

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΘΕΜΑ: Μελέτη ενεργειακής αυτονομίας οικισμού Μυτιληνίων  
Σάμου από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας**

**Ονοματεπώνυμο σπουδαστή: Βακιντής Ιωάννης**

**Αριθμός Μητρώου τμήματος: 5258**

**Επιβλέπων καθηγητής: Κατσαπρακάκης Δημήτριος**

Ηράκλειο, 2014

## Περίληψη

Στην εργασία αυτή παρουσιάζεται η μελέτη ενός υβριδικού συστήματος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μονάδες βάσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο χωριό Μυτιληνιοί Σάμου, καθώς και η μελέτη θέρμανσης των κατοικήσιμων κτιρίων από βιομάζα (pellet). Η διαστασιολόγηση έγινε με βάση τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας του χωριού και τη ζήτηση θέρμανσης των κατοικιών. Ακόμη, προσδιορίστηκε από τη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας των αυτοκινήτων των κατοίκων του χωριού όπου θα είναι ηλεκτρικά. Το υβριδικό σύστημα αποτελείται από αιολικό πάρκο, φωτοβολταϊκά, μπαταρίες και θερμοηλεκτρικά. Οι βάσεις ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα καλύπτουν τις ενεργειακές ανάγκες σε ηλεκτρισμό. Οι συσσωρευτές θα χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση της περίσσειας ενέργειας και τα θερμοηλεκτρικά θα χρησιμοποιηθούν ως εφεδρείες για την ισχύ αιχμής.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να αυτονομηθεί το χωριό Μυτιληνιοί στον τομέα της ενέργειας και θέρμανσης. Να απεξαρτηθεί από τα ορυκτά καύσιμα και να καλυφθούν οι ανάγκες του χωριού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η επιλογή των συγκεκριμένων ΑΠΕ έγινε με βάση τα μετεωρολογικά δεδομένα του νησιού και τις δυνατότητες για φθηνή και προσιτή βιομάζα.

## Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κατσαπρακάκη Δημήτρη για την στηριξή του στην εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές του ΤΕΙ για τις γνώσεις που μου παρείχαν στα χρόνια των σπουδών μου. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικονένεια και τους φίλους που με βοήθησαν στην συλλογή των δεδομένων και σε ότι άλλο χρειάστηκα βοήθεια .

*Στο χωριό μου*

## Περιεχόμενα

<b>Εισαγωγή</b> .....	1
<b>Κεφάλαιο 1: Παρουσίαση οικισμού Μυτιληνιοί</b> .....	3
1.1 Περιγραφή τοποθεσίας του οικισμού.....	3
1.2 Πληθυσμός οικισμού .....	4
1.3 Παρουσίαση χαρακτηριστικών μεγεθών της περιοχής Μυτιληνιοί.....	5
1.3.1 Ηλεκτρική ενέργεια.....	5
1.3.1.1 Προσδιορισμός φορτίων αναχωρήσεων.....	5
1.3.1.2 Προσέγγιση καταναλώσεων .....	6
1.3.1.3 Ζήτηση ισχύος από το δίκτυο .....	7
1.3.2 Κίνηση .....	8
1.3.3 Θέρμανση.....	9
1.4 Παρουσίαση δυνατοτήτων της ευρύτερης περιοχής Μυτιληνιοί από ΑΠΕ ....	10
1.4.1 Αιολική ενέργεια .....	10
1.4.2 Ηλιακή ενέργεια.....	14
1.4.3 Βιομάζα.....	18
<b>Κεφάλαιο 2: Παρουσίαση κατάλληλων τεχνολογιών για την ηλεκτρική ενέργεια των Μυτιληνιών</b> .....	19
2.1 Αυτόνομο ενεργειακό σύστημα .....	19
2.2 Μονάδες βάσης .....	20
2.2.1 Ανεμογεννήτριες .....	20
2.2.2 Φωτοβολταϊκά πλαίσια.....	22
2.3 Μονάδες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας .....	24
2.3.1 Οι τεχνολογίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας .....	24
2.3.2 Τύποι συσσωρευτών .....	24
2.4 Περιφερειακές τεχνολογίες- συνιστώσες του υβριδικού .....	25
2.4.1 Ρυθμιστής φόρτισης .....	25
2.4.2 Αυτόνομος μετατροπέας (inverter) .....	26
2.5 Μονάδες εφεδρείας .....	26
2.6 Ηλεκτρικό αυτοκίνητο.....	27
2.6.1 Περιγραφή ηλεκτρικού αυτοκινήτου.....	27
2.6.2 Τρόπος φόρτισης συσσωρευτών αυτοκινήτου .....	28
<b>Κεφάλαιο 3: Παρουσίαση τεχνολογιών για την βιομάζα που είναι κατάλληλες για τους Μυτιληνιούς</b> .....	30
3.1 Συλλογή και μεταφορά ελαιοκλαδεμάτων.....	30
3.2 Ξήρανση .....	32

3.3 Ζύγιση.....	32
3.4 Pellet ως βιοκαύσιμο.....	33
3.5 Καύση βιομάζας.....	34
3.5.1. Γενικά .....	34
3.5.2 Καυστήρας .....	35
3.5.3 Λέβητας βιομάζας .....	35
3.5.3.1. Λειτουργία λέβητα Πέλλετ .....	36
3.5.3.2 Διαφορές λέβητα βιομάζας(Πέλλετ) με λέβητα πετρελαίου.....	38
3.5.3.3. Τεχνική περιγραφή λέβητα πυρηνόξυλου .....	39
3.5.3.4 Σόμπες Pellet.....	40
3.5.3.5 Λειτουργία σόμπας πέλλετ .....	41
<b>Κεφάλαιο 4: Διαστασιολόγηση του υβριδικού συστήματος .....</b>	<b>42</b>
4.1 Περιγραφή υβριδικού συστήματος.....	42
4.2 Περιγραφή Μεθόδου LCC.....	44
4.3 Βήματα υπολογισμού της μεθόδου L.C.C. ....	45
4.4 Προσδιορισμός των ηλεκτρικών φορτίων .....	46
4.4.1 Ηλεκτρικά φορτία κτιρίων .....	46
4.4.2 Ηλεκτρικά φορτία για την φόρτιση μπαταριών των αυτοκινήτων.....	48
4.4.3 Μέγιστο συνολικό ηλεκτρικό φορτίο .....	50
4.5 Υπολογισμός δυναμικού ΑΠΕ και κυρίων μερών του υβριδικού συστήματος ..	50
4.5.1 Υπολογισμός συντελεστή ισχύος φωτοβολταϊκού.....	50
4.5.2 Εκτιμημένη ισχύς από τις ΑΠΕ .....	54
4.5.3 Ετήσια παραγωγή ενέργειας από τις ΑΠΕ .....	55
4.6 Συσσωρευτές.....	55
4.6.1. Υπολογισμός συσσωρευτών .....	55
4.6.2 Υπολογισμός αριθμού των συστοιχιών συσσωρευτών .....	56
4.7 Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος .....	56
4.7.1 Υπολογισμός ισχύος H/Z .....	56
4.7.2 Υπολογισμός παραγωγής ενέργειας H/Z .....	56
4.7.3 Ετήσια κατανάλωση καυσίμου του H/Z .....	57
4.8 Υπολογισμός μετατροπέα τάσης (inverter DC/AC) .....	58
4.10 Υπολογισμός του κόστους του υβριδικού συστήματος στον κύκλο ζωής του ..	61
4.11 Παρουσίαση αποτελεσμάτων διαστασιολόγησης .....	63
4.11.1 Προσδιορισμός βέλτιστης ονομαστικής ισχύς ΑΓ και ΦΒ .....	63
4.12 Αποτελέσματα αυτόνομου υβριδικού σταθμού Μυτιληνίων .....	66
4.13. Χωροθέτηση Φωτοβολταϊκών και Ανεμογεννητριών.....	71
<b>Κεφάλαιο 5: Υπολογισμός και διαστασιολόγηση της θέρμανσης με βιομάζα ....</b>	<b>74</b>
5.1 Υπολογισμός αναγκών και κόστους θέρμανσης των κατοικιών.....	74
5.2 Υπολογισμός αναγκαίας ποσότητας ελαιόδεντρων .....	76
5.3 Κόστος μηχανημάτων για τη συλλογή, τη μεταφορά και τη μερική επεξεργασία των κλαδεμάτων .....	77

5.4 Σχεδιασμός διαδικασίας μερικής επεξεργασίας και μεταφοράς βιομάζας .....	78
5.5 Ετήσια κατανάλωση καυσίμου μηχανημάτων.....	79
5.6 Οικονομικά κριτήρια για την αξιοποίηση της βιομάζας από κλαδέματα .....	80
5.7 Αποτελέσματα οικονομικής μελέτης .....	83
<b>Συμπεράσματα</b> .....	85
Βιβλιογραφία.....	86

## Εισαγωγή

Η ηλεκτροδότηση και η θέρμανση των κτιρίων με ενέργεια που προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και, παράλληλα, η απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα είναι η βέλτιστη επιλογή για το περιβάλλον και για την οικονομία μιας περιοχής γενικότερα. Ακόμη καλύτερα είναι όταν αυτονομηθεί και η κίνηση των αυτοκινήτων των κατοίκων μιας περιοχής από τα ορυκτά καύσιμα.

Η ενέργεια είναι ένας από τους στρατηγικούς τομείς της οικονομίας μιας χώρας. Όσο πιο αυτόνομη είναι μια χώρα σε αυτούς τους τομείς τόσο πιο ανεξάρτητη είναι. Η παραγωγή ενέργειας είναι ένα ζήτημα μεγάλης σημασίας και θέλει προσεκτική προσέγγιση, αφού έχει να κάνει με το περιβάλλον, την οικονομία και την κοινωνία. Βασικοί παράγοντες για την επιλογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για την περιοχή που γίνεται η μελέτη είναι τα μετεωρολογικά δεδομένα και η γεωμορφολογία της περιοχής. Γενικότερα, έχει σημασία να εξεταστούν ποιές πηγές ενέργειας υπάρχουν σε αφθονία για να καλύψουν τις ανάγκες της περιοχής, όπου γίνεται η μελέτη.

Στη Σάμο το αιολικό και ηλιακό δυναμικό είναι αξιόλογο για να αξιοποιηθεί, ώστε να υπάρχει αυτονομία στον ηλεκτρισμό. Η βιομάζα είναι επίσης αξιόλογη, έτσι ώστε να αξιοποιηθεί για τη θέρμανση των κτιρίων. Ήδη έχουν αξιοποιηθεί σε ένα βαθμό από ανεμογεννήτριες και φωτοβολταϊκά, τα οποία καλύπτουν ένα μέρος από την συνολική παραγωγή ενέργειας διεισδύοντας στο δίκτυο. Το ποσοστό της διείσδυσης από τα υπάρχοντα αιολικά πάρκα και τα φωτοβολταϊκά είναι περιορισμένο λόγω των τεχνικών περιορισμών του τοπικού δικτύου. Οι περιορισμοί αυτοί περιλαμβάνουν τα τεχνικά ελάχιστα των συμβατικών μονάδων και το όριο διείσδυσης που καθορίζεται από την νομοθεσία. Για την αύξηση της εγκατεστημένης αιολικής και ηλιακής ισχύος και την μεγαλύτερη συνεισφορά τους στην κάλυψη της ζήτησης, καλή λύση είναι τα αυτόνομα υβριδικά συστήματα. Στα αυτόνομα νησιά που δεν είναι διασυνδεδεμένα ηλεκτρικά με την υπόλοιπη χώρα (αν δεν διασυνδεθεί που είναι μια λύση), για να αξιοποιηθεί το δυναμικό των ΑΠΕ στο μέγιστο, έτσι ώστε να καλύπτει στο μεγαλύτερο μέρος τις ανάγκες σε ηλεκτρική και θερμική ενέργεια, η λύση βρίσκεται στα αυτόνομα υβριδικά συστήματα.

Πιο συγκεκριμένα, η περιοχή η οποία θα μελετηθεί είναι ο οικισμός Μυτιληνιοί Σάμου. Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να μελετηθεί η συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας, η διαθεσιμότητα της ενέργειας από ΑΠΕ, στην παροχή εγγυημένης ισχύος και στο βαθμό αξιοπιστίας, ώστε η περιοχή των Μυτιληνίων να αυτονομηθεί ενεργειακά.

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζεται η περιοχή όπου θα εξεταστεί. Αρχικά, παρουσιάζονται τα στοιχεία (δεδομένα) της περιοχής που είναι απαραίτητα για να κατανοηθεί η συγκεκριμένη περίπτωση της μελέτης, όπως είναι τα δεδομένα της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας και οι ανάγκες θέρμανσης. Ακόμη, τα ηλιακά και αιολικά δεδομένα, καθώς και εκείνα της βιομάζας της περιοχής που εξετάζεται.



Ακολουθεί η παρουσίαση των προτεινόμενων τεχνολογιών για την αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας που είναι προσιτές στη συγκεκριμένη περιοχή. Η επιλογή των τεχνολογιών έγινε με βάση την ωριμότητα των συγκεκριμένων τεχνολογιών. Οποιαδήποτε άλλη πρόταση μπορεί να γίνει είναι ευπρόσδεκτη.

Αναλύεται η μέθοδος υπολογισμού και διαστασιολόγησης των συστημάτων (Υβριδικού συστήματος και αξιοποίησης της βιομάζας). Η μέθοδος που ακολουθείται για τα δύο συστήματα έχει βασικό κριτήριο το κόστος του κύκλου ζωής και τη μέγιστη αξιοποίηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

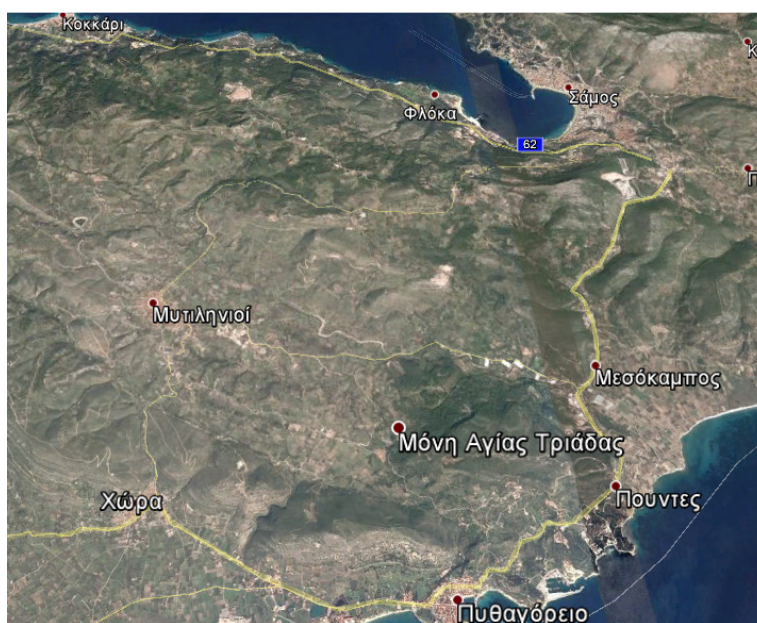
Τέλος, γίνεται οικονομική ανάλυση των συστημάτων και παρατίθενται τα αποτελέσματα, καθώς και τα συμπεράσματα της μελέτης.

## Κεφάλαιο 1

### Παρουσίαση του οικισμού Μυτιληνιοί

#### 1.1 Περιγραφή τοποθεσίας του οικισμού

Οι Μυτιληνιοί είναι μια μεσόγεια κωμόπολη στο νησί της Σάμου. Βρίσκεται τρία χιλιόμετρα βόρεια της Χώρας, στο δρόμο Χώρας - Μυτιληνίων - Σάμου και σε απόσταση 10 περίπου χιλιομέτρων νοτιοδυτικά από την πρωτεύουσα. Περιβάλλεται από λόφους που κρύβουν το χωριό από την θάλασσα. Οι Μυτιληνιοί έχουν υψόμετρο 122 μέτρα από την επιφάνεια της θάλασσας με γεωγραφικό πλάτος 37,7252033963 και γεωγραφικό μήκος 26,9059947205.



Εικόνα 1.1 Απεικόνιση της περιοχής που βρίσκεται το χωριό Μυτιληνιοί

Πέντε χιλιόμετρα περίπου νοτιοανατολικά του χωριού βρίσκεται το μοναστήρι της Αγίας Τριάδας. Στην περιφέρεια των Μυτιληνίων υπάρχουν και οι οικισμοί Καμάρα, Μονή Αγίας Τριάδος, ο Ριζόβραχος, με ελάχιστους μόνιμους κατοίκους, και το Ποτάμι του Μεσόκαμπου, 3 χιλιόμετρα από τους Μυτιληνιούς με συνολικά 80 περίπου κατοίκους.



Εικόνα 1.2: φωτογραφία χωριού Μυτιληνιοί

## 1.2 Πληθυσμός οικισμού

Είναι ένα από τα μεγαλύτερα και πλέον αξιόλογα χωριά της Σάμου με 2.107 μόνιμους κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2011, που ασχολούνται κατά κύριο λόγο με την γεωργία και τον τουρισμό. Το όνομα του χωριού προήλθε από τους πρώτους κατοίκους που εγκαταστάθηκαν εκεί από την Μυτιλήνη. Τα κατοικήσιμα σπίτια είναι 900 περίπου. Στο χωριό λειτουργούν συνεργεία, καταστήματα, φούρνοι, σχολεία, στρατόπεδο, ελαιτριβεία, μαγαζιά επισιτισμού. Λειτουργεί, επίσης, θερινό σινεμά τους καλοκαιρινούς μήνες και Παλαιοντολογικό Μουσείο Φυσικής Ιστορίας.



Εικόνα 1.3: Φωτογραφίες από τους Μυτιληνιούς

### 1.3 Παρουσίαση χαρακτηριστικών μεγεθών της περιοχής Μυτιληνιοί

#### 1.3.1 Ηλεκτρική ενέργεια

##### 1.3.1.1 Προσδιορισμός φορτίων αναχωρήσεων

Η ηλεκτροδότηση των Μυτιληνίων γίνεται από το εργοστάσιο της ΔΕΗ που βρίσκεται στο Κοκκάρι (οικισμός) της Σάμου. Το εργοστάσιο αυτό λειτουργεί με μηχανές που χρησιμοποιούν ορυκτά καύσιμα (μαζούτ).

Στο εργοστάσιο της ΔΕΗ έγινε η συλλογή των δεδομένων για τα φορτία αναχώρησης προς τους Μυτιληνιούς. Το εργοστάσιο τροφοδοτεί με ρεύμα τον νομό της Σάμου, που συμπεριλαμβάνει τη Σάμο, την Ικαρία και το σύμπλεγμα των Φούρνων. Οι γραμμές αναχωρήσεων φορτίων που τροφοδοτούν με ρεύμα την Σάμο είναι τέσσερις, από τις οποίες η κάθε μια τροφοδοτεί και μια μεγάλη περιοχή. Η γραμμή που τροφοδοτεί τους Μυτιληνιούς ονομάζεται Ρ210. Περιλαμβάνει και άλλες τέσσερις τοποθεσίες στην ευρύτερη περιοχή (Ποτοκάκι, Άνω Χώρα, Αεροδρόμιο, Ηραίων) .

Πίνακας 1.1: Ημερήσια MW αναχωρήσεων για την γραμμή Ρ210

Ισχύς συνολική της γραμμής Ρ210 που περιλαμβάνει και τους Μυτιληνιούς

ΜΕΡΑ	Ιαν	Φεβ	Μαρ	Απρ	Μάιος	Ιούν	Ιουλ	Αύγ	Σεπτ	Οκτ	Νοεμ	Δεκ
	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW	MW
01	2,53	2,74	2,3	1,9	2,08	2,37	2,61	3,93	3,11	2,21	1,91	1,51
02	2,44	2,7	2,2	2,09	2,08	2,45	2,87	3,85	3,2	2,16	1,87	1,9
03	2,75	2,74	2,14	2,03	2,06	2,48	2,79	3,73	3,3	2,19	1,87	2,28
04	2,57	2,78	2,31	2,1	2,11	2,6	2,9	3,65	3,17	2,18	1,89	2,2
05	2,58	2,59	2,37	1,99	2,1	2,53	2,93	3,75	3,11	2,1	1,94	2,26
06	2,46	2,36	2,3	1,93	2,12	2,62	3,03	3,65	3,03	2,08	1,89	2,25
07	2,66	2,33	2,22	1,88	2,14	2,69	3,06	3,57	2,96	1,99	1,86	2,31
08	2,64	2,27	2,65	1,95	2,07	2,75	3,23	3,76	2,9	2,11	1,55	2,16
09	2,16	1,99	2,88	1,86	2,06	2,8	3,41	3,73	2,87	2,13	1,17	2,22
10	2,46	2,34	2,85	1,92	2,08	2,8	3,42	3,78	3,05	2,19	1,3	2,37
11	2,43	2,36	2,69	2,03	2,08	2,78	3,63	3,48	2,98	1,97	1,71	2,33
12	2,41	2,44	2,53	2,12	1,79	2,66	3,67	3,1	2,92	1,96	2,06	2,23
13	2,51	2,18	2,29	2,18	1,73	2,62	3,68	3,26	2,92	1,86	2,31	2,3
14	2,34	2,22	2,21	2,5	2,34	2,69	3,69	3,3	2,91	1,84	2,28	2,25
15	2,41	2,21	2,17	2,11	1,54	2,78	3,72	3,42	2,19	1,86	2,14	1,71
16	2,67	2,32	1,93	2,13	2,06	2,72	3,7	3,56	1,77	1,96	2,15	1,37
17	2,42	2,28	2,11	2,26	1,42	2,69	3,71	3,71	3,01	2,04	2,19	1,65
18	2,39	2,26	2,3	2,33	1,6	2,83	3,78	3,76	2,94	1,94	2,22	1,57
19	2,39	2,39	2,11	2,26	2,09	2,81	4,02	3,5	2,77	1,93	2,23	1,51
20	2,43	2,32	2,03	2,27	2,14	2,96	4,1	3,35	2,79	1,55	2,16	1,51
21	2,47	2,25	2,06	2,1	2,29	3,06	3,88	3,36	2,67	1,34	2,14	1,94
22	2,55	2,17	2,17	2,51	2,28	2,99	3,68	3,56	2,47	1,83	2,2	2,34
23	2,34	2,8	2,27	2,22	2,35	3,04	3,8	3,96	2,42	1,79	2,2	2,42
24	2,33	2,37	2,26	2,1	2,35	3,12	3,76	3,61	2,4	1,84	2,22	2,58
25	2,4	2,42	1,99	2,07	2,31	3,2	3,71	3,62	2,37	1,8	2,2	2,46
26	2,57	2,48	2,06	2,21	2,34	2,87	3,61	3,54	2,37	1,77	2,35	2,43
27	2,56	2,36	2,07	2,26	2,33	2,72	3,6	3,32	2,36	1,78	2,32	2,46
28	2,77	2,31	1,95	2,13	2,32	2,64	3,78	3,26	2,36	1,74	2,31	2,49
29	2,71		1,93	2,12	2,32	2,67	3,93	3,16	2,28	1,83	1,88	2,47
30	2,61		1,93		2,34	2,64	3,93	2,98	2,26	1,82	1,4	2,49
31	2,61		1,99		2,33		3,77			1,8		2,82

### 1.3.1.2 Προσέγγιση καταναλώσεων

Ο προσδιορισμός της ηλεκτρικής ενέργειας που καταναλώνεται στην περιοχή των Μυτιληνιών έγινε βάσει της κατανάλωσης ρεύματος από το ίδιο το χωριό προσεγγιστικά από την ζήτηση. Μετά έγινε προσομοίωση πάνω στα φορτία αναχώρησης με κατάλληλο λογισμικό, για να γίνει καλύτερη προσέγγιση της ηλεκτρικής ζήτησης.

Έγινε διαχωρισμός της ζήτησης σε πέντε κατηγορίες:

- α) Σπίτια
- β) Ιδιωτικοί, δημόσιοι χώροι και ρεύμα για τον φωτισμό του χωριού
- γ) Στρατόπεδο
- δ) Φούρνοι
- ε) Ελαιοτριβεία

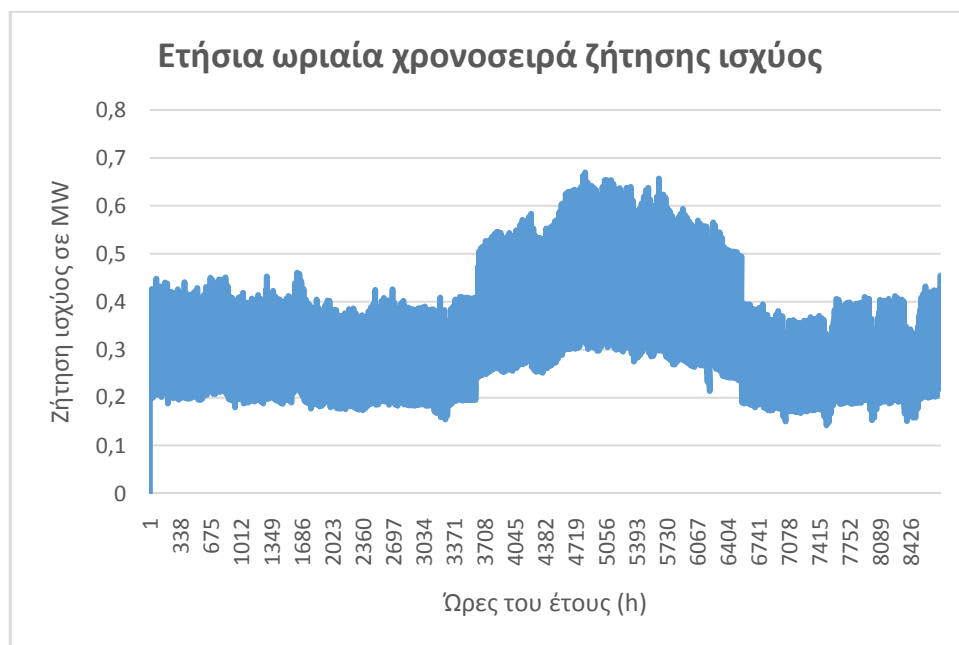
Από ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα τιμολογίων της ΔΕΗ που συλλέχτηκε, η μέση ηλεκτρική ενέργεια που καταναλώνεται σε ένα σπίτι στους Μυτιληνιούς είναι 6,85kWh τη μέρα. Δηλαδή 2.500 kWh το χρόνο.

Ακόμη, συλλέχθηκαν δεδομένα για την μέση κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας το έτος για το στρατόπεδο, τους φούρνους, τα ελαιοτριβεία και τους δημόσιους και ιδιωτικούς χώρους (καταστήματα, συνεργεία, κοινότητα, σχολεία) και έγινε ένας προσεγγιστικός υπολογισμός για τον φωτισμό του χωριού.

Κατηγορίες	Ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (MWh/έτος)
Σπίτια	2250
Ιδιωτικοί, δημόσιοι χώροι και φωτισμός του χωριού	400
Στρατόπεδο	250
Φούρνοι	168
Ελαιοτριβεία	32
Σύνολο	3100

### 1.3.1.3 Ζήτηση ισχύος από το δίκτυο

Αναλυτικότερα, η ετήσια χρονοσειρά ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος μας διευκολύνει να δούμε την κατανομή των φορτίων και, επίσης, βοηθά στη σωστή διαστασιολόγηση του συστήματος. Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζεται η ετήσια χρονοσειρά ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος με μέσες ωριαίες τιμές που ισχύουν για το έτος 2011.



Σχήμα 1.1 : Απεικόνιση ωριαίας χρονοσειράς ζήτησης ισχύος σε MW

Συγκεντρωτικά, τα μηνιαία στοιχεία λειτουργίας του αυτόνομου συστήματος του χωριού Μυτιληνίων για το 2011 έχουν ως εξής στον παρακάτω πίνακα:

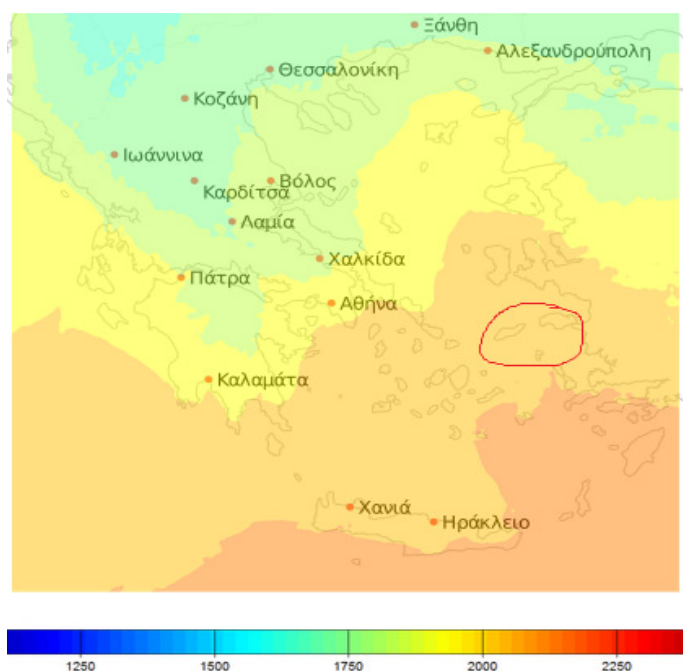
<i>Πίνακας 1.3: Η συνολική ζήτηση ηλ. ενέργειας για κάθε μήνα του έτους</i>	
<b>Μήνας</b>	<b>Ζήτηση ηλ. Ενέργειας (MWh)</b>
Ιανουάριος	264,36
Φεβρουάριος	228,27
Μάρτιος	236,07
Απρίλιος	209,8
Μάιος	222,37
Ιούνιος	281,43
Ιούλιος	372,84
Αύγουστος	361,96
Σεπτέμβριος	278,98
Οκτώβριος	203,08
Νοέμβριος	204,21
Δεκέμβριος	227,62

Από την συνολική εικόνα του παραπάνω γραφήματος (σχήμα 1.1) και του πίνακα 1.3 προκύπτει το συμπέρασμα ότι η αιχμή της ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος είναι τους καλοκαιρινούς μήνες. Αυτό συμβαίνει, διότι τους θερινούς μήνες χρησιμοποιούνται ευρέως τα κλιματιστικά για την ψύξη των σπιτιών και, ακόμη, λόγω των επισκεπτών.

