

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ :ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ

ΑΥΤΟΝΟΜΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΟΙΚΙΣΜΟΥ ΜΕ Α/Γ & Φ/Β

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΕΣ
ΜΠΕΤΕΙΝΑΚΗ ΜΑΡΙΑ
ΧΡΙΣΤΟΔΟΥΛΑΚΗ ANNA

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ: ΧΡΗΣΤΑΚΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2005

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΥΤΟΝΟΜΟΥ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

1.1 Τυπικό αυτόνομο ενεργειακό σύστημα

Ένα σύστημα παραγωγής ενέργειας λέγεται αυτόνομο όταν δεν είναι συνδεδεμένο με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο.

Ένα τέτοιο σύστημα αποτελείται από τα εξής μέρη:

- ✓ Μία ή περισσότερες πηγές παραγωγής ενέργειας (π.χ. Α/Γ, Φ/Β, Η/Ζ, κ.α.)
- ✓ Σύστημα αποθήκευσης ενέργειας (ηλεκτρικοί συσσωρευτές, ανύψωση νερού, κ.α.)
- ✓ Σύστημα διαχείρισης ενέργειας (ΣΔΕ): Σκοπός αυτού του συστήματος είναι η διανομή της ενέργειας από τις πηγές παραγωγής στους καταναλωτές, είτε απευθείας από τις πηγές παραγωγής είτε μέσω του συστήματος αποθήκευσης.

Σύστημα διαχείρισης ενέργειας

Ειδικότερα το ΣΔΕ περιλαμβάνει:

➤ **Ελεγκτή φόρτισης των συσσωρευτών:**

Η συσκευή αυτή ρυθμίζει τη ροή του ρεύματος από τα Φ/Β πλαίσια προς τις μπαταρίες αποθήκευσης και διατηρεί την κανονική κατάσταση φόρτισης των συσσωρευτών. Για παράδειγμα όσο η μπαταρία πλησιάζει στην πλήρη φόρτισή της ο ρυθμιστής ελαττώνει το ρεύμα που δίνουν τα πλαίσια και εμποδίζει την υπερφόρτισή της. Είναι γνωστό ότι η

υπερφόρτιση μιας μπαταρίας ελαττώνει το χρόνο ζωής της. Για την εκλογή του κατάλληλου ρυθμιστή τάσης που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί σε ένα Φ/Β σύστημα, λαμβάνονται υπόψη τα πιο κάτω χαρακτηριστικά του:

- **Η ισχύς:** Αυτή καθορίζεται από την τάση που δίνουν τα Φ/Β πλαίσια και την ένταση του ρεύματος στον καταναλωτή. Η ισχύς του ρυθμιστή πρέπει να ξεπερνά την ισχύ που δίνουν τα πλαίσια και την ισχύ που καταναλώνει το φορτίο. Γενικά ο ρυθμιστής πρέπει να έχει τέτοιο μέγεθος ώστε να μπορεί να δεχτεί ρεύμα τουλάχιστον 1,25 φορές μεγαλύτερο του ρεύματος βραχυκυκλώσεως των πλαισίων και η τάση λειτουργίας του να είναι περίπου ίση με την τάση που δίνουν τα πλαίσια.
- **Χαμηλή τάση αποκοπής:** Όταν η τάση της μπαταρίας πέσει χαμηλά κάτω από την κανονική της τιμή, τότε ο ρυθμιστής αποσυνδέει τη μπαταρία από το φορτίο ώστε να διατηρηθεί η καλή κατάσταση της μπαταρίας και να προληφθεί οποιαδήποτε βλάβη στον καταναλωτή (φορτίο) όταν στα άκρα του εφαρμοστεί τάση μικρότερη από την κανονική τάση λειτουργίας του. Σε μια μπαταρία των 12 V η χαμηλή τάση αποκοπής του συνδεδεμένου ρυθμιστή είναι μεταξύ 11 και 12 V.
- **Υψηλή τάση αποκοπής:** Όταν η τάση της μπαταρίας μεγαλώσει αρκετά, τότε ο ρυθμιστής την αποσυνδέει από τα πλαίσια και έτσι εμποδίζει την υπερφόρτισή της. Σε μια μπαταρία των 12 V η υψηλή τάση αποκοπής είναι μεταξύ 14,5 και 15 V.
- **Ρύθμιση της φόρτισης της μπαταρίας:** ανάλογα με τη θερμοκρασία της: Ο ρυθμιστής προσαρμόζει αυτόματα το σημείο τερματισμού της φόρτισης της μπαταρίας ώστε το φορτίο που θα διοχετευτεί στη μπαταρία να είναι μέγιστο σε σχέση με τη θερμοκρασία της.
- **Προστασία πλαισίων από αντίθετο ρεύμα:** Ο ρυθμιστής περιέχει μηχανισμό που εμποδίζει κάποιο ρεύμα να κινηθεί από τη μπαταρία προς τα πλαίσια όταν δεν φωτίζονται.

➤ Αντιστροφέας DC – AC (Inverter)

Η συσκευή αυτή είναι απαραίτητη για την μετατροπή του συνεχούς ρεύματος σε εναλλασσόμενο.

Ανάλογα με το είδος του ενεργειακού συστήματος χρησιμοποιείται και ο κατάλληλος μετατροπέας. Σε ένα αυτοτελές σύστημα συνδέεται μετατροπέας που έχει τέτοια κατασκευή ώστε να λειτουργεί με την ηλεκτρική ενέργεια που δίνουν τα Φ/Β πλαίσια. Σε ένα σύστημα ενωμένο με κεντρικό δίκτυο συνδέεται μετατροπέας που λειτουργεί με την τάση του δικτύου και καθίσταται ικανός να μετατρέπει τη συνεχή τάση των Φ/Β πλαισίων σε εναλλασσόμενη ώστε να τροφοδοτούνται οι ηλεκτρικές συσκευές και το ηλεκτρικό δίκτυο.

Αντιστροφέας αυτοτελούς συστήματος

Τα κύρια χαρακτηριστικά ενός μετατροπέα αυτοτελούς συστήματος είναι τα εξής:

- ✓ Η τάση εισόδου είναι η τάση των Φ/Β πλαισίων.
- ✓ Η ισχύς του που καθορίζεται από το μέγεθος του Φ/Β συστήματος.
- ✓ Η απόδοσή του που κυμαίνεται μεταξύ 90 – 95 %.
- ✓ Η ικανότητά του να μετατρέπει την συνεχή τάση εισόδου σε εναλλασσόμενη χωρίς να εμφανίζονται σήματα παραμόρφωσης και να διατηρεί μια σχετική σταθερότητα στη συχνότητα.

Βασικό κριτήριο για την εκλογή κατάλληλου μετατροπέα που θα τοποθετηθεί σε αυτοτελές σύστημα είναι το είδος της εναλλασσόμενης τάσης που χρειάζεται για να λειτουργήσει ο καταναλωτής. Πολλές συσκευές λειτουργούν και με εναλλασσόμενη τάση διαφορετική της ημιτονοειδούς, υπάρχουν όμως συσκευές, όπως οι υπολογιστές, που χρειάζονται τέλεια ημιτονοειδή τάση για να λειτουργήσουν κανονικά. Άλλες συσκευές που

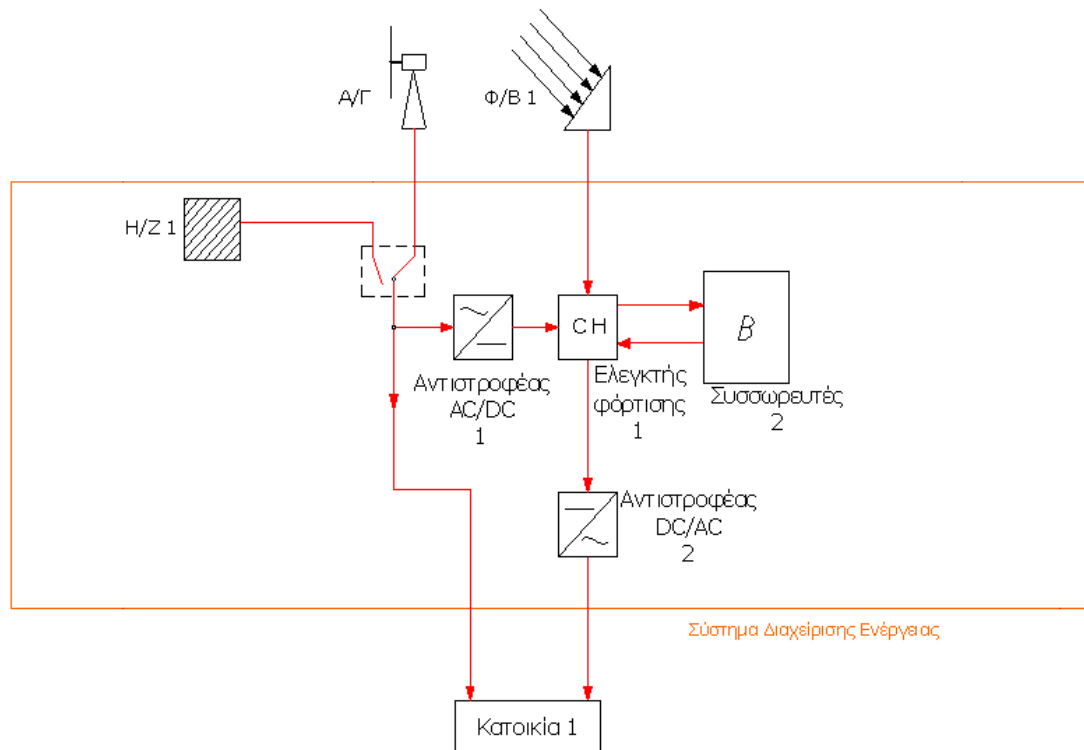
έχουν κινητήρα χρειάζονται σταθερότητα στη συχνότητα γι' αυτό και ο μετατροπέας πρέπει να δίνει εναλλασσόμενη τάση σταθερής συχνότητας.

Άλλο χαρακτηριστικό μετατροπέα αυτοτελούς συστήματος είναι η σταθερότητα τάσης που δίνει στον καταναλωτή. Επειδή η κατάσταση φόρτισης της μπαταρίας δεν είναι ίδια υπάρχουν αυξομειώσεις στην τάση που δέχεται ο μετατροπέας.

Η ισχύς του inverter πρέπει να υπερκαλύπτει την μέγιστη ισχύ ζήτησης, που προσδιορίζεται από το σύνολο των συσκευών κατανάλωσης καθώς επίσης και την ισχύ της υπέρτασης, που είναι συνήθως η τριπλάσια της ονομαστικής και μάλιστα για αρκετά δευτερόλεπτα.

➤ Σύστημα ελέγχου

Το σύστημα ελέγχου έχει ως σκοπό την βελτίωση του βαθμού απόδοσης του ενεργειακού συστήματος με την μεγιστοποίηση της παραγωγής ενέργειας (σύστημα προσανεμισμού Α/Γ, σύστημα tracker Φ/Β, σύστημα βελτίωσης συνφ Η/Ζ κ.α.).



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΣΕΝΑΡΙΟ Α

Στην περίπτωση αυτή, στο συγκρότημα των 5 κατοικιών θα γίνει εγκατάσταση υβριδικού συστήματος όπου η κάθε κατοικία θα έχει το δικό της αυτόνομο ενεργειακό σύστημα το οποίο θα λειτουργεί με πρότυπο μία τυπική κατοικία της οποίας η περιγραφή ακολουθεί παρακάτω.

2.1 Περιγραφή συστήματος

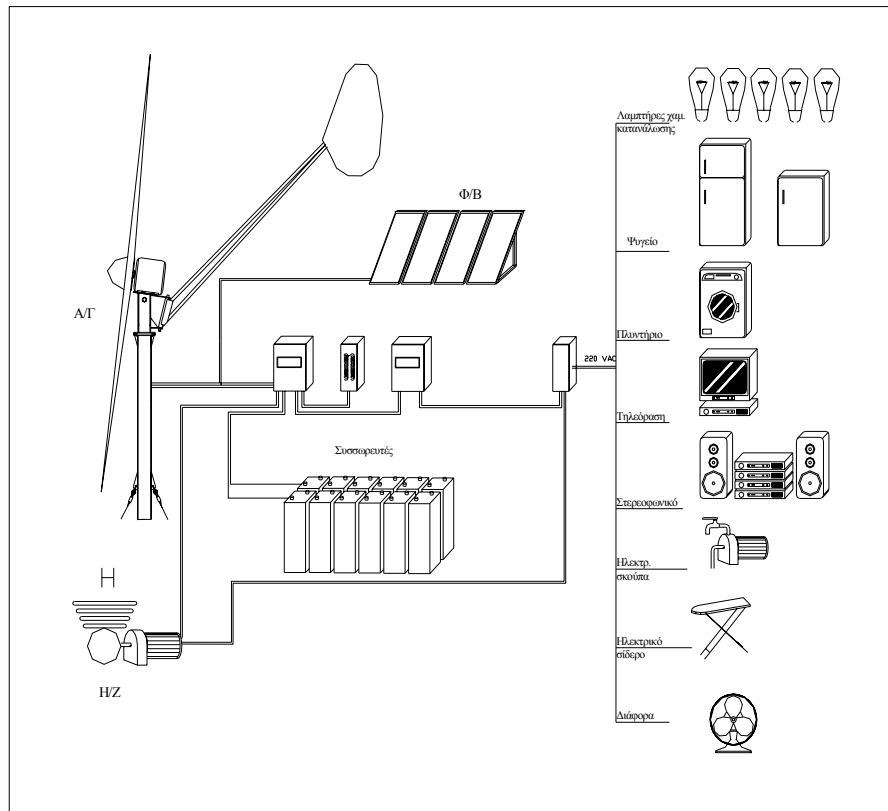
Στο συγκεκριμένο σύστημα κύριες μονάδες ενέργειας είναι η ανεμογεννήτρια και τα φωτοβολταϊκά που αναλαμβάνουν να υποστηρίξουν τις καθημερινές καταναλώσεις. Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος θεωρείται εφεδρικό σύστημα αλλά πολύ σημαντικό για την αξιόπιστη λειτουργία του συστήματος κατά τις ημέρες μηδενικής παραγωγής από τα φωτοβολταϊκά και την ανεμογεννήτρια. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η συνεχόμενη λειτουργία του για 5-6 ώρες ημερησίως αποθηκεύει στους συσσωρευτές αρκετή ενέργεια ώστε να καλύψει τις καταναλώσεις (~ 2 μέρες).

2.2 Ανάλυση ενεργειακού συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από:

- ✓ Την Α/Γ ονομαστικής ισχύος 1,1 kW
- ✓ Φ/Β γεννήτρια συνολικής ισχύος 2,2 kW
- ✓ Τους συσσωρευτές
- ✓ Έναν μετατροπέα συνεχούς τάσης σε εναλλασσόμενη 220V – 50 Hz

- ✓ Τον πίνακα αυτοματισμών - φόρτισης και παρακολούθησης του συστήματος .
- ✓ Ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος πετρελαίου (H/Z).
Και τις απαραίτητες καλωδιώσεις.



Σχήμα 1.2 Μπλοκ διάγραμμα κεντρικού ενεργειακού συστήματος

2.2.1 Α/Γ Αλκυονίς 1,1 kW

Η *ΑΛΚΥΟΝΙΣ 1100* είναι μια ανεμογεννήτρια σύγχρονης σχεδίασης, υψηλής αξιοπιστίας, και χαμηλού θορύβου λειτουργίας. Κατασκευάζεται με διεθνείς προδιαγραφές προσαρμοσμένες στα κλιματολογικά χαρακτηριστικά της Ελλάδας. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται και οι μέθοδοι κατασκευής έχουν ελεγχθεί με μακροχρόνια πειράματα σε πραγματικές συνθήκες.

Η πτερύγωση κατασκευάζεται από πολυεστέρα και ίνες γυαλιού έχει σχεδιαστεί ώστε να προσφέρει την μέγιστη απόδοση σε χαμηλή ένταση ανέμου (έναρξη παραγωγής στα 2,5 m/s). Η αντοχή της έχει μελετηθεί με πεπερασμένα στοιχεία ώστε να εξασφαλίζει απροβλημάτιστη λειτουργία σε υψηλές ταχύτητες πάνω από 50 m/s (180 km/h). Σε πραγματικές δοκιμές στατικής φόρτισης αναρτήθηκε βάρος μέχρι 285 κιλών ανά φτερό, στα 2/3 του μήκους χωρίς να έχουμε διαρροή υλικού.

Η γεννήτρια είναι ένας πολυπολικός σύγχρονος εναλλακτήρας με μόνιμους μαγνήτες. Η μέγιστη ισχύ της ξεπερνάει τα 1.850 watt στις 1600 στροφές και ο βαθμός απόδοσης για ισχύ 1000 watt φτάνει το 91%. Η επιλογή του σχεδιασμού μιας μεγάλης γεννήτριας έγινε για να μην έχουμε υπερτάχυνση της πτερωτής σε αντίξοα καιρικά φαινόμενα και για να παραλαμβάνουμε την ωφέλιμη ισχύ σε χαμηλές στροφές με κέρδος στη μακροζωία του συστήματος καθώς και εντελώς αθόρυβη λειτουργία. Η σύνδεση της με τα φτερά είναι άμεση, δηλαδή δεν μεσολαβεί μειωτήρας. Με την μέθοδο αυτή δεν υπάρχουν επιπλέον τριβές και δεν χρειάζεται συντήρηση (λίπανση).

Η κατασκευή του υπόλοιπου φορέα και της ουράς είναι από ανοξείδωτο χάλυβα και τα χαλύβδινα μέρη έχουν επεξεργαστεί με ηλεκτροστατική βαφή διασφαλίζοντας πλήρη αντισκουριακή προστασία.

Ο έλεγχος της ανεμογεννήτριας από υπερτάχυνση σε δύσκολα καιρικά φαινόμενα γίνεται με την χρήση μικροεπεξεργαστή που δίνει εντολή σε ηλεκτροέμβολο. Το σύστημα στρέφει την φτερωτή σταδιακά εκτός ανέμου χωρίς να έχουμε σημαντική πτώση της ισχύς εξόδου. Το ίδιο σύστημα προστατεύει την ανεμογεννήτρια όταν παρουσιαστή βλάβη, εκτρέποντας την εκτός ανέμου.

