



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

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Συνδυασμένη διαχείριση φυσικών πόρων για
την ενεργειακή αυτάρκεια της Νήσου
Σαμοθράκης»**

Φώτας Ιωάννης

Επιβλέπων Καθηγητής

Κ^{ος} Κατσαπρακάκης Δημήτριος

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2015

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή εντάσσεται στα πλαίσια ολοκλήρωσης των φοιτητικών σπουδών για την απόκτηση του διπλώματος της σχολής Μηχανολόγων Μηχανικών του Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου (Κρήτης). Διεκπεραιώθηκε στον Ενεργειακό τομέα της ίδιας σχολής στα πλαίσια του μαθήματος «Σύνθεση Ενεργειακών Συστημάτων ».

Στο χρονικό διάστημα από την ανάληψη της εργασίας μέχρι την ολοκλήρωσή της, πραγματοποιήθηκε η πρακτική άσκηση στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας και Σύνθεσης ενεργειακών συστημάτων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την συνδυασμένη διαχείριση φυσικών πόρων για την ενεργειακή αυτάρκεια της Νήσου Σαμοθράκης, με γνώμονα την οικονομική σκοπιμότητα.

Επιχειρείται να μελετηθεί και να βελτιστοποιηθεί η λειτουργία ενός υβριδικού συστήματος που εκμεταλλεύεται την αιολική ενέργεια με τη χρήση αντλησιοταμίευσης στο σύστημα της Σαμοθράκης, καθώς και η χρήση ενός εναλλακτικού τρόπου κίνησης και θέρμανσης.

Το υβριδικό σύστημα που μελετήθηκε περιλαμβάνει ανεμογεννήτριες που θα λειτουργούν σαν μονάδες βάσης, υδροηλεκτρικό έργο σαν μονάδα αποθήκευσης και το υφιστάμενο δίκτυο από συμβατικές μονάδες παραγωγής σαν μονάδες εφεδρείας.

Στην εργασία παρουσιάζονται η βασική δομή του συστήματος, η φιλοσοφία ελέγχου που προτείνεται, τα κύρια αποτελέσματα από την ενεργειακή μελέτη που πραγματοποιήθηκε καθώς και εναλλακτικοί τρόποι κίνησης των μέσων μεταφοράς.

Συγκεκριμένα παρουσιάζονται αποτελέσματα και αναλύσεις ευαισθησίας αναφορικά με την διείσδυση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το βαθμό αξιοποίησης των επιμέρους μονάδων καθώς και την επίπτωση στο κόστος λειτουργίας του νησιωτικού συστήματος.

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η δημιουργία ενός πρότυπου νησιού στην Ελλάδα που θα καλύπτει πλήρως τις ανάγκες του, που έχουν να κάνουν με ηλεκτρισμό, κλιματισμό καθώς και κίνηση από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Δηλαδή η απεξάρτηση από τα ορυκτά καύσιμα στα πρότυπα που έχει θέσει το αντίστοιχο επίτευγμα των Ισπανών, το νησί Ελ Ιέρο.

Το έργο θα στηριχτεί σε ανεμογεννήτριες, αναστρέψιμο αντλησιοταμιευτήρα, καυστήρες βιομάζας και ηλεκτροκίνηση.

Λέξεις Κλειδιά : Συνδυασμένη διαχείριση φυσικών πόρων, ανεμογεννήτριες, αναστρέψιμος αντλησιοταμιευτήρας, καυστήρες βιομάζας, ηλεκτροκίνηση, υδρογονοκίνηση

ABSTRACT

In this paper are presented the results of the combined management of natural resources for energy self-sufficiency of the island of Samothrace, based on economic feasibility.

Trying to study and optimise the operation of a hybrid system that harnesses wind energy using antlisiertamieysis in systems of Samothrace as well as the use of an alternate way movement and heating .

The hybrid system that includes a designed wind turbines that will act as base units, storage unit like hydroelectric project and the existing network of conventional production units like reserve units.

In the work presented the basic structure of the system, check that proposed philosophy, the main results of the energy study conducted as well as two alternative ways of transport traffic.

Specific results and sensitivity analyses are presented regarding the penetration of renewable energy sources, the degree of utilization of individual units as well as the impact on the operating costs of the system.

The purpose of this work is the creation of a model island in Greece that will fully cover the needs of, having to do with electricity, air conditioning and motion, from renewable energy sources (RES). The detox from fossil fuels to the standards set by the corresponding achievement of the Hispanics, the island of El Hierro.

The project will rely on wind turbines, reversible antlisiertamieytira, biomass burners and electrification.

Key Words : Combined management of natural resources, wind turbines, biomass burners, reversible antlisiertamieytiras, electrification, HHO technology

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ABSTRACT	3
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ	6
ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	6
ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	7
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	8
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	10
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	11
1.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΝΗΣΟΥ ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	14
2. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΝΗΣΟΥ ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ	14
2.1 ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	16
2.2 ΒΑΣΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ 3468/2006 ΓΙΑ ΤΑ ΥΒΡΙΔΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ –ΟΡΙΣΜΟΙ	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	19
3. ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ.....	19
3.2 ΖΗΤΗΣΗ ΙΣΧΥΟΣ ΣΑΜΟΘΡΑΚΗΣ.....	19
3.2 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	21
3.2.1 Είδη Ανεμογεννητριών.....	23
3.2.2 Δομή μιας οριζοντίου άξονα ανεμογεννήτριας.....	24
3.2.3 Μειονεκτήματα αιολικής ενέργειας.....	26
3.2.4 Αιολική ενέργεια παγκοσμίως.....	27
3.2.5 Επιλεγμένη Ανεμογεννήτρια για την εργασία	28
3.2.6 Θέσεις εγκατάστασης αιολικού πάρκου.....	31
3.3 ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	33
3.3.1 Άμεση σύνδεση της μονάδος αντλησιοταμίευσης με το αιολικό πάρκο.....	34
3.3.2 Αποθήκευση σε υδραυλικό ταμιευτήρα.....	35
3.3.2.1 Φάση άντλησης.....	36
3.3.2.2 Φάση επαναπρόσδωσης της υδραυλικής ενέργειας.....	37
3.3.2.3 Εφαρμογή της αντλησιοταμίευσης σε υβριδικό σύστημα.....	38
3.3.3 Είδη υδροστροβίλων και τελική επιλογή.....	40
3.3.4 Θέσεις εγκατάστασης ΥΗΣ- άνω δεξαμενής	41
3.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΑΛΓΟΡΙΘΜΟΥ ΣΥΝΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ –ΑΝΑΣΤΡΕΨΙΜΟΥ ΥΔΡΟΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ.	43
3.5 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ-ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ-ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ	45
3.5.1 Βελτιστοποίηση επιλογής διαμέτρου αγωγού μεταφοράς ύδατος.....	48
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	57
4.1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ	57
4.1.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή.....	57
4.1.2 Είδη Θέρμανσης.....	58
4.2 ΒΙΟΜΑΖΑ.....	61
4.2.1 Παγκόσμιο και Ελληνικό δυναμικό.....	62
4.2.2 Χρήσεις Βιομάζας.....	63

4.2.3	Είδη Βιομάζας.....	64
4.2.4	Καλλιέργειες βιομάζας.....	67
4.2.5	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.....	70
4.2.6	Καύση Βιομάζας.....	71
4.2.6.1	Μηχανισμοί μεταφοράς της θερμικής ενέργειας.....	72
4.2.7	ΛΕΒΗΤΕΣ PELLETS ΚΑΙ ΒΙΟΜΑΖΑΣ - ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ.....	73
4.2.7.1	Τεχνική περιγραφή πυρηνολέβητα.....	75
4.3	Στεγασμένη επιφάνεια Νήσου Σαμοθράκης.....	76
4.4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	78
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5		79
5.1	Η ΣΗΜΑΝΤΙΚΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑΣ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΘΡΩΠΟΤΗΤΑ.....	79
5.2	ΕΙΔΗ ΚΙΝΗΣΗΣ.....	79
5.2.1	Υδρογόνοκίνηση.....	79
5.2.1.1	Υδρογόνο στις μηχανές εσωτερικής καύσης.....	80
5.2.1.2	Υδρογόνο σε κυψέλες καυσίμου.....	81
5.2.2	Βιοκαύσιμα.....	82
5.2.2.1	Βιοντίζελ.....	82
5.2.2.2	Βιοαιθανόλη.....	82
5.2.3	Κίνηση με ηλεκτρισμό.....	82
5.2.3.1	Βασικά μέρη - κινητήρας.....	83
5.2.3.1.1	Βασικά μέρη – τροφοδοσία.....	83
5.2.3.2	Λίστα με τα ηλεκτροκίνητα αμάξια του εμπορίου.....	84
5.2.3.3	Είδη φόρτισης.....	85
5.2.3.3.1	Υποδοχές Φόρτισης.....	86
5.2.3.3.2	Τρόποι φόρτισης.....	87
5.2.3.4	Μειονεκτήματα- Πλεονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης.....	88
5.2.3.5	Πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων.....	90
5.3	ΕΠΙΛΟΓΗ ΒΕΛΤΙΣΤΟΥ ΤΡΟΠΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ.....	90
5.4	ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΙ.....	91
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6		93
6.1	ΒΑΣΙΚΕΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ.....	93
6.2	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ.....	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7		96
7.1	ΣΥΝΟΨΗ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ.....	96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8		96
8.1	ΠΡΟΣΘΕΤΕΣ ΠΑΡΕΜΒΑΣΕΙΣ.....	96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9		97
9.1	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΝ ΝΗΣΩΝ.....	97
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10.....		99
10.1	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	99
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....		101
	ΜΕΛΕΤΗ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΚΤΗΡΙΟΥ.....	101

ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Καταμερισμός Γής στη Νήσο Σαμοθράκη	12
Πίνακας 2: Οι τέσσερις περιοχές της καμπύλης ισχύος μιας ανεμογεννήτριας	23
Πίνακας 3: Σύγκριση θορύβου ανεμογεννήτριας με άλλα συστήματα	26
Πίνακας 4: Συγκεντρωτικά στοιχεία ENERCON E-53.....	30
Πίνακας 5 : Συντομογραφίες αλγορίθμου	43
Πίνακας 6 : Αλγόριθμος λειτουργίας υβριδικού συστήματος	43
Πίνακας 7: Συσχετισμός διαμέτρου αγωγού και απωλειών ροής.....	50
Πίνακας 8 : Στοιχεία διαστασιολόγησης.....	51
Πίνακας 9 : Κόστος Θέρμανσης Συγκεντρωτικός πίνακας	66
Πίνακας 10: Ενεργειακές απαιτήσεις (KWh/m ²) & κατανάλωση καυσίμου (lt πετρ. /m ²) για θέρμανση κατοικιών σε 36 πόλεις της Ελλάδας	77
Πίνακας 11 : Ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα εμπορίου	85
Πίνακας 12 : Βασικά χαρακτηριστικά των αυτοκινήτων	92
Πίνακας 13: Συνολικά ετήσια κόστη	92
Πίνακας 14 : Βασικές παράμετροι υπολογισμού.....	93
Πίνακας 15 : Οικονομικοί υπολογισμοί ανά έτος ανοιγμένοι στην παρούσα αξία. ...	94

ΛΙΣΤΑ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Μέση ζήτηση ισχύος ανά μήνα στη Νήσο Σαμοθράκη	20
Διάγραμμα 2: Καμπύλες εικοσιτετράωρης μεταβολής ζήτησης ισχύος.	20
Διάγραμμα 3: Παραγόμενη ισχύς ανά μονάδα επιφάνειας του δίσκου του δρομέα συναρτήσει της ταχύτητας ανέμου.....	22
Διάγραμμα 4: Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας.	27
Διάγραμμα 5: Εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανά χώρα σε MW.....	28
Διάγραμμα 6 : Σύγκριση καμπύλων ισχύων ανεμογεννητριών.....	29
Διάγραμμα 7: Καμπύλη ισχύος E-53	29
Διάγραμμα 8 : Διαχωρισμός υδροστροβίλων με βάση την περιοχή λειτουργίας τους.	40
Διάγραμμα 9 : Ζήτηση ισχύος Σαμοθράκης.....	45
Διάγραμμα 10 : Αιολικό δυναμικό Νήσου Σαμοθράκης.....	46
Διάγραμμα 11: Επιλογή διαμέτρου αγωγού με βάση το κόστος	49
Διάγραμμα 12: Διακύμανση του όγκου της άνω δεξαμενής	52
Διάγραμμα 13 : Κατανομή της αιολικής ενέργειας με βάση το ποσοστό χρήσης.....	53
Διάγραμμα 14 : Ποσοστό κάλυψης της κάθε επιμέρους πηγής παραγωγής ενέργειας , του 100 % του ποσοστού ζήτησης ισχύος.....	54
Διάγραμμα 15 : Σύνθεση παραγωγής για όλο το έτος	55
Διάγραμμα 16: Σύνθεση παραγωγής για το μήνα Ιανουάριο.....	56
Διάγραμμα 17 : Σύγκριση κόστους θέρμανσης , αναλογικά για 1500λίτρα πετρελαίου.	60
Διάγραμμα 18: Σύγκριση με βάση τις εκπομπές CO ₂ ανά τεχνολογία (τόνοι).....	61
Διάγραμμα 19 : Η συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.....	62
Διάγραμμα 20 : Αποτύπωση του παραπάνω πίνακα σε μορφή διαγράμματος.....	66

ΛΙΣΤΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Η χώρα του νησιού	12
Εικόνα 2: Άποψη της Σαμοθράκης όπως φαίνεται εκ θαλάσσης	13
Εικόνα 3: Το λιμάνι της Καμαριώτισσας, κεντρικό λιμάνι του νησιού	13
Εικόνα 4: Άποψη του αποψλωμένου Αιολικού Σαμοθράκης.....	14
Εικόνα 5: Στο αριστερό μέρος της φωτογραφίας διακρίνεται με μαρκαρισμένο κόκκινο χρώμα η θέση του αιολικού πάρκου.	15
Εικόνα 6: Η θέση του αιολικού πάνω στο νησί, διακρίνεται ξανά με κόκκινο χρώμα στο αριστερό μέρος της φωτογραφίας.....	15
Εικόνα 7: Αιολικό δυναμικό Ελλάδος.....	16
Εικόνα 8: Παραγωγή ξηρής βιομάζας ανά νομό το χρόνο.	17
Εικόνα 9: Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα	23
Εικόνα 10: Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα.....	24
Εικόνα 11,12 : Σχηματική αναπαράσταση μιας ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα.	25
Εικόνα 12,13: Παραστατική κλίμακα θορύβου	26
Εικόνα 13: Άποψη των θέσεων του υβριδικού συστήματος.	31
Εικόνα 14: Χώρος ένταξης αιολικού πάρκου.....	32
Εικόνα 15 : Τρόπος λειτουργίας ενός υδροηλεκτρικού σταθμού	33
Εικόνα 16 : Σύνδεση Αιολικού πάρκου άμεσα με μονάδα αντλησιοταμίευσης.....	34
Εικόνα 17 : Σκαρίφημα αναστρέψιμου υδροηλεκτρικού έργου	35
Εικόνα 18 : Σκαρίφημα αντλησιοταμίευσης	37
Εικόνα 19 : Απώλειες αντλησιοταμίευσης	38
Εικόνα 20 : Σκαρίφημα αιολικού πάρκου με αντλησιοταμίευση	39
Εικόνα 21: Κλίση αγωγού προσαγωγής ύδατος καθώς και θέσεις δεξαμενής και ΥΗΣ	42
Εικόνα 22 : Απεικόνιση τρόπου λειτουργίας υβριδικού σταθμού	45
Εικόνα 23: Καλλιέργεια ευκαλύπτου	69
Εικόνα 24 : Τρόπος λειτουργίας λέβητα βιομάζας	74
Εικόνα 25 : Κλιματικές ζώνες Ελλάδος	76
Εικόνα 26: Ρεζερβουάρ υγρού υδρογόνου	80
Εικόνα 27 : Λειτουργία κυψελών καυσίμων	81
Εικόνα 28: Οι διαφορετικοί τύποι φόρτισης.....	86
Εικόνα 29 : Εγκεκριμένο από την Ε.Ε. κοινό βύσμα , τύπου 2 , της εταιρείας MENNEKES.....	87
Εικόνα 30 : Πωλήσεις Η/Α στις χώρες της Ευρώπης	90
Εικόνα 31 : Ελ Ιέρο , το πρώτο 100% πράσινο νησί	97

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

1. Α.Π.Ε. = Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
2. ΥΗ.Σ. = Υδροηλεκτρικός Σταθμός
3. Η/Α = Ηλεκτρικά Αυτοκίνητα
4. Α/Π = Αιολικό Πάρκο
5. Α/Γ = Ανεμογεννήτρια
6. Χ.Υ.Τ.Α = Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Σημαντικό ρόλο στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας αποτέλεσαν διάφορα άτομα , ο καθένας από την δική του «σκοπιά» .

Πρώτα από όλα θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επίκουρο καθηγητή Κατσαπρακάκη Δημήτριο ο οποίος μου ενέπνευσε την αγάπη για το κομμάτι της μηχανολογίας καθώς μου έδωσε και την ευκαιρία να πραγματοποιήσω αυτή την εργασία.

Επίσης δεν θα μπορούσα να μην αναφερθώ στην κοπέλα μου Χρυσούλα, που με την υπομονή της κρατούσε το μυαλό μου συγκεντρωμένο στις υποχρεώσεις μου.

Κυρίως όμως θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, ιδιαίτερα τους γονείς μου Σεραφείμ και Άρτεμις καθώς και τους πολυαγαπημένους παππούδες Γιάννη και Μαρία, τον αδερφό μου Δημήτρη και τέλος τον θείο μου Θωδωρή , όχι μόνο για την υπομονή που έδειχναν αλλά και την δεύτερη ευκαιρία ουσιαστικά που μου δόθηκε για να ασχοληθώ με την σχολή .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας επιτυγχάνεται με την εκμετάλλευση διαφόρων πρωτογενών πηγών ενέργειας και παρουσιάζει μεγάλες διαφοροποιήσεις από χώρα σε χώρα, ανάλογα με τους διαθέσιμους εγχώριους Ενεργειακούς Πόρους, την ενεργειακή πολιτική της χώρας, τις γεωλογικές, γεωφυσικές και κλιματολογικές ιδιαιτερότητες αυτής. Οι πηγές παραγωγής ενέργειας διακρίνονται στις συμβατικές που βασίζονται σε ορυκτά στερεά , υγρά ή αέρια καύσιμα, όπως το πετρέλαιο ο άνθρακας (λιθάνθρακας και λιγνίτης), το φυσικό αέριο, στην πυρηνική ενέργεια και στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Α.Π.Ε.) που χρησιμοποιούν ανεξάντλητες πηγές (άνεμος, ήλιος, νερό γεωθερμία κλπ) και δεν καταναλώνουν τα περιορισμένα ενεργειακά ορυκτά αποθέματα.

Στην Ελλάδα υπάρχει ευνοϊκό αιολικό και ηλιακό δυναμικό που συνεπάγεται ένα εξαιρετικά μεγάλο ενδιαφέρον για επενδύσεις σε σταθμούς Α.Π.Ε. Οι τεχνικοί περιορισμοί των συμβατικών μονάδων (τεχνικά ελάχιστα και δυναμικοί περιορισμοί) δεν επιτρέπουν την επίτευξη υψηλών διεισδύσεων , οι οποίες κυμαίνονται κοντά στο 15% - 20% της ετήσιας ζήτησης ενέργειας.

Σαν λύση σε αυτό το πρόβλημα, την αύξηση της διείσδυσης των Α.Π.Ε. , έχουν προταθεί η διασύνδεση αυτών των νησιών ή η εγκατάσταση διατάξεων αποθήκευσης ενέργειας. Η Σαμοθράκη έχει μια ιδιαιτερότητα. Είναι από μόνη της ένα διασυνδεδεμένο νησί με το ηπειρωτικό δίκτυο. Στην παρούσα εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από την προσπάθεια μεγιστοποίησης της διείσδυσης των Α.Π.Ε. στη Νήσο της Σαμοθράκης.

1.2 Περιγραφή της εργασίας

Η εργασία χωρίζεται σε 10 κεφάλαια. Στο τέλος αυτής βρίσκεται το παράρτημα. Αναλυτικότερα στην εισαγωγή έχουμε μια πρώτη εικόνα της εργασίας αλλά και της Νήσου Σαμοθράκης. Ακολουθεί μια σύντομη ανάλυση στην ενεργειακή κατάσταση του νησιού στο επόμενο κεφάλαιο. Επίσης παρουσιάζονται τα κύρια στοιχεία της νομοθεσίας για τα υβριδικά συστήματα. Στα επόμενα τρία κεφάλαια γίνεται η ανάλυση των μεθόδων κάλυψης των αναγκών σε ηλεκτρισμό , κίνηση και θέρμανση. Ακολουθεί η σύνοψη των συμπερασμάτων. Κάποιες πρόσθετες παρεμβάσεις , η ανάλυση των οικονομικών στοιχείων και στο τέλος υπάρχει η βιβλιογραφία καθώς και παράρτημα όπου υπάρχει η μελέτη θερμικών απωλειών ενός πρότυπου σπιτιού για την ευρύτερη περιοχή της Σαμοθράκης.

1.3 Ιστορική αναδρομή

Η ορεινή γη που την κατοικούν σήμερα 3.000 περίπου άνθρωποι , έχει διατελέσει σημαντικό ρόλο στα τεκταινόμενα του ελληνισμού κυρίως με θρησκευτικό τρόπο. Τραβούσε από την απώτερη αρχαιότητα τους ταξιδιώτες για να βρουν καταφύγιο στα 1.600 μέτρα των βουνών της. Πρώτη αναφορά στη Σαμοθράκη γίνεται από τον Όμηρο , που περιγράφει τον Ποσειδώνα να κάθεται στην ψηλότερη κορυφή (Φεγγάρι 1.614 μέτρα) και να παρακολουθεί στην Τροία τη μάχη μεταξύ Αχαιών και Τρώων. Οι «Μεγάλοι Θεοί» ήταν αυτοί που λατρεύονταν στα Καβείρια Μυστήρια στο βόρειο μέρος του νησιού. Εκεί κοντά χτίστηκε η πρώτη πόλη , η οποία προόδεψε τόσο ώστε αποίκισε με μια σειρά οικισμών τις απέναντι ακτές της Θράκης γύρω από τη σημερινή Αλεξανδρούπολη, τα περίφημα «Σαμοθρηϊκά τειχέα» του Ηροδότου . Τη ρωμαϊκή περίοδο αυτή η περιοχή θα θεωρηθεί ως «Ιερά χώρα των Θεών της Σαμοθράκης». Η Σαμοθράκη θεωρείτο ιερό και άσυλο , κάτι που συνεχίστηκε και την περίοδο του χριστιανισμού . Σταδιακά όμως ήρθε η παρακμή τον μεσαίωνα και συνεχίζεται στην Τουρκοκρατία.

Το νησί απελευθερώθηκε από τον ελληνικό στόλο στις 19 Οκτωβρίου 1912 . Από τότε η ημερομηνία αυτή γιορτάζεται ως επέτειος της απελευθέρωσης του νησιού.

1.4 Μορφολογία Νήσου Σαμοθράκης

Η Σαμοθράκη γεωλογικά αποτελεί μέρος του θρακικού όγκου, βρίσκεται σε ΒΑ θέση του Αιγαίου πελάγους, 25 ναυτικά μίλια από την Αλεξανδρούπολη απέναντι από το Δέλτα του Έβρου. Το σχήμα της είναι ελλειψοειδές με τον μεγάλο άξονα σε κατεύθυνση Α-Δ μήκους 21,5χλμ. περίπου. Έχει έκταση γύρω στα 178.000στρ. εκ των οποίων τα 95.500στρ. αποτελούν τον ορεινό όγκο και τα υπόλοιπα 82.500στρ.την πεδινή και παράκτια ζώνη. Η ακτογραμμή της έχει μήκος 59,3χλμ. Το όνομα της προέρχεται από την προελληνική λέξη Σάμος που σημαίνει ύψος. Άρα η Σαμοθράκη είναι η ψηλή Θράκη.

Η Σαμοθράκη έχει 12 χωριά και οικισμούς. Πρωτεύουσα του νησιού είναι η Χώρα (Σαμοθράκη). Η Χώρα είναι χαρακτηρισμένη παραδοσιακός οικισμός χτισμένη σε υψόμετρο 210-250μ μέσα σε ρεματιά. Απέχει 6 χλμ από το λιμάνι την Καμαριώτισσα, το μοναδικό λιμάνι διακίνησης επιβατών και εμπορευμάτων.

Οι κάτοικοι ζουν περισσότερο από την γεωργία , κτηνοτροφία, ελαιοκομία, αλιεία και λιγότερο από τον τουρισμό.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Καλλιεργούμενες εκτάσεις	30.800στρ.	17,3%
Βοσκότοποι (δημοτικοί, κοινοτικοί και ιδιωτικοί)	63.600στρ.	35,7%
Δάση	59.000στρ.	33,2%
Εκτάσεις καλυπτόμενες από νερά	5000στρ.	2,8%
Εκτάσεις οικισμών	4600στρ.	2,6%
Άλλες εκτάσεις	15.000στρ.	8,4%
Σύνολο εκτάσεων	178.000στρ.	100,0%

Πίνακας 1: Καταμερισμός Γής στη Νήσο Σαμοθράκη

Σημ. Υπάρχουν ασυμφωνίες για τις ακριβείς εκτάσεις των παραπάνω κατηγοριών. Αυτές κυρίως εντοπίζονται στους βοσκότοπους στα δάση και στις άλλες εκτάσεις



Εικόνα 1: Η χώρα του νησιού



Εικόνα 2: Άποψη της Σαμοθράκης όπως φαίνεται εκ θαλάσσης



Εικόνα 3: Το λιμάνι της Καμαριώτισσας, κεντρικό λιμάνι του νησιού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Ενεργειακή κατάσταση Νήσου Σαμοθράκης

Πριν το 2000 η παραγωγή ενέργειας της Σαμοθράκης γινόταν εντός του νησιού σε μηχανοστάσιο χρησιμοποιώντας για καύσιμη ύλη πετρέλαιο. Το 2000 η Σαμοθράκη συνδέθηκε με δύο υποβρύχια καλώδια ισχύος 10MW το καθένα με τη Μεσημβρία Αλεξανδρούπολης. Η ημερήσια ισχύς τους χειμερινούς μήνες είναι περίπου 2MW ενώ τους καλοκαιρινούς που παρατηρείται και η μέγιστη ζήτηση φτάνει ακόμη και τα 4MW. Η θέρμανση του νερού γίνεται κυρίως με ηλιακούς θερμοσίφωνες, ενώ για την θέρμανση του χώρου στο σύνολο των περιπτώσεων με πετρέλαιο και λιγότερο με ξύλο.

Το 1984 περίπου κατασκευάστηκαν δεξαμενές πετρελαίου έξω από την Χώρα προς τα Αλώνια. Είναι ιδιωτικές και εξυπηρετούν το νησί στις ανάγκες του για πετρέλαιο. Ο αγωγός που έρχεται από τη θάλασσα περνάει κοντά από τα σπίτια πράγμα που σημαίνει κίνδυνο, αλλά οι απαραίτητες συντηρήσεις και ασκήσεις πυρασφαλείας γίνονται τακτικά. Παλιότερα υπήρχε τεράστιο πρόβλημα τροφοδότησης του νησιού.

Το 1992 η Σαμοθράκη ήρθε σε μια πρώτη επαφή με την «πράσινη ενέργεια» καθώς κατασκευάστηκαν τέσσερις μικρές ανεμογεννήτριες ισχύος 55KW μέσα από πιλοτικό πρόγραμμα στη βόρεια ακτή του νησιού ανατολικά της Καμαριώτισσας. Έπειτα η ΔΕΗ αποψίλωσε το αιολικό πάρκο. Κατά την τελευταία δεκαετία 2000-2010 κατατέθηκαν πολλές αιτήσεις για νέα αιολικά πάρκα. Αυτό καταδεικνύει και το αιολικό δυναμικό του νησιού. Οι αιτήσεις αυτές σήμερα θεωρούνται ανενεργές.



Εικόνα 4: Άποψη του αποψιλωμένου Αιολικού Σαμοθράκης



Εικόνα 5: Στο αριστερό μέρος της φωτογραφίας διακρίνεται με μαρκαρισμένο κόκκινο χρώμα η θέση του αιολικού πάρκου.

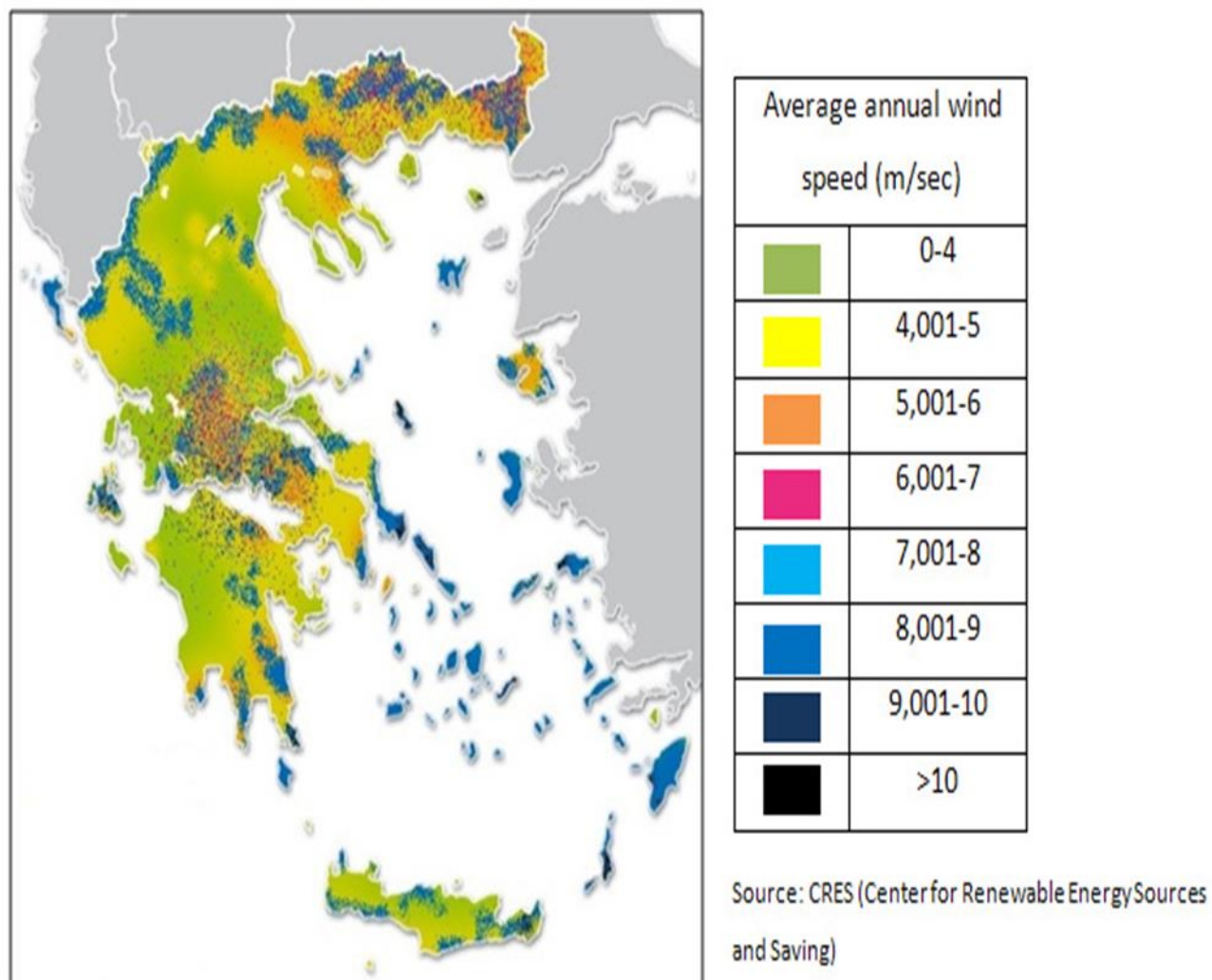


Εικόνα 6: Η θέση του αιολικού πάνω στο νησί, διακρίνεται ξανά με κόκκινο χρώμα στο αριστερό μέρος της φωτογραφίας.

2.2 Δυνατότητες ανάπτυξης

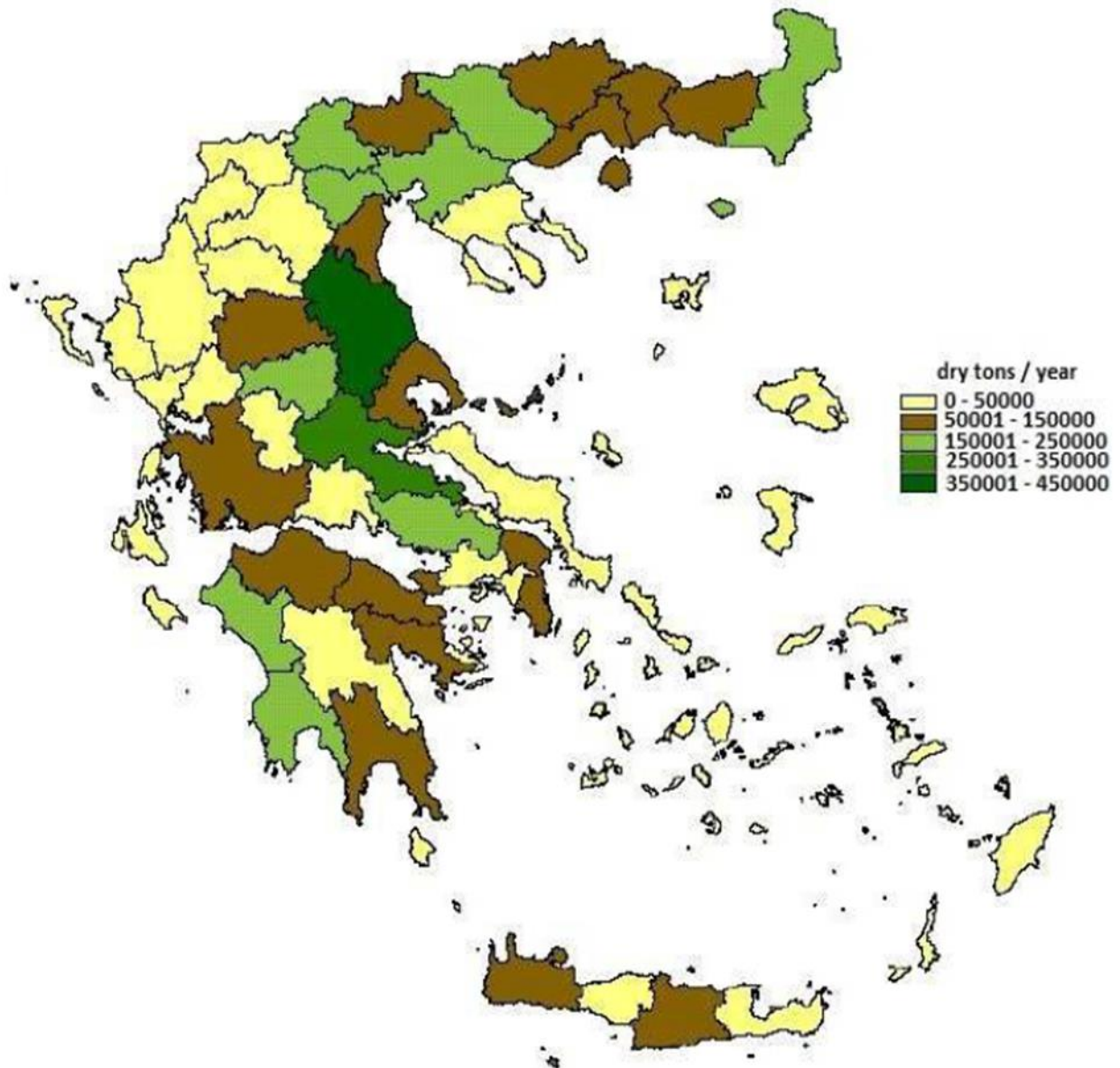
Η Σαμοθράκη μπορεί να γίνει ένα από τα πιλοτικά νησιά με πολυενεργειακό σύστημα (αιολικά, βιομάζα, γεωθερμία) και δημοτική/λαϊκή συμμετοχή.

Αναλυτικότερα παραθέτω δύο χάρτες της Ελλάδας , όπου στον πρώτο απεικονίζεται το αιολικό δυναμικό και στον δεύτερο οι παραγωγή ξερής βιομάζας.



Εικόνα 7: Αιολικό δυναμικό Ελλάδος

Παρατηρούμε ότι στο βόρειο ανατολικό κομμάτι της Σαμοθράκης συναντούμε υψηλές ενδείξεις αιολικού δυναμικού. Ενδείξεις που ξεπερνούν ακόμη και τα 10m/s μέση ταχύτητα ανέμου .



Εικόνα 8: Παραγωγή ξηρής βιομάζας ανά νομό το χρόνο.

Για άλλη μια φορά βλέπουμε ότι η Σαμοθράκη και σε αυτό το κομμάτι έχει μια σημαντική δυναμική με ελάχιστη παραγωγή 150.000 τόνων το χρόνο.

Σημαντικό να αναφερθεί είναι πως η ξηρή βιομάζα αναφέρεται κυρίως σε άχυρο σιτηρών , υπολείμματα βαμβακοκαλλιεργειών, ελαιοπυρήνα και πυρηνόξυλο.

2.3 Βασικές Ρυθμίσεις του Νόμου 3468/2006 για τα Υβριδικά Συστήματα –Ορισμοί

Στο νέο νόμο για τις Α.Π.Ε. «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Α.Π.Ε.) και Συμπαράγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (Σ.Η.Θ.Υ.Α.) και λοιπές διατάξεις» γίνεται για πρώτη φορά αναφορά στα υβριδικά συστήματα.

Σύμφωνα με τους ορισμούς του Άρθρου 2, ορίζεται ως «ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από Α.Π.Ε.» μεταξύ άλλων και «η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από υβριδικούς σταθμούς, κατά το μέρος που η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται από Α.Π.Ε.. Στην ενέργεια αυτή περιλαμβάνεται και η ενέργεια που χρησιμοποιείται για την πλήρωση των συστημάτων αποθήκευσης του σταθμού, εφόσον αυτή παράγεται από Α.Π.Ε., μη συμπεριλαμβανομένης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται στα συστήματα αποθήκευσης του σταθμού.»

Ως «Υβριδικός σταθμός» ορίζεται κάθε σταθμός παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας που:

α) Χρησιμοποιεί μία, τουλάχιστον, μορφή Α.Π.Ε.

β) Η συνολική ενέργεια που απορροφά από το Δίκτυο, σε ετήσια βάση, δεν υπερβαίνει το 30% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται για την πλήρωση του συστήματος αποθήκευσης του σταθμού αυτού. Ως ενέργεια που απορροφά ο Υβριδικός Σταθμός από το Δίκτυο, κατά το προηγούμενο εδάφιο, ορίζεται η διαφορά μεταξύ της ενέργειας που μετράται κατά την είσοδό της στο σταθμό και της ενέργειας που αποδίδεται απευθείας στο Δίκτυο από τις μονάδες Α.Π.Ε. του υβριδικού σταθμού. Η διαφορά αυτή υπολογίζεται, για τα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά, σε ωριαία βάση.

γ) Η μέγιστη ισχύς παραγωγής των μονάδων του σταθμού Α.Π.Ε. δεν μπορεί να υπερβαίνει την εγκατεστημένη ισχύ των μονάδων αποθήκευσης του σταθμού αυτού, προσαυξημένη κατά ποσοστό μέχρι 20%.

Μια σύντομη αναφορά στο τι ορίζεται σαν Υβριδικός σταθμός. Περισσότερα στο παράρτημα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3. ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ

Η κάλυψη των αναγκών ηλεκτρισμού του νησιού από ΑΠΕ είναι ο στόχος αυτής της εργασίας. Αυτό θα γίνει μέσα από το συνδυασμό Α/Γ και ενός αναστρέψιμου ΥΗΣ. Παρακάτω θα αναφερθεί αναλυτικά ο τρόπος με τον οποίο θα συνδυάσω αυτού του είδους τις ενέργειες καθώς και θα δοθεί μια σύντομη επεξήγηση στο τι είναι η κάθε είδους ενέργεια που αναφέρω.

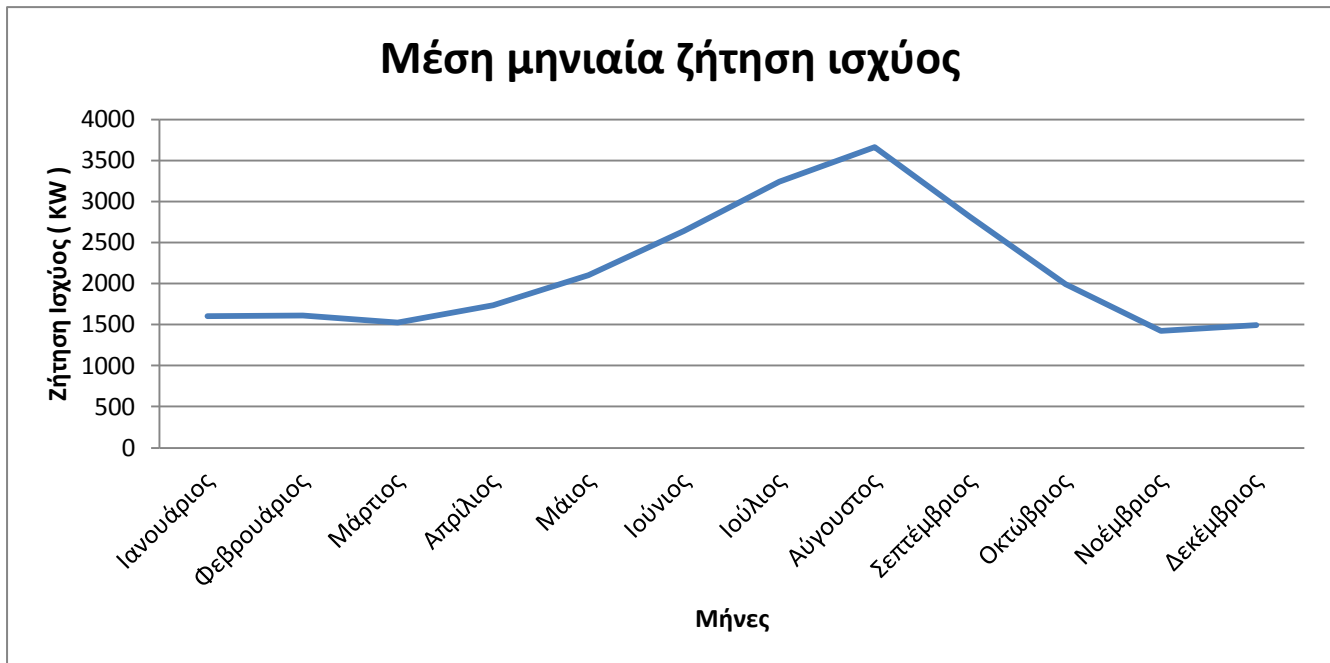
3.2 Ζήτηση Ισχύος Σαμοθράκης

Η ηλεκτρική ζήτηση είναι ίσως το σημαντικότερο στοιχείο για τη διαμόρφωση και την επιλογή των μονάδων και των εγκαταστάσεων αποθήκευσης ενέργειας. Η διερεύνηση των στοιχείων σε ημερήσια, μηνιαία και ετήσια βάση βοηθούν στην καλύτερη κατανόηση των ιδιοτήτων της ζήτησης κάθε συστήματος.

