

Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ  
Π.Σ.Ε. ΕΝ.ΠΕ.Τ.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕ ΘΕΜΑ:

*«Υπολογισμός και Διερεύνηση Αιολικού  
Δυναμικού της Νήσου Καλύμνου και μελέτη  
Αιολικού Πάρκου».*

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ:  
ΚΟΥΤΕΝΤΑΚΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2003



1.	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	5
1.1.	Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	5
1.2.	ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	7
1.3.	ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ	8
1.4.	Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	12
1.5.	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ	14
1.6.	ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΡΑΕ : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ	21
2.	ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ	25
2.1	Εισαγωγή	25
2.2	Προτεινόμενη θέση ανέγερσης της εγκατάστασης παραγωγής	26
2.3	Το αιολικό δυναμικό	28
2.4.	Η εφαρμοζόμενη τεχνολογία	28
2.5.	Ισχύς (MW) και τύπος κάθε μονάδας της εγκατάστασης παραγωγής	31
2.6.	Ημερομηνία έναρξης εμπορικής λειτουργίας	31
2.7.	Συνοπτική παρουσίαση του επιχειρηματικού σχεδίου	31
2.7.1.	Μέγιστη καθαρή ισχύς (MW) που αναμένεται να είναι διαθέσιμη	32
2.7.2.	Αναμενόμενη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης παραγωγής	32
2.7.3.	Αριθμός των μονάδων παραγωγής και ισχύς της κάθε μίας	32
2.7.4.	Ετήσιες προβλέψεις κόστους – Παραδοχές	32
2.7.6.	Ετήσιες προβλέψεις εσόδων	34
2.7.7.	Χρηματοδότηση του έργου	34
3.	ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΟΥ	35
3.1.	Τεχνική περιγραφή έργου (κατασκευή και λειτουργία)	35
3.2.	Εγκατάσταση, Έργα Υποδομής	37
3.2.1.	Κατασκευή δρόμου προσπέλασης και εσωτερικής οδοποιίας	37
3.2.2	Κατασκευή καναλιού καλωδίων	38
3.2.3.	Κατασκευή φρεατίων επίσκεψης καναλιού καλωδίων	38
3.2.4.	Διαμόρφωση 4 Πλατειών	38
3.2.5.	Κατασκευή 4 βάσεων θεμελίωσης	38
3.2.6.	Κανάλια καλωδιώσεων μέσης τάσης και ασθενών ρευμάτων	40
3.2.7.	Κατασκευή οικίσκου ελέγχου και βοηθητικών χώρων	41
3.3.	Περιγραφή εργασιών εγκατάστασης εξοπλισμού	42
3.3.1.	Ανέγερση πύργων, νασελών, πτερυγίων	42
3.4.	Περιγραφή Αρχών Λειτουργίας του εξοπλισμού	44
3.5.	Προκαταρκτική εκτίμηση του τρόπου και κόστους σύνδεσης με το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας	46
3.5.1.	Διασύνδεση Α/Γ με τον υποσταθμό ΧΤ/ΜΤ	46
3.5.2.	Τριφασικός μετασχηματιστής	46
3.5.3.	Σύστημα γείωσης Α/Γ και Υ/Σ ΧΤ/ΜΤ	47
3.5.4.	Εσωτερικό δίκτυο μέσης τάσης και πίνακες Μ.Τ. οικίσκου ελέγχου	48
3.5.5.	Καλώδια Μέσης Τάσης, Επικοινωνιών και Αγωγός Γείωσης	49
3.5.6.	Αντικεραυνική προστασία	49
3.5.7.	Σύστημα ελέγχου και επικοινωνιών	50
3.6.	Προγραμματισμό λειτουργίας του σταθμού, σε σχέση με το Σύστημα	51
3.7.	Κατά προσέγγιση εκτίμηση του κόστους της επένδυσης	51
3.7.1.	Δραστηριότητες κατασκευής έργου με ποσοστά δαπανών επί του προϋπολογισμού	51



3.7.2. Προσδοκώμενη αγορά για τη πώληση της ενέργειας που πρόκειται να παραχθεί.....	1
3.7.3. Προσδοκώμενο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τυχόν άλλης μορφής ενέργειας ταξινομημένο σε σταθερό και μεταβλητό κόστος.....	1
3.7.4. Προσδοκώμενη αγορά για τη πώληση της ενέργειας που πρόκειται να παραχθεί.....	1
3.7.5. Συνοπτικός χρηματοοικονομικός προγραμματισμός.....	1
4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ.....	6
4.1. Αιολικός Άτλαντας.....	6
4.2 Η ψηφιοποίηση του χάρτη.....	6
4.3. Το λογισμικό WaSP.....	6
4.3.1. Η δομή του WaSP.....	6
4.4. Ανάλυση του αιολικού άτλαντα.....	7
4.5. Τύρβη και διάτμηση.....	8
4.6. Η τύρβη.....	8
4.6.1. Η διάτμηση.....	9
4.6.2. Το λογισμικό WaSP Engineering.....	9
4.7. Θόρυβος.....	10
4.7.1. Το πρόβλημα του θορύβου.....	11
4.7.2. Το λογισμικό mpw.....	13
5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	14
5.1. Πώς ορίζονται οι Προστατευόμενες Περιοχές.....	14
5.2. ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000: Για μια αρμονική συνύπαρξη ανθρώπου – φύσης.....	15
5.3. Επιδράσεις στα πουλιά.....	16
5.4. Η ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση.....	17
5.5. Οπτική αρμονία.....	18
5.6. Υπολογισμός της εξοικονόμησης σε συμβατικό καύσιμο και της αντίστοιχης μείωσης των αέριων ρύπων σε σύγκριση με την παραγόμενη ενέργεια από τα συμβατικά καύσιμα.....	20
ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	23
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.....	25
ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΑΠΟ WASP 8.....	25
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.....	26
ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΥΡΒΗΣ ΑΠΟ WASP ENGINEERING.....	26
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.....	26
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ Ε.Π.Α.Ν.....	27
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 5.....	27
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT.....	28
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7.....	28
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ NATURA 2000.....	29
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.....	29
T.1.....	29
ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	30
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.....	30
ΑΔ.1.....	31
ΧΑΡΤΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΣΤΑ 50 μ. ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΔΑΦΟΥΣ.....	31
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.....	31



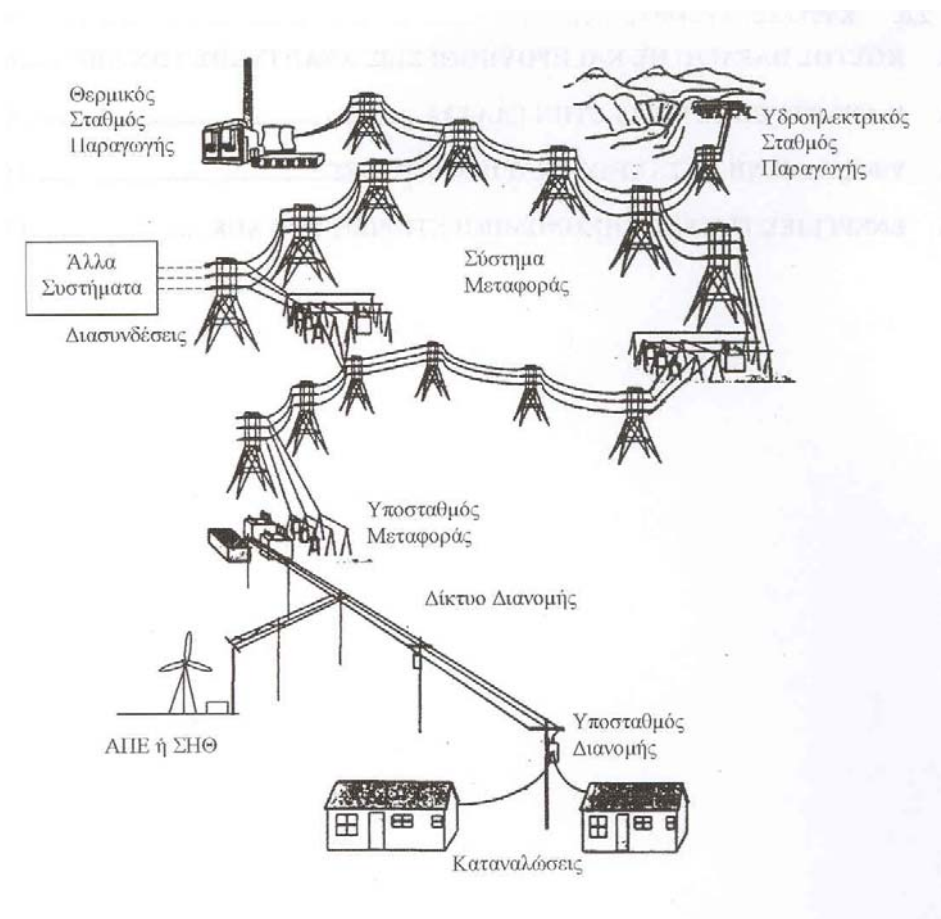
Θ1.....	31
ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΘΟΡΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ .....	32
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.....	32
Θ.2.....	32
ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΟΡΥΒΟΥ .....	32
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.....	33
ΜΠ.1 .....	33
ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ .....	33
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.....	34



# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Από τις αρχές του προηγούμενου αιώνα, όταν άρχισαν οι εφαρμογές του ηλεκτρισμού, μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του 70, παρατηρείται διεθνώς μία συνεχής συγκέντρωση της **Παραγωγής** σε συνεχώς μεγαλύτερους «Σταθμούς Παραγωγής» και παράλληλα ανάπτυξη των δικτύων Μεταφοράς και διανομής με συνεχώς μμεγαλύτερες τάσεις, λόγω της ραγδαίας αύξησης της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας, Σχ. 1. Αυτό συνέβη και στην χώρα μας με την ανάπτυξη του Εθνικού Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού (ΔΕΗ), η οποία κατά την περίοδο 1956-63 (περίπου) εξαγόρασε τις 300 περίπου ηλεκτρικές εταιρείες που προμήθευαν τότε την ηλεκτρική ενέργεια με μικρά τοπικά δίκτυα.



Σχήμα 1. Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας

Όμως, με αφορμή τις «πετρελαϊκές κρίσεις» της δεκαετίας του 70, άρχισε να γίνεται διεθνώς συνείδηση η ανάγκη καλύτερης αξιοποίησης της ενέργειας, αφενός μεν για να αξιοποιούνται καλύτερα οι διατιθέμενοι ενεργειακοί πόροι, αφετέρου δε για να



περιορίζεται η ρύπανση του περιβάλλοντος. Άρχισε τότε σε διεθνές επίπεδο η αναζήτηση **Εναλλακτικών Πηγών Ενέργειας**, σε αντιστάθμισμα των **Συμβατικών Πηγών**, όπως είναι το κάρβουνο και το πετρέλαιο, καθώς και της πυρηνικής ενέργειας, η οποία βεβαίως παρουσιάζει τα γνωστά προβλήματα. Παράλληλα άρχισε μία προσπάθεια για την **Εξοικονόμηση** και γενικότερα την καλύτερη και αποδοτικότερη χρήση της ενέργειας.

Οι παραπάνω παράγοντες συνέβαλαν αποφασιστικά αφενός μεν στην ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ), αφετέρου δε στην ανάπτυξη συστημάτων Συμπααραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας (ΣΗΘ).

Βασικό πλεονέκτημα των ΑΠΕ έναντι των συμβατικών πηγών είναι το ότι ανανεώνονται από τη φύση και δεν προκαλούν μόλυνση της ατμόσφαιρας. Όμως, ο ρυθμός με τον οποίο παρέχεται η ενέργεια από τις ΑΠΕ δεν είναι ελεγχόμενος, ώστε η ηλεκτρική ενέργεια να παρέχεται όταν το απαιτούν οι ανθρώπινες ανάγκες. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι η ηλεκτρική ενέργεια δύσκολα αποθηκεύεται σε μεγάλες ποσότητες, οδηγεί στην ανάγκη της σύνδεσης των ΑΠΕ στο ηλεκτρικό δίκτυο και την παράλληλη λειτουργία τους με το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας, δεδομένου δε ότι για τεχνολογικούς λόγους οι μονάδες των ΑΠΕ είναι μικρής ισχύος, συγκριτικά με τις μονάδες της συμβατικής παραγωγής, συνδέονται κατά γενικό κανόνα στο επίπεδο του δικτύου διανομής, Σχ.1.

Για τα συστήματα ΣΗΘ, βασικό πλεονέκτημα αποτελεί το ότι επιτυγχάνεται καλύτερη αξιοποίηση της πρωτογενούς πηγής ενέργειας, δεδομένου ότι αξιοποιείται και η θερμική ενέργεια, η οποία αναπόφευκτα παράγεται κατά την διαδικασία μετατροπής της πρωτογενούς ενέργειας σε ηλεκτρική. Είναι επίσης προφανές ότι η ισχύς των σταθμών ΣΗΘ, δεδομένου ότι εξυπηρετούν τοπικές ανάγκες (π.χ. ένα νοσοκομείο), είναι σχετικά μικρή και για το λόγο αυτό η μονάδα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας αυτών συνδέεται κατά κανόνα, όπως και οι ΑΠΕ, στο δίκτυο διανομής, Σχ.1. Η πρωτογενής ενέργεια στις εγκαταστάσεις Συμπααραγωγής, είναι συχνά το Φυσικό Αέριο, το οποίο ως γνωστό διανέμεται με τρόπο αντίστοιχο της ηλεκτρικής ενέργειας. Υπάρχουν όμως και άλλες πηγές όπως το Βιοαέριο ή η Βιομάζα, η χρησιμοποίηση των οποίων μπορεί να εξυπηρετεί και άλλους σκοπούς (π.χ. απαλλαγή από τα απορρίμματα).

Με τη σύνδεση των ΑΠΕ και των συστημάτων ΣΗΘ, επιτυγχάνεται η «διανεμημένη Παραγωγή» της ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή η παραγωγή της ενέργειας κοντά στην κατανάλωση της, με αποτέλεσμα να μειώνεται η φόρτιση και οι απώλειες των δικτύων Μεταφοράς και διανομής. Οποσδήποτε όμως η διανεμημένη Παραγωγή, λόγω κυρίως των δυσχερειών ελέγχου και προσαρμογής της παραγωγής προς τη ζήτηση, δημιουργεί την ανάγκη κατάλληλων προσαρμογών των Συστημάτων Ηλεκτρικής ενέργειας στα οποία συνδέεται, προκειμένου να εξασφαλίζεται η καλή λειτουργία τους και κατά συνέπεια και η καλή εξυπηρέτηση των καταναλωτών.



## 1.2. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

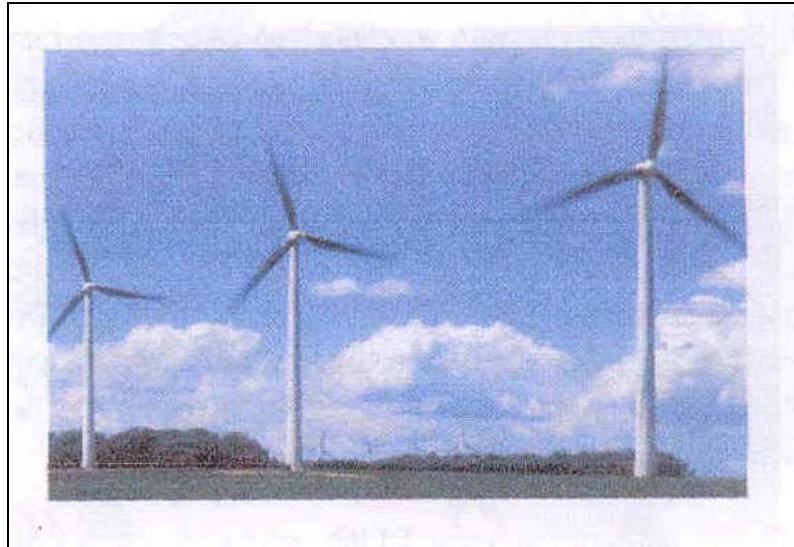
Η Αιολική Ενέργεια είναι εκμεταλλεύσιμη εδώ και πολλές εκατονταετίες στην περιοχή της Ευρώπης και της εγγύς Ανατολής. Σε άλλες περιοχές είναι εκμεταλλεύσιμη εδώ και χιλιάδες χρόνια. Η μετατροπή της σε Ηλεκτρική Ενέργεια έχει μπει στο στάδιο της εμπορικής εφαρμογής εδώ και τουλάχιστον 30 χρόνια και η εξέλιξη της σχετικής τεχνολογίας είναι ταχύτατη. Σήμερα, η Αιολική Τεχνολογία ανταγωνίζεται τις συναφείς τεχνολογίες παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας και κερδίζει συνεχώς έδαφος.

Η εφαρμοζόμενη τεχνολογία είναι, ως εκ τούτων, ώριμη πια και εμπορικά ανταγωνιστική. Η ανάπτυξη της Αιολικής Τεχνολογίας οδεύει ταχύτατα προς σχεδιαστικές λύσεις που επιτρέπονται από μεγάλης κλίμακας παραγωγή Α/Γ και από την διάδοση της σχετικής τεχνολογίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Η διάδοση της τεχνολογίας και η εκπαίδευση κατάλληλου προσωπικού για την εγκατάσταση και την υποστήριξη του σχετικού εξοπλισμού αποτελούν σήμερα τους βασικούς μοχλούς εξάπλωσης της Αιολικής Τεχνολογίας.

Στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στην Κρήτη, το οικονομικό και τεχνολογικό περιβάλλον έχουν αποδεδειγμένα αναπτυχθεί, με τις καλύτερες προδιαγραφές, για την εισαγωγή, την εγκατάσταση και λειτουργία Αιολικών Πάρκων. Αυτό αποδεικνύεται από τα μεγάλα ποσοστά διαθεσιμότητας του ήδη εγκατεστημένου σχετικού εξοπλισμού (πάνω από 95% συνεχώς αυξανόμενο) και από τον ρυθμό αύξησης των επενδύσεων στον τομέα των Αιολικών Πάρκων.

Η κινητική ενέργεια του ανέμου μετατρέπεται αρχικά σε μηχανική και ακολούθως σε ηλεκτρική, μέσω των «ανεμογεννητριών», Σχ.2. Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών παρουσίασε μεγάλη εξέλιξη κατά τα τελευταία χρόνια, με αντίστοιχη μείωση του κόστους παραγωγής της παραγόμενης ενέργειας. Σήμερα το "εμπορικό μέγεθος" των ανεμογεννητριών, δηλαδή το μέγεθος που παρουσιάζει την βέλτιστη σχέση κόστους-οφέλους, κυμαίνεται μεταξύ 600 και 1500 KW. Όμως σε στάδιο δοκιμών λειτουργούν ανεμογεννήτριες μέχρι 3000 KW, σχεδιάζονται δε και μέχρι 5000 KW.





**Σχήμα 2. Αιολικός Σταθμός Παραγωγής**

Μείωση του κόστους επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση περισσότερων ανεμογεννητριών στην ίδια θέση, οπότε σχηματίζονται «αιολικά πάρκα», συνολικής συνήθως ισχύος μέχρι 40 MW. Το κύριο μειονέκτημα των ανεμογεννητριών είναι η οπτική αλλαγή που επιφέρουν στο περιβάλλον, ενώ τα λοιπά, όπως π.χ. ο θόρυβος αντιμετωπίζονται εύκολα με την κατάλληλη επιλογή της θέσεως εγκαταστάσεως. Σημειώνεται τέλος ότι η παραγόμενη από μία ανεμογεννήτρια ισχύς αυξάνει με τον κύβο σχεδόν της ταχύτητας του ανέμου και συνεπώς η κατάλληλη επιλογή της θέσεως εγκαταστάσεως είναι βασικής σημασίας για την αποδοτικότητα της επένδυσης.

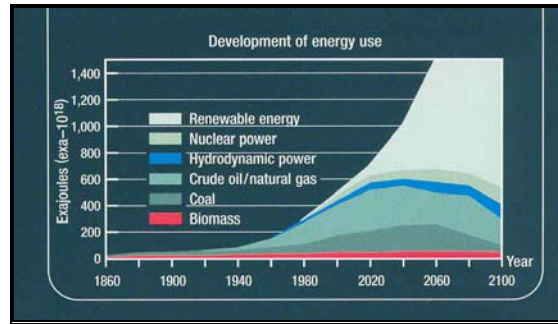
### **1.3.ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΤΩΝ ΑΠΕ**

Στο σχήμα 3 φαίνεται μια πρόβλεψη της σύνθεσης ισχύος από τις διαθέσιμες στον πλανήτη πηγές ενέργειας. Έτσι φαίνεται καθαρά ότι μετά το 2020 το ποσοστό διείσδυσης των Α.Π.Ε. στο παγκόσμιο ενεργειακό ισοζύγιο θα είναι καθοριστικό για την εξέλιξη και την πρόοδο της ανθρωπότητας.

Εκτιμάται ότι το 2100 οι Α.Π.Ε. θα συνεισφέρουν άνω του 70% της παγκόσμιας κατανάλωσης ενέργειας.

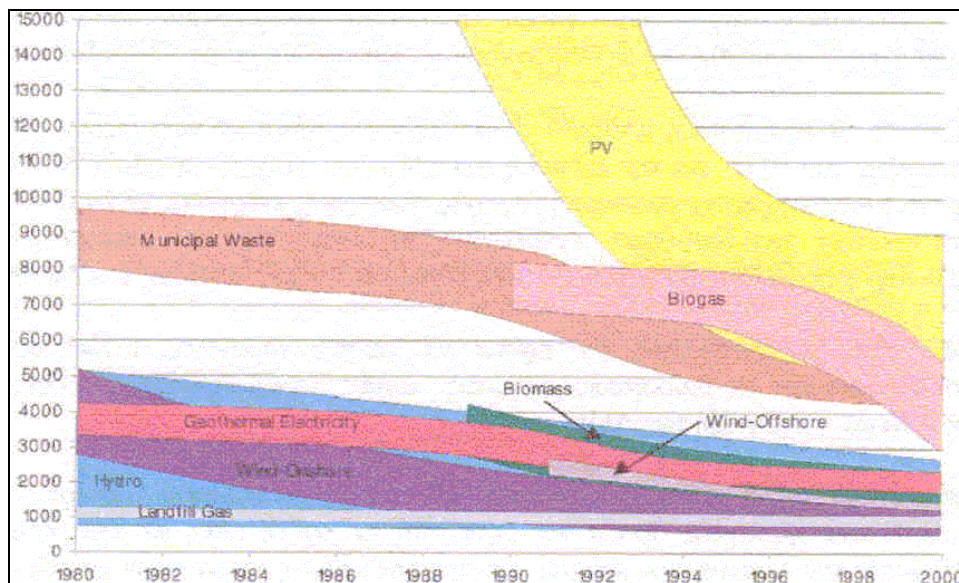






Σχήμα 3. Προβλεπόμενη διείσδυση των ΑΠΕ στην παγκόσμια παραγωγή ενέργειας

Στο Σχ. 4 δείχνεται ενδεικτικά η εξέλιξη του κόστους παραγωγής ενέργειας από διάφορες μορφές ΑΠΕ, καθώς και το κόστος παραγωγής από έναν σύγχρονο σταθμό παραγωγής Φυσικού Αερίου, για λόγους σύγκρισης. Είναι αξιοσημείωτη η σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής κατά τα τελευταία έτη, ορισμένων ιδίως μορφών ΑΠΕ κατά τα τελευταία 20 χρόνια, η οποία οφείλεται κυρίως στην εξέλιξη της τεχνολογίας τους, χωρίς όμως να είναι ανταγωνιστικό προς το κόστος παραγωγής των συμβατικών πηγών. Συνεπώς, για την παραπέρα διείσδυση των ΑΠΕ στην αγορά ενέργειας είναι, προς το παρόν τουλάχιστον, αναγκαία η περαιτέρω στήριξη τους.



Σχήμα 4. Συγκριτική παρουσίαση κόστους παραγωγής από ΑΠΕ με αντίστοιχο κόστος από συμβατικούς σταθμούς Φυσικού Αερίου

Από τους ευνοϊκά διακείμενους προς την ευρύτερη ανάπτυξη των ΑΠΕ υποστηρίζεται ότι η όπως παραπάνω αντιπαραβολή του κόστους της ενέργειας ΑΠΕ και συμβατικών πηγών, η οποία γίνεται με βάση τις τιμές "αγοράς", δεν είναι ορθή, διότι δεν έχει ληφθεί υπόψη το ονομαζόμενο "εξωτερικό κόστος", το οποίο θα πρέπει να επιβαρύνει τις συμβατικές πηγές. Το "εξωτερικό κόστος" αντανακλά τις πρόσθετες δαπάνες που



καλείται να καταβάλει το κοινωνικό σύνολο από τις καταστροφές που προκαλούνται στο περιβάλλον (αέρα, έδαφος, υδάτινους πόρους) και στην ανθρώπινη υγεία, ως συνέπεια της χρήσης των συμβατικών πηγών ενέργειας καθώς και της πυρηνικής, όπως επίσης και τις καταστροφές που προκαλούνται από τα ακραία καιρικά φαινόμενα, στο βαθμό που αυτά είναι συνέπεια της χρήσης των συμβατικών πηγών.

Στην ίδια κατεύθυνση λειτουργεί και ο μηχανισμός των προστίμων που προβλέπει το πρωτόκολλο του Κυότο για τις χώρες που δεν επιτυγχάνουν τους τιθέμενους σε αυτό στόχους στον περιορισμό των ρύπων. Υποστηρίζεται δε ότι και οι τεχνολογίες των συμβατικών πηγών ενέργειας και ιδιαίτερα η πυρηνική είχαν επιδοτηθεί κατά τα στάδια αναπτύξεώς τους ή και έμμεσα επιδοτούνται και σήμερα.

Δεδομένου ότι ακριβής αριθμητική έκφραση των παραπάνω είναι πρακτικά ανέφικτη, μεγάλη σημασία έχει η ορθή ενημέρωση των πολιτών, ώστε να αποδέχονται τις επιπτώσεις ανάπτυξης των ΑΠΕ, οι οποίες είναι συχνά άμεσα εμφανείς (π.χ. η οπτική αλλοίωση του περιβάλλοντος από την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών), προκαλώντας της αντίδρασή τους. Επί πλέον, όπως ήδη εφαρμόζεται σε ορισμένες Ευρωπαϊκές χώρες, η ενημέρωση των πολιτών αποβλέπει στο να έχουν την διάθεση να καταβάλουν ένα μικρό επιπλέον ποσοστό στο κόστος της ενέργειας που καταναλώνουν, ως αντιστάθμισμα για το επί πλέον κόστος της παραγόμενης ενέργειας λόγω της διείσδυσης των ΑΠΕ, όπως αναφέρεται παρακάτω.

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ε.Ε.), για λόγους ανεξαρτησίας ενεργειακού εφοδιασμού και προστασίας του περιβάλλοντος, αλλά και κοινωνικής και οικονομικής συνοχής. Αυτό έχει εκφραστεί και με την πρόσφατη "Οδηγία 2001/ 77" του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και Συμβουλίου, καθώς και με τις δεσμεύσεις της Ε.Ε. στο "Πρωτόκολλο του Κυότο" για το περιβάλλον. Τα κύρια σημεία της "Οδηγίας" είναι τα ακόλουθα:

α) Ζητά από τα κράτη-μέλη να ορίσουν συγκεκριμένους στόχους για το ποσοστό της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης και της ηλεκτρικής ειδικότερα, που θα προέρχεται από ΑΠΕ, κατά το έτος 2010. Τα ποσοστά αυτά πρέπει να είναι σύμφωνα με τον συνολικό στόχο που θέτει η Ε.Ε., δηλαδή 12% της συνολικής και 22,1% της ηλεκτρικής. Ορίζει επίσης ενδεικτικούς για κάθε κράτος-μέλος στόχους, όσον αφορά το ποσοστό της ηλεκτρικής κατανάλωσης. Για την Ελλάδα ανέρχεται σε 20,1% (περιλαμβανομένων και των Μεγάλων Υδροηλεκτρικών).

β) Ορίζει ότι τα κράτη-μέλη μπορούν στην παρούσα φάση να καθορίζουν μόνα τα μέτρα υποστήριξης των ΑΠΕ για την επίτευξη του τιθέμενου στόχου, τα οποία θα πρέπει να είναι σύμφωνα με τις αρχές της εσωτερικής αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, να λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά των διαφόρων τεχνολογιών, να είναι απλά και αποτελεσματικά και να προβλέπουν μεταβατικές ρυθμίσεις ώστε να διατηρείται η εμπιστοσύνη των επενδυτών.

γ) Ορίζει ότι τα κράτη-μέλη θα πρέπει να επανεξετάσουν τις ισχύουσες διαδικασίες αδειοδοτήσεων και τις διοικητικές ρυθμίσεις ώστε να εξασφαλίζεται η διαφάνεια και να διευκολύνεται η ανάπτυξη των ΑΠΕ.



δ) Ορίζει ότι θα πρέπει να ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα για την κατά προτεραιότητα σύνδεση των ΑΠΕ στα ηλεκτρικά δίκτυα και ζητά από τα κράτη μέλη να απαιτήσουν από τους διαχειριστές του Συστήματος και του δικτύου την έκδοση κανονισμών που θα εξασφαλίζουν διαφανείς διαδικασίες σύνδεσης και κοστολόγησης.

Σημειώνεται τέλος ότι η Οδηγία ορίζει χρονικά διαστήματα εντός των οποίων τα κράτη-μέλη πρέπει να αναφέρουν τα αποτελέσματα από την εφαρμογή των οριζόμενων.

Τα μέτρα στήριξης των ΑΠΕ που έχουν χρησιμοποιηθεί από τα κράτη-μέλη περιλαμβάνουν επιδότηση των επενδύσεων ή φοροαπαλλαγές, αλλά η κύρια ενίσχυση προέρχεται από την άμεση στήριξη της τιμής της ενέργειας που καταβάλλεται στους παραγωγούς ΑΠΕ. Τα μέτρα στήριξης των τιμών που εφαρμόζονται μπορούν να διακριθούν σε δύο κύριες κατηγορίες:

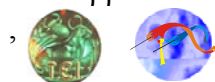
**Τα συστήματα σταθερών τιμών**, που εφαρμόζονται ιδίως στην Γερμανία και την Ισπανία, όπου συνέβαλαν σημαντικά στη ραγδαία προώθηση των ΑΠΕ, καθώς και στη χώρα μας. Χαρακτηρίζονται από τη συγκεκριμένη τιμή της ενέργειας που καταβάλλεται από τις επιχειρήσεις ηλεκτρικής ενέργειας στους παραγωγούς ΑΠΕ.