Η απλότητα της όλης κατασκευής, και η ελαχιστοποίηση των μηχανισμών που θέλουν συχνή συντήρηση, κάνει την *ΑΛΚΥΟΝΙΔΑ* μια από της πιο αξιόπιστες ανεμογεννήτριες της αγοράς και έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

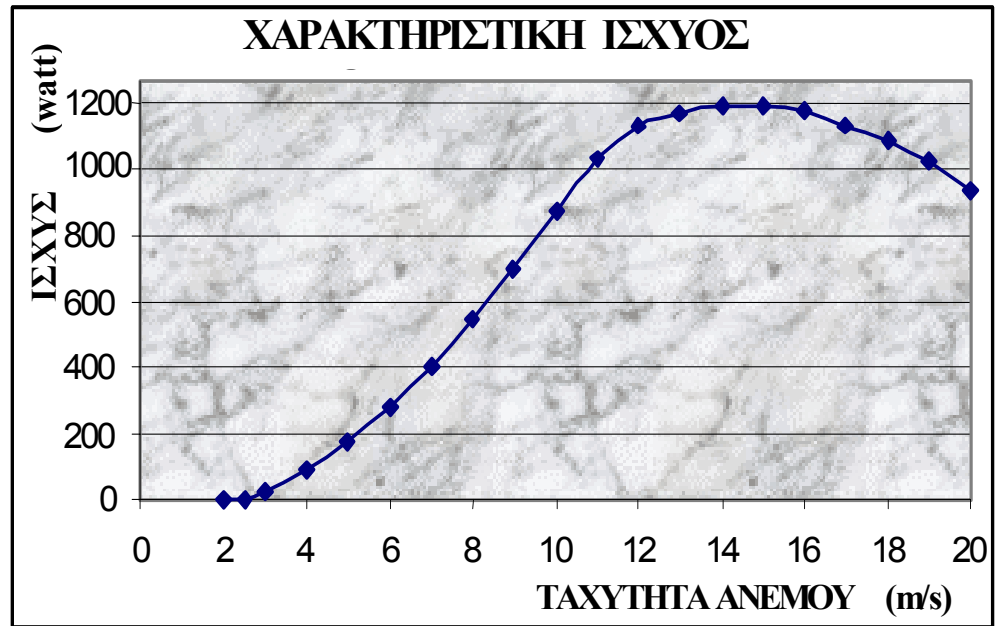


Πίνακας 1.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά Α/Γ

Μοντέλο	Αλκυονίς 1100	
Ονομαστική ισχύς (Watt)		1070
Ονομαστική ταχύτητα ανέμου (m/s)		12
Μέγιστη Ισχύ (Watt)		1460
Ταχύτητα έναρξης (m/s)		2,9
Ταχύτητα εκτροπής (m/s)		14
Ταχύτητα αποκοπής (m/s)		27
Μέγιστη ταχύτητα σχεδιασμού (m/s)		70
Διάμετρος ρότορα (m)		2,43
Αριθμός πτερυγίων		3
Υλικό περύγωσης		GFRP
Τάση εξόδου (volt)		24-48 D.C
Βάρος (kgr)		68
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)		-45 έως +60
Τύπος γεννήτριας	Εναλλακτήρας με μόνιμους μαγνήτες	
Προστασία υπερτάχυνσης	Mechwind control	
Πυλώνας	Σωλήνας Φ114 με επίτονα ύψος 9-18m	
Γραμμή διασύνδεσης Α/Γ με inverter		35m

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η καμπύλη ισχύος της Α/Γ Αλκυονίς.

V(m/s)	P(watt)
2	10
2,5	20
3	40
4	90
5,5	180
6	260
7	390
8	560
9	700
10	880
11	1020
12	1120
13	1180
14	1200
15	1190
16	1180
18	1100
20	910



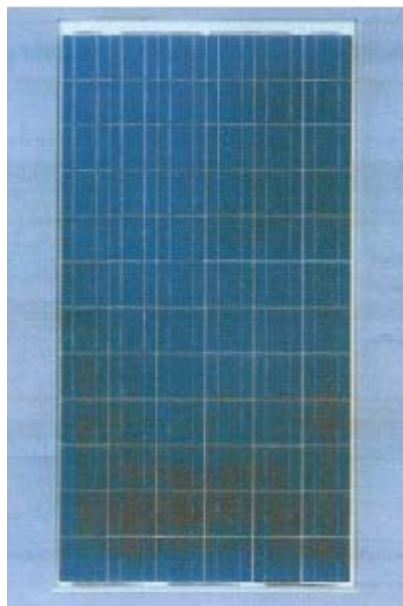
Σχήμα 1.3 Καμπύλη ισχύος Α/Γ Αλκυονίς (Η μέτρηση της καμπύλης ισχύος της Α/Γ πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας)

2.2.2 ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ ΠΑΝΕΛ



2.2.2.1 Η Φ/Β γεννήτρια

Η Φ/Β γεννήτρια που χρησιμοποιείται για την ηλεκτροδότηση της κατοικίας έχει ισχύ αιχμής 2,2 kW_p. Έτσι για την σύνθεσή της θα χρησιμοποιηθούν εικοσιδύο (22) πλαίσια των 100 W_p τύπου ASE 100-GT-FT/K συνδυάζει την μοντέρνα τεχνολογία της ASE .



>**Μικρή απόκλιση ισχύος:** Ο ASE 100 είναι ίσως ο μοναδικός συλλέκτης παγκοσμίως με απόκλιση ισχύος μόνο +/-3%. Έτσι κατά την σύνδεση περισσότερων συλλεκτών σε σειρά μειώνονται πάρα πολύ οι απώλειες του συστήματος. Η ονομαστική ισχύς του συλλέκτη είναι 100W.

>**Σχεδιασμός - Εγκατάσταση:** Οι πλήρως τετραγωνισμένες κυψέλες EFG βοηθούν στην πολύ καλή αξιοποίηση της επιφάνειας και στην μεγάλη απόδοση. Κατασκευαστικά ο συλλέκτης διαθέτει γυάλινη εμπρόσθια επιφάνεια και edlar στην οπίσθια. Το βάρος του είναι μόλις 8,5kg ενώ το ανοδιωμένο

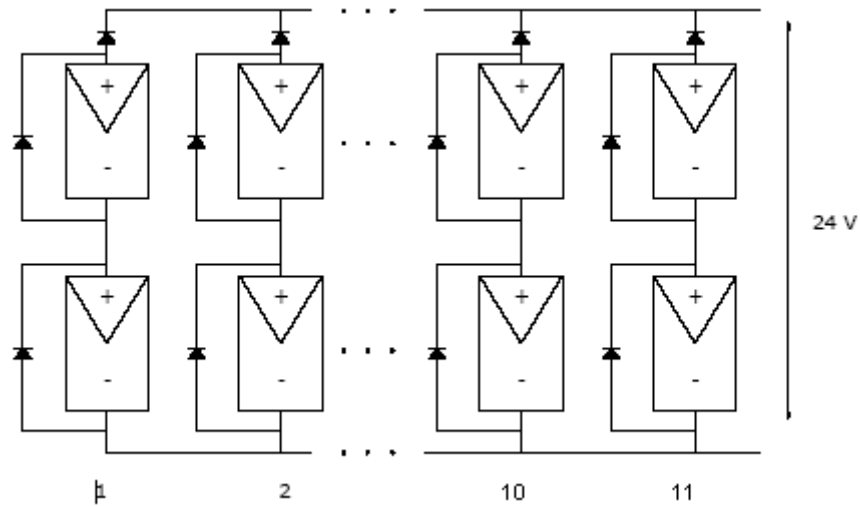
αλουμινένιο πλαίσιο βοηθάει στην εύκολη εγκατάσταση. Ο συλλέκτης διαθέτει καλωδιωμένη έξοδο καθώς επίσης και διόδους bypass.

Πίνακας 1.4 τεχνικές προδιαγραφές του κάθε πλαισίου μετρημένες σε πρότυπες συνθήκες ελέγχου:

Εταιρία-μοντέλο	ASE 100-GT-FT/K
Διαστάσεις	644 χ 1282 (mm)
Βάρος	8,5 kg
Μέγιστη ισχύς (P_{max})	100 W
Τάση στην μέγιστη ισχύ (V_{mp})	34,5 V
Ρεύμα στην μέγιστη ισχύ (I_{mp})	2,9 A
Ρεύμα βραχυκύκλωσης (I_{sc})	3,2 A
Τάση ανοικτού κυκλώματος (V_{oc})	42,5 V

Σύνθεση Φ/Β γεννήτριας

Η Φ/Β γεννήτρια θα αποτελείται από 22 πλαίσια συνδεδεμένα παράλληλα, ώστε να δίνουν τάση εξόδου 24V. Στο σχήμα 1.5 φαίνεται η συνδεσμολογία της γεννήτριας.



Σχήμα 1.6 Συνδεσμολογία Φ/Β πλαισίων

Σε κάθε κλάδο της Φ/Β γεννήτριας συνδέεται μια δίοδος αντεπιστροφής η οποία εμποδίζει την εκφόρτιση των συσσωρευτών όταν τα πλαίσια δεν φωτίζονται.

Παράλληλα σε κάθε πλαίσιο υπάρχει μια δίοδος παράκαμψης η οποία εξασφαλίζει την κανονική λειτουργία της Φ/Β γεννήτριας ακόμη και αν κάποιο πλαίσιο για κάποιο λόγο καταστραφεί (Ι.Φραγκιαδάκης 2001).

Βέλτιστος προσανατολισμός και κλίση

Τα Φ/Β πλαίσια πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό. Η βέλτιστη κλίση τους προσδιορίζεται από τους τύπους:

$$\text{Χειμώνας: Κλίση} = \gamma.π. + 15^\circ$$

$$\text{Καλοκαίρι: Κλίση} = \gamma.π. - 15^\circ$$

Όπου $\gamma.π.$ το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής.

Η κλίση μπορεί να είναι σταθερή ή μεταβαλλόμενη ανά εποχή. Στην περίπτωση που επιλέγεται σταθερή κλίση λαμβάνονται υπόψιν οι ενεργειακές ανάγκες κάθε εποχής.

Στην περίπτωση που εξετάζεται τα πλαίσια τοποθετούνται με κλίση 45°.

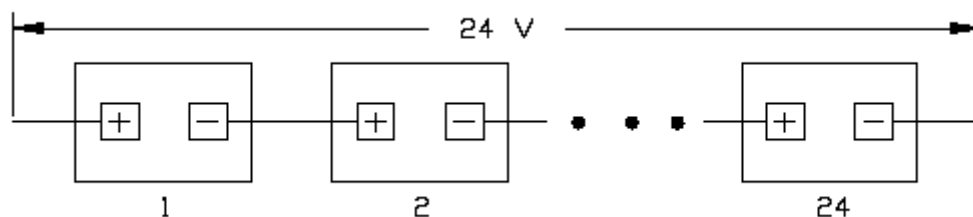
2.2.2.2 Ελεγκτής φόρτισης

Ο ελεγκτής φόρτισης πρέπει να έχει ονομαστική τάση την τάση εξόδου της Φ/Β γεννήτριας και ένταση ρεύματος 1,25 φορές μεγαλύτερη του συνολικού ρεύματος εξόδου (35 A).

Ο ελεγκτής φόρτισης συσσωρευτών είναι της Siemens-Steca τύπου Tarom 430 ισχύος 1.500 watt. Ο ρυθμιστής φορτιστής των συσσωρευτών παρέχει σταθερή φόρτιση και προστασία από υπερφόρτιση αυξάνοντας την μακροζωία των συσσωρευτών.

2.2.3 ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ

Οι συσσωρευτές είναι της εταιρίας ΕΡΓΟΝ ελληνικής κατασκευής. Η συστοιχία αποτελείται από 24 στοιχεία τύπου PzS Solar των 2 volt συνδεδεμένα εν σειρά. Τα χαρακτηριστικά της συνδεσμολογίας αυτής είναι τάση 24 V και χωρητικότητα 800 Ah.



Σχήμα 1.7 Συνδεσμολογία συσσωρευτών

Οι συσσωρευτές PzS Solar έχουν θετικές πλάκες τύπου «χαμηλού αντιμονίου» με αποτέλεσμα μειωμένες ανάγκες συντήρησης. Οι συγκεκριμένοι συσσωρευτές καλύπτουν τις απαιτήσεις των δοκιμών IEC896-1 για χρήση σε φωτοβολταϊκά συστήματα. (Συντήρηση συσσωρευτή: Κάθε 3-6 μήνες να γίνεται επιτήρηση και προσθήκη απιονισμένου νερού. Κάθε μήνα να γίνεται εξισωτική φόρτιση (φόρτιση με συνεχή τάση από την γεννήτρια για 10-15 ώρες).

Η μέση ημερήσια κατανάλωση ενέργειας για την κατοικία είναι 5966 Wh. Έτσι στην είσοδο του inverter η ενέργεια θα είναι:

$$E_{\epsilon\iota\sigma}^{inv} = \frac{\overline{E_{\eta\lambda}}}{n_{inv} * n_{\alpha\gamma}} = \frac{5967 Wh}{0,94 * 0,98} = 6477,4 Wh$$

Η ενέργεια αυτή δίνεται από τους συσσωρευτές. Έτσι το φορτίο που παρέχουν σε μία μέρα είναι:

$$Q_{\sigma\sigma} = \frac{E_{\epsilon\iota\sigma}^{inv}}{V} = \frac{6477,4 Wh}{24 V} = 269,89 Ah / day$$

Η χωρητικότητα των συσσωρευτών είναι 800Ah. Το πραγματικό όμως φορτίο που μπορούμε να πάρουμε σε μια πλήρη εκφόρτιση, με βάθος εκφόρτισης $\beta=80\%=0,8$ είναι:

$$Q_{\pi\rho\alpha\gamma\mu} = 800Ah \times 0,8 = 640 Ah$$

Επομένως η αυτονομία των συσσωρευτών με κατανάλωση την μέση τυπική είναι:

$$\text{Αυτονομία} = \frac{Q_{\pi\rho\alpha\gamma\mu}}{Q_{\sigma\sigma}} = \frac{640 Ah}{269,89 Ah / day} \approx 2 days$$

2.2.4 INVERTER

Ο αντιστροφέας DC-AC είναι ο τελικός αποδέκτης της ηλεκτρικής ενέργειας πριν την τελική διανομή της στα φορτία. Έτσι η ισχύς του inverter πρέπει να καλύπτει την μέγιστη ζήτηση. Η μέγιστη ζήτηση που μπορεί να παρατηρηθεί στο σύστημα το οποίο μελετάται είναι 6,22 KWh. Όμως πρακτικά αυτό είναι αδύνατο να συμβεί καθώς συσκευές με μεγάλη κατανάλωση δεν είναι δυνατό να χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα.

Ο inverter είναι ελληνικής κατασκευής και προέρχεται από την εταιρία ΗΛΠΡΑ, τύπος HYDRA 6.200 - 48 ισχύος 6.200 watt και παρέχουν ημιτονοειδή εναλλασσόμενη τάση 220 volt – 50 Hz με ενσωματωμένο φορτιστή συσσωρευτών 3 σταδίων και έναν εκκινητή Η/Ζ. Επίσης διαθέτει αυτόματο μεταγωγικό διακόπτη γεννήτριας με εκκινητή ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους.

Ελάχιστη αυτοκατανάλωση 8-10 watt, εξαιρετικό συντελεστή απόδοσης 95%, ρυθμιζόμενο scanner ανιχνευτή φορτίου για αυτόματη εκκίνηση και παύση του inverter όταν δεν υπάρχουν στην έξοδο του φορτία.

Επίσης ο inverter διαθέτει δυνατότητα αυτόματης φόρτισης, όταν η τάση της μπαταρίας είναι σε χαμηλά επίπεδα και αυτόματης παύσης όταν ολοκληρωθεί η φόρτιση.

Και στις δύο περιπτώσεις η γεννήτρια παρέχει ηλεκτρική ενέργεια στις καταναλώσεις και το περίσσιο ρεύμα αποθηκεύεται στον συσσωρευτή. Εάν ο συσσωρευτής είναι τελείως αποφορτισμένος θα χρειαστεί φόρτιση από την γεννήτρια 10-15 ώρες.

2.2.5 Πίνακας αυτοματισμού και ελέγχου ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους.

Ο πίνακας αυτοματισμού : Διαθέτει δυνατότητα αυτόματης εκκίνησης της ηλεκτρογεννήτριας, όταν η τάση της μπαταρίας είναι σε χαμηλά επίπεδα και αυτόματης παύσης όταν ολοκληρωθεί η φόρτιση.

2.2.6 Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (H/Z).

Το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος έχει κινητήρα Lombardini τύπου LDW 1503, τετράχρονο - τρικύλινδρο με κυβισμό 1,551 lt – υδρόψυκτο – ατμοσφαιρικό - αργόστροφο στις 1500 στροφές, με ηλεκτρικό εκκινητή (μίζα), ηλεκτρικής ισχύος στους ακροδέκτες της γεννήτριας 15 KVA, 50 HZ.

Η παραπάνω εγκατάσταση φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί



2.3 ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ

2.3.1 Γραμμή μεταφοράς από Α/Γ μέχρι τον φορτιστή.



Η απόσταση της ανεμογεννήτριας από τον φορτιστή είναι περίπου 35 μέτρα. Σε γενικές γραμμές οι απώλειες λόγω μεταφοράς δεν πρέπει να ξεπερνούν το 3-5%.

Για την διερεύνηση των απωλειών αρχικά θα υπολογιστεί το μέγιστο ρεύμα εξόδου από την Α/Γ.