Είναι άξιο αναφοράς πως το μέγιστο φορτίο αιχμής εμφανίζεται κάθε χρόνο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, Ιούλιο και Αύγουστο, καθώς αυτό είναι το διάστημα που ο πληθυσμός του νησιού έχει σχεδόν τετραπλασιαστεί από τους επισκέπτες.

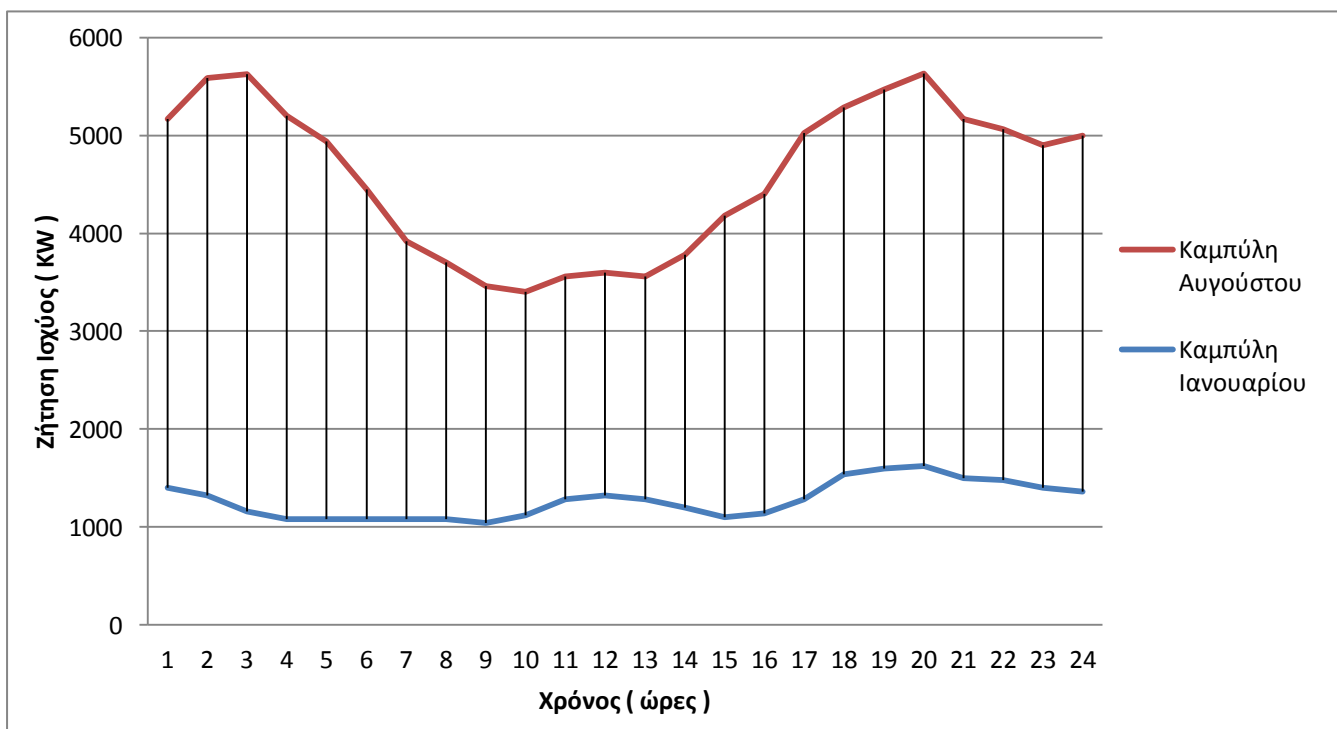
Η διαμόρφωση των ετήσιων καμπυλών της ζήτησης σκιαγραφεί τις ενεργειακές συνήθειες και τη μετακίνηση του πληθυσμού κατά τη διάρκεια του έτους. Η ζήτηση διαμορφώνεται από τους καταναλωτές που θέτουν σε λειτουργία τα διάφορα φορτία του δικτύου. Σε γενικές γραμμές, η ζήτηση σχετίζεται με τον πληθυσμό του ενεργειακού συστήματος σε κάθε περίοδο του έτους και βασικά με τον πληθυσμό που έχει πρόσβαση σε κάποια ηλεκτρική κατανάλωση. Στη Σαμοθράκη κατά τη διάρκεια του χειμώνα υπάρχουν κάποιοι σταθεροί κάτοικοι, ενώ κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού είναι συνεχώς αυξανόμενη η ανάγκη για κάλυψη των ενεργειακών αναγκών. Κάθε χρόνο ελκύονται όλο και περισσότεροι τουρίστες, άρα τα μελλοντικά καλοκαίρια προβλέπεται σημαντική αύξηση στην κατανάλωση της ηλεκτρικής ενέργειας, ώσπου βέβαια να υπάρξει κορεσμός στην αύξηση της ενεργειακής κατανάλωσης.

Θα πρέπει να τονίσω πως μέσα στη ζήτηση ισχύος συμπεριλαμβάνω και την ενέργεια που απαιτείται για την κίνηση των οχημάτων όπως θα δείξω σε επόμενο κεφάλαιο καθώς και μια προσαύξηση 10% της ωριαίας ζήτησης με σκοπό τη πρόβλεψη της αύξησης της ζήτησης ισχύος σε βάθος χρόνου, που θα προκύψει από την αύξηση του τουρισμού.



Διάγραμμα 1: Μέση ζήτηση ισχύος ανά μήνα στη Νήσο Σαμοθράκη

Γίνεται διακριτή η έντονη διαφορά που υπάρχει ανάμεσα στους θερινούς και χειμερινούς μήνες. Αυτό γίνεται εύκολα αντιληπτό, καθώς το καλοκαίρι υπάρχει σαφώς μεγαλύτερος πληθυσμός στο νησί αλλά και η χρησιμοποίηση συσκευών με αρχή λειτουργίας τον ηλεκτρισμό είναι πολύ έντονη (κλιματιστικά).



Διάγραμμα 2: Καμπύλες εικοσιτετράωρης μεταβολής ζήτησης ισχύος.

3.3 Αιολική ενέργεια

Η Αιολική ενέργεια, είναι μια μορφή ενέργειας που βασίζεται στην ανομοιόμορφη θέρμανση της επιφάνειας της γης από τον ήλιο, η οποία προκαλεί μετακίνηση μεγάλων μαζών αέρα από μια περιοχή σε μια άλλη, με αποτέλεσμα την δημιουργία ανέμων. Σε πρακτικό επίπεδο η παραγωγή ενέργειας γίνεται με την εκμετάλλευση της κινητικής ενέργειας του ανέμου, ο οποίος σε ταχύτητα μεγαλύτερη των περίπου 3m/sec παρέχει αιολικό δυναμικό που θεωρείται εκμεταλλεύσιμο υπό συνθήκες για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Σε πρώτο στάδιο εκμετάλλευσης και μοναδικό για ορισμένα συστήματα όπως οι ανεμόμυλοι, η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται σε μηχανική, η οποία στο δεύτερο και τελευταίο στάδιο μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Τα βασικά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την αξιοποίηση της Αιολικής Ενέργειας, πέρα από την απλή χρήση σε ιστιοφόρα, ανεμόμυλους κλπ είναι οι ανεμογεννήτριες. Οι πρώτες ανεμογεννήτριες ξεκίνησαν με ένα ειδικό πρόγραμμα, θεωρητικά από το 1860 στη Δανία, με ανεμομηχανές τεσσάρων πτερυγίων, σε αντίθεση με αυτές των τριών στις σύγχρονες και κινητήρες που απέδιδαν μόλις 25KW. Σήμερα υπάρχουν ανεμογεννήτριες με ισχύ που φτάνει τα 7,5MW (Enercon E126), ενώ σε συστοιχίες πολλών ανεμογεννητριών, που αποτελούν τα αιολικά πάρκα, η ολική ισχύς πολλαπλασιάζεται σε πολλά MW, τα οποία αθροισμένα ανά χώρα και τοποθετημένα ως προς τις πρώτες χώρες παγκοσμίως παρουσιάζονται στον πίνακα που ακολουθεί.

Η ισχύς που θεωρητικά εξάγεται από μια Α/Γ περιγράφεται από την εξίσωση :

$$P = C_p * \rho * u^3 * \frac{1}{2} * A$$

P = ισχύς σε Watt

C_p = συντελεστής ισχύος, ή η μηχανική/ηλεκτρική αποδοτικότητα

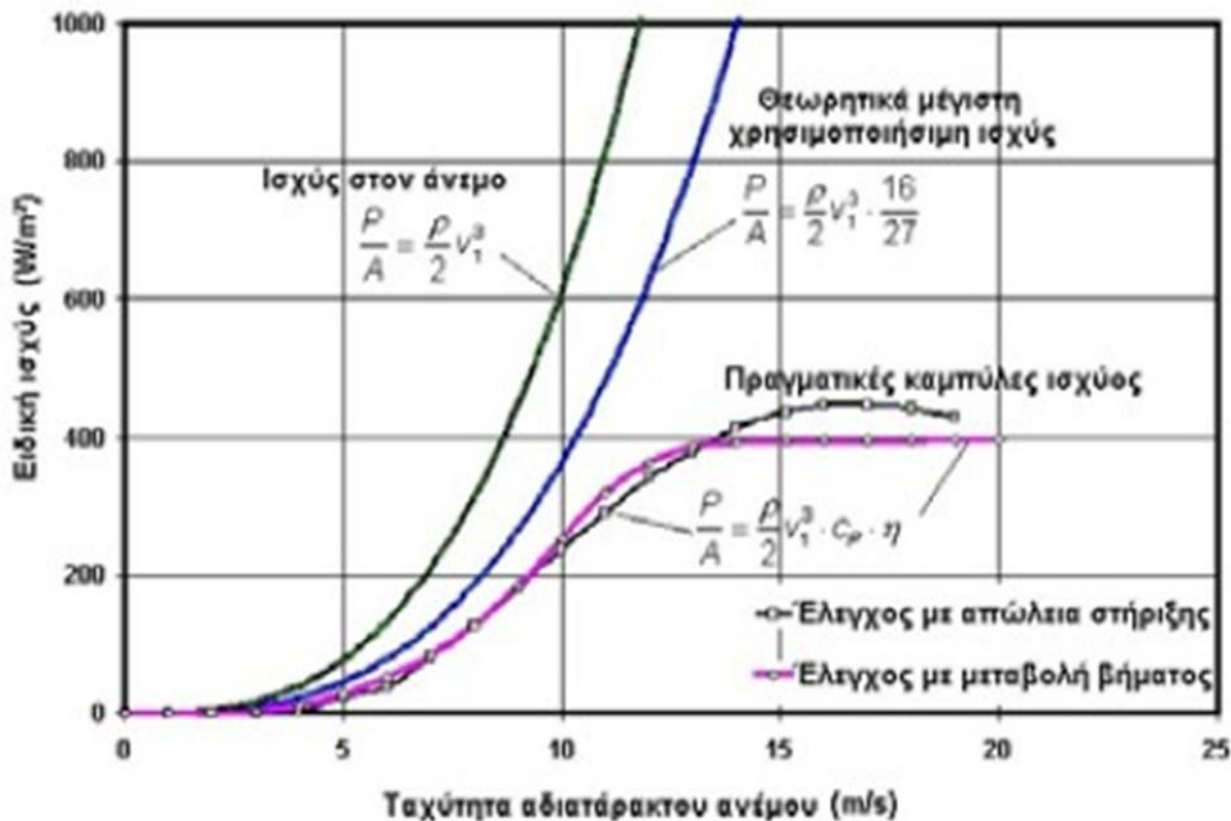
A = εμβαδόν δίσκου δρομέα

ρ = η πυκνότητα του αέρα (Kg/m³)

u = η ταχύτητα του ανέμου (m/s)

Σε ιδανικές συνθήκες, η μέγιστη τιμή του C_p (γνωστή ως «όριο BETZ» είναι: 0,593, δηλαδή μια Α/Γ μπορεί θεωρητικά να αποσπάσει το 59,3% του ενεργειακού περιεχομένου της ροής αέρα. Υπό πραγματικές συνθήκες, όμως ο συντελεστής ισχύος δεν υπερβαίνει την τιμή C_p=0,5, αφού περιλαμβάνει όλες τις αεροδυναμικές απώλειες της Α/Γ.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζονται διαφορετικά περιεχόμενα και απολήψεις ισχύος ανάλογα με το συντελεστή ισχύος και τις αποδοτικότητες μιας Α/Γ.



Διάγραμμα 3: Παραγόμενη ισχύς ανά μονάδα επιφανείας του δίσκου του δρομέα συναρτήσει της ταχύτητας ανέμου.

Όπως προκύπτει από την προαναφερθείσα εξίσωση ένα βασικό ζήτημα της πυκνότητας ισχύος του ανέμου αποτελεί η εξάρτηση της από τον κύβο της ταχύτητας ανέμου. Έτσι, εάν διπλασιαστεί η ταχύτητα, η ισχύς που περιέχεται στον άνεμο θα αυξηθεί κατά οκτώ φορές. Στην πράξη, όμως η σχέση μεταξύ της παραγόμενης ισχύος μιας Α/Γ και της ταχύτητας του ανέμου δεν είναι τόσο ρητή. Όπως φαίνεται από τις καμπύλες του διαγράμματος 3, η πραγματική καμπύλη ισχύος μιας Α/Γ περιγράφεται συνήθως ως προς τέσσερις διακριτές περιοχές της ταχύτητας του ανέμου, οι οποίες αναλύονται στον πίνακα παρακάτω.

Περιοχή λειτουργίας	Περιγραφή λειτουργίας: Παραγόμενη ισχύς συναρτήσει της ταχύτητας του ανέμου	Ενδεικτικό εύρος ταχύτητας του ανέμου (αναφορικά με το διάγραμμα 3)
Περιοχή 1	Οι ταχύτητες του ανέμου είναι πολύ μικρές για παραγωγή εκμεταλλεύσιμης ηλεκτρικής ισχύος.	0 έως ταχύτητα εκκίνησης – 0 έως 4 m/s
Περιοχή 2	Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος αυξανόμενη με την ταχύτητα του ανέμου.	Ταχύτητα «εκκίνησης» έως «ονομαστική» ταχύτητα του ανέμου. 4 έως 13m/s
Περιοχή 3	Παραγωγή ηλεκτρικής ισχύος με σταθερό ρυθμό (ονομαστική ισχύς). Η απόδοση των πτερυγίων	«Ονομαστική» ταχύτητα ανέμου έως ταχύτητα «διακοπής» 13έως 20m/s (ή περισσότερο)

	της Α/Γ μειώνεται σκόπιμα καθώς αυξάνεται η ταχύτητα ανέμου.	
Περιοχή 4	Δεν παράγεται ισχύς. Οι άνεμοι είναι πολύ δυναμικοί ώστε να δικαιολογείται η πρόσθετη αντοχή και δαπάνη για το μικρό αριθμό ωρών ανά έτος πέραν της ταχύτητας «διακοπής».	Ταχύτητα «διακοπής» έως ταχύτητα «επιβίωσης» 20m/s (ή περισσότερο) έως την ονομαστική ταχύτητα επιβίωσης σε θυελλώδεις ανέμους.

Πίνακας 2: Οι τέσσερις περιοχές της καμπύλης ισχύος μιας ανεμογεννήτριας

3.3.1 Είδη Ανεμογεννητριών

Οι ανεμογεννήτριες γενικά κατατάσσονται σε δύο βασικές κατηγορίες ανάλογα με την διάταξή τους, τις ανεμογεννήτριες με οριζόντιο άξονα και τις ανεμογεννήτριες με κατακόρυφο άξονα. Η πρώτη κατηγορία έχει επικρατήσει στην συντριπτική πλειοψηφία (90%) της παγκόσμιας αγοράς και τα μεγαλύτερα αλλά και τα περισσότερα αιολικά πάρκα του κόσμου αποτελούνται από τον συγκεκριμένο τύπο ανεμογεννήτριας. Σε αυτή την εργασία θα ασχοληθούμε με ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα .



Εικόνα 9: Ανεμογεννήτριες οριζόντιου άξονα



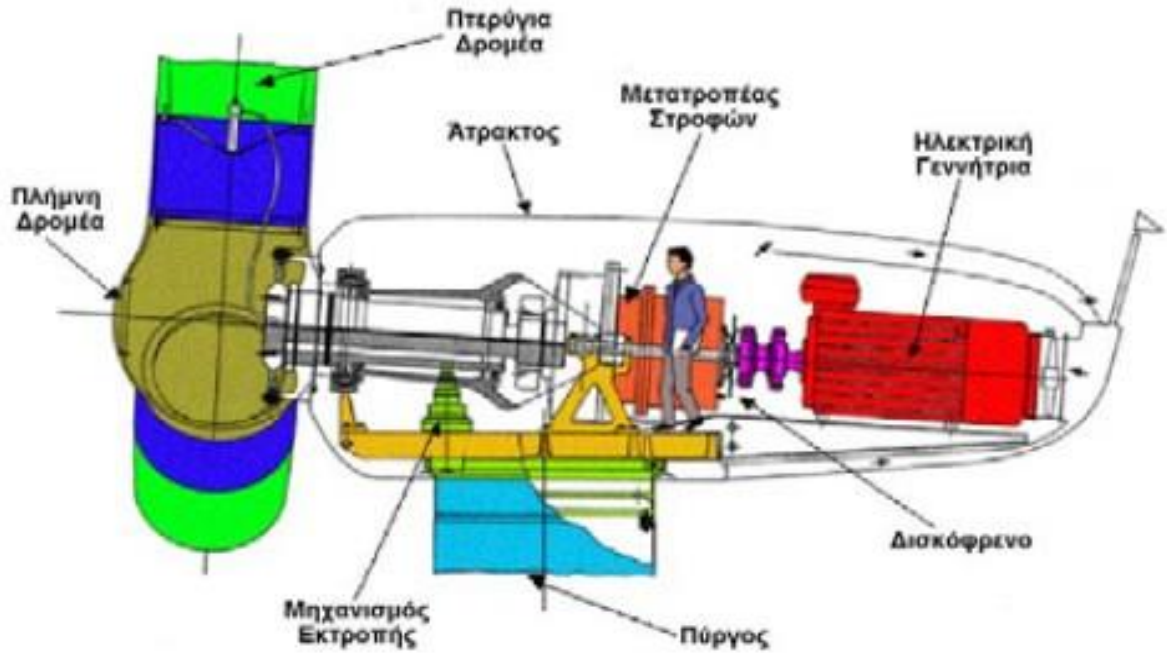
Εικόνα 10: Ανεμογεννήτριες κατακόρυφου άξονα.

3.3.2 Δομή μιας οριζοντίου άξονα ανεμογεννήτριας

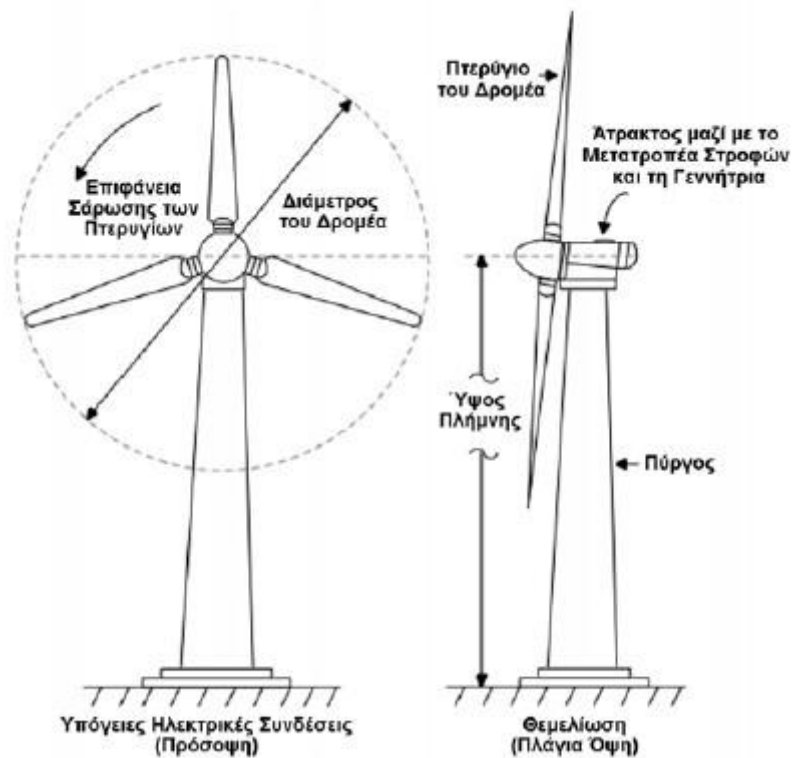
Η δομή μιας οριζοντίου άξονα ανεμογεννήτριας , απεικονίζεται στη σχηματική απεικόνιση που ακολουθεί και αποτελείται από τα εξής μέρη:

- Το δρομέα, ο οποίος αποτελείται από δύο ή τρία (συνήθως) πτερύγια, τα οποία είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά με μεγάλη αντοχή και περιστρέφονται γύρω από την πλήμνη λόγω της πίεσης που ασκείται σε αυτά από τον άνεμο.
- Τον κύριο άξονα, που μεταφέρει τη ροπή από τον δρομέα στο σύστημα μετάδοσης, το οποίο μπορεί να λειτουργεί απευθείας ή με την διαμεσολάβηση του μετατροπέα στροφών.
- Το δισκόφρενο, ως σύστημα πέδησης για την επιβράδυνση του δρομέα όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.
- Τον μηχανισμό εκτροπής, ο οποίος είναι ένα σύστημα προσανατολισμού για την μέγιστη αξιοποίηση του ανέμου όταν αυτός αλλάζει κατεύθυνση.
- Την ηλεκτρική γεννήτρια, η οποία μετατρέπει τη μηχανική σε ηλεκτρική ενέργεια
- Τα συστήματα εποπτείας και ελέγχου, που βρίσκονται στη βάση του πύργου και τα οποία συντονίζουν και ελέγχουν συνεχώς όλες τις λειτουργίες της ανεμογεννήτριας

- Τον πύργο, ο οποίος είναι κυλινδρικής μορφής φτιαγμένος συνήθως από χάλυβα και στηρίζει όλη την ηλεκτρομηχανική εγκατάσταση πάνω στη θεμελίωση.



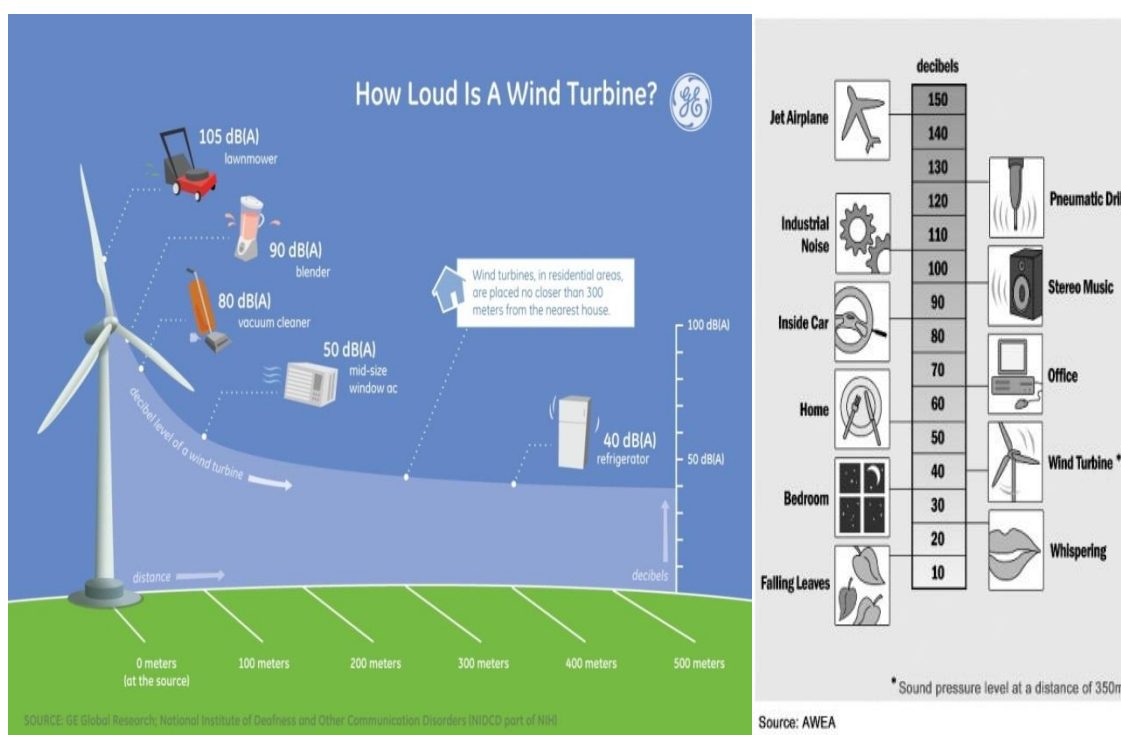
Εικόνα 11,12 : Σχηματική αναπαράσταση μιας ανεμογεννήτριας οριζοντίου άξονα.



3.3.3 Μειονεκτήματα αιολικής ενέργειας

Η αιολική ενέργεια εκτός των πλεονεκτημάτων που είναι ήδη γνωστά, έχει και κάποια μειονεκτήματα-επιπτώσεις, μερικά αντικειμενικά και άλλα υποκειμενικά, αλλά όλα απασχολούν συνήθως τον τοπικό πληθυσμό.

- Ο θόρυβος που σχετίζεται με την χρήση αιολικής ενέργειας, χωρίζεται στα τρία στάδια ζωής μιας ανεμογεννήτριας, τα οποία είναι η εγκατάσταση, η λειτουργία και η απεγκατάσταση της. Και στα τρία στάδια, ο θόρυβος έχει περιοριστεί υπερβολικά τα τελευταία χρόνια και παράλληλα η νομοθεσία που διέπει την απόσταση από κατοικημένες περιοχές μειώνει ακόμη περισσότερο το πρόβλημα. Παραθέτω δυο εικόνες καθώς και ένα πίνακα με εμφανή συμπεράσματα για το μικρό μέγεθος του προβλήματος.



Εικόνα 12,13: Παραστατική κλίμακα θορύβου

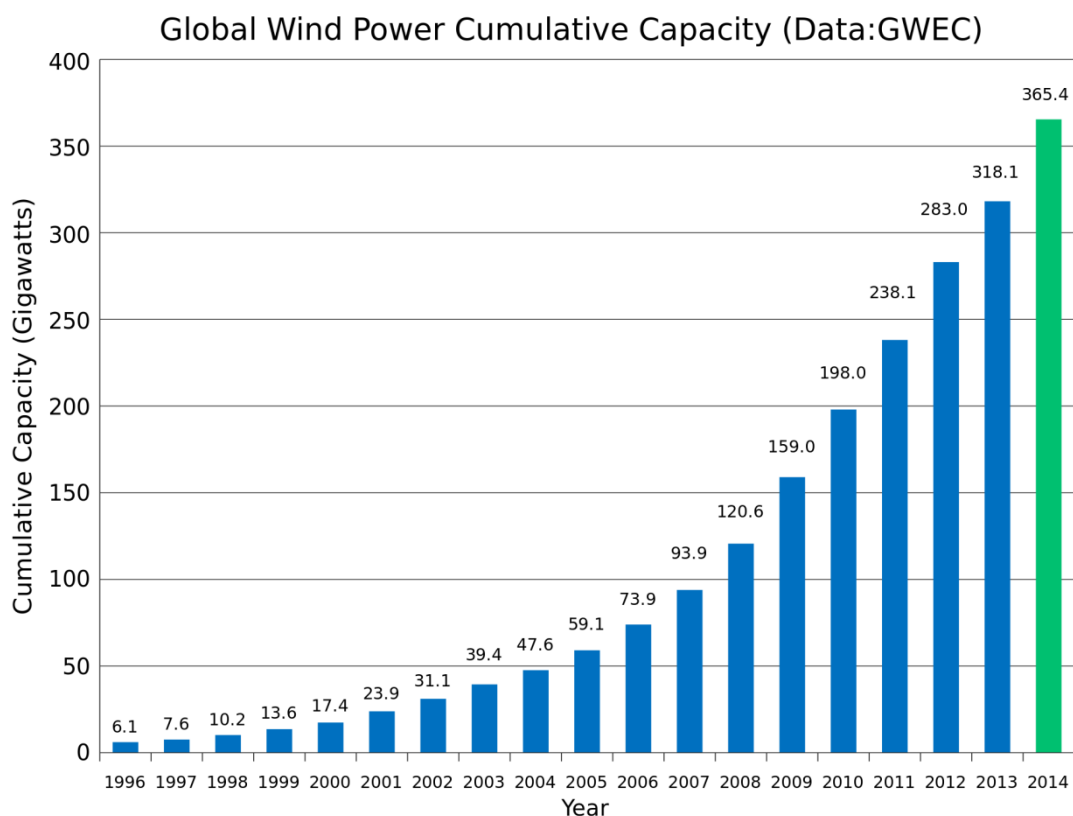
Πηγή	Απόσταση από πηγή (m)	Επίπεδα θορύβου
Απογείωση αεροπλάνου	61	120
Σειρήνα ασθενοφόρου	31	90
Ήπια κυκλοφορία	312	50
Ανεμογεννήτρια > 1MW	200	49
Ψίθυρος	2	30

Πίνακας 3: Σύγκριση θορύβου ανεμογεννήτριας με άλλα συστήματα.

- Επιπτώσεις στη χλωρίδα της περιοχής. Σε επίπεδο χλωρίδας είναι μικρή η έκταση αποψίλωσης (περίπου ένα στρέμμα χρειάζεται για την κάθε Α/Γ και τα πάρεργα της) αλλά και στην χαμηλή βλάστηση πάντα πρέπει να γίνεται εκτίμηση της ποιότητας και να αποδίδεται η ανάλογη προσοχή.
- Επιπτώσεις στην πανίδα της περιοχής. Ως προς το θέμα αυτό δεν καταλαμβάνεται μεγάλη έκταση ούτε υπάρχει περίφραξη της ευρείας περιοχής εγκατάστασης άρα δεν υπάρχει αξιόλογη απώλεια του χώρου και του ενδιαιτήματός της περιοχής.
- Οπτική όχληση είναι ένα θέμα που είναι κυρίως υποκειμενικό ενώ η σκίαση είναι μικρή και αφορά τον περιβάλλοντα χώρο.

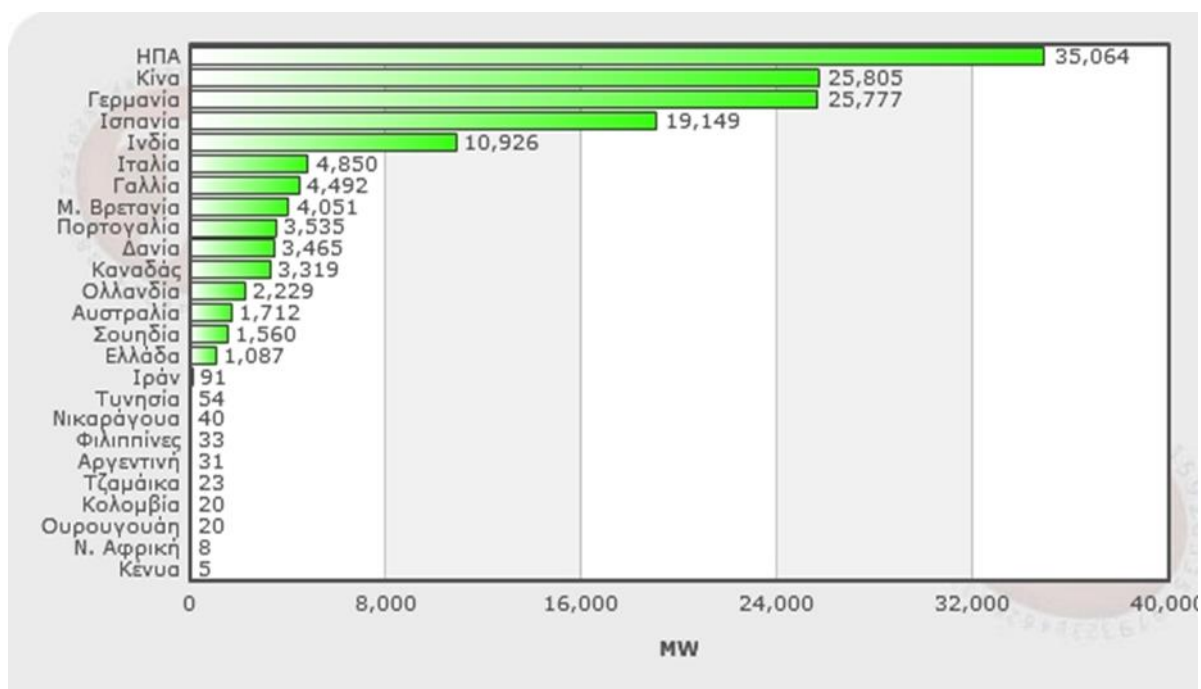
3.3.4 Αιολική ενέργεια παγκοσμίως

Η παγκόσμια αιολική ισχύς αυξάνεται με όλο και περισσότερο ταχύτερους ρυθμούς κάτι το οποίο παρουσιάζεται στο διάγραμμα που ακολουθεί. Ενώ μέχρι το 2005 παρατηρείται μια αναλογική περίπου αύξηση , από εκεί και μετά η ετήσια εγκατεστημένη ισχύς αυξάνεται λογαριθμικά. Χαρακτηριστικό αυτής της εξέλιξης είναι ότι από το 2000 που η συνολική ισχύς βρισκόταν στα 17,4 GW , μέχρι το 2014 εικοσαπλασιάστηκε φτάνοντας τα 365,4 GW.



Διάγραμμα 4: Παγκόσμια εγκατεστημένη ισχύς αιολικής ενέργειας.

Στο επόμενο διάγραμμα θα δούμε τις χώρες που καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις στην εγκατεστημένη αιολική ισχύ. Μέσα σε αυτές παγκοσμίως βρίσκεται και η Ελλάδα. Αναλογικά με βάση την έκταση της χώρας τις οικονομικές δυνατότητες προκύπτει το συμπέρασμα ότι υπάρχει πλούσιο αιολικό δυναμικό .”

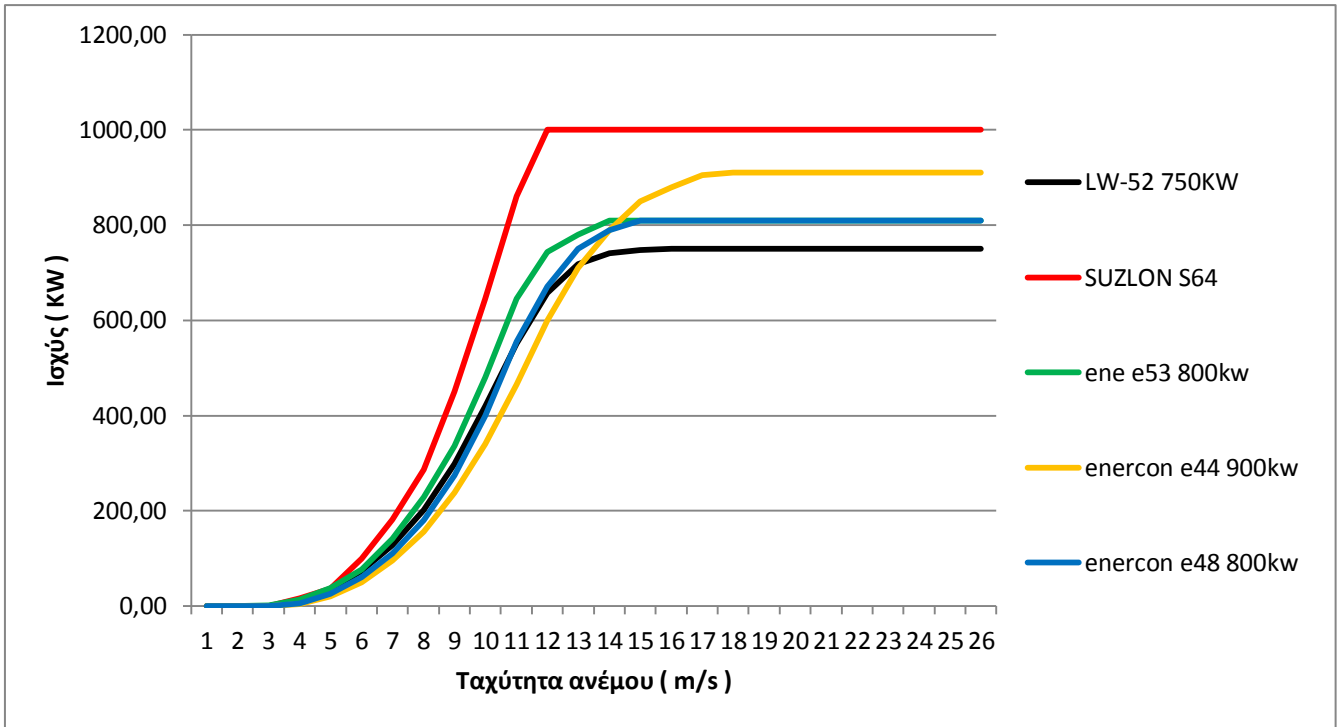


Διάγραμμα 5: Εγκατεστημένη αιολική ισχύς ανά χώρα σε MW.

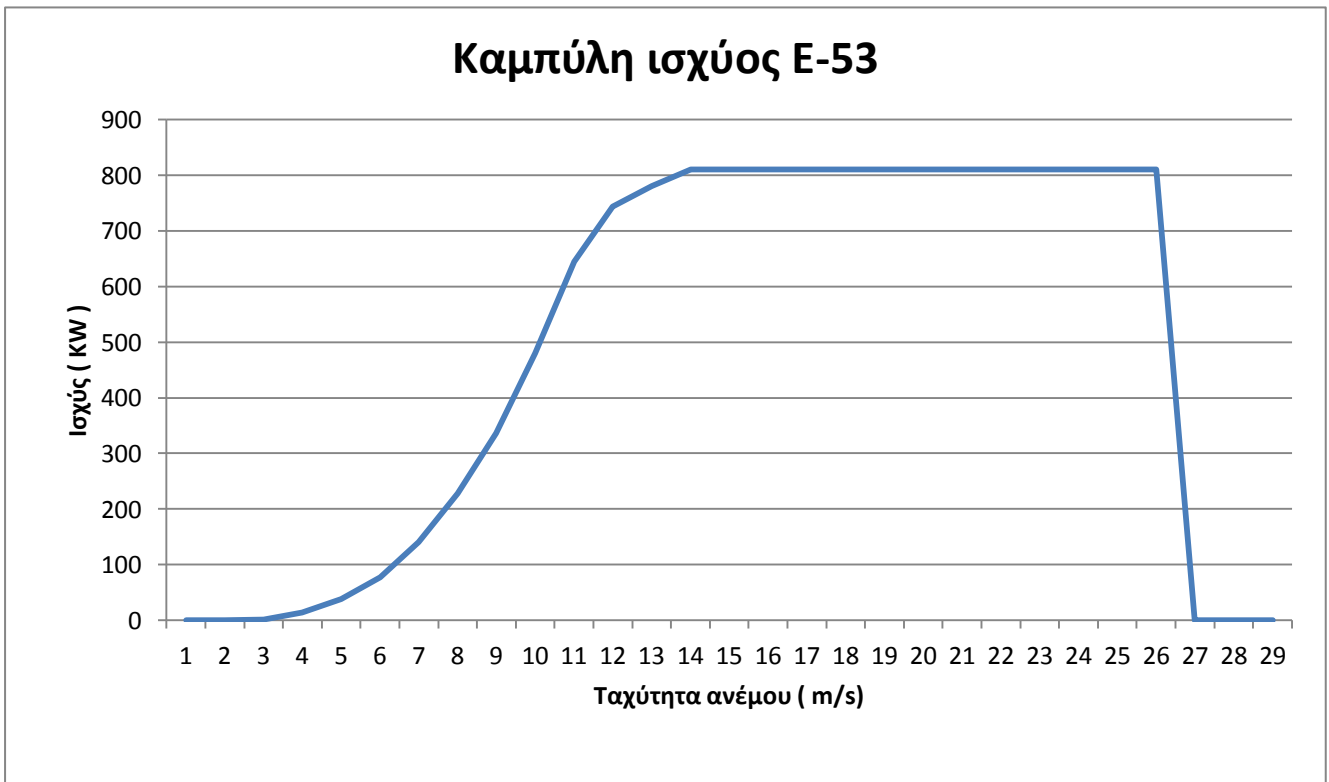
Οι ανεμογεννήτριες έχουν μέσο όρο ζωής περίπου τα 20 χρόνια λειτουργίας, προσφέροντας σύμφωνα με έρευνες περίπου ογδονταπλάσια ποσότητα ενέργειας συνολικά, σε σχέση με αυτή που χρειάζεται για την δημιουργία, τη λειτουργία, τη συντήρηση καθώς και την καταστροφή τους όταν αυτή κριθεί ανενεργή.