**Τα συστήματα ποσοτώσεων**, τα οποία εφαρμόζονται ιδίως στην Αγγλία, την Ιρλανδία και τις Κάτω χώρες, με μικρή συμβολή στην ανάπτυξη των ΑΠΕ. Βασίζονται στον καθορισμό της τιμής της ενέργειας μέσω του ανταγωνισμού μεταξύ των παραγωγών ΑΠΕ για τη στήριξη που θα γίνει, αφού προηγουμένως το κράτος αποφασίσει για το επιθυμητό ποσό ενέργειας από ΑΠΕ. Υλοποιούνται με δύο κυρίως μηχανισμούς:

(i) Τα πράσινα πιστοποιητικά: Η ενέργεια ΑΠΕ πωλείται σε τιμές αγοράς, και για να χρηματοδοτηθεί το επιπλέον κόστος παραγωγής των ΑΠΕ, όλοι οι καταναλωτές υποχρεώνονται να προμηθεύονται ορισμένο ποσοστό ενέργειας («πράσινο πιστοποιητικό») από ΑΠΕ. Για την προμήθεια των πράσινων πιστοποιητικών αναπτύσσεται μία δευτερεύουσα αγορά «πράσινης ενέργειας», παράλληλα με την πρωτεύουσα αγορά από συμβατικές πηγές ενέργειας.

(ii) Διαγωνιστικό σύστημα: Προκηρύσσονται από το κράτος διαγωνισμοί για την προμήθεια ενέργειας ΑΠΕ, η οποία διοχετεύεται στην τοπική κατανάλωση στην τιμή του διαγωνισμού. Το επιπλέον κόστος της ενέργειας ΑΠΕ μετακυλύεται στους καταναλωτές μέσω ειδικού τέλους.

Το θέμα της επιλογής του κατάλληλου συστήματος στήριξης των ΑΠΕ, έτσι ώστε να επιτευχθεί η επιθυμητή αύξηση της παραγωγής από ΑΠΕ, στα πλαίσια μιας ανταγωνιστικής απελευθερωμένης αγοράς ενέργειας, χωρίς όμως σημαντική επιβάρυνση των καταναλωτών, απασχολεί έντονα όλα τα κράτη-μέλη και τις Ρυθμιστικές Αρχές. Η πολυπλοκότητα του θέματος αυξάνεται από το γεγονός ότι οι ΑΠΕ αποτελούν διανεμημένη Παραγωγή, σε πολλά επίπεδα του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας και με διαφορετική η κάθε μορφή ΑΠΕ συμπεριφορά, οπότε και ο καθορισμός της συνεισφοράς τους καθώς και η εκτίμηση των επιβαρύνσεων που συνεπάγεται η σύνδεσή τους στο δίκτυο δεν είναι εύκολη. Τέλος βασικής σημασίας είναι και το επίπεδο στο οποίο βρίσκεται σε κάθε χώρα η ανάπτυξη των ΑΠΕ:

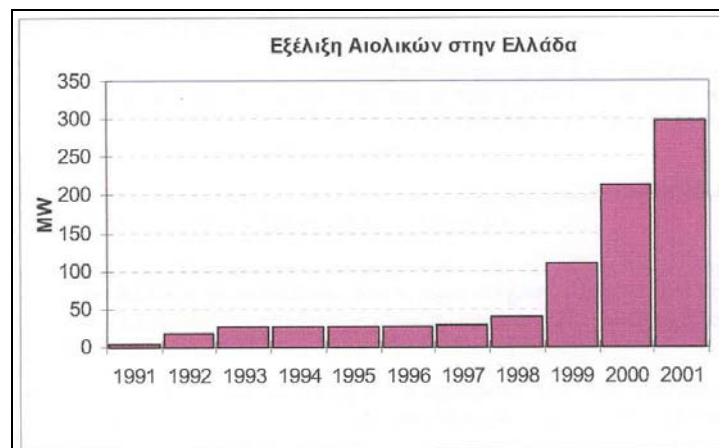


Από την μέχρι σήμερα πρακτική προκύπτει ότι συστήματα που βασίζονται στον ανταγωνισμό προσφέρονται όταν οι ΑΠΕ έχουν ήδη αναπτυχθεί σε αρκετό βαθμό και όχι κατά το στάδιο ανάπτυξής τους. Αυτό δε διότι οι συνθήκες που δημιουργούνται στα πλαίσια του ανταγωνισμού μπορεί να αποτελέσουν εμπόδιο στην «απογείωση» τους.

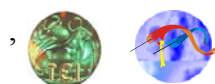
#### 1.4. Η ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

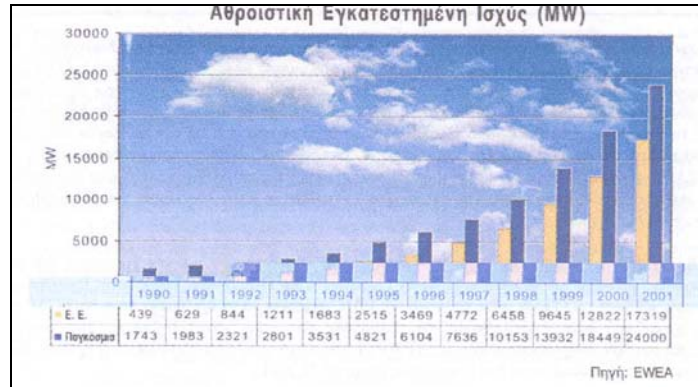
Η πρώτη προσπάθεια ανάπτυξης των ΑΠΕ έγινε με τον Ν. 1559/85, με τον οποίο δόθηκε η δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ σε ιδιώτες και τους ΟΤΑ (αυτοπαραγωγούς), μέχρι το τριπλάσιο της ισχύος των εγκαταστάσεών τους και την πώληση της περίσσειας στη .ΕΗ. Η συνεισφορά του νόμου στην ανάπτυξη των ΑΠΕ ήταν μηδαμινή, λόγω της χαμηλής τιμής αγοράς της ενέργειας από την .ΕΗ αλλά και των πολύπλοκων διαδικασιών αδειοδότησης: Το 1993 λειτουργούσαν ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 27 MW, από τις οποίες μόνον 3 MW ανήκαν σε ιδιώτες, τους ΟΤΑ και τον ΟΤΕ, ενώ οι λοιπές στην ΔΕΗ.

Η ουσιαστική έναρξη της ανάπτυξης των ΑΠΕ έγινε με τον Ν.2244/94, ο οποίος έδωσε την δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ και σε ιδιώτες με μοναδικό σκοπό την πώληση της παραγόμενης ενέργειας στη ΔΕΗ, ενώ επαύξησε τις δυνατότητες αυτοπαραγωγής. Ορίσε επίσης σχετικά επαρκείς τιμές αγοράς της πωλούμενης στην .ΕΗ ενέργειας και δεκαετή διάρκεια συμβάσεων. Παράλληλα θεσπίστηκαν αναπτυξιακά κίνητρα (Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, Αναπτυξιακός Νόμος κ.ά.), τα οποία περιλάμβαναν επιδοτήσεις των δαπανών εγκαταστάσεως ΑΠΕ και Συμπααραγωγής, ώστε παρά τα εμπόδια λόγω των πολύπλοκων διαδικασιών αδειοδότησης, που δεν κατέστη δυνατόν να ξεπεραστούν, να σημειωθεί σημαντική πρόοδος κατά τα τελευταία ιδίως έτη. Στο διάγραμμα 1 δείχνεται η εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος ανεμογεννητριών στον ελληνικό χώρο, στο δε Διάγραμμα 2, στην Ευρώπη και παγκόσμια.



Διάγραμμα 1. Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος ανεμογεννητριών στον ελληνικό χώρο



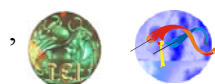


**Διάγραμμα 2. Εξέλιξη της εγκατεστημένης ισχύος ανεμογεννητριών σε ΕΕ και παγκοσμίως.**

Σημαντική συμβολή στην ανάπτυξη των ΑΠΕ, αποτέλεσε η δημιουργία του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας-ΚΑΠΕ, το οποίο συνεχώς από το 1989 που ιδρύθηκε μετέχει ενεργά στην όλη προσπάθεια με μελέτες του δυναμικού των ΑΠΕ (αιολικού, ανάπτυξης μικρών υδροηλεκτρικών κ.ά.), την εκτέλεση πάσης φύσεως μετρήσεων και πιστοποιήσεων, την παροχή τεχνικής υποστήριξης προς ιδιωτικούς και κρατικούς φορείς, όπως το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας, κ.ά. Αξιόλογη επίσης υπήρξε η συμβολή της ΔΕΗ με την εγκατάσταση των πρώτων ανεμογεννητριών, κυρίως σε νησιά, και γενικότερα την απόκτηση των πρώτων εμπειριών.

Τα κυριότερα από τα εμπόδια μιας μεγαλύτερης ανάπτυξης των ΑΠΕ, ήταν τα ακόλουθα:

- α) Οι χρονοβόρες και επίπονες διαδικασίες έκδοσης Αδειών Εγκατάστασης, που κυρίως οφείλονται στην έλλειψη χωροταξικού σχεδιασμού, την μη επαρκή στελέχωση και εκπαίδευση των αρμόδιων περιφερειακών υπηρεσιών και την πολυπλοκότητα και ασάφεια των υφισταμένων ρυθμίσεων.
- β) Την ανάγκη εκτεταμένων επεκτάσεων και ενισχύσεων των δικτύων της ΔΕΗ σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό (π.χ. Ν. Εύβοια, Λακωνία)
- γ) Την έλλειψη κτηματολογίου και γενικότερου σχεδιασμού της χρήσης γης, η οποία σε συνδυασμό με την ελλιπή ενημέρωση των πολιτών για τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ, και ακόμη την μη απ' αρχής πρόβλεψη κάποιου αντισταθμίματος που θα ικανοποιούσε ανάγκες των τοπικών κοινωνιών, οδήγησαν σε αντιδράσεις των κατοίκων.
- δ) Την αδυναμία πλήρους αξιοποίησης του υψηλού αιολικού δυναμικού των νησιών, λόγω τεχνικών προβλημάτων συνεργασίας με τους υφιστάμενους Δηζελοηλεκτρικούς σταθμούς.



## 1.5 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ

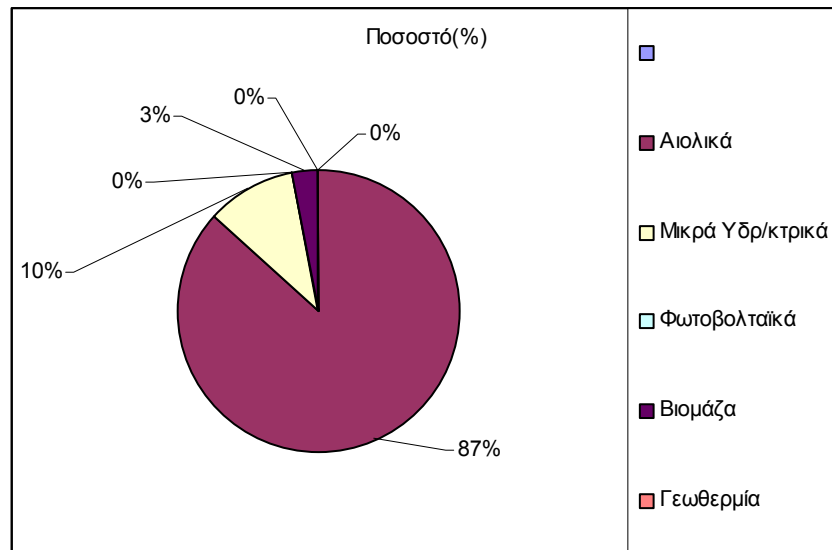
Με τον Ν.2773/99, για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας, διατηρείται το καθεστώς του Ν. 2244/95, με την προσθήκη ότι οι οριζόμενες τιμές αγοράς ενέργειας ΑΠΕ και Συμπαραγωγής θεωρούνται ως οι μέγιστες και μπορούν να μειωθούν κατά την χορήγηση της Άδειας, με απόφαση του ΥΠΑΝ μετά γνωμοδότηση της ΡΑΕ. Επίσης προβλέπεται ότι κάθε παραγωγός ΑΠΕ επιβαρύνεται με ανταποδοτικό τέλος, που αντιστοιχεί σε ποσοστό επί των πωλήσεων ενέργειας και αποδίδεται στον ΟΤΑ. (Με Υ.Α. ορίστηκε σε 2% των ακαθαρίστων εσόδων). Τέλος ο Ν.2773/99 προβλέπει την κατά προτεραιότητα απορρόφηση της παραγόμενης ενέργειας από ΑΠΕ, ώστε να αξιοποιούνται στον μέγιστο βαθμό που επιτρέπει η καλή λειτουργία του Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Την 8/12/2000 έγινε από την ΡΑΕ πρόσκληση υποβολής Αιτήσεων για την χορήγηση Αδειών Παραγωγής, με βάση τον «Κανονισμό Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας Ηλεκτρικής Ενέργειας», τον οποίο εξέδωσε το ΥΠΑΝ μετά πρόταση της ΡΑΕ, σύμφωνα με τα οριζόμενα στον Ν. 2773/99. Στην πρόσκληση αυτή η ανταπόκριση των επενδυτών ήταν πολύ ικανοποιητική και εξακολουθεί μέχρι και σήμερα. Στην πρώτη στήλη του Πίνακα 1 που ακολουθεί, όπου αναφέρεται ο αριθμός των Αιτήσεων και η συνολική ισχύς ανά τεχνολογία, μέχρι 31.12.2001.

Τεχνολογία ΑΠΕ	Αιτήσεις		Θετική Γνώμη ΡΑΕ(MW)	Ποσοστό(%)
	Αριθμός Αιτήσεων	Ισχύς(MW)		
Αιολικά	862	14.206	3.046	86,33
Μικρά Υδρ/κτρικά	368	824	364	10,31
Φωτοβολταϊκά	17	7.3	2.2	0,062
Βιομάζα	35	350	107.6	3,04
Γεωθερμία	6	335	8	0,022
<b>Σύνολο</b>	<b>1.288</b>	<b>15.722</b>	<b>3.528</b>	

Πίνακας 1. Αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής σε έργα ΑΠΕ μέχρι και την 31.12.2001





Σχήμα 5.

Η αξιολόγηση του συνόλου των Αιτήσεων που υποβλήθηκαν μέχρι την 31.12.2001, έγινε από την ΡΑΕ με την τεχνική βοήθεια του ΚΑΠΕ. Η όλη διαδικασία και τα κριτήρια αξιολόγησης καθορίζονται στον Κανονισμό Αδειών. Με βάση τα κριτήρια αξιολόγησης του Άρθρου 9 του Κανονισμού Αδειών Παραγωγής και Προμήθειας, και τα οριζόμενα στο Άρθρο 3 του Ν.2773/99, τα οποία αναφέρονται στην σκοπιμότητα των ενεργειακών έργων, συντάχθηκε από την ΡΑΕ ο «Οδηγός Αξιολόγησης Αιτήσεων Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας από ΑΠΕ και μικρή ΣΗΘ». Το πλήρες κείμενο του «Οδηγού» δημοσιεύεται στην ιστοσελίδα της ΡΑΕ. Περιλαμβάνει λεπτομερώς όλη τη μεθοδολογία αξιολόγησης, με την οποία εξασφαλίζεται η διαφανής, αντικειμενική και ισότιμη αντιμετώπιση όλων των Αιτήσεων.

Τα αποτελέσματα της αξιολόγησης, μέχρι φαίνονται στην επόμενη στήλη του Πίνακα 1. δεν περιλαμβάνεται η αξιολόγηση των Αιτήσεων οι οποίες αφορούν τις περιοχές της νότιας Εύβοιας και Λακωνίας, οι οποίες διαθέτουν πολύ υψηλό αιολικό δυναμικό. Ο λόγος της αναβολής της αξιολόγησης ήταν αφενός μεν η ανάγκη εκτελέσεως εκτεταμένων ενισχύσεων του δικτύου Υψηλής Τάσεως της ΔΕΗ, οι οποίες θα απαιτήσουν χρονικό διάστημα 4 έως 5 ετών για να πραγματοποιηθούν, αφετέρου δε το ότι εξαιτίας του μεγάλου αριθμού των Αιτήσεων που υποβλήθηκαν, κρίθηκε αναγκαίο να προηγηθεί κατάλληλη χωροταξική ρύθμιση, ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και να αποφευχθούν εύλογες αντιδράσεις των κατοίκων.

ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ		Αιολικά	Μικρά Υδρ/κά	Γεωθερμία	Βιομάζα	Φ/Β	ΣΥΝΟΛΟ
ΑΝ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΘΡΑΚΗΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	339.15	0.75	0	9.5	0	349.40
	ΠΛΗΘΟΣ	24	1	0	1	0	26
ΑΤΤΙΚΗΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	31.2	0.87	0	35.38	0	67.45
	ΠΛΗΘΟΣ	2	2	0	4	0	8
ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΙΣΧΥΣ (MW)	22.5	0	0	0	0.01	22.51
	ΠΛΗΘΟΣ	21	0	0	0	1	22
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	140.2	34.34	0	0.9	0	175.44
	ΠΛΗΘΟΣ	6	13	0	1	0	20
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	0	19.84	0	0	0	19.84
	ΠΛΗΘΟΣ	0	9	0	0	0	9
ΗΠΕΙΡΟΥ	ΙΣΧΥΣ (MW)	0	95.31	0	16.09	0	111.40
	ΠΛΗΘΟΣ	0	29	0	2	0	31
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	90.95	28.28	0	2.07	0	121.30
	ΠΛΗΘΟΣ	5	16	0	2	0	23
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	47.2	27.23	0	12.38	0.6	87.41
	ΠΛΗΘΟΣ	4	25	0	3	2	34
ΚΡΗΤΗΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	110.53	0.65	0	5.42	0.83	117.43
	ΠΛΗΘΟΣ	23	1	0	1	7	32
ΝΗΣΙΩΝ ΙΟΝΙΟΥ	ΙΣΧΥΣ (MW)	10.8	0	0	5.42	0	16.22
	ΠΛΗΘΟΣ	2	0	0	2	0	4
ΝΟΤΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΙΣΧΥΣ (MW)	96.46	0	0	0.5	0	96.96
	ΠΛΗΘΟΣ	35	0	0	1	0	36
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	ΙΣΧΥΣ (MW)	406.61	14.68	0	19.54	0.5	441.33
	ΠΛΗΘΟΣ	25	7	0	4	2	38
ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	514.5	58.72	0	0	0	573.22
	ΠΛΗΘΟΣ	45	28	0	0	0	73
ΣΥΝΟΛΟ	ΙΣΧΥΣ (MW)	1810.1	280.67	0	107.2	1.94	2199.91
	ΠΛΗΘΟΣ	192	131	0	21	12	356

**Πίνακας 2. Αδειοδοτημένα έργα ΑΠΕ κατά περιφέρεια.**

Από τον πίνακα φαίνεται το ενδιαφέρον για επιδότηση στα νησιά. Στο ανατολικό Αιγαίο Δωδεκανήσων δεν έχει εμφανιστεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον και προβλέπεται λόγω και της ανάπτυξης των σχέσεων μας με την γείτονα Τουρκία μεγάλη ανάπτυξη Αιολικών Πάρκων στα Δωδεκάνησα.

Με το Άρθρο 2 του νόμου 2941/2001 προβλέπεται η δημιουργία “Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης” για τις ΑΠΕ εντός προστατευόμενων περιοχών και επίσης ορίζεται ότι μέχρι την έκδοση αυτού, η χωροθέτηση θα γίνεται μετά από γνωμοδότηση της ./νσης Χωροταξικού Σχεδιασμού του ΥΠΕΧΩΔΕ. Στα πλαίσια των παραπάνω ρυθμίσεων και σε συνεργασία με τις αρμόδιες κρατικές και περιφερειακές Αρχές, επιδιώκεται να ελαχιστοποιηθούν τα προβλήματα που δημιουργεί η αξιοποίηση των ενεργειακών πόρων ΑΠΕ γενικά και ειδικότερα στις περιοχές που προαναφέρθηκαν.

Παράλληλα η ΔΕΗ προχωρεί στην οριστική μελέτη των αναγκαίων ενισχύσεων των δικτύων. Σύμφωνα με σχετική προμελέτη, που έχει ήδη πραγματοποιηθεί, η υποδομή των δικτύων που δημιουργείται θα δίνει την δυνατότητα συνδέσεως αιολικών πάρκων συνολικής ισχύος μέχρι 530 MW στην Εύβοια (περιλαμβανομένων και των νησιών των Κυκλάδων που διασυνδέονται με το ηπειρωτικό Σύστημα) και μέχρι 400 MW στην Λακωνία. Επίσης, η σχεδιαζόμενη επέκταση του Συστήματος προς Τουρκία, στο επίπεδο





των 400 kV θα δώσει τη δυνατότητα για σημαντική απορρόφηση αιολικής ισχύος στην περιοχή της Θράκης. Η ΡΑΕ έχει ήδη γνωμοδοτήσει θετικά και το ΥΠΙΑΝ έχει προχωρήσει στην έκδοση αδειών παραγωγής για 230 MW αιολικών σταθμών στην περιοχή, οι οποίοι θα μπορέσουν να συνδεθούν μετά την επέκταση του συστήματος. Με τη δημιουργία των υποδομών αυτών θα είναι δυνατόν να αξιοποιηθεί μακροπρόθεσμα ο υφιστάμενος σημαντικός ενεργειακός πόρος ΑΠΕ που υπάρχει στις περιοχές αυτές.

Σχετικά με τις επιπτώσεις που έχει στη δέσμευση γης η εγκατάσταση αιολικών πάρκων μέχρι τα παραπάνω άνω όρια, στη δυσμενέστερη περίπτωση της Ν. Εύβοιας όπου παρουσιάζεται η μεγαλύτερη πυκνότητα, αναφέρεται ότι θα καλύπτουν το πολύ ποσοστό 1% άγονης (χορτολιβαδικής κυρίως) έκτασης της συνολικής της επιφάνειας, χωρίς μάλιστα να δεσμεύουν κατά το μεγαλύτερο μέρος την χρήση της γης που καλύπτουν. (Η εκτίμηση αυτή γίνεται με την θεώρηση ότι τα αιολικά πάρκα αποτελούνται από ανεμογεννήτριες που καταλαμβάνουν έκταση διαμέτρου 200 μέτρων η κάθε μία).

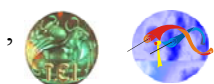
Στις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας η πυκνότητα είναι σχετικά μικρή. Αναλυτικότερα, στην πρώτη στήλη του Πίνακα 4 δείχνεται η ανά διαμέρισμα της χώρας κατανομή των Αιτήσεων που έχουν ήδη άδεια Εγκατάστασης ή Λειτουργίας και συνεπώς βρίσκονται σε λειτουργία ή υπό κατασκευή. Στην επόμενη δείχνονται τα αιολικά πάρκα για τα οποία έχει εκφραστεί θετική γνώμη της ΡΑΕ (μέχρι 31/12/2001).

ΠΕΡΙΟΧΗ	Με Άδεια Εγκατάστασης ή Λειτουργίας (MW)	Με Άδεια Παραγωγής ή Θετική Γνώμη ΡΑΕ (MW)	Μερικό Σύνολο (MW)	Εκτιμώμενες Πρόσθετες Δυνατότητες Μεχρι το 2010 (MW)	Σύνολο (MW)	Εκτιμώμενη Ετήσια Παραγωγή (GWh)
ΘΡΑΚΗ	76	279	355	150	505	1239
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	0	47	47	150	197	449
ΗΠΕΙΡΟΣ	0	0	0	10	10	18
ΚΡΗΤΗ	72	55	127	100	227	677
ΝΗΣΙΑ	44	110	154	70	224	706
ΣΤ. ΕΛΛΑΔΑ	2	174	176	150	326	743
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΣ	40	248	288	120	408	1002
ΔΥΤΙΚΗ ΕΛΛΑΔΑ	0	26	26	50	76	161
ΕΥΒΟΙΑ-ΑΝΔΡΟΣ-ΤΗΝΟΣ	248	15	263	350	613	1879
ΛΑΚΩΝΙΑ	29	96	125	150	275	723
ΑΤΤΙΚΗ	0	31	31	100	131	299
<b>ΣΥΝΟΛΑ</b>	<b>512</b>	<b>1081</b>	<b>1593</b>	<b>1400</b>	<b>2993</b>	<b>7894</b>

**Πίνακας 3. Αιολικά**

Βεβαίως ένα σημαντικό μέρος των Αιτήσεων στις οποίες έχει χορηγηθεί Άδεια Παραγωγής δεν είναι βέβαιο ότι θα πραγματοποιηθούν για διάφορους λόγους. Εκτιμάται όμως οι νέες Αιτήσεις που θα υποβληθούν κατά τα επόμενα χρόνια θα αντικατασταθούν από άλλες της αυτής τουλάχιστον συνολικής ισχύος, με την επιλογή καταλληλότερων θέσεων, λόγω της καλύτερης γνώσης του διατιθέμενου αιολικού δυναμικού και της γενικότερης εμπειρίας που ήδη αποκτάται.

Λαμβάνοντας υπόψη τον ρυθμό με τον οποίο εξακολουθούν να υποβάλλονται αιτήσεις για χορήγηση άδειας παραγωγής σε έργα ΑΠΕ και το εκτιμώμενο λοιπό αξιοποιήσιμο δυναμικό κατά περιοχή της χώρας, στην τρίτη στήλη του πίνακα 3 περιλαμβάνεται η



ισχύς ανά περιοχή που εκτιμάται ότι μπορεί να εγκατασταθεί μέχρι το 2010, υπό ορισμένες βέβαια προϋποθέσεις. Τέλος, στην τελευταία στήλη του Πίνακα 3 περιλαμβάνεται η αντίστοιχη ενέργεια που μπορεί να παραχθεί, λαμβάνοντας υπόψη τις συνθήκες ανέμου ανά περιοχή.

Συνοψίζοντας τα προηγούμενα προκύπτουν τα ακόλουθα, για το σύνολο των έργων ΑΠΕ:

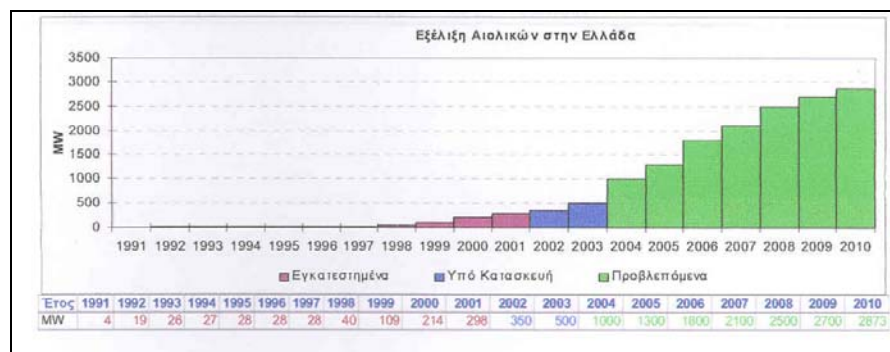
Σε λειτουργία ή υπό κατασκευή:	614 MW
Με θετική γνώμη της ΡΑΕ (31/12/2001):	1356 MW
Εκτιμώμενα πρόσθετα, μέχρι το 2010:	1460 MW
ΣΥΝΟΛΟ έτους 2010:	3430 MW

Η ενέργεια που θα παράγεται από τα παραπάνω έργα το έτος 2010 εκτιμάται σε 8800 GWh περίπου.

Κατά το έτος 2010 εκτιμάται ότι οι ανάγκες της χώρας θα απαιτούν την συνολική παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας 76000 GWh. Συνεπώς σύμφωνα με τις παραπάνω εκτιμήσεις η παραγόμενη από ΑΠΕ ηλεκτρική ενέργεια θα αποτελεί ποσοστό ίσο με 11.6% συνολικής.

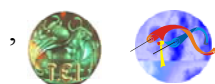
Εάν θεωρηθεί ότι το ποσοστό της παραγόμενης ενέργειας από τους Μεγάλους Υδροηλεκτρικούς Σταθμούς παραμένει και το 2010 στα ίδια με τα σημερινά επίπεδα, δηλαδή περί το 7 έως 8%, ο στόχος του 20,1% που θέτει η «Οδηγία 2001/77» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου, φαίνεται εφικτός, εφ' όσον βέβαια εξασφαλιστούν ορισμένες προϋποθέσεις, που αναφέρονται στην επόμενη παράγραφο.

Στο διάγραμμα 3 δείχνεται η δυνατή εξέλιξη του αιολικού δυναμικού ηλεκτροπαραγωγής, το οποίο θα παραμείνει ως κύρια ανανεώσιμη πηγή μέχρι το 2010.



**Διάγραμμα 3. Προοπτική εξέλιξης των ανεμογεννητριών στον Ελληνικό χώρο.**

Ωστόσο, ήδη εκφράζονται ορισμένες επιφυλάξεις για την επίτευξη του στόχου της Οδηγίας και για το αν πράγματι ο ρυθμός ανάπτυξης των πηγών στην Ελλάδα, όπως στο Διάγραμμα 3, είναι ο αναμενόμενος. Η ανασφάλεια αυτή πηγάζει από τον ρυθμό εγκατάστασης των έργων στην Ελλάδα, ο οποίος τα δύο τελευταία χρόνια δεν είναι ιδιαίτερα ενθαρρυντικός. Στον Πίνακα 4, παρουσιάζονται τα υπό κατασκευή και λειτουργία έργα ΑΠΕ στην Ελλάδα στις αρχές του 2003(1.12.20003). Η συνολική ισχύς



αυτών είναι, 675 MW, η οποία δεν διαφέρει σημαντικά από την αντίστοιχη ισχύ στα τέλη του 2001(520 MW) και φυσικά αποτελεί πολύ μικρό ποσοστό του συνόλου της αδειοδοτημένης ισχύος ΑΠΕ(3528 MW).

Τα προβλήματα που εμποδίζουν την ραγδαία ανάπτυξη των έργων ΑΠΕ στην Ελλάδα συνεχίζουν να είναι αυτά που προαναφέρθηκαν: χρονοβόρα αδειοδοτική διαδικασία, αδυναμία εκτέλεσης έργων ενίσχυσης του δικτύου και συνδέσεων, μη αποδοχή έργων ΑΠΕ σε ορισμένες –ελάχιστες– περιοχές της χώρας.

Η αδειοδοτική διαδικασία κρίνεται χρονοβόρα, εκτός του ότι έχει εξελιχθεί σε μια επίπονη και σε ορισμένες περιπτώσεις εξαντλητική διαδικασία. Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση της αδειοδοτικής διαδικασίας είναι κατά μέσο όρο ενάμιση με δύο έτη. Σε αυτό συμβάλλει ο μεγάλος αριθμός φορέων οι οποίοι θα πρέπει να δώσουν την έγκρισή τους, και το ότι για πολλούς από αυτούς η αξιολόγηση από μέρους τους δεν μπορεί να δρομολογείται παράλληλα. Επιπλέον, λόγω του μεγάλου αριθμού των έργων την πρώτη αυτή περίοδο της απελευθέρωσης, δημιουργείται συνωστισμός έργων προς εξέταση στις αρμόδιες υπηρεσίες. Είναι προφανές ότι υπάρχει μεγάλη ανάγκη για απλοποίηση της αδειοδοτικής υπηρεσίας .