Το μέγιστο ρεύμα εξόδου A/Γ δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \text{συνφ}} = \frac{1070 \text{Watts}}{\sqrt{3} * 24 \text{V} * 1} = 25,74 \text{A}$$

- όπου:
- P, είναι η μέγιστη ισχύς της A/Γ, με τιμή 1070Watts
 - U, είναι η πολική τάση της A/Γ, 24V
 - συνφ, επειδή στην έξοδο έχουμε ωμικό φορτίο συνφ=1

Ο υπολογισμός διατομής καλωδίου γίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$q = \frac{l * P}{\kappa * u * U} = \frac{35 \text{m} * 1070 \text{Watts}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} * 0,96 \text{V} * 24 \text{V}} = 29,03 \text{mm}^2$$

- όπου :
- l, είναι το μήκος του καλωδίου, 35m
 - P, η ονομαστική ισχύς της A/Γ, 1070Watts
 - κ, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του χαλκού,
 $56 \frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2}$
 - u, η μέγιστη πτώση τάσης του αγωγού,
 $24 * 0,04 = 0,96 \text{V}$
 (θεωρήσαμε ότι οι απώλειες της γραμμής μεταφοράς είναι 4 %)
 - U, η πολική τάση, 24V

Από τυποποιημένους πίνακες καλωδίων, η μεγαλύτερη διατομή είναι:
 $q=35\text{mm}^2$

Για επαλήθευση θα υπολογισθεί η πτώση τάσεως του αγωγού με διατομή την παραπάνω, 35mm^2 για να διερευνηθεί αν η πτώση τάσεως είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια.

Έτσι για την πτώση τάσεως του αγωγού έχουμε:

$$u = \frac{l * P}{\kappa * q * U} = \frac{35\text{m} * 1070\text{Watts}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} * 35\text{mm}^2 * 24\text{V}} = 0,8\text{V}$$

Η πτώση τάσης υπολογίστηκε $u=0,8\text{V}$ που είναι το 3,3 % της συνολικής τάσης. Έτσι τηρούνται οι απαραίτητες προδιαγραφές.

Υπολογισμός αντίστασης αγωγού από την παρακάτω σχέση:

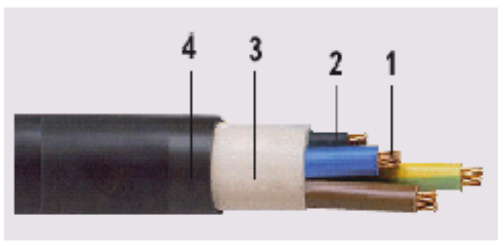
$$R = \rho * \frac{l}{s} = 0,0174 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{35\text{m}}{35\text{mm}^2} = 0,0174\Omega$$

- όπου:
- ρ , είναι η ειδική αντίσταση του χαλκού, $0,0174 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}}$
 - l , είναι το μήκος του αγωγού, 35m
 - s , είναι η διατομή του αγωγού, 35mm^2

Από τυποποιημένους πίνακες για το καλώδιο των 35 mm^2 η αντίσταση του αγωγού είναι $0,525 \text{ } \Omega/\text{km}$. Έτσι στα 35 m η αντίσταση θα είναι $0,0182\Omega$.

Θα χρησιμοποιηθεί το παρακάτω καλώδιο με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:	J1VV-R (ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΣ ΑΓΩΓΟΣ)
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:	600/1000V
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:	ΕΛΟΤ 843
ΧΡΗΣΕΙΣ:	ΚΑΛΩΔΙΟ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΞΗΡΟΥΣ Ή ΥΓΡΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ Ή ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:	ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΑ ΑΠΟ PVC.



1. ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΧΑΛΚΟΥ
2. ΜΟΝΩΣΗ PVC
3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ
4. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΜΑΝΔΥΑΣ PVC

2.3.2 Γραμμή μεταφοράς από Φ/Β μέχρι τον φορτιστή.

Η απόσταση των Φ/Β πλαισίων μέχρι τον φορτιστή είναι $3,5 \text{ m}$. Για τις απώλειες που οφείλονται στην μεταφορά ισχύει επίσης ο περιορισμός των $3-5\%$. Έτσι πρέπει να γίνει υπολογισμός της διατομής του καλωδίου που θα μεταφέρει την ενέργεια που παράγεται από τα Φ/Β πλαίσια.

Το μέγιστο ρεύμα εξόδου Φ/Β:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\phi} = \frac{2200Watts}{\sqrt{3} * 24V * 1} = 52,9A$$

- όπου:
- P, είναι η μέγιστη ισχύς των Φ/Β, με τιμή 2200 Watts
 - U, είναι η πολική τάση των Φ/β, 24V
 - συνφ, επειδή στην έξοδο έχουμε ωμικό φορτίο συνφ=1

Ο υπολογισμός διατομής καλωδίου:

$$q = \frac{l * P}{\kappa * u * U} = \frac{3,5m * 2200Watts}{56 \frac{m}{\Omega * mm^2} * 0,96V * 24V} = 5,97mm^2$$

- όπου:
- l, είναι το μήκος του καλωδίου, 3,5m
 - P, η ονομαστική ισχύς των Φ/Β, 2200 Watts
 - κ, η ηλεκτρική αγωγιμότητα του χαλκού,
 $56 \frac{m}{\Omega * mm^2}$
 - u, η μέγιστη πτώση τάσης του αγωγού,
 $24 * 0,04 = 0,96V$
 (θεωρήσαμε ότι οι απώλειες της γραμμής μεταφοράς είναι 4 %)
 - U, η πολική τάση, 24V

Από τυποποιημένους πίνακες καλωδίων, η μεγαλύτερη διατομή είναι:
 $q=6\text{mm}^2$

Για επαλήθευση θα υπολογισθεί η πτώση τάσεως του αγωγού με διατομή την παραπάνω, 6mm^2 για να διερευνηθεί αν η πτώση τάσεως είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια.

Έτσι για την πτώση τάσεως του αγωγού έχουμε:

$$u = \frac{l * P}{\kappa * q * U} = \frac{3,5\text{m} * 2200\text{Watts}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} * 6\text{mm}^2 * 24\text{V}} = 0,95\text{V}$$

Η πτώση τάσης υπολογίστηκε $u=0,95\text{V}$ που είναι το 3,97% της συνολικής τάσης. Έτσι τηρούνται οι απαραίτητες προδιαγραφές.

Υπολογισμός αντίστασης αγωγού από την παρακάτω σχέση:

$$R = \rho * \frac{l}{s} = 0,0174 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{3,5\text{m}}{6\text{mm}^2} = 0,01\Omega$$

- όπου:
- ρ , είναι η ειδική αντίσταση του χαλκού, $0,0174 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}}$
 - l , είναι το μήκος του αγωγού, $3,5\text{m}$
 - s , είναι η διατομή του αγωγού, 6mm^2

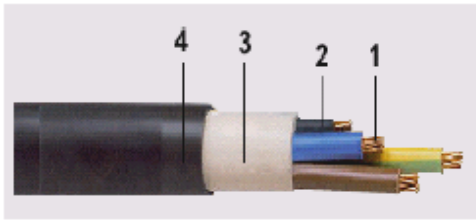
Από τυποποιημένους πίνακες για το καλώδιο των 6 mm^2 η αντίσταση του αγωγού είναι $3,08 \Omega/\text{km}$. Έτσι στα $3,5 \text{ m}$ η αντίσταση θα είναι $0,011 \Omega$.

Θα χρησιμοποιηθεί το παρακάτω καλώδιο με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:	J1VV-R (ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΣ ΑΓΩΓΟΣ)
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:	600/1000V
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:	ΕΛΟΤ 843
ΧΡΗΣΕΙΣ:	ΚΑΛΩΔΙΟ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΞΗΡΟΥΣ Ή ΥΓΡΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ Ή ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ:

ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΑ ΑΠΟ PVC.



1. ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΧΑΛΚΟΥ
2. ΜΟΝΩΣΗ PVC
3. ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ
4. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΜΑΝΔΥΑΣ PVC

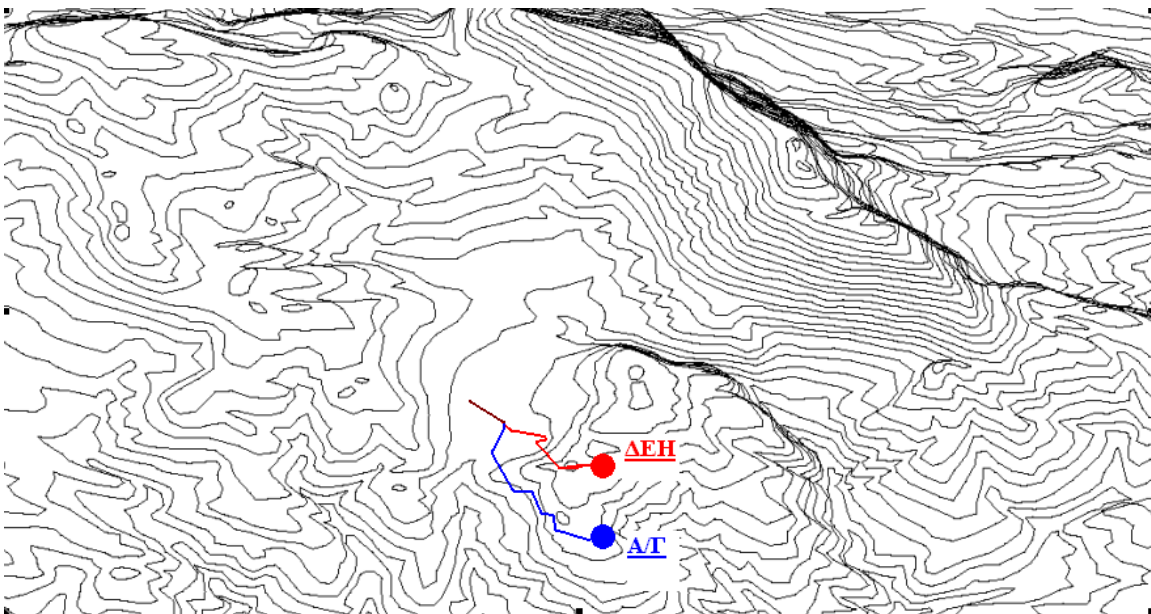
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Αξιολόγηση αιολικού δυναμικού

3.1.1 Ψηφιοποίηση τοπογραφικών χαρτών.

Το πρώτο βήμα για την ανάπτυξη του αιολικού άτλαντα είναι η ψηφιοποίηση των τοπογραφικών χαρτών, κλίμακας 1:5000 της γεωγραφικής Υπηρεσίας Στράτου, οι οποίοι απαρτίζουν την περιοχή ενδιαφέροντος.(Σχήμα 3.1).

Η ψηφιοποίηση των τοπογραφικών χαρτών γίνεται με την χρήση digitizer. Στο digitizer τοποθετούμε τον χάρτη και μέσω του προγράμματος AutoCAD, μεταφέρουμε την μορφολογία του εδάφους σε τρισδιάστατη μορφή. Η διαδικασία της ψηφιοποίησης είναι χρονοβόρα γιατί πρέπει να περιγράφουν οι ισοϋψείς καμπύλες ανά 20 μέτρα και με πολύ μεγάλη ακρίβεια για να έχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια κατά τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού της περιοχής.



Σχήμα 3.1

3.1.2 Ανεμολογικές μετρήσεις.

Η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής, έχει σαν στόχο τον προσδιορισμό της δυνατότητας και γενικά της ποιότητας του ανέμου προκειμένου η ενέργεια του να είναι οικονομικά εκμεταλλεύσιμη. Πριν από κάθε μελέτη εφαρμογής αιολικής μηχανής σε ένα τόπο είναι ικανοποιητικό. Το φυσικά διαθέσιμο αιολικό δυναμικό μιας τοποθεσίας χαρακτηρίζεται συνήθως από την μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου (σε m/ sec).

Αυτό όμως μπορεί να διαφέρει μέχρι και 20% από χρόνο σε χρόνο και για τον λόγο αυτό μια πλήρης εικόνα του ανέμου απαιτεί μετρήσεις τουλάχιστον τριών ετών. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις χρησιμοποιούνται δεδομένα ενός χρόνου για μια πρώτη εκτίμηση του αιολικού δυναμικού.

Για την μέτρηση του ανέμου και την εκτίμηση του αιολικού δυναμικού χρησιμοποιούνται ειδικές συσκευές (ανεμογράφοι), που μετρούν την ταχύτητα και την διεύθυνση του ανέμου. Οι μετρήσεις γίνονται ανά ένα sec και ολοκληρώνονται ανά δέκα λεπτά ή και μια ώρα οπότε αποθηκεύονται σαν μέσες δεκάλεπτες ή ωριαίες τιμές.

Τα μεγέθη που μετρά ένας ανεμογράφος είναι:

- ◇ Η μέση ταχύτητα του ανέμου ανά χρονική περίοδο 10 λεπτών, μιας ώρας ή και λιγότερο ανάλογα με την ακρίβεια που απαιτείται.
- ◇ Η επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου στην περίοδο αυτή.
- ◇ Η μέγιστη τιμή της ταχύτητας στην περίοδο.
- ◇ Η διεύθυνση της μέγιστης ταχύτητας.
- ◇ Η μέση τυπική απόκλιση της ταχύτητας (Standard Deviation)
- ◇ Η μέση τυπική απόκλιση της διεύθυνσης (προαιρετικά).

Οι μετρήσεις αρχικά γίνονται σε ύψος 10 m από το έδαφος όπως συστήνει ο παγκόσμιος μετεωρολογικός σταθμός (WMO) και καταγράφονται από ειδικό Data Logger που περιέχει κατάλληλο πρόγραμμα

συλλογής και αποθήκευσης των μετρήσεων. Στην συνέχεια μεταφέρονται σε υπολογιστή και γίνεται η επεξεργασία τους με κατάλληλα προγράμματα..

Αν τα αποτελέσματα είναι ενθαρρυντικά και προκειμένου να μελετηθεί με ακρίβεια η πιθανή απόδοση μιας αιολικής μηχανής (όπως εξάλλου απαιτείται για την άδεια λειτουργίας αιολικού πάρκου), οι μετρήσεις επεκτείνονται και σε ύψος 40 μέτρων που είναι το συνηθισμένο ύψος άξονα των μεγάλων μηχανών.

Η επιλογή ενός τύπου οργάνου εξαρτάται συνήθως από το κόστος, την ευαισθησία, την ακρίβεια, την αντοχή, την περιοχή τοποθέτησης κ.α.

Για μερικές εφαρμογές όπως για την αποτελεσματικότητα της έντασης της τύρβης σε μια τοποθεσία απαιτούνται πολύ συχνές μετρήσεις στην τάξη των 5-10 sec πράγμα που αυξάνει υπερβολικά το κόστος των οργάνων μέτρησης .

3.1.3 Υπολογιστικό πρόγραμμα Wasp

Η εκτίμηση του αιολικού δυναμικού γίνεται με την βοήθεια του διεθνώς αναγνωρισμένου λογισμικού ανάπτυξης Αιολικού Άτλαντα Wasp του εθνικού Εργαστηρίου της Δανίας (RISOE), καθώς και με τη βοήθεια λογισμικού που έχει αναπτυχθεί από το εργαστήριο. Το λογισμικό Wasp χρησιμοποιεί ως αρχικά δεδομένα τις μετρήσεις ανεμογράφων και την ορογραφία του εδάφους σε ψηφιοποιημένη μορφή.

Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του wasp είναι ανάλογη της αξιοπιστίας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται. Θα πρέπει πάντα να έχει κάποιος υπόψη του, ότι όποιος κάνει χρήση τέτοιου είδους δεδομένων και για να αποτελούν αυτά έγκυρη πηγή θα πρέπει, αν δεν είναι αποτέλεσμα 30 χρόνων παρατηρήσεων, να είναι αρκετά μεγάλου χρονικού διαστήματος.

Τα μεγαλύτερα αναμενόμενα σφάλματα που προκαλούνται από το Wasp σχετίζονται με την πνοή του ανέμου σε σύνθετα εδάφη και αυτό γιατί η μεγάλου εύρους ορογραφία δίδει στο πρόγραμμα αυξανόμενη ανεπάρκεια, λόγω της έλλειψης της δυναμικής του ανέμου που δεν παρουσιάζεται στο μοντέλο. Πάντως πρέπει πάντα να γίνεται κριτική εκτίμηση στα

αποτελέσματα, η οποία μπορεί να βοηθηθεί από τα γραφήματα. Που παρέχει το πρόγραμμα.

Η δομή του Wasp

Το Wasp αποτελείται από τέσσερα κυρίως υπολογιστικά μέρη δηλαδή τέσσερις κυρίως λειτουργίες.

- ◇ *Ανάλυσης και επεξεργασία πληροφοριών.* Αυτή η εκλογή δίνει την δυνατότητα ανάλυσης της κάθε είδους χρονοσειράς ανεμολογικών μετρήσεων.
- ◇ *Δημιουργία των δεδομένων αιολικού Άτλαντα.* Τα αναλυμένα ανεμολογικά δεδομένα μπορούν να μετατραπούν σε ένα σετ δεδομένων για τους ανεμολογικούς χάρτες. Σε ένα τέτοιο σετ, οι πληροφορίες από τις παρατηρήσεις του ανέμου έχουν <<καθαριστεί>> από τις ιδιομορφίες της εξεταζόμενης περιοχής και ανάγονται σε σταθερές συνθήκες.
- ◇ *Εκτίμηση του κλίματος του ανέμου.* Χρησιμοποιώντας το σετ δεδομένων που παρέχει ένας ανεμολογικός άτλαντας, το πρόγραμμα μπορεί να δώσει μια εκτίμηση του κλίματος του ανέμου στην συγκεκριμένη περιοχή, κάνοντας τους αντίστροφους υπολογισμούς μ' αυτούς που χρησιμοποιεί για την δημιουργία του Άτλαντα.
- ◇ *Εκτίμηση δυνατοτήτων παράγωγης ισχύος.* Το ολικό ενεργειακό αποτέλεσμα του μέσου ανέμου υπολογίζεται από το Wasp. Επιπλέον, αν δοθεί στο Wasp η καμπύλη ισχύος της Α/Γ που θα χρησιμοποιηθεί, αυτό μπορεί να δώσει μια εκτίμηση της μέσης ετήσιας παράγωγης ενέργειας.

