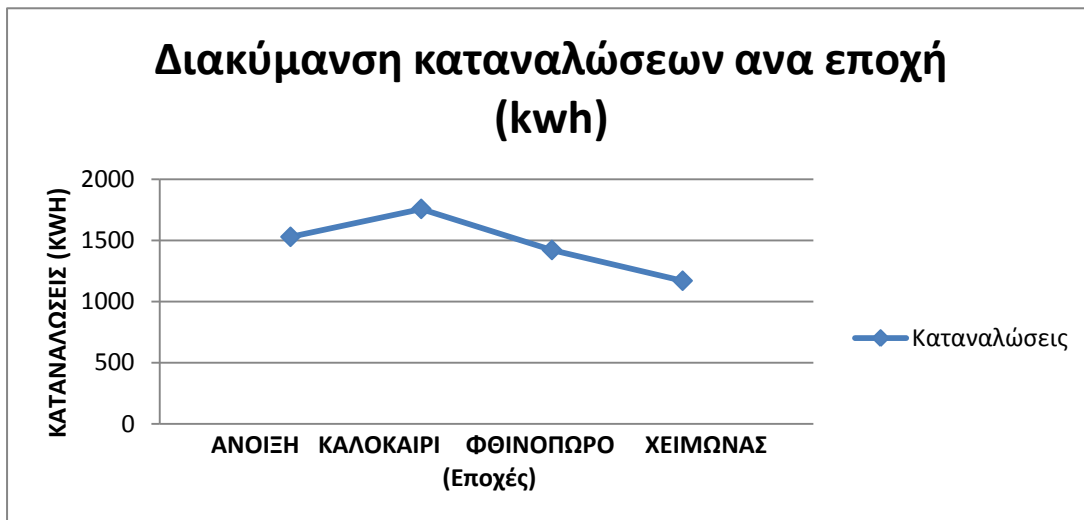
**ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΩΝ**

Περίοδος:		Άνοιξη		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	2	75	6	0.9
Πλυντήριο πιάτων	1	900	0,5	0.45
Ψυγείο	1	120	12	1.44
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	1600	1	1.6
Λάμπες Εσωτερικές	20	20	5	2.0
Λάμπες Εξωτερικές	3	20	3	0.18
Κλιματιστικό 9000 BTU	3	900	1	2.7
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	2	90	5	0.9
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,5	1.5
Σύστημα Σιδερώματος	1	1200	0,5	0.6
Καταψύκτης	1	165	12	1.98
Κλιματιστικό 12000 BTU	1	1100	1	1.1
Απορροφητήρας	1	150	1	0.15
Τηλεόραση	4	75	3	0.9
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	16,8
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kWh)	1.528,8

Περίοδος:		Καλοκαίρι		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	2	75	6	0.9
Πλυντήριο πιάτων	1	900	0,5	0.45
Ψυγείο	1	120	12	1.44
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	1600	1	1.6
Λάμπες Εσωτερικές	20	20	5	2.0
Λάμπες Εξωτερικές	3	20	3	0.18
Κλιματιστικό 9000 BTU	3	900	2	5.4
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	2	90	5	0.9
Θερμοσίφωνο	1	3000	0	0
Σύστημα Σιδερώματος	1	1200	0,5	0.6
Καταψύκτης	1	165	12	1.98
Κλιματιστικό 12000 BTU	1	1100	2	2.2
Απορροφητήρας	1	150	1	0.15
Τηλεόραση	4	75	3	0.9
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(kWh)	19,1
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(kWh)	1.757,2

Περίοδος:		Φθινόπωρο		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	2	75	6	0,9
Πλυντήριο πιάτων	1	900	0,5	0,45
Ψυγείο	1	120	12	1,44
Πλυντήριο	1	800	0,5	0,4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	1600	1	1,6
Λάμπες Εσωτερικές	20	20	5	2,0
Λάμπες Εξωτερικές	3	20	3	0,18
Κλιματιστικό 9000 BTU	3	900	0,5	1,35
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	2	90	5	0,9
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,5	1,5
Σύστημα Σιδερώματος	1	1200	0,5	0,6
Καταψύκτης	1	165	12	1,98
Κλιματιστικό 12000 BTU	1	1100	1	1,1
Απορροφητήρας	1	150	1	0,15
Τηλεόραση	4	75	3	0,9
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(Wh)	15,45
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(Wh)	1.421,4

Περίοδος:		Χειμώνας		
<b>Ηλεκτρικές Συσκευές</b>	Ποσότητα	Ισχύς (W)	Ώρες Λειτουργίας (h)	Κατανάλωση(kWh)
Τηλεόραση	2	75	6	0.9
Πλυντήριο πιάτων	1	900	0,5	0.45
Ψυγείο	1	120	12	1.44
Πλυντήριο	1	800	0,5	0.4
Κουζίνα Μαγειρικής	1	2500	1	2.5
Λάμπες Εσωτερικές	20	20	5	2.0
Λάμπες Εξωτερικές	3	20	3	0.18
Κλιματιστικό 9000 BTU	3	900	0	0
Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	2	90	5	0.9
Θερμοσίφωνο	1	3000	0,5	1.5
Σύστημα Σιδερώματος	1	1200	0,5	0.6
Καταψύκτης	1	165	12	1.98
Κλιματιστικό 12000 BTU	1	1100	0	0
Απορροφητήρας	1	150	1	0.15
Τηλεόραση	4	75	3	0.9
			Συνολική ημερήσια κατανάλωση(Wh)	13,9
			Συνολική κατανάλωση περιόδου(Wh)	1.251



Για τις παραπάνω καταναλώσεις θα κάνω χρήση τριών μέσων για την κάλυψη της απαιτούμενης ενέργειας για τη μεζονέτα που μελετάμε. Σύμφωνα με τους παρακάτω υπολογισμούς και με τη χρήση του υπολογιστικού προγράμματος αυτόματων συστημάτων ΑΥΤΟΝ, κατέληξα στο ότι θα χρησιμοποιήσω ένα Φ/Β σύστημα 2 kw, μια ανεμογεννήτρια 1,4 kw, και μία γεννήτρια 2 kw. Ας δούμε παρακάτω τα χαρακτηριστικά όλων των παραπάνω, την απόδοσή τους καθώς και τη χρήση του καθενός στο αυτόνομο.

Στις παρακάτω φωτογραφίες φαίνονται τα βήματα που ακολούθησα για να δω τις καταναλώσεις που έχω (Φώτο1), να σχεδιάσω το σύστημα που χρειάζομαι για να καλύψω τις ανάγκες μου και για να καλύψω με διαθέσιμη ενέργεια την κατοικία μου σε περίπτωση όπου οι καιρικές συνθήκες δεν ευνοούν για διάστημα 2 ημερών (Φώτο2). Στη συνέχεια φαίνονται τα ποσοστά ηλιοφάνειας για τη περιοχή όπου βρίσκεται η κατοικία (Φώτο3). Τέλος στις δύο τελευταίες φωτογραφίες απεικονίζεται η απαιτούμενη ενέργεια σε διάρκεια έτους και η παραγόμενη από το σύστημά μας καθώς και κατά τη διάρκεια της ημέρας τη ζήτηση έχουμε και από ποιο μέσο καθώς και ποιες ώρες και μέρες έχουμε περίσσεια ενέργεια η οποία βέβαια αποθηκεύεται στις μπαταρίες που χρησιμοποιούμε. (Φώτο 4 και 5).