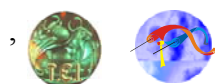
ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ					
		ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	ΜΥΗΕ	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ	ΒΙΟΜΑΖΑ
ΑΤΤΙΚΗΣ	ΑΕ		0,63		
	ΑΛ				24,96
	ΑΛ (2003)				
ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΕ	1,2	0,95		0,9
	ΑΛ		5,32		
	ΑΛ (2003)				0,9
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ	ΑΕ	69,06			
	ΑΛ		1		
	ΑΛ (2003)				
ΗΠΕΡΟΥ	ΑΕ		15,44		
	ΑΛ		2,72		
	ΑΛ (2003)		1,94		
ΣΤΕΡΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ	ΑΕ	2,4	18,1		
	ΑΛ		0,98		
	ΑΛ (2003)	0,6	3,56		
ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΑΕ				
	ΑΛ				
	ΑΛ (2003)				
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΘΡΑΚΗΣ	ΑΕ	106,2			
	ΑΛ				
	ΑΛ (2003)	100,2			
ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ	ΑΕ		19,13	0,4	
	ΑΛ		4,93		
	ΑΛ (2003)		6,2		
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ	ΑΕ		14,95		
	ΑΛ		1,35		
	ΑΛ (2003)		5,6		
ΕΥΒΟΙΑ	ΑΕ	67,2			
	ΑΛ	170,95			
	ΑΛ (2003)	27			
ΕΠΤΑΝΗΣΑ	ΑΕ				
	ΑΛ				
	ΑΛ (2003)				
ΣΥΝΟΛΑ	ΑΕ	246,06	69,2	0,4	0,9
	ΑΛ	170,95	16,3	0	24,96
	ΑΛ (2003)	127,8	17,3	0	0,9

ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ					
		ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ	ΜΥΗΕ	ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΑ	ΒΙΟΜΑΖΑ
ΔΩΔΕΚΑΝΗΣΑ	ΑΕ	12,95			
	ΑΛ	9,35			
	ΑΛ (2003)	0,45			
ΚΥΚΛΑΔΕΣ	ΑΕ	9,32			
	ΑΛ	6,98			
	ΑΛ (2003)	1,2			
ΝΗΣΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ	ΑΕ	9,43			
	ΑΛ	17,54			
	ΑΛ (2003)	8,83			
ΚΡΗΤΗΣ	ΑΕ	12,96		0,5	
	ΑΛ	67,35		0,17	
	ΑΛ (2003)	8,34		0,33	
ΣΥΝΟΛΑ	ΑΕ	44,66	0	0,5	0
	ΑΛ	101,215	0	0,17	0
	ΑΛ (2003)	18,82	0	0,33	0

Υπόμνημα

ΑΕ: Υπό κατασκευή (με άδεια εγκατάστασης)  
 ΑΛ: Σε λειτουργία (με άδεια λειτουργίας)  
 ΑΛ (2003): Προβλεπόμενη ένταξη εντός του 2003

Πίνακας 4. Έργα ΑΠΕ σε λειτουργία ή υπό κατασκευή κατά περιοχή της χώρας.



Η εκτέλεση των προγραμματισμένων έργων ενίσχυσης του Συστήματος αλλά και των μικρότερων έργων σύνδεσης των σταθμών στο δίκτυο αποτελεί βασικό ανασταλτικό παράγοντα στην ανάπτυξη των ΑΠΕ. Διαπιστώνεται αδυναμία υλοποίησης των έργων εκ μέρους της ΔΕΗ ΑΕ, κυρίως λόγω του μεγάλου αριθμού και μεγέθους των έργων αυτών συγκριτικά με το αντίστοιχο έργο των προηγούμενων ετών.

Τέλος, αν και η αποδοχή των ΑΠΕ στις περισσότερες περιοχές της χώρας είναι δεδομένη, σε ορισμένα τμήματα της Ελληνικής επικρατείας προκαλούνται αντιδράσεις του κοινού στην εγκατάσταση σταθμών ΑΠΕ (αιολικών μικρών υδροηλεκτρικών) λόγω της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος που η κατασκευή των έργων συνεπάγεται. Ως παράδειγμα αναφέρεται η περιοχή της νότιας Λακωνίας, όπου το αιολικό δυναμικό είναι εξαιρετικά υψηλό και θα μπορούσε να αποτελέσει ένα σημαντικό ενεργειακό πόρο για τη χώρα.

Η αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων στο άμεσο μέλλον από την ελληνική πολιτεία και η πληρέστερη ενημέρωση του κοινού για τα πλεονεκτήματα των ΑΠΕ θα μπορούσε να συμβάλλει στη επίτευξη του στόχου της «Οδηγίας». Παράλληλα θα δώσει την ευκαιρία για σημαντική επένδυση κεφαλαίων και απασχόλησης στον ενεργειακό τομέα, όπως δείχνεται στον πίνακα 5.



Άμεσες Επενδύσεις στην Ενέργεια (σε εκ. Ευρώ 2001)	Αναμενόμενες επενδύσεις έως το 2005	Αναμενόμενες επενδύσεις 2005 - 2010
<b>Σταθμοί Ηλεκτροπαραγωγής</b>		
- Ιδιωτικές μονάδες Φυσικού Αερίου	1,200	1,320
- Επενδύσεις ΔΕΗ - Παραγωγή	1,050	1,000
- Ιδιωτικά Υδροηλεκτρικά έργα	100	350
- Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	950	1,500
<b>Σύνολο Σταθμών Ηλεκτροπαραγωγής</b>	<b>3,300</b>	<b>4,170</b>
<b>Δίκτυα Ηλεκτρισμού</b>		
- Μεταφορά	450	800
- Διανομή	1,750	2,500
<b>Σύνολο Δικτύων Ηλεκτρισμού</b>	<b>2,200</b>	<b>3,300</b>
<b>Φυσικό Αέριο</b>		
Διανομή Πόλεων	350	800
Έργα υποδομής Συστήματος, Αγωγών	160	500
<b>Σύνολο Συστήματος Φυσικού Αερίου</b>	<b>510</b>	<b>1,300</b>
Άλλα έργα ενεργειακού τομέα	450	750
<b>ΓΕΝΙΚΟ ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>6,460</b>	<b>9,520</b>

Ενδεικτική κατανομή των επενδύσεων ΑΠΕ κατά είδος εταιρείας

ΕΙΔΟΣ ΕΤΑΙΡΙΑΣ	ΙΣΧΥΣ (MW)	%
Τοπική Αυτοδιοίκηση	90	6.02
Ξένες εταιρείες ΑΠΕ	312	20.84
Μεγάλες Ελληνικές Εταιρείες	679	45.29
Μικρές Ελληνικές Εταιρείες ΑΠΕ	254	16.95
ΔΕΗ και συνεργάτες	83	5.56
Άλλοι (κυρίως καταναλωτές ενέργειας)	80	5.34
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>1498</b>	<b>100</b>

**Πίνακας 5. Το μερίδιο των ΑΠΕ στις συνολικές αναμενόμενες επενδύσεις στον τομέα της Ενέργειας στην Ελλάδα.**

## 1.6. ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΤΗΣ ΡΑΕ : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΣΤΗΡΙΞΗ ΤΩΝ ΑΠΕ

Βασική προϋπόθεση για την ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί η οικονομική βιωσιμότητα των επενδύσεων αυτών. Εφ' όσον δεν υπάρξουν θεαματικές μειώσεις του κόστους κατασκευής των έργων ΑΠΕ, όπως προβλέπεται τουλάχιστον για τα αμέσως επόμενα χρόνια, ή αντίστοιχα μεγάλη άνοδος του κόστους των συμβατικών πηγών παραγωγής, καθίσταται αναγκαία η συνέχιση της κατά διάφορους τρόπους ενίσχυσής τους. Ο στόχος για μεγάλης κλίμακας διείσδυσης των ΑΠΕ απαιτεί την ενεργοποίηση και των



κατάλληλων οικονομικών εργαλείων τα οποία θα πρέπει να ικανοποιούν τουλάχιστον τα εξής:

1. Να έχουν μόνιμο και σταθερό χαρακτήρα ώστε να διευκολύνουν την τραπεζική χρηματοδότηση των έργων.
2. Να είναι συμβατά με τους μηχανισμούς αγοράς της απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας ώστε να αποφεύγονται στρεβλώσεις του ανταγωνισμού.
3. Να εντάσσουν στην αγορά το εξωτερικό κόστος το οποίο καλούνται να καλύψουν με τρόπο που να αντιστοιχεί στην επιθυμία πληρωμής (willingness to pay) των καταναλωτών ώστε να ελαχιστοποιείται η απώλεια ευημερίας του κοινωνικού συνόλου.
4. Να είναι οικονομικά αποτελεσματικά ώστε να μεγιστοποιείται η απόδοσή τους ως προς τις ΑΠΕ στο ελάχιστο δυνατό κόστος.

Αναφερόμενοι ειδικότερα στα αιολικά, που αποτελούν σήμερα και την κύρια παραγωγή ΑΠΕ, σημειώνουμε τα ακόλουθα σχετικά με την οικονομική τους βιωσιμότητα και τις διάφορες δυνατότητες στηρίζεώς τους:

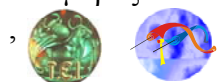
Επισημαίνεται αρχικά ότι η παραγόμενη από τις ανεμογεννήτριες ενέργεια εξαρτάται έντονα από την ταχύτητα του ανέμου. Έτσι, με βάση τη σημερινή τιμή αγοράς της παραγόμενης ενέργειας ΑΠΕ και εφ' όσον ο επενδυτής λάβει επιδότηση ίση με το 30% του κόστους εγκατάστασης του αιολικού πάρκου (όπως προβλέπεται από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ενέργειας του Γ' ΚΠΣ), εκτιμάται ότι για τη βιωσιμότητα της επένδυσης είναι απαραίτητο η μέση ετήσια ταχύτητα στη θέση εγκατάστασης να είναι τουλάχιστον 6 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Το όριο αυτό περιλαμβάνεται στον «Οδηγό Αξιολόγησης» της ΡΑΕ και εφαρμόστηκε κατά την αξιολόγηση των αιολικών πάρκων που έχουν μέχρι σήμερα αδειοδοτηθεί.

Για να υπάρξει όμως επενδυτικό ενδιαφέρον χωρίς την επιδότηση κεφαλαίου 30%, πρέπει η μέση ετήσια ταχύτητα του ανέμου στην θέση εγκαταστάσεως του αιολικού πάρκου να είναι μεγαλύτερη από 7 έως 7,5 μέτρα ανά δευτερόλεπτο. Υπάρχει σημαντικός αριθμός τέτοιων έργων και μάλιστα στις περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού για τις οποίες η ΡΑΕ σύντομα θα εκδώσει θετικές γνωμοδοτήσεις.

Στα πλαίσια του Επιχειρησιακού Προγράμματος Ανταγωνιστικότητα (ΕΠΑΝ), που χρηματοδοτείται από το Γ' ΚΠΣ, προβλέπεται η επιδότηση έργων ΑΠΕ και εξοικονόμησης ενέργειας, ύψους 360 δις περίπου. Το μεγαλύτερο μέρος από αυτά θα αφορούν τις ΑΠΕ, επί πλέον δε υπάρχει η δυνατότητα επιδότησης από τον Αναπτυξιακό Νόμο. Εκτιμάται ότι έργα ΑΠΕ ισχύος περί τα 800 MW μπορεί να επιδοτηθούν στα πλαίσια των παραπάνω προγραμμάτων, δηλαδή μέχρι το τέλος του 2006.

Επί πλέον προβλέπεται η επιδότηση, σε ποσοστό 50% του κόστους των ηλεκτρικών δικτύων που είναι αναγκαίο να κατασκευαστούν για την σύνδεση των ΑΠΕ στο Σύστημα..

Επομένως, για να επιτευχθεί ο στόχος που αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, ένα μέρος των έργων ΑΠΕ θα πρέπει να κατασκευαστούν χωρίς επιδότηση. Για τα έργα



αυτά είναι αναγκαίο να εφαρμοσθούν νέοι οικονομικοί μηχανισμοί στήριξης που θα πρέπει να ικανοποιούν τα τέσσερα κριτήρια που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Ένας από τους υποψήφιους προς εξέταση οικονομικούς μηχανισμούς στήριξης των ΑΠΕ που αν σχεδιασθεί κατάλληλα μπορεί να ικανοποιήσει τα τέσσερα κριτήρια είναι η αγοραπωλησία πράσινων πιστοποιητικών. Τα πιστοποιητικά αυτά πιστοποιούν την προέλευση της ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ. Η ρυθμιστική πολιτική συνίσταται στην επιβολή σε όλους τους προμηθευτές ηλεκτρικής ενέργειας να κατέχουν ένα ελάχιστο αριθμό πράσινων πιστοποιητικών ανάλογα με τις συνολικές πωλήσεις ηλεκτρικής ενέργειας που πραγματοποιούν. Οι προμηθευτές μετακυλύουν το κόστος κατοχής τέτοιων πιστοποιητικών στους πελάτες τους και ανάλογα με την επιθυμία των τελευταίων να τροφοδοτούνται από πράσινη ενέργεια είτε ο προμηθευτής βρίσκεται σε θέση πωλητού πιστοποιητικών στη δευτερογενή αγορά είτε σε θέση αγοραστή. Οποσδήποτε όμως το θέμα αυτό εντάσσεται σε μια σειρά από τεχνικά και οικονομικά προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν στην προσπάθεια προώθησης των ΑΠΕ, και τα οποία αποτελούν αντικείμενο εξέτασης διεθνώς κατά τα τελευταία έτη.

Όπως αναφέρθηκε κατά τη διανεμημένη Παραγωγή μεταβάλλεται ο τρόπος λειτουργίας των υφισταμένων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία έχουν σχεδιαστεί με βάση τη συγκεντρωμένη παραγωγή. Δεδομένου όμως ότι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας πρέπει σε κάθε στιγμή να καλύπτει ακριβώς τη ζήτησή της, είναι αναγκαίος ο συνεχής έλεγχος των πηγών παραγωγής, πράγμα το οποίο είναι πολύπλοκο όταν το πλήθος των πηγών είναι πολύ μεγάλο και μάλιστα όταν πολλές από αυτές είναι μη ελεγχόμενου ρυθμού παραγωγής.

Η χρησιμοποίηση των νέων τεχνολογιών μετάδοσης και επεξεργασίας της πληροφορίας και ελέγχου δίδει τη δυνατότητα αντιμετώπισης των προβλημάτων αυτών αλλά βέβαια αυξάνει σημαντικά το κόστος του διανεμόμενου ηλεκτρισμού στους καταναλωτές. Επιπλέον, η υλοποίηση των παραπάνω στα πλαίσια της απελευθερωμένης αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας απαιτεί την καθιέρωση ενός συστήματος τιμολόγησης και αξιολόγησης των διαφόρων τεχνικών και δυνατοτήτων, παράλληλα με τη λειτουργία των συμβατικών πηγών, ώστε να επιτυγχάνεται το βέλτιστο αποτέλεσμα για τους καταναλωτές.

Η ΡΑΕ εξετάζει τα παραπάνω θέματα με ταυτόχρονη ενσωμάτωση της εμπειρίας που έχει αποκτηθεί διεθνώς, λαμβάνοντας υπόψη τις Οδηγίες της ευρωπαϊκής ένωσης και τις δεσμεύσεις της χώρας, ώστε να συμβάλει κατά το δυνατόν πληρέστερα στη διαμόρφωση ενός πλαισίου λειτουργίας της ελληνικής αγοράς ηλεκτρισμού.

Ήδη το θέμα της σύνδεσης μεγάλης διανεμημένης παραγωγής από ΑΠΕ στο δίκτυο αποτελεί μείζον κεφάλαιο του Κώδικα δικτύου, τον οποίο επεξεργάζεται η ΡΑΕ σε συνεργασία με τον διαχειριστή του δικτύου. Εκεί θα ρυθμίζονται θέματα σύνδεσης, λειτουργίας και τιμολόγησης αυτής της παραγωγής.

Σημαντικές επίσης προϋποθέσεις για την ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι οι κατάλληλες χωροταξικές ρυθμίσεις, οι οποίες παράλληλα με την ενημέρωση των πολιτών θα οδηγήσουν στην ευμενή αποδοχή των ΑΠΕ από το κοινό, όπως επίσης και η δημιουργία των αναγκαίων υποδομών για τη σύνδεσή τους στο Σύστημα.



Σχετικά με τις υποδομές αυτές η ΡΑΕ προετοιμάζει σχέδιο νόμου που θα εισηγηθεί στον Υπουργό Ανάπτυξης και αφορά στη διαδικασία απαλλοτριώσεων για την κατασκευή δικτύων υψηλής τάσης. Οι προβλέψεις του νόμου αυτού θα διασφαλίσουν μεγάλη επιτάχυνση της διαδικασίας απαλλοτριώσεων ώστε τα έργα δικτύου μεγάλης εθνικής σημασίας, όπως για τις ΑΠΕ στην Εύβοια, το μεγάλο έργο δικτύων για την Ανατολική Μακεδονία και τη Θράκη, αλλά και έργα στα νησιά, να μπορέσουν να γίνουν σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα από αυτό που υπολογίζει η ΔΕΗ με τα σημερινά δεδομένα.

Τέλος η ΡΑΕ εκμεταλλευόμενη και τις σχετικές διατάξεις του Κώδικα διαχείρισης έχει τυποποιήσει και έχει δώσει τις κατάλληλες οδηγίες στο ΔΕΣΜΗΕ για το διαδικαστικό τρόπο με τον οποίο θα χρηματοδοτηθούν και θα εγγυοδοτηθούν τα έργα επέκτασης των δικτύων υψηλής τάσης που απαιτούνται για τις ΑΠΕ.

Συμπερασματικά οι ενέργειες της ΡΑΕ χρονικά έχουν ως εξής:

Θετική γνωμοδότηση για τη ΜΑΣΜ (5ετές πρόγραμμα ανάπτυξης Συστήματος υψηλής τάσης) που προτείνεται από το ΔΕΣΜΗΕ και αποτελεί υποχρέωση της ΔΕΗ. Στη νέα ΜΑΣΜ περιλαμβάνονται για πρώτη φορά το ειδικό έργο Θράκης, το έργο Εύβοιας, Λακωνίας και άλλα έργα σύνδεσης ΑΠΕ.

Ανακοίνωση για τις θετικές γνώμες της ΡΑΕ για άδειες παραγωγής στη Νότιο Εύβοια, Άνδρο και Τήνο

Εισήγηση σχεδίου νόμου για τις απαλλοτριώσεις για δίκτυα υψηλής τάσης μεγάλης εθνικής σημασίας

Ολοκλήρωση της διαδικασίας χρηματοδότησης και παροχής εγγυήσεων από τους επενδυτές ΑΠΕ ώστε να αρχίσουν το συντομότερο τα έργα δικτύου Εύβοιας και Θράκης (το έργο Λακωνίας και τα άλλα έργα ΑΠΕ είναι απλούστερα)

Ολοκλήρωση συνεργασίας με ΥΠΕΧΩΔΕ και Περιφέρειες για την αντιμετώπιση του χωροταξικού ζητήματος σχετικά με τα αιολικά της Νότιας Λακωνίας και της Αττικής

Παρακολούθηση της πορείας των έργων ΑΠΕ σύμφωνα με τα τριμηνιαία δελτία προόδου και εκκαθάριση του μητρώου από έργα που είτε εγκαταλείπονται είτε καθυστερούν αδικαιολόγητα με ευθύνη των επενδυτών (στόχος είναι να μην υπάρχει δέσμευση θέσεων από επενδυτές που δεν προχωρούν τα έργα)

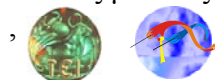
Ανάλογα με τον προγραμματισμό κάθε μη διασυνδεδεμένου νησιού ανακοίνωση της επιπλέον διαθέσιμης ισχύος για ΑΠΕ τα επόμενα έτη

Σε συνεργασία με την πρωτοβουλία του ΕΛΦΟΡΕΣ, ολοκλήρωση πρότασης για την εκμετάλλευση της γεωθερμίας

Πρόταση για ανάπτυξη υβριδικών συστημάτων σε μεγάλα νησιά

Πρόταση για περαιτέρω απλοποιήσεις της αδειοδοτικής διαδικασίας

Ειδικές μελέτες





## Σύστημα Πράσινων Πιστοποιητικών

Δίκτυο Διανομής και διανεμημένη Παραγωγή σε μεγάλη κλίμακα

## 2. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

### 2.1 Εισαγωγή

Στην μελέτη αυτή παρουσιάζεται περιγραφή και η οικονομική σκοπιμότητα Αιολικού Πάρκου που πρόκειται να εγκατασταθεί στη περιοχή Καψάλα του δήμου Καλύμνου του Νομού Δωδεκανήσων. Καταλαμβάνει χώρο έκτασης 65.000m<sup>2</sup> περίπου επί της κορυφογραμμής που εκτείνεται δυτικά του χωριού Άργος και σε υψόμετρο που κυμαίνεται από 440 έως 460 μέτρα.

Η διάρκεια ζωής της επένδυσης προεκτιμάται βάσει της διεθνούς εμπειρίας, στα 20 έτη, όση δηλαδή είναι και η ζωή του σημαντικότερου στοιχείου του εξοπλισμού, της Α/Γ, όπως προκύπτει από τα σχετικά πιστοποιητικά

Η Οικονομική Σκοπιμότητα είναι προφανής στα πλαίσια της διαμορφωμένης αγοράς της ενέργειας και του σχετικού νομοθετικού πλαισίου. Πρόκειται για μια επένδυση με ιδιαίτερα ελκυστικούς δείκτες, οι οποίοι απαντούν άμεσα, καθαρά και καταφατικά στο ερώτημα για την σκοπιμότητα μιας επένδυσης στην υπό μελέτη περιοχή. Οι δείκτες αυτοί παρουσιάζονται λεπτομερώς στα παρακάτω ενώ σε παραγράφους των κεφαλαίων αυτών φαίνονται στοιχεία που αφορούν την κοινωνική, την περιβαλλοντική και την πολιτική σκοπιμότητα του έργου.

Η εξοικονόμηση μεγάλων ποσοτήτων καυσίμων έχει πρωτίστως περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Το διοξείδιο του άνθρακα, που θα επιβάρυνε την ατμόσφαιρα αν η ισοδύναμη ενέργεια προερχόταν από θερμικούς σταθμούς, είναι ιδιαίτερα σημαντικό για



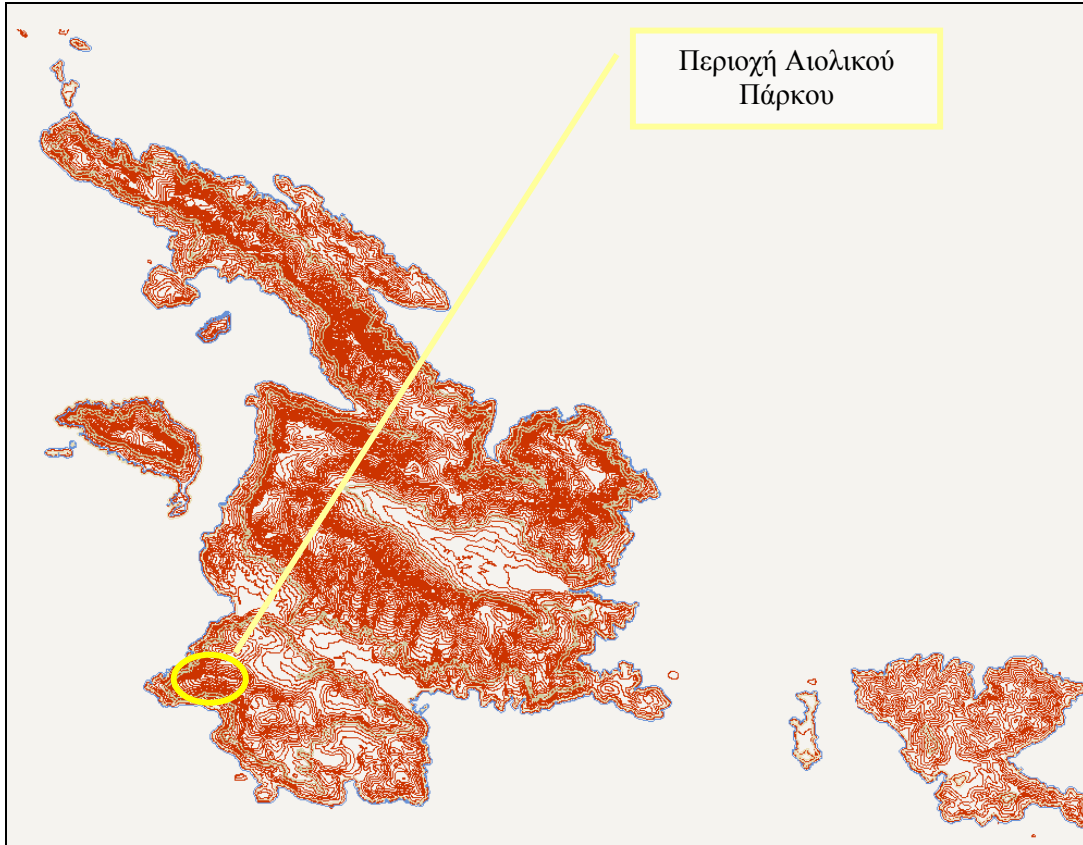
το φαινόμενο του θερμοκηπίου, ενώ όλοι οι άλλοι ρύποι αποτελούν σημαντικές περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, οι οποίες και αποφεύγονται με την λειτουργία του συγκεκριμένου Αιολικού Πάρκου. Πέραν των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η εξοικονόμηση καυσίμου έχει και πολιτική σκοπιμότητα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση δεν παράγει πετρέλαιο, ενώ ο άνθρακας περιορίζεται ολόένα ως απόθεμα και ανεβαίνει, αργά αλλά σταθερά, η τιμή του. Έτσι, η Ε.Ε. εξάγει συνάλλαγμα προς τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες εξαρτώμενη, μερικά από αυτές. Δεδομένου και του επικείμενου φόρου του διοξειδίου του άνθρακα, η συνδυασμένη πολιτική, οικονομική και περιβαλλοντική σκοπιμότητα είναι δεδομένη.

Η αύξηση της απασχόλησης, τόσο σε επίπεδο κατασκευαστικό όσο και λειτουργικό είναι μια τελευταία, όχι ήσσονος, σημασίας παράμετρος για την σκοπιμότητα ανέγερσης και λειτουργίας του εν λόγω Αιολικού Σταθμού.

## 2.2 Προτεινόμενη θέση ανέγερσης της εγκατάστασης παραγωγής

**Το προτεινόμενο Αιολικό Πάρκο** θα εγκατασταθεί στο νοτιοδυτικό άκρο του δήμου Καλύμνου (σχήμα 6), στην κτηματική περιφέρεια του οικισμού Άργος και συγκεκριμένα κατά μήκος της κορυφογραμμής του ορεινού όγκου Καψάλα (σχήμα 7). Το υψόμετρο κυμαίνεται από 445 έως 466 μέτρα. Η πρόσβαση στο αιολικό πάρκο από το λιμάνι της Καλύμνου γίνεται μέσω της οδού Κάλυμνος-Άργος. Από κει έχουμε την διάνοιξη δρόμου προσέγγισης του Αιολικού Πάρκου. Κινούμενοι λοιπόν δυτικά του οικισμού Άργος προσεγγίζουμε το Πάρκο από την δυτική του πλευρά. Η διάνοιξη του δρόμου καθώς και η εσωτερική οδοποιία του Αιολικού Πάρκου φαίνονται στο τοπογραφικό διάγραμμα του παραρτήματος 8 (ΜΠ1) όπου φαίνεται η θέση εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου.





Σχήμα 6. Θέση ευρύτερης περιοχής ενδιαφέροντος.



Σχήμα 7. Απόσπασμα χάρτη όπου φαίνεται η θέση του Αιολικού Πάρκου



### 2.3 Το αιολικό δυναμικό

Η πρωτογενής μορφή ενέργειας είναι η Αιολική Ενέργεια. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του ανεμογράφου που χρησιμοποιήθηκε για την συλλογή των απαιτούμενων μετρήσεων για την περάτωση της μελέτης αυτής.

Τοποθεσία	Φορέας Μετρήσεων	Μέση Ετήσια Ταχύτητα (m/s)	Περίοδος μετρήσεων			Ύψος ιστού (m)
			Από	Έως	Μήνες	
Ψέριμος	Δήμος Καλύμνου	5,4	24/9/97	15/4/98	7	10

Πίνακας 6. Χαρακτηριστικά ανεμογράφου.

C	6,1
k	1,81

Πίνακας 7. Συντελεστές Weibull.

### 2.4. Η εφαρμοζόμενη τεχνολογία

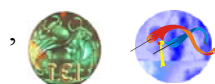
Στο παράρτημα 6 φαίνεται η καταγραφή των επιμέρους στοιχείων των ανεμογεννητριών.

Μετά από έρευνα για την αξιοπιστία της εφαρμοζόμενης τεχνολογίας σε κάθε στοιχείο και στο σύνολό τους, βρέθηκε ότι όλες οι Α/Γ πληρούν τις προδιαγραφές παγκοσμίως αναγνωρισμένων πιστοποιητικών οίκων όπως :

- η Norske Veritas (DNV) και
- ο Germanische Lord (GL)

Οι Α/Γ που εξετάστηκαν έχουν πιστοποιητικά των ανωτέρων οίκων.

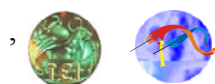
Επελέγη η Energon E-40 (Φωτογραφία 1) λόγω του μεγέθους της (600kW) και της συμβατικότητάς της με το μικρό, ασθενές, τοπικό σύστημα παραγωγής ενέργειας. Οι διαστάσεις της συγκεκριμένης Α/Γ επιτρέπουν την ευκολότερη μεταφορά και εγκατάστασή της στην συγκεκριμένη τοποθεσία.