Ανάλυση του αιολικού άτλαντα

Ο στόχος του Wasp είναι διπλός. Πρώτον, χρησιμοποιεί ρουτίνες για να διορθώσει τα ανέμολογικά δεδομένα που έχουν μετρηθεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο και να μετατρέψει σε ένα σύνολο που να περιγράφει το ανεμολογικό κλίμα μιας περιοχής, τον αποκαλούμενο Αιολικό Άτλαντα. Δεύτερον, χρησιμοποιεί αυτά τα σύνολα δεδομένων ώστε να εκτιμήσει τις ανεμολογικές συνθήκες σε οποιοδήποτε συγκεκριμένο σημείο και ύψος στην περιοχή, χρησιμοποιώντας κυρίως τις ίδιες ρουτίνες ή μοντέλα.

Η δημιουργία Αιολικού Άτλαντα με το Wasp ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

1. Τα υπάρχοντα μετεωρολογικά δεδομένα, είτε σε μορφή χρονοσειρών είτε σε κλιματολογικό πίνακα μεταφέρονται σε ένα φάκελο του δίσκου.
2. Η περιγραφή του μετεωρολογικού σταθμού μπορεί να εισαχθεί απευθείας από το πληκτρολόγιο ή με ψηφιοποίηση που μπορεί μετά να αποθηκευτεί για αναφορά αργότερα. Η περιγραφή, το ύψος του ανεμόμετρου, την τραχύτητα του εδάφους γύρω από τον σταθμό και πιθανόν την παρουσία εμποδίων κοντά στο σταθμό. Σε περίπτωση που οι μετρήσεις να επηρεάζονται και από την ορόγرافια, οι πληροφορίες που απαιτούνται από το μοντέλο του πολύπλοκου εδάφους πρέπει επίσης να δοθούν.
3. Οι πληροφορίες που δίνονται στα παραπάνω δύο σημεία χρησιμοποιούνται σαν βάση για να υπολογίσει το Wasp την τάξη ταχύτητας του ανέμου σε ιστόγραμμα, την αντίστοιχη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου πιο ψηλά από το ανεμόμετρο και όλα για κάθε περιοχή. Σ' αυτή την διαδικασία οι πληροφορίες << φιλτράρονται >> από τα αποτελεσμάτων εμποδίων, της ανομοιογένειας της τραχύτητας και τις διαταράξεις λόγω της γεωμετρίας του εδάφους.
4. Χρησιμοποιώντας τις εμπειρικές σχέσεις μεταξύ του ανέμου πάνω από ομοιογενές έδαφος και την υποτιθέμενη μεγάλη ή συνοπτική διαβάθμιση του ανέμου, τα δεδομένα προσεγγίζονται για να αναλογούν στο γεώστροφικο κλίμα της περιοχής. Αυτό είναι ανεξάρτητο από τις ειδικές

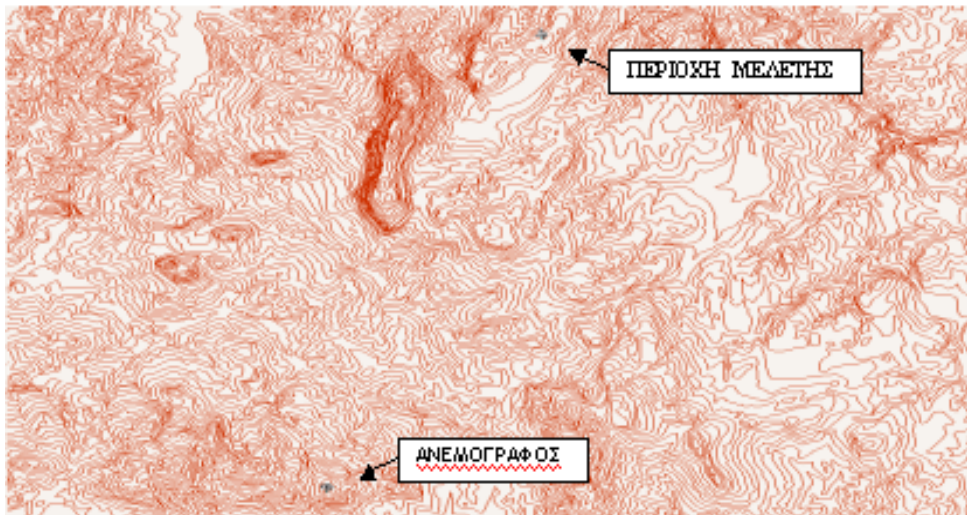
συνθήκες στην επιφάνεια. Αυτή η διαδικασία αναφέρεται στο πρόγραμμα ως <<κατακόρυφη>> μετατόπιση.

5. Οι αντίστροφοι υπολογισμοί πραγματοποιούνται για να δώσουν το αιολικό δυναμικό σε ορισμένα, ύψη και σε διάφορες - ορισμένες επίσης- τραχύτητες του εδάφους.
6. Τελικά αυτά τα δεδομένα αναλύονται σε όρους της κατανομής Weibull. Οι παράμετροι της Weibull αποτελούν τον αιολικό άτλαντα της περιοχής και είναι η αρχή των υπολογισμών για την τοποθέτηση συστημάτων αιολικής ενέργειας.

Υπολογισμός του αιολικού δυναμικού

Για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού χρησιμοποιήθηκε το υπολογιστικό πρόγραμμα Wasp, το οποίο αναλύθηκε στις προηγούμενες παραγράφους. Στο Wasp εισάγουμε τα εξής:

- ◇ map (σχήμα 3.2) μέσω ενός προγράμματος που έχει αναπτυχθεί στο εργαστήριο.
- ◇ Τις μετρήσεις του ανέμου από την περιοχή των Αρχανών



Σχήμα 3.2 Ο ψηφιοποιημένος χάρτης, ο οποίος έχει μετατραπεί σε Wasp map.

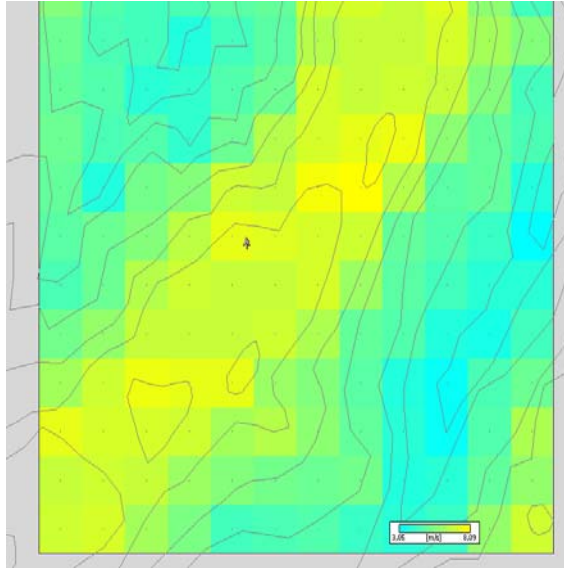
Το Wasp μας δίνει την δυνατότητα να επιλέξουμε την περιοχή που μας ενδιαφέρει για να υπολογίσουμε το αιολικό δυναμικό της. Στο παραπάνω σχήμα φαίνεται η περιοχή που έχουμε επιλέξει και είναι το ορθογώνιο στην πάνω μεριά του σχήματος. Έχουμε επίσης την δυνατότητα να χωρίσουμε την περιοχή που μας ενδιαφέρει σε τετράγωνα και να καθορίσουμε το μήκος της πλευράς του τετραγώνου (grid). Όσο πιο μικρό είναι το grid, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ακρίβεια του αποτελέσματος. Συνήθως την περιοχή την χωρίζουμε σε grid 10 μέτρων.

Όταν ολοκληρωθεί ο υπολογισμός, μπορούμε να δούμε σε κάθε τετράγωνο που έχουμε ορίσει, την μέση ετήσια ταχύτητα, τις παραμέτρους της καμπύλης Weibull, k και c , όπως επίσης το υψόμετρο κ.τ.λ.

3.1.4 Αιολικός χάρτης

Ο αιολικός χάρτης απεικονίζει την μέση ετήσια ταχύτητα της περιοχής που έχουμε υπολογίσει. Μέσο ενός κατάλληλου προγράμματος που έχει αναπτυχθεί στο εργαστήριο, μπορούμε να μεταφέρουμε τον αιολικό χάρτη στον ψηφιοποιημένο χάρτη και να δούμε τις τιμές της μέσης ετήσιας ταχύτητας του ανέμου σε σχέση με το υψόμετρο.

Οι τιμές της μέσης ετήσιας ταχύτητας ανέμου ποικίλουν από 2,0 – 9 m/s, αναλόγως με το υψόμετρο. Όπως φαίνεται, στην ευρύτερη περιοχή της κατοικίας η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου είναι της τάξης των 6-9 m/s.



Σχήμα 2.4 Το αιολικό δυναμικό της περιοχής Αρχανών

3.2 Χωροθέτηση Α/Γ

Η επιλογή της τοποθεσίας για την εγκατάσταση της Α/Γ παίζει σημαντικό ρόλο στην επιτυχή εγκατάσταση και λειτουργία του συστήματος.

3.2.1 Κριτήρια χωροθέτησης Α/Γ

Ο άνεμος, ως στοχαστικό φαινόμενο, παρουσιάζει εντελώς διαφορετική συμπεριφορά και χαρακτηριστικά από τόπο σε τόπο, ιδιαίτερα σε μια περιοχή με έντονη ορογραφία, όπως αυτή που εξετάζουμε. Η επιλογή θέσης εγκατάστασης των Α/Γ παρουσιάζει την εξής ιδιαιτερότητα: δεν μπορεί να προσδιοριστεί η παραγωγή ενέργειας αν δεν είναι γνωστή η ακριβής θέση εγκατάστασης. Γενικά ισχύουν τα παρακάτω κριτήρια για την επιλογή θέσης μιας Α/Γ:

- ✓ Απόσταση από τυχόν υπάρχον οδικό και ηλεκτρικό δίκτυο: σε περίπτωση που η εγκατάσταση γίνει σε κάποιο απομακρυσμένο σημείο, αυξάνεται το κόστος εγκατάστασης διότι απαιτούνται πρόσθετες εργασίες όπως διάνοιξη δρόμων και ανάπτυξη ηλεκτρικού δικτύου.
- ✓ Επιδράσεις στο περιβάλλον: όπως σε κάθε έργο, είναι φυσικό και η εγκατάσταση των Α/Γ να προκαλέσει κάποια αλλοίωση της εικόνας του περιβάλλοντος, την οποία και πρέπει να ελαχιστοποιήσουμε.
- ✓ Κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής: πρέπει σε κάθε υποψήφια περιοχή να γίνονται μετρήσεις των χαρακτηριστικών του ανέμου, δηλαδή της ταχύτητας, της διεύθυνσης, της έντασης u964 της τύρβης και επίσης να λαμβάνονται υπόψη πιθανές ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες.
- ✓ Επιδράσεις λόγω λειτουργίας της Α/Γ: αυτές μπορεί να είναι είτε προβλήματα θορύβου είτε προβλήματα ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης. Συνήθως τα προβλήματα ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης προκύπτουν εάν τα φτερά της Α/Γ είναι μεταλλικά.

3.2.3 Αξιολόγηση του αιολικού δυναμικού

Όπως φαίνεται από τον αιολικό άτλαντα η ταχύτητα του ανέμου έχει τιμές της τάξης των $\sim 7,5$ m/s.

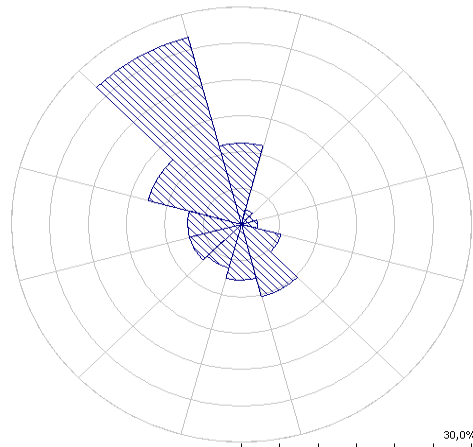
Μετά την επιλογή της θέσης γίνεται επεξεργασία στο WASP. Στο πρόγραμμα γίνεται εισαγωγή των στοιχείων της Α/Γ (συντεταγμένες, καμπύλη ισχύος, ύψος πλήμνης). Το WASP υπολογίζει τα χαρακτηριστικά του ανέμου στο ύψος πλήμνης της Α/Γ, καθώς επίσης παρέχει και την ροζέτα του ανέμου στην θέση της μηχανής, καθώς και την κατανομή Weibull.

Η ροζέτα μας παρέχει πληροφορίες για την επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου.

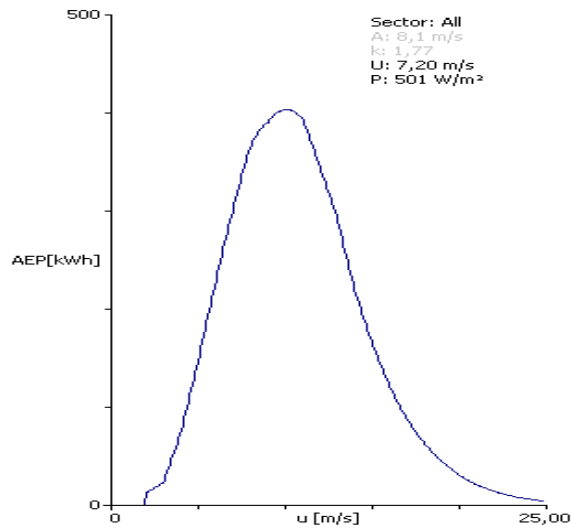
Η κατανομή Weibull μας δείχνει την πιθανότητα εμφάνισης μιας τιμής ταχύτητας ανέμου σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα.

Τέλος το πρόγραμμα υπολογίζει την ενέργεια που παράγει η Α/Γ στην διάρκεια του έτους.

Ακολουθούν τα αποτελέσματα του WASP.



Σχήμα 2.7 Ροζέτα ανέμου



Σχήμα 2.8 Καμπύλη Weibull

Η μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου είναι 7,2 m/s. Από την ροζέτα φαίνεται ότι η επικρατούσα διεύθυνση στη συγκεκριμένη θέση είναι Δυτική – Βορειοδυτική. Η ενέργεια που παράγει η Α/Γ στη θέση αυτή είναι 3540 kWh/year.

Ο συντελεστής απασχόλησης c_f (Capacity Factor) της Α/Γ είναι:

$$C_f = \frac{E_{\pi}}{E_Y}$$

όπου:

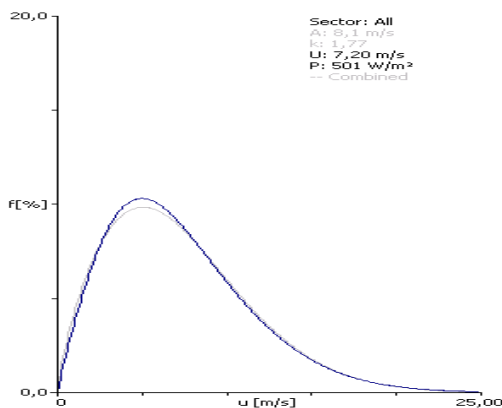
E_{π} : η ενέργεια που παράγει η Α/Γ σε ένα έτος και
 E_Y : η ενέργεια που θα παραγόταν από την Α/Γ σε ένα έτος, αν αυτή λειτουργούσε συνέχεια στην ονομαστική της ισχύ.

Επομένως ο συντελεστής απασχόλησης είναι:

$$C_f = \frac{E_{\pi}}{E_Y} = \frac{E_{\pi}}{8760 \text{ h} * P_r} = \frac{3540}{8760 \text{ h} * 1,1 \text{ kW}} = 0,37$$

όπου P_r η ονομαστική ισχύς της μηχανής.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ο συντελεστής απασχόλησης της μηχανής για διάφορες τιμές των παραμέτρων C και k της Weibull.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΕΙΣ

4.1 Πίνακας καταναλώσεων τυπικής κατοικίας

Για τον υπολογισμό της κατανάλωσης ενέργειας μιας τυπικής κατοικίας του οικισμού προτείνεται ο πίνακας καταναλώσεων που ακολουθεί, ο οποίος διαφέρει ως προς την συνολική κατανάλωση ενέργειας ανά εποχή. Ειδικότερα θεωρούμε ότι οι συσκευές λειτουργούν την ίδια χρονική διάρκεια κάθε εποχή εκτός του φωτισμού, του οποίου η χρήση είναι μεγαλύτερη κατά την χειμερινή περίοδο.

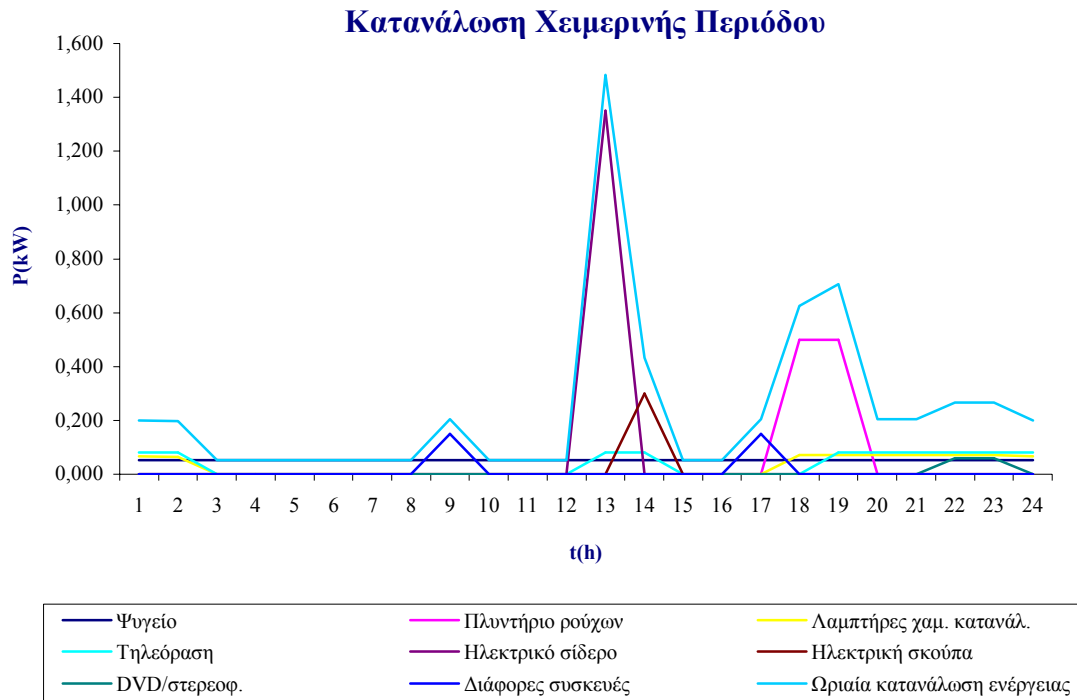
Συσκευή	Ισχύς (kW)	Αριθμός συσκευών	Συνολική Ισχύς (kW)
Ψυγείο	0,16	1	0,16
Πλυντήριο ρούχων	0,500	1	0,50
Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	0,015	12	0,18
Τηλεόραση	0,080	1	0,08
Ηλεκτρικό σίδερο	1,350	1	1,35
Ηλεκτρική σκούπα	1,500	1	1,50
DVD/στερεοφωνικό	0,060	1	0,06
Διάφορες συσκευές	0,500	3	1,50

Πίνακας 4.1 Συσκευές τυπικής κατοικίας

Στον πίνακα 4.2 παρουσιάζεται η ωριαία λειτουργία των συσκευών μιας τυπικής κατοικίας. Η ωριαία κατανάλωση ενέργειας προκύπτει αθροίζοντας τις ωριαίες καταναλώσεις κάθε συσκευής. Από το άθροισμα της τελευταίας στήλης προκύπτει η ημερήσια κατανάλωση ενέργειας της κατοικίας.