Σύστημα Υπολογισμού Αυτονομων Συστημάτων

Αρχείο

Συσκευές    Άνοιγμα    Αποθήκευση    Διαγραφή    Ιδιότητες    Γράφημα

Δεδομένα	α/α	*	Αρ.Συσ.	Συσκευή	Ισχύς
Σχεδιασμός	1		1	Τυπικό Ψυγείο	120
Περίοδοι	2		1	Καταψύκτης	165
Συσκευές	3		2	Εγχρωμη Τηλεόραση	75
Ηλιαφάνεια	4		4	Τηλεόραση Υποδομημάτων	75
	5		2	Ηλεκτρονικός Υπολογιστής	90
	6		20	Λαμπτήρας Χαμηλής Κατανάλωσης	20
	7		3	Λαμπτήρας Χαμηλής Κατανάλωσης Εξωτ.	20
	8		1	Πλυντήριο Ρούχων	800
	9		1	Πλυντήριο Πιάτων	800
	10		1	Ηλεκτρική Κουζίνα	1600
	11		1	Σύστημα Σιδερώματος	1200
	12		3	Κλιματιστικό 9000 BTU	900
	13		1	Κλιματιστικό 12000 BTU	1100
	14		1	Αποροφητήρας	110
	15		1	Θερμοσίφωνο	3000

Φώτο 1.(Συσκευές και κατανάλωση αυτών)

Σύστημα Υπολογισμού Αυτονομων Συστημάτων

Αρχείο

Άνοιγμα    Αποθήκευση

Δεδομένα	Ισχύς:	Μοντέλο	Νr:	Μοντέλο	Ισχύς:
	1400.00 Watt	Αίλιονίδα	12.00 m/s	Αίλιονίδα	1400 Watts
	2000.00 Wp	Πάνελ:	8		
	250.00 Wp	Ισ/Πάνελ:			
	2000.00 Watt	Σύνδεση:	Με πετρέλαιο		
	24000.00 Wh	Χωρ/τα:	24.00 Volts		
	1000.00 Ah	Χωρ/τα:			
	250.00 Wp	Συν. Βαθμός Απόδοσης:	0.95		

A/A	Ταχύτητα (m/s)	Ισχύς (watt)
1	4,000	0,026
2	5,000	0,088
3	6,000	0,147
4	7,000	0,224
5	8,000	0,318
6	9,000	0,417
7	10,000	0,536
8	11,000	0,606
9	12,000	0,800
10	13,000	0,917
11	14,000	1,000
12	15,000	0,988
13	16,000	0,236
14	17,000	0,200
15	18,000	0,212
16	19,000	0,224
17	20,000	0,236

Φώτο 2.(Σχεδιασμός και χαρακτηριστικά συστήματος)

Αρχείο

Ανοιγμα Αποθήκευση Γράφημα

Δεδομένα	A/A	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μαί	Ιουν	Ιουλί	Αυγ	Σεπ	Οκτ	Νοε	Δεκ
Σχεδιασμός	00:00-01:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	01:00-02:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	02:00-03:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Περίοδοι	03:00-04:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	04:00-05:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	05:00-06:00	0,000	0,000	0,000	0,037	0,049	0,038	0,041	0,026	0,000	0,000	0,000	0,000
Συσκευές	06:00-07:00	0,000	0,000	0,011	0,120	0,150	0,400	0,130	0,120	0,081	0,091	0,000	0,000
	07:00-08:00	0,135	0,150	0,260	0,300	0,340	0,340	0,340	0,330	0,029	0,230	0,160	0,140
	08:00-09:00	0,287	0,350	0,450	0,490	0,530	0,560	0,570	0,580	0,520	0,340	0,330	0,280
Ηλιοφάνεια	09:00-10:00	0,430	0,490	0,600	0,650	0,690	0,750	0,780	0,790	0,733	0,630	0,500	0,430
	10:00-11:00	0,520	0,580	0,710	0,760	0,800	0,890	0,930	0,950	0,870	0,760	0,610	0,530
	11:00-12:00	0,570	0,630	0,760	0,820	0,860	0,960	1,000	1,030	0,951	0,820	0,664	0,580
Υπολογισμοί	12:00-13:00	0,570	0,630	0,760	0,820	0,860	0,890	1,000	1,025	0,947	0,820	0,664	0,580
	13:00-14:00	0,520	0,580	0,710	0,760	0,800	0,738	0,930	0,950	0,870	0,748	0,605	0,520
	14:00-15:00	0,530	0,490	0,600	0,650	0,700	0,560	0,790	0,785	0,727	0,630	0,500	0,430
Οικονομικά	15:00-16:00	0,290	0,350	0,450	0,490	0,525	0,328	0,560	0,590	0,520	0,329	0,330	0,265
	16:00-17:00	0,080	0,170	0,260	0,290	0,340	0,170	0,340	0,330	0,285	0,236	0,109	0,090
	17:00-18:00	0,000	0,030	0,060	0,120	0,150	0,040	0,150	0,120	0,080	0,033	0,000	0,000
	18:00-19:00	0,000	0,000	0,000	0,028	0,040	0,010	0,035	0,020	0,013	0,000	0,000	0,000
	19:00-20:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	20:00-21:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	21:00-22:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	22:00-23:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
	23:00-24:00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Φώτο 3.(Ημερήσια ποσοστά ηλιοφάνειας για τη περιοχή Αγίου Νικολάου Κρήτης)



Σύστημα Υπολογισμού Αυτονομων Συστημάτων

Αρχείο

Μετρήσεις    Ανεμ/τρια    Συσκευές    Υπολογισμοί    Γραφήματα

**Δεδομένα**

Ζήτηση                    5.826.254                    Χωρ/τητα Μπατ. :            24.000  
 Παραγωγή (Α/Γ)        2.012.573                    Κάλυψη (Α/Γ) :            29,78%  
 Παραγωγή (Φ/Β) :    4.246.989                    Κάλυψη (Φ/Β) :            62,84%  
 Παραγωγή (Η/Ζ)        429.690                    Κάλυψη (Η/Ζ) :            7,38%  
 Περίσσεια  
                                   709.086