3.3.5 Επιλεγμένη Ανεμογεννήτρια για την εργασία

Για την επιλογή της καταλληλότερης ανεμογεννήτριας συγκρίθηκαν αρχικά οι καμπύλες ισχύος των μηχανών. Έπειτα εξέτασα την διαθεσιμότητα στην Ελληνική αγορά αλλά και τις εγγυήσεις της εταιρείας μιας και είναι επένδυση με ελάχιστη διάρκεια 20ετίας. Τα συμπεράσματα από τις καμπύλες ισχύος τα παραθέτω συνοπτικά σε δύο διαγράμματα παρακάτω. Ένα με τη σύγκριση κάποιων μοντέλων και ένα δεύτερο με την καμπύλη ισχύος της ανεμογεννήτριας που επιλέχτηκε.



Διάγραμμα 6 : Σύγκριση καμπύλων ισχύων ανεμογεννητριών



Διάγραμμα 7: Καμπύλη ισχύος E-53

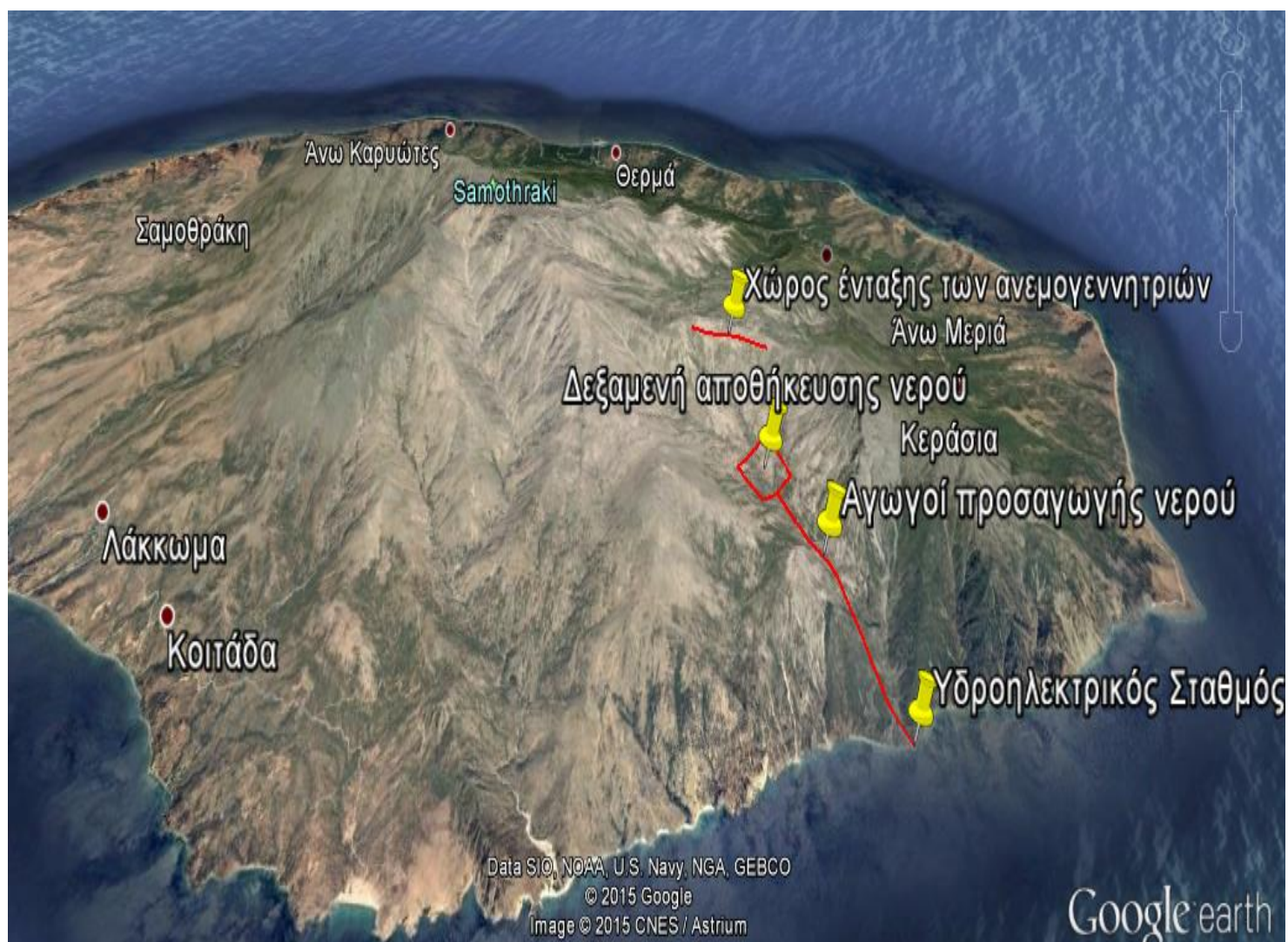
Με βάση το πρώτο διάγραμμα προκύπτει ότι την καλύτερη απόδοση την έχει η ανεμογεννήτρια SUZLON S64. Παρόλο που σαν μηχανή είναι οικονομική, το ανυπέρβλητο πρόβλημα είναι ότι η εταιρεία ινδικής προέλευσης δεν έχει εμπορικές σχέσεις με την Ελλάδα και δεν παρέχει την εγγύηση 20ετίας. Επέλεξα την Enercon E-53 για τρεις λόγους. Αρχικά είναι της εταιρείας ENERCON που αυτή τη στιγμή παρέχει την μεγαλύτερη ασφάλεια. Αφετέρου έχει ονομαστική ισχύ 810 KW που καλύπτει τις ανάγκες μας σε ένα μικρό αιολικό. Τέλος μέχρι και την ταχύτητα ανέμου 14m/s έχει καλύτερη απόδοση από την E-44 της ίδιας εταιρείας.

Στοιχεία ENERCON E-53	
Ονομαστική ισχύς:	800 kW
Ρότορας διαμέτρου:	52,9 m
Ύψος του κόμβου:	60 m / 73 m
Ζώνη ανέμου (DIBt):	WZ II exp
Κατηγορία Wind (IEC):	IEC / NVN Κατηγορία S, (vβn = 7,5 m / s, vβx = 57 m / s)
Στροφείο	
Είδος:	Προσήνεμο δρομέα με ενεργό έλεγχο βήματος
Κατεύθυνση περιστροφής:	Δεξιόστροφη
Αριθμός λεπίδων:	3
Σάρωση περιοχή:	2.198 τ.μ.
Υλικό λεπίδας:	GRP (εποξική ρητίνη) ενσωματωμένη αντικεραυνική προστασία
Ταχύτητα περιστροφής:	Μεταβλητή, 12 - 28,3 σ.α.λ.
Pitch Control:	ENERCON ενιαίο σύστημα του βήματος των πτερυγίων, ένα ανεξάρτητο σύστημα βήματος ανά πτερύγιο ρότορα με κατανέμονται επείγουσα προμήθεια
Κύριο ρουλεμάν:	Κωνικούς κυλίνδρους ρουλεμάν ζεύγος
Γεννήτρια:	ENERCON άμεσης μετάδοσης κίνησης γεννήτριας δακτυλιοειδούς
Τροφοδότησης του δικτύου:	ENERCON μετατροπέα
Συστήματα φρένων:	3 ανεξάρτητα συστήματα ελέγχου του βήματος με την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας έκτακτης ανάγκης, φρένο δρομέα, κλειδώματος του ρότορα
Εκτροπής ελέγχου:	Ενεργός μέσω εργαλείων προσαρμογής, ανάλογα με το φορτίο απόσβεση
Ταχύτητα αποκοπής ανέμου:	28-34 m / s (με έλεγχο ENERCON καταγίδα)
Απομακρυσμένη παρακολούθηση:	ENERCON SCADA

Πίνακας 4: Συγκεντρωτικά στοιχεία ENERCON E-53

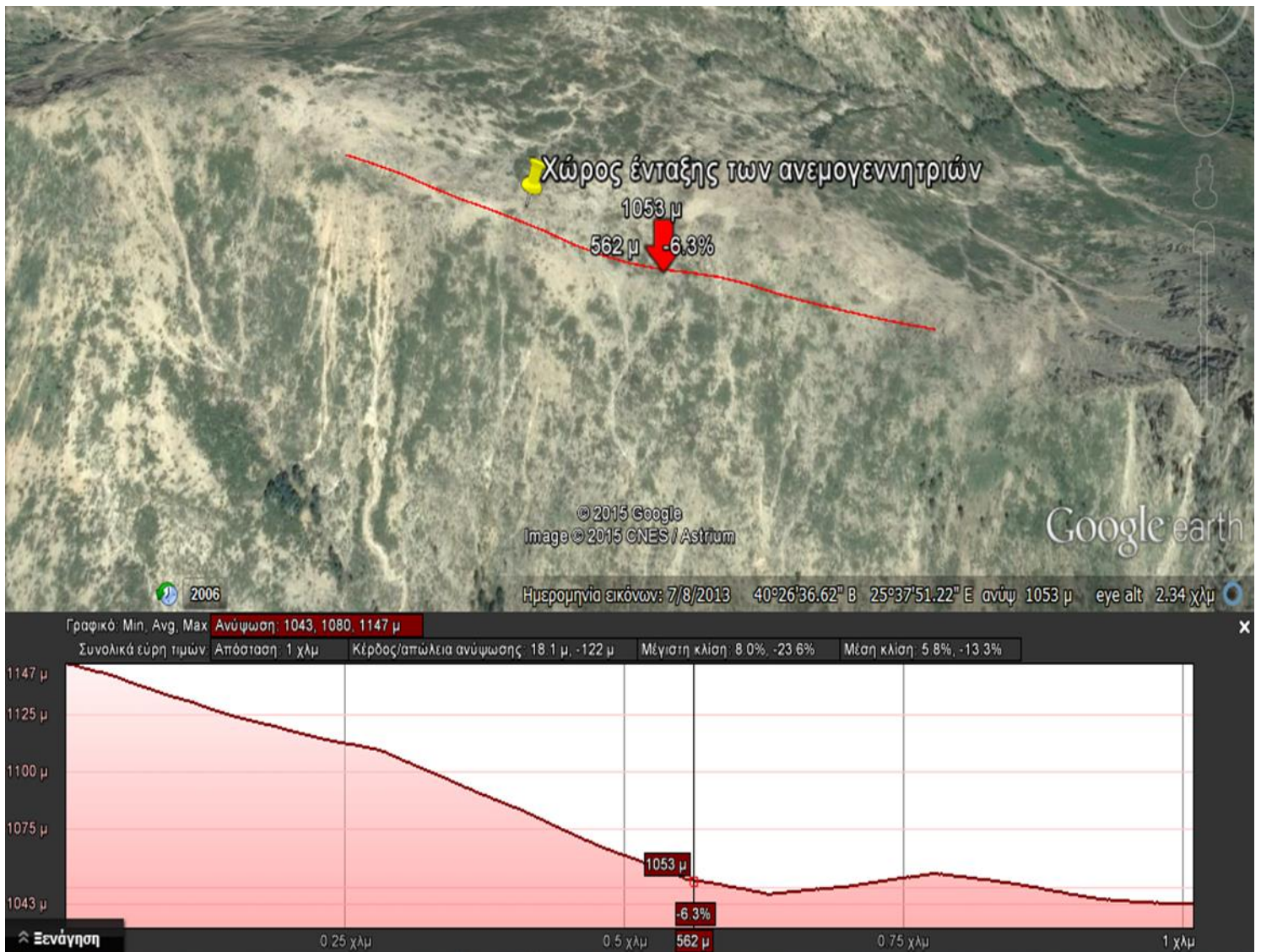
3.3.6 Θέσεις εγκατάστασης αιολικού πάρκου

Στο χάρτη που ακολουθεί κάνω μια προσπάθεια να δείξω όλο το μέγεθος του νησιού καθώς και τα σημεία εγκατάστασης των ανεμογεννητριών, της δεξαμενής και του αγωγού προσαγωγής υδάτων στους υδροστρόβιλους. Η κλίμακα σχεδίασης των τμημάτων του υβριδικού συστήματος είναι προσεγγιστική και δεν συμβαδίζει με την κλίμακα του χάρτη.



Εικόνα 13: Άποψη των θέσεων του υβριδικού συστήματος.

Διακρίνεται στο πάνω μέρος ο χώρος που έχει επιλεγεί για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών. Επίσης διακρίνεται ο χώρος που θα δημιουργηθεί η δεξαμενή (άνω ταμιευτήρας) αλλά και η πορεία του αγωγού προσαγωγής ύδατος. Στο τέλος υπάρχει χώρος για την δημιουργία του υδροηλεκτρικού σταθμού δίπλα στη θάλασσα.



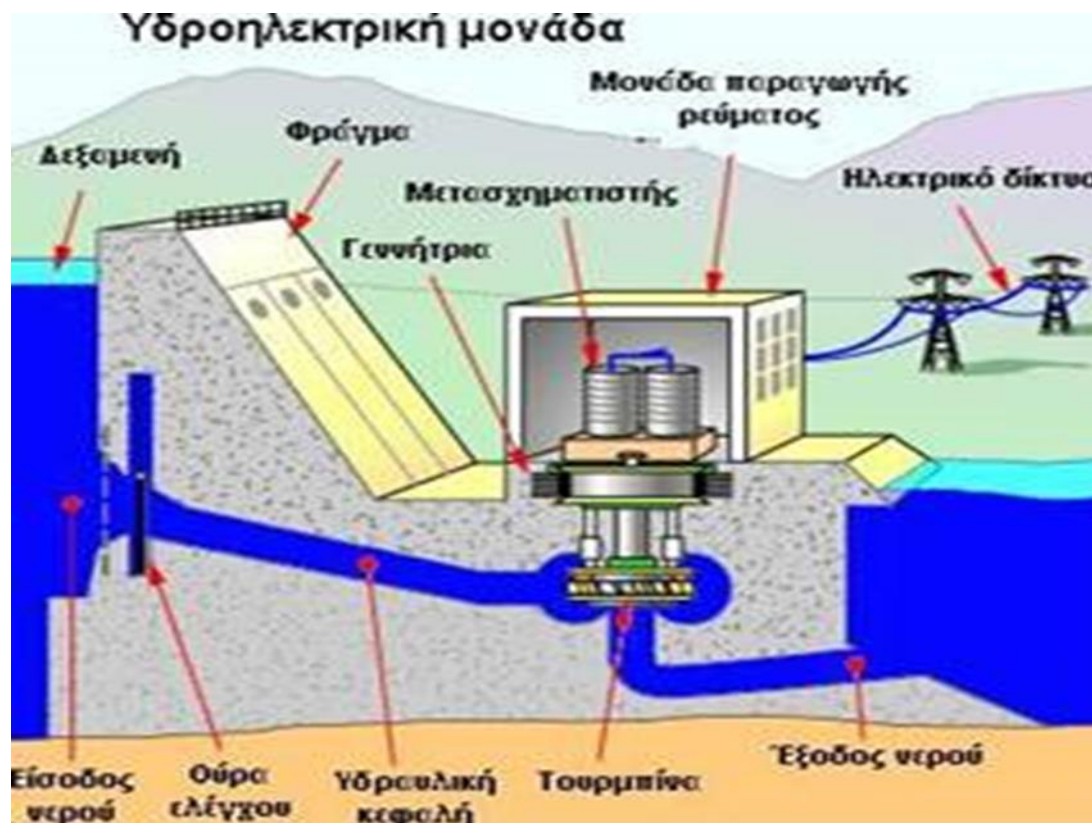
Εικόνα 14: Χώρος ένταξης αιολικού πάρκου

Σε αυτή την εικόνα μπορούμε να δούμε την τοποθεσία που έχει επιλεγεί σαν βέλτιστη για την τοποθέτηση των ανεμογεννητριών. Σημαντικά κριτήρια ήταν η σχετική ομαλότητα στο ύψος του εδάφους κατά μήκος αυτής της λωρίδας 1 χιλιομέτρου, το ότι βρίσκεται πολύ κοντά στη δεξαμενή και τον ΥΗΣ καθώς και το γεγονός πως η όλη εγκατάσταση είναι στο βορειοανατολικό σημείο της Σαμοθράκης που παρουσιάζει τις καλύτερες τιμές αιολικού δυναμικού. Επίσης υπάρχουν επαρχιακοί δρόμοι σε αυτή την περιοχή οπότε χρειάζεται μόνο διαπλάτυνση τους και όχι διάνοιξη νέων. Τέλος όλες οι εγκαταστάσεις βρίσκονται σχετικά μακριά από κατοικημένες περιοχές, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν προβλήματα οπτικής ή ακουστικής όχλησης. Η δε δεξαμενή βρίσκεται σε ένα φυσικό «βαθούλωμα» του εδάφους με αποτέλεσμα σχεδόν να αποκρύβεται περιφερειακά από κάθε ...αδιάκριτο βλέμμα.

3.4 Υδραυλική ενέργεια

Η υδραυλική ενέργεια είναι μια μορφή ενέργειας που προέρχεται από υδατοπτώσεις ή την ροή ποταμών, εκμεταλλευόμενη τη δυνατότητα λήψης μηχανικού έργου με τη χρήση της ενέργειας που περιλαμβάνουν τα νερά λόγω του βάρους που έχουν. Η δυναμική ενέργεια του νερού σε ποτάμια κατά την ροή μετατρέπεται σε κινητική, η οποία μπορεί να παράξει έργο.

Η παραγωγή αυτού του μηχανικού έργου χρονολογείται πολύ παλιά, όπου σύμφωνα με μελέτες φτάνει ακόμη και στην εποχή του αρχαίου κινέζικου πολιτισμού. Το μέσο μετατροπής αυτής ήταν οι υδροτροχοί, οι οποίοι κατασκευάζονταν από ελαφρύ υλικό και με πτερύγια στην περιφέρειά τους τα οποία περιστρέφονταν υπό την πίεση νερού. Σήμερα οι υδροτροχοί έχουν αντικατασταθεί από υδροστροβίλους σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς και για την βέλτιστη αξιοποίηση κατασκευάζονται φράγματα που αυξάνουν το ύψος, άρα το δυναμικό του νερού.



Εικόνα 15 : Τρόπος λειτουργίας ενός υδροηλεκτρικού σταθμού

Η ισχύς που παράγεται σε υδροηλεκτρικούς σταθμούς υπολογίζεται ως εξής :

$$N = n * Q * g * h * \rho \text{ (KW)}$$

Όπου:

- n : ο βαθμός απόδοσης της μηχανικής εκμετάλλευσης της υδατόπτωσης
- Q: η παροχή νερού (m^3/s)
- g : επιτάχυνση της βαρύτητα (m/s^2)
- h : ύψος πτώσης του νερού (m)
- ρ: πυκνότητα νερού (kg/m^3)

3.4.1 Άμεση σύνδεση της μονάδος αντλησιοταμίευσης με το αιολικό πάρκο

Άμεση σύνδεση μπορεί να υπάρξει μόνο σε νησιά μικρού ή το πολύ μεσαίου μεγέθους. Η απόσταση μεταξύ του αιολικού πάρκου και της μονάδας αντλησιοταμίευσης είναι που χαρακτηρίζει μια σύνδεση ως εφικτή ή ανέφικτη. Συμπερασματικά προκύπτει λοιπόν ότι σε ένα μεγάλο μεγέθους νησί η σύνδεση αυτή είναι μάλλον αμφίβολη να πραγματοποιηθεί, λόγω απόστασης, κόστους διασύνδεσης και τοπικών αντιδράσεων για τις γραμμές μεταφοράς.

Η ύπαρξη άμεσης ανεξάρτητης σύνδεσης δίνει τη δυνατότητα στα αιολικά πάρκα να παρέχουν την απορριπτόμενη αιολική ισχύ στο αναστρέψιμο υδροηλεκτρικό. Εάν από το σχεδιασμό του συστήματος προβλέπεται συμπληρωματικά η χρήση ισχύος από το δίκτυο και συνεπώς υπάρχει και διασύνδεση μεταξύ μονάδας αντλησιοταμίευσης και κεντρικού δικτύου, τότε σε περίπτωση απώλειας των αιολικών οι αντλίες θα συνεχίσουν να δουλεύουν απορροφώντας ισχύ από το κυρίως δίκτυο. Για να μην συμβεί αυτό χρειάζεται ένα εξελιγμένο σύστημα ελέγχου της λειτουργίας του συστήματος, το οποίο θα παρακολουθεί και θα προσαρμόζει κάθε στιγμή την κατανάλωση ισχύος των αντλιών στη διαθέσιμη αιολική ισχύ. Δηλαδή, δεν αποτελεί η επιμέρους διασύνδεση, εγγύηση για την ασφάλεια του συστήματος.



Εικόνα 16 : Σύνδεση Αιολικού πάρκου άμεσα με μονάδα αντλησιοταμίευσης

Συγκεντρωτικά οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να πραγματοποιηθεί η άντληση νερού στην άνω δεξαμενή είναι οι εξής :

- άντληση με χρήση συμβατικής ενέργειας κατά τις ώρες χαμηλής ζήτησης
- άντληση με χρήση συμβατικής ενέργειας σύμφωνα με την επιπλέον δυναμικότητα των ενταγμένων συμβατικών μονάδων.
- άντληση με χρήση συμβατικής ενέργειας όποτε χρειαστεί.

Η διαθέσιμη από τις συμβατικές μονάδες για άντληση ισχύς εξαρτάται τελικά αν θα χρησιμοποιηθεί από :

- τη διαθέσιμη αιολική ισχύ για άντληση τη συγκεκριμένη στιγμή, δηλαδή προφανώς η αιολική ισχύς έχει προτεραιότητα στην άντληση

- την ανάγκη για μετακίνηση νερού στην άνω δεξαμενή, δηλαδή αν η άνω δεξαμενή είναι σχετικά γεμάτη, αποφεύγεται η αγορά ενέργειας από το δίκτυο. Παράλληλα δίνεται το περιθώριο εάν τις επόμενες ώρες προκύψει διαθέσιμη αιολική ισχύς για άντληση, να μπορεί να χρησιμοποιηθεί. Επομένως εισάγεται ένας έλεγχος που σχετίζεται με τη στάθμη του νερού στην άνω δεξαμενή και ορίζει κάτω από ποια στάθμη ασφαλείας χρησιμοποιείται η διαθέσιμη από το δίκτυο ισχύς για άντληση.

Η ένταξη συστημάτων αιολικής ενέργειας με αντλησιοταμίευση, στοχεύει να αυξήσει τη συμβολή της αιολικής ενέργειας σε ένα ενεργειακό σύστημα. Επομένως ο σχεδιασμός της συνδυασμένης χρήσης αιολικής ενέργειας με αντλησιοταμίευση πρέπει να στοχεύει:

- στη μείωση του λειτουργικού κόστους
- στην παροχή εγγυημένης ισχύος και στη βελτίωση της αξιοπιστίας του ηλεκτρικού συστήματος
- στη ρύθμιση της παραγόμενης ισχύος σε επίπεδο δευτερογενούς, ημερήσιου και εβδομαδιαίου ελέγχου και τέλος
- στην αύξηση της αιολική διείσδυσης

3.4.2 Αποθήκευση σε υδραυλικό ταμιευτήρα

Ο πλήρης κύκλος περιλαμβάνει άντληση νερού από τον κάτω ταμιευτήρα (θάλασσα) σε έναν άνω ταμιευτήρα των οποίων η υψομετρική διαφορά είναι ίση προς h για την φάση της αποθήκευσης ενέργειας (μετατρέπεται η ηλεκτρική ενέργεια σε υδραυλική). Για τη φάση της παραγωγής, γίνεται διακίνηση του νερού από τον πάνω ταμιευτήρα στον κάτω μέσω υδροστροβίλων όπου η υδραυλική ενέργεια μετατρέπεται εκ νέου σε ηλεκτρική. Πρόκειται για αναστρέψιμο υδροηλεκτρικά έργα.



Εικόνα 17 : Σκαρίφημα αναστρέψιμου υδροηλεκτρικού έργου

Η υδραυλική ισχύς δίνεται από το γινόμενο $P_h = (\rho \cdot g) \cdot h \cdot Q$ στην οποία συμβολίζονται:

- με $g = 9,81 \text{ m/sec}^2$ η επιτάχυνση της βαρύτητας
- με ρ η πυκνότητα του νερού ($\rho = 1000 \text{ Kg/m}^3$)
- με Q σε m^3/sec η διακινούμενη παροχή νερού
- με h σε m η υψομετρική διαφορά μεταξύ άνω και κάτω ταμιευτήρα

Από την προηγούμενη σχέση γίνεται φανερός ο ρόλος της υψομετρικής διαφοράς h μεταξύ κάτω και άνω ταμιευτήρα για την αποθήκευση δεδομένης ισχύος P επί κάποιο χρονικό διάστημα Δt άρα ενέργειας $E = P \cdot \Delta t$

Όσο μεγαλύτερη είναι η υψομετρική διαφορά h τόσο μικρότερη η αντίστοιχη παροχή Q και η ποσότητα νερού ($Q \cdot \Delta t$) που αντιστοιχεί. Άρα για την αποθήκευση της ίδιας ισχύος και ενέργειας όσο αυξάνεται η υψομετρική διαφορά h μειώνεται η παροχή, με αποτέλεσμα την μείωση του κόστους

- της σωλήνωσης (μικρότερη διάμετρος)
- των αντλιών
- του ταμιευτήρα λόγω της μικρότερης χωρητικότητας που απαιτείται για την αποθήκευση της ίδιας ποσότητας ενέργειας

Για τον λόγο αυτό τα αναστρέψιμα υδροηλεκτρικά έργα αντλησιοταμίευσης θεωρούνται οικονομοτεχνικά αποδοτικά όταν η υδραυλική πτώση είναι υψηλότερη των 150-200m περίπου.

3.4.2.1 Φάση άντλησης

Η ενέργεια H του νερού, την οποία θα πρέπει να δίνει η αντλία, είναι ίση προς:

$$H = h + \delta h_f$$

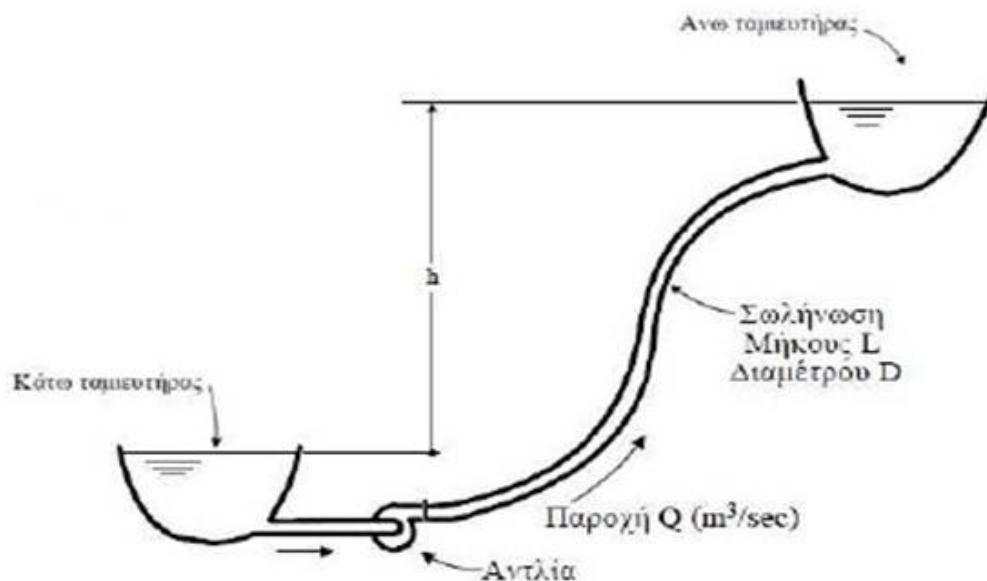
όπου:

με δh_f συμβολίζονται οι υδραυλικές απώλειες που αναπτύσσονται στην σωλήνωση που συνδέει τον κάτω με τον άνω ταμιευτήρα.

Άρα η ισχύς:

$$\delta P_f = (\rho g) \cdot \delta h_f \cdot Q$$

αποτελεί την απώλεια ισχύος που αντιστοιχεί στην ισχύ που χάνεται στις υδραυλικές απώλειες της σωλήνωσης.



Εικόνα 18 : Σκαρίφημα αντλησιοταμίευσης

Εάν ληφθούν υπόψη οι ενεργειακές απώλειες του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που παρεμβαίνει (αντλία, ηλεκτροκινητήρας, μετασχηματιστές) μέσω του βαθμού απόδοσης τους, προκύπτει ο συνολικός βαθμός απόδοσης:

$$\eta = \eta_P \cdot \eta_M \cdot \eta_{Tr}$$

Άρα εάν υπάρχει ηλεκτρική ισχύς P αυτή μπορεί μέσω άντλησης να μετατραπεί σε υδραυλική ισχύ P_h , προφανώς $P_h < P$ καθώς η διαφορά $(P - P_h)$ αντιστοιχεί στις απώλειες που αναπτύσσονται και αντιστοιχούν σε ενέργεια που δεν αποθηκεύεται.

3.4.2.2 Φάση επαναπρόσδωσης της υδραυλικής ενέργειας

Στην φάση αυτή η φορά της ενέργειας και της ροής του νερού αντιστρέφεται. Την λειτουργία αυτή εξασφαλίζει ο υδροστρόβιλος και η ηλεκτρική γεννήτρια που στρέφεται από αυτόν. Η ενέργεια που διατίθεται στον υδροστρόβιλο για να την μετατρέψει σε μηχανική και στην συνέχεια σε ηλεκτρική ενέργεια είναι ίση προς:

$$H = h - \delta h_f$$

Όπου

με δh συμβολίζονται οι υδραυλικές απώλειες που αναπτύσσονται στην σωλήνωση που συνδέει τον κάτω με τον άνω ταμιευτήρα. Άρα η ισχύς: $\delta P_f = (\rho g) \cdot \delta h_f \cdot Q$ αποτελεί την απώλεια ισχύος και αντιστοιχεί στην ισχύ που χάνεται στις υδραυλικές απώλειες της σωλήνωσης

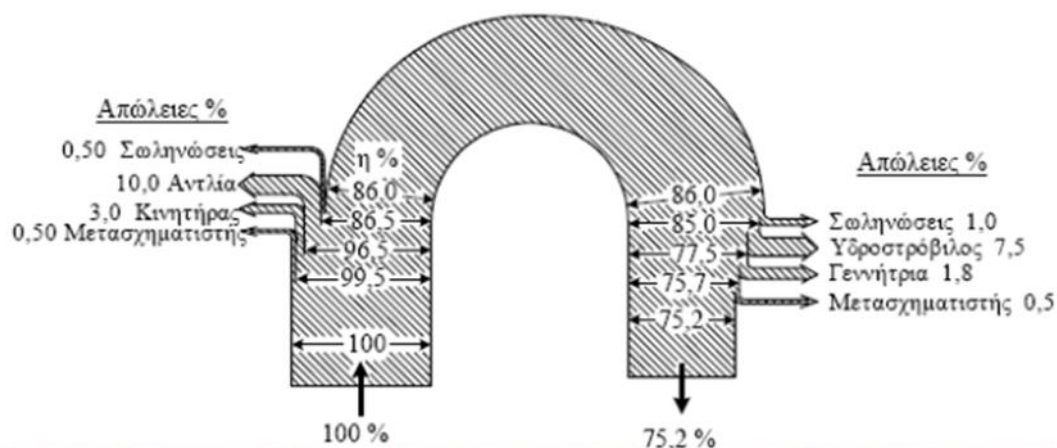
Εάν ληφθούν υπόψη οι ενεργειακές απώλειες του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού που παρεμβαίνει (υδροστρόβιλος, ηλεκτρική γεννήτρια, μετασχηματιστές) μέσω του βαθμού απόδοσης τους, προκύπτει ο συνολικός βαθμός απόδοσης:

$$\eta = \eta_T \cdot \eta_G \cdot \eta_{Tr}$$

Άρα από την υδραυλική ισχύ P_h αυτή που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ισχύ P_e και τροφοδοτεί το ηλεκτρικό δίκτυο είναι μικρότερη κατά τις ολικές απώλειες (σωληνώσεις και ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός), δηλ.

$$P_e < P_h$$

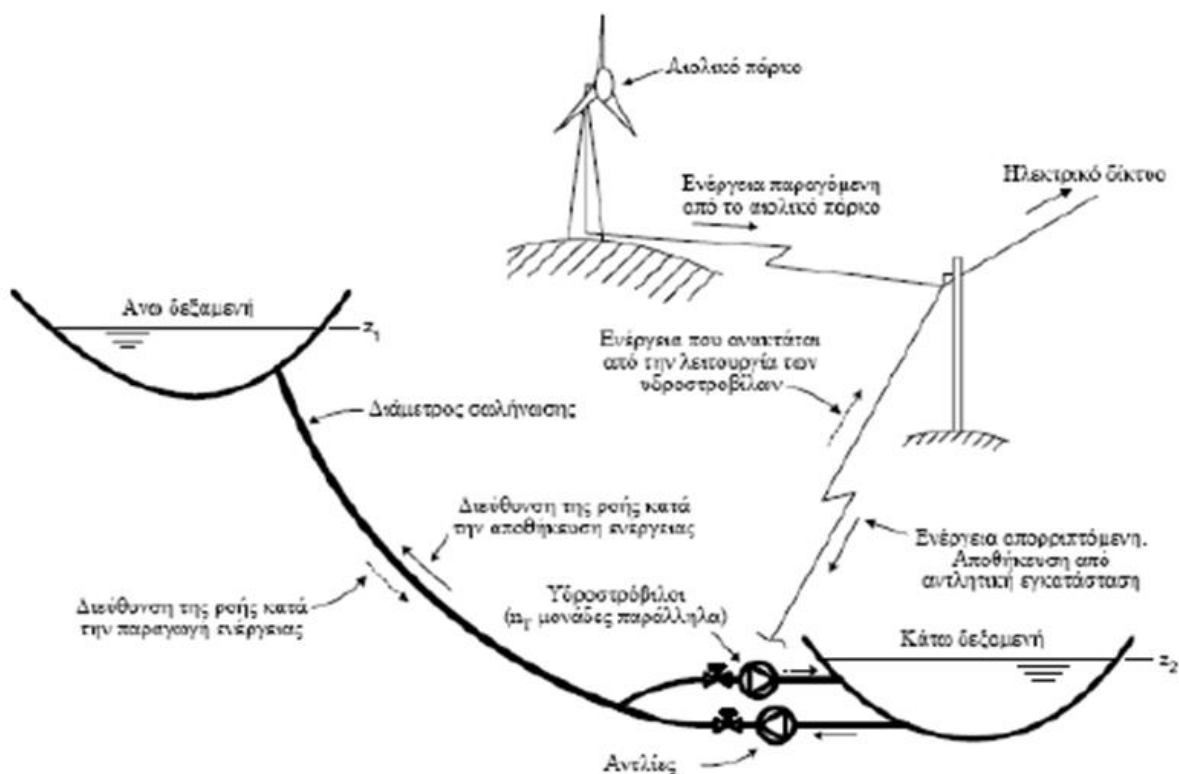
Συνολικά σε ένα πλήρη κύκλο, και ανάλογα με τον εξοπλισμό (αντλίες, υδροστρόβιλοι κλπ) ο ολικός βαθμός απόδοσης είναι της τάξεως του 65-80% (το υπόλοιπο 35-20% της ενέργειας χάνεται σε απώλειες) ανάλογα με το μέγεθος της μονάδας, την επιλογή του εξοπλισμού της κα.



Εικόνα 19 : Απώλειες αντλησιοταμίευσης

3.4.2.3 Εφαρμογή της αντλησιοταμίευσης σε υβριδικό σύστημα

Παράδειγμα αιολικού πάρκου σε ένα αυτόνομο ηλεκτρικό δίκτυο: για λόγους ευστάθειας του δικτύου η διείσδυση των αιολικών πάρκων (λόγω της αστάθειας που παρουσιάζει η παραγωγή της αιολικής ενέργειας) περιορίζεται στο 30%. Ακόμη και στην περίπτωση διασύνδεσης του νησιωτικού συστήματος με το ηπειρωτικό δίκτυο η αντλησιοταμίευση βοηθά στην μεγαλύτερη διείσδυση της αιολικής ενέργειας. Αυτό συμβαίνει είτε άμεσα είτε έμμεσα. Ο έμμεσος τρόπος είναι στέλνοντας της αιολική ενέργεια στις αντλίες, οι οποίες με τη σειρά τους να «ανεβάσουν» νερό στον άνω ταμιευτήρα, «αποθηκεύοντας» με αυτό τον τρόπο υδραυλική ενέργεια μέσα του, που αργότερα θα χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού.



Εικόνα 20 : Σκαρίφημα αιολικού πάρκου με αντλησιοταμίευση

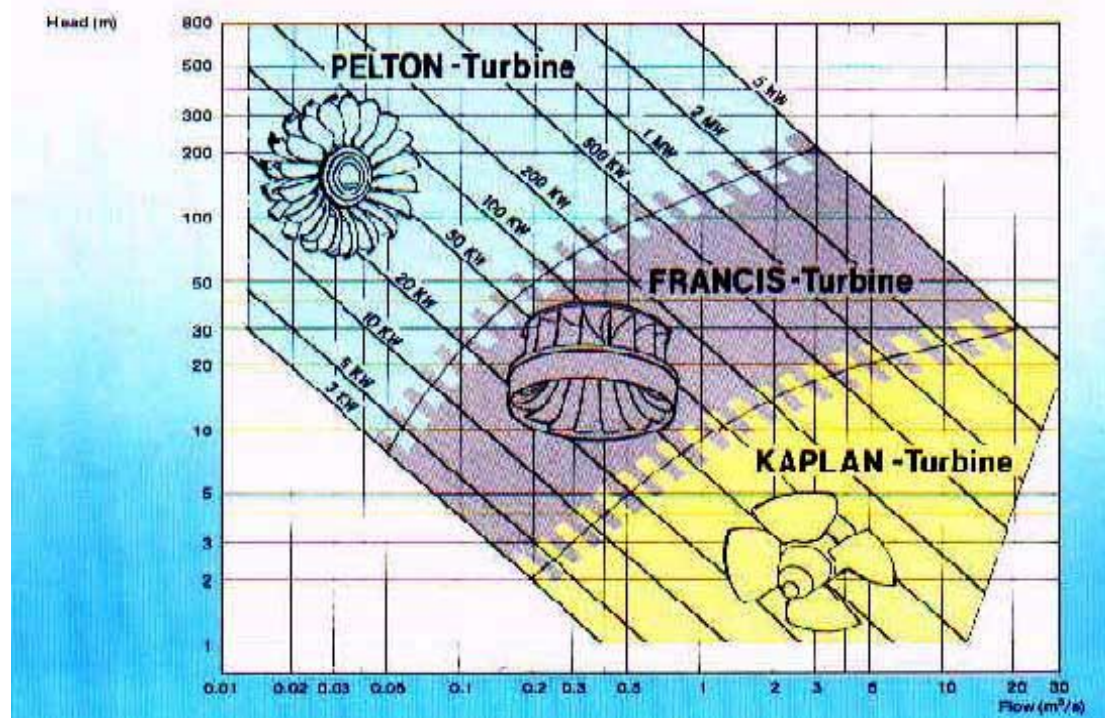
Ορισμένα από τα νησιά μας που δεν είναι διασυνδεδεμένα έχουν ήδη κορεσθεί από πλευράς εγκατεστημένων αιολικών πάρκων και σε αυτά η αύξηση της διείσδυσης μπορεί να γίνει μόνο μέσω της εισαγωγής της αντλησιοταμίευσης, δηλ. υβριδικών μονάδων που συνδυάζουν τα αιολικά πάρκα με αντλησιοταμίευση, για παράδειγμα:

- στην Κρήτη υπάρχει ενδιαφέρον για 2 μονάδες, ισχύος 100 και 50 MW
- στην Λέσβο για μονάδα 12 MW
- στο σύστημα της Παροναξίας για μονάδα 8 MW
- στην Ικαρία είναι υπό κατασκευή από την ΔΕΗ υβριδικό σύστημα ισχύος 3 MW περίπου.

Λόγω του αναλογικά μικρού μεγέθους του δικτύου στα νησιά η διαστασιολόγηση μίας υβριδικής μονάδας θα πρέπει να προκύψει ως αποτέλεσμα βελτιστοποίησης όλων των παραμέτρων που υπεισέρχονται, προβλέποντας επιπλέον την ζήτηση στα επόμενα χρόνια.

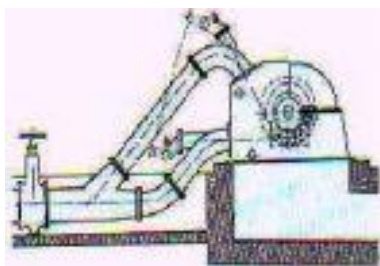
3.4.3 Είδη υδροστροβίλων και τελική επιλογή

Υπάρχουν τρεις βασικοί τύποι υδροστροβίλων: Οι υδροστροβίλοι Pelton, Francis και Kaplan. Αυτός ο διαχωρισμός έχει γίνει βάσει της περιοχής λειτουργίας κάθε στροβίλου, όπως φαίνεται στο κάτωθι διάγραμμα:



Διάγραμμα 8 : Διαχωρισμός υδροστροβίλων με βάση την περιοχή λειτουργίας τους.

