

## **Πτοχιακή εργασία**

**Μελέτη σκοπιμότητας κατασκευής παράκτιου αιολικού πάρκου, παράκτιο αιολικό δυναμικό, περιβαλλοντικές επιπτώσεις, σύγκριση με χερσαίο και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εφαρμογής στην περιοχή Μόχλος Σητείας.**

**Εισηγητής: Χρηστάκης Δημήτρης**

**Επιμέλεια:**  
**Ματθαϊάκη Κατερίνα**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	6
Η ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	7
1.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ.....	12
1.2 ΤΟ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΣΤΗΝ ΚΡΗΤΗ.....	14
1.3 Η ΔΥΝΑΜΗ CORIOLIS.....	16
1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	18
1.4.2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΤΟΠΟΓΡΑΦΙΚΟΥ ΑΝΑΓΛΥΦΟΥ ΤΗΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	22
1.4.3 ΤΥΡΒΗ ΚΑΙ ΔΙΑΤΜΗΣΗ.....	23
<b>2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ.....</b>	<b>25</b>
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	26
2.2 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	28
2.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	29
2.3 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	34
2.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΕΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	37
2.4.1 ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΝΕΜΟΚΙΝΗΤΗΡΑ.....	38
1. Οικονομική αξία.....	38
2. Επιδράσεις στο περιβάλλον.....	38
3. Επιδράσεις από το περιβάλλον.....	39
2.5 ΈΡΕΥΝΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΕΠΙΛΟΓΗ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ.....	41
2.6 Ο ΘΟΡΥΒΟΣ.....	42
2.6.1 ΜΕΛΕΤΗ ΘΟΡΥΒΟΥ.....	44
2.7 Η ΦΥΣΗ ΤΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	44
2.7.1 Το ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	45
2.8 ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΓΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ.....	46
2.9 ΔΙΕΘΝΗΣ, ΕΘΝΙΚΕΣ ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΒΟΥΛΙΕΣ.....	47
2.10 ΜΕΛΕΤΗ ΕΙΑ (ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ).....	49
2.11 ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ HORN REV & RODSAND.....	50
2.11.1 ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΕΡΕΥΝΩΝ.....	54
2.11.2 ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΡΕΥΝΩΝ.....	55
2.11.3 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΕΝΑΕΡΙΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	58
2.11.4 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΥΚΝΟΤΗΤΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΑΡΙΘΜΩΝ.....	59
2.11.5 ΑΡΙΘΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ ΠΟΥΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ.....	60
2.12 Η ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ ΤΗΣ ΚΡΗΤΗΣ.....	61
2.13 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΦΟΡΑ ΣΤΗΝ ΟΡΝΙΘΟΠΑΝΙΔΑ ΤΗΣ.....	63
2.14 ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΑ ΕΙΔΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	65
2.15 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΣΤΑ ΠΟΥΛΙΑ.....	66
<b>3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΜΕ ΧΕΡΣΑΙΟ Α/Π.....</b>	<b>69</b>
3.1 Ο ΑΕΡΑΣ ΧΕΡΣΑΙΑ.....	69

3.2 Ο ΑΕΡΑΣ ΕΝ ΠΛΩ ΣΥΝΟΠΤΙΚΑ.....	71
3.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ Α/Π .....	73
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>75</b>
4.1 ΠΑΡΑΚΤΙΟ ΑΙΟΛΙΚΟ ΠΑΡΚΟ ΜΟΧΛΟΥ.....	75
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 .....</b>	<b>80</b>
<b>ΔΙΕΘΝΕΙΣ ΣΥΜΒΑΣΕΙΣ ΚΑΙ ΟΔΗΓΙΕΣ ΓΙΑ ΤΑ ΠΟΥΛΙΑ ΣΤΗ ΔΑΝΙΑ .....</b>	<b>80</b>
ΟΔΗΓΙΑ ΓΙΑ ΤΑ ΠΟΥΛΙΑ ΤΗΣ ΕΕ .....	81
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 .....</b>	<b>82</b>
LARUS ARGENTATUS .....	83
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3 .....</b>	<b>85</b>
ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	85
ΔΙΚΤΥΑ CORINE ΚΑΙ NATURA 2000 .....	85
ΤΡΟΠΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	85
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4 .....</b>	<b>90</b>
Μ.Π.Ε ΚΥΑ.....	90
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>103</b>
<b>BRIEFING.....</b>	<b>104</b>

## **ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ**

## **Summary**

**1. ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ & ΑΙΟΛΙΚΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ**

**2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ & ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΟΧΛΟΣ ΣΗΤΕΙΑΣ**

(αναφορά από υπάρχουσες μελέτες και εφαρμογές στη Δανία)

**3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΧΕΡΣΑΙΟ**

**4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

*Αφιερωμένη στο σύζυγο μου και στα δύο μου παιδιά  
Γιώργο και Μαρία-Ειρήνη*

## *Πρόλογος*

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία έγινε μία έντονη προσπάθεια να προσεγγίσουμε την ιδιαίτερη τεχνολογία των θαλάσσιων αιολικών πάρκων να την παρουσιάσουμε το δυνατότερο εμπεριστατωμένα αλλά και να δελεάσουμε τυχόν επιχειρηματίες οι οποίοι ίσως να ενδιαφέρονται για αυτού του είδους τα ιδρύματα, τα οποία αν και δεν έχουν ακόμα ιδρυθεί στην Ελλάδα τείνουν να διαδραματίσουν ένα σπουδαίο ρόλο στην μελλοντική παραγωγή ενέργειας η οποία ήδη περνάει τρομακτική κρίση.

Η διεκπεραίωση της παρούσας εργασίας θεωρήθηκε δύσκολη αφού η βιβλιογραφία για την τεχνολογία των θαλάσσιων αιολικών πάρκων είναι σε «εμβρυϊκό στάδιο» και πιθανότατα κάποια πράγματα στο μέλλον να ανατραπούν ή και να συμπληρωθούν από νέες τεχνικές. Από την πλευρά μου προσπάθησα να παρουσιάσω τα δεδομένα με τρόπο τέτοιο ώστε να είναι απλά και κατανοητά καθώς και σκιαγράφησα μελέτες οι οποίες έχουν ήδη λάβει χώρα στην Δανία αλλά και να παρουσιάσω κάποια σε λειτουργία τέτοια ιδρύματα.

Σημειώνω ότι η εργασία αυτή είναι αναπόσπαστο κομμάτι της πτυχιακής εργασίας «Θαλάσσιο αιολικό πάρκο Μόχλου» που μελετήθηκε και συντάχθηκε από τους Βελγάκη Ελένη και Βασιλειάδη Αθανάσιο και τελειώνοντας τους ευχαριστώ για την άψογη συνεργασία. Επίσης σημαντική και πολύτιμη ήταν η βοήθεια του συμφοιτητή μου Μάριου Κασσαπάκη καθώς με καθοδήγησε στην γραμμή της συγκεκριμένης μελέτης αλλά και μου υπέδειξε τρόπους συλλογής και αξιολόγησης των πληροφοριών.

Τελειώνοντας ευχαριστώ τους καθηγητές της σχολής μου για τις γνώσεις τις οποίες με βοήθησαν να αποκτήσω από τα μαθήματα και ιδιαίτερος τον υπεύθυνο καθηγητή αυτής της εργασίας κύριο Χρηστάκη Δημήτρη για το ενδιαφέρον θέμα με το οποίο με προέτρεψε να ασχοληθώ.

## Η αιολική ενέργεια

### Εισαγωγή

Η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ανανεώσιμη και ήπια προς το περιβάλλον μορφή ενέργειας, η οποία προέρχεται από τη μετατροπή μικρού ποσοστού της ηλιακής ακτινοβολίας σε κινητική ενέργεια του ανέμου. Η χρήση της αιολικής ενέργειας στις μεταφορές και στην παραγωγική διαδικασία ανάγεται στα πρώιμα ιστορικά χρόνια, όπου υπάρχει και η αναφορά της Ελληνικής μυθολογίας στο θεό Αίολο.

Στη χώρα μας, όπως και σε ολόκληρο το κόσμο, το ενδιαφέρον για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας διατηρήθηκε και στα μεταβυζαντινά χρόνια, αν και η χρήση του άνθρακα και του πετρελαίου περιόρισαν σημαντικά τις εφαρμογές της. Σήμερα τους παραδοσιακούς ανεμόμυλους της Μυκόνου και του Λασιθίου αντικαθιστούν σύγχρονες ανεμογεννήτριες σημαντικής ισχύος και εξαιρετικής αξιοπιστίας.

Τα μειονεκτήματα που προκύπτουν κατά την προσπάθεια αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας εξακολουθούν να είναι σημαντικά, όμως η εξέλιξη της τεχνολογίας, η ενεργειακή και περιβαλλοντική κατάσταση του πλανήτη μας, προσέδωσε μεγαλύτερο βάρος στα αναμφισβήτητα πλεονεκτήματα των αιολικών μηχανών. Ειδικότερα στη χώρα μας η ύπαρξη εξαιρετικού αιολικού δυναμικού και η εξάρτηση της οικονομίας μας από εισαγόμενα καύσιμα, καθιστά σε μονόδρομο την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας.

Βέβαια ακόμα και με τα σημερινά δεδομένα σημαντικό ποσοστό του αιολικού δυναμικού δεν είναι δυνατό να απορροφηθεί από τις διαθέσιμες ανεμογεννήτριες. Όμως ο σημαντικός αριθμός των εφαρμογών των αιολικών μηχανών κάθε μεγέθους και οι δυνατότητες μερικής ή ολικής αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας, ενισχύουν την ανταγωνιστική θέση των εφαρμογών της αιολικής ενέργειας.

Η ανταγωνιστική αυτή θέση ενισχύεται και από τα στοιχεία κόστους παραγωγής ενέργειας από τις διάφορες πηγές, δεδομένου ότι ήδη η αιολική ενέργεια είναι ανταγωνιστική ως προς κάθε άλλη μορφή ενέργειας, ενώ σε επιλεγμένες εγκαταστάσεις το κόστος της αιολικής kWh υπολείπεται σημαντικά του κόστους των συμβατικών καυσίμων. Η παρατήρηση αυτή είναι προφανέστερη για τη χώρα μας, όπου η συνεχής αύξηση του κόστους λειτουργίας των συμβατικών σταθμών ενέργειας, καθιστά επιβεβλημένη στο άμεσο μέλλον τη δημιουργία αιολικών πάρκων κάθε μεγέθους.

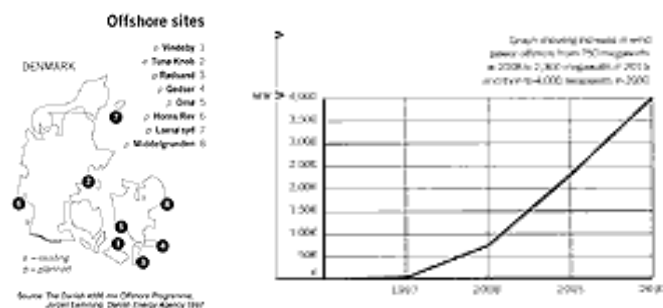
Η χρήση της παράκτιας ενέργειας αέρα είναι μια νέα δραστηριότητα στο θαλάσσιο περιβάλλον και επομένως υπάρχουν πολλά χάσματα γνώσης για τις πιθανές επιδράσεις των οποίων η κλίμακα στο θαλάσσιο περιβάλλον δεν υπάρχει ακόμα. Οι περισσότερες πληροφορίες συλλέχθηκαν από ήδη εγκατεστημένα παράκτια αιολικά πάρκα στη Δανία αφού η τεχνολογία αυτών στην Ελλάδα είναι μάλλον σε εμβρυϊκό στάδιο.

Η κύρια έλξη είναι να μην πάει χαμένος ο τεράστιος πόρος διαθέσιμου αέρα. Οι μέσες ταχύτητες αέρα στη θάλασσα μπορούν να είναι 20% υψηλότερες από τη στεριά και η προκύπτουσα ενεργειακή παραγωγή μέχρι 70% μεγαλύτερη απ' ότι στο έδαφος. Η έλλειψη εμποδίων όπως οι λόφοι, και η γενικά ομαλή επιφάνεια της θάλασσας, καθιστούν επίσης τον αέρα πιο

αξιόπιστο. Άλλο ένα κίνητρο το οποίο παραπέμπει στην ανάπτυξη της τεχνολογίας κατασκευής θαλάσσιων αιολικών πάρκων είναι η δυσκολία να βρεθούν αρκετά κατάλληλες περιοχές ανεμογεννητριών στο έδαφος, ειδικά στην πυκνά εποίκημένη και σχετικά επίπεδη επαρχία μιας χώρας.

Μέχρι τώρα 670 MW της παράκτιας ικανότητας αέρα έχει εγκατασταθεί στις θάλασσες της βόρειας Ευρώπης αλλά είμαστε στο χείλος μιας γρήγορης επέκτασης στην παράκτια ηλεκτρική παραγωγή αέρα. Τα προγράμματα στα διάφορα στάδια ανέρχονται σε περισσότερα από 5000 MW. Η παράκτια δύναμη αέρα «σπάει το νέο έδαφος» από την άποψη των τεχνολογικών, λογιστικών και νομικών πτυχών κλίμακας, της ανάπτυξης της ανανεώσιμης ενέργειας.

Η Δανία έχει ήδη την εμπειρία της παράκτιας ανάπτυξης αέρα. Δύο πειραματικά αιολικά πάρκα ικανότητας 5MW κάθε ένα χτίστηκαν στο εξόγκωμα Vindeby το 1991 και Tunø το 1995, και τα δύο έχουν αποδώσει εξαιρετικά καλά στην παρεχόμενη πολύτιμη ανατροφοδότηση του νέου προγράμματος δράσης. Η παρακάτω γραφική παράσταση παρουσιάζει την προγραμματισμένη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από την θαλάσσια δύναμη αιολικών πάρκων έως το έτος 2030 σε παράκτιες περιοχές της βόρειας Ευρώπης.



### Παράκτιες περιοχές

Γραφική παράσταση που παρουσιάζει αύξηση του αιολικού δυναμικού παράκτια από 750 MW το 2008 σε 2.300 μεγαβάτ το 2015 και έπειτα σε 4.000 μεγαβάτ το 2030

Η δυνατότητα πραγματοποίησης μερικών τέτοιων προγραμμάτων και η ταχύτητα με την οποία αρχίζουν εξαρτάται από την πρόοδο σε διάφορους παράγοντες. Οι εμπειρογνώμονες χρησιμοποιούν την εμπειρία από τις υπάρχουσες πειραματικές και μη παράκτιες εγκαταστάσεις αέρα αλλά και από την εμπειρία σε άλλες της ανοικτής θάλασσας βιομηχανίες για να βελτιώσουν το σχέδιο των θεμελίων των ανεμογεννητριών, τις συνδέσεις στο δίκτυο, τις δυσκολίες στην εγκατάσταση των πύργων αλλά και να αναπτύξουν τις βέλτιστες στρατηγικές λειτουργίας και συντήρησης, με το στόχο την ανταγωνιστικότερη παραγωγή ενέργειας από παράκτιο αέρα με τις τεχνολογίες συμβατικής παραγωγής. Η προσοχή στρέφεται επίσης στη μείωση του αντίκτυπου που αφορά άλλες χρήσεις της θάλασσας και στο περιβάλλον μέσω της ενθάρρυνσης της δημόσιας συμμετοχής.

Ο παρακάτω πίνακας συλλέχθηκε από το διαδίκτυο και παρουσιάζει τα παράκτια αιολικά πάρκα σε λειτουργία από το έτος 1990 -2000:

Country	Site	No Turbines	Individual Turbine Capacity	Total Capacity MW	Year On-Line



<b>Sweden</b>	Norgersund	1	220kW	0,22	1990
<b>Denmark</b>	Vindeby	11	450kW	4,95	1991
<b>Denmark</b>	Tunø Knob	10	500kW	5,00	1995
<b>Denmark</b>	Middelgrund en, Copenhagen	20	2MW	40,00	2001
<b>The Netherland s</b>	Lely (Ijsselmeer)	4	500kW	2,00	1994
<b>The Netherland s</b>	Dronten (Ijsselmeer)	28	600kW	16,80	1996
<b>Sweden</b>	Gotland (Bockstigen)	5	550kW	2,75	1997
<b>Sweden</b>	Uttgrunden, Kalmar Sound	7	1.5MW	10,50	2000
<b>UK</b>	<u>Blyth</u> <u>Offshore</u>	2	2MW	3,80	2000
<b>Total</b>		<b>88</b>		<b>86,02</b>	

Ο περιβαλλοντικός αντίκτυπος αφορά τα πουλιά, την θαλάσσια βιολογία αλλά και επιπτώσεις που μπορεί να δημιουργήσει στην αλιεία και στις κοινωνικές εκδηλώσεις. Το κομμάτι του περιβαλλοντικού αντίκτυπου έχει ήδη μελετηθεί από διάφορα ιδρύματα για τις συγκεκριμένες περιοχές που έχουν εγκατασταθεί αιολικά πάρκα όπως το VIBI του οποίου οι δραστηριότητες κατευθύνονται προς την παροχή βάσης γνώσεων για την πολιτική και διοικητική λήψη απόφασης, όσον αφορά τη συντήρηση της φύσης και της βιοποικιλότητας γενικά.

Τα πουλιά συγκρούονται συχνά με τις γραμμές, τους ιστούς, τους πόλους, και τα παράθυρα υψηλής τάσης αλλά και τις κεραιές των κτηρίων. Σκοτώνονται επίσης με τα αυτοκίνητα στην κυκλοφορία. Έρευνες που έχουν διεξαχθεί αποφάνθηκαν ότι τα πουλιά σπάνια ενοχλήθηκαν από τις ανεμογεννήτριες. Ραντάρ έχει μελετήσει στο Tjaereborg, δυτικό μέρος της Δανίας, την αντίδραση πουλιών σε ανεμογεννήτρια 2MW με διάμετρο πτερυγίων 60 μέτρων και αποφάνθηκε ότι τα πουλιά την ημέρα ή τη νύχτα τείνουν να αλλάξουν τη διαδρομή πτήσης τους περίπου 100-200 μέτρα πριν από την ανεμογεννήτρια και να περάσουν επάνω της σε μια ασφαλή απόσταση. Στη Δανία υπάρχουν διάφορα παραδείγματα των πουλιών (γεράκια) που φυλακισμένα σε κλουβιά τοποθετούνται στους πύργους ανεμογεννητριών. Μια μελέτη του Δανικού Υπουργείου περιβάλλοντος έδειξε ότι τα ηλεκτροφόρα καλώδια, συμπεριλαμβανομένων και των ηλεκτροφόρων καλωδίων που οδηγούν στα αιολικά πάρκα, είναι ένας πολύ μεγαλύτερος κίνδυνος για τα πουλιά από τις ανεμογεννήτριες τις ίδιες.

Η Ελλάδα, χώρα με τεράστιες παράκτιες δυνατότητες, θα πρέπει να δημιουργήσει κίνητρα για την εκμετάλλευση αυτού του αιολικού δυναμικού συμβάλλοντας και αυτή στο νέο πρωτοποριακό αυτό κίνημα που σημαντικότερο γεγονός είναι, ότι η ενέργεια αυτή είναι εγχώρα και μπορεί κατά μία έννοια να την καταστήσει εν μέρει ενεργειακά αυτόνομη. Οι φορείς

χάραξης πολιτικής μπορούν να κάνουν όλη τη διαφορά. Πρέπει να ενεργήσουν τώρα και να καταργήσουν τα μη τεχνικά εμπόδια στην πλήρη χρησιμοποίηση της παράκτιας δυνατότητας αέρα. Ένα σαφές νομικό πλαίσιο απαιτείται.

Η βιομηχανία είναι έτοιμη να πάρει την «κατάδυση», η τεχνολογία είναι έτοιμη, οι επενδυτές εξετάζουν «το ύδωρ». Αυτό που χρειαζόμαστε τώρα είναι ένα σαφές νομικό πλαίσιο.

Μέχρι τώρα αυτές οι μελέτες μπορούν μόνο να θεωρηθούν ως προσπάθειες να καθιερωθεί η δυνατότητα πραγματοποίησης τέτοιων προγραμμάτων μεγάλης κλίμακας. Τα αιολικά πάρκα που προβλέπεται να κατασκευαστούν κάτω από τον πρώτο παράκτιο κύκλο θα παράσχουν τις ανεκτίμητες τεχνικές, πληροφορίες για όλα τα παράκτια προγράμματα αέρα. Σε σύγκριση με τον πρώτο παράκτιο κύκλο, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα τέτοιων μεγάλων επόμενων προγραμμάτων μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

- Η μεγαλύτερη απόσταση θα μειώσει τον οπτικό αντίκτυπο από το έδαφος;
- Ευκαιρία να εφαρμοστούν οι νέες τεχνολογίες
- Παρόμοια ζητήματα σε πιθανό αντίκτυπο στα αποθέματα ψαριών μαλακίων, ζωή πουλιών και ιζημα βυθού,
- Τα ζητήματα ναυσιπλοΐας και αλιείας μπορούν να είναι μεγαλύτερα;
- Τα θαλάσσια βάρη μπορούν να είναι πιο μεγάλα;
- Ο καιρός και το κράτος θάλασσας μπορούν να είναι ευνοϊκότεροι;
- Πως το κόστος μπορεί να είναι χαμηλότερο σε σχέση με την μεγαλύτερη απόδοση της ανεμογεννήτριας;
- Η εγκατάσταση θα είναι δυσκολότερη και δαπανηρή;
- Οι δαπάνες σύνδεσης θα είναι μεγαλύτερες ;
- Η συντήρηση θα είναι δυσκολότερη και δαπανηρή;
- Τα αιολικά πάρκα θα πρέπει να είναι μεγαλύτερα για να παρέχουν τις οικονομικές κλίμακες για να καλύψουν αυτές τις δαπάνες;
- Η επένδυση και ο κίνδυνος θα είναι μεγαλύτεροι;

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζονται οι επιπτώσεις και οι ιδιαιτερότητες εγκατάστασης παράκτιου αιολικού πάρκου στην περιοχή Μόχλου Σητείας καθώς και οι οικονομοτεχνικές παράμετροι που απαιτούνται. Λόγω ελλειπών βιβλιογραφίας τα περισσότερα στοιχεία συλλέχθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης έγινε και μία σημαντική αναφορά σε παράκτια εγκατεστημένα αιολικά πάρκα στην Δανία.

**1. ΜΕΛΕΤΗ ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑΣ & ΑΙΟΛΙΚΟ  
ΔΥΝΑΜΙΚΟ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ**

## 1.1 Συνοπτικά

Ο κόσμος αντιμετωπίζει ένα σοβαρό περιβαλλοντικό δίλημμα. Από τη δεκαετία του '50, ο παγκόσμιος πληθυσμός έχει περισσότερο από διπλασιαστεί και η παγκόσμια οικονομία έχει αυξηθεί σχεδόν έξι φορές. Οι τρέχουσες πιέσεις στο παγκόσμιο περιβάλλον, εάν επιτρέπεται να συνεχιστούν, θα έχουν μια αρνητική επίπτωση στην ποιότητα της ζωής για τις μελλοντικές γενεές. Οι πιέσεις στο περιβάλλον περιλαμβάνουν:

- Αυξανόμενες εκπομπές αερίου του θερμοκηπίου
- Αυξανόμενη κατανάλωση ενέργειας
- Απειλές στην ποιότητα νερού, τη βιοποικιλότητα και τους φυσικούς πόρους

Ένα αιολικό πάρκο που παράγει 19.5MW της ηλεκτρικής ενέργειας, είναι αρκετό να τροφοδοτήσει καλύπτοντας όλες σχεδόν τις ανάγκες 12.000 σπιτιών και συγχρόνως θα ελευθερώσει την ατμόσφαιρα από σχεδόν 60.000 τόνων του διοξειδίου του άνθρακα ετησίως. Τα πρώτα 750 MW παράκτιας ικανότητας, που φιλοδοξεί να εγκαταστήσει η Γερμανία θα σώσουν την ατμόσφαιρα από 2,1 εκατομμύρια τόνους του διοξειδίου του άνθρακα ετησίως, και θα συμβάλλουν κατά 17,5% στον εθνικό στόχο μείωσης του για το 2005.

Η ανάπτυξη λοιπόν των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας απαιτείται και συγχρόνως η Ε.Ε έχει δώσει τα κίνητρα για την εγκατάσταση τους είτε με πρόστιμα τα οποία επιβάλλει λόγω αυξημένων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα είτε με επιδοτήσεις οι οποίες κατά καιρούς δίνονται για την εγκατάσταση τέτοιων ιδρυμάτων.

Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα έρχονται τώρα στο προσκήνιο όχι για να αντικαταστήσουν τα χερσαία αλλά για να γίνουν ένα κομμάτι στη λύση του ενεργειακού προβλήματος. Η κύρια έλξη τείνει να εκμεταλλευτεί τον τεράστιο παράκτιο διαθέσιμο φυσικό πόρο αέρα. Οι μέσες ταχύτητες αέρα μπορούν να είναι 20% υψηλότερες, και η προκύπτουσα ενεργειακή παραγωγή μέχρι 70% μεγαλύτερη στη θάλασσα απ' ό,τι στο έδαφος. Η έλλειψη εμποδίων όπως οι λόφοι, και η γενικά ομαλή επιφάνεια της θάλασσας, καθιστούν επίσης τον αέρα πιο αξιόπιστο. Αυτό οφείλεται στη χαμηλότερη τραχύτητα εν πλω έναντι της τραχύτητας στο έδαφος. Επίσης οι επιδράσεις σκιάς στο έδαφος φαίνονται να είναι σημαντικές για τον αέρα, σε αποστάσεις μέχρι 20 χλμ. Οι άνεμοι επηρεάζονται πάρα πολύ στην χερσαία επιφάνεια σε ύψη μέχρι και 100 μέτρα. Ο αέρας θα επιβραδυνθεί στη χερσαίο μέρος της επιφάνειας λόγω της τραχύτητας.

Η αναταραχή αέρα είναι χαμηλότερη παράκτια. Λόγω των υψηλότερων δαπανών που συνδέονται με την κατασκευή και τη λειτουργία των ανεμογεννητριών παράκτια σε αντιδιαστολή με χερσαίο, η βιομηχανία έχει προσπαθήσει να αναπτύξει την τεχνολογία για να παράγει τις ανεμογεννήτριες μεγαλύτερων μεγεθών προκειμένου να επιτευχθούν χαμηλότερες δαπάνες σε κλίμακα τέτοια που απαιτείται για να καταστήσει τα παράκτια πάρκα αέρα οικονομικώς αποδοτικότερα. Η ανάπτυξη των

μεγεθών των ανεμογεννητριών στη σειρά των 2 - 3 MW έχει καταστήσει τώρα τα παράκτια πάρκα αέρα εμπορικά βιώσιμα.

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι η ταχύτητα αέρα δεν αλλάζει τόσο πολύ από την επιφάνεια και την κατακόρυφο της θάλασσας προς τα πάνω, και επομένως οι πύργοι μπορούν να είναι ελλιπέστεροι του ύψους απ' ότι στο έδαφος.

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι εν πλω η αναταραχή είναι χαμηλότερη απ' ότι στο έδαφος. Αυτό οφείλεται στις μικρότερες παραλλαγές τις θερμοκρασίας σε κάθετο επίπεδο. Η χαμηλότερη αναταραχή μπορεί να οδηγήσει στην πιο μακρόχρονη διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας και να την καταστήσει οικονομικά συμφέρουσα.



*παράκτιο αιολικό πάρκο Horns Rev*

Οι μάζες εδάφους θερμαίνονται από τον ήλιο γρηγορότερα απ'ότι στη θάλασσα την ημέρα. Ο αέρας αυξάνεται, ρέει έξω στη θάλασσα, και δημιουργεί μια χαμηλή πίεση στο χερσαίο επίπεδο που προσελκύει το δροσερό αέρα από τη θάλασσα. Αυτό καλείται θαλάσσια αύρα. Στο σούρουπο υπάρχει συχνά μια περίοδος ηρεμίας όταν οι θερμοκρασίες εδάφους και θάλασσας είναι ίσες.

Τη νύχτα ο αέρας φυσά στην αντίθετη κατεύθυνση. Το αεράκι εδάφους τη νύχτα γενικά έχει χαμηλότερες ταχύτητες αέρα. Αυτό συμβαίνει επειδή η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του εδάφους και της θάλασσας είναι μικρότερη τη νύχτα.

Οι παράκτιοι πόροι αέρα με την χαμηλή τους αναταραχή αυξάνουν την διάρκεια ζωής των ανεμογεννητριών σε μια πιθανή κλίμακα των 25 έως 30 ετών. Εάν υποθέτουμε μια διάρκεια ζωής προγράμματος, για παράδειγμα, 25 ετών αντί 20, αυτό κάνει τις δαπάνες περίπου 9 % χαμηλότερες.

Ένα άλλο κίνητρο είναι η δυσκολία εύρεσης αρκετών κατάλληλων περιοχών αιολικών πάρκων στο έδαφος, ειδικά στην πυκνά εποίκημένη και σχετικά επίπεδη επαρχία μιας χώρας .

Ένα ακόμα κίνητρο σκοπιμότητας είναι ότι η κατασκευή και η μελέτη απαιτεί την άμεση και έμμεση απασχόληση εργατικού δυναμικού. Στην έμμεση απασχόληση τα άτομα χρησιμοποιούνται στα τμήματα κατασκευής των ανεμογεννητριών, και στην άμεση τα άτομα που εμπλέκονται στην εγκατάσταση των ανεμογεννητριών παγκοσμίως. Η Δανική βιομηχανία αιολικού δυναμικού απασχόλησε περίπου 8.500 άτομα το 1995. Μπορεί να είναι ενδιαφέρον να φανεί πώς διαιρούνται μεταξύ των διαφορετικών συστατικών:

Συστατικό	Απασχόληση
Μελέτη ανεμογεννητριών	3.600
Πτερύγια	2.000
Ηλεκτρονικοί ελεγκτές	700
Φρένα, υδραυλική κ.λπ.	200
Πύργοι	1.500
Εγκατάσταση των ανεμογεννητριών	300
Άλλοι	300
<b>Σύνολο</b>	<b>8.300</b>

Συνοπτικά και γενικότερα λοιπόν η κατασκευή αιολικών πάρκων συμβάλλει στην προστασία του περιβάλλοντος ως «πράσινη ενέργεια», στην οικονομία του κράτους αφού κατά ένα ποσοστό μπορεί να το καταστήσει ενεργειακά αυτόνομο και κατ'επέκταση συμβάλλει στην προστασία των πολιτών.

Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα τώρα μπορούν να αυξήσουν το χρόνο διάρκειας ζωής των μηχανών, να παράγουν έως και 25% περισσότερο από τα πρώτα αφού δεν υπάρχει σημαντικό πρόβλημα τραχύτητας, επιφανειακών εμποδίων και τοπογραφικού ανάγλυφου αλλά και να λύσουν το πρόβλημα της επιλογής περιοχών αφού ο παράκτιος πλούτος της Ελλάδας είναι αρκετός για τέτοιες εγκαταστάσεις.

## 1.2 Το ενεργειακό πρόβλημα στην Κρήτη

Από τη σελίδα της ΡΑΕ στο διαδίκτυο αναφέρονται οι εξής προβλέψεις για το ενεργειακό πρόβλημα στην Κρήτη, καθώς και βραχυπρόθεσμες προτάσεις για τη λύση του με ορίζοντα το 2005! Το κείμενο παρατίθεται αυτούσιο.



*Υφιστάμενη κατάσταση και Προοπτική εξέλιξης του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας της Κρήτης.*

Οι ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της Κρήτης αυξάνονται με γρήγορους ρυθμούς ως αποτέλεσμα της οικονομικής ανάπτυξης του νησιού. Η μέγιστη ζήτηση ισχύος έφτασε τα 420 MW το 2001 και η αντίστοιχη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ήταν 2.078.604 MWh.

Η ζήτηση αυξάνεται με ρυθμούς μεγαλύτερους από 6% το χρόνο. Μάλιστα, η αιχμή του φορτίου που συμβαίνει το καλοκαίρι αυξάνει ακόμα πιο γρήγορα. Έτσι, η μέγιστη ζήτηση του συστήματος της Κρήτης θα φτάσει το 2003 τα 540 MW και το 2005 στα 610 MW.

Το δυναμικό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας του νησιού σήμερα περιλαμβάνει:

- ατμοστροβλικές μονάδες Μαζούτ στα Λινοπεράματα συνολικής ισχύος 105 MW, κατασκευασμένες την περίοδο από το 1965 μέχρι το 1981
- πετρελαϊκές μονάδες μαζούτ στα Λινοπεράματα συνολικής ισχύος 47 MW, κατασκευασμένες το 1989
- αεριοστροβλικές μονάδες ντίζελ στα Λινοπεράματα ισχύος 30 MW, κατασκευασμένες τα έτη 1973-74
- αεριοστροβλικές μονάδες ντίζελ στα Χανιά ισχύος 178 MW, κατασκευασμένες από το 1969 μέχρι το 1980, ενώ δύο από αυτές είναι πρόσφατες με έτος ένταξης το 1998.
- μονάδες συνδυασμένου κύκλου ισχύος 126 MW στα Χανιά, κατασκευασμένες το 1994

Η συνολική ισχύς των θερμικών μονάδων ανέρχεται στα 486 MW. Σε αυτά προστίθενται ακόμα 67 MW αιολικών και υδροηλεκτρικών μονάδων, για τις οποίες όμως δεν μπορεί να εξασφαλιστεί η συνεχής και βέβαιη παραγωγή τους για κάλυψη φορτίου αιχμής, λόγω των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του ανέμου.

Επισημαίνεται ότι, για την κάλυψη των φορτίων αιχμής του συστήματος το 2001, μεταφέρθηκε ένας αεροστρόβιλος από τη Ζάκυνθο ισχύος 16 MW και νοικιάστηκε άλλος ένας 21 MW.

Για την κάλυψη των άμεσων αναγκών του καλοκαιριού του 2002, η ΔΕΗ Α.Ε. προγραμματίζει κατασκευή αεριοστροβλικής μονάδας στα Λινοπεράματα ισχύος 43 MW με καύσιμο ντίζελ και έτος ένταξης το 2002 και ίσως απόσυρση του νοικιασμένου αεροστρόβιλου.

Επίσης η ΔΕΗ Α.Ε. κατασκευάζει δύο νέες μονάδες στον Αθρινόλακκο (νότιο-ανατολικό άκρο της Κρήτης) με καύσιμο μαζούτ και συνολική ισχύ περί τα 180 MW. Οι μονάδες θα ενταχθούν τα έτη 2004 και 2005, αν και φαίνεται ότι υπάρχουν κάποιες καθυστερήσεις.

Παράλληλα, βρίσκεται σε εξέλιξη ο διαγωνισμός για την εγκατάσταση μιας νέας μονάδας στο Ρέθυμνο, ισχύος 220 MW. Η μονάδα αυτή προκηρύχθηκε σύμφωνα με το άρθρο 11 του νόμου 2773/99 και θα κατασκευαστεί με τη μέθοδο BOO (Built Own and Operate). Οι διαδικασίες του διαγωνισμού, ο οποίος διεκπεραιώνεται από τη ΡΑΕ, προβλέπεται να ολοκληρωθούν το καλοκαίρι του 2002 και η ένταξη της μονάδας να πραγματοποιηθεί μέχρι το 2005.

Η νέα μονάδα στο Ρέθυμνο θα κατασκευαστεί σε θέση που υποδεικνύουν οι ιδιώτες που συμμετέχουν στο διαγωνισμό και η θέση εγκρίνεται από τη

Νομαρχία. Το πιο πιθανό είναι η θέση να βρίσκεται στην ενδοχώρα, ώστε να αποφευχθούν οι προστριβές που δημιουργούνται με τις παραλιακές περιοχές. Επίσης να χρησιμοποιηθεί καύσιμο ντίζελ που είναι πιο φιλικό στο περιβάλλον από το μαζούτ και γίνεται αποδεκτό από τους κατοίκους. Για το λόγο αυτό προτείνεται από τη ΡΑΕ η άρση της φορολογίας στο ντίζελ για ηλεκτροπαραγωγή στα μη διασυνδεδεμένα νησιά.

Μόλις εξασφαλιστεί η προοπτική της νέας μονάδας του Ρεθύμνου και αυτής του Αθερινόλακκου, θα μπορεί η μονάδα των Λινοπεραμάτων να λειτουργεί λιγότερες ώρες το χρόνο (μόνο στις αιχμές) και να μελετηθεί η σταδιακή μετατροπή της σε νέα καθαρή και σύγχρονη μονάδα. Παρόμοια μελέτη θα γίνει και για τα Χανιά .

Σύμφωνα με τα παραπάνω στοιχεία, η επάρκεια του συστήματος ηλεκτροπαραγωγής του νησιού εξασφαλίζεται με την ένταξη των προβλεπόμενων νέων μονάδων τουλάχιστον ως το 2005.

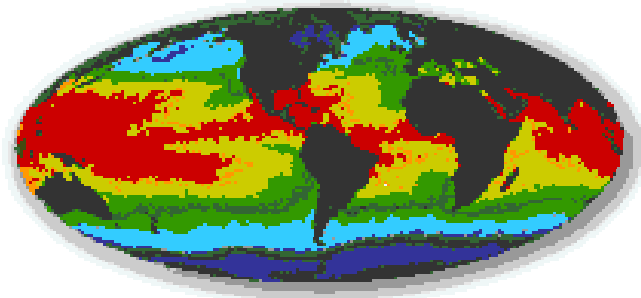
### 1.3 Η δύναμη Coriolis

Άνεμος ονομάζεται ο ατμοσφαιρικός αέρας που βρίσκεται σε κίνηση. Η διαφορετική θερμοκρασία μεταξύ ισημερινού και πόλων, αποτέλεσμα της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται τα διαφορετικά σημεία του πλανήτη μας, έχει σαν αποτέλεσμα τη συνεχή κίνηση των αερίων μαζών από τους πόλους στον ισημερινό και αντιθέτως. Συγκεκριμένα ψυχροί επιφανειακοί άνεμοι πνέουν από τους πόλους στον ισημερινό για να αντικαταστήσουν το θερμό αέρα που ανυψώνεται λόγω της μείωσης της πυκνότητας του και ο οποίος κινείται δια μέσου της ανώτερης ατμόσφαιρας προς τους πόλους.