Ημερομηνία	Ταχύτητα Ανέμου	Παραγωγή Α/Γ	Παραγωγή Φ/Β	Φορτίο Ζήτησης	Χωρητικότητα Μπαταρίας	Παραγωγή Η/Ζ	Περίσσεια Ενέργειας
07/01 04:00	11,844	1.077,685	0,000	114,000	22.130,544	0,000	0,000
07/01 05:00	8,496	513,940	0,000	114,000	22.518,566	0,000	0,000
07/01 06:00	7,531	382,944	0,000	114,000	22.779,495	0,000	0,000
07/01 07:00	7,906	432,163	0,000	114,000	23.088,176	0,000	0,000
07/01 08:00	7,209	340,681	270,000	114,000	23.570,056	0,000	0,000
07/01 09:00	6,911	303,671	574,000	114,000	24.000,000	0,000	310,730
07/01 10:00	6,839	295,922	860,000	514,000	24.000,000	0,000	622,553
07/01 11:00	6,302	238,128	1.040,000	114,000	24.000,000	0,000	1.129,197
07/01 12:00	5,459	161,128	1.140,000	114,000	24.000,000	0,000	1.151,511
07/01 13:00	5,109	132,340	1.140,000	114,000	24.000,000	0,000	1.123,582
07/01 14:00	5,074	129,461	1.040,000	1.455,000	23.708,634	0,000	0,000
07/01 15:00	5,837	192,218	1.060,000	1.929,000	23.018,041	0,000	0,000
07/01 16:00	5,770	186,707	580,000	258,000	23.511,589	0,000	0,000
07/01 17:00	5,360	152,985	160,000	858,000	22.955,451	0,000	0,000
07/01 18:00	5,869	194,850	0,000	658,000	22.482,849	0,000	0,000
07/01 19:00	5,330	150,517	0,000	733,000	21.888,479	0,000	0,000
07/01 20:00	6,511	260,621	0,000	1.492,000	20.631,970	0,000	0,000
07/01 21:00	7,466	374,412	0,000	868,000	20.128,310	0,000	0,000
07/01 22:00	7,547	385,044	0,000	1.054,000	19.445,701	0,000	0,000
07/01 23:00	9,737	706,381	0,000	659,000	19.491,671	0,000	0,000
08/01 00:00	11,404	958,335	0,000	659,000	19.782,085	0,000	0,000
08/01 01:00	13,188	1.306,214	0,000	114,000	20.938,771	0,000	0,000
08/01 02:00	12,236	1.158,822	0,000	114,000	21.952,458	0,000	0,000
08/01 03:00	10,149	764,607	0,000	114,000	22.583,677	0,000	0,000
08/01 04:00	10,938	842,620	0,000	114,000	23.290,584	0,000	0,000
08/01 05:00	9,092	599,715	0,000	114,000	23.761,824	0,000	0,000
08/01 06:00	8,057	452,480	0,000	114,000	24.000,000	0,000	89,977
08/01 07:00	8,674	538,860	0,000	114,000	24.000,000	0,000	411,959
08/01 08:00	7,051	319,944	270,000	114,000	24.000,000	0,000	461,521
08/01 09:00	6,782	289,788	574,000	114,000	24.000,000	0,000	727,204
08/01 10:00	7,889	429,931	860,000	514,000	24.000,000	0,000	752,568
08/01 11:00	7,149	332,806	1.040,000	114,000	24.000,000	0,000	1.221,054
08/01 12:00	8,909	571,760	1.140,000	114,000	24.000,000	0,000	1.549,907
08/01 13:00	8,141	464,240	1.140,000	114,000	24.000,000	0,000	1.445,591
08/01 14:00	7,344	358,400	1.040,000	1.455,000	23.942,245	0,000	0,000
08/01 15:00	8,589	526,960	1.060,000	1.929,000	23.593,224	0,000	0,000
08/01 16:00	8,094	457,660	580,000	258,000	24.000,000	0,000	349,411
08/01 17:00	8,547	521,080	160,000	858,000	23.819,469	0,000	0,000
08/01 18:00	7,917	433,606	0,000	658,000	23.590,496	0,000	0,000
08/01 19:00	9,176	613,606	0,000	733,000	23.468,666	0,000	0,000
08/01 20:00	9,776	712,831	0,000	1.492,000	22.673,595	0,000	0,000
08/01 21:00	6,909	303,456	0,000	868,000	22.097,530	0,000	0,000
08/01 22:00	8,182	469,980	0,000	1.054,000	21.501,591	0,000	0,000
08/01 23:00	9,884	730,692	0,000	659,000	21.571,146	0,000	0,000

Φώτο 4.(Περίσσεια ενέργεια-Λειτουργία Συστήματος)

Σύστημα Υπολογισμού Αυτονομων Συστημάτων

Αρχείο

Μετρήσεις Ανεμ/τρια Συσκευές Υπολογισμοί Γραφήματα

**Δεδομένα**

Σχεδιασμός

Περίοδος

Συσκευές

Ηλιοσάφεια

Υπολογισμοί

Οικονομικά

Ζήτηση	5.826.254	Χωρ/τητα Μπατ. :	24.000
Παραγωγή (Δ/Γ)	2.012.573	Κάλυψη (Δ/Γ) :	29,78%
Παραγωγή (Φ/Β) :	4.246.989	Κάλυψη (Φ/Β) :	62,84%
Παραγωγή (Η/Ζ)	429.690	Κάλυψη (Η/Ζ) :	7,38%
Περίσσεια	709.086		

Ημερομηνία	Ταχύτητα Ανέμου	Παραγωγή Α/Γ	Παραγωγή Φ/Β	Φορτίο Ζήτησης	Χωρητικότητα Μπαταρίας	Παραγωγή Η/Ζ	Περίσσεια Ενέργειας
01/01 19:00	3,599	0,000	0,000	733,000	10,914,506	0,000	0,000
01/01 20:00	5,289	147,145	0,000	1,492,000	9,542,205	0,000	0,000
01/01 21:00	4,724	99,467	0,000	868,000	8,757,987	0,000	0,000
01/01 22:00	3,914	0,000	0,000	1,054,000	7,682,477	0,000	0,000
01/01 23:00	2,579	0,000	0,000	659,000	7,010,028	0,000	0,000
02/01 00:00	1,187	0,000	0,000	659,000	6,337,579	0,000	0,000
02/01 01:00	1,520	0,000	0,000	114,000	6,221,252	0,000	0,000
02/01 02:00	4,552	84,567	0,000	114,000	6,191,219	0,000	0,000
02/01 03:00	1,947	0,000	0,000	114,000	6,074,892	0,000	0,000
02/01 04:00	1,892	0,000	0,000	114,000	5,958,566	0,000	0,000
02/01 05:00	1,478	0,000	0,000	114,000	5,842,239	0,000	0,000
02/01 06:00	3,257	0,000	0,000	114,000	5,725,913	0,000	0,000
02/01 07:00	3,764	0,000	0,000	114,000	5,609,586	0,000	0,000
02/01 08:00	2,280	0,000	270,000	114,000	5,760,937	0,000	0,000
02/01 09:00	2,655	0,000	574,000	114,000	6,207,229	0,000	0,000
02/01 10:00	3,435	0,000	860,000	514,000	6,542,919	0,000	0,000
02/01 11:00	4,214	55,288	1,040,000	114,000	7,494,964	0,000	0,000
02/01 12:00	3,879	0,000	1,140,000	114,000	8,490,389	0,000	0,000
02/01 13:00	3,984	0,000	1,140,000	114,000	9,485,814	0,000	0,000
02/01 14:00	4,519	81,708	1,040,000	1,455,000	9,145,721	0,000	0,000
02/01 15:00	4,984	121,989	1,060,000	1,929,000	8,383,465	0,000	0,000
02/01 16:00	4,669	94,702	580,000	258,000	8,787,749	0,000	0,000
02/01 17:00	3,667	0,000	160,000	858,000	8,075,504	0,000	0,000
02/01 18:00	3,147	0,000	0,000	658,000	7,404,076	0,000	0,000
02/01 19:00	2,495	0,000	0,000	733,000	6,656,116	0,000	0,000
02/01 20:00	2,239	0,000	0,000	1,492,000	5,133,667	0,000	0,000
02/01 21:00	2,569	0,000	0,000	868,000	4,247,953	0,000	0,000
02/01 22:00	3,029	0,000	0,000	1,054,000	3,172,443	0,000	0,000
02/01 23:00	2,764	0,000	0,000	659,000	2,499,994	0,000	0,000
03/01 00:00	4,140	48,877	0,000	659,000	2,499,994	610,123	0,000
03/01 01:00	5,104	131,929	0,000	114,000	2,517,389	0,000	0,000
03/01 02:00	4,679	95,568	0,000	114,000	2,498,581	0,000	0,000
03/01 03:00	3,914	0,000	0,000	114,000	2,498,581	114,000	0,000
03/01 04:00	3,385	0,000	0,000	114,000	2,498,581	114,000	0,000
03/01 05:00	3,572	0,000	0,000	114,000	2,498,581	114,000	0,000
03/01 06:00	7,127	329,919	0,000	114,000	2,708,065	0,000	0,000
03/01 07:00	7,627	395,544	0,000	114,000	2,981,219	0,000	0,000
03/01 08:00	6,734	284,622	270,000	114,000	3,408,710	0,000	0,000
03/01 09:00	6,057	211,760	574,000	114,000	4,060,451	0,000	0,000
03/01 10:00	5,547	168,366	860,000	514,000	4,559,489	0,000	0,000
03/01 11:00	5,137	134,643	1,040,000	114,000	5,588,525	0,000	0,000
03/01 12:00	6,447	253,733	1,140,000	114,000	6,830,122	0,000	0,000
03/01 13:00	6,659	276,550	1,140,000	114,000	8,093,856	0,000	0,000
03/01 14:00	8,176	469,140	1,040,000	1,455,000	8,146,383	0,000	0,000