➤ Στρόβιλος PELTON

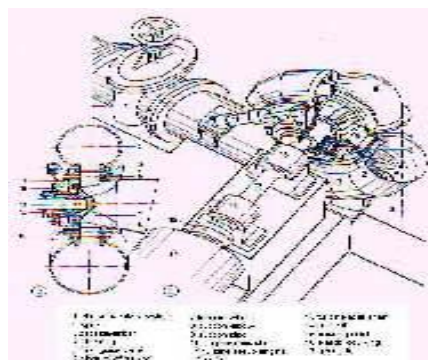


➤ Δυνατός σχεδιασμός, χαμηλή επένδυση

➤ Μικρή βασική περιοχή για την αποθήκευση του στροβίλου με εύκολο σχεδιασμό, λόγω του λογικού κόστους κατασκευής

➤ Ομαλή πορεία αποδοτικότητας, ο στρόβιλος Pelton είναι κατάλληλος για μεταβλητή ροή

➤ Στρόβιλος FRANCIS

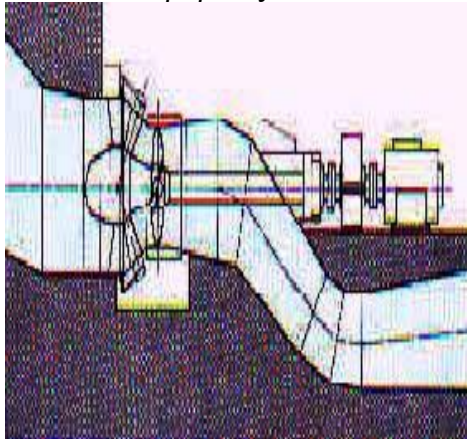


➤ Δυνατός σχεδιασμός, μικρός χώρος στροβίλου

➤ Πολλές στροφές (ταχύτητα μηχανής) το λεπτό, κυρίως άμεση σύζευξη με τον στρόβιλο

➤ Κατάλληλη (ικανή) για ισχυρή μεταβολή σε επίπεδα κάτω από το νερό

➤ Στρόβιλος KAPLAN

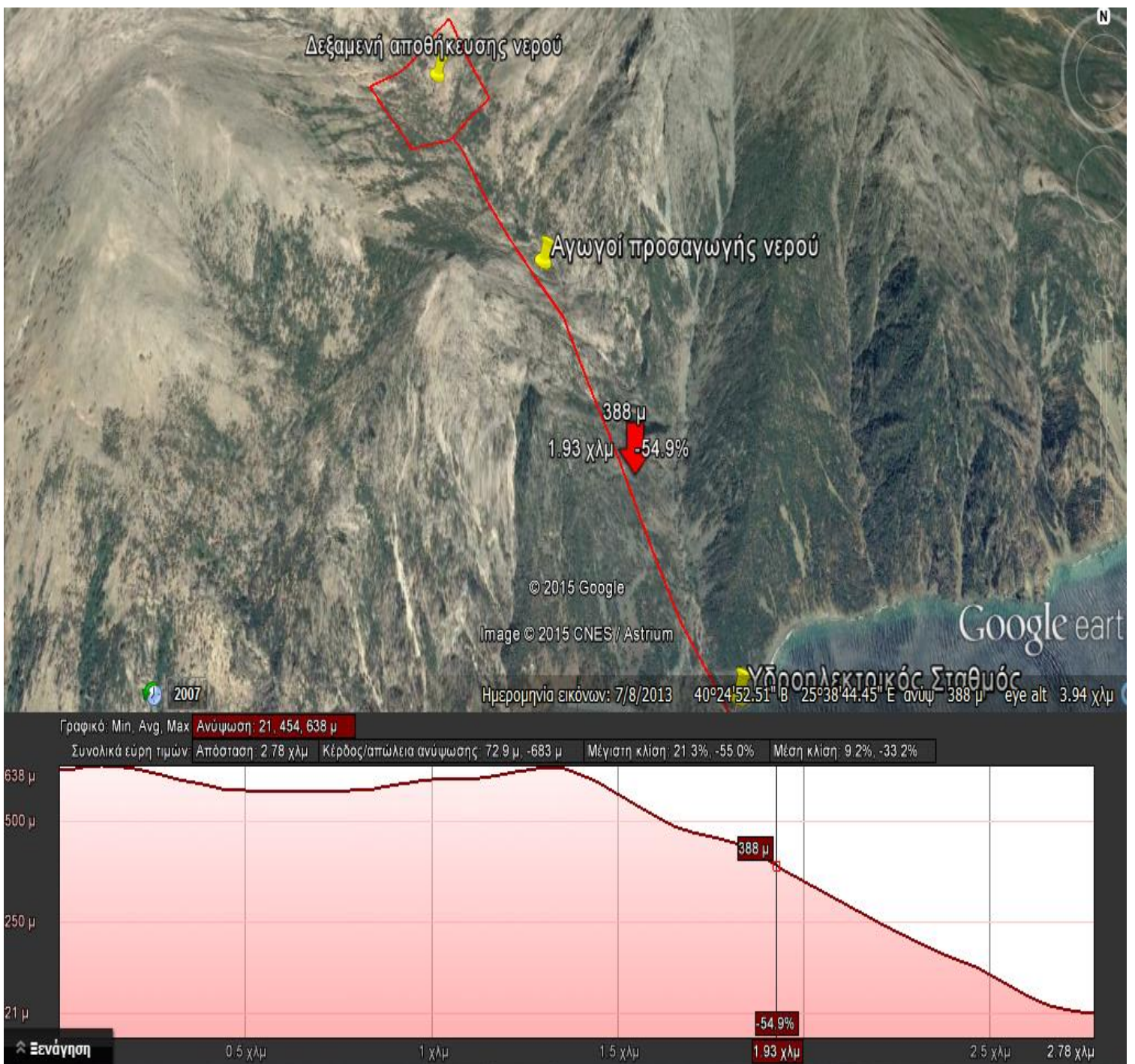


- Κατάλληλη για υψηλές ροές.
- Μικρή ευαισθησία κατά του πάγου, ζημιών και πλύσης - ξηράς σπασμένων βράχων, δεν χρειάζεται να χρησιμοποιηθεί τσουγκράνα για ψαμμίαση - κρυσταλλοποίηση άμμου

Όπως προκύπτει και από το διάγραμμα η μόνη επιλογή υδροστροβίλου που έχουμε με βάση την υψομετρική διαφορά είναι του τύπου PELTON(Η δεξαμενή βρίσκεται στο υψόμετρο των 640 μέτρων).

3.4.4 Θέσεις εγκατάστασης ΥΗΣ- άνω δεξαμενής

Όπως έχουμε ήδη δει και σε προηγούμενη εικόνα η θέση εγκατάστασης της δεξαμενής είναι σε ένα φυσικό «βαθούλωμα». Από εκεί ξεκινάει ο αγωγός προσαγωγής ύδατος στους υδροστροβίλους. Στην εικόνα που ακολουθεί εστιάζω στον αγωγό με σκοπό να δείξω την κλίση του εδάφους στο σημείο όπου θα γίνει η εγκατάσταση του αγωγού. Θα χρησιμοποιήσω μόνο μία εικόνα καθώς τις εγκαταστάσεις του υδροηλεκτρικού σταθμού δεν μπορώ να τις δείξω μιας και στο σύνολό τους είναι υπόγειες. Το σημαντικό είναι να υπάρχει διαθέσιμος χώρος για την εγκατάστασή τους και αυτό ισχύει. Από εκεί και πέρα είναι σημαντικό να τονιστεί πως οι θέσεις αυτές είναι ενδεικτικές και όχι δεσμευτικές , καθώς σε περίπτωση πρακτικής εφαρμογής πρέπει να συνυπολογιστούν το κόστος ενοικίου ή αγοράς του εδάφους και τυχόν δυσκολίες , καθώς και λοιπές δυσκολίες στην πραγματοποίηση του έργου που δεν είναι δυνατόν να εντοπιστούν μέσα από το google earth.



Εικόνα 21: Κλίση αγωγού προσαγωγής ύδατος καθώς και θέσεις δεξαμενής και ΥΗΣ

Βλέπουμε ότι το συνολικό μήκος του αγωγού είναι στα 2.780m και η κλίση είναι σε τέτοιο βαθμό που επιτρέπει τις εργασίες

3.5 Παρουσίαση και επεξήγηση αλγορίθμου συνεργασίας αιολικού – αναστρέψιμου υδροηλεκτρικού

Για την ευκολότερη περιγραφή του κρίνεται σκόπιμο να δημιουργηθεί ένα πινακάκι όπου θα περιγράψουμε κάποιες συντομογραφίες. Έχουμε λοιπόν:

Pd	Ζήτηση ισχύος
Pw	Παραγόμενη ενέργεια από το Αιολικό πάρκο
Pwδ	Απευθείας διείσδυση αιολικής ενέργειας
δmax	Ποσοστό απευθείας διείσδυσης
P _T	Ισχύς Υδροστροβίλων
P _p	Ισχύς αντλιών
P _{TH}	Ισχύς θερμοηλεκτρικών
V	Όγκος δεξαμενής

Πίνακας 5 : Συντομογραφίες αλγορίθμου

Παρουσιάζω τον αλγόριθμο παρακάτω, έπειτα ακολουθεί αναλυτικά η επεξήγησή του.

Pd ≥ Pw			
NAI		OXI	
Pw ≥ δmax * Pd		Pwδ = Pd * δmax	
NAI	OXI		
Pwδ = δmax * Pd	Pwδ = Pw		
V _(n-1) ≥ V _{min}		V _(n-1) ≤ V _{max}	
NAI	OXI	NAI	OXI
P _T = Pd - Pwδ	P _T = 0	P _T = 0	P _T = Pd - Pwδ
P _p = 0	P _p = Pw - Pwδ	P _p = Pw - Pwδ	P _p = 0
P _{TH} = 0	P _{TH} = Pd - Pwδ	P _{TH} = Pd - Pwδ	P _{TH} = 0
V _(n) = V _(n-1) - V _{αφ.}	V _(n) = V _(n-1) + V _{απ.}	V _(n) = V _(n-1) + V _{απ.}	V _(n) = V _(n-1) - V _{αφ.}

Πίνακας 6 : Αλγόριθμος λειτουργίας υβριδικού συστήματος

Ο πρώτος έλεγχος που γίνεται στον αλγόριθμό μας είναι αν η ζήτηση ισχύος (Pd) είναι μεγαλύτερη ή ίση με την παραγωγή από το αιολικό πάρκο (Pw). Διακρίνονται λοιπόν δύο περιπτώσεις:

➤ Περίπτωση NAI

A) Εδώ προχωρούμε σε ένα νέο έλεγχο αν η παραγόμενη ενέργεια από το αιολικό πάρκο (Pw) είναι μεγαλύτερη ή ίση με το γινόμενο της ζήτησης ισχύος με το μέγιστο ποσοστό διείσδυσης (Pd * δmax). Δύο περιπτώσεις και εδώ , αναλυτικότερα :

i) Αν ισχύει, έχουμε την απευθείας διείσδυση της αιολικής ενέργειας ($P_{w\delta}$) να είναι ίση με το γινόμενο του μέγιστου ποσοστού διείσδυσης επί την ζήτηση ($\delta_{max} \cdot P_d$).

ii) Σε αυτή την περίπτωση η απευθείας διείσδυση την αιολικής ενέργειας είναι ίση με την παραγωγή από το αιολικό πάρκο ($P_{w\delta} = P_w$).

B) Αφού έχουμε ολοκληρώσει τον αρχικό έλεγχο για την αιολική ενέργεια, συνεχίζουμε με ένα νέο έλεγχο που αφορά τον όγκο της δεξαμενής. Ελέγχουμε λοιπόν για κάθε ώρα αν ο όγκος της δεξαμενής μας ($V_{(n-1)}$) είναι μεγαλύτερο ή ίσος με τον ελάχιστο επιτρεπόμενο όγκο που έχουμε καθορίσει εξ αρχής εμείς (V_{min}). Δύο περιπτώσεις και εδώ :

i) Περίπτωση ΝΑΙ: Οι υδροστρόβιλοι δουλεύουν και η ισχύς τους (P_T) είναι ίση με την αφαίρεση της απευθείας διείσδυσης της αιολικής ενέργειας από την ζήτηση ($P_d - P_{w\delta}$). Οι αντλίες δεν λειτουργούν ($P_P = 0$) καθώς επίσης και τα θερμοηλεκτρικά ($P_{TH} = 0$). Τέλος ο νέος όγκος στην δεξαμενή είναι αυτός που προκύπτει αν αφαιρέσουμε τον όγκο που χρησιμοποιήσαμε από τον αρχικό ($V_n = V_{(n-1)} - V_{αφ.}$).

ii) Περίπτωση ΟΧΙ: Οι αντλίες δουλεύουν με ισχύ (P_P) ίση με την αφαίρεση της απευθείας διείσδυσης από την παραγόμενη αιολική ενέργεια ($P_w - P_{w\delta}$). Οι υδροστρόβιλοι δεν λειτουργούν ($P_T = 0$), τα θερμοηλεκτρικά όμως καλύπτουν την υπόλοιπη ζήτηση ($P_{TH} = P_d - P_{w\delta}$). Η μεταβολή στον όγκο θα είναι ίση με ($V_n = V_{(n-1)} + V_{απ.}$)

➤ Περίπτωση ΟΧΙ

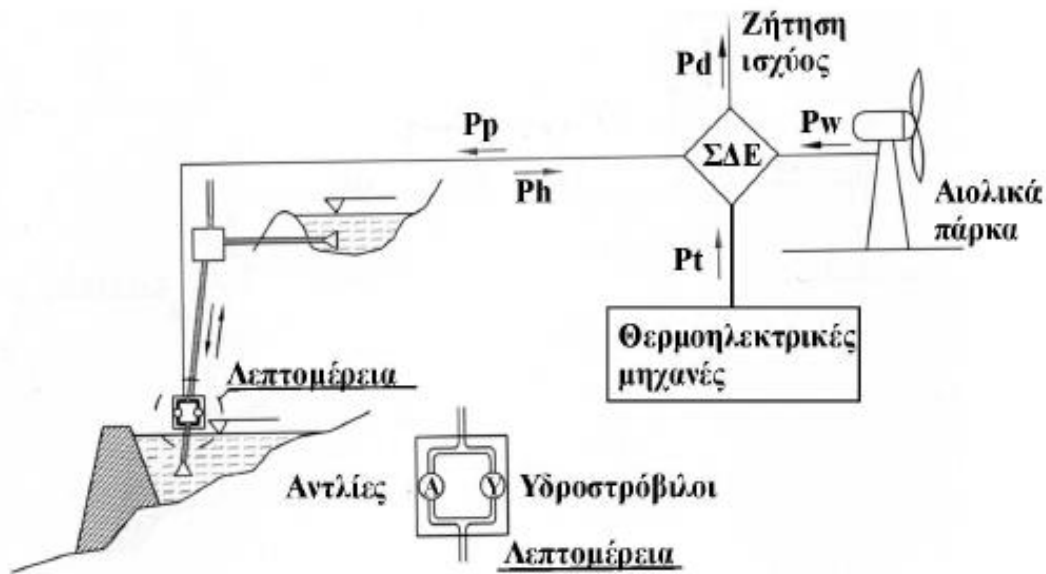
A) Εδώ αυτόματα η απευθείας διείσδυση της αιολικής ενέργειας θα είναι ίση με το γινόμενο της ζήτησης με το μέγιστο ποσοστό διείσδυσης ($P_d \cdot \delta_{max}$). Έπειτα ακολουθεί ο έλεγχος ο οποίος είναι, αν ο όγκος της δεξαμενής είναι μικρότερος ή ίσος με τον μέγιστο όγκο τον οποίο έχουμε προκαθορίσει εμείς. Δύο περιπτώσεις και από εδώ.

i) Περίπτωση ΝΑΙ

Οι αντλίες λειτουργούν με ισχύ ίση με την αφαίρεση της απευθείας διείσδυσης από την παραγόμενη ισχύ από το αιολικό πάρκο ($P_w - P_{w\delta}$). Τα θερμοηλεκτρικά έχουν ισχύ ίση με την αφαίρεση της απευθείας διείσδυσης από την ζήτηση ($P_d - P_{w\delta}$). Οι υδροστρόβιλοι δεν λειτουργούν και ο νέος όγκος είναι ίσος το άθροισμα του αρχικού συν τον προσθετό όγκο ($V_n = V_{(n-1)} + V_{απ.}$)

ii) Περίπτωση ΟΧΙ

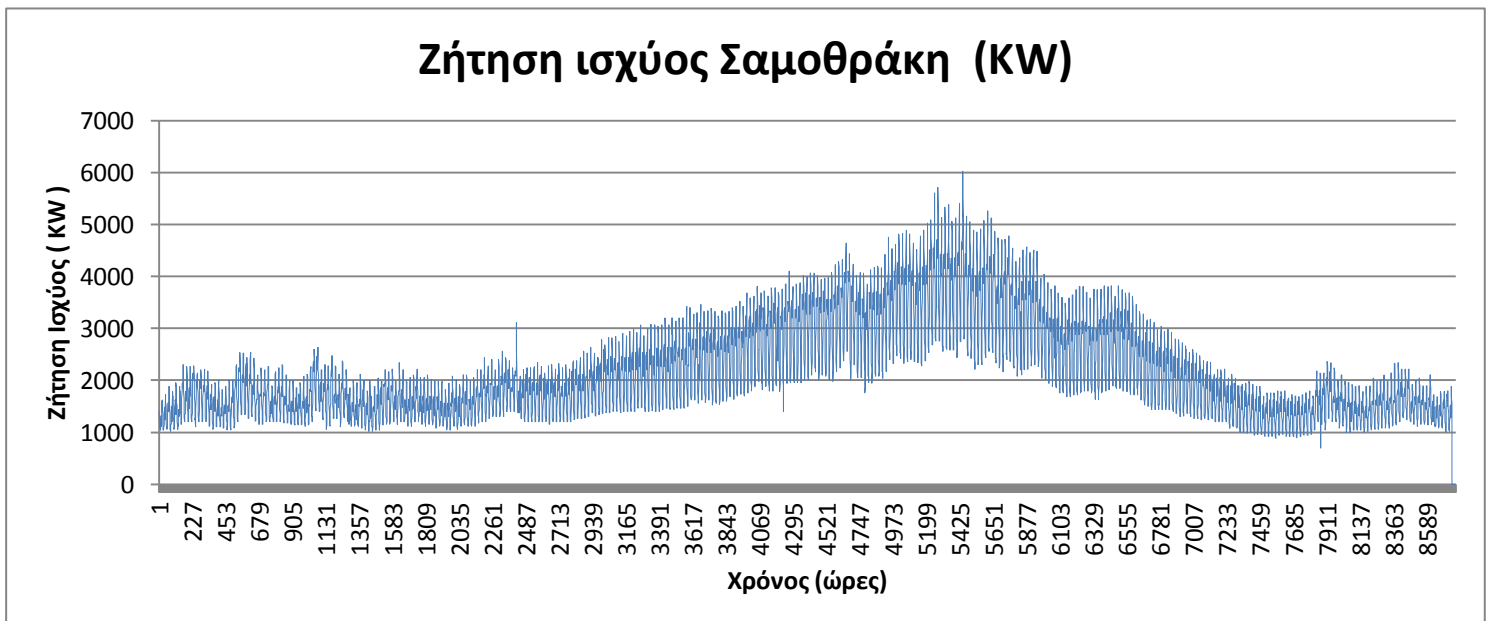
Λειτουργούν μόνο οι υδροστρόβιλοι με ισχύ ίση με την αφαίρεση της απευθείας διείσδυσης από την ζήτηση. Ο νέος όγκος είναι ίσος με την αφαίρεση του χρησιμοποιούμενου όγκου από τον αρχικό ($V_n = V_{(n-1)} - V_{αφ.}$).



Εικόνα 22 : Απεικόνιση τρόπου λειτουργίας υβριδικού σταθμού

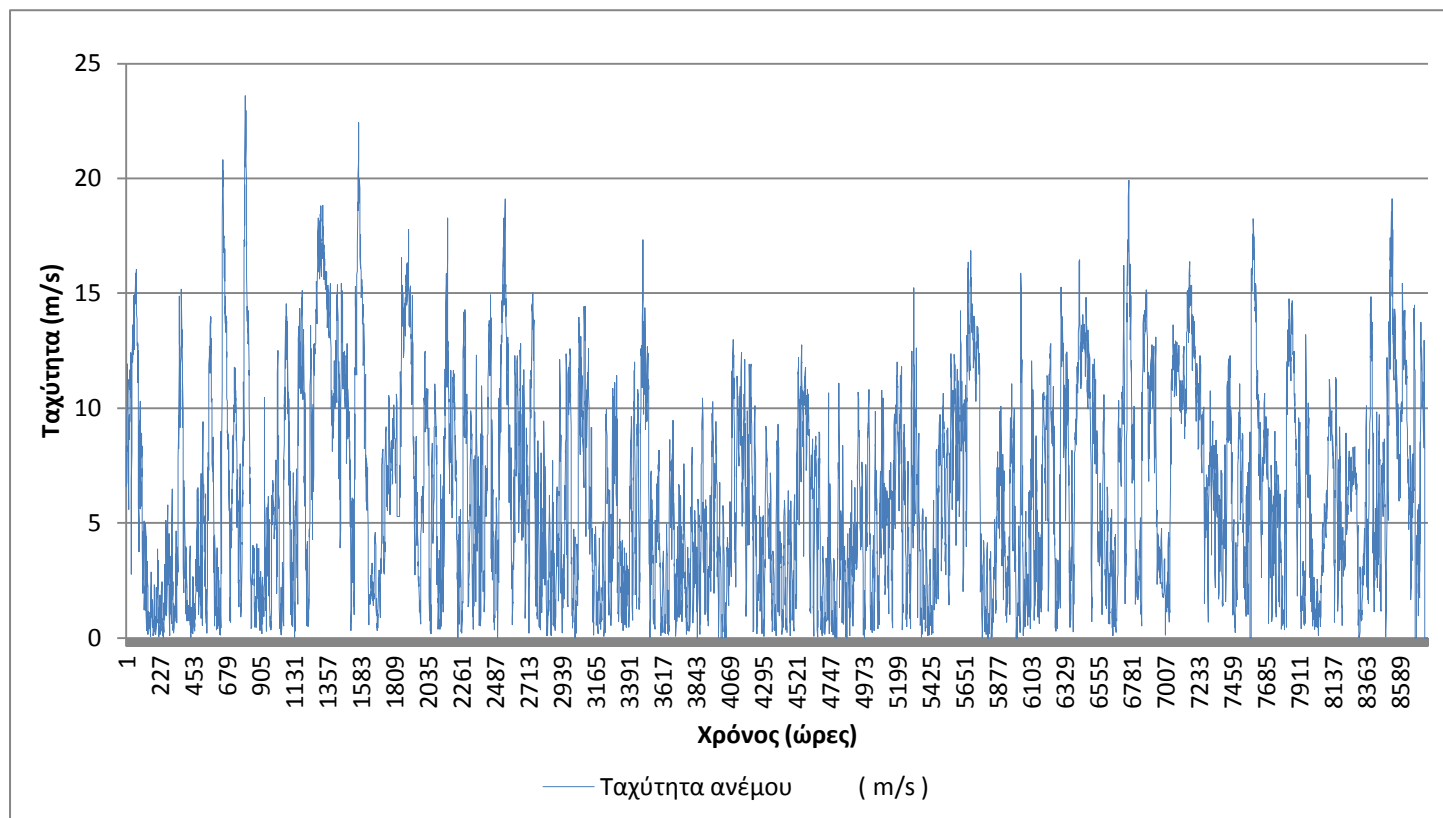
3.6 Υπολογισμοί-Μετρήσεις-Διαγράμματα

Σε αυτό το σημείο θα δείξω βήμα προς βήμα από τα αρχικά δεδομένα , την ζήτηση ισχύος και τα ανεμολογικά δεδομένα , πως κατέστη δυνατό να υπολογίσω τις υπόλοιπες παραμέτρους του υβριδικού. Αρχικά όπως ήδη έχω γράψει , είχα την ζήτηση ισχύος (στηρίχθηκα στην έκθεση για τις αιεφόρους νήσους για να βγάλω τα δεδομένα με βάση την ήδη γνωστή ζήτηση της Σαντορίνης).



Διάγραμμα 9 : Ζήτηση ισχύος Σαμοθράκης

Επόμενο σημαντικό στοιχείο πριν αρχίσουμε τους υπολογισμούς είναι η ένταση των ανέμων σε ετήσια βάση. Για το σκοπό αυτό πήρα τα απαραίτητα δεδομένα από τον μετεωρολογικό σταθμό στα Αλώνια (180μ) γεωγραφικό πλάτος: 40°30" μήκος: 25°30" στη Σαμοθράκη. Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι δεν γνωρίζω την εγκυρότητα αυτών των στοιχείων καθώς δεν είναι εξαγμένα με την μέθοδο του ανεμολογικού ιστού, ειδικού για τις μετρήσεις αιολικού δυναμικού. Σε κάθε περίπτωση ευχαριστώ τον μετεωρολογικό σταθμό Αλωνίων για την πολύτιμη βοήθεια στην παροχή αυτών των δεδομένων.



Διάγραμμα 10 : Αιολικό δυναμικό Νήσου Σαμοθράκης

Τώρα πλέον μπορώ να προχωρήσω σε κάποιους αρχικούς υπολογισμούς και παραδοχές. Αυτοί είναι :

- Υπολογισμός ισχύς χρησιμοποιούμενης Α/Γ

Η ισχύς της Α/Γ που θα επιλέξω προκύπτει μέσα από κάποιους σύντομους υπολογισμούς. Αρχικά είναι απαραίτητο η ισχύς να είναι ικανή να καλύψει τις ανάγκες αλλά και να μην χρειάζονται πολλές μονάδες (δέσμευση μεγάλου χώρου) ούτε όμως και να είναι πολύ λίγες (σε μια πιθανή βλάβη θα μπορούσε να βγάλει εκτός όλο το σύστημα). Αρα θέλουμε μια μέση λύση. Στη δικιά μας περίπτωση κάπου στα 800 kw μοιάζουν ιδανικά.

- Πλήθος Α/Γ αιολικού πάρκου

Εδώ υπολογίζω την μέση ζήτηση για όλο το έτος και διαιρούμενη με τον παράγοντα χωρητικότητας προκύπτει σε πρώτη φάση (για την έναρξη των υπολογισμών) η συνολική ισχύς του αιολικού πάρκου που θα πρέπει να εγκατασταθεί. Στη συνέχεια διαιρούμε την συνολική ισχύ με την ισχύ μιας και μόνο Α/Γ. Το αποτέλεσμα είναι το πλήθος των Α/Γ που εξυπηρετούν τις ανάγκες μας.

➤ Ισχύς Υδροστροβίλων

Η παραδοχή εδώ είναι πως η ισχύς των υδροστροβίλων πρέπει να είναι ίση με την μέγιστη ζήτηση κατά την διάρκεια του έτους , ώστε να μπορεί να πάρει όλο το φορτίο στην περίπτωση που αυτό κριθεί αναγκαίο.

➤ Ισχύς αντλιών

Αυτή προκύπτει διαιρώντας την μέγιστη ζήτηση με τον συνολικό βαθμό απόδοσης του συστήματος. Το αποτέλεσμα βγαίνει αρκετά μεγάλο (σχεδόν διπλάσια ισχύ από αυτή των υδροστροβίλων) οπότε επειδή δεν έχει νόημα , αφού δεν μπορεί να καλυφτεί από το Α/Π , την παίρνουμε ίση με την ισχύ του Α/Π.

➤ Μέγεθος άνω δεξαμενής

Ο υπολογισμός εδώ εξαρτάται από τις μέρες αυτονομίας που θέλουμε να δώσουμε στο σύστημά μας. Εννοώ ότι αν η δεξαμενή ήταν πλήρως γεμάτη και η παροχή ήταν στη μέγιστη ζήτηση πόσες μέρες θα θέλαμε να αντέχει το σύστημά μας. (Αυτό γίνεται για την περίπτωση που το αιολικό πάρκο δεν παράγει ενέργεια καθώς επικρατεί άπνοια)

Τώρα επόμενο βήμα οι τύποι υπολογισμών που είναι απαραίτητοι για την ολοκλήρωση της μελέτης τους υβριδικού συστήματος.

○ Μέγιστη παροχή υδροστροβίλου (turbine)

$$Q_T = \frac{P_T}{\rho * g * H * n_T} \left(\frac{m^3}{sec} \right)$$

○ Μέγιστη παροχή αντλιών (pump)

$$Q_P = \frac{P_P * n_P}{\rho * g * H} \left(\frac{m^3}{sec} \right)$$

○ Υπολογισμός απωλειών ροής

$$h_f = f * \frac{L}{D^5} * \frac{8 * Q^2}{\pi^2 * g}$$

◆ Το f υπολογίζεται από ημιεμπειρική σχέση των Colebrook – White:

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log \left(\frac{k}{3,72D} + \frac{2,51}{Re \sqrt{f}} \right)$$

Εξαρτάται από την τραχύτητα του αγωγού, η οποία εξαρτάται από το υλικό κατασκευής, την ποιότητα κατασκευής κλπ. Θα θεωρήσουμε το f ίσο με 0,06. Δεν έχει μονάδες καθώς είναι συντελεστής, συντελεστής τριβής.

- Υπολογισμός όγκου νερού που αφαιρείται από τη δεξαμενή

$$V_T = \frac{P_T * t}{n_T * \rho * g * (H - h_{fT})} \quad (m^3)$$

- Υπολογισμός όγκου νερού που προστίθεται στην δεξαμενή

$$V_P = \frac{P_P * t * n_P}{\rho * g * (H + h_{fP})} \quad (m^3)$$

3.6.1 Βελτιστοποίηση επιλογής διαμέτρου αγωγού μεταφοράς ύδατος

Ο αγωγός προσαγωγής ύδατος στους υδροστροβίλους είναι ένα από τα πιο σημαντικά τμήματα ολόκληρου του υβριδικού συστήματος. Αυτό θα γίνει απόλυτα κατανοητό αν αναλογιστεί κανείς ότι είναι το μέσο που «συνδέει» το αιολικό πάρκο με την άνω δεξαμενή και κατ' επέκταση με τους υδροστροβίλους.

Γενικά η βασική αρχή επιλογής διαμέτρου είναι η εξής:

- Καθώς αυξάνει η διάμετρος του αγωγού οι απώλειες ροής μειώνονται και συνεπώς μειώνεται το κόστος της καταναλισκόμενης ενέργειας (περίπτωση αντλιών) ή αυξάνεται το οικονομικό όφελος από την παραγωγή ενέργειας (περίπτωση υδροστροβίλων)
- Από την άλλη μεριά, η αύξηση της διαμέτρου οδηγεί σε αύξηση του κόστους κατασκευής του αγωγού
- Σκοπός είναι λοιπόν να βρεθεί η χρυσή τομή, δηλαδή το σημείο ελαχιστοποίησης του συνολικού κόστους εγκατάστασης και λειτουργίας, λαμβάνοντας υπόψη τα ανωτέρω

Για τον σκοπό αυτό θα χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω τύποι :

- Ισχύς απωλειών ενέργειας

$$N_{loss} = \rho * g * Q * h_f$$

- Ετήσιο κόστος απωλειών ενέργειας

$$K_f = N_{loss} * T * C_E$$

♦ C_E η τιμή αγοράς της καταναλισκόμενης ενέργειας (περίπτωση αντλιών)
ή η τιμή πώλησης της παραγόμενης ενέργειας (περίπτωση υδροστροβίλων)

♦ T το χρονικό διάστημα ενός έτους

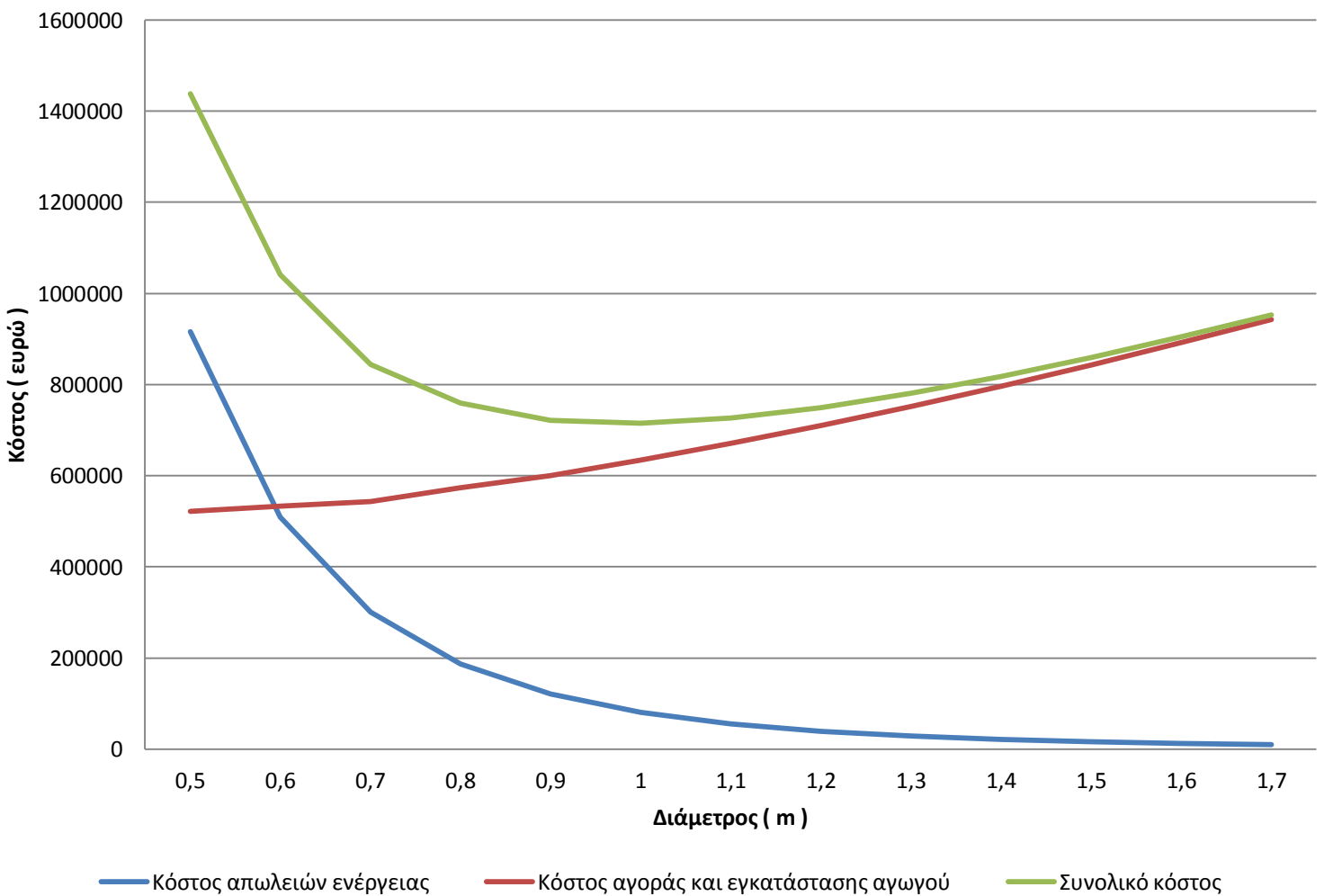
ο Κόστος υλικού του αγωγού

$$K_t = m * c_m$$

♦ C_m η τιμή αγοράς του υλικού του αγωγού

♦ m η μάζα του αγωγού

Επιλογή βέλτιστης διαμέτρου



Διάγραμμα 11: Επιλογή διαμέτρου αγωγού με βάση το κόστος

Στο άνωθεν διάγραμμα αυτό που βλέπουμε είναι η μείωση του κόστους από τις απώλειες ενέργειας καθώς η διάμετρος αυξάνει (άρα μειώνονται οι απώλειες) , η αύξηση του κόστους αγοράς και εγκατάστασης του αγωγού καθώς η διάμετρος αυξάνει και το αποτέλεσμα αυτών των δύο συνιστωσών που μας δείχνει την οικονομικότερη λύση.

Το παραπάνω διάγραμμα επιβεβαιώνουν και οι υπολογισμοί μου στο excel με διαφορετικό τρόπο. Υπάρχει ο κανόνας ότι οι απώλειες ροής καθόδου δεν πρέπει να υπερβαίνουν το 5% της συνολικής υψομετρικής διαφοράς. Αυτό στη συγκεκριμένη περίπτωση με συνολικό ύψος 640m , σημαίνει ότι οι απώλειες δεν πρέπει να υπερβαίνουν τα 32m.

Διάμετρος αγωγού (m)	Απώλειες ροής καθόδου (m)	Απώλειες ροής ανόδου (m)
0,5	361,3306771	258,7744221
0,6	145,2106952	103,9956364
0,7	67,18381425	48,1150752
0,8	34,45917865	24,67865201
0,9	19,12239608	13,69489863
1	11,29158366	8,086700689
1,1	7,011185066	5,021204891
1,2	4,537834226	3,249863639
1,3	3,041151775	2,177983611
1,4	2,099494195	1,5035961
1,5	1,486957519	1,064915317
1,6	1,076849333	0,771207875
1,7	0,795262034	0,569543319
1,8	0,597574877	0,427965582
1,9	0,45602311	0,326590362
2	0,352861989	0,252709397

Πίνακας 7: Συσχετισμός διαμέτρου αγωγού και απωλειών ροής

Με βάση αυτούς τους υπολογισμούς επιλέγουμε την διάμετρο και μας είναι γνωστές οι απώλειες ανόδου και καθόδου.

➤ **$D = 0,9m$**

➤ **$H_{f_T} = 19,12m$**

➤ **$H_{f_P} = 13,69m$**

Αντίστοιχα τα μανομετρικά ύψη μας αλλάζουν σε

♣ **$H_T = 640 - 19,12 = 620,88m$**

Και για τις αντλίες σε

♣ **$H_P = 640 + 13,69 = 653,69m$**

ΠΙΝΑΚΑΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Αριθμός Ανεμογεννητριών		10
Όνομασία Ανεμογεννήτριας		E-53
Ισχύς Ανεμογεννήτριας	P	810 KW
Μήκος αγωγού	L	2780 m
Όγκος δεξαμενής	V	1.500.000 m ³
Υψομετρική διαφορά (άνω – κάτω δεξαμενές, σαν κάτω δεξαμενή χρησιμοποιούμε την θάλασσα)	H	640 m
Τύπος υδροστροβίλου		PELTON
Μέγιστη παροχή υδροστροβίλων	Q _T	1,067 m ³
Βαθμός απόδοσης υδροστροβίλων	n _T	0,9
Βαθμός απόδοσης αντλιών	n _P	0,7
Διάμετρος αγωγού	D	0,9m
Συντελεστής χωρητικότητας	C _f	0,35

Πίνακας 8 : Στοιχεία διαστασιολόγησης

Αρχικά για να ξεκινήσουμε τους υπολογισμούς , για να βρούμε τον απαιτούμενο αριθμό για το αιολικό πάρκο , βρίσκουμε το συντελεστή χωρητικότητας (C_f) και έπειτα τον διαιρούμε με την μέση ζήτηση του νησιού. Από εκεί προκύπτει σε πρώτη φάση η εγκατεστημένη ενέργεια από ανεμογεννήτριες. Διαιρώντας με την ισχύ της κάθε μονάδας προκύπτει ο αριθμός των ανεμογεννητριών. Έπειτα όταν ολοκληρωθούν όλοι οι υπολογισμοί μπορούμε να δοκιμάσουμε κάτω από ποιες συνθήκες βελτιστοποιείται η απόδοση του υβριδικού συστήματος και να φτάσουμε στο τελικό υπολογισμό.

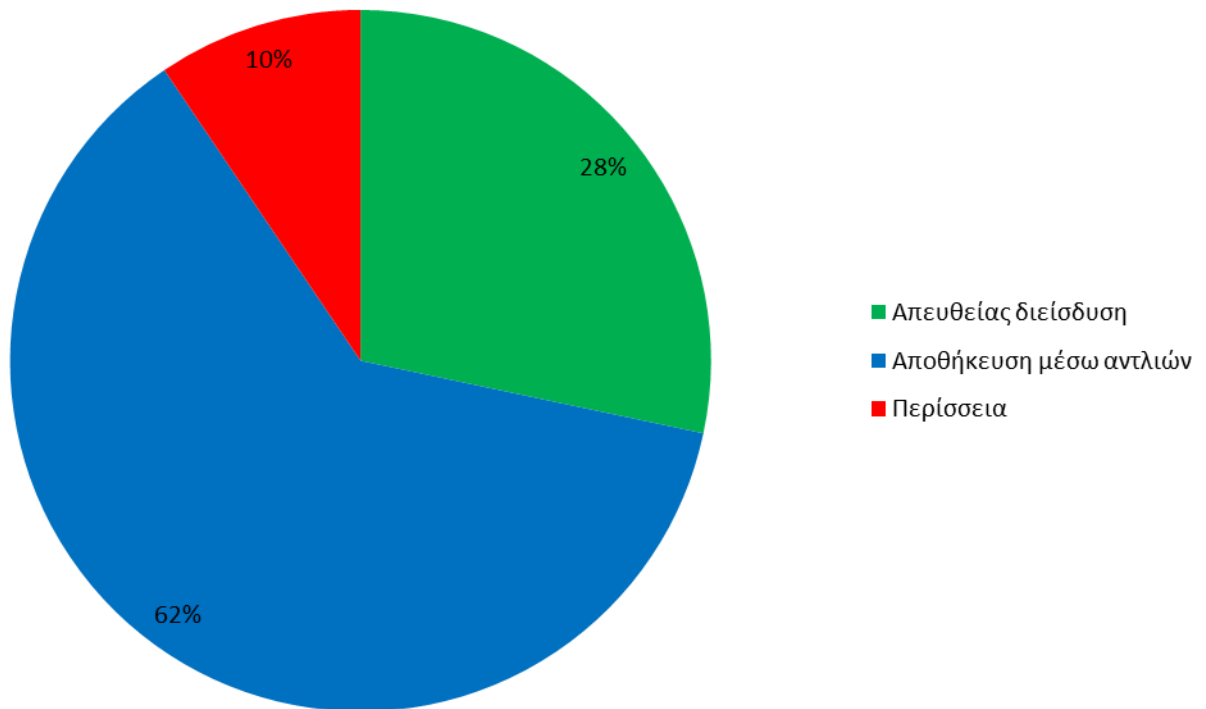
Ο υπολογισμός του μεγέθους της άνω δεξαμενής , προέρχεται από τις μέρες αυτονομίας που θέλουμε να έχουμε σε πλήρη φόρτο καθώς και την υψομετρική διαφορά των δεξαμενών μας. Αυτό σημαίνει ότι αν θέλει κάποιος να έχεις χ μέρες αυτονομία, (δηλαδή στην περίπτωση που επικρατεί άπνοια , ο ΥΗΣ να παράγει όλη την αναγκαία ενέργεια , μετράμε με βάση την μέγιστη ζήτηση) πολλαπλασιάζουμε τη μέγιστη παροχή στους υδροστροβίλους με το χρονικό διάστημα που αντιστοιχεί στην επιθυμητή αυτονομία σε δευτερόλεπτα. Αυτή η πράξη μας δίνει το νούμερο στον πίνακα. Επόμενο διάγραμμα είναι αυτό που δείχνει την μεταβολή όγκου της δεξαμενής στη διάρκεια του έτους με βάση τις καταναλώσεις. Σημαντικό να τονιστεί ότι κατά την παράδοση της δεξαμενής η δεξαμενή δεν είναι πλήρως γεμάτη , αλλά σε έναν ικανοποιητικό βαθμό.