### **1.3.2 Κίνηση**

Πολλοί από τους κατοίκους του χωριού μεταφέρονται καθημερινά από το χωριό για τις δουλειές τους, για βόλτα και για τις εκδρομές τους τα αυτοκίνητά τους. Περίπου 600 αυτοκίνητα χρησιμοποιούνται καθημερινά με μέσο όρο απόστασης που διανύουν 20 km/ μέρα. Το καλοκαίρι η κινητικότητα αυξάνεται σε σχέση με τον χειμώνα, όπου η κινητικότητα είναι πιο μικρή.

### 1.3.3 Θέρμανση



εικόνα 1.4 : Κλιματικές ζώνες Ελλάδας

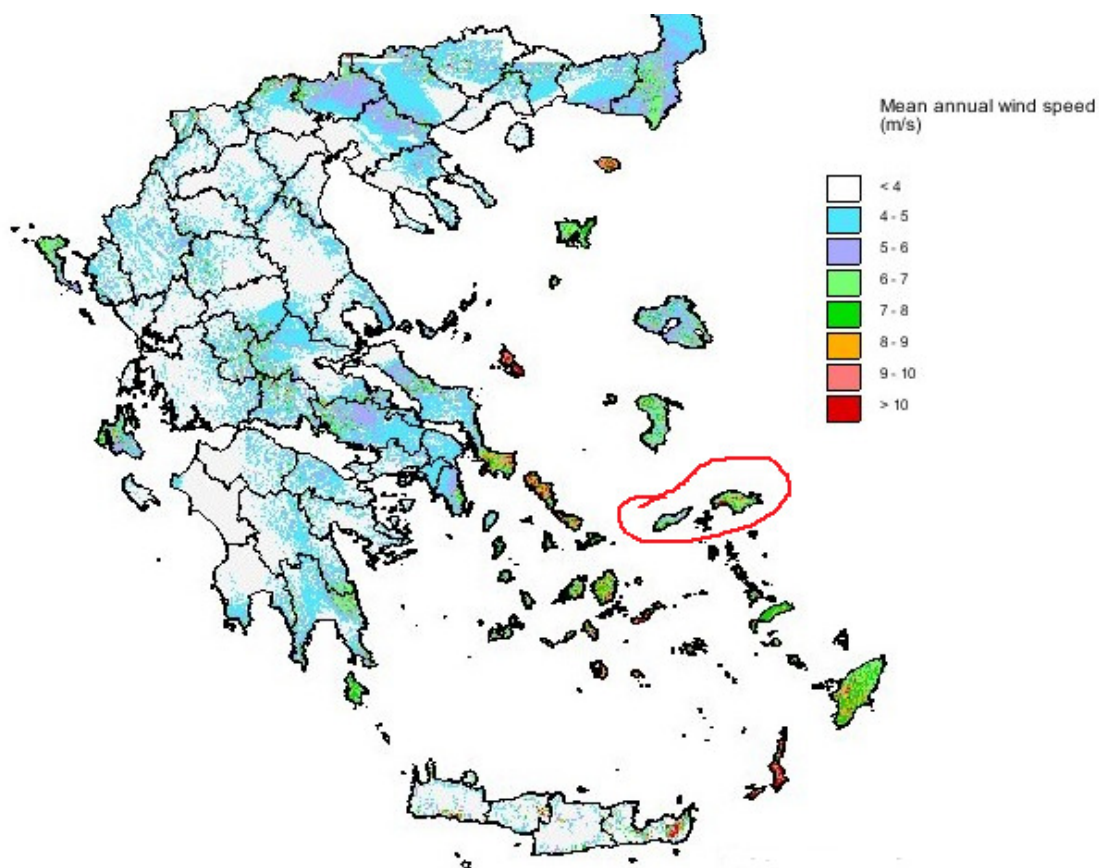
Η Σάμος βρίσκεται στην 'Α κλιματική ζώνη, όπου οι χειμώνες είναι ήπιοι. Ακόμη ένα μεγάλο μέρος των σπιτιών στην περιοχή των Μυτιληνίων έχει χτιστεί πολύ παλιά. Είναι γενικότερα από τα παλαιότερα χωριά. Αρχιτεκτονικά, τα σπίτια αυτά είναι χτισμένα με πέτρα και ,από άποψη ρυμοτομίας, οικοδομημένα πολύ κοντά το ένα στο άλλο . Αυτό το έκαναν οι κάτοικοι του χωριού για λόγους οικονομίας. Έτσι, αν και δεν υπήρχαν παλιά οι μέθοδοι θερμομόνωσης των σπιτιών που υπάρχουν σήμερα, δημιουργούταν σε ένα βαθμό μια θερμομόνωση με αρχιτεκτονικό τρόπο. Επίσης, ένα 40% των σπιτιών που χτίστηκαν πριν το 1979 έχουν αναπαλαιωθεί με αλλαγές στη σκεπή, τα κουφώματα και την εσωτερική διαρρύθμιση. Για τη θέρμανση των κτιρίων χρησιμοποιείται συνήθως λέβητας-καυστήρας πετρελαίου, αν και τα τελευταία χρόνια έχουν προσανατολιστεί οι κάτοικοι σε σόμπες, τζάκια και κλιματιστικά για τη θέρμανσή τους. Η συγκεκριμένη μελέτη θα γίνει με βάση την κατανάλωση πετρελαίου, για να προσδιορίσουμε τις ανάγκες θέρμανσης που έχει μια μέση κατοικία στους Μυτιληνιούς. Η μέση κατανάλωση πετρελαίου μιας κατοικίας, σύμφωνα με την έρευνα στο χωριό, είναι 1300lit/ έτος, για να καλύψει τις ανάγκες της σε θέρμανση.



## 1.4 Παρουσίαση δυνατοτήτων της ευρύτερης περιοχής Μυτιληνιοί από ΑΠΕ

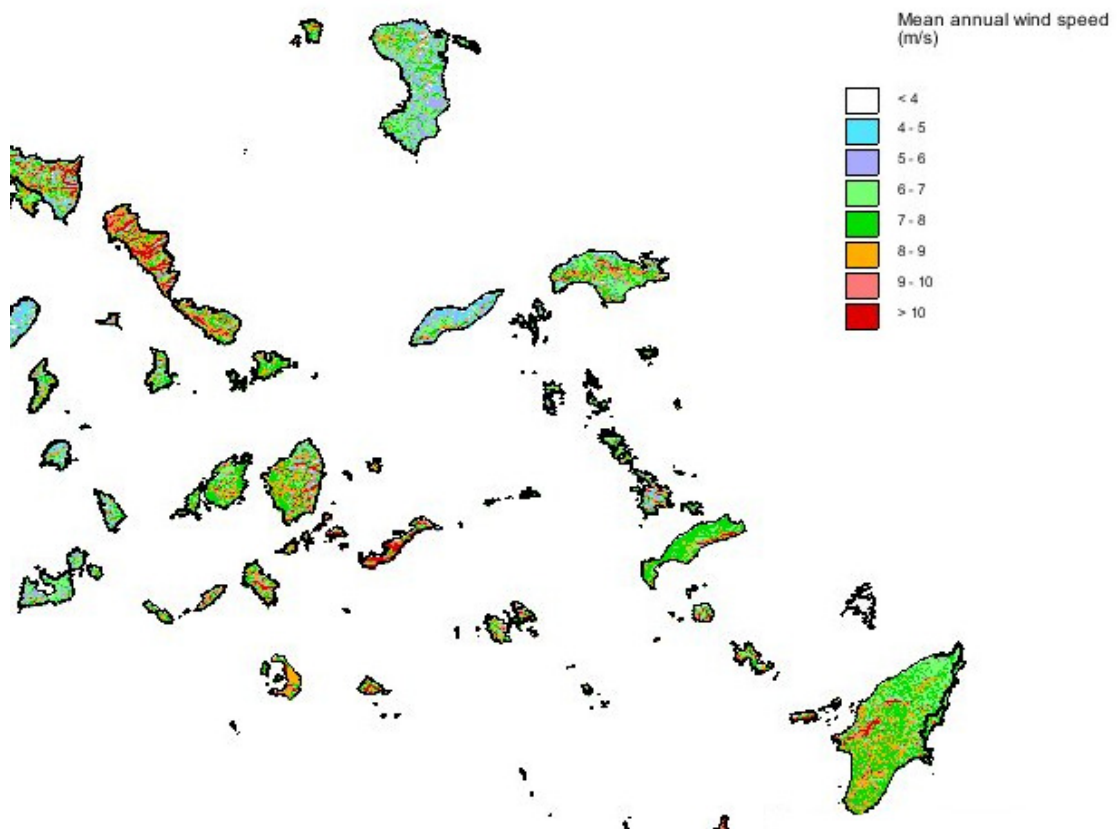
### 1.4.1 Αιολική ενέργεια

Η επιλογή της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έγινε λόγω της ανανεωσιμότητάς της. Είναι μια ήπια μορφή ενέργειας, φιλική προς το περιβάλλον, πρακτικά ανεξάντλητη, γι' αυτό και είναι ανανεώσιμη. Υπολογίζεται ότι στο 25% της επιφάνειας της γης επικρατούν άνεμοι μέσης ετήσιας ταχύτητας πάνω από 5,1m/sec, σε ύψος 10m πάνω από το έδαφος. Όταν οι άνεμοι πνέουν με ταχύτητα μεγαλύτερη από αυτήν την τιμή, τότε το αιολικό δυναμικό του τόπου θεωρείται εκμεταλλεύσιμο και οι απαιτούμενες εγκαταστάσεις μπορούν να καταστούν οικονομικά βιώσιμες. Επιπλέον, το κόστος κατασκευής των ανεμογεννητριών έχει μειωθεί σημαντικά και μπορεί να θεωρηθεί ότι η αιολική ενέργεια διανύει την πρώτη περίοδο ωριμότητας, καθώς είναι πλέον ανταγωνιστική των συμβατικών μορφών ενέργειας. Στον παρακάτω χάρτη παρουσιάζεται το αιολικό δυναμικό στην Ελλάδα και η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου.



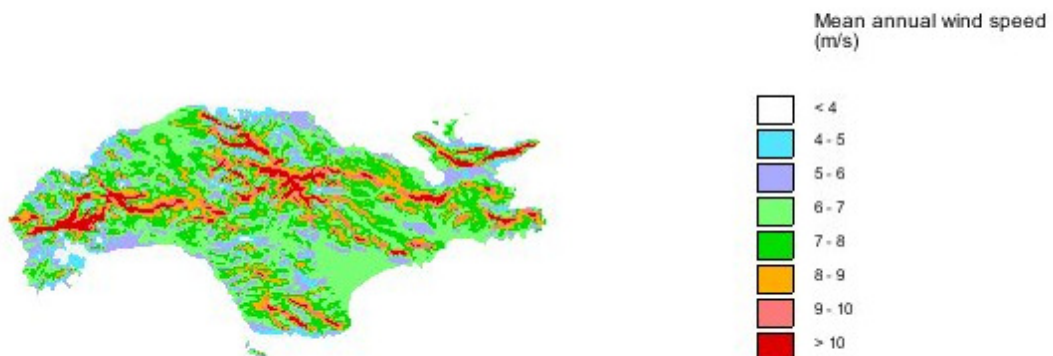
Εικόνα 1.5 : Χάρτης αιολικού δυναμικού Ελλάδας

Γενικότερα, τα νησιά του Αιγαίου Πελάγους έχουν υψηλό αιολικό δυναμικό.



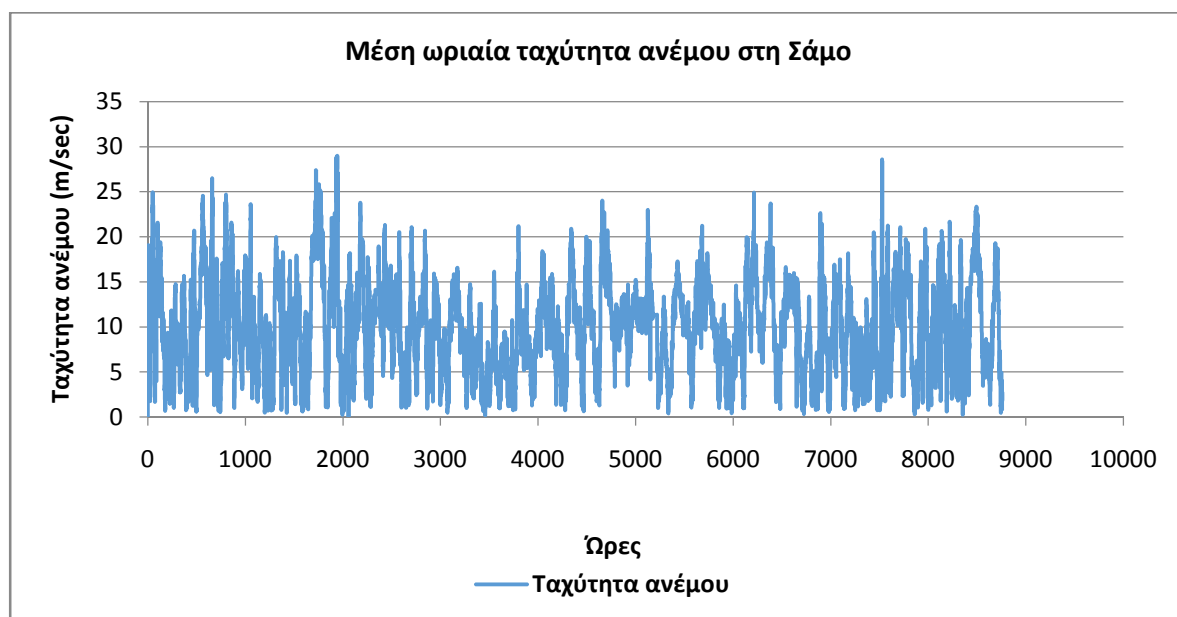
Εικόνα 1.6 Χάρτης αιολικού δυναμικού Αιγαίου

Ειδικότερα για την Σάμο, μπορεί να διακρίνει κανείς στον παρακάτω αιολικό χάρτη ότι το αιολικό δυναμικό είναι αξιόλογο :



Εικόνα 1.7 : Χάρτης αιολικού δυναμικού Σάμου

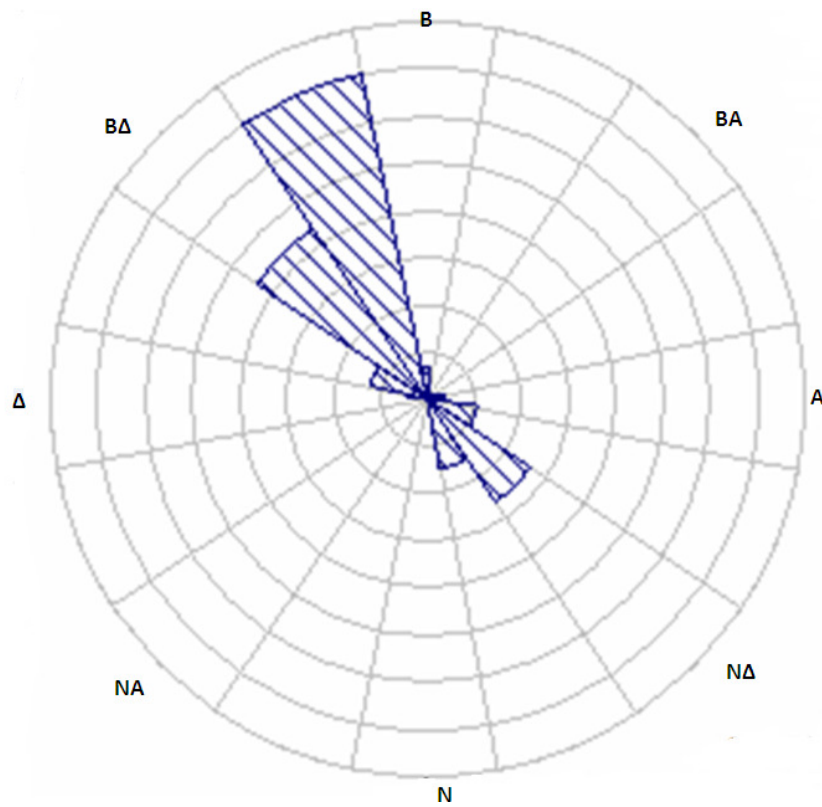
Ακόμη από τα στατιστικά στοιχεία μας δίνεται μια εικόνα για το αιολικό δυναμικό της Σάμου.



Σχήμα 1.2 : Μέση ωριαία ταχύτητα ανέμου

Πίνακας 1.4: Μηνιαία Ανεμολογικά δεδομένα

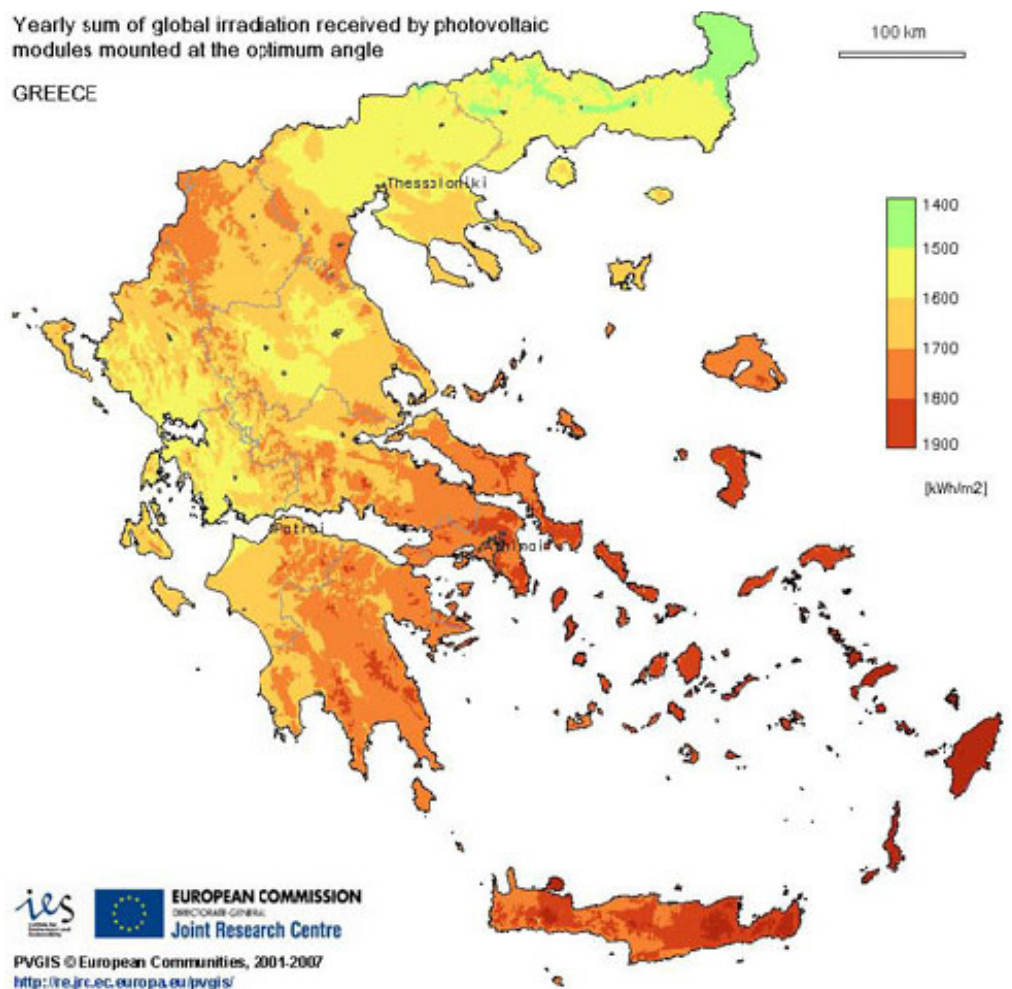
Μήνας	Ημέρες ανά Μήνα	Μέση Μηνιαία ταχύτητα ανέμου (m/s)	Μέγιστη ταχύτητα ανέμου (m/s)	Κύρια Διεύθυνση του ανέμου
Ιανουάριος	31	10,43	26,51	ΒΒΔ
Φεβρουάριος	28	10,31	24,6	ΒΒΔ
Μάρτιος	31	11,68	28,95	ΒΒΔ
Απρίλιος	30	10,64	23,79	ΒΒΔ
Μάιος	31	7,74	16,55	ΒΒΔ
Ιούνιος	30	8,38	21,19	ΒΒΔ
Ιούλιος	31	11,44	24,03	ΒΒΔ
Αύγουστος	31	10,77	22,97	ΒΒΔ
Σεπτέμβριος	30	10,12	24,89	ΒΒΔ
Οκτώβριος	31	8,70	22,62	ΒΒΔ
Νοέμβριος	30	9,52	28,57	ΒΒΔ
Δεκέμβριος	31	10,29	23,34	ΒΒΔ



Σχήμα 1.3 : Ροδόγραμμα ανέμου ως προς τον χρόνο

## 1.4.2 Ηλιακή ενέργεια

Η επιλογή της ηλιακής ενέργειας έγινε διότι είναι ανανεώσιμη. Ηλιακή ενέργεια χαρακτηρίζεται το σύνολο των διάφορων μορφών ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο. Τέτοιες είναι το φως ή φωτεινή ενέργεια, η θερμότητα ή θερμική ενέργεια καθώς και διάφορες ακτινοβολίες ή ενέργεια ακτινοβολίας. Η ηλιακή ενέργεια είναι πρακτικά ανεξάντλητη, αφού προέρχεται από τον ήλιο. Παρακάτω εμφανίζεται ο χάρτης του Ηλιακού Δυναμικού της Ελλάδας. Είναι το ετήσιο άθροισμα ακτινοβολίας που έλαβαν τα φωτοβολταϊκά πάνελ τοποθετημένα στη βέλτιστη γωνία.



Εικόνα 1.8 : Χάρτης ηλιακού δυναμικού Ελλάδας

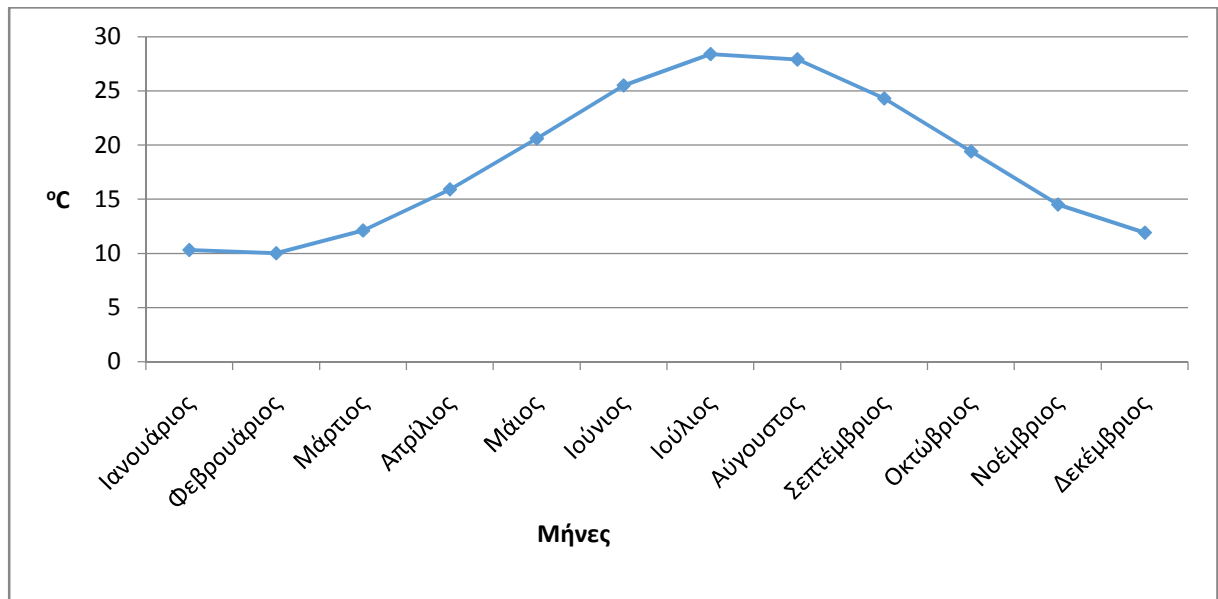
Οι ηλιακές πιθανές μετρήσεις, που παρουσιάζονται παρακάτω στους πίνακες έχουν δημοσιευτεί από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (C.R.E.S. [www.cres.gr](http://www.cres.gr))

Πίνακας 1.5 : Μηνιαία ηλιακά δεδομένα Σάμου

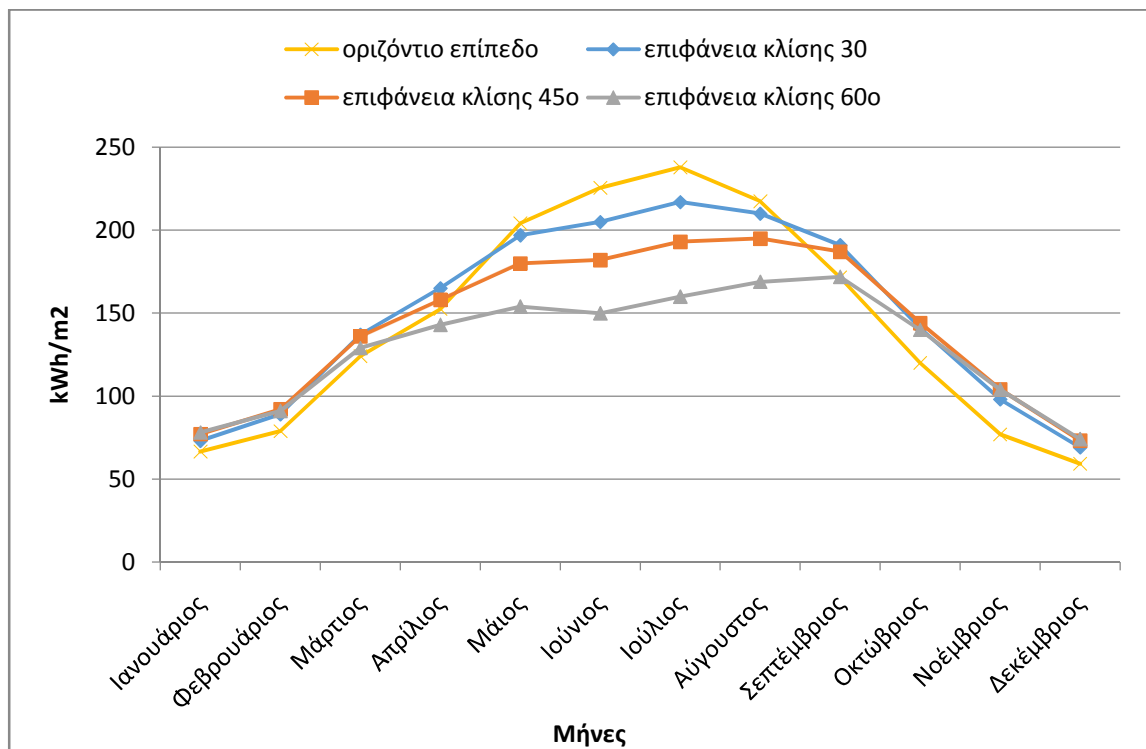
Μήνας	Ημέρες ανά Μήνα	Μέση θερμοκρασία αέρα (°C)	Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh/m <sup>2</sup> )	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 30° (kWh/m <sup>2</sup> )	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 45° (kWh/m <sup>2</sup> )	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 60° (kWh/m <sup>2</sup> )
Ιανουάριος	31	10,3	66,5	73	77	78
Φεβρουάριος	28	10	78,8	89	92	91
Μάρτιος	31	12,1	124,1	137	136	129
Απρίλιος	30	15,9	152,5	165	158	143
Μάιος	31	20,6	204,1	197	180	154
Ιούνιος	30	25,5	225,5	205	182	150
Ιούλιος	31	28,4	237,9	217	193	160
Αύγουστος	31	27,9	217,4	210	195	169
Σεπτέμβριος	30	24,3	171,6	191	187	172
Οκτώβριος	31	19,4	120	141	144	140
Νοέμβριος	30	14,5	76,9	98	104	104
Δεκέμβριος	31	11,9	59,2	69	73	74
Σύνολο			1734,5	1792	1721	1564

Πίνακας 1.6 : Ημερήσια ηλιακά δεδομένα Σάμου

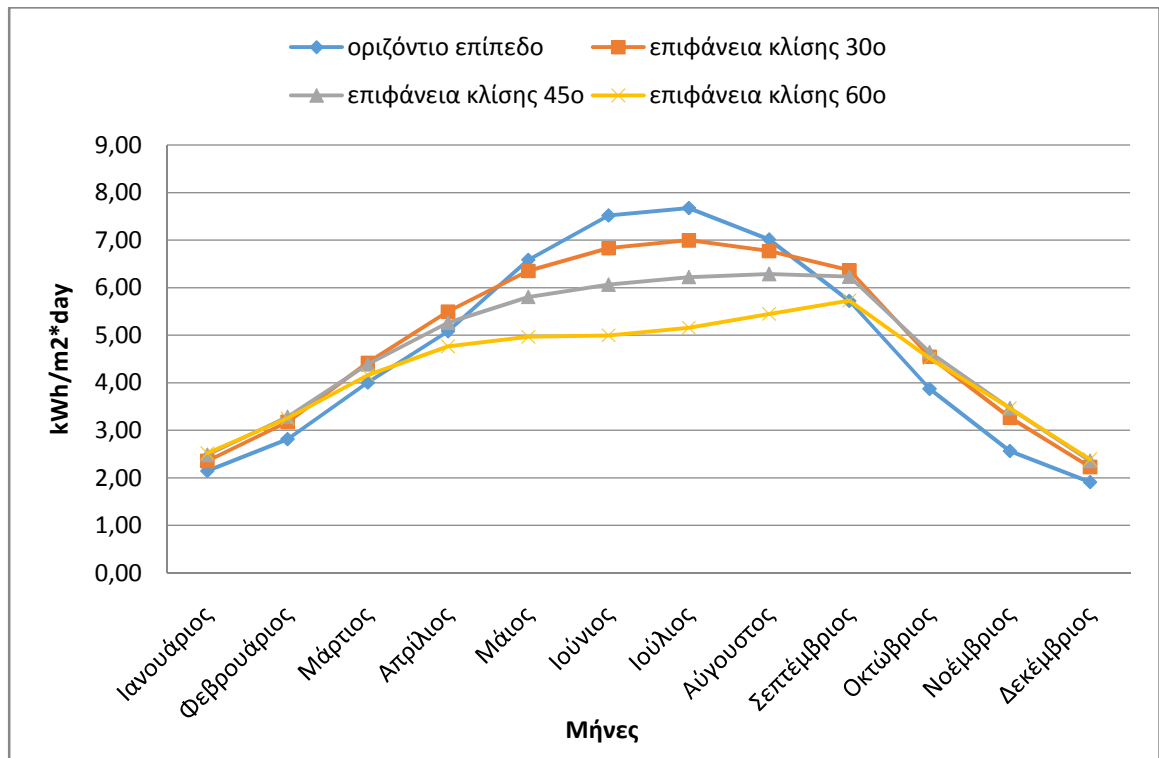
Μήνας	Ημέρες ανά Μήνα	Ολική ηλιακή ακτινοβολία σε οριζόντιο επίπεδο (kWh/m <sup>2</sup> )	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 30 (kWh/m <sup>2</sup> )	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 45 (kWh/m <sup>2</sup> )	Ηλιακή ακτινοβολία σε επιφάνεια κλίσης 60 (kWh/m <sup>2</sup> )
Ιανουάριος	31	2,15	2,35	2,48	2,52
Φεβρουάριος	28	2,81	3,18	3,29	3,25
Μάρτιος	31	4,00	4,42	4,39	4,16
Απρίλιος	30	5,08	5,50	5,27	4,77
Μάιος	31	6,58	6,35	5,81	4,97
Ιούνιος	30	7,52	6,83	6,07	5,00
Ιούλιος	31	7,67	7,00	6,23	5,16
Αύγουστος	31	7,01	6,77	6,29	5,45
Σεπτέμβριος	30	5,72	6,37	6,23	5,73
Οκτώβριος	31	3,87	4,55	4,65	4,52
Νοέμβριος	30	2,56	3,27	3,47	3,47
Δεκέμβριος	31	1,91	2,23	2,35	2,39



Σχήμα 1.4: Ετήσια κατανομή μέσης θερμοκρασίας



Σχήμα 1.5 : Ετήσια κατανομή μηνιαίας ηλιακής ακτινοβολίας ανά γωνία πρόσπτωσης



Σχήμα 1.6: Ετήσια κατανομή ημερήσιας ηλιακής ακτινοβολίας ανα γωνία πρόσπτωσης



### 1.4.3 Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα αποκαλείται οποιοδήποτε υλικό παράγεται από ζωντανούς οργανισμούς (όπως είναι το ξύλο και άλλα προϊόντα του δάσους, υπολείμματα καλλιεργειών, κτηνοτροφικά απόβλητα, απόβλητα βιομηχανιών τροφίμων κ.λπ.) και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο για παραγωγή ενέργειας. Η ενέργεια που είναι δεσμευμένη στις φυτικές ουσίες προέρχεται από τον ήλιο. Με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, τα φυτά μετασχηματίζουν την ηλιακή ενέργεια σε βιομάζα. Οι ζωικοί οργανισμοί αυτή την ενέργεια την προσλαμβάνουν με την τροφή τους, αποθηκεύοντας ένα μέρος της. Αυτή την ενέργεια αποδίδει τελικά η βιομάζα, μετά την επεξεργασία και τη χρήση της. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, διότι στην πραγματικότητα είναι η αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια που δεσμεύτηκε από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

Η μόνη πηγή ενέργειας με άνθρακα, που τα αποθέματά της είναι ικανά ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη σε χημική μορφή. Η αξιοποίησή της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας.