Φώτο 5.(Κάλυψη ζήτησης –Λειτουργία Συστήματος)



## ΠΡΟΣΦΟΡΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

### Ανεμογεννήτρια:Antaris 1,4 kw

- Ονομαστική ισχύς :1100W
- Μέγιστη :1500W ισχύς
- Διάμετρος ρότορα:2.5m
- Πτερύγια: 5pcs κράμα αλουμινίου
- μήκος πτερυγίου :120 εκατοστά
- υλικό κελύφους: κράμα αλουμινίου
- Ονομαστική RPM :430
- Βάρος :36KG
- Τύπος Γεννήτρια :3-φάση AC PM, χωρίς μειωτήρα
- Ονομαστική τάση :DC 24 / 48V
- Τιμή ανεμογεννήτριας:1050,00€
- Τιμή εγκατάστασης:600,00€



### Φωτοβολταϊκό:

#### **Χαρακτηριστικά συστήματος**

Συνολική επιφάνεια φ/β: 4,2 τμ.  
Μέγιστη σταθερή ισχύς: 1,6 kVA (1x7A)  
Μέγιστη στιγμιαία ισχύς: 2,6 kW (1x14A)  
Αυτονομία συστήματος: 4,2 kWh (~2 ημ.)  
Διάρκεια ζωής συσσωρευτών: >15 έτη

#### **Εξοπλισμός**

- **Φ/Β πλαίσια Renesola JC190S-24/Db**  
Ονομ. ισχύος 190Wp με διαστάσεις 1.580x808x35mm 
- **Σύστημα στήριξης**  
Από αλουμίνιο για στέγη ή ταράτσα
- **Φορτιστής Victron Energy BlueSolar MPPT 12/24V - 40A**
- **Αντιστροφέας Victron Energy MultiPlus C24/1600/40-16**
- **Συσσωρευτές Trojan T105-RE**
- **Battery monitor ακριβείας Victron Energy BMV-600S**

**Τιμή εξοπλισμού: 2.600 € + ΦΠΑ**

**Τιμή εγκατάστασης:1200€**

Γεννήτρια:

## ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΒΕΝΖΙΝΗΣ LAUNTOP LT 2500 ΜΕ AVR 2,2KW/2.5KVA



### ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:

- Μέγιστη απόδοση (KVA): 3,0
- AC (Hz): 50
- Συνεχές (KW): 2,0
- Μέγιστο KW/KVA: 2,2 / 3,0
- AC Τάση (Volt): 240
- DC (Volt/Amp): 12 / 9
- Κινητήρας: LT 200
- Κάυσισμο : Αμόλυβδη βενζίνη
- Τύπος: 4χρονός, αερόψυκτός OHV
- Κυβισμός (cc): 196
- Στροφές κινητήρα (r.p.m.): 3000
- Μέγιστη ιπποδύναμη (Hp): 6,5
- Σύστημα εκκίνησης: χειροκίνητο
- Επίπεδο θορύβου σε 7m (Db): 75
- Χωρητικότητα νεπόζιτου (Lt): 13
- Κατανάλωση στα 2/3 της απόδοσης : 1.18λίτρα / ώρα
- Βάρος καθ./μεικτό : 36,40 / 39,70kg
- Τιμή πώλησης: **239,90 €**

## Εναλλακτική Προσφορά

Στον παραπάνω υπολογισμό των καταναλώσεων που πραγματοποίησα οι θερμικές συσκευές(κουζίνα μαγειρικής, θερμοσίφωνο) των οποίων οι καταναλώσεις είναι ιδιαίτερα αυξημένες σε σχέση με όλων των υπολοίπων μπορώ να τις παρακάμψω από το σύστημά που μόλις επέλεξα και να προτείνω άλλου είδους τροφοδότησής τους. Κατά την άποψή μου ένας πολύ οικονομικός, οικολογικός και αποδοτικός τρόπος είναι η χρήση φυσικού αερίου.

Ο συγκεκριμένος τομέας στην αγορά ύστερα από έρευνα που πραγματοποίησα σε καταστήματα ηλεκτρικών ειδών δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος για το λόγω ότι ακόμα δεν έχει γίνει η κατάλληλη ενημέρωση προς το καταναλωτή με αποτέλεσμα τα παραπάνω πλεονεκτήματα που ανέφερα σε σχέση με το ηλεκτρικό ρεύματα είναι άγνωστα για το ευρύ κοινό.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση και ακολουθώντας τον παραπάνω τρόπο, το σύστημα που μας καλύπτει είναι το εξής:



### Ανάλυση Υβριδικού συστήματος.

Περιέχει:

1 τεμ.:Ανεμογεννήτρια Wind Power plus 400/500 watt.Αποδίδει 450-500 watt/24V(14m/sec),χαμηλού θορύβου, χαμηλής εκκίνησης 2m/s και υψηλής απόδοσης καθημερινά. Διαθέτει εξωτερικό προγραμματιζόμενο controller τύπου Marine κατάλληλο και για χρήση δίπλα στη θάλασσα

6 τεμ.:Φ/Β πανελ 250watt/24V.Διαθέτουν θετική ανοχή σε watt και ισχύ.Δηλαδή αποδίδουν παντοτε περισσότερα watt από την ονομαστική.

1 τεμ. Inverter καθαρού ημιτόνου 2000 Watt/24V με ρεύμα εκκίνησης ισχύος 4000 watt /24V (5000VA).

8 τεμ. Μπαταρίες 220/AH C20/250AH C100 τύπου VRLA/AGM.