**Φωτογραφία 1. ENERCON E-40 (600kW)**

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και οι άλλες Α/Γ πληρούν τις βασικές προϋποθέσεις για την εγκατάστασή τους στο εν λόγω Α/Π. Η τελική απόφαση για τον τύπο της Α/Γ θα πρέπει να ληφθεί μετά από την συλλογή προσφορών από τις ανωτέρω ή και άλλες κατασκευάστριες εταιρίες. Συνυπολογίζοντας τα συμβόλαια εγγύησης λειτουργίας,



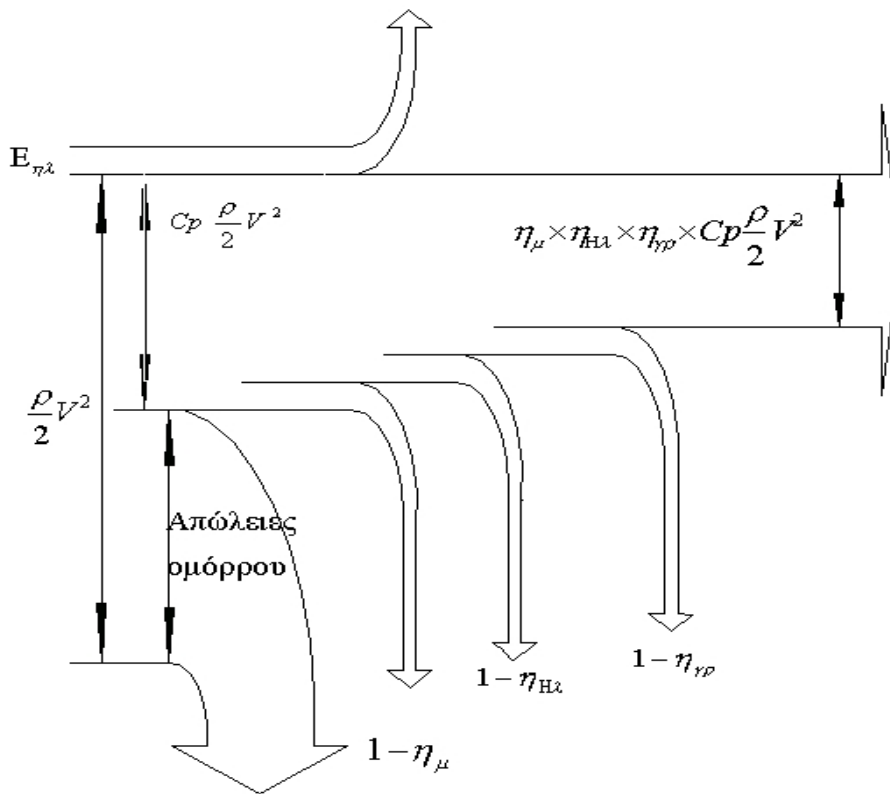
συντήρησης και επισκευής (W.O.M.S.) που προσφέρει η κάθε μία κατασκευάστρια εταιρία.

Οι παράμετροι σχεδιασμού και χωροθέτησης του Α.Π. είναι:

**Το μέγεθος των Α/Γ:** επελέγη στην κλίμακα των τύπων με ευρεία εφαρμογή και πλήρης πιστοποιητικών. Η τεχνολογία των Α/Γ αυτών είναι σύγχρονη, μόλις δύο ετών. Πρέπει να σημειωθεί ότι ένας από τους παράγοντες που οδήγησαν στην επιλογή αυτή ήταν και η δυνατότητα εξεύρεσης κατάλληλου γερανού στην Ελλάδα.

**Ο Αριθμός των Α/Γ (4)** επελέγη με βάση την διαθέσιμη έκταση του οικοπέδου και τον Αιολικό χάρτη της περιοχής, έτσι ώστε να επιτευχθεί ο μέγιστος συντελεστής απασχόλησης (capacity factor). Η ικανότητα του δικτύου της ΔΕΗ (γραμμή μεταφοράς) και το όλο ηλεκτρολογικό μέρος του Αιολικού αυτού σταθμού υπήρξαν παράμετροι για τον σχεδιασμό.

Το διάγραμμα ροής της ενέργειας φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 8.



Σχήμα 8. Διάγραμμα ροής ενέργειας από την Αιολική έως την Ηλεκτρική που καταναλώνεται. Όπου τα σύμβολα σημαίνουν:

- $E_{\eta\lambda}$  : ανελαστικά ηλεκτρικά φορτία Αιολικού Πάρκου, (φωτισμός, αυτοματισμοί, οικίσκος ελέγχου, κλιματισμός, κλπ)
- $C_p$  : συντελεστής Ισχύος Αιολικού Πάρκου

$\rho$  : πυκνότητα ατμόσφαιρας

$V$  : ταχύτητα ανέμου

$\eta_{\mu}$  : μηχανικός βαθμός απόδοσης

$\eta_{\text{Ηλ}}$  : ηλεκτρικός βαθμός απόδοσης

$\eta_{\text{γρ}}$  : απόδοση γραμμής μεταφοράς

$\eta_{\mu} \times \eta_{\text{Ηλ}} \times \eta_{\text{γρ}} \times Cp \frac{\rho}{2} V^2$  : Ενέργεια προς διάθεση στο δίκτυο

## 2.5. Ισχύς (MW) και τύπος κάθε μονάδας της εγκατάστασης παραγωγής.

Η ισχύ και ο τύπος της κάθε μονάδας της εγκατάστασης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Τύπος Α/Γ	ENERCON E-40
Αριθμός Α/Γ	4
Διάμετρος Πτερύγωσης (m)	40
Ταχύτητα περιστρ. Ρότορα (RPM)	38,5/18
Ύψος Πυλώνα (m)	45
Μέγιστη μέση δεκάλεπτη Ταχύτητα (m/s)	39,8
Ταχύτητα αποκοπής (m/s)	35
Ταχύτητα έναρξης λειτουργίας (m/s)	2,5
Ισχύς ανά μηχανή (KW)	600
Συνολική Ισχύς Πάρκου (MW)	2,4

Πίνακας 8. Τύπος Ανεμογεννήτριας.

## 2.6. Ημερομηνία έναρξης εμπορικής λειτουργίας.

Η εγκατάσταση παραγωγής αναμένεται να τεθεί σε εμπορική λειτουργία 129 μέρες μετά την έναρξη των εργασιών. Ο χρόνος που απαιτείται για την ολοκλήρωση των εργασιών της ανέγερσης του Αιολικού Πάρκου, από όπου προκύπτει και η παραπάνω ημερομηνία, φαίνεται στο διάγραμμα Gantt (Παράρτημα 5).

## 2.7. Συνοπτική παρουσίαση του επιχειρηματικού σχεδίου.



### 2.7.1. Μέγιστη καθαρή ισχύς (MW) που αναμένεται να είναι διαθέσιμη.

Η μέγιστη καθαρή ισχύς (MW) που μπορεί να διαθέσει η εγκατάσταση παραγωγής στο Σύστημα είναι 3,39MW (2,4MW – απώλειες σκίασης – απώλειες εσωτερικού δικτύου πάρκου).

### 2.7.2. Αναμενόμενη διάρκεια ζωής της εγκατάστασης παραγωγής.

Η διάρκεια ζωής της επένδυσης προεκτιμάται στα 20 έτη, όση δηλαδή είναι και η ζωή του σημαντικότερου στοιχείου του εξοπλισμού, της Α/Γ. Για τις ανεμογεννήτριες ο χρόνος ζωής πιστοποιείται από το Statement of Compliance: WEC 00-004A-2000.

Ο πυλώνας έχει σχεδιαστεί με βάση τα φορτία δυναμικής και στατικής ανάλυσης που έχουν προδιαγραφεί από τον κατασκευαστή της ανεμογεννήτριας, ENERCON, και αντιστοιχούν στην παραπάνω διάρκεια ζωής.

### 2.7.3. Αριθμός των μονάδων παραγωγής και ισχύς της κάθε μίας.

Η εγκατάσταση παραγωγής αποτελείται από 4 Α/Γ ENERCON με ονομαστική ισχύ 600 KW η κάθε μια.

### 2.7.4. Ετήσιες προβλέψεις κόστους – Παραδοχές.

- **Παραδοχές τις οποίες βασίζονται τα παρεχόμενα στοιχεία**

Το κόστος παραγωγής είναι αμελητέο σε σχέση με την ετήσια παραγωγή ενέργειας και το μεγαλύτερο τμήμα του αναφέρεται σε σταθερό κόστος, σε κόστος δηλαδή που δεν εξαρτάται από τον όγκο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας.

Το κόστος είναι αμελητέο σε σχέση με την ετήσια παραγωγή ενέργειας.

Λειτουργικές δαπάνες πάρκου,

Διοικητικά έξοδα

Ενοίκιο οικοπέδου

Φωτισμός Ασφαλείας,

Συστήματα Προστασίας και Σήμανσης,

Λειτουργίες του οικίσκου Ελέγχου,

Συστήματα Ελέγχου των Ανεμογεννητριών,

Εκκίνηση Ανεμογεννητριών.

Το μεταβλητό κόστος, το κόστος δηλαδή που εξαρτάται από τον όγκο παραγωγής ενέργειας, επιμερίζεται στις ακόλουθες λειτουργίες του Αιολικού Πάρκου:

Ανταποδοτικά τέλη προς την Τοπική Αυτοδιοίκηση





Τμήμα του κόστους συντήρησης που αφορά έκτακτες ανάγκες.

- **Προβλέψεις σταθερού κόστους παραγωγής**

#### **Προσωπικό που θα απασχοληθεί**

Στην διάρκεια λειτουργίας του πάρκου θα απασχολούνται στο πάρκο τα παρακάτω άτομα κατά ειδικότητα, ποσοστό απασχόλησης και μισθό:

<b>A/A</b>	<b>Ειδικότητα</b>	<b>Αριθμός Ατόμων</b>	<b>% Μηνιαία απασχόληση</b>	<b>Μηνιαίος Μισθός (€)</b>	<b>Ετήσιο Κόστος (€)</b>
1.	Λογιστής	1	80	960	10.752
2.	Μηχανικός Α.Ε.Ι/Τ.Ε.Ι.	1	100	1750	24.500
3	Γραμματεία	1	80	960	10.752
4	Εργατοτεχνίτης	3	100	1000	14.000
Σύνολα		5.60			60.004

**Πίνακας 9. Κόστος προσωπικού που θα απασχοληθεί.**

- **Δαπάνες Ασφάλισης**

Οι δαπάνες ασφάλισης είναι 0 €/έτος επειδή καλύπτονται από τον κατασκευαστή με σχετικό συμβόλαιο που περιλαμβάνει ασφάλιση, λειτουργία, συντήρηση και επισκευές (Warranty, Operation, Maintenance, Service). Εάν δεν καλύπτονται τα έξοδα ασφάλισης είναι περίπου 0,45% του αρχικού κόστους του Α/Π.

- **Δαπάνες συντήρησης**

Σύμφωνα με την κοινή πρακτική τα δύο πρώτα έτη οι δαπάνες συντήρησης συμπεριλαμβάνονται στο κόστος αγοράς. Οι σταθερές δαπάνες συντήρησης από το δεύτερο μέχρι και το εικοστό έτος, έχουν μέσο ετήσιο κόστος συντήρησης είναι 48.000 €/ετησίως.

- **Ενοίκιο Οικοπέδου**

Για την εγκατάσταση του ΑΠ απαιτείται έκταση μήκους περίπου 1170 μ και πλάτους 191μ για την αποκλειστική από εμάς χρήση γης για 20-ετία με ενοίκιο 20.000 €/έτος συνολικά.



- **Λοιπές δαπάνες**

Εδώ εντάσσονται όλες οι δαπάνες που δεν μπορούν να ενταχθούν στις προαναφερθείσες κατηγορίες και εκτιμώνται σε 20.000 € /έτος.

### 2.7.5. Προβλέψεις ετήσιου μεταβλητού κόστους παραγωγής

Το μεταβλητό κόστος ταυτίζεται με τις δαπάνες λειτουργίας του Αιολικού Πάρκου που είναι:

- **Ανταποδοτικά τέλη προς την Τοπική Αυτοδιοίκηση.**

Σύμφωνα με την υφιστάμενη νομοθεσία, αρ. Φ.Ε.Κ. 826/ 28-06-2001, απόφαση Δ6/Φ1/11444 περί καθορισμού ύψους και διαδικασίας απόδοσης ανταποδοτικού τέλους υπέρ Ο.Τ.Α. από παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας με χρήση Α.Π.Ε., αποδίδεται 2% επί της προ Φ.Π.Α. τιμής πώλησης της ενέργειας υπέρ του Δήμου Καλύμνου, νομού Δωδεκάνησου. Το παραπάνω ποσό, που ανέρχεται περίπου σε 12.693 €/έτος, παρακρατείται από τη Δ.Ε.Η. κατά την πληρωμή του ποσού που αντιστοιχεί στην αξία της αγοραζόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και αποδίδεται στην ταμειακή υπηρεσία του Δήμου Καλύμνου. Το ποσό του ανταποδοτικού τέλους θα εγγράφεται σε ξεχωριστό κωδικό του προϋπολογισμού του Δήμου Καλύμνου και θα διατίθεται αποκλειστικά για έργα τοπικής ανάπτυξης.

### 2.7.6. Ετήσιες προβλέψεις εσόδων

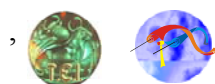
Η ετήσια παραγωγή ενέργειας του Αιολικού Πάρκου εκτιμάται σε 8.158.516 kWh έχοντας λάβει υπ' όψιν τις απώλειες μεταφοράς, τη διαθεσιμότητα των ανεμογεννητριών και τον συντελεστή διείσδυσης. Συνεπώς τα προβλεπόμενα ετήσια έσοδα από την πώληση ενέργειας, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία περί της τιμής της ενέργειας προερχόμενης από Α.Π.Ε. στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα (0,07779 €/kWh), ανέρχονται σε 634.651 €/έτος.

Αν λάβουμε υπ' όψιν τις λειτουργικές δαπάνες, την αποπληρωμή των τόκων και τη φορολογία, τα καθαρά έσοδα ανέρχονται σε 320.256 €/έτος κατά μέσο όρο. Στους Πίνακες χρηματοροών, στο παράρτημα 4 φαίνονται οι αναλυτικές εκτιμήσεις των ετήσιων εσόδων του πάρκου.

### 2.7.7. Χρηματοδότηση του έργου

Η επένδυση προγραμματίζεται να χρηματοδοτηθεί με κατά 36,6% από ίδια κεφάλαια, 40% από δάνειο και 23,49% από την επιδότηση του Ε.Π.ΑΝ.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το σενάριο χρηματοδότησης:



Ίδια κεφάλαια	36.51%	1.006.661 €
Δανειακά Κεφάλαια	40%	1.102.888 €
Επιδότηση	23,49%	2.757.220 €

**Πίνακας 10. Χρηματοδότηση έργου με επιδότηση από ΕΠΑΝ.**

Στο παράρτημα 4 φαίνονται όλοι πίνακες χρηματοροών και οι οικονομικοί δείκτες της επένδυσης με επιδότηση σύμφωνα με το Ε.Π.ΑΝ.

## 3. ΠΡΟΜΕΛΕΤΗ ΕΡΓΟΥ

### 3.1. Τεχνική περιγραφή έργου (κατασκευή και λειτουργία)

Οι ανεμογεννήτριες που πρόκειται να εγκατασταθούν, κατασκευάζονται από την γερμανική εταιρία ENERCON GmbH και είναι μεταβλητών στροφών τύπου E-40, χωρίς πολλαπλασιαστή στροφών (gearless) με γεννήτρια, πτερύγια, διαχείριση δικτύου και ηλεκτρονικό έλεγχο ENERCON.

Οι ανεμογεννήτριες είναι οριζοντίου άξονα με ρότορα ανάντι του πύργου με τρία πτερύγια μεταβλητού βήματος (pitch control), μεταβλητών στροφών και σύστημα δύο ηλεκτροκινητήρων προσανατολισμού στην επικρατούσα κατεύθυνση του ανέμου. Ο πύργος έχει ύψος 44,2 m, είναι κωνικός και χαλύβδινος και αποτελείται από δύο τμήματα.

Η γεννήτρια ENERCON συνδέεται απευθείας στο ρότορα χωρίς γραναζωτό πολλαπλασιαστή στροφών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην υπάρχει θόρυβος από τον πολλαπλασιαστή στροφών, να μην υπάρχουν απώλειες λαδιού ή επιπρόσθετη τριβή ή φθορά των μηχανολογικών εξαρτημάτων σε υψηλές ταχύτητες ανέμου. Η γεννήτρια είναι πολλών πόλων (πολυπολική) και βασίζεται στην αρχή λειτουργίας των σύγχρονων ηλεκτρικών γεννητριών. Οι ανεμογεννήτριες ελέγχονται με μικροεπεξεργαστή ο οποίος παρακολουθεί αυτόματα συνεχώς την λειτουργία τους και ενεργοποιεί το σήμα κινδύνου όταν αναγνωρίσει ένα σφάλμα. Επίσης όλες οι λειτουργίες ασφαλείας ελέγχονται ηλεκτρομηχανικά.

Ο πυλώνας της ανεμογεννήτριας είναι χαλύβδινος, κυλινδρικός με ελαφρά κωνικότητα, κατασκευασμένος από συγκολλημένα ελάσματα. Ο πυλώνας είναι εντελώς κλειστός προς το εξωτερικό περιβάλλον. Στην βάση του υπάρχει στεγανή μεταλλική πόρτα, η οποία επιτρέπει την πρόσβαση στο εσωτερικό. Ο πυλώνας φέρει στο εσωτερικό του μεταλλική σκάλα, η οποία επιτρέπει την πρόσβαση στη νασέλα της ανεμογεννήτριας. Ο πυλώνας είναι διαιρεμένος εσωτερικά καθ' ύψος σε τέσσερα τμήματα από ισάριθμα μεταλλικά πατάκια, τα οποία χρησιμεύουν για την ασφάλεια του προσωπικού συντηρήσεως. Μέσω αυτών των παταριών το εσωτερικό του πυλώνα διαιρείται σε τέσσερα απομονωμένα τμήματα.



Η νασέλα της ανεμογεννήτριας αποτελείται από ένα χαλύβδινο πλαίσιο και το περίβλημα το οποίο είναι κατασκευασμένο από γαλβανισμένα ελάσματα. Το κέλυφος της νασέλας είναι κλειστό προς το εξωτερικό περιβάλλον και μάλιστα στεγανό ώστε να αποφεύγεται η εισροή υγρασίας στο εσωτερικό και η φθορά των υλικών από διάβρωση. Η ψύξη της γεννήτριας γίνεται με κατάλληλους εναλλάκτες ψύξεως νερού – αέρα.

Στην βάση της ανεμογεννήτριας και εσωτερικά του πυλώνα ευρίσκεται ο κεντρικός ηλεκτρικός πίνακας της ανεμογεννήτριας μέσω του οποίου γίνεται η σύνδεση της ανεμογεννήτριας στο ηλεκτρικό δίκτυο, προκειμένου να μεταφερθεί η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια.

Ένας μετασχηματιστής 700 kVA με ομάδα τυλιγμάτων DYN11, είναι εγκατεστημένος μέσα στον οικίσκο του υποσταθμού, όπου υπάρχει κι ένας ασφαλειοαποξεύκτης που λειτουργεί με SF6. Με αυτούς τους πίνακες μέσης τάσης, κυκλώματα-διακόπτες κάθε ένας μετατροπέας αιολικής ενέργειας μπορεί να συνδεθεί στο δίκτυο. Είναι επίσης δυνατόν να συνδέσουμε έναν άλλο μετατροπέα αιολικής ενέργειας στους πίνακες μέσης τάσης. Με αυτό τον τρόπο οι ανεμογεννήτριες μπορούν να συνδεθούν σε σειρά για την ανάπτυξη ενός Αιολικού Πάρκου. Το χαμηλής τάσης καλώδιο της ENERCON-40, προστατεύεται από μια ασφάλεια αποσύνδεσης πίσω από τον μετρητή τροφοδοσίας εισόδου και, αν είναι αναγκαίο τοποθετείται και ένας μετρητής ενέργειας. Μετά τον μετασχηματισμό σε μέση τάση ο μετασχηματιστής προστατεύεται από ένα SF6 μηχανισμό παρεμβολής μέσω ενός μέσης τάσης πίνακα με ασφάλειες. Γι' αυτό το λόγο ολόκληρο το σχέδιο ενός μετατροπέα αιολικής ενέργειας με έναν ολοκληρωμένο σταθμό και SF6 μηχανισμό παρεμβολής προσφέρει τις καλύτερες προαπαιτήσεις για μια απλή λύση όταν σχεδιάζεται ένα αιολικό πάρκο.

Η πτερωτή της ανεμογεννήτριας έχει διάμετρο 40 μ. και αποτελείται από τρία πτερώγια το καθένα, με ενεργό έλεγχο βήματος. Ενώνονται με τον κύριο άξονα μέσω χαλύβδινης πλήμνης.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Τύπος Α/Γ	ENERCON E-40	
Αριθμός Α/Γ	4	
Διάμετρος Πτερώγωσης (m)	40	
Ταχύτητα περιστροφής Ρότορα (RPM)	38,5/18	
Ύψος Πυλώνα (m)	45	
Ακραία μέση δεκάλεπτη ταχύτητα (m/s)	39,8	
Ταχύτητα αποκοπής (m/s)	35	
Ταχύτητα έναρξης λειτουργίας (m/s)	2,5	
Ονομαστική Ισχύς ανά μηχανή (KW)	600	
Ονομαστική Ταχύτητα ανέμου (m/s)	15	
Αριθμός κεντρικών πινάκων	1	
Αριθμός τοπικών πινάκων Α/Γ	4	
Συνολική Ισχύς Πάρκου (MW)	2,4	
Παράμετροι Weibull	K=1,86	C=10,92
Γραμμή διασύνδεσης Α/Γ	1000m	
Γραμμή Μ.Τ. προς τη ΔΕΗ	1,45km	
Τάση δικτύου σύνδεσης με την ΔΕΗ	20kV	



Υποδομές έργου: Οδοποιία (μήκος /πλάτος)	587m / 5-6m
Συντελεστής Απασχόλησης (Συνυπολογίζονται: μηχ. διαθεσιμότητα και απώλ. δικτύου) (Capacity factor)	<b>38,81%</b>

**Πίνακας11. Τεχνικά χαρακτηριστικά εγκατάστασης**

### 3.2. Εγκατάσταση, Έργα Υποδομής

#### Περιγραφή των έργων υποδομής

Η τεχνική έκθεση που ακολουθεί αφορά την προκαταρκτική μελέτη των έργων Πολιτικού Μηχανικού για την κατασκευή Αιολικού πάρκου συνολικής ισχύος 2,4 MW. Το προτεινόμενο Αιολικό πάρκο βρίσκεται στο νοτιοδυτικό άκρο του δήμου Καλύμνου, στην κτηματική περιφέρεια του οικισμού Άργος και συγκεκριμένα δια μήκους της κορυφογραμμής του ορεινού όγκου Καψάλα.

Η ακριβή θέση προσδιορίζεται στα τοπογραφικά διαγράμματα που συνοδεύουν την μελέτη. Το αιολικό πάρκο που προτείνεται, αποτελείται από 4 ανεμογεννήτριες τύπου ENERCON 600 kW. Ο σχεδιασμός των έργων Πολιτικού Μηχανικού βασίζεται στις προδιαγραφές της κατασκευάστριας εταιρείας και στην μορφολογία του εδάφους.

Τα έργα που προτείνονται για την εγκατάσταση και λειτουργία του αιολικού πάρκου περιγράφονται παρακάτω με τον σχολιασμό που επιτρέπει η παρούσα προκαταρκτική φάση μελέτης :

#### 3.2.1. Κατασκευή δρόμου προσπέλασης και εσωτερικής οδοποιίας

Θα πραγματοποιηθεί διάνοιξη δρόμου από το τέλος της υπάρχουσας οδοποιίας έως τον ορινό όγκο Καψάλα. Ενδέχεται να χρειαστεί διαπλάτηνση στο υπάρχον οδικό δίκτυο από την πόλη της Καλύμνου έως τον οικισμό Άργος (5,5 περίπου km). Θα γίνει επίσης κατασκευή εσωτερικής οδοποιίας, μέγιστης κλίσης 12% και πλάτους 5-6 μέτρων που θα περνάει δίπλα από τις Α/Γ για να δίδεται η δυνατότητα στους γερανούς και τα φορτηγά αυτοκίνητα να μετακινούνται από την είσοδο προς τις ανεμογεννήτριες και από την μία ανεμογεννήτρια στην άλλη. Σημειώνεται ότι η ανυψωτική ικανότητα του μεγάλου γερανού πρέπει να είναι 200 τόνων (ύψους ανέγερσης 60 μ.).

Οι οδοί προσπέλασης και εσωτερικής οδοποιίας μετά την τελική διαμόρφωση της σκάφης θα διαστρωθούν με θραυστό υλικό 3Α πάχους 0,4 μ. Το θραυστό υλικό καθώς και όλα τα επιχώματα κατασκευής βάσεων, υποβάσεων, οδοποιίας, θα συμπυκνωθούν στο 95% του τροποποιημένου πρώκτορα (με αντίστοιχο συντελεστής C.B.R).



### 3.2.2 Κατασκευή καναλιού καλωδίων

Παράλληλα με την κατασκευή των δρόμων πρέπει να γίνει η διάνοιξη ενός χαντακιού διαστάσεων 0,8-1,2μ. πλάτους και 0,8-1,0 μ βάθους, για την τοποθέτηση των καλωδίων σύνδεσης των ανεμογεννητριών υπόγεια. Στο δάπεδο του χαντακιού τοποθετείται άμμος πάχους 0.10-0.15μ. Μετά τοποθετούνται τα καλώδια, κατά προτίμηση μέσα σε πλαστικούς σωλήνες και σκεπάζονται πάλι με άμμο 0.20μ πάχους. Ακολουθεί στρώση με τσιμεντόπλακες, ενώ στην συνέχεια ακολουθούν μία στρώση με χαλίκια 0.15μ πάχους και η τελική στρώση με προϊόντα εκσκαφής συμπυκνωμένα όπως παραπάνω. Τμήματα του χαντακιού που διακόπτονται από δρόμο ή εμπεριέχονται μέσα στις πλατείες πρέπει να έχουν πρόσθετο βάθος 0.20μ.δηλαδή περίπου 1 μέτρο.

### 3.2.3. Κατασκευή φρεατίων επίσκεψης καναλιού καλωδίων

Το υπόγειο κανάλι θα καταλήγει σε κάθε ανεμογεννήτρια σε φρεάτιο επίσκεψης 1.20μ πλάτους, 1μ μήκους και 1μ βάθους. Ανά 50μ θα υπάρχει τέτοιο φρεάτιο για την πιο εύκολη πρόσβαση στις καλωδιώσεις.

### 3.2.4. Διαμόρφωση 4 Πλατειών .

Για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών απαιτείται διαμόρφωση του περιβάλλοντος χώρου γύρω από την θέση εγκατάστασης κάθε μηχανής.

Πιο συγκεκριμένα, απαιτείται γύρω από την θέση της κάθε ανεμογεννήτριας η κατασκευή ενός πλήρως ισοπεδωμένου πλατώματος διαστάσεων 40m x 30m για την τοποθέτηση του πυλώνα, του θαλάμου και την συναρμολόγηση των πτερυγίων στο έδαφος επί της πλήμνης, πριν την τελική ανέγερση και εγκατάστασή τους στην τελική θέση. Το θεμέλιο της Α/Γ θα βρίσκεται σε κατάλληλο σημείο του πλατώματος .

Η ισοπέδωση της επιφάνειας ανέγερσης θα γίνει στον μεγαλύτερο βαθμό με εκχέρσωση του χώρου, ώστε να υπάρχει στέρεο έδαφος στην ευρύτερη περιοχή που θα εναποτεθεί ο εξοπλισμός και όπου θα κινηθούν τα οχήματα μεταφοράς και τα ανυψωτικά μηχανήματα. Από το τοπογραφικό διάγραμμα του χώρου εγκατάστασης προκύπτει ότι ένα μέτρο μέσο βάθος εκσκαφών, είναι μια ρεαλιστική εκτίμηση για το αναφερόμενο έργο.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι για κάθε ανεμογεννήτρια θα απαιτηθούν εκσκαφές περίπου 900m<sup>3</sup>, ήτοι για τις 4 ανεμογεννήτριες 3600 m<sup>3</sup>.

Στην συνέχεια θα πραγματοποιηθεί εξομάλυνση της δημιουργηθείσας επιφάνειας και κατασκευή απισωτικής στρώσης ώστε να προκύψει οριζόντια επιφάνεια ενώ τέλος θα υλοποιηθεί τελική διάστρωση 3Α με μέσο πάχος 15 εκατοστά.

Οι πλατείες που θα διαμορφωθούν θα έχουν επίπεδη επιφάνεια και θα έχουν υποστεί την διεργασία συμπίκνωσης με κατάλληλα βαρέα δονητικά οχήματα.

### 3.2.5. Κατασκευή 4 βάσεων θεμελίωσης

Για την κατασκευή του θεμελίου, θα εκπονηθεί αρχικά γεωτεχνική μελέτη σε κάθε θέση των Ανεμογεννητριών που θα περιλαμβάνει και 4 δοκιμαστικές διατρήσεις βάθους 15



μέτρων κατ' ελάχιστον σε κατάλληλα σημεία της επιφανείας του πέδιλου που θα έχει διάμετρο 11,5 μέτρα με βάση την υπάρχουσα στατική μελέτη. Αν από τα αποτελέσματα της γεωλογικής έρευνας προκύψει αναγκαιότητα επανεξέτασης των στατικών μελετών (τέτοιιοι λόγοι μπορεί να είναι, η ποιότητα του εδάφους θεμελίωσης, η αλλαγή του αντισεισμικού κανονισμού κ.λ.π ) θα ακολουθηθεί η εφαρμογή της νέας μελέτης από την οποία πιθανόν να προκύψει μεταβολή του όγκου του οπλισμένου σκυροδέματος. Οι υπολογισμοί αυτοί γίνονται με βάση τα ανεμολογικά δεδομένα της περιοχής, τα χαρακτηριστικά του πύργου της Α/Γ, το είδος του εδάφους έδρασης και την σεισμικότητα της περιοχής εγκατάστασης.

Η εκσκαφή κάθε βάσης Α/Γ αφορά επιφάνεια με ακτίνα 12,25 μέτρα και μέσο βάθος 2 μέτρων.