Ωρες	Κατανάλωση Χειμερινής Περιόδου (kWh)								
	Ψυγείο	Πλυντήριο ρούχων	Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	Τηλεόραση	Ηλεκτρικό σίδερο	Ηλεκτρική σκούπα	DVD/στερεοφ.	Διάφορες συσκευές	Ωριαία κατανάλωση ενέργειας
0:00	0,053	0,000	0,067	0,08	0	0	0	0	0,20
1:00	0,053	0,000	0,065	0,08	0	0	0	0	0,20
2:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
3:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
4:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
5:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
6:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
7:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
8:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0,15	0,20
9:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
10:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
11:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
12:00	0,053	0,000	0,000	0,08	1,35	0	0	0	1,48
13:00	0,053	0,000	0,000	0,08	0	0,3	0	0	0,43
14:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
15:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,05
16:00	0,053	0,000	0,000	0	0	0	0	0,15	0,20
17:00	0,053	0,500	0,072	0	0	0	0	0	0,63
18:00	0,053	0,500	0,072	0,08	0	0	0	0	0,71
19:00	0,053	0,000	0,072	0,08	0	0	0	0	0,21
20:00	0,053	0,000	0,072	0,08	0	0	0	0	0,21
21:00	0,053	0,000	0,072	0,08	0	0	0,06	0	0,27
22:00	0,053	0,000	0,072	0,08	0	0	0,06	0	0,27
23:00	0,053	0,000	0,067	0,08	0	0	0	0	0,20
Σύνολο	1,280	1,000	0,630	0,800	1,350	0,300	0,120	0,300	5,78

Πίνακας 4.2 Καταναλώσεις τυπικής κατοικίας για την χειμερινή περίοδο

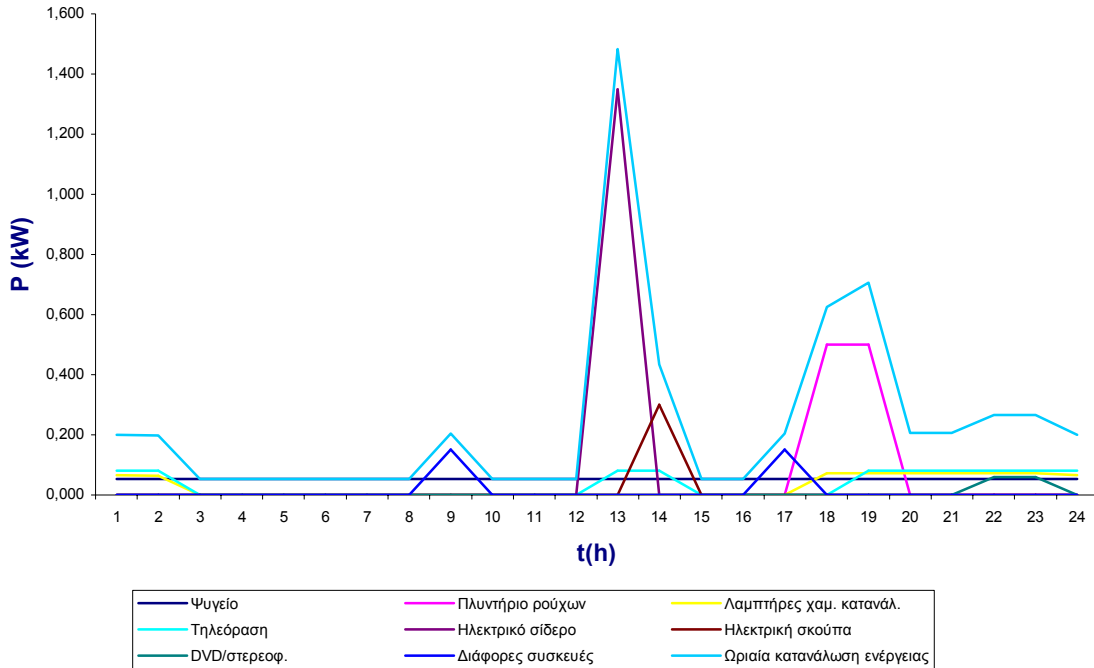


Γράφημα 4.1 Ημερήσια κατανάλωση ενέργειας τυπικής κατοικίας για την χειμερινή περίοδο

Ωρες	Κατανάλωση Θερμής Περιόδου (kWh)								
	Ψυγείο	Πλυντήριο ρούχων	Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	Τηλεόραση	Ηλεκτρικό σίδηρο	Ηλεκτρική σκούπα	DVD/στερεοφ.	Διάφορες συσκευές	Ωριαία κατανάλωση ενέργειας
0:00	0,060	0,000	0,067	0,08	0	0	0	0	0,21
1:00	0,060	0,000	0,065	0,08	0	0	0	0	0,20
2:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
3:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
4:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
5:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
6:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
7:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
8:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0,15	0,21
9:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
10:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
11:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
12:00	0,060	0,000	0,000	0,08	1,35	0	0	0	1,49
13:00	0,060	0,000	0,000	0,08	0	0,3	0	0	0,44
14:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
15:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,06
16:00	0,060	0,000	0,000	0	0	0	0	0,15	0,21
17:00	0,060	0,500	0,000	0	0	0	0	0	0,56
18:00	0,060	0,500	0,000	0,08	0	0	0	0	0,64
19:00	0,060	0,500	0,000	0,08	0	0	0	0	0,64
20:00	0,060	0,000	0,072	0,08	0	0	0	0	0,21
21:00	0,060	0,000	0,072	0,08	0	0	0,06	0	0,27
22:00	0,060	0,000	0,072	0,08	0	0	0,06	0	0,27
23:00	0,060	0,000	0,067	0,08	0	0	0	0	0,21
Σύνολο	1,440	1,500	0,414	0,800	1,350	0,300	0,120	0,300	6,22

Πίνακας 4.3 Καταναλώσεις τυπικής κατοικίας για την καλοκαιρινή περίοδο

Κατανάλωση Θερινής Περιόδου



Γράφημα 4.2 Ημερήσια κατανάλωση ενέργειας τυπικής κατοικίας για την καλοκαιρινή περίοδο.

Η συνολική ενέργεια προκύπτει σύμφωνα με την εξίσωση (4.1) ως εξής:

$$E = P \cdot f \cdot \Omega_{\lambda} \quad (4.1),$$

όπου,

P είναι η ισχύς της συσκευής,

k είναι ο αριθμός των συσκευών,

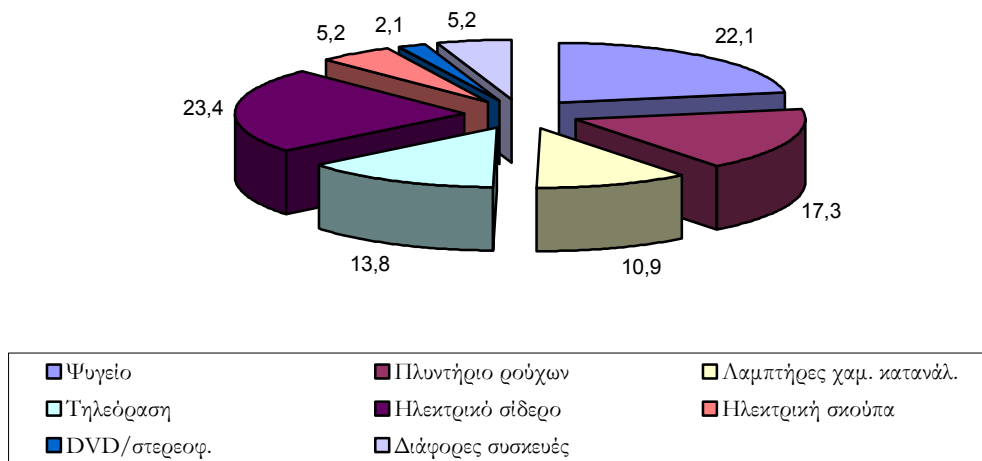
f είναι ο συντελεστής χρήσης κάθε συσκευής και

Ω_{λ} είναι οι ώρες λειτουργίας κάθε συσκευής.

Ο συντελεστής χρήσης, f, εκφράζει το ποσοστό του χρόνου κατά το οποίο μια συσκευή λειτουργεί στην ονομαστική της ισχύ.

Από τον πίνακα καταναλώσεων προκύπτουν τα γραφήματα κατανάλωσης της ενέργειας κάθε περιόδου, στα οποία φαίνεται το ποσοστό συμμετοχής στην κατανάλωση κάθε συσκευής.

Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας χειμερινής περιόδου



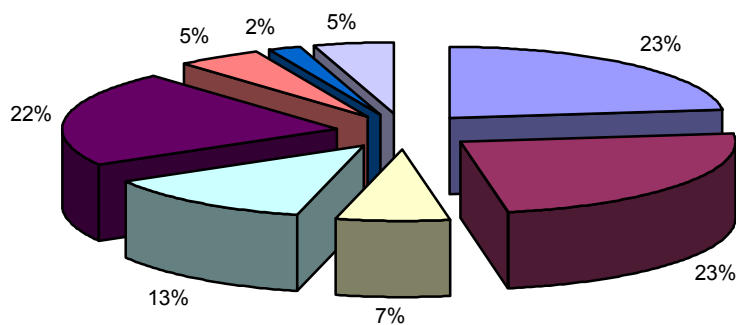
Γράφημα 4.3 Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας τυπικής κατοικίας για την χειμερινή περίοδο

Πίνακας 4.4

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (%)
Ψυγείο	22,1
Πλυντήριο ρούχων	17,3
Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	10,9
Τηλεόραση	13,8
Ηλεκτρικό σίδερο	23,4
Ηλεκτρική σκούπα	5,2
DVD/στερεοφ.	2,1
Διάφορες συσκευές	5,2

Γράφημα 4.4 Κατανομή της κατανάλωσης ενέργειας τυπικής κατοικίας για την θερινή περίοδο

Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας θερινής περιόδου



■ Ψυγείο	■ Πλυντήριο ρούχων	■ Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.
■ Τηλεόραση	■ Ηλεκτρικό σίδερο	■ Ηλεκτρική σκούπα
■ DVD/στερεοφ.	■ Διάφορες συσκευές	

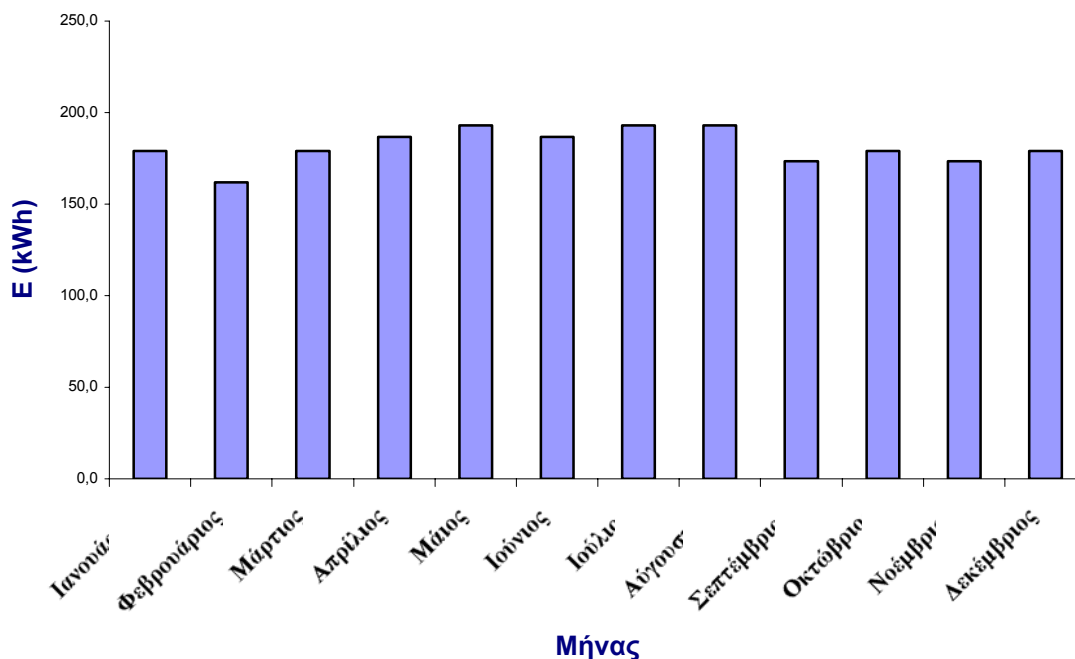
Πίνακας 4.5

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (%)
Ψυγείο	23,1
Πλυντήριο ρούχων	24,1
Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	6,7
Τηλεόραση	12,9
Ηλεκτρικό σίδερο	21,7
Ηλεκτρική σκούπα	4,8
DVD/στερεοφ.	1,9
Διάφορες συσκευές	4,8

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η κατανάλωση της ενέργειας μιας τυπικής κατοικίας του οικισμού ανά μήνα.

Πίνακας 4.6 Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας τυπικής κατοικίας

Μήνες	Ημέρες	Ενέργεια (kWh)
Ιανουάριος	31	179,2
Φεβρουάριος	28	161,8
Μάρτιος	31	179,2
Απρίλιος	30	186,7
Μάιος	31	192,9
Ιούνιος	30	186,7
Ιούλιος	31	192,9
Αύγουστος	31	192,9
Σεπτέμβριος	30	173,4
Οκτώβριος	31	179,2
Νοέμβριος	30	173,4
Δεκέμβριος	31	179,2
Έτος	365	2178



Γράφημα 4.5 Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας τυπικής κατοικίας

4.2 Πίνακας καταναλώσεων οικισμού

Το κεντρικό σύστημα παραγωγής ενέργειας τροφοδοτεί πέντε (5) κατοικίες. Ακολουθεί ο πίνακας καταναλώσεων για κάθε περίοδο.

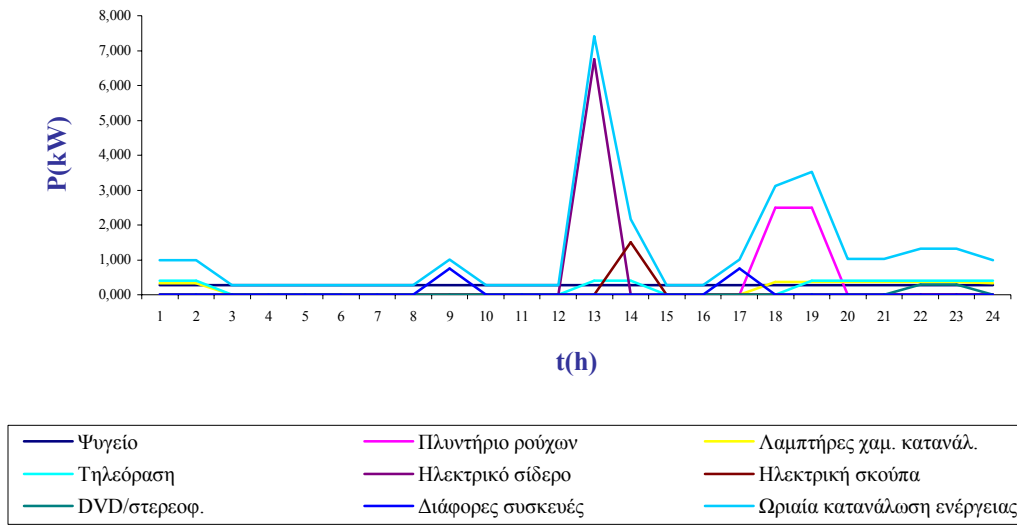
Πίνακας 4.7 Συσκευές οικισμού

Συσκευή	Ισχύς (kW)	Αριθμός συσκευών	Συνολική Ισχύς (kW)
Ψυγείο	0,16	5	0,80
Πλυντήριο ρούχων	0,500	5	2,50
Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	0,015	60	0,90
Τηλεόραση	0,080	5	0,40
Ηλεκτρικό σίδερο	1,350	5	6,75
Ηλεκτρική σκούπα	1,500	5	7,50
DVD/στερεοφ.	0,060	5	0,30
Διάφορες συσκευές	0,500	15	7,50