Στο νησί ένας βασικός τομέας οικονομίας είναι ο αγροτικός. Οι βασικές καλλιέργειες στο νησί είναι τα αμπέλια και οι ελιές. Η καλλιέργεια της ελιάς απαιτεί κάθε χρόνο κλάδεμα των δέντρων. Έτσι υπάρχει ένα δυναμικό βιομάζας, από τα κλαδέματα των ελαιώνων, αξιόλογο για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης των κτιρίων στους Μυτιληνιούς. Σύμφωνα με την διεύθυνση Γεωργίας υπάρχουν 1.100.000 ελαιόδεντρα στο νησί, τα περισσότερα από τα οποία βρίσκονται στην ανατολική Σάμο. Παράλληλα, υπάρχει η δυνατότητα αξιοποίησης των κλαδεμάτων από ελαιόδεντρα στην ανατολική Σάμο, όπου με την επεξεργασία τους μετατρέπονται σε καύσιμη ύλη για την θέρμανση των κατοικήσιμων κτιρίων του χωριού Μυτιληνιοί.



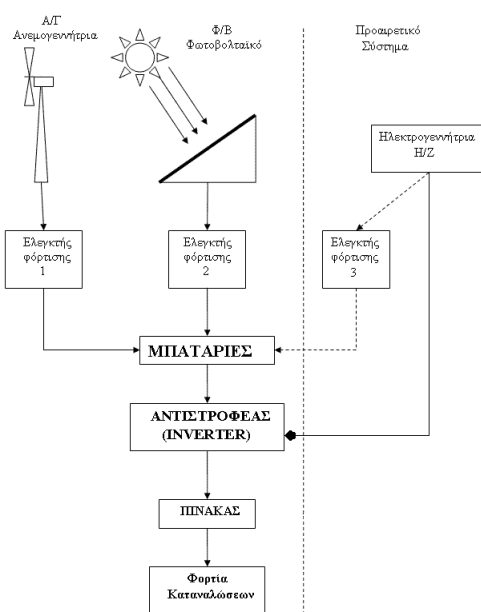
Εικόνα 1.9 : Ελαιόδεντρα

## Κεφάλαιο 2

### Παρουσίαση κατάλληλων τεχνολογιών για την ηλεκτρική ενέργεια των Μυτιληνίων

#### 2.1 Αυτόνομο ενεργειακό σύστημα

Αυτόνομο ενεργειακό σύστημα εννοούμε το σύστημα που δεν είναι συνδεδεμένο με το κεντρικό ηλεκτρικό δίκτυο. Το σύστημα αυτό ονομάζεται Υβριδικό Ενεργειακό Σύστημα αν στηρίζει την παραγωγή του σε διαφορετικές ενεργειακές πηγές. Απαρτίζεται από πολλές ταυτόχρονα ενεργειακές πηγές και συνοδεύεται από τον κατάλληλο ηλεκτρονικό εξοπλισμό για έλεγχο και επιτήρηση της λειτουργίας τους.



Σχήμα 2.1 : Σχηματική συνδεσμολογία αυτόνομου ενεργειακού συστήματος

Οι βασικές συνιστώσες- μονάδες που αποτελούν ένα υβριδικό σύστημα είναι:

**α)** Οι μονάδες βάσης, από τις οποίες προέρχεται το μεγαλύτερο ποσοστό κάλυψης της ζήτησης.

**β)** Τα συστήματα αποθήκευσης ενέργειας, που σκοπό έχουν την προσαρμογή της μη εγγυημένης παραγωγής των μονάδων βάσεως στη ζήτηση ισχύος.

**γ)** Οι μονάδες εφεδρείας, που σκοπό έχουν την κάλυψη ζήτησης ισχύος σε περιόδους που η ίδια αδυνατεί να καλυφθεί από τις μονάδες βάσης ή τις μονάδες αποθήκευσης.

**δ)** Τα συστήματα ελέγχου ή διαχείρισης ισχύος, που βάσει του προσχεδιασμένου αλγορίθμου λειτουργίας, ελέγχουν και συντονίζουν τη συνδυασμένη λειτουργία των ανώτερων μονάδων βάσης, αποθήκευσης και εφεδρείας.

## **2.2 Μονάδες βάσης**

Οι μονάδες βάσης για το προτεινόμενο αυτόνομο σύστημα στους Μυτιληνιούς Σάμου είναι:

- 1)** Ανεμογεννήτριες μεγάλου μεγέθους (Α/Γ)
- 2)** Φωτοβολταϊκά πλαίσια (Φ/Β)

### **2.2.1 Ανεμογεννήτριες (Α/Γ)**

Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε τις ανεμογεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες είναι μηχανές οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου, σε ηλεκτρική ενέργεια. Η μετατροπή αυτή γίνεται σε δύο στάδια. Στο πρώτο στάδιο, μέσω της πτερωτής, έχουμε την μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική ενέργεια με την μορφή περιστροφής του άξονα της πτερωτής, ενώ στο δεύτερο στάδιο, μέσω της γεννήτριας, επιτυγχάνεται η μετατροπή της μηχανικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

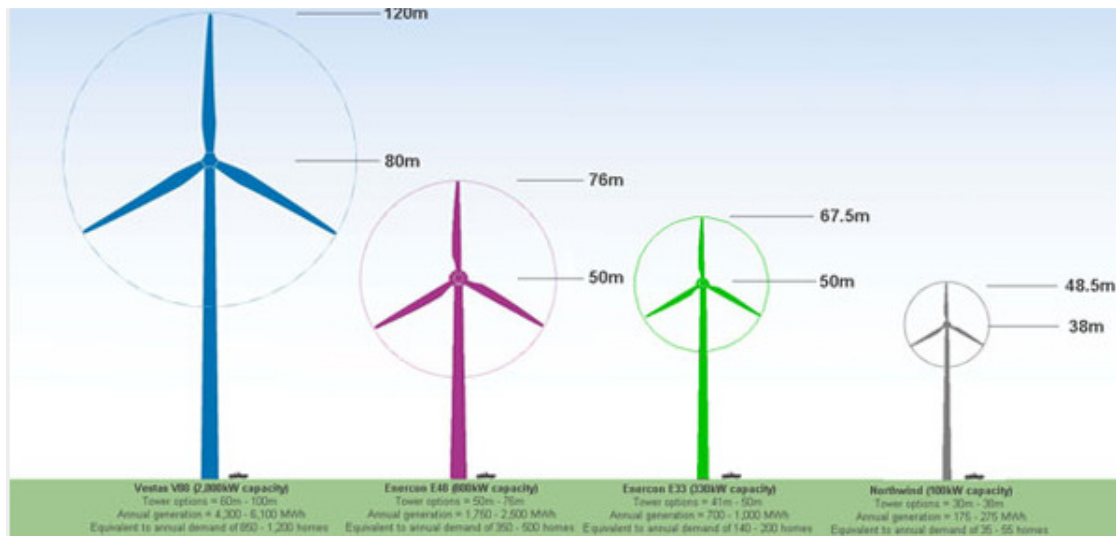
Οι ανεμογεννήτριες διακρίνονται σε δύο κατηγορίες:

- i) Κατακόρυφου άξονα, των οποίων ο δρομέας (ρότορας του μοτέρ) παραμένει σταθερός και είναι κάθετος προς την επιφάνεια του ανέμου και του εδάφους.
- ii) Οριζόντιου άξονα, των οποίων ο δρομέας (ρότορας του μοτέρ) έχει τη μορφή έλικα και βρίσκεται σε θέση παράλληλη με την κατεύθυνση του ανέμου και του εδάφους.

Ακόμη, οι ανεμογεννήτριες κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την ισχύ που παράγουν σε μικρές (0,05- 30KW), με ύψος πυλώνα μικρότερο των 24 μέτρων, μεσαίες (30-300KW), με ύψος πυλώνα μικρότερο των 31 μέτρων και μεγάλες (0,3- 7,5MW), με ύψος πυλώνα μέχρι και 135 μέτρα.

Για το συγκεκριμένο σύστημα, που γίνεται η διαστασιολόγηση, θα γίνει επιλογή ανεμογεννητριών οριζόντιου άξονα και μεγάλου μεγέθους της τάξεως των 300-500 KW. Η επιλογή έγινε με κριτήριο τη ζήτηση ισχύος του χωριού και την μορφολογία της περιοχής (δρόμοι μεταφοράς των κομματιών που απαρτίζουν την ανεμογεννήτρια).

Παρακάτω δίνονται τα χαρακτηριστικά της προτεινόμενης ανεμογεννήτριας που προτείνεται για το αυτόνομο υβριδικό σύστημα στους Μυτιληνιούς όπως: καμπύλη ισχύος, διάμετρος πτερυγίων, ύψος πυλώνα κ.α.

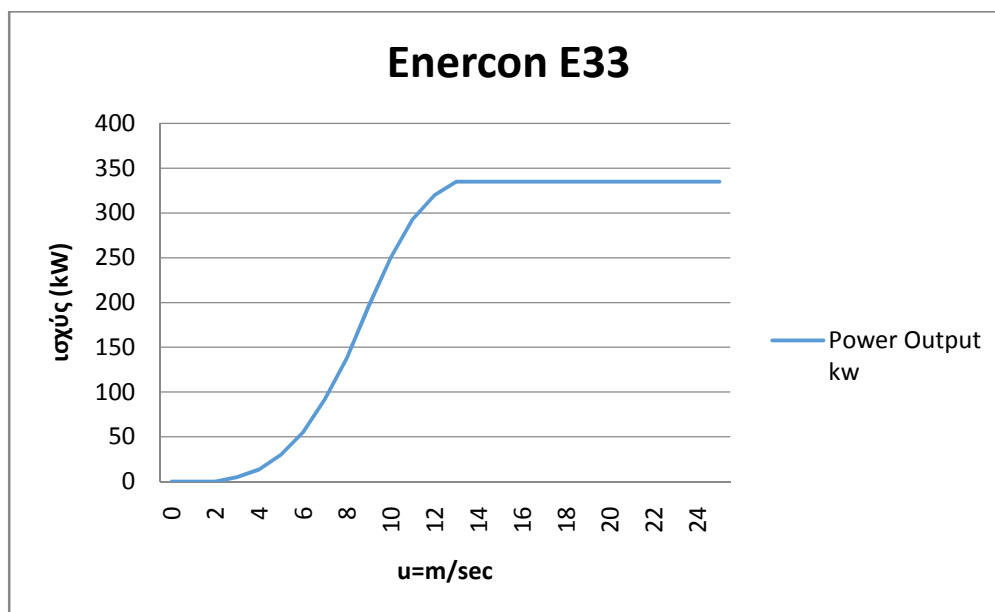


Εικόνα2.1: Συγκριτικά μεγέθη ανεμογεννητριών

## Technical specifications E-33

Rated power:	330 kW	<b>Drive train with generator</b>	
Rotor diameter:	33.4 m	Hub:	Rigid
Hub height:	37 m / 44 m / 49 m / 50 m	Main bearing:	Tapered roller bearing pair
Wind zone (DIBt):	WZ III	Generator:	ENERCON direct-drive annular generator
Wind class (IEC):	IEC/NVN IA and IEC/NVN IIA	<b>Grid feed:</b>	ENERCON inverter
<b>WEC concept:</b>	Gearless, variable speed Single blade adjustment	<b>Brake systems:</b>	- 3 independent pitch control systems with emergency power supply - Rotor brake - Rotor lock
<b>Rotor</b>		<b>Yaw system:</b>	Active via yaw gear, load-dependent damping
Type:	Upwind rotor with active pitch control	<b>Cut-out wind speed:</b>	28-34 m/s (with ENERCON storm control*)
Rotational direction:	Clockwise	<b>Remote monitoring:</b>	ENERCON SCADA
No. of blades:	3		
Swept area:	876 m <sup>2</sup>		
Blade material:	GRP (epoxy resin); Built-in lightning protection		
Rotational speed:	Variable, 18-45 rpm		
Pitch control:	ENERCON single blade pitch system;		

Εικόνα 2.2 : Τεχνικά χαρακτηριστικά ανεμογεννήτριας Energon 33



Σχήμα 2.2 : Καμπύλη ισχύος ανεμογεννήτριας Energon 33

### 2.2.2 Φωτοβολταϊκά πλαίσια (Φ/Β)

Με τον γενικό όρο Φωτοβολταϊκά χαρακτηρίζονται οι διατάξεις μετατροπής της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Περιληπτικά πρόκειται για την απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από τα ηλεκτρόνια των ατόμων του Φ/Β στοιχείου και την απόδραση των ηλεκτρονίων αυτών από τις κανονικές τους θέσεις, με αποτέλεσμα την δημιουργία ρεύματος. Το ηλεκτρικό πεδίο που προϋπάρχει στο Φ/Β στοιχείο οδηγεί το ρεύμα στο φορτίο.

Τα Φ/Β πλαίσια αποτελούνται από τα ηλιακά στοιχεία (solarcell) που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός λεπτού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Τα Φ.Β στοιχεία ομαδοποιούνται κατάλληλα και συγκροτούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ή γεννήτριες (module) τυπικής ισχύος από 20W ως 300W. Οι Φ/Β γεννήτριες συνδέονται ηλεκτρολογικά μεταξύ τους και δημιουργούνται οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες (arrays).

Τα Φ/Β στοιχεία κρυσταλλικού πυριτίου αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής Φ/Β γεννητριών. Σε πολύ μικρότερη κλίμακα παράγονται Φ/Β γεννήτριες από τεχνολογίες λεπτών υμένων, όπως το άμορφο πυρίτιο (A-Si), το τελουριούχο κάδμιο (CdTe), Αρσενικούχου Γάλλιου (GaAs) και το δισελνιούχο ινδικό χαλκό με διάφορες προσμίξεις (CIGS).



Εικόνα 2.3 : φωτοβολταϊκή συστοιχία

Τα Φ/Β στοιχεία πυριτίου χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τα μονοκρυσταλλικά, τα πολυκρυσταλλικά και τα άμορφα. Ο βαθμός απόδοσης διαφέρει και έχει σχέση με την επεξεργασία του πυριτίου για την κατασκευή του Φ/Β στοιχείου. Τα μονοκρυσταλλικά κύτταρα έχουν βαθμό απόδοσης της τάξης του 15-18%. Τα πολυκρυσταλλικά κύτταρα έχουν βαθμό απόδοσης που δεν ξεπερνά το 13-15% και του άμορφου πυριτίου που η απόδοσή τους περιορίζεται στο 5-8%.

Στις περισσότερες διατάξεις οι βασικές μονάδες στερεώνονται σ' ένα σταθερό κεκλιμένο επίπεδο με την πρόσοψη προς τον ισημερινό. Αυτό έχει το πλεονέκτημα της απλότητας, δηλαδή κανένα κινούμενο τμήμα και χαμηλό κόστος. Ακόμη υπάρχει η διάταξη πάνω σε ένα άξονα και η διάταξη σε δύο άξονες. Η ηλιακή ενέργεια που συλλέγεται από την στήριξη των Φ/Β πλαισίων σε δύο άξονες παρακολούθησης του ηλίου μπορεί να φτάσει και στο 40% περισσότερη από αυτή της σταθερής κλίσης. Το κόστος είναι μεγαλύτερο στις τελευταίες περιπτώσεις λόγω της πολυπλοκότητας της κατασκευής.

Τα φωτοβολταϊκά πλαίσια που επιλέχθηκαν είναι τα μονοκρυσταλλικά πυριτίου με ένα άξονα περιστροφής που έχει να κάνει με την κλίση του συλλέκτη ως προς τον Νότο. Η αλλαγή της κλίσης θα γίνεται δύο φορές τον χρόνο, μία για τους θερινούς μήνες και μία για τους χειμερινούς μήνες. Κριτήριο για την επιλογή της διάταξης και του είδους του Φ/Β είναι η απόδοση του συστήματος. Θα χρησιμοποιηθούν πάνελ των 200Wr με διαστάσεις 1580 x 808 x 40mm

## **2.3 Μονάδες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας**

### **2.3.1 Οι τεχνολογίες αποθήκευσης ηλεκτρικής ενέργειας**

Η μεταβλητότητα των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την μη πλήρη κάλυψη της ζήτησης του φορτίου από την παραγωγή. Αυτό μπορεί να σημαίνει ότι οι γεννήτριες δε θα είναι σε θέση να ανταπεξέλθουν σε μια απότομη αύξηση της ζήτησης ή ότι οι γεννήτριες δεν μπορούν να παράγουν ηλεκτρική ενέργεια λόγω καιρικών συνθηκών, όπως για παράδειγμα να έχει συννεφιά και να μην μπορεί η Φ/Β γεννήτρια να ανταπεξέλθει στις ανάγκες του συστήματος, ή να έχει νηνεμία και να μην μπορούν να ανταπεξέλθουν στην ζήτηση του συστήματος οι ανεμογεννήτριες.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος αποθήκευσης ενέργειας είναι τα ηλεκτροχημικά συστήματα με εσωτερική αποθήκευση (μπαταρίες). Άλλες μέθοδοι αποθήκευσης ενέργειας όπως είναι τα ηλεκτροχημικά συστήματα με εξωτερική αποθήκευση (συστήματα υδρογόνου, κυψέλες καυσίμου), μηχανικά συστήματα (σφόνδυλοι, πεπιεσμένος αέρας, άντληση νερού) ή και ηλεκτρικά συστήματα (πυκνωτές). Ιδιαίτερα ενδιαφέρουσα επιλογή για την χώρα μας είναι τα «αντλητικά υδροηλεκτρικά» συστήματα.

### **2.3.2 Τύποι συσσωρευτών**

Τα υλικά του κράματος στο πλέγμα των πλακών κατηγοριοποιούν τους συσσωρευτές μόλυβδου και νικελίου σε υποκατηγορίες. Αυτοί οι συνδυασμοί, μαζί με άλλα κατασκευαστικά χαρακτηριστικά των συσσωρευτών, καθορίζουν τις ιδιαιτερότητες των επιδόσεών τους και τις εφαρμογές για τις οποίες είναι καταλληλότεροι. Γνωστοί και ευρέως χρησιμοποιούμενοι συσσωρευτές είναι:

- α) Μπαταρίες Μόλυβδου Οξέος
- β) Μπαταρίες Νικελίου Καδμίου
- γ) Μπαταρίες Νικελίου Ψευδαργύρου
- δ) Μπαταρίες Νατρίου Θείου
- ε) Μπαταρίες Τεχνολογίας Λιθίου
- στ) Μπαταρίες Ροής

Για το σύστημά μας θα χρησιμοποιηθούν μπαταρίες Μόλυβδου- Οξέος κλειστού τύπου 2V (κλειστού τύπου GEL). Η διάρκεια ζωής τους για βάθος εκφόρτισης 50% είναι περίπου 3500 κύκλους, ενώ φτάνουν τους 5000 κύκλους όταν εκφορτίζονται 45%. Η επιλογή έγινε με κριτήριο την διάρκεια ζωής των μπαταριών στο χρόνο. Ο συγκεκριμένος τύπος έχει τους περισσότερους κύκλους ζωής σε σχέση

με τους υπόλοιπους και μεγάλο βάθος εκφόρτισης. Επιπλέον, δε χρειάζονται συντήρηση.

Πίνακας 2.1 : 2OPzV 2V cells

Τύπος	Θετική πλάκα	Χωρητικότητα (Ah) C <sub>10</sub> V/Cell (1.80 Vpc στους 20°C)	Μέγιστες διαστάσεις στοιχείου (mm)					Βάρος (kg)	Ρεύμα βραχυκύκλωσης (A)
	Μέγεθος (Ah)		a	b	h1	h2	e		
4 OPzV 200	50	224	103	206	355	382	-	20	2300
5 OPzV 250		280	124	206	355	382	-	24	2860
6 OPzV 300		336	145	206	355	378	-	28	3380
5 OPzV 350	70	405	124	206	471	498	-	31	3380
6 OPzV 420		486	145	206	471	498	-	37	3980
7 OPzV 490		567	166	206	471	498	-	42	4520
6 OPzV 600	100	690	145	206	646	673	-	50	4360
8 OPzV 800		920	191	210	646	673	80	68	5980
10 OPzV 1000		1150	233	210	646	673	110	82	7380
12 OPzV 1200		1380	275	210	646	673	140	97	8640
12 OPzV 1500	125	1620	275	210	797	824	140	120	9440
16 OPzV 2000		2160	399	214	772	799	2 x 110	165	12680
20 OPzV 2500		2700	487	212	772	799	3 x 110	200	16240
24 OPzV 3000		3240	576	212	772	799	3 x 140	240	18460

## 2.4 Περιφερειακές τεχνολογίες- συνιστώσες του υβριδικού

Για την εύρυθμη λειτουργία του αυτόνομου συστήματος, χρειάζονται οι τεχνολογίες εκείνες που θα βοηθήσουν, ώστε το σύστημα να λειτουργήσει ομαλά.

### 2.4.1 Ρυθμιστής φόρτισης

Ο ρυθμιστής φόρτισης είναι μια συσκευή με ηλεκτρονικές διατάξεις, η οποία φροντίζει, ώστε η φόρτιση των συσσωρευτών να γίνεται σωστά. Σε περίπτωση που ο συσσωρευτής έχει φτάσει στη μέγιστη κατάσταση φόρτισης, τότε ο ρυθμιστής διακόπτει την διαδικασία της φόρτισης, ώστε να αποφευχθούν οι υπερτάσεις στον συσσωρευτή που μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση των ορίων φόρτισής του (SOC -State of Charge). Ταυτόχρονα, στη διαδικασία εκφόρτισης του συσσωρευτή, ο ρυθμιστής ελέγχει, ώστε να αποφευχθούν οι συνέπειες της υπερεκφόρτισης.

Ουσιαστικά οι βασικές λειτουργίες ενός ρυθμιστή φόρτισης είναι η βέλτιστη



φόρτιση των μπαταριών και η προστασία από υπερφόρτιση, η πρόληψη της ,εκτός ορίων, εκφόρτισης και οι γενικές πληροφορίες σχετικά με την κατάσταση φόρτισης των μπαταριών (SOC).

Μια μονάδα ελέγχου φόρτισης-εκφόρτισης, περιλαμβάνει το σύνολο των ολοκληρωμένων συστημάτων είτε τους μικροελεγκτές, που ελέγχουν ηλεκτρικούς διακόπτες, είτε τους ηλεκτρομηχανικούς (ρελέ), είτε ηλεκτρονικούς ισχύος. Σε κάθε περίπτωση, στο κύκλωμα παρεμβάλλεται μια δίοδος, για την προστασία του συστήματος από πιθανή εκφόρτιση, μέσω της διάταξης ή του υπόλοιπου συστήματος. Η επιλογή του κατάλληλου ρυθμιστή φόρτισης γίνεται με κριτήριο την ονομαστική του ισχύ , καθώς πρέπει να είναι μεγαλύτερη από την συνολική μέγιστη ισχύ των γεννητριών που έχουμε επιλέξει. Ακόμη, η μέγιστη τάση που δέχεται ο ρυθμιστής από την DC πλευρά οφείλει να είναι μεγαλύτερη από την μέγιστη τάση που επιβάλλεται στις γεννήτριες.

#### **2.4.2 Αυτόνομος μετατροπέας (inverter)**

Ο αυτόνομος μετατροπέας είναι μια συσκευή με ηλεκτρονικές διατάξεις, ο οποίος δέχεται στην είσοδό του συνεχή τάση και παράγει στη έξοδό του σταθερή ηλεκτρική τάση 230V και συχνότητας 50Hz.

Ορισμένες από τις βασικές λειτουργίες ενός μετατροπέα είναι η κατά το δυνατόν καλύτερη απόδοση μετατροπής ακόμη και όχι κάτω από πλήρες φορτίο, η υψηλή ικανότητα υπερφόρτωσης στην έναρξη , η ανοχή απέναντι στις διακυμάνσεις της τάσης της μπαταρίας, η προστασία από βραχυκυκλώματα, καθώς και από υπερτάσεις.

Η επιλογή του αυτόνομου μετατροπέα, γίνεται με ορισμένα σημαντικά τεχνικά χαρακτηριστικά. Από την είσοδό DC (συσσωρευτή) εξετάζουμε την ονομαστική τάση του συσσωρευτή, το μέγιστο ρεύμα φόρτισης του συσσωρευτή (όταν λειτουργούν σαν φορτιστές), καθώς και το εύρος τιμών της τάσης. Από την είσοδο AC (γεννήτρια) δίνουμε προσοχή τόσο στην τάση και τη συχνότητα εισόδου (230V, 50Hz), όσο και στο εύρος τιμών τους. Τέλος, από την έξοδο AC (καταναλωτής) μας ενδιαφέρει η ονομαστική τάση και συχνότητα AC (230V, 50Hz), το εύρος τιμών τους, η συνεχής ισχύς AC (είναι η ισχύς με την οποία μπορούν να καλύψουν ένα φορτίο συνεχώς) και η ισχύς υπερφόρτισης (είναι η ισχύς που μπορούν να δώσουν για μικρά χρονικά διαστήματα και απαιτείται για την εκκίνηση των ηλεκτρικών συσκευών).

#### **2.5 Μονάδες εφεδρείας**

Η μονάδα εφεδρείας για το συγκεκριμένο σύστημα θα είναι ένα ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος, δηλαδή μια κοινή ντιζελογεννήτρια, η οποία θα λειτουργεί με συμβατικό καύσιμο diesel και παράγει ηλεκτρική ενέργεια. Η ενσωμάτωση ενός H/Z στο υβριδικό σύστημα λειτουργεί συμπληρωματικά σε

καταστάσεις υστέρησης του υπόλοιπου συστήματος. Η συμμετοχή του Η/Ζ επιδιώκεται να περιοριστεί σε χαμηλά επίπεδα λόγω μόλυνσης του περιβάλλοντος από τα εκπεμπόμενα καυσαέρια και λόγω της υψηλής τιμής του καυσίμου.