Αναλυτικά:

Η κάθε βάση-θεμέλιο των πυλώνων των ανεμογεννητριών είναι κυκλικής κάτοψης σχήματος πεπλατυσμένου κώλου κώνου, αποτελείται δε από έναν δίσκο σκυροδέματος καθαριότητας διαμέτρου 12 μέτρων και μέσου πάχους 0,30, επ' αυτού έχει κατασκευαστεί το κυρίως κυκλικό (κώνος) πέδιλο διαμέτρου 11,5 μέτρων και ύψους 1,7. Ο όγκος του οπλισμένου σκυροδέματος (Ο.Σ.) είναι 110,6 κυβικά μέτρα. Στο πέδιλο θα ενσωματωθούν οι θεμελιακές γειώσεις που συνίστανται από χαλύβδινη ταινία η οποία τοποθετείται σε δύο ομόκεντρους κύκλους, ο ένας περιφερειακά στο πέλιμα του θεμελίου και ο άλλος περιφερειακά της μεταλλικής στεφάνης αγκυρώσεως. Πλέον της θεμελιακής γειώσεως έχουν τοποθετηθεί 7, κατ' ελάχιστο, πάσσαλοι γειώσεως που θα έχουν κεφαλή από πλάκα χαλκού και οι οποίοι συνδέονται μεταξύ των με επικασσιτερωμένη χάλκινη ταινία διατομής 25 X 4 χιλιοστών σε ακτινική και περιμετρική διάταξη. Στην υπόβαση του πέδιλου, δηλαδή εντός του σκυροδέματος, καθαριότητας έχουν ενσωματωθεί πλαστικές σωληνώσεις που οδηγούν τις καλωδιώσεις που μεταφέρουν τις πληροφορίες ελέγχου των ανεμογεννητριών, μέσω τηλεπικοινωνιακού καλωδίου και δια μέσου οπής καθέτου στο μέσον του πέδιλου στο κεντρικό ελεγκτή κάθε μηχανής. Στο κέντρο του κώνου έχει κατασκευαστεί δακτύλιος από Ο.Σ. διαμέτρου εξωτερικού 4,00 μέτρων και με εσωτερική οπή διαμέτρου 1,18 μέτρων από την οποία διέρχονται οι πλαστικές σωληνώσεις για τις καλωδιώσεις των πληροφοριών. Στο εξωτερικό δακτύλιο έχουν πακτωθεί περιμετρικά τα ειδικά μπουλόνια (βλήτρα) που θα συνδέσουν τη βάση του πύργου της κάθε ανεμογεννήτριας. Όλα τα πέδιλα θα επικαλυφθούν με σκληρυντική και κατ' εξοχήν στεγανωτική χημική ουσία τύπου "ΧΥΡΕΧ" για την προστασία του υποκείμενου οπλισμού από την διάβρωση.

Η κατασκευή του θεμελίου κάθε ανεμογεννήτριας περιλαμβάνει κατά σειρά τις εξής εργασίες:

- δοκιμαστικές διατρήσεις στην επιφάνεια εκσκαφής για έλεγχο υπεδάφους
- Εκσκαφή
- 7 κατ' ελάχιστον διατρήματα διαμέτρου 12 εκατοστών περιφερειακά και στο κέντρο της επιφανείας μετά την εκσκαφή.
- Τοποθέτηση των ράβδων γειώσεως και, του περιμετρικού και ακτινικού, αγωγού χαλκού. Συγκόλληση των αγωγών μετά τις ράβδους γειώσεως.
- Εκσκαφή τάφρου ενταφιασμού σωλήνων για καλώδια ισχύος και ελέγχου
- Τοποθέτηση εντός της τάφρου εντός μεταλλικών μανδύων των σωλήνων για τα καλώδια



- Ενταφιασμός των μεταλλικών μανδυνών μετά των σωλήνων με σκυρόδεμα C 8/12
- Σκυροδέτηση σκυροδέματος καθαριότητας C8/12.
- Τοποθέτηση των υλικών αγκυρώσεως.
- Τοποθέτηση του σιδηρού οπλισμού
- Εγκατάσταση θεμελιακής γειώσεως.
- Τοποθέτηση μεταλλοτύπου καλουπιού.
- Σκυροδέτηση πεδύλου με σκυρόδεμα C 20/25.
- Τοποθέτηση υλικού στεγανοποίησης στην επιφάνεια του σκυροδέματος του θεμελίου.
- Επιχωμάτωση.

### 3.2.6. Κανάλια καλωδιώσεων μέσης τάσης και ασθενών ρευμάτων

Για την ηλεκτρολογική διασύνδεση των ανεμογεννητριών, θα κατασκευαστεί υπόγειο δίκτυο από το οποίο θα οδεύσουν τα καλώδια ΜΤ, τα καλώδια ασθενών σημάτων και το δίκτυο γείωσης. Το κανάλι καλωδίων θα οδεύει πλησίον των διασυνδετήριων εσωτερικών δρόμων του Αιολικού Πάρκου, αποφεύγοντας με αυτόν τον τρόπο την πρόσθετη αλλαγή της επιφάνειας του εδάφους, σε απόσταση περίπου 1-2 μέτρα από την άκρη της εσωτερικής οδοποιίας όπου αυτό είναι εφικτό. Η όδευση των υπογείων καλωδιώσεων που θα διασυνδέσουν ηλεκτρικά τις 4 ανεμογεννήτριες παρατίθεται από το συνημμένο τοπογραφικό διάγραμμα που παρουσιάζει τις θέσεις των ανεμογεννητριών. (Βλ. Παράρτημα 8. Τ1).

Πιο συγκεκριμένα, τα κανάλια μέσης τάσης και ασθενών ρευμάτων θα οδεύουν σχεδόν παράλληλα με την εσωτερική οδό διασύνδεσης των ανεμογεννητριών σε μικρή απόσταση από αυτήν και από την εξωτερική μεριά του θεμελίου και θα γίνει βάσει της χάραξης που θα έχει προηγηθεί από τον τοπογράφο του έργου.

Το πλάτος του καναλιού θα είναι περίπου 0,8 μέτρα, ενώ το βάθος της εκσκαφής θα είναι περίπου 1 μέτρο, όπως προβλέπεται και από τους ηλεκτρολογικούς κανονισμούς, για καλωδιώσεις Μέσης Τάσης.

Μέρος των προϊόντων της εκσκαφής θα εναποτίθεται από την μία μεριά του καναλιού και κοντά σε αυτό για την εύκολη επίχωσή τους σε επόμενο στάδιο, ήτοι μετά από την εναπόθεση των καλωδιώσεων.

Στις εργασίες κατασκευής των καναλιών των καλωδιώσεων, συμπεριλαμβάνεται και η επίχωση αυτών με δύο στρώσεις 20 εκατοστών καταλλήλου άμμου ή και καταλλήλου λεπτοκόκκου χώματος με καλή αγωγιμότητα για την προστασία των καλωδιώσεων αλλά και την βελτίωση των γειώσεων, ήτοι :

- στρώση άμμου ύψους 20 εκατοστών επί του πυθμένα του καναλιού
- εναπόθεση καλωδίων
- στρώση άμμου ύψους 20 εκατοστών μετά την ολοκλήρωση των ηλεκτρ. εργασιών
- επιχωμάτωση και συμπύκνωση των καναλιών με προϊόντα εκσκαφής μέχρι την





- στάθμη του φυσικού εδάφους.

### 3.2.7. Κατασκευή οικίσκου ελέγχου και βοηθητικών χώρων.

Σε στρατηγική θέση του Αιολικού Πάρκου, βλ. Παράρτημα 8 ΠΜ1 θα ανεγερθεί οικίσκος (το κέντρο ελέγχου του Αιολικού Πάρκου) κατάλληλος για να στεγάσει το σύστημα ελέγχου, εποπτείας και μετρήσεων του Αιολικού Πάρκου, τους χώρους αποθήκευσης των απαραίτητων εργαλείων, αναλωσίμων και ανταλλακτικών, να παρέχει τις απαραίτητες διευκολύνσεις για την παραμονή των τεχνικών συντήρησης και λειτουργίας κλπ.

Το κέντρο ελέγχου Αιολικού Πάρκου θα είναι ισόγειο. Η επιφάνεια του κτιρίου θα είναι περίπου 35 τ.μ. Το κτίριο θα είναι κατάλληλα διαχωρισμένο για να ανταποκρίνεται στους κανονισμούς καθώς και στις λειτουργικές απαιτήσεις του Αιολικού Πάρκου και θα περιλαμβάνει τους εξής ανεξάρτητους χώρους (στο Παράρτημα φαίνεται η ενδεικτική κάτοψη του κέντρου ελέγχου ενός Αιολικού Πάρκου):

- Χώρος πινάκων μέσης τάσης
- Χώρος επισκευών
- γραφείο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της λειτουργίας του Αιολικού Πάρκου, όπου θα εγκατασταθεί και ο κεντρικός ηλεκτρονικός υπολογιστής του συστήματος SCADA
- αποθήκη για εργαλεία, ανταλλακτικά και αναλώσιμα, τα οποία είναι απαραίτητα για την λειτουργία του Αιολικού Πάρκου
- W.C. και αποδυτήρια

Επισημαίνεται ότι από το χώρο που θα εγκατασταθεί ο κεντρικός ηλεκτρονικός υπολογιστής του συστήματος SCADA του Αιολικού Πάρκου θα γίνει προσπάθεια ώστε να είναι δυνατή η μεγίστη κατά το δυνατόν οπτική επισκόπηση των ανεμογεννητριών του Αιολικού Πάρκου και ο χώρος θα έχει προς τούτο αρκετή επιφάνεια υαλοπινάκων. Η παροχή νερού θα γίνεται με την βοήθεια δεξαμενής νερού και η αποχέτευση με την κατασκευή κατάλληλου σηπτικού βόθρου.

#### Στο χώρο των του κτιρίου θα υπάρχουν:

- **Πεδία άφιξης καλωδίων MT (20 KV)** της κάθε ομάδας ανεμογεννητριών
- Πεδία αναχώρησης καλωδίων MT (20 KV) της κάθε ομάδος προς τον νέο Y/Σ 20/150 KV
- **Πεδία πινάκων MT** του Αιολικού Πάρκου.
- **Υποσταθμός MT/XT** με μετασχηματιστή τύπου λαδιού 50 KVA, 20KV/400 V, χαμηλών απωλειών, για την τροφοδοσία των βοηθητικών κυκλωμάτων και καταναλώσεων (για την ηλεκτρική τροφοδότηση των εγκαταστάσεων κλιματισμού, πυρασφάλειας / πυρόσβεσης / πυρανίχνευσης, συναγερμού, φωτισμού και ρευματοδοτών, θερμοσίφωνα, την τροφοδοσία του συστήματος UPS, μορφοτροπέων, φωτιστικών σωμάτων κλπ)
- **Μονάδα UPS (Uninterruptible Power Supply)** για την τροφοδοσία των κρίσιμων φορτίων (π.χ. μονάδα H/Y, σύστημα SCADA, φώτα ασφαλείας κλπ)



- **Πίνακες ΧΤ** υπηρεσιών κτιρίου.
- Στον οικίσκο του κέντρου ελέγχου του Αιολικού Πάρκου θα εγκατασταθεί επίσης **σύστημα κλιματισμού**, για τις ανάγκες της απρόσκοπτης λειτουργίας του εξοπλισμού του κεντρικού ηλεκτρονικού υπολογιστή του συστήματος SCADA καθώς και για βελτίωση των συνθηκών εργασίας του τεχνικού προσωπικού. Το σύστημα κλιματισμού θα είναι διαιρούμενου τύπου (split system) με τοπικές μονάδες για κάθε κύριο χώρο. Η τροφοδοσία του συστήματος κλιματισμού θα παρέχεται από τον Γενικό Πίνακα ΧΤ του κτιρίου (ο οποίος όπως αναφέρθηκε προηγούμενα θα τροφοδοτείται δια μέσου μετασχηματιστή ελαίου 50 KVA, 20 KV/400 V των βοηθητικών κυκλωμάτων).

**Επιπλέον, στο κέντρο ελέγχου του Αιολικού Πάρκου θα εγκατασταθούν:**

- **σύστημα πυρασφαλείας / πυρόσβεσης / πυρανίχνευσης**. Το σύστημα θα μπορεί να συνδεθεί μέσω τηλεφωνικής γραμμής για να παρέχει και αυτόματη ειδοποίηση της τοπικής Πυροσβεστικής Υπηρεσίας.
- **σύστημα συναγερμού** σε όλους τους χώρους του κτιρίου για την έγκαιρη προειδοποίηση του προσωπικού.

### **3.3. Περιγραφή εργασιών εγκατάστασης εξοπλισμού.**

Οι εργασίες που απαιτούνται για την εγκατάσταση του εξοπλισμού περιγράφονται παρακάτω με τον σχολιασμό που επιτρέπει η παρούσα προκαταρκτική φάση μελέτης.

#### **3.3.1. Ανέγερση πύργων, νασελών, πτερυγίων.**

Αφού έχει ολοκληρωθεί η μεταφορά και εκφόρτωση των βασικών τμημάτων της Α/Γ (πύργος – νασέλα – πτερύγια) στη πλατεία κάθε Α/Γ, γίνεται η συναρμολόγηση των πτερυγίων και η σύνδεσή τους στη νασέλα. Στη συνέχεια γίνεται η εγκατάσταση του μετασχηματιστή στη βάση του πυλώνα. Τέλος ξεκινάει η ανέγερση, καθετοποίηση και πάκτωση των τμημάτων του πύργου. Οι παραπάνω εργασίες πραγματοποιούνται με την βοήθεια γερανών βάσει των προδιαγραφών και οδηγιών της κατασκευάστριας εταιρίας ENERCON.

#### **3.3.2. Ηλεκτρολογικά έργα**

Στην παρούσα παράγραφο περιγράφεται η διασύνδεση κάθε ανεμογεννήτριας με τον υποσταθμό ΧΤ/ΜΤ αλλά και του πάρκου με το δίκτυο της ΔΕΗ.

##### **3.3.2.1. Διασύνδεση κάθε Α/Γ με τον υποσταθμό της**



Η κάθε ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια στην χαμηλή τάση των 400 V.A.C. Για να γίνει δυνατή η διασύνδεση της κάθε ανεμογεννήτριας με το εσωτερικό δίκτυο Μέσης Τάσης του Αιολικού Πάρκου χρησιμοποιούνται υποσταθμοί XT/MT

### 3.3.2.2. Σύστημα γείωσης A/Γ και Y/Σ XT/MT

Στη βάση της ανεμογεννήτριας θα εγκατασταθεί θεμελιακή γείωση η οποία θα περιλαμβάνει αγωγούς κατάλληλης διατομής και υλικού, ακτινικά και περιμετρικά της βάσης θεμελίωσης της ανεμογεννήτριας και ηλεκτροσυγκολλημένη με το σιδερένιο οπλισμό της.

### 3.3.2. 3. Εσωτερικό δίκτυο μέσης τάσης

Η ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ των ανεμογεννητριών αποτελείται ένα κλάδο. Το καλώδιο MT θα συνδέει την πλευρά του υποσταθμού της κάθε A/Γ (πίνακας εξόδου), με την πλευρά MT του υποσταθμού της επόμενης A/Γ (πίνακας εισόδου). Τα καλώδια Μέσης Τάσης 20 kV για τη διασύνδεση της ομάδας A/Γ θα οδεύουν σε υπόγειο κανάλι μέσα σε πλαστικούς σωλήνες για πρόσθετη μηχανική αντοχή και θα βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο σε απόσταση 20 εκ. Περίπου μεταξύ τους. Το υπόγειο καλώδιο ισχύος M.T της πρώτης A/Γ του Αιολικού Πάρκου θα καταλήγει εντός του κτιρίου του κέντρου ελέγχου δια μέσου καναλιών διέλευσης καλωδίων τα οποία θα προβλεφθούν να κατασκευασθούν στο δάπεδο του κτιρίου.

Στον πίνακα εισόδου από Δίκτυο διασύνδεσης θα συνδεθεί το υπόγειο καλώδιο ισχύος το οποίο θα διασχίζει το κτίριο ελέγχου υπόγεια μέχρι την αυλή του κέντρου ελέγχου ως το σημείο των στύλων ανύψωσης των γραμμών και από εκεί θα αναχωρούν εναέρια μέχρι την άφιξη των αποκλειστικών γραμμών διασύνδεσης στο σημείο ζεύξης με τη γραμμή διανομής MT.

### 3.3.2.4. Καλώδια Μέσης Τάσης, Επικοινωνιών και Αγωγός Γείωσης

Τα κανάλια καλωδίων θα οδεύουν πλησίον των διασυνδετήριων εσωτερικών δρόμων του Αιολικού Πάρκου, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο την πρόσθετη αλλαγή της επιφάνειας του εδάφους, σε απόσταση περίπου 1-2 μέτρων από την άκρη της εσωτερικής οδοποιίας, όπου αυτό είναι εφικτό.

### 3.3.2.5. Αντικεραυνική προστασία

Οι A/Γ προστατεύονται από την πτώση κεραυνών με ειδικά αντικεραυνικά συστήματα. Όσον αφορά το ηλεκτρικό δίκτυο MT του A/Π, θα εγκατασταθούν απαγωγείς υπερτάσεων 10 kA, προδιαγραφών Δ.Ε.Η.



### 3.3.2.6. Σύστημα εποπτικού ελέγχου

Στο αιολικό πάρκο θα εγκατασταθεί πλήρες Σύστημα Ελέγχου, Εποπτείας και Μετρήσεων (SCADA – supervisory control and data acquisition), το οποίο θα περιλαμβάνει κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, εκτυπωτή, modem, interface κλπ., περιφερειακές μονάδες με επεξεργαστή (RTU) σε κάθε Α/Γ και κάθε μετεωρολογικό ιστό) και το απαραίτητο εξειδικευμένο λογισμικό για τη λειτουργία του συστήματος ελέγχου και μετρήσεων.

### 3.3.2.7. Επικοινωνία με Κέντρο Ελέγχου ΔΕΗ

Το Α/Π θα έχει τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνία με το Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας της Δ.Ε.Η.

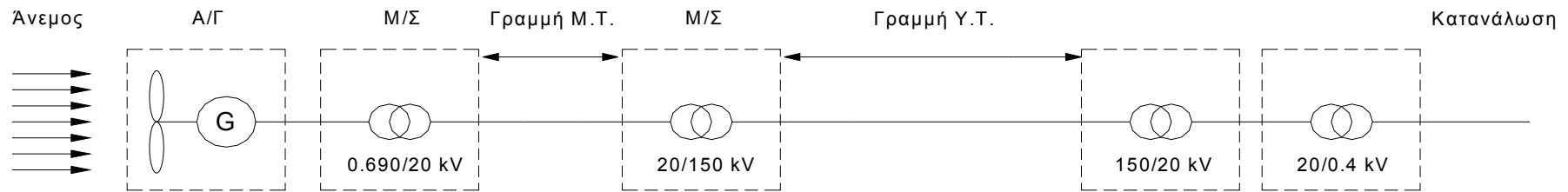
## 3.4. Περιγραφή Αρχών Λειτουργίας του εξοπλισμού.

Ο εξοπλισμός της Α/Γ που επελέγη αποτελείται από την πτερύγωση, την γεννήτρια, τα φρένα, το σύστημα προσανεμισμού, τον φέροντα οργανισμό της νασέλας, τον πυλώνα, τις καλωδιώσεις ισχύος, ασθενών και σημάτων, τα συστήματα αυτομάτου ελέγχου, τα συστήματα παρακολούθησης και καταγραφής συνθηκών λειτουργίας, τις θεμελιώσεις και μια σειρά μετασχηματιστών και μετρητών ισχύος κλπ.

Όλα τα παραπάνω στηρίζονται σε αρχές λειτουργίας των γνωστών τύπων ανεμογεννητριών. Οι πτέρυγες λειτουργούν με βάση το θεώρημα του Joukowski. Στοιχεία για την θεωρία των πτερυγώσεων σε επίπεδο αρχής λειτουργίας υπάρχουν σε βιβλία Αεροδυναμικής και Μηχανικής Ρευστών. Η Ηλεκτρομηχανική μετατροπή περιγράφεται σε βιβλία Ηλεκτρικών Μηχανών σε ικανοποιητικό βαθμό σαν αρχή λειτουργίας.

Τα άλλα στοιχεία του εξοπλισμού περιγράφονται, ως προς την αρχή λειτουργίας τους, θαυμάσια σε βιβλία στοιχείων μηχανών, ηλεκτρικών μηχανών και ηλεκτροτεχνίας. Στο σχήμα 6, φαίνεται η Ενεργειακή Ροή σε μονογραμμικό διάγραμμα.





Μονογραμμικό διάγραμμα ροής απο Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας μέχρι τη κατανάλωση.

**Σχήμα 6.** Μονογραμμικό διάγραμμα που δείχνει την ροή ενέργειας από της Αιολική έως την Ηλεκτρική που καταναλώνεται.



### 3.5. Προκαταρκτική εκτίμηση του τρόπου και κόστους σύνδεσης με το Σύστημα Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Σε αυτή την παράγραφο θα παρουσιαστεί αναλυτικά η τεχνολογία σύνδεσης με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, σύμφωνα με τις προδιαγραφές και τις υποδείξεις της κατασκευάστριας εταιρείας, ENERCON.

#### 3.5.1. Διασύνδεση Α/Γ με τον υποσταθμό ΧΤ/ΜΤ

Η κάθε ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια στην χαμηλή τάση των 400 V.A.C. Για να γίνει δυνατή η διασύνδεση της κάθε ανεμογεννήτριας με το εσωτερικό δίκτυο Μέσης Τάσης του Αιολικού Πάρκου χρησιμοποιούνται υποσταθμοί ΧΤ/ΜΤ, που συγκροτούνται :

#### 3.5.2. Τριφασικός μετασχηματιστής

από ένα τριφασικό μετασχηματιστή τύπου ελαίου, χαμηλών απωλειών και ισχύος 700KVA/50 Hz (ομάδα τυλιγμάτων DYN11), που είναι εγκατεστημένος σε ειδικό, προστατευμένο και ανεξάρτητο χώρο στο κάτω μέρος του πύργου της Ανεμογεννήτριας. Η τάση του δευτερεύοντος θα είναι 400 Va.c. ενώ στην πλευρά της ΜΤ θα υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης του πρωτεύοντος σε βήματα 0%,  $\pm 2.5\%$  και  $\pm 5\%$  (tappings). Η τάση του πρωτεύοντος θα είναι στα 15-20 KV. Ο μετασχηματιστής θα είναι κατάλληλος για λειτουργία σε υψόμετρο μέχρι 1000 μέτρα και μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος μέχρι 45 °C. Η τάση βραχυκυκλώσεως του μετασχηματιστή θα έχει ενδεικτική τιμή  $U_k = 6\%$ . Ο μετασχηματιστής θα διαθέτει επίσης αισθητήριο μέτρησης θερμοκρασίας του λαδιού κοντά στον πυρήνα του τύπου Pt 100.

#### Διαμέρισμα Μέσης Τάσης

Στη πλευρά ΜΤ του Μ/Σ προτείνεται τριπολικός ασφαλειοαποξεύκτης ισχύος εξαφθοριούχου θείου (SF6 Circuit Breakers).

Το Συγκρότημα πινάκων ΜΤ του Υ/Σ ΧΤ/ΜΤ συνίσταται από τα παρακάτω πεδία - πίνακες:

**Πίνακας εξόδου καλωδίου ΜΤ** για τον μετασχηματιστή ανυψώσεως. Ο Πίνακας αυτός προστατεύει τον μετασχηματιστή έναντι βραχυκυκλωμάτων με τη χρήση ασφαλειοδιακόπτη φορτίου μέσης τάσης, όπου το διακοπτικό στοιχείο βρίσκεται εντός SF6, ονομαστικής έντασης 400 A, με ικανότητα διακοπής βραχυκυκλώματος 16 KA και ονομαστικής τάσης 24 kV, 630 A και γειωτής ο οποίος θα είναι μηχανικά μανδαλωμένος με τον αποξεύκτη.

**Πίνακας εισόδου-εξόδου** που αποτελεί το σημείο σύνδεσης των ακροκιβωτίων των καλωδίων σύνδεσης της προηγούμενης με την επόμενη ανεμογεννήτρια.



### Διαμέρισμα Χαμηλής Τάσης

Στην πλευρά ΧΤ του μετασχηματιστή θα υπάρχει τετραπολικός διακόπτης φορτίου και ασφάλειες ΧΤ κατάλληλων ονομαστικών μεγεθών.

4. **Μεταλλική ελαιολεκάνη** εντός της οποίας βρίσκεται ο Μετασχηματιστής.
5. **Καλώδια χαμηλής τάσης** για την σύνδεση του Μ/Σ με τους πίνακες ισχύος της Α/Γ.
6. **Καλώδια μέσης τάσης** που συνδέουν τον πίνακα ΜΤ με τον Μ/Σ ισχύος.
7. **Ακροκιβώτια διασύνδεσης** των καλωδίων Μ.Τ που συνδέουν την Α/Γ με την προηγούμενη και την επόμενη αυτής

**Στο δάπεδο του ΥΣ ΧΤ/ΜΤ** έχουν τοποθετηθεί κατάλληλος αριθμός σωλήνων PVC για την ασφαλή είσοδο και έξοδο των καλωδίων μέσης τάσης. Λαμβάνεται μέριμνα να υπάρχουν τουλάχιστον ένας επιπλέον σωλήνας για ασφάλεια.

#### 3.5.3. Σύστημα γείωσης Α/Γ και Υ/Σ ΧΤ/ΜΤ

Στη βάση της ανεμογεννήτριας θα εγκατασταθεί **θεμελιακή γείωση** η οποία θα περιλαμβάνει αγωγούς κατάλληλης διατομής και υλικού, ακτινικά και περιμετρικά της βάσης θεμελίωσης της ανεμογεννήτριας και ηλεκτροσυγκολλημένη με το σιδερένιο οπλισμό της. Ο Υ/Σ της ανεμογεννήτριας θα έχει επίσης θεμελιακή γείωση. Οι θεμελιακές γειώσεις της ανεμογεννήτριας και του υποσταθμού της θα συνδέονται με αγωγούς γείωσης χαλκού κατάλληλης διατομής. Οι αγωγοί γείωσης θα καταλήγουν σε εξωτερικό κοινό σύστημα γείωσης. Η επιλογή της διατομής των αγωγών γείωσης και του είδους του εξωτερικού συστήματος γείωσης θα γίνει ύστερα από μελέτη με βάση κυρίως την ειδική αντίσταση του εδάφους (βραχώδες, αμμώδες κτλ.) ώστε να επιτευχθεί ικανοποιητική τιμή της αντίστασης γείωσης (σύμφωνη με προδιαγραφές Δ.Ε.Η.).

Ο Παρακάτω εξοπλισμός θα συνδεθεί με το σύστημα γείωσης της Α/Γ και του αντίστοιχου Υ/Σ:

- Τα κελύφη των Μ/Σ ανυψώσεως και των διακοπών ισχύος και φορτίου.
- Ο ουδέτερος των τυλιγμάτων ΧΤ των Μ/Σ ανυψώσεως.
- Οι μεταλλικές βάσεις των μονωτήρων
- Οτιδήποτε μεταλλικό μέσα στο χώρο του Υ/Σ και του πύργου της Α/Γ, όπως μεταλλικά περιβλήματα πινάκων, ιστία λαμπτήρων κτλ.

Τα συστήματα γείωσης των Α/Γ και των αντίστοιχων Υ/Σ ΧΤ/ΜΤ θα διασυνδέονται μέσω του πλεντάζ γειώσεως των καλωδίων 20 kV και αγωγού χαλκού κατάλληλης διατομής. Το σύστημα γείωσης του πάρκου θα σχεδιασθεί έτσι ώστε να παρέχεται ασφάλεια στο προσωπικό σε κάθε σημείο του πάρκου όπου υπάρχει πρόσβαση. Η σχεδίαση των γειώσεων του Αιολικού Πάρκου θα αποτελέσει αντικείμενο αναλυτικής μελέτης, η οποία θα πληροί τις αντίστοιχες προδιαγραφές της Δ.Ε.Η.

Εάν η συνολική αντίσταση γειώσεως είναι μεγάλη θα δημιουργηθούν επεκτάσεις του συστήματος γειώσεως κάθε Α/Γ για την μείωση της αντίστασης γειώσεως.



### 3.5.4. Εσωτερικό δίκτυο μέσης τάσης και πίνακες Μ.Τ. οικίσκου ελέγχου

Η ηλεκτρική σύνδεση μεταξύ των ανεμογεννητριών αποτελείται από δύο κλάδους. Κάθε κλάδος χρησιμοποιεί υπόγεια μονοπολικά **καλώδια Μέσης Τάσης** τύπου XLPE (δικτυωμένου πολυαιθυλενίου), με αγωγούς χαλκού, διατομής  $3 \times 150 \text{ mm}^2$  σύμφωνα με τις προδιαγραφές IEC 502/83. η ικανότητα φόρτισης του καλωδίου πρέπει να είναι τουλάχιστον 350 A σε ονομαστικές συνθήκες ( $20^0 \text{ C}$ , συντελεστής φόρτισης  $m = 0.7$ , ειδική θερμική αντίσταση εδάφους  $\sigma = 1,2 \text{ Km/W}$ ).

Το καλώδιο ΜΤ θα συνδέει την πλευρά του υποσταθμού της κάθε Α/Γ (πίνακας εξόδου), με την πλευρά ΜΤ του υποσταθμού της επόμενης Α/Γ (πίνακας εισόδου). Διευκρινίζεται ότι στην πιο απομακρυσμένη ηλεκτρικά από το ζυγό του πάρκου Α/Γ της κάθε γραμμής δεν θα υπάρχει είσοδος από προηγούμενη και θα εγκατασταθεί προστασία υπερτάσεων.

Τα καλώδια Μέσης Τάσης 20 kV για τη διασύνδεση της κάθε ομάδας Α/Γ (οι Α/Γ κάθε ομάδας συνδέονται στην ίδια γραμμή ΜΤ) θα οδεύουν σε υπόγειο κανάλι μέσα σε πλαστικούς σωλήνες για πρόσθετη μηχανική αντοχή και θα βρίσκονται στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο σε απόσταση 20 εκ. Περίπου μεταξύ τους. Για κάθε **γραμμή Μέσης Τάσης** θα οδεύουν 4 καλώδια ΜΤ (τρία για τις φάσεις του δικτύου κι ένα εφεδρικό), έτσι ώστε αν υπάρξει σφάλμα σε κάποιο καλώδιο να μη διακοπεί η λειτουργία του πάρκου για τοποθέτηση νέου.

Τα κανάλια όδευσης των υπογείων καλωδίων μέσης Τάσης θα περιέχουν (εκτός από τα καλώδια ΜΤ) τις ακόλουθες κατηγορίες καλωδίων:

**Καλώδια επικοινωνιών** (του συστήματος SCADA) μεταξύ του επεξεργαστή κάθε Α/Γ και κάθε μετεωρολογικού ιστού και του κέντρου ελέγχου του Αιολικού Πάρκου.  
**Αγωγό γείωσης** του Αιολικού Πάρκου.

Το υπόγειο καλώδιο ισχύος Μ.Τ της πρώτης Α/Γς του Αιολικού Πάρκου θα καταλήγει εντός του κτιρίου του κέντρου ελέγχου δια μέσου καναλιών διέλευσης καλωδίων τα οποία θα προβλεφθούν να κατασκευασθούν στο δάπεδο του κτιρίου. Τα καλώδια θα εισέρχονται σε κατάλληλους μεταλλικούς πίνακες μέσης τάσης. Ο κύριος διακοπτικός εξοπλισμός θα αποτελείται από διακόπτες εξαφθορευούχου θείου ( $\text{SF}_6$ ), ή αέρος ονομαστικής έντασης τουλάχιστον 400Α, με ικανότητα διακοπής βραχυκυκλώματος 10 ΚΑ και ονομαστικής τάσης 24 ΚV, καθώς και βοηθητικό εξοπλισμό όπως μετασχηματιστές τάσης και έντασης, διάφορες μετρητικές διατάξεις, όργανα ένδειξης πίνακα, λυχνίες ένδειξης, μπουτόν κλπ. Στον πίνακα εισόδου από Δίκτυο διασύνδεσης θα συνδεθεί το υπόγειο καλώδιο ισχύος το οποίο θα διασχίζει το κτίριο ελέγχου υπόγεια μέχρι την αυλή του κέντρου ελέγχου ως το σημείο των στύλων ανύψωσης των γραμμών και από εκεί θα αναχωρούν **εναέρια** μέχρι το σημείο ζεύξης με το δίκτυο διανομής ΜΤ στους Βοθύνους.