Διάγραμμα 12: Διακύμανση του όγκου της άνω δεξαμενής

Παρατηρούμε ότι κατά τους καλοκαιρινούς μήνες η δεξαμενή «αδειάζει». Αυτό γίνεται εύκολα κατανοητό αν σκεφτεί κανείς την αυξημένη ζήτηση ενέργειας καθώς και τις άνοιξεις που επικρατούν κατά τους μήνες αυτούς. Σε κάθε περίπτωση η δεξαμενή δεν επιτρέπεται να αδειάσει εντελώς για αυτό τον λόγο υπάρχει ένα κατώτατο όριο χρήσης. Πέρα από αυτό σταματάει να χρησιμοποιείται στους υδροστροβίλους. Αυτό γίνεται με τη βοήθεια πυργίσκου ο οποίος είναι εγκατεστημένος στο κέντρο της δεξαμενής και σε ύψος 0,25m αφήνοντας στη δεξαμενή νερό συνολικού όγκου 20.000m³ η οποία αποτελεί και την χαμηλότερη στάθμη.

Κατανομή Αιολική Ενέργειας



Διάγραμμα 13 : Κατανομή της αιολικής ενέργειας με βάση το ποσοστό χρήσης
Βλέπουμε στο παραπάνω διάγραμμα με πιο τρόπο χρησιμοποιούμε της αιολική ενέργεια.

- ❖ Απευθείας διείσδυση σε ποσοστό 28 %

Απευθείας διείσδυση , σημαίνει η παραγόμενη από το αιολικό πάρκο ενέργεια η οποία δίδεται στο δίκτυο προς χρήση . Έχω ορίσει ως μέγιστο ποσοστό απευθείας διείσδυσης στο 60 % της ζήτησης ισχύος. Αυτό συμβαίνει για να μην μειώσουμε της ασφάλεια του συστήματος ή τη δημιουργία ανεπίτρεπτων διαταραχών .

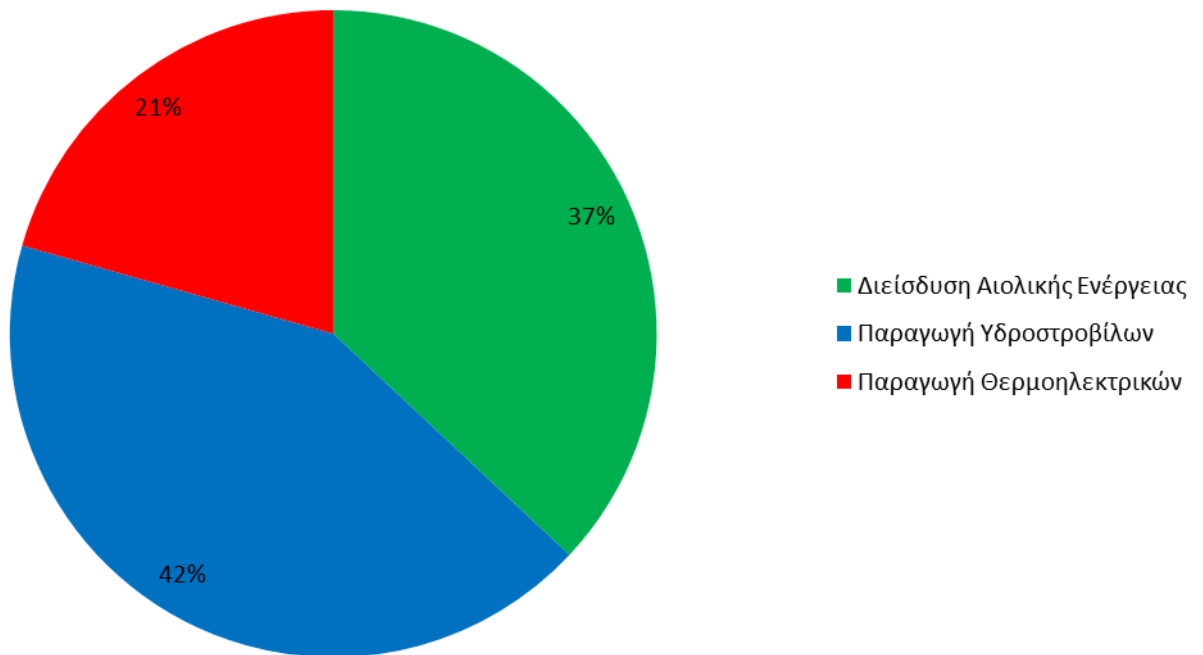
- ❖ Αποθήκευση μέσω αντλιών σε ποσοστό 62 %

Το σύνολο της παραγόμενης αιολικής ενέργειας «αποθηκεύεται» για χρησιμοποίηση σε κάποια άλλη στιγμή . Γίνεται κατανοητό , το πόσο σημαντικό είναι το σύστημα αντλησιοταμίευσης και η λειτουργικότητα του σε συνδυασμό με τον αντλησιοταμιευτήρα καθώς εκτοξεύει τη χρήση της αιολικής ενέργειας από το 28 % στο 90%

- ❖ Περίσσεια σε ποσοστό 10%

Αυτό είναι το ποσοστό της αιολικής ενέργειας που απλά «χάθηκε».

Ανάλυση των αναγκών ενέργειας



Διάγραμμα 14 : Ποσοστό κάλυψης της κάθε επιμέρους πηγής παραγωγής ενέργειας , του 100 % του ποσοστού ζήτησης ισχύος

Σε αυτό το διάγραμμα βλέπουμε τον τρόπο με τον οποίο καλύπτουμε τις ανάγκες σε ενέργεια . Αυτοί είναι :

- ❖ Παραγωγή Υδροστροβίλων στο 42% της συνολικής ζήτησης

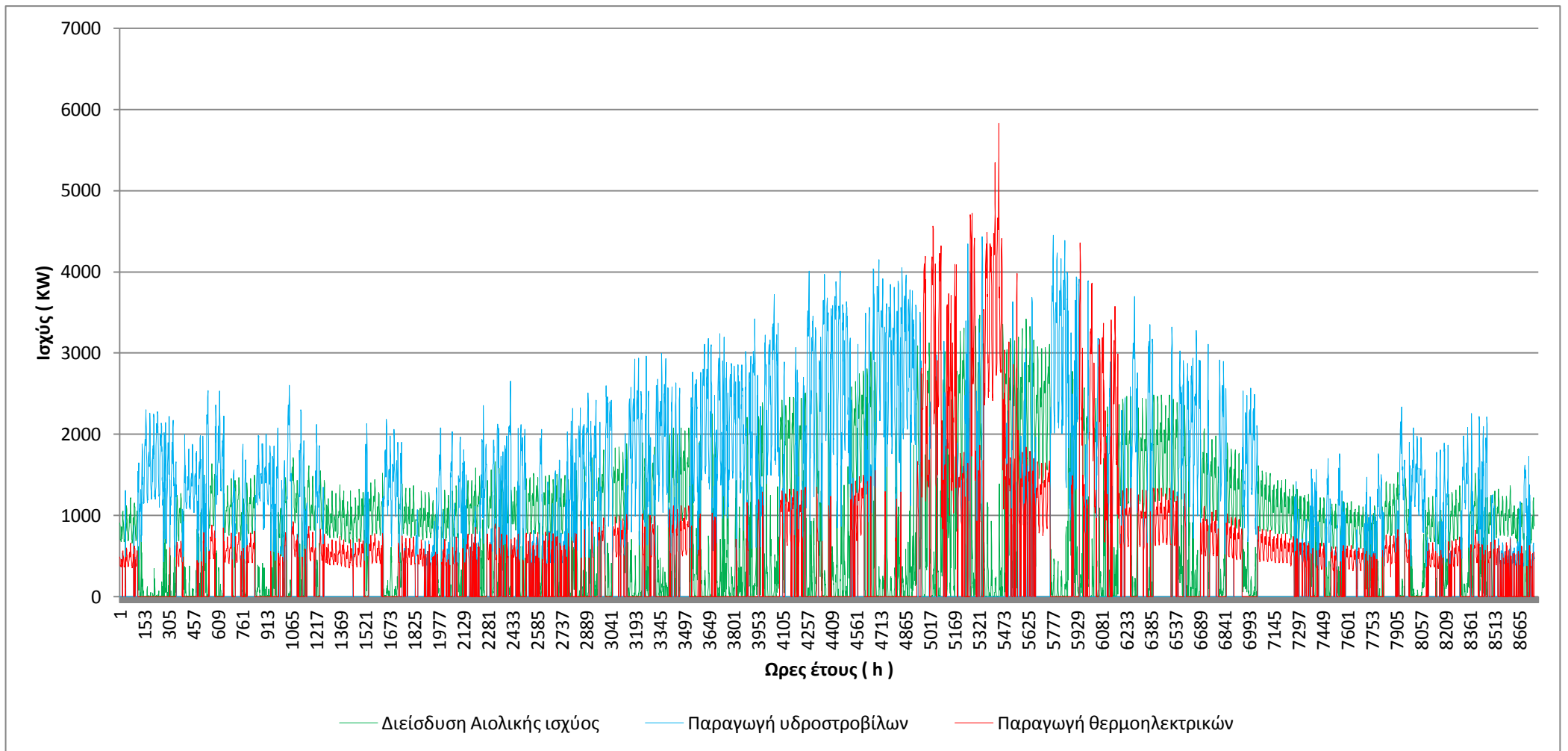
Εδώ θα πρέπει να τονιστεί ότι και αυτή η ενέργεια προέρχεται με έμμεσο τρόπο από την αιολική , καθώς είναι κυρίως η απορριπτόμενη προς τις αντλίες αιολική ενέργεια που έδειξα στο προηγούμενο διάγραμμα.

- ❖ Παραγωγή αιολικού πάρκου σε ποσοστό 37%

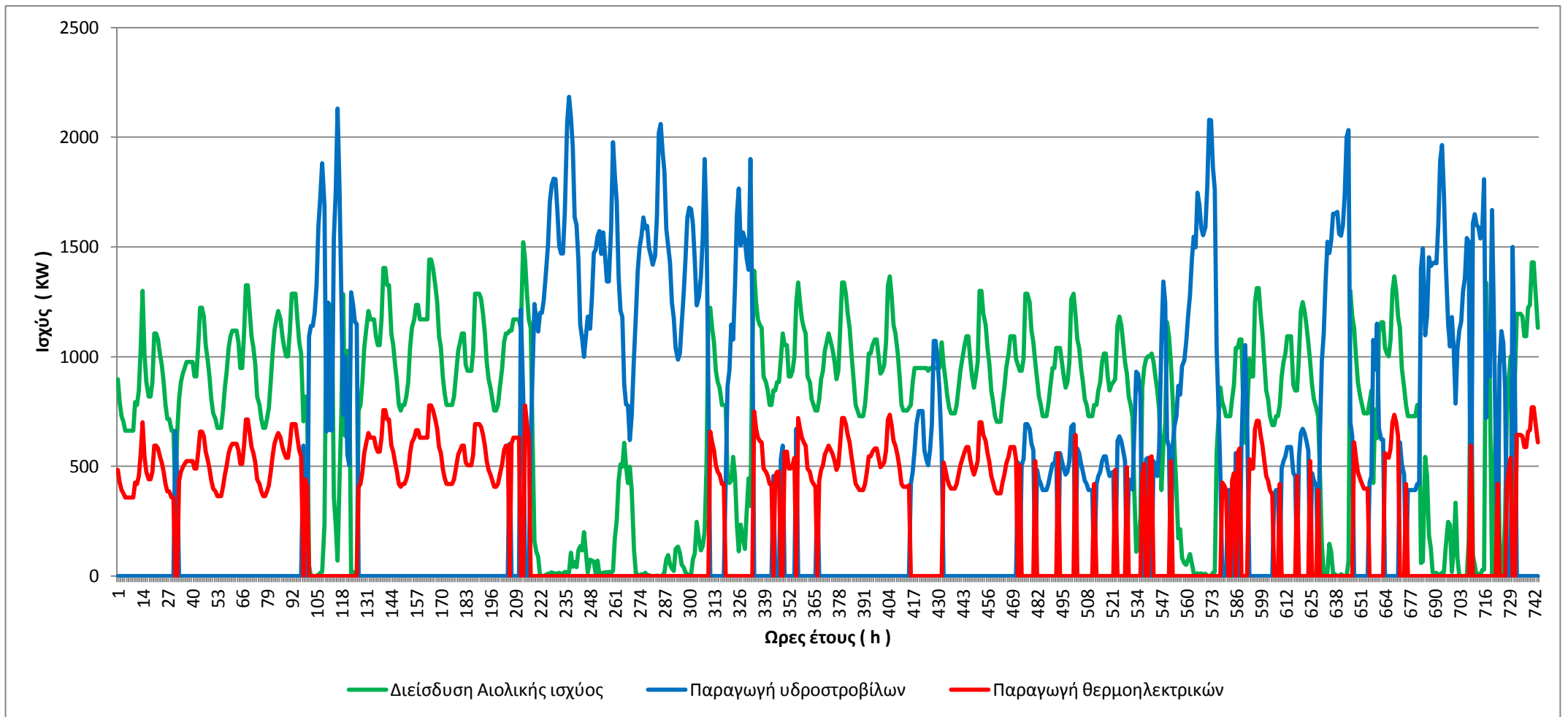
Το ποσοστό αυτό προκύπτει , λαμβάνοντας υπόψη ότι έχω θέσει σαν μέγιστο ποσοστό διείσδυσης το 60% της σε κάθε ώρα του χρονικού έτους

- ❖ Παραγωγή Θερμοηλεκτρικών σε ποσοστό 21%

Τα θερμοηλεκτρικά αποτελούν τις μονάδες εφεδρείας. Αν το σύστημα που εξετάζα ήταν μη διασυνδεδεμένο οι υπολογισμοί ξεκινούν από τα τεχνικά ελάχιστα αυτών των μηχανών. Εδώ όμως που το σύστημα είναι διασυνδεδεμένο ο σκοπός ήταν να ελαχιστοποιήσω το ποσοστό συμμετοχή τους με βάση πάντα το κόστος λειτουργίας.



Διάγραμμα 15 : Σύνθεση παραγωγής για όλο το έτος



Διάγραμμα 16: Σύνθεση παραγωγής για το μήνα Ιανουάριο

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΘΕΡΜΑΝΣΗ

Η Θέρμανση αποτελεί κοινωνικό αγαθό και ως έτσι θα πρέπει να αντιμετωπίζεται. Αυτή η φράση μάλλον όμως αποτελεί ουτοπική πραγματικότητα καθώς τα πράγματα δεν είναι έτσι. Φυσικά και η θέρμανση αποτελεί την «ζέστη» στο χώρο που ζούμε και εργαζόμαστε. Χωρίς αυτή, σε βάθος χρόνου θα ήταν δύσκολη ακόμη και η επιβίωσή μας.

Αυτό έχει γίνει ξεκάθαρα αντιληπτό, με αποτέλεσμα οι εξελίξεις στα συστήματα θέρμανσης να είναι ραγδαίες εδώ και κάποιες δεκαετίες. Ραγδαίες βέβαια ήταν και οι εξελίξεις στην τιμή της χρησιμοποιούμενης πρώτης ύλης, το πετρέλαιο, με αποτέλεσμα την στροφή στη χρήση άλλων πρώτων υλών και τεχνολογιών. Ας πάρω τα πράγματα όμως από την αρχή.

4.1.1 Σύντομη ιστορική αναδρομή

Η προσπάθεια να προστατευθεί κάθε ζωντανός οργανισμός από ακραίες θερμοκρασιακές μεταβολές είναι αναπόσπαστα συνδεδεμένη με τη φυσική-βιολογική προσπάθεια για επιβίωση. Γι' αυτό και ο άνθρωπος από τα πανάρχαια χρόνια προσπάθησε να εξασφαλίσει μια ευχάριστη, ή έστω ανεκτή κατάσταση περιβάλλοντος, στους χώρους παραμονής και απασχόλησής του. Χρησιμοποίησε αρχικά την φωτιά η οποία προερχόταν από την καύση των ξύλων, που είναι και το αρχαιότερο καύσιμο. Προσπάθειες για εξέλιξη στα είδη θέρμανσης έγιναν από την αρχαιότητα με την δημιουργία της πρώτης «κεντρικής θέρμανσης», η λεγόμενη και «υπόκαυστη θέρμανση» όπου υπήρχε κενός χώρος κάτω από το δάπεδο στις πολυτελείς κατοικίες ώστε να περνά ο θερμός καπνός που παράγονταν σε μία κεντρική εστία. Στη συνέχεια τα καυσαέρια διαπερνούσαν τις διάτρητες τοιχοποιίες και έτσι οδηγούνταν στην ατμόσφαιρα, χωρίς να υπάρχουν καμινάδες.

Η τέχνη και η επιστήμη της υπόκαυστης θέρμανσης χάθηκε μετά την πτώση της Ρωμαϊκής αυτοκρατορίας (467 μ.Χ.), ενώ η επιστήμη της θέρμανσης δεν αναπτύχθηκε ιδιαίτερα και την περίοδο του Μεσαίωνα. Αντίθετα, κατά το Μεσαίωνα παρατηρήθηκε επιστροφή σε λιγότερο πολιτισμένες μορφές ζωής.

Ως εξέλιξη των ανοιχτών εστιών καύσης (τζάκι), τον 14ο αιώνα εμφανίστηκε η πλήρην θερμάστρα, η οποία είχε καπνοδόχο για την απαγωγή των καυσαερίων, και γνώρισε μεγάλη διάδοση. Από την Ευρώπη, μέσω του Ατλαντικού, οι θερμάστρες βρέθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες, όπου αναφέρεται η βιομηχανική κατασκευή της πρώτης χυτοσιδερένιας θερμάστρας το 1642. Πολύ αργότερα, κατά τον 20ο αιώνα, οι θερμάστρες κατασκευάζονται από ατσάλι και αποτελούν ακόμη και σήμερα ένα τρόπο οικιακής θέρμανσης σε πολλές χώρες. Ως καύσιμη ύλη αρχικά χρησιμοποιήθηκε το ξύλο, αργότερα όμως χρησιμοποιήθηκαν επίσης ο ανθρακίτης, το πετρέλαιο και το υγραέριο.

Στην νεότερη ιστορία της θέρμανσης σημαντική είναι η συνεισφορά του ατμού και του θερμού νερού. Υπάρχουν στοιχεία που επιβεβαιώνουν τη χρήση ατμού για τη θέρμανση κατοικιών στη Σουηδία από το 1700 μ.Χ.. Την ίδια εποχή μεγάλη ανάπτυξη γνώρισε ο ατμός και στην Αγγλία. Τα θερμαντικά σώματα που χρησιμοποιούνταν ήταν απλοί σωλήνες, πτερυγιοφόροι σωλήνες ή «σερπαντίνες». Κατά τις αρχές και μέχρι τα μέσα του 18ου αιώνα κατασκευάζονται και οι πρώτες θερμάνσεις με θερμό νερό στην Αγγλία και την Γαλλία, όπου η κυκλοφορία του νερού γινόταν με τη βαρύτητα. Στα μέσα του 19ου αιώνα ιδρύονται στην Γερμανία οι πρώτες βιομηχανίες κεντρικής θέρμανσης. Κατά το 1870 κατασκευάζονται χυτοσιδερένιοι λέβητες, στην αρχή στις ΗΠΑ, όπου και πρωτοεμφανίζονται το 1880 και τα πρώτα σπονδυλωτά θερμαντικά σώματα από χυτοσίδηρο. Το 1900 κατασκευάζεται η πρώτη τηλεθέρμανση στη Δρέσδη, με 11 κτίρια και μέγιστη απόσταση 1040m. Το επόμενο βήμα σε αυτή την προσπάθεια, ήταν η κατασκευή κάτω από τους δρόμους του Παρισιού ενός δικτύου που διανέμει ατμό για κεντρική θέρμανση σε 2200 καταναλωτές (1928). Η πρώτη μικρού μεγέθους εγκατάσταση τηλεθέρμανσης στην Ελλάδα ξεκίνησε αρκετά αργότερα στην Πτολεμαΐδα, το 1960, θερμαίνοντας τον οικισμό της ΔΕΗ στο Προάστιο Εορδαίας από τον ΑΗΣ Πτολεμαΐδας.

Πλέον το οικονομικό κόστος χρησιμοποίησης σαν πρώτης ύλης παράγωγα του πετρελαίου, είναι δυσβάσταχτο για αυτό το λόγω έχουν εμφανιστεί εξελιγμένοι τρόποι θέρμανσης με σκοπό την απαλλαγή από το πετρέλαιο. Σε αυτούς θα στραφούμε και εμείς. Πρώτη ύλη είναι, διάφορες μορφές βιομάζας.

4.2 Είδη Θέρμανσης

Η επιλογή της θέρμανσης στην ελληνική επικράτεια απασχολεί όλο και περισσότερους πολίτες. Κύριοι άξονες επιλογής η χαμηλή κατανάλωση και το κόστος αγοράς του εκάστοτε συστήματος θέρμανσης. Θα ήθελα να κάνω μια σύντομη αναφορά στα διαφορετικά είδη θέρμανσης που υπάρχουν αυτή την στιγμή.

➤ Κεντρική – ατομική θέρμανση πετρελαίου



Με την τρέχουσα οικονομική κρίση και την παγκοσμιοποίηση η θέρμανση πετρελαίου έχει κλείσει τον κύκλο της πια. Βασισόμενη σε αναλώσιμους εισαγόμενους ορυκτούς πόρους, υπόκειται σε συνεχείς αυξήσεις της τιμής, εξαιτίας της αύξησης της φορολογίας, της διεθνούς ζήτησης και του περιβαλλοντικού της αποτυπώματος. Εκτός αυτού, έχει μεγάλο κόστος αγοράς και εγκατάστασης.

➤ **Κεντρική – ατομική θέρμανση αερίου**



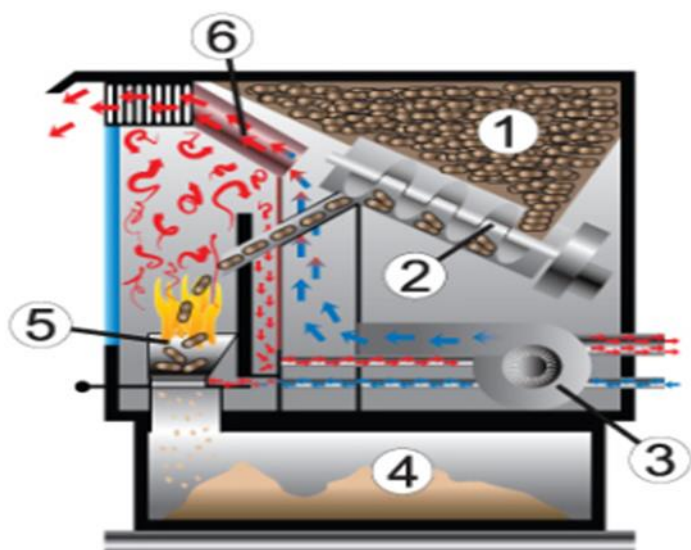
Στους ίδιους κανόνες με το πετρέλαιο υπόκειται δυστυχώς και τα συστήματα που βασίζονται στη καύση του αερίου. Το αέριο μπορεί να είναι αρχικά φθηνότερο από το πετρέλαιο, αλλά υπακούοντας και αυτό στους νόμους της προσφοράς και της ζήτησης ακολουθεί την άνοδο των διεθνών τιμών.

➤ **Κλιματιστικά**



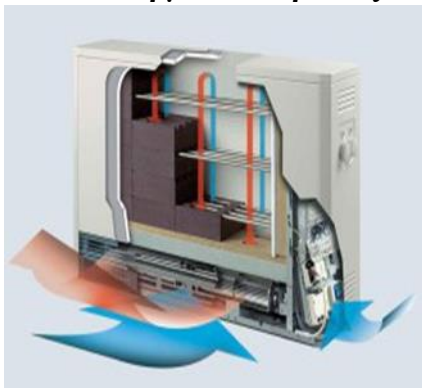
Τα κλιματιστικά αποτελούν την «εύκολη» λύση για τους έλληνες χρήστες. Έχουν σχετικά προσιτές τιμές πρόσκτησης και δυνατότητες χαμηλής κατανάλωσης (μόνο στην περίπτωση των inverter), ωστόσο η απευθείας θέρμανση του αέρα έχει σημαντικά μειονεκτήματα για το χρήστη: γρήγορη απώλεια της θερμότητας, ξηρός αέρας και αιωρούμενα σωματίδια, αναπνευστικά προβλήματα, εξάλειψη της απαραίτητης υγρασίας από το χώρο.

➤ **Σύστημα θέρμανσης με πέλετ**



Η θέρμανση με πέλετ, μπορεί να επιτευχθεί είτε μέσω σομπών και τζακιών, είτε μέσω ειδικού καυστήρα και παράλληλης χρήσης σωληνώσεων και καλοριφέρ. Τα κόστη κατανάλωσης μπορεί να φτάνουν και το μισό από το πετρέλαιο.

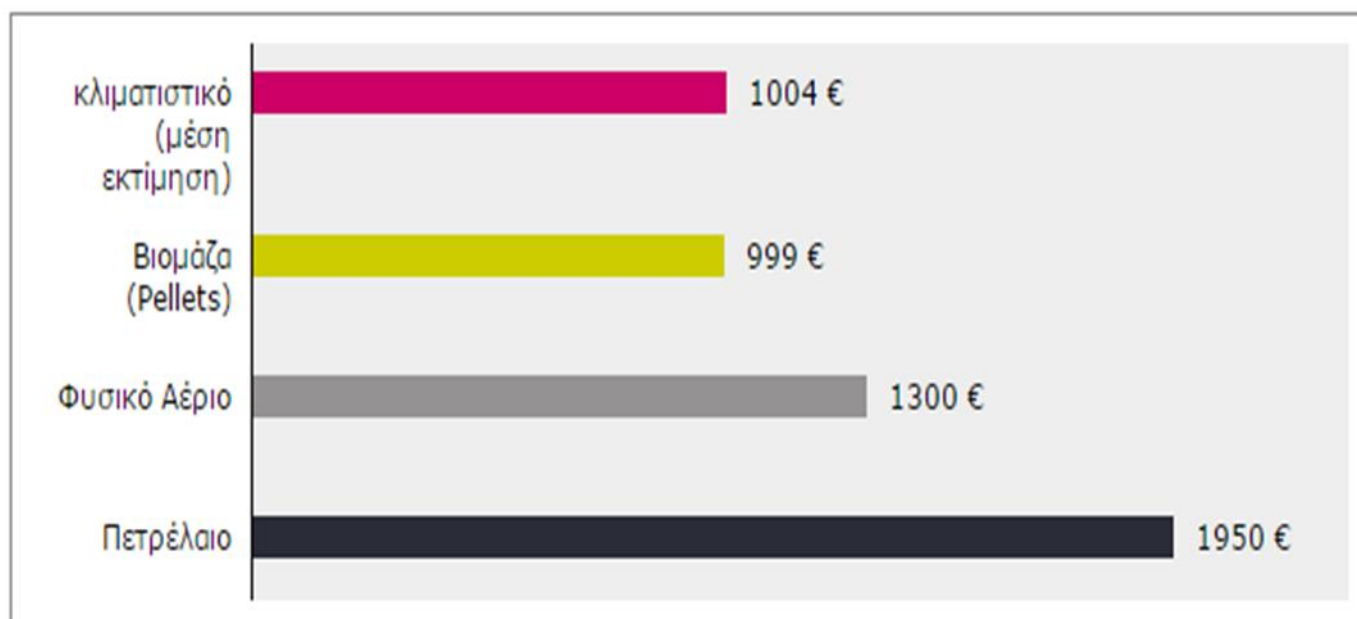
➤ Θερμοσυσσωρευτές



Οι θερμοσυσσωρευτές αποτελούν ένα παλαιό σύστημα θέρμανσης που όμως η αύξηση της τιμής του πετρελαίου και του αερίου τους επανέφερε πάλι στο προσκήνιο. Έχουν ακριβή τιμή πρόσκτησης (από 1.000€) και υψηλή κατανάλωση αναλογικά. Έχουν το πλεονέκτημα ότι βασίζονται στο ρεύμα αν και η μεγάλη κατανάλωση δημιουργεί δεύτερες σκέψεις για την αξία χρήσης τους.

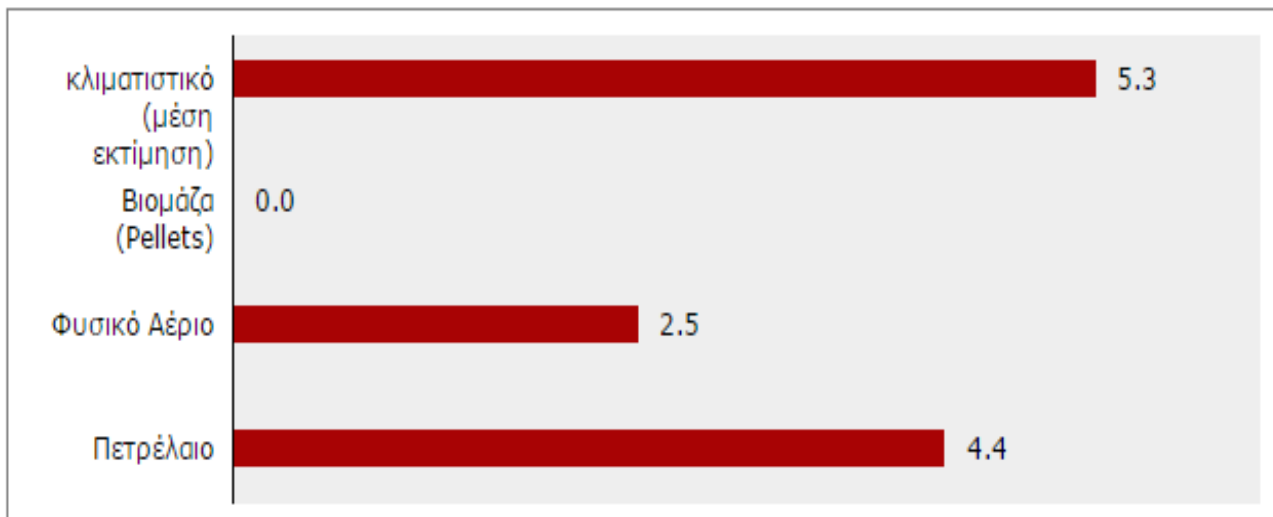
Σαν συμπέρασμα μένει ότι η θέρμανση με πρώτη ύλη πετρέλαιο ή φυσικό αέριο ανήκει στο παρελθόν. Από εκεί και πέρα αξία στη θέρμανση δίνει η αξιοποίηση των διαφόρων μορφών βιομάζας καθώς προσφέρουν οικονομική (ίσως την οικονομικότερη) πρώτη ύλη και ποιότητα θέρμανσης κάτι που δεν προσφέρουν τα κλιματιστικά. Προς την βιομάζα θα στραφώ και εγώ για αυτή την μελέτη.

Θα παραθέσω 2 διαγράμματα για να δείξω την οικονομική διαφορά στις τιμές καυσίμου.



Διάγραμμα 17 : Σύγκριση κόστους θέρμανσης , αναλογικά για 1500λίτρα πετρελαίου.

Όσον αφορά τις οικολογικές επιπτώσεις από τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) παρουσιάζω το επόμενο διάγραμμα .



Διάγραμμα 18: Σύγκριση με βάση τις εκπομπές CO₂ ανά τεχνολογία (τόνοι)

4.3 Βιομάζα

Στον χάρτη (εικόνα 8 σελίδα 17) φαίνεται η παραγωγή ξηρής βιομάζας ανά νομό για όλη την Ελλάδα. Λέγοντας βιομάζα όμως τι εννοούμε ;

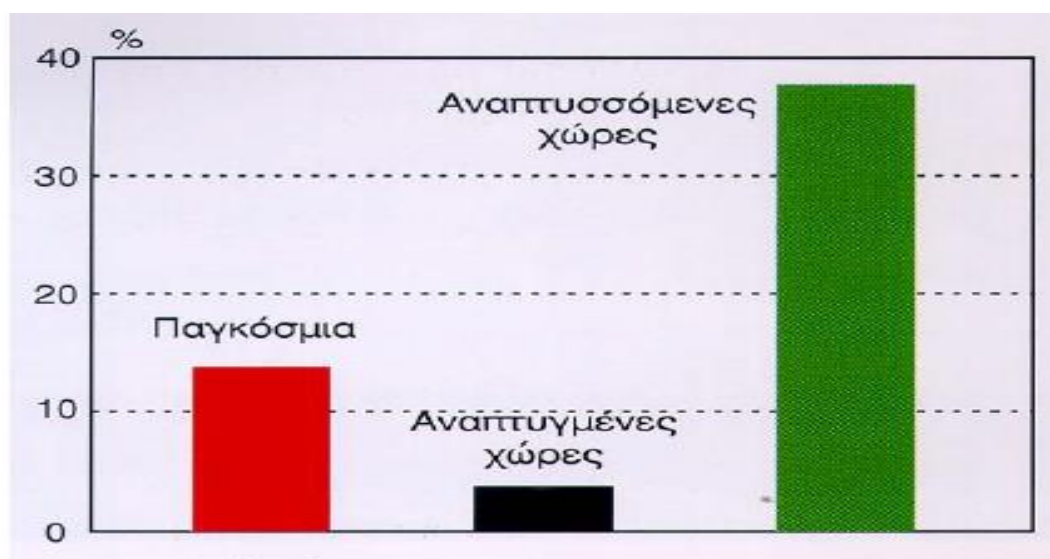
Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Πιο συγκεκριμένα, σε αυτήν περιλαμβάνονται:

- Οι φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως π.χ. τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από τις ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως π.χ. το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος κ.ά
- τα υποπροϊόντα και κατάλοιπα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής, όπως π.χ. τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, οι κληματίδες κ.ά.
- τα υποπροϊόντα που προέρχονται από τη μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως π.χ. τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι κ.ά

Σαν συμπέρασμα η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών.

4.3.1 Παγκόσμιο και Ελληνικό δυναμικό

Η βιομάζα που παράγεται κάθε χρόνο στον πλανήτη μας υπολογίζεται ότι ανέρχεται σε 172 δισεκατομμύρια τόνους ξηρού υλικού, με ενεργειακό περιεχόμενο δεκαπλάσιο της ενέργειας που καταναλώνεται παγκοσμίως στο ίδιο διάστημα. Το τεράστιο αυτό ενεργειακό δυναμικό παραμένει κατά το μεγαλύτερο μέρος του ανεκμετάλλευτο, καθώς, σύμφωνα με πρόσφατες εκτιμήσεις, μόνο το 1/7 της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας καλύπτεται από τη βιομάζα και αφορά κυρίως τις παραδοσιακές χρήσεις της (καυσόξυλα κλπ.).



Διάγραμμα 19 : Η συμμετοχή της βιομάζας (%) στην παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας

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

Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας.

Η βιομάζα στη χώρα μας χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή, κατά τον παραδοσιακό τρόπο, θερμότητας στον οικιακό τομέα (μαγειρική, θέρμανση), για τη θέρμανση θερμοκηπίων.

4.3.2 Χρήσεις Βιομάζας

Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας

Διακρίνονται τρεις μεγάλες κατηγορίες.

➤ Παραγωγή θερμότητας και ψύξης

Η παλαιότερη χρήση της βιομάζας είναι η καύση. Διακρίνεται από χαμηλό βαθμό απόδοσης, συνήθως κάτω του 40% και χρησιμοποιείται πέραν από οικιακές λειτουργίες και για τη θέρμανση θερμοκηπίων ή ακόμη και μικρών βιοτεχνιών.

➤ Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας

Η βιομάζα χρησιμοποιείται για παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας. Προτιμώνται τα συστήματα συμπαραγωγής γιατί επιτυγχάνουν υψηλούς συνολικούς βαθμούς απόδοσης της τάξης του 70-80%. Η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι σχετικά απλή, όπου η βιομάζα χρησιμοποιείται για την παραγωγή ατμού και αυτός για παραγωγή Ηλεκτρικής ενέργειας με ατμοστρόβιλο

➤ Παραγωγή καυσίμων οχημάτων

Υπάρχουν ήδη φυτών τα οποία είναι πλούσια σε σάκχαρα και καλλιεργούνται κυρίως για την παραγωγή ζάχαρης. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή αιθανόλης μετά από ζύμωση των σακχάρων του. Η παραγόμενη αιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν καύσιμο οχημάτων είτε σκέτη είτε μετά από ανάμιξη με τη βενζίνη.

4.3.3 Είδη Βιομάζας

Θα κάνω μια σύντομη παρουσίαση των βασικότερων εμπορικών στερεών καυσίμων βιομάζας. Σκοπός, να γίνει αντιληπτό τι είναι αυτό που στο τέλος θα χρησιμοποιήσουμε.

➤ Pellet –Συσσωμάτωμα Πριονιδιού



Το pellet κατασκευάζεται με συμπίεση πριονιδιού που παράγεται κατά την επεξεργασία ξύλου φυσικού, στεγνού και χωρίς βερνίκια. Η συμπαγής φύση του υλικού προσδίδεται από τη λιγνίνη που εμπεριέχεται στο ίδιο το ξύλο, χωρίς κόλλα ή άλλα συνδετικά. Το pellet είναι οικολογικό, πράγματι επαναχρησιμοποιούνται τα υπολείμματα ξύλου και μειώνονται οι ρύποι στο περιβάλλον, αλλά είναι και οικονομικό, πράγματι στα πολύ χαμηλά κόστη χρήσης συγκριτικά με τα υγρά ή αέρια ορυκτά καύσιμα προστίθεται ένα αδιαμφισβήτητο τεχνικό πλεονέκτημα σε σύγκριση και με την ξυλεία:

Ενώ ένα καλής ποιότητας σκληρό & ξηρό ξύλο μπορεί να φτάσει σε θερμιδική αξία τα 4,4 kWh/ kg (ή 3.780 kcal/ kg) με απόδοση καύσης 45 – 50%, το pellet εξασφαλίζει μια θερμιδική αξία 5,3 kWh/ kg (ή 4.560 kcal / kg) με απόδοση καύσης 90%, χωρίς ανάγκη ωρίμανσης & ξήρανσης. Στην πραγματικότητα 1 kg Pellet αποδίδει στην καύση όσο και 2,5 kg ξύλα.

➤ Nocciolino - το Θραύσμα του Ελαιοπυρήνα



Το Θραύσμα του Ελαιοπυρήνα είναι το αποτέλεσμα του διαχωρισμού, χρησιμοποιώντας μια μηχανή φυγοκέντρησης του ελαιοπολτού, των θραυσμάτων του ελαιοπυρήνα, ως παραπροϊόν της παραγωγής ελαιολάδου και πυρηνελαίου. Είναι το κατάλοιπο που παράγεται στο Ελαιοτριβείο κατά την παραγωγή του λαδιού.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε ειδικές σόμπες, λέβητες και τζάκια καύσης στερεών καυσίμων, είναι σε κοκκώδη μορφή και μπορεί να πωληθεί χύμα ή σε βολική συσκευασία σε σάκους των 15 ή 20 kg.

Η θερμογόνο δύναμή του είναι σχετικά χαμηλότερη από αυτή του pellet, κυμαίνεται περίπου στα 4,15 kWh/ kg (ή 3.570 kcal / kg), αλλά επειδή το κόστος αγοράς του είναι αμελητέο, η οικονομία είναι σημαντική, με περιθώρια εξοικονόμησης λειτουργικών δαπανών θέρμανσης της τάξης του 80%.

➤ Καλαμπόκι



Το καλαμπόκι ή αραβόσιτος είναι ένα από τα πιο ισχυρά καύσιμα που υπάρχουν στη φύση: μπορεί να μετακινηθεί και να αποθηκευθεί εύκολα και έχει θερμογόνο αξία κατ' ελάχιστο 5,60 kWh/ kg (ή 4.800 kcal /kg, με υγρασία $\geq 15\%$). Η τιμή του, στεγνό, μπορεί να φθάσει και τις 6.200 kcal/kg! Οι κόκκοι του Αραβοσίτου εξασφαλίζουν καθαρή και ουδέτερη καύση, καλύτερη από τα ορυκτά καύσιμα (όπως το πετρέλαιο, ντήζελ, μαζούτ και τον άνθρακα) . Ο αραβόσιτος είναι απολύτως οικολογικός & μια από τις καλύτερες Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας: Η τιμή του είναι από τις χαμηλότερες από πλευράς καυσίμων, με κόστος μόνον 0,15 – 0,24 € / kg. Προϊόν β' ποιότητας, από πλευράς βρώσιμης χρήσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καύση.