Η διεύθυνση και η ένταση του ανέμου εξαρτώνται τόσο από ειδικούς παράγοντες (γενική ατμοσφαιρική κυκλοφορία, πεδίο πίεσης) όσο και από τους τοπικούς παράγοντες (δηλ. ανάγλυφο της περιοχής, ύπαρξη θάλασσας κ.λ.π.). Η γενική ατμοσφαιρική κυκλοφορία οφείλεται κυρίως στην ηλιακή ακτινοβολία και στην περιστροφή της γης. Πράγματι η διαφορετική θερμοκρασία μεταξύ ισημερινού και πόλων, αποτέλεσμα της διαφορετικής ηλιακής ακτινοβολίας που δέχονται τα διαφορετικά σημεία του πλανήτη μας, έχει σαν αποτέλεσμα τη συνεχή κίνηση αερίων μαζών από τους πόλους προς τον ισημερινό και αντιθέτως. Πιο συγκεκριμένα, ψυχροί επιφανειακοί άνεμοι πνέουν από τους πόλους προς τον ισημερινό για να αντικαταστήσουν το θερμό αέρα, που ανυψώνεται λόγω μείωσης της πυκνότητάς του και ο οποίος κινείται δια μέσου της ανώτερης ατμόσφαιρας προς τους πόλους.

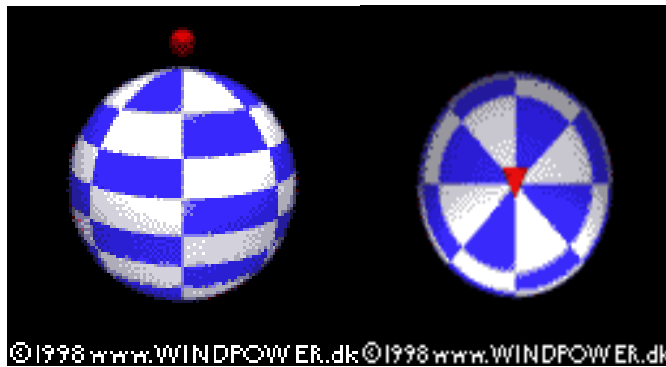
Παράλληλα, η περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της έχει σαν αποτέλεσμα την κίνηση ψυχρών αερίων επιφανειακών μαζών προς τα δυτικά, ενώ ο θερμός αέρας μετακινείται σε μεγαλύτερα ύψη και προς τα ανατολικά, (σχήμα 1.1.2). Τέλος πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν και η ανομοιομορφία της θερμικής συμπεριφοράς θάλασσας και ξηράς, με αποτέλεσμα τη δημιουργία ζωνών διαφορετικής θερμοκρασίας, που οδηγούν σε αντίστοιχα πεδία στατικής πίεσης





Σχήμα 1.1.2

Οι περιοχές που είναι κοντά στον ισημερινό θερμαίνονται περισσότερο από τον ήλιο σε σχέση με τις υπόλοιπες. Ο θερμός αέρας ανεβαίνει και κινείται προς τους πόλους. Αν η γη δεν περιστρεφόταν ο αέρας θα πήγαινε μέχρι τους πόλους, θα βυθιζόταν και θα ξαναγύριζε στον ισημερινό. Εξ' αιτίας όμως αυτής της κίνησης εμφανίζεται η δύναμη Coriolis που αναγκάζει τον αέρα να κινείται όπως δείχνει το σχήμα 2.1.2 (Ονομασμένος μετά από το γαλλικό μαθηματικό Gustave Gaspard Coriolis 1792-1843).



σχήμα 2.1.2

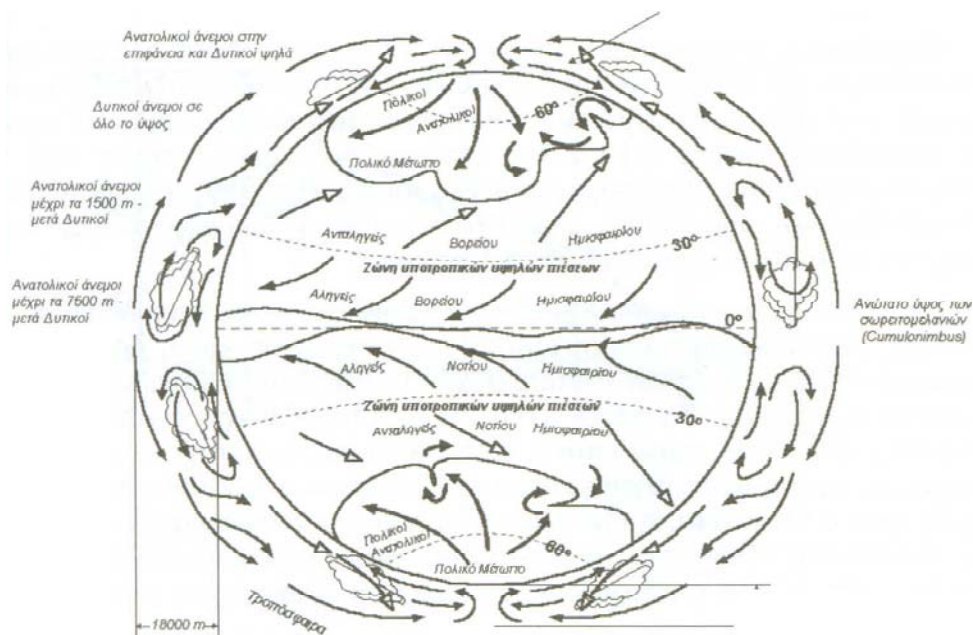
Η δύναμη Coriolis είναι ένα ορατό φαινόμενο. Οι διαδρομές σιδηροδρόμου φθείρονται γρηγορότερα στη μια πλευρά από ότι στην άλλη. Οι κοιτές του ποταμού σκάβονται βαθύτερα στη μια πλευρά από την άλλη. ( Η πλευρά εξαρτάται σε ποιο ημισφαίριο βρισκόμαστε).

Στο βόρειο ημισφαίριο ο αέρας τείνει να περιστραφεί αντίθετα προς τη φορά των δεικτών του ρολογιού (σχήμα 3.1.2) καθώς πλησιάζει μια περιοχή χαμηλής πίεσης. Στο νότιο ημισφαίριο ο αέρας περιστρέφεται δεξιόστροφα γύρω από τις περιοχές χαμηλής πίεσης.

Αποτέλεσμα του συνδυασμού των ανωτέρων παραγόντων είναι η συνεχής μεταβολή της κατάστασης της ατμόσφαιρας και η δημιουργία περιοχών υψηλών πιέσεων (αντικυκλώνες), όπως και περιοχών χαμηλών πιέσεων (κυκλώνες). Ο άνεμος έχει μεγαλύτερη ταχύτητα επάνω στους ωκεανούς παρά επάνω στην ξηρά, ενώ στην Ευρώπη περιοχές με υψηλή μέση ταχύτητα του ανέμου είναι η Ιρλανδία, η Αγγλία, το Βέλγιο, η Ολλανδία, η Γαλλία, η Πορτογαλία καθώς και οι περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου ανάμεσα στις οποίες περιλαμβάνεται και η χώρα μας.

Από το σύνολο των κινήσεων του ανέμου η σπουδαιότερη σε σχέση με τον προσδιορισμό του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής είναι η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας του ανέμου. Βέβαια για την επιλογή της κατάλληλης θέσης εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας απαιτείται επιπλέον της γνώσης της ταχύτητας και της διεύθυνση του ανέμου. Πρέπει να έχουν καταγραφεί οι επικρατούσες στην περιοχή αναταράξεις, ο στροβιλισμός και η

τύρβη του ανέμου, καθώς και η μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου συναρτήσει του ύψους από το έδαφος.



σχήμα 3. 1.2  
Πεδίο ανέμων γύρω από τον πλανήτη μας

## 1.4 Χαρακτηριστικά του ανέμου

Ο άνεμος, δηλαδή ο κινούμενος ατμοσφαιρικός αέρας, προκαλείται από την ηλιακή ακτινοβολία, την περιστροφή της γης αλλά επηρεάζεται και από το ανάγλυφο της κάθε περιοχής, την ύπαρξη θάλασσας κ.λ.π. Η κίνηση του αέρα διέπεται από τους νόμους που περιγράφουν την τυρβώδη ροή συνεκτικού ρευστού.

Για τη μέτρηση της έντασης του ανέμου χρησιμοποιούνται συνήθως τα ανεμόμετρα ή ανεμογράφοι, η απλούστερη μορφή των οποίων είναι τα κυπελλοφόρα ανεμόμετρα. Η διεύθυνση του ανέμου καθορίζεται σε σχέση με το σημείο του ορίζοντα από το οποίο πνέει ο άνεμος, και σαν αποτέλεσμα της καταγραφής της διεύθυνσης του ανέμου προκύπτει το πολικό διάγραμμα. Η διεύθυνση του ανέμου μετρείται με τη βοήθεια ανεμοδεικτών ή τριαξονικών ανεμογράφων.

Εκτός από την ένταση και τη διεύθυνση του ανέμου, είναι χρήσιμο να καταγραφεί η ύπαρξη ριπών ανέμου, η ύπαρξη στροβιλισμού και αναταράξεων καθώς και το επίπεδο της τύρβης του ανέμου.

Για την περιγραφή της κατανομής της ταχύτητας του ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος χρησιμοποιούνται αρκετοί ημιεμπειρικοί αναλυτικοί νόμοι, οι οποίοι βασίζονται στο γεγονός της αύξησης της ταχύτητας του ανέμου με το ύψος μέσα στα όρια του οριακού στρώματος. Βέβαια η κατανομή της ταχύτητας του ανέμου επηρεάζεται από την τραχύτητα του εδάφους, την ύπαρξη επιφανειακών εμποδίων καθώς και από το τοπογραφικό ανάγλυφο της περιοχής.

Μετά την καταγραφή της έντασης και της διεύθυνσης του ανέμου, συνήθως

σε ετήσια βάση, ακολουθεί η επεξεργασία των ανεμολογικών στοιχείων με στόχο την κατασκευή του ιστογράμματος συχνότητας πιθανότητας του ανέμου, της ετήσιας καμπύλης διάρκειας, του πολικού διαγράμματος και των καμπύλων των διαστημάτων νηνεμίας της περιοχής.

Συνήθως για τη στατιστική πρόβλεψη των μέγιστων ταχυτήτων του ανέμου χρησιμοποιούνται οι μέσες ωριαίες τιμές της ταχύτητας του ανέμου για μια σειρά ετών. Το στατιστικό δείγμα που προκύπτει αναλύεται με βάση το στατιστικό νόμο των «ακραιών τιμών», οπότε επιχειρείται ο προσδιορισμός της μέγιστης ταχύτητας του ανέμου ο οποίος αναμένεται να εμφανιστεί σε μια χρονική περίοδο ορισμένων ετών, που σχετίζεται με το χρόνο ζωής μιας αιολικής μηχανής. Με τον τρόπο αυτό και με κάποια σημαντική βεβαιότητα οι κατασκευαστές προσδιορίζουν τη μέγιστη καταπόνηση των τμημάτων της εγκατάστασης.

Προβλήματα στην ομαλή λειτουργία μιας αιολικής εγκατάστασης δημιουργούνται και από ξαφνικούς ανέμους ιδιαίτερα μεγάλης έντασης μα μικρής διάρκειας, οι οποίοι καλούνται **ριπές ανέμου**. Συγκεκριμένα ριπή ανέμου ορίζεται μια ξαφνική μικρής διάρκειας ( $\leq 20\text{sec}$ ) αύξηση της ταχύτητας του ανέμου ( $\geq 9.3\text{m/sec}$ ), η οποία διαφέρει από τη μέση τιμή της ταχύτητας στο διάστημα που προηγήθηκε και ακολουθεί τουλάχιστον κατά  $4,6\text{ m/sec}$ , ενώ η ταχύτητα του ανέμου επανέρχεται στη συνέχεια στα προηγούμενα επίπεδα τιμών. Οι ξαφνικές ριπές του ανέμου και η διάρκεια τους συνδέονται άμεσα με την φόρτιση των πτερυγίων μιας ανεμογεννήτριας. Επιπλέον πρέπει να προστεθεί ότι στην περίπτωση που παρουσιαστούν ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες του ανέμου με διάρκεια μεγαλύτερη των  $30\text{sec}$ , οι ανεμογεννήτριες τίθενται συχνά εκτός λειτουργίας για λόγους αυτοπροστασίας. Ο άνεμος είναι λιγότερο ριπιαίος πάνω από εκτεταμένες υδάτινες επιφάνειες και περισσότερο ριπιαίος πάνω από επιφάνειες με έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο ή με υψηλά εμπόδια π.χ υψηλά κτίρια.

Η **διακύμανση της ταχύτητας του ανέμου** γύρω από μία μέση ταχύτητα είναι χαρακτηριστικό φαινόμενο της τυρβώδους ροής. Μέτρο της διακύμανσης της ταχύτητας του ανέμου αποτελεί η **διασπορά της ταχύτητας του ανέμου** " $\sigma_v^2$ ", η οποία ορίζεται σαν:

$$\sigma_v^2 = \frac{1}{T} \cdot \int_t^{t+T} (V(t') - \bar{V})^2 \cdot dt'$$

με τυπική χρονική περίοδο μέτρησης  $T = 10\text{ min}$ .

Ονομάζουμε **ένταση της ανατάραξης** και την συμβολίζουμε με " $I$ " το λόγω της διασποράς προς τη μέση ταχύτητα του ανέμου. Το μέγεθος αυτό χαρακτηρίζεται και σαν ένταση της τύρβης του ανέμου, χαρακτηρίζει δε και το επίπεδο της τύρβης της ατμόσφαιρας σε μια περιοχή. Πιο συγκεκριμένα έχουμε:

$$I = \frac{\sigma_v}{\bar{V}}$$

Η ένταση της ανατάραξης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εδάφους της υπό μελέτη περιοχής καθώς και από το γενικό επίπεδο τύρβης της ατμόσφαιρας. Εν γένει η ένταση της ανατάραξης είναι ανάλογη της τραχύτητας του εδάφους και αντιστρόφως ανάλογη του ύψους μελέτης από το έδαφος.

Η ένταση της ανατάραξης ή το επίπεδο τύρβης του αέρα επηρεάζει σημαντικά τόσο την αεροδυναμική συμπεριφορά της ανεμογεννήτριας όσο και τα χαρακτηριστικά ολόκληρης της εγκατάστασης.

Οι αναταράξεις του αέρα είναι το αποτέλεσμα των τυχαίων στροβιλισμών που υπάρχουν σε κάθε τυρβώδες πεδίο ροής, ενισχύονται δε από την τραχύτητα της επιφάνειας του εδάφους.

Επιπλέον όμως τους στροβιλισμούς της τύρβης, η παρουσία των εμποδίων κάτω από ορισμένες ανεμολογικές συνθήκες είναι δυνατόν να δημιουργήσουν οργανωμένους στροβίλους, οι οποίοι αλλοιώνουν συνολικά το πεδίο ταχύτητας του ανέμου.

Ο στροβιλισμός των οργανωμένων ανεμογεννητριών επηρεάζει τόσο την παραγόμενη ισχύ της ανεμογεννήτριας, όσο και την δυναμική συμπεριφορά των κατασκευαστικών στοιχείων της εγκατάστασης. Γενικά σκόπιμα μελετώνται λεπτομερώς τα εμπόδια που βρίσκονται στην περιοχή εγκαταστάσεις της ανεμογεννήτριας, ακόμα και εάν το ύψος τους δεν είναι μεγάλο, λόγω των στροβιλισμών που πιθανόν προκύπτουν από αυτά.

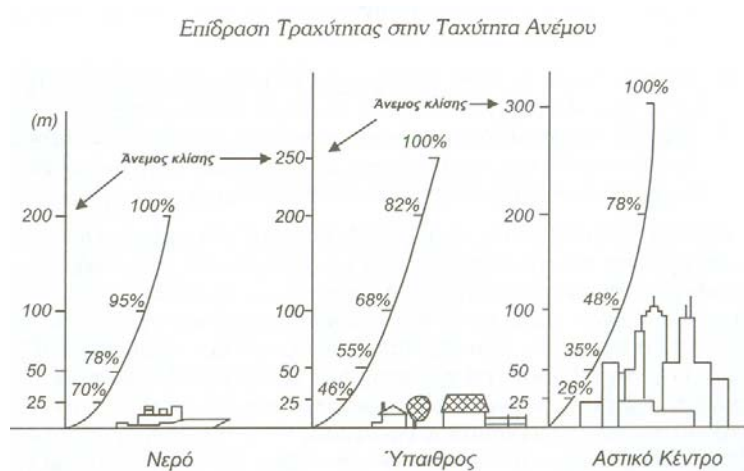
#### 1.4.1 Επίδραση της τραχύτητας του εδάφους

Είναι συνηθισμένο το φαινόμενο η μέτρια λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας αν και έχει εγκατασταθεί σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό. Στις περισσότερες από τις περιπτώσεις αυτές η ανεμογεννήτρια λειτουργεί σε έντονα μεταβαλλόμενο πεδίο ροής ανέμου λόγω της υψηλής τύρβης της περιοχής. Η εμφάνιση υψηλής τύρβης όπως έχουμε προαναφέρει εξαρτάται εκτός από τις γενικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, τόσο από την ύπαρξη μεμονωμένων κτιρίων ή άλλων εμποδίων όσο και από την τραχύτητα του εδάφους της περιοχής. Στο σχήμα 1.1.4 παρουσιάζεται η επίδραση της τραχύτητας του εδάφους στη κατανομή της ταχύτητας του ανέμου. Στην περίπτωση αυτή έχουμε τη δυνατότητα μελέτης του πεδίου ταχύτητας σε αστικές περιοχές, σε περιοχές με βλάστηση καθώς και σε θαλάσσιες περιοχές.

Για τη σωστή αεροδυναμική συμπεριφορά μιας αιολικής μηχανής είναι σκόπιμο η πτερωτή της ανεμογεννήτριας να βρίσκεται εκτός του πεδίου επιρροής τυχόν επιφανειακών εμποδίων. Με τον τρόπο αυτό έχουμε μεγιστοποίηση της διαθέσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου, το πεδίο ροής είναι ελεύθερο στροβιλισμού και η τύρβη του ανέμου είναι η ελάχιστη δυνατή. Είναι συνεπώς σκόπιμο να εντοπίσουμε τις περιοχές επιρροής των κυριότερων επιφανειακών εμποδίων.

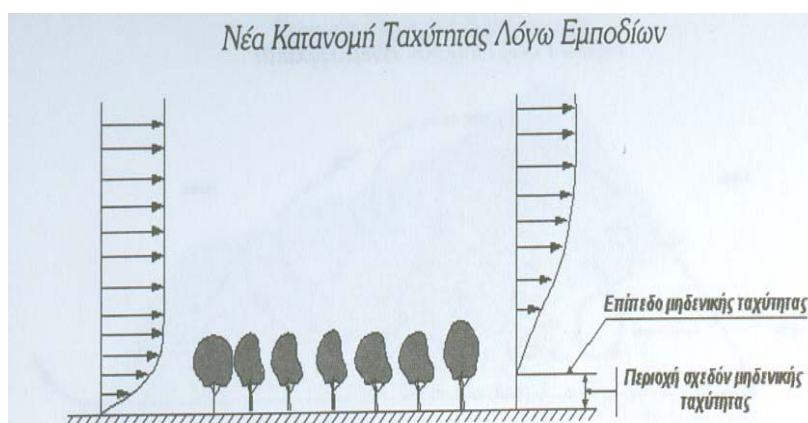
ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ	Περιγραφή	$z_0$ (m)
Πάγος, Βούρκος	Λεία Επιφάνεια	$\approx 10^{-5}$
Ήσθητη Θάλασσα, Χιονισμένη Περιοχή	Επίπεδη ή Λοφώδης Περιοχή	$\approx 10^{-4}$
Άμμος, Έρημος, Υπήνημη Παράλια	Εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων και την παρουσία αιμολόφων ή κυματώσεων	$\approx 3 \cdot 10^{-4}$
Χιονισμένη Αγροτική Περιοχή	Ομαλή Επιφάνεια	$\approx 10^{-3}$
Γυμνό Έδαφος	Μεγαλύτερες τιμές για οργωμένο	$10^{-3} + 10^{-2}$
Γρασίδι-Χάρτα	Ύψους από 0.02 + 0.1m	0.003+0.01
	Ύψους από 0.25 + 1.0m	0.04+0.1
Αεροδρόμιο-Διάδρομος	Περιοχή Διαδρόμου	$\approx 0.02$
Αγροτικές Καλλιέργειες	Εξαρτάται και από την ένταση του ανέμου	0.04+0.20
Τυπικές Αγροτικές Περιοχές	Χορβάφια με μεμονωμένα δένδρα και παύρια	0.01+0.1
Περιβάλλον Ουροφόρων	Εξαρτάται από τις εποχές	0.5+1.0
Πολλά δένδρα, Δενδροφύτοι Φράκτες, Λύγα Κτίσματα	Εξαρτάται από το είδος των Δένδρων	0.01+0.03
Δάση	-	1.0+6.0
Μικρές Πόλεις ή Προάστια	Χαμηλά σπύτια, δένδρα κ.λπ. (Ανομοιόμορφη Έκταση)	0.1+2.0
Κέντρα Πόλεων ή πολύ έντονο ανάγλυφο ορεινής περιοχής	Κτίρια ύψους 10+50m Ιδιαίτερα Ανομοιόμορφη Έκταση	1.0+10.0

Πίνακας 1.1 Τοπικές τιμές τραχύτητας για διάφορα είδη επιφανειών



Σχήμα 1.1.4 Επίδραση τραχύτητας στην ταχύτητα ανέμου

Η παρουσία συστοιχίας δένδρων έχει σαν αποτέλεσμα το μηδενισμό της ταχύτητας του ανέμου μέχρι και το ύψος της κορυφής των δένδρων (βλέπε σχήμα 2.1.3), ενώ το οριακό στρώμα φαίνεται να αναπτύσσεται από την κορυφή των δένδρων και κατάντη. Στις περιπτώσεις αυτές το ύψος της ζώνης επιρροής είναι τουλάχιστον πέντε έως έξι (5-6) φορές το μέσο ύψος των δένδρων. Τέλος η τοποθέτηση της περωτής της ανεμογεννήτριας θα πρέπει να βρίσκεται εκτός του οριακού στρώματος, που αναπτύσσεται στην περιοχή της συστοιχίας.



Σχήμα 2.1.3 Νέα κατανομή ταχύτητας λόγω εμποδίων

Πολύ συχνά και για περιπτώσεις υψηλών δένδρων αναφέρεται στην υπό

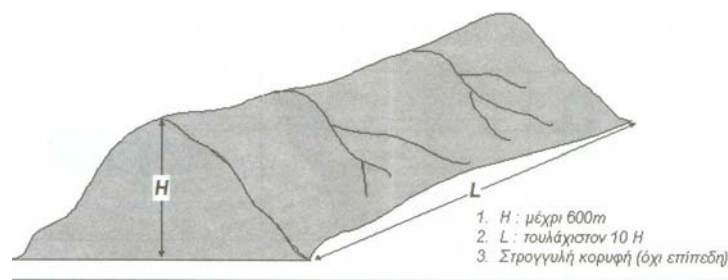
μελέτη τοποθεσία η ύπαρξη περιοχών όπου έχουμε μηδενισμό της ταχύτητας του ανέμου και δημιουργία έντονων στροβιλισμών ανακυκλοφορίας. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται "ανεμοφράκτες" και αποτελούν σαφή ένδειξη της ύπαρξης ανέμου υψηλών ταχυτήτων.

Τα παρακείμενα κτίρια αποτελούν ένα άλλο είδος εμποδίων, δεδομένου ότι η παρουσία τους διαταράσσει σε σημαντική έκταση το πεδίο ροής του ανέμου. Επιπλέον οι οξείες γωνίες του κτιρίου αποτελούν την πηγή εκροής μεμονωμένων ανεμογεννητριών με αποτέλεσμα την πλήρη τροποποίηση των χαρακτηριστικών του ανέμου.

Εκτεταμένες έρευνες που αφορούν τη ροή γύρω από κτίρια κατέληξαν ότι η ζώνη επιρροής των κτιρίων περιλαμβάνει, δύο φορές το ύψος του κτιρίου ανάντη, δέκα φορές το ύψος του κτιρίου κατάντη και ύψος τουλάχιστον στον διπλάσιο του κτιρίου στην πέραξ του κτιρίου περιοχή. Σαν παράδειγμα αναφέρεται ότι σε απόσταση δεκαπλάσια του ύψους του κτιρίου έχουμε κατά 5% αύξηση του επιπέδου της τύρβης και κατά 6% μείωση της ταχύτητας του αέρα, η οποία και οδηγεί σε μείωση κατά 17% της διαθέσιμης ενέργειας του αδιατάρακτου ρεύματος στα ανάντη του κτιρίου.

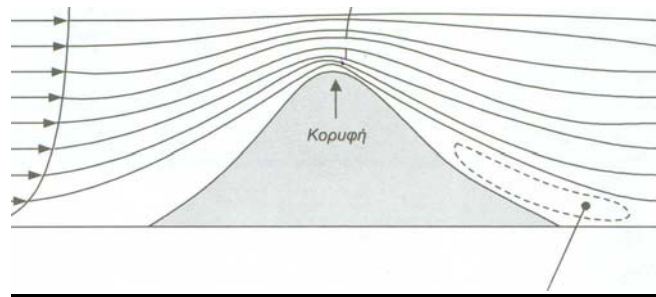
#### 1.4.2 Επίδραση του τοπογραφικού ανάγλυφου της περιοχής

Η έννοια της λοφοσειράς λαμβάνεται κάθετη στην επικρατούσα διεύθυνση του ανέμου, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.1.3 Το μέγιστο ύψος της λοφοσειράς δεν υπερβαίνει τα εξακόσια (600m) μέτρα, ενώ το πλάτος της είναι τουλάχιστον δεκαπλάσιο του ύψους της λοφοσειράς. Η ανάλυσή μας βασίζεται στην υπόθεση ότι ο άνεμος περνάει επάνω από τη λοφοσειρά και δεν την παρακάμπτει κινούμενος πλαγίως.



Σχήμα 4.1.3 Τοπική λοφοσειρά

Βασίζόμενοι στους κλασσικούς νόμους της αεροδυναμικής υποηχητικών ταχυτήτων (π.χ εξίσωση Bernoulli), μπορούμε να πούμε ότι η κορυφή της λοφοσειράς είναι μια πολύ καλή θέση εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας, δεδομένης της συμπίεσης των γραμμών ροής, η οποία ισοδυναμεί με επιτάχυνση της αέριας δέσμης. Ένας πιθανός διπλασιασμός της ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή της κορυφής ισοδυναμεί με οκταπλασιασμό της διαθέσιμης ισχύος του ανέμου στην εν λόγω περιοχή. Συχνά είναι προτιμότερο να εγκατασταθεί η ανεμογεννήτρια λίγο πριν την κορυφή της λοφοσειράς, ώστε να αποφευχθούν αφενός αρνητικές κλίσεις της ταχύτητας που συνοδεύουν τυχόν αποκόλληση της ροής, αφετέρου περιοχές υψηλής τύρβης (σχήμα 5.1.3).



ΣΧΗΜΑ 5.1.3 ΠΙΘΑΝΗ ΖΩΝΗ ΥΨΗΛΗΣ ΤΥΡΒΗΣ

Ολοκληρώνοντας πρέπει να επισημάνουμε ότι ιδιαίτερη επίδραση στη συνολική κατανομή της ταχύτητας του ανέμου έχει η διαμόρφωση του εδάφους, δεδομένου ότι η παρουσία εμποδίων, στενώσεων ή ανοιγμάτων τροποποιεί σημαντικά τα αιολικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής. Αν και υπάρχουν αρκετές αναλυτικές ημιεμπειρικές σχέσεις που προτείνουν διορθώσεις της ταχύτητας του ανέμου παρουσία εμποδίων ή λόγω της τραχύτητας του εδάφους, ακριβείς υπολογισμοί μπορούν να γίνουν μόνο με την αριθμητική προσομοίωση της υπό εξέταση περιοχής και τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τέλος σαν γενικός κανόνας πρέπει να θεωρηθεί η αρχή ότι ο δρομέας (περωτή) μιας ανεμογεννήτριας, πρέπει να βρίσκεται έξω από τη ζώνη επιρροής οποιουδήποτε επιφανειακού εμποδίου που βρίσκεται ανάντη της ανεμογεννήτριας, ώστε να μεγιστοποιηθεί η διαθέσιμη αιολική ενέργεια και να ελαχιστοποιηθεί η αναπτυσσόμενη ατμοσφαιρική τύρβη .

### 1.4.3 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. Έτσι 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 πλήρους 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 .

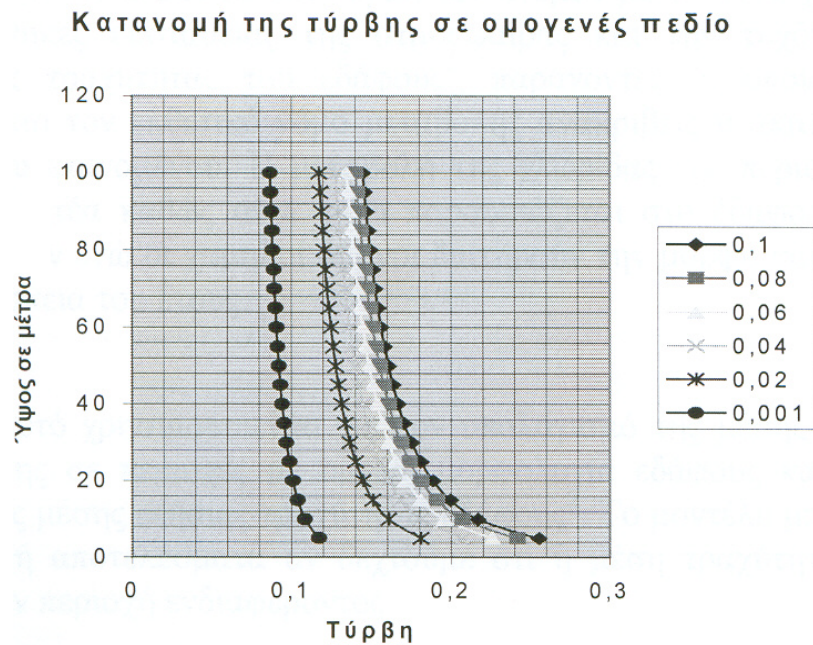
Ο υπολογισμός της τύρβης γίνεται με βάση την γνωστή θεωρία περί ανάπτυξης τυρβώδους ατμοσφαιρικού οριακού στρώματος. Κριτήριο για την επιλογή των σχέσεων για τους υπολογισμούς υπήρξε η μορφή της κατανομής της μέσης ετήσιας ταχύτητας του ανέμου. Η κατανομή της κλίσης αυτής στο χώρο, είναι ένδειξη της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

Μια λογαριθμική κατανομή μακριά από απόκρημνες πλαγιές αναμένεται να δώσει την 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. Στο σχήμα 3.1.3 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 πλαγιές μπορεί να γίνει μόνο με προσομοίωση σε υπολογιστή μέσω του κατάλληλου προγράμματος .



**Σχήμα 3.1.3**

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

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 ορειογραφία .



## **2. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ**

(αναφορά από υπάρχουσες μελέτες και εφαρμογές στη Δανία)

## 2.1 Εισαγωγή

Είναι εν γένει γνωστό 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 μελέτη των περιβαλλοντικών επιρροών σε ένα τόπο που λειτουργεί μονάδα εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας, διαφοροποιεί τις υπάρχουσες απόψεις των 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 Α/Π.

Παρόλα αυτά σε μεμονωμένες περιπτώσεις αναφέρονται ορισμένες αρνητικές επιπτώσεις των Α/Π 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. 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.

Τελικά, 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 πτερυγίων για το μεγαλύτερο δυνατό διάστημα, ενώ οι ιδιοκτήτες των Α/Π 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.

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 όποια μείωση του πληθυσμού των πτηνών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μόνο πουλιά με προβλήματα στην όραση πέφτουν πάνω στα πτερύγια των ανεμογεννητριών.

Τα πουλιά συχνά συγκρούονται με κατασκευές που δυσκολεύονται να δουν. Ειδικότερα τις γραμμές υψηλής τάσεως, κατάρτια, πυλώνες και διαφανή μέρη σε 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. Σύμφωνα με έρευνες, 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.

Μελέτες που έγιναν για το σκοπό αυτό τόσο στις ΗΠΑ όσο και στην Ολλανδία, κατέγραψαν ένα μικρό αριθμό νεκρών πτηνών στην περιοχή των Α/Π (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 περιφράξης του οικοπέδου του Α/Π 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.

Η ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση δημιουργείται λόγω της ανάκλασης των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια του

δρομέα. Η εμπειρία έχει δείξει ότι ο προσεκτικός σχεδιασμός Α/Π 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, επομένως κάθε μεγάλη κινούμενη μάζα μπορεί να προκαλέσει ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις (ΕΜΙ). Οι ανεμογεννήτριες μπορεί να προκαλέσουν ΕΜΙ 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 ΕΜΙ είναι πιο έντονη στα μεταλλικά φτερά γιατί έχουν μεγαλύτερη αντανάκλαση και μικρότερη στα ξύλινα και γενικότερα από μη αγώγιμα 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 ΕΜΙ. Τα είδη των πολιτικών και στρατιωτικών σημάτων επικοινωνίας μπορούν να επηρεαστούν από τη ΕΜΙ περιλαμβανομένου την εκπομπή της τηλεόρασης και του ραδιοφώνου με μικροκύματα. Οι δημιουργοί των Α/Π συνεργάζονται με τις αρμόδιες πολιτικές και στρατιωτικές αρχές για να προσδιορίσουν αν τα προβλήματα των ηλεκτρομαγνητικών επιδράσεων (ΕΜΙ) 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 ΕΜΙ υπάρχει σε μικρό αριθμό οικιακών τηλεοπτικών δεκτών, αποτελεί ένα σύνθηρες 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 Α/Π 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 κεραίες και αναμεταδότες.

Ειδικότερα στη χώρα μας το θέμα έχει αντιμετωπιστεί και νομοθετικά καθώς για την έκδοση άδειας εγκατάστασης από το Υπουργείο Ανάπτυξης απαιτείται είτε βεβαίωση της αρμόδιας Νομαρχίας ότι η αιολική εγκατάσταση απέχει τουλάχιστον 1χλμ. από αναμεταδότες της τηλεόρασης (ΕΡΤ) και πομπούς της τηλεφωνίας (ΟΤΕ) ή έγγραφη συναίνεση των οργανισμών αυτών για μικρότερες αποστάσεις.

Τέλος, το πρόβλημα του θορύβου αποτελεί ίσως τη μόνη πραγματική επιβάρυνση του περιβάλλοντος από την ύπαρξη των Α/Γ , ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πολλών μηχανών μεγάλων διαστάσεων.

Βέβαια στο σημείο αυτό πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν ότι η εγκατάσταση Α/Π 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.

## **2.2 Μελέτη Περιβαλλοντικών επιπτώσεων**

Η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε) κατατίθεται στις αρμόδιες υπηρεσίες ως αυτόνομη μελέτη . Παρακάτω παρουσιάζεται μια πλήρης Μ.Π.Ε. , καθώς και το ερωτηματολόγιο που πρέπει να την συνοδεύει.

## 2.2.1 Ονομασία και είδος έργου

Η Μ.Π.Ε αναφέρεται στο Α/Π στην περιοχή Μόχλου Σητείας ισχύος 20MW

## 2.2.2 Περιληψη

Η περιοχή όπου θα εγκατασταθεί το αιολικό πάρκο είναι ο **Μόχλος**. Σήμερα είναι ένας από τους κυριότερους τουριστικούς προορισμούς στα βόρεια του νομού Λασιθίου. Ανήκει στο δήμο Σητείας και είναι οικισμός του δημοτικού διαμερίσματος Τουρλωτής. Ο Μόχλος ήταν από τα σημαντικότερα λιμάνια της αρχαιότητας. Πολύ κοντά στην παραλία βρίσκεται το νησάκι του Αγίου Νικολάου. Η παραλία είναι έκτασης 2 περίπου Km και πλάτους 5-10 μέτρων. Η αμμουδιά καταλαμβάνει μικρή έκταση λίγων δεκάδων μέτρων στο κέντρο της περιοχής, ενώ δυτικά και ανατολικά η παραλία αποτελείται από βράχους, κροκάλες και χαλίκια.

Η περιοχή πληρεί όλες τις προϋποθέσεις για την εγκατάσταση θαλάσσιου αιολικού πάρκου. Έχει αξιόλογο αιολικό δυναμικό και ο βυθός είναι ρηχός. Στόχος του έργου είναι η αξιοποίηση του αιολικού δυναμικού και η παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το έργο δεν αναμένεται να διαταράξει την ισορροπία του οικοσυστήματος και δεν θα έχει καμία σοβαρή περιβαλλοντική επίπτωση .

Το έργο βασίζεται στο μοντέλο της αειφορικής ανάπτυξης , κάνοντας χρήση της ανανεώσιμης πηγής ενέργειας , του ανέμου.

Παρακάτω εκτιμώνται αναλυτικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε διάφορους τομείς: αέρα, υδάτινους πόρους, χλωρίδα-πανίδα, φυσικούς πόρους κ.α., βάση του Ερωτηματολογίου της ΚΥΑ 69269/5387/90 που παρατίθεται στο παράρτημα 4 .