### 3.5.5. Καλώδια Μέσης Τάσης, Επικοινωνιών και Αγωγός Γείωσης

Τα κανάλια καλωδίων θα οδεύουν πλησίον των διασυνδετήριων εσωτερικών δρόμων του Αιολικού Πάρκου, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο την πρόσθετη αλλαγή της επιφάνειας του εδάφους, σε απόσταση περίπου 1-2 μέτρων από την άκρη της εσωτερικής οδοποιίας, όπου αυτό είναι εφικτό.

Κατά την τοποθέτηση των διαφόρων καλωδίων θα τηρηθούν όλες οι προβλεπόμενες προδιαγραφές της Δ.Ε.Η. και των άλλων κανονισμών. Το ύψος των καναλιών θα είναι 1 μέτρο περίπου. Η βάση του καναλιού θα επιστρωθεί με άμμο, σε ύψος 10 εκ. περίπου. Στη στάθμη αυτή θα τοποθετηθούν τα καλώδια ισχύος 20 kV. Ο αγωγός γείωσης θα τοποθετηθεί 20 εκ. Περίπου ψηλότερα από τη στάθμη των καλωδίων Μέσης Τάσης. Ο ενδιάμεσος χώρος ανάμεσα στα καλώδια Μ.Τ. και τον Αγωγό γείωσης θα επιστρωθεί με άμμο. Κατόπιν, θα ακολουθήσει στρώση από άμμο λατομείου, πάχους 20 εκ. Στη στάθμη αυτή θα επιστρωθεί ειδική πλαστική ταινία για τον εντοπισμό των καλωδίων και αποφυγή πληγώματός τους σε περίπτωση μελλοντικής εκταφής τους. Θα επακολουθήσει στρώμα άμμου λατομείου πάχους 20 εκ. Στο μέσον του οποίου θα τοποθετηθεί το καλώδιο επικοινωνίας των Α/Γ με το Κέντρο Ελέγχου του Αιολικού Πάρκου. Στην κορυφή της στρώσης αυτής θα τοποθετηθούν πρόσθετες ειδικές πλαστικές ταινίες εντοπισμού καλωδίων ή ειδικές πλάκες τύπου πεζοδρομίων. Η τελική στρώση του καναλιού καλωδίων θα γίνει με επεξεργασμένα υλικά εκσκαφής πάχους 30 εκ. περίπου μέχρι την επιφάνεια του εδάφους.

Επισημαίνεται ότι για τα καλώδια που βρίσκονται στο ίδιο επίπεδο στάθμης θα πρέπει να τηρούνται οι προβλεπόμενες μεταξύ τους οριζόντιες αποστάσεις, σύμφωνα με τους κανονισμούς (περίπου 20 εκ. για τα καλώδια Μέσης Τάσης). Σε περιπτώσεις όδευσης του καναλιού καλωδίων κάτω από δρόμους διέλευσης βαρέων οχημάτων θα λαμβάνεται πρόσθετη μέριμνα για την ενίσχυση της μηχανικής αντοχής των με τη χρήση χαλυβδοσωλήνων ή πλαστικών σωλήνων από PVC, υψηλής αντοχής. Επίσης ιδιαίτερη προσοχή θα δοθεί στις κάμπεις των καλωδίων κατά τη διαδρομή τους ώστε να είναι εντός των ορίων των προδιαγραφών του κατασκευαστή.

### 3.5.6. Αντικεραυνική προστασία

Οι Α/Γ προστατεύονται από την πτώση κεραυνών με ειδικά αντικεραυνικά συστήματα. Τα συνημμένα τεχνικά φυλλάδια των Α/Γ περιγράφουν λεπτομερέστερα το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας ( βλέπε Προσθήκη 3)

Όσον αφορά το ηλεκτρικό δίκτυο ΜΤ του Α/Π, θα εγκατασταθούν απαγωγείς υπερτάσεων 10 kA, προδιαγραφών Δ.Ε.Η. Στον πίνακα αναχώρησης του καλωδίου Μέσης Τάσης από το ζυγό του Α/Π προς τη Δ.Ε.Η. Στον Υ/Σ ΧΤ/ΜΤ της πιο απομακρυσμένης ηλεκτρικά Α/Γ (από το ζυγό του πάρκου) κάθε γραμμής σύνδεσης Α/Γ.



### 3.5.7. Σύστημα ελέγχου και επικοινωνιών

Στο αιολικό πάρκο θα εγκατασταθεί πλήρες **Σύστημα Ελέγχου, Εποπτείας και Μετρήσεων (SCADA – supervisory control and data acquisition)**, το οποίο θα περιλαμβάνει κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή, εκτυπωτή, modem, interface κλπ., περιφερειακές μονάδες με επεξεργαστή (RTU) σε κάθε Α/Γ και κάθε μετεωρολογικό ιστό) και το απαραίτητο εξειδικευμένο λογισμικό για τη λειτουργία του συστήματος ελέγχου και μετρήσεων. Το σύστημα SCADA θα αποτελείται από τα εξής 3 επί μέρους τμήματα:

**Κεντρικό ηλεκτρονικό υπολογιστή (central computer)** που θα είναι εγκατεστημένος στο Κέντρο Ελέγχου του Αιολικού Πάρκου.

**Περιφερειακές μονάδες με μικροεπεξεργαστές** οι οποίες επικοινωνούν αφενός με τις MPUs ( Main Processing Units ) των Α/Γ και αφετέρου με τον Κεντρικό Υπολογιστή του Αιολικού Σταθμού.

**Περιφερειακή μονάδα επικοινωνίας** με μικροεπεξεργαστή που συνδέει τον Κεντρικό Υπολογιστή με κάθε μετεωρολογικό ιστό για τον συλλογή χρήσιμων μετεωρολογικών στοιχείων καθώς επίσης και για τη συλλογή και αποστολή μετρήσεων που αφορούν τα βασικά ηλεκτρικά μεγέθη στους ζυγούς μέσης τάσης των πινάκων σύνδεσης του Αιολικού Πάρκου με την ΔΕΗ.

**Ειδικό λογισμικό** με τη βοήθεια του οποίου θα είναι δυνατός ο έλεγχος των λειτουργιών της κάθε Α/Γ όπως π.χ. θέση εντός και θέση εκτός (Start-Stop) reset, προγραμματισμός διαφόρων παραμέτρων λειτουργίας των Α/Γ κλπ. Επιπλέον θα γίνεται σε συνεχή ροή η αποθήκευση και αρχειοθέτηση των τιμών των περισσοτέρων παραμέτρων της κάθε Α/Γ στο σκληρό δίσκο ηλεκτρονικού υπολογιστή και θα καταγράφονται η ταχύτητα και η διεύθυνση του ανέμου από αντίστοιχα όργανα μέτρησης εγκατεστημένα στους **μετεωρολογικούς ιστούς** του Αιολικού Πάρκου.

Η μετάδοση των πληροφοριών των διαφόρων παραμέτρων των Α/Γ, καθώς επίσης στοιχείων για την ταχύτητα και τη διεύθυνση του ανέμου από μετεωρολογικού ιστούς του Α/Π, θα γίνεται μέσω του υπογείου δικτύου επικοινωνιών, το οποίο θα αποτελείται από καλώδια τηλεφωνικού τύπου με συνεστραμμένα ζεύγη. Για κάθε ομάδα Α/Γ θα χρησιμοποιηθεί ένα καλώδιο δυναμικότητας 6 ζευγών.

#### **Επικοινωνία με ΔΕΗ**

Το Α/Π θα έχει τη δυνατότητα αμφίδρομης επικοινωνία με το Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας της Δ.Ε.Η. Για το σκοπό αυτό θα εγκατασταθεί κατάλληλο **Σύστημα εποπτικού Ελέγχου** με το οποίο θα αποστέλλονται (σε 24ωρη βάση) ενδείξεις, σημάνσεις και αναλογικά λειτουργικά μεγέθη του Α/Π προς το Κέντρο Ελέγχου Ενέργειας (ΚΕΕ) της Δ.Ε.Η. Πιο συγκεκριμένα, θα εγκατασταθούν Περιφερειακές Μονάδες (**RTUs = Remote Terminal Units**), φερέσυχα και τηλεπικοινωνιακός εξοπλισμός. Το Α/Π θα έχει την ικανότητα να δέχεται εντολές από το ΚΕΕ της Δ.Ε.Η., οι οποίες θα καταγράφονται στους κεντρικούς υπολογιστές του για την παρακολούθηση της λειτουργίας του Α/Π.



### **Από το Α/Π θα αποστέλλονται οι εξής πληροφορίες:**

στιγμιαία αποδιδόμενη ενεργός ισχύς του Α/Π (MW)  
στιγμιαία απορροφώμενη άεργος ισχύς του Α/Π (MVar)  
τάση στο ζυγό Μέσης Τάσης του Α/Π (kV)  
μέγιστη ικανότητα παραγωγής ισχύος (MW) που μπορεί να αποδώσει το Α/Π βάσει των επικρατουσών συνθηκών και της τεχνικής καταστάσεώς του.  
κατάσταση διακοπών ισχύος και αποζευκτών 20 kV του Α/Π

### **3.6. Προγραμματισμό λειτουργίας του σταθμού, σε σχέση με το Σύστημα.**

Ο προγραμματισμός του σταθμού (Αιολικό Πάρκο) σε σχέση με το Σύστημα Ενέργειας της Κρήτης περιορίζεται από την στοχαστικότητα του ανέμου και της σύνθεσης των μονάδων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού της Κρήτης. Η λειτουργία του σταθμού θα υπόκειται στους περιορισμούς διείσδυσης στο δίκτυο. Προγραμματισμός γίνεται μόνο για τη συντήρηση του σταθμού. Η διαδικασία της συντήρησης θα τεκμηριωθεί από τον κατασκευαστή και θα δοθούν τα σχετικά πρωτόκολλα συντήρησης με λίστες ελέγχων και εργασιών ανά καθορισμένες περιόδους.

### **3.7. Κατά προσέγγιση εκτίμηση του κόστους της επένδυσης**

#### **3.7.1. Δραστηριότητες κατασκευής έργου με ποσοστά δαπανών επί του προϋπολογισμού**

Στον παρακάτω πίνακα 12, παρουσιάζεται το κόστος των δραστηριοτήτων κατασκευής του Αιολικού Πάρκου. Συγκεκριμένα, στον πίνακα ανάλυσης κόστους παρουσιάζονται οι εξής δραστηριότητες - έργα:

Προμήθεια ανεμογεννητριών (μεταφορά Α/Γ, πύργων και κύριου εξοπλισμού στον χώρο ανέγερσης, προμήθεια και εγκατάσταση συστήματος τηλε-ελέγχου).

Ανέγερση και συναρμολόγηση Αιολικού Πάρκου

Έργα πολιτικού μηχανικού

Προμήθεια και εγκατάστασης ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού.

Αμοιβές εξωτερικών συμβούλων

Τεχνικές μελέτες



Σύνδεση με την Δ.Ε.Η

Πιο συγκεκριμένα έχουμε:

### 3.7.1.1. Προμήθεια ανεμογεννητριών

Προμήθεια. 4 ανεμογεννητριών τύπου ENERCON 600kW με τους πυλώνες από τη Δανία.

### 3.7.1.2. Ανέγερση και συναρμολόγηση Αιολικού Πάρκου και έλεγχος / δοκιμαστική λειτουργία

Περιλαμβάνει όλες τις δραστηριότητες για την εκφόρτωση του εξοπλισμού στην τοποθεσία εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου και τις δραστηριότητες για την ανέγερση του συνόλου του εξοπλισμού των ανεμογεννητριών. Το ανθρώπινο δυναμικό, η ανύψωση και η επίβλεψη περιέχεται στην προσφορά της εταιρείας ENERCON.

### 3.7.1.3. Τα έργα του πολιτικού μηχανικού

Περιλαμβάνονται κάθε είδους εκσκαφές, κτιριακές εγκαταστάσεις και διαμόρφωση χώρου μέσα στα όρια της τοποθεσίας και εγκατάστασης του Αιολικού Πάρκου.

### 3.7.1.4. Δαπάνη για ηλεκτρομηχανολογικά έργα.

Δίδεται πλήρες προσφορά των εταιρειών για τα καλώδια, ηλεκτρολογικές εργασίες, αντικεραυνικής προστασίας και ηλεκτρολογικό εξοπλισμό.

### 3.7.1.5. Η δαπάνη για αμοιβές εξωτερικών συμβούλων.

Αναφέρεται σε συμβούλους για τις μελέτες που χρειάζονται για χορήγηση άδειας παραγωγής και εγκατάστασης & δοκιμές λειτουργίας.

**Η δαπάνη για τεχνικές μελέτες**

<b>Μελέτες, άδειες, Παράβολα, Επιβλέψεις κλπ.</b>	<b>47.000</b>
Τεχνικοοικονομική Μελέτη	15.000
Διερεύνηση ανεμολογικών στοιχείων	1.500
Γεωτεχνική μελέτη	2.500
Μελέτη χωροθέτησης	2.000



Μελέτη θεμελίωσης (περιλαμβάνεται στην τιμή αγοράς Α/Γ)	0
Μελέτη πυλώνων (περιλαμβάνεται στην τιμή αγοράς Α/Γ)	0
Περιβαλλοντική μελέτη	1.000
Επίβλεψη, Διοίκηση Έργου και άλλες μελέτες	5.000
Άδειες, Παράβολα κλπ (Νόμος 8295/95, ΦΕΚ 385-95) κλπ	20.000

**Πίνακας12. Ανάλυση δαπανών για μελέτες άδειες παράβολα κλπ από εξωτερικούς συμβούλους.**

### 3.7.1.6. Η σύνδεση με την Δ.Ε.Η.

Περιλαμβάνει τη διασυνδετική γραμμή Αιολικού Πάρκου μήκους 1,45 Km και τις κατάλληλες μετρητικές διατάξεις.

Η διασύνδεση του αιολικού πάρκου με τη ΔΕΗ θα γίνει με την δημιουργία ιδιαίτερης γραμμής με μονό (με πρόβλεψη για διπλό) κύκλωμα αγωγών μήκους περίπου 4000μ. Οι αγωγοί που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι αγωγοί αλουμινίου με χαλύβδινη ψυχή (ACSR) ισοδύναμης διατομής χαλκού 95 mm<sup>2</sup>, με προδιαγραφή GR – 86/αναθ. 5/12/83 εσωτερικά γρασαρισμένοι. Η γραμμή θα συνδέσει παράλληλα το Α.Π. με το δίκτυο διανομής ΜΤ στο πλησιέστερο δυνατό σημείο, στους Βοθύνους.

Μετά από σχετική έρευνα των τοπικών συνθηκών, στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, φάνηκε ότι τεχνικά η σύνδεση αυτή είναι εφικτή, σύμφωνα και με την «Οδηγία Διανομής Νο 129, §4, §5 και §6» της ΔΕΗ για τη διασύνδεση ανεμογεννητριών στα Δίκτυα της ΔΕΗ.

Μελλοντικά θα πρέπει να εξεταστούν οι δυνατότητες του υπάρχοντος δικτύου διανομής ΜΤ για να διαπιστωθεί η επάρκεια για απορρόφηση του επιπλέον φορτίου που θα προέρχεται από την εγκατάσταση του Αιολικού Πάρκου.

Ιδιαίτερα θα υπολογιστεί η εγκατάσταση ζεύξης ώστε να επαρκεί για τα μέγιστα ρεύματα βραχυκύκλωσης που θα εμφανιστούν στην θέση τοποθέτησης της και λαμβανομένων υπόψιν των αναγκαίων εγκαταστάσεων προστασίας της παραπάνω αναφερόμενης §6 να διακόπτει στον προδιαγραφόμενο χρόνο. Θα ληφθεί πρόνοια ώστε η μέγιστη ισχύς βραχυκύκλωσης που προκύπτει τόσο από το δίκτυο όσο και από την εγκατάσταση του Αιολικού πάρκου να είναι μικρότερη των 250 MVA.

Η παραπάνω κατάταξη των δραστηριοτήτων χρησιμοποιείται στο λογισμικό Άνεμος όπου και υπολογίζονται οι οικονομικοί δείκτες της επένδυσης (βλ παράρτημα).



α/α	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ	Συνολικό Κόστος (€)	% του προϋπολογισμού
1.	Προμήθεια, Συσκευασία κύριου εξοπλισμού (περιλαμβάνονται οι Α/Γ, οι πυλώνες, το σύστημα τηλε-ελέγχου, μεταφορά Α/Γ, πύργων & λοιπού εξοπλισμού στον χώρο ανέγερσης)	1.788.000	64,84%
2.	Ανέγερση και συναρμολόγηση Αιολικού Πάρκου	60.900	2,20%
3.	Μεταφορικά	250.000	9,06%
4.	Έργα Πολιτικού Μηχανικού	295.700	10,72%
5.	Ηλεκτρομηχανολογικά έργα	235.720	8,54%
6.	Αμοιβές εξωτερικών συμβούλων	47.000	1,70%
8.	Σύνδεση με την Δ.Ε.Η	75.800	2,74%
9.	Απρόβλεπτα	4.100	0,14%
	<b>Συνολική Δαπάνη Αιολικού Πάρκου</b>	<b>2.757.220</b>	<b>100%</b>

Πίνακας 13. Πίνακας δραστηριοτήτων κατασκευής έργου με ποσοστά επί του προϋπολογισμού.



### **3.7.2. Προσδοκώμενη αγορά για τη πώληση της ενέργειας που πρόκειται να παραχθεί.**

Η προσδοκώμενη αγορά για τη πώληση της ενέργειας περιλαμβάνει ως αγοραστή αποκλειστικά τη ΔΕΗ με τον παρόντα ρόλο της ως διαχειριστή του μη διασυνδεδεμένου δικτύου. Με την υπάρχουσα νομοθεσία δεν υπάρχει η δυνατότητα πώλησης της ενέργειας σ' άλλο δημόσιο ή ιδιωτικό φορέα.

### **3.7.3. Προσδοκώμενο κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τυχόν άλλης μορφής ενέργειας ταξινομημένο σε σταθερό και μεταβλητό κόστος**

Το προσδοκώμενο κόστος για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας παρουσιάζεται στην παράγραφο 2.7.4. Η εγκατάσταση παραγωγής αποδίδει μόνο ηλεκτρική ενέργεια.

### **3.7.4. Προσδοκώμενη αγορά για τη πώληση της ενέργειας που πρόκειται να παραχθεί**

Η προσδοκώμενη αγορά για τη πώληση της ενέργειας περιλαμβάνει ως αγοραστή αποκλειστικά τη ΔΕΗ. Με την υπάρχουσα νομοθεσία δεν υπάρχει η δυνατότητα πώλησης της ενέργειας σ' άλλο δημόσιο ή ιδιωτικό φορέα.

### **3.7.5. Συνοπτικός χρηματοοικονομικός προγραμματισμός.**

Συνοπτικός χρηματοοικονομικός προγραμματισμός για το έργο που θα παρέχει την προβλεπόμενη ταμειακή ροή αναλυμένη στις κύριες κατηγορίες εισροών και εκροών κατά τη διάρκεια είτε

Της περιόδου χρηματοδοτήσεως, είτε

Της τεχνικής διάρκειας ζωής και έργου, εάν είναι μακρύτερη.

Οι οικονομικοί δείκτες που ακολουθούν, εκφράζουν **την αποδοτικότητα των ιδίων κεφαλαίων** της επένδυσης, στα οποία και αναφέρονται. Έχουν υπολογιστεί επίσης οι ίδιοι οικονομικοί δείκτες για να εκφράσουν **την αποδοτικότητα των ιδίων και των ξένων κεφαλαίων** της επένδυσης, όπου ως ξένα κεφάλαια εννοούνται οι επιδοτήσεις (Παράρτημα 4).

Οι δείκτες αυτοί προσδιορίζουν την οικονομικότητα μιας επένδυσης σε σχέση με τον επενδυτή και είναι:

Καθαρή παρούσα Αξία (Κ.Π.Α.)



Η έννοια της Κ.Π.Α. είναι απλή: συγκρίνεται η παρούσα αξία των προβλεπόμενων καθαρών ταμειακών ροών που δίνει ένα επενδυτικό έργο με την αρχική του δαπάνη και η σύγκριση αυτή πραγματοποιείται στο χρόνο μηδέν.

Η Κ.Π.Α. δίνεται από την σχέση:

$$Κ.Π.Α. = -C_0 + \left[ \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} \right] \pm \frac{SV_n}{(1+i)^n}$$

Όπου:

$C_0$	Το συνολικό κόστος της επένδυσης.
$E_1, \dots, E_n$	Τα αναμενόμενα έσοδα για τα έτη 1, 2, ..., n.
$C_1, \dots, C_n$	Οι προβλεπόμενες δαπάνες λειτουργίας κατά τα έτη 1, 2, ..., n.
n:	Η διάρκεια της οικονομικής ζωής του έργου.
i:	το επιτόκιο προεξόφλησης.
$SV_n$ :	Η εναπομένουσα αξία ή κόστος της επένδυσης στο τέλος της περιόδου n.

Ας σημειωθεί ότι είναι δυνατό να υπολογιστεί η παρούσα αξία ενός επενδυτικού έργου σε οποιαδήποτε περίοδο. Η εκτίμηση της παρούσας αξίας από την περίοδο 0 είναι δυνατόν να γίνει στην περίοδο n πολλαπλασιάζοντας την παρούσα αξία με το συντελεστή προεξόφλησης  $(1+i)^{-n}$ . Αυτή η παρατήρηση είναι σπουδαία διότι δείχνει ότι η χρησιμοποίηση της Κ.Π.Α. προϋποθέτει ότι οι καθαρές ταμειακές ροές του επενδυτικού έργου μπορούν να είναι αποδόσιμες ή να επανεπενδυθούν με το επιλεγμένο επιτόκιο προεξόφλησης.

Με βάση αυτό το κριτήριο, μία επένδυση κρίνεται συμφέρουσα όταν η συνολική καθαρή παρούσα αξία της είναι μεγαλύτερη από το μηδέν και ανάμεσα σε δύο επενδύσεις επιλέγεται φυσικά αυτή που έχει την μεγαλύτερη Κ.Π.Α.

Η μέθοδος της Κ.Π.Α. έχει τα εξής χαρακτηριστικά:

Λαμβάνει υπόψη την διαχρονική αξία του χρήματος.

Το παρόν θεωρείται σαν χρόνος αναφοράς και υπολογισμού της παρούσας αξίας.

Υποθέτει την επανεπένδυση του αρχικού κεφαλαίου.

Η απόφαση που λαμβάνεται δεν επηρεάζεται από το ποσό της επένδυσης ή τη διάρκεια του χρόνου.

Η εναπομένουσα αξία,  $SV_n$ , ή κόστος της επένδυσης στο τέλος της περιόδου n, είναι πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί εκ των προτέρων κυρίως για δύο λόγους:

Η τεχνολογία ανακύκλωσης κατασκευών από σύνθετα υλικά, όπως οι πτερυγώσεις Α/Γ, αναμένεται να προχωρήσει γρήγορα τα επόμενα 20 χρόνια αλλά θα ήταν ριψοκίνδυνο να προβλέψει κανείς σήμερα την εξέλιξη αυτή και συνεπώς το κόστος απόσυρσης των πτερυγώσεων.

Η μελλοντική χρήση του χώρου του Αιολικού Πάρκου και συνεπώς η χρήση ή μη των υφιστάμενων υποδομών (οδοποιία, δίκτυα, επικοινωνίες) είναι αδύνατη σήμερα





μιας και ο χωροταξικός σχεδιασμός χρήσεων γης στη χώρα μας βρίσκεται σε περίοδο ανάπτυξης.

Για τους λόγους αυτούς η εναπομένουσα αξία της επένδυσης μπορεί να είναι μια ποσότητα θετική ή αρνητική αλλά πολύ δύσκολο να προσδιοριστεί σήμερα. Στους υπολογισμούς των οικονομικών δεικτών της επένδυσης, θεωρούμε την ποσότητα αυτή μηδενική,  $SV_n=0$ .

### 3.7.5.1. Εσωτερικός Βαθμός Απόδοσης (IRR)

Ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης μίας επένδυσης είναι το επιτόκιο εκείνο που εξισώνει την παρούσα αξία των αναμενόμενων καθαρών ταμειακών εισροών από την επένδυση με το επενδεδυμένο κεφάλαιο. Αν δηλαδή:

$$\left[ \sum_{j=1}^n \frac{E_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=1}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} \pm \frac{SV_j}{(1+i)^j} \right] = C_0$$

Η σημασία του εσωτερικού ρυθμού απόδοσης, όταν πρόκειται να ληφθεί μια απόφαση επένδυσης είναι η εξής:

- Όταν ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης (IRR),  $i_0$  είναι μεγαλύτερος από το επιλεγμένο επιτόκιο προεξόφλησης  $i$  του επενδυτή ( $i_0 > i$ ), η Κ.Π.Α. του επενδυτικού έργου είναι θετική και το έργο είναι αποδεκτό.
- Όταν αντίθετα ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης  $i_0$  είναι μικρότερος από το επιλεγμένο επιτόκιο προεξόφλησης  $i$  του επενδυτή ( $i_0 < i$ ), η Κ.Π.Α. του επενδυτικού έργου είναι αρνητική και το έργο απορρίπτεται.

### 3.7.5.2. Χρόνος Αποπληρωμής

Η έννοια του χρόνου αποπληρωμής είναι ανάλογη με την έννοια του νεκρού σημείου. Ενώ το νεκρό σημείο ορίζεται ως το σημείο της χρήσης πέρα από το οποίο η επιχείρηση πραγματοποιεί κέρδη, ο χρόνος αποπληρωμής ορίζεται σαν ο αναγκαίος χρόνος κατά τον οποίον το άθροισμα των ταμειακών ροών ενός επενδυτικού έργου ισούται με την αρχική δαπάνη.

Το κριτήριο Χ.Α. δεν είναι κριτήριο αποδοτικότητας, αλλά είναι ένα κριτήριο ρευστότητας. Η μέθοδος υπολογισμού του αγνοεί τον παράγοντα χρόνο.

### 3.7.5.3. Έντοκη περίοδος αποπληρωμής.

Η έντοκη περίοδος αποπληρωμής είναι ανάλογη με τον χρόνο αποπληρωμής, με την διαφορά ότι συνεκτιμά τους τόκους απόδοσης της επένδυσης από μια εναλλακτική



τοποθέτηση του αρχικού κεφαλαίου. Για τον υπολογισμό οι Καθαρές Χρηματικές Ροές (δηλαδή ότι προκύπτει από τη διαφορά των εσόδων και των λειτουργικών δαπανών ( $K.X.P. = E_j - C_j$ ), ανάγονται σε παρούσα αξία με την σχέση:

$$Π.Α._j = \frac{K.X.P.}{(1+i)^j}$$

και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής, (**ΕΠΑ**), είναι ο αναγκαίος χρόνος για να συμπληρωθεί από τις παρούσες αξίες η αρχική δαπάνη.

#### 3.7.5.4. Κόστος παραγωγής

Υπολογίζεται με το λογισμικό ANEMOS με αντίστροφη διαδικασία, ως τιμή πώλησης της ενέργειας η οποία μηδενίζει την παρούσα αξία.

#### 3.7.5.5. Ανάλυση Ευαισθησίας

Με την ανάλυση ευαισθησίας μελετάται η συμπεριφορά των οικονομικών δεικτών στις μεταβολές των πιο σημαντικών στοιχείων, τα οποία προσδιορίζουν τις ΚΤΡ του έργου.

Στα διαγράμματα-πίνακες ανάλυσης ευαισθησίας που ακολουθούν στο Παράρτημα 4 παρουσιάζεται η μεταβολή των οικονομικών δεικτών με τη ποσοστιαία μεταβολή μιας παραμέτρου.

Στον κάθετο άξονα των διαγραμμάτων (βλέπε διαγράμματα Ανάλυσης Ευαισθησίας, Παράρτημα 4) απεικονίζεται η Κ.Π.Α., ο χρόνος αποπληρωμής, ο εσωτερικός βαθμός απόδοσης και η έντοκη περίοδος αποπληρωμής και στον οριζόντιο η ποσοστιαία μεταβολή των παρακάτω παραμέτρων:

- Ταχύτητα του ανέμου (Παράμετρος C της κατανομής Weibull)
- Αρχικό κόστος
- Λειτουργικό κόστος (μέσο)
- Διάρκεια ζωής του έργου
- Επιτόκιο Αναγωγής
- Μηχανική Διαθεσιμότητα
- Τιμή πώλησης
- Ετήσια παραγωγή
- Ποσοστό διείσδυσης.

Το σημείο τομής όλων των καμπυλών απεικονίζει τις αρχικές τιμές των παραμέτρων. Από τη μορφή των διαγραμμάτων αυτών μπορούν να εξαχθούν τα παρακάτω συμπεράσματα :

Πόσο αντέχει το σύστημα στην μεταβολή μιας παραμέτρου.

Ποιες είναι οι σημαντικότερες για την οικονομικότητα της επένδυσης παράμετροι.

Καθορίζονται τα όρια ανοχής σε μεταβολή μιας παραμέτρου.



Αξίζει να παρατηρηθεί ότι το σημείο που η Κ.Π.Α. αλλάζει πρόσημο στην ανάλυση της παραμέτρου (τιμή πώλησης), είναι και το σημείο που καθορίζει το κόστος παραγωγής.



## 4. ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΕΣ ΕΝΝΟΙΕΣ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΗΚΑΝ

### 4.1. Αιολικός Άτλαντας

Για την σύνταξη μίας μελέτης απαραίτητη προϋπόθεση είναι η δημιουργία αιολικού άτλαντα της περιοχής. Οι εργασίες που χρειάζονται για τη δημιουργία του αιολικού άτλαντα είναι :

### 4.2 Η ψηφιοποίηση του χάρτη

Η μέθοδος που ακολουθήσαμε για να μεταφερθούμε τη μορφολογία του εδάφους της περιοχής της Καλύμνου στον υπολογιστή, ήταν η ψηφιοποίηση των χαρτών με χρήση digitizer. Χρησιμοποιήθηκαν χάρτες κλίμακας 1:5.000 από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.) Για να έχουμε καλή ακρίβεια ψηφιοποιήθηκαν όλες οι ισοϋψείς ανά είκοσι μέτρα. Δημιουργήθηκαν αρχεία σε περιβάλλον Autocad ( ένα για κάθε χάρτη 1:5.000 ) και στη συνέχεια οι χάρτες ενώθηκαν μεταξύ τους με τη χρήση των κατάλληλων εντολών. Με αυτό τον τρόπο δημιουργήσαμε ένα χάρτη όλης της περιοχής του Ακρωτηρίου με ισοϋψείς ανά είκοσι μέτρα.