Πινάκας 4.8 Καταναλώσεις χειμερινής περιόδου οικισμού

Ωρες	Κατανάλωση Χειμερινής Περιόδου (kWh)								
	Ψυγείο	Πλυντήριο ρούχων	Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	Τηλεόραση	Ηλεκτρικό σίδερο	Ηλεκτρική σκούπα	DVD/στερεοφ.	Διάφορες συσκευές	Ωριαία κατανάλωση ενέργειας
0:00	0,267	0,000	0,333	0,4	0	0	0	0	1,00
1:00	0,267	0,000	0,324	0,4	0	0	0	0	0,99
2:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
3:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
4:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
5:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
6:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
7:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
8:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0,75	1,02
9:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
10:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
11:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
12:00	0,267	0,000	0,000	0,4	6,75	0	0	0	7,42
13:00	0,267	0,000	0,000	0,4	0	1,5	0	0	2,17
14:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
15:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,27
16:00	0,267	0,000	0,000	0	0	0	0	0,75	1,02
17:00	0,267	2,500	0,360	0	0	0	0	0	3,13
18:00	0,267	2,500	0,360	0,4	0	0	0	0	3,53
19:00	0,267	0,000	0,360	0,4	0	0	0	0	1,03
20:00	0,267	0,000	0,360	0,4	0	0	0	0	1,03
21:00	0,267	0,000	0,360	0,4	0	0	0,3	0	1,33
22:00	0,267	0,000	0,360	0,4	0	0	0,3	0	1,33
23:00	0,267	0,000	0,333	0,4	0	0	0	0	1,00
Σύνολο	6,399	5,000	3,150	4,000	6,750	1,500	0,600	1,500	28,90

Κατανάλωση Χειμερινής Περιόδου

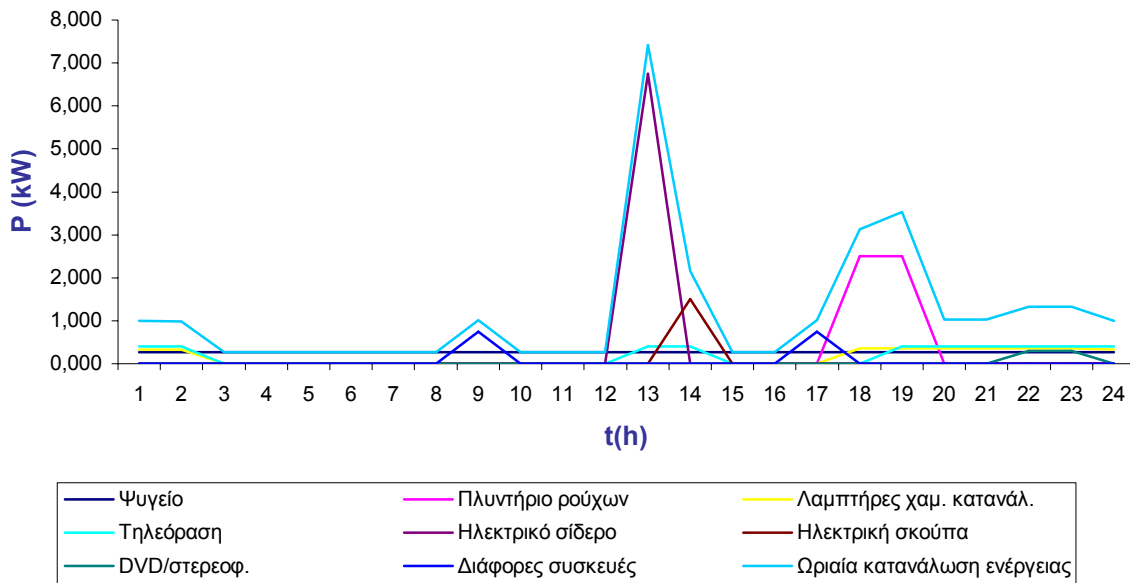


Γράφημα 4.6 Ημερήσια κατανάλωση ενέργειας οικισμού για την χειμερινή περίοδο

Πινάκας 4.9 Καταναλώσεις θερινής περιόδου οικισμού

Ωρες	Κατανάλωση Θερινής Περιόδου (kWh)								
	Ψυγείο	Πλυντήριο ρούχων	Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	Τηλεόραση	Ηλεκτρικό σίδερο	Ηλεκτρική σκούπα	DVD/στερεοφ.	Διάφορες συσκευές	Ωριαία κατανάλωση ενέργειας
0:00	0,300	0,000	0,333	0,4	0	0	0	0	1,03
1:00	0,300	0,000	0,324	0,4	0	0	0	0	1,02
2:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
3:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
4:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
5:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
6:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
7:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
8:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0,75	1,05
9:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
10:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
11:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
12:00	0,300	0,000	0,000	0,4	6,75	0	0	0	7,45
13:00	0,300	0,000	0,000	0,4	0	1,5	0	0	2,20
14:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
15:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0	0,30
16:00	0,300	0,000	0,000	0	0	0	0	0,75	1,05
17:00	0,300	2,500	0,000	0	0	0	0	0	2,80
18:00	0,300	2,500	0,000	0,4	0	0	0	0	3,20
19:00	0,300	2,500	0,000	0,4	0	0	0	0	3,20
20:00	0,300	0,000	0,360	0,4	0	0	0	0	1,06
21:00	0,300	0,000	0,360	0,4	0	0	0,3	0	1,36
22:00	0,300	0,000	0,360	0,4	0	0	0,3	0	1,36
23:00	0,300	0,000	0,333	0,4	0	0	0	0	1,03
Σύνολο	7,200	7,500	2,070	4,000	6,750	1,500	0,600	1,500	31,12

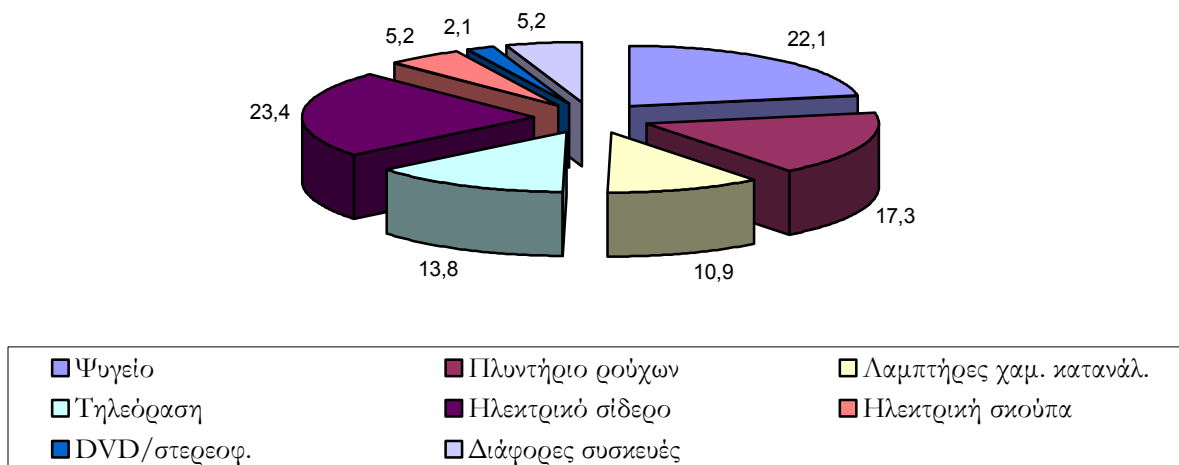
Κατανάλωση Θερινής Περιόδου



Γράφημα 4.7 Ημερήσια κατανάλωση ενέργειας οικισμού για την θερινή περίοδο

Από τον πίνακα καταναλώσεων προκύπτουν τα γραφήματα κατανάλωσης της ενέργειας κάθε περιόδου, στα οποία φαίνεται το ποσοστό συμμετοχής στην κατανάλωση κάθε συσκευής.

Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας χειμερινής περιόδου

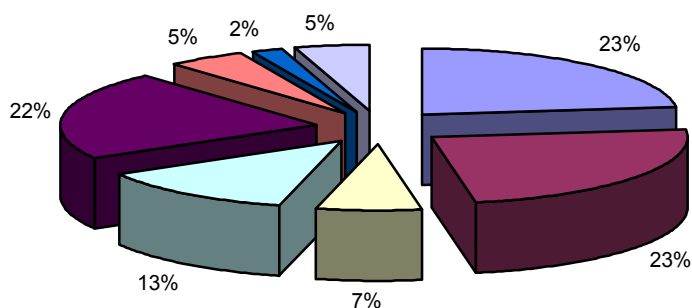


Γράφημα 4.8 Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας χειμερινής περιόδου

Πίνακας 4.10

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (%)
Ψυγείο	22,1
Πλυντήριο ρούχων	17,3
Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	10,9
Τηλεόραση	13,8
Ηλεκτρικό σίδερο	23,4
Ηλεκτρική σκούπα	5,2
DVD/στερεοφ.	2,1
Διάφορες συσκευές	5,2

Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας θερινής περιόδου



Ψυγείο	Πλυντήριο ρούχων	Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.
Τηλεόραση	Ηλεκτρικό σίδερο	Ηλεκτρική σκούπα
DVD/στερεοφ.	Διάφορες συσκευές	

Γράφημα 4.9 Κατανομή κατανάλωσης ενέργειας θερινής περιόδου

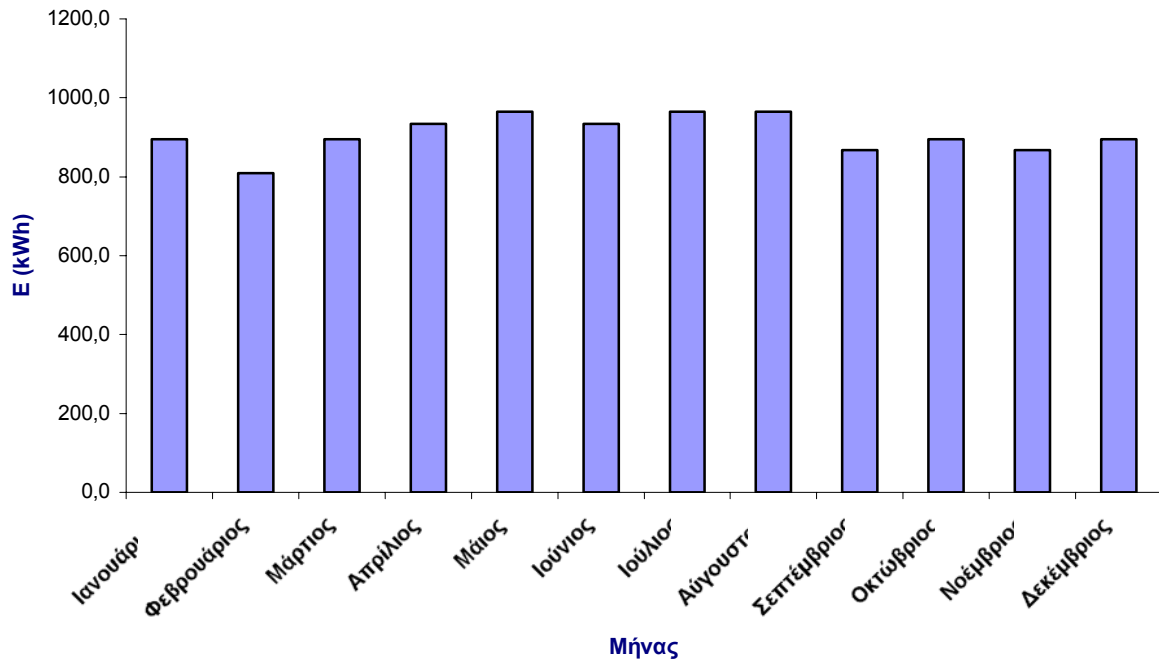
Πίνακας 4.11

ΣΥΣΚΕΥΗ	ΠΟΣΟΣΤΟ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ (%)
Ψυγείο	23,1
Πλυντήριο ρούχων	24,1
Λαμπτήρες χαμ. κατανάλ.	6,7
Τηλεόραση	12,9
Ηλεκτρικό σίδερο	21,7
Ηλεκτρική σκούπα	4,8
DVD/στερεοφ.	1,9
Διάφορες συσκευές	4,8

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η κατανάλωση της ενέργειας του οικισμού ανά μήνα.

Πίνακας 4.12 Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας οικισμού

Μήνες	Ημέρες	Ενέργεια (kWh)
Ιανουάριος	31	895,9
Φεβρουάριος	28	809,2
Μάρτιος	31	895,9
Απρίλιος	30	933,6
Μάιος	31	964,7
Ιούνιος	30	933,6
Ιούλιος	31	964,7
Αύγουστος	31	964,7
Σεπτέμβριος	30	867,0
Οκτώβριος	31	895,9
Νοέμβριος	30	867,0
Δεκέμβριος	31	895,9
Έτος		10888



Γράφημα 4.10 Μηνιαία κατανάλωση ενέργειας οικισμού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ

5.1 Διαστασιολόγηση Φ/β

Η διαστασιολόγηση της Φ/Β γεννήτριας γίνεται για τις τέσσερις εποχές του έτους. Εκτός της μεταβολής της κατανάλωσης ενέργειας ανά εποχή, μεταβάλλεται και η προσπίπτουσα ενέργεια ανά m^2 και ημέρα. Οι τιμές της ολικής ηλιακής ενέργειας που δέχονται τα Φ/Β πλαίσια κατά μέσο όρο κάθε μέρα για τις διάφορες εποχές του έτους δίνονται σε ισοδύναμο αριθμό ωρών ή σε $kWh/m^2 d$.

$$P_{\Phi/B} = \frac{E}{n * t} \quad (5.1)$$

οπού,

- $P_{\Phi/B}$ η ισχύς αιχμής της Φ/Β γεννήτριας W_p
- E η κατανάλωση ενέργειας σε Wh
- n ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος
- t ο ανοιγμένος χρόνος λιασίματος

Ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος είναι:

$$n = n_{inv} * n_{\Phi} * n_k \quad (5.2)$$

οπού,

- n_{inv} ο βαθμός απόδοσης του inverter (95%)
- n_{Φ} ο βαθμός απόδοσης του ηλεκτρική φόρτισης (95%)
- n_k ο βαθμός απόδοσης των καλωδιώσεων (97%)

Επομένως ο συνολικός βαθμός απόδοσης του συστήματος προκύπτει από τον τύπο (5.2) $\eta = 0,88$ (88%).

Οπότε η απαιτούμενη ισχύς της Φ/Β γεννήτριας, για κάθε εποχή προκύπτει από τον τύπο (5.1)

Πίνακας 5.1 Ισχύς αιχμής της Φ/Β γεννήτριας

Εποχή	Ισχύς Φ/Β γεννήτριας (kW)
ΧΕΙΜΩΝΑΣ	2,19
ΑΝΟΙΞΗ	1,29
ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ	1,09
ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ	1,64

Η Φ/Β γεννήτρια επιλέγεται για την δυσμενέστερη περίοδο, δηλαδή την χειμερινή. Επομένως η ονομαστική της ισχύ θα είναι 2,2 kW.

5.2 Πρόβλεψη παραγωγής ενέργειας Φ/Β γεννήτριας

Η ενέργεια που παράγει η Φ/Β γεννήτρια είναι συνάρτηση της ηλιοφάνειας της περιοχής, η οποία εκφράζεται με τον συντελεστή ηλιοφάνειας ενός τυπικού εικοσιτετραώρου, για κάθε μήνα στην περιοχή της Κρήτης.

Η παραγόμενη ενέργεια υπολογίζεται από την σχέση (5.3)

$$E_{\Phi/B} = P_p * \sigma_{\eta\lambda}. \quad (5.3)$$

Οπού,

- $E_{\Phi/B}$ η παραγόμενη ενέργεια από την Φ/Β γεννήτρια
- P_p η ισχύς αιχμής της Φ/Β γεννήτριας, 2,2 kW_p
- $\sigma_{\eta\lambda}$ ο συντελεστής ηλιοφάνειας

Έτσι προκύπτει ο πίνακας 5.2 στον οποίο φαίνεται η παραγόμενη από την Φ/Β γεννήτρια ενέργεια ενός τυπικού 24ωρου.

Από τον πίνακα 5.2 προκύπτει ο πίνακας 5.3 στον οποίο φαίνονται οι τιμές της παραγόμενης ενέργειας από τα Φ/Β ανά μήνα.

Πίνακας 5.3 Μηνιαία παράγωγη ενέργειας από την Φ/β γεννήτρια

Μήνες	Ημέρες	Ημερήσια παραγωγή ενέργειας (kWh)	Μηνιαία παραγωγή ενέργειας (kWh)
Ιανουάριος	31	7,2	222,6
Φεβρουάριος	28	8,5	239,1
Μάρτιος	31	11,5	357,8
Απρίλιος	30	15,0	448,7
Μάιος	31	18,6	575,1
Ιούνιος	30	19,3	579,9
Ιούλιος	31	20,7	640,8
Αύγουστος	31	19,7	612,0
Σεπτέμβριος	30	16,5	493,6
Οκτώβριος	31	12,0	373,1
Νοέμβριος	30	9,4	282,9
Δεκέμβριος	31	7,4	230,7
Ετήσια παραγωγή ενέργειας (kWh)			5056

Παραγόμενη ενέργεια από Φ/Β (Wh)												
ΩΡΕΣ	Ιανουάριος	Φεβρουάριος	Μάρτιος	Απρίλιος	Μάιος	Ιούνιος	Ιούλιος	Αύγουστος	Σεπτέμβριος	Οκτώβριος	Νοέμβριος	Δεκέμβριος
00:00-1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00-2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00-3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00-4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00-5:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00-6:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:00-7:00	0	0	0	0	270	464	499	335	54	0	0	0
7:00-8:00	0	0	24	409	734	892	976	888	653	358	80	0
8:00-9:00	135	208	474	826	1123	1248	1371	1344	1143	820	551	270
9:00-10:00	488	565	840	1164	1437	1533	1685	1703	1525	1178	918	619
10:00-11:00	756	841	1122	1421	1674	1745	1917	1965	1799	1430	1179	878
11:00-12:00	941	1036	1321	1598	1837	1887	2067	2130	1965	1578	1334	1044
12:00-13:00	1043	1150	1435	1695	1924	1956	2136	2198	2022	1620	1384	1119
13:00-14:00	1061	1182	1466	1712	1935	1953	2123	2169	1972	1557	1329	1102
14:00-15:00	996	1133	1413	1648	1871	1879	2029	2043	1813	1389	1168	994
15:00-16:00	847	1003	1276	1505	1731	1733	1852	1820	1547	1115	902	794
16:00-17:00	614	792	1056	1281	1516	1516	1594	1500	1172	737	531	502
17:00-18:00	299	501	751	977	1225	1226	1255	1082	689	253	55	119
18:00-19:00	0	127	363	593	859	865	834	568	98	0	0	0
19:00-20:00	0	0	0	129	417	432	331	0	0	0	0	0
20:00-21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00-22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00-23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00-00:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Σύνολο	7180	8539	11541	14957	18553	19330	20669	19743	16452	12034	9430	7441

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6**ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ****6.1 Ηλεκτροδότηση από δίκτυο ΔΕΗ**

Τα συνολικά έξοδα για εγκατάσταση γραμμής διανομής, μετασχηματιστή εκτιμούνται σε 44000 €/χλμ. Η απόσταση της κατοικίας από τον πιο κοντινό πυλώνα είναι 700 μ . Έτσι το ποσό για την περίπτωση μας είναι: 30.800 € που αποτελεί το Αρχικό Κόστος Επένδυσης (ΑΚΕ).

Οι Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες (ΕΛΔ) είναι τα ποσά που εξοφλούνται ετησίως ως λογαριασμοί προς την ΔΕΗ. Η ετήσια ενεργειακή ζήτηση είναι $E=2177,6$ KWh. Η κατανάλωση αυτή αντιστοιχεί σε 5,97 KWh ημερησίως. Αν υποθεθεί ότι οι λογαριασμοί είναι διμηνιαίοι σε κάθε λογαριασμό η χρέωση θα είναι:

Πάγια Χρέωση:	6,87 €
ΩΧΒ:	$(60*5,97)*0,06651€ = 23,82 €$
Σύνολο:	30,70 €
Σύνολο με ΦΠΑ:	33,16 €
Για την ΕΡΤ, Δήμο κλπ:	20 €
Τελικό Σύνολο:	53,16 €

Ετησίως για την εξόφληση των χρεώσεων στην ΔΕΗ καταβάλλονται:

$$ΕΛΔ = 6*53,16 = 318,96 €$$

Τα Ετήσια Οικονομικά Οφέλη (ΕΟΟ) είναι μηδενικά καθώς δεν υπάρχει κάποιο κέρδος από την επένδυση αυτή.

6.2 Παραγωγή ενέργειας με Η/Ζ

Η ετήσια ζήτηση ενέργειας για την κατοικία είναι:

$$E=2177,6 \text{ KWh}$$

Η μάζα του πετρελαίου που θα χρειαστεί για την παραγωγή εξ' ολοκλήρου αυτής της ενέργειας από την γεννήτρια diesel θα είναι:

$$m = \frac{E}{n * H_{\kappa}} = \frac{2177,6 \text{ KWh}}{0,4 * 11,92 \text{ KWh / Kg}} = 456,71 \text{ Kg}$$

όπου:

n, ο βαθμός απόδοσης του Η/Ζ, 40%

H_{κ} , η κατώτερη θερμογόνος δύναμη του καυσίμου όπου για πετρέλαιο είναι 11,92 KWh/Kg

Ο όγκος της παραπάνω ποσότητας πετρελαίου είναι:

$$V = \frac{m}{\varepsilon} = \frac{456,71 \text{ Kg}}{0,84 \text{ Kg / lt}} = 543,70 \text{ lt}$$

όπου: ε , το ειδικό βάρος του πετρελαίου $\varepsilon=0,84 \text{ Kg/lt}$

Το ΑΚΕ του Η/Ζ είναι 6.000 €.

Με κόστος πετρελαίου 0,7 €/lt το ετήσιο κόστος του πετρελαίου θα είναι:

$$0,7 \text{ €/lt} * 543,70 \text{ lt} = 380,59 \text{ €}$$

Το κόστος συντήρησης του Η/Ζ θεωρείται το 5% του κόστους του καυσίμου:

$$0,05 * 380,59 = 19,03 \text{ €}$$

Άρα οι Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες είναι:

$$380,59 + 19,03 = 399,62 \text{ €}$$

6.3 Παραγωγή ενέργειας με υβριδικό σύστημα

Είδος	Κόστος με ΦΠΑ
Συσσωρευτής	2.034
Inverter	2.640
Φωτοβολταϊκά	3.960
Φορτιστής Φ/Β	261
Βάσεις Φ/Β	318
Ανεμογεννήτρια	4.503
Υλικά - εργατικά εγκατάστασης	1.469
Πίνακας αυτοματισμού	600
Φορτιστής Η/Ζ	431
Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος	5.105
Σύνολο 21.321	

Το ΑΚΕ της επένδυσης είναι το κόστος του υβριδικού συστήματος. Όπως έχει υπολογιστεί είναι 21.321 €

Για να γίνει εξέταση της βιωσιμότητας της επένδυσης θα πρέπει να υπολογισθούν τα έξοδα συντήρησης του συστήματος (Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες).

- ◆ Τα έξοδα συντήρησης για την Α/Γ υπολογίζονται ως το 1% της αξίας της. Έτσι $0,01 * 4503 \text{ €} = 45,03 \text{ €}$
- ◆ Για τα Φ/Β τα έξοδα θεωρούνται μηδενικά.
- ◆ Για το Η/Ζ: Η μάζα του πετρελαίου είναι:

$$m = \frac{E}{n * H_{\kappa}} = \frac{300KWh}{0,4 * 11,92KWh / Kg} = 62,92Kg$$

Αφού το Η/Ζ όπως έχει υπολογιστεί από το πρόγραμμα αυτόν παράγει 300KWh.

Ο όγκος είναι:

$$V = \frac{m}{\varepsilon} = \frac{62,92Kg}{0,84Kg / lt} = 74,90lt$$

και το ετήσιο κόστος του πετρελαίου:

$$74,90 \cdot 0,7\text{€} = 52,43 \text{ €}$$

Το κόστος συντήρησης του Η/Ζ είναι:

$$0,05 \cdot 52,43 = 2,62 \text{ €}$$

Έτσι οι Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες για το υβριδικό σύστημα είναι:

$$45,03 + 52,43 + 2,62 = 100,08 \text{ €}$$

Για να δούμε ποια επένδυση συμφέρει θα πρέπει να υπολογιστεί το ΚΕΟΟ

A) Υβριδικό – ΔΕΗ

Διαφορά επένδυσης: $ΑΚΕ_{(ΔΕΗ)} - ΑΚΕ_{(Υ/Σ)} =$
 $30.800 - 21.321 = 9479 \text{ €}$

Το ποσό που θα αποκτηθεί μετά από 20 έτη θα είναι:

Με N συμβολίζεται η διάρκεια ζωής της επένδυσης, όπου για τέτοια συστήματα θεωρούνται τα 20 χρόνια. Άρα N=20

r, το αποπληθωρισμένο (μικτό) επιτόκιο.

Ισχύει:

$$r = \frac{d - i}{1 + i} = \frac{0,12 - 0,042}{1 + 0,042} = 0,075$$

καθώς d είναι το επιτόκιο αναγωγής και

i ο πληθωρισμός

Άρα το ετήσιο οικονομικό όφελος θα είναι για τα 20 χρόνια

$$X = 9479 \cdot (1 + 0,075)^{20} \Rightarrow X = 40.265 \text{ €}$$

$$\alpha = \frac{40.265}{20} = 2.013 \text{ €}$$

Το ΚΕΟΟ είναι:

$$\text{ΚΕΟΟ} = \text{ΕΟΟ} - \text{ΕΛΔ} = 2.013 + 318,96 - 100,08 = 2231,9 \text{ €}$$

Έτσι για την ΚΠΑ ισχύει:

$$\text{ΚΠΑ} = -9.479 + \frac{(1 + 0,075)^{20} - 1}{0,075 \cdot (1 + 0,075)^{20}} \cdot 2.231,9 = 13.274 \text{ €}$$

B) Υβριδικό – H/Z

$$\text{Διαφορά επένδυσης: } \left| \text{ΑΚΕ}_{(H/Z)} - \text{ΑΚΕ}_{(Y/Z)} \right| = \left| 6.000 - 21.321 \right| = 15.321 \text{ €}$$

Το ποσό που θα αποκτηθεί μετά από 20 έτη θα είναι:

Με N συμβολίζεται η διάρκεια ζωής της επένδυσης, όπου για τέτοια συστήματα θεωρούνται τα 20 χρόνια. Άρα N=20

r, το αποπληθωρισμένο (μικτό) επιτόκιο.

Ισχύει:

$$r = \frac{d - i}{1 + i} = \frac{0,12 - 0,042}{1 + 0,042} = 0,075$$

καθώς d είναι το επιτόκιο αναγωγής και i ο πληθωρισμός

Άρα το ετήσιο οικονομικό όφελος θα είναι για τα 20 χρόνια

$$X = 15.324 * (1 + 0,075)^{20} \Rightarrow X = 65.081,3 \text{ €}$$

$$\alpha = \frac{65.081,3}{20} = 3254,1 \text{ €}$$

Το ΚΕΟΟ είναι:

$$\boxed{\text{ΚΕΟΟ} = \text{ΕΟΟ} - \text{ΕΛΔ} = 3254 - 399,62 = 2854,4 \text{ €}}$$

Έτσι για την ΚΠΑ ισχύει:

$$\text{ΚΠΑ} = -15.321 + \frac{(1 + 0,075)^{20} - 1}{0,075 * (1 + 0,075)^{20}} * 2.854,4 = 13.778\text{€}$$

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΣΕΝΑΡΙΟ Β

Στην περίπτωση αυτή, στο συγκρότημα των 5 κατοικιών θα γίνει εγκατάσταση υβριδικού συστήματος όπου ένα ποσοστό των ενεργειακών αναγκών κάθε κατοικίας θα καλύπτεται από μία κεντρική Α/Γ. Το υπόλοιπο ποσοστό θα καλύπτεται από ανεξάρτητα Φ/Β συστήματα που κάθε κατοικία θα διαθέτει χωριστά.

7.1 Περιγραφή συστήματος

Η Α/Γ αποτελεί την κεντρική μονάδα παραγωγής ενέργειας, η οποία τροφοδοτεί και καλύπτει κατά ένα ποσοστό τις ενεργειακές ανάγκες πέντε (5) κατοικιών.

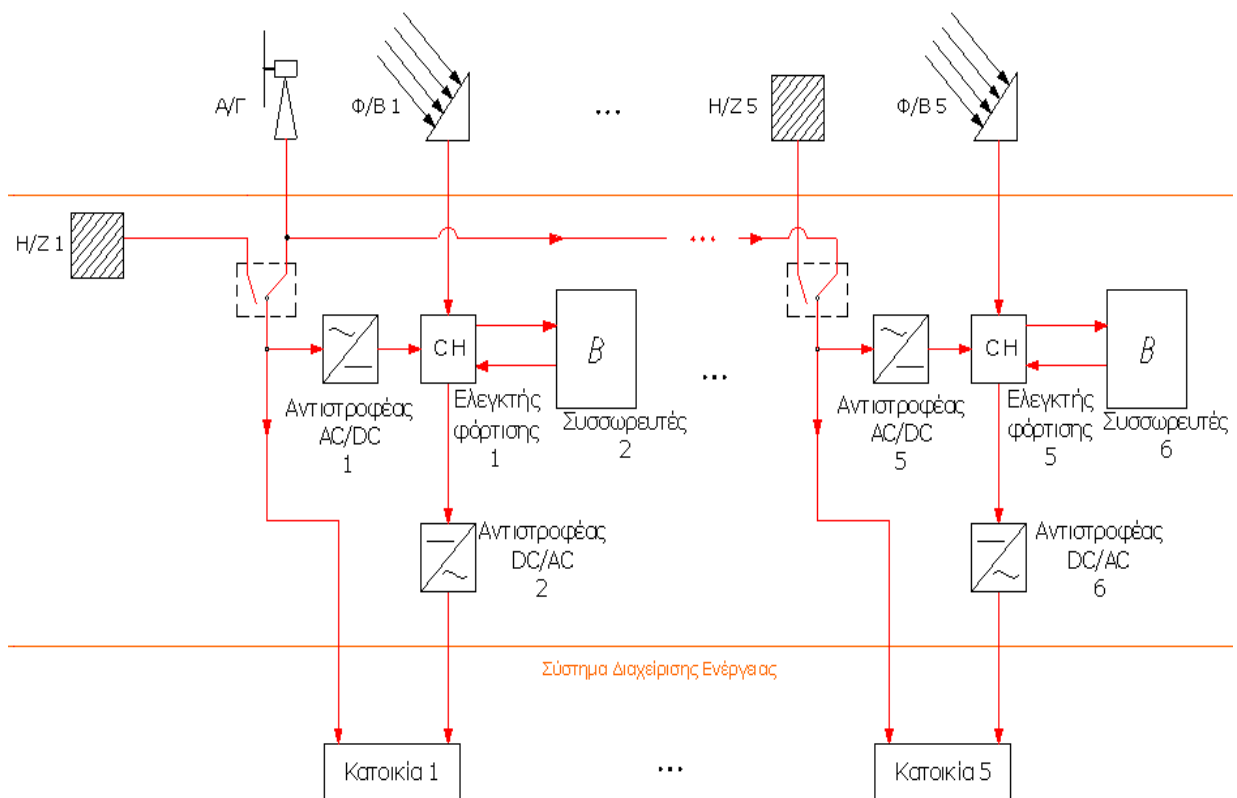
Οι Φ/Β γεννήτριες αποτελούν τις κύριες μονάδες παραγωγής ενέργειας των κατοικιών. Το μεγαλύτερο ποσοστό των ενεργειακών αναγκών κάθε κατοικίας καλύπτεται από τις Φ/Β γεννήτριες ενώ κατά το υπόλοιπο ποσοστό καλύπτονται από την Α/Γ. Το Η/Ζ χρησιμοποιείται όταν δεν επαρκούν οι άλλες πηγές ενέργειας.

Και τα δύο συστήματα που περιγράφονται παραπάνω διαθέτουν σύστημα αποθήκευσης ενέργειας αποτελούμενο από συσσωρευτές Pb/H₂SO₄ και όλες τις απαραίτητες ηλεκτρονικές διατάξεις οι οποίες και θα αναλυθούν παρακάτω.

Ανάλυση ενεργειακού συστήματος

Το σύστημα αποτελείται από:

- ✓ Την Α/Γ ονομαστικής ισχύος 6 kW
 - ✓ Φ/Β γεννήτρια ισχύος 2,2 kW
 - ✓ Τους συσσωρευτές
 - ✓ Έναν μετατροπέα συνεχούς τάσης σε εναλλασσόμενη 220V – 50 Hz
 - ✓ Τον πίνακα αυτοματισμών - φόρτισης και παρακολούθησης του συστήματος .
 - ✓ Ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος πετρελαίου (H/Z).
- Και τις απαραίτητες καλωδιώσεις.



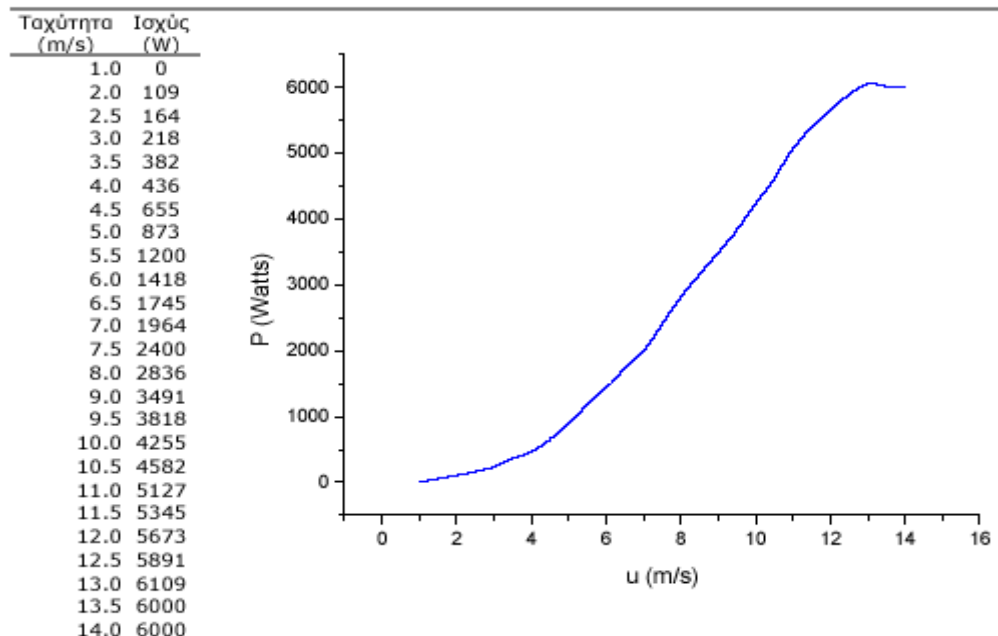
Σχήμα 7.1 Διάγραμμα ροής ενέργειας 5 κατοικιών

7.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά Α/Γ Αλκωνίς 6 kW



Πίνακας 7.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά Α/Γ

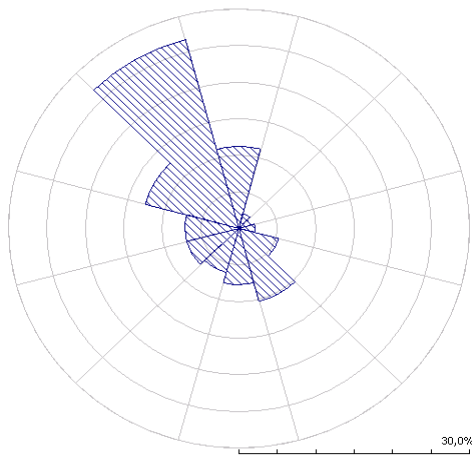
Μοντέλο		Αλκυονίς 6000
Ονομαστική ισχύς (Watt)		6000
Ονομαστική ταχύτητα ανέμου (m/s)		12
Μέγιστη Ισχύ (Watt)		6100
Ταχύτητα έναρξης (m/s)		4,5
Ταχύτητα αποκοπής (m/s)		27
Μέγιστη ταχύτητα σχεδιασμού (m/s)		45
Διάμετρος ρότορα (m)		4,6
Αριθμός πτερυγίων		3
Υλικό πτερύγωσης		GFRP
Τάση εξόδου (volt)		48 D.C
Θερμοκρασία λειτουργίας (°C)		-45 έως +60
Τύπος γεννήτριας		Εναλλακτήρας με μόνιμους μαγνήτες



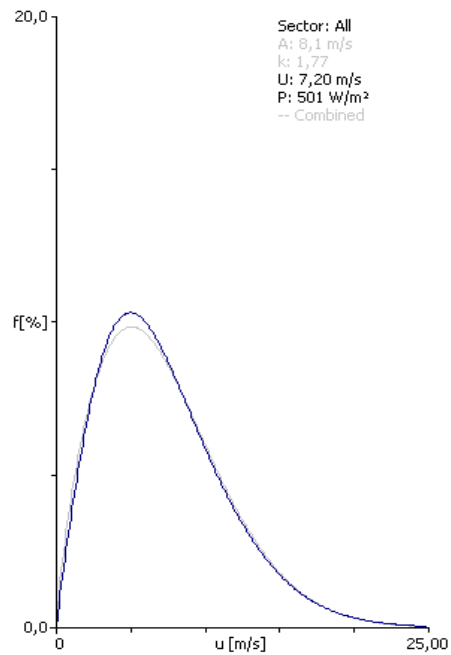
Σχήμα 7.2 Καμπύλη ισχύος Α/Γ Αλκυονίς 6 kW

7.3 Παραγωγή ενέργειας

Σ' αυτή την παράγραφο εξετάζεται η συμπεριφορά της νέας Α/Γ όπως προκύπτει από το πρόγραμμα Wasp.