## 2.2.3 Περιγραφή των βασικών εργασιών

Η περιοχή Μόχλος επιλέχτηκε ως η καλύτερη προτιμημένη θέση για το παράκτιο αιολικό πάρκο λόγω της ύπαρξης της τράπεζας άμμου με το ρηχό ύδωρ και της δυνατότητας των καλών επίγειων όρων που θα μπορούσαν να παρέχουν τους κατάλληλους όρους ιδρύματος με λογικό κόστος. Οι καλοί άνεμοι έκαναν επίσης την περιοχή μια ελκυστική πρόταση για τη θέση του αιολικού πάρκου. Η εγκατάσταση του αιολικού πάρκου θα γίνει στην απόσταση των 1500 μέτρων περίπου από την ακτή.

Δεν υπάρχει κανένα τεχνικό εμπόδιο στην εγκατάσταση Αιολικού πάρκου στη θάλασσα. Η κατασκευή του απαιτεί ειδικό εξοπλισμό και προσεκτικό προγραμματισμό για να λειτουργεί σωστά, ακόμα και σε δυσμενείς καιρικές συνθήκες. Στη θάλασσα χρειαζόμαστε ειδικά θεμέλια. Θα εγκατασταθούν θεμέλια βαρύτητας και χάλυβα monopiles. Τα θεμέλια βαρύτητας είναι συγκεκριμένες δομές που χρησιμοποιούνται για να τοποθετηθούν οι πύργοι των ανεμογεννητριών και η κατασκευή τους είναι τέτοια ώστε να

σταθεροποιείται η άμμος και η πίεση του νερού να μην επηρεάζει τους πυλώνες. Τα monopiles είναι μεγάλοι σωλήνες χάλυβα που σφυρηλατούνται και τοποθετούνται στον πυθμένα της θάλασσας για να τοποθετηθούν πάνω οι πλατφόρμες και οι πύργοι με ασφάλεια. Τα μεταλλικά μέρη της ανεμογεννήτριας θα ντυθούν από ειδικά υλικά για να προστατευθούν από τη διάβρωση.

Για να χρησιμοποιήσουμε την ηλεκτρική ενέργεια του Αιολικού Πάρκου, χρησιμοποιούμε υποβρύχια καλώδια που θα μεταφέρουν την ενέργεια από τις ανεμογεννήτριες σ' ένα μετασχηματιστή που βρίσκεται στην ξηρά και από εκεί στον κοντινότερο υποσταθμό της Δ.Ε.Η.

Επίσης σε κάθε ανεμογεννήτρια θα υπάρχει μια γέφυρα. Εκεί θα βρίσκονται όλα τα κύρια ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου και θα συνδέονται με την ξηρά από μια ασύρματη συσκευή αποστολής σημάτων. Το σύστημα διαβιβάζει τις πληροφορίες για την ταχύτητα του ανέμου, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, και οποιοδήποτε προβλήματα παρουσιάζονται. Η ανεμογεννήτρια μπορεί ακόμα να αρχίσει ή να σταματήσει τη λειτουργία της από την ξηρά.

Οι ανεμογεννήτριες θα είναι μεγαλύτερες από εκείνες που τοποθετούνται στην ξηρά. Χαρακτηριστικά ένας χερσαίος στρόβιλος έχει ύψος πύργου περίπου 30 έως 50 μέτρα και φτερωτή 12 με 25 μέτρα μάκρος. Αντίθετα στη θάλασσα έχουν τοποθετηθεί στρόβιλοι με 60 έως 80 μέτρα ύψος πυλώνα και 35 με 45 μέτρα μήκους η φτερωτή.

Η διαδικασία ανέγερσης ανεμογεννητριών αρχίζει με δέκα monopile θεμέλια. Ένας monopile είναι μια σωληνοειδής κατασκευή χάλυβα που οδηγείται στον πυθμένα της θάλασσας σε ένα βάθος πάνω από 20m. Ένα ειδικό σφυρί σωρών απαιτείται για αυτήν την λειτουργία που προσκρούει επανειλημμένα στους σωρούς μέχρι να ενσωματωθούν στο απαραίτητο βάθος.

Μεταξύ του monopile και του πύργου υπάρχει ένα κομμάτι μετάβασης (βλ. την εικόνα) που αντισταθμίζει μια πιθανή κλίση του πυλώνα και τις πιθανές ζημιές στο τέλος του. Το κομμάτι μετάβασης ενώνεται στο σωρό με μια ακτινωτή σύνδεση εξαιρετικού ρευστό-κονιάματος υψηλής απόδοσης. Το κομμάτι μετάβασης παρέχει επίσης την πρόσβαση στα καλώδια στήριξης.



Δύο τμήματα πύργων θα προστεθούν στην κορυφή κάθε κομματιού μετάβασης και θα τον αμπαρώσουν στη θέση του. Όλα τα σημαντικά συστατικά θα οργανωθούν και θα συγκεντρωθούν στο λιμάνι της Σητείας και θα μεταφερθούν στην περιοχή προγράμματος, περίπου 5Km χιλιόμετρα μακριά με ειδικά επανδρωμένα καράβια.

Η ομάδα εφαρμοσμένης μηχανικής θα χρησιμοποιήσει ειδικές ανυψωτικές συσκευές για να επιτρέψει την ασφαλέστερη και γρηγορότερη μεταφορά των διάφορων συστατικών. Επιπλέον, θα λειτουργήσει φορτηγίδα που θα εγκατασταθεί με έναν γερανό για να μπορέσει να φθάσει στα ύψη που θα απαιτηθούν για την τοποθέτηση των ανώτατων μερών της ανεμογεννήτριας.



Όπως και με τους χερσαίους στροβίλους έτσι και οι παράκτιες μηχανές μπορούν να είναι σχεδόν οποιουδήποτε χρώματος. Τις περισσότερες φορές οι ανεμογεννήτριες στη θάλασσα έχουν χρώμα ανοικτό μπλε με άσπρο ή γκρι ανοικτό για να συνδυάζονται στο ανθρώπινο μάτι με τον ουρανό. Τα χαμηλότερα τμήματα των πύργων μπορεί να είναι σε έντονο χρώμα ( π.χ. κίτρινο ) έτσι ώστε να διακρίνονται από μακριά από τα σκάφη. Επίσης ένα άλλο μέτρο που λαμβάνεται για τα σκάφη είναι τα λεγόμενα φώτα ναυσιπλοΐας που τοποθετούνται στη νασέλα. Η χρήση αυτών των φώτων βοηθάει όχι μόνο τα σκάφη αλλά και τα αεροπλάνα.

Εκτός από τα φώτα ναυσιπλοΐας στις ανεμογεννήτριες τοποθετούνται και ανακλαστικές ραντάρ, προκειμένου να αναγνωρίζονται από θαλάσσια και αέρια ραντάρ.

### *Οδοποιία*

Για την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου δεν χρειάζονται δρόμοι και πλατείες ανέγερσης γιατί το πάρκο βρίσκεται μέσα στη θάλασσα. Οι μηχανές θα μεταφερθούν θαλάσσια. Από το λιμάνι της Σητείας με ειδικά διαμορφωμένα καράβια θα πάνε απευθείας στον κόλπο του Μόχλου και η τοποθέτηση θα γίνει με πλωτούς γερανούς. Επειδή στην Ελλάδα δεν έχει γίνει ακόμα ανέγερση θαλάσσιων ανεμογεννητριών δεν υπάρχει η κατάλληλη

υποδομή. Γι αυτό η εταιρία που αναλαμβάνει την μεταφορά και την τοποθέτηση των Α/Γ (VESTAS) θα φέρει και τον απαιτούμενο εξοπλισμό εγκατάστασης.

### Θεμελίωση

Για την ασφαλή στήριξη και λειτουργία της κάθε ανεμογεννήτριας θα κατασκευασθεί βάση θεμελίωσης στο βυθό της θάλασσας. Στην προκαθορισμένη θέση της κάθε ανεμογεννήτριας θα μεταφερθεί πλατφόρμα που έχει σχεδιαστεί για την ανέγερση θαλάσσιου αιολικού πάρκου. Η πλατφόρμα έχει στις 4 γωνίες της σωλήνες που κατεβαίνουν κάθετα και «γαντζώνουν» στο βυθό. Κατά κάποιο τρόπο είναι τα πόδια της πλατφόρμας που δεν την αφήνουν για λόγους ασφαλείας να κινηθεί από το σημείο που θέλουμε να τοποθετήσουμε την ανεμογεννήτρια.



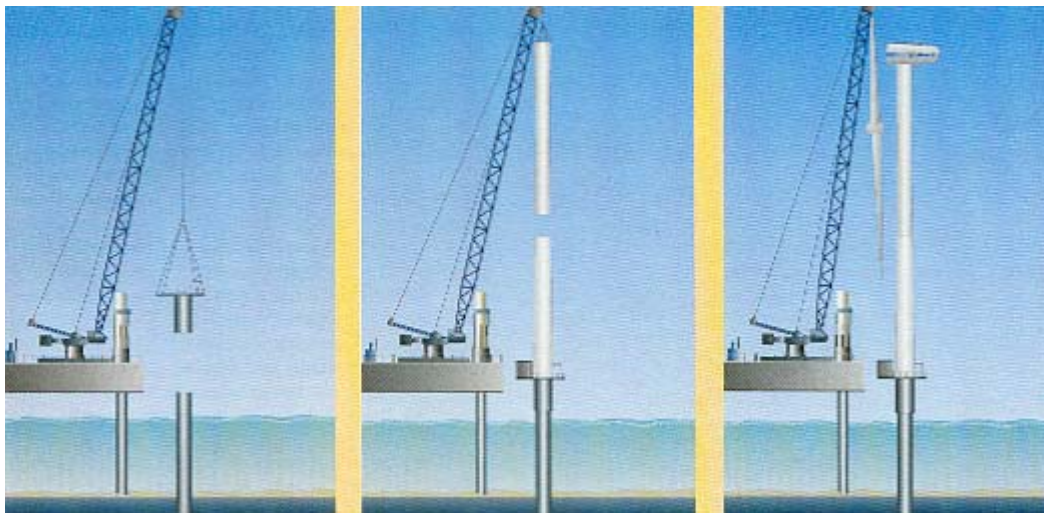
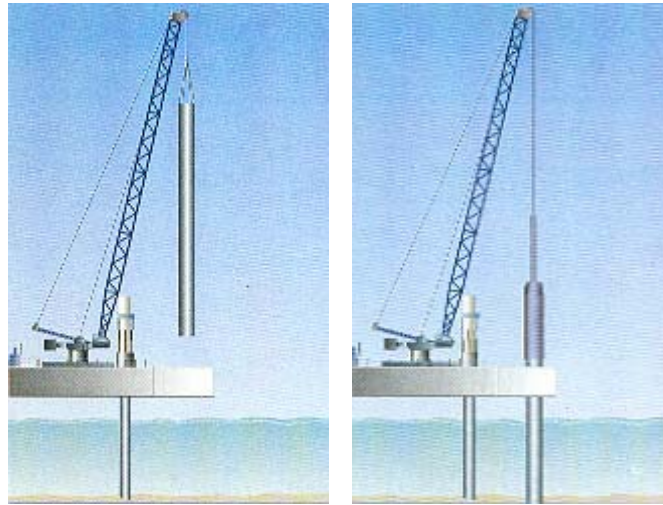
Στη συνέχεια ένα γιγάντιο θαλάσσιο τρυπάνι, ανοίγει τρύπα στο βυθό στη θέση που έχει οριστεί από τη μελέτη να τοποθετηθεί η ανεμογεννήτρια. Η βάση της μπαίνει σε περίπου 10 m βάθος από την πυθμένα. Για να μειωθεί ο θόρυβος από τις εργασίες που γίνονται τόσο έξω από τη θάλασσα όσο και μέσα στο θαλάσσιο οικοσύστημα τοποθετούνται στο νερό ειδικές συσκευές που απορροφούν το μεγαλύτερο μέρος του θορύβου. Κατά την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου λαμβάνονται όλες οι προφυλάξεις για την προστασία του περιβάλλοντος. Την ώρα της εγκατάστασης πετάει και ελικόπτερο πάνω από την περιοχή προκειμένου να επιβλέπει τα πουλιά.

Στην ξηρά γίνεται το μεγαλύτερο μέρος της συναρμολόγησης της ανεμογεννήτριας. Τοποθετούνται τα δύο φτερά η νασέλα και το ένα από τα δύο μέρη του πυλώνα. Το μέρος του πυλώνα που βρίσκεται μέσα στη θάλασσα τοποθετείται μόνο του στην αρχή, μετά το δεύτερο με τα δύο φτερά και στο τέλος το τρίτο.

Αφού γίνει η τρύπα των 10 μέτρων, ρίχνουμε χαλίκι και μπετόν καθαριότητας στο κάτω μέρος της. Στη συνέχεια ρίχνουμε τη βάση και τη γεμίζουμε με άμμο. Το πλάτος της βάσης είναι 10 m.



Για να κολλήσουμε τα δύο μέρη του πυλώνα κατεβαίνει ο εργάτης στο πρώτο από ελικόπτερο και ενώνει τον πυλώνα με μπουλόνια. Έπειτα, τοποθετείται προσωρινά στη νασέλα μικρή πλατφόρμα, προκειμένου ο γερανός να τοποθετήσει εκεί το τρίτο φτερό για να συναρμολογηθεί και αυτό. Αυτό είναι και το τελευταίο στάδιο εγκατάστασης μίας θαλάσσιας αιολικής μηχανής.



### *Υποσταθμοί*

Ο υποσταθμός Χ.Τ. / Μ.Τ. για κάθε Α/Γ θα είναι ενσωματωμένος στην βάση της Α/Γ ή ανάλογα με τον τύπο της Α/Γ που θα επιλεγεί μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα πλωτό οικίσκο κοντά στην βάση της Α/Γ . Λόγω των δυσμενών καιρικών συνθηκών που επικρατούν στη θάλασσα οι Δανέζικες εταιρείες συνιστούν πλωτούς οικίσκους σε κάθε ανεμογεννήτρια και ανά 2 με 3 μηχανές ένα κεντρικό.

### *Κτίριο Ελέγχου*

Σε θέση στην παραλία κοντά στο Α/Π θα κατασκευασθεί το κτίριο ελέγχου του Α/Π , με προδιαγραφές να στεγάσει τον κεντρικό ηλεκτρολογικό εξοπλισμό, τον ηλεκτρονικό υπολογιστή τα συστήματα τηλεοπτείας, τηλεελέγχου και τηλεχειρισμού των ανεμογεννητριών , βοηθητικούς χώρους αποθήκευσης εργαλείων και ανταλλακτικών, καθώς και να παρέχει τις απαραίτητες διευκολύνσεις για την παραμονή των τεχνικών

συντήρησης και λειτουργίας. Το κτίριο ελέγχου θα συνδέεται με υπόγεια υποθαλάσσια καλώδια με τους υποσταθμούς των Α/Γ.

### *Τηλεπικοινωνίες*

Για την ενσύρματη επικοινωνία του Α/Π με το κτίριο ελέγχου καθώς και για την μεταφορά δεδομένων σε απομακρυσμένα σημεία εκτός των ορίων του πάρκου , θα προμηθευτούμε από τον Ο.Τ.Ε. δύο τηλεφωνικές γραμμές τύπου ISDN τουλάχιστον . Σε περίπτωση που διατίθενται γραμμές ADSL , αυτές θα προτιμηθούν .

### *Σύστημα Τηλεπαρακολούθησης – Τηλεελέγχου*

Το σύστημα βασίζεται στην εμπορική εφαρμογή που έχει αναπτύξει η εταιρεία κατασκευής των Α/Γ και αποτελείται από τα αισθητήρια των υποσυστημάτων των Α/Γ ένα κεντρικό Η/Υ που βρίσκεται στο κτήριο ελέγχου , τα απαραίτητα τηλεπικοινωνιακά συστήματα (modem , ISDN γραμμή ) καθώς και το απαραίτητο λογισμικό παρακολούθησης των Α/Γ .

### *Σύνδεση με το δίκτυο Υψηλής Τάσης.*

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια από το Α/Π θα συγκεντρώνεται μέσω υπογείων καλωδίων μέσης τάσης (20 kV) στον Υ/Σ ο οποίος ευρίσκεται στο κτίριο ελέγχου και στη συνέχεια μέσω υπογείων καλωδίων θα οδηγείται στην ανεξάρτητη γραμμή μέσης τάσης (20 kV) για μεταφορά και απορρόφησή της στον υποσταθμό. Η γραμμή διασύνδεσης των 20kV θα κατασκευασθεί από την ΔΕΗ με έξοδα της εταιρείας και θα είναι εναέρια σύμφωνα με τις σχετικές τεχνικές προδιαγραφές της ΔΕΗ. Ο υποσταθμός της ΔΕΗ βρίσκεται στη Σητεία .

## **2.3 Περιβαλλοντικές επιπτώσεις**

Η περιβαλλοντική επίδραση των Θαλάσσιων Αιολικών Πάρκων μειώνεται αρκετά έναντι των χερσαίων. Στα Θαλάσσια Πάρκα ο θόρυβος και η οπτική όχληση θεωρείται σχεδόν απίθανο ζήτημα. Περιβαλλοντική επίδραση μπορεί να εντοπιστεί μόνο στο βυθό, αν και εκεί θεωρείται απειροελάχιστη.

Όσο αφορά τις επιπτώσεις στη θαλάσσια ζωή μελέτες έχουν δείξει ότι μερικά θεμέλια μπορούν να ενεργήσουν ως τεχνικοί σκόπελοι με μια συνεχή αύξηση στους πληθυσμούς ψαριών από το νέο ανεφοδιασμό τροφίμων. Κάποιοι υποστηρίζουν ότι ο θόρυβος από τους στροβίλους υποβρύχια ενοχλεί τη θαλάσσια ζωή. Σύμφωνα όμως με μία έκθεση ερευνητικών μονάδων θαλασσιών θηλαστικών αυτό δεν δημιουργεί πρόβλημα στη θαλάσσια ζωή εφόσον έχει υπάρξει παρόμοια έκθεση για βάρκες, μηχανές κ.λπ.

Οι επιπτώσεις ενός Θαλάσσιου Αιολικού Πάρκου στα πουλιά δεν διαφέρουν κατά πολύ από τις επιπτώσεις ενός χερσαίου. Δεν κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε περιοχές όπου έχουμε νυχτερινό πέρασμα αποδημητικών πουλιών ειδικότερα αν αυτά ανήκουν σε είδος υπό εξαφάνιση. Με αυτόν τον τρόπο αποφεύγεται η οποιαδήποτε μείωση στον πληθυσμό των πουλιών. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μόνο πουλιά με

προβλήματα όρασης πέφτουν πάνω στα πτερύγια της ανεμογεννήτριας. 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 100-200 m μακριά από τη περωτή πετώντας πάνω ή γύρω από αυτήν σε μια απόσταση ασφαλείας. Επομένως ένα αιολικό πάρκο θα κατασκευαστεί μακριά από ιδιαίτερα τοπογραφικά χαρακτηριστικά τα οποία θα προσέλκυαν τα πουλιά καθώς επίσης και σε περιοχές με μειωμένη ορατότητα και κακές καιρικές συνθήκες.

Άλλοι υποστηρίζουν ότι τα αιολικά πάρκα στη θάλασσα έχουν ευεργετική και όχι καταστρεπτική επίδραση. Οι αυξήσεις στους πληθυσμούς ψαριών που σημειώνονται όπως αναφέρθηκε παραπάνω λόγω των νέων τεχνιτών σκοπέλων, έχουν ως αποτέλεσμα και την αύξηση και του πληθυσμού των πουλιών. Η αύξηση των ψαριών επιφέρει θετικά αποτελέσματα και στην αλιεία, παρότι απαγορεύεται να κατασκευάζονται αιολικά πάρκα σε αναγνωρισμένες αλιευτικές περιοχές. Επίσης κατά την αδειοδότηση ενός αιολικού πάρκου λαμβάνεται υπ' όψιν και η υπόγεια τηλεγράφιση.

Είναι γνωστό ότι οι αιολικές μηχανές προκαλούν περιορισμένο αριθμό επιδράσεων στο περιβάλλον. Αυτό μάλιστα γίνεται σαφέστερο όταν αναλογιστούμε τις επιδράσεις των θερμοηλεκτρικών ή πυρηνικών σταθμών παραγωγής ενέργειας στο οικοσύστημα μίας περιοχής. Τα θαλάσσια αιολικά πάρκα προκαλούν τις ίδιες επιδράσεις με τα χερσαία και οι οποίες επεκτείνονται σε δύο ακόμα τομείς. Οι επιδράσεις εστιάζονται στους παρακάτω τομείς:

- ◆ επιδράσεις στα πουλιά
- ◆ επιδράσεις στην αλιεία
- ◆ επιδράσεις στις κοινωνικές εκδηλώσεις
- ◆ οπτική αισθητική επίδραση
- ◆ ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση
- ◆ επιδράσεις θορύβου

Οι επιδράσεις στην αλιεία και στις κοινωνικές εκδηλώσεις είναι αυτές που διαχωρίζουν τα χερσαία από τα θαλάσσια αιολικά πάρκα αφού οι παράλιες είναι τις περισσότερες φορές σημεία έλξης για κοινωνικές εκδηλώσεις ιδιαίτερα την καλοκαιρινή περίοδο.

Οι πληροφορίες που έχουμε για τις επιδράσεις που μπορεί να έχει ένα θαλάσσιο αιολικό πάρκο στα πουλιά είναι παρμένες από μελέτες που έχουν γίνει σε διάφορα πειραματικά και εγκατεστημένα πάρκα στη Δανία αφού αυτή είναι πρωτοπόρος σε αυτή την νέα τεχνολογία. Μελέτες συγκεκριμένα έχουν γίνει στο πειραματικό αιολικό πάρκο του Tuna Knob αλλά και στα εγκατεστημένα του Horn Rev και Rodsand. Οι συγκεκριμένες μελέτες έγιναν σε δύο φάσεις:

A. στη φάση κατασκευής και

## B. στη φάση λειτουργίας

Οι επιδράσεις στα πουλιά ως αποτέλεσμα της εργασίας κατασκευής αναμένονται να είναι προσωρινές και περιορισμένες. Η επίδραση της τοποθέτησης του καλωδίου στο έδαφος είναι επίσης μελετημένη για να είναι προσωρινή και ελάχιστη.

Πιθανές μόνιμες επιδράσεις στα θαλασσοπούλια ως αποτέλεσμα της μακροπρόθεσμης λειτουργίας του αιολικού πάρκου προσδιορίζονται σε τρεις κύριους τίτλους:

1. Φυσικές αλλαγές του βιότοπου
2. Αποτελέσματα διαταραχής ως αποτέλεσμα της αποφυγής των ανεμογεννητριών, με αντίτιμο την απώλεια δυνατότητας να χρησιμοποιηθεί αλλιώς ο διαθέσιμος βιότοπος
3. Κίνδυνος σύγκρουσης

Οι φυσικές αλλαγές του βιότοπου περιλαμβάνουν :

1. την απώλεια της κατώτατης περιοχής όποιος στηρίζει τα θεμέλια ανεμογεννητριών,
2. την παροχή νέου υποβρύχιου υποστρώματος για την τακτοποίηση των προνυμφών των θαλασσιών ασπόνδυλων, και
3. την παροχή πλατφορμών για τα πουλιά για να καθίσουν ή να σκαρφαλώσουν επάνω

Η προτεινόμενη περιοχή αιολικού πάρκου πρέπει να είναι τοποθετημένη έξω από τις περιοχές που καλύπτονται από ειδικά μέτρα προστασίας σε σχέση με τη συντήρηση των πουλιών. Για αυτόν τον λόγο, μια πλήρης έρευνα για τις πιθανές επιδράσεις της κατασκευής παράκτιου αιολικού πάρκου, τις επιδράσεις στο νερό και τα θαλασσοπούλια έχει γίνει απαίτηση μέσα στα προγράμματα κατασκευής.

Οι όροι του εγγράφου έγκρισης αιολικών πάρκων δηλώνουν ότι οι αναλύσεις αξιολόγησης του αντίκτυπου πρέπει να συγκρίνουν την περιοχή κατασκευής ως περιοχή αντίκτυπου, με μια ή περισσότερες περιοχές αναφοράς. Προσδιορισμός μιας περιοχής αναφοράς όπου η μόνη διαφορετική παράμετρος κατασκευής στην περιοχή είναι ο αέρας του πάρκου. Οι όροι που επιβάλλονται είναι να υπάρχουν διευκρινισμένες εκτιμήσεις της περιβαλλοντικής επίδρασης (ΕΙΑ) σχετικά με προγράμματα και να είναι ρητά διατυπωμένες οι προδιαγραφές της θεμελίωσης αλλά και η μελέτη επίδρασης στα ύδατα και τα θαλασσοπούλια.

Για αυτόν τον λόγο, αποφασίστηκε να συμβάλει στο γενικό ΕΙΑ για τα πουλιά η βοήθεια μιας έκθεσης τεχνικού υποβάθρου.

Σύμφωνα με τις οδηγίες της ΕΕ 85/337 και 97/11, η Ελλάδα απαιτεί Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ) για όλα τα σημαντικά αναπτυξιακά έργα, συμπεριλαμβανομένων των κύριων κατασκευαστικών προγραμμάτων.

Τα εθνικά στοιχεία δείχνουν ότι οι περισσότερες ΜΠΕ αφορούν την αστική και παράκτια ανάπτυξη. Για τα μεγαλύτερα έργα, το ΥΠΕΧΩΔΕ αξιολογεί τις ΜΠΕ στην Αθήνα.

Ο αριθμός αυτών των ΜΠΕ είναι μεγάλος. Οι νομαρχίες είναι αρμόδιες για την αξιολόγηση ΜΠΕ μικρότερων έργων και η έκδοση οικοδομικής άδειας (συντά/πάντα) απαιτεί μια εγκεκριμένη ΜΠΕ. Επειδή πολλά έργα μεγάλης κλίμακας είναι αρμοδιότητας και άλλων υπουργείων (π.χ. Υπουργείο Ανάπτυξης ή Γεωργίας), οι ΜΠΕ για αυτά ελέγχονται και η απόφαση έγκρισης περιβαλλοντικών όρων υπογράφεται από κοινού από το ΥΠΕΧΩΔΕ και τα άλλα υπουργεία που είναι συναρμόδια.

## 2.4 Επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννητριών

Σε γενικές γραμμές η επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννήτριας παρουσιάζει τα ίδια προβλήματα με την επιλογή θέσης εγκατάστασης οποιουδήποτε συστήματος παραγωγής ενέργειας. Διαφέρει όμως σ' ένα βασικό σημείο: είναι αδύνατο να προσδιορισθεί η καθαρή παραγωγή ενέργειας ή το κατά προσέγγιση κόστος αυτής, αν δεν είναι γνωστή η ακριβής θέση εγκατάστασης της ανεμογεννήτριας. Η συμπεριφορά του ανέμου σε μία θέση, είναι αυτή που καθορίζει και τη λειτουργική συμπεριφορά της ανεμογεννήτριας. Έτσι, η οικονομική βιωσιμότητα μιας συγκεκριμένης ανεμογεννήτριας, σ' ένα συγκεκριμένο τόπο δεν μπορεί να προβλεφθεί χωρίς την ακριβή γνώση της συμπεριφοράς του ανέμου στη θέση αυτή. Επομένως, η ένταση του ανέμου και οι διακυμάνσεις στο μέτρο και τη διεύθυνση είναι οι βασικές παράμετροι για την επιλογή της θέσης της ανεμογεννήτριας όχι όμως και οι μοναδικές. Ανεμογεννήτριες τοποθετημένες σε βιώσιμες θέσεις πρέπει να πληρούν τις ακόλουθες ιδιότητες:

- ▶ Η παραγωγή ενέργειας να είναι συμφέρουσα οικονομικά (το κόστος της παραγόμενης KWh να είναι μικρό).
- ▶ Η εγκατάσταση να μην έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.
- ▶ Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας να είναι συμβατή με τη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου.
- ▶ Να έχουν ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό της ανεμογεννήτριας οι πιθανές ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες της συγκεκριμένης θέσης (παγετοί, εξαιρετικά ισχυροί άνεμοι έντονοι κυματισμοί κλπ.).
- ▶ Η επιλεγμένη θέση να είναι αποδεκτή από το κοινό.

Η διαδικασία επιλογής θέσης εγκατάστασης ανεμογεννήτριας μπορεί να χαρακτηριστεί επιτυχής, όταν είναι δυνατός, μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα, ο προσδιορισμός περιοχής με υψηλό αιολικό δυναμικό. Έπειτα, αφού γίνει προσεκτικός έλεγχος της περιοχής αυτής, επιλέγονται οι θέσεις που ικανοποιούν τις υπόλοιπες παραμέτρους που απαριθμήθηκαν προηγουμένως.

Ένας πρωταρχικός παράγοντας που σχετίζεται με την οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης είναι το μέγεθος και οι περιοδικές διακυμάνσεις της έντασης του ανέμου. Η συμπεριφορά όμως του ανέμου

κοντά στην επιφάνεια της γης είναι περίπλοκη και η ταχύτητα του μπορεί να μεταβληθεί απότομα, τόσο στο οριζόντιο όσο και στο κατακόρυφο επίπεδο. Οι τεχνικές που έχουν αναπτυχθεί για να ανάγουμε υπάρχοντα δεδομένα, σε θέσεις που μας ενδιαφέρουν δεν είναι ακριβείς.

Έτσι, δεν μπορούμε να σχεδιάσουμε ένα δίκτυο μετρήσεων ταχυτήτων του ανέμου που να μπορεί να μας δώσει το αιολικό δυναμικό σε κάθε θέση μιας μεγάλης περιοχής. Επίσης οι μετρήσεις χρειάζονται χρόνο και χρήματα να πραγματοποιηθούν.

## 2.4.1 Παράμετροι που επηρεάζουν την επιλογή τοποθεσίας εγκατάστασης ανεμοκινητήρα

Το να προσδιορίσουμε μια τοποθεσία στην οποία πνέουν δυνατοί άνεμοι, δεν σημαίνει ότι βρήκαμε και τη βέλτιστη θέση για την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας. Πολλές και σημαντικές είναι οι επιμέρους παράμετροι, που πρέπει να έχει υπόψη του ο μηχανικός, προκειμένου να καταλήξει στην επιλογή της οριστικής θέσης εγκατάστασης. Και η επιλογή αυτή θα είναι η βέλτιστη, μόνον εφόσον γίνει σωστή και λεπτομερής αξιολόγηση των παρακάτω παραμέτρων:

### 1. Οικονομική αξία

Ο σημαντικότερος στόχος μιας ανεμογεννήτριας είναι να μειώσει το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας γι' αυτό η οικονομική βιωσιμότητα είναι η πρωταρχική ιδιότητα για την αποδοχή ή όχι μιας θέσης. Επειδή η ανεμογεννήτρια παράγει ηλεκτρική ενέργεια μόνο όταν φυσάει άνεμος, χρησιμοποιείται συνήθως σαν εξοικονομητής καυσίμου.

Έτσι, το κόστος της παραγόμενης ενέργειας ποικίλει ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την εποχή του έτους. Για να κρίνουμε επομένως την οικονομική βιωσιμότητα μιας θέσης ανεμογεννήτριας, χρειαζόμαστε πληροφορίες για το μέγεθος και τις διακυμάνσεις του ανέμου μέσα σ' ένα έτος.

Ένας άλλος οικονομικός παράγοντας πρωταρχικού ενδιαφέροντος είναι το κόστος εγκατάστασης. Τούτο είναι αισθητά μειωμένο αν η εγκατάσταση γίνει κοντά σε υπάρχοντες δρόμους και γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας και στην περίπτωση του παράκτιου Α/Π το κόστος είναι επιβαρημένο αφού απαιτούνται ειδικές προδιαγραφές για την εγκατάσταση του.

### 2. Επιδράσεις στο περιβάλλον

Γενικά, οι επιδράσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον είναι πολύ μικρές. Ωστόσο, σε ορισμένες μεμονωμένες περιπτώσεις μπορεί η ανεμογεννήτρια να έχει αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον. Οι επιδράσεις που ενδιαφέρουν περισσότερο είναι:

#### 1. Οπτικοαισθητική επίδραση

Η εγκατάσταση μιας τεράστιας ανεμογεννήτριας σε μία όχι και τόσο ανοιχτή περιοχή δημιουργεί σε ορισμένους μια αρνητική οπτική εντύπωση. Αντίθετα η εγκατάσταση της ίδιας ανεμογεννήτριας σε μία αχανή (Θαλάσσιο περιβάλλον) έκταση περνάει σχεδόν απαρατήρητη.

### *2. Ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση*

Το πρόβλημα της ηλεκτρομαγνητικής αλληλεπίδρασης δημιουργείται από την ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια της πτερωτής.

### *3. Γενικοί κανονισμοί και περιορισμοί στη χρησιμοποίηση της γης*

Όταν προσπαθούμε να βρούμε κατάλληλες θέσεις για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών, πρέπει να έχουμε υπόψη μας κανονισμούς και νόμους που πιθανόν να εμποδίζουν τη χρησιμοποίηση γης για εγκατάσταση μεγάλων ανεμογεννητριών. Τέτοιοι νόμοι μπορεί να είναι σχετικοί με την προστασία του περιβάλλοντος, με την προστασία ιστορικών μνημείων και άλλων αρχαιολογικών χώρων .

### *4. Αποδοχή από την πλευρά του κοινού*

Σε τελευταία ανάλυση, η επιτυχής επιλογή μιας τοποθεσίας για την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας εξαρτάται από την αποδοχή της από την κοινή γνώμη. Το κοινό πρέπει να νιώσει ότι τα έργα υποδομής που θα γίνουν για την εγκατάσταση της ανεμογεννήτριας δεν θα αλλοιώσουν το τοπίο και η ανεμογεννήτρια που θα εγκατασταθεί θα ταιριάζει με το σκηνικό των γύρω περιοχών. Η στάση του κοινού επηρεάζεται τόσο από τις αντιλήψεις του για τις ανεμογεννήτριες γενικά, όσο και από τις αντιλήψεις του για τα οικονομικά οφέλη που θα προκύψουν από την εγκατάσταση ανεμογεννήτριας στην συγκεκριμένη θέση.

Προς το παρόν οι αντιλήψεις της πλειονότητας του κοινού για τις ανεμογεννήτριες είναι θετικές αφού αυτές δεν μολύνουν το περιβάλλον, χρησιμοποιούν σαν πρώτη ύλη ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και εξοικονομούν καύσιμα.

## **3. Επιδράσεις από το περιβάλλον**

### *1. Μετεωρολογικά προβλήματα*

Κατά την επιλογή θέσεων για την εγκατάσταση ανεμογεννητριών πρέπει να ληφθούν υπόψη πιθανές ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες. Ορισμένες απ' αυτές μπορεί πράγματι να προκαλέσουν σημαντικές ζημιές στην κατασκευή. Άλλες πάλι απλώς επηρεάζουν το κόστος συντήρησης και τη διάρκεια ζωής της μηχανής.

### *2. Παγετός*

Η δημιουργία παγετού μπορεί να επηρεάσει τη λειτουργία ανεμογεννήτριας με διάφορους τρόπους. Πρώτα απ' όλα η επικάλυψη στις κατασκευές αυξάνει τα στατικά και δυναμικά τους φορτία. Ως εκ τούτου, όλα τα συστήματα της ανεμογεννήτριας και οι γραμμές μεταφοράς πρέπει να έχουν υπολογιστεί ώστε να αντέχουν αυτά τα φορτία. Όταν επικάλυπτονται σημαντικές ποσότητες πάγου στα πτερύγια, εκτός του ότι αυξάνεται το φορτίο τους, υπάρχει και ο κίνδυνος να εκτοξευθεί κάποιο κομμάτι πάγου καθώς τα πτερύγια στρέφονται. Σε περίπτωση λοιπόν παγετού θα πρέπει να σταματάμε τη λειτουργία της ανεμογεννήτριας και να καθαρίζουμε τα πτερύγια. Αυτό έχει σημαντικές επιπτώσεις στην παραγωγή ενέργειας, ιδιαίτερα όταν η περιοχή που έχουμε επιλέξει εμφανίζει συχνά φαινόμενα παγετού. Ακόμα υπάρχει ο κίνδυνος, με το πάγωμα των ανεμόμετρων, να χαλάσουν τα συστήματα ελέγχου της ανεμογεννήτριας. Καλό είναι λοιπόν κατά την εκλογή θέσης

ανεμογεννήτριας να εκτιμάται από μετεωρολόγο η πιθανότητα και η συχνότητα εμφάνισης παγετών.

Πρέπει να αποφεύγεται επίσης η επιλογή περιοχών που παρουσιάζουν υπερβολικές χιονοπτώσεις, γιατί αυξάνεται σημαντικά το κόστος λειτουργίας και συντήρησης της ανεμογεννήτριας, ιδιαίτερα όταν η περιοχή αποκλείεται συχνά από τα χιόνια.

### 3. Υπερβολικά ισχυροί άνεμοι

Η συχνότητα με την οποία παρουσιάζονται θυελλώδεις άνεμοι σε μία περιοχή, καθώς και η έντασή τους, μπορεί να υπολογιστεί από υπάρχοντα κλιματολογικά δεδομένα.

Αυτή η πληροφορία είναι χρήσιμη για το σχεδιασμό κατάλληλης ανεμογεννήτριας που να λειτουργεί όταν επικρατούν τέτοιοι θυελλώδεις άνεμοι. Βλέπουμε λοιπόν ότι ανάλογα με τη θέση που επιλέγουμε μεταβάλλεται και ο τύπος της ανεμογεννήτριας που θα εγκαταστήσουμε. Επομένως μεταβάλλεται το κόστος κατασκευής αλλά και το κόστος της παραγόμενης ενέργειας.