2 τεμ. Ρυθμιστής 30A ψηφιακοί προγραμματιζόμενοι

Τιμή χωρίς Φ.Π.Α.:**4,390 €**

## Γεννήτρια:

### ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΒΕΝΖΙΝΗΣ PLUS HZB 3500HW 2.2KW/3KVA ΜΕ ΣΤΑΘΕΡΟΠΟΙΗΤΗ ΤΑΣΗΣ



#### **ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ:**

- Μέγιστη απόδοση (KVA): 3
- AC (Hz): 50
- Συνέχης (KW): 2,2
- Μέγιστο KW/KVA: 2,5 / 3
- AC Τάση (Volt): 240
- DC (Volt /Amp ): 12 / 8,3
- Κινητήρας: LT 160
- Κάουσιμο : Αμόλυβδη βενζίνη
- Τύπος: 4χρονός, αερόψυκτός OHV
- Κυβισμός (cc): 158
- Στροφές κινητήρα (r.p.m.): 3000
- Μέγιστη ιπποδύναμη (Hp): 5,5
- Σύστημα εκκίνησης: χειρόμίζα
- Επίπεδο θορύβου σε 7m (Db): 90
- Χωρητικότητα νεπεόζιτου (A): 15
- Συνεχής λειτουργία (H): 9
- Κατανάλωση 490ml/kva/h
- Κόστος: 277,00 €

### Μελέτη Θέρμανσης

Στο παρακάτω πίνακα έχουμε τους μήνες ενός ημερολογιακού έτους με την μέση θερμοκρασία του καθενός και ορίζοντας ως επιθυμητή θερμοκρασία για τις κατοικίες μας, θα δούμε για ποιους μήνες θα χρειαστούμε θέρμανση στο χώρο μας .

Μήνας	ΜΕΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C )
<b>Ιανουάριος</b>	<b>12,9</b>
<b>Φεβρουάριος</b>	<b>13,2</b>
<b>Μάρτιος</b>	<b>14,7</b>
<b>Απρίλιος</b>	<b>17,3</b>
Μάιος	21
Ιούνιος	25,7
Ιούλιος	28,1
Αύγουστος	28
Σεπτέμβριος	25,1
Οκτώβριος	21,6
<b>Νοέμβριος</b>	<b>18,1</b>
<b>Δεκέμβριος</b>	<b>14,6</b>

Για τους παραπάνω μήνες οι οποίοι είναι με έντονο μαύρο έχουν μέσο όρο θερμοκρασίας κάτω από την επιθυμητή(20°C) οπότε γι αυτούς τους μήνες θα κάνουμε μελέτη θέρμανσης για κάθε μια από τις κατοικίες μας.



**ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕΖΟΝΕΤΑΣ 203 τ.μ**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	14	2	258,44	247,52	192,92	98,28	69,16	196,56
ΕΞ.Τ	9,69	1,6	143,10	137,05	106,82	54,419	38,29	108,83
ΕΞ.Τ	12	1,6	177,21	169,72	132,28	67,39	47,42	134,78
ΕΣ.Τ	12	1,9	210,44	201,55	157,09	80,02	56,31	160,05
ΕΣ.Τ	8,1	1,9	142,04	136,04	106,03	54,01	38,013	108,03
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,81	4	29,90	28,64	22,32	11,37	8,00	22,74
ΣΥΝΟΛΟ			1.027,61	984,19	767,09	390,78	274,99	781,56

**Χώρος Κουζίνας**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	6	2	110,76	106,08	82,68	42,12	29,64	84,24
ΕΞ.Τ	4,5	1,6	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΕΣ.Τ	12	1,9	210,44	201,55	157,09	80,02	56,31	160,05
ΕΣ.Τ	12	1,9	210,44	201,55	157,09	80,02	56,31	160,05
ΕΣ.Τ	2,1	1,9	36,82	35,27	27,49	14,004	9,85	28,00
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΣΥΝΟΛΟ			701,38	671,75	523,57	266,72	187,69	533,44

**Χώρος Μπάνιου**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	50	2	923	884	689	351	247	702
ΕΞ.Τ	8,88	1,6	131,13	125,59	97,89	49,87	35,09	99,74
ΕΞ.Τ	30	1,6	443,04	424,32	330,72	168,48	118,56	336,96
ΕΞ.Τ	11	1,6	162,44	155,58	121,26	61,73	43,47	123,52
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,544
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,81	4	29,90	28,64	22,32	11,37	8,00	22,74
ΠΑΡΑΘΥΡΙ	0,81	4	29,90	28,64	22,32	11,37	8,00	22,74
ΜΠΑΛΠΟΡΤΑ	4	4	147,68	141,44	110,24	56,16	39,52	112,32
ΣΥΝΟΛΟ			1.933,57	1.851,87	1.443,37	735,30	517,43	1.470,60

**Χώρος Σαλονιού**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	10	2	184,6	176,8	137,8	70,2	49,4	140,4
ΕΣ.Τ	15	1,9	263,05	251,94	196,36	100,03	70,39	200,07
ΕΣ.Τ	15	1,9	263,05	251,94	196,35	100,03	70,39	200,07
ΕΞ.Τ	3,6	1,6	53,16	50,91	39,68	20,21	14,22	40,43
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΣΥΝΟΛΟ			830,33	795,24	619,82	315,75	222,20	631,51

**Διάδρομος**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	18	2	332,28	318,24	248,04	126,36	88,92	252,72
ΕΞ.Τ	18	1,6	265,82	254,59	198,43	101,08	71,13	202,17
ΕΞ.Τ	5	1,6	73,84	70,72	55,12	28,08	19,76	56,16
ΕΣ.Τ	15	1,9	263,05	251,94	196,36	100,03	70,395	200,07
ΕΣ.Τ	6,6	1,9	115,74	110,85	86,40	44,01	30,97	88,03
ΠΟΡΤΑ	4	3	110,76	106,08	82,68	42,12	29,64	84,24
ΜΠΑΛΝΠΟΡΤΑ	2,4	4	88,60	84,86	66,14	33,69	23,71	67,39
ΣΥΝΟΛΟ			1.250,11	1.197,28	933,18	475,39	334,53	950,78

Χώρος Υπνοδωματίου

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	18	2	332,28	318,24	248,04	126,36	88,92	252,72
ΕΞ.Τ	5	1,6	73,84	70,72	55,12	28,08	19,76	56,16
ΕΣ.Τ	18	1,9	315,66	302,32	235,63	120,04	84,47	240,08
ΕΣ.Τ	9	1,9	157,83	151,16	117,81	60,021	42,27	120,04
ΕΣ.Τ	15	1,9	263,05	251,94	196,36	100,03	70,39	200,07
ΠΟΡΤΑ	4	3	110,76	106,08	82,68	42,12	29,64	84,24
ΜΠΑΛΝΠΟΡΤΑ	2,4	4	88,60	84,86	66,14	33,69	23,712	67,39
ΣΥΝΟΛΟ			1.342,04	1.285,33	1.001,80	510,35	359,13	1.020,70

Χώρος Υπνοδωματίου

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	14	2	258,44	247,52	192,92	98,28	69,16	196,56
ΕΞ.Τ	15	1,6	221,52	212,16	165,36	84,24	59,28	168,48
ΕΞ.Τ	7,5	1,6	110,76	106,08	82,68	42,12	29,64	84,24
ΕΣ.Τ	15	1,9	263,05	251,94	196,36	100,05	70,39	200,07
ΕΣ.Τ	7,5	1,9	131,52	125,97	98,18	50,01	35,19	100,03
ΠΟΡΤΑ	0,25	3	6,922	6,63	5,16	2,63	1,85	5,26
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,4	4	88,60	84,86	66,14	33,69	23,71	67,39
ΣΥΝΟΛΟ			1.080,83	1.035,16	806,81	411,02	289,23	822,04