Σχήμα 7.3 Ροζέτα ανέμου



Σχήμα 7.4 Κατανομή Weibull

Η μέση τιμή της ταχύτητας του ανέμου είναι 7,2 m/s. Από την ροζέτα φαίνεται ότι η επικρατούσα διεύθυνση στη συγκεκριμένη θέση είναι Δυτική – Βορειοδυτική. Η ενέργεια που παράγει η Α/Γ στη θέση αυτή είναι 21.240 kWh/year.

Ο συντελεστής απασχόλησης C_f (Capacity Factor) της Α/Γ είναι:

$$C_f = \frac{E_\pi}{E_Y}$$

όπου:

E_π : η ενέργεια που παράγει η Α/Γ σε ένα έτος και

E_Y : η ενέργεια που θα παραγόταν από την Α/Γ σε ένα έτος, αν αυτή λειτουργούσε συνέχεια στην ονομαστική της ισχύ.

Επομένως ο συντελεστής απασχόλησης είναι:

$$C_f = \frac{E_\pi}{E_Y} = \frac{E_\pi}{8760 \text{ h} * P_r} = \frac{21.240}{8760 \text{ h} * 6 \text{ kW}} = 0,40$$

όπου P_r η ονομαστική ισχύς της μηχανής.

7.4 ΚΑΛΩΔΙΩΣΕΙΣ

7.4.1 Γραμμή μεταφοράς από Α/Γ μέχρι τον φορτιστή.

Η απόσταση της ανεμογεννήτριας από τον φορτιστή είναι περίπου 100 μέτρα. Σε γενικές γραμμές οι απώλειες λόγω μεταφοράς δεν πρέπει να ξεπερνούν το 5-9%.

Για την διερεύνηση των απωλειών αρχικά θα υπολογιστεί το μέγιστο ρεύμα εξόδου από την Α/Γ.

Το μέγιστο ρεύμα εξόδου Α/Γ δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos\phi} = \frac{6100Watts}{\sqrt{3} * 48V * 1} = 73,4A$$

- όπου:
- P, είναι η μέγιστη ισχύς της Α/Γ, με τιμή 6100Watts
 - U, είναι η πολική τάση της Α/Γ, 48V
 - $\cos\phi$, επειδή στην έξοδο έχουμε ωμικό φορτίο $\cos\phi=1$

Ο υπολογισμός διατομής καλωδίου γίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$q = \frac{l * P}{\kappa * u * U} = \frac{29m * 6100Watts}{56 \frac{m}{\Omega * mm^2} * 1,92V * 48V} = 34,3mm^2$$

- όπου :
- l, είναι το μήκος του καλωδίου, 100m
 - P, η ονομαστική ισχύς της Α/Γ, 6100Watts
 - κ , η ηλεκτρική αγωγιμότητα του χαλκού, $56 \frac{m}{\Omega * mm^2}$
 - u, η μέγιστη πτώση τάσης του αγωγού, $48 * 0,04 = 1,92 V$
(θεωρήσαμε ότι οι απώλειες της γραμμής μεταφοράς είναι 4 %)

- U, η πολική τάση, 48V

Από τυποποιημένους πίνακες καλωδίων, η μεγαλύτερη διατομή είναι:
 $q=35\text{mm}^2$

Για επαλήθευση θα υπολογισθεί η πτώση τάσεως του αγωγού με διατομή την παραπάνω, 35mm^2 για να διερευνηθεί αν η πτώση τάσεως είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια.

Έτσι για την πτώση τάσεως του αγωγού έχουμε:

$$u = \frac{l * P}{\kappa * q * U} = \frac{29\text{m} * 6100\text{Watts}}{56 \frac{\text{m}}{\Omega * \text{mm}^2} * 35\text{mm}^2 * 48\text{V}} = 1,9\text{V}$$

Η πτώση τάσης υπολογίστηκε $u=1,9\text{V}$ που είναι το 7,9 % της συνολικής τάσης. Έτσι τηρούνται οι απαραίτητες προδιαγραφές.

Υπολογισμός αντίστασης αγωγού από την παρακάτω σχέση:

$$R = \rho * \frac{l}{s} = 0,0174 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}} * \frac{29\text{m}}{35\text{mm}^2} = 0,0144\Omega$$

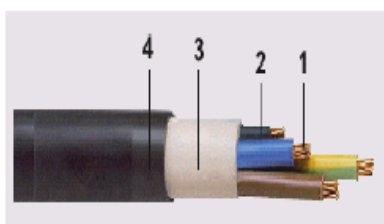
- όπου:
- ρ , είναι η ειδική αντίσταση του χαλκού, $0,0174 \frac{\Omega * \text{mm}^2}{\text{m}}$
 - l, είναι το μήκος του αγωγού, 29m
 - s, είναι η διατομή του αγωγού, 35mm^2

Από τυποποιημένους πίνακες για το καλώδιο των 35mm^2 η αντίσταση του αγωγού είναι $0,525 \Omega/\text{km}$. Έτσι στα 29 m η αντίσταση θα είναι $0,0152\Omega$.

Θα χρησιμοποιηθεί το παρακάτω καλώδιο με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά.

ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:	J1VV-R (ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ ΣΤΡΟΓΓΥΛΟΣ ΑΓΩΓΟΣ)
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:	600/1000V
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:	ΕΛΟΤ 843
ΧΡΗΣΕΙΣ:	ΚΑΛΩΔΙΟ ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ ΣΤΑΘΕΡΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΞΗΡΟΥΣ Ή ΥΓΡΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ Ή ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ.

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ: ΚΑΛΩΔΙΑ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΑΝΔΥΑ ΑΠΟ PVC.



1. ΠΟΛΥΚΛΩΝΟΣ ΑΓΩΓΟΣ ΧΑΛΚΟΥ
2. ΜΟΝΩΣΗ PVC
3. ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗ
4. ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ ΜΑΝΔΥΑΣ PVC

οι υπόλοιπες καλωδιώσεις παραμένουν ως έχουν.

7.5 Παραγωγή ενέργειας με υβριδικό σύστημα

Είδος	Κόστος με ΦΠΑ
Συσσωρευτής	2.034
Inverter	2.640
Φωτοβολταϊκά	3.960
Φορτιστής Φ/Β	261
Βάσεις Φ/Β	318
Ανεμογεννήτρια*	3.134
Υλικά - εργατικά εγκατάστασης	1.469
Πίνακας αυτοματισμού	600
Φορτιστής Η/Ζ	431
Ηλεκτροπαραγωγό Ζεύγος	5.105
Σύνολο	19.952

* κόστος Α/Γ 15.670. Επειδή τα εξόδα της Α/Γ είναι κοινά το κόστος που αναλογεί σε κάθε κατοικία θα είναι $15.670/5=3.134$

Το ΑΚΕ της επένδυσης είναι το κόστος του υβριδικού συστήματος. Όπως έχει υπολογιστεί είναι

$$\text{ΑΚΕ} = (21.321-4503) + (15.670/5) = 19952 \text{ €}$$

Για να γίνει εξέταση της βιωσιμότητας της επένδυσης θα πρέπει να υπολογισθούν τα έξοδα συντήρησης του συστήματος (Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες).

- ◆ Τα έξοδα συντήρησης για την Α/Γ υπολογίζονται ως το 1% της αξίας της. Έτσι $(0,01 * 15.670) / 5 \text{ €} = 31,34 \text{ €}$
- ◆ Για τα Φ/Β τα έξοδα θεωρούνται μηδενικά.
- ◆ Για το Η/Ζ : Η μάζα του πετρελαίου είναι:

$$m = \frac{E}{n * H_{\kappa}} = \frac{300KWh}{0,4 * 11,92KWh / Kg} = 62,92Kg$$

Αφού το Η/Ζ παράγει όπως έχει υπολογιστεί από το πρόγραμμα αυτόν 300KWh

Ο όγκος είναι:

$$V = \frac{m}{\varepsilon} = \frac{62,92Kg}{0,84Kg / lt} = 74,90lt$$

και το ετήσιο κόστος του πετρελαίου:

$$74,90 * 0,7\text{€} = 52,43 \text{ €}$$

Το κόστος συντήρησης του Η/Ζ είναι:

$$0,05 * 52,43 = 2,62 \text{ €}$$

Έτσι οι Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες για το υβριδικό σύστημα είναι:

$$31,34+52,43+2,62 = 86,39 \text{ €}$$

Για να δούμε ποια επένδυση συμφέρει θα πρέπει να υπολογιστεί το ΚΕΟΟ

A) Υβριδικό – ΔΕΗ

Διαφορά επένδυσης: $ΑΚΕ_{(ΔΕΗ)} - ΑΚΕ_{(Υ/Σ)} =$
 $30.800 - 19.952 = 10.848 \text{ €}$

Το ποσό που θα αποκτηθεί μετά από 20 έτη θα είναι:

Με N συμβολίζεται η διάρκεια ζωής της επένδυσης, όπου για τέτοια συστήματα θεωρούνται τα 20 χρόνια. Άρα N=20

r, το αποπληθωρισμένο (μικτό) επιτόκιο.

Ισχύει:

$$r = \frac{d - i}{1 + i} = \frac{0,12 - 0,042}{1 + 0,042} = 0,075$$

καθώς d είναι το επιτόκιο αναγωγής και

i ο πληθωρισμός

Άρα το ετήσιο οικονομικό όφελος θα είναι για τα 20 χρόνια

$$X = 10.848 \cdot (1+0,075)^{20} \Rightarrow X = 46.081 \text{ €}$$

$$\alpha = \frac{46.081}{20} = 2.304 \text{ €}$$

Το ΚΕΟΟ είναι:

$$\text{ΚΕΟΟ} = \text{ΕΟΟ} - \text{ΕΛΔ} = 2.304 + 318,96 - 100,08 = 2536,6 \text{ €}$$

Έτσι για την ΚΠΑ ισχύει:

$$\text{ΚΠΑ} = -10.848 + \frac{(1 + 0,075)^{20} - 1}{0,075 * (1 + 0,075)^{20}} * 2.536,6 = 15.011 \text{ €}$$

B) Υβριδικό – Η/Ζ

$$\begin{aligned} \text{Διαφορά επένδυσης: } | \text{ΑΚΕ}_{(H/Z)} - \text{ΑΚΕ}_{(Υ/Σ)} | &= \\ | 6.000 - 19.952 | &= 13952 \text{ €} \end{aligned}$$

Το ποσό που θα αποκτηθεί μετά από 20 έτη θα είναι:

Με N συμβολίζεται η διάρκεια ζωής της επένδυσης, όπου για τέτοια συστήματα θεωρούνται τα 20 χρόνια. Άρα N=20

r, το αποπληθωρισμένο (μικτό) επιτόκιο.

Ισχύει:

$$r = \frac{d - i}{1 + i} = \frac{0,12 - 0,042}{1 + 0,042} = 0,075$$

καθώς d είναι το επιτόκιο αναγωγής και
i ο πληθωρισμός

Άρα το ετήσιο οικονομικό όφελος θα είναι για τα 20 χρόνια

$$X = 13.952 * (1 + 0,075)^{20} \Rightarrow X = 59266 \text{ €}$$

$$\alpha = \frac{59266}{20} = 2963,3 \text{ €}$$

Το ΚΕΟΟ είναι:

$$\boxed{\text{ΚΕΟΟ}=\text{ΕΟΟ}-\text{ΕΛΔ}=2.963,3-399,62= 2.564 \text{ €}}$$

Έτσι για την ΚΠΑ ισχύει:

$$\text{ΚΠΑ} = -13.952 + \frac{(1 + 0,075)^{20} - 1}{0,075 * (1 + 0,075)^{20}} * 2.564 = 12.187\text{€}$$

ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΗ:

Η παρούσα επένδυση (υβριδικό σύστημα) είναι βιώσιμη και ανταγωνιστικότερη του Η/Ζ δεδομένου ότι το κόστος ενέργειας είναι μικρότερο και με πιο συμφέρουσα την επένδυση στο ΣΕΝΑΡΙΟ Β.

Μετά από συζήτηση με τον ιδιοκτήτη της τυπικής κατοικίας μας είπε ότι είναι απόλυτα ικανοποιημένος από την απόδοση του υβριδικού συστήματος αφού το κόστος συντήρησης στα δύο χρόνια λειτουργίας είναι ελάχιστο και η χρήση του Η/Ζ περιορίστηκε στις πέντε ημέρες στην δύο χρόνων λειτουργίας του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

8.1 Γενικά

Η εγκατάσταση του αυτόνομου ενεργειακού συστήματος εκτός από την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του οικισμού συντελεί στην μείωση των ρύπων στην ευρύτερη περιοχή. Οι ρύποι παράγονται από τη λειτουργία των Η/Ζ και είναι οι εξής:

- ✚ Αέριοι: Προέρχονται από την διαδικασία καύσης
- ✚ Θόρυβος: Προέρχεται από τη λειτουργία των Η/Ζ

Η λειτουργία έστω και ενός Η/Ζ διαταράσσει την ησυχία του οικισμού. Η όχληση είναι πολύ μεγαλύτερη από την ταυτόχρονη λειτουργία αρκετών Η/Ζ. Η λειτουργία της Α/Γ προκαλεί σημαντικά μικρότερη όχληση σε σχέση με ένα Η/Ζ. Επομένως η εγκατάσταση Α/Γ στην προκειμένη περίπτωση συντελεί στην μείωση του θορύβου.

8.2 Αποφυγή εκπομπής ρύπων

Η λειτουργία του αυτόνομου ενεργειακού συστήματος έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή καθαρής ενέργειας, δηλαδή παραγωγή ενέργειας χωρίς ρύπους.

Η ετήσια κατανάλωση ενέργειας του οικισμού είναι 10.888 kWh. Αν η ενέργεια αυτή παραγόταν από Η/Ζ, θα καταναλώνονταν:

$$m = \frac{E_k}{n * \text{ΚΘΔ}} = \frac{10.888}{0,4 * 11,92} = 2284 \text{Kg πετρελαίου.}$$

Στον πίνακα 8.1 φαίνονται οι παραγόμενες ποσότητες ρύπων από την καύση ενός kg πετρελαίου diesel.

Πίνακας 8.1 Εκπομπές ρύπων από την καύση ενός kg πετρελαίου diesel

Ρύποι	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	HC	Σωματίδια
Ποσότητα (g)	3.142	6	0,572	2,384	0,191	0,286

Στον πίνακα 8.2 φαίνεται η ετήσια μείωση εκπομπής ρύπων που επιτυγχάνεται.

Πίνακας 8.2 Αποφυγή εκπομπής ρύπων ανά έτος

Ρύποι	CO ₂	SO ₂	CO	NO _x	HC	Σωματίδια
Ποσότητα (kg)	4.656	8,89	0,85	3,53	0,28	0,42

Παρατήρηση: Η ποσότητα του CO₂ που αποφεύγεται είναι σημαντική

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης Και Χαμηλής Τάσης», **Πέτρος Ντοκόπουλος**, Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 1992
- «Ανεμοκινητήρες», **Γ.Μπεργελές**, Εκδόσεις ΣΥΜΕΩΝ 1994
- « Διαχείριση Της Αιολικής Ενέργειας », **Ιωάννης Καλδέλης**, Εκδόσεις Α.ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ 1999
- «Αιολικά Συστήματα», **Δ.Χρηστάκης,Κ.Κονταξιάκης,Β.Φασουλός**, Ηράκλειο 1999
- «Φωτοβολταϊκά συστήματα» **Ι.Φραγκιαδάκης** Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη 2004
- Σημειώσεις μαθήματος «Εισαγωγή στην ΕΝ.ΠΕ.Τ» Π.Σ.Ε. ΕΝ.ΠΕ.Τ, **Α.Βλησίδης**, Ηράκλειο 1999
- Σημειώσεις μαθήματος «Εξοικονόμηση και Διαχείριση Ενέργειας» Π.Σ.Ε. ΕΝ.ΠΕ.Τ., **Μ.Κτενιαδάκης**, Ηράκλειο 2002

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ

www.wel.gr

www.alexakisenergy.com

www.stecasolar.com

www.bpsolar.com

www.sviab.com

www.atersa.com

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά το προσωπικό του Εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας για την βοήθεια ώστε να ολοκληρωθεί η εργασία μας. Ιδιαίτερα ευχαριστούμε τους: κ.Πατρουδάκη Γιάννη, Σταμάτη Τζουβελέκα, τον ιδιοκτήτη της κατοικίας στις Κάτω Αρχάνες κ.Γριβάκη, τον κ. Θεοδωρόπουλο Παναγιώτη και φυσικά τον εισηγητή μας κ. Χρηστάκη Δημήτρη._