### 4. Τύρβη

Σε μία τυρβώδη ροή, το άνυσμα της ταχύτητας σε κάθε σημείο του ρευστού, υφίσταται διακυμάνσεις στο μέτρο και τη διεύθυνση. Αυτές οι διακυμάνσεις εκτείνονται σε μέγεθος και διάρκεια και μπορεί να προκαλέσουν κόπωση της κατασκευής.

Η τύρβη μπορεί να επηρεάσει τη διάρκεια ζωής ή το κόστος συντήρησης της μηχανής. Οι επιστήμονες γνωρίζουν ότι η τύρβη σε ροή πάνω από τραχύ, ανώμαλο έδαφος (βουνά, κοιλάδες, λόφοι κλπ.) είναι διαφορετική από αυτήν που παρατηρείται στη ροή πάνω από επίπεδο, ομαλό έδαφος. Ωστόσο υπάρχουν ελάχιστα δεδομένα που να αποσαφηνίζουν αυτές τις διαφορές.

Η μεγάλη πλειοψηφία των μετρήσεων έχει γίνει πάνω από επίπεδο έδαφος, όπου μπορούν να αναπτυχθούν απλές θεωρίες για να περιγράψουν τη συμπεριφορά της ροής. Αλλά και αν είχαμε μετρήσεις της τύρβης πάνω από ανώμαλο έδαφος, θα ήταν δύσκολο να εκτιμήσουμε την επίδρασή της στη διάρκεια ζωής και το κόστος συντήρησης της μηχανής. Κάτι τέτοιο απαιτεί περισσότερη εμπειρία, από τη λειτουργία μεγάλης ποικιλίας ανεμογεννητριών κάτω από ένα ευρύ φάσμα κλιματολογικών και τοπογραφικών συνθηκών. Προς το παρόν, θα ήταν επιθυμητό, να διαλέγουμε θέσεις με όσο το δυνατό χαμηλότερο επίπεδο τύρβης.

### 5. Υλικά μεταφερόμενα από τον αέρα

Ανεμογεννήτριες που πρόκειται να εγκατασταθούν σε παραθαλάσσιες περιοχές υπόκεινται σε διάβρωση επειδή ο αέρας σ' αυτές τις περιοχές περιέχει σημαντικές ποσότητες αλάτων. Πρέπει λοιπόν ορισμένα τμήματα της κατασκευής να προστατευθούν ώστε να διαθέτουν αντισκωρική προστασία. Αν μια ανεμογεννήτρια είναι τοποθετημένη σε άγονη περιοχή, είναι πιθανό ο αέρας να μεταφέρει επάνω της σκόνη, άμμο, ψιλό χαλίκι κλπ. Τέτοια τραχιά υλικά μπορούν να προξενήσουν ζημιές στα πτερύγια, τα προστατευτικά καλύμματα, τα λιπαντικά και αλλού.

Προκειμένου να επιτύχουμε ικανοποιητική συντήρηση της μηχανής κάτω από τέτοιες συνθήκες, απαιτούνται σχεδιαστικές τροποποιήσεις και ειδικές διαδικασίες συντήρησης. Τέτοιες διαδικασίες και τροποποιήσεις αυξάνουν το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.



## 6. Η σταθερότητα των ανέμων

Οι διακυμάνσεις της ταχύτητας του ανέμου κατά το χρονικό διάστημα μιας ώρας, σαφώς επηρεάζουν τη λειτουργία της μηχανής, ενώ μπορούν να επιδράσουν και στη διάρκεια ζωής της.

Αλλά και οι αλλαγές στην κατεύθυνση του ανέμου, στη διάρκεια μιας ώρας, επηρεάζουν τη λειτουργία και τη συμπεριφορά της μηχανής. Μια μελέτη της NASA πάνω στο μοντέλο ανεμογεννήτριας Clayton MOD-OA έδειξε ότι με την περιστροφή της μηχανής γύρω από τον κατακόρυφο άξονά της (yawing), προκειμένου αυτή να παρακολουθεί τις αλλαγές της κατεύθυνσης του ανέμου, αναπτύσσονται σημαντικά καμπικά φορτία στα πτερύγια της μηχανής.

Είναι πολύ νωρίς να πούμε τι επίδραση έχει στη διάρκεια ζωής της μηχανής η συχνή περιστροφή της γύρω από τον κατακόρυφο άξονά της. Είναι όμως φανερό ότι η λειτουργία μιας μηχανής σε μια θέση που παρουσιάζει συχνές αλλαγές στη διεύθυνση του ανέμου θα είναι μειονεκτικότερη μιας άλλης που είναι τοποθετημένη σε περιοχή με σταθερότερους ανέμους.

Ένα άλλο ενδιαφέρον αιολικό χαρακτηριστικό είναι η διαχρονική μεταβλητότητα δηλαδή η μεταβολή των αιολικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής από χρόνο σε χρόνο. Βέβαια οι από χρόνο σε χρόνο μεταβολές της ταχύτητας του ανέμου είναι συνήθως πολύ μικρότερες από τις εποχιακές ή ημερήσιες διακυμάνσεις κατά τη διάρκεια ενός δεδομένου έτους. Όμως η διαχρονική μεταβλητότητα επηρεάζει οπωσδήποτε το μέσο κόστος της ενέργειας που παράγεται σε όλη τη διάρκεια ζωής της μηχανής. Ας μη ξεχνάμε ότι η μέση διάρκεια ζωής της ανεμογεννήτριας είναι 20 χρόνια, διάστημα μέσα στο οποίο η διαχρονική μεταβλητότητα μπορεί να είναι σημαντική. Έτσι, η διαχρονική μεταβλητότητα μπορεί να αποδειχθεί επικίνδυνη αν οι αποφάσεις για την επιλογή τοποθεσίας στηριχτούν σε δεδομένα ενός «άσχημου ή πολύ καλού αιολικού έτους».

Τελειώνοντας να αναφέρουμε ότι όλες σχεδόν οι παράμετροι που αναφέρθηκαν παραπάνω, έχουν επίδραση στην οικονομική βιωσιμότητα της όλης κατασκευής γι' αυτό και πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή θέσης εγκατάστασης ανεμογεννητριών.

Θα πρέπει όμως να έχουμε υπόψη μας ότι υπάρχει πάντα το στοιχείο του ρίσκου στην εκλογή θέσεων ανεμογεννητριών. Τα μετεωρολογικά φαινόμενα βρίσκονται σε μία κατάσταση διαρκούς μεταβολής. Όσο προσεκτικές μετρήσεις και αν έχουμε πάρει, όσο κι αν έχουν γίνει σοβαρές μελέτες των τοπογραφικών χαρακτηριστικών μιας περιοχής, είναι πιθανό η απόφαση που θα παρθεί για τη θέση της εγκατάστασης να μην είναι η ορθή. Η πιθανότητα όμως αυτή είναι μικρή, σκοπός μας δε είναι να την εξαλείψουμε.

## 2.5 Έρευνες που επηρεάζουν την επιλογή θαλάσσιας τοποθεσίας

### 1. Γεωφυσική έρευνα

Ως τμήμα των προετοιμασιών για την έναρξη της κατασκευής, μια γεωφυσική έρευνα πρέπει να εκτελεστεί στην αμμουδιά για την υποθαλάσσια διαδρομή καλωδίων στην ακτή. Αυτό συνεπάγεται και τη μελέτη του βυθού, την τράπεζα άμμου για να καθιερωθεί το σχεδιάγραμμα και η φύση τους και να

προσδιοριστούν οποιαδήποτε ζωικά και γεωφυσικά όντα μπορεί να περιέχονται καθώς και οι παρακάτω πληροφορίες:

- Εξακριβωμένες βαθυμετρικές πληροφορίες γύρω από όλα τα σημεία εγκαταστάσεων.
- Γνώση για τα εμπόδια, τις πέτρες, τους λίθους, τα συντρίμμια, ή και τα αρχαιολογικά υπολείμματα στον πυθμένα θάλασσας.
- Γνώση για τα θαμμένα συντρίμμια.
- Ρηχές γεωλογικές πληροφορίες ειδικά για να επιτρέψουν την παρέκταση των αποτελεσμάτων των γεωτεχνικών τρυπημάτων.
- Πληροφορίες για την δυνατότητα/ευκολία τοποθέτησης των καλωδίων σύνδεσης με το δίκτυο.

## 2. Γεωτεχνική έρευνα

Η γεωτεχνική έρευνα, καλύπτει τις θέσεις των ανεμογεννητριών και τη διαδρομή καλωδίων στην ακτή. Ο στόχος της είναι:

- Να καθορίσει ακριβώς κάθε εδαφολογική διεπαφή.
- Να επιλέξει οποιοδήποτε εδαφολογικό στρώμα.
- Να προετοιμάσει κατάλληλα τη γεώτρηση με το ελάχιστο της διαταραχής για τη δειγματοληψία ή και την κανονική δοκιμή δύναμης στο συνολικό βάθος που χρειάζεται κάτω από το βυθό.

## 2.6 Ο θόρυβος

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 (  $\leq 200\text{kW}$  ), 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 πέλατα 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 απορροφούμενης 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.

Ο ήχος μετριέται σε dB σε λογαριθμική κλίμακα. Το dB είναι ένα μέτρο του επιπέδου πίεσης του ήχου. Το μέγεθος της πίεσης που προκαλεί (ποικίλει στον αέρα) μια αύξηση 3 dB είναι ίση με διπλασιασμό της πίεσης του ήχου επομένως υπάρχει μια αισθητή αλλαγή στο επίπεδο του ήχου.

Μια αύξηση 10 dB ακούγεται σαν διπλασιασμός της ηχηρότητας. Μετρήσεις περιβαλλοντολογικού ήχου γίνονται σε dB περιλαμβανομένου μιας διόρθωσης και της ευαισθησίας του ανθρώπινου αυτιού. Επίσης, η μέτρηση του ήχου απαιτεί κάποιους επιπρόσθετους παράγοντες όπως είναι ο τύπος της αναπαράστασης και ο χρόνος στον οποίο ο ήχος μετριέται τυπικά ( 1 λεπτό, 10 λεπτά ή 1 ώρα )

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 .

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες ισχύος 800 - 1500 KW «παράγουν» ήχο έντασης περίπου 40 dB σε απόσταση 800m. 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.

## 2.6.1 Μελέτη θορύβου

Το αιολικό πάρκο είναι εγκατεστημένο στη θάλασσα σε απόσταση περίπου 1,2 Km από την ξηρά και ο κοντινότερος οικισμός απέχει 4Km περίπου από την περιοχή του αιολικού πάρκου. Λόγω λοιπόν της μεγάλης απόστασης από κατοικημένη περιοχή και γνωρίζοντας την νομοθεσία που επιτρέπει την λειτουργία αιολικού πάρκου σε απόσταση 800 m από οικισμό, δεν χρειάζεται να γίνει αναλυτική μελέτη θορύβου.

## 2.7 Η φύση του παράκτιου περιβάλλοντος

Η ακτή εντάσσεται στην ευρύτερη ζώνη επαφής της λιθόσφαιρας με την υδρόσφαιρα και είναι προϊόν της διαρκούς ανταγωνιστικής δράσης τους, που διαμορφώνεται μέσα από την αλληλεπίδραση τους στην πορεία του χρόνου. Η παράκτια ζώνη αποτελεί έκφραση της δυναμικής ισορροπίας μεταξύ προσφοράς ιζημάτων από την λιθόσφαιρα και την διευθέτησή τους (απομάκρυνσης ή συσσώρευσης) από την υδρόσφαιρα με την δράση των κυμάτων και των ρευμάτων, παραγόντων που εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την ατμόσφαιρα. Παράλληλα η επίδραση της βιόσφαιρας (βιογενείς ακτές, διάβρωση κ.λπ) στην διαμόρφωση της παράκτιας ζώνης δεν είναι αμελητέα. Στη δράση της βιόσφαιρας, με την ευρύτερη έννοια, περιλαμβάνεται και η επίδραση του ανθρώπου στον παράκτιο χώρο, με διάφορα έργα, που σε συνδυασμό με τα φυσικά χαρακτηριστικά της κάθε περιοχής, δημιουργούν μια ανθρωπογενή δυναμική ισορροπία.



*Πρώτο πειραματικό θαλάσσιο αιολικό πάρκο*

Κατά την διάρκεια του γεωλογικού χρόνου η κάθοδος και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας (π.χ κατά τις παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περιόδους) καθώς και οι κατακόρυφες μετακινήσεις του στερεού φλοιού της γης (λόγω τεκτονισμού ή άλλων αιτιών), είχαν ως αποτέλεσμα την ανάδυση ή κατάδυση των ακτών. Η μορφή των ακτών αλλάζει συνεχώς, καθώς το υγρό στοιχείο προσαρμόζεται στο σχήμα που του επιβάλλει η συνεχής μετατόπιση των ηπείρων. Η μετατόπιση αυτή (που ερμηνεύεται ικανοποιητικά από την θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών), ξεκινώντας από μία ενιαία ήπειρο (την Παγγαία) και μια ενιαία θάλασσα (την Πανθάλασσα), οδήγησε στην σημερινή μορφή της παγκόσμιας ακτογραμμής. Από γεωλογική άποψη οι σημερινές ακτές είναι πρόσφατοι σχηματισμοί: όλες σχηματίστηκαν στο χρονικό διάστημα μεταξύ Παλαιογενούς και Νεογενούς, με περιγράμματα παρόμοια με τα σύγχρονα, και διαμορφώθηκαν τελικά στο Τεταρτογενές δηλαδή πριν 2 εκατομμύρια χρόνια περίπου.

Η ακτή αποτελεί την ενδιάμεση μεταξύ ξηράς και θάλασσας, μα ακραία γραμμική γεωμετρία. Τα οικολογικά χαρακτηριστικά της προέρχονται από την επικάλυψη των οικοσυστημάτων που χωρίζει. Για παράδειγμα έχει ενδιάμεση θερμοκρασία, υγρασία ή αλατότητα ενώ περιλαμβάνει βιολογικά είδη τόσο του θαλάσσιου όσο και του χερσαίου περιβάλλοντος, καθώς επίσης και είδη χαρακτηριστικά των παράκτιων ενδιαιτημάτων. Όπως συμβαίνει και σε άλλες μεταβατικές ζώνες η ποικιλία των ειδών, αλλά και η πυκνότητα των πληθυσμών είναι συχνά μεγαλύτερες στο περιβάλλον της ακτής απ' ό,τι στους γειτονικούς χώρους. Η παραγωγικότητα είναι εξίσου σημαντική κατά κανόνα, διότι οι κύριοι περιοριστικοί παράγοντες, που είναι η συγκέντρωση των θρεπτικών αλάτων στη θάλασσα και η υγρασία στην ξηρά παρουσιάζουν συνήθως ικανοποιητική διαθεσιμότητα στα παράκτια οικοσυστήματα (Odum 1971, Shepard 1977, Χατζημπίρος 1990, Parathanasiou and Panagiotidis 1992).

Έτσι το περιβάλλον της ακτής συχνά σφύζει από ζωή, δεδομένου ότι οι τροφικές συνθήκες είναι πολύ ικανοποιητικές για τους οργανισμούς.

### 2.7.1 Το Ελληνικό θαλάσσιο περιβάλλον

Η διαρκής αλληλεπίδραση της μάζας του νερού με το βυθό οδηγεί τους θαλάσσιους οργανισμούς σε στενές σχέσεις εξάρτησης με το σύνολο του θαλάσσιου χώρου (εξάρτηση τροφική, αναπαραγωγική, φωλιάσματος κ.λπ), ώστε δεν θα ήταν υπερβολή να θεωρήσουμε το σύνολο του θαλάσσιου περιβάλλοντος ως ένα ενιαίο οικοσύστημα.

Ωστόσο για λόγους πρακτικούς είναι σκόπιμη η διάκριση δύο τουλάχιστο μεγάλων διαμερισμάτων (υποοικοσυστημάτων) στο θαλάσσιο περιβάλλον:

1. το οικοσύστημα του βυθού (βένθος) και
2. το οικοσύστημα της μάζας του νερού (πέλαγος)

Τόσο το βένθος όσο και το πέλαγος η παρουσία ή απουσία του φωτός αποτελεί σημαντικό κριτήριο για την διάκριση επιμέρους διαμερισμάτων. Η παρουσία του φωτός επιτρέπει την φωτοσύνθεση. Η πρωτογενής παραγωγή είτε από φυτά του βυθού (φυτοβένθος) είτε από φυτοπλαγκτόν, αποτελεί την ενεργειακή βάση κάθε θαλάσσιου τροφικού πλέγματος, ακόμη και στα μεγαλύτερα βάθη όπου επικρατεί απόλυτο σκοτάδι. Ένα άλλο σημαντικό κριτήριο για την διαμερισματοποίηση του θαλάσσιου οικοσυστήματος είναι η απόσταση από την ακτή.

Η επίδραση της χέρσου στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι μερικές φορές τόσο σημαντική ώστε οι όροι στο παράκτιο θαλάσσιο οικοσύστημα και οικοσύστημα ανοικτής θάλασσας να θεωρούνται δόκιμοι.

Το οικοσύστημα του βυθού μπορεί να χωριστεί:

A) Στο οικοσύστημα της ηπειρωτικής κρηπίδας (υφαλοκρηπίδας) που ξεκινά από την ακτογραμμή και φτάνει μέχρι την αρχή της ηπειρωτικής κατωφέρειας, σε βάθος 150-180 μέτρων και

B) στο οικοσύστημα των μεγάλων βαθών που αρχίζει από την ηπειρωτική κατωφέρεια και συνεχίζει στις αβυσαίες πεδιάδες και αδαίες τάφρους (μέγιστο βάθος στον Ελλαδικό χώρο περίπου 5.000 μέτρα

Αντίστοιχα το οικοσύστημα της μάζας του νερού μπορεί να διακριθεί:

A) στο οικοσύστημα των νηριτικών (παράκτιων) νερών που υπέρκειται της υφαλοκρηπίδας και

B) στο πελαγικό οικοσύστημα που βρίσκεται μακριά από τις ακτές, πέρα από την υφαλοκρηπίδα.

Στον Ελλαδικό χώρο η παρουσία εκτεταμένων υφαλοκρηπίδων και εκατοντάδων νησιών (κυρίως στο Αιγαίο) δυσχεραίνει την εφαρμογή τέτοιου κριτηρίου. Υπάρχουν ωστόσο παραδείγματα τυπικών όψεων των οικοσυστημάτων που προαναφέρθηκαν. Έτσι τυπική περίπτωση οικοσυστήματος βυθού αποτελεί το βόρειο Αιγαίο, από τις εκβολές του Στρυμόνα μέχρι τις εκβολές του Έβρου, ενώ τυπική περίπτωση οικοσυστήματος του βυθού πέρα από την υφαλοκρηπίδα αποτελεί το οικοσύστημα των βυθών στα νότια της Κρήτης. Για τη μάζα του νερού μπορούμε να πούμε ότι οι κόλποι (Θερμαϊκός, Σαρωνικός, Αμβρακικός κ.λπ) προσφέρουν τυπικές όψεις νηριτικών οικοσυστημάτων, ενώ το Λυβικό πέλαγος (στα δυτικά της Κρήτης) και η Λεβαντινή (στα ανατολικά της Ρόδου) αποτελούν παραδείγματα πελαγικών οικοσυστημάτων.

Πάνω στην υφαλοκρηπίδα από την ακτή μέχρι την αρχή της ηπειρωτικής κατωφέρειας, υπάρχει ένα ψηφιδωτό από βενθικές κοινωνίες, που αντανakλά τις ιδιαίτερες περιβαλλοντικές συνθήκες. Καθώς το βάθος γίνεται μεγαλύτερο, το φως που φθάνει στο βυθό περιορίζεται, η δράση των κυμάτων μειώνεται και το εύρος των θερμοκρασιακών αλλαγών γίνεται μικρότερο.

Η ακτή είναι ένας χώρος έντονων μεταβολών, ενώ αντίθετα το βαθύτερο όριο της υφαλοκρηπίδας είναι ένας χώρος λιγότερο μεταβλητός από περιβαλλοντική άποψη. Όπως είναι επόμενο οι βιοκοινωνίες του παράκτιου χώρου είναι έντονα διαφοροποιημένες ενώ οι βιοκοινωνίες μεγάλων βαθών είναι μάλλον μονότονες.

## 2.8 Υποβάθμιση και ανάγκη προστασίας των ακτών

Οι κυριότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις συνοψίζονται ως εξής:

- Αλλοίωση του φυσικού τοπίου
- Υποβάθμιση του δομημένου τοπίου
- Διατάραξη των παράκτιων οικοσυστημάτων
- Μείωση της ποιότητας της ζωής (ρύπανση θόρυβος κ.λπ)

Η διατήρηση του παράκτιου φυσικού περιβάλλοντος απαιτεί μέτρα τα οποία αποσκοπούν στην προστασία των πιο αξιόλογων και ευαίσθητων οικολογικών στοιχείων και αφορούν ιδιαίτερα:

- Τα απειλούμενα είδη χλωρίδας ή πανίδας, δηλαδή τα βιολογικά είδη τα οποία χαρακτηρίζονται ως κινδυνεύοντα, τρωτά ή σπάνια. Χρειάζονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας των συγκεκριμένων πληθυσμών, με έμφαση στη διατήρηση των ειδών που είναι ενδημικά.

- Τα απειλούμενα οικολογικά ενδιατήματα, δηλαδή τα επιμέρους είδη περιβάλλοντος που δημιουργούνται από το σύνολο των οικολογικών παραμέτρων. Χρειάζονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας των λειτουργιών των αντίστοιχων βιοτόπων.

- Τα απειλούμενα τοπία, με την έννοια τόσο του φυσικού, όσο και του πολιτιστικού περιβάλλοντος. Χρειάζονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας των αντίστοιχων γεωγραφικών χώρων.

Τα μέτρα προστασίας που επλέγονται μπορεί να αφορούν τόσο το χερσαίο, όσο και το θαλάσσιο τμήμα της ακτής και εφαρμόζονται σε ένα συγκεκριμένο πλάτος ζώνης που πρέπει να καθορισθεί. Διακρίνονται τα εξής:

- Κήρυξη προστατευόμενων περιοχών
- Καθορισμός ευαίσθητων περιοχών που τίθενται υπό ειδική διαχείριση
- Επιβολή τάξης στο χώρο, μέσω του σχεδιασμού της ανάπτυξης των λουιτών περιοχών και επανειλημμένης εφαρμογής του θεσμού των μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

## 2.9 Διεθνής, Εθνικές ρυθμίσεις και πρωτοβουλίες

Τα διεθνή και εθνικά συστήματα που περιλαμβάνουν θεσμικές ρυθμίσεις και πρωτοβουλίες για τη διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος δεν επιδιώκουν ούτε πρέπει αν ταυτίζονται με την απόλυτη προστασία. Στόχος είναι να λειτουργούν αποτρεπτικά έναντι των επιβλαβών δραστηριοτήτων, ενώ έχουν σημαντική ανεκτικότητα και ευελιξία, και παραμένουν συμβατά με πολλές δραστηριότητες που μπορούν κατά περίπτωση να αναπτυχθούν στους αντίστοιχους χώρους. Ποσοτικά στοιχεία σχετικά με την προστασία αξιόλογων τόπων, πολλοί από τους οποίους είναι παράκτιοι, από υπάρχουσες ρυθμίσεις παρατίθενται στον πίνακα 1. Συνοπτικά στοιχεία για τις θεσμικές ρυθμίσεις και πρωτοβουλίες δίδονται κατωτέρω:

- Η διεθνής σύμβαση Ramsar για τους Υγρότοπους Διεθνής Σημασίας ως ενδιαίτηματος για υδρόβια πτηνά (1974) αναφέρεται σε 11 Ελληνικούς υγρότοπους από τους οποίους οι 8 είναι παράκτιοι. Σύμφωνα με την σύμβαση, απαιτείται η λήψη αυστηρών μέτρων προστασίας για τη διατήρηση της ορνιθοπανίδας των τόπων αυτών (ομάδα μελέτης 1985).
- Η Οδηγία 79/409/ΕΟΚ (1979) αποτελεί το κυριότερο νομικό κείμενο που προστατεύει τα πτηνά της Ευρώπης και επιβάλλει μεταξύ άλλων την αποτελεσματική προστασία εκείνων των περιοχών που χαρακτηρίζονται σημαντικές για την ορνιθοπανίδα. Αφορά 149 περιοχές του Ελληνικού χώρου από τις οποίες οι 84 είναι παράκτιες (ΦΙΛΟΤΗΣ 1999).
- Το ευρωπαϊκό πρόγραμμα CORINE - Βιότοποι (1985, 1994) αναφέρεται σε 430 τόπους οικολογικής σημασίας σε όλη την Ελλάδα, από τους οποίους οι 200 είναι παράκτιοι. Ανάμεσα στους βιότοπους CORINE περιλαμβάνεται και το σύνολο περίπου των υγρότοπων Ramsar και των περιοχών της οδηγίας 79/409. Η ένταξη στον κατάλογο CORINE σηματοδοτεί την οικολογική αξία των τόπων αυτών και υποδεικνύει την προσεκτική διαχείριση τους και την αποφυγή δραστηριοτήτων οι οποίες δεν ταιριάζουν με την ιδιαίτερη ευαισθησία τους (CORINE 1991).
- Η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ (1992,1996) αφορά την διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος της Ευρώπης, κυρίως μέσα από την δημιουργία του δικτύου

NATURA 2000. Πρόκειται για ένα δίκτυο προστατευόμενων τόπων, στους οποίους θα επιβάλλονται διάφοροι περιορισμοί και καθεστώτα διαχείρισης. Ο σχετικός κατάλογος για την Ελλάδα περιλαμβάνει 296 τόπους, εκ των οποίων 136 είναι παράκτιοι. Είναι φυσικό ότι υπάρχει μεγάλη επικάλυψη μεταξύ των βιότοπων CORINE και NATURA 2000 (ομάδα μελέτης 1997).

- Η κήρυξη τοπίων ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (1950, 1998) βασίζεται στην Ελληνική νομοθεσία και αφορά όλους εκείνους τους τόπους που εμφανίζουν σημαντική αισθητική αξία, είτε πρόκειται για αμιγώς φυσικά είτε για μερικώς δομημένα τοπία, στα οποία περιλαμβάνονται και πολλοί τόποι με πολιτιστική αξία. Από την εκπόνηση σχετικού προγράμματος στο ΕΜΠ έχει προκύψει ένας κατάλογος με 449 τόπους, από τους οποίους 196 είναι παράκτιοι (Χατζιμπήρος κ.α 1997).

Υπάρχουν επίσης και άλλες ρυθμίσεις για το φυσικό περιβάλλον, οι οποίες σχετίζονται εν μέρει με τον παράκτιο χώρο, όπως π.χ οι διεθνείς συμβάσεις της Βέρνης ή της Βόννης, καθώς και με μια γενική έννοια, ο Νόμος 1650/86 «Περί προστασίας του περιβάλλοντος» και οι διατάξεις (1990) που προβλέπουν, βάσει του νόμου αυτού, την εκπόνηση μελετών περιβαλλοντικών επιπτώσεων και ειδικών περιβαλλοντικών μελετών.

Για τις παραπάνω συνθήκες καθώς και μία σύντομη παρουσίαση τους γίνεται στο παράρτημα της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Περιοχές	Συνολικός αριθμός	Αριθμός παράκτιων	Μήκος ακτών (Κm)	Ποσοστό μήκους ακτών
Ramsar	11	8	600	4%
79/409	149	84	2500	15%
CORINE-Βιότοποι	430	200	5300	33%
92/43(NATURA 2000)	296	136	4500	28%
ΤΙΦΚ	449	196	2200	14%
Σύνολο προστατευόμενων περιοχών	1335	624	8000	49%
Σύνολο ακτών			16200	100%

Τα υπάρχοντα θεσμικά εργαλεία κρίνονται ικανοποιητικά για τις ανάγκες προστασίας των οικολογικά πιο αξιόλογων ακτών και επομένως δεν χρειάζονται πρόσθετες ρυθμίσεις. Για τις περιοχές που καλύπτονται από το



υπάρχον θεσμικό πλαίσιο, απαιτείται κυρίως η κατάλληλη εφαρμογή, η οποία πρέπει να περιλαμβάνει:

- ενημέρωση του κοινού
- ενημέρωση παραγόντων (πολιτικοί μελετητές, διοίκηση κ.λπ)
- κατάλληλο συνδυασμό θεσμικών εργαλείων
- επιδέξια χρήση θεσμικών εργαλείων (επαρκής γνώση αξιολόγηση, ποσοτικοποίηση)
- οργάνωση της πληροφορίας (χαρτογραφήσεις, βάσεις δεδομένων)
- έρευνα για συνεχή συμπλήρωση / αναθεώρηση της πληροφορίας

Για τις περιοχές που δεν καλύπτονται από το υπάρχον θεσμικό πλαίσιο, απαιτείται να εξασφαλιστεί η κατάλληλη χωροθέτηση των αναπτυξιακών δραστηριοτήτων, σε μια λογική άρσης των αντιφατικών και αλληλοσυγκρουόμενων χρήσεων γης και παράκτιου περιβάλλοντος . Προς την κατεύθυνση αυτή θα ήταν χρήσιμο ένα «Εθνικό ακτολόγιο», με το οποίο θα πραγματοποιείται ένας πρώτος χαρακτηρισμός όλων των ακτών, με βάση παραμέτρους όπως οι ακόλουθες (ομάδα μελέτης ΦΙΛΟΤΗΣ 1999):

- Γεωλογία- Γεωμορφολογία
- Υδροδυναμισμός - Κυματικό καθεστώς
- Διάβρωση - Πρόσχωση
- Έμβιος κόσμος - Οικολογία
- Παρουσία ανθρώπινου πληθυσμού
- Οικισμοί - Τεχνικά έργα
- Δραστηριότητες και
- Ποιότητα νερού.

## 2.10 Μελέτη ΕΙΑ (συνοπτικά)

Το πλαίσιο δημιουργήθηκε το 1986 όταν πέρασε ο νόμος 1650/86 (βλ. παράρτημα) και εφαρμόστηκε τον Οκτώβριο του 1990. Τα έργα χωρίζονται σε 3 κατηγορίες ανάλογα με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Ως κριτήρια για την κατάταξη αυτή λαμβάνονται:

- Είδος και μέγεθος έργου
- Είδος ποσότητα περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Δυνατότητα πρόληψης περιβαλλοντικών επιπτώσεων
- Κίνδυνος σοβαρού ατυχήματος

Μελέτες ΕΙΑ απαιτούνται για όλα τα έργα που αφορούν τη γεωργία, δασοκομία, αλιεία, ενεργειακή βιομηχανία, μεταφορές, διαχείριση υγρών αποβλήτων, τηλεπικοινωνίες, τουρισμός, έργα υποδομής.

Κύρια σημεία της παραπάνω μελέτης είναι τα κάτωθι:

- Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων project με σημαντικές επιδράσεις
- Οι αναγκαίες αρχές ορίζονται από τα κράτη μέλη
- Project που λόγω της φύσης τους, μεγέθους ή τοποθεσίας τους πιθανολογείται ότι έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η ΕΙΑ θα επισημάνει αλλά και θα εκτιμήσει άμεσες και έμμεσες συνέπειες στους ακόλουθους παράγοντες

- Ανθρώπους, πανίδα, χλωρίδα
- Έδαφος, νερό, αέρα, κλίμα
- Αλληλεπίδραση μεταξύ τους
- Πολιτιστική κληρονομιά

Μέσα στις υποχρεώσεις της μελέτης ΕΙΑ είναι και η αναφορά στον τομέα των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που καλύπτει το μέγεθος αυτών, αν βέβαια υπάρχουν, την πιθανότητα να εμφανιστούν, το μέγεθος αυτών, την διάρκεια και συχνότητα τους αλλά και την μελέτη αντιστρεψιμότητας.

Μελέτες ΕΙΑ συντάχθηκαν για όλα τα παράκτια αιολικά πάρκα που αυτή τη στιγμή λειτουργούν στην Δανία αλλά και σε άλλες χώρες. Δυστυχώς η ενημέρωση που έχουμε είναι από θεωρητική σκοπιά αφού στην Ελλάδα ο τομέας αυτών των τεχνολογιών είναι υπό εξέλιξη. Βασισμένη λοιπόν στην ΕΙΑ μελέτη που συντάχθηκε από την Elsa project A/S για λογαριασμό της κατασκευαστικής Elsam & Eltra στα παράκτια αιολικά πάρκα του Horn Rev και Rodsand στην Δανία θα προσπαθήσουμε στο παρακάτω κεφάλαιο να απεικονίσουμε κατά το δυνατόν ακριβέστερα το φάσμα της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων στα πουλιά.

## **2.11 Αναφορά στα παράκτια αιολικά πάρκα Horn Rev & Rodsand**

(περιγραφή της μελέτης κατά τη φάση σχεδιασμού)

Ένας σημαντικός στόχος σε αυτήν την έκθεση είναι να αποκτηθεί η εμπειρία και τεχνογνωσία που θα χρησιμεύσει ως βάση για τις αποφάσεις σχετικά με το μέλλον παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στο παράκτιο περιβάλλον. Αυτή η έκθεση παρουσιάζει το τεχνικό υπόβαθρο στις ορνιθολογικές περιβαλλοντικές επιδράσεις που εκτιμάται ότι παρουσιάζονται από την κατασκευή ενός παράκτιου αιολικού πάρκου. Οι όροι που επιβάλλονται είναι να υπάρχουν διευκρινισμένες εκτιμήσεις της περιβαλλοντικής επίδρασης (ΕΙΑ) σχετικά με προγράμματα που είναι ρητά διατυπωμένες οι προδιαγραφές της θεμελίωσης αλλά και η μελέτη επίδρασης στα ύδατα και τα θαλασσοπούλια. Η εφαρμογή έγινε αποδεκτή τον Ιούνιο του 1999, υπό τον όρο να τηρηθεί η συνθήκη ΕΙΑ, και να διοριστεί η Elsamprojekt A/S στη συνέχεια ως σύμβουλος της κατασκευής του παράκτιου αιολικού πάρκου στο Horn Rev.



*Θαλάσσιο αιολικό πάρκο Horn Rev*

Με την ιδιότητά τους ως αναδόχους για το προγραμματισμένο αιολικό πάρκο, οι Elsamprojekt A/S προετοίμασε μια ΕΙΑ- Έκθεση που συμπληρώθηκε από τις εκθέσεις τεχνικού υποβάθρου συμπεριλαμβανομένης και της έκθεσης πουλιών NERI. Οι καταγεγραμμένοι αριθμοί πουλιών NERI στην έκθεση και οι κατανομές στην περιοχή Horn Rev βασίζονται στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια των Απριλίου του 1999 - Απρίλιος 2000.

Η Elsamprojekt A/S έπρεπε να αναπτύξει ένα πρόγραμμα για τις περιβαλλοντικές επιδράσεις κατά τη διάρκεια της κατασκευής και ακολούθως της αρχικής φάσης λειτουργίας.

Το πρόγραμμα έπρεπε να καλύπτει:

- 1) Την φάση της κατασκευής, δηλ. την περιοχή του πάρκου και των καλωδίων με τις συνδέσεις στο εδάφος,
- 2) ο αποκαλούμενος τομέας του αντίκτυπου, δηλ. η περιοχή και οι επιδράσεις που αναμένονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής και λειτουργίας, και
- 3) ο τομέας της αναφοράς, δηλ. μια ή περισσότερες συγκρίσιμες περιοχές, χωρίς επιδράσεις των ανεμογεννητριών στο περιβάλλον.

Υπογραμμίζεται στους όρους αρκετές φορές ότι ιδιαίτερη προσοχή έπρεπε να δοθεί στα αποδημητικά πουλιά και μέσω συγκεκριμένων μελετών παρέχονταν αναλύσεις αξιολόγησης του αντίκτυπου για αυτά τα είδη.

Η Elsamprojekt A/S ανέπτυξε ένα πρόγραμμα δυναμικού ελέγχου, ικανό να αναγνωρίσει τις θετικές και αρνητικές επιδράσεις στο περιβάλλον ως αποτέλεσμα της κατασκευής και της λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

Ο στόχος ήταν να παρασχεθεί λεπτομερή γνώση σχετικά με την αφθονία και κατανομή των πουλιών στην περιοχή, αλλά και να παραχθούν στοιχεία με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή μια στατιστική αξιολόγηση των

πιθανών επιδράσεων από πιθανή διαταραχή. Επιπλέον, η πειραματική μελέτη σχεδιάστηκε με έναν τρόπο που επέτρεψε τον προσδιορισμό του μεγέθους του αντίκτυπου της περιοχής.

Η διαδικασία αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιδράσεων του παράκτιου αιολικού πάρκου στα πουλιά περιέλαβε δύο στάδια. Σε πρώτη φάση την καταγραφή του αριθμού των πουλιών και τις κατανομές που σταθμεύουν στην περιοχή και τα περίχωρά του αιολικού πάρκου και πρέπει να είναι ταξινομημένες και τεκμηριωμένες, με βάση τη βοήθεια της σύνταξης και της βιβλιογραφίας ή με νέες επιχειρήσεις μετρήσεων. Στο δεύτερο στάδιο, οι συγκεκριμένες αντιδράσεις των προβαλλόμενων ανεμογεννητριών έπρεπε να προβλεφθούν. Για προφανείς λόγους, αυτή η πρόβλεψη μπορεί μόνο να βασιστεί σε προηγούμενη εμπειρία και να συνταχθεί από τη βιβλιογραφία.

Τα εσωτερικά Δανικά ύδατα και το ανατολικό μέρος της Βόρειας Θάλασσας αποτελούν σημαντικούς σταθμούς για τεράστιους αριθμούς από θαλασσοπούλια την εποχή του χειμώνα. Αυτοί οι αριθμοί, οι οποίοι για μερικά είδη αποτελούν περισσότερους από τη μισή αναπαραγωγή των μεταναστευτικών πληθυσμών της βορειοδυτικής παλαιαρκτικής είναι διεθνούς σπουδαιότητας για τη συντήρηση του πληθυσμού των υδρόβιων πουλιών. Κατά συνέπεια, η Δανία έχει υποχρεώσεις κάτω από δύο συνθήκες, της Ramsar και της Βόννης κατά την οδηγία της ΕΕ-ΠΟΥΛΙΩΝ που προστατεύει και διατηρεί αυτούς τους πληθυσμούς.

Για αυτόν τον λόγο, έρευνες από τις επιδράσεις των παράκτιων πάρκων στον αέρα και στο νερό και τα θαλασσοπούλια έχουν γίνει απαίτηση του προγράμματος κατασκευής παράκτιου αιολικού πάρκου.

Κατά τη συνθήκη Ramsar, μια περιοχή είναι διεθνούς σπουδαιότητας όταν για έναν μεταναστευτικό πληθυσμό ενός είδους, το 1% ή περισσότερα πουλιά είναι παρόντα στην περιοχή για κάποιο χρόνο κατά τη διάρκεια ενός ετήσιου κύκλου.

Οι περιβαλλοντικές επιδράσεις συμπεριλαμβάνονται στο πρόγραμμα κατασκευής του αιολικού πάρκου κατά την αρχική φάση λειτουργίας. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στα αποτελέσματα των ειδών των πουλιών που χρησιμοποιούν την περιοχή κατά τη μετανάστευση, οργάνωση, διαμόρφωση, διαχείμανση και μέσω συγκεκριμένων μελετών, γίνεται η αξιολόγηση του αντίκτυπου και οι αναλύσεις που πρόκειται να παρασχεθούν για αυτά τα είδη.



*Πειραματικό Θαλάσσιο Α/Π στο Tuna Knob*

Προκειμένου να παρασχεθεί μια καλά θεμελιωμένη βάση το υλικό και οι μετρήσεις άρχισαν τον Ιούνιο του 1999 και συνεχίστηκαν κατά τη διάρκεια του 2000 μέχρι και τον Απρίλιο 2001. Οι στόχοι των μετρήσεων ήταν να ληφθούν τα στοιχεία που επιτρέπουν τις συγκρίσεις μεταξύ αναμενόμενης προσκρουόμενης ζώνης γύρω από το αιολικό πάρκο σε σύγκριση με μια "περιοχή αναφοράς" και για να ληφθούν τα στοιχεία τα οποία αφορούν την αξιολόγηση της σπουδαιότητας ολόκληρης της περιοχής.

Οι κύριοι σκοποί των μετρήσεων ήταν:

1. Να χαρτογραφηθούν οι αριθμοί και οι κατανομές των πουλιών στην περιοχή καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, και
2. να αξιολογηθούν οι σχετικές πυκνότητες και οι αριθμοί των διαφορετικών παρόντων ειδών.

Οι δραστηριότητες κατασκευής στο Horn Rev άρχισαν τον Σεπτέμβριο του 2001. Οι πρώτες δραστηριότητες ήταν σχετικές με τη βύθιση των πύργων του αιολικού πάρκου τον Σεπτέμβριο - Οκτώβριο 2001 τις διάφορες δοκιμές των μετασχηματιστών, του εξοπλισμού και του προσδιορισμού της θέσης τους. Η καθιέρωση των θεμελίων των ανεμογεννητριών αρχίζει στα μέσα Μαρτίου του 2002, και η ανέγερση των ανεμογεννητριών τον Απρίλιο. Η εγκατάσταση του σταθμού των μετασχηματιστών διενεργήθηκε τον Απρίλιο του 2002. Το αιολικό πάρκο άρχισε να λειτουργεί στο 3ο τέταρτο 2002.

Το αιολικό πάρκο έχει ικανότητα 160 MW και περιλαμβάνει 80 στροβίλους. Το ύψος του πύργου ανεμογεννητριών είναι 70 μ και η διάμετρος πτερυγίων 80 μ με συνέπεια ένα μέγιστο ύψος 110μ από την ανώτερη άκρη φτερών. Το ελάχιστο ελεύθερο ύψος από τη στάθμη θάλασσας στη χαμηλότερη άκρη φτερών είναι 30 μ. Η απόσταση μεταξύ των παρακείμενων ανεμογεννητριών και της σειράς των ανεμογεννητριών είναι 560m δίνοντας έναν ανοιχτό χώρο σχεδόν 500m μεταξύ των ανεμογεννητριών. Οι στροβίλοι είναι εξοπλισμένοι με άσπρο φως στροβοσκοπιών περίπου 10m επάνω από τη στάθμη θάλασσας για την κυκλοφορία σκαφών και με κόκκινο φως στροβοσκοπιών στην κορυφή των ανεμογεννητριών για την εναέρια κυκλοφορία.

Το αιολικό πάρκο καλύπτει έναν τομέα 20 km<sup>2</sup>. Το έδρανο των ανεμογεννητριών είναι μονοπηλικό και χώνεται στο υπόστρωμα. Η συνολικά κατειλημμένη περιοχή των 80 ανεμογεννητριών αποτελεί ένα μέγιστο της τάξεως του 0,3% της συνολικής περιοχής του αιολικού πάρκου. Τα καλώδια μεταξύ των ανεμογεννητριών και του αιολικού πάρκου έχουν τοποθετηθεί 1m κάτω από το υπόστρωμα. Ένας σταθμός μετασχηματιστών 20 X 28m με τρεις πόλους 14m επάνω από τη στάθμη θάλασσας βρίσκεται 560m βόρεια της ανατολικότερης ανεμογεννητριάς. Η συντήρηση των ανεμογεννητριών υπολογίζεται να είναι απαραίτητη για 150 ημέρες ετησίως και θα πραγματοποιείται εν μέρει από σκάφος και εν μέρει από ελικόπτερο. Το αιολικό πάρκο είναι τοποθετημένο έξω από τις ειδικές προστατευόμενες ζώνες σε σχέση με τη διατήρηση των πουλιών. Εντούτοις, τα πρώτα 5km του καλωδίου στο έδαφος περνούν μέσω της ειδικής προστατευόμενης ζώνης. Η θάλασσα Wadden και οι γειτονικές περιοχές εδάφους αποτελούν στη συνθήκη Ramsar την περιοχή με αριθ. 27, και υποδεικνύεται επίσης στις ειδικές περιοχές προστασίας στο πλαίσιο της οδηγίας πουλιών της ΕΕ (αριθ. 49, 50

..51 ..52 ..53 ..55 ..57 ..60 ..65 και 67) και ως ειδικές περιοχές για τη συντήρηση κάτω η οδηγία βιότοπων της ΕΕ (αριθ. 73 ..78 και 90). .

Στο πεδίο μελέτης, προκειμένου να εκπληρωθούν οι υποχρεώσεις που καθορίζονται κατά την έγκριση - αξιολόγηση του αντίκτυπου αιολικού πάρκου στα πουλιά, NERI, έχει σχεδιαστεί ένα πρόγραμμα μελέτης που περιλαμβάνει τα ακόλουθα στοιχεία:

1. Αναθεωρώντας την υπάρχουσα λογοτεχνία με στόχο τις πληροφορίες για την αφθονία και την κατανομή των πουλιών μέσα στο Horn Rev-περιοχή Blevandshuk και για να τεκμηριώσει τη σημασία των πουλιών στην περιοχή.
2. Έλεγχος του περιστατικού, της αφθονίας και της κατανομής των πουλιών στην περιοχή κατασκευής, την περιοχή αντίκτυπου, και την περιοχή αναφοράς με στόχο το υλικό των βασικών γραμμών.
3. Παροχή μιας αναλυτικής αξιολόγησης του αντίκτυπου για τα πουλιά οργάνωσης και μεταναστευτικά πουλιά που περνούν μέσω της περιοχής. Σχεδιασμός ενός δυναμικού προγράμματος ελέγχου για να μετρηθούν οι επιδράσεις στα πουλιά κατά τη διάρκεια της κατασκευής και της αρχικής λειτουργίας. Εντούτοις, μια μελλοντική πρόταση θα εκπονηθεί ως ειδική έκθεση Elsamprojekt A/S.

### 2.11.1 Πρόγραμμα ανάπτυξης ερευνών

Το πρόγραμμα ανάπτυξης προγραμματίστηκε να ακολουθήσει τις παρακάτω τρεις φάσεις:

*Φάση 1:* Συμμετοχή στη θεωρητική και πρακτική επίδειξη που θα εξασφάλιση ότι ο εξοπλισμός συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις ενός τέτοιου συστήματος.

*Φάση 2:* Δοκιμή του τηλεοπτικού εξοπλισμού στο έδαφος, όποιος επιτρέπει τις τεχνικές αλλαγές στα πειράματα για να πραγματοποιηθεί ευκολότερα η έρευνα. Ο βαθμός στον οποίο ο εξοπλισμός είναι σε θέση να εξετάζει ότι τα πουλιά είναι στις κατάλληλες θέσεις, όπου οι νυκτερινοί μετανάστες μπορούν να παρατηρηθούν σε διαφορετικές αποστάσεις και υπό τις διαφορετικές μετεωρολογικές συνθήκες. Κατά τη διάρκεια αυτών των πειραμάτων εξετάζονται οι δυνατότητες τηλεχειρισμού της μετάδοσης στοιχείων .

*Φάση 3:* Ο εξοπλισμός εξετάζεται και ρυθμίζεται στο θαλάσσιο περιβάλλον στην περιοχή μελέτης Rodsand.

Με βάση τις οπτικές παρατηρήσεις μετανάστευσης το φθινόπωρο, που εξετάστηκε μετά από τις μεταβλητές που θα μπορούσαν να εξηγήσουν την παραλλαγή στην ένταση μετανάστευσης:

- χρόνος της εποχής
- χρόνος της ημέρας
- παράγοντας αέρα
- θερμοκρασία

- ορατότητα

### 2.11.2 Μέθοδοι ερευνών

Οι έρευνες που διεξήχθησαν για την καταγραφή των κατανομών των ειδών ήταν εναέριες και θαλάσσιες. Οι εναέριες έρευνες άρχισαν τον Απρίλιο του 1999. Μόνο πεπειραμένοι παρατηρητές εξοικειωμένοι με τον προσδιορισμό ειδών χρησιμοποιήθηκαν. Με βάση την εμπειρία από παλαιότερες έρευνες, η έκταση της μετρούμενης περιοχής αυξήθηκε και ο προσανατολισμός άλλαξε. Με βάση την αυξανόμενη πιθανότητα καταγραφής ενός είδους πουλιού που παρατηρήθηκε συχνότερα στην περιοχή, το πλάτος άλλαξε σε δύο περιπτώσεις για να βελτιστοποιήσει τα στοιχεία ερευνών.

Οι στόχοι των μετρήσεων ήταν να ληφθούν στοιχεία που θα επιτρέψουν τη σύγκριση μεταξύ μιας αναμενόμενης ζώνης αντίκτυπου γύρω από τον αιολικό πάρκο με μια "περιοχή αναφοράς" (σε αυτήν την περίπτωση, η περιοχή αναφοράς είναι απομακρυσμένη περιοχή γύρω από το αιολικό πάρκο), και έτσι είναι δύσκολο να ληφθούν τα στοιχεία με τα οποία θα γίνει η αξιολόγηση της περιοχής. Για αυτούς τους λόγους, οι κύριοι σκοποί των μετρήσεων ήταν οι:

1. Χαρτογράφηση των κατανομών των πουλιών στην περιοχή, κατά προτίμηση σε ένα ετήσιο κύκλο.
2. Αξιολόγηση των πυκνοτήτων και των αριθμών διαφορετικών ειδών. Προκειμένου να ερμηνευθούν οι κατανομές πουλιών σε σχέση με τη δυνατότητα των τροφίμων, το τμήμα μεταχειρίζονται τη χορήγηση διαφόρων ειδών ψαριών.

Και οι δύο μέθοδοι έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, αλλά θεωρείται ότι για να παρασχεθούν αξιόπιστα στοιχεία όσον αφορά τη σχετική κατανομή, είδη πουλιών και αριθμό πουλιών, λαμβάνεται υπ' όψιν ότι γίνεται από πεπειραμένους παρατηρητές. Εξαρχής, αποφασίστηκε, κατόπιν διαβουλεύσεων με Elsamprojekt A/S, για να περιλάβει και τις μεθόδους στη μελέτη και τελικά να τους συγκρίνει. Οι λίγες μετρήσεις από μια προηγούμενη περίοδο (1987-1989) που είχαν γίνει από το σκάφος και αεροσκάφη στην περιοχή δεν είχαν την απαραίτητη ακρίβεια στον προσδιορισμό θέσης για να προσφέρουν μια σημαντική βασική γραμμή. Αυτό σήμανε ότι η σημασία της προβαλλόμενης περιοχής του αιολικού πάρκου, σχετικά με τη γενική περιοχή, θα μπορούσε να μην αξιολογηθεί βάσει των υπαρχόντων στοιχείων.

Η πρακτική απόδοση των εναέριων ερευνών βάζει μερικούς περιορισμούς στο συλλεχθέν στοιχείο που θα προκύψει. Αρχικά, οι εναέριες έρευνες εκτελέστηκαν τις ήρεμες ημέρες με μια ταχύτητα αέρα λιγότερο από 6 κόμβους για να επιτρέψει στους παρατηρητές να ανιχνεύσουν τα πουλιά που κάθονται στο νερό.

Αυτή η εξάρτηση της ηρεμίας οι καιρικές συνθήκες έχουν οδηγήσει σε κάποια παραλλαγή στο συγχρονισμό των προγραμματισμένων ερευνών που οδηγούν κάποιο μήνα που καλύπτεται μόνο μια ή δύο φορές κατά τη

διάρκεια της περιόδου μελετών. Συνεπώς, για μερικές περιόδους, ειδικά κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου, τα αποτελέσματα μπορούν να μην παρέχουν μια κατάλληλη εικόνα της φυσικής παραλλαγής στους αριθμούς πουλιών που μπορούν να εμφανιστούν σε αυτούς τους χρόνους. Εντούτοις, ο παρατηρηθέν αριθμός των διαφορετικών ειδών που καταγράφονται κατά τη διάρκεια της μελέτης βασικών γραμμών είναι γενικά συμβατός με τη βιβλιογραφία που υπάρχει για αυτά τα είδη των πουλιών που έχουν ήδη καταγραφεί σε κοντινές με το αιολικό πάρκο περιοχές από το 1963.

Η συμπεριφορά των παρατηρηθέντων πουλιών περιέλαβε και τις δραστηριότητες: κάθισμα (στο ύδωρ), κατάδυση, ξέπλυμα ή πέταγμα. Κατά τη διάρκεια των εναέριων ερευνών καταγράφηκαν σε υπολογιστή τα στοιχεία διαδρομής πτήσης από ένα διαφορικό πρόγραμμα. Το συγκεκριμένο αρχείο περιείχε γεωγραφικό μήκος, γεωγραφικό πλάτος, ύψος και χρόνο. Η ακρίβεια του γεωγραφικού μήκους και του γεωγραφικού πλάτους θεωρήθηκε κανονικά ότι είναι μέσα σε 2m. Τα πουλιά που στηρίζονται στο ύδωρ πολλές φορές παρασύρονταν έως και 60 km κατά τη διάρκεια 16 ωρών της χειμερινής νύχτας. Επιπλέον, έρευνες του ραντάρ του Tuna Knob (πειραματικό αιολικό πάρκο) είχαν δείξει ότι, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της νύχτας πολλά πουλιά μπορεί να πετάξουν. Ως εκ τούτου, ένα πουλί με μια ταχύτητα πτήσης 50 km/ώρα μπορεί να κινηθεί από οποιαδήποτε θέση σε άλλη μέσα στην περιοχή μελέτης σε λιγότερο από 1½ ώρα.

Για τη διευκόλυνση των ερευνών οι περιοχή χωρίστηκε σε ζώνες, transect, που καθορίστηκαν μέσω inclinometer (προκαθορισμένες γωνίες κάτω από την οριζόντια μετρούμενη πλευρά της κατεύθυνση της πτήσης), συμπεριλαμβανόμενων τριών ζωνών σε κάθε πλευρά των αεροσκαφών. Κάτω από τα αεροσκάφη και σε μια ζώνη 49m σε κάθε πλευρά της διαδρομής πτήσης δεν ήταν δυνατόν να παρατηρηθεί.

Ένας συνδυασμός ArcView, το λογισμικό GIS και TurboPascal χρησιμοποιήθηκαν για να προσθέσει μια θέση σε κάθε αρχείο των στοιχείων παρατήρησης που ορίζει τις παρατηρήσεις στο transect ζώνης και την πλευρά της διαδρομής της πτήσης. Η πλειοψηφία των παρατηρήσεων θεωρήθηκε ακριβής για κάθε 4 δευτερόλεπτα.

Ομαδοποίηση των παρατηρήσεων πολύ σπάνια επεκτείνονταν σε μία περίοδο περισσότερο από 10 δευτερόλεπτα. Ως εκ τούτου, η θεσιακή ακρίβεια στο διαμήκη άξονα ήταν στις περισσότερες περιπτώσεις μέσα σε λιγότερο από 206m του πραγματικού, αλλά θα μπορούσε ενδεχομένως σε περιπτώσεις ομαδοποιημένων παρατηρήσεων, για 10 δευτερόλεπτα να επεκταθεί στα 515m.

Οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν από μια πρόμνη αλιευτικού πλοιαρίου 360 καταχωρημένων τόνων με ταχύτητα 18-20 km/ώρα (10-11 κόμβοι). Μετρήσεις έγιναν και σε ένα καταφύγιο 7 μέτρα επάνω από τη στάθμη θάλασσας. Σε ύδατα με βάθος λιγότερο από 6m δεν θα μπορούσαν να ερευνηθούν λόγω της έλξης του σκάφους. Οι έρευνες πραγματοποιήθηκαν αποκλειστικά σε καλές καιρικές συνθήκες, με λιγότερο από 8 m/s ταχύτητα αέρα και ορατότητα περισσότερο από 1km.

Δύο παρατηρητές μετρούσαν 300m ευρέως ζώνης από τη μια πλευρά του σκάφους, κάθετα στην κατεύθυνση της πορείας του. Οι παρατηρήσεις έγιναν σε μια γωνία αναζήτησης 90°, που επεκτεινόταν από την κατεύθυνση της



πλευράς της πορείας. Όλες οι παρατηρήσεις ομαδοποιήθηκαν σε 2 λεπτά διαστήματα, χωρισμένα σε τέσσερις ζώνες transect. Ο σωστός προσδιορισμός στις ζώνες transect έγινε μέσω διόπτρων και ανιχνευτή σειράς, σε περιπτώσεις που τα πουλιά ξεπλύνονται μπροστά από το σκάφος μέσω της βαθμολόγησης της γωνίας-απόστασης. Η χωρική ακρίβεια ήταν περίπου 650m.

Όσον αφορά τις εναέριες έρευνες κατά τη διάρκεια της δύο παρατηρητές κάλυπταν κάθε πλευρά των αεροσκαφών. Όλες οι παρατηρήσεις καταγράφονταν συνεχώς στο μηχάνημα υπαγορευόμεως που δίνει τις πληροφορίες για τα είδη, τον αριθμό, συμπεριφορά, transect σε συνάρτηση με το χρόνο.

Η ανάλυση των δύο από αέρα και σκαφών μετρήσεων έδειξε ότι η πιθανότητα να ανιχνεύσει τα κοπάδια των πουλιών μειώνεται γρήγορα από την απόσταση του παρατηρητή.

Month/year	Dates	Transect A	Transect B	Transect C	Transect D	Kilometers transect covered
April/May 1999	24.25.30.05	0-50	50-100	100-200	200-300	569
August 1999	24.29.30	0-50	50-100	100-200	200-300	533
November 1999	11.12.15	0-50	50-100	100-200	200-300	471

Πίνακας 2: Στοιχεία θαλάσσιων ερευνών που παρουσιάζουν τα transect κατά το προκαθορισμένο πλάτος καθώς και τη συνολική απόσταση των transects που ερευνήθηκαν (οι παρατηρήσεις έγιναν από την μία πλευρά του σκάφους)

Τα αποτελέσματα των ερευνών είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στις καιρικές συνθήκες. Έρευνες δεν πραγματοποιήθηκαν όταν η ταχύτητα του αέρα υπερέβαινε τα 6m/s, γιατί τότε η εξερεύνηση των πουλιών στην επιφάνεια της θάλασσας μειώνονταν σοβαρά. Η χαμηλή ορατότητα δυσκόλευε τις μελέτες αλλά και προβλήματα παρουσιαζόταν επίσης στο έντονο φως. Σε περιπτώσεις αουστηρού έντονου φωτός, οι παρατηρήσεις από μια πλευρά των αεροσκαφών διακόπτονταν προσωρινά.

Εκτιμώντας ότι η πυκνότητα και ο συνολικός αριθμός των πουλιών εξαρτάται από την ακρίβεια της θέσης του παρατηρητή να διορθώσει τα πουλιά που αγνοούνται, συνάγεται το συμπέρασμα ότι οι εναέριες μετρήσεις παρέχουν ακριβέστερα στοιχεία όσο αφορά τον ελάχιστο αριθμό της κατανομής των πουλιών στην περιοχή.

Ως αποτέλεσμα των συγκρίσεων μεταξύ των αποτελεσμάτων της αέρας και της θαλάσσιας έρευνας, προτίμηση δίνονται στις πρώτες. Και οι δύο μέθοδοι έχουν προβλήματα που συνδέονται στατιστικά με τη μετατροπή των στοιχείων μέτρησης στα μέτρα πυκνότητας και αφθονίας. Εντούτοις, επειδή μια συνολική αέρια έρευνα μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μια ημέρα, ενώ μια έρευνα σκαφών (κάτω από ιδανικές περιστάσεις) διαρκεί τέσσερις ημέρες για την κάλυψη μίας περιοχής, υπάρχει πολύ υψηλότερη πιθανότητα τα πουλιά που θα κινηθούν μέσα στην περιοχή μέτρησης κατά τη διάρκεια της έρευνας και ενδεχομένως να μετρηθούν δύο φορές ή και να βρεθούν εκτός

μέτρησης. Παραδείγματος χάριν, τα πουλιά που στηρίζονται εν πλω μπορούν να παρασυρθούν μερικά χιλιόμετρα κατά τη διάρκεια της νύχτας λόγω του αέρα, και αυτή η μετατόπιση πρέπει να αντισταθμιστεί με τις πτήσεις αυγής.

### 2.11.3 Σύγκριση των εναέριων και θαλάσσιων μετρήσεων

Λόγω της πολύ περιορισμένης γνώσης των κατανομών και αριθμών από τα θαλασσοπούλια στην παράκτια περιοχή του Horn Rev, παρέμεινε ο αρχικός προγραμματισμός συμπεριλαμβανομένων των παρατηρήσεων από τις θαλάσσιες έρευνες και από τα αεροσκάφη. Το πρώτο έτος μελέτης έχει δείξει ότι οι δύο μέθοδοι παράγουν διαφορετικά αποτελέσματα, λόγω των διαφορετικών πιθανοτήτων ανίχνευσης και αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι έρευνες σκαφών επεκτείνονται κατά τη διάρκεια αρκετών ημερών αλλά δίνουν τα βέλτιστα αποτελέσματα. Σε σχέση με την έρευνα των επιδράσεων ενός παράκτιου αιολικού πάρκου, οι διάφοροι παράμετροι ενδιαφέροντος είναι:

1. Κατανομή των πουλιών.
2. Διάρκεια της έρευνας.
3. Προσδιορισμός των ειδών πουλιών.
4. Συνολικοί αριθμοί/πυκνότητες των πουλιών.
5. Πριν και μετά από τις συγκρίσεις.

Όσον αφορά την αξιολόγηση των κατανομών των ειδών πουλιών στην περιοχή, οι έρευνες από τα αεροσκάφη είναι αναμφισβήτητα ανώτερες. Η υψηλότερη ταχύτητα από τα αεροσκάφη επιτρέπει μια πολύ πυκνότερη κάλυψη, και επιπλέον η έρευνα μπορεί να πραγματοποιηθεί και σε μία ημέρα. Αυτό όχι μόνο ελαχιστοποιεί, τη δυνατότητα τα διανεμητικά σχέδια να ποικίλλουν μεταξύ της παρατήρησης, αλλά και λόγω των ορίων κράτους θάλασσας και του καιρού οι όροι στην περιοχή βελτιστοποιούν τον πιθανό αριθμό πλήρους μετρήσεως που μπορούν να γίνουν μέσα σε ένα έτος. Στην πραγματικότητα, μπορούν να γίνουν σε 3-4 ημέρες, αλλά επεκτάθηκαν κατά τη διάρκεια των περιόδων μέχρι 13 ημερών λόγω των κακών καιρικών συνθηκών.

Όσον αφορά τον προσδιορισμό των ειδών, οι έρευνες σκαφών είναι ανώτερες εν μέρει λόγω του πολύ σύντομου χρόνου αλλά τα πουλιά φαίνονται καλύτερα από ένα αεροσκάφος, και εν μέρει ο προσδιορισμός τους από το σκάφος μπορεί να διευκολυνθεί με τη χρήση διόπτρων.

Οι αέριες έρευνες και οι θαλάσσιες πάσχουν από την άγνωστη σχέση των παρόντων πουλιών πραγματικά και των πουλιών που ανιχνεύονται από τους παρατηρητές. Επιπλέον, για διάφορα είδη όπως οι γλάροι, σκάφη μπορούν να τους προσελκύσουν, με αυτόν τον τρόπο συμβιβάζοντας τις εκτιμήσεις πυκνότητας, π.χ., λόγω της δυνατότητας για το πολλαπλάσιο των μετρήσεων των πουλιών που ακολουθούν το σκάφος για μικρότερες ή πιο μεγάλες περιόδους. Επίσης, οι εκτιμήσεις πυκνότητας από τις μετρήσεις σκαφών μπορούν μέχρι ένα σημείο να είναι προβληματικές λόγω της παρατεταμένης

διάρκειας των και της ανικανότητας από τα σκάφη να καλυφθούν οι πιο ρηχές περιοχές (< 6 μ). Εφ' όσον δεν έχουμε την ακριβέστερη γνώση για αυτές τις αξιόπιστες εκτιμήσεις σχέσεων από το σύνολο οι αριθμοί και οι πυκνότητες δεν είναι δυνατές καθώς επίσης και η σύγκριση μεταξύ των στοιχείων βασισμένων στις αέριες έρευνες και σκαφών, αντίστοιχα.

Σε σχέση με τις έρευνες των επιδράσεων ενός παράκτιου αιολικού πάρκου μέσα στην περιοχή Horn Rev, το κύριο πρόβλημα επρόκειτο να καθοριστεί εάν οι κατανομές πουλιών άλλαζαν μετά από την κατασκευή του πάρκου. Η εκτίμηση από τις πυκνότητες και τους συνολικούς αριθμούς πρέπει αναπόφευκτα να βασιστεί στις πραγματικές παρατηρήσεις, συν διάφορες λίγο πολύ επαληθεύσιμες υποθέσεις, στη σύγκριση των πυκνοτήτων ή των συνολικών αριθμών πριν και μετά την κατασκευή του πάρκου που θα είναι αναπόφευκτα πολύ λιγότερο πραγματικές (εκτιμήσεις πυκνότητας από την ανάγκη που είναι με βάση τα πραγματικά αρχεία, δεν μπορούν να περιέχουν περισσότερες πληροφορίες).

Σε σχέση με αυτό είναι λιγότερο σημαντικό ότι ένα σκάφος είναι η καλύτερη πλατφόρμα από ένα αεροσκάφος για τον προσδιορισμό ειδών. Για τα ζευγάρια των ειδών που δεν μπορούν να διακριθούν αποτελεσματικά από τον αέρα δεν υπάρχει κανένας γνωστός λόγος να αναμένονται διαφορές στα σχέδια από τις επιδράσεις του αιολικού πάρκου, ούτε υπάρχει λόγος να αναμένεται ότι τέτοιες διαφορές θα μπορούσαν να καταδειχθούν ακόμα κι αν υπήρξαν. Κατά συνέπεια, αυτό ολοκληρώνει το ότι οι παρούσες έρευνες αέρα θα είναι η καλύτερη μέθοδος για να ανιχνεύσει τις επιδράσεις που αφορούν την ανάλυση και τις απαιτήσεις.

#### 2.11.4 Εκτίμηση των πυκνοτήτων και των συνολικών αριθμών

Ο υπολογισμός των αριθμών των πουλιών που φαίνονται ανά χιλιόμετρο transect που πετά και ως εκ τούτου οι συνολικοί αριθμοί ανά περιοχή μονάδων θα ήταν απλοί, υπό τον όρο ότι όλα τα άτομα φάνηκαν και καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Αυτό δεν είναι δυνατόν, εντούτοις, συμβαίνει συχνά, και ένα σημαντικό πρόβλημα προκύπτει, δηλαδή αυτή η διόρθωση των παρατηρηθέντων αριθμών για να παράγει απόλυτα την πυκνότητα, δηλ. για να υπολογίσει έναν παράγοντα διορθώσεων και να μετατρέψει τα παρατηρηθέντα στοιχεία στα κατ' εκτίμηση με τα μέτρα αφθονίας.

Μια γενική θεωρία έχει αναπτυχθεί για να αντιμετωπίσει αυτό το πρόβλημα. Η τυποποιημένη μεθοδολογία είναι να καταγραφούν όχι μόνο τα παρατηρηθέντα άτομα, αλλά και η απόστασή τους από τη γραμμή transect, συχνά από την άποψη των ομαδοποιημένων στοιχείων ("transect ζώνης"). Ένα πρότυπο της μειωμένης πιθανότητας ανίχνευσης με την αύξηση της απόστασης από τον παρατηρητή εγκαθίσταται έπειτα στα στοιχεία, και στην προς τα πίσω προέκταση χρησιμοποιείται αυτό το πρότυπο για να υπολογίσει τους πραγματικούς αριθμούς ή πυκνότητες παρούσες σύμφωνα με τη γραμμή transect κατά την διάρκεια της μέτρησης.

Αυτά τα πρότυπα στηρίζονται σε τουλάχιστον τέσσερις υποθέσεις:

1. Τα πουλιά που αντιμετωπίζονται άμεσα στη γραμμή δεν θα λείψουν ποτέ (δηλ. φαίνονται με την πιθανότητα 1.0).
2. Αντιμετωπίζει τα πουλιά σαν να καταγράφονται μόνο στην αρχική θέση αναγνώρισης: Δεν κινούνται προτού ανιχνευτούν για να μη είναι κανένα μετρημένο δύο φορές.
3. Οι αποστάσεις και οι γωνίες μετρούνται ακριβώς και κατά συνέπεια, καμία μέτρηση λάθος ούτε η στρογγυλοποίηση των λαθών εμφανίζονται.
4. Οι αναγνώρισεις είναι ανεξάρτητα γεγονότα.

Αυτές οι τέσσερις υποθέσεις, επιπλέον, γίνονται για την περίπτωση όπου τα άτομα των ειδών που έχουν σχέση αντιμετωπίζονται μόνο μεμονωμένα. Εάν τα κοπάδια παρά τα άτομα ανιχνεύονται, η γενική μέθοδος μπορεί να εφαρμόζεται για να υπολογίσει τις πυκνότητες των κοπαδιών. Για να λάβουν τις πυκνότητες των ατόμων από τις καταγραφές κοπαδιών, πρέπει περαιτέρω να υποτίθεται ότι:

5. Η πιθανότητα της αναγνώρισης ενός κοπαδιού είναι ανεξάρτητη από το μέγεθος του.
6. Καμία αβεβαιότητα δεν είναι παρούσα στις μετρήσεις του μεγέθους κοπαδιών. Από αυτές τις έξι υποθέσεις, μόνο μια (το αριθ. 4) είναι πιθανό να ισχύσει για τις transect μετρήσεις πουλιών.

### 2.11.5 Αριθμοί και οικολογία πουλιών στην περιοχή

Η περιοχή Horn Rev - Blevandshuk είναι διεθνώς γνωστή για της συγκεντρώσεις των πουλιών μετανάστευσης, οργάνωσης και διαχείμασης. Σε σχέση με το αιολικό πάρκο του Horn Rev, αυτές οι συγκεντρώσεις διασπώνται σε δύο υποομάδες, δηλαδή τα είδη διαμόρφωσης, που κατά το στάδιο του χειμώνα μέσα εκμεταλλεύονται το βιότοπο για να τους προμηθεύσει τροφές, και τα είδη που τον χρησιμοποιούν σαν κυρίως πέρασμα κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης. Για την τελευταία ομάδα, μόνο ο κίνδυνος σύγκρουσης θεωρείται σχετικός.

Ο λόγος που τα αποδημητικά πουλιά συγκεντρώνονται στο Blevandshuk είναι γιατί τα πουλιά ακολουθούν την ακτή ως οδηγό μετανάστευσης, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης το φθινόπωρο. Κατά το φθινόπωρο τα μεγέθη πληθυσμών είναι γενικά μεγαλύτερα απ' ό,τι σε όλους τους άλλους χρόνους του έτους, λόγω της παρουσίας νεογνών και οι συγκεντρώσεις των μεταναστών είναι υψηλότερες κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου.

Η μελέτη των πουλιών καθιερώθηκε από τη Δανική ορνιθολογική κοινότητα του Blevandshuk το 1963, και με παρατηρήσεις περισσότερων από 35 έτη παρέχετε μια λεπτομερή βάση για τη συμπεριφορά, τους αριθμούς και τα είδη μετανάστευσης μέσω της περιοχής. Κατά συνέπεια, μια ουσιαστική βιβλιογραφία υπάρχει, καλύπτοντας τον όγκο της μετανάστευσης πουλιών σε αυτήν την περιοχή, η οποία περιλαμβάνει τα είδη τα οποία είναι κυρίως συνδεδεμένα με τους θαλάσσιους και επίγειους βιότοπους.

Ο γενικός έλεγχος NERI της θάλασσας Wadden περιλαμβάνει τις παράκτιες περιοχές νότια του Blevandshuk αλλά όχι των περιοχών πιο κοντά από 10 χλμ στην περιοχή των πάρκων. Κατά συνέπεια, μέχρι σήμερα, τα στοιχεία υπήρξαν μόνο από 2-3 έρευνες από σκάφος και αεροσκάφη κατά τη διάρκεια του 1987-1989 και καλύπτουν την περιοχή Horn Rev.

## 2.12 Η Ορνιθοπανίδα της Κρήτης

Η Κρήτη με τη θέση που κατέχει στη Μεσόγειο, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για ένα μελετητή της ορνιθοπανίδας. Το νησί προκάλεσε ενδιαφέρον ήδη από τον 18<sup>ο</sup> αιώνα αλλά η πρώτη δημοσίευση που έδωσε την πρώτη συνολική εικόνα για τα πουλιά στο νησί έγινε από τον C. Drummond το 1843. Από τότε περισσότερα από 100 άρθρα έχουν δημοσιευθεί για την ορνιθοπανίδα της Κρήτης και μπορούν να βγουν ορισμένα συμπεράσματα για τη σημασία του νησιού ως προς τη μετανάστευση, τη διαχείμανση και την αναπαραγωγή των πουλιών στο πέρασμα του χρόνου. Ωστόσο από τις αρχές του αιώνα ως σήμερα οι δημοσιεύσεις και οι άλλες μελέτες για την ορνιθοπανίδα της Κρήτης δεν έχουν κανονική χωροχρονική κατανομή.

Σχετικά καλή γνώση έχουμε από τα δεδομένα Γερμανών μελετητών κατά την διάρκεια και λίγο μετά από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο αλλά τα τελευταία 40 οι δημοσιεύσεις αφορούν περισσότερο τουριστικές και ορεινές περιοχές και μεταναστευτικές περιόδους. Οι περισσότερες δημοσιεύσεις των 40 τελευταίων ετών για την Κρήτη αφορούν κυρίως αρπακτικά είδη πτηνών όπως ο Μαυροπετρίτης ή ακόμη δεδομένα από τη μετανάστευση. Αντίθετα πολύ λίγα στοιχεία παρέχονται για τα πουλιά των υγροτόπων του νησιού και ιδιαίτερα για τις περιόδους αναπαραγωγής και της διαχείμανσης.

Μερικά στοιχεία αφορούν την ορνιθοπανίδα των υγροτόπων της Κρήτης στο παρελθόν και στο σήμερα. Οι μελετητές δίνουν με σαφή τρόπο τις διαφορές της σημερινής κατάστασης σε σχέση με παλαιότερα καθώς και τα αίτια που οδήγησαν σε αριθμητική πτώση (πόσα είδη) και ποιοτική υποβάθμιση (ποια είδη) της ποικιλότητας των πουλιών των υγροτόπων της Κρήτης.

Μια συστηματική καταγραφή των πουλιών των υγροτόπων που ξεχειμωνιάζουν στην Ευρώπη και την Ελλάδα η οποία γίνεται κάθε χρόνο τον Ιανουάριο, σε διάρκεια μίας εβδομάδας, επεκτάθηκε από το 1993 και σε υγροτόπους της Κρήτης εμπλουτίζοντας σημαντικά τα δεδομένα για αυτούς (Hellenic Ornithological Society et al. 1993-1996).

Όμως λίγα είναι τελικά τα δεδομένα που μπορεί κανείς να βρει δημοσιευμένα τα τελευταία χρόνια για τα πουλιά της Κρήτης. Τα περισσότερα είναι αναφορές ξένων επισκεπτών, ερασιτεχνών παρατηρητών πουλιών από τις οποίες οι πιο αξιόπιστες χρησιμοποιούνται βιβλιογραφικά.

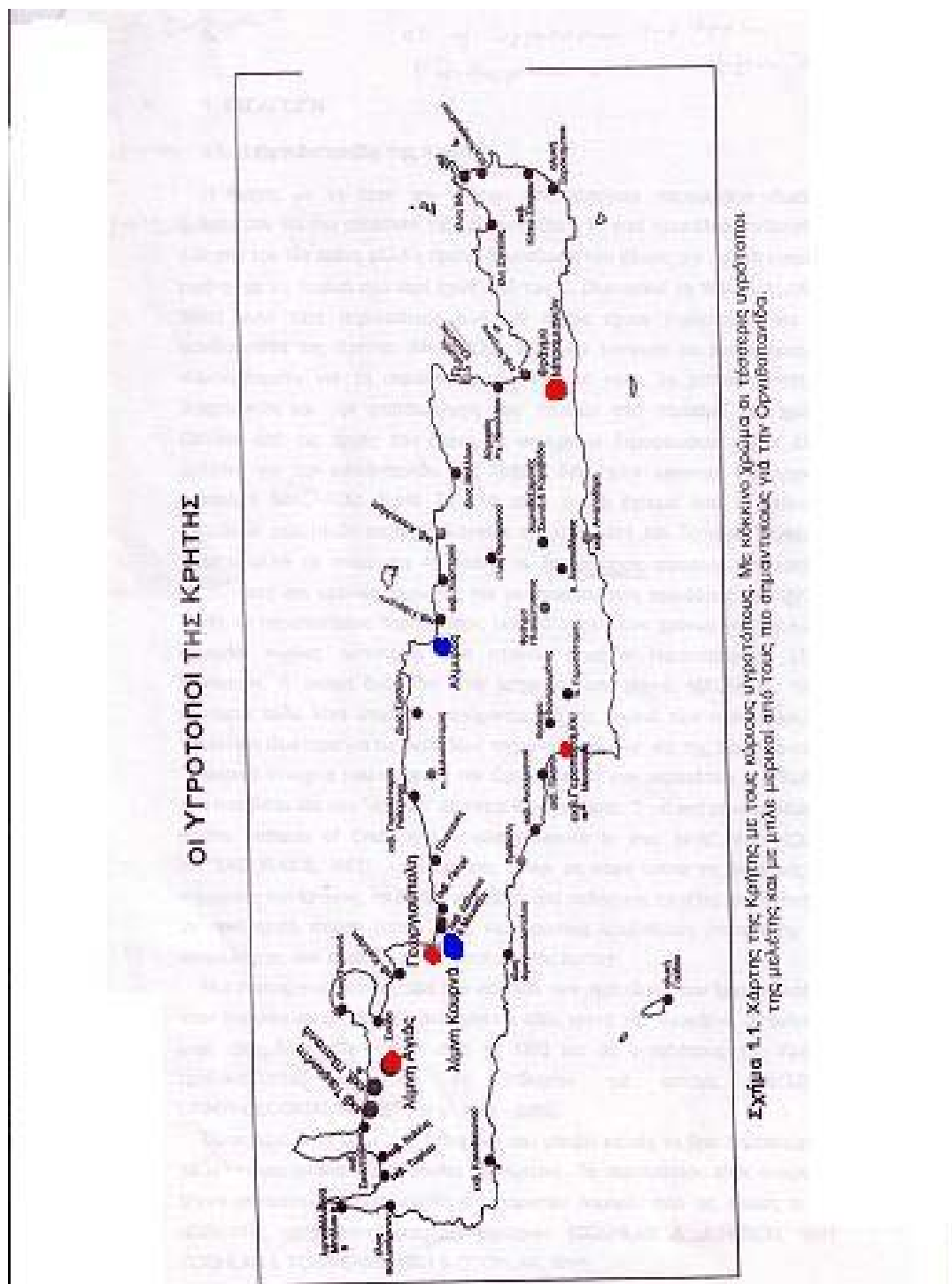
Αναφορές χρησιμοποιούνται κατά την διαχείριση του φυσικού περιβάλλοντος αλλά και στις υποχρεώσεις της χώρας μας σε διεθνείς συμβάσεις και οδηγίες και συντέλεσαν στην εκπόνηση, λίγων ως τώρα μελετών διαφόρων βιοτόπων του νησιού. Τέτοιες μελέτες είναι για παράδειγμα η μελέτη του βιολογικού τμήματος του Πανεπιστημίου Κρήτης για τις ακτές της Κρήτης που παρουσιάζουν οικολογικές διαταραχές, του αντίστοιχου τμήματος του Πανεπιστημίου Πατρών για τις σημαντικές για την

ορνιθοπανίδα περιοχές του νησιού, η μελέτη της Περιφέρειας Κρήτης για την προστασία και την ανάδειξη του βιοτόπου της λίμνης Αγίας Χανίων και άλλες. Πολύ σημαντική είναι η προσπάθεια καταγραφής των σημαντικότερων οικοτόπων και ένταξης τους στο Ευρωπαϊκό δίκτυο Natura 2000. Το τμήμα του προγράμματος που αφορούσε το νησί επωμίστηκε το Πανεπιστήμιο Κρήτης.

Όμως όπως συχνά συμβαίνει στη χώρα μας, πολλές από αυτές τις μελέτες προηγήθηκαν της βασικής έρευνας που θα ήταν αναγκαία για την γνώση του υπό διαχείριση ή προστασία αντικειμένου. Στην πλειονότητα των περιπτώσεων, σε ότι αφορά την Ορνιθοπανίδα, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από την βιβλιογραφία και σκόρπιες επισκέψεις. Έτσι, μεταξύ των άλλων, η πίεση για παράδοση εντός προθεσμιών ή και τα οικονομικά δεδομένα δεν αφήνουν πολλά περιθώρια για επιτόπια έρευνα και τεκμηρίωση των υπαρχόντων στοιχείων.

Μια σημαντική εργασία για τα πουλιά της Κρήτης είναι ο κατάλογος (Check list) των πουλιών του νησιού από το δρ. Χ. Βαλλιάνο, (Vallianos 1994) που δίνει τον αριθμό, τη σχετική συχνότητα και την εμφάνιση στο χρόνο για το κάθε είδος όπως προκύπτει από τα μέχρι τότε δεδομένα από τις δημοσιεύσεις και τις καταγραφές του μελετητή. Τα χρόνια που πέρασαν από τότε η ορνιθολογία αναπτύχθηκε περισσότερο στη χώρα μας και οι μελετητές που πέρασαν από την Κρήτη έδωσαν νέα στοιχεία. Ακόμη, υπάρχει η σημαντική ερευνητική προσπάθεια του εργαστηρίου Χερσαίας Οικολογίας και του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας του Πανεπιστημίου Κρήτης για τη μελέτη και τη συλλογή στοιχείων για την βιοποικιλότητα της Κρήτης και το Νησιώτικο τόξο του Αιγαίου. Έτσι η υπάρχουσα βιβλιογραφία και οι τρέχουσες ερευνητικές εργασίες μπορούν να περνούν σε βάση δεδομένων και τελικά να αποτελέσουν ένα εργαλείο μελέτης, γνώσης και εκπαίδευσης.

## 2.13 Παρουσίαση περιοχής και αναφορά στην ορνιθοπανίδα της





*Γενική όψη Μόχλου*

Ο **Μόχλος** είναι σήμερα ένας από τους κυριότερους τουριστικούς προορισμούς στο βορρά του νομού Λασιθίου. Ανήκει στο δήμο Σητείας και είναι οικισμός του δημοτικού διαμερισματος Τουρλωτής. Το ωραίο φυσικό του περιβάλλον, η θάλασσα και το φρέσκο ψάρι, έχουν κάνει το Μόχλο ως ένα θαυμάσιο τουριστικό θέρετρο.

Πηγαίνοντας με το βαρκάκι από το Μόχλο στο νησάκι, φτάνουμε στην Εκκλησία του Αγίου Νικολάου. Σε αυτό το σημείο και μέχρι τη Βυζαντινή περίοδο, εκτιμούν οι αρχαιολόγοι, ότι το νησάκι ήταν ενωμένο με την ξηρά και αποτελούσε τη Χερσόνησο και το σπουδαίο λιμάνι της περιοχής. Ο Μόχλος ήταν από τα σημαντικότερα λιμάνια της αρχαιότητας. Το νησάκι του Αγίου Νικολάου αποκόπηκε από την ξηρά ίσως έπειτα από κάποιο μεγάλο σεισμό»,

Από το 1900 έως το 1940 πριν τη γερμανική κατοχή, από το λιμάνι του Μόχλου γινόταν όλες οι εξαγωγές της περιοχής. Από το 1940 άρχισε η παρακμή και η εγκατάλειψη. Το 1960 στον οικισμό πήγε το νερό και ξεδιψασαν οι λιγοστοί μόνιμοι κάτοικοί του. Το 1978 στο χωριό έφτασε και το ρεύμα. Από τότε άρχισε η ραγδαία τουριστική ανάπτυξη του Μόχλου. Ο Μόχλος είναι ο μαγνήτης των Ελλήνων και ξένων επισκεπτών.

Η παραλία είναι έκτασης 2 περίπου Km και πλάτους 5-10 μέτρων, με βόρειο και Βορειοανατολικό προσανατολισμό εκτεινόμενη περίπου στο μέσο της διαδρομής Αγίου Νικολάου - Σητείας, απέναντι ακριβώς από τη νησίδα Αγ. Νικόλαος.

Η αμμουδιά καταλαμβάνει μικρή έκταση λίγων δεκάδων μέτρων στο κέντρο της περιοχής, ενώ δυτικά και ανατολικά η παραλία αποτελείται από βράχους, κροκάλες και χαλίκια.

Γενικότερα η παραλία χαρακτηρίζεται από μέτρια ποικιλότητα ειδών και βιοκοινωνιών, απουσία παρθένων ή ιδιαίτερα σημαντικών βιοτόπων, μέτρια υποβαθμισμένη βλάστηση και με μικρή σημασία για τη μετανάστευση των πουλιών.

Τα πουλιά που παρατηρήθηκαν στην περιοχή είναι κοινά για το σύνολο της Κρήτης και είναι:

- *Larus argentatus* ή κοινός γλάρος (βλ. παράρτημα 2)



- Galerida cristata ή κατσουλιέρης
- Turdus merula ή κοτσιφός
- Fringilla coelebs ή Σπίνος
- Carduelis carduelis ή καρδερίνα
- Passer domesticus ή σπουργίτι

Από τα παραπάνω είδη μόνο το πρώτο πιθανώς να βρεθεί στην περιοχή του θαλάσσιου αιολικού πάρκου αφού ο κατσουλιέρης ο κοτσιφός, ο σπίνος, η καρδερίνα και το σπουργίτι είναι πουλιά που πετούν μόνο μέχρι τα ψηλότερα κλαδιά των δέντρων. Πρέπει να αναφερθεί ότι από τα παραπάνω είδη κανένα δεν είναι προστατευόμενο στην περιοχή.

## 2.14 Απειλούμενα είδη στην Ελλάδα

Ένα από τα πιο ανησυχητικά φαινόμενα της σημερινής εποχής είναι η ταχύτητα εξαφάνισης των ειδών της άγριας ζωής που γίνεται πλέον με πρωτοφανείς ρυθμούς. Παρακάτω παρουσιάζουμε μερικά από τα απειλούμενα είδη (σε παγκόσμιο και Ευρωπαϊκό επίπεδο) της Ελλάδας. Τα είδη αυτά είναι:

- Κοκκινόχηνα μια πανέμορφη αγριόχηνα
- Γυπαετός το πουλί των ορεινών οικοσυστημάτων
- Λεπτομύτα
- Βασιλαετός
- Κιρκινέζι το γεράκι που φωλιάζει μαζί με τα περιστέρια
- Κεφαλούδι μια ασυνήθιστη πάπια
- Μαυροπετρίτης το πιο σημαντικό είδος που φιλοξενεί η Ελλάδα
- Αιγαιόγλαρος
- Λαγγόνα
- Βαλτόπαπια
- Σπιζαετός ο αετό της Μεσογείου
- Νανόχηνα η σπανιότερη χήνα της Ευρώπης.

Αξιίζει να σημειώσουμε ότι μερικά από τα παραπάνω είδη προστατεύονται από την οδηγία 79/409/ΕΟΚ, τη συνθήκη της Βέρνης και τη Συνθήκη της

Βόννης (βλ. παράρτημα). Ο *Larus argentatus* που συναντάμε στην περιοχή μελέτης μας είναι εκτός απειλούμενων ειδών και συνεπώς μη προστατευόμενο είδος.

## 2.15 Εκτίμηση της περιβαλλοντικής επίδρασης στα πουλιά

Επιδράσεις στα πουλιά σχετικά με τα αποτελέσματα διαταραχής από το αιολικό πάρκο αναμένονται κατά τη διάρκεια της κατασκευής και κατά τη διάρκεια της λειτουργίας. Η διαταραχή σχετικά με την περίοδο κατασκευής είναι προσωρινής διάρκειας και ως εκ τούτου μετριάζονται τα μέτρα για να είναι χαμηλού επιπέδου αντίκτυπο. Επομένως αναμένεται ότι επιδράσεις οι οποίες μπορούν να έχουν επιπτώσεις στα πουλιά, αφορούν κατά ένα μεγάλο μέρος την περίοδο που οι σανεμογεννήτριες λειτουργούν. Οι αξιολογήσεις των αποτελεσμάτων διαταραχής στα πουλιά είναι συνεπώς στις επιδράσεις που αναμένεται να εμφανιστούν στην περίοδο που το αιολικό πάρκο είναι σε λειτουργία.

Στις δραστηριότητες εγκατάστασης του Α/Π περιλαμβάνεται και η τοποθέτηση του καλωδίου από την ανεμογεννήτρια στην περιοχή της ακτής η οποία προβλέπεται να ασκήσει πολύ περιορισμένη επίδραση στα πουλιά. Τα θαμμένα καλώδια θα περιλάβουν μια πολύ μικρή περιοχή τοποθέτησης και όλες οι δραστηριότητες θα είναι προσωρινής διάρκειας. Ως εκ τούτου, οι επιδράσεις στους πόρους τροφίμων για τα πουλιά αναμένονται να είναι μικρές.

Εξαρχής, η οριστική προφητική αξιολόγηση των επιδράσεων στα πουλιά εμποδίζεται από δύο σημαντικά μειονεκτήματα:

1. Λόγω της απόστασης εργασίας σε ένα σκληρό περιβάλλον με δύσκολους όρους λειτουργίας, οι αριθμοί της οικολογίας των πουλιών στο παράκτιο περιβάλλον εκμετάλλευσης είναι λιγότερο ευρέως γνωστοί απ' ό,τι τα είδη που εκμεταλλεύονται τα παράκτια ή επίγεια περιβάλλοντα.
2. Ακόμα κι αν η γενική γνώση μας σχετικά με τις επιδράσεις των αιολικών πάρκων στα πουλιά έχει βελτιωθεί πολύ τα τελευταία χρόνια, η εμφάνιση πουλιών στο παράκτιο περιβάλλον και η συμπεριφορά τους δεν έχει συμπεριληφθεί σε μελέτες.

Διάφορες περιστασιακές μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί στο επίγειο περιβάλλον αποδεικνύουν ότι ο κίνδυνος σύγκρουσης στις ανεμογεννήτριες είναι περιορισμένος. Ακόμη και τη νύχτα, μελέτες αποδεικνύουν ότι κατά τις πτήσεις τους τα θαλασσοπούλια μέσα στα παράκτια ύδατα τείνουν να αποφύγουν τις ανεμογεννήτριες. Οι περισσότερες μελέτες αναφέρονται σχετικά σε καταστάσεις κάλυψης κινδύνου σύγκρουσης των αποδημητικών πουλιών του εδάφους.

Ο βαθμός αποφυγής των ανεμογεννητριών στην ανοικτή θάλασσα δεν έχει ερευνηθεί για τα παρόντα είδη στην περιοχή. Παλαιότερες έρευνες για άλλα είδη δείχνουν ότι η αποφυγή των ανεμογεννητριών περιορίζεται σε αποστάσεις μεταξύ των 100-500m.

Με βάση την υπάρχουσα εμπειρία, από τα πειραματικά αλλά και από τα ήδη εγκατεστημένα σε λειτουργία παράκτια Α/Π στη Δανία, η δυνατότητα

να προσκρούουν τα πουλιά στις παράκτιες ανεμογεννήτριες προβλέπεται να είναι:

\_ Η φυσική αλλαγή του βιότοπου που οι στρόβιλοι δημιουργούν.

\_ Αποτελέσματα διαταραχής/αποφυγής.

Η παρουσία των ανεμογεννητριών μπορεί να προσελκύσει ορισμένα είδη θαλασσοπουλιών, όπως γλάροι και κορμοράνοι, οι οποίοι μπορεί να χρησιμοποιήσουν τις πλατφόρμες που προσφέρονται. Επιπλέον, μερικά από τη μετανάστευση είδη πουλιών πέρα από την περιοχή μπορεί υπό ορισμένους όρους - ιδιαίτερα σε καταστάσεις με χαμηλή ορατότητα (ελαφριά ομίχλη ή ομίχλη) να χρησιμοποιήσουν τις ανεμογεννήτριες. Είδη υπό μετανάστευση, μπορεί να προσελκυστούν στις ανεμογεννήτριες.

Η παρουσία 10 ανεμογεννητριών σε μια παράκτια περιοχή μπορεί να έχει επιπτώσεις στα πουλιά με διάφορους τρόπους. Αρχικά, οι στρόβιλοι θα μειώσουν τη διαθέσιμη περιοχή της φυσικής παρουσίας τους. Αφετέρου, τα θεμέλια των ανεμογεννητριών μπορούν να δημιουργήσουν έναν νέο τύπο sublittoral βιότοπου που μπορεί να παρέχει πρόσθετο υπόστρωμα για ασπόνδυλα που τα πουλιά μπορούν να ταΐστούν από επάνω του. Τρίτον, οι στρόβιλοι μπορεί να χρησιμεύσουν ως οι πλατφόρμες για να σκαρφαλώνουν τα πουλιά και με αυτόν τον τρόπο να προσελκύουν άλλα είδη πουλιών στην περιοχή που δεν την εκμεταλλευόταν προηγουμένως.

Η τροποποιημένη πανίδα θα περιλαμβάνει κυρίως αποικίες *Balanus* και κάποια *polychaete* αυτό δεν αντιπροσωπεύει τα σημαντικά στοιχεία τροφίμων για τα πουλιά, ως εκ τούτου δεν αναμένεται ότι αυτές οι τροποποιήσεις του βιότοπου θα οδηγήσουν καθόλου σε σημαντικές αλλαγές στους αριθμούς πουλιών και στις κατανομές στην περιοχή. Η απώλεια κατώτατου υποστρώματος περιλαμβάνει λιγότερο από 0,3% του πάρκου αέρα στην περιοχή και δεν αναμένεται να οδηγήσει σε αισθητές επιδράσεις. Εντούτοις, η έκταση του πόρου τροφίμων αυτή μπορεί να χρησιμεύσει ως η βάση που θα οδηγήσει έναν μικρό αριθμό πουλιών σε μεγαλύτερο αριθμό πουλιών.

Η κλινωστρωμή που ενδεχομένως θα τοποθετηθεί για τη διαδρομή των καλωδίων σε στενούς διαδρόμους, όπως σχεδόν και όλο το ανασκαμμένο υλικό που θα βρίσκεται στο ίδιο σημείο, αναμένεται ότι θα επηρεάσει τη φύση του κατώτατου σημείου του υποστρώματος αν και η χλωρίδα και η πανίδα του θα επανεγκαθιδρυθούν μέσα σε ένα έτος μετά από κάθε δραστηριότητα.

Επομένως, η απώλεια βιότοπων αναμένεται να είναι αμελητέα στα πουλιά. Οι αναλύσεις των υδροδυναμικών όρων έχουν δείξει ότι αλλαγές στο ίζημα και τρέχουσες μετακινήσεις γύρω από τα θεμέλια θα είναι πολύ περιορισμένες (Δανικό υδραυλικό ίδρυμα 1999). Είναι επομένως πρόβλεψη ότι η κατώτατη πανίδα στην περιοχή μέσα στο αιολικό πάρκο δεν υφίσταται αλλαγή.

Βασισμένοι σε χαμηλούς και μεταβλητούς αριθμούς πουλιών που μπορεί να καταγραφούν μέσα και στον αέρα του Α/Π κατά τη διάρκεια της μελέτης βασικών γραμμών, η δύναμη να ανιχνευθούν οι αλλαγές στους αριθμούς πουλιών θα μπορούσαν αν θεωρηθούν κάπως δοκιμαστικές. Η περιοχή του αιολικού πάρκου θα πρέπει να εξεταστεί μαζί με ζώνες της τάξεως των + 2 χλμ και + 4 χλμ γιατί οι αναλύσεις και τα αποτελέσματα θα είναι πιο

αξιόπιστα λόγω του υψηλότερου αριθμού πουλιών που θα συμπεριλάβουν. Σε αυτή την περίπτωση ή μελέτη της περιοχής θα θεωρηθεί ακριβέστερη και ήδη τέτοιες μελέτες έχουν αποφανθεί ότι είναι δυνατόν να ανιχνεύσουν μια μείωση του αριθμού πουλιών μεταξύ 25-50% με στατιστική εμπιστοσύνη.

Σε μελέτες στα Δανικά ύδατα για τα πουλιά που έγιναν κατά τη διάρκεια κατασκευής, μικρές διαφορές παρατηρήθηκαν στα πουλιά που εκμεταλλεύονται την περιοχή των αιολικών πάρκων και στις ζώνες + 2 χλμ και + 4 χλμ που βρέθηκαν κατά τη διάρκεια της φάσης κατασκευής. Εντούτοις, οι αναλύσεις έδειξαν ότι οι αριθμοί πουλιών μέσα και κοντά στο αιολικό πάρκο δεν μειώθηκαν κατά τη διάρκεια αυτής της περιόδου.

### **3. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΜΕ ΧΕΡΣΑΙΟ Α/Π**

#### **3.1 Ο αέρας χερσαία**



Ο αέρας στη διάβαση των κορυφών των βουνών γίνεται γρήγορος και πυκνός και όπως φυσά πέρα από τα βουνά γίνεται λεπτός και αργός, όπως το νερό που ρέει σε ένα στενό κανάλι από την ευρεία θάλασσα. Σημειωματάρια του Leonardo Da Vinci (1452- 1519)

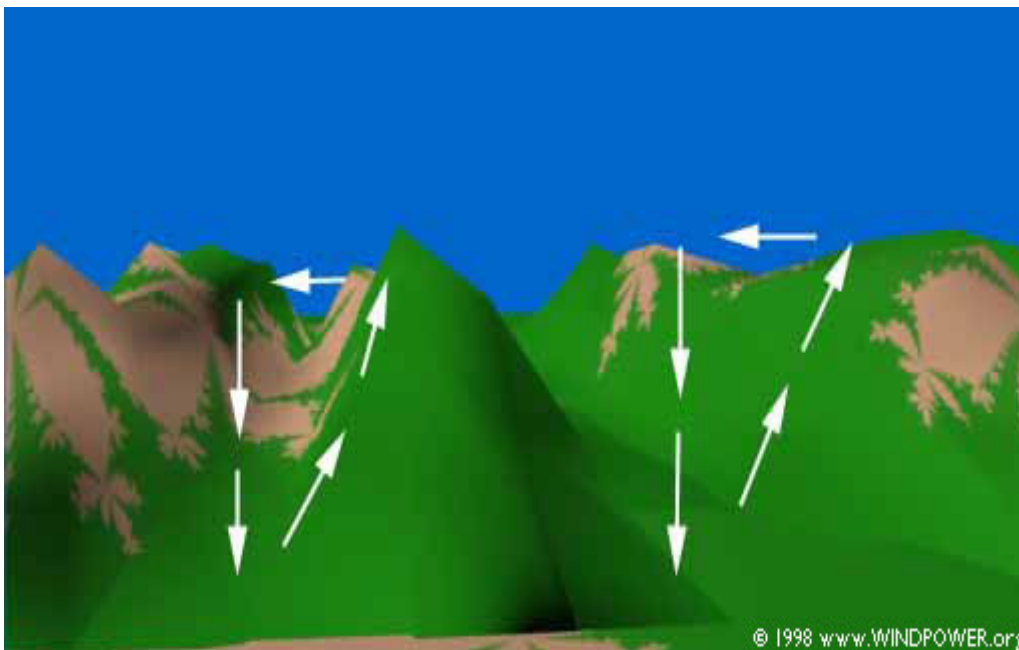
Ένας κοινός τρόπος τοποθέτησης ανεμογεννητριών είναι να τοποθετηθούν σε λόφους ή κορυφογραμμές αγνοώντας το περιβάλλον τοπίο. Ειδικότερα, είναι ένα πλεονέκτημα για να έχει μια όσο το δυνατόν ευρύτερη άποψη στην κατεύθυνση επικρατούντος αέρα στην περιοχή. Στους λόφους, κάποιος μπορεί επίσης να διαπιστώσει ότι οι ταχύτητες αέρα είναι υψηλότερες απ' ό,τι στην περιβάλλουσα περιοχή. Άλλη μια φορά, αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι ο αέρας γίνεται συμπιεσμένος στη θυελλώδη πλευρά του λόφου, και μόλις φθάσει ο αέρας στην κορυφογραμμή μπορεί να επεκταθεί πάλι στα ύψη κάτω στην περιοχή χαμηλής πίεσης από την πλευρά καταφυγίων του λόφου.



Μπορείτε λοιπόν να παρατηρήσετε ότι ο αέρας στην εικόνα αρχίζει κάποιο χρόνο προτού να φθάσει στο λόφο, επειδή η περιοχή υψηλής πίεσης επεκτείνεται αρκετά σε κάποια απόσταση έξω από το λόφο. Επίσης, μπορείτε να παρατηρήσετε ότι ο αέρας γίνεται πολύ ανώμαλος, μόλις περάσει μέσω των πτερυγίων των ανεμογεννητριών. Εάν ο λόφος είναι απότομος ή έχει μια ανώμαλη επιφάνεια, μπορεί να δημιουργήσει σημαντικά ποσά αναταραχής, η οποία μπορεί να μειώσει το πλεονέκτημα των ταχυτήτων υψηλότερου αέρα.



Έτσι, ακόμα κι αν η γενική ταχύτητα αέρα στην ανοικτή έκταση μπορεί να είναι, για παράδειγμα, 6 μέτρα ανά δευτερόλεπτο, μπορεί εύκολα να φθάσει σε 9 μέτρα ανά δευτερόλεπτο σε μια φυσική "σήραγγα". Η τοποθέτηση ενός ανεμογεννήτριας σε μια τέτοια σήραγγα είναι ένας έξυπνος τρόπος να επιτύχουμε τις ταχύτητες υψηλότερου αέρα απ' ότι στις περιβάλλουσες περιοχές. Σε περίπτωση που οι λόφοι είναι πολύ τραχιοί και ανώμαλοι, μπορούν να υπάρξει αναταραχή στην περιοχή. Εάν υπάρχει πολλή αναταραχή μπορεί να μειωθεί το πλεονέκτημα ταχύτητας αέρα εντελώς, και οι μεταβαλλόμενοι άνεμοι μπορούν να επιβάλουν πολύ άχρηστη υγρασία και να την εναποθέσουν στην ανεμογεννήτρια.



Οι περιοχές βουνών επιδεικνύουν πολλά ενδιαφέροντα καιρικά σχέδια. Ένα παράδειγμα είναι ο αέρας κοιλάδων που δημιουργείται στις στραμμένες προς το νότο κλίσεις.

Εάν το πάτωμα κοιλάδων είναι κεκλιμένο, ο αέρας μπορεί να κινηθεί κάτω ή επάνω στην κοιλάδα, ως αέρα φαραγγιών. Οι άνεμοι που ρέουν κάτω από τις απότομες πλευρές των βουνών μπορούν να είναι αρκετά ισχυροί.

### 3.2 Ο αέρας εν πλω συνοπτικά



*Θαλάσσιο αιολικό πάρκο Horn Rev*

Οι επιφάνειες των θαλασσών και των λιμνών είναι προφανώς πολύ ομαλές, κατά συνέπεια η τραχύτητα είναι πολύ χαμηλή (με τις σταθερές ταχύτητες αέρα). Όταν αυξάνεται η ταχύτητα του αέρα ένα μέρος της ενέργειας του χρησιμοποιείται για να χτίσει τα κύματα και συνεπώς να αυξήσει την τραχύτητα. Μόλις ενισχυθούν τα κύματα, η τραχύτητα μειώνεται πάλι. Έχουμε έτσι μια επιφάνεια με ποικίλη τραχύτητα, (ακριβώς όπως σε περιοχές που καλύπτονται με λίγο πολύ το χιόνι).

Γενικά, εντούτοις, η τραχύτητα της επιφάνειας του νερού είναι πολύ χαμηλή, και τα εμπόδια στον αέρα είναι λίγα. Κάνοντας τους υπολογισμούς αέρα πρέπει να λάβουμε υπ' όψιν τα νησιά, τους φάρους, βραχονησίδες νησίδες κ.λπ. ακριβώς σαν να αποτελούσαν αντίθετα στον άνεμο εμπόδια ή αλλαγές στην τραχύτητα στο έδαφος.

Ο αέρας είναι εν πλω γενικά λιγότερος ταραχώδης απ' ό,τι στο έδαφος. Οι ανεμογεννήτριες τοποθετημένες εν πλω μπορούν επομένως να αναμένεται να έχουν μια πιο μακροχρόνια διάρκεια ζωής από τις χερσαίες. Η χαμηλή αναταραχή οφείλεται εν πλω πρώτιστα στο γεγονός ότι οι παραλλαγές θερμοκρασίας μεταξύ των διαφορετικών υψών στην ατμόσφαιρα επάνω από τη θάλασσα είναι μικρότερες απ' ό,τι επάνω από το έδαφος. Το φως του ήλιου θα διαπεράσει διάφορα μέτρα κάτω από την επιφάνεια θάλασσας, ενώ στο έδαφος η ακτινοβολία από τον ήλιο θερμαίνει μόνο το ανώτατο στρώμα του χώματος, το οποίο γίνεται έτσι πολύ θερμότερο. Συνεπώς η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας και του αέρα θα είναι μικρότερη επάνω από τη θάλασσα απ' ό,τι επάνω από το έδαφος. Αυτό είναι ο λόγος για τη χαμηλότερη αναταραχή.

Με τη χαμηλή τραχύτητα, η διαταραχή του αέρα είναι εν πλω πολύ χαμηλή, δηλ. η ταχύτητα του δεν αλλάζει πάρα πολύ με τις αλλαγές στο ύψος πλημνών των ανεμογεννητριών. Μπορεί επομένως να θεωρηθεί ότι είναι οικονομικότερο το γεγονός ότι μπορεί να χρησιμοποιηθούν αρκετά χαμηλότεροι πύργοι και η διάμετρος των πτερυγίων τους που βρίσκονται εν πλω, μπορούν να επιλεγθούν ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες.

Επίσης προκαταρκτικές μελέτες δείχνουν ότι τα αποτελέσματα σκιάς αέρα από το έδαφος μπορούν να είναι σημαντικότερα, ακόμη και σε αποστάσεις μέχρι 20 χιλιόμετρα. Αφ' ετέρου, φαίνεται ότι ο παράκτιος πόρος αέρα μπορεί να είναι περίπου 5 έως 10 τοις εκατό υψηλότερος από ότι υπολογίστηκε προηγουμένως αφού τα προβλήματα σκιάς είναι σχεδόν ανύπαρκτα.



### 3.3 Πλεονεκτήματα παράκτιου Α/Π

Όπως έχει αναφερθεί και παραπάνω οι μέσες ταχύτητες αέρα μπορούν να είναι 20% υψηλότερες, και η προκύπτουσα ενεργειακή παραγωγή μέχρι 70% μεγαλύτερη στη θάλασσα απ' ό τι στο έδαφος. Η έλλειψη εμποδίων όπως οι λόφοι, και η γενικά ομαλή επιφάνεια της θάλασσας, καθιστούν επίσης τον αέρα στην θαλάσσια περιοχή πιο αξιόπιστο. Αυτό οφείλεται στη χαμηλότερη τραχύτητα εν πλω έναντι της τραχύτητας στο έδαφος. Εντούτοις οι επιδράσεις σκιάς από το έδαφος φαίνονται να είναι σημαντικές για τον αέρα, σε αποστάσεις μέχρι 20 χλμ. Οι άνεμοι επηρεάζονται πάρα πολύ από την επίγεια επιφάνεια στα ύψη μέχρι και 100 μέτρα (βλ. Δύναμη Coriolis). Ο αέρας θα επιβραδυνθεί από τη γήινη επιφάνεια λόγω της τραχύτητας. Οι κατευθύνσεις αέρα κοντά στην επιφάνεια θα είναι ελαφρώς διαφορετικές από την κατεύθυνση του γεωστροφικού αέρα λόγω της γήινης περιστροφής.

Η αναταραχή αέρα είναι επίσης χαμηλότερη παράκτια. Λόγω των υψηλότερων δαπανών που συνδέονται με την κατασκευή και τη λειτουργία των ανεμογεννητριών παράκτια σε αντιδιαστολή με χερσαίο, η βιομηχανία έχει προσπαθήσει να αναπτύξει την τεχνολογία για να παράγει τις ανεμογεννήτριες των μεγαλύτερων μεγεθών προκειμένου να επιτευχθούν οι οικονομίες κλίμακας που απαιτούνται για να καταστήσουν τα παράκτια πάρκα αέρα οικονομικώς αποδοτικότερα. Η ανάπτυξη των μεγεθών ανεμογεννητριών σε σειρά 2 - 3 MW έχει καταστήσει τώρα τα παράκτια πάρκα αέρα εμπορικά βιώσιμα.

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι η ταχύτητα του αέρα δεν αλλάζει τόσο πολύ από την επιφάνεια και την κατακόρυφο του ύδατος προς τα πάνω, και επομένως οι πύργοι μπορούν να είναι ελλιπέστεροι σε ύψος απ' ό τι στο έδαφος.



*Εξερεύνηση ακριβούς θέσης τοποθέτησης πύλων*

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι εν πλω η αναταραχή είναι χαμηλότερη απ' ό τι στο έδαφος. Αυτό οφείλεται στις μικρότερες παραλλαγές τις θερμοκρασίας στο κάθετο επίπεδο απ' ό τι στο έδαφος.

Και η χαμηλότερη αναταραχή μπορεί να οδηγήσει στην πιο μακροχρόνια διάρκεια ζωής του ανεμογεννήτριας και συνεπώς οικονομικά βιώσιμης κατασκευής. Η χαμηλότερη αναταραχή επίσης σημαίνει ότι τα πτερύγια χρονοτριβούν με μια ταχύτητα υψηλότερου αέρα απ' ό τι στο έδαφος. Οι

παράκτιοι πόροι αέρα με την χαμηλή τους αναταραχή αυξάνουν την διάρκεια ζωής των ανεμογεννητριών σε μια πιθανή κλίμακα των 25 έως 30 ετών. Εάν υποθέτουμε μια διάρκεια ζωής προγράμματος, για παράδειγμα, 25 ετών αντί 20, αυτό κάνει τις δαπάνες συντήρησης περίπου 9 % χαμηλότερα.

Ένα άλλο κίνητρο είναι η δυσκολία εύρεσης αρκετών κατάλληλων περιοχών αιολικών πάρκων στο έδαφος, ειδικά στην πυκνά εποίκημένη και σχετικά επίπεδη επαρχία μιας χώρας. Επίσης η παρουσία συστοιχίας δένδρων έχει σαν αποτέλεσμα το μηδενισμό της ταχύτητας του ανέμου μέχρι και το ύψος της κορυφής των δένδρων. Τέλος και τα παρακείμενα κτίρια αποτελούν ένα άλλο είδος εμποδίων, δεδομένου ότι η παρουσία τους διαταράσσει σε σημαντική έκταση το πεδίο ροής του ανέμου. Ξέροντας λοιπόν ότι για τη σωστή αεροδυναμική συμπεριφορά μιας αιολικής μηχανής είναι σκόπιμο η περρωτή της ανεμογεννήτριας να βρίσκεται εκτός του πεδίου επιρροής τυχόν επιφανειακών εμποδίων συμπεραίνουμε ότι κατά την λειτουργία θαλάσσιου Α/Π έχουμε μεγιστοποίηση της διαθέσιμης κινητικής ενέργειας του ανέμου, το πεδίο ροής είναι ελεύθερο στροβιλισμού και η τύρβη του ανέμου είναι η ελάχιστη δυνατή. Είναι συνεπώς σκόπιμο να επιλέγουμε θαλάσσιες περιοχές χωρίς το πρόβλημα επιρροής επιφανειακών εμποδίων. Επίσης η εμφάνιση υψηλής τύρβης όπως έχουμε προαναφέρει εξαρτάται εκτός από τις γενικές ατμοσφαιρικές συνθήκες, τόσο από την ύπαρξη μεμονωμένων κτιρίων ή άλλων εμποδίων όσο και από την τραχύτητα του εδάφους της κάθε περιοχής.

Αξίζει να σημειώσουμε ότι προβλήματα στην ομαλή λειτουργία μιας αιολικής εγκατάστασης δημιουργούνται και από ξαφνικούς ανέμους ιδιαίτερα μεγάλης έντασης μα μικρής διάρκειας, οι οποίοι καλούνται ριπές ανέμου.

Συγκεκριμένα ριπή ανέμου ορίζεται μια ξαφνική μικρής διάρκειας ( $\leq 20\text{sec}$ ) αύξηση της ταχύτητας του ανέμου ( $\geq 9.3\text{m/sec}$ ), η οποία διαφέρει από τη μέση τιμή της ταχύτητας στο διάστημα που προηγήθηκε και ακολουθεί τουλάχιστον κατά  $4,6\text{ m/sec}$ , ενώ η ταχύτητα του ανέμου επανέρχεται στη συνέχεια στα προηγούμενα επίπεδα τιμών. Οι ξαφνικές ριπές του ανέμου και η διάρκεια τους συνδέονται άμεσα με την φόρτιση των περυγίων μιας ανεμογεννήτριας. Επιπλέον πρέπει να προστεθεί ότι στην περίπτωση που παρουσιαστούν ιδιαίτερα υψηλές ταχύτητες του ανέμου με διάρκεια μεγαλύτερη των  $30\text{sec}$ , οι ανεμογεννήτριες τίθενται συχνά εκτός λειτουργίας για λόγους αυτοπροστασίας. Ο άνεμος είναι λιγότερο ριπιαίος πάνω από εκτεταμένες υδάτινες επιφάνειες και περισσότερο ριπιαίος πάνω από επιφάνειες με έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο ή με υψηλά εμπόδια π.χ υψηλά κτίρια.

Η ποιότητα του αέρα παράκτια μπορεί να εξασφαλίσει συνεπώς καλύτερες προδιαγραφές λειτουργίας στο Α/Π που αυτό συνεπάγεται λιγότερες ώρες εκτός αλλά και οικονομικότερο κόστος συντήρησης των ανεμογεννητριών. Μπορεί το κόστος της εγκατάστασης του Α/Π να είναι επιβαρημένο λόγω του θαλάσσιου της περιοχής αλλά η απόσβεση του κόστους των εργασιών θεωρητικά θα είναι στο ίδιο, ίσως και χαμηλότερο επίπεδο, με το χερσαίο αφού η ποιότητα της λειτουργίας του παράκτιου Α/Π είναι σαφώς καλύτερη από εκείνη του χερσαίου.

Η παράκτια ενέργεια αέρα είναι λίγο ακριβότερη από τη συμβατική δύναμη. Αλλά εάν αναλογιστούμε τις περιβαλλοντικές δαπάνες των

απολιθωμένων καυσίμων και τις εσωτερικοποιήσουμε θα ανακαλύψουμε ότι τέτοια προγράμματα είναι πολύ ανταγωνιστικά.

## **4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

### **4.1 Παράκτιο αιολικό πάρκο Μόχλου**

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η προσέγγιση με τον καλύτερο τρόπο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που μπορεί να προκαλέσει η εγκατάσταση παράκτιου αιολικού πάρκου στην περιοχή Μόχλου Σητείας.

Επίσης εξετάστηκαν οι ιδιαιτερότητες της συγκεκριμένης περιοχής και τέλος η απόδειξη ότι η ίδρυση ενός τέτοιου ιδρύματος μπορεί να θεωρηθεί βιώσιμη. Η βιβλιογραφία είναι δυστυχώς ακόμα ελλιπής για αυτού του είδους τα ιδρύματα και έτσι οι περισσότερες πληροφορίες συλλέχθηκαν από το διαδίκτυο αλλά και εκμειεύτηκαν από την ήδη υπάρχουσα βιβλιογραφία κατασκευής χερσαίου αιολικού πάρκου σε συνάρτηση με τις ιδιαιτερότητες του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Οι συμφοιτητές μου Βελγάκη Ελένη και Βασιλειάδης Αθανάσιος ασχολήθηκαν με την κατασκευή και τεχνικοοικονομική μελέτη του συγκεκριμένου αιολικού πάρκου και εγώ από την πλευρά μου ασχολήθηκα με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, την σκοπιμότητα εγκατάστασης του, την σύγκριση του με χερσαίο αιολικό πάρκο, τις ιδιαιτερότητες του θαλάσσιου αιολικού δυναμικού αλλά και με την παρουσίαση ήδη εγκατεστημένων παρακτίων αιολικών πάρκων στην Δανία και των μελετών και εργασιών που τελέστηκαν κατάστασή τους.

Η επιλογή της θέσης εγκατάστασης του παράκτιου αιολικού πάρκου ήταν εισήγηση του υπεύθυνου καθηγητή μας κυρίου Χρηστάκη και από την πλευρά ας εξετάστηκαν οι παρακάτω σημαντικοί παράγοντες :

1. Η παραγωγή ενέργειας να είναι συμφέρουσα οικονομικά (το κόστος της παραγόμενης KWh να είναι μικρό).
2. Η εγκατάσταση να μην έχει αρνητικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.
3. Η λειτουργία της ανεμογεννήτριας να είναι συμβατή με τη λειτουργία του ηλεκτρικού δικτύου.
4. Να έχουν ληφθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό της ανεμογεννήτριας οι πιθανές ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες της συγκεκριμένης θέσης (παγετοί, εξαιρετικά ισχυροί άνεμοι, κύματα κλπ.).
5. Η επιλεγμένη θέση να είναι αποδεκτή από το κοινό.

Στο θαλάσσιο αιολικό πάρκο εκτός από τα παραπάνω στην επιλογή της θέσης της ανεμογεννήτριας λαμβάνουμε και άλλους παραμέτρους.

- Το βάθος της θάλασσας να είναι μικρό (τα περισσότερα θαλάσσια πάρκα είναι σε ρηχές περιοχές)
- Σύμφωνα με τη νομοθεσία στη Δανία για offshore πάρκα (δεν υπάρχει ελληνική νομοθεσία) οι ανεμογεννήτριες πρέπει να τοποθετηθούν περίπου 1,5 Km από την ακτή
- Να υπάρχει κοντά στη ξηρά υποσταθμός της Δ.Ε.Η.

Η πιο πρακτική λύση στο πρόβλημα επιλογής θέσης ανεμογεννήτριας, είναι να χρησιμοποιήσουμε υπάρχουσες πληροφορίες για τον προσδιορισμό περιοχών με υψηλό αιολικό δυναμικό, τέτοιο που να δικαιολογεί την οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης. Έπειτα, μέσα στις περιοχές αυτές,

επιλέγονται τοποθεσίες στις οποίες η εγκατάσταση ανεμογεννήτριας είναι πρακτικώς εφικτή. Τέλος εκτελούνται μετρήσεις των ανέμων στις συγκεκριμένες πλέον θέσεις.

. Η θαλάσσια περιοχή που εξετάστηκε το αιολικό πάρκο θα εγκατασταθεί:

- Πέρα από 5 Km από την ακτή
- Όχι σε περιοχές αλιείας
- Μακριά από στρατιωτικές περιοχές άσκησης
- Όχι σε περιοχές όπου θα γίνει εκβάθυνση
- Φυσικά μακριά από γνωστές χωματερές πυρομαχικών, εκρηκτικών υλών και άλλων επικίνδυνων υλικών
- Αποκλείστηκαν από την έρευνα και περιοχές που το βάθος της θάλασσας ήταν λιγότερο από 10 m ή μεγαλύτερο από 50 m.

Αφού εξετάστηκαν οι παραπάνω παράγοντες οι συμφοιτητές μου συνέχισαν με την ψηφιοποίηση του χάρτη αιολικού δυναμικού για να διευκρινισθεί αν όλες οι ισοϋψείς βρίσκονται στο σωστό ύψος και ότι κάθε μια απ' αυτές είναι μια κλειστή καμπύλη. Η μέθοδος που ακολουθήθηκε για να μεταφερθεί η μορφολογία της θάλασσας και του εδάφους της περιοχής του Μόχλου στον υπολογιστή, ήταν η ψηφιοποίηση των χαρτών με χρήση digitizer. Χρησιμοποιήθηκαν χάρτες κλίμακας 1:5.000 από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.) .

Ψηφιοποιήθηκαν όλες οι ισοϋψείς ανά είκοσι μέτρα και έτσι δημιουργήθηκε ένας αιολικός χάρτης όλης της περιοχής του Μόχλου.

Για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού και της ενεργειακής παραγωγής χρησιμοποιήθηκε μία χρονοσειρά 12μηνών μετρήσεων από 10 μέτρο ανεμογράφο που βρίσκεται στην περιοχή Παχιά Άμμος Σητείας στο νομό Λασιθίου Κρήτης.

#### ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΘΕΣΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΣΤΑΘΜΟΥ

Η θέση του ανεμογράφου προσδιορίσθηκε και με GPS σε συντεταγμένες ΕΓΣΑ87:

$X=663918$  ,  $Y=3886704$  και υψόμετρο 80 μ.

#### Ανεμολογικά δεδομένα

Τα όργανα που χρησιμοποιούνται (ανεμόμετρα και ανεμοδείκτες) είναι βαθμονομημένα και φέρουν τα κατάλληλα πιστοποιητικά . Οι μετρήσεις συνεχίζονται κατά τη διάρκεια της παρούσας μελέτης .

## Εκτίμηση της τραχύτητας του εδάφους

Λόγω του ότι η περιοχή που θα κατασκευαστεί το αιολικό πάρκο είναι η θάλασσα η ταχύτητα που λαμβάνουμε είναι μηδέν.

## Υπολογισμός Αιολικού Άτλαντα και ενεργειακής παραγωγής

Η συνολική παραγωγή υπολογίζεται από το Wasp σε στο σύνολο των 10 ανεμογεννητριών. Χρησιμοποιούμε ανεμογεννήτρια Vestas V80 offshore με ονομαστική ισχύ 2 MW. Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του Wasp

<b>Συνολική Ετήσια Παραγωγή Πάρκου</b>	40.265	MWh/Ετος
<b>Παραγωγή ανά Ανεμογεννήτρια</b>	40.265/10=4026,5	MWh/Ανεμογεννήτρια

*Συνολτική παρουσίαση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκαν*

## Χωροθέτηση αιολικού πάρκου στην περιοχή

Οι συντεταγμένες είναι σε σύστημα ΕΓΣΑ'87

A/A	X	Y
A/Γ 01	675603	3895441
A/Γ 02	675833	3895664
A/Γ 03	676061	3895889
A/Γ 04	676286	3896114
A/Γ 05	676122	3895527
A/Γ 06	676349	3895751
A/Γ 07	676576	3895976
A/Γ 08	676631	3895609
A/Γ 09	676858	3895833
A/Γ 10	677085	3896058

## Συγκεντρωτικά στοιχεία Α/Π

Αριθμός Ανεμογεννητριών	10	
Τύπος Ανεμογεννητριών	Vestas V80 offshore	
Ισχύς Αιολικού Πάρκου	20	MW
Μέση Ταχύτητα Α.Π.	5,82	m/s
Ύψος μετρήσεων από το έδαφος	10	m
Συνολική παραγωγή ενέργειας	40265	MWh

## Οικονομική Μελέτη

Μία τεχνική μελέτη πάντα συνοδεύεται και από την οικονομική. Ο επιχειρηματίας ή η εταιρεία που κατασκευάζει το αιολικό πάρκο αλλά και κάθε είδους επενδύσεις ενδιαφέρεται για το αν η επένδυση θα έχει απόσβεση και σε ποιο χρονικό διάστημα.

Επειδή δεν έχει γίνει ποτέ στην Ελλάδα ανέγερση θαλάσσιου αιολικού πάρκου οι υπολογισμοί έγιναν με ενδεικτικές τιμές και με βάση την αναφορά που κάνει η εταιρεία VESTAS στην ιστοσελίδα της ότι το κόστος ενός θαλάσσιου αιολικού πάρκου είναι περίπου 15 με 20% αυξημένο από το κόστος ενός χερσαίου.

Στην οικονομική μελέτη του πρώτους μέρους αυτής της πτυχιακής και λαμβάνοντας λοιπόν υπ' όψιν μας τα παραπάνω αλλά και το γεγονός ότι η ανέγερση ενός Α/Π θα αναβαθμίσει την γύρω περιοχή , θα γίνει πόλος έλξης επιστημόνων αλλά και απλών πολιτών εξαιτίας της υπερόγχρονης τεχνολογίας που χρησιμοποιεί αλλά και όλα τα περιβαλλοντικά οφέλη και τα πλεονεκτήματα του συγκεκριμένου ιδρύματος κρίνουμε ότι η επένδυση είναι βιώσιμη και αναγκαία.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1**

Διεθνείς συμβάσεις και οδηγίες για τα πουλιά στη Δανία

### **Συνθήκη Ramsar**

Επικυρωμένη από τη Δανία το 1977. Μια συμφωνία σχετικά με τη συντήρηση των υγρότοπων διεθνούς σπουδαιότητας, ειδικά για τα υδρόβια πουλιά. Η



Δανία έχει αναλάβει μια σημαντική υποχρέωση να εφαρμόσει την προστασία για τέτοιες περιοχές. Οι υγράτοποι περιλαμβάνουν τις λίμνες, τα Φιόρντ, και ρηχά ναυτικά ύδατα (< 6 μ). Οι περιοχές Ramsar μπορούν επίσης να περιλάβουν τις γειτονικές περιοχές εδάφους όπου αυτές συμβάλλουν στην ακεραιότητα της περιοχής. Μια περιοχή προσδιορίζεται να είναι διεθνούς σπουδαιότητας εάν:

1. υποστηρίζει τακτικά 20.000 υδρόβια πουλιά ή,
2. υποστηρίζει τακτικά τους ουσιαστικούς αριθμούς ατόμων από ιδιαίτερες ομάδες υδρόβιων πουλιών, ενδεικτικές για τις τιμές του υγράτοπου, παραγωγικότητα ή ποικιλομορφία ή,
3. όπου τα στοιχεία είναι διαθέσιμα, υποστηρίζουν τακτικά 1% των ατόμων σε έναν πληθυσμό του ενός είδους ή υποείδους των υδρόβιων πουλιών. Η Δανία έχει υποδείξει 27 περιοχές που καλύπτουν συνολικά 7.350 km<sup>2</sup>.

### **Οδηγία για τα πουλιά της ΕΕ**

Η οδηγία εγκρίθηκε το 1979 και αναθεωρήθηκε στη συνέχεια. Η οδηγία δεσμεύει τα κράτη μέλη να προστατεύσουν τα άγρια πουλιά και ιδιαίτερα για τα απειλούμενα είδη υποδεικνύουν κατάλληλες περιοχές για τη συντήρησή τους. Η Δανία έχει υποδείξει 111 τέτοιες περιοχές που καλύπτουν μια συνολική περιοχή 9,500 km<sup>2</sup>.

### **Οδηγία βιότοπων της ΕΕ**

Η οδηγία εγκρίθηκε το 1992. Η οδηγία δεσμεύει τα Κράτη μέλη να προστατεύσουν τα άγρια είδη και τους βιότοπους των ομάδων: εγκαταστάσεις, θηλαστικά, ερπετά, αμφίβια, ψάρια, και ασπόνδυλα και να συντηρήσει τους απειλούμενους τύπους βιότοπων. Η Δανία έχει υποδείξει 194 περιοχές με κάλυψη συνολικά 10.000 km<sup>2</sup>.

Οι περιοχές που υποδεικνύονται σε σχέση με τη Ramsar, Συνθήκη, η ΕΕ Η οδηγία πουλιών, και η οδηγία βιότοπων της ΕΕ είναι σε πολλές περιπτώσεις ίδια.

### **Συνθήκη της Βόννης**

Επικυρωμένη από τη Δανία το 1982. Ο στόχος της σύμβασης είναι η συντήρηση εκείνων των ειδών των άγριων ζώων (συμπεριλαμβανομένων των πουλιών) που μεταναστεύουν μέσα ή έξω από στα εθνικά δικαιοδοτικά όρια. Η συντήρηση μπορεί να ασκείται μέσω της προστασίας των ειδών και των βιότοπων ή κατευθείαν με μια συμφωνία διαχείρισης. Η Δανία υπογράφει την αφρικανική-ευρασιατική Μεταναστευτική συμφωνία Waterbird το 1999 που συνάφθηκε στο πλαίσιο της Συνθήκης της Βόννης.

### **Συνθήκη της Βέρνης**

Επικυρωμένη από τη Δανία το 1982. Ο στόχος της σύμβασης είναι η συντήρηση των άγριων ευρωπαϊκών φυτών και ζώων και των βιοτόπων τους.

### **Νόμος προστασίας φύσης**

Δανικός νόμος αριθ. 835 της 1ης Νοεμβρίου 1997, που αναθεωρήθηκε από το νόμο της 1ης Ιουλίου, 1998. Ο στόχος του είναι η συντήρηση της φύσης και του περιβάλλοντος με τρόπο που είναι συμβατός με την ανάπτυξη της κοινωνίας σε μια βιώσιμη βάση, όσον αφορά τους ανθρώπους και τη συντήρηση της χλωρίδας και πανίδας.

### **Νόμος άγριας φύσης**

Δανικός νόμος αριθ. 114 της 28ης Ιανουαρίου 1997. Ο στόχος του νόμου είναι να προστατεύσει την άγρια φύση, ειδικά κατά τη διάρκεια της εποχής αναπαραγωγής, για να προστατεύσει την ποσότητα και ποιότητα των βιότοπων μέσω της καθιέρωσης των επιφυλάξεων παιχνιδιού, και με άλλους τρόπους να επανεγκαθιδρυθούν και να προστατευθούν οι βιότοποι

Larus Argentatus

Larus Argentatus



Ζυγίζει 1050 – 1250gr και έχει ύψος 65 cm περίπου. Τα αρσενικά είναι βαρύτερα από τα θηλυκά. Εποχιακά διμορφικό. Αυτό το είδος απαιτεί τέσσερα έτη για να φθάσει στο πλήρες ενήλικο φτέρωμα.

**Αναπαραγωγή ενήλικων:** ο μανδύας και τα φτερά χλομιάζουν τις γκριζες άκρες των φτερών και γίνονται μαύρες, ευδιάκριτες και περιορίζουν στο εξωτερικό μέρος, με τα άσπρα σημεία που μπορούν να λείψουν ή να φαίνονται μερικώς φορεμένα στο κεφάλι, και μετατρέπεται τον άσπρο σε κίτρινο καθώς γίνονται κόκκινα τα ροζ σημεία των ποδιών.

**Νεαρά:** παρόμοια με τον πρώτο χειμώνα, αλλά ο μανδύας με το κανονικότερο, φολιδωτό σχέδιο, και το κεφάλι και τα υψηλά σημεία σκοτεινότερα και τα βαρύτερα ραβδωμένα, σχεδόν ίδιο χρώμα με το μανδύα.

**Νεοσσός:** ημί κατασκευασμένα κάτω μακροχρόνια μαλακά ανώτερα σημεία και φλεγμονώδες γκρι λαιμό, με μικρά μαυριδερά – καφετιά σημεία στο κεφάλι και ένα λαιμό, με μικρές σκοτεινές ραβδώσεις γύρω από το μάτι και στα πάνω σημεία του λαιμού που διαστίζονται με ανώμαλες, μαυριδερές καφετιές κηλίδες και με ρόδινα πόδια με άκρα ροζ.

**Διαμόρφωση, μετανάστευση και διαχείμαση:** Η διαμόρφωση των φτερών σε όλους τους γλάρους είναι διαδοχική. Αρχίζει το Μάιο και διαρκεί αρκετούς μήνες. Το συγκεκριμένο είδος θεωρείται στάσιμο δηλαδή δεν μεταναστεύει.

**Τρόφιμα:** Οι γλαροί ταΐζονται με ποικίλα στοιχεία ζωικών τροφίμων που λαμβάνονται από την την ψευδό-κατάδυση και τον κλεπτοπαρασητισμό. Τροφή των γλάρων είναι τα θαλάσσια ψάρια και τα ασπόνδυλα. Μικροί γλαροί έχουν ως κυρίως τροφή τα έντομα και άλλα επίγεια ασπόνδυλα. Στις περιοχές διαχείμασης οι μικροί γλαροί είναι κυρίως ιχθυοφάγοι αλλά μπορεί επίσης να ταΐστούν με θαλάσσια ασπόνδυλα.

**Συμπεριφορά:** Όλα τα είδη είναι ιδιαίτερα κοινωνικά.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 3**

Τρόποι προστασίας των παράκτιων συστημάτων

Δίκτυα Corine και Natura 2000

Τρόποι προστασίας των παράκτιων οικοσυστημάτων

Τόσο η οικολογική όσο και η οικονομική σημασία των παράκτιων οικοσυστημάτων επιβάλλει την εν γένει διατήρηση του παράκτιου περιβάλλοντος στο υψηλότερο δυνατό επίπεδο. Ανάλογα με τις προτεραιότητες που προκύπτουν από την εκτίμηση της οικολογικής τους αξίας, οι ακτές μπορούν να διαχωριστούν σε προστατευτές και μη.

Στις προστατευτές ακτές υπάγονται αυτές που περιλαμβάνουν βιότοπους ή τοπία μεγάλης οικολογικής ή αισθητικής αξίας. Η επιλογή πρέπει να γίνεται με βάση τα κριτήρια όπως η φυσικότητα, η πληρότητα, η ποικιλότητα, η αυτοδυναμία, η μοναδικότητα, η παρουσία απειλούμενων ειδών, η ευαισθησία, η δυνατότητα αποκατάστασης και η εκπαιδευτική αξία.

Ειδικότερα η παρουσία απειλούμενων ειδών έχει ιδιαίτερη σημασία, δεδομένου ότι υποδεικνύει τον κίνδυνο μη αντιστρεπτής βλάβης του φυσικού περιβάλλοντος. Ανάλογα με τον επείγοντα χαρακτήρα του κινδύνου, τα απειλούμενα είδη διακρίνονται σε κινδυνεύοντα, τρωτά και σπάνια, ενώ η ιδιαίτερη σημασία για την σοβαρότητα του κινδύνου έχει ο ενδημισμός. Οι προστατευτές ακτές μπορούν να ανακηρυχθούν βάση του Ν. 1650/86 σε:

- Αυστηρά προστατευόμενες περιοχές
- Περιοχές που υπόκεινται σε ορισμένους περιορισμούς και απαγορεύσεις
- Περιοχές με ρυθμιζόμενες δραστηριότητες ή περιοχές οικοανάπτυξης.

Η προστασία των ακτών, εκτός από την κήρυξη μέσω περιβαλλοντικής νομοθεσίας, μπορεί να προωθηθεί και μέσω της αγοράς παράκτιων εκτάσεων από κρατικούς οργανισμούς ή από περιβαλλοντικές οργανώσεις όπως για παράδειγμα η δραστηριότητα του Conservatoire de l' espace littoral στην Γαλλία.

Σημειώνεται επίσης ότι η προστασία των ακτών μπορεί κάλλιστα να συνδυαστεί με ορισμένες παραγωγικές δραστηριότητες. Οι αλυκές π.χ μπορούν να αποτελέσουν περιοχές προστασίας του παράκτιου φυσικού περιβάλλοντος, με ταυτόχρονη συνέχιση της λειτουργίας τους.

Στις μη προστατευτές ακτές υπάγονται όσες δεν ανήκουν στην προηγούμενη κατηγορία αλλά διατηρούν περισσότερα ή λιγότερα στοιχεία του φυσικού τους περιβάλλοντος, δηλαδή δεν είναι πλήρως τεχνητές. Τα παράκτια οικοσυστήματα που περιλαμβάνονται σ' αυτές μπορεί να είναι λίγο ή πολύ υποβαθμισμένα, ή μπορεί να διατηρούν καλή περιβαλλοντική ποιότητα, αλλά να μην περιέχουν απειλούμενα είδη ή άλλα στοιχεία μεγάλης οικολογικής ή αισθητικής αξίας. Η διαχείριση των ακτών αυτής της κατηγορίας πρέπει να εξασφαλίζει την κατά το δυνατόν καλύτερη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος, έστω και αν δεν υπάρχει προοπτική να κηρυχθούν προστατευόμενες.

Βασικά στοιχεία για την σωστή διαχείριση των μη προστατευτέων ακτών είναι ο χωροταξικός και περιβαλλοντικός σχεδιασμός της ανάπτυξης, η έρευνα, η εκπαίδευση και η περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, ο έλεγχος της ρύπανσης και των επιβλαβών δραστηριοτήτων και ειδικότερα η πλήρης και αυστηρή εφαρμογή του θεσμού της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από έργα και δραστηριότητες. Οι εκτιμώμενες επιπτώσεις είναι αναγκαίο να διακρίνονται σε αντιμετωπίσιμες (που μπορούν να προληφθούν) ή σε ανατάξιμες (που μπορούν να διορθωθούν) ή μη και σε

αντιστρεπτές (που μπορούν σταδιακά να εξαλειφθούν με φυσικές διεργασίες) ή μη. Είναι επίσης σκόπιμο να γίνεται διάκριση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ως προς το αναμενόμενο μέγεθος τους, ως προς την προέλευση τους (από την φάση κατασκευής ή τη φάση λειτουργίας του έργου) και ως προς τον άμεσο ή έμμεσο και βραχυπρόθεσμο ή μακροπρόθεσμο χαρακτήρα τους.

Η σωστή εφαρμογή της σχετικής μεθοδολογίας εξυπηρετεί την θεμελιώδη περιβαλλοντική αρχή ότι η πρόληψη είναι προτιμότερη από την εκ των υστέρων διόρθωση, αλλά ανταποκρίνεται και στην δεδομένη αυξημένη ευαισθησία του περιβάλλοντος των ακτών.

## **Το δίκτυο Corine**

Στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού προγράμματος Corine-βιότοποι (Corine 1991) πραγματοποιήθηκε από το Ε.Μ.Π. η πρώτη πλήρης καταγραφή που οδήγησε στην ανάδειξη 430 βιοτόπων της χώρας. Οι βιότοποι αυτοί μπορούν να χαρακτηρισθούν διεθνούς ή εθνικής σημασίας ενώ αναμφίβολα υπάρχουν πολλές εκατοντάδες βιότοποι τοπικής σημασίας, που δεν έχουν καταγραφεί. Η χαρτογράφηση των ανωτέρω 430 βιοτόπων δείχνει ότι η συνολική έκταση τους ανέρχεται σε 32.000 Km<sup>2</sup> ή στο 24% της χερσαίας έκτασης της χώρας.

Λόγω του μεγάλου μήκους των Ελληνικών ακτών πολλοί βιότοποι, έστω και αν είναι ορεινοί, φτάνουν μέχρι την ακτή. Πράγματι, οι 208 από τους ανωτέρω 430 βιότοπους έχουν ένα μεγαλύτερο ή μικρότερο παράκτιο τμήμα. Το μήκος της ακτογραμμής των περιοχών του δικτύου Corine-βιότοποι της Ελλάδας ανέρχεται σε 5.000 Km . Ανάλογα με το είδος των οικοσυστημάτων που σχηματίζονται, οι παράκτιοι βιότοποι διακρίνονται σε αμμοθίνες και γενικότερα σε βιότοπους που συνδέονται με αμμώδεις ακτές, σε θαλάσσιους κρημνούς και γενικότερα σε βιότοπους με βραχώδεις ακτές, σε υγρότοπους και ειδικότερα σε βιότοπους που συνδέονται με λιμνοθάλασσες, σε βιότοπους που διακρίνονται για τον νησιωτικό τους χαρακτήρα, σε βιότοπους που σχηματίζονται μέσα σε ημίκλειστους κόλπους κ.λ.π.

## **Το δίκτυο Natura-2000**

Το δίκτυο Natura-2000 προέκυψε από την εφαρμογή της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ ("habitat" Directive) που στοχεύει στην προστασία της βιοποικιλότητας. Ορίζει δύο βασικούς άξονες δράσης για την επίτευξη αυτού του στόχου: ο πρώτος αφορά την προστασία των βιοτόπων (*οικοτόπων* όπως τους ονομάζει, αποδίδοντας στα Ελληνικά τον όρο habitat) και ο δεύτερος αφορά την προστασία συγκεκριμένων ειδών χλωρίδας και πανίδας. Ο κατάλογος των οικοτόπων, των ειδών της χλωρίδας και της πανίδας παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

Η Ελλάδα ως μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης δεσμεύεται για την εφαρμογή της οδηγίας που προβλέπει τρία στάδια:

- A) Σύνταξη εθνικού καταλόγου με τις περιοχές (sites) που περιλαμβάνουν μεγάλη ποικιλία οικοτόπων με καταληκτική ημερομηνία το έτος 1996,
- B) Χαρτογράφηση των οικοτόπων και τον εντοπισμό των ειδών που περιέχει με καταληκτική ημερομηνία το έτος 2000,

Γ) θεσμοθέτηση καθεστώτος Ειδικής Περιοχής Διατήρησης για τα sites που θα αναδειχθούν από τα δύο προηγούμενα στάδια ως τα πλέον αξιόλογα. Μέχρι το έτος 2004 οι περιοχές αυτές θα ενσωματωθούν σ'ένα δίκτυο περιοχών αντιπροσωπευτικών της βιοποικιλότητας της ΕΕ το δίκτυο Natura-2000. Στο δίκτυο θα περιλαμβάνονται και όλες οι περιοχές Ειδικής Προστασίας, που είχαν αναδειχτεί από τις εφαρμογές της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ, για την προστασία της ορνιθοπανίδας. Οι περιοχές αυτού του δικτύου θα τελούν υπό ειδικό καθεστώς προστασίας το οποίο θα καθορίζεται από κάθε χώρα κατά τρόπο που ν'ανταποκρίνεται τόσο στις ανάγκες προστασίας όσο και στις τοπικές κοινωνικές, οικονομικές και πολιτισμικές συνθήκες. Οι περιοχές οριοθετούνται με φυσικά όρια (κορυφογραμμές, ακρωτήρια, ρεματιές κ.λ.π) και καλύπτουν μεγάλες εκτάσεις ώστε να επιδέχονται ειδική διαχείριση (WWF 1995).

Οι περιοχές που προτάθηκαν για ένταξη στο δίκτυο Natura-2000 ανέρχονται σε 296. Οι περισσότερες από αυτές περιλαμβάνουν παράκτιο μέτωπο, όπου εντοπίστηκαν 25 τύποι οικοτόπων που παρουσιάζονται στον πίνακα 2. Το μήκος της ακτογραμμής των περιοχών του δικτύου Natura-2000 στην Ελλάδα ανέρχεται σε 6.000Km.



Πίνακας 2. Τύποι παράκτιων οικοτόπων που απαντούν στην Ελλάδα. Με αστερίσκο σημειώνονται τύποι οικοτόπων προτεραιότητας (priority habitat types).

Κωδικός NATURA	Κωδικός CORINE 91	Τύπος οικοτόπου (από το Παράρτημα I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ,)
11.10	11.125	Αμμοσύρσεις που καλύπτονται διαρκώς από θαλασσινό νερό μικρού βάθους
11.20	11.34	* Υποθαλάσσια λιβάδια του Αγγειόσπερμου φυτού <i>P. oceanica</i>
11.30	13.2	Εκβολές
11.40	14	Λασπώδεις και αμμώδεις επίπεδες εκτάσεις που αποκαλύπτονται κατά την αμπώτιδα
11.50	21	Λιμνοθάλασσες
11.60	12	Αβαθείς κολπίσκοι και κόλποι
11.70	11.24 & 11.25	Υφαλοι
83.30	11.26	Θαλάσσια σπήλαια
12.10	17.2	Μονοετής βλάστηση μεταξύ των ορίων πλημμυρίδας και αμπώτιδας
12.40	18.22	Απόκρημνες ακτές με βλάστηση (ενδημικά <i>Limonium spp.</i> )
13.10	15.1	Μονοετής βλάστηση με <i>Salicornia spp.</i> και άλλα είδη λασπωδών και αμμωδών ζωνών
14.10	15.5	Μεσογειακά αλίπεδα ( <i>Juncetalia maritimi</i> )
14.20	15.6	Αλόφιλες λόχμες ( <i>Arthrocnemetalia fruticosi</i> )
15.10	15.8	* Αλατούχες στέπες ( <i>Limonietalia</i> )
15.20	15.9	* Στέπες γύψου ( <i>Gypsophiletalia</i> )
21.10	16.211	Υποτυπώδεις κινούμενες θίνες
21.20	16.222	Κινούμενες θίνες της ακτογραμμής με <i>Ammophila arenaria</i> (λευκές θίνες)
21.30	16.221-7	* Σταθερές θίνες με θαμνώδη βλάστηση (γκρίζες θίνες). Στην Ελλάδα ταυτίζεται με τον κωδικό 22.20
21.90	16.3	Υγρές κοιλότητες μεταξύ θινών
21.95	16.223	Σταθερές θίνες ( <i>Cruclannellion maritimae</i> )
22.20	16.224	Θίνες με <i>Euphorbia terracina</i>
22.30	16.228	Θίνες της <i>Malcolmietalia</i>
22.50	16.27	* Παράλιες λόχμες με <i>Juniperus spp.</i>
22.60	16.28	Θίνες με βλάστηση σκληρόφυλλων θάμνων ( <i>Cisto-Lavenduletalia</i> )
22.70	16.29	* Θίνες με δάση από <i>Pinus pinea</i> ή/και <i>Pinus pinaster</i>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 4

Μ.Π.Ε ΚΥΑ

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ**  
**ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ 3 ΤΗΣ ΚΥΑ 69269/5387/90**

**1 ΒΥΘΟΣ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:**

1α) ασταθείς καταστάσεις εδάφους ή αλλαγές στη γεωλογική διάταξη των πετρωμάτων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Σε όλη τη διάρκεια κατασκευής του έργου δεν θα προκύψουν ασταθείς καταστάσεις εδάφους ή αλλαγές στη γεωλογική διάταξη του βυθού. Οι επεμβάσεις στο βυθό θα είναι μικρής κλίμακας και μόνο στην έκταση που απαιτούν οι βάσεις θεμελίωσης των ανεμογεννητριών (βάθος θεμελίων 20μ ), χαντάκια για τα καλώδια και τη διασύνδεση των ανεμογεννητριών και γειώσεων πάρκου (βάθος 1μ) στο βυθό.

1β) διασπάσεις, μετατοπίσεις, συμπίεσεις ή υπερκαλύψεις του επιφανειακού στρώματος του εδάφους;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

*Δεν θα προκληθούν διασπάσεις, μετατοπίσεις, ή συμπίεσεις του επιφανειακού στρώματος του βυθού. Όπως αναφέρθηκε και στην ανωτέρω ερώτηση, οι επεμβάσεις στο έδαφος θα είναι μικρής κλίμακας και δεν θα προκαλέσουν σημαντικές υπερκαλύψεις. Επιφανειακή υπερκάλυψη του βυθού θα γίνει μόνο στις πλατείες ανέγερσης. Όλες οι παραπάνω επεμβάσεις θα είναι πολύ μικρής κλίμακας και δεν αναμένεται να επιφέρουν καμία σοβαρή περιβαλλοντική όχληση.*

1γ) αλλαγές στην τοπογραφία ή στα ανάγλυφα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

*Οι επεμβάσεις που θα χρειαστεί να γίνουν δεν αναμένεται να προκαλέσουν αλλαγές στην τοπογραφία ή στα ανάγλυφα χαρακτηριστικά της επιφάνειας του εδάφους καθώς είναι έργα πολύ μικρής έκτασης.*

1δ) καταστροφή, επικάλυψη ή αλλαγή οποιουδήποτε μοναδικού γεωλογικού ή φυσικού χαρακτηριστικού;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

*Η προτεινόμενη δραστηριότητα δεν θα προκαλέσει καταστροφή, επικάλυψη ή αλλαγή οποιουδήποτε μοναδικού γεωλογικού ή φυσικού χαρακτηριστικού στο βυθό. Όπως αναφέρεται και στο παράρτημα δεν έχουν εντοπιστεί τέτοιοι σχηματισμοί που πιθανόν να κινδυνεύουν να υποστούν υποβάθμιση.*

1ε) οποιαδήποτε αύξηση της διάβρωσης του βυθού από τον άνεμο ή το νερό, επί τόπου ή μακράν του τόπου αυτού;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

*Η φύση του έργου είναι τέτοια που δεν θα χρειαστούν επεμβάσεις στο βυθό ικανές να προκαλέσουν αύξηση της διάβρωσης του εδάφους από τον άνεμο ή το νερό ούτε εντός του Α/Π αλλά ούτε και μακριά από το Α/Π.*

1στ) αλλαγές στην εναπόθεση ή διάβρωση της άμμου των ακτών ή αλλαγές στη δημιουργία λάσπης, στην απόθεση ή διάβρωση που μπορούν αν αλλάξουν την κοίτη ενός ποταμού ή ρυακιού ή τον πυθμένα της θάλασσας ή οποιουδήποτε κόλπου, ορμίσκου ή λίμνης;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η περιοχή ενδιαφέροντος του πάρκου δεν πρόκειται να προκαλέσει κανένα πρόβλημα .

1ζ) κίνδυνο έκθεσης ανθρώπων ή περιουσιών σε γεωλογικές καταστροφές όπως σεισμοί, κατολισθήσεις εδαφών ή λάσπης, καθιζήσεις ή παρόμοιες καταστροφές;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το Α/Π τόσο κατά τη φάση της κατασκευής όσο και κατά τη φάση της λειτουργίας του έργου δεν περιλαμβάνει διαδικασίες ή τεχνολογίες, οι οποίες θα εκθέσουν ανθρώπους ή περιουσίες σε γεωλογικές καταστροφές όπως σεισμοί, κατολισθήσεις εδαφών ή λάσπης, καθιζήσεις ή παρόμοιες καταστροφές.

## 2 ΑΕΡΑΣ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΣΕΙ:

2α) σημαντικές εκπομπές στην ατμόσφαιρα ή υποβάθμιση της ποιότητας της ατμόσφαιρας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το προτεινόμενο έργο κατά τη λειτουργία του θα έχει σημαντικές θετικές επιπτώσεις στην ποιότητα της ατμόσφαιρας καθώς η χρήση μιας ανανεώσιμης πηγής ενέργειας όπως είναι ο άνεμος θα έχει ως αποτέλεσμα να αποφευχθούν εκπομπές αέριων ρύπων που θα προέρχονταν από καύση συμβατικών καυσίμων για τη παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας από συμβατικούς σταθμούς παραγωγής. Η αποφυγή εκπομπής ρύπων όπως CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, σωματίδια κλπ. φαίνεται στο παρακάτω πίνακα Σύμφωνα με τους ενεργειακούς υπολογισμούς εκτιμάται ότι η συνολική ετήσια καθαρή παραγωγή του Α/Π θα είναι 40265 MWh. Έχοντας υπόψη την ειδική εκπομπή ρύπων των πετρελαϊκών μονάδων της ΔΕΗ στο μη διασυνδεδεμένο σύστημα παραγωγής της Κρήτης, η συνολική αποφυγή των ατμοσφαιρικών ρύπων από τη λειτουργία των Α/Π παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

<b>Ενέργεια:</b> 40265 MWh		
ΤΠΠ	12539 ton/year	
Μείωση ρύπων	ton/year	g/kWh
CO <sub>2</sub>	34.225,19	850
SO <sub>2</sub>	624,10	15,5
CO	7,25	0,18
NO <sub>x</sub>	48,32	1,20
HC	2,01	0,05
Αιωρούμενα Σωματίδια	32,21	0,80

(Ο αναλυτικός υπολογισμός των ρύπων παρατίθεται στο τέλος της μελέτης)

2β) δυσάρεστες οσμές;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Κατά τη λειτουργία του έργου δεν αναμένεται η πρόκληση δυσάρεστων οσμών.