Στη συνέχεια ο χάρτης αυτός πέρασε από λεπτομερή έλεγχο έτσι ώστε να είμαστε σίγουροι ότι όλες οι ισοϋψείς βρίσκονται στο σωστό ύψος και ότι κάθε μια απ' αυτές είναι μια κλειστή καμπύλη.

### 4.3. Το λογισμικό WaSP

Το πακέτο λογισμικού WAsP είναι ένα πρόγραμμα, το οποίο, χρησιμοποιώντας δεδομένα για το αιολικό δυναμικό και τη μορφολογία μιας περιοχής, δημιουργεί ανεμολογικούς χάρτες και παρέχει τα απαραίτητα δεδομένα για την εγκατάσταση αιολικών συστημάτων στις εξεταζόμενες περιοχές .

Η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του WAsP είναι ανάλογη της αξιοπιστίας των δεδομένων που χρησιμοποιούνται. Δηλαδή , αν έχουμε έντονη ορογραφία ή μη ελεγμένες μετρήσεις , η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του προγράμματος μειώνεται

#### 4.3.1. Η δομή του WAsP

Το WAsP αποτελείται από 4 κυρίως λειτουργίες



- Ανάλυση και επεξεργασία γεωγραφικών χαρτών. Αυτή η επιλογή δίνει την δυνατότητα ανάλυσης κάθε είδους χάρτη (WAsP map editor)
- Δημιουργία των δεδομένων Αιολικού Άτλαντα. Τα αναλυμένα ανεμολογικά δεδομένα μπορούν να μετατραπούν σ' ένα σετ δεδομένων για τους ανεμολογικούς χάρτες. Σ' ένα τέτοιο σετ, οι πληροφορίες από τις παρατηρήσεις του ανέμου έχουν «καθαριστεί» από τις ιδιομορφίες της εξεταζόμενης περιοχής και ανάγονται σε σταθερές συνθήκες. (owc wizard)
- Εκτίμηση του κλίματος του ανέμου. Χρησιμοποιώντας το σετ δεδομένων που παρέχει ένας ανεμολογικός άτλαντας και το χάρτη, το πρόγραμμα μπορεί να δώσει μια εκτίμηση του κλίματος του ανέμου στην συγκεκριμένη περιοχή. (WAsP)
- Εκτίμηση δυνατοτήτων παραγωγής. Το ολικό ενεργειακό αποτέλεσμα του μέσου ανέμου υπολογίζεται από το WAsP. Επιπλέον, αν δοθεί στο WAsP η καμπύλη ισχύος της Α/Γ που θα χρησιμοποιηθεί, αυτό μπορεί να δώσει μια εκτίμηση της μέσης ετήσιας παραγωγής ενέργειας.

Τα αποτελέσματα των υπολογισμών από το Wasp φαίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα 1

#### 4.4. Ανάλυση του αιολικού άτλαντα

Ο κύριος στόχος του WAsP είναι δίπτυχος. Πρώτα διορθώνει τα ανεμολογικά δεδομένα που έχουν μετρηθεί σε ένα συγκεκριμένο σημείο και τα μετατρέπει σε ένα σύνολο που να περιγράφει το ανεμολογικό κλίμα μιας περιοχής τον αποκαλούμενο αιολικό άτλαντα (βλ. Παράρτημα 8, ΑΔ1). Μετά, χρησιμοποιεί αυτά τα σύνολα δεδομένων ώστε να εκτιμήσει τις ανεμολογικές συνθήκες σε οποιοδήποτε συγκεκριμένο σημείο και ύψος στην περιοχή.

Η δημιουργία αιολικού ατλάντα με το WAsP ακολουθεί τα παρακάτω βήματα:

Τα υπάρχοντα μετεωρολογικά δεδομένα, είτε σε μορφή χρονοσειρών είτε σε κλιματολογικό πίνακα μεταφέρονται σ' ένα φάκελο του δίσκου.

Η περιγραφή του μετεωρολογικού σταθμού μπορεί να εισαχθεί απ' ευθείας από το πληκτρολόγιο ή με ψηφιοποίηση που μπορεί μετά να αποθηκευτεί για αναφορά αργότερα, το ύψος του ανεμομέτρου, την τραχύτητα του εδάφους γύρω από τον σταθμό και πιθανόν την παρουσία εμποδίων κοντά στο σταθμό. Σε περίπτωση που οι μετρήσεις να επηρεάζονται και από την ορογραφία, οι πληροφορίες που απαιτούνται από το μοντέλο του πολύπλοκου εδάφους πρέπει επίσης να εισαχθούν.

Οι πληροφορίες που δίνονται στα παραπάνω δυο σημεία χρησιμοποιούνται σαν βάση για να υπολογίσει το WAsP την τάξη ταχύτητας του ανέμου σε ιστόγραμμα, την αντίστοιχη διεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου πιο ψηλά από το ανεμόμετρο και όλα αυτά για κάθε περιοχή. Σ' αυτή την διαδικασία οι πληροφορίες «φιλτράρονται»



από τα αποτελέσματα των εμποδίων, της ανομοιογένειας της τραχύτητας και τις διαταράξεις λόγω της γεωμετρίας του εδάφους.

Χρησιμοποιώντας τις εμπειρικές σχέσεις μεταξύ του ανέμου πάνω από ομοιογενές έδαφος και την υποτιθέμενη μεγάλη ή συνοπτική διαβάθμιση του ανέμου, τα δεδομένα προσεγγίζονται για να αναλογούν στο γεωστροφικό κλίμα της περιοχής.

Αυτό θεωρείται ανεξάρτητο από τις ειδικές συνθήκες στην επιφάνεια. Οι αντίστροφοι υπολογισμοί πραγματοποιούνται για να δώσουν το αιολικό δυναμικό σε μερικά, ορισμένα, ύψη και σε διάφορες τραχύτητες του εδάφους.

Τελικά, αυτά τα δεδομένα αναλύονται σε όρους της κατανομής Weibull. Οι παράμετροι της Weibull αποτελούν τον αιολικό άτλαντα της περιοχής και είναι η αρχή των υπολογισμών για την τοποθέτηση συστημάτων αιολικής ενέργειας.

#### 4.5. Τύρβη και διάτμηση

Είναι προφανές ότι οι μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου είναι τυχαίες και δεν μπορούν να προβλεφθούν και να αναλυθούν με ασφαλή τρόπο . Γι'αυτό τον λόγο χρησιμοποιούμε στατιστικές τεχνικές για την περιγραφή των χαρακτηριστικών του ανέμου . Έτσι , από τον ορισμό της μέσης τιμής της ταχύτητας , προκύπτει η τύρβη που ορίζεται ως η διαταραχή της ταχύτητας με περίοδο μικρότερη από την περίοδο ολοκλήρωσης της μέσης τιμής . Συνήθως για να έχουμε ένα κοινό σημείο αναφοράς , υπολογίζουμε την τύρβη δεκαλέπτου  $I_{10}$  .

Η διάτμηση (shear) μας δείχνει αν έχουμε πρόβλημα με μεγαλύτερη ταχύτητα ανέμου σε ύψος μικρότερο της πλήμνης της ανεμογεννήτριας. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξετάσουμε τη συγκεκριμένη παράμετρο όταν χωροθετούμε τις ανεμογεννήτριες γιατί ένας λάθος υπολογισμός μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα για τα φτερά των ανεμογεννητριών .

#### 4.6. Η τύρβη

Ο υπολογισμός της τύρβης γίνεται με βάση την γνωστή θεωρία περί ανάπτυξης τυρβώδους ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος. Κριτήριο για την επιλογή των σχέσεων για τους υπολογισμούς υπήρξε η μορφή της κατανομής της μέσης ετήσιας ταχύτητας του ανέμου. Η κατανομή της κλίσης αυτής στο χώρο, είναι ένδειξη της κατανομής της παραγωγής και της απόσβεσης της τύρβης.

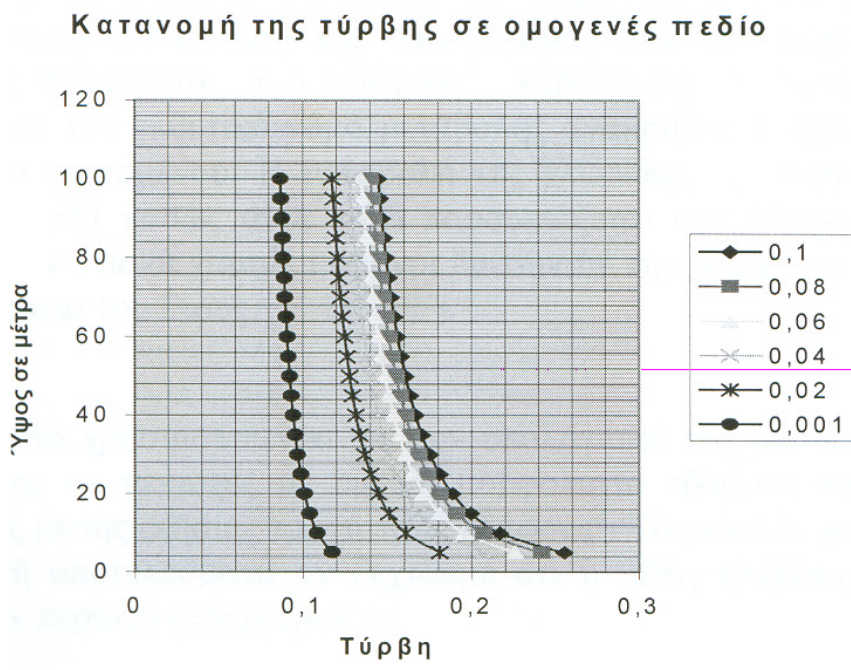
Μια λογαριθμική κατανομή, όπως αυτή παρουσιάζεται στο υπό μελέτη πεδίο, μακριά από απόκρημνες πλαγιές αναμένεται να δώσει κατανομή τύρβης όπως αυτή των ομογενών πεδίων. Στην περίπτωση αυτή η σχέση που υιοθετείται είναι η ακόλουθη:

$$I = \frac{1}{\ln\left(\frac{z}{z_0}\right)}$$



όπου  $z_0$  το μήκος τραχύτητας του εδάφους. Το έδαφος του υπό μελέτη πεδίου παρουσιάζει τραχύτητα μεταξύ 0,05 και 0,1 μέτρα . Η αναμενόμενη τύρβη θα είναι περίπου 10% - 15% . Στο 9 φαίνεται μια τυπική κατανομή της τύρβης για ομογενές πεδίο .

Η απλή αυτή σχέση παύει να ισχύει όταν η κατανομή της ταχύτητας χάνει την λογαριθμική της μορφή και αυτό συμβαίνει σε μη ομογενή πεδία . Η εκτίμηση της κατανομής της τύρβης σε περιπτώσεις επιτάχυνσης της ροής πάνω από λόφους που παρουσιάζουν οξείες ακμές και τελειώνουν σε κρημνώδεις πλαγίες μπορεί να γίνει μόνο με προσομοίωση σε υπολογιστή μέσω του κατάλληλου προγράμματος .



**Σχήμα 9. Η κατανομή της τύρβης, (καμπύλες για τραχύτητα  $Z_0 = 0,1$  έως  $0,001$ ) σε ομογενές πεδίο σύμφωνα με τον European Wind Atlas του RISOE**

#### 4.6.1. Η διάτμηση

Ως διάτμηση ορίζεται η κλίση της καμπύλης της ταχύτητας του ανέμου σε συνάρτηση με το ύψος από το έδαφος . Όταν αυτή η κλίση πάρει μια ορισμένη αρνητική τιμή (εξαρτάται από τον κατασκευαστή της Α/Γ) τότε αυτό είναι επικίνδυνο για τα φτερά της Α/Γ καθώς υπάρχει πιθανότητα να χτυπήσουν στον πυλώνα και να καταστραφούν. Αρνητική διάτμηση είναι πιθανότερο να εμφανιστεί σε περιοχές με έντονη ορογραφία .

#### 4.6.2. Το λογισμικό WaSP Engineering



Το λογισμικό WAsP Engineering χρησιμοποιεί δεδομένα από τον ανεμογράφο και τον χάρτη της περιοχής. Χρησιμοποιώντας ένα αρκετά περίπλοκο σετ εξισώσεων δίνει στο χρήστη αναφορές που δείχνουν την πιθανότητα να έχουμε εμφάνιση υψηλού ποσοστού τύρβης ή αρνητικής διάτμησης στις θέσεις όπου έχουμε επιλέξει να εγκαταστήσουμε τις Α/Γ. Αν οι τιμές αυτές υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια που έχει ορίσει ο κατασκευαστής των ανεμογεννητριών τότε είμαστε αναγκασμένοι να επιλέξουμε νέα θέση για την Α/Γ γιατί οι συνέπειες μπορεί να είναι καταστροφικές.

Τα αποτελέσματα του WaSP Engineering φαίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα 2.

#### 4.7. Θόρυβος

**Ήχος είναι κάθε μεταβολή της πίεσης του αέρα ή άλλου μέσου, που είναι ικανή να ερεθίσει την αίσθηση της ακοής και να γίνει αντιληπτή από τον άνθρωπο.**

Ο ανεπιθύμητος, ενοχλητικός ή και απλά δυσάρεστος για τον άνθρωπο ήχος λέγεται θόρυβος.

Από φυσική άποψη θόρυβος είναι ένα σύμπλεγμα ηχητικών κυμάτων με ελάχιστη ή καμία περιοδικότητα.

**Τα κύρια φυσικά χαρακτηριστικά του θορύβου είναι η συχνότητα και η ένταση.**

Η συχνότητα ορίζει τον αριθμό των ολοκληρωμένων δονήσεων στη μονάδα του χρόνου και μετράται σε κύκλους ανά δευτερόλεπτο ή **Hz**.

Σαν ένταση ήχου ορίζεται το ποσό της ηχητικής ενέργειας που διέρχεται από τη μονάδα επιφάνειας (η οποία βρίσκεται κάθετα στην ακτίνα μετάδοσης του ηχητικού κύματος), στη μονάδα του χρόνου. Εκφράζεται σε **Watt/m<sup>2</sup>**.

Στην ακοολογία, ως μονάδα μέτρησης της ηχητικής έντασης χρησιμοποιείται το **decibel (dB)**, το οποίο είναι λογαριθμική μονάδα και εκφράζει το επίπεδο της ηχητικής πίεσης.

Το decibel (dB) ως λογαριθμική μονάδα παρουσιάζει μια ιδιαιτερότητα πολύ σημαντική στην εκτίμηση των ηχητικών επιπέδων στους εργασιακούς χώρους. Για κάθε διπλασιασμό της ηχητικής έντασης παρατηρείται μια αύξηση 3dB του ηχητικού επιπέδου, δηλαδή τι διπλάσιο των 85dB δεν είναι τα 170 αλλά τα 88 dB.

Παρακάτω δίνονται κάποια ενδεικτικά επίπεδα θορύβου :





Πηγή / Δραστηριότητα	Ενδεικτική στάθμη θορύβου dB
Κατώφλι ακοής	0 – 10
Βιβλιοθήκη, studio ηχογραφήσεων	20 – 30
Ήσυχο καθιστικό, ψίθυρος	30 – 40
Ήσυχη μικρή πόλη το βράδυ	40 – 50
Συνήθης ομιλία	50 – 60
Χώρος γραφείων σε ώρα εργασίας	60 – 70
Εσωτερικό αυτοκινήτου με ταχύτητα 60 km/h	70 – 80
Βιομηχανικός θόρυβος, δρόμος με σημαντική κίνηση	80 – 90
Κομπρεσέρ	100 – 110
Απογείωση αεροσκάφους (jet) σε απόσταση 100m	120 – 130
Όριο πόνου	140

**Πίνακας 4.**

#### 4.7.1. Το πρόβλημα του θορύβου

Το πρόβλημα του θορύβου αποτελεί ίσως τη μόνη πραγματική επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την ύπαρξη των Αιολικών Μονάδων, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πολλών μηχανών μεγάλων διαστάσεων. Βέβαια, στο σημείο αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η εγκατάσταση Αιολικών Πάρκων γίνεται κυρίως σε απομονωμένες περιοχές, ενώ ο προσεκτικός σχεδιασμός των σύγχρονων μηχανών έχει περιορίσει στο ελάχιστο τόσο τον αεροδυναμικό όσο και κάθε άλλο ηλεκτρομηχανολογικό θόρυβο.

Εν γένει ο μηχανικός θόρυβος προξενεί τη μεγαλύτερη όχληση σε ανεμογεννήτριες μικρού ή μεσαίου μεγέθους ( $P \leq 200\text{kW}$ ), ενώ στις μεγαλύτερες μηχανές ο μηχανικός θόρυβος είναι σημαντικά μικρότερης έντασης από το συνολικά μετρούμενο θόρυβο (έως και 10dB).

Κύριες πηγές μηχανικού θορύβου είναι το κιβώτιο μετάδοσης, η ηλεκτρογεννήτρια και τα έδρανα στήριξης. Η αντιμετώπιση του μηχανικού θορύβου γίνεται είτε στην πηγή είτε στη διαδρομή του. Ο μηχανικός θόρυβος στην πηγή μειώνεται είτε με επέμβαση στα στοιχεία που θορυβούν (π.χ χρησιμοποιώντας οδοντωτούς τροχούς στο κιβώτιο μετάδοσης με πλάγια οδόντωση αντί ευθείας οδόντωσης) είτε με εσωτερική



ηχομονωτική επένδυση στο κέλυφος της κατασκευής. Επίσης, ο μηχανικός θόρυβος αντιμετωπίζεται και στη διαδρομή του χρησιμοποιώντας ηχομονωτικά πετάσματα καθώς και αντικραδασμικά πέλματα στήριξης. Τέλος, σημαντική μείωση του μηχανικού θορύβου επιτυγχάνεται με τη μείωση των εξαρτημάτων που «θορυβούν», π.χ. κατάργηση του κιβωτίου μετάδοσης.

Αντίστοιχα ο αεροδυναμικός θόρυβος πρέπει να αντιμετωπιστεί κατά το στάδιο του σχεδιασμού και κατασκευής της μηχανής, αποτελείται δε από το θόρυβο περιστροφής και το θόρυβο τύρβης. Ο θόρυβος περιστροφής περιλαμβάνει όλους τους θορύβους οι οποίοι έχουν διακριτές συχνότητες και παράγονται σε πολλαπλάσιες αρμονικές της συχνότητας της διέλευσης των πτερυγίων, (δηλαδή το γινόμενο του αριθμού των πτερυγίων επί την τιμή της γωνιακής ταχύτητας). Η στάθμη του θορύβου περιστροφής αυξάνεται με τη διάμετρο, τη μείωση του αριθμού των πτερυγίων, τη μεγαλύτερη ταχύτητα των ακροπτερυγίων και την αεροδυναμική φόρτιση των πτερυγίων (αύξηση αποροφούμενης ισχύος). Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι αθόρυβες και γίνονται ακόμα πιο αθόρυβες και για να το κατανοήσουμε αυτό είναι χρήσιμο να γνωρίσουμε κάποια πράγματα για τη φυσική και τη μεθοδολογία του ήχου.

Παράλληλα ο θόρυβος τύρβης συνδέεται με το στροβιλισμό στο χείλος εκφυγής των ακροπτερυγίων αλλά και με το γενικό πεδίο τύρβης πίσω από την πτερωτή. Για να μειωθεί ο θόρυβος τύρβης πρέπει να ελαττωθεί η ταχύτητα των ακροπτερυγίων, περιορίζοντας ταυτόχρονα την αποδιδόμενη αιολική ισχύ.

Κάνοντας το σχέδιο μιας αεροτομής δίνεται προσοχή σε οποιοδήποτε ήχο μπορεί να ακουστεί κοντά σε σπίτια έξω και στο εσωτερικό τους είναι πιθανόν το επίπεδο να είναι πολύ χαμηλό ακόμα και με ανοιχτά παράθυρα. Το πιθανό αποτέλεσμα του ήχου υπολογίζεται συνήθως με την πρόβλεψη των ήχων οι οποίοι θα παραχθούν όταν φυσάει αέρας από τις Ανεμογεννήτριες προς τα σπίτια (συντηρητική υπόθεση). Ο ήχος του κινητήρα αυξάνεται ελαφρώς με τη ταχύτητα του ήχου, ο ήχος του αέρα στα κοντινά σπίτια, στα γύρω δένδρα και πάνω από τη περιοχή αυξάνεται επίσης με την ταχύτητα του αέρα, αλλά με μια ταχύτερη συχνότητα και έτσι συχνά καλύπτει τον ήχο του κινητήρα.

Πριν 10 χρόνια οι ανεμογεννήτριες ήταν πιο ηχηρές (στον ήχο) από ότι σήμερα. Μεγάλη προσπάθεια έχει γίνει για τη δημιουργία της τωρινής παραγωγής αθόρυβων μηχανών μέσα από λεπτομερή παρατήρηση του σχεδίου των πτερυγίων και το μηχανικών μερών της μηχανής. Σαν αποτέλεσμα, ο ήχος δεν αποτελεί πρόβλημα στις σύγχρονες ανεμογεννήτριες που τοποθετούνται προσεκτικά.

Επίσης όσον αφορά την αντιμετώπιση του θορύβου, ιδιαίτερα τις ώρες κοινής ησυχίας, ορισμένοι κατασκευαστές παρέχουν στο χρήστη του Αιολικού Πάρκου την επιλογή «νυκτερινής λειτουργίας» με μείωση των στροφών της πτερωτής αλλά και με παράλληλη μείωση της παραγόμενης ενέργειας.

Οι σύγχρονες Ανεμογεννήτριες ισχύος 600 – 900 KW «παράγουν» ήχο έντασης περίπου 40 dB σε απόσταση 600m. Ο ήχος των 34 dB ισοδυναμεί με αυτόν που ακούγεται από ένα σπουργίτι σε απόσταση περίπου 20 μέτρων ή σε ένα ήσυχο σπίτι



όπου δεν ακούγονται συνομιλίες ή σε ένα γραφείο που εργάζεται ένας άνθρωπος χωρίς να μιλάει.

#### 4.7.2. Το λογισμικό mprw

Οι υπολογισμοί της κατανομής του θορύβου καθώς και της μηκοτομής θορύβου έγιναν με το λογισμικό mprw που αναπτύχθηκε από τον Βασίλη Φασουλά στο Εργαστήριο Αιολικής Ενέργειας και Σύνθεσης Ενεργειακών Συστημάτων του Τ.Ε.Ι. Ηρακλείου Κρήτης και χρησιμοποιεί τις εξισώσεις που προκύπτουν από τους κανονισμούς VDI 2714/VDI 2720 και ISO 9613 που αφορούν την διάδοση του ήχου. Σκοπός είναι να υπολογίσουμε το επίπεδο θορύβου που αντιλαμβάνεται ένας άνθρωπος ανάλογα με την απόσταση του από το Αιολικό Πάρκο.

#### Εφαρμογή των κανονισμών σε Αιολικό πάρκο

Για τον υπολογισμό της ηχητικής πίεσης και την σύνταξη του σχεδίου κατανομής θορύβου στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου(Παράρτημα8,Θ1) υπολογίζεται ο θόρυβος στο σημείο του αποδέκτη (1,5 m από την επιφάνεια του εδάφους) από κάθε μηχανή αφαιρουμένων των επιδράσεων εδάφους, της απορρόφησης του αέρα, της σκίασης (screening) και της μείωσης λόγω διάδοσης. Ο συνδυασμένος θόρυβος θα είναι αυτός που προκύπτει από την λογαριθμική άθροιση όλων των επιμέρους θορύβων των 18 μηχανών.

Για τον υπολογισμό της σκίασης (screening) δημιουργείται μηκοτομή από το Αιολικό Πάρκο προς τον κοντινότερο οικισμό και εξετάζεται η οπτική επαφή με κάθε την Α/Γ.

Στο διάγραμμα Θ2 «Μεταβολής θορύβου από αιολικό πάρκο έως πλησιέστερο οικισμό» φαίνεται η μεταβολή της ηχητικής πίεσης κατά μήκος της διαδρομής που ενώνει το κέντρο του πάρκου με τον πλησιέστερο οικισμό Άργος. Στο ίδιο διάγραμμα φαίνεται και η συνολική ηχητική πίεση στον οικισμό Άργος 33,3 – 34,3 **db(A)**. Στο χάρτη θορύβου οι οικισμοί έχουν ψηφιοποιηθεί από χάρτες 1:5000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού καθώς επίσης έχει αποτυπωθεί και η ορογραφία της περιοχής με ισοΰψεις καμπύλες ανά 20 m.



## 5. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

### 5.1. Πώς ορίζονται οι Προστατευόμενες Περιοχές

Η πρώτη προσπάθεια προστασίας της ελληνικής φύσης μέσω της δημιουργίας προστατευόμενων περιοχών έγινε το 1937 με την έκδοση του Ν. 856/1937 "Περί Εθνικών Δρυμών". Ακολούθησε σειρά ειδικών διατάξεων στο πλαίσιο της δασικής νομοθεσίας με τις οποίες θεσπίστηκαν νέες κατηγορίες προστατευόμενων περιοχών (Ν. 1465/1950 που τροποποίησε το Ν. 5351/1932, Ν. 86/1969, όπως τροποποιήθηκε με τον Ν. 996/71, Ν. 177/75, όπως τροποποιήθηκε με τον Ν. 2637/1998). Σπουδαίο βήμα στη νέα αντίληψη για τις προστατευόμενες περιοχές αποτέλεσε ο Νόμος Πλαίσιο "Για την προστασία του περιβάλλοντος" (Ν, 1650/1986). Ο Νόμος αυτός περιέχει δύο σημαντικές ρυθμίσεις, που αφορούν την κατηγοριοποίηση των προστατευόμενων περιοχών σε πέντε κατηγορίες και τον καθορισμό ειδικής διαδικασίας κήρυξης και διαχείρισης των νέων προστατευόμενων περιοχών.

Παράλληλα, ο αριθμός των προστατευόμενων και υπό προστασία περιοχών αυξάνεται με την ενσωμάτωση στην εθνική νομοθεσία Διεθνών Συμβάσεων και Συμφωνιών και Κοινοτικών Οδηγιών για την προστασία της φύσης.

Με τον όρο δίκτυο "**NATURA 2000**" καθορίζεται ένα σύνολο περιοχών, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι οποίες έχουν αναγνωρισθεί άξιες ιδιαίτερης προστασίας λόγω της σημασίας των οικοτόπων και ειδών (χλωρίδας, πανίδας) στη φυσική τους περιοχή. Η δημιουργία αυτού του ευρωπαϊκού δικτύου προστατευόμενων περιοχών στηρίζεται κυρίως σε δύο νομοθετικά κείμενα (Οδηγίες) της Ευρωπαϊκής Κοινότητας: στην Οδηγία 79/409/ΕΟΚ (ενσωμάτωση από Κ.Υ.Α. 414985/1985) του Συμβουλίου της 2/4/1979 για τη διατήρηση των άγριων πτηνών και ιδιαίτερα στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (ενσωμάτωση από Κ.Υ.Α. 33318/3028/28-12-98) του Συμβουλίου της 21/5/1992 για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της αυτοφύους χλωρίδας και άγριας πανίδας. Παράλληλα αντιπροσωπεύει το λογικό αποτέλεσμα μιας ενιαίας πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης προς την προστασία του περιβάλλοντος, που εγκαινιάστηκε το 1993 με το 5ο Πρόγραμμα Δράσης, με τίτλο "Για τη βιώσιμη ανάπτυξη", που ακολουθείται το 2001 από το 6ο Πρόγραμμα Δράσης.

Αυτά τα προγράμματα αναγνωρίζουν την ανάγκη για την προστασία και ορθολογική διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης και την ενσωμάτωση περιβαλλοντικών ζητημάτων σε όλους τους τομείς, στους οποίους η Ε.Ε. έχει πρωταρχικό ρόλο: βιομηχανία, ενέργεια, μεταφορές, γεωργία, αλιεία και τουρισμό. Η εναρμόνιση αυτής της ευρωπαϊκής πολιτικής στα εθνικά νομικά πλαίσια των διάφορων Κρατών Μελών ξεκίνησε με την προετοιμασία μιας λίστας, "Εθνικοί Κατάλογοι", με τις προτεινόμενες περιοχές που περιλαμβάνουν τα είδη και τους οικοτόπους που πρέπει να διατηρηθούν. Η χώρα μας υπέβαλε τον Εθνικό της Κατάλογο, ο οποίος περιλαμβάνει 270 περιοχές. Στην παρούσα φάση, η Ευρωπαϊκή



Επιτροπή σε συνεργασία με τα Κράτη Μέλη επιλέγει όσες περιοχές θεωρείται ότι είναι Κοινοτικής Σημασίας και συντάσσει τον αντίστοιχο Κοινοτικό Κατάλογο. Με την ολοκλήρωση αυτής της διαδικασίας, τα Κράτη Μέλη θα πρέπει να θεσμοθετήσουν τις επιλεγμένες περιοχές ως Ειδικές Ζώνες Διατήρησης και να υιοθετήσουν τα κατάλληλα μέτρα για την διαχείρισή τους.

Στην μελέτη, καταγραφή, και αξιολόγηση των περιοχών αυτών συμμετείχαν ένα σύνολο επιστημόνων και ερευνητών, συντονισμένοι από το Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων και Υγροτόπων (ΕΚΒΥ) το οποίο κατέθεσε το έργο αυτό προς έγκριση στο ΥΠΕΧΩΔΕ, το οποίο έχει ήδη προετοιμάσει μια σειρά από Ειδικές Περιβαλλοντικές Μελέτες σε περιοχές του Εθνικού Καταλόγου του δικτύου NATURA 2000, με στόχο την ολοκλήρωση του αναγκαίου υπόβαθρου για την θεσμοθέτηση της προστασίας των περιοχών αυτών. Στις περιοχές "NATURA 2000" κύριος στόχος είναι να διαφυλαχτούν οι οικοτόποι και τα είδη προτεραιότητας των Οδηγιών, αλλά και να διασφαλιστεί η διατήρηση και αποκατάσταση όλων αυτών των απειλούμενων τύπων οικοτόπων και ειδών στη φυσική τους περιοχή, θέτοντας όρους στην εξάσκηση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, στο πλαίσιο των αρχών της αειφόρου ανάπτυξης.

## **5.2. ΔΙΚΤΥΟ NATURA 2000: Για μια αρμονική συνύπαρξη ανθρώπου – φύσης**

Η Ελλάδα, στα πρώτα στάδια του θεσμού των προστατευόμενων περιοχών, ακολουθούσε την τότε επικρατούσα προσέγγιση της απόλυτης προστασίας φυσικών περιοχών, αποθαρρύνοντας τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Στην πορεία η προσέγγιση αυτή εγκαταλείπεται και δίνει τη θέση της στην αντίληψη, που υπαγόρευε την ενσωμάτωση της προστατευόμενης περιοχής στον περιβάλλοντα χώρο, περιλαμβάνοντας ελεγχόμενες ανθρώπινες δραστηριότητες, καθώς και τη στενή σύνδεση της προστασίας με την αειφορική χρήση των φυσικών πόρων.

Ειδικότερα σε ό, τι αφορά τον πρωτογενή τομέα, οι αναπτυξιακές λύσεις στις περιοχές του Δικτύου θα πρέπει να αναζητούνται με γνώμονα την αειφορία και την αρμονική συνύπαρξη με το φυσικό περιβάλλον. Θα υπάρξει μάλιστα ειδική μέριμνα για τα προϊόντα του πρωτογενούς τομέα (γεωργία, κτηνοτροφία, αλιεία αλλά και τουρισμός, μέσω οικοαγρο-τουριστικών πρακτικών και βιολογικών καλλιεργειών) τα οποία προέρχονται από προστατευόμενες περιοχές. Σύμφωνα με την Οδηγία, κατά τη λήψη των μέτρων στις Ζώνες Ειδικής Προστασίας, λαμβάνονται υπόψη οι οικονομικές, κοινωνικές και πολιτιστικές απαιτήσεις καθώς και οι περιφερειακές και τοπικές ιδιομορφίες. Συνεπώς η φιλοσοφία της Οδηγίας στηρίζεται στην αρχή ότι δεν μπορούμε να προστατεύσουμε μια περιοχή εάν δεν τη διαχειριζόμαστε σωστά. Το τελευταίο, ειδικότερα στην περίπτωση της Ελλάδας, προϋποθέτει ουσιαστική συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών και συναινετική λήψη αποφάσεων από τους ανεξάρτητους φορείς διαχείρισης, καθώς και μια σειρά αλλαγών στο υφιστάμενο νομικό/θεσμικό πλαίσιο και στη θεσμοθέτηση-κήρυξη των προστατευόμενων περιοχών.



Η αύξηση του αριθμού και της έκτασης των προστατευόμενων και υπό προστασία περιοχών και οι δεσμεύσεις έναντι των διεθνών και κοινοτικών υποχρεώσεων έδειξαν τα κενά και τις ασάφειες της αντίστοιχης νομοθεσίας (του Ν. 1650/86), σε σχέση με την οργάνωση, διοίκηση και διαχείριση των περιοχών, καθώς και την αναγκαιότητα σχεδιασμού και εφαρμογής ενιαίας πολιτικής για την προστασία, διατήρηση και διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος της Ελλάδας. Το 1999, με την ψήφιση του Ν. 2742/99 (ΦΕΚ 207Α/99) "Χωροταξικός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις" (Κεφ. Ε, άρθρα 15,16), καθορίζεται και τροποποιείται πλέον το πλαίσιο της διοίκησης και διαχείρισης προστατευόμενων περιοχών, και έτσι συμπληρώνεται ο Ν. 1650/86.

Στο παράρτημα 8 Ν1 φαίνονται οι προστατευόμενες περιοχές από το NATURA 2000. Επίσης παρουσιάζονται τα δελτία περιγραφής της κάθε περιοχής. Όπως παρατηρούμε η περιοχή στην οποία βρίσκεται το Αιολικό Πάρκο δεν ανήκει σε κάποια προστατευόμενη ζώνη, και ούτε αναφέρεται ως πέρασμα αποδημητικών πουλιών.

Η περιοχή Καψάλα, όπου έχει χωροθετηθεί το Αιολικό Πάρκο, χρησιμοποιείται ως βοσκότοπος. Όπως είναι γνωστό οι συνέπειες από την υπερβόσκηση οδηγούν σε καταστροφή της χλωρίδας και μπορεί να οδηγήσει ακόμα και σε ερημοποίηση της περιοχής. Η κατασκευή του Αιολικού Πάρκου εκτός από το ότι δεν θα αλλάξει τις χρήσεις γης της περιοχής δεν θα συμβάλλει καθόλου στην καταστροφή της χλωρίδας και της πανίδας. Η μόνη αλλοίωση που θα επιφέρει θα είναι από την διάνοιξη του δρόμου που θα οδηγεί στο Αιολικό Πάρκο καθώς και από τις πλατείες όπου θα τοποθετηθούν οι ανεμογεννήτριες. Η μικρή αυτή αλλοίωση, σε σύγκριση με αυτή που επιφέρει η κτηνοτροφία, μπορεί να διορθωθεί με ανάλογες παρεμβάσεις όπως δενδροφυτεύσεις.

### 5.3. Επιδράσεις στα πουλιά

Οι επιδράσεις κάθε ανθρώπινης κατασκευής στα πουλιά είναι δυνατόν να περιορισθούν, εφόσον αποφεύγονται περιοχές οι οποίες αποτελούν νυχτερινά περάσματα αποδημητικών πουλιών. Με τον τρόπο αυτό, αποφεύγεται η μείωση του πληθυσμού των πτηνών και εμποδίζεται η καταστροφή των πτερυγίων της μηχανής. Τα πουλιά συχνά συγκρούονται με κατασκευές που δυσκολεύονται να δουν ειδικά τις γραμμές υψηλής τάσεως, κατάρτια, πυλώνες και παράθυρα κτιρίων καθώς και με κινούμενα οχήματα σε δρόμους με αυξημένη κυκλοφορία. Η συμπεριφορά των πουλιών και οι δείκτες της θνησιμότητας τους σχετίζονται με το είδος το πουλιών και την περιοχή. Τα πουλιά που πεθαίνουν λόγω συγκρούσεως με κινούμενα οχήματα είναι 300 φορές περισσότερα από αυτά που πεθαίνουν από Ανεμογεννήτριες και 70 φορές περισσότερα από αυτά που σκοτώνονται από κυνηγούς. Αυτοί οι υπολογισμοί σε συνδυασμό με μια μελέτη που πραγματοποιήθηκε στη Δανία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι τα καλώδια αποτελούν πολύ πιο μεγάλο κίνδυνο για τα πουλιά από ότι οι Ανεμογεννήτριες καθώς επίσης ότι τα πουλιά έχουν την τάση να αλλάζουν την πορεία τους 100 – 200m μακριά από τη πτερωτή πετώντας πάνω ή γύρω από αυτήν



σε μια απόσταση ασφαλείας. Αυτή η συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί τόσο κατά τη διάρκεια της νύχτας όσο και της ημέρας. Στη Δανία έχουν παρατηρηθεί αρκετά παραδείγματα γερακιών που κάνουν τις φωλιές σε κλουβιά που βρίσκονται στους πυλώνες της Ανεμογεννήτριας. Το φαινόμενο αυτό παρατηρήθηκε και σε Ανεμογεννήτριες του Εργαστηρίου Αιολικής Ενέργειας Τ.Ε.Ι. Κρήτης. Το γεγονός αυτό λαμβάνεται σοβαρά υπόψη από τις βιομηχανίες και τους κατασκευαστές και η εγκατάσταση των Ανεμογεννητριών αποφεύγεται να γίνεται σε περιοχές που ζουν προστατευόμενα είδη πουλιών στην Ευρώπη. Έχει προταθεί να λαμβάνεται σοβαρά υπόψη στις μελέτες τοποθέτησης και να στήνονται τα Αιολικά Πάρκα μακριά από περιοχές με ιδιαίτερα τοπογραφικά χαρακτηριστικά, τα οποία θα προσέλκυαν τα πουλιά καθώς επίσης και σε περιοχές με μειωμένη ορατότητα και κακές καιρικές συνθήκες.

Μελέτες που έγιναν για το σκοπό αυτό τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ολλανδία, κατέγραψαν ένα μικρό αριθμό νεκρών πτηνών στην περιοχή των Αιολικών Πάρκων (π.χ. περίπου 60 πτηνά σε ένα έτος στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου (25x300kW). Σημαντικό μάλιστα ποσοστό των πτηνών αυτών βρέθηκε κοντά στο χώρο περίφραξης του οικοπέδου του Αιολικού Πάρκου και μικρότερο ποσοστό στο χώρο εγκατάστασης των Α/Γ. Ωστόσο το πρόβλημα δεν θεωρείται σημαντικό δεδομένης και της περιβαλλοντικής καθαρότητας της Αιολικής Ενέργειας σε σύγκριση με τις υπόλοιπες ενεργειακές λύσεις.

Τέλος να σημειωθεί ότι τοποθεσία όπου βρίσκεται η περιοχή ενδιαφέροντος δεν αναφέρεται σαν πέρασμα αποδημητικών πουλιών.

#### 5.4. Η ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση

Η ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση δημιουργείται λόγω της ανάκλασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια του δρομέα. Η εμπειρία έχει δείξει ότι ο προσεκτικός σχεδιασμός Αιολικού Πάρκου δεν δημιουργεί παρενοχλήσεις στα συστήματα τηλεπικοινωνίας είναι όμως χρήσιμο να υπάρχει μια εκτίμηση των θεμάτων που αφορά (αν υπάρχει ενόχληση). Τα ραδιοκύματα και μικροκύματα χρησιμοποιούνται ευρέως για την επικοινωνία, κάθε μεγάλη κινούμενη μάζα μπορεί να προκαλέσει ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις (EMI). Οι Ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν EMI με αντανάκλασεις σημάτων από τις πτερωτές. Έτσι, ο κοντινός παραλήπτης λαμβάνει και το άμεσο και το ανακλώμενο σήμα. Η παρεμβολή συμβαίνει επειδή το ανακλώμενο σήμα εμποδίζεται και από τη διαφορά της απόστασης (αλλά και επανέρχεται εξαιτίας της κίνησης της πτερωτής). Η EMI είναι πιο έντονη στα μεταλλικά φτερά γιατί έχουν μεγαλύτερη αντανάκλαση και μικρότερη στα ξύλινα και γενικότερα από μη αγωγικά υλικά φτερά τα οποία είναι ιδιαίτερα απορροφητικά. Το GRP πλαστικό με ίνες γυαλιού χρησιμοποιείται ιδιαίτερα στις σύγχρονες πτερωτές, είναι μερικώς διαπερατό στα ηλεκτρομαγνητικά κύματα και δεν έχει ιδιαίτερα αποτελέσματα στο EMI. Τα είδη των πολιτικών και στρατιωτικών σημάτων επικοινωνίας μπορούν να επηρεαστούν από τη EMI περιλαμβανομένου την



εκπομπή της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου με μικροκύματα. Οι δημιουργοί των Αιολικών Πάρκων συνεργάζονται με τις αρμόδιες πολιτικές και στρατιωτικές αρχές για να προσδιορίσουν αν τα προβλήματα των ηλεκτρομαγνητικών επιδράσεων (EMI) μπορούν να προβλεφθούν. Τα προβλήματα που μπορούν να επηρεάσουν τους συνδέσμους μικροκυμάτων και τα συστήματα επικοινωνίας της αεροπλοΐας πρέπει να αποφευχθούν σε αυτό το στάδιο. Η EMI υπάρχει σε μικρό αριθμό οικιακών τηλεοπτικών δεκτών, αποτελεί ένα σύνηθες πρόβλημα και αντιμετωπίζεται εύκολα με μια σειρά σχετικά φθηνών τεχνικών μέτρων, όπως η χρήση περισσότερων (μετατροπέων) και δεκτών.

Μάλιστα κάποια στιγμή δόθηκε στις ΗΠΑ υπερβολική δημοσιότητα στο θέμα αυτό, αναφέροντας παρεμβολές των Αιολικών Πάρκων στις τηλεοπτικές μεταδόσεις. Όμως η αντικατάσταση των μεταλλικών πτερυγίων από πλαστικά μέρη έχει περιορίσει σημαντικά το πρόβλημα αυτό. Σε κάθε όμως περίπτωση καλό είναι να αποφεύγονται περιοχές με εγκατεστημένες τηλεπικοινωνιακές κεραιές και αναμεταδότες.

Ειδικότερα στη χώρα μας το θέμα έχει αντιμετωπιστεί και νομοθετικά καθώς για την έκδοση άδειας εγκατάστασης από το ΥΠ. ΑΝ. Απαιτείται, είτε βεβαίωση της αρμόδιας Νομαρχίας ότι η αιολική εγκατάσταση απέχει τουλάχιστον 1km από αναμεταδότες της τηλεόρασης (EPT) και πομπούς της τηλεφωνίας (OTE) ή έγγραφη συναίνεση των οργανισμών αυτών για μικρότερες αποστάσεις.

## 5.5. Οπτική αρμονία

Τα Αιολικά Πάρκα πρέπει να είναι σε ανοιχτές περιοχές προκειμένου να είναι εμπορικά βιώσιμα. Αυτές είναι επομένως ορατές. Η αντίδραση στη θέα των Αιολικών Πάρκων είναι υποκειμενική. Πολλοί άνθρωποι βλέπουν με συμπάθεια τη Αιολική ενέργεια ως σύμβολο της καθαρής ενέργειας όχι όμως και το τοπίο τοποθέτησης. Αυτή η υποκειμενική φύση της αντίδρασης φαίνεται από την αποτυχία της μελέτης ExternE που υπολόγισε το εξωτερικό κόστος σε σχέση με τις οπτικές συνέπειες.

Μια έρευνα που έγινε από το AKF στη Γερμανία υπολόγισε το κόστος της ηχητικής και οπτικής επίδρασης που προέρχεται από τις ανεμογεννήτριες, το ελάχιστο είναι 0.00012 ECU ανά KWh παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας. Η έρευνα βασίστηκε σε συνεντεύξεις 342 ατόμων τα οποία ζούσαν κοντά σε ανεμογεννήτριες και οι οποίοι ρωτήθηκαν πόσο πρόθυμοι θα ήταν να πληρώσουν για να μετακινηθούν οι ανεμογεννήτριες. Ο έλεγχος των αποτελεσμάτων έγινε μεταξύ των 74 σπιτιών που ήταν κοντά στις ανεμογεννήτριες και σε αλλά που βρισκόταν μακριά από τις ανεμογεννήτριες.

Η κατανόηση των ευρύτερων περιβαλλοντολογικών οφελών της αιολικής ενέργειας τείνει να βελτιώσει τη δημόσια αντίδραση για τα Αιολικά Πάρκα. Η βιομηχανία έχει προσπαθήσει να αναπτύξει και διαμορφώσει το χώρο των Αιολικών Πάρκων. Μια ανεμογεννήτρια 1.5 MW φαίνεται διαφορετικά από μια μηχανή 500 KW, η συνεχιζόμενη τάση προς μεγαλύτερες ανεμογεννήτριες ίσως παραδόξως να μειώσει το οπτικό αποτέλεσμα μιας δεδομένης εγκατεστημένης ισχύς.





Είναι σωστά καταγεγραμμένο ότι η μεγάλη πλειοψηφία των επισκεπτών των Αιολικών Πάρκων ενθουσιάζονται υπέρ αυτών. Είναι γνωστό ότι για οικιστική ανάπτυξη μεταφέρονται πολύ θετικά αποτελέσματα για τα Αιολικά Πάρκα. Ανεξάρτητες δημοσκοπήσεις επιβεβαιώνουν τους φόβους των ντόπιων κατοίκων που υπήρχαν στο στάδιο του σχεδιασμού αλλά τώρα έχουν αλλάξει και δείχνουν την υποστήριξη τους προς τα Αιολικά Πάρκα. Αλλά και έρευνες από άλλες Ευρωπαϊκές χώρες δείχνουν τα ίδια επίπεδα υποστήριξης. Γεννάται τελικά το ερώτημα:

Υπάρχουν τελικά περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τα Αιολικά Πάρκα;

Είναι εν γένει γνωστό στους έστω και κατ' ελάχιστον έχοντες επαφή με την λειτουργία των Αιολικών Συστημάτων, ότι οι Ανεμογεννήτριες προκαλούν αμελητέες επιδράσεις στο περιβάλλον. Αυτό μάλιστα γίνεται σαφέστερο, όταν αναλογισθούμε τις επιδράσεις των αντίστοιχων θερμοηλεκτρικών ή πυρηνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στα οικοσυστήματα μιας περιοχής.

Μια ολοκληρωμένη και τεκμηριωμένη ανάλυση των περιβαλλοντικών επιρροών σε ένα τόπο που λειτουργεί μονάδα εκμετάλλευσης Αιολικής Ενέργειας, θα διαφοροποιήσει τις ήδη υπάρχουσες απόψεις των ελάχιστων, ακόμη, Οικολόγων και θα πρέπει να περιλαμβάνει την ανάλυση παραγόντων οι οποίοι επηρεάζουν την ανθρώπινη αντίληψη και συμπεριφορά. Παράγοντες σχετικοί με το τοπίο, την αισθητική, τον ήχο και την επιρροή του παραγόμενου ηλεκτρομαγνητισμού.

Αναμφίβολα οι Οικολόγοι επηρεάζουν την κοινή γνώμη και καθορίζουν την έγκριση άδειας ή μη κάθε προτεινόμενου σχεδίου. Η Οικολογία ασχολείται με όλες τις άμεσες ή έμμεσες επιδράσεις στην τοπική χλωρίδα και πανίδα, δηλαδή επιδράσεις που αφορούν πουλιά, σπάνια είδη βλάστησης και γενικά με αλλαγές στην τοπική υδρολογία. Τοπικοί εθνικοί και διεθνείς σχεδιασμοί του εδάφους υποδεικνύουν τις περιπτώσεις που θα πρέπει να ανακαλούνται οι αδειοδοτήσεις Αιολικών Πάρκων λόγω των μη αποδεκτών αποτελεσμάτων και συχνά αποτελούν αναπόσπαστο μέρος του σχεδιασμού ενός Αιολικού Πάρκου.

Παρόλα αυτά σε μεμονωμένες περιπτώσεις αναφέρονται ορισμένες αρνητικές επιπτώσεις των Αιολικών Μονάδων στο περιβάλλον όπως:

Η οπτική αισθητική επίδραση, η οποία είναι κάπως έντονη σε περιπτώσεις εγκαταστάσεων ανεμοκινητήρων μεγάλων διαστάσεων (άνω των 500 kW, ύψος 50m, διάμετρος πτερωτής 35m) σε σχετικά κλειστές περιοχές. Αντίθετα, η εγκατάσταση μηχανών ή και ενός αιολικού πάρκου σε ανοικτές περιοχές δε φαίνεται να επηρεάζει αρνητικά την οπτική αισθητική της περιοχής.

Επειδή στο θέμα αυτό έχει δοθεί υπερβολική δημοσιότητα τα τελευταία χρόνια είναι δυνατό να συνοψίσουμε, εν συντομία, τα αποτελέσματα πρόσφατων ερευνών. Πράγματι, η χρησιμοποίηση απλών σωληνωτών πύργων σε χρωματισμό που συμφωνεί με το περιβάλλον φαίνεται να παρουσιάζει καλύτερη οπτική αποδοχή από τη χρησιμοποίηση δικτυωτού πύργου που θυμίζει πυλώνες Υ/Τ. Παράλληλα, η επίτευξη οπτικής ομοιομορφίας έχει αποδειχθεί ότι δεν διαταράσσει την αρμονία της περιοχής. Η οπτική ομοιομορφία περιλαμβάνει ομοιότητα διαστάσεων δρομέα και υπερκατασκευής (όχι αναγκαστικά ίδιου τύπου μηχανές), καθώς και ύψους πύργου στήριξης.



Τέλος, όταν οι ανεμογεννήτριες περιστρέφονται, το ανθρώπινο μάτι τις θεωρεί χρήσιμες με αποτέλεσμα να γίνονται ευκολότερα οπτικά αποδεκτές, καθώς φαίνεται να εξυπηρετούν κάποιο σκοπό. Αντίθετα, όταν σημαντικός αριθμός ανεμογεννητριών δεν δουλεύει ενώ πνέουν άνεμοι, η προσδοκία του παρατηρητή για χρησιμότητα Αιολικών Μηχανών παραβιάζεται. Για το λόγο αυτό, θεωρείται σκόπιμη η διατήρηση περιστροφής των δρομέων για το μεγαλύτερο δυνατό διάστημα, ενώ οι ιδιοκτήτες των Αιολικών Πάρκων θα πρέπει να συντηρούν τακτικά τις μηχανές τους και να αντικαθιστούν το γρηγορότερο τυχόν κατεστραμμένα τμήματα, ώστε να αυξηθεί η δημόσια αποδοχή των εγκαταστάσεων τους. Επιπλέον, οι ανεμογεννήτριες που διαθέτουν τρία πτερύγια δίνουν ένα αισθητικά αρμονικότερο αποτέλεσμα, ενώ ο χρωματισμός των πύργων στήριξης και των πτερυγίων διαδραματίζει ουσιαστικό ρόλο στην ομαλή ενσωμάτωση των μηχανών στον περιβάλλοντα χώρο, με επικρατέστερη επιλογή το λευκό χρώμα και σαν εναλλακτική λύση το γκρι. Για το Αιολικό Πάρκο στη θέση Καψάλα του δήμου της Καλύμνου, όπως φαίνεται και από τη μελέτη της μηκοτομής του θορύβου θα υπάρχει οπτική επαφή του Πάρκου με τον κοντινότερο οικισμό, το χωριό Άργος. Ο βαθμός της οπτικής επαφής φαίνεται σαφέστερα στη φωτογραφία **No** που έχει τραβηχτεί από το χωριό μέσω προγράμματος φωτορεαλισμού.

#### **5.6. Υπολογισμός της εξοικονόμησης σε συμβατικό καύσιμο και της αντίστοιχης μείωσης των αέριων ρύπων σε σύγκριση με την παραγόμενη ενέργεια από τα συμβατικά καύσιμα.**

Η Αιολική Ενέργεια, ως γνωστόν, δεν παράγει απόβλητα κατά την μετατροπή της σε οιαδήποτε άλλη μορφή ενέργειας. Πέραν της καθαρότητάς της ως τεχνολογία, δεν παράγει απόβλητα μη ανακυκλώσιμα, πέραν, ίσως, των πτερυγώσεων από εποξειδικές ρητίνες, γυαλί, άνθρακα και πολυεστέρα. Μέχρι σήμερα δεν έχει παρουσιαστεί τεχνολογία ανακύκλωσης των σύνθετων υλικών. Η αποθήκευσή τους στο περιβάλλον του πάρκου δεν εγκυμονεί κανένα κίνδυνο καθώς πρόκειται για μη τοξικά υλικά τα οποία μελλοντικά θα βρουν το δρόμο τους για επαναχρησιμοποίηση. Όλα τα υπόλοιπα μέρη της Ανεμογεννήτριας αποτελούνται από εξαρτήματα κατασκευασμένα από χάλυβα, αλουμίνιο, χαλκό και άλλα υλικά σε πολύ μικρό ποσοστό κατά μάζα (μικρότερο του ενός τοις χιλίοις). Είναι γνωστό ότι τα προηγούμενα αναφερόμενα υλικά ανακυκλώνονται 100%. Το ποσοστό των μη ανακυκλωμένων υλικών μιας Α/Γ δεν ξεπερνά το 10% κατά βάρος και αποτελείται από μη τοξικά υλικά.

Σύμφωνα με τους ενεργειακούς υπολογισμούς που έγιναν, η μέση ετήσια παραγωγή ενέργειας που θα αποδίδει το αιολικό πάρκο θα είναι 8158,516 MWh. Αυτό σημαίνει ότι τόση λιγότερη ενέργεια θα παράγεται από τον σταθμό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας της ΔΕΗ. Ο βαθμός απόδοσης των εγκαταστάσεων της ΔΕΗ είναι ίσος με 0.289 ενώ η θερμογόνος ικανότητα του μαζούτ είναι περίπου ίση με 40 MJ/Kg. Επίσης ισχύει ότι 1 kWh = 3.6 MJ δηλαδή 1 MWh = 3600 MJ.

Από τους παρακάτω υπολογισμούς προκύπτει ο πίνακας **No**



**Ετήσια παραγωγή ενέργειας** = 8158,516 MWh/έτος

$$\text{Εξοικονόμηση καυσίμου} = \left( \frac{8158,516 \text{ MWh}}{0,289} \right) \cdot \left( \frac{3600 \text{ MJ / MWh}}{40 \text{ MJ / kg}} \right) \cdot \frac{1}{1000 \text{ kg / ton}} = 2540,714 \text{ ton / έτος}$$

$$\text{Μείωση CO}_2 = \frac{3,109 \text{ kg / kg καυσίμου} * 2540714 \text{ kg καυσίμου / έτος}}{1000 \text{ kg / ton}} = 7899,08 \text{ ton / έτος}$$

$$\text{Μείωση CO}_2 = \frac{7899,08 \text{ ton / έτος} * 1000 \text{ kg}}{8158,516 \text{ MWh / έτος} * 1000 \text{ kWh / MWh}} = 0,968 \text{ kg / kWh}$$

$$\text{Μείωση SO}_2 = \frac{0,07 \text{ kg / kg καυσίμου} * 2540714 \text{ kg καυσίμου / έτος}}{1000 \text{ kg / ton}} = 177,85 \text{ ton / έτος}$$

$$\text{Μείωση SO}_2 = \frac{177,85 \text{ ton / έτος} * 1000 \text{ kg}}{8158,516 \text{ MWh / έτος} * 1000 \text{ kWh / MWh}} = 0,022 \text{ kg / kWh}$$

$$\text{Μείωση NO}_x = \frac{0,005221 \text{ kg / kg καυσίμου} * 2540714 \text{ kg καυσίμου / έτος}}{1000 \text{ kg / ton}} = 13,34 \text{ ton / έτος}$$

$$\text{Μείωση NO}_x = \frac{13,34 \text{ ton / έτος} * 1000 \text{ kg}}{8158,516 \text{ MWh / έτος} * 1000 \text{ kWh / MWh}} = 0,002 \text{ kg / kWh}$$

Μείωση σωματιδίων =



$$\frac{0.001832 \text{ kg / kg καυσίμου} * 2540714 \text{ kg καυσίμου / έτος}}{1000 \text{ kg / ton}} = 4,65 \text{ ton / έτος}$$

$$\text{Μείωση σωματιδίων} = \frac{4,65 \text{ ton / έτος} * 1000 \text{ kg}}{8158,516 \text{ MWh / έτος} * 1000 \text{ kWh / MWh}} = 0,001 \text{ kg / kWh}$$

## ΕΞΟΙΚΟΝΟΜΗΣΗ ΚΑΥΣΙΜΟΥ ΑΠΟ 4 Α/Γ Ε40 600KW

**Ετήσια παραγωγή ενέργειας (MWh / έτος )**

8158,516

**Εξοικονόμηση καυσίμου (ton / έτος)**

2540,714

<b>Μείωση ρύπων</b>	<b>(ton / έτος)</b>	<b>(kg / kWh)</b>
<b>CO<sub>2</sub></b>	7899,08	0,968
<b>SO<sub>2</sub></b>	177,85	0,022
<b>NO<sub>x</sub></b>	13,34	0,002
<b>Σωματίδια</b>	4,65	0,001



## Πίνακας 15. Εξοικονόμηση καυσίμου από 4 E-40.

### ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

- Η ετήσια παραγωγή του Αιολικού Πάρκου είναι : **8.158.516 kWh**
- Οι δαπάνες ανα κατηγορία και το αρχικό συνολικό κόστος είναι φαίνονται στον παρακάτω πίνακα :

<b>Αρχικό Κόστος Αιολικού Πάρκου</b>		
Κόστος Αγοράς	1.788.000	€
Κόστος Μεταφοράς	250.000	€
Κόστος Εγκατάστασης	60.900	€
Κόστος Σύνδεσης	75.800	€
Έργα Πολιτικού μηχανικού	295.700	€
Αμοιβές εξωτερικών συμβούλων	47.000	€
Ηλεκτρομηχανολογικά Έργα	190.320	€
Απρόβλεπτα	4.100	€
Σύστημα τηλεελέγχου	45.400	€
<b>Σύνολο</b>	<b>2.757.220</b>	€
<b>Κόστος / KW</b>	<b>1.149</b>	€/KW

- Το σύνολο των λειτουργικών εξόδων για τα 20 χρόνια εκτιμάται: **1.917.860**
- Η επένδυση προγραμματίζεται να χρηματοδοτηθεί με κατά 36,6% από ίδια κεφάλαια, 40% από δάνειο και 23,49% από την επιδότηση του Ε.Π.ΑΝ.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται το σενάριο χρηματοδότησης:



<b>Ίδια κεφάλαια</b>	<b>36.51%</b>	<b>1.006.661 €</b>
<b>Δανειακά Κεφάλαια</b>	<b>40%</b>	<b>1.102.888 €</b>
<b>Επιδότηση</b>	<b>23,49%</b>	<b>2.757.220 €</b>

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι οικονομικοί δείκτες αξιολόγησης οι οποίοι, όπως ήταν αναμενόμενο είναι ιδιαίτερα ελκυστικοί για επένδυση στο υπό μελέτη Αιολικό Πάρκο.

<b>Οικονομικοί Δείκτες Αξιολόγησης</b>	<b>Ιδίων κεφαλαίων</b>	<b>Ιδίων και ξένων</b>	
Καθαρή Παρούσα Αξία (6%):	<b>2.582.186</b>	<b>1.934.515</b>	€
Χρόνος Αποπληρωμής:	<b>3,273</b>	<b>5,558</b>	Έτη
Έντοκη Περίοδος Αποπληρωμής:	<b>3,785</b>	<b>7,020</b>	Έτη
Εσωτερικός Ρυθμός Απόδοσης:	<b>29,961</b>	<b>17,719</b>	%
Κόστος Παραγωγής:	<b>0,03576</b>	<b>0,04600</b>	€



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1.

### ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΩΝ ΑΠΟ WASP 8



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2.

### ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΑΝΑΦΟΡΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΥΡΒΗΣ ΑΠΟ WASP ENGINEERING

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3.





## **ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ Ε.Π.Α.Ν.**

### **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ .5**



## ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ GANTT

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 7.



## **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ NATURA 2000**

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.**

### **T.1**



## ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.



## ΑΔ.1

### ΧΑΡΤΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΕΥΡΥΤΕΡΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΣΤΑ 50 μ. ΑΠΟ ΣΤΑΘΜΗΣ ΕΛΑΦΟΥΣ

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.

### Θ1



## ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΘΟΥΒΟΥ ΣΤΗΝ ΕΥΡΥΤΕΡΗ ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.

#### Θ.2

#### ΜΗΚΟΤΟΜΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΟΥΒΟΥ



## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.**

### **ΜΠ.1**

#### **ΕΡΓΑ ΠΟΛΙΤΙΚΟΥ ΜΗΧΑΝΙΚΟΥ**



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 8.

### N.1

**ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΦΥΣΗΣ  
ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ NATURA 2000**