Χώρος Ξεώνα

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	24	2	443,04	424,32	330,72	168,48	118,56	336,96
ΕΞ.Τ	13,5	1,6	199,36	190,94	148,82	75,81	53,35	151,63
ΕΣ.Τ	12,6	1,9	220,96	211,62	164,94	84,02	59,13	168,05
ΕΣ.Τ	8,7	1,9	152,57	146,12	113,89	58,02	40,82	116,04
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,81	4	29,90	28,64	22,32	11,37	8,00	22,74
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΣΥΝΟΛΟ	66,81	20,4	1.245,21	1.192,60	929,52	473,53	333,22	947,06

Χώρος Υπνοδωματίου Β Ορόφου

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	32	2	590,72	565,76	440,96	224,64	158,08	449,28
ΕΞ.Τ	12	1,6	177,21	169,72	132,28	67,39	47,424	134,78
ΕΣ.Τ	8,1	1,9	142,04	136,04	106,03	54,01	38,01	108,03
ΕΣ.Τ	21	1,9	368,27	352,71	274,91	140,04	98,55	280,09
ΕΣ.Τ	12	1,9	210,44	201,55	157,09	80,02	56,31	160,05
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,45	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΜΠΑΛΠΟΡΤΑ	4,4	4	162,44	155,58	121,26	61,77	43,47	123,55
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	0,81	4	29,90	28,64	22,32	11,37	8,00	22,74
ΣΥΝΟΛΟ	92,71	20,3	1.747,51	1.673,67	1.304,48	664,54	467,64	1.329,09

**Χώρος Υπνοδωματίου Β Ορόφου**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	18	2	332,28	318,24	248,04	126,36	88,92	252,72
ΕΞ.Τ	11,75	1,6	173,52	166,19	129,53	65,98	46,43	131,97
ΕΣ.Τ	10	1,9	175,37	167,96	130,91	66,69	46,93	133,38
ΕΣ.Τ	10	1,9	175,37	167,96	130,91	66,69	46,93	133,38
ΠΑΡΑΘΥΡΟ	2,25	4	83,07	79,56	62,01	31,59	22,23	63,18
ΠΟΡΤΑ	2	2	36,92	35,36	27,56	14,04	9,88	28,08
ΠΟΡΤΑ	2	2	36,92	35,36	27,56	14,04	9,88	28,08
ΠΟΡΤΑ	2	2	36,92	35,36	27,56	14,04	9,88	28,08
Σύνολο			1.050,37	1.005,99	784,08	399,43	281,08	798,87

**Διάδρομος**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	8	2	147,68	141,44	110,24	56,16	39,52	112,32
ΕΞ.Τ	12	1,6	177,21	169,72	132,28	67,39	47,42	134,78
ΕΣ.Τ	6	1,9	105,22	100,77	78,54	40,01	28,15	80,02
ΣΥΝΟΛΟ			430,11	411,94	321,07	163,56	115,10	327,13

**Χώρος Σκάλας**

Είδος επιφάνειας	Τελική επιφάνεια (m <sup>2</sup> )	Συντελεστής (k)	Ιανουάριος (Kcal)	Φεβρουάριος (kcal)	Μάρτιος (kcal)	Απρίλιος (kcal)	Νοέμβριος (kcal)	Δεκέμβριος (kcal)
ΔΑΠΕΔΟ	6	2	110,76	106,08	82,68	42,12	29,64	84,24
ΕΞ.Τ	12	1,9	210,44	201,55	157,09	80,02	56,31	160,05
ΕΞ.Τ	12	1,9	210,44	201,55	157,09	80,02	56,31	160,05
ΕΣ.Τ	2,1	1,9	36,82	35,27	27,49	14,00	9,85	28,01
ΕΣ.Τ	4,5	1,6	66,456	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΠΟΡΤΑ	2,4	3	66,456	63,64	49,60	25,27	17,78	50,54
ΣΥΝΟΛΟ			701,38	671,75	523,57	266,72	187,69	533,44

**Χώρος Αποθήκης**



	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
1	1.027,61	984,19	767,09	390,78	274,99	781,56
2	701,38	671,75	523,57	266,72	187,69	533,44
3	1.933,57	1.851,87	1.443,37	735,30	517,43	1.470,60
4	701,38	671,75	523,57	266,72	187,69	533,44
5	830,33	795,24	619,82	315,75	222,20	631,51
6	1.250,11	1.197,28	933,18	475,39	334,53	950,78
7	1.342,04	1.285,33	1.001,80	510,35	359,13	1.020,70
8	1.080,83	1.035,16	806,81	411,02	289,23	822,04
9	1.245,21	1.192,60	929,52	473,53	333,22	947,06
10	1.747,51	1.673,67	1.304,48	664,54	467,64	1.329,09
11	430,11	411,94	321,07	163,56	115,10	327,13
12	1.050,37	1.005,99	784,08	399,43	281,08	798,87
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>13.340,50</b>	<b>12.776,82</b>	<b>9.958,40</b>	<b>5.073,15</b>	<b>3.569,99</b>	<b>10.146,30</b>

**ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ ΑΝΑ ΧΩΡΟ ΚΑΙ ΜΗΝΑ-ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΑΝΑΓΚΕΣ(kcal)**

Με βάση τις θερμικές ανάγκες που προκύπτουν από τους υπολογισμούς που κάναμε για να δούμε ποιος καυστήρας και ποιος λέβητας μας χρειάζεται θα πάρουμε τον χειρότερο μήνα, δηλαδή το μήνα όπου χρειαζόμαστε τις περισσότερες θερμίδες, θα τις πολλαπλασιάσουμε επί 1,3 και από εκεί θα δούμε το μοντέλο που χρειαζόμαστε.

- **υπολογισμός λέβητα:** (Μέγιστες θερμικές ανάγκες(kcal)\*1,3(k))

$$(11.009,676 \text{ kcal} * 1.3 = 14.312.58 \text{ kcal})$$

**Προτεινόμενη λύση**

**Χαλύβδινος λέβητας πετρελαίου "Enersave EN20" - 20.000kcal**



Τιμή με ΦΠΑ: 345.00 €

**Περιγραφή:**

Χαλύβδινος λέβητας pressurized, με επιστρεφόμενη φλόγα. Κατάλληλος για καύση υγρών και αερίων καυσίμων. Οικονομική σειρά, με σπειροειδείς στροβιλιστές καυσαερίων. Ανταγωνιστική τιμή, εγγυημένη απόδοση και λειτουργία. Υψηλός βαθμός απόδοσης που εξασφαλίζει οικονομία στα καύσιμα και ελαχιστοποιεί τους ρύπους. Διατίθεται μαζί με μεταλλικά καλύμματα

## Συμπεράσματα

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να παρουσιάσει τις διάφορες μορφές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας με μεμονωμένη χρήση ή σύζευξη μεταξύ τους και μέσα από τρεις μελέτες των τριών πιο συνηθέστερων μορφών κατοικιών που συναντάμε να αναδείξει την χρησιμότητά τους.

Στην εισαγωγή έγινε αναφορά στο περιβαλλοντικό πρόβλημα και στις προσπάθειες αντιμετώπισης του. Με το πρωτόκολλο του Κιότο έγινε η πρώτη προσπάθεια από ορισμένες χώρες να μειώσουν τους ρύπους που παράγουν, συμβάλλοντας έτσι στην μείωση του περιβαλλοντικού προβλήματος. Ανάμεσα σε αυτές της χώρες είναι και η Ελλάδα. Η χώρα μας είναι σε πλεονεκτική θέση σε σχέση με άλλες χώρες γιατί η θέση που βρίσκεται ευνοεί την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Διάφορες μορφές των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι: η ηλιακή, η αιολική, η βιομάζα και η γεωθερμική. Εκτός τις ανανεώσιμες πηγές ένας άλλος τρόπος εξοικονόμησης ενέργειας είναι ο βιοκλιματικός σχεδιασμός που εφαρμόζεται στα νέα κτίρια.

Κατόπιν παρουσιάστηκε η τεχνολογία των φωτοβολταϊκών συστημάτων. Τα πλεονεκτήματα από την αξιοποίηση της είναι: η μηδενική ρύπανση, η αθόρυβη λειτουργία, η αξιοπιστία, η μεγάλη διάρκεια ζωής, η απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα, η δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες και η ελάχιστη συντήρηση. Η αγορά φωτοβολταϊκών στην χώρα μας τα τελευταία χρόνια παρουσιάζει αλματώδη ανάπτυξη. Οι εφαρμογές τους είναι σε καταναλωτικά προϊόντα, σε αυτόνομα συστήματα και διασυνδεδεμένα. Για κάθε εφαρμογή χρησιμοποιείται και διαφορετικός τύπος φωτοβολταϊκού πλαισίου. Ο υπολογισμός της ισχύος και της απόδοσης του φωτοβολταϊκού γίνεται έτσι ώστε να βρεθεί ο κατάλληλος αριθμός πλαισίων που θα χρησιμοποιηθεί έτσι ώστε να καλύπτονται οι ανάγκες της εφαρμογής στην οποία θα τοποθετηθεί. Η επιλογή του κατάλληλου φωτοβολταϊκού δεν εξαρτάται μόνο από την εφαρμογή αλλά και από τις καιρικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή της εφαρμογής.

Στη συνέχεια έγινε αναφορά στις ανεμογεννήτριες. Όπως τα φωτοβολταϊκά έτσι και οι ανεμογεννήτριες έχουν πλέον μεγάλη διείσδυση στην ελληνική αγορά. Το πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό της χώρας μας και το χαμηλό κόστος παραγωγής καθιστά τις ανεμογεννήτριες από τις πρώτες επιλογές σε αντίθεση με άλλες πηγές ενέργειας. Ένα όμως σημαντικό μειονέκτημα είναι η αδυναμία ακριβούς πρόβλεψης της αιολικής ενέργειας. Χαρακτηριστικό γνώρισμα των ανεμογεννητριών είναι η καμπύλη απόδοσης από την οποία μπορεί να υπολογιστεί η ισχύς που μπορεί να αποδώσει στις διάφορες τιμές της ταχύτητας του ανέμου. Η μέτρηση της ταχύτητας του ανέμου γίνεται με διάφορα όργανα όπως τα ανεμόμετρο τα οποία τοποθετούνται στην περιοχή που θέλουμε να τοποθετηθεί η ανεμογεννήτρια. Με τα ανεμόμετρα μπορούμε να μετρήσουμε την μέση ταχύτητα του ανέμου αλλά και να δούμε την κατεύθυνσή του οποιαδήποτε ώρα της ημέρας.

Ακόμα έγινε αναφορά στα συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Το παραπάνω σύστημα έχει την δυνατότητα να παράγει θερμότητα και ηλεκτρική ενέργεια μαζί καταναλώνοντας διάφορα είδη καυσίμων όπως φυσικό αέριο, προπάνιο και βιομάζα. Με βάση την κινητήρια μονάδα που υπάρχει στο σύστημα συμπαραγωγής διακρίνονται στις παρακάτω κατηγορίες: συμπαραγωγή με ατμοστρόβιλο, συμπαραγωγή με αεριοστρόβιλο, συμπαραγωγή με συνδυασμένο κύκλο και συμπαραγωγή με παλινδρομική μηχανή. Η λειτουργία του εξαρτάται από το φορτίο κάλυψης δηλαδή αν είναι ηλεκτρικό ή θερμικό.

Στην συνέχεια έγινε περιγραφή στα αυτόνομα ενεργειακά συστήματα. Τα αυτόνομα συστήματα αποτελούνται από συνδυασμό φωτοβολταϊκού, ανεμογεννήτριας ή / και σύστημα συμπαραγωγής. Ο συνδυασμός των παραπάνω προσφέρει στην κατοικία ενεργειακή αυτονομία ανάλογα με τις απαιτήσεις της κατοικίας. Σε ένα αυτόνομο σύστημα, εκτός από τα παραπάνω χρησιμοποιούνται και άλλες διατάξεις οι οποίες ρυθμίζουν, αποθηκεύουν και εν γένει διαχειρίζονται την παραγόμενη ενέργεια. Τα μεγέθη των ενεργειακών πηγών που χρησιμοποιούνται αλλά και των συσκευών που ρυθμίζουν την παραγόμενη ενέργεια υπολογίζονται με βάση τις ενεργειακές ανάγκες της κατοικίας.

Στην συνέχεια παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα της μελέτης που πραγματοποιήθηκε για τον σχεδιασμό τριών ενεργειακά αυτόνομων κατοικιών. Στα πλαίσια της μελέτης έγινε καταγραφή των αναγκών των κατοικιών και με βάση τα αποτελέσματα που προέκυψαν έγινε η επιλογή των πηγών τροφοδοσίας και των συστημάτων που θα χρησιμοποιηθούν έτσι ώστε να καλύψουν ενεργειακά την εκάστοτε κατοικία.

Μελετήθηκαν τρεις περιπτώσεις. Στην πρώτη περίπτωση για την κάλυψη αναγκών χρησιμοποιήθηκαν ανεμογεννήτρια και καυστήρας πετρελαίου, στην δεύτερη περίπτωση φωτοβολταϊκό και καυστήρας πετρελαίου και στη Τρίτη περίπτωση έγινε συνδυασμός φωτοβολταϊκού και ανεμογεννήτριας για την ηλεκτρική κατανάλωση και καυστήρας για τη κάλυψη θερμικής κατανάλωσης. Αφού έγινε ο υπολογισμός όλων των μεγεθών πραγματοποιήθηκε και κοστολόγηση της μελέτης για να επιλεγεί η πιο συμφέρουσα λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών της κατοικίας. Τα αποτελέσματα της μελέτης καταδεικνύουν ότι είναι δυνατή η επίτευξη ενεργειακής αυτονομίας με χρήση Α.Π.Ε. και Σ.Η.Θ. αν και το αρχικό κόστος είναι υψηλότερο από αυτό μιας συμβατικής εγκατάστασης αποδεικνύεται ότι σε βάθος χρόνου τα οικονομικά οφέλη είναι σημαντικά. Επίσης διαπιστώθηκε ότι το αρχικό κόστος της επένδυσης είναι περίπου το ίδιο και στις δύο περιπτώσεις. Στην περίπτωση όμως της χρήσης του συστήματος μCHP η αυτονομία που επιτυγχάνεται μπορεί να είναι σημαντικά μεγαλύτερη αν συνδυαστεί με αυξημένη χωρητικότητα των συσσωρευτών.