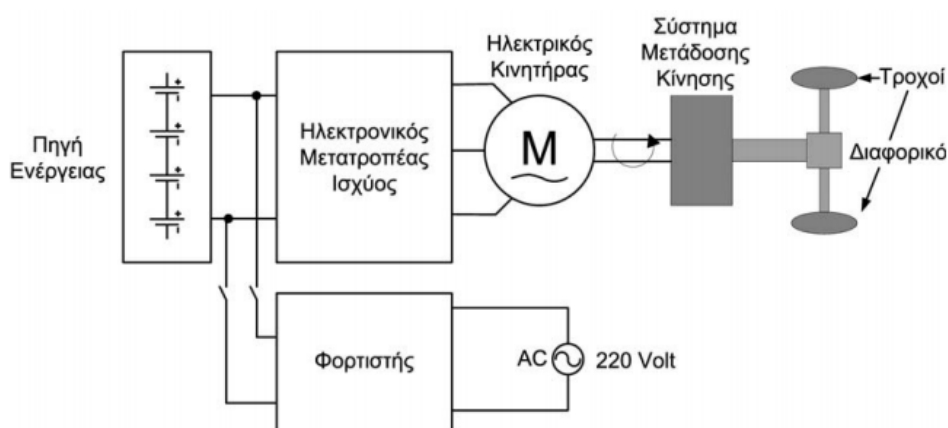
## 2.6 Ηλεκτρικό αυτοκίνητο

### 2.6.1 Περιγραφή ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Το Ηλεκτρικό Αυτοκίνητο (ΗΑ) χρησιμοποιεί την ηλεκτρική ενέργεια που αποθηκεύεται σε επαναφορτιζόμενες συστοιχίες συσσωρευτών. Τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς κινητήρες αντί των μηχανών εσωτερικής καύσης (ΜΕΚ). Υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες ηλεκτροκίνητων οχημάτων σε σχέση με τις εκπομπές ρύπων:

- α) τα οχήματα μηδενικών ρύπων (αμιγώς ηλεκτροκίνητα οχήματα) και
- β) τα οχήματα χαμηλών ρύπων στα οποία ανήκουν τα υβριδικά οχήματα.

Το κύριο στοιχείο που διαφοροποιεί τα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα από τα υβριδικά είναι η απουσία βενζινοκινητήρα. Για το χωριό των Μυτιληνίων έγινε επιλογή των ηλεκτρικών αυτοκινήτων χωρίς βενζινοκινητήρα. Η επιλογή έγινε με δεδομένο ότι θα υπάρχει ηλεκτρική ενέργεια που θα παράγεται από ανανεώσιμες πηγές.



Εικόνα 2.4 : Διάγραμμα ηλεκτρικού αυτοκινήτου

Η ενέργεια στα αμιγώς ηλεκτρικά οχήματα προέρχεται από καθαρά ηλεκτρική πηγή και η κίνηση του οχήματος βασίζεται αποκλειστικά σε έναν ή περισσότερους ηλεκτρικούς κινητήρες. Στο παραπάνω σχήμα δίνεται ένα χονδρικό διάγραμμα των τμημάτων που συνήθως αποτελούν ένα ηλεκτρικό όχημα, τα οποία

είναι η πηγή ενέργειας( ή μονάδα αποθήκευσης ενέργειας με φορτιστή), ο ηλεκτρονικός μετατροπέας ισχύος, ο ηλεκτρικός κινητήρας, το σύστημα μετάδοσης κίνησης, το διαφορικό και οι τροχοί του οχήματος.

Η «Πηγή Ηλεκτρικής Ενέργειας» στο παραπάνω σχήμα είναι το τμήμα που τροφοδοτεί με ενέργεια το υπόλοιπο σύστημα. Το τμήμα αυτό λειτουργεί είτε ως πηγή, είτε ως αποθήκη ηλεκτρικής ενέργειας, είτε ως συνδυασμός και των δύο. Για την αποθήκευση ενέργειας χρησιμοποιούνται συσσωρευτές.

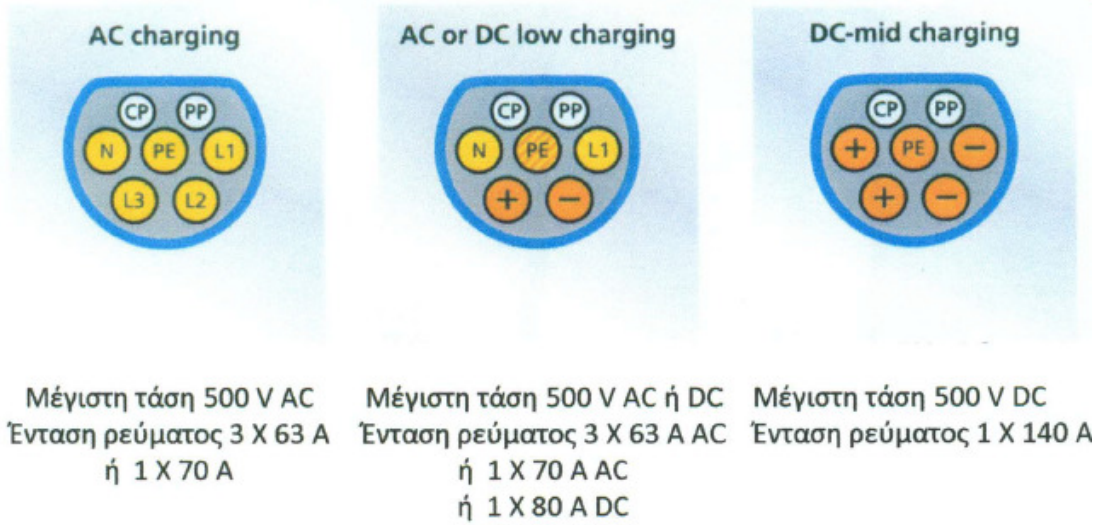
### **2.6.2 Τρόπος φόρτισης συσσωρευτών αυτοκινήτου**

Η φόρτιση θα γίνεται σε σταθμούς παρκαρίσματος, όπου το όχημα θα φορτίζεται ενόσω είναι σταθμευμένο. Οι προδιαγραφές των συσκευών φόρτισης για την περίπτωση αυτή προβλέπουν μονοφασική και τριφασική τροφοδοσία, ενώ ο φορτιστής θα βρίσκεται εκτός οχήματος [offboard] . Μέσα στις δυνατότητες της διάταξης φόρτισης παρκαρίσματος περιέχεται και η λειτουργία «ταχυφόρτισης». Πρόκειται για την περίπτωση που η πλήρης φόρτιση των συσσωρευτών γίνεται με μεγάλο ρεύμα [ $>100\text{ A}$ ] ρεύμα και διαρκεί λιγότερο [περίπου 20 λεπτά]. Ο τρόπος αυτός συνιστάται κυρίως για περιπτώσεις εκτάκτου ανάγκης, λόγω της μεγάλης καταπόνησης των συσσωρευτών.

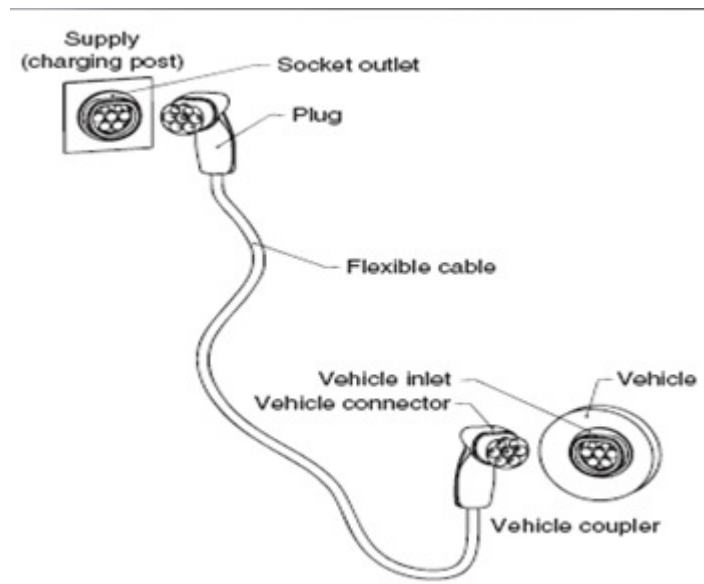


*Εικόνα 2.5 : Το ενιαίο ευρωπαϊκό βύσμα για πρίζες τύπου 2 (IEC 62196-2)*

## ΑΚΡΟΣΥΝΔΕΣΜΟΣ IEC 62196-2



Εικόνα 2.6 : τρόποι φόρτισης ηλεκτρικών αυτοκινήτων( ακροσύνδεσμος)



Εικόνα 2.7 : Τυπικός εξοπλισμός φόρτισης

## Κεφάλαιο 3

### Παρουσίαση τεχνολογιών για την βιομάζα που είναι κατάλληλες για τους Μυτιληνιούς

#### 3.1 Συλλογή και μεταφορά ελαιοκλαδεμάτων

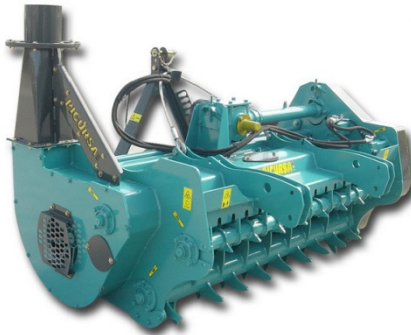
Η συλλογή και η μεταφορά των κλαδεμάτων από τα ελαιόδεντρα θα γίνει με τρόπο προσιτό στα γεωμορφολογικά δεδομένα της περιοχής, στην οποία θα γίνει η διαδικασία, αλλά και γενικότερα του νησιού της Σάμου.

Η συλλογή των κλαδεμάτων θα γίνεται από τον τόπο (χωράφια) που κλαδεύονται τα δέντρα. Θα είναι σε στοίβες από τους ελαιοπαραγωγούς. Κατά την συλλογή τους θα γίνεται η επεξεργασία κατά ένα μέρος των κλαδεμάτων, έτσι ώστε να εξοικονομηθεί χώρος στο φορτηγό που θα τα μεταφέρει, αλλά και καύσιμο για τη μεταφορά. Κατά την συλλογή τα κλαδέματα θα θρυμματίζονται με κατάλληλο μηχάνημα (καταστροφέα) και η θρυμματισμένη βιομάζα θα φορτώνεται σε καρότσα ρυμουλκούμενη από τρακτέρ. Στις παρακάτω εικόνες παρουσιάζονται τα μηχανήματα.

Πιο αναλυτικά, ο θρυμματιστής είναι μια μηχανή, ειδικά κατασκευασμένη, για να μετατρέπει το συμπαγές ξύλο σε θρυμματισμένο και μπορεί να είναι είτε σταθερός είτε να τοποθετηθεί σε φορέα, σε ρυμουλκούμενο, σε φορτηγό ή προσδεμένος στο πίσω ή μπροστινό μέρος γεωργικού ελκυστήρα. Μπορεί να είναι εξοπλισμένος με δικό του κινητήρα ή να ενεργοποιείται από την ισχύ της μηχανής ενός ελκυστήρα, μέσω συστήματος μετάδοσης κίνησης. Αυτός που θα χρησιμοποιηθεί στο συγκεκριμένο σύστημα θα ενεργοποιείται από την ισχύ της μηχανής τρακτέρ, μέσω συστήματος μετάδοσης κίνησης. Μετά το γέμισμα της καρότσας που ρυμουλκείται από το τρακτέρ θα γίνεται φόρτωση του θρυμματισμένου υλικού σε φορτηγό όχημα σταθμευμένου εκτός του χωραφιού. Αυτό θα γίνεται με τη βοήθεια μηχανικών φορτωτών στο φορτηγό όχημα. Το φορτηγό όχημα θα είναι μεσαίου μεγέθους και θα ρυμουλκεί καρότσα ανοιχτή. Η μέγιστη ικανότητα μεταφοράς θα είναι 20-25tn. Η διαδικασία αυτή είναι αναγκαία, εφόσον ο όγκος του φορτηγού δεν του επιτρέπει να μπει στο χωράφι, για να γίνει η απευθείας αποθήκευση.



Εικόνα 3.1: Συλλογή, θρυμματισμός και μεταφορά βιομάζας



Εικόνα3.2 : Θρυμματιστής κλαδεμάτων



Εικόνα 3.3 : Ρυμουλκούμενη ανατρεπόμενη καρότσα



Εικόνα3.4 : Φορητό με ανατρεπόμενη καρότσα



Εικόνα 3.5 : Τηλεσκοπικός φορτωτής

### 3.2 Ξήρανση

Η αναγκαιότητα για ξήρανση προκύπτει από το γεγονός ότι το ξύλο, ως βιολογικό προϊόν και ως «ζωντανό» υλικό στο δέντρο, περικλείει μεγάλες ποσότητες νερού. Η υγρασία των κλαδεμάτων αποτελεί περίπου το 35% του βάρους των κλαδεμάτων. Η υγρασία, στην περίπτωση της καύσης της βιομάζας, μειώνει την τελική ωφέλιμη ενέργεια και, συνεπώς, την απόδοση του ενεργειακού συστήματος, συμβάλλοντας, ταυτόχρονα, στην αυξημένη εκπομπή ρύπων. Με την υψηλή υγρασία στην βιομάζα δεν μπορεί να γίνει καύση αυτοτελής. Ένα όριο αυτογενούς καύσης είναι περίπου 67% κ.β. υγρασία. Η μέση περιεκτικότητα σε υγρασία των κλαδεμάτων ελιάς είναι 30-40%. Όσο μικρότερο είναι το ποσοστό υγρασίας, τόσο καλύτερη καύση γίνεται. Επομένως, η ξήρανση κρίνεται απαραίτητη.

Το νερό αρχίζει να αποβάλλεται από την μάζα του ξύλου από την ώρα που θα ξεκινήσει η υλοτόμηση. Η διαδικασία αυτή διαρκεί πολύ καιρό. Οι βασικοί παράγοντες για την ξήρανση στο ξύλο είναι: η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η κίνηση του αέρα που περιβάλλοντος. Η βασική διάκριση μεταξύ των μεθόδων ξήρανσης είναι αυτή μεταξύ φυσικής και τεχνητής ξήρανσης. Στην περίπτωση της φυσικής γίνεται εκμετάλλευση της θερμοκρασίας, της σχετικής υγρασίας και της κίνησης του αέρα του περιβάλλοντος. Η φυσική ξήρανση είναι η παλαιότερη και απλούστερη μέθοδος που παραμένει πάντα σε ευρεία χρήση, ειδικά σε χώρες με θερμό-ξηρό κλίμα. Η τεχνητή πραγματοποιείται σε ελεγχόμενες συνθήκες σε κλειστούς θαλάμους, ανάλογα με την ακριβή μέθοδο που ακολουθείται, με αποτέλεσμα η ξήρανση να είναι ταχύτερη και ποιοτικά ελεγχόμενη. Η επιλογή για την αποθήκευση και ξήρανση των θρυμματισμένων κλαδεμάτων είναι τεχνίτη εφόσον το τελικό προϊόν καύσης θα είναι το Pellet που απαιτεί η ξήρανση να είναι ποιοτικά ελεγχόμενη.

### 3.3 Ζύγιση

Στον τόπο της ξήρανσης θα υπάρχει γεφυροπλάστιγγα, στην οποία θα γίνεται η ζύγιση των θρυμματισμένων κλαδεμάτων προτού γίνει το ξεφόρτωμα τους. Η γεφυροπλάστιγγα είναι ηλεκτρονική και αντέχει τα φορτία των θρυμματισμένων κλαδεμάτων.



Εικόνα 3.6 : Γεφυροπλάστιγγα

### 3.4 Pellet ως βιοκαύσιμο

Μετά την διαδικασία ξήρανσης των θρυμματισμένων κλαδεμάτων θα γίνεται η διαδικασία πελλετοποίησης τους. Δηλαδή θα γίνει επεξεργασία και συμπύκνωση των θρυμματισμένων κλαδεμάτων, ώστε να γίνουν πιο εύκολα στη χρήση τους. Η αύξηση της πυκνότητας της βιομάζας είναι μια νέα διαδικασία, κατά τη οποία με τη χρήση υψηλών πιέσεων συμπιέζεται η βιομάζα σε μικρά συσσωματώματα, κοινώς Pellet.

Το σχηματιζόμενο προϊόν χαρακτηρίζεται από υψηλή συνοχή, χαμηλό ποσοστό υγρασίας (λιγότερο από 10%) και μεγάλη πυκνότητα (>650kg/m<sup>3</sup>), γεγονός που επιτρέπει την καύση του και την υψηλή θερμαντική του απόδοση, θερμική ενέργεια **1 kg Pellets = 0.5 lit Πετρ.** Η θερμιδική απόδοση των Pellet ανέρχεται στα 4200 kcal/kg. Λόγω της κυλινδρικής φόρμας, της στιλπνής επιφάνειας και του μικρού μεγέθους, τα πέλλετ συμπεριφέρονται όπως ένα υγρό, διευκολύνοντας τη μεταφορά τους και την αυτόματη τροφοδοσία του λέβητα ή της σόμπας pellet.

Η τροφοδοσία της εγκατάστασης μπορεί να γίνει είτε με συσκευασίες σάκων 15 Κιλών, είτε με μεγάλες συσκευασίες 500-1000 kg. Η υψηλή ενεργειακή πυκνότητα και η ευκολία της χρήσης καθιστούν αυτό το φυτικό και περιβαλλοντικά ασφαλές καύσιμο ενδεικνυόμενο για χρήση σε κάθε μεγέθους αυτόματα συστήματα θέρμανσης.



*Εικόνα 3.7 Pellet*



## 3.5 Καύση βιομάζας

### 3.5.1. Γενικά

Η άμεση καύση της βιομάζας για παραγωγή θερμότητας είναι ο απλούστερος τρόπος για την ενεργειακή αξιοποίησή της. Για την επίτευξη καλύτερων βαθμών απόδοσης στη καύση είναι επιθυμητό η περιεκτικότητα της βιομάζας σε υγρασία να είναι χαμηλή, συνήθως κάτω του 20%. Πολλές φορές απαιτείται τεμαχισμός της βιομάζας σε μικρά κομμάτια για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες συσκευές και φούρνους για καύση. Για την παραγωγή ατμού η βιομάζα καίγεται σε κατάλληλους καυστήρες και βραστήρες με ειδικούς εναλλάκτες θερμότητας.

Ακόμη, η βιομάζα παρουσιάζει υψηλή περιεκτικότητα σε πτητικά(>70%), σε αντίθεση με τους γαιάνθρακες (<40%). Το σημαντικό ποσοστό πτητικών δημιουργεί την ανάγκη παροχής δευτερεύοντα αέρα, επάνω από την εστία καύσης, στις μονάδες καύσης βιομάζας. Οι περισσότερες μορφές βιομάζας συνίστανται από τρεις σύνθετες χημικές ενώσεις, οι οποίες είναι: κυτταρίνες, ημικυτταρίνες και λιγνίτες. Περιέχουν ,επιπρόσθετα, νερό, μικρές ποσότητες ρητινών και άλατα. Η τυπική σύνθεση της βιομάζας είναι:

- α) 50% άνθρακας
- β) 43% οξυγόνο
- γ) 6% υδρογόνο

Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος καύσης της βιομάζας πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η φωτιά απαιτεί τρεις παράγοντες, για να αρχίσει και να συνεχίσει να υπάρχει, δηλαδή καύσιμο, οξυγόνο και θερμότητα. Ο έλεγχος της φωτιάς γίνεται με τον έλεγχο των τριών αυτών παραγόντων. Η θερμότητα που παράγεται κατά τη καύση της βιομάζας διαδίδεται με τρεις τρόπους και μηχανισμούς ( με αγωγιμότητα, με ακτινοβολία και με μεταφορά ).

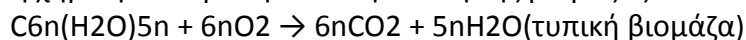
Η καύση του ξύλου έχει τα εξής χαρακτηριστικά :

1. Το ξύλο καίγεται σε δύο φάσεις. Καταρχάς παράγονται πτητικά αέρια που καίγονται, δημιουργώντας το κάρβουνο που καίγεται στη συνέχεια.
2. Οξυγόνο θα πρέπει να μεταφερθεί από το περιβάλλον στη ζώνη καύσης.
3. Το μέγεθος, η πυκνότητα και η τοποθέτηση του ξύλου στην εστία της φωτιάς επηρεάζουν τη ταχύτητα και την πληρότητα της καύσης.

Οι απώλειες θερμότητας προς το περιβάλλον μπορούν να ελαχιστοποιηθούν κατά τη καύση της βιομάζας, εφόσον η εστία καύσης περικλείεται σε κάποια τοιχώματα. Έτσι ελαχιστοποιούνται οι απώλειες θερμότητας με μεταφορά. Ταυτόχρονα τα τοιχώματα θα πρέπει να απορροφούν την ακτινοβολούμενη θερμότητα, μέρος της οποίας θα πρέπει να ακτινοβολούν πάλι.

Η θερμότητα που χάνεται με τα αέρια καύσης μπορεί να ανακτηθεί σε σημαντικό βαθμό, εφόσον χρησιμοποιηθεί κατάλληλος εναλλάκτης θερμότητας.

Η τυπική χημική αντίδραση κατά τη καύση της βιομάζας είναι :



Οι θερμοκρασίες που επιτυγχάνονται κατά την καύση της βιομάζας κυμαίνονται στους 1000-1500°C.

### 3.5.2 Καυστήρας

Παραγόμενος από χυτοσίδηρο ή μαντέμι αποτελείται από ένα σωλήνα και το σημείο καύσης. Με κυλινδρική διαμόρφωση προσεκτικά μελετημένη, υποδέχεται την καύσιμη ύλη που έρχεται από τον αγωγό ροής και καίγεται, αποδίδοντας τις μέγιστες θερμίδες, όταν έρχεται σε επαφή με την φλόγα στον θάλαμο καύσης.



Εικόνα 3.8: Καυστήρας πέλλετ

### 3.5.3 Λέβητας βιομάζας

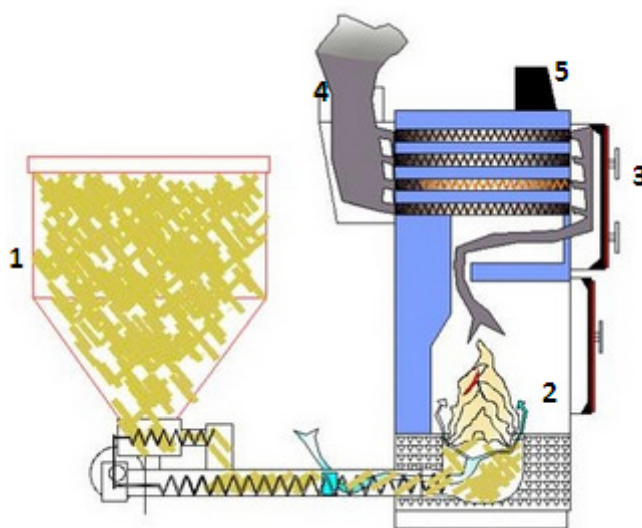
Οι λέβητες πολλαπλών επιλογών καυσίμου είναι μία σοβαρή εναλλακτική λύση στους συμβατικούς λέβητες, οι οποίοι χρησιμοποιούν είτε αέρια (προπάνιο, φυσικό αέριο), είτε υγρά καύσιμα (πετρέλαιο). Οι λέβητες πολλαπλών καυσίμων έχουν χαμηλό κόστος χρήσης λόγω της τροφοδοσίας τους με φτηνά καύσιμα (pellet, πυρηνόξυλο, θρυμματισμένο ξύλο).



Εικόνα 3.9: Λέβητας πολλαπλών καυσίμων

### 3.5.3.1. Λειτουργία λέβητα Πέλλετ

Το καύσιμο υλικό είναι αποθηκευμένο σε μία δεξαμενή και οδηγείται με αυτόματο τρόπο στον χώρο καύσης. Ένας κοχλίας προωθεί με ανάλογα επιλεγμένη ταχύτητα την ποσότητα που χρειάζεται για την επίτευξη της θερμοκρασίας που απαιτείται. Η φλόγα που δημιουργείται θερμαίνει την ποσότητα νερού που κυκλοφορεί μέσα στα υδατοστεγή διαμερίσματα του σώματος του λέβητα. Παράλληλα, ο καπνός απάγεται οδηγούμενος διαμέσου μιας διαδρομής που τον υποχρεώνει, γυρνώντας τρεις φορές μέσα στην κατασκευή, να αφήσει όλες τις θερμίδες στο νερό.



Εικόνα 3.10 απεικόνιση καύση βιομάζας

#### 1. Η

#### Δεξαμενή

Ο χώρος τοποθέτησης των Pellet (Δεξαμενή-tank) κάποιες φορές είναι μέρος του λέβητα, ενώ άλλες πάλι είναι απλώς συνδεδεμένος με τον υπόλοιπο λέβητα μέσω κάποιου σωλήνα ή κοχλίας. Τα Pellet από την δεξαμενή, με τη βοήθεια κάποιου μέσου προώθησης (κοχλίας, αστεροειδής βαλβίδα κα), προωθούνται στο χώρο καύσης.

#### 2. Ο

#### Χώρος

#### Καύσης

Τα Pellet μεταφέρονται στο χώρο αυτό από τη δεξαμενή πάντοτε, όμως, με τη χρήση διαδρομών ή μηχανισμών που εμποδίζουν την υποχώρηση της φωτιάς στον κύριο χώρο της δεξαμενής. Οι ασφαλιστικές δικλίδες αυτές είναι παρόμοιες στις διάφορες εταιρείες και περιλαμβάνουν βαλβίδες πυρόσβεσης, επικλινείς "διαδρόμους", από τους οποίους γίνεται η πτώση των pellet στο θάλαμο καύσης

κ.α. Ο χώρος καύσης διαφέρει σε σχεδιασμό, υλικά κατασκευής και μέγεθος ανάλογα με το εργοστάσιο παραγωγής και τη δυναμικότητα του **λέβητα πέλλετ**. Στον χώρο καύσης γίνεται το άναμμα, το οποίο, όταν είναι αυτόματο, γίνεται είτε με χρήση blower θερμού αέρα (ουσιαστικά ένα πιστολάκι υπέρθερμου αέρα), είτε με απλή ηλεκτρική αντίσταση και ακολούθως με τη βοήθεια αέρα που προωθείται από ανεμιστήρα συντηρείται και δυναμώνει η φλόγα στον θάλαμο καύσης.

### **3. Διάταξη ανταλλαγής θερμότητας**

Ο χώρος αυτός είναι ουσιαστικά η διαδρομή, από την οποία περνούν τα καυσαέρια κατευθυνόμενα προς την καμινάδα και ο οποίος περιλαμβάνει σωληνώσεις και σκαλοπάτια που περιέχουν το νερό του λέβητα. Η διαδρομή αυτή είναι λιγότερο ή περισσότερο πολύπλοκη ανάλογα με τον σχεδιασμό του λέβητα και είναι φτιαγμένη, ώστε να επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη δυνατή απορρόφηση της θερμότητας των καυσαερίων από το νερό. Το κατά πόσον η θερμότητα που παράγεται από την καύση των pellet μεταδίδεται στο νερό που περιέχουν τα τοιχώματα του λέβητα είναι αυτό που καθορίζει την απόδοση του λέβητα.

### **4. Καπνοδόχος**

Η καπνοδόχος είναι ένα από τα σημεία που, σε συνδυασμό με την ποιότητα των Pellet, βοηθούν τη σωστή λειτουργία του λέβητα και είναι κάτι που πρέπει να ελέγχεται σε όλες τις εγκαταστάσεις. Κάθε κατασκευαστής έχει συγκεκριμένες απαιτήσεις για την καμινάδα που πρέπει να τοποθετηθεί στον λέβητα. Είναι απαραίτητο να ακολουθούνται πιστά οι οδηγίες αυτές.

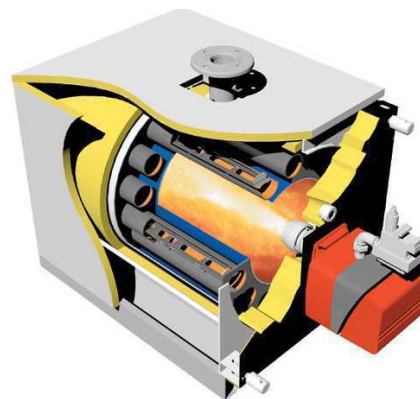
### **5. Κεντρική Μονάδα Ελέγχου (Υπολογιστής-PLC)**

Όλες οι λειτουργίες και τα μέρη του λέβητα pellet ελέγχονται και προγραμματίζονται από την Μονάδα Ελέγχου που υπάρχει επάνω του. Αυτή η μονάδα χρησιμοποιεί μία σειρά από αισθητήρες, ώστε να προσαρμόσει την καύση και τη λειτουργία του λέβητα ανάλογα με τη ζήτηση θερμότητας από την εγκατάσταση. Σε κάθε λέβητα, το πόσο εξελιγμένο ή όχι είναι το σύστημα ελέγχου αυτό, προσφέρει αντίστοιχα πολλές ή λίγες δυνατότητες, αλλά και μικρότερη ή περισσότερη οικονομία.

### 3.5.3.2 Διαφορές λέβητα βιομάζας(Πέλλετ) με λέβητα πετρελαίου



Εικόνα 3.11 : Λέβητας βιομάζας (Pellet)



Εικόνα 3.12 : Λειτουργία λέβητα πετρελαίου

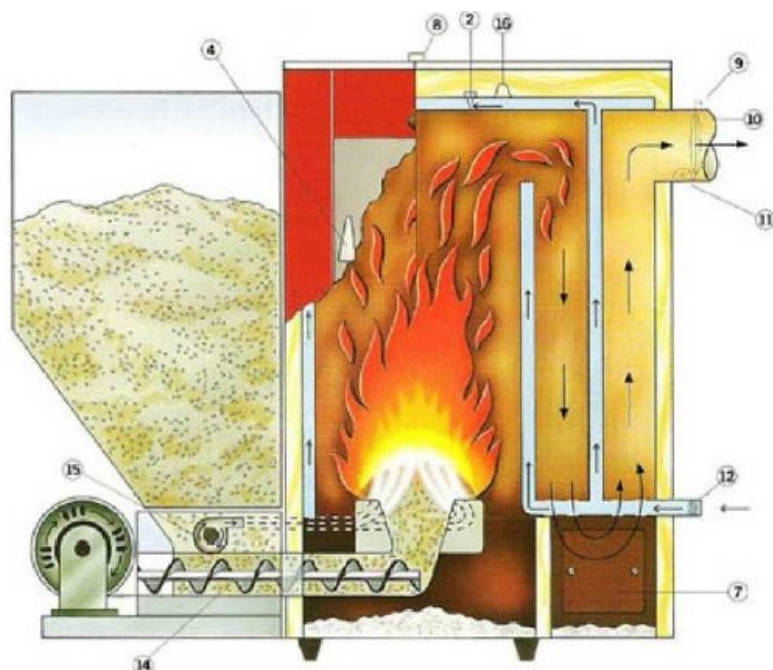
Όπως διαφαίνεται από τις ανωτέρω εικόνες, από τις τομές των λεβήτων καταλαβαίνουμε εύκολα ότι οι διαδρομές που υποχρεώνονται τα καυσαέρια να ακολουθήσουν, στις οποίες αφαιρείται η θερμότητα και μεταδίδεται στο νερό του κυκλώματος των καλοριφέρ, είναι διαφορετικές. Ο καθένας ανάλογα με τις διαδρομές του έχει και την καλύτερη απόδοση μετάδοσης της θερμότητας. Επομένως, ο βαθμός απόδοσης διαμορφώνεται διαφορετικά και λόγω των διαδρομών.

Οι λέβητες πετρελαίου αποτελούνται από διαδρομές, οι οποίες καθιστούν πολύ δύσκολο τον καθαρισμό της στάχτης που παράγουν τα πέλλετ, με αποτέλεσμα όσο περνάει ο καιρός, να μειώνεται ο βαθμός απόδοσης του λέβητα και γενικά να υπάρχει μια κακή λειτουργία του συστήματος θέρμανσης και ,σαφώς , αυξημένη κατανάλωση καυσίμου (πέλλετ).

Ο καθημερινός καθαρισμός των συγκεκριμένων λεβήτων, όταν χρησιμοποιούνται με καύση πέλλετ, σχετίζεται με την καλή λειτουργία, αλλά δεν αρκεί στο να έχουμε την καλύτερη δυνατή απόδοση και να μη καίμε μεγαλύτερη ποσότητα πέλλετ, από αυτή που θα καίγαμε με καυστήρα-λέβητα πέλλετ.

Άρα, η λύση που θα προταθεί για τα σπίτια στους Μυτιληνιούς είναι η αλλαγή καυστήρα-λέβητα πετρελαίου σε καυστήρα-λέβητα βιομάζας με βαθμό απόδοσης 85%.

### 3.5.3.3. Τεχνική περιγραφή λέβητα πυρηνόξυλου



Εικόνα 3.13 : Τρόπος λειτουργίας λέβητα πυρηνόξυλου

1. Πίνακας οργάνων **NS100** (συνοδεύει τον λέβητα).
2. Υποδοχή τοποθέτησης των αισθητήριων του πίνακα οργάνων **NS100** για τον έλεγχο του καυστήρα.
3. Υποδοχή 3/4" για τον θερμοστάτη του ντάμπερ αέρος που θα βιδώσουμε όταν θελήσουμε να τον λειτουργήσουμε μόνο σαν λέβητα ξύλου.
4. Χερούλι επάνω πόρτας.
5. Χερούλι κάτω πόρτας.
6. Πορτάκι ντάμπερ για τον έλεγχο του αέρα καύσεως.
7. Πόρτα για τον καθαρισμό της στάχτης.
8. Αναχώρηση ζεστού νερού προς τα σώματα.
9. Ντάμπερ ρύθμισης ελκυσμού καπνοδόχου.
10. Στόμιο καμινάδας.
11. Καπάκι για τον καθαρισμό της καμινάδας.
12. Επιστροφή νερού από τα σώματα.
13. Στόμιο για το άδειασμα του λέβητα 1/2".
14. Μαντεμένιος κοχλίας για την προώθηση του καύσιμου υλικού στον διαιρούμενο μαντεμένιο καυστήρα.
15. Είσοδος του αέρα καύσεως.
16. Σημείο ανάρτησης του λέβητα κάτω από το επάνω κάλυμμα της μόνωσης.
17. Οικολογικά - Μονωτικά υλικά - Υαλοσαλαμάστρα και υαλοβάμβακας - (παντελής απουσία αμιάντου).

### 3.5.3.4 Σόμπες Pellet

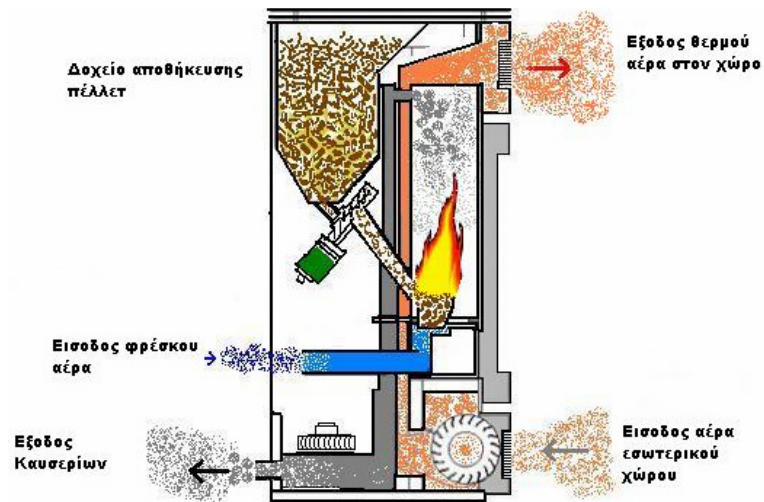
Εκτός από τους καυστήρες- λέβητες βιομάζας υπάρχουν και οι σόμπες βιομάζας, οι οποίες έχουν πολύ καλό βαθμό απόδοσης (πάνω από 80%) . Χρησιμοποιούνται συνήθως για ενιαίους χώρους.

Οι σόμπες πέλλετ χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες αναλόγως με τον τρόπο θέρμανσης του χώρου, στον οποίο εγκαθίστανται: υπάρχουν οι **αερόθερμες σόμπες πέλλετ**, οι οποίες καίνε αυτόματα το πέλλετ που έχουν στη δεξαμενή τους και ζεσταίνουν το χώρο μας εγχέοντας ζεστό αέρα, και οι **σόμπες πέλλετ καλοριφέρ ή νερού**, οι οποίες ενώνονται με το σύστημα θέρμανσης του σπιτιού και με τα σώματα καλοριφέρ.



Εικόνα 3.14 : Σόμπα πέλλετ

### 3.5.3.5 Λειτουργία σόμπας πέλλετ



Εικόνα 3.15 Σόμπα πέλλετ αερόθερμη



Εικόνα 3.16 : Σόμπα πέλλετ νερού

- 1) Εξαγωγή ζεστού νερού
- 2) Επιστροφή ζεστού νερού
- 3) Έξοδος καπνού
- 4) Διπλός εναλλάκτης



## Κεφάλαιο 4

### Διαστασιολόγηση του υβριδικού συστήματος

#### 4.1 Περιγραφή υβριδικού συστήματος

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει μελέτη και οικονομική ανάλυση για την βέλτιστη διαστασιολόγηση του αυτόνομου υβριδικού σταθμού για τους Μυτιληνιούς. Το αυτόνομο ενεργειακό σύστημα στο χωριό των Μυτιληνίων θα αποτελείται από ανεμογεννήτριες και 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 μέρες μηδενικής παραγωγής από τα φωτοβολταϊκά και τις ανεμογεννήτριες. Διαθέτει τους συσσωρευτές που είναι οι μονάδες αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας του ενεργειακού συστήματος, καθώς και το μετατροπέα (inverter) του συστήματος που είναι και φορτιστής συσσωρευτών από εφεδρική γεννήτρια και διαθέτει αυτόματο μεταγωγικό διακόπτη φορτίων (UPS). Έτσι, όταν λειτουργεί η γεννήτρια, αυτόματα τα φορτία τροφοδοτούνται από αυτήν και ταυτόχρονα φορτίζονται οι συσσωρευτές. Ανάλογα με τον τύπο της γεννήτριας υπάρχει η δυνατότητα αυτόματης εκκίνησης της.

#### Επιμέρους ανάλυση Υβριδικού συστήματος

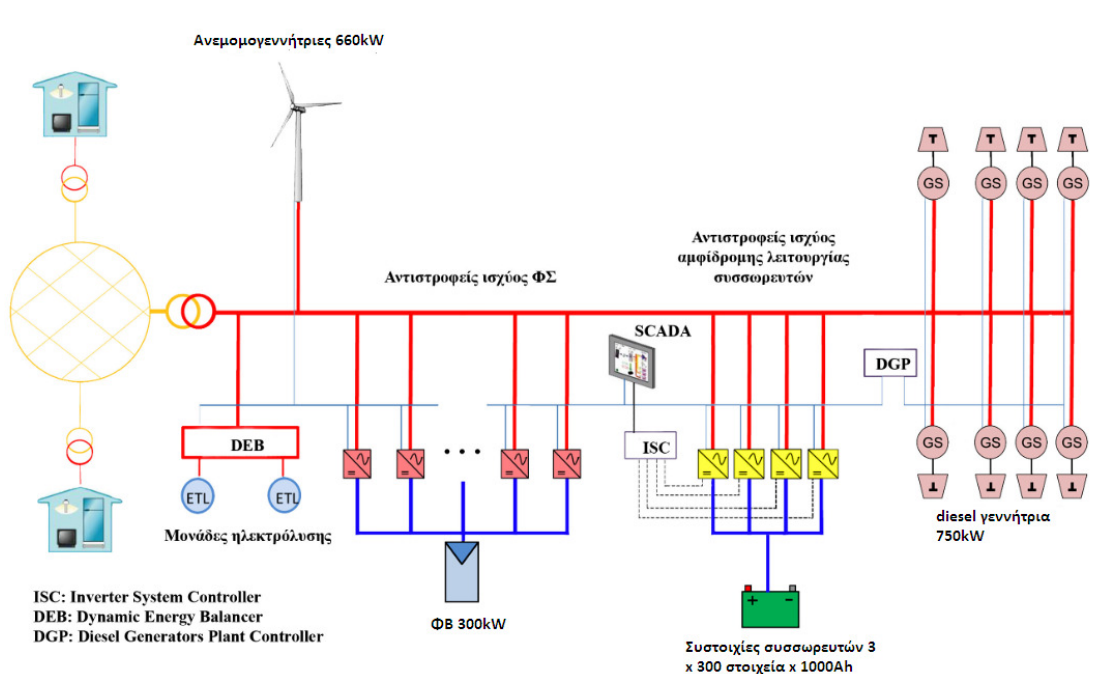
- Ανεμογεννήτριες
- Φωτοβολταϊκά πάνελ
- Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος (πετρελαιομηχανή)
- Ελεγκτής πετρελαιομηχανής
- Μπαταρίες
- Φορτιστές μπαταριών
- Μετασχηματιστές τάσης και AC-DC διορθωτές
- Ένας inverter DC-AC και δύο μετασχηματιστές τάσης

#### Συγκεκριμένα:

- Οι κύριες μονάδες παραγωγής ενέργειας είναι οι ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Το AC ρεύμα που παράγεται από τις ανεμογεννήτριες και DC από τα φωτοβολταϊκά αποκαθίσταται και μετασχηματίζεται, προκειμένου να αποθηκευτεί στις μπαταρίες του συστήματος στο μεγαλύτερο μέρος. Ένα μικρότερο μέρος από την ισχύ που παράγεται από τις μονάδες ΑΠΕ θα διεισδύει απευθείας στο δίκτυο του συστήματός μας. Το ποσοστό που θα διεισδύει είναι της τάξης των 30%.
- Η διαθέσιμη πετρελαιομηχανή τίθεται σε ενέργεια μόνο σε περίπτωση χαμηλού επιπέδου φόρτισης μπαταριών και μηδενικής παραγωγής ενέργειας από τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ή τις ανεμογεννήτριες.

- Το μεγαλύτερο μέρος της απαίτησης ισχύος ικανοποιείται από την αποθηκευμένη ενέργεια στις μπαταρίες, μέσω ενός inverter DC- AC και ενός μετασχηματιστή τάσης.
- Φορτία απορρίψεων

Ο υπολογισμός της απαιτούμενης ονομαστικής ισχύος των μονάδων παραγωγής και η ικανότητα των μπαταριών παρουσιάζονται στο επόμενο τμήμα.



Εικόνα 4.1: Τυπικό σχεδιάγραμμα αυτόνομου υβριδικού συστήματος

## 4.2 Περιγραφή Μεθόδου LCC

Με τη μέθοδο LCC γίνεται διερεύνηση της κατάλληλης σύνθεσης του υβριδικού συστήματος, που ελαχιστοποιεί το συνολικό κόστος οικοδόμησης, εγκατάστασης και λειτουργίας, στο χρόνο αναφοράς της ζωής του.

Η διαδικασία προσδιορισμού του κόστους αυτού αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία ως υπολογισμός του κόστους του κύκλου ζωής (Life Cycle Cost, L.C.C.) του συνολικού υβριδικού συστήματος.

Αναλυτικότερα, ο προσδιορισμός του LCC γίνεται με υπολογισμό του κόστους αρχικής επένδυσης και αναγωγή κάθε μελλοντικού κόστους αντικατάστασης, λειτουργίας και συντήρησης των συνιστωσών του συστήματος, σε κόστος παρούσας αξίας. Το συνολικό κόστος κύκλου ζωής του συστήματος, επομένως, είναι άθροισμα των παρακάτω παραμέτρων:

**α)** Του αρχικού κόστους του συνολικού συστήματος (Capital cost), αποτελούμενο από το κόστος αγοράς των συστημάτων ΑΠΕ ( $C_{RES}$ ), των συσσωρευτών ( $C_{Batt}$ ), των ηλεκτρονικών διατάξεων ( $C_{Electr}$ ), του μετατροπέα τάσεως ( $C_{Inv}$ ), του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους ( $C_{HZ}$ ), και του καλωδίου μεταφοράς της ενέργειας σε μακρινές αποστάσεις ( $C_{cable}$ ).

**β)** Του κόστους εγκατάστασης του συστήματος ( $C_{Inst}$ ).

**γ)** Του κόστους αντικατάστασης τμημάτων ( συσσωρευτών, Η/Ζ κ.α.), υπολογίζοντας το κόστος αυτό με αναγωγή του στο έτος μηδέν της επένδυσης, με βάση την έννοια του παράγοντα παρούσας αξίας ( PVF)

**δ)** Της παρούσας τιμής του κόστους συντήρησης και λειτουργίας του συστήματος ( $C_{Maint}$ ), που αφορά δαπάνες επαναλαμβανόμενες ετησίως. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του κόστους έχει και η παρούσα τιμή λειτουργίας του Η/Ζ ( $C_{Fuel}$ ).

**ε)** Της αξίας της επένδυσης μετά το τέλος της περιόδου ζωής της (S). Συνήθως είναι κατ' εκτίμηση ίσος με 10-20% του αρχικού κόστους της συνολικής επένδυσης. Στην παρούσα μελέτη το θέτουμε ίσο με το 15% του αρχικού κόστους της συνολικής επένδυσης.

$$L.C.C. = C_{RES} + C_{Inst} + C_{Maint} + C_{Batt} + C_{Inv} + C_{Electr} + C_{el.d} + C_{H/Z} + C_{Fuel} - S$$

Ως ελάχιστος κύκλος ζωής του συστήματος λαμβάνονται, συνήθως τα είκοσι έτη, που αποτελούν τον ελάχιστο χρόνο ζωής των Φ/Β πλαισίων, της πλέον μακρόβιας συνιστώσας του υβριδικού συστήματος. Σ' αυτό το χρονικό διάστημα, μερικά από τα υπόλοιπα τμήματα της εγκατάστασης π.χ. οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές θα πρέπει να αντικατασταθούν μερικές φορές.

### 4.3 Βήματα υπολογισμού της μεθόδου L.C.C.

Τα βήματα για την εφαρμογή της μεθόδου L.C.C. είναι τα παρακάτω:

- **Προσδιορισμός των ηλεκτρικών φορτίων**

Προσδιορίζονται τα φορτία κατανάλωσης, τα οποία θα πρέπει να καλύψει 100% το αυτόνομο υβριδικό σύστημα, που θα διαστασιολογηθεί.

- **Δυναμικό ΑΠΕ**

Προσδιορισμός του δυναμικού των πηγών ΑΠΕ, που συνιστούν το υβριδικό σύστημα, με βάση τα ηλιακά και ανεμολογικά δεδομένα του τόπου εγκατάστασης. Συγκεκριμένα, αξιοποιούνται τα υπάρχοντα της περιοχής για τον προσδιορισμό των μηνιαίων μέσων τιμών των συντελεστών ισχύος του Φ/Β και της Α/Γ

- **Υπολογισμός του κόστους του υβριδικού συστήματος στον κύκλο ζωής του**

Προσδιορίζεται για όλους τους δυνατούς συνδυασμούς των τιμών ονομαστικής ισχύος των πηγών ΑΠΕ, που συνθέτουν το σύστημα, λαμβάνοντας υπόψη την ενεργό συμμετοχή της συμβατικής πηγής Η/Ζ. Η σημασία αυτής της μεθόδου βασίζεται στο ότι ενδιαφέρεται να προσδιοριστεί εκείνη η σύνθεση του συνολικού ενεργειακού συστήματος, η οποία θα καλύπτει με τον πλέον οικονομικό τρόπο τις ενεργειακές ανάγκες της εφαρμογής.

## 4.4 Προσδιορισμός των ηλεκτρικών φορτίων

### 4.4.1 Ηλεκτρικά φορτία κτιρίων

Ο υπολογισμός των ηλεκτρικών φορτίων του οικισμού των Μυτιληνίων έγινε προσεγγιστικά, εφόσον η γραμμή που τον τροφοδοτεί με ηλεκτρική ενέργεια, τροφοδοτεί και άλλες τέσσερις περιοχές. Η προσέγγιση έγινε με τον παρακάτω τρόπο.

- Αρχικά, χρειάστηκε το φορτίο της γραμμής, που τροφοδοτεί και τις πέντε περιοχές. Στον ακόλουθο πίνακα αναγράφονται τα φορτία αναχωρήσεων ανά μήνα.

Πίνακας 4.1 : Ηλ .ισχύς αναχωρήσεων για την ευρύτερη περιοχή

Μήνας	P210 ισχύς αναχωρήσεων MW
Ιανουάριος	2,77
Φεβρουάριος	2,8
Μάρτιος	2,88
Απρίλιος	2,51
Μάιος	2,35
Ιούνιος	3,2
Ιούλιος	4,1
Αύγουστος	3,96
Σεπτέμβριος	3,3
Οκτώβριος	2,21
Νοέμβριος	2,35
Δεκέμβριος	2,82

- Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η ζήτηση του χωριού σε ηλεκτρική ενέργεια με αντιπροσωπευτικό δείγμα από τιμολόγια της ΔΕΗ από τους Μυτιληνιούς.

Κατηγορίες	Ετήσια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας (MWh/έτος)
Σπίτια	2250
Ιδιωτικοί, δημόσιοι χώροι και φωτισμός του χωριού	400
Στρατόπεδο	250
Φούρνοι	168
Ελαιοτριβεία	32
Σύνολο	3100

- Η ζήτηση σε ηλεκτρική ενέργεια για την περιοχή που καλύπτει η γραμμή P210 από στοιχεία της ΔΕΗ ανά μήνα φαίνεται στον πίνακα 4.3

πίνακας 4.3 Η συνολική ζήτηση ισχύος για τον κάθε μήνα του έτους

Μήνας	Συνολική ζήτηση (MWh)
Ιανουάριος	264,36
Φεβρουάριος	228,27
Μάρτιος	236,07
Απρίλιος	209,80
Μάιος	222,37
Ιούνιος	281,43
Ιούλιος	372,84
Αύγουστος	361,96
Σεπτέμβριος	278,98
Οκτώβριος	203,08
Νοέμβριος	204,21
Δεκέμβριος	227,62

- Ακολουθως, με τη βοήθεια του συντελεστή  $\lambda$  προσεγγίστηκαν τα φορτία για την περιοχή των Μυτιληνίων.

$$\lambda = \frac{E_x}{E_\sigma} = \frac{3100}{21768} = 0,142$$

$E_x$ = Ετήσια ζήτηση ενέργεια Μυτιληνίων

$E_\sigma$ = Ετήσια ζήτηση ενέργεια περιοχών P210

- Τέλος, έγινε ο πολλαπλασιασμός του συντελεστή λ με την ισχύ αναχώρησης της γραμμής P210 και προσδιορίστηκε η ισχύς μόνο για τους Μυτιληνιούς. Στον παρακάτω πίνακα εκτίθενται τα αποτελέσματα του υπολογισμού.

Πίνακας 4.4 μέγιστη τιμή ηλ. φορτίων

Μήνας	Μέγιστη τιμή ηλεκτρικού φορτίου (MW)
Ιανουάριος	0,39
Φεβρουάριος	0,40
Μάρτιος	0,41
Απρίλιος	0,36
Μάιος	0,33
Ιούνιος	0,45
Ιούλιος	0,58
Αύγουστος	0,56
Σεπτέμβριος	0,47
Οκτώβριος	0,31
Νοέμβριος	0,33
Δεκέμβριος	0,40

#### 4.4.2 Ηλεκτρικά φορτία για την φόρτιση μπαταριών των αυτοκινήτων

Στη συγκεκριμένη διαστασιολόγηση για τους Μυτιληνιούς παίρνουμε υπόψη ότι τα αυτοκίνητα θα είναι ηλεκτρικά. Άρα, στο ηλεκτρικό φορτίο που υπολογίσαμε θα προσθέσουμε και αυτό της φόρτισης των μπαταριών των αυτοκινήτων. Ο υπολογισμός έγινε ως εξής:

Στους Μυτιληνιούς για την κίνηση των κατοίκων χρησιμοποιούνται 600 αυτοκίνητα. Από αυτά, άλλα χρησιμοποιούνται περισσότερο και άλλα λιγότερο. Προσεγγιστικά, ένας μέσος όρος των χιλιομέτρων που διανύει ένα όχημα σε μια μέρα είναι 20 χιλιόμετρα.

$$20 \text{ χλμ} * 7 \text{ ημέρες} = 140 \text{ χλμ την εβδομάδα.} \quad (1)$$

Η φόρτιση του κάθε αυτοκινήτου θα γίνεται μια φορά την Εβδομάδα σε χώρους στάθμευσης στους Μυτιληνιούς.

$$\frac{\text{αυτοκίνητα}}{\text{ημέρες}} = \frac{600}{7} = 86 \text{ αυτοκίνητα την ημέρα} \quad (2)$$

Ακόμη θα έχουν 24kwh αποθηκευτικό χώρο στις μπαταρίες. Με δεδομένο ότι η εκφόρτωση των μπαταριών του κάθε αυτοκινήτου δεν θα υποχωρεί κάτω από

το 20% της συνολικής χωρητικότητας γίνονται οι παρακάτω υπολογισμοί. Η φόρτιση θα γίνεται προγραμματισμένα και με ισχύ φόρτισης 7kW. Οι ώρες στάθμευσης θα είναι 3 για το κάθε αυτοκίνητο.

#### **Ζήτηση εβδομαδιαίας ενέργειας του μέσου αυτοκινήτου**

$$7kW * 3 \text{ ώρες} = 21 kWh \quad (3)$$

Με τρεις χώρους στάθμευσης για την φόρτιση των αυτοκινήτων και για 9 ώρες λειτουργία του σταθμού έχουμε:

$$3 \text{ (Σταθμοί φόρτισης)} * 9 \text{ (ώρες λειτουργίας σταθμού)} / 3 \text{ (ώρες φόρτιση το κάθε αυτοκίνητο)} = 10 \text{ θέσεις αυτοκινήτου ο κάθε σταθμός για κανονική φόρτιση.} \quad (4)$$

Επίσης, σε κάθε σταθμό φόρτισης των αυτοκινήτων θα υπάρχει επιπρόσθετος χώρος και για τη φόρτιση των αυτοκινήτων που θα χρησιμοποιήσουν την ταχεία φόρτιση. Η ταχεία φόρτιση χρησιμοποιεί ισχύ 22KW για μισή ώρα. Οι θέσεις για την ταχεία φόρτιση θα είναι δύο σε κάθε σταθμό. Προσεγγιστικά, υπολογίζουμε ότι εντός μίας ώρας θα σταθμεύουν δύο αυτοκίνητα σε κάθε σταθμό για ταχεία φόρτιση.

Άρα το μέγιστο φορτίο για τη φόρτιση των αυτοκινήτων θα είναι:

$$\begin{aligned} & 3 \text{ (Σταθμοί φόρτισης)} * 10 \text{ (αυτοκίνητα)} * 7kW + \\ & 3 \text{ (Σταθμοί φόρτισης)} * 2 \text{ (αυτοκίνητα)} * 22kW = \\ & = 342 kW \quad (5) \end{aligned}$$

Η ηλεκτρική ενέργεια που θα καταναλωθεί σε μια ημέρα ισούται με:

$$\begin{aligned} & 3 \text{ (Σταθμοί φόρτισης)} * 10 \text{ (αυτοκίνητα)} * 7kW * 9 \text{ (ώρες λειτουργίας σταθμού)} + \\ & 3 \text{ (Σταθμοί φόρτισης)} * 2 \text{ (αυτοκίνητα)} * 22kW * 9 \text{ (ώρες λειτουργίας σταθμού)} = \\ & = 3078 kWh \quad (6) \end{aligned}$$



Οι υπολογισμοί έγιναν με βάση την καλοκαιρινή περίοδο, όταν η μετακίνηση των κατοίκων είναι μεγαλύτερη συγκριτικά με το χειμώνα. Η ταχεία φόρτιση θα χρησιμεύσει περισσότερο τους καλοκαιρινούς μήνες Ιούνιο-Αύγουστο.

#### 4.4.3 Μέγιστο συνολικό ηλεκτρικό φορτίο

Το μέγιστο συνολικό ηλεκτρικό φορτίο είναι το συνολικό φορτίο κτιρίων και ηλεκτρικών αυτοκινήτων. Στον κατωτέρω πίνακα φαίνεται ο συνολικός καταμερισμός των φορτίων ανά μήνα.

Πίνακας 4.5 Μέγιστο συνολικό ηλεκτρικό φορτίο

Μήνας	Μέγιστο φορτίο (MW)
Ιανουάριος	0,60
Φεβρουάριος	0,61
Μάρτιος	0,62
Απρίλιος	0,57
Μάιος	0,54
Ιούνιος	0,80
Ιούλιος	0,92
Αύγουστος	0,90
Σεπτέμβριος	0,68
Οκτώβριος	0,52
Νοέμβριος	0,54
Δεκέμβριος	0,61

#### 4.5 Υπολογισμός δυναμικού ΑΠΕ και κυρίων μερών του υβριδικού συστήματος

##### 4.5.1 Υπολογισμός συντελεστή ισχύος φωτοβολταϊκού

Για τον υπολογισμό του συντελεστή ισχύος χρησιμοποιήθηκαν τα ηλιακά δεδομένα που παρουσιάστηκαν στο κεφάλαιο 1 (πίνακας 1.5, 1.6). Προκειμένου να πετύχουμε την καλύτερη δυνατή εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας ετησίως από τους συλλέκτες, ρυθμίζουμε την γωνία κλίσης δύο φορές το έτος. Ειδικότερα, για τους χειμερινούς μήνες ρυθμίζουμε τους συλλέκτες υπό γωνία  $\lambda+15^\circ$  και για

τους θερινούς μήνες  $\lambda=15^\circ$  (όπου  $\lambda=37,52^\circ$  το γεωγραφικό πλάτος των Μυτιληνίων). Βέλτιστη γωνία κλίσης για τους χειμερινούς μήνες είναι οι  $52,52^\circ$  και για τους θερινούς  $22,52^\circ$ . Για τον υπολογισμό του συντελεστή ισχύος χρησιμοποιήθηκαν τα ηλιακά δεδομένα του κεφαλαίου 1 και, συγκεκριμένα για τους χειμερινούς μήνες, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας σε συλλέκτη υπό κλίση  $45^\circ$  ενώ για τους θερινούς μήνες σε συλλέκτη υπό γωνία  $30^\circ$ . Παρακάτω παρουσιάζεται η διαδικασία υπολογισμού του συντελεστή ισχύος του ΦΒ.

➤ Συντελεστής ισχύος φωτοβολταϊκού σταθμού:

$$c_{\Phi/B} = PR_{\sigma} \cdot \frac{G_t}{G_{STC}} \quad (7)$$

Όπου,

- $G_t$  η μέση η πυκνότητα ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας ανά 24ωρο σε ( $W/m^2$ )
- $G_{STC}$  η πυκνότητα ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας σε πρότυπες συνθήκες λειτουργίας, ίση με  $1 \text{ kW}/m^2$
- $PR_{\sigma}$  ο λόγος επίδοσης του Φ/Β σταθμού

➤ Λόγος επίδοσης (συνολική αποδοτικότητα) Φ/Β σταθμού:

$$PR_{\sigma} = PR_{OPT} \cdot PR_{NIT} \cdot PR_T \cdot n_{trans} \quad (8)$$

Όπου,

- $PR_{OPT}$  ο λόγος επίδοσης οπτικών απωλειών (αντανακλάσεις, φάσμα ακτινοβολίας, σκιάσεις)

- $PR_{NIT}$  ο λόγος επίδοσης που αφορά στη μη σύμπτωση του φωτοβολταϊκού σημείου λειτουργίας (ΣΛ) με το σημείο μέγιστης ισχύος (ΣΜΙ) της ΦΒ συστοιχίας
- $n_{trans}$  ο λόγος επίδοσης άλλων απωλειών (συνδέσεις καλωδίων, δίοδοι κλπ)
- $PR_T$  ο λόγος επίδοσης που οφείλεται στη διαφοροποίηση της θερμοκρασίας της κυψελίδας από τη θερμοκρασία αναφοράς  $25^\circ C$

Οι χαρακτηριστικές τιμές για τα ανωτέρω μεγέθη, εκτός από το  $PR_T$ , για τους ηλιακούς όρους ακτινοβολίας στην νότια Ελλάδα είναι:

$PR_{opt}$ : 0.96,  $PR_{NIT}$ : 0.95,  $n_{trans}$ : 0.95

❖ Υπολογισμός επίδρασης της θερμοκρασιακής φωτοβολταϊκής κυψελίδας

$$PR_T = 1 + \gamma_{mp} \cdot (\theta_{c,wa} - \theta_{STC}) \quad (9)$$

Όπου,

- $\gamma_{mp} = -0,0045K^{-1}$  θερμικός συντελεστής απόδοσης για το πυρίτιο
- $\theta_{STC} = 25^\circ C$  θερμοκρασία αναφοράς
- $\theta_{c,wa}$  μέση μηνιαία ενεργός θερμοκρασία κυψελίδας

❖ Υπολογισμός μέσης μηνιαίας ενεργός θερμοκρασία κυψελίδας

$$\theta_{c,wa} = \theta_{a,d} + F \cdot \kappa(W_{SD}) \cdot G_{t,D} \quad \text{σε } (^\circ C) \quad (10)$$

όπου,

- $\theta_{a,d}$ : μέση μηνιαία τιμή θερμοκρασίας περιβάλλοντος
- $F$ : εμπειρική παράμετρος που δίνεται από τη σχέση:  
 $F = 2,32 - 0,0017 \cdot G_{t,D}$

- $G_{t,D}$ : μέση μηνιαία πυκνότητα ισχύος ηλιακής ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της ημέρας, που δίνεται από τη σχέση:  
 $G_{t,D} = G_{t,D}/t_d$

Όπου,  $t_d$  το ποσοστό χρόνου ημέρας ανά 24ωρο.

➤ Υπολογισμός συντελεστή κ

$$K(W_{SD}) = \frac{T_1 \cdot e^{B \cdot w_{SD}} + T_2 + \Delta\theta}{G_{STC}} \quad \text{σε } (^\circ\text{C}/\text{W}/\text{m}^2) \quad (11)$$

Όπου,

- $T_1 = 19,6^\circ\text{C}$ ,  $T_2 = 11,5^\circ\text{C}$ ,  $\Delta\theta = 3^\circ\text{C}$  και  $B = -0,223(\text{m}/\text{s})^{-1}$  είναι εμπειρικές σταθερές, για ΦΒ πλαίσια c-Si με διαδοχικά στρώματα διάταξης: γυάλινη πλάκα, κυψελίδα c-Si, μονωτική επιστρωση Tedlar.
- $w_{SD}$  : μέση μηνιαία ένταση ανέμου σε m/sec

Τα αποτελέσματα του υπολογισμού του συντελεστή ισχύος του Φ/Β παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Πίνακας 4.6 αποτελέσματα υπολογισμού συντελεστή ισχύος

Μήνες	$\theta_{a, D}$ ( $^\circ\text{C}$ )	Gt ( $\text{KW}/\text{m}^2$ )	Gtd ( $\text{W}/\text{m}^2$ )	Wsd ( $\text{m}/\text{sec}$ )	K(Wsd) ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ )	$\theta_c, w_a$ ( $^\circ\text{C}$ )	F	PR <sub>T</sub>	PR <sub>s</sub>	Cφ/β
Ιανουάριος	10,4	0,07	173,75	10,43	0,016	16,18	2,02	0,96	0,83	0,06
Φεβρουάριος	10,2	0,11	254,25	10,31	0,016	18,10	1,89	0,97	0,84	0,10
Μάρτιος	12,2	0,16	328,72	11,68	0,016	21,43	1,76	0,98	0,85	0,14
Απρίλιος	16,1	0,22	426,17	10,64	0,016	27,20	1,60	0,99	0,86	0,19
Μάιος	20,8	0,26	466,76	7,74	0,018	33,62	1,53	0,96	0,83	0,21
Ιούνιος	25,7	0,27	453,07	8,38	0,018	38,01	1,55	0,94	0,82	0,22
Ιούλιος	28,6	0,28	475,49	11,44	0,016	40,12	1,51	0,93	0,81	0,23
Αύγουστος	28,2	0,28	474,52	10,77	0,016	39,89	1,51	0,93	0,81	0,22
Σεπτέμβριος	24,4	0,24	437,03	10,12	0,017	35,81	1,58	0,95	0,82	0,19
Οκτώβριος	19,6	0,17	342,50	8,70	0,017	29,91	1,74	0,98	0,85	0,14
Νοέμβριος	14,7	0,11	240,69	9,52	0,017	22,45	1,91	0,99	0,86	0,09
Δεκέμβριος	12,0	0,07	182,85	10,29	0,016	18,05	2,01	0,97	0,84	0,06

## 4.5.2 Εκτιμημένη ισχύς από τις ΑΠΕ

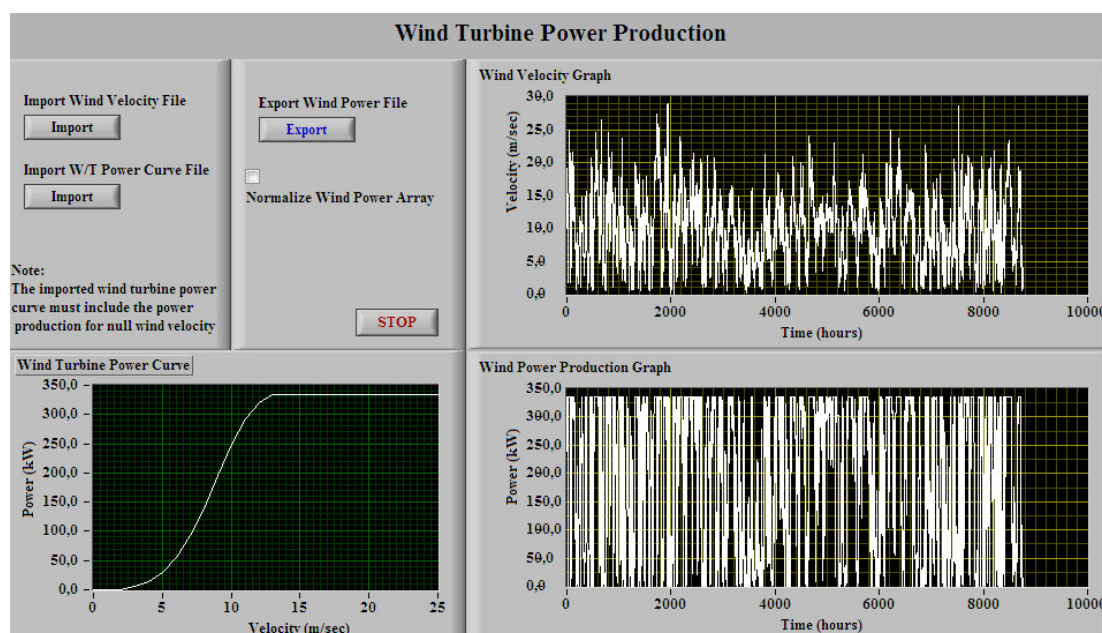
Η εκτιμημένη ισχύς των φωτοβολταϊκών δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$P_{\Phi/B} = C_{\Phi/B} * P_{\text{ονομ}} \quad (12)$$

Όπου,

- $C_{\Phi/B}$ : Ο συντελεστής ισχύος του Φωτοβολταϊκού
- $P_{\text{ονομ}}$ : η ονομαστική ισχύς των φωτοβολταϊκών

Την εκτιμημένη ισχύ των ανεμογεννητριών βρίσκουμε από πρόγραμμα **Wind Power Production**. Ποιο συγκεκριμένα, στο πρόγραμμα αυτό εισάγουμε ως δεδομένα την ωριαία χρονοσειρά της ταχύτητας του ανέμου και την καμπύλη ισχύος του μοντέλου της ανεμογεννήτριας που επιλέγουμε να χρησιμοποιήσουμε. Το πρόγραμμα μάς εμφανίζει την εκτιμώμενη ισχύ της ανεμογεννήτριας.



Εικόνα 4.2 : Πρόγραμμα για την εκτίμηση της παραγόμενης ισχύς από Α/Γ

Η μέγιστη ισχύς διείσδυσης στο δίκτυο του συστήματος των ΑΠΕ δεν πρέπει να ξεπεράσει το 30% της ζήτησης ηλεκτρικής ισχύος του συστήματος Η εναπομείνουσα ισχύς αποδίδεται στη φόρτιση των μπαταριών.

#### 4.5.3 Ετήσια παραγωγή ενέργειας από τις ΑΠΕ

Η ετήσια παραγωγή από τις ΑΠΕ δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$E_{ΑΠΕ} = (P_{ΦΒ} + P_{ΑΓ}) \cdot h \quad (13)$$

Όπου,

- $P_{ΦΒ}$  : ισχύς φωτοβολταϊκού
- $P_{ΑΓ}$  : ισχύς ανεμογεννήτριας
- $H$  : ώρες του έτους

#### 4.6 Συσσωρευτές

##### 4.6.1. Υπολογισμός συσσωρευτών

$$C_{(n)} = \frac{(n + b) \cdot m \cdot E_L}{n_{\gamma,Β} \cdot n_{εκφ} \cdot \beta_{εκφ} \cdot V_B} \quad \text{σε (Ah)} \quad (14)$$

Όπου,

- $C_{(n)}$  : η χωρητικότητα των μπαταριών
- $n$  : ο απαραίτητος αριθμός ημερών για αυτόνομη λειτουργία των μπαταριών ( $n=7$ )
- $E_L$  : η καθημερινή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας
- $b$  : το ποσοστό απαίτησης ηλεκτρικής ενέργειας την νύχτα ( $b = E_{Lnight} / E_L = 0,41$ )
- $m$  : ένας συντελεστής για την αύξηση της ασφάλειας της υπολογισμένης χωρητικότητας ( $m=1,2$ )
- $n_{\gamma,Β}$  : συντελεστής απόδοσης μπαταρίας στην διάρκεια ζωής της (μέση απόδοση 90% για ολόκληρη την περίοδο ζωής των μπαταριών)
- $n_{εκφ}$  : συντελεστής που εκφράζει την αποδοτικότητα της ενεργειακής μεταφοράς από τις μπαταρίες στο κύκλωμα εκφόρτισης ( $n_{εκφ} = 0,91$ )
- $\beta_{εκφ}$  : το μέγιστο ποσοστό εκφόρτισης των μπαταριών ( $\beta_{εκφ} = 60\%$ )
- $V_B$  : η καθορισμένη ονομαστική τάση των μπαταριών ( $V_B = 600V$ )

#### 4.6.2 Υπολογισμός αριθμού των συστοιχιών συσσωρευτών

Ο υπολογισμός του αριθμού των συστοιχιών συσσωρευτών εξαρτάται από:

- τη συνολική χωρητικότητα των συσσωρευτών  $C_{(n)}$  που έχει ανάγκη το σύστημα που μελετάμε.
- τη μέγιστη ένταση φόρτισης- εκφόρτισης των συσσωρευτών

Για τη βέλτιστη διαστασιολόγηση του αυτόνομου συστήματος έγιναν οι παρακάτω υπολογισμοί:

- Χρησιμοποιήθηκαν συστοιχίες αποτελούμενες από 300 στοιχεία(μπαταρίες) των 2V. Η τάση της συστοιχίας ισούται με:

$$V_s = 300 \text{ στοιχεία} \times 2V \quad (15)$$

- Η μέγιστη ένταση φόρτισης- εκφόρτισης της κάθε συστοιχίας πρέπει να είναι μικρότερη των 600Amp, σύμφωνα με τα δεδομένα του κατασκευαστή.
- Το μέγιστο βάθος εκφόρτισης των μπαταριών δε θα ξεπερνά το 60%, έτσι ώστε οι μπαταρίες να έχουν την μέγιστη διάρκεια ζωής.
- Ο βαθμός απόδοσης της φόρτισης και εκφόρτισης επηρεάζεται και από την ένταση φόρτισης, εκφόρτισης αντίστοιχα και από την στάθμη των μπαταριών. Με την χρήση του excel και τα δεδομένα από τον κατασκευαστή των μπαταριών έγιναν οι κατάλληλοι υπολογισμοί που συμπεριλαμβάνουν τον βαθμό απόδοσης των μπαταριών.

#### 4.7 Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος

##### 4.7.1 Υπολογισμός ισχύος Η/Ζ

Η διαστασιολόγηση του ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους έγινε με βάση την μέγιστη ημερήσια υπολογιζόμενη κατανάλωση ισχύος του χωριού των Μυτιληνίων  $P_{\text{μμεγ}} = 770\text{kW}$ , αυξημένη κατά ένα ποσοστό ασφάλειας 15%.

##### 4.7.2 Υπολογισμός παραγωγής ενέργειας Η/Ζ

Έχοντας υπολογίσει την ετήσια παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ μπορούμε να υπολογίσουμε την ετήσια παραγωγή από το ηλεκτροπαραγωγικό ζεύγος. Το

ηλεκτροπαραγωγικό ζεύγος αποτελεί μονάδα εφεδρείας για το σύστημα, οπότε λειτουργεί μόνο στις παρακάτω περιπτώσεις:

- Οι μονάδες ΑΠΕ δε μπορούν να φορτίσουν τη μπαταρία είτε λόγω χαμηλού αιολικού δυναμικού, είτε λόγω βλάβης τους.
- Όταν παρατηρείται μέσω του ελεγκτή φόρτισης χαμηλό επίπεδο φόρτισης της μπαταρίας.

**Η ετήσια παραγωγή ενέργειας** από το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος δίνεται από την σχέση:

$$E_{H/Z} = \sum_1^{8760} P_{H/Z} \quad (16)$$

Όπου,

- $P_{H/Z} = P_z - P_{ΑΠΕ} - P_{Batt}$  ισχύς παραγόμενη από το ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος.
- $P_z$  : ισχύς ζήτησης
- $P_{Batt}$ : ισχύς που δίνεται από τις μπαταρίες

#### 4.7.3 Ετήσια κατανάλωση καυσίμου του Η/Ζ

Το Η/Ζ που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το μοντέλο Diesel Generators / 800ROZMC της Mitsubishi.

Η ειδική κατανάλωση καυσίμου του Η/Ζ του συγκεκριμένου μοντέλου και τα τεχνικά χαρακτηριστικά παρουσιάζονται παρακάτω:



<b>Prime Ratings:</b>	656 kW (820 kVa)
<b>Standby Ratings:</b>	720 kW (900 kVa)
<b>Hertz:</b>	50 Hz
<b>Alternator Type:</b>	Brushless, Permanent-Magnet Pilot Exciter
<b>Engine Manufacturer:</b>	Mitsubishi
<b>Engine Model:</b>	S12A2-PTA-1
<b>Cylinder Arrangement:</b>	12-V
<b>Max Power at Rated RPM:</b>	800 kWm (1072 BHP)
<b>Prime Fuel Consumption at</b>	
100% load:	173.8 Lph (45.9 gph)
75% load:	130.6 Lph (34.5 gph)
50% load:	90.5 Lph (23.9 gph)
25% load:	55.3 Lph (14.6 gph)
<b>Standby Fuel Consumption at</b>	
100% load:	192.3 Lph (50.8 gph)
75% load:	143.8 Lph (38 gph)
50% load:	98.8 Lph (26.1 gph)
25% load:	59.1 Lph (15.6 gph)

Εικόνα 4.3 : χαρακτηριστικά γεννήτριας diesel

Ακόμη για να προσεγγίσουμε την ετήσια κατανάλωση καυσίμου από το Η/Ζ:

$$V_{\text{diesel}} = \frac{E_{\text{H/Z}}}{n_{\text{H/Z}} \cdot n_{\text{μετ}} \cdot \Theta_u} \quad (17)$$

Όπου,

- $\Theta_u$ : η θερμική ικανότητα του πετρελαίου Diesel (9.90 kWh/lit)
- $N_{\text{H/Z}}$ : βαθμός απόδοσης του Η/Ζ (40%)
- $N_{\text{μετ}}$ : συντελεστής μεταφοράς (90%)
- $E_{\text{H/Z}}$ : ετήσια παραγωγή ενέργειας του Η/Ζ (kWh)

#### 4.8 Υπολογισμός μετατροπέα τάσης (inverter DC/AC)

Η επιλογή του κατάλληλου μετατροπέα τάσεως inverter (DC/AC) από τις μπαταρίες στην κατανάλωση γίνεται με τα εξής κριτήρια:

- Τάση εισόδου ίση με την ονομαστική τάση των συσσωρευτών (δηλαδή 600 V).

- Η ισχύς στην έξοδο του μετατροπέα θα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη μέγιστη ηλεκτρική ισχύ του φορτίου.
- Η ισχύς αιχμής του μετατροπέα πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με τη  $P_L$  συνολική ισχύ κατανάλωσης (δηλαδή 670 kW) . Με ένα ποσοστό ασφαλείας 10% η ισχύς του μετατροπέα υπολογίστηκε στα 750 kW.
- Η τάση εξόδου του μετατροπέα πρέπει να είναι ίση με την τάση των φορτίων κατανάλωσης, δηλαδή 230 V. Στην περίπτωση μας θα χρησιμοποιήσουμε μετασχηματιστή τάσης.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία διαλέξαμε το μετατροπέα τάσης DC/AC Solectria SGI 750XTM 750 kW



**Solectria SGI 750XTM 750 kW  
380 VAC Inverter**

*Εικόνα 4.4 : Μετατροπέας τάσης*

Τεχνικά χαρακτηριστικά inverter :

---

### Electrical Specifications

---

<b>Peak Inverter Efficiency:</b>	98.2%	
<b>CEC Weighted Efficiency:</b>	98%	
<b>Maximum DC Input Voltage:</b>	1000V	
<b>Maximum DC Input Current:</b>	1445A	
<b>Output AC Voltage:</b>	380VAC	
<b>AC Nominal Voltage:</b>		<b>AC Frequency:</b> 60Hertz
<b>Continous AC Power Output:</b>	750000Watts	
<b>Nominal AC Current:</b>	1140Ampers	

Εικόνα 4.5 : τεχνικά χαρακτηριστικά μετατροπέα τάσης

#### 4.10 Υπολογισμός του κόστους του υβριδικού συστήματος στον κύκλο ζωής του

Το τελευταίο κριτήριο για τις διαστάσεις του προτεινόμενου συστήματος είναι η ελαχιστοποίηση του κόστους των κύκλων ζωής της επένδυσης (LCC). Το συνολικό LCC της επένδυσης δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$L.C.C = C_{RES} + C_{Inst} + C_{Main} + C_{Batt} + C_{Inv} + C_{Electr} + C_{el.d} + C_{HZ} + C_{Fuel} - S$$

Όπου,

**C<sub>RES</sub>**: Το κόστος των ανεμογεννητριών και των φωτοβολταϊκών. Αυτό το κόστος υπολογίζεται εύκολα με την εισαγωγή του αρχικού κόστους για την μονάδα παραγωγής ΑΠΕ. Στην παρούσα μελέτη, σύμφωνα με τις ελληνικές συνθήκες στην αγορά, οι ακόλουθες συγκεκριμένες δαπάνες ορίστηκαν:

Αρχικό κόστος ανεμογεννητριών: 1500 €/kW

Αρχικό κόστος φωτοβολταϊκών: 1.000 €/kW

**C<sub>Inst</sub>**: Το κόστος εγκατάστασης ολόκληρου του συστήματος. Αυτό το κόστος είναι περίπου υπολογισμένο μετά από μια σχετική έρευνα αγοράς, υποθέτοντάς το ίσο με ένα ποσοστό του κόστους C<sub>RES</sub>. Συγκεκριμένα, το κόστος εγκατάστασης συστημάτων υποτίθεται ότι είναι ίσο με 15% του αρχικού κόστους των ΑΠΕ (C<sub>RES</sub>):

$$C_{Inst} = a \cdot C_{RES}, \quad a = 15\% \quad (18)$$

**C<sub>maint</sub>**: Η παρούσα αξία του συνόλου του συστήματος ανάλογα τη διάρκεια ζωής του και το κόστος συντήρησης. Το ετήσιο κόστος συντήρησης υπολογίζεται, επίσης, ότι είναι ίσο με το 2% του αρχικού κόστους των ΑΠΕ (C<sub>RES</sub>):

$$C_{maint} = a \cdot C_{RES}, \quad a = 2\% \quad (19)$$

Η παρούσα αξία P<sub>v</sub>(N) ενός ποσού στο έτος N, δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_v = \frac{\text{ποσό}}{1+r} \quad (20)$$

Όπου το r είναι το κόστος των χρημάτων. Στην παρούσα μελέτη το κόστος των χρημάτων είναι, κατόπιν υποθέσεως, ίσο με r=8% και η περίοδος ζωής της επένδυσης είναι ίση με 20 έτη.

Το συνολικό κόστος συντήρησης για την περίοδο ζωής της συνολικής επένδυσης δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$P_{V(C_{\text{maint}})} = \frac{C_{\text{RES}} \cdot a}{(1+r)^{20}} = \frac{C_{\text{maint}}}{(1+r)^{20}} \quad (21)$$

**C<sub>Batt</sub>**: Το κόστος του συνολικού αριθμού των μπαταριών υπολογίζεται ως το αρχικό κόστος των μπαταριών, βάσει της αρχικής έρευνας αγοράς. Συγκεκριμένα, ένα σύνολο μπαταριών (900) χωρητικότητας 1000 Ah η καθεμιά και με μια ονομαστική τάση 2V κοστίζει 342.000 €

Οι μπαταρίες δεν μπορούν να ανταποκριθούν σε όλη τη διάρκεια της περιόδου ζωής της επένδυσης. Μία ή δύο φορές πρέπει οι μπαταρίες να αντικατασταθούν με νέες. Το κόστος C<sub>Batt</sub> πρέπει, επίσης, να περιλαμβάνει και τις συμπληρωματικές δαπάνες αντικατάστασης μπαταριών. Εάν C<sub>Batt 0</sub> είναι το αρχικό κόστος μπαταριών κατά την διάρκεια εγκατάστασης συστημάτων, κατόπιν το κόστος C<sub>Batt</sub> θα δοθεί από την ακόλουθη σχέση:

$$C_{\text{Batt}} = C_{\text{Batt 0}} \cdot n \cdot \frac{1}{(1+r)^{N_j}} \quad (22)$$

Όπου: n είναι ο συνολικός αριθμός των αντικαταστάσεων όλων των μπαταριών και του N<sub>j</sub> είναι τα έτη των αντικαταστάσεων.

**C<sub>inv</sub>**: Στην παρούσα μελέτη, σύμφωνα με έρευνα αγοράς, η ακόλουθη δαπάνη ορίστηκε στα 130€/ KW. Όταν αλλαχθούν οι μπαταρίες, θα αλλαχθούν και οι αντιστροφείς τάσης του συστήματος. (σχέση 6 προσαρμοσμένη στο αρχικό κόστος των αντιστροφέων τάσης)

**C<sub>electr</sub>**: Το κόστος των ηλεκτρονικών διατάξεων ολόκληρου του ενεργειακού συστήματος (εκτός του αντιστροφέα τάσης). Αυτό το κόστος είναι περίπου υπολογισμένο μετά από μια σχετική έρευνα αγοράς, υποθέτοντας το ίσο με ένα ποσοστό του κόστους C<sub>RES</sub>. Συγκεκριμένα, το κόστος των ηλεκτρονικών διατάξεων υποτίθεται ότι είναι ίσο με 15% του αρχικού κόστους των ΑΠΕ (C<sub>RES</sub>). Όταν αλλαχθούν οι μπαταρίες, θα αλλαχθούν και οι ηλεκτρονικές διατάξεις.

**C<sub>el.d</sub>**: Το κόστος του ηλεκτρικού δικτύου διασύνδεσης είναι περίπου 50.000€/km.

**C<sub>HZ</sub>**: Στο κόστος C<sub>HZ</sub> συμπεριλαμβάνεται το αρχικό κόστος της πετρελαιομηχανής C<sub>HZ,0</sub> και οι συνολικές δαπάνες κατανάλωσης καυσίμων C<sub>Fuel</sub> την περίοδο ζωής της επένδυσης

$$C_{HZ} = C_{HZ,0} + C_{Fuel} \cdot (23)$$

Μετά από έρευνα αγοράς που πραγματοποιήθηκε, το αρχικό κόστος της πετρελαιομηχανής καθορίστηκε στα 450 €/kW

Το συνολικό κόστος από την κατανάλωση καυσίμων  $C_{Fuel}$  στην περίοδο ζωής της επένδυσης υπολογίζεται με την ακόλουθη σχέση:

$$C_{Fuel} = \sum_1^{N=20} \frac{(i+1)}{(1+r)^N} \cdot C_{fuel} \cdot V_{dy} \quad (24)$$

Όπου,

- $V_{dy}$ : η ετήσια κατανάλωση καυσίμων diesel σε (lit)
- $C_{fuel}$ : η τιμή καυσίμων diesel κατά τη διάρκεια εγκατάστασής του συστήματος €/lit
- $r$ : επιτόκιο αναγωγής 8%
- $N$ : η περίοδος ζωής της επένδυσης (20 έτη)
- $i$ : το ποσοστό αύξησης τιμών καυσίμων 5%

**S:** Αυτό μας δείχνει την αξία της επένδυσης μετά το τέλος της περιόδου της ζωής της. Συνήθως είναι κατ' εκτίμηση ίση με 10-20% του αρχικού κόστους της συνολικής επένδυσης. Στην παρούσα μελέτη, το θέτουμε ίσο με το 15% του αρχικού κόστους της συνολικής επένδυσης.

#### 4.11 Παρουσίαση αποτελεσμάτων διαστασιολόγησης

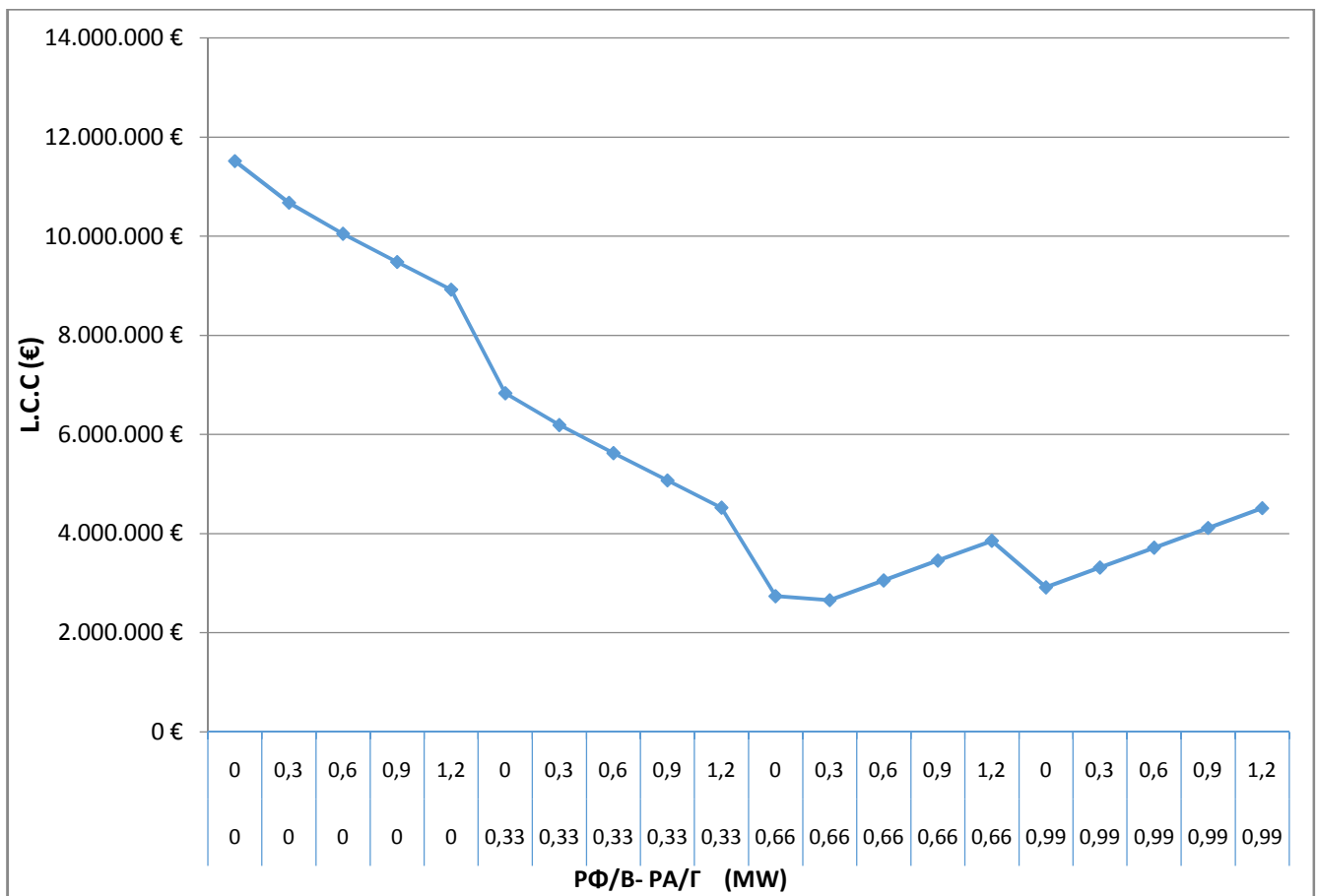
##### 4.11.1 Προσδιορισμός βέλτιστης ονομαστικής ισχύς ΑΓ και ΦΒ

Το κόστος κύκλου ζωής (L.C.C.) της επένδυσης υπολογίζεται για το προτεινόμενο σύστημα που επιλέχτηκε βάσει των επιλεγμένων φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών. Ο συνδυασμός μονάδων εγκατεστημένης ισχύος φωτοβολταϊκών και ανεμογεννητριών αρχίζουν από ένα ζευγάρι ελαχίστου και τελειώνουν σε ένα ζευγάρι των μέγιστων εγκατεστημένων μονάδων. Το L.C.C. υπολογίζεται για κάθε συνδυασμό των Α.Π.Ε. συστημάτων και επιλέγεται το ελάχιστο κόστος κύκλου ζωής. Η αντίστοιχη επένδυση εισάγεται ως η βέλτιστη διαστασιολόγηση του συστήματος.

Παρακάτω παρουσιάζονται τα δεδομένα υπολογισμού και τα αποτελέσματα της ανάλυσης του κόστους κύκλου ζωής (L.C.C)

Πίνακας 4.7: Δεδομένα υπολογισμού

Κόστος ΦΒ	<b>C<sub>ΦΒ</sub> (€/kWp)</b>	1.000
Κόστος ΑΓ	<b>C<sub>Α/Γ</sub> (€/kW)</b>	1.500
Κόστος συσσωρευτών	<b>C<sub>batt</sub>(€/250Ah)</b>	380
Κόστος Η/Ζ	<b>C<sub>Η/Ζ</sub>(€/kW)</b>	450
Κόστος καυσίμου	<b>C<sub>fuel</sub> (€/lit)</b>	1,47
Κόστος Inverter	<b>C<sub>inv</sub> (€/kW)</b>	134
Κόστος ηλεκτρικών διατάξεων	<b>C<sub>el.d</sub> (€/km)</b>	50000
Μήκος ηλεκτρικών διατάξεων	<b>(km)</b>	2
Κόστος εγκατάστασης	<b>C<sub>inst</sub></b>	15%
Κόστος συντήρησης	<b>C<sub>maint</sub></b>	2%
Κόστος ηλεκτρονικών διατάξεων	<b>C<sub>Electr</sub></b>	15%
Αξία συστήματος μετά τα 20 έτη	<b>S</b>	15%
Επιτόκιο Αναγωγής	<b>r (%)</b>	8
Πληθωρισμός	<b>i(%)</b>	5
Βαθμός απόδοσης Η/Ζ	<b>n<sub>ΗΖ</sub></b>	40%
Τάση συσσωρευτών	<b>V<sub>B</sub> (V)</b>	600
Ημέρες αυτονομίας συστήματος	<b>n</b>	5
Συντελεστής Γήρανσης συσσωρευτών	<b>n<sub>γ,β</sub></b>	90%
Βάθος εκφόρτισης συσσωρευτή	<b>β<sub>εκφ</sub></b>	60%
Συντελεστής Μεταφοράς	<b>n<sub>εκφ</sub></b>	91%
Συντελεστής Ασφαλείας	<b>m</b>	1,2
Ποσοστό απαίτησης ενέργειας τη νύχτα	<b>b</b>	41%



Σχήμα 4.1 Συγκριτικό διάγραμμα σύνθεσης τεχνολογιών

Όπως φαίνεται και στο σχήμα, η βέλτιστη διαστασιολόγηση του αυτόνομου υβριδικού συστήματος για τον οικισμό των Μυτιληνίων, σύμφωνα με το ελάχιστο κόστος κύκλου ζωής (L.C.C.min) συναρτήσει της ισχύος  $P_{\Phi/\beta}$  και  $P_{A/\Gamma}$ , είναι με ανεμογεννήτριες ονομαστικής ισχύος  $P_{A/\Gamma} = 0,66\text{MW}$  και φωτοβολταϊκά ονομαστικής ισχύος  $P_{\Phi/\beta} = 0,3\text{MW}$ . Τα αποτελέσματα της βέλτιστης διαστασιολόγησης του συστήματος, καθώς και το κόστος, για κάθε συνιστώσα του συστήματος παρουσιάζονται παρακάτω.

Κατά την διάρκεια ζωής του συστήματος κάποια συστήματα που το απαρτίζουν (οι συσσωρευτές, ο μετατροπέας τάσης και οι ηλεκτρονικές διατάξεις), ίσως χρειαστεί να αλλαχτούν λόγω βλάβης ή χαμηλής απόδοσής τους. Η μεταβολή του κόστους ζωής (LCC) συναρτήσει των εξαρτημάτων που θα αλλαχθούν παρουσιάζεται παρακάτω:

- Καμία φορά
- Μια φορά ( τον δέκατο χρόνο)
- Δύο φορές (τον έβδομο και τον δέκατο τέταρτο χρόνο)



Πίνακας 4.8 Κόστος ζωής (L.C.C.)

		καμία αλλαγή	1 αλλαγή στα 10 χρόνια	2 αλλαγές στα 7 και 14 χρόνια
Κόστος ανεμογεννητριών Α/Γ	<b>C<sub>A/Γ</sub> (€)</b>	990.000	990.000	990.000
Κόστος φωτοβολταϊκών Φ/Β	<b>C<sub>ΦΒ</sub> (€)</b>	300.000	300.000	300.000
Κόστος ηλεκτροπαραγωγού ζεύγους Η/Ζ	<b>C<sub>Η/Ζ</sub> (€)</b>	360.000	360.000	360.000
Κόστος μετατροπέα τάσης (inverter)	<b>C<sub>inv</sub> (€)</b>	100.000	146.319	192.395
Κόστος συσσωρευτών	<b>C<sub>batt</sub> (€)</b>	342.000	500.412	657.991
Κόστος ηλεκτρονικών διατάξεων	<b>C<sub>electr</sub> (€)</b>	193.500	283.128	372.285
κόστος ηλεκτρικών διατάξεων	<b>C<sub>el.d</sub> (€)</b>	100.000	100.000	100.000
Κόστος καυσίμου Diesel	<b>C<sub>fuel</sub> (€)</b>	0	0	0
Κόστος συντήρησης	<b>C<sub>maint</sub> (€)</b>	253.308	253.308	253.308
Κόστος εγκατάστασης	<b>C<sub>inst</sub> (€)</b>	193.500	193.500	193.500
Απομένουσα αξία συστήματος	<b>S (€)</b>	424.846	469.000	512.922
κόστος κύκλου ζωής (L.C.C.) €		<b>2.407.462</b>	<b>2.657.668</b>	<b>2.906.557</b>

#### 4.12 Αποτελέσματα αυτόνομου υβριδικού σταθμού Μυτιληνίων

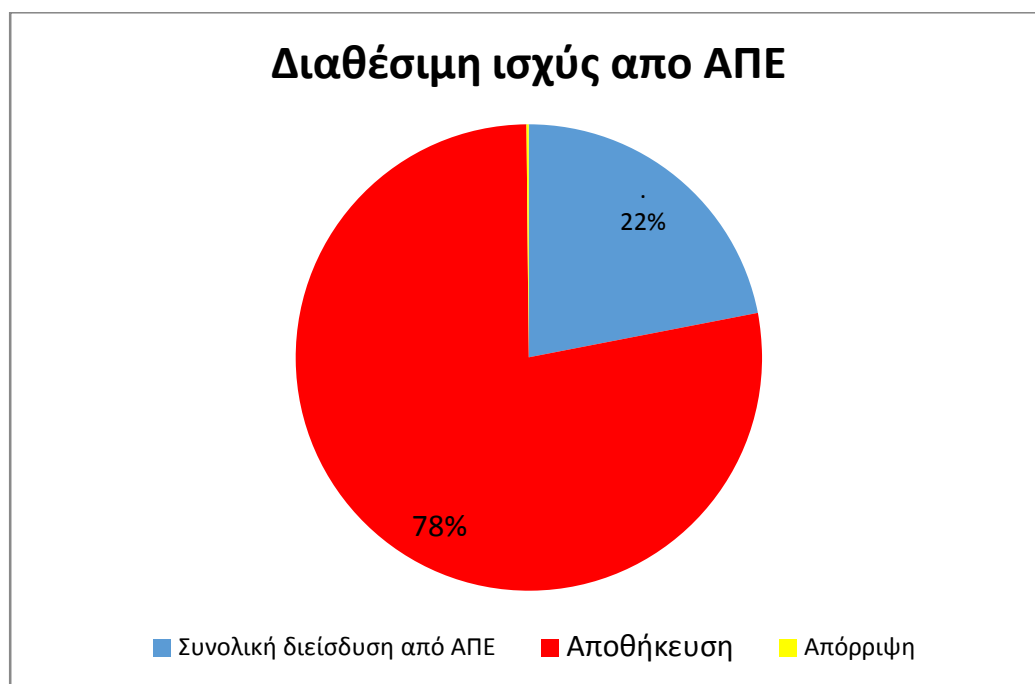
Τα αποτελέσματα του αυτόνομου υβριδικού συστήματος, με βάση τις επιλεγμένες τιμές ονομαστικής ισχύος της ΑΓ και του ΦΒ που παρουσιάστηκαν στον παραπάνω πίνακα :

Πίνακας 4.9: Προτεινόμενη σύνδεση συστήματος

Τελική ονομαστική ισχύς Α/Γ	660	kW
Τελική ονομαστική ισχύς Φ/Β	300	kW
Τελική ονομαστική ισχύς Η/Ζ	800	kW
Τελική ονομαστική ισχύ μετατροπέα (inverter)	750	kW
Τελική ονομαστική χωρητικότητα μπαταριών	900.000	Ah

Πίνακας 4.10: Μέση μηνιαία ζήτηση και παραγωγή ισχύος στους Μυτιληνιούς

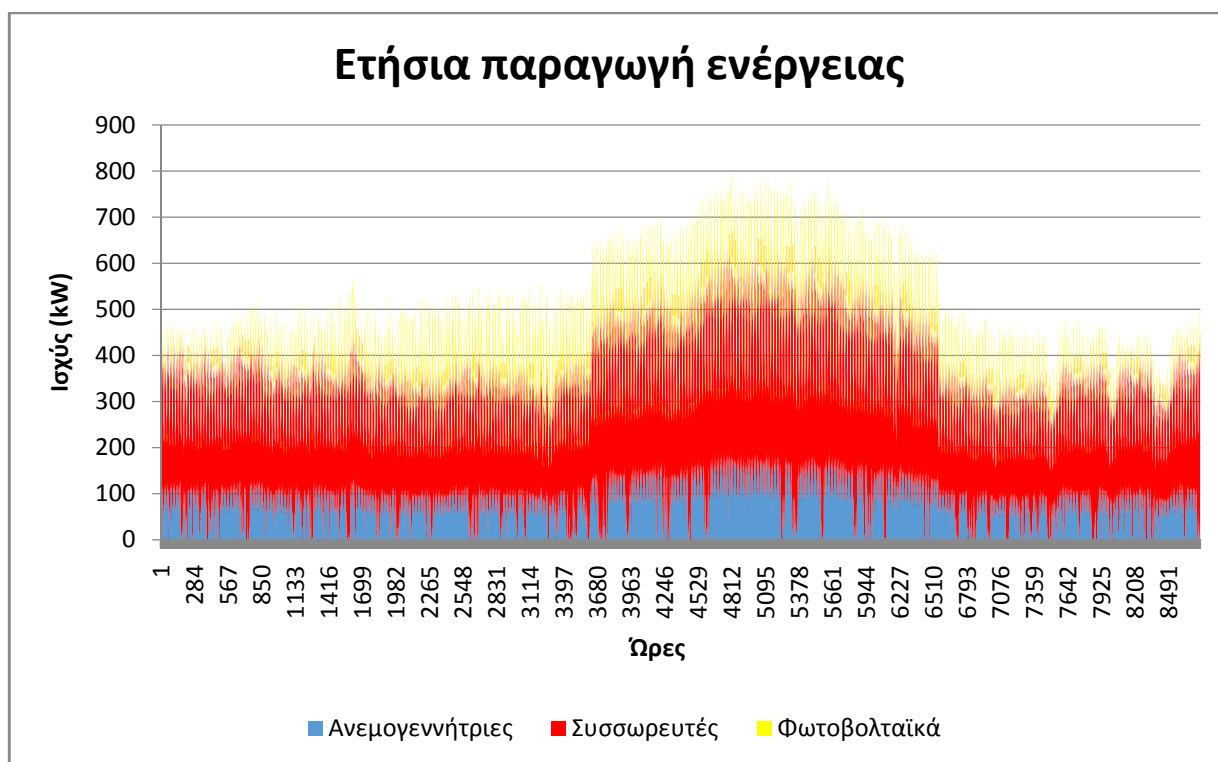
Μήνας	Ημέρες ανά Μήνα	Μέση ημερήσια ζήτηση $P_L$ (KW)	Μέση παραγόμενη ισχύς Α/Γ $P_{α/γ}$ (KW)	Μέση παραγόμενη ισχύς Φ/Β $P_{φ/β}$ (KW)	Παραγόμενη ισχύς από ΑΠΕ $P_{ΑΠΕ}$ (KW)	Μέση παραγόμενη ισχύς Η/Ζ $P_{η/ζ}$ (KW)
Ιανουάριος	31	320,17	375,78	16,90	392,67	0
Φεβρουάριος	28	312,23	380,93	26,96	407,90	0
Μάρτιος	31	300,83	406,53	37,07	443,59	0
Απρίλιος	30	292,69	422,41	49,88	472,28	0
Μάιος	31	291,76	277,25	55,58	332,83	0
Ιούνιος	30	408,09	300,32	57,44	357,76	0
Ιούλιος	31	464,36	487,52	58,74	546,27	0
Αύγουστος	31	463,07	454,61	57,75	512,35	0
Σεπτέμβριος	30	104,55	382,66	50,44	433,10	0
Οκτώβριος	31	278,25	327,90	36,85	364,75	0
Νοέμβριος	30	283,44	340,81	24,78	365,58	0
Δεκέμβριος	31	296,30	368,32	17,21	385,53	0



Σχήμα 4.2: Κατανομή ενέργειας από ΑΠΕ

Πίνακας 4.11 : Μηνιαία ζήτηση και παραγωγή ενέργειας στους Μυτιληνιούς

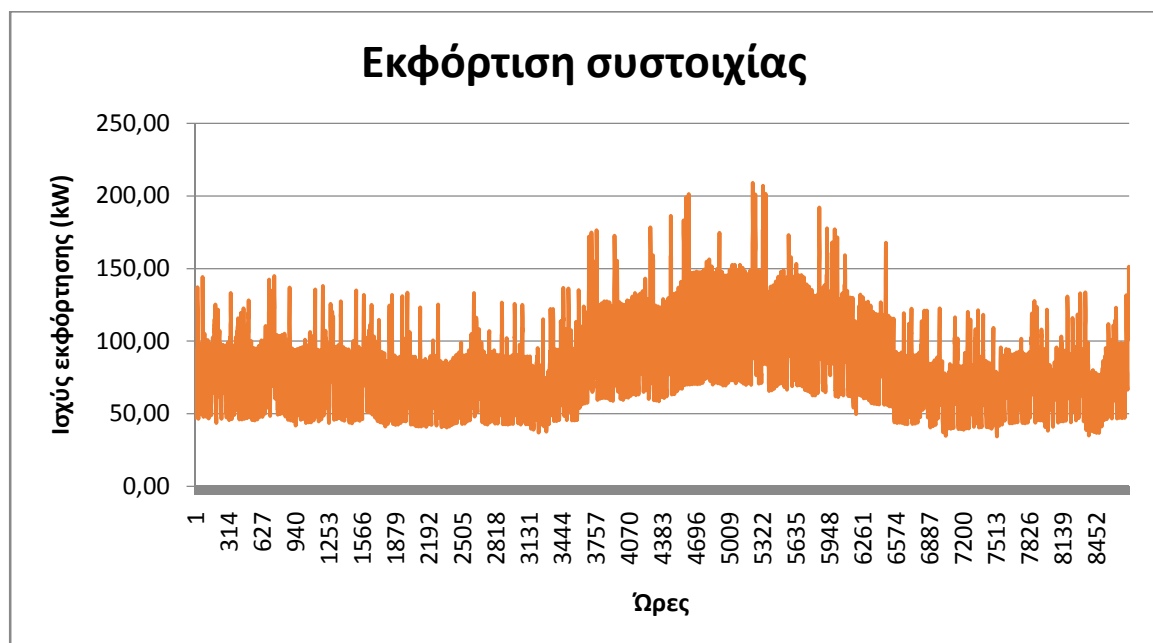
Μήνας	Ημέρες ανα Μήνα	Ζήτηση ενέργειας EL (KWh)	Παραγωγή ή ενέργειας από Α/Γ Εα/γ (KWh)	Παραγωγή ή ενέργειας από Φ/Β Εφ/β (KWh)	Παραγωγή ή ενέργειας από Η/Ζ Εη/ζ (KWh)	Κατανάλωση καυσίμου Vdiesel (lt)
Ιανουάριος	31	238206	279579	12570	0	0
Φεβρουάριος	28	209820	255986,7	18120	0	0
Μάρτιος	31	223819,2	302457,7	27577	0	0
Απρίλιος	30	210739,3	304132,9	35911	0	0
Μάιος	31	217068,2	206275,1	41352	0	0
Ιούνιος	30	293827,9	216228,4	41359	0	0
Ιούλιος	31	345480,6	362717,4	43704	0	0
Αύγουστος	31	344523,9	338229,2	42962	0	0
Σεπτέμβριος	30	75276,41	275517,9	36314	0	0
Οκτώβριος	31	207015	243954,5	27420	0	0
Νοέμβριος	30	204074,6	245380,9	17839	0	0
Δεκέμβριος	31	220446,4	274032,5	12805	0	0



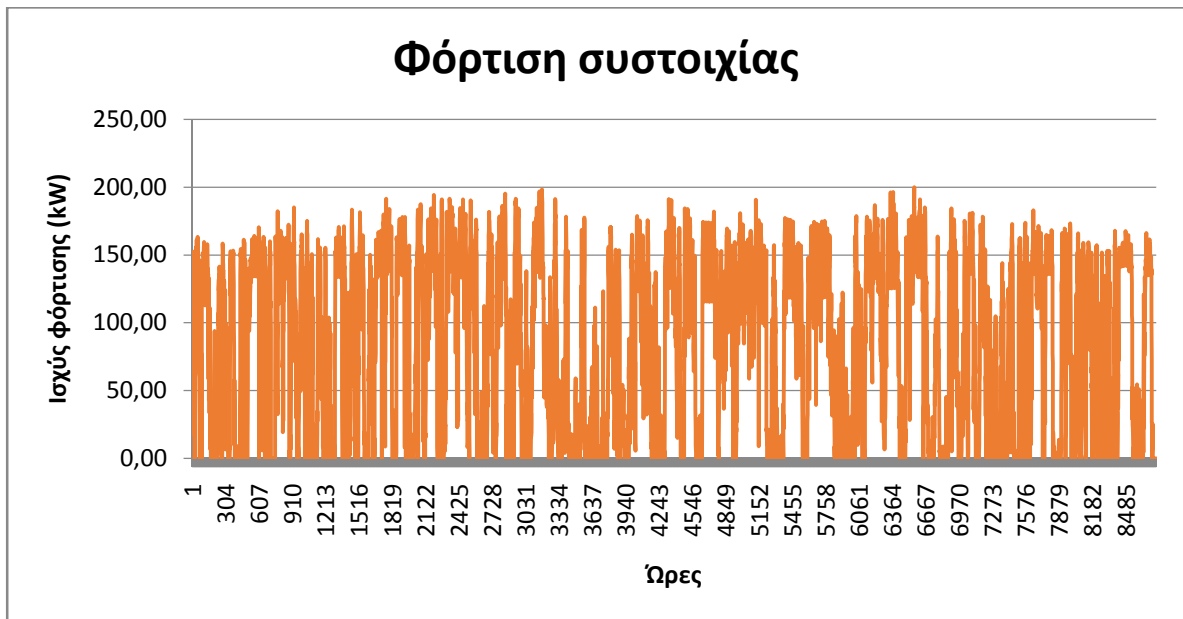
Σχήμα 4.3: Η ετήσια παραγωγή ενέργειας

Πίνακας 4.12: Ετήσια παραγωγή και κατανάλωση ενέργειας

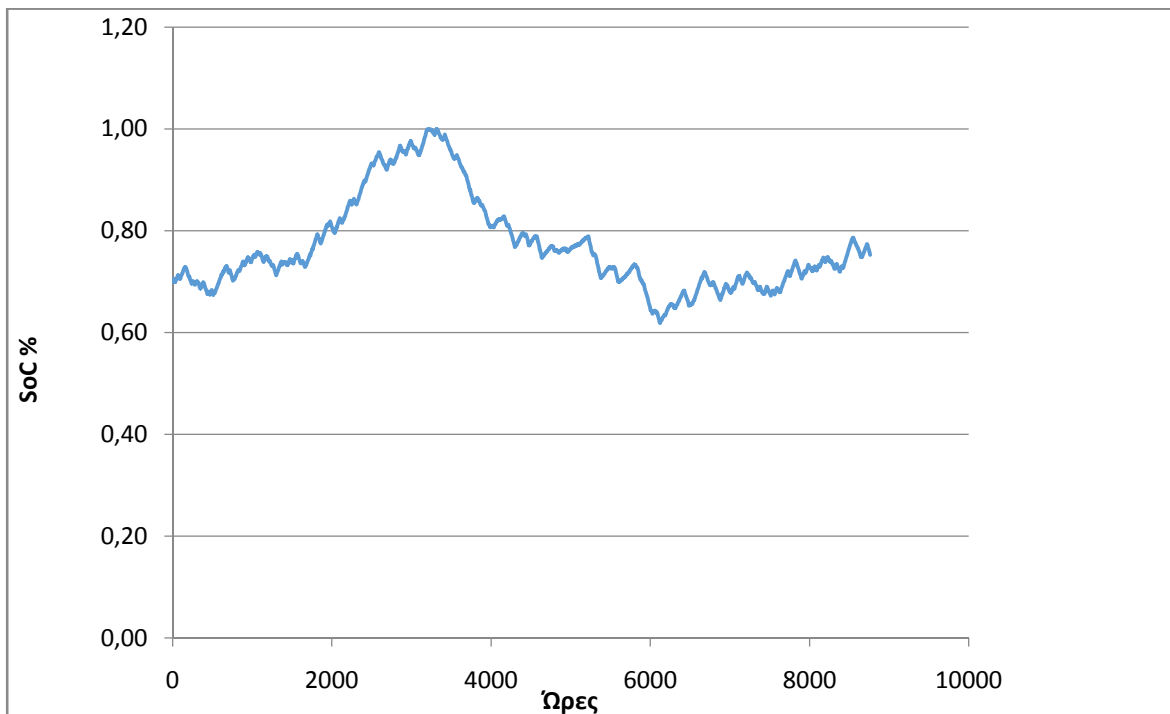
Ετήσια κατανάλωση ενέργειας στους Μυτιληνιούς	3.007.358	kWh
Ετήσια παραγωγή ενέργειας από Α/Γ	3.304.618	kWh
Ετήσια παραγωγή ενέργειας από Φ/Β	358.186	kWh
Ετήσια παραγωγή ενέργειας από Η/Ζ	0	kWh
Ετήσια περίσσια ενέργεια	6.135	kWh



Σχήμα 4.4: Εκφόρτιση συστοιχίας



Σχήμα 4.5: Φόρτιση συστοιχίας



Σχήμα 4.6: Στάθμη φόρτισης εκφόρτισης συσσωρευτών

#### 4.13 Χωροθέτηση Φωτοβολταϊκών και Ανεμογεννητριών

##### Χωροθέτηση ανεμογεννητριών

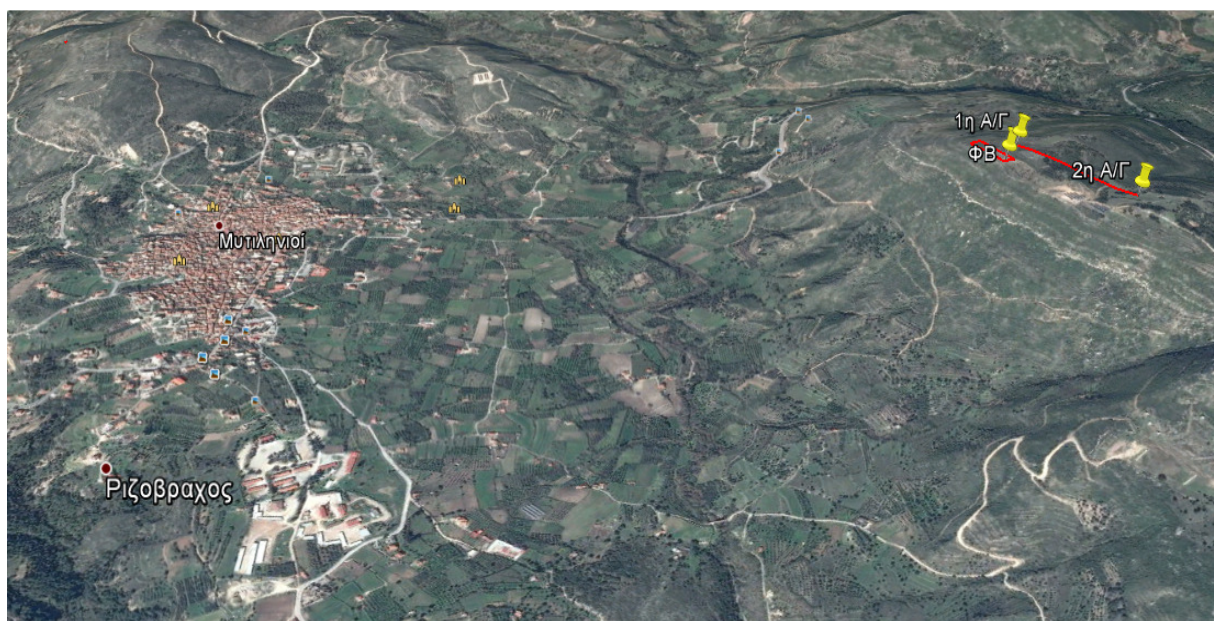
Για τη χωροθέτηση του αιολικού πάρκου λαμβάνονται υπόψη οι εξής κανόνες:

Το πρώτο βήμα για τη σωστή χωροθέτηση των ανεμογεννητριών του αιολικού πάρκου είναι η εύρεση, με τη βοήθεια του ροδογράμματος, της επικρατούσας διεύθυνσης του ανέμου, καθώς επίσης της διάρκειας πνοής του ανέμου από κάθε κατεύθυνση. Η θέση εγκατάστασης αιολικών μηχανών, η μεταξύ τους διάταξη, σε σχέση με την επικρατούσα διεύθυνση ανέμου, αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα αντικείμενα μελέτης. Ο κενός χώρος σε μια συστοιχία δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 2-4 διαμέτρους σαρωτής και ο κενός χώρος μεταξύ των συστοιχιών δεν πρέπει να είναι μικρότερος από 7-10 διαμέτρους σαρωτής. Ακόμη η κάθε ανεμογεννήτρια καταλαμβάνει χώρο  $880m^2$

Η διάμετρος σάρωσης της συγκεκριμένης ανεμογεννήτριας είναι 33,4 μέτρα.

Άρα :

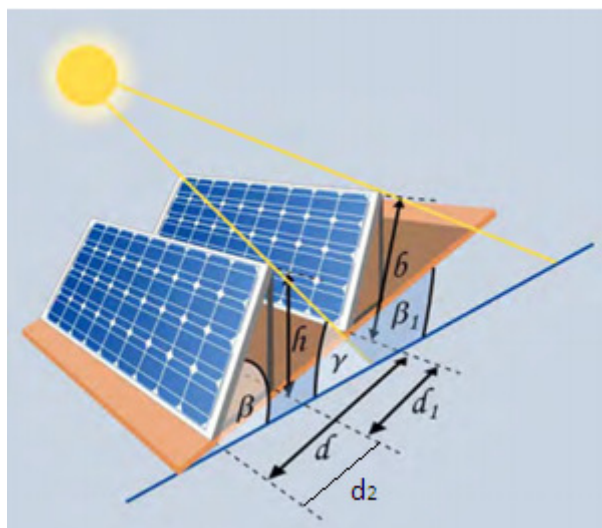
**34m x 10= 340m απόσταση η μία από την άλλη**



Εικόνα παραρτήματος 1 : χωροθέτηση Α/Γ και Φ/Β

## Χωροθέτηση φωτοβολταϊκών

Η συνολική χωρητικότητα των φωτοβολταϊκών πλαισίων που θα εγκατασταθούν θα έχει 300kW ισχύ. Θα χρησιμοποιηθούν 1500 πάνελ των 200Wp. Η διάσταση του ενός πάνελ των 200Wp είναι  $1580 \times 808\text{mm}^2 = 1,28\text{m}^2$ .



Εικόνα παραρτήματος 2: Χωροθέτηση φωτοβολταϊκών

Η απόσταση μεταξύ των φωτοβολταϊκών στοιχείων πρέπει να είναι  $d_1 > 2h$

$$h = 808\text{mm} \times \sin(45^\circ) = 572\text{mm}$$

Άρα η απόσταση μεταξύ των πλαισίων πρέπει να είναι μεγαλύτερη του

$$2h = 1144\text{mm}, d_1 = 1150\text{mm}$$

Υπολογίζοντας την μέγιστη απόσταση  $d_2$  με βάση την κλίση των  $30^\circ$

$$d_2 = 808\text{mm} \times (\cos 30^\circ) = 700\text{mm}$$

βρίσκουμε το μέγιστο συνολικό μήκος L που καταλαμβάνουν στο χώρο δύο πάνελ σε στοίχιση  $L = (d_2 \times 2) + (d_1) = 2.550\text{mm}$

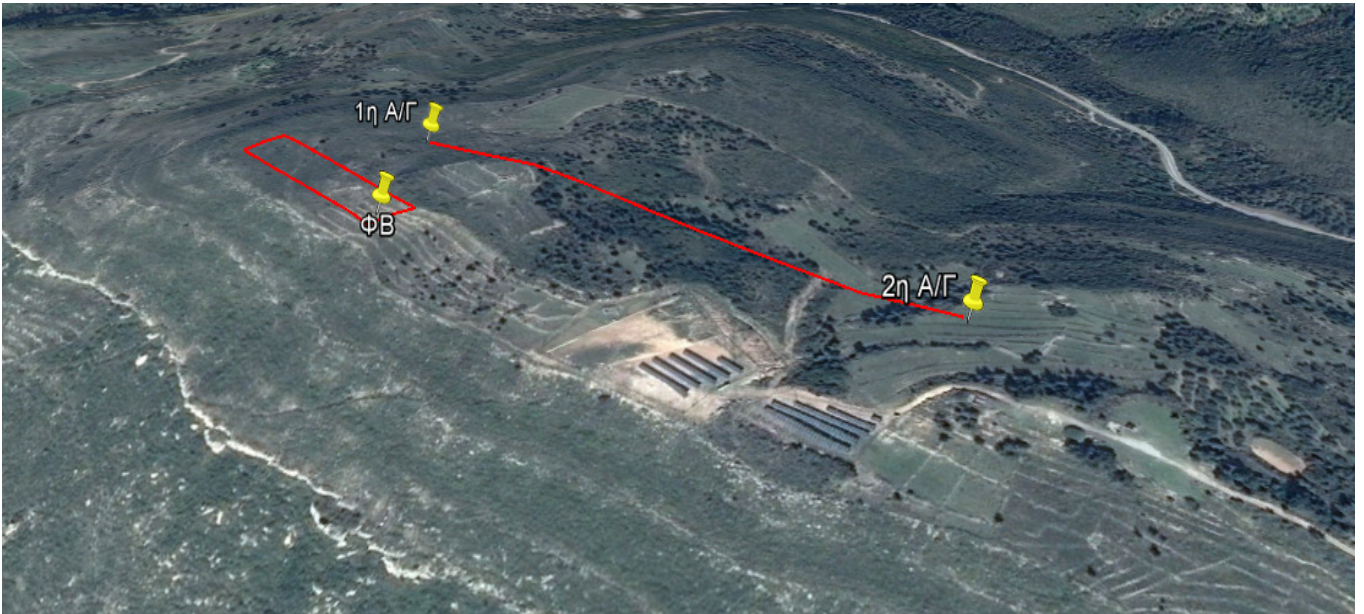
Άρα προσεγγίσουμε πόσα τετραγωνικά μέτρα θα χρειαστούν για την εγκατάσταση των ΦΒ πάνελ.:

$$[(\text{Ποσότητα πάνελ} / 2) \times \text{πλάτος πάνελ}] \times \text{μήκος L} =$$

$$= (1500/2 \times 1,580\text{m}) \times 2,55\text{m} = 3022\text{m}^2 \text{ για 2 σειρές πάνελ}$$

$$[(\text{Ποσότητα πάνελ} / 2) \times \text{πλάτος πάνελ}] \times (\text{μήκος L} + d_1) =$$

$$= (1500/4 \times 1,580\text{m}) \times (2,55\text{m} \times 2) + 1,150\text{m} = 3703,1\text{m}^2 \text{ για 4 σειρές πάνελ}$$



*Εικόνα παραρτήματος 3 : χωροθέτηση Α/Γ και Φ/Β*



## Κεφάλαιο 5

### Υπολογισμός και διαστασιολόγηση της θέρμανσης με βιομάζα

#### 5.1 Υπολογισμός αναγκών και κόστους θέρμανσης των κατοικιών

Για τον προσδιορισμό των απαιτούμενων φορτίων θέρμανσης (Kwh/ έτος) των κατοικιών στους Μυτιληνιούς για ένα έτος, θα χρησιμοποιηθεί η μέση κατανάλωση πετρελαίου ενός σπιτιού ανά έτος που είναι 1300lit/έτος.

$$V_d = 1300 \text{ lit/έτος}$$

Το απαιτούμενο φορτίο θέρμανσης  $E_\theta$  δίνεται από την ακόλουθη σχέση:

$$E_\theta = V_d \cdot \theta_d \cdot n_d \quad (25)$$

Όπου,

- $E_\theta$ : ενέργεια θέρμανσης
- $V_d$ : ποσότητα καύσιμου πετρελαίου (diesel) σε lit
- $\theta_d$ : θερμογόνος δύναμη diesel σε kWh/lit
- $n_d$ : βαθμός απόδοσης καυστήρα diesel

$$E_\theta = 1300 \cdot 10 \cdot 0,7 = 9100 \text{ kWh/έτος για μία κατοικία}$$

Το απαιτούμενο φορτίο  $E_{\theta\Sigma}$  για το σύνολο των κατοικιών (900) είναι:

$$E_{\theta\Sigma} = E_\theta \cdot 900$$

$$E_{\theta\Sigma} = 8.190.000 \text{ kWh/έτος}$$

Η ποσότητα βιομάζας κλαδοδεμάτων για να καλύψει τις ανάγκες των κατοικήσιμων σπιτιών για θέρμανση για ένα χρόνο είναι:

$$m_\beta = \frac{E_{\theta\Sigma}}{\theta_\beta \cdot n_\beta} = \frac{8.190.000}{3,7 \cdot 0,8} = 2.766.891 \text{ kg κλαδέματα/έτος} \quad (26)$$

όπου,

$m_\beta$ : μάζα βιομάζας κλαδοδεμάτων σε kg

$n_\beta$ : βαθμός απόδοσης καυστήρα

$\theta_\beta$ : θερμογόνος δύναμη βιομάζας Pellet σε kWh/kg

**Η ποσότητα Pellet** για να καλύψει τις ανάγκες των κατοικήσιμων σπιτιών για θέρμανση για ένα χρόνο είναι:

$$m_p = \frac{E_{\theta\zeta}}{\theta_p \cdot n_p} = \frac{8.190.000}{5,22 \cdot 0,8} = 1.961.207 \text{ kg Pellet/έτος}$$

όπου,

$m_p$ : μάζα βιομάζας σε kg

$n_p$ : βαθμός απόδοσης καυστήρα βιομάζας

$\theta_p$ : θερμογόνος δύναμη βιομάζας σε kWh/kg

### Τιμές καυσίμων

#### Τιμή diesel θέρμανσης

Η τιμές για πετρέλαιο θέρμανσης κυμαίνονται από **0.99 έως 1,2 € / liter**. Η μέση τιμή αντιστοιχεί στα **1,09 €/liter**

#### Τιμή για τα Pellets

Το πέλλετ (Pellet) διατίθεται σε συσκευασίες των **15 κιλών** που κοστίζει **4,70 €**, σε παλέτες των 1050 κιλών περίπου που έχουν **70 σακιά 15κιλα 330 €** και χύμα τα **1.000 κλά** προς **250 €**, το οποίο είναι φθηνότερο, γιατί δεν υπάρχουν έξοδα συσκευασίας. Μια μέση τιμή κόστους για τα πέλλετ στην αγορά είναι **0.20 €/kg**.

### Κόστος καυσίμων

$$\text{Κόστος καυσίμου diesel} = V_d \cdot 900 \cdot c_d = 1300 \text{lit} \cdot 900_{\text{σπίτια}} \cdot 1,09 \text{€/lit} = 1.275.300 \text{ €}$$

$$\text{Μέσο Κόστος καυσίμου diesel ανά κατοικία} = 1.275.300 \text{€} / 900_{\text{σπίτια}} = \mathbf{1417 \text{ €}}$$

$$\text{Κόστος καυσίμου Pellet} = m_p \cdot c_p = 1.961.207 \cdot 0,2 \text{€/kg} = 392.245 \text{ €}$$

$$\text{Μέσο Κόστος καυσίμου Pellet ανά κατοικία} = 392.245 \text{ €} / 900_{\text{σπίτια}} = \mathbf{436 \text{ €}}$$

Όπου  $c =$  τιμή καυσίμου

## 5.2 Υπολογισμός αναγκαίας ποσότητας ελαιόδεντρων

Ο υπολογισμός του αριθμού των ελαιόδεντρων που θα συλλέγονται τα κλαδέματα έγινε ως εξής:

Εμπειρικά από κάθε ελαιόδεντρο τα κλαδέματα είναι 20 kg περίπου τον χρόνο. Όμως, για να προσδιορίσουμε σωστά την ποσότητα των κλαδεμάτων που θα συλλέξουμε πρέπει να λάβουμε υπόψη την υγρασία που περιέχουν τα κλαδέματα. Άρα χωρίς υγρασία τα κλαδέματα ενός ελαιόδεντρου ζυγίζουν περίπου 13kg.

Ελαιόδεντρα =  $m_{\beta} / 13\text{kg} = 2.766.891 / 13 = 212.837$

**Ελαιόδεντρα = 212.837**

Είδος καυσίμου	Απαιτούμενο φορτίο (MWh/έτος)	Ποσότητα καυσίμου	Τιμή καυσίμου (€)	Κόστος καυσίμου (€)	Ειδικό κόστος (€/MWh)
πετρέλαιο	8.190	1.170.000lt	1,09	1.275.300	156 €
Pellet		1.961.207kg	0,2	392.241	48 €
Κλαδέματα (θρυμματισμένα)		2.766.891kg	0,1	359.696	44 €
Μέση ετήσια κατανάλωση θερμικής ενέργειας ανά κατοικία					9100kWh/έτος
Απαιτούμενη ποσότητα ελαιόδεντρων					212.837

### **5.3 Κόστος μηχανημάτων για τη συλλογή, τη μεταφορά και τη μερική επεξεργασία των κλαδεμάτων**

#### **Θρυμματιστής κλαδεμάτων:**

Κόστος αγοράς: 24.000 €  
Διάμετρος εργασίας: <25 cm ξύλου  
Παραγωγικότητα εργασίας: 4-7 tn/ώρα  
Δύναμη τρακτέρ: 100-120 HP  
R.P.M (σ.α.λ): 540-1000

#### **Τρακτέρ( γεωργικός ελκυστήρας):**

Κόστος αγοράς: 50.000 €  
Κατανάλωση καυσίμου: 4-9 lit/ ώρα  
Δύναμη τρακτέρ: 100 HP  
R.P.M (σ.α.λ): 2300

#### **Ρυμουλκούμενη ανατρεπόμενη καρότσα :**

Κόστος αγοράς: 10.000 €  
Χωρητικότητα: 6tn

#### **Φορητό και Ρυμουλκούμενο:**

Μεταφορά θρυμματισμένου ξύλου  
Κόστος αγοράς φορητού: 50.000 €  
Κόστος αγοράς ρυμουλκούμενου: 30.000 €  
Ικανότητα φόρτωσης: 20 - 22t  
Κατανάλωση καυσίμου: 2,5 – 3,5 l/ km

#### **Φορτωτής μικρός:**

Κόστος φορτωτή: 40.000 €  
Δυνατότητα ανύψωσης: 3000kg  
Κατανάλωση καυσίμου: 6-10 lit/ώρα

#### **Αλυσοπρίνο :**

Κόστος αγοράς: 400 €  
Ωριαία κατανάλωση καυσίμου: 0,6- 1,5 lit  
Ωριαίο κόστος: 8 €

#### **Χώρος αποθήκευσης μηχανημάτων:**

(Μεταλλικό κτίριο με πάνελ)  
Κόστος : 12.000 €

#### 5.4 Σχεδιασμός διαδικασίας μερικής επεξεργασίας και μεταφοράς βιομάζας

Αρχικά ο υπολογισμός θα γίνει με την ποσότητα των κλαδεμάτων που θα συλλέγονται σε μία μέρα. Με βάση την διασπορά στα χωράφια αλλά και την παραγωγικότητα του θρυμματιστή, η καθημερινή ποσότητα που θα συλλέγεται και θα μεταφέρεται είναι :

##### Ποσότητα βιομάζας την ημέρα:

παραγωγικότητα θρυμματιστή x (ώρες εργασίας- ώρες για μετακινήσεις και κενά)=

$$(6tn \times 8\text{ώρες}-2\text{ώρες})=36tn/\text{ημέρα}$$

##### Ημέρες διαδικασίας :

[Συνολική μάζα κλαδεμάτων/ (ώρες εργασίας- ώρες για μετακινήσεις και κενά) x (παραγωγικότητα θρυμματιστή)]

$$[2.767tn / ((8 \text{ώρες}-2 \text{ώρες}) \times 6 tn/\text{ώρα})] = 77 \text{ημέρες/ χρόνο}$$

Κάθε φορά που θα γεμίζει η ανατρεπόμενη καρότσα που θα ρυμουλκεί το τρακτέρ με το θρυμματισμένο υλικό, θα το αδειάζει έξω από το χωράφι, εκεί που θα είναι σταθμευμένα το μεγάλο φορτηγό και ο μικρός φορτωτής .

Ο μικρός φορτωτής θα γεμίζει την καρότσα του μεγάλου φορτηγού με το θρυμματισμένο υλικό.

Το φορτηγό με την ρυμούλκα των 20 τόνων που θα βρίσκεται έξω από τον χώρο συλλογής, θα κάνει δύο δρομολόγια συνολικά από τους χώρους συλλογής μέχρι τον χώρο ξήρανσης των θρυμματισμένων κλαδεμάτων.

Το αλυσοπρίονο θα χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση που τα κλαδέματα έχουν πάνω ξύλο ελιάς πάνω από 25cm, όπου δεν μπορεί να το επεξεργαστεί ο συγκεκριμένος θρυμματιστής.

Ο όγκος καυσίμου (βενζίνης) που θα καταναλωθεί από τα μηχανήματα θα προσδιοριστεί από τη λειτουργία τους.

$$V_{\alpha\beta} = \text{Ώρες λειτουργίας} \times \text{ωριαία κατανάλωση καυσίμου}$$

## 5.5 Ετήσια κατανάλωση καυσίμου μηχανημάτων

**Τρακτέρ (γεωργικός ελκυστήρας):**  $V_{dT} = 10(\text{lit}/\text{ώρα}) \times 7(\text{ώρες}/\text{ημέρα}) \times 77 \text{ ημέρες}$   
:  $V_{dT} = 5309 \text{ lit}/\text{έτος}$

**Φορητό και Ρυμουλκούμενο:**  $V_{d\phi} = 3(\text{lit}/\text{km}) \times 40\text{km μέση ημερήσια διαδρομή} \times 77 \text{ ημέρες}$

$$V_{d\phi} = 9240 \text{ lit}/\text{έτος}$$

**Μικρός φορτωτής** :  $V_{d\mu\phi} = 7(\text{lit}/\text{ώρα}) \times 7 \text{ ώρες} \times 77 \text{ ημέρες}$

$$V_{d\mu\phi} = 3773 \text{ lit}/\text{έτος}$$

**Αλυσοπρίοιο** :  $V_{d\alpha} = 1(\text{lit}/\text{ώρα}) \times 1 \text{ ώρα} \times 77 \text{ ημέρες}$

$$V_{d\alpha} = 77 \text{ lit}/\text{έτος}$$

**Συνολική κατανάλωση καυσίμου:**  $V_{dB} = V_{dT} + V_{d\phi} + V_{d\mu\phi} + V_{d\alpha} = 18.400 \text{ lit}$

**Άρα το ετήσιο κόστος καυσίμου για την λειτουργία των μηχανημάτων είναι:**

$$C_{\text{ετήσιο}} = V_{dB} \times C_{\text{βενζ}} = 31.280 \text{ €}$$

## 5.6 Οικονομικά κριτήρια για την αξιοποίηση της βιομάζας από κλαδέματα

### ΑΚΕ: Αρχικό Κόστος Επένδυσης

Είναι η δαπάνη που καταβάλλει ο επενδυτής, κατά το χρόνο που πραγματοποιείται η επένδυση.

#### Κόστος μηχανημάτων:

Θρυμματιστής κλαδεμάτων:	24.000 €
Τρακτέρ (γεωργικός ελκυστήρας):	50.000 €
Ρυμουλκούμενη ανατρεπόμενη καρότσα:	10.000 €
Φορτηγό και ρυμουλκούμενο:	50.000 €
Φορτωτής μικρός:	40.000 €
Αλυσοπρίονο :	400 €

#### Κόστος εγκαταστάσεων

Χώρος στέγασης μηχανημάτων:	12.000 €
-----------------------------	----------

**Σύνολο ΑΚΕ= 182.000 €**

### ΕΟΟ: Ετήσιο Οικονομικό Όφελος

Είναι το υπολογιζόμενο οικονομικό όφελος ανά έτος, λόγω της μείωσης της ενεργειακής δαπάνης, που θα προκύψει μετά την ολοκλήρωση της επέμβασης. Οι σχετικοί υπολογισμοί γίνονται με το τρέχον κόστος ενέργειας.

#### **ΕΟΟ = ΕΕΔπριν - ΕΕΔμετά**

όπου

**ΕΕΔπριν:** Ετήσια Ενεργειακή Δαπάνη πριν την επένδυση ( € ).

**ΕΕΔμετά:** Ετήσια Ενεργειακή Δαπάνη μετά την επένδυση ( € ).

$$\text{ΕΕΔπριν}_{\text{ντιζελ}} = V_d \cdot 900 \cdot c_d = 1300\text{lit} \cdot 900_{\text{σπίτια}} \cdot 1,09\text{€/lit} = 1.275.300 \text{ €}$$

$$\text{ΕΕΔ1μετά}_{\text{από κατανάλωση καυσίμων}} = C_{\text{ετήσιο}} = V_{\text{dB}} \times C_{\text{βενζ}} = 31.280 \text{ €}$$

$$\text{ΕΕΔ2μετά}_{\text{απο μεταποίηση Pellet}} = \text{ετήσιο κόστος Pellet} \cdot 0,5 = 392.245 \text{ €} \cdot 0,5 = 196.123 \text{ €}$$

### ΕΛΔ: Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες

Στις ΕΛΔ περιλαμβάνονται οποιεσδήποτε επί πλέον δαπάνες προκαλούνται, λόγω της ύπαρξης του συστήματος το οποίο αφορά στην υπόψη επέμβαση, δηλαδή :

Ασφάλιση μηχανημάτων και εργατών

Ανταλλακτικά μηχανημάτων

Μισθός εργατών (3 εργάτες · 80 μέρες · 50 €)

**ΕΛΔ = Κόστος συντήρησης ( 2% - 7% του ΑΚΕ) + Μισθοδοσία**

$$ΕΛΔ = 2\% * ΑΚΕ = 0,07 * 182.000 \text{ €} + 12.000 = 12.740 \text{ €} + 12.000 \text{ €} = 24.740 \text{ €}$$

### **d: Επιτόκιο αναγωγής (0 < d < 1)**

Το επιτόκιο αυτό μπορεί να είναι:

- είτε επιτόκιο δανεισμού (ο επενδυτής καταβάλλει χρήματα που δανείσθηκε)
- είτε επιτόκιο καταθέσεων (ο επενδυτής κερδίζει χρήματα από οποιασδήποτε μορφής καταθέσεις)
- είτε επιτόκιο άλλης επένδυσης (ο επενδυτής προσδοκά κέρδος λόγω τοποθέτησης χρημάτων σε άλλη οικονομική δραστηριότητα).

Εάν ληφθεί υπόψη ετήσιος πληθωρισμός  $i$  τότε:

### **Αποπληθωρισμένο επιτόκιο**

$$r = \frac{(1+d)}{(1+i)} - 1 = \frac{d-i}{1+i} = \frac{0,08-0,05}{1+0,05} = 0,0286$$

επιτόκιο δανεισμού  $d = 8\%$ , ετήσιος πληθωρισμός  $i = 5\%$

### **N: Χρόνος αποπληρωμής (έτη)**

Ανάλογα με την περίπτωση, ο N μπορεί να είναι:

- Ο οικονομικός κύκλος ζωής της επένδυσης, δηλαδή μία χρονική περίοδος εντός της οποίας ανακτάται το ΑΚΕ.
- Η (αναμενόμενη) χρονική διάρκεια της πραγματικής ζωής της επένδυσης.
- Η (εκτιμώμενη) χρονική διάρκεια, πέραν της οποίας ο βασικός εξοπλισμός της επένδυσης θα έχει ξεπεραστεί τεχνολογικά.

$$N=20$$

### **ΣΠΑ: Συντελεστής Παρούσας Αξίας (ή Συντελεστής Προεξόφλησης)**

Αν σήμερα επενδυθεί ένα ποσό  $A$ , το άθροισμα κεφαλαίων και τόκων μετά από  $n$  περιόδου (συνήθως έτη) θα είναι  $M = A \cdot (1+r)^n$ .

Αντίστροφα, για να αποκτηθεί κατά το  $n$  έτος το ποσό αυτό  $M$ , πρέπει σήμερα να επενδυθεί ποσό ίσο με:

$$A = \frac{M}{(1+r)^n}$$

το οποίο λέγεται παρούσα αξία του μελλοντικού ποσού  $M$ .

Ορίζεται ο Συντελεστής Παρούσας Αξίας

$$\Sigma Π Α_n = \frac{1}{(1+r)^n}$$



Ο  $\Sigma\text{ΠΑ}_v$  εκφράζει τη μείωση της αξίας του χρήματος ( $\Sigma\text{ΠΑ} < 1$ )

### **$\text{ΕΧ}_v$ : Ετήσια Χρηματοροή**

Κατά την διάρκεια των  $N$  ετών, στην οποία αναφέρεται η επένδυση, υπάρχουν χρηματικές **εισροές-έσοδα** εξαιτίας αυτής, αλλά και χρηματικές **καταβολές-έξοδα**. Η διαφορά τους είναι η ετήσια χρηματοροή  $\text{ΕΧ}_v$ , η οποία μπορεί και να μεταβάλλεται από έτος σε έτος. Έτσι, ανά έτος, θα έχουμε :

$$\text{ΕΧ}_v = \text{ΕΟΟ}_v - \text{ΕΛΔ}_v$$

### **$\text{ΠΕΧ}_v$ : Προεξοφλημένη Ετήσια Χρηματοροή**

Για να υπολογισθεί κάθε ετήσια χρηματοροή στο σήμερα, πρέπει αυτή να αναχθεί σε παρούσα αξία, οπότε :

$$\text{ΠΕΧ}_v = \Sigma\text{ΠΑ}_v * \text{ΕΧ}_v$$

## **ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΚΑΘΑΡΑΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ**

### **ΚΠΑ : Καθαρά Παρούσα Αξία**

Αναγωγή στον παρόντα χρόνο (πραγματοποίησης της επένδυσης) όλων των μελλοντικών εξόδων και εσόδων (μετά από φόρους), δηλ. των χρηματοροών, για  $N$  έτη. Είναι το ασφαλέστερο κριτήριο, με τα περισσότερα πλεονεκτήματα

$$\text{ΚΠΑ} = -\text{ΑΚΕ} + \sum_{v=1}^{v=N} \text{ΠΕΧ}_v$$

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Αν το Ετήσιο Οικονομικό Όφελος (ΕΟΟ) και οι Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες (ΕΛΔ) προβλέπονται σταθερές, στα  $N$  έτη, τότε και το Καθαρό Ετήσιο Οικονομικό Όφελος (ΚΕΕΟ) θα είναι σταθερό, δηλ.  **$\text{ΕΧ} = \text{ΚΕΕΟ} = \text{σταθ.}$**

Σ' αυτή την περίπτωση :

$$\text{ΚΠΑ} = -\text{ΑΚΕ} + \left( \frac{(1+r)^N - 1}{r \cdot (1+r)^N} \right) \cdot \text{ΚΕΕΟ}$$

## **ΚΡΙΤΗΡΙΟ ΕΝΤΟΚΗΣ ΠΕΡΙΟΔΟΥ ΑΠΟΠΛΗΡΩΜΗΣ**

### **ΕΠΑ : Έντοκη περίοδος αποπληρωμής**

**ΕΠΑ = Ο χρόνος (έτη)  $N$  για τον οποίο η ΚΠΑ μηδενίζεται**

ΣΗΜΕΙΩΣΗ : Αν **ΕΟΟ** και **ΕΛΔ** σταθερές τότε και  **$\text{ΕΧ} = \text{ΚΕΕΟ} = \text{σταθ.}$**  (Καθαρό

Ετήσιο Οικονομικό Όφελος).

Επιπλέον, αν υποθεθεί ότι  $\mathbf{AΞΕ}$  (απομένουσα αξία) =  $\mathbf{0}$  τότε:

$$\text{ΕΠΑ} = \frac{-\ln\left[1 - r \cdot \left(\frac{\text{AKE}}{\text{KEOO}}\right)\right]}{\ln(1+r)}$$

### 5.7 Αποτελέσματα οικονομικής μελέτης

Τα αποτελέσματα από την τεχνοοικονομική μελέτη που έγινε με τα παραπάνω οικονομικά κριτήρια παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Έτος	Αρχικό Κόστος Επένδυσης	Ετήσιο Οικονομικό Όφελος	Ετήσιες Λειτουργικές Δαπάνες	Συντελεστής Παρούσας Αξίας	Ετήσια Χρηματοροπή	Προεξοφλημένη Ετήσια Χρηματοροπή	Καθαρά Παρούσα Αξία	Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής
1	-266.000 €	1.047.897 €	-24740	0,972	1.023.157 €	994.708 €	728.708 €	
2		1.047.897 €	-24740	0,945	1.023.157 €	967.051 €	1.695.759 €	
3		1.047.897 €	-24740	0,919	1.023.157 €	940.162 €	2.635.921 €	
4		1.047.897 €	-24740	0,893	1.023.157 €	914.021 €	3.549.942 €	
5		1.047.897 €	-24740	0,868	1.023.157 €	888.607 €	4.438.549 €	
6		1.047.897 €	-24740	0,844	1.023.157 €	863.899 €	5.302.448 €	
7		1.047.897 €	-24740	0,821	1.023.157 €	839.879 €	6.142.327 €	
8		1.047.897 €	-24740	0,798	1.023.157 €	816.526 €	6.958.853 €	
9		1.047.897 €	-24740	0,776	1.023.157 €	793.823 €	7.752.676 €	0,26 χρόνια
10		1.047.897 €	-24740	0,754	1.023.157 €	771.751 €	8.524.427 €	(3 μήνες)
11		1.047.897 €	-24740	0,733	1.023.157 €	750.292 €	9.274.720 €	
12		1.047.897 €	-24740	0,713	1.023.157 €	729.431 €	10.004.150 €	
13		1.047.897 €	-24740	0,693	1.023.157 €	709.149 €	10.713.299 €	
14		1.047.897 €	-24740	0,674	1.023.157 €	689.431 €	11.402.731 €	
15		1.047.897 €	-24740	0,655	1.023.157 €	670.262 €	12.072.992 €	
16		1.047.897 €	-24740	0,637	1.023.157 €	651.625 €	12.724.618 €	
17		1.047.897 €	-24740	0,619	1.023.157 €	633.507 €	13.358.125 €	
18		1.047.897 €	-24740	0,602	1.023.157 €	615.893 €	13.974.017 €	
19		1.047.897 €	-24740	0,585	1.023.157 €	598.768 €	14.572.785 €	
20		1.047.897 €	-24740	0,569	1.023.157 €	582.119 €	15.154.904 €	
Επιτόκιο αναγωγής			0,08					
Ετήσιος πληθωρισμός			0,05					
Αποπληθωρισμένο επιτόκιο			0,0286					

Πίνακας 5.2 : Αποτελέσματα τεχνοοικονομικής μελέτης για την βιομάζα

## Συμπεράσματα

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να προσδιοριστεί η σύνθεση του κατάλληλου αυτόνομου ενεργειακού συστήματος, το οποίο να καλύπτει με τον οικονομικότερο τρόπο τις ανάγκες του χωριού Μυτιληνιοί.

Στην διαδικασία υπολογισμού για το αυτόνομο υβριδικό σύστημα προσδιορίστηκαν οι τιμές της ονομαστικής ισχύος των συνιστωσών του συστήματος (Φ/Β, Α/Γ, Η/Ζ κ.τ.λ.) Τα κριτήρια για την βέλτιστη διαστασιολόγηση του αυτόνομου υβριδικού συστήματος είναι

- Το οικονομικό κριτήριο, δηλαδή το κόστος ανά μονάδα ονομαστικής ισχύος κάθε τεχνολογίας ΑΠΕ.
- Τα ηλιακά και ανεμολογικά δεδομένα του τόπου εγκατάστασης
- Η ελαχιστοποίηση της απόρριψης ενέργειας του συστήματος
- Η ελαχιστοποίηση της παραγωγής από Η/Ζ που συνεπάγεται ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης καυσίμου

Τα αποτελέσματα με βάση τα παραπάνω κριτήρια έδειξαν ότι η το υβριδικό σύστημα όσον αφορά τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας θα αποτελείται κατά κύριο λόγο από συνδυασμό ανεμογεννητριών και Φωτοβολταϊκά πλαίσια. Το Ηλεκτροπαραγωγό ζεύγος θα χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση βλάβης των τεχνολογιών ΑΠΕ.

Τα αποτελέσματα για την αξιοποίηση των κλαδεμάτων από τα ελαιόδεντρα για την θέρμανση των σπιτιών δείχνουν ότι η ανεξάρτηση του χωριού Μυτιληνιοί από τα ορυκτά καύσιμα είναι εφικτή και οικονομικά συμφέρουσα.

Μπορεί να δει κανείς από τα δεδομένα και από τα αποτελέσματα ότι υπάρχει το δυναμικό από τις Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας να αυτονομηθεί ένα μεγάλο χωριό όπως οι Μυτιληνιοί με αξιοποίηση τους στην ευρύτερη περιοχή πόσο μάλλον και τα μικρότερα χωριά της Σάμου. Ακόμη η κάθε περιοχή έχει τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά δεδομένα τα οποία μπορούν να δώσουν την ενέργεια σε ηλεκτρισμό και θέρμανση που χρειάζονται οι κάτοικοι της.

## Βιβλιογραφία

- 1) Φραγκιαδάκης, Ιωάννης Ε. Φωτοβολταϊκά συστήματα / Ι. Ε. Φραγκιαδάκης. - 2η έκδ. - Θεσσαλονίκη : Ζήτη, 2007
- 2) Κ. Καγκαράκη, Φωτοβολταϊκή Τεχνολογία, Εκδόσεις Συμμετρία ΑΘΗΝΑ 1992
- 3) Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε): [www.rae.gr](http://www.rae.gr)
- 4). Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.): [www.cres.gr](http://www.cres.gr)
- 5) [www.biomassstradecentre2.eu](http://www.biomassstradecentre2.eu)
- 6) Η ξήρανση του ξύλου, άρθρο του Δρ Μιχάλης Σκαρβέλης, Εντεταλμένος Ερευνητής, Ινστιτούτο Μεσογειακών σπουδών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων
- 7) Ιωάννης-Χρίστος Π. Μαραβέλιας, Διπλωματική Εργασία, "Οικονομοτεχνική μελέτη για εργοστάσιο παραγωγής wood pellets"
- 8) [www.ypeka.gr](http://www.ypeka.gr)
- 9) Η ελιά & η παραγωγή ενέργειας από τα προϊόντα της, Γιάννης Βουρδουμπάς Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, ΤΕΙ Κρήτης