➤ Κελύφη– Τσόφλια ξηρών καρπών



Σήμερα μπαίνουν στην αγορά, όλο και πιο επίμονα, νέα φιλικά προς το περιβάλλον καύσιμα, με κόστος αγοράς σχεδόν μηδαμινό για να εξασφαλίσουν σημαντική εξοικονόμηση πόρων για όλους τους καταναλωτές. Το κελύφη – τσόφλια των καρυδιών, αμυγδάλων, φουντουκιών, φιστικιών Αιγίνης και κουκουναριών πεύκων, κατάλληλα σπασμένων ή τριμμένων, είναι ίσως τα καλύτερα υπάρχοντα φυσικά καύσιμα. Έχουν ουσιαστικά μηδενική υγρασία, έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε χλιοθερμίδες, και, ως υπόλειμμα της βιομηχανίας τροφίμων, έχουν πολύ χαμηλό κόστος.

➤ Μπριγκέτες



Οι μπριγκέτες είναι καύσιμη ύλη που παράγεται από διάφορα οργανικά υλικά όπως παλιές παλέτες, υπολείμματα βιομηχανίας ξύλου, χαρτί και χαρτόνι κα. Χρησιμοποιούνται ως στερεό καύσιμο σε σόμπες, τζάκια, λέβητες ξύλου και φούρνους και έχουν τριπλάσια θερμοκρασιακή απόδοση από τα ξύλα. Ουσιαστικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι πρόκειται για «μεγάλα» pellet.

ΚΑΥΣΙΜΟ	Μέση Τελική Τιμή	Αποδιδόμενη ενέργεια κατά την χρήση	Τιμή/μονάδα €/KWh	Μέσο μηνιαίο κόστος για 90m ²
Καυσόξυλα	0,20€/Kg	2,7 KWh	0.074€/KWh	192€
Μπρικέτες	0,28€/Kg	5 KWh	0.056€/Kwh	145€
Καλαμπόκι	0,22€/Kg	5,6 KWh	0.04€/KWh	105€
Πυρηνόξυλο	0,15€/Kg	4,1 KWh	0.037€/KWh	96€
Pellet	0,32€/Kg	5,5 KWh	0.065€/Kwh	169€
Τσόφλια	0,16€/Kg	5,2 KWh	0.03€/KWh	78€
Πετρέλαιο	1,50€/Lt	9.9 KWh	0.15€/KWh	389€
Φυσικό αέριο	0.76€/m ³	9,59 KWh	0.083€/KWh	215€
Ηλεκτρικό ρεύμα	0,091€/KWh	1 KWh	0.091€/KWh	236€

Πίνακας 9 : Κόστος Θέρμανσης Συγκεντρωτικός πίνακας

Παραδοχές :

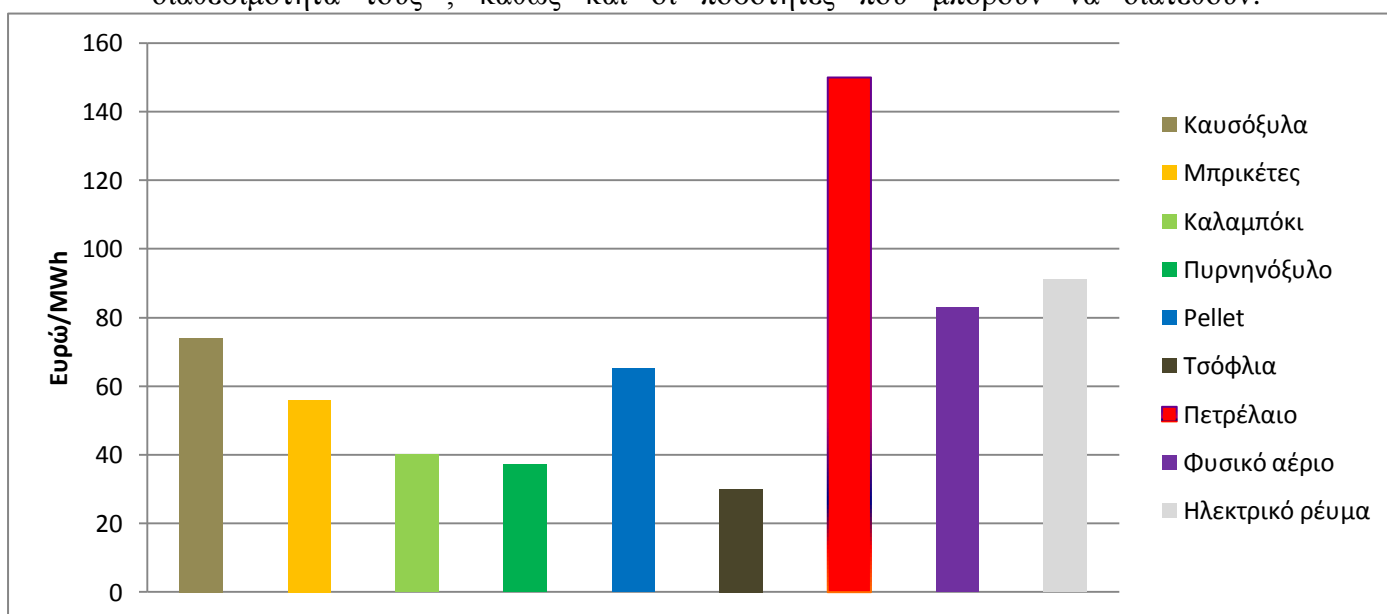
- ♦ Οι τιμές είναι μέσες από τα εμπορικά καταστήματα Ελλάδος
- ♦ Το μέσο μηνιαίο κόστος έχει υπολογιστεί βάσει της παραδοχής

Μέσο εμβαδόν κατοικίας στην Ελλάδα 90m² X Μέσο Ύψος κατοικίας 3m

Συνολικός όγκος κατοικίας 270m³

Κατανάλωση/m³ =0,04KWh X 270m³ X 8 ώρες X 30ημέρες X Τιμή/μονάδα.

Σημαντικό να τονιστεί είναι πως υπάρχουν μειονεκτήματα στη χρήση συγκεκριμένων προϊόντων βιομάζας τα οποία δεν αποτυπώνονται στον οικονομικό υπολογισμό και αυξάνουν το συνολικό κόστος χρήσης. Το σημαντικότερο εξ αυτών είναι η διαθεσιμότητά τους , καθώς και οι ποσότητες που μπορούν να διατεθούν.



Διάγραμμα 20 : Αποτύπωση του παραπάνω πίνακα σε μορφή διαγράμματος.

4.3.4 Καλλιέργειες βιομάζας

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς. Η βιομάζα που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καύση ή συμπαραγωγή ηλεκτρισμού με γαιάνθρακες, για ηλεκτροπαραγωγή και θέρμανση, σαν πρώτη ύλη για θερμοχημικές διεργασίες όπως πυρόλυση και αεριοποίηση για παραγωγή μεθανόλης, βιοαερίου και πυρολυτικών ελαίων και για βιοχημικές διεργασίες (πχ ζύμωση) για παραγωγή αιθανόλης ή μεθανίου.

Το κύριο πλεονέκτημά τους, είναι ότι η σταθερή παραγωγή τους μπορεί να εξασφαλίσει μεγάλης κλίμακας μακροπρόθεσμη προμήθεια πρώτης ύλης, με ομοιόμορφα ποιοτικά χαρακτηριστικά σε μονάδες παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων και ενέργειας.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι είδη με υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα, ανά μονάδα γης και διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, τις γεωργικές και τις δασικές. Οι γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται περαιτέρω σε ετήσιες και πολυετείς.

Γενικότερα, τα κριτήρια για την τελική επιλογή της κατάλληλης ενεργειακής καλλιέργειας σε μια περιοχή είναι:

- α) προσαρμογή στις εδαφοκλιματικές συνθήκες,
- β) ευκολία εισαγωγής στο υπάρχον σύστημα εναλλαγής καλλιεργειών,
- γ) σταθερές αποδόσεις (ποσοτικά και ποιοτικά) που να προσφέρουν ανταγωνιστικό εισόδημα έναντι των παραδοσιακών καλλιεργειών,
- δ) θετικό ενεργειακό ισοζύγιο εισροών-εκροών (καθαρό ενεργειακό κέρδος),
- ε) καλλιεργητικές τεχνικές σύμφωνες με την αειφόρο γεωργία, στ) ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες,
- ζ) χρήση των υπάρχοντων μηχανημάτων (κυρίως για τη συγκομιδή) ή με μικρές μετατροπές αυτών και
- η) διαθεσιμότητα κατάλληλου γενετικού υλικού (σπόροι, ριζώματα).

Η έρευνα σχετικά με τις ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα ξεκίνησε πρόσφατα, στις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας. Οι σημαντικότερες ενεργειακές καλλιέργειες που έχουν μελετηθεί και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς στην Ελλάδα για παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων είναι οι εξής:

A. Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες

-
- ◆ Είδη ευκαλύπτων κυρίως *Eucalyptus globulus* και *Eucalyptus camaldulensis*
 - ◆ Ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.)

B. Πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες

- ◆ Αγριαγκινάρα (*Cynara Brauncardunculus* L.)
- ◆ Καλάμι (*Arundo donax* L.)
- ◆ Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU)
- ◆ Switchgrass, είδος κεχριού (*Panicum virgatum* L.)

Γ. Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες

- ◆ Αραβόσιτος (*Zea mays* L.)
- ◆ Γλυκό και ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L.)
- ◆ Ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L, *Brassica carinata* L. Braun)
- ◆ Ζαχαρότευτλα (*Beta vulgaris* L.)
- ◆ Ηλίανθος (*Helianthus annuus* L.)
- ◆ Κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.)
- ◆ Κριθάρι (*Hordeum sativum/Vulgare* L.)
- ◆ Σιτάρι (*Triticum aestivum* L.)

Μια από τις πολλές ποικιλίες και προελεύσεις ευκαλύπτου που δοκιμάστηκαν στη χώρα μας κατά τη δεκαετία 1970, ήταν και αυτή του *E.Camaldulensis*, όπου πειραματικά, αποδείχθηκε ότι ο εν λόγω ευκαλύπτος παρουσιάζει άριστη προσαρμοστικότητα και μάλιστα σε ποικιλίες εδαφών, υγρασίας εδάφους, αλλά και κλίματος (θερμοκρασιών). Επίσης, παρουσιάζει πολύ καλή ανθεκτικότητα σε ανεμορριπιές και ανεμοθλασίες.

Σε χαλαρά ή και συνεκτικά εδάφη, ακόμα και σε κορεσμένα (για λίγο χρόνο) από νερό εδάφη, μετρήθηκαν αυξητικά μεγέθη (ύψος-διάμετρος κορμού) πολύ ικανοποιητικά έως άριστα. Αναφέρουμε χαρακτηριστικά, οι μέσες τιμές προσαύξησης ύψους και διαμέτρου που μετρήθηκαν για τον *E.Camaldulensis* κατά τη πρώτη πενταετία από την εγκατάσταση της φυτείας: Μέσο ετήσιο ύψος 2,50-3,50 μέτρα, μέση ετήσια διάμετρος (στα 0,30 μέτρα από τη βάση του κορμού) 2,50-3,50 εκατοστά. Αυτό σημαίνει ότι με το κατάλληλο φυτευτικό σύνδεσμο, καλής προέλευσης και σωστής παραγωγής φυτευτικό υλικό, υπό κανονικές συνθήκες εδάφους και κλίματος, μπορούμε να έχουμε μία μέση παραγωγή χλωρής βιομάζας 35-45 και πλέον τόνων ανά έτος και ανά στρέμμα. Μετά το πρώτο και δεύτερο περίτροπο χρόνο (χρόνος οικονομικής ωρίμανσης) για το συγκεκριμένο σκοπό, δηλαδή παραγωγή βιομάζας, θα έχουμε για τη φυτεία μας μια μέση ετήσια αύξηση της τάξης του 15-25%.

Το γεγονός ότι ο *E.Camaldulensis* παρουσιάζει καταπληκτική ικανότητα πρεμνοβλάστησης και για πολλές μάλιστα δεκαετίες, ίσως πλέον των 30-50 διαδοχικών πρεμνικών υλοτομιών, καθιστά το είδος αυτό εξαιρετικά πολύτιμο και οικονομικά αποδοτικό. Μάλιστα, οι διαδοχικές υλοτομίες, όταν γίνονται σωστά, ισχυροποιούν και ενδυναμώνουν το πρέμνο και τις ρίζες, ώστε το κάθε πρεμνοβλάστημα να υπερβαίνει σε ύψος τα 4 μέτρα.

Ο *E.Camaldulensis* εγκλείει στη μάζα του εξαιρετικά μεγάλο ποσοστό κυτταρίνης (75%) σε σχέση με άλλα δασοπονικά είδη, γεγονός που καθιστά πολύ ενεργειακό. Σε συνδυασμό μάλιστα με την ιδιότητά του, κατά την καύση σε ξηρά μορφή, να εκλύει μεγάλη θερμότητα και να παράγει μεγάλη φλόγα με ελάχιστο καπνό και λίγη τέφρα, τον καθιστά εξαιρετικά ωφέλιμο και φιλικό στον άνθρωπο αλλά και στο φυσικό περιβάλλον.

Αξίζει να σημειωθεί, ότι η σημασία της παραγωγής αυτής της μορφής πρώτης ύλης για παραγωγή πράσινης ενέργειας, είναι εξαιρετικά συμφέρουσα και επωφελής για την εθνική μας οικονομία διότι:

- ◆ Αξιοποιούνται με υψηλές οικονομικές αποδόσεις μεγάλες εκτάσεις για την παραγωγή βιομάζας.
- ◆ Ωφελείται και προστατεύεται το φυσικό μας περιβάλλον με την ανάπτυξη πρασίνου και μάλιστα αντιπυρικού, με ότι αυτό ευεργετικά συνεπάγεται για την προστασία του εδάφους από διάβρωση και πλημμύρες, τον εμπλουτισμό του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής με καθαρό και άφθονο νερό, την παραγωγή οξυγόνου καθώς και καθαρή ατμόσφαιρα από ρύπους.
- ◆ Τέλος, δημιουργείται μεγάλος αριθμός νέων θέσεων εργασίας και υγιούς απασχόλησης.



Εικόνα 23: Καλλιέργεια ευκαλύπτου

4.3.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα που προκύπτουν από τη χρησιμοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι τα ακόλουθα:

- Η αποτροπή του φαινομένου του θερμοκηπίου, το οποίο οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που παράγεται από την καύση ορυκτών καυσίμων. Η βιομάζα δεν συνεισφέρει στην αύξηση της συγκέντρωσης του ρύπου αυτού στην ατμόσφαιρα γιατί, ενώ κατά την καύση της παράγεται CO₂, κατά την παραγωγή της και μέσω της φωτοσύνθεσης επαναδεσμεύονται σημαντικές ποσότητες αυτού του ρύπου.
- Η αποφυγή της επιβάρυνσης της ατμόσφαιρας με το διοξείδιο του θείου (SO₂) που παράγεται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων και συντελεί στο φαινόμενο της “όξινης βροχής”. Η περιεκτικότητα της βιομάζας σε θείο είναι πρακτικά αμελητέα.
- Η μείωση της ενεργειακής εξάρτησης, που είναι αποτέλεσμα της εισαγωγής καυσίμων από τρίτες χώρες, με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- Η εξασφάλιση εργασίας και η συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές, συμβάλλει δηλαδή η βιομάζα στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν, ως επί το πλείστον, δυσκολίες στην εκμετάλλευσή της, είναι τα εξής:

- Ο μεγάλος όγκος της και η μεγάλη περιεκτικότητά της σε υγρασία, ανά μονάδα παραγόμενης ενέργειας.
- Η δυσκολία στη συλλογή, μεταποίηση, μεταφορά και αποθήκευσή της, έναντι των ορυκτών καυσίμων.
- Οι δαπανηρότερες εγκαταστάσεις και εξοπλισμός που απαιτούνται για την αξιοποίηση της βιομάζας, σε σχέση με τις συμβατικές πηγές ενέργειας.
- Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της.

Εξ' αιτίας των παραπάνω μειονεκτημάτων και για την πλειοψηφία των εφαρμογών της, το κόστος της βιομάζας παραμένει, συγκριτικά προς το πετρέλαιο, υψηλό. Ήδη, όμως, υπάρχουν εφαρμογές στις οποίες η αξιοποίηση της βιομάζας παρουσιάζει οικονομικά οφέλη. Επιπλέον, το πρόβλημα αυτό βαθμιαία εξαλείφεται, αφ' ενός λόγω της ανόδου των τιμών του πετρελαίου, αφ' ετέρου και σημαντικότερο, λόγω της βελτίωσης και ανάπτυξης των τεχνολογιών αξιοποίησης της βιομάζας.

4.3.6 Καύση Βιομάζας

Η απευθείας 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. Όταν η βιομάζα βρίσκεται υπό μορφή πολύ μικρών κόκκων είναι επιθυμητό πολλές φορές να μετατραπεί σε μπριγκέτες. Αυτό επιτυγχάνεται με τη μορφοποίησή της σε κατάλληλα μηχανήματα με υψηλή πίεση.

Η τυπική σύνθεση της βιομάζας είναι :

- ❖ 50% άνθρακας
- ❖ 43% οξυγόνο
- ❖ 6% υδρογόνο

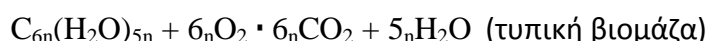
Κατά το σχεδιασμό ενός συστήματος καύσης της βιομάζας πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η φωτιά απαιτεί τρεις παράγοντες για να αρχίσει και να συνεχίσει να υπάρχει δηλαδή καύσιμο, οξυγόνο και θερμότητα. Ο έλεγχος της φωτιάς γίνεται με τον έλεγχο των τριών αυτών παραγόντων.

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.

Σήμερα υπάρχουν σόμπες και τζάκια που επιτυγχάνουν βαθμούς απόδοσης από 20% έως 80%, ανάλογα με το βαθμό που εξοικονομούν θερμότητα.

Η τυπική χημική αντίδραση κατά τη καύση της βιομάζας είναι :



Οι θερμοκρασίες που επιτυγχάνεται η καύση της βιομάζας κυμαίνονται στους 1000-1500C.

4.3.6.1 Μηχανισμοί μεταφοράς της θερμικής ενέργειας

Η θερμότητα που παράγεται κατά την καύση της βιομάζας μεταφέρεται με τρεις διαφορετικούς μηχανισμούς και συγκεκριμένα :

α) Με αγωγιμότητα

β) Με ακτινοβολία

γ) Με μεταφορά

Η θερμότητα μεταφέρεται με αγωγιμότητα όταν διέρχεται δια μέσου μιας στερεάς επιφάνειας από μία θερμή περιοχή σε μία ψυχρή.

Η εξίσωση που δίδει τη μεταφερόμενη θερμότητα είναι :

$$\text{Μεταφερόμενη θερμότητα} = \frac{K * A * (T1 - T2)}{L}$$

όπου

K = θερμική αγωγιμότητα του στερεού σώματος

A = επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας

L = απόσταση μεταξύ θερμής και ψυχρής θερμοκρασίας

T1 = υψηλότερη θερμοκρασία

T2 = χαμηλότερη θερμοκρασία

Η μεταφορά της θερμότητας με ακτινοβολία οφείλεται στο γεγονός ότι όλα τα σώματα ακτινοβολούν θερμότητα. Η ποσότητα της ακτινοβολούμενης θερμότητας είναι ανάλογη της διαφοράς της τετάρτης δύναμης της απολύτου θερμοκρασίας του ακτινοβολούντος σώματος και του λαμβάνοντος τη θερμότητα σώματος.

Τέλος μεταφορά θερμότητας προκαλείται με τη ροή κάποιου ρευστού (αέρα ή νερού) είτε με φυσικό τρόπο είτε με βεβιασμένο.

Στη περίπτωση αυτή η εξίσωση μεταφοράς θερμότητας είναι :

$$\text{Μεταφερόμενη θερμότητα} = a * A * (T1 - T2)$$

όπου

a = συντελεστής μεταφοράς θερμότητας

A = επιφάνεια εναλλαγής θερμότητας

T1 = θερμοκρασία επιφάνειας

T2 = θερμοκρασία ρευστού

4.3.7 ΛΕΒΗΤΕΣ PELLETS ΚΑΙ ΒΙΟΜΑΖΑΣ - ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

Οι Λέβητες που χρησιμοποιούν Pellets ως καύσιμο για να θέρμανση έχουν πολλά διαφορετικά σχέδια, μεγέθη και τρόπους λειτουργίας, αλλά από την πιο απλή, μέχρι την πιο εξελιγμένη τους μορφή αποτελούνται από 5 μέρη τα οποία μπορεί μεν να αλλάζουν σε μορφή ή τοποθέτηση στο σώμα του λέβητα, αλλά πάντα υπάρχουν.

➤ Η Δεξαμενή

Ο χώρος τοποθέτησης των Πελετ (Δεξαμενή-tank), κάποιες φορές είναι μέρος του λέβητα ενώ άλλες πάλι είναι απλά συνδεδεμένος με τον υπόλοιπο Λέβητα με κάποια σωλήνα ή κοχλία. Τα Pellet από την δεξαμενή με κάποιο μέσο προώθησης (κοχλίας, αστεροειδής βαλβίδα κα) προωθείται στον χώρο καύσης.

➤ Ο Χώρος Καύσης

Τα Pellet μεταφέρονται στον χώρο αυτό από την Δεξαμενή πάντα όμως με την χρήση διαδρομών ή μηχανισμών που εμποδίζουν την υποχώρηση της φωτιάς στον κύριο χώρο της Δεξαμενής. Οι ασφαλιστικές δικλίδες αυτές είναι παρόμοιες στις διάφορες εταιρίες και περιλαμβάνουν βαλβίδες πυρόσβεσης, επικλινείς "διαδρόμους" από τους οποίους γίνεται η πτώση των pellets στον θάλαμο καύσης κ.α. Ο χώρος καύσης διαφέρει σε σχεδιασμό, υλικά κατασκευής και μέγεθος ανάλογα με το εργοστάσιο παραγωγής και την δυναμικότητα του λέβητα. 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 κατόπιν με την βοήθεια αέρα που προωθείται από Ανεμιστήρα συντηρείται και δυναμώνει η φλόγα στον θάλαμο καύσης.

➤ 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 τα οποία 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 και αυτό που καθορίζει την απόδοση του λέβητα.

➤ Καπνοδόχος

Η καπνοδόχος είναι ένα από τα σημεία που σε συνδυασμό με την ποιότητα των Pellet, βοηθούν την σωστή λειτουργία του λέβητα και είναι κάτι που πρέπει να δίνεται προσοχή 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.

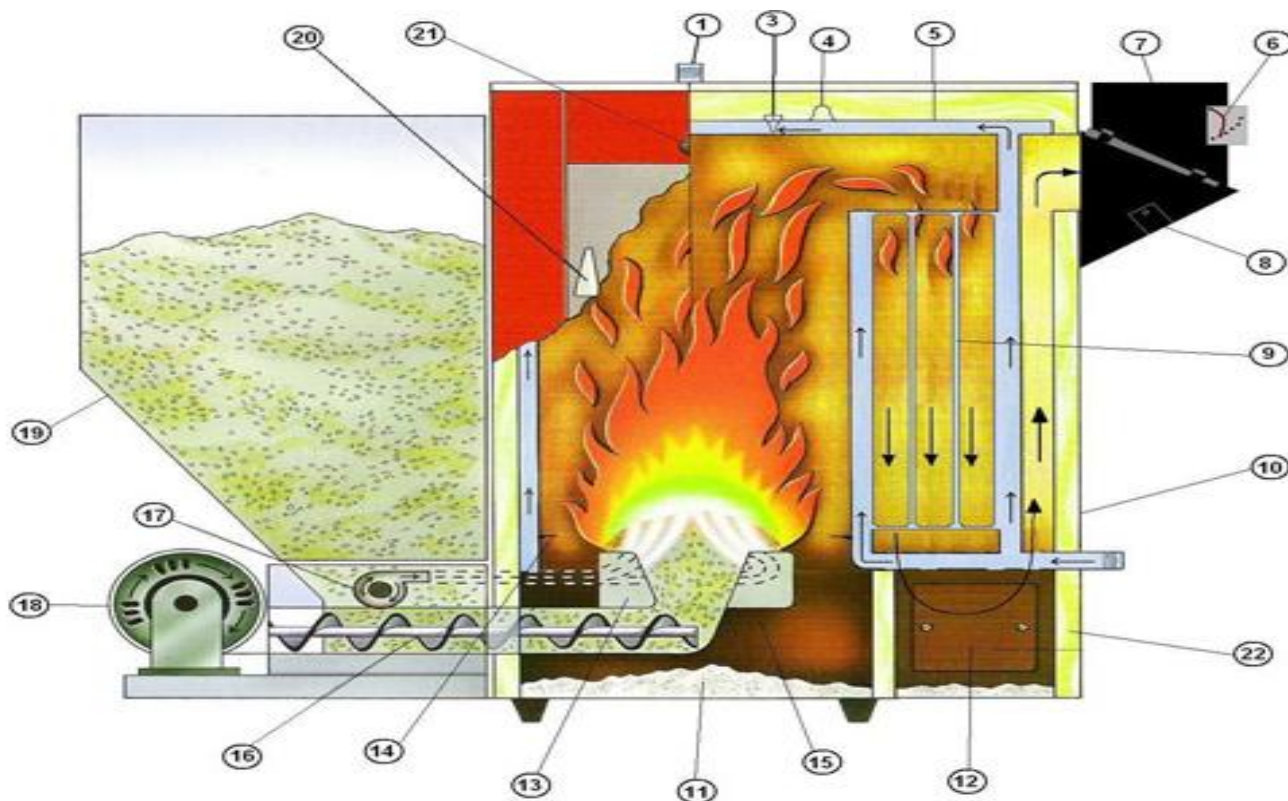
➤ Κεντρική Μονάδα Ελέγχου (Υπολογιστής-PLC)

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 την λειτουργία του λέβητα ανάλογα με την 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.



Εικόνα 24 : Τρόπος λειτουργίας λέβητα βιομάζας

4.3.7.1 Τεχνική περιγραφή πυρηνολέβητα



1. Έξοδος ζεστού νερού προς δίκτυο θέρμανσης
2. Επιστροφή νερού από δίκτυο θέρμανσης
3. Υποδοχή τοποθέτησης αισθητηρίων πίνακα οργάνων NS 100 ή NS 100 Inverter
4. Σημείο ανάρτησης λέβητα
5. Καπάκι καθαρισμού αεραλών (τουρμποσωλήνων) με μόνωση
6. Διάφραγμα ρύθμισης ελκυσμού καπνοδόχου
7. Έξοδος καμινάδας ρυθμιζόμενης κατεύθυνσης
8. Θυρίδα καθαρισμού καμινάδας
9. Κάθετοι αεραυλοί 2ης διαδρομής καυσαερίων
10. Υποδοχή γεμίσματος / Αδειάσματος Λέβητα
11. Συστάρι καθαρισμού στάχτης θαλάμου καύσης
12. Πόρτα καθαρισμού στάχτης 2ης και 3ης διαδρομής
13. Εστία καύσης από χυτοσίδηρο, διαιρούμενη και αποσπώμενη
14. Σημεία στήριξης προαιρετικής σχάρας καύσης ξύλου
15. Ρυθμιστικό διάφραγμα εξισορρόπησης ελκυσμού και αντίθλιψης καμινάδας
16. Χυτοσίδηρος Ατέρμονας κοχλίας προώθησης καυσίμου με θερμική επεξεργασία σκλήρυνσης
17. Φυσητήρας πρωτογενή και δευτερογενή αέρα καύσης (με ψεκασμό σε 3 επίπεδα)
18. Ηλεκτροκινητήρας με μειωτήρα μετάδοσης κίνησης μέσω αλυσίδας-γρاناζιών-κουζινέτου
19. Γαλβανιζέ κωνικό βιδωτό σιλό με σήτα συγκράτησης αντικειμένων
20. Χερούλι χυτοσιδηρών πορτών από πλαστικό με ασφαλή λαβή
21. Υποδοχή 3/4" για τοποθέτηση προαιρετικού θερμοστάτη ελέγχου αέρος (θερμοστατικός ρυθμιστής διαφράγματος αέρα)
22. Μόνωση από πάπλωμα υαλοβάμβακα με επικάλυψη αλουμινίου

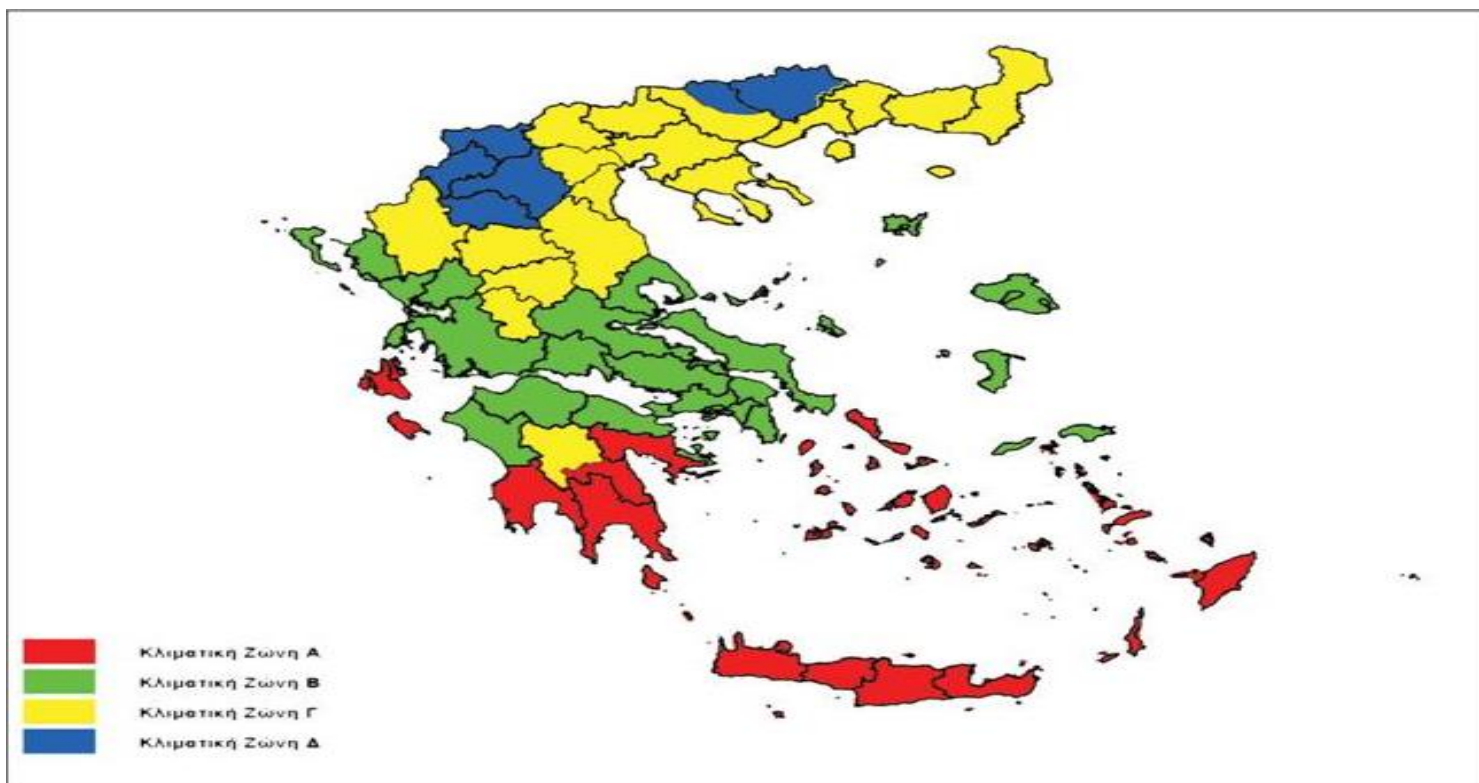
4.4 Στεγασμένη επιφάνεια Νήσου Σαμοθράκης

Οι πληροφορίες για τις κατοικίες υπό χρήση προήλθαν από την υπάλληλο στην τεχνική υπηρεσία του Δήμου Σαμοθράκης, Κ^α Πασχαλία Παυλίδου. Υπάρχουν λοιπόν περίπου 800 «ενεργές» κατοικίες κατά το χειμώνα.

Ο τρόπος προσέγγισης αυτού του κομματιού έχει να κάνει με τον υπολογισμό των αναγκών θέρμανσης μιας πρότυπης κατοικίας σε υπολογιστικό πρόγραμμα και αναγωγή αυτού του υπολογισμού για το σύνολο των κατοικιών. Η μελέτη θα φανεί αναλυτικά στο παράρτημα , εδώ απλά θα χρησιμοποιήσω τα απαιτούμενα αποτελέσματα.

Η περίοδος που χρησιμοποιούμε την θέρμανση είναι 5 μήνες , από Νοέμβρη μέχρι Μάρτιο. Θεωρούμε ότι η καθημερινή λειτουργία είναι 8 ώρες , άρα αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την χρήση της θέρμανσης για 1560 ώρες το χρόνο. Το σπίτι είναι 90τ.μ. και με βάση τις απώλειες θέρμανσης που έχω υπολογίσει (8046 watt) γνωρίζοντας ότι οι κατοικίες δεν είναι πλήρως θερμομονωμένες . Αυτά μας δίνουν ένα αποτέλεσμα ίσο με **139,45KWh/m²** για όλη την περίοδο θέρμανσης (συντελεστής θέρμανσης **T_θ**).

Άλλες σημαντικές παράμετροι είναι η κλιματική ζώνη που ανήκει η Σαμοθράκη .Επίσης το σπίτι το οποίο υπολόγισα είναι μονοκατοικία , όπως και τα περισσότερα στη Σαμοθράκη. Τέλος σαν επιβεβαίωση του συντελεστή θέρμανσης που βρήκα παραπάνω θα παραθέσω ένα πίνακα με πόλεις τις Ελλάδος και συντελεστές θέρμανσης που προκύπτουν ανάλογα την ύπαρξη μόνωσης ή όχι , την κλιματική ζώνη που ανήκει η κάθε περιοχή καθώς και άλλα ενδιαφέροντα στοιχεία .



Εικόνα 25 : Κλιματικές ζώνες Ελλάδος

ΠΟΛΗ	ΖΩΝΗ	Ενεργειακές απαιτήσεις (KWh/m ²)				Ενδεικτική κατανάλωση καυσίμου (lt πετρελαίου/m ²)			
		ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΠΟΛΥΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ	ΜΟΝΟΚΑΤΟΙΚΙΑ
		ΧΩΡΙΣ Θ.Μ	ΜΕ Θ.Μ	ΧΩΡΙΣ Θ.Μ	ΜΕ Θ.Μ	ΧΩΡΙΣ Θ.Μ	ΜΕ Θ.Μ	ΧΩΡΙΣ Θ.Μ	ΜΕ Θ.Μ
Αθήνα	B	123.2	37.6	163.9	51.7	14.5	4.4	19.3	6.1
Αλιάρτος	B	143.5	47.9	188.5	61.9	16.9	5.6	22.2	7.3
Άραξος	B	109.4	32.5	145.9	45.7	12.9	3.8	17.2	5.4
Αργοστόλι	A	97.4	27.3	130.4	42.3	11.5	3.2	15.3	5.0
Άρτα	B	128.5	40.8	173.5	55.0	15.1	4.8	20.4	6.5
Ηράκλειο	A	83.2	22.4	109.9	33.3	9.8	2.6	12.9	3.9
Θεσσαλονίκη	Γ	184.8	62.6	241.2	73.1	21.7	7.4	28.4	8.6
Ιεράπετρα	A	72.6	18.6	94.7	27.8	8.5	2.2	11.1	3.3
Ιωάννινα	Γ	211.5	75.0	276.8	85.6	24.9	8.8	32.6	10.1
Καλαμάτα	A	111.2	33.0	148.5	46.5	13.1	3.9	17.5	5.5
Κέρκυρα	B	114.8	34.8	153.1	48.3	13.5	4.1	18.0	5.7
Κομοτηνή	Γ	198.9	68.9	258.2	79.2	23.4	8.1	30.4	9.3
Κόνιτσα	Γ	199.8	69.3	261.7	80.5	23.5	8.1	30.8	9.5
Κόρινθος	B	111.2	33.5	148.1	46.7	13.1	3.9	17.4	5.5
Κύθηρα	A	105.8	30.8	141.4	43.9	12.4	3.6	16.6	5.2
Λαμία	B	136.1	44.8	180.5	57.8	16.0	5.3	21.2	6.8
Λάρισα	Γ	193.2	67.2	251.1	76.9	22.7	7.9	29.5	9.0
Λήμνος	B	132.9	42.9	176.5	57.4	15.6	5.0	20.8	6.7
Μεθώνη	A	97.6	27.6	130.6	39.9	11.5	3.2	15.4	4.7
Μήλος	A	108.1	32.0	147.1	45.1	12.7	3.8	17.3	5.3
Μυτιλήνη	B	125.7	39.6	167.4	53.5	14.8	4.7	19.7	6.3
Νάξος	A	88.7	24.1	118.4	35.7	10.4	2.8	13.9	4.2
Πάρος	A	92.2	25.5	123.0	37.6	10.9	3.0	14.5	4.4
Πάτρα	B	112.7	33.9	150.2	47.5	13.3	4.0	17.7	5.6
Πύργος	B	105.1	30.7	140.4	43.6	12.4	3.6	16.5	5.1
Ρέθυμνο	A	74.5	19.4	97.5	29.1	8.8	2.3	11.5	3.4
Ρόδος	A	87.8	23.8	116.4	34.9	10.3	2.8	13.7	4.1
Σάμος	A	112.3	33.8	141.8	47.0	13.2	4.0	16.7	5.5
Σέρρες	Γ	207.0	73.7	268.8	83.3	24.3	8.7	31.6	9.8
Σητεία	A	76.3	20.0	100.0	30.0	9.0	2.4	11.8	3.5
Σκύρος	B	118.1	35.9	155.7	49.7	13.9	4.2	18.3	5.8
Σούδα	A	100.8	29.1	134.3	41.6	11.9	3.4	15.8	4.9
Σύρος	A	93.6	26.1	124.7	38.1	11.0	3.1	14.7	4.5
Τυμπάκι	A	87.4	24.0	116.1	35.1	10.3	2.8	13.7	4.1
Χανιά	A	93.1	26.0	123.8	38.0	11.0	3.1	14.6	4.5
Χίος	A	122.6	38.0	163.4	52.2	14.4	4.5	19.2	6.1

Πίνακας 10: Ενεργειακές απαιτήσεις (KWh/m²) & κατανάλωση καυσίμου (lt πετρ. /m²) για θέρμανση κατοικιών σε 36 πόλεις της Ελλάδας

4.5 Υπολογισμοί

Η συνολική επιφάνεια που μας ενδιαφέρει να καλύψουμε τις ανάγκες θέρμανσης , με βάση την παραδοχή που έκανα είναι ίση με 800 κατοικίες των 90 τ.μ. άρα 72000τ.μ. (m²)

Το αναγκαίο θερμικό φορτίο ισούται με :

$$Q_{\theta} = T_{\theta} * A = 139,45 \text{KWh/m}^2 * 72000 = 10040400 \text{KWh} \text{ ή } 10,0404 \text{ GWh}$$

Επόμενο βήμα είναι να δούμε ανάμεσα σε πετρέλαιο , pellet και ευκαλύπτο το ποιο συμφέρον προϊόν από οικονομική άποψη.

1. $\eta = 0,75$ (βαθμός απόδοσης λέβητα)
2. $1 \text{KWh} = 3,6 \text{Mj}$
3. Θερμογόνος ικανότητα
 - ο Πετρελαίου = $40,2 \text{MJ/Lt}$
 - ο Pellet = 20MJ/Kg
 - ο Ευκαλύπτου = 18MJ/Kg

➤ Πετρέλαιο

Η ποσότητα πετρελαίου που απαιτείται για να καλύψει τις ανάγκες θέρμανσης ισούται με :

$$M_{\text{petrol}} = \frac{Q_{\theta}}{\eta * T_{\text{petrol}}} = \frac{10040400 \text{KWh} * 3,6 \frac{\text{Mj}}{\text{KWh}}}{0,75 * 40,2 \frac{\text{Mj}}{\text{Lt}}} = 1198853 \text{lt}$$

➤ Pellet

$$M_{\text{pellet}} = \frac{Q_{\theta}}{\eta * T_{\text{pellet}}} = \frac{10040400 \text{KWh} * 3,6 \frac{\text{Mj}}{\text{KWh}}}{0,75 * 20 \frac{\text{Mj}}{\text{Kg}}} = 2409696 \text{Kg} \text{ ή } 2409,7 \text{ T}$$

- ♦ Θέλω να σημειώσω ότι υπολογίζω μόνο τα pellet από τα διάφορα είδη βιομάζας καθώς αποτελούν το ποιο εμπορικό προϊόν της βιομάζας αυτή τη στιγμή και εξασφαλισμένα αποτελέσματα και χαμηλούς ρύπους.

Οι παραπάνω υπολογισμοί για να γίνουν καλύτερα κατανοητοί θα πρέπει να δούμε την οικονομική αξία. Συνολικά λοιπόν η αξία του πετρελαίου είναι ίση με **1.798.279,5 Ευρώ** και η αξία του καυσίμου Pellet είναι ίση με **771.102,7 Ευρώ**. Είναι λοιπόν κάτι παραπάνω από 1 εκατομμύριο ευρώ για ένα χρόνο. Συντριπτική διαφορά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Η σημαντικότητα της δυνατότητας μεταφορών για την ανθρωπότητα.