**Είναι στο χέρι όλων μας να κάνουμε τον κόσμο μας καλύτερο.**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

1.Εισαγωγή.....σελ2	σελ2
1.2 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.....σελ5	σελ5
1.2.1 Πλεονεκτήματα .....σελ 6	σελ 6
1.3 Μορφές-Τεχνολογίες Α.Π.Ε .....σελ 7	σελ 7
1.3.1 Ηλιακή Ενέργεια .....σελ 7	σελ 7
1.3.2 Αιολική Ενέργεια .....σελ 8	σελ 8
1.3.3 Βιομάζα .....σελ 8	σελ 8
1.3.4 Γεωθερμική Ενέργεια .....σελ 9	σελ 9
1.3.5 Εξοικονόμηση Ενέργεια .....σελ 10	σελ 10
1.3.5 Βιοκλιματικός Σκοπός .....σελ 11	σελ 11
1.3.5 Σκοπός Πτυχιακής .....σελ 13	σελ 13
1.3.5 Δομή Πτυχιακής .....σελ 13	σελ 13
1.3.5 Ανεμογεννήτριες .....σελ 15	σελ 15
1.3.5 Εισαγωγή .....σελ 15	σελ 15
1.3.5 Πλεονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας .....σελ 17	σελ 17
1.3.5 Μειονεκτήματα Αιολικής Ενέργειας .....σελ 17	σελ 17
1.3.5 Η Αιολική Ενέργεια στην Ελλάδα .....σελ 18	σελ 18
3.5 Η Αιολική Ενέργεια στην Κρήτη .....σελ 20	σελ 20
3.5 Εφαρμογές των Ανεμογεννητριών .....σελ 21	σελ 21
2.7 Είδη Ανεμογεννητριών .....σελ 22	σελ 22
2.7.1 Ανεμογεννήτρια Οριζοντίου Άξονα .....σελ 22	σελ 22
3. Ανεμογεννήτρια Κάθετου Άξονα .....σελ 25	σελ 25
3.5 Χαρακτηριστικά στοιχεία Ανεμογεννήτριας .....σελ 26	σελ 26
3.5 Συντελεστής Ισχύος Ανεμογεννήτριας .....σελ 31	σελ 31
3.5 Ονοματική Ισχύς Ανεμογεννήτριας .....σελ 34	σελ 34
3.5 Σύνοψη .....σελ 36	σελ 36

3.5 Φωτοβολταικά Συστήματα .....	σελ 37
3.5 Εισαγωγή .....	σελ 38
3.5 Η ηλιακή ενέργεια .....	σελ 39
3.5 Η κατάσταση στην Ελλάδα .....	σελ 41
3.5 Οι φωτοβολταικές μονάδες στη Κρήτη .....	σελ 42
3.5 Εφαρμογές Φωτοβολταικών συστημάτων .....	σελ 43
3.5 Είδη Φωτοβολταικών Στοιχείων .....	σελ 46
3.5 Φωτοβολταικό πλαίσιο .....	σελ 51
3.5 Μορφολογία Φωτοβολταικού Πλαισίου .....	σελ 53
3.5 Βαθμός Απόδοσης Φ/Β .....	σελ 55
3.5 Τοποθέτηση Φ/Β .....	σελ 57
3.5 Προσανατολισμός και διάταξη Φ/Β συστοιχίας .....	σελ 59
3.5 Σύνοψη .....	σελ 61
3.5 Συστήματα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας .....	σελ 61
3.5 Εισαγωγή .....	σελ 61
3.5 Πλεονεκτήματα Συστημάτων συμπαραγωγής .....	σελ 63
3.5 Η κατάσταση στην Ελλάδα .....	σελ 64
4.4 Βασικές αρχές συμπαραγωγής .....	σελ 66
4.4.1. Θερμικές μηχανές .....	σελ 66
4.4.2. Μηχανές εσωτερικής καύσης .....	σελ 66
4.4.3 Αεριοστρόβιλοι .....	σελ 67
4.4.4. Ατμοστρόβιλοι .....	σελ 68
4.5 Τύποι συστημάτων συμπαραγωγής .....	σελ 71
3.5 Συμπαραγωγή και φυσικό αέριο .....	σελ 72
5.Μελέτη ηλεκτρικής και θερμικής κατανάλωσης 3 τύπων κατοικιών.....	σελ73
6.Συμπεράσματα.....	σελ 118

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- **Σύνδεσμοι που χρησιμοποίησα:**

- <http://www.fortiswindenergy.com/products/wind-turbines/passaat>
- <http://www.aveco.gr/a/wind/eoltec/powercurve>
- <http://www.skroutz.gr/s/4338922/Lazar-SmartFire-11.html>
- <http://www.wel.teicrete.gr/>
- <http://www.qdfzy.com/en/>
- <http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/apps4/pvest.php#>
- <http://www.autoenergy.gr/solutions.html>
- <http://webstore.hmthermansia.gr/index.php?dispatch=products.view&product>
- <http://www.ecoexpert.gr/sales/index.php?route=common/home>
- <http://www.aveco.gr/a/wind/eoltec/powercurve>

- **Βιβλία:**

- Φωτοβολταϊκά Συστήματα Ι.Ε.Φραγκαδάκης
- Μετάδοση Θερμότητας κ.Ι. Κτενιαδάκη

- **Εικόνες:**

- Οι πηγές των εικόνων αναγράφονται κάτω από τη κάθε εικόνα που χρησιμοποιώ στη πτυχιακή μου εργασία

- **Υπολογιστικό πρόγραμμα AUTON:**

Το AUTON είναι ένα πλήρες υπολογιστικό πρόγραμμα ,χρήσιμο εργαλείο για κάθε μηχανολόγο και αυτό γιατί μέσα από αυτό μπορείς να επιλέξεις το καλύτερο δυνατό σύστημα για να εγκαταστήσεις σε μία κατοικία. Σε αυτό σε βοηθάει το Μενού του το οποίο είναι εύκολα προσβάσιμο από τον καθένα και επίσης τα στοιχεία(διαγράμματα, πίνακες κ.α)που σου δίνει για κάθε επιλογή που κάνεις και σου δίνουν μια ακριβής και σφαιρική άποψη για την εγκατάστασή σου.Στο πρόγραμμα μπορείς να βάλεις τα ανεμολογικά και καρικά φαινόμενα τα επικρατούν στη περιοχή που εξετάζουμε(ανεμολογικά,κ.α) Γι αυτόν το λόγο ευχαριστώ πολύ το κ. Δημήτριο Χρηστάκη που μου το πρότεινε και τον κ. Κωνσταντίνο Κονταξάκη ο οποίος είχε το μεράκι να μου το εξηγήσει διεξοδικά.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στο καθηγητή που μου στάθηκε περισσότερο από κάθε άλλον σε αυτόν τον μαραθώνιο των σπουδών, τον κύριο Δημήτρη Χρηστάκη. Επίσης ευχαριστώ τον κ.Εμμανουήλ Κουριδάκη, τον κ. Κωνσταντίνο Κονταξάκη καθώς και όλους όσους εργάζονται στο ΑΙΟΛΙΚΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ για την συνεισφορά τους και στο πρακτικό κομμάτι της σχολής μου και στην εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας αλλά κυρίως στο ηθικό κομμάτι. Τέλος ευχαριστώ την οικογένεια μου και τους φίλους μου που σε όλο αυτό το κομμάτι της ζωής μου μου στάθηκαν με κάθε δυνατή προσπάθεια.

Ευχαριστώ πολύ!