2γ) αλλαγή των κινήσεων του αέρα, της υγρασίας ή της θερμοκρασίας ή οποιαδήποτε αλλαγή στο κλίμα τοπικά είτε σε μεγαλύτερη έκταση;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η λειτουργία του Α/Π δεν έχει καμία επίδραση στις κλιματολογικές συνθήκες

### 3 ΝΕΡΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

3α) αλλαγές στα ρεύματα ή αλλαγές στην πορεία ή κατεύθυνση των κινήσεων των πάσης φύσεως επιφανειακών υγρών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η κατασκευή και λειτουργία των Α/Π και των συναφών έργων δεν επηρεάζουν τα επιφανειακά ύδατα της περιοχής.

3β) αλλαγές στο ρυθμό απορρόφησης, στις οδούς αποστράγγισης ή στο ρυθμό και την ποσότητα απόπλυσης του εδάφους;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η κατασκευή και λειτουργία του παράκτιου Α/Π και των συναφών έργων δεν επηρεάζουν το ρυθμό απορρόφησης, στις οδούς αποστράγγισης ή το ρυθμό και την ποσότητα απόπλυσης του εδάφους των περιοχών.

3γ) μεταβολή στην πορεία ροής των νερών από πλημμύρες;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η κατασκευή και λειτουργία του παράκτιου Α/Π και των συναφών έργων δεν επηρεάζουν την πορεία ροής των νερών από πλημμύρες.

3δ) αλλαγές στην ποσότητα του επιφανειακού νερού σε οποιοδήποτε όγκο;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η κατασκευή και λειτουργία του παράκτιου Α/Π και των συναφών έργων δεν επηρεάζουν την ποσότητα του επιφανειακού νερού.

3ε) απορρίψεις υγρών αποβλήτων σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά με μεταβολή της ποιότητάς τους;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου δεν θα υπάρξουν απορρίψεις υγρών αποβλήτων σε επιφανειακά ή υπόγεια νερά. Κατά τη φάση κατασκευής του έργου επίσης δεν αναμένεται να υπάρξουν απορρίψεις υγρών αποβλήτων .

3οτ) μεταβολή στην κατεύθυνση ή στην παροχή των υπογείων υδάτων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν αναμένεται μεταβολή στην κατεύθυνση, την παροχή ή την ποιότητα των υπογείων υδάτων ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

3ζ) αλλαγή στην ποσότητα των υπογείων υδάτων είτε δι' απευθείας προσθήκης νερού ή απόληψης αυτού, είτε δια παρεμποδίσεως της υπόγειας τροφοδοσίας νερού από ορύγματα ή εκοκαφές;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν θα προκληθούν αλλαγές στην ποσότητα των υπογείων υδάτων είτε δι' απευθείας προσθήκης νερού ή απόληψης αυτού, είτε δια παρεμποδίσεως της υπόγειας τροφοδοσίας νερού από ορύγματα ή εκοκαφές ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

3η) σημαντική μείωση της ποσότητας του νερού που θα ήταν κατά τα άλλα διαθέσιμο για το κοινό;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν αναμένεται μείωση της ποσότητας του νερού που θα ήταν κατά τα άλλα διαθέσιμο για το κοινό ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

3θ) κίνδυνο έκθεσης ανθρώπων ή περιουσιών σε καταστροφές από νερό, όπως πλημμύρες ή παλιρροιακά κύματα;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Οι δραστηριότητες κατασκευής και λειτουργίας του έργου δεν θα προκαλέσουν κίνδυνο έκθεσης ανθρώπων ή περιουσιών σε καταστροφές από νερό, όπως πλημμύρες ή παλιρροιακά κύματα.

#### **4 ΧΛΩΡΙΔΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:**

4α) αλλαγή στην ποικιλία των ειδών ή στον αριθμό οποιωνδήποτε ειδών φυτών (περιλαμβανομένων και δέντρων, θάμνων κλπ);

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Οι εργασίες κατασκευής του έργου θα απαιτήσουν περιορισμένης εκτάσεως επεμβάσεις. Επομένως θα επέλθει μία μικρή τοπική μεταβολή. Η κλινοστρωμνή που

ενδεχομένως θα τοποθετηθεί για τη διαδρομή των καλωδίων σε στενούς διαδρόμους, όπως σχεδόν και όλο το ανασκαμμένο υλικό που θα βρίσκεται στο ίδιο σημείο, αναμένεται ότι θα επηρεάσει τη φύση του κατώτατου σημείου, το υπόστρωμα, αν και η χλωρίδα και η πανίδα του θα επανεγκαθιδρυθούν μέσα σε ένα έτος μετά από κάθε δραστηριότητα. Τα θεμέλια των ανεμογεννητριών μπορούν να δημιουργήσουν έναν νέο τύπο *sublittoral* βιότοπου.

4β) μείωση του αριθμού οποιονδήποτε μοναδικών, σπάνιων ή υπό εξαφάνιση ειδών φυτών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η περιοχή ενδιαφέροντος του έργου δεν εμπίπτει στον εθνικό κατάλογο της οδηγίας 92/43 - NATURA 2000 και της Σύμβασης RAMSAR για τους υγροτόπους, αλλά ούτε και στις προστατευόμενες περιοχές που περιλαμβάνει η ελληνική νομοθεσία: Ν.1650/86 «Περί προστασίας του περιβάλλοντος».

4γ) εισαγωγή νέων φυτών σε κάποια περιοχή ή παρεμπόδιση της φυσιολογικής ανανέωσης υπαρχόντων ειδών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Στα πλαίσια λειτουργίας του έργου θα δημιουργηθεί από τα θεμέλια των ανεμογεννητριών έναν νέο τύπος *sublittoral* βιότοπου.

4δ) μείωση της έκτασης οποιασδήποτε αγροτικής καλλιέργειας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η κατασκευή και λειτουργία του έργου δεν θα πραγματοποιηθεί σε περιοχές που καλλιεργούνται.

## 5 ΠΑΝΙΔΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:

5α) αλλαγή στην ποικιλία των ειδών ή στον αριθμό οποιωνδήποτε ειδών ζώων (πιτηνών, ζώων περιλαμβανομένων των ερπετών, ψαριών και θαλασσινών, βενθικών οργανισμών ή εντόμων);

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν αναμένονται σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις στην πανίδα των περιοχών ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Η δραστηριότητα κατασκευής του έργου θα έχει μόνο περιορισμένη και προσωρινή επίδραση στην βενθική πανίδα, λόγω της μικρής διάρκειας της και την σχετικά μικρή έκταση στην οποία λαμβάνει χώρα. Η ποικιλομορφία των ζωικών ειδών της περιοχής δεν θα επηρεαστεί αλλά και θα εμπλουτιστεί αφού οι πύργοι των Α/Γ θα λειτουργήσουν ως τεχνητοί σκόπελοι για την δημιουργία νέων ειδών.

5β) μείωση του αριθμού οποιωνδήποτε μοναδικών σπάνιων ή υπό εξαφάνιση ειδών ζώων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν αναμένεται μείωση του αριθμού οποιονδήποτε μοναδικών σπανίων ή υπό εξαφάνιση ειδών ζώων ως αποτέλεσμα των δραστηριοτήτων κατασκευής και λειτουργίας του έργου.

5γ) εισαγωγή νέων ειδών ζώων σε κάποια περιοχή ή παρεμπόδιση της αποδημίας ή των μετακινήσεων των ζώων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Η παρουσία των ανεμογεννητριών μπορεί να προσελκύσει ορισμένα είδη θαλασσοπουλιών, όπως γλάροι και κορμοράνοι, οι οποίοι μπορεί να χρησιμοποιήσουν τις πλατφόρμες που προσφέρονται. Επιπλέον, μερικά από τη μετανάστευση είδη πουλιών πέρα από την περιοχή μπορεί υπό ορισμένους όρους - ιδιαίτερα σε καταστάσεις με χαμηλή ορατότητα (ελαφριά ομίχλη ή ομίχλη) να χρησιμοποιήσουν τις ανεμογεννήτριες. Είδη υπό μετανάστευση, μπορεί να προσελκυστούν στις ανεμογεννήτριες.

5δ) χειροτέρευση του φυσικού περιβάλλοντος των υπαρχόντων ψαριών ή αγρίων ζώων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Στις άμεσες περιοχές του έργου δεν ενδιαίτουν άγρια ζώα, με αποτέλεσμα να μην τίθεται ζήτημα υποβάθμισης του φυσικού του χώρου. Τα ψάρια θα προσεγγιστούν στην περιοχή αφού θα τα ελκύσει ο νέος τύπος βιοτόπου. Η όχληση του φυσικού περιβάλλοντος θα είναι η ελάχιστη. Ο οικότοπος της βενθικής πανίδας της περιοχής δεν αναμένεται να επηρεαστεί αρνητικά. Η όχληση θα είναι μικρή και προσωρινή καθώς θα περιοριστεί στο σχετικά σύντομο χρονικό διάστημα κατασκευής του έργου.

## **6 ΘΟΡΥΒΟΣ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:**

6α) αύξηση της υπάρχουσας στάθμης θορύβου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Η στάθμη του θορύβου θα αυξηθεί κατά τη σύντομη διάρκεια κατασκευής του έργου λόγω της διαδικασίας ανέγερσης των ανεμογεννητριών. Η αύξηση θα είναι όμως μια μικρή σε ένταση, βραχυπρόθεσμη και η οποία όχληση δεν θα γίνει αντιληπτή από τους κατοίκους των πλησιέστερων οικισμών λόγω της σχετικά μεγάλης απόστασης του από το χώρο του έργου. Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου θα προκληθεί μία μικρή αύξηση της στάθμης του θορύβου. Η μικρή αυτή αύξηση αυτή θα είναι αισθητή μόνο κοντά στο πάρκο και μόνο όταν η ταχύτητα του αέρα είναι σχετικά μικρή. Καθώς μεγαλώνει η ταχύτητα του αέρα, ο ήχος του αέρα σκεπάζει τον οποιοδήποτε θόρυβο μπορεί να προκαλέσουν οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες οι οποίες είναι σχεδιασμένες να παράγουν χαμηλά επίπεδα θορύβου.

6β) έκθεση ανθρώπων σε υψηλή στάθμη θορύβου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



Κατά τη σύντομη φάση κατασκευής του έργου η στάθμη του θορύβου θα είναι στα επίπεδα ενός συνηθισμένου μικρού εργοταξίου. Κατά τη φάση λειτουργίας του έργου δεν αναμένεται να εκτεθούν άνθρωποι σε υψηλή στάθμη θορύβου. Σε κάθε περίπτωση οι κατοικημένες περιοχές βρίσκονται σε τέτοιες αποστάσεις που η αύξηση του επιπέδου θορύβου δεν πρόκειται να τις επηρεάσει καθόλου.

**7 ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ:**

7α) το προτεινόμενο έργο θα προκαλέσει σημαντική μεταβολή της παρούσας ή της προγραμματιζόμενης για το μέλλον χρήσης γης;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

**8 ΦΥΣΙΚΟΙ ΠΟΡΟΙ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:**

8α) αύξηση του ρυθμού χρήσης/αξιοποίησης οποιουδήποτε φυσικού πόρου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Το Α/Π θα αξιοποιήσει το αιολικό δυναμικό της ευρύτερης περιοχής, ένας πόρος που είναι ανανεώσιμος, για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Δεν αναμένεται καμία αύξηση στο ρυθμό χρήσης ή αξιοποίησης οποιουδήποτε άλλου φυσικού πόρου (π.χ. νερό) από τη λειτουργία του έργου.

8β) σημαντική εξάντληση οποιουδήποτε μη ανανεώσιμου φυσικού πόρου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το προτεινόμενο έργο θα κάνει χρήση του ανέμου, η οποία είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και πρακτικά ανεξάντλητη.

**9 ΚΙΝΔΥΝΟΣ ΑΝΩΜΑΛΩΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΕΝΕΧΕΙ:**

9α) κίνδυνο έκρηξης ή διαφυγή επικίνδυνων ουσιών (περιλαμβανομένων εκτός των άλλων και πετρελαίου, χημικών ουσιών ή ακτινοβολίας) σε περίπτωση ατυχήματος ή ανωμάτων συνθηκών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η φύση του έργου είναι τέτοια που δεν ενέχει κινδύνους έκρηξης ή διαφυγής επικινδύνων ουσιών σε περίπτωση ατυχήματος ή εκδήλωση ανώμαλων καταστάσεων.

**10 ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ:**

10α) το προτεινόμενο έργο θα αλλάξει την εγκατάσταση, διασπορά, πυκνότητα ή ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού της περιοχής ίδρυσης του έργου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Λόγω της φύσης του έργου (βραχύχρονη διάρκεια κατασκευής του πάρκου) και της περιορισμένης αλληλεξάρτησης των δραστηριοτήτων με τον τοπικό πληθυσμό, δεν αναμένονται αλλαγές στην εγκατάσταση, τη διασπορά, την πυκνότητα ή το ρυθμό αύξησης του ανθρώπινου πληθυσμού της περιοχής του έργου. Πρέπει να σημειωθεί ότι η λειτουργία του έργου θα έχει θετικές επιπτώσεις στο άμεσο κοινωνικό-οικονομικό περιβάλλον της περιοχής του έργου καθώς θα εξασφαλίσει ένα σημαντικό έσοδο για τον Δήμο Σητείας

#### **11 ΚΑΤΟΙΚΙΑ:**

11α) το προτεινόμενο έργο θα επηρεάσει την υπάρχουσα κατοικία ή θα δημιουργήσει ανάγκη για πρόσθετη κατοικία στην περιοχή ίδρυσης του έργου;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το έργο δεν αναμένεται να επηρεάσει τις υπάρχουσες κατοικίες, ή να δημιουργήσει την ανάγκη για πρόσθετες κατοικίες στην περιοχή του έργου.

#### **12 ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ / ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:**

12α) δημιουργία σημαντικής επιπρόσθετης κίνησης τροχοφόρων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

12β) επιπτώσεις στις υπάρχουσες θέσεις στάθμευσης ή στην ανάγκη για νέες θέσεις στάθμευσης;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

12γ) σημαντική επίδραση στα υπάρχοντα συστήματα συγκοινωνίας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

12δ) μεταβολές στους σημερινούς τρόπους κυκλοφορίας ή κίνησης ανθρώπων ή αγαθών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν θα επέλθουν αλλαγές στους σημερινούς τρόπους κυκλοφορίας ή κίνησης ανθρώπων ή αγαθών στην περιοχή ούτε από τις εργασίες κατασκευής του έργου ούτε από τη λειτουργία του.

12ε) μεταβολές στη θαλάσσια, σιδηροδρομική ή αέρα κυκλοφοριακή κίνηση;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν πρόκειται να επέλθουν αλλαγές στη θαλάσσια, σιδηροδρομική ή αέρια κυκλοφοριακή κίνηση είτε τοπικά είτε περιφερειακά από τις δραστηριότητες του έργου.

12στ) αύξηση των κυκλοφοριακών κινδύνων;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Καμία αύξηση στους κυκλοφοριακούς κινδύνους δεν θα προκληθεί από τις δραστηριότητες του έργου.

**13 ΕΝΕΡΓΕΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:**

13α) χρήση σημαντικών ποσοτήτων καυσίμου ή ενέργειας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Κατά τη φάση κατασκευής του έργου θα απαιτηθεί κατανάλωση ενέργειας για τις εργασίες (έργα πολιτικού μηχανικού) τη μεταφορά και εγκατάσταση του εξοπλισμού κ.λπ. Η κατανάλωση καυσίμου θα είναι σχετικά μικρή λόγω της περιορισμένης φύσης του έργου.

13β) σημαντική αύξηση της ζήτησης των υπάρχουσών πηγών ενέργειας ή απαίτηση για δημιουργία νέων πηγών ενέργειας;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Το έργο δεν απαιτεί σημαντική αύξηση ζήτησης η απαίτηση για δημιουργία νέων πηγών ενέργειας για τη κατασκευή ή λειτουργία του.

**14 ΚΟΙΝΗ ΩΦΕΛΕΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΣΥΝΤΕΛΕΣΕΙ ΣΤΗΝ ΑΝΑΓΚΗ ΓΙΑ ΣΗΜΑΝΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΟΥΣ ΕΞΗΣ ΤΟΜΕΙΣ ΚΟΙΝΗΣ ΩΦΕΛΕΙΑΣ:**

14α) ηλεκτρισμό;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Το έργο θα παράγει ηλεκτρική ενέργεια την οποία θα διαθέτει στο υφιστάμενο ηλεκτρικό δίκτυο. Το μόνο που απαιτείται είναι οι εργασίες διασύνδεσης του Α/Π με το υφιστάμενο δίκτυο .

14β) συστήματα επικοινωνιών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δε θα προκύψουν αλλαγές στα συστήματα επικοινωνιών εξαιτίας των δραστηριοτήτων του έργου.

14γ) ύδρευση;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Δεν θα απαιτηθούν αλλαγές στο υπάρχον σύστημα ύδρευσης λόγω του έργου.

14δ) υπονόμους ή σηπτικούς βόθρους;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
--------------------------	--------------------------	-------------------------------------

Δεν θα γίνει χρήση των υφιστάμενων δικτύων υπονόμενων ή σηπτικών βόθρων των περιοχών.

14ε) αποχέτευση βρόχινου νερού;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Στις θέσεις του έργου δεν υπάρχουν δίκτυα αποστράγγισης βρόχινου νερού και έτσι δεν υπάρχει καμία επίπτωση σε αυτόν τον τομέα κοινής ωφέλειας.

14στ) στερεά απόβλητα και διάθεση αυτών;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

### **15 ΑΝΘΡΩΠΙΝΗ ΥΓΕΙΑ: ΤΟ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΕΡΓΟ ΘΑ ΠΡΟΚΑΛΕΣΕΙ:**

15α) δημιουργία οποιουδήποτε κινδύνου ή πιθανότητα κινδύνου για βλάβη της ανθρώπινης υγείας (μη συμπεριλαμβανομένης της ψυχικής υγείας);

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Τόσο οι δραστηριότητες κατασκευής όσο και η λειτουργία του έργου δεν πρόκειται να δημιουργήσουν κινδύνους για βλάβη της ανθρώπινης υγείας.

15β) έκθεση ανθρώπων σε πιθανούς κινδύνους βλάβης της υγείας τους;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Κατά τη διάρκεια των εργασιών κατασκευής του έργου θα χρησιμοποιηθούν κατάλληλα εκπαιδευμένοι χρήστες, προσωπικό και τεχνικοί. Οι δραστηριότητες αυτές θα διεξαχθούν σύμφωνα με διεθνείς κανονισμούς και διαδικασίες υγιεινής και ασφάλειας.

### **16 ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ:**

16α) το προτεινόμενο έργο θα προκαλέσει παρεμπόδιση οποιασδήποτε θέας του οριζοντα ή οποιασδήποτε κοινής θέας ή θα καταλήξει στη δημιουργία ενός μη αποδεκτού αισθητικού τοπίου, προσιτού στην κοινή θέα;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η οπτική όχληση (που σε ένα βαθμό είναι υποκειμενική) θα είναι σχεδόν αμελητέα. Τα Α/Π δεν προκαλούν κάποια σημαντική οπτική όχληση η παρεμπόδιση θέας του οριζοντα στις πλησιέστερες κατοικημένες περιοχές.

### **17 ΑΝΑΨΥΧΗ:**

17α) Το προτεινόμενο έργο θα έχει επιπτώσεις στην ποιότητα ή ποσότητα των υπαρχουσών δυνατοτήτων αναψυχής;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Οι δραστηριότητες κατασκευής όσο και η λειτουργία του έργου ίσως να έχουν κάποια μικρή επίπτωση στην ποιότητα ή ποσότητα των υπαρχουσών δυνατοτήτων αναψυχής στην περιοχή. Το σημείο κατασκευής βρίσκεται περίπου 2 Km από την παραλία αλλά οι θαλάσσιες δραστηριότητες είναι πόλος έξης για το κοινό. Σε αρκετές χώρες της Ευρώπης αλλά και της Ελλάδας τα Α/Π αποτελούν επίδειξη τεχνολογίας και γι' αυτό πολλές φορές γίνονται τουριστικοί προορισμοί .

### **18 ΠΟΛΙΤΙΣΤΙΚΗ ΚΛΗΡΟΝΟΜΙΑ:**

18α) Το προτεινόμενο έργο θα καταλήξει σε αλλαγή ή καταστροφή κάποιας αρχαιολογικής περιοχής;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Η περιοχή είναι γνωστή για τα σπουδαία αρχαιολογικά της ευρήματα αλλά δεδομένου ότι η θέση κατασκευής είναι θαλάσσια δεν αναμένεται καταστροφή κάποιας αρχαιολογικής κληρονομιάς.

Σε περίπτωση που κατά τις εργασίες κατασκευής ανακαλυφθούν διάφορα πολιτιστικά στοιχεία, οι εργασίες θα διακοπούν και τα ευρήματα θα προστατευθούν σύμφωνα με τις οδηγίες των αρμόδιων αρχαιολογικών υπηρεσιών.

### **19 ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΤΕΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ:**

19α) το προτεινόμενο έργο βρίσκεται σε προστατευτέα περιοχή σύμφωνα με το άρθρο 21 του Ν. 1650/86;

Ναι	Ίσως	Όχι
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Η προτεινόμενη περιοχή δεν υπάγεται στον παραπάνω νόμο. Επίσης πρέπει να τονιστεί ότι σύμφωνα με έρευνες τα πουλιά που σκοτώνονται από Α/Γ είναι 1000 φορές λιγότερα από αυτά που σκοτώνονται στις εθνικές οδούς από τα διερχόμενα αυτοκίνητα . Ένα άλλο στοιχείο είναι ότι η λειτουργία της Α/Γ δημιουργεί ένα κύμα αέρα το οποίο απωθεί τα πουλιά .

### **20 ΣΥΝΑΓΩΓΗ ΣΗΜΑΝΤΙΚΩΝ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΩΝ:**

20α) Έχει το υπό εκτέλεση έργο τη δυνατότητα να προκαλέσει δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον; Εάν η απάντηση είναι καταφατική (ναι) ή καταφατική με αμφιβολίες (ίσως), το ερωτηματολόγιο συμπληρώνεται από: Σημαντικές δυνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις (π.χ. τύπος και ποσότητα εκπεμπόμενων ρυπαντών, επιπτώσεις στη χλωρίδα, την πανίδα και το τοπίο του χώρου εργασίας)

*Ναι*     
  *Ίσως*     
  *Όχι*

*Η φύση του έργου είναι τέτοια που από τη λειτουργία του αναμένεται να προκύψουν μακροχρόνια οφέλη τόσο στο ευρύτερο περιβάλλον (σημαντική αποφυγή εκπομπών ρύπων) όσο και στην κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής του έργου. Οι όποιες μικρές τοπικές οχλήσεις μπορεί να προκύψουν περιορίζονται στη βραχυχρόνια φάση κατασκευής του έργου, ενώ από τη λειτουργία του έργου δεν αναμένεται να προκύψουν περιβαλλοντικά προβλήματα ή κίνδυνοι.*

<b>Υπολογισμός μείωσης εκπομπών ρύπων</b>		
Παραγόμενη από ανανεώσιμες πηγές ενέργεια	40265 MWh	
βαθμός απόδοσης θερμικών μηχανών	0,289	
θερμογόνος ικανότητα του μαζούτ	40 MJ/kg	
1MWh =	3600 MJ	
Ρύποι των θερμοηλεκτρικών μονάδων		
CO <sub>2</sub>	2729 g/kg	
SO <sub>2</sub>	49,77 g/kg	
CO	0,58	
NO <sub>x</sub>	3,85 g/kg	
HC	0,16	
Αιωρούμενα Σωματίδια	2,57 g/kg	
<b>Ενέργεια:</b>	<b>40265</b>	
ΓΠΠ	12539 ton/year	
Μείωση ρύπων	ton/year	g/kWh
CO <sub>2</sub>	34.225,19	850
SO <sub>2</sub>	624,10	15,5
CO	7,25	0,18
NO <sub>x</sub>	48,32	1,20
HC	2,01	0,05
Αιωρούμενα Σωματίδια	32,21	0,80

## Βιβλιογραφία

- ◆ Ιωάννης Κλεάνθη Καδελλης , «Διαχείριση της Αιολικής Ενέργειας» , εκδόσεις Αθ. Σταμουλης , Αθήνα 1999
- ◆ Πανεπιστήμιο Κρήτης , Τμήμα Βιολογίας. Ερευνητικό Πρόγραμμα «Μελέτη των ακτών της Κρήτης που παρουσιάζουν οικολογικές διαταραχές» Ηράκλειο Φεβρουάριος 1990
- ◆ «Σημαντικές περιοχές για τα πουλιά της Ελλάδας» , Ειδική έκδοση της Ελληνικής Ορνιθολογικής Εταιρείας , Δεκέμβριος 1994
- ◆ «Παράγοντες υποβάθμισης των παράκτιων οικοσυστημάτων, ανάγκες και συστήματα προστασίας » Κ.Χατζημπίρος & Π.Παναγιωτίδης
- ◆ «Παράκτια οικοσυστήματα του Ελληνικού χώρου και περιβαλλοντικές πιέσεις στις ακτές » Κ.Χατζημπίρος & Π.Παναγιωτίδης Ιανουάριος 2000
- ◆ Τ.Ε.Ι ΚΡΗΤΗΣ Π.Σ.Ε ΕΝ.ΠΕ.Τ « Τεχνοοικονομική μελέτη αιολικού πάρκου στη θέση Βάρδιες » Κασσαπάκης Μάριος

## Διαδίκτυο

- [orothologiki.gr](http://orothologiki.gr)
- [rae.gr](http://rae.gr)
- [arcadis.com](http://arcadis.com)
- [airtricity.com](http://airtricity.com)

# Briefing

## Electrical Energy Tariffs

Electricity companies are generally more interested in buying electricity during the periods of peak load (maximum consumption) on the electrical grid, because this way they may save using the electricity from the less efficient generating units. According to a study on the social costs and benefits of wind energy by the Danish AKF institute, wind electricity may be some 30 to 40 per cent more valuable to the grid, than if it were produced completely randomly.

In some areas, power companies apply variable electricity tariffs depending on the time of day, when they buy electrical energy from private wind turbine owners.

Normally, wind turbine owners receive less than the normal consumer price of electricity, since that price usually includes payment for the power company's operation and maintenance of the electrical grid, plus its profits.

## Environmental Credit

Many governments and power companies around the world wish to promote the use of renewable energy sources. Therefore, they offer a certain environmental premium to wind energy, e.g. in the form of refund of electricity taxes etc. on top of normal rates paid for electricity delivered to the grid.

## Capacity Credit

To understand the concept of capacity credit, let us look at its opposite, power tariffs: Large electricity customers are usually charged both for the amount of energy (kWh) they use, and for the maximum amount of power (kW) they draw from the grid, i.e. customers who want to draw a lot of energy very quickly have to pay more. The reason they have to pay more is, that it obliges the power company to have a higher total generating capacity (more power plant) available.

Power companies have to consider adding generating capacity whenever they give new consumers access to the grid. But with a modest number of wind turbines in the grid, wind turbines are almost like "negative consumers", as explained in the section on Wind turbines in the electrical grid: They postpone the need to install other new generating capacity.

Many power companies therefore pay a certain amount per year to the wind turbine owner as a capacity credit. The exact level of the capacity credit varies. In some countries it is paid on the basis of a number of measurements of power output during the year. In other areas, some other formula is used. Finally, in a number of areas no capacity credit is given, as it is assumed to be part of the energy tariff. In any case, the capacity credit is usually a fairly modest amount per year.

## Reactive Power Charges



Most wind turbines are equipped with so called asynchronous generators, also called induction generators, cf. the section on electrical parts of a wind turbine. These generators require current from the electrical grid to create a magnetic field inside the generator in order to work. As a result of this, the alternating current in the electrical grid near the turbine will be affected (phase-shifted). This may at certain times decrease (though in some cases increase) the efficiency of electricity transmission in the nearby grid, due to reactive power consumption.

In most places around the world, the power companies require that wind turbines be equipped with switchable electric capacitor banks which partly compensate for this phenomenon. (For technical reasons they do not want full compensation). If the turbine does not live up to the power company specifications, the owner may have to pay extra charges.

Normally, this is not a problem which concerns wind turbine owners, since the experienced manufacturers routinely will deliver according to local power company specifications

Building wind farms out to sea could dramatically transform the power supply system. Improved technology should enable the offshore schemes to be built just as cheaply as on land. By saving millions of tones of carbon dioxide emissions from coal-fired power stations they will also make a major contribution to the fight against global warming. Offshore wind energy is a little more expensive than conventional power. But if you take the environmental costs of fossil fuels and internalize them, it's very competitive indeed.

The main attraction of going offshore is the enormous wind resource available. Average wind speeds can be 20 per cent higher, and the resulting energy yield up to 70 per cent greater than on land. The lack of obstacles such as hills, and the generally smooth surface of the sea, also makes the wind more reliable.

Denmark already has experience of offshore wind development. Two pilot wind farms of 5 megawatts capacity each were built at Vindeby in 1991 and Tuno Knob in 1995. Both have performed extremely well and provided valuable feedback for the new action plan.

A national action plan shows how more than 4,000 megawatts of wind power could be installed off the coast of Denmark by the year 2030. Meeting 40 per cent of electricity demand, this would take the country firmly into the lead in the world wind power league.

## **Europe Moves Offshore**

Offshore wind is moving ahead in other European countries apart from Denmark.

In the Netherlands two wind farms have already been built in the shallow waters of the IJsselmeer. The Dutch government has now approved a 100 turbine wind park off the North Sea coast. This would generate enough power for up to 100,000 households.

Sweden's first offshore wind park, with five 500 kilowatt Danish turbines, was built near the island of Gotland last year. An industrial consortium now has plans to construct a 48 megawatt wind farm in the sea near the port of Malmo, whilst another company is aiming for as much as 750 megawatts offshore.

Several offshore projects are being planned off the United Kingdom coast, and the government is discussing with the wind energy industry how to progress such schemes. The British Wind Energy Association predicts there will be "turbines in the water" by early 2001

## **Offshore Wind Conditions**

### **Wind Conditions at Sea**

It is not surprising that wind conditions off shore are very good. At Vindeby the wind turbines produce 1.5 times more electricity than on an average inland site. But the wind conditions are even better than expected at sea - actually from 5 - 10 % better shows the experience from the two wind farms. This is due to lower roughness at sea compared to the roughness on land. However wind shade impacts from land seems to be important, also on distances up to 20 km.

However the higher wind speeds are not the only advantage off shore. Another advantage is that the wind speed does not change so much from the water surface and vertical upwards, and therefore the towers can be shorter than on land - approx 1/3 of the height on land.

Another advantage at sea is that the turbulence at sea is lower than on land. This is due to smaller temperature variations in the vertical level than on land. And lower turbulence can lead to longer lifetime of the wind turbine and better economy. The lower turbulence also means that the blades stall at a higher wind speed than on land if they are pitched the same way.

The surfaces of seas and lakes are obviously very smooth, thus the roughness of a seascape is very low (at constant wind speeds). With increasing wind speeds some of the energy in the wind is used to build waves, i.e. the roughness increases. Once the waves have been built up, the roughness decreases again. We thus have a surface with varying roughness, (just as you have it in areas covered with more or less snow).

Generally speaking, however, the roughness of the water surface is very low, and obstacles to the wind are few. When doing wind calculations we have to account for islands, lighthouses etc. just like you would account for upwind obstacles or changes in roughness on land.

### **Low Wind Shear Means Lower Hub Height**

With low roughness, wind shear at sea is very low, i.e. the wind speed does not change very much with changes in the hub height of wind turbines. It may therefore be most economic to use fairly low towers of perhaps 0.75 times the rotor diameter for wind turbines located at sea, depending upon local conditions. (Typically towers on land sites are about the size of the rotor diameter or taller).

### **Low Turbulence Intensity = Longer Lifetime for Turbines**

The wind at sea is generally less turbulent than on land. Wind turbines located at sea may therefore be expected to have a longer lifetime than land based turbines.

The low turbulence at sea is primarily due to the fact that temperature variations between different altitudes in the atmosphere above the sea are smaller than above land. Sunlight will penetrate several metres below the sea surface, whereas on land the radiation from the sun only heats the uppermost layer of the soil, which thus becomes much warmer.

Consequently the temperature difference between the surface and the air will be smaller above sea than above land. This is the reason for lower turbulence.

### **Wind Shade Conditions at Sea**

The conventional WAsP model used for onshore wind modelling is in the process of being modified for offshore wind conditions, according to its developer, Risø National Laboratory.

The different production results obtained from the experience of the first major offshore wind park at Vindeby, Denmark, and the subsequently built wind park at Tunø Knob, Denmark, has led to new investigations with anemometer masts being placed offshore in a number of locations in Danish waters since 1996.

The preliminary results indicate that wind shade effects from land may be more important, even at distances up to 20 kilometres, than was previously thought.

On the other hand, it appears that the offshore wind resource may be some 5 to 10 per cent higher than was previously estimated.

### **Will they replace onshore turbines?**

Although the expansion of the wind energy industry offshore will help to meet government targets on renewable generation, they will not replace development onshore. The DTI has indicated that they anticipate wind power to play a major role in achieving the 2010 target of 10% or the total UK electricity supply from renewables technologies. 2.6% will come from new onshore developments while a further 1.8% will be met from the emerging offshore sector.

Offshore wind is seen by many as the practical way of addressing concerns about impact on the landscape. Certainly, it is likely to be increasingly significant in the energy supply mix. But it must not be seen as an alternative to onshore wind - I believe we will need both.

## **How big is the wind resource offshore?**

The wind energy resource at sea is extremely large, and the UK has one of the highest in the world with over 33% of the total European potential. In fact, the UK's offshore resource is equivalent to three times the UK's electricity usage in 1998. Conservative calculations show that offshore wind alone could meet the 10% target by 2010.

Offshore wind speeds are generally higher than coastal wind speeds. Ten kilometres from the shore, speeds are typically around one metre per second higher. Given that the power output is a function of the cube of the wind speed, this is very good prognosis! There are large areas of North Sea with wind speeds above 8 m/s and turbulence is lower offshore. This reduces the fatigue loads, but wind/wave interactions will have to be taken into account during design.

## **How deep will they be?**

The turbines will generally be built in relatively shallow water - less than about 30 metres in depth.

## **How far out to sea will they be?**

BWEA Best Practice Guidelines are currently being revised to include offshore considerations. Amongst these will be the recommendation that all offshore projects should be sited at least 5kms offshore, although there is a proposal for locations as close as 2kms offshore.

## **Is there a limit to how far out to sea these can be built?**

Although it is possible to build structures in water deeper than 30m (for example the oil platforms in the North Sea), it is very expensive and would not be economically viable for offshore wind turbines.

Wind speeds tend to increase as you move offshore. This means that turbines built further offshore should capture more wind energy. Unfortunately, as the distance to land increases, the cost of building and maintaining the turbines and transmitting the power back to shore also increase sharply, limiting the distance out to sea at which offshore wind projects will be built.

## **How do you build an offshore wind farm?**

There are no technical barriers to installing offshore turbines but the construction, delivery to site and assembly of such large machines will need specialist equipment, facilities at ports and careful timetabling to make sure that the possibilities of using calm weather windows are maximised.

Most developments will be installed on either gravity foundations or sited on steel monopiles. Gravity foundations are concrete structures which settle and are stabilised by sand or water and the turbine tower fits into them. Monopiles are long, steel tubes which are hammered, drilled or vibrated into

the sea bed until secure and then platforms and towers are installed on top.

### **How realistic are floating platforms?**

Although it would be technically feasible to mount wind turbines on floating structures, studies have shown that it would be very expensive to do this. However, technical developments may make floating offshore wind farms economically feasible in the future.

### **Won't all the metal bits rust away?**

The metal parts of the turbine structures will be specially coated to protect them from corrosion.

### **How will the electricity get into our homes?**

Underwater cables will transport the electricity from the turbines to a transformer located onshore. This will convert the voltage for transmission through the national grid through the local grid connection.

**ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ**



CAPE WIND



TUNA KNOB



CAPE WIND



ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΠΥΛΩΝΑ





ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟΙ ΠΥΡΤΟΙ



ΕΡΓΑΣΙΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ





CAPE WIND





## RODSAND

### Summary

The objective of this assignment is to concentrate element on the effects that the construction of an offshore wind park will challenge to the environment.

The effect separates in the following parts:

- ▶ effects on birds life
- ▶ effects on fishing
- ▶ effects on citizens life
- ▶ electromagnetic effects
- ▶ optical & sense effects

The construction of an offshore wind park is in dispute a positive for the environment act that liberates the atmosphere from tones of dioxide carbons.

The unconstructed offshore wind park that studied located in a cost north west of Sitia called Mochlos.

I also try to answer in questions like:

- ▶ Will they replace onshore turbines?
- ▶ How big is the wind resource offshore?

- ▶ How deep will they be?
- ▶ How far out to sea will they be?
- ▶ Is there a limit to how far out to sea these can be built?
- ▶ How do you build an offshore wind farm?
- ▶ How realistic are floating platforms?
- ▶ How will the electricity get into our homes?