Η ιστορία των μεταφορών είναι συνυφασμένη με την ύπαρξη της ανθρώπινης ζωής. Ο πρωτόγονος άνθρωπος μετακινούνταν βαδίζοντας σε αναζήτηση τροφής ή από περιέργεια να γνωρίσει το περιβάλλον του, ή ακόμα και για την προστασία του από τους διάφορους φυσικούς κινδύνους (όπως σε αναζήτηση κάποιου καταφυγίου – σπηλιάς). Γρήγορα όμως κατάλαβε ότι οι φυσικές του αντοχές για να διανύει μεγάλες αποστάσεις ήταν περιορισμένες και πολύ περισσότερο περιορισμένη η ικανότητά του να μεταφέρει βάρη σε σημαντικές αποστάσεις.

Οι αδυναμίες αυτές οδήγησαν τον άνθρωπο σε αναζήτηση διαφόρων μέσων μεταφοράς τόσο για τον ίδιο όσο και για τα αγαθά του, ξεκινώντας αρχικά τη χρησιμοποίηση ζώων στη ξηρά.

Σταδιακά η ανάγκη για την διάσχιση μεγαλύτερων αποστάσεων και σε συντομότερους χρόνους δημιούργησε το αυτοκίνητο.

Όπως όλη η σύγχρονη ζωή στηρίζεται ενεργειακά σε συμβατικά καύσιμα , έτσι και τα αυτοκίνητα. Οι προσπάθειες όμως εντείνονται για την δημιουργία αυτοκινήτων πλήρως ανεξάρτητα από συμβατικά καύσιμα χωρίς να υστερούν όμως σε αυτοδυναμία και δύναμη. Οι κύριες μορφές νέων καυσίμων που στρέφονται οι έρευνες, ακολουθούν στην επόμενη ενότητα.

5.2 Είδη Κίνησης

Με βάση την πρώτη ύλη (καύσιμο) θα γίνει και η διάκριση των ειδών. Η ανάγκη για απαλλαγή από τα συμβατικά καύσιμα δημιούργησε νέες λύσεις. Άλλες είναι σε ερευνητικό επίπεδο , άλλες σε εμπορικό. Θα παρουσιάσω τις τρεις επικρατέστερες από τις οποίες θα επιλέξω και την μια για αυτή τη μελέτη. Τα κριτήρια της επιλογής αυτής θα αναφερθούν παρακάτω.

5.2.1 Υδρογόνοκίνηση

«...πιστεύω ότι το νερό κάποια μέρα θα χρησιμοποιείται ως καύσιμο, ότι το Υδρογόνο και το Οξυγόνο που το αποτελούν, είτε μαζί είτε χωριστά, μια μέρα θα χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο, και θα αποτελέσουν μια ανεξάντλητη πηγή θερμότητας και φωτός...»

Ιούλιος Βερν, 1874, «Το μυστηριώδες νησί»

Έναν αιώνα μετά αυτά τα λόγια μοιάζουν προφητικά. Τόσο στην Ευρώπη, όσο και στις υπόλοιπες ανεπτυγμένες χώρες, έχουν εντατικοποιηθεί οι προσπάθειες για την εδραίωση της «οικονομίας του υδρογόνου», με σημαντικότερα ποσά να επενδύονται στην έρευνα και την ανάπτυξη προς αυτή την κατεύθυνση.

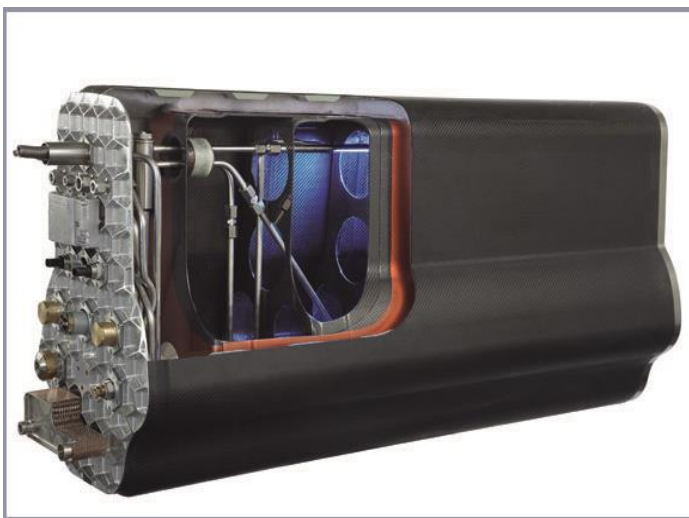
Κατά την τελευταία δεκαετία, οι περισσότερες από τις μεγάλες αυτοκινητοβιομηχανίες παγκοσμίως έχουν αναλωθεί σε πολύ έρευνα, κόστους πολλών εκατομμυρίων δολαρίων και εφαρμοσμένης μηχανικής των πόρων στην ανάπτυξη οχημάτων που καίνε υδρογόνο. Ενώ οι υποστηρικτές της ιδέας της χρήσης υδρογόνου ως πηγή ενέργειας, επειδή είναι το πιο άφθονο στοιχείο στο γνωστό σύμπαν και μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς να εκπέμπει τοξικές ή άλλες ουσίες του φαινομένου του θερμοκηπίου (αγνοώντας, προς το παρόν, τυχόν εκπομπές από το υδρογόνο που παράγουν), δεν συμφωνούν όλοι για το πώς να χρησιμοποιηθεί. Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις για τη χρήση υδρογόνου στα οχήματα: πρωτονίων ανταλλαγής κυψελών καυσίμου μεμβράνης (PEM, επίσης ονομάζεται πολυμερικής μεμβράνης ηλεκτρολύτη) και τον κλασικό εσωτερικής καύσης του κινητήρα (ICE).

5.2.1.1 Υδρογόνο στις μηχανές εσωτερικής καύσης

Ο σημαντικότερος λόγος που εταιρίες, επιμένουν στους ΜΕΚ που καταναλώνουν υδρογόνο είναι πως η τεχνολογία ήδη υπάρχει χωρίς να απαιτούνται τεράστια κονδύλια αλλαγής στις γραμμές παραγωγής. Χονδρικά, ένας ΜΕΚ μπορεί να λειτουργεί με υδρογόνο με τις κατάλληλες αλλαγές στο σύστημα ψεκασμού, στο σύστημα τροφοδοσίας και αποθήκευσης. Σε σχέση με την βενζίνη και το πετρέλαιο, το υδρογόνο αναφλέγεται πολύ πιο γρήγορα οπότε απαιτείται και νέα χαρτογράφηση της ανάφλεξης.

Ακόμη και εκεί όμως ο τρόπος προσέγγισης διαφέρει από εταιρεία σε εταιρεία, καθώς υπάρχουν διαφορές στην αντίληψη για την αποθήκευση του. Ενώ στο σύνολο χρησιμοποιούν το υδρογόνο σαν συμπιεσμένο αέριο, άλλοι δοκιμάζουν το υδρογόνο σε υγρή μορφή. Ο λόγος πως το υγρό υδρογόνο, σε πυκνότητα ενέργειας ανά όγκο, υπερβαίνει κατά πολύ την αντίστοιχη του αερίου υδρογόνου. Αυτό σημαίνει ότι ένα όχημα το οποίο λειτουργεί με υγρό υδρογόνο διαθέτει μεγαλύτερη αυτονομία, από ένα άλλο υδρογονοκίνητο όχημα που διαθέτει ίδιου όγκου ρεζερβουάρ συμπιεσμένου υδρογόνου. Υπάρχει όμως το πρόβλημα ότι για να διατηρηθεί το υδρογόνο σε υγρή μορφή, θα πρέπει η θερμοκρασία του να είναι ιδιαίτερα χαμηλή (-253° Κελσίου). Κάπως έτσι η δημιουργήθηκε η «υπερμόνωση»: το ρεζερβουάρ υδρογόνου της έχει διπλά τοιχώματα με αρκετά στρώματα αλουμινίου και υαλονήματα, των οποίων το πάχος φτάνει τα 30 mm. Ωστόσο, ακόμα και η υπέρ-μόνωση εν κενό δεν μπορεί να

αποτρέψει την άνοδο της θερμοκρασίας και την αύξηση της πίεσης, κάτι που σημαίνει ότι μία μικρή ποσότητα υγρού υδρογόνου αναπόφευκτα, κάθε τόσο, θα εξατμίζεται. Η εξατμίζηση ξεκινά μόνον αφού το αυτοκίνητο έχει παραμείνει σε ακινησία για τουλάχιστο 17 ώρες και ελέγχεται από ειδικό σύστημα.



Εικόνα 26: Ρεζερβουάρ υγρού υδρογόνου

Υπάρχει και ένα άλλο ζήτημα με το υδρογόνο στους ΜΕΚ, αυτό της απόδοσης. Ενώ το υδρογόνο έχει μεγαλύτερη ενεργειακή πυκνότητα από την αμόλυβδη (143MJ/kg αντί 46,4) ο στοιχειομετρικός όγκος είναι πολύ μικρότερος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα όταν η αμόλυβδη έχει ενεργειακή πυκνότητα 34,2 MJ/L το υγροποιημένο υδρογόνο να αγγίζει τα 10,1 MJ/L και το αέριο συμπιεσμένο υδρογόνο (στα 700 bar) μόλις τα 5,6 MJ/L. Πως μεταφράζεται αυτό; Σε μικρότερο έργο, ειδικά στο αέριο υδρογόνο.

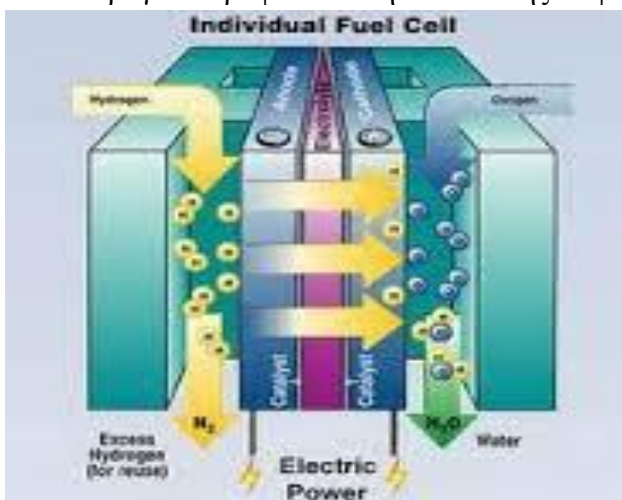
5.2.1.2 Υδρογόνο σε κυψέλες καυσίμου

Τα γεγονότα συγκλίνουν πως οι κυψέλες είναι ο επικρατέστερος τρόπος για να χρησιμοποιηθεί το υδρογόνο ως καύσιμο. Οι κυψέλες καυσίμου μπορούν να χαρακτηριστούν σαν κέντρα ενός συστήματος το οποίο χρησιμοποιεί το υδρογόνο ως καύσιμο. Είναι αυτές οι οποίες αναλαμβάνουν τη μετατροπή του καυσίμου σε χρήσιμη ηλεκτρική ενέργεια. Η έννοια της κατάλυσης παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στη λειτουργία μιας κυψέλης καυσίμου, όπως θα δούμε παρακάτω και η έρευνα για τη βελτίωση των αποδόσεων γίνεται κυρίως σε αυτόν τον τομέα, τομέας εξ ορισμού μελετώμενος στην κλίμακα του νανομέτρου.

Το σημαντικότερο όλων όμως που τίθεται ως ζήτημα είναι η διάρκεια ζωής των κυψελών οι οποίες είναι επιρρεπείς στην δηλητηρίαση από τυχόν «ακαθαρσίες» στον αέρα και στο υδρογόνο. Στις νέες γενιές κυψέλες οι καταλύτες είναι πιο ανθεκτικοί. Επίσης, οι παραγόμενοι υδρατμοί θα πρέπει να απάγονται τάχιστα από τις κυψέλες, ειδικά κατά τις ψυχρές περιόδους. Η GM ισχυρίζεται πως σταδιακά βελτιώνει τα εν λόγω ζητήματα καθώς η νέα γενιά κυψελών μπορεί να λειτουργεί σε θερμοκρασίες -34 οC ενώ η αντοχή τους ξεπερνά τα 130.000 χλμ.

Από την άλλη έχουμε το εξής θέμα. Η παραγωγή υδρογόνου με την μέθοδο της ηλεκτρόλυσης, της συμπίεσης και της αποθήκευσης του ρίχνει την συνδυασμένη απόδοσή του στο 24%.

Το υδρογόνο τροφοδοτεί την άνοδο της κυψέλης το αρνητικό ηλεκτρόδιο, το οποίο σε επαφή



με τον καταλύτη διαχωρίζεται σε θετικά φορτισμένα ιόντα υδρογόνου και ηλεκτρόνια. Τα ηλεκτρόνια τα οποία απελευθερώθηκαν μεταφέρονται μέσω εξωτερικού ηλεκτρικού κυκλώματος προς την κάθοδο δημιουργώντας ηλεκτρισμό αφού η μεμβράνη αποτρέπει την διέλευση τους μέσω αυτής.

Εικόνα 27 : Λειτουργία κυψελών καυσίμων

5.2.2 Βιοκαύσιμα

Βιοκαύσιμα ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

5.2.2.1 Βιοντίζελ

Το πιο γνωστό βιοκαύσιμο είναι το βιοντίζελ. Η πρώτη ύλη, που συμμετέχει με το μεγαλύτερο ποσοστό στην παγκόσμια παραγωγή του βιοντίζελ, είναι η ελαιοκράμβη σε ποσοστό 84 % και ακολουθεί ο ηλίανθος με ποσοστό 13 %. Για την παραγωγή του χρησιμοποιούνται όμως και άλλα φυτικά έλαια, όπως σογιέλαιο, αραχιδέλαιο, ηλιέλαιο, φοινικέλαιο, λινέλαιο, ελαιόλαδο κακής ποιότητας και τα έλαια από μαγειρεία.

Το βιοντίζελ αποτελεί ένα δοκιμασμένο βιοκαύσιμο. Η τεχνολογία για τη παραγωγή και τη χρήση του είναι γνωστή πάνω από 50 χρόνια. Ωστόσο, το βιοντίζελ φαίνεται να μη μπορεί να ικανοποιήσει ακόμη και ένα μικρό κλάσμα της υφιστάμενης ζήτησης καυσίμων για μεταφορά. Έτσι, οι προσπάθειες σήμερα στρέφονται προς μία νέα κατεύθυνση, με πολλές εταιρείες να επιχειρούν την εμπορική παραγωγή βιοντίζελ παραγόμενου από μικροφύκη.

5.2.2.2 Βιοαιθανόλη

Η βιοαιθανόλη είναι το πρώτο υγρό βιοκαύσιμο που χρησιμοποιήθηκε, ως υποκατάστατο της βενζίνης σε οχήματα. Παράγεται κυρίως από τα ζάχαρη με τη μέθοδο της αλκοολικής ζύμωσης.

Η βιοαιθανόλη είναι η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη δηλαδή το οινόπνευμα και ονομάζεται έτσι επειδή προέρχεται από βιομάζα.

Οι κύριες πηγές ζάχαρης, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή της βιοαιθανόλης είναι ενεργειακές καλλιέργειες, δηλαδή καλλιέργειες φυτών που αναπτύσσονται ειδικά για ενεργειακούς σκοπούς.

Παρόλα ταύτα όπως και στο βιοντίζελ έτσι και εδώ, ουσιαστικά δημιουργούμε μίγματα καυσίμου χαμηλότερα σε περιεκτικότητα βενζίνης. Συνεχίζουμε όμως να χρησιμοποιούμε βενζίνη.

5.2.3 Κίνηση με ηλεκτρισμό

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).

5.2.3.1 Βασικά μέρη - κινητήρας

Μιλάμε για τη φυσική εξέλιξη των ειδών. Οι ηλεκτροκινητήρες σε οποιοδήποτε επίπεδο και αν συγκριθούν με τους αντίστοιχους θερμικούς είναι απλά ανώτεροι. Ίσως ο μόνος λόγος που δεν έχουν επικρατήσει ακόμα οφείλεται στο ότι η διαθέσιμη τεχνολογία των μπαταριών υστερεί ακόμα, ενώ η εναλλακτική που είναι η χρήση κυψελών καυσίμου είναι περισσότερο επιστημονική φαντασία παρά κάτι ευχερώς υλοποιήσιμο.

Ο βαθμός απόδοσης ενός ηλεκτροκινητήρα κατά περιπτώσεις ξεπερνά το 90%, είναι αθόρυβος και δεν έχει εν γένει την ανάγκη ύπαρξης του κιβωτίου ταχυτήτων λόγω του ότι όλη η ροπή του, που σε απόλυτο μέγεθος είναι υψηλή, είναι διαθέσιμη από τις 0rpm. Αντιθέτως ένας απλός μειωτήρας στροφών είναι επαρκής.

Επίσης το μικρό τους μέγεθος τους επιτρέπει να χρησιμοποιούνται με τρόπους ασυνήθιστους. Επί παραδείγματι κλασική εφαρμογή ενός κινητήρα μπροστά, ή ένας μπροστά και ένας πίσω ή ακόμα και ένας κινητήρας για κάθε τροχό. Επιπλέον οι ανάγκες που έχουν για συντήρηση είναι ελάχιστες. Δεν υπάρχει καμιά αμφιβολία ότι η τρέχουσα τεχνολογία των ηλεκτρομηχανών είναι τέτοια που μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα στα αυτοκίνητα, αλλά υπάρχει το μεγάλο “αλλά” της τροφοδοσίας.

5.2.3.1.1 Βασικά μέρη – τροφοδοσία

Μελετώνται 2 τρόποι τροφοδοσίας των ηλεκτρικών μηχανών. Ο πρώτος είναι οι γνωστές σε όλους μας μπαταρίες. Στις τωρινές εφαρμογές αμιγώς ηλεκτρικών οχημάτων μια τυπική τιμή για μια συστοιχία συσσωρευτών είναι περίπου οι 20-30 kWh, που χρησιμοποιούνται για παράδειγμα σε παρεμφερή μεγέθη στο Nissan Leaf, αλλά και το ηλεκτρικό Ford Focus.

Ας πάρουμε το παράδειγμα του Focus. Το εν λόγω ηλεκτρικό αποδίδει 140ps ή 104kW περίπου. Η μπαταρία του είναι 23kWh. Αυτό σημαίνει ότι αν κάποιος χρησιμοποιεί το αυτοκίνητο με προφίλ χρήσης που χρησιμοποιεί όλη την διαθέσιμη ισχύ, για παράδειγμα στην τελική ταχύτητα αν αυτή δεν ήταν ηλεκτρονικά περιορισμένη, τότε το αυτοκίνητο θα αδειάσει μέσα σε $23 \text{ kWh} / 104 \text{ kW} = 0.22$ ώρες ή περίπου σε 13 λεπτά επί 0.9 που είναι ο βαθμός απόδοσης του, οπότε πάμε στα 12 λεπτά περίπου. Αυτό εξηγεί για ποιο λόγο όλα τα ηλεκτρικά αυτοκίνητα αν και έχουν δυνατότητα για υψηλές τελικές ταχύτητες, είναι εν γένει ηλεκτρονικά περιορισμένη η τελική τους ταχύτητα.

Έστω ότι κινούμαστε με το ίδιο αυτοκίνητο στον αυτοκινητόδρομο με σταθερή μέση ταχύτητα 120km/h. Σε αυτήν την ταχύτητα το αυτοκίνητο χρησιμοποιεί περίπου 40ps ή 30Kw. Συνεπώς η διαθέσιμη αυτονομία είναι $23 \text{ kWh} / 30 \text{ kW} = 0.77$ ώρες ή 46 λεπτά. Τελικά η αυτονομία προκύπτει περίπου 92km επί 0.9 που είναι ο βαθμός απόδοσης του, οπότε θα έχουμε περίπου 83km.

Ο δεύτερος τρόπος για να τροφοδοτήσουμε τον ηλεκτροκινητήρα ενός οχήματος είναι μέσω της χρήσης κυψελών καυσίμου υδρογόνου. Σε αυτήν την περίπτωση η κυψέλη καυσίμου κάνει μια αντίστροφη ηλεκτρόλυση χρησιμοποιώντας το καύσιμο υδρογόνο σε συνδυασμό με το οξυγόνο της ατμόσφαιρας με τελικό προϊόν το ηλεκτρικό ρεύμα και ως καυσαέριο απλά εξαερωμένο νερό. Η τεχνοτροπία αυτή χρησιμοποιείται στο Honda FC-X Clarity, όμως το κόστος της είναι τρομερά υψηλό, το υδρογόνο δεν είναι ακριβώς αυτό που λέμε ευρέως διαθέσιμο, αλλά και ο βαθμός απόδοσης μιας κυψέλης καυσίμου ανταλλαγής πρωτονίων είναι περίπου 60%.

5.2.3.2 Λίστα με τα ηλεκτροκίνητα αμάξια του εμπορίου

Μοντέλο	Μέγιστη Ταχύτητα (Km/h)	Χωρητικότητα	Χρόνος φόρτισης	Αυτονομία (h)
Dynasty IT	40Km/h	2/4	6h	50Km
GEM Car	40Km/h	2/4/6/	6-8h	48Km
Hummer HX		2	8h	70-90Km
Oka NEV ZEV	40Km/h	2	8h	
Kewet Buddy	80Km/h	3	6-8h	40-80Km
CityEI	63Km/h	1	8h	80-90Km
Mia electric	100Km/h	1-4	3-5h	125Km
MyCar	64Km/h	2	5-8h	64-110Km
NICE mega City	64km/h	4	8h	96Km
Qbeak	90km/h	4	8h	250Km
Rayttle E28 80km/h	80km/h	2		130Km
Renault TWIZY	80km/h	2		130km
Stevens Zecar	90km/h	5	6-8h	80km
BMW i3	150km/h	4	4h	130-160km
BMW brilliance Zinoro 1E	130km/h			150km
BYD e6	140km/h	5		300km
Citroen C-Zero	130km/h	4	7h	150km
Fiat 500e	142km/h			140km
Ford focus electric	135km/h	5	3-4h	122km
Honda fit EV	148km/h			132km
Ligting GT	200km/h	2	1h	240km
Mitsubishi i-MEV	130km/h	4	7-14h	170km
Nissasn Leaf	150km/h	5	8h	121km
Renault Fluence ZE	135km/h	5	5h	135km
Renault Zoe	135km/h	5	6-9h	210jm
Smart electric drive	125km/h	2		145km
Tesla model s P85kWh	214km/h	5+2	Εναλλαγή σε 2 λεπτά	426km
Tesla model s 85kwh	201km/h	5+2	Εναλλαγή σε 2 λεπτά	426km
Tesla model s 60kwh	193	5+2	Εναλλαγή σε 2 λεπτά	335km
Venturi Fetish	200km/h	2	8h	340km
Volkswagen e-	145km/h	5	3h	190km

Golf				
Volkswagen e-Up	130km/h	4	3h	160km
Detroit Electric SP:01	249km/h	2	4h	300km

Πίνακας 11 : Ηλεκτροκίνητα αυτοκίνητα εμπορίου

Πέραν αυτών των αυτοκινήτων υπάρχουν και μια σειρά από μηχανήματα για δημοτικές λειτουργίες όπως ηλεκτροκίνητα σκουπιδιάρκα ασθενοφόρα κλπ κλπ .

Βλέπουμε λοιπόν ότι η τεχνολογία του ηλεκτρικού αυτοκινήτου ωριμάζει και σύντομα θα είναι προσιτή στον οποιονδήποτε με τον ερχομό στην κατασκευή εταιρειών κολοσσών όπως η Apple. Το αποτέλεσμα θα είναι οι τιμές τους να μειωθούν αισθητά και να γίνουν προσιτές σε όλους.

5.2.3.3 Είδη φόρτισης

Οι επί του οχήματος συσκευές φόρτισης των συσσωρευτών, στην πλειονότητα των ηλεκτρικών αυτοκινήτων, είναι ισχύος 3,5kW ή 7kW, γεγονός που προδικάζει και το χρόνο φόρτισης των συσσωρευτών τους όταν αυτή γίνεται με τη χρήση αυτών των συσκευών. Οι φορτιστές ισχύος 3,5kW επιτρέπουν τη σύνδεση του αυτοκινήτου σε μια οικιακού τύπου μονοφασική ηλεκτρική παροχή 230V προστατευμένη με ασφάλεια 16A. Στην πράξη, η επαναφόρτιση ενός αυτοκινήτου με συσσωρευτή χωρητικότητας 16kWh ο οποίος έχει εκφορτιστεί κατά 80% μέσω μιας τέτοιας ηλεκτρικής παροχής θα απαιτήσει περίπου 4 ώρες για φόρτιση μέχρι του 85% και περίπου 5,5 έως 6 ώρες για την πλήρη φόρτιση. Εάν ο συσσωρευτής είναι χωρητικότητας 24kWh τότε οι αντίστοιχοι χρόνοι θα είναι 6 ώρες και 8 έως 8,5 ώρες.

Στην περίπτωση κατά την οποία η επί του αυτοκινήτου συσκευή φόρτισης είναι ισχύος 7kW τότε καθίσταται δυνατή η σύνδεσή της σε μια μονοφασική ηλεκτρική παροχή 230V προστατευμένη με ασφάλεια 32A. Τέτοια ηλεκτρική παροχή μπορεί να είναι είτε οικιακή, εάν έχει ληφθεί μέριμνα εγκατάστασής της, είτε κοινόχρηστη ή δημόσια ηλεκτρική παροχή φόρτισης ηλεκτρικού αυτοκινήτου ισχύος 7kW. Οι χρόνοι φόρτισης μειώνονται σημαντικά σε 3 έως 3,5 ώρες για πλήρη φόρτιση αυτοκινήτου με συσσωρευτή 16kWh και σε 4 έως 4,5 ώρες για αυτοκίνητο με συσσωρευτή 24kWh.

Μερικά αυτοκίνητα προσφέρονται με ισχυρότερες συσκευές φόρτισης ισχύος 21kW οι οποίες συνήθως εξυπηρετούνται από κοινόχρηστες ή δημόσιες ηλεκτρικές παροχές φόρτισης τριφασικές 380V. Η επαναφόρτιση με τέτοια ισχύ απαιτεί περίπου 1 έως 1,5 ώρα.

Τέλος πολλά ηλεκτρικά αυτοκίνητα διαθέτουν μια ανεξάρτητη υποδοχή για την απ' ευθείας σύνδεσή τους (με παράκαμψη του επί του οχήματος φορτιστή) με εξωτερική συσκευή ταχείας φόρτισης, η οποία παρέχει συνεχές ρεύμα με ισχύ από 50kW έως 120kW. Η επαναφόρτιση με εξωτερικό ταχυφορτιστή μπορεί να επιτευχθεί σε χρόνο 20 έως 30 λεπτών

- ◆ Τρόπος 1

Μέγιστο 16 A ανά φάση (3,7 kW - 11kW)

- ◆ Τρόπος 2

Μέγιστο 32 A ανά φάση (3,4 kW - 22kW)

- ◆ Τρόπος 3

Μέγιστο 64 A ανά φάση (14,8 kW - 43 kW)

- ♦ Τρόπος 4

Μέγιστη 400 A ανά φάση (50 kW - 150 kW)

5.2.3.3.1 Υποδοχές Φόρτισης

Ανάλογα σε ποιο σημείο του πλανήτη βρισκόμαστε , είναι αναγκαία η ύπαρξη διαφορετικής υποδοχής στο αμάξι. Αυτό είναι ένα πρόβλημα που γίνονται προσπάθειες να εξαλειφτεί . Συνολικά υπάρχουν 4 διαφορετικές υποδοχές φόρτισης στα ηλεκτροκίνητα αμάξια.

Τύπος 1

Κύριος κατασκευαστής Yazaki (Ιαπωνία)
Max 230Vac 32A (7,3KW)

Τύπος 2

Κύριος κατασκευαστής Mennekes (Γερμανία)
Max 400Vac 63A τριφασική (43kW)

Τύπος 3

Κύριος κατασκευαστής SCAME (Γαλλία)

Τύπος 4

Yazaki (Ιαπωνία) Μέγιστη 500Vdc 120A (50kW)

Τύπος 1	Τύπος 2	Τύπος 3	Τύπος 4
			
			
7kw	43kw	22kw	50kw
τρόπος 3	τρόπος 3	τρόπος 3	τρόπος 4

Εικόνα 28: Οι διαφορετικοί τύποι φόρτισης

Η ΕΕ συμφώνησε σε ένα κοινό βύσμα γερμανικής προέλευσης για πρίζες Τύπου 2, όσον αφορά στη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων.

Το γερμανικό βύσμα Mennekes για πρίζες Τύπου 2 θα χρησιμοποιείται για τη φόρτιση των ηλεκτρικών αυτοκινήτων στις χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης.



Εικόνα 29 : Εγκεκριμένο από την Ε.Ε. κοινό βύσμα , τύπου 2 , της εταιρείας MENNEKES

5.2.3.3.2 Τρόποι φόρτισης

- ◆ Οικιακή φόρτιση



Η φόρτιση του οχήματος είτε από μία απλή πρίζα (Mode 1), που διαθέτει όμως κάποιες ελάχιστες προδιαγραφές (π.χ. ειδική ασφάλεια 16 A), είτε από μια ειδική συσκευή φόρτισης με ειδικού τύπου βύσμα και ενσωματωμένο σύστημα ελέγχου και προστασίας (Mode 3) και με παροχή ισχύος 3,5 kw, την οποία μπορούν να δεχθούν όλα τα μοντέλα ηλεκτρικών και plug-ins υβριδικών αυτοκινήτων. Στην περίπτωση αυτή μια πλήρης επαναφόρτιση άδειας μπαταρίας από μια συνηθισμένη μονοφασική παροχή, όπως αυτές που υπάρχουν στις περισσότερες οικιακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, μπορεί να διαρκέσει από 7 ώρες (με συσκευή φόρτισης) έως 12 ή περισσότερες ώρες (απευθείας από την πρίζα) αναλόγως και του τύπου του αυτοκινήτου, του καλωδίου που χρησιμοποιείται και των χαρακτηριστικών της συσκευής φόρτισης.

◆ Ημιταχεία / Κοινόχρηστη φόρτιση



Οι συσκευές ημιταχείας φόρτισης που τοποθετούνται σε κοινόχρηστα σημεία, όπως σε πεζοδρόμια, οργανωμένους χώρους στάθμευσης, super markets κλπ., είναι ειδικές συσκευές που παρέχουν εναλλασσόμενο ρεύμα με ισχύ από 7kw έως 21kw. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή πρόσφατα αποφάσισε ότι το πρότυπο πρίζας IEC 62196-2 Τύπου 2 θα είναι το κοινό standard για τους φορτιστές στις χώρες της ΕΕ. Στις περισσότερες περιπτώσεις κοινόχρηστων

φορτιστών ο ανεφοδιασμός γίνεται με καλώδιο σύνδεσης, που διαθέτει το ίδιο το όχημα για να συνδέεται με κοινόχρηστους φορτιστές. Μια πλήρης επαναφόρτιση άδειας μπαταρίας σε κοινόχρηστους σταθμούς ημιταχείας φόρτισης διαρκεί από 1 έως 3 ώρες, αναλόγως του τύπου του αυτοκινήτου και της έντασης ρεύματος του φορτιστή.

◆ Ταχεία Φόρτιση

Οι συσκευές ταχυφόρτισης παρέχουν είτε συνεχές ρεύμα (DC) έντασης ως 50 kw, είτε και εναλλασσόμενο (AC) με ισχύ έως 44 kw για οχήματα που διαθέτουν ενσωματωμένο ταχυφορτιστή. Οι ταχυφορτιστές διαθέτουν σύστημα επικοινωνίας με το ηλεκτρικό όχημα, ώστε να ρυθμίζεται αναλόγως η ένταση της φόρτισης χωρίς να καταπονούνται τα στοιχεία της μπαταρίας. Μια επαναφόρτιση σε ποσοστό 85% - 90% της μπαταρίας διαρκεί από 20' έως 45' ανάλογα και με την εξωτερική θερμοκρασία. Προϋπόθεση της ταχυφόρτισης είναι η ύπαρξη αντίστοιχης δυνατότητας του οχήματος, ενώ στις περιπτώσεις των ταχυφορτιστών συνεχούς ρεύματος το καλώδιο με το αντίστοιχο βύσμα είναι πάντοτε ενσωματωμένα στη συσκευή ταχυφόρτισης.

5.2.3.4 Μειονεκτήματα- Πλεονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης

Πλεονεκτήματα

1. Δεν παράγουν κανενός είδους ρύπους εξάτμισης.
2. Προκαλούν την ελάχιστη δυνατή ρύπανση σε μακροχρόνια βάση, υπό τον όρο ότι χρησιμοποιούν ηλεκτρική ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.
3. Είναι πιο αθόρυβα από τα αυτοκίνητα εσωτερικής καύσης.
4. Επιτυγχάνουν σχεδόν σταθερή ροπή από την ακινησία έως το μέγιστο όριο στροφών λειτουργίας.
5. Έχουν ευχέρεια να λειτουργούν σε πιο υψηλές στροφές από τους βενζινοκινητήρες, συχνά ακόμα και ως τις 14.000 στροφές / λεπτό.

6. Έχουν χαμηλότερο κόστος σε βάθος χρόνου, καθώς δεν επηρεάζονται από την κάθε τόσο αύξηση της τιμής της βενζίνης, αλλά και λόγω του χαμηλότερου κόστους σέρβις και συντήρησης. Τα ΗΑ χρειάζονται πολύ λιγότερο σέρβις και συντήρηση, καθώς:

- ❖ δεν απαιτούν τις τακτικές αλλαγές λαδιών.
- ❖ δεν εκπέμπουν ρύπους, δεν έχουν σύστημα εξαγωγής καυσαερίων και διάταξη εξάτμισης, ούτε σιγαστήρα (σιλανσιέ) προ της εξάτμισης, ούτε καταλύτη ή φίλτρο καπνού.
- ❖ δεν απαιτούν αντικατάσταση ή έστω συντήρηση σε μηχανικά μέρη, όπως σύστημα ανάφλεξης, πιστόνια, βαλβίδες ή εκκεντροφόρους, διότι στα ΗΑ δεν υπάρχουν, ενώ οι μηχανές εσωτερικής καύσης έχουν πάνω από 100 κινούμενα μέρη.[3]
- ❖ μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να αυτο-φορτίζονται κατά τις επιβραδύνσεις του οχήματος (regenerative braking), βελτιώνοντας έτσι τον δείκτη κατανάλωσης.

Μειονεκτήματα

1. Υψηλές δαπάνες κατασκευής, με αποτέλεσμα την υψηλή τιμή πώλησης.
2. Περιορισμένη απόσταση ταξιδιού μεταξύ κάθε επαναφόρτισης της μπαταρίας. Στο παρελθόν κάθε 100 χιλιόμετρα χρειάζονταν επαναφόρτιση. Ωστόσο, τα πιο σύγχρονα μοντέλα επιτυγχάνουν αυτονομίες που ξεκινούν από 100 έως 120 χιλιόμετρα στα αυτοκίνητα πόλης και φτάνουν στα 250 - 300 χιλιόμετρα ή και παραπάνω, σε αυτοκίνητα μεγάλης ισχύος
3. Μεγάλος χρόνος επαναφόρτισης, συνήθως 6 ώρες για πλήρη επαναφόρτιση. Ωστόσο, αρκετά σύγχρονα μοντέλα μπορούν να φορτιστούν κατά 80% σε χρόνο λιγότερο της 1 ώρας (ταχεία φόρτιση).
4. Περιορισμένη διάρκεια ζωής μπαταριών, συνήθως 3 - 5 χρόνια.
5. Η απόσταση ταξιδιού μειώνεται δραματικά όταν οι εξωτερική θερμοκρασία είναι πολύ χαμηλή.

5.2.3.5 Πωλήσεις ηλεκτρικών αυτοκινήτων

Cumulative Plug-in Electric Vehicle (PEV) Sales by Region, European Markets: 2012-2020

Source: Pike Research

Region	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Western Europe	35,253	107,440	237,590	444,086	749,929	1,173,451	1,691,363	2,281,053	2,926,089
Germany	6,528	20,524	46,828	88,508	150,243	236,533	343,691	466,953	603,416
United Kingdom	3,306	9,925	22,036	41,054	68,902	107,220	154,538	206,500	261,653
Italy	2,170	6,555	14,791	28,278	48,590	77,120	113,167	155,118	202,703
France	5,548	17,506	39,029	73,863	123,991	188,213	266,005	355,091	453,949
Norway	4,757	12,409	22,656	36,946	58,057	87,326	120,563	158,219	198,627
Spain	1,031	3,474	8,467	17,101	30,652	50,548	76,333	105,206	136,024
Sweden	1,867	5,672	12,779	24,031	40,903	65,260	95,436	130,338	167,258
Rest of Western Europe	10,046	31,376	71,006	134,306	228,591	361,231	521,630	703,628	902,459
Eastern Europe	1,508	3,331	6,395	11,391	20,516	33,151	48,708	68,430	92,679
Russia	196	735	2,215	4,775	9,876	17,532	27,360	39,968	55,367
Poland	217	694	1,619	2,980	5,506	8,628	12,202	16,759	22,672
Estonia	944	1,490	1,716	2,131	2,657	3,261	3,928	4,711	5,588
Rest of Eastern Europe	151	413	844	1,504	2,478	3,730	5,218	6,992	9,052
Total	36,761	110,771	243,985	455,477	770,445	1,206,602	1,740,071	2,349,483	3,018,768

Εικόνα 30 : Πωλήσεις Η/Α στις χώρες της Ευρώπης

Βλέπουμε ότι οι προβλέψεις είναι ενθαρρυντικές για την περαιτέρω εξέλιξη αυτής της τεχνολογίας καθώς στη Δυτική Ευρώπη η αύξηση θα είναι ραγδαία. Το πρόβλημα είναι στην Ανατολική Ευρώπη που δεν φαίνεται να είναι έτοιμη για αυτή την αλλαγή ακόμη.

5.3 Επιλογή Βέλτιστου τρόπου κίνησης

Προκύπτει ότι η καλύτερη επιλογή είναι αυτή της ηλεκτροκίνησης. Ο λόγος είναι πως είναι ώριμη σχετικά τεχνολογία και φαίνεται να επενδύουν σε αυτή μεγάλοι κολοσσοί της παγκόσμιας αγοράς όπως η Apple . Το αποτέλεσμα θα γίνει αισθητό με τις τιμές να πέφτουν κάνοντας προσιτή σε όλους της αγορά ενός ηλεκτροκίνητου αυτοκινήτου .

Απορρίπτω τις άλλες δύο τεχνολογίες , την μεν υδρογονοκίνηση γιατί έχει ωριμάσει ακόμη και την βιοκίνηση επειδή δεν είναι 100% από βιοκαύσιμα αλλά ένα μίγμα αυτών και συμβατικών καυσίμων.

5.4 Υπολογισμοί

Όπως έχω ήδη αναφέρει , για να ολοκληρωθεί και αυτός ο υπολογισμός η συμβολή της K^{as} Πασχαλίας Παυλίδου ήταν καθοριστική καθότι μου παρείχε τον αριθμό των «ενεργών» αυτοκινήτων στο Νησί της Σαμοθράκης. Αυτός ανέρχεται σε 1.200 αυτοκίνητα τα οποία γενικά χρησιμοποιούνται λίγο , ελάχιστα κατά το χειμώνα και σε λογικά πλαίσια το καλοκαίρι. Στο σύνολο θα θεωρήσω για όλο το έτος σαν μέση ημερήσια κίνηση και για τα 1.200 αυτοκίνητα τα 15 χιλιόμετρα .

Τα αμάξια που επέλεξα έχουν αυτονομία που φτάνει τα 200 χιλιόμετρα και φορτίζουν πλήρως σε 4 ώρες σε απλή φόρτιση . Σε κάθε περίπτωση για να υπάρχει ασφάλεια στους υπολογισμούς θα θεωρήσω αναγκαία τη φόρτιση κάθε 10 μέρες .Ο αποθηκευτικός χώρος (μπαταρίες) έχουν χωρητικότητα 30Kw.Η ισχύς της φόρτισης είναι ίση με 7Kw πράγμα που σημαίνει ότι αν δεν αφήσουμε να υποχωρεί κάτω από το 30 % της μπαταρίας για ασφάλεια το αυτοκίνητο θα είναι ξανά πλήρως φορτισμένο σε 3 ώρες.

Οι συνολικές ανάγκες σε ισχύ κατά την διάρκεια του έτους ανέρχονται σε :

1 φόρτιση κάθε 10 μέρες , 3 ωρών ισχύος 7kw που σημαίνει 21 kw κάθε 10 μέρες ή 766,5kw το χρόνο για κάθε αμάξι. Άρα συνολικά είναι 919,8MW για όλα τα αμάξια όλο το χρόνο. Αυτή η ενέργεια έχει ενσωματωθεί στους υπολογισμούς που έχουν γίνει για τη διαστασιολόγηση του υβριδικού συστήματος , ανά ώρα , δηλαδή 105KW παραπάνω ισχύ κάθε ώρα κατά μέσο όρο.

Στο θέμα του σημείου φόρτισης , φυσικά πρώτη επιλογή θα είναι η οικιακή φόρτιση. Από εκεί και πέρα θα υπάρξουν και σταθμοί φόρτισης ικανοί να φέρουν εις πέρας τις ανάγκες που δημιουργούνται. Κάθε μέρα θα πρέπει να εξυπηρετούνται 120 αυτοκίνητα , οπότε θα υπάρξουν 4 σταθμοί των 30 θέσεων . 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.

Αυτό σημαίνει ότι με μέση τιμή τις 3.000 ευρώ ανά σημείο φόρτισης για τις απλές φορτίσεις και 5.000 ευρώ για τα 8 σημεία ταχείας φόρτισης η υποδομή στοιχίζει 400.000 ευρώ.

Οι τιμές των ηλεκτροκίνητων αυτοκινήτων κυμαίνονται από τις 15.000ευρώ μέχρι και τις 60.000ευρώ. Σημαντικό ρόλο στην τελική τιμή πώλησης κατέχουν οι μπαταρίες. Το μοντέλο που έχω επιλέξει βρίσκεται στην τιμή των 18.300 ευρώ .

Σε αυτό το σημείο θα κάνω μια οικονομική σύγκριση μεταξύ του ηλεκτρικού αυτοκινήτου που έχω επιλέξει και άλλων δύο αυτοκινήτων ίδιας ιπποδύναμης , ενός βενζινοκίνητου και ενός άλλο που χρησιμοποιεί diesel.

	DIESEL	Βενζίνη	Ηλεκτρικό
Μοντέλο	Alfa Romeo Mito	Fiat Twinair	Renault Zoe
Ισχύς	85Hp	85Hp	65KW ή 85Hp
Κατανάλωση	3,5lt/100km	4,1lt/100km	15KWh/100km
Κόστος Αγοράς	15.200,00 €	15.100,00 €	18.300,00 €
Τιμή καυσίμου	1,35 €/lt	1,80 €/lt	0,25 €/kW
Κόστος Ετήσιας Συντήρησης	1.500,00 €	1.200,00 €	400,00 €
Συνολικό κόστος καυσίμων ανά έτος	259,00 €	404,00 €	205,00 €

Πίνακας 12 : Βασικά χαρακτηριστικά των αυτοκινήτων

Θέτω ένα κόστος ετήσιας συντήρησης στα ΗΑ ίσο με 400 ευρώ καθότι είναι πιθανή η αλλαγή μπαταρίας (συσσωρευτή) ανά πενταετία . Το κόστος αυτής της αλλαγής είναι ίσο με 2.000 ευρώ.

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία, παραθέτω ένα νέο πίνακα όπου φαίνονται τα συνολικά κόστη αγοράς και χρήσης του κάθε είδους αυτοκινήτου αθροιστικά ανά χρόνο.

	DIESEL	Βενζίνη	Ηλεκτρικό
Μοντέλο	Alfa Romeo Mito	Fiat Twinair	Renault Zoe
1ο Έτος	16.959,00 €	16.704,00 €	18.905,00 €
2ο Έτος	18.718,00 €	18.308,00 €	19.510,00 €
3ο Έτος	20.477,00 €	19.912,00 €	20.115,00 €
4ο Έτος	22.236,00 €	21.516,00 €	20.720,00 €
5ο Έτος	23.995,00 €	23.120,00 €	21.325,00 €
6ο Έτος	25.754,00 €	24.724,00 €	21.930,00 €
7ο Έτος	27.513,00 €	26.328,00 €	22.535,00 €
8ο Έτος	29.272,00 €	27.932,00 €	23.140,00 €
9ο Έτος	31.031,00 €	29.536,00 €	23.745,00 €
10ο Έτος	32.790,00 €	31.140,00 €	24.350,00 €

Πίνακας 13: Συνολικά ετήσια κόστη

Είναι εμφανές πως από το 4ο έτος και μετά η επένδυση στο ηλεκτρικό αυτοκίνητο αποφέρει κέρδος.

Να σημειώσω ξανά ότι η προσαύξηση στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας λόγω της χρήσης ηλεκτρικών αυτοκινήτων έχει ήδη ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς για την διαστασιολόγηση του υβριδικού συστήματος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Βασικές οικονομικές έννοιες

Η οικονομική σκοπιμότητα των επενδύσεων σε ενεργειακά συστήματα εξετάζεται με σύγκριση των βαθμών μακροπρόθεσμης οικονομικής απόδοσης των διαφόρων εναλλακτικών λύσεων (επενδύσεων) για την παραγωγή ηλεκτρικών και θερμικών φορτίων για ίδια κατανάλωση και για εμπορική διάθεση. Οι επενδύσεις σε ενεργειακά συστήματα είναι επομένως οικονομικά σκόπιμες, εάν η μείωση των λειτουργικών δαπανών για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών μπορεί να αποσβέσει το αρχικό κεφάλαιο σε εύλογο χρονικό διάστημα ή αν τα έσοδα από τη διάθεση της παραγόμενης ενέργειας οδηγούν σε κέρδη ικανά να ικανοποιήσουν τους επιχειρηματικούς στόχους του επενδυτή.

Στην παρούσα μελέτη λόγω του μεγέθους των ενεργειακών αναγκών έκρινα σκόπιμο να παραβλέψω διαφορετικές συνθέσεις του υβριδικού συστήματος, συνθέσεις που θα εμπεριείχαν φωτοβολταϊκά και συσσωρευτές καθώς ή δέσμευση της γης θα ήταν πολύ μεγάλη με αποτέλεσμα την τελική αύξηση του συνολικού κόστους. Άρα δεν έχω διαφορετικές συνθέσεις υβριδικών συστημάτων προς μελέτη. Αποτέλεσμα αυτού είναι η οικονομική αξιολόγηση αυτού του μοντέλου χωρίς την σύγκριση με κάποιο άλλο.

6.2 Παράμετροι υπολογισμού

ΚΟΣΤΟΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ		
Ειδικό κόστος Α/Γ (€/KW)	1200(€/KW)	9.720.000,00 €
ΚΟΣΤΟΣ ΑΝΤΛΙΣΙΟΤΑΜΙΕΥΤΗΡΑ		
Ειδικό κόστος υδροστροβίλων (€/KW)	500(€/KW)	3.015.000,00 €
Ειδικό κόστος αντλιών	600(€/KW)	4.860.000,00 €
ΣΩΛΗΝΩΣΕΙΣ		
κόστος υλικού (€/Kgr)	1 €	553.233,00 €
κόστος εγκατάστασης	15% κόστους υλικού	82.985,00 €
δεξαμενή (€/m)	5 €/m	7.500.000,00 €
ΛΟΙΠΑ ΕΞΟΔΑ		
Ηλεκτρικό δίκτυο διασύνδεσης (€/Km)	50.000,00 (€/Km)	150.000,00
Αμοιβές συμβούλων και μελετητών		50.000,00 €
Οδοποιία	25.000(€/Km)	100.000,00 €
Κτήριο σταθμού και σταθμοί ηλεκτροκίνησης		500.000,00 €
Διάφορα άλλα έξοδα		50.000,00 €
	ΣΥΝΟΛΟ	26.431.218,00 €

Πίνακας 14 : Βασικές παράμετροι υπολογισμού

Χρόνια	Έσοδα	Δημοτικά τέλη	Συντήρηση εξοπλισμού	Δόση Δανείου	Μισθοδοσία	Ασφάλεια	Απρόβλεπτα	Απόσβεση	Φόροι	Συνολικά έξοδα	Κέρδη	Κέρδη στην παρούσα αξία	Αθροιστικά κέρδη στην παρούσα αξία
1	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	2.140.266 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	308.433 €	2.961.755 €	1.233.731	1.153.020 €	1.153.020 €
2	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	2.140.266 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	308.433 €	2.961.755 €	1.233.731	1.077.589 €	2.230.609 €
3	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	2.140.266 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	308.433 €	2.961.755 €	1.233.731	1.007.092 €	3.237.701 €
4	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	2.140.266 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	308.433 €	2.961.755 €	1.233.731	941.208 €	4.178.909 €
5	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	2.140.266 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	308.433 €	2.961.755 €	1.233.731	879.633 €	5.058.542 €
6	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	2.140.266 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	308.433 €	2.961.755 €	1.233.731	822.087 €	5.880.629 €
7	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	2.140.266 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	308.433 €	2.961.755 €	1.233.731	768.306 €	6.648.935 €
8	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	2.140.266 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	308.433 €	2.961.755 €	1.233.731	718.043 €	7.366.978 €
9	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	1.602.398 €	8.969.376 €
10	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	1.497.569 €	10.466.945 €
11	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	1.399.597 €	11.866.542 €
12	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	1.308.034 €	13.174.576 €
13	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	1.222.462 €	14.397.038 €
14	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	1.142.488 €	15.539.526 €
15	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	1.067.746 €	16.607.272 €
16	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	997.893 €	17.605.165 €
17	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	932.610 €	18.537.775 €
18	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	871.599 €	19.409.374 €
19	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	814.578 €	20.223.952 €
20	4.727.110,45 €	141.813 €	89.918 €	0 €	75.000 €	106.325 €	100.000 €	531.624 €	736.486 €	1.249.542 €	2.945.944	761.288 €	20.985.240 €

Πίνακας 15 : Οικονομικοί υπολογισμοί ανά έτος ανοιγμένοι στην παρούσα αξία.

Για την ολοκλήρωση του παραπάνω πίνακα , παραθέτω τα στοιχεία που ήταν αναγκαία για την ολοκλήρωσή του . Υποθέτω ότι υπάρχει ένα επενδυτικό μοντέλο όπου :

Ιδια κεφάλαια	40,00%	10.632.487,18 €
Επιχορήγηση	10,00%	2.658.121,80 €
Δάνειο	50,00%	13.290.608,98 €
Επιτόκειο δανείου	6,00%	
Έτη αποπληρωμής	8,00	

Με βάση αυτά τα στοιχεία έγιναν οι παραπάνω υπολογισμοί. Επίσης άλλα σημαντικά στοιχεία είναι :

Τιμή πώλησης (KWh)	0,25 €
Συνολική πωλούμενη ενέργεια (KW)	18908441,8
Αριθμός εργαζομένων	3

Τέλος για τους υπολογισμούς πρέπει να αναφερθεί πως :

- ◆ Τα δημοτικά τέλη αποτελούν το 3% των εσόδων
- ◆ Η ασφάλεια είναι το 0,4% του συνολικού κόστους
- ◆ Η ετήσια δόση του δανείου δίνεται από τη σχέση

$$\alpha = \frac{K * i}{1 - \frac{1}{(1 + i)^t}}$$

Όπου :

- α = η ετήσια τοκοχρεωλυτική δόση του δανείου
- i = το επιτόκιο χορηγήσεων (δανείου)
- K = το δανειζόμενο κεφάλαιο
- t = διάρκεια δανεισμού

Για το υπολογισμό της παρούσας αξίας :

- ❖ Διαιρούμε την καθαρή χρηματική ροή με τον παράγοντα $(1 + \text{επιτόκιο προεξόφλησης})^t$ (έτος υπολογισμού)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 Σύνοψη συμπερασμάτων

Το συμπέρασμα από τη μελέτη αυτή είναι πως υπάρχουν οι φυσικές δυνατότητες και συνθήκες αρχικά για την δημιουργία ενεργειακά ανεξάρτητων και αυτόνομων Νησιών. Τα οικονομικά δεδομένα είναι επίσης ενθαρρυντικά προς αυτή την κατεύθυνση. Θα πρέπει να τονιστεί και η διαρκώς εξελισσόμενη τεχνολογία στα ενεργειακά ζητήματα. Αποτέλεσμα αυτής, οι ανταγωνιστικότερες τιμές.

Το σημαντικότερο όλων όμως είναι η ενεργειακή ανεξαρτησία. Η αποσύνδεση από συμβατικά καύσιμα και συνεπώς η αποσύνδεση από κάθε είδους πολιτικά παιχνίδια που χρησιμοποιούν την ενέργεια σαν μέσο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.1 Πρόσθετες παρεμβάσεις

Θα ήθελα να επισημάνω την σημαντικότητα δημιουργίας Χ.Υ.Τ.Α (χώρος υγειονομικής ταφής απορριμμάτων) και ενός βιολογικού καθαρισμού στη Νήσο της Σαμοθράκης. Και τα δύο έργα είναι εξίσου σημαντικά και θα πρέπει να πραγματοποιηθούν σύντομα. Θέλω να σταθώ όμως στις ενεργειακές δυνατότητες τους. Πλέον με την τεχνογνωσία που υπάρχει αυτά τα έργα θα μπορούσαν να καλύψουν εξ' ολοκλήρου τις ενεργειακές τους ανάγκες ακόμη και να βοηθήσουν στην ενεργειακές απαιτήσεις του νησιού.

Φυσικά είναι και το θέμα υγιεινής. Αυτή τη στιγμή τα σκουπίδια μεταφέρονται σε χωματερή του δήμου Κομοτηνής. Καλό είναι να φροντίζουμε μόνοι μας για τις ανάγκες μας και να δεχόμαστε επικουρική βοήθεια. Η δε ύπαρξη βιολογικού καθαρισμού είναι ζωτικής σημασίας για την διαφύλαξη του φυσικού περιβάλλοντος.

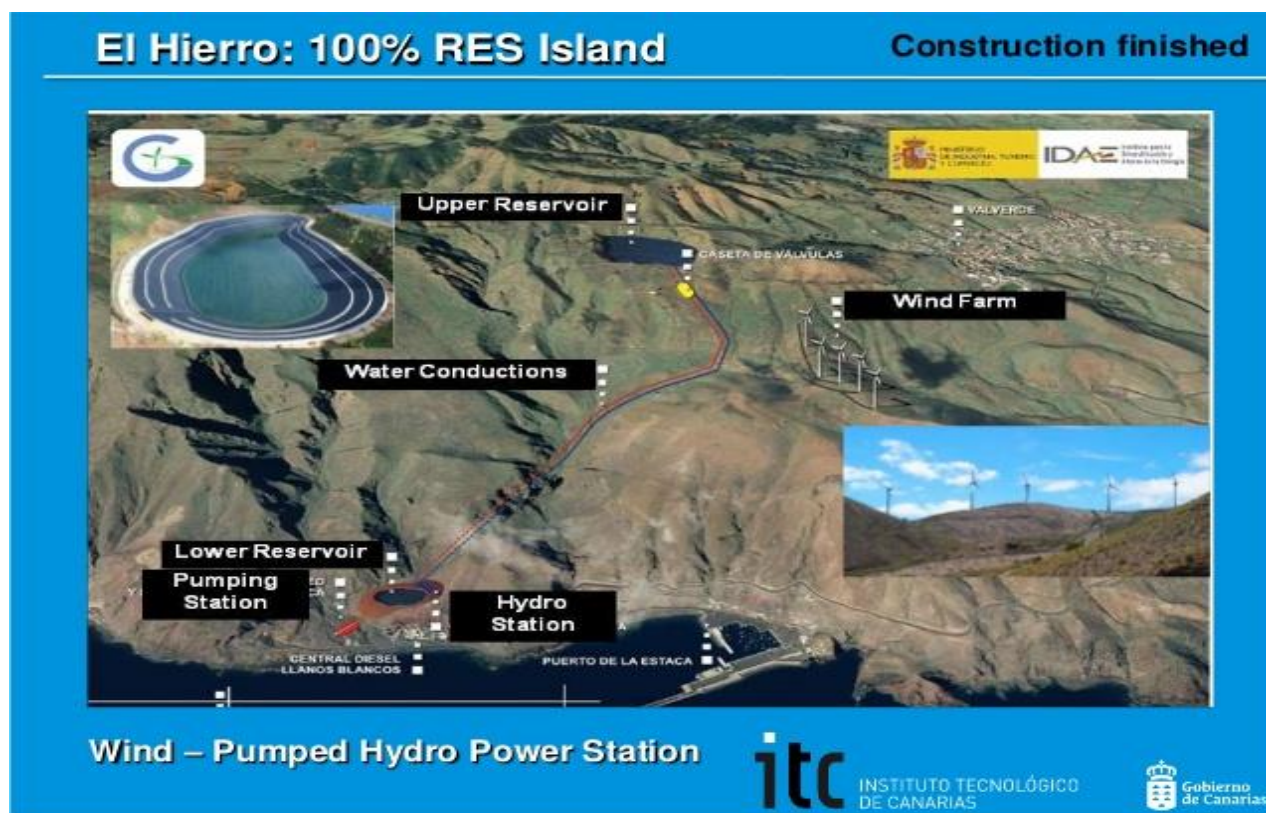
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

9.1 Παραδείγματα ενεργειακά ανεξάρτητων Νήσων

A) Ελ Ιέρο (Ισπανία)

Το Ελ Ιέρο βρίσκεται στον Ατλαντικό Ωκεανό, 1000 χλμ. μακριά από την ευρωπαϊκή ενδοχώρα και ήταν το τελευταίο ευρωπαϊκό έδαφος που είδε ο Χριστόφορος Κολόμβος πριν φτάσει στο Νέο Κόσμο. Αποτελεί τμήμα των Κανάριων Νήσων και υπάγεται διοικητικά στην Ισπανία. Μέχρι πρόσφατα το Ελ Ιέρο κάλυπτε τις ενεργειακές του ανάγκες από πετρέλαιο, το οποίο έφτανε εδώ με μία ιδιαίτερα χρονοβόρα και ακριβή διαδικασία. Πλέον τα πράγματα έχουν αλλάξει. Το Ελ Ιέρο αποτελεί για το 2014 την πρώτη νησιωτική περιοχή στον κόσμο που είναι ενεργειακά αυτάρκης. Από εκεί που ήταν απόλυτα εξαρτημένη στα ορυκτά καύσιμα, σήμερα τροφοδοτείται κατά 100% από τον συνδυασμό αιολικής και υδροηλεκτρικής ενέργειας, αξιοποιώντας τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή.

Πέντε τεράστιες ανεμογεννήτριες απόδοσης 48 κιλοβατώραν βρίσκονται διάσπαρτες κατά μήκος των ακτών και δουλεύουν ακατάπαυστα νυχθημερόν. Όταν πνέουν ισχυροί άνεμοι, η ενέργεια που περισσεύει χρησιμοποιείται για την άντληση θαλασσινού νερού σε ένα φράγμα. Το νερό που αποθηκεύεται εκεί χρησιμοποιείται με τη σειρά του για την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, όταν η ταχύτητα του ανέμου δεν επαρκεί για την παραγωγή αιολικής.



Εικόνα 31 : Ελ Ιέρο , το πρώτο 100% πράσινο νησί

Σύμφωνα με τον κυβερνήτη της περιοχής Αλπίδιο Άρμας οι επενδύσεις στον τομέα αυτό λειτουργούν ως «μαγνήτης», προσελκύοντας στο μικρό νησί πολλούς νέους εργαζομένους που το είχαν εγκαταλείψει. Ο Άρμας δηλώνει περήφανος για την ενεργειακή «κατάκτηση» του Ελ Ιέρο, ωστόσο υπάρχει και η άλλη πλευρά. Παρά το γεγονός ότι η παραγόμενη ενέργεια είναι απόλυτα φιλική προς το περιβάλλον, δεν είναι το ίδιο φιλική και προς την «τσέπη» των καταναλωτών, μιας και η τιμή ηλεκτρικού ρεύματος δεν μειώθηκε. Η τιμή ηλεκτρικού ρεύματος καθορίζεται ενιαία για το σύνολο της ισπανικής επικράτειας, ανεξαρτήτως της πηγής από την οποία προέρχεται. Εντούτοις στόχος του Ελ Ιέρο, σύμφωνα με τον κυβερνήτη του, είναι να συνεχίσει αποκλειστικά στον δρόμο των ανανεώσιμων πηγών. Ο νέος στόχος είναι μέχρι το 2020 όλα τα αυτοκίνητα του νησιού να κινούνται επίσης με «πράσινη» ηλεκτρική ενέργεια.

B) Σαμσό (Δανία)

Για την διαμόρφωση του νησιού, απαιτήθηκε συνολική επένδυση της τάξης των 60 εκατ. ευρώ σε διάστημα 10 ετών, ενώ βασικό πρόταγμα του εγχειρήματος ήταν να συμμετέχει η τοπική κοινωνία ενεργά στα έργα. Όχι μόνο μέσω της απασχόλησης του τοπικού εργατικού δυναμικού στη διάρκεια της κατασκευής, αλλά και μέσω της ενεργής εμπλοκής των τοπικών κοινωνιών ως μετόχων των έργων.

Στο νησί λειτουργούν δύο πάρκα ένα στη ξηρά και ένα στην ανοικτή θάλασσα, ενώ τέσσερις από τις 10 ανεμογεννήτριες της ανοικτής θαλάσσης πάρκου και 9 από τις 11 ανεμογεννήτριες του πάρκου στην ξηρά ανήκουν στους αγρότες οι οποίοι επένδυσαν τις οικονομίες τους στην κατασκευή τους και τα έσοδά τους πηγαίνουν στους λογαριασμούς τους. Τα υπόλοιπα έσοδα από τις ανεμογεννήτριες πηγαίνουν σε έναν τοπικό ενεργειακό συνεταιρισμό. Όλα τα έργα, που χρειάστηκαν, κατασκευάστηκαν με τη χρήση του τοπικού εργατικού δυναμικού.

Οι ανάγκες σε θέρμανση καλύπτονται από συνολικά τέσσερις περιφερειακές εγκαταστάσεις βιομάζας (με καύση άχυρων) για την τηλεθέρμανση των έξι πόλεων του νησιού. Επίσης στο νησί υπάρχουν πολλές ιδιωτικές εγκαταστάσεις γεωθερμίας, φωτοβολταϊκών και μπόιλερ που λειτουργούν με pellets. Τα οχήματα στο νησί χρησιμοποιούν βιοκαύσιμα που παράγονται τοπικά ενώ οι εκπομπές τους σε διοξείδιο του άνθρακα ισοσκελιζονται από την εξοικονόμηση εκπομπών CO₂ των αιολικών πάρκων. Από τα έργα που έχουν γίνει στο νησί έχει επιτευχθεί στόχος εξοικονόμησης εκπομπών CO₂ σε ποσοστό 140% (λόγω των εξαγωγών πράσινης ενέργειας). Τέλος στο Σάμσο λειτουργεί από το 2007 ενεργειακή ακαδημία. Και όλα αυτά από ένα νησί 4.000 κατοίκων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

10.1 Βιβλιογραφία

- 1) <http://www.rae.gr/old/SUB3/3B/3b3.htm>
- 2) <http://www.cres.gr/>
- 3) <http://www.dafni.net.gr/gr/members/files/samothraki/samothraki-report.pdf>
- 4) <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/mhx/2010/ShembilliTaulant/attached-document-1277112444-529730-20444/Shembilli2010.pdf>
- 5) <http://www.helapco.gr/ims/file/installers/totee-klimatika.pdf>
- 6) <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/per/2005/Markaki/attached-document/2005Markaki.pdf>
- 7) <http://www.physics4u.gr/energy/biomass.html>
- 8) <http://www.biomassenergy.gr/articles/technology/biogas/5-biogas-plants-feedstock-selection>
- 9) http://library.tee.gr/digital/kdth/kdth_3460/kdth_3460_zafiris.pdf
- 10) [http://www.big-east.eu/downloads/fr-reports/ANNEX%203-4 WP2 D2.2 Summary%20Report%20Greece-Greek.pdf](http://www.big-east.eu/downloads/fr-reports/ANNEX%203-4%20WP2%20D2.2%20Summary%20Report%20Greece-Greek.pdf)
- 11) <http://www.aegean-energy.gr/gr/pdf/Strategic%20Energy%20Planning.pdf>
- 12) http://www.samothraki.com/htm/indexf_g.htm?../wetter/wettera_g.php
- 13) http://www.2en.gr/energy_studies.php
- 14) <https://www.dei.gr>
- 15) <http://projects-circuits.com/mini-hydro-turbine-generating-electric-power-from-water-pipelines/>
- 16) http://malkidis.blogspot.gr/2011/10/blog-post_9462.html
- 17) <http://www.greenpeace.org/>
- 18) <http://www.ceramicsun.gr/>
- 19) <http://www.mstavrakakis.gr/viomaza/protupa-viomazas-pellet>

-
- 20) <http://www.easy2find.gr/>
 - 21) http://www.energ.gr/index.php?option=com_kunena&catid=62&id=117&Itemid=384&view=topic&limitstart=90
 - 22) <http://www.nsamaras.gr/>
 - 23) <http://www.gosavenergy.gr/>
 - 24) <http://www.hellenic-pellets.gr/>
 - 25) <http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse2/stef/mhx/2011/PrentseMplarian/attached-document-1327309197-334996-20583/Prentse2011.pdf>
 - 26) https://dspace.lib.ntua.gr/dspace2/bitstream/handle/123456789/2768/kleiasoui_hybridsystem.pdf?sequence=3
 - 27) http://en.wikipedia.org/wiki/Electric_car_use_by_country
 - 28) <http://auto.howstuffworks.com/electric-car.htm>
 - 29) <http://www.agroenergy.gr/>
 - 30) <http://www.autoblog.com/2009/08/20/greenlings-why-choose-a-fuel-cell-or-an-internal-combustion-eng/>

Παράρτημα

Μελέτη θερμικών απωλειών κτηρίου

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα μελέτη έγινε σύμφωνα με την μεθοδολογία DIN 4701 και τις 2421/86 (μέρος 1 & 2) και 2427/86 TOTEE, ενώ ακόμα χρησιμοποιήθηκαν και τα ακόλουθα βοηθήματα:

- α) *Erlaeterungen zur DIN 4701/83, mit Beispielen, Werner-Verlag*
- β) *Recknagel-Sprenger, Taschenbuch fuer Heizung und Klimatechnik,*
- γ) *Rietschel, Raiss, Heiz und Klimatechnik, Springer-Verlag*
- δ) *Κεντρικές Θερμάνσεις, Β. Σελλούντος*
- ε) *Εγχειρίδιο για τον Μηχανικό θερμάνσεων Garms/Pfeifer (TEE)*

2. ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ & ΚΑΝΟΝΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ

Με βάση το DIN 4701, οι θερμικές απώλειες ενός χώρου συνίστανται από:

- α) Απώλειες θερμοπερατότητας Q_o , που προέρχονται από τα περιβάλλοντα δομικά στοιχεία (τοίχοι, ανοίγματα, δάπεδα, οροφές κλπ)
- β) Απώλειες λόγω προσauξησεων.
- γ) Απώλειες αερισμού χώρου Q_L .

α) Οι απώλειες θερμοπερατότητας υπολογίζονται από τη σχέση:

$$Q_o = k \cdot F \cdot (t_i - t_a) = \frac{F(t_i - t_a)}{1/k} \text{ σε } W$$

όπου:

- Q_o : Απώλειες θερμότητας
- F : Επιφάνεια του δομικού τμήματος m^2
- k : Συντελεστής θερμοπερατότητας $W/m^2 K$ (ή $Kcal/m^2 K$)
- $1/k$: Αντίσταση θερμοπερατότητας σε $m^2 K/W$
- t_i : Θερμοκρασία χώρου σε $\rightarrow C$
- t_a : Θερμοκρασία εξωτερικού αέρα σε $\rightarrow C$

β) Οι προσauξησεις υπολογίζονται % και διακρίνονται σε:

β1) προσauξηση Z_H την επίδραση του προσανατολισμού.
($Z_H = -5$ για Ν, ΝΔ, ΝΑ $Z_H = +5$ για Β, ΒΔ, ΒΑ και $Z_H = 0$ για Δ και Α)

β2) προσauξηση $Z_U + Z_A = Z_D$ διακοπής λειτουργίας και ψυχρών εξωτερικών τοίχων (στο DIN 4701/83 αγνοείται ο συντελεστής Z_U). Η προσauξηση Z_D προσδιορίζεται με βάση το $D = Q_o / (F_{ges} \times \Delta t)$, όπου F_{ges} η συνολική επιφάνεια που περιβάλλει τον χώρο, και τις ώρες λειτουργίας του συστήματος θέρμανσης, σύμφωνα με τον πίνακα:

β2.1) Z_D για DIN77

Τιμή D

Τρόπος Λειτουργίας	0.1-0.29	0.30-0.69	0.70-1.49
0 ώρες διακοπής	7	7	7
8-12 ώρες διακοπής	20	15	15
12-16 ώρες διακοπής	30	25	20

β2.2) Ο συντελεστής Z_D για το DIN83 μεταβάλλεται ανάλογα με την τιμή του D περίπου γραμμικά (βλ. καμπύλη Z_D για το DIN83) παίρνοντας τιμές από το 0 μέχρι το 13.

Επομένως οι θερμικές απαιτήσεις μαζί με τις προσαυξήσεις είναι:

$$Q_T = Q_o (1 + Z_D + Z_H) = Q_o \times Z$$

γ) Οι απώλειες αερισμού Q_L υπολογίζονται εναλλακτικά:

γ1) από την σχέση που υπολογίζει τον απαιτούμενο αερισμό:

$$Q_L = V \times \rho \times c (t_i - t_a) \text{ (σε w)}$$

όπου:

- V: Όγκος εισερχομένου αέρα σε m^3/s
- c: Ειδική θερμότητα του αέρα σε $kJ/g K$
- ρ : Πυκνότητα του αέρα σε kg/m^3

γ2) από την σχέση υπολογισμού απωλειών λόγω χαραμάδων (στην περίπτωση που δεν υπάρχει εξαερισμός):

$$Q_L = \Sigma Q A_i, \text{ όπου:}$$

$$Q A_i = \alpha \times \Sigma l \times R \times H \times \Delta t \times Z_r \text{ για κάθε άνοιγμα.}$$

Οι παράμετροι της παραπάνω σχέσης είναι:

- α : Συντελεστής διείσδυσης αέρα
- Σl : Συνολική περίμετρος ανοίγματος (σε m)
- R: Συντελεστής διεισδυτικότητας (στο DIN 4701/83 ορίζεται ο συντελεστής r).
- H: Συντελεστής θέσης και ανεμόπτωσης (στο DIN 4701/83 ο συντελεστής H προσαυξάνεται αυτόματα για ύψος πάνω από 10 m σύμφωνα με τον συντελεστή ϵ_{GA}).
- Δt : Διαφορά θερμοκρασίας (σε βαθμούς °C)
- Z_r : Συντελεστής γωνιακών παραθύρων (στην περίπτωση γωνιακών παραθύρων παίρνει την τιμή 1.2 αντί της κανονικής 1)

δ) Το τελικό σύνολο των θερμικών απωλειών δεν είναι παρά το άθροισμα των Q_T και Q_L , δηλαδή:

$$Q_{ολ} = Q_T + Q_L$$

3. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών παρουσιάζονται πινακοποιημένα ως εξής:

α) Στο επάνω μέρος του πίνακα παρουσιάζονται τα δομικά στοιχεία που έχουν απώλειες από θερμοπερατότητα με τα χαρακτηριστικά τους. Οι στήλες του πίνακα αντιστοιχούν στα ακόλουθα μεγέθη:

- ◆ Είδος στοιχείου (πχ. **T**=τοίχος, **A**=Ανοιγμα, **O**=οροφή **Δ**=Δάπεδο)
- ◆ Προσανατολισμός
- ◆ Πάχος
- ◆ Μήκος
- ◆ Ύψος ή πλάτος
- ◆ Επιφάνεια
- ◆ Αριθμός όμοιων επιφανειών
- ◆ Συνολική Επιφάνεια
- ◆ Συντελεστής k
- ◆ Διαφορά Θερμοκρασίας Δt
- ◆ Καθαρές Θερμικές Απώλειες

β) στο κάτω μέρος του πίνακα συμπληρώνονται οι προσαυξήσεις και οι απώλειες αερισμού, με πλήρη ανάλυση.

Στοιχεία Κτιρίου

Πόλη	Αλεξανδρούπολη
Μέση Ελάχιστη Εξωτερική Θερμοκρασία (°C)	-7
Επιθυμητή Εσωτερική Θερμοκρασία (°C)	20
Θερμοκρασία Μη Θερμαινόμενων Χώρων (°C)	10
Θερμοκρασία Εδάφους (°C)	10
Αριθμός Επιπέδων Κτιρίου (1-15)	1
Επίπεδο στη Στάθμη του Εδάφους	1
Μεθοδολογία Υπολογισμού (1:DIN77 2:DIN83)	DIN77
Σύστημα Μονάδων (1:Kcal/h 2:Watt)	Watt

Τυπικά Στοιχεία

Εξwt. Τοίχοι Οροφές	Συνt.k (Watt/m ² hc)	Εσωt. Τοίχοι Δάπεδα	Συνt.k (Watt/m ² hc)	Ανοιγμ.	Πλάτος (m)	Ύψος (m)	Συνt.k (Watt/m ² hc)	Συνt. α	Φύλλα
T1	0.74	E1		A1	0.8	1.4	4.30		
T2	0.60	E2		A2	1.6	1.4	4.30		
T3		E3		A3	0.8	2.2	4.30		
T4		E4		A4	1.9	2.2	4.30		
T5		E5		A5	1	2.2	6.73		
T6		E6		A6	0.6	0.8	4.30		
T7		E7		A7					
T8		E8		A8					
T9		Δ1	0.75	A9					
T10		Δ2		A10					
T11		Δ3		A11					
O1	0.51	Δ4		A12					
O2		Δ5		A13					
O3		Δ6		A14					
O4		Δ7		A15					
O5		Δ8		A16					

Επίπεδο : 1 Χώρος : 1
 Ονομασία Χώρου Σαλόνι

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προ σαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Συντ. k (Watt/m ² hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	A			0.225	3	0.68	1	0.68		0.68	0.74	27.00	13.59
T1	N			0.225	3	0.68	1	0.68		0.68	0.74	27.00	13.59
T2	A			6.4	3	19.20	1	19.20	4.18	15.02	0.60	27.00	243.3
A4	A	α		1.9	2.2	4.18	1	4.18		4.18	4.30	27.00	485.3
T2	N			4.1	3	12.30	1	12.30	2.24	10.06	0.60	27.00	163.0
A2	N	α		1.6	1.4	2.24	1	2.24		2.24	4.30	27.00	260.1
Δ1				4.2	6.6	27.72	1	27.72		27.72	0.75	10.00	207.9
Ο1				4.2	6.6	27.72	1	27.72		27.72	0.51	27.00	381.7

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q_o 1768

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 354

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q_o x (1+ZD+ZH) 2122

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣixRxHxΔtxZΓ) = 360.2

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=VxρxcxΔt = 0

Όγκος Χώρου V = xx3=

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = **2482**

Επίπεδο : 1 Χώρος : 2
 Ονομασία Χώρου Μπάνιο

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προσαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Συντ. k (Watt/m ² hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T2	Δ			1.5	3	4.50	1	4.50	0.48	4.02	0.60	27.00	65.12
A6	Δ	α		0.6	0.8	0.48	1	0.48		0.48	4.30	27.00	55.73
Δ1				3.45	2	6.90	1	6.90		6.90	0.75	10.00	51.75
O1				3.45	2	6.90	1	6.90		6.90	0.51	27.00	95.01

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 268

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 54

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 321

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) = 71.03

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αcxΔt =

Ογκος Χώρου V = xx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = **392**

Επίπεδο : 1 Χώρος : 3
 Ονομασία Χώρου Κουζίνα

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προσαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Συντ. k (Watt/m ² hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	N			0.225	3	0.68	1	0.68		0.68	0.74	27.00	13.59
T2	N			3.5	3	10.50	1	10.50	2.24	8.26	0.60	27.00	133.8
A2	N	α		1.6	1.4	2.24	1	2.24		2.24	4.30	27.00	260.1
T1	Δ			0.225	3	0.68	1	0.68		0.68	0.74	27.00	13.59
T2	Δ			3.9	3	11.70	1	11.70		11.70	0.60	27.00	189.5
Δ1				3.6	4.6	16.56	1	16.56		16.56	0.75	10.00	124.2
O1				3.6	4.6	16.56	1	16.56		16.56	0.51	27.00	228.0

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 963

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 193

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 1155

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣl_xR_xH_xΔt_xZΓ) = 152.2

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αcxΔt =

Ογκος Χώρου V = χx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = 1308

Επίπεδο : 1 Χώρος : 4
 Ονομασία Χώρου Υπνοδωμάτιο 1

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προσαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Συντ. k (Watt/m ² hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	Δ			0.225	3	0.68	1	0.68		0.68	0.74	27.00	13.59
T2	Δ			1.6	3	4.80	1	4.80		4.80	0.60	27.00	77.76
T1	Β			0.225	3	0.68	1	0.68		0.68	0.74	27.00	13.59
T2	Β			2.05	3	6.15	1	6.15	2.20	3.95	0.60	27.00	63.99
A5	Β	α		1	2.2	2.20	1	2.20		2.20	6.73	27.00	399.8
Δ1				4.5	3.8	17.10	1	17.10		17.10	0.75	10.00	128.3
Ο1				4.5	3.8	17.10	1	17.10		17.10	0.51	27.00	235.5

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q _o		933
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =	20 %	187
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q _T =Q _o x (1+ZD+ZH)		1119
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q _L =ΣQ _{Ai} (Q _{Ai} =αxΣl _x R _x H _x Δt _x ZΓ) =		162.4
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.60	
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9	
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q _L =Vχρ _α χ _α Δt =		
Όγκος Χώρου V = χx3=	0	
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =		
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q _{ολ} = Q _T + Q _L =		1281

Επίπεδο : 1 Χώρος : 5
 Ονομασία Χώρου Υπνοδωμάτιο 2

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προ σαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Συντ. k (Watt/m ² hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T1	B			0.225	3	0.68	1	0.68		0.68	0.74	27.00	13.59
T2	B			4	3	12.00	1	12.00	4.18	7.82	0.60	27.00	126.7
A4	B	α		1.9	2.2	4.18	1	4.18		4.18	4.30	27.00	485.3
T1	A			0.225	3	0.68	1	0.68		0.68	0.74	27.00	13.59
T2	A			3.25	3	9.75	1	9.75		9.75	0.60	27.00	158.0
Δ1				4.1	4	16.40	1	16.40		16.40	0.75	10.00	123.0
O1				4.1	4	16.40	1	16.40		16.40	0.51	27.00	225.8

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q₀ 1146

Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH = 20 % 229

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q_T=Q₀ x (1+ZD+ZH) 1375

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q_L=ΣQ_{Ai} (Q_{Ai}=αxΣixR_xH_xΔt_xZΓ) = 208.0

Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H = 0.60

Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) = 0.9

Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ = 1

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q_L=Vχρ_αcxΔt =

Ογκος Χώρου V = xx3= 0

Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =

ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q_{ολ} = Q_T + Q_L = **1583**

Επίπεδο : 1 Χώρος : 6
 Ονομασία Χώρου Κεντρικός διάδρομος

Υπολογισμοί Θερμικών Απωλειών

Είδος Επιφάνειας	Προ σαν.	Αφαιρούμ.	Πάχος	Μήκος (m)	Υψος ή Πλάτος (m)	Επιφ. (m ²)	Αριθ. Επιφ.	Συν. Επιφ. (m ²)	Αφ. Επιφ. (m ²)	Επιφ. Υπολ. (m ²)	Συντ. k (Watt/m ² hc)	Διαφ. Θερμ. (°C)	Καθ. Απώλ. (Watt)
T2	Δ			2.5	3	7.50	1	7.50	0.48	7.02	0.60	27.00	113.7
A6	Δ	α		0.6	0.8	0.48	1	0.48		0.48	4.30	27.00	55.73
T2	B			1.5	3	4.50	1	4.50	1.12	3.38	0.60	27.00	54.76
A1	B	α		0.8	1.4	1.12	1	1.12		1.12	4.30	27.00	130.0
Δ1				3.2	4.8	15.36	1	15.36		15.36	0.75	10.00	115.2
Ο1				3.2	4.8	15.36	1	15.36		15.36	0.51	27.00	211.5

Απώλειες Θερμοπερατότητας Q ₀		681
Συνολική Προσαύξηση ZD+ZH =	20 %	136
ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΘΕΡΜΟΠΕΡΑΤΟΤΗΤΑΣ Q _T =Q ₀ x (1+ZD+ZH)		817
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΡΑΜΑΔΩΝ Q _L =ΣQ _{Ai} (Q _{Ai} =αxΣl _x R _x H _x Δt _x ZΓ) =		182.7
Χαρακτηριστικός Αριθμός Κτιρίου H =	0.60	
Χαρακτηριστικός Αριθμός Χώρου R (ή r) =	0.9	
Συντελεστής Γωνιακών Παραθύρων ZΓ =	1	
ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΑΠΟ ΕΝΑΛΛΑΓΕΣ ΑΕΡΑ Q _L =VxρxcxΔt =		
Ογκος Χώρου V = xx3=	0	
Αριθμός Εναλλαγών Αέρα ανά ώρα n =		
ΣΥΝΟΛΟ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΑΠΩΛΕΙΩΝ Q _{ολ} = Q _T + Q _L =		1000

ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΩΡΩΝ (Watt)

Επίπεδο : 1

1 Σαλόνι	:	2482
2Μπάνιο	:	392
3Κουζίνα	:	1308
4Υπνοδωμάτιο 1	:	1281
5Υπνοδωμάτιο 2	:	1583
6Κεντρικός διάδρομος	:	1000
Συνολικές Απώλειες Επιπέδου	:	8046
Συνολικές Απώλειες Κτιρίου	:	8046

Το νούμερο που έχω χρησιμοποιήσει στους υπολογισμούς του κεφαλαίου θέρμανσης.

2 ΑΒΕΒΑΙΩΤΗΤΑ ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Οι ετήσιες μετρήσεις αιολικού δυναμικού μπορούν να δώσουν μόνο εκτίμηση της παραγωγής ενός αιολικού πάρκου αν ήταν κατασκευασμένο και λειτουργούσε την συγκεκριμένη χρονική περίοδο.

Οι ενεργειακοί υπολογισμοί για την εκτίμηση της μακροχρόνιας μέσης ετήσιας παραγωγής ενέργειας στο πάρκο και την αβεβαιότητα που την συνοδεύει απαιτούν τη γνώση της μακρόχρονης τάσης του αιολικού δυναμικού της περιοχής.

Για τον προσδιορισμό της τάσης που ακολουθεί η ετήσια διακύμανση της μέσης τιμής του ανέμου, χρησιμοποιούνται δεδομένα από σταθμούς αναφοράς με τουλάχιστον δεκαετή καταγραφή.

Ένας από τους σημαντικούς παράγοντες που εισάγουν αβεβαιότητα στους ενεργειακούς υπολογισμούς είναι η αβεβαιότητα στην μέτρηση της ταχύτητας του αιολικού δυναμικού. Στην αβεβαιότητα αυτή συνεισφέρουν οι παρακάτω παράγοντες:

- Η ποιότητα των μετρήσεων αιολικού δυναμικού
- Αβεβαιότητα προσέγγισης εκθετικού προφίλ της καθ' ύψος μεταβολής του ανέμου
- Ποιότητα αποτύπωσης ψηφιακού ανάγλυφου και κατ' επέκταση ακρίβεια αποτύπωσης πεδίου ροής για τον υπολογισμό κατανομής ταχυτήτων στις θέσεις των ανεμογεννητριών
- Ετήσια διακύμανση της μέσης τιμής του ανέμου στη περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου