

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΡΕΥΣΤΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΜΕΓΑΛΗΣ
ΚΛΙΜΑΚΑΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗ ΣΕΡΙΦΟ**



ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΑΡΘΟΥΡΟΣ ΖΕΡΒΟΣ

ΕΠΙΜΕΛΗΤΡΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ : ΡΟΥΜΠΕΛΑΚΗ ΧΡΙΣΤΙΝΑ

**ΑΘΗΝΑ
2008**

Ευχαριστήριο σημείωμα

Η διπλωματική εργασία παρουσιάζει ένα διττό χαρακτήρα, από την μια αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για την επαγγελματική σταδιοδρομία και ταυτόχρονα το αντικείμενο της πρέπει να ασχολείται με ένα τομέα που να ενδιαφέρει τον επιμελητή της. Η απόφαση μου για την εκπόνηση της παρούσας εργασίας βασίστηκε στην επιθυμία μου για εκμάθηση, αφενός ενός χρήσιμου εργαλείου στην επαγγελματική μου ενασχόληση στον τομέα της αιολικής ενέργειας και αφετέρου για το ισχύον νομοθετικό πλαίσιο στις αιολικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα.

Κατά την διάρκεια της ενασχόλησης μου απέκτησα χρήσιμες γνώσεις και πληροφορίες για τις σύγχρονες εξελίξεις στον ταχύτατα αναπτυσσόμενο τομέα της αιολικής ενέργειας. Θα ήθελα, λοιπόν, να ευχαριστήσω, τον καθηγητή μου Κο Αρθούρο Ζερβό για τις γνώσεις που μου προσέφερε, τον επιστημονικό του συνεργάτη Κο Κάραλη Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθεια και τη συμπαράσταση του και το μηχανολόγο Κο Περιβολάρη Ιωάννη για τα ψηφιακά δεδομένα του ανάγλυφου της Σερίφου που μου έδωσε.

Ρουμπεδάκη Χριστίνα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία ασχολείται με τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την χωροθέτηση αιολικού πάρκου, δηλαδή με τη βέλτιστη τοποθέτηση των ανεμογεννητριών, που θα εξασφαλίζει όχι μόνο τη μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του πάρκου, αλλά στην τελική απόφαση θα συνεκτιμώνται ως εξίσου σημαντικός παράγοντας οι αναμενόμενες περιβαλλοντικές οχλήσεις, που θα προκληθούν κατά τη λειτουργία του πάρκου. Ακόμα, σχολιάζονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την δημιουργία του αιολικού πάρκου, καθώς και η αποδοχή ή μη αυτού από τους κατοίκους της περιοχής και τους αρμόδιους τοπικούς φορείς.

Αυτό που επιθυμείται είναι η απόφαση με την μέγιστη δυνατή αντικειμενικότητα, για το πόσο τελικά επηρεάζεται το κοντινό περιβάλλον από την εγκατάσταση και τη λειτουργία του αιολικού πάρκου. Το ζητούμενο, μάλιστα, είναι η εύρεση της χρυσής τομής μεταξύ της μεγιστοποίησης της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος και των ωφελειών που αυτή συνεπάγεται, προκαλώντας ταυτόχρονα την μικρότερη δυνατή όχληση στους κατοίκους, ώστε για τους κατοίκους να προκαλείται η ελάχιστη όχληση.

Η εργασία αποσκοπεί αρχικά στην εξοικείωση με το πρόγραμμα Windfarmer, ένα σύγχρονο υπολογιστικό μοντέλο, ιδιαίτερα χρήσιμο στη βελτιστοποίηση της χωροθέτησης του πάρκου, ώστε να γίνεται εφικτή η μέγιστη εκμετάλλευση της παραγόμενης αιολικής ενέργειας. Το Windfarmer προσφέρει αξιόπιστα αποτελέσματα και δίνει ολοκληρωμένες προτάσεις για το συγκεκριμένο ζήτημα. Με τον τρόπο αυτό, δίνεται νέα ώθηση, τόσο στην επένδυση όσο και την εγκατάσταση μονάδων για την παραγωγή αιολικής ενέργειας. Το λογισμικό, επίσης προσφέρει μοντέλα για τον προσδιορισμό των περιβαλλοντικών οχλήσεων, και πιο συγκεκριμένα των επιπέδων της σκίασης από τις ανεμογεννήτριες, της οπτικής τους όχλησης, καθώς και του θορύβου. Τα παραπάνω παρουσιάζονται σε διαγράμματα με τις απαραίτητες πληροφορίες για την πλήρη κατανόηση των αποτελεσμάτων τους.

Με αφορμή την αίτηση για αιολικό πάρκο μεγάλης κλίμακας στη Σέριφο, και τις αντιδράσεις της τοπικής κοινωνίας εφαρμόζεται το Windfarmer για την χωροθέτηση του αιολικού πάρκου και την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται. Λαμβάνονται υπόψη οι περιορισμοί που εισάγονται στο ειδικό χωροταξικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των Α.Π.Ε.. Εξετάζονται διαφορετικά σενάρια εγκατεστημένης αιολικής ισχύος. Αναζητείται, λοιπόν, η χωροθέτηση, τώσων μηχανών, όσων το νησί της Σεριφου μπορεί να αντέξει, δίχως να παραβιάζεται το ποσοστό κάλυψης του νησιού από ανεμογεννήτριες, καθώς και αυτές να εντάσσονται αρμονικά στο οπτικό πεδίο του νησιού. Το κρίσιμο ερώτημα που καλούμαστε να απαντήσουμε είναι το ποια είναι τελικά η αποδεκτή λύση και πόσο αντικειμενική μπορεί να είναι.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται συνοπτικά οι δυνατότητες παραγωγής αιολικής ενέργειας, από την οποία ο πλανήτης μπορεί να αποκομίσει τεράστιο κέρδος, τόσο σε επίπεδο προστασίας του περιβάλλοντος, όσο και σε επίπεδο οικονομικού οφέλους στις τοπικές κοινωνίες. Επιπρόσθετα, επισυνάπτεται το ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε., και ειδικότερα για τα νομοθετικά πλαίσια που οριοθετούνται από την πλευρά της πολιτείας για την ανάπτυξη αιολικών μονάδων στην Ελλάδα. Προσδιορίζεται ο τρόπος με τον οποίο χωρίζεται σε περιοχές αιολικής προτεραιότητας η χώρα, καθώς και τα κριτήρια που επιβάλλεται να τηρούνται για την ομαλή ένταξη των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναλύονται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που προβλέπεται να εμφανιστούν από την εγκατάσταση και λειτουργία αιολικού πάρκου σε μια περιοχή. Μετά από την εύρεση θέσης κατάλληλης για την τοποθέτηση των ανεμογεννητριών και την επιλογή του πλήθους τους, καθίσταται αναγκαία η ολοκλήρωση εκτενούς περιβαλλοντικής μελέτης, στην οποία περιέχονται οι οπτικοαισθητικές επιπτώσεις που πρόκειται να εμφανιστούν. Έτσι, λοιπόν, η περιβαλλοντική μελέτη περιλαμβάνει τα επίπεδα της ηχορύπανσης, την επίδραση του αιολικού πάρκου στην χλωρίδα και την πανίδα της περιοχής, τις ηλεκτρομαγνητικές επιδράσεις αλλά και τα επίπεδα σκίασης και οπτικής επίδρασης από τις μηχανές. Βασικός στόχος της περιβαλλοντικής μελέτης είναι η τοποθέτηση των μηχανών με τέτοιο τρόπο, ώστε να σημειώνεται η ελάχιστη δυνατή επίδραση στον περιβάλλοντα χώρο και η ελάχιστη όχληση στους κατοίκους πλησίον της περιοχής του πάρκου.

Στο τρίτο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζεται το πρόγραμμα GH Windfarmer, ένα χρήσιμο εργαλείο στην σχεδίαση ενός αιολικού πάρκου. Στην ταχύτατα αναπτυσσόμενη αγορά της αιολικής ενέργειας σε παγκόσμια κλίμακα, το Windfarmer παρέχει αξιoσημείωτες δυνατότητες όχι μόνο στον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού μιας περιοχής και της ενεργειακής απόδοσης μιας πρότασης χωροθέτησης αλλά και στον ακριβή προσδιορισμό των περιβαλλοντικών οχλήσεων της εκάστοτε αιολικής εγκατάστασης. Με φωτορεαλιστικές, τρισδιάστατες απεικονίσεις, προσομοιώνεται διαγραμματικά η οπτική όχληση στο χώρο, η επίδραση του επιπέδου σκίασης, καθώς και ο παραγόμενος θόρυβος από τη λειτουργία του πάρκου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο της εργασίας, που αποτελεί και το υπολογιστικό τμήμα της, εκπονείται η μελέτη χωροθέτησης αιολικού πάρκου στη Σέριφο, σύμφωνα με την ήδη υπάρχουσα κατατεθειμένη πρόταση των 261 MW, με το λογισμικό Windfarmer. Επιπλέον, κατασκευάζονται τα διαγράμματα που ποσοτικοποιούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την συγκεκριμένη πρόταση. Ακολούθως, εξετάζονται άλλες πέντε περιπτώσεις χωροθέτησης και για κάθε μια από αυτές παρουσιάζονται διαγραμματικά οι προκύπτουσες περιβαλλοντικές οχλήσεις.

Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο της εργασίας σχολιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από το λογισμικό GH Windfarmer για τις έξι διαφορετικές χωροθετήσεις που μελετήθηκαν.

Στο Παράρτημα επισυνάπτεται το ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε., το οποίο καθορίζει τους κανόνες και τα κριτήρια χωροθέτησης και ομαλής οπτικής ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</u>	7
<u>«ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ»</u>	
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	7
1.2 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ	8
1.3 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε.....	11
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</u>	13
<u>«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ»</u>	
2.1 ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	13
2.2 ΠΡΟΒΛΕΨΙΜΟΤΗΤΑ ΤΑΧ/ΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ – ΜΕΘΟΔΟΣ MCP.....	15
2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Α/Γ.....	16
2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΘΕΣΗ ΑΙΤΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	17
2.4.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ.....	21
2.4.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	22
2.4.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΠΤΙΚΟΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	25
2.4.4 SHADOW FLICKER(ΣΚΙΑΣΗ).....	26
2.5 ΑΠΟΔΟΧΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ.....	27
2.6 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ.....	27
2.7 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΠΤΗΝΑ.....	28
2.8 ΘΟΡΥΒΟΣ.....	30
2.8.1 ΘΟΡΥΒΟΣ Α/Γ.....	30
2.8.2 ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ.....	34
2.8.3 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΘΟΡΥΒΟΥ.....	34
2.9 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ Α/Γ.....	36
2.9.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ Α/Γ.....	38
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</u>	39
<u>«ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΗ WINDFARMER»</u>	
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	39
3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	40
3.2.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	41
3.2.2 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	41
3.2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ (MAPPING WINDOW).....	42
3.2.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ (VISUALIZATION WINDOW).....	42
3.3 ΠΕΔΙΟ ΡΟΗΣ ΟΜΟΡΡΟΥ Α/Γ.....	50
3.4 ΜΟΝΤΕΛΑ ΘΟΡΥΒΟΥ.....	60
3.4.1 ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΘΟΡΥΒΟΥ.....	60
3.4.2 ΣΥΝΘΕΤΟ – ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΟ.....	61
3.4.3 ΣΥΝΘΕΤΟ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ.....	62
3.5 ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΚΙΑΣΗΣ.....	62
3.6 ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΠΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ.....	64

<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....</u>	67
<u>«ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΣΕΡΙΦΟ»</u>	
4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	67
4.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΓΗ WINDFARMER.....	71
4.2.1 ΧΑΡΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ.....	73
4.2.2 ΦΩΤΟΜΟΝΤΑΖ.....	74
4.2.3 ΤΡΕΜΟΣΒΗΜΑ ΣΚΙΑΣ (ΣΚΙΑΣΗ).....	74
4.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΧΛΗΣΕΩΝ ΚΑΘΕ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ....	75
4.3.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 261 MW.....	75
4.3.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 180 MW.....	85
4.3.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 120 MW.....	91
4.3.4 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 105 MW.....	98
4.3.5 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 90 MW.....	104
4.3.6 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 75 MW.....	110
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....</u>	116
<u>«ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ ΓΗ WINDFARMER»</u>	
5.1 ΣΧΟΛΙΑ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	116
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u>	119
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....</u>	120
<u>«ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ Α.Π.Ε.»</u>	

Κεφάλαιο 1

«ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ»

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Αιολική ενέργεια είναι η κινητική ενέργεια του ανέμου, που οφείλεται στην ηλιακή ακτινοβολία και αποτελεί το 2% της προσπίπτουσας στην γη ακτινοβολίας του ηλίου. Αποτελεί, δηλαδή, μια μορφή μηχανικής ενέργειας, που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος αξιοποιώντας την κίνηση του ανέμου. Κύριο πλεονέκτημα της είναι η αστείρευτη παροχή ενέργειας με αξιόλογο δυναμικό, αλλά και με μια εναλλακτική και προπαντός δωρεάν διαθέσιμη πρώτη ύλη, τον άνεμο. Φιλική προς το περιβάλλον με μοναδικές αρνητικές επιπτώσεις σε αυτό, τις οπτικές και ακουστικές οχλήσεις στην περιοχή λειτουργίας του αιολικού πάρκου.

Ο άνεμος χρησιμοποιήθηκε ως πηγή ενέργειας από τα αρχαία χρόνια σε διάφορες εφαρμογές. Οι εφαρμογές που αξιοποιήθηκε ο άνεμος σαν κινητήριος δύναμη, αρχικά περιορίστηκαν στην ναυτιλία και τους ανεμόμυλους. Η συμβολή, ωστόσο, της εκμετάλλευσης της κίνησης του ανέμου συνέβαλε στις θαλάσσιες συγκοινωνίες, και συνεπώς στις εξερευνήσεις, που επηρέασαν αποφασιστικά την εξέλιξη της ανθρωπότητας. Με την βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας σημείωσε αξιόλογα βήματα προόδου, ώστε να επιτευχθεί η οικονομική ανταγωνιστικότητα των αιολικών πάρκων σε σύγκριση με άλλους σταθμούς παραγωγής ενέργειας. Πλέον, η αιολική ενέργεια μας δίνει την δυνατότητα για παραγωγή μηχανικής ενέργειας απευθείας, μια μορφή ενέργειας με μεγάλο βαθμό απόδοσης, που ταυτόχρονα είναι εύκολα αξιοποιήσιμη. Εφικτή είναι και η μετατροπή της σε οποιαδήποτε άλλη μορφή, όπως π.χ. ηλεκτρική.

Η μετατροπή της κινητικής ενέργειας του ανέμου σε μηχανική, και στην συνέχεια σε άλλες χρήσιμες μορφές, γίνεται δυνατή με τους σύγχρονους ανεμόμυλους, που λέγονται ανεμογεννήτριες. Οι ανεμογεννήτριες ταξινομούνται σύμφωνα με τον προσανατολισμό των αξόνων τους σε σχέση με την ροή του ανέμου, σε δυο κατηγορίες της μηχανής οριζοντίου και τις μηχανές κατακόρυφου άξονα. Η πλειοψηφία των σύγχρονων Α/Γ μετατρέπουν την αιολική ενέργεια σε ηλεκτρική, με τα μεγέθη τους να ποικίλουν από μηχανές που παράγουν μερικές δεκάδες ή εκατοντάδες W και φτάνουν τα μερικά MW. [Α. Ζερβός, Γ. Κάραλης, 2006]

Χαρακτηριστική είναι η διαφορά που υπάρχει στην αρχή λειτουργίας των παραδοσιακών ανεμόμυλων σε σχέση με τις σύγχρονες Α/Γ. Οι παραδοσιακοί ανεμόμυλοι κινούνται είτε με την βοήθεια της αντίστασης των πτερυγίων τους στον άνεμο, είτε με την κακή εκμετάλλευση της άνωσης που ασκείται πάνω τους. Στις σύγχρονες Α/Γ η κίνηση οφείλεται στην άνωση, η οποία αξίζει να σημειωθεί ότι μπορεί να γίνει υπερδεκαπλάσια της αντίστασης. Ο γνωστότερος τύπος ανεμοκινητήρα, που χρησιμοποιείται πια στην πράξη είναι δρομέα οριζοντίου άξονα.

Ο βαθμός απόδοσης C_p , χαρακτηρίζει τους ανεμοκινητήρες και ονομάζεται συντελεστής ισχύος.

Ο συντελεστής ισχύος ορίζεται από την σχέση,
$$C_p = \frac{P}{\left(\frac{1}{2}\right) \cdot \rho \cdot V^3 \cdot A}$$

Όπου, στην προαναφερθείσα σχέση, P η αποδιδόμενη από την Α/Γ ισχύς και το γινόμενο του παρανομαστή να συμβολίζει την ισχύ που έχει ο άνεμος ταχύτητας V και πυκνότητας ρ , ο οποίος περνάει από την επιφάνεια A .

Παρατηρείται, λοιπόν, κάτι πολύ σημαντικό, ότι δηλαδή η ισχύς του ανέμου ανά τετραγωνικό μέτρο μετωπικής επιφάνειας της Α/Γ είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας του ανέμου.

Ο συντελεστής ισχύος C_p εξαρτάται από τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά της μηχανής και είναι συνάρτηση της αδιάστατης ταχύτητας ακροπτερυγίου λ , που ορίζεται ως,
$$\lambda = \frac{\omega \cdot R}{V}$$
.

Όπου ω η γωνιακή ταχύτητα του δρομέα, ακτίνας R . Η αδιάστατη ταχύτητα ακροπτερυγίου ονομάζεται και κατάσταση λειτουργίας του δρομέα.

1.2 ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Ένα σημαντικό πρόβλημα της εποχής μας είναι η ολοένα και αυξανόμενη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας. Αυτή η τάση προκαλεί σημαντικά προβλήματα και αλλαγές όσον αφορά στο κλίμα του πλανήτη. Για το λόγο αυτό γίνονται πολλές προσπάθειες σε διεθνές επίπεδο για την αύξηση του ποσοστού που αναλογούν οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ) στη συνολική παροχή ενέργειας. Σήμερα, η πιο διαδεδομένη και εμπορικά ώριμη κατηγορία ΑΠΕ είναι η αιολική. Έτσι η χώρα μας οφείλει μέχρι το 2010 το 20% της ηλεκτρικής ενέργειας που χρησιμοποιεί να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές και ο μόνος τρόπος για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος είναι η κατασκευή αιολικών πάρκων.

Η τεχνολογία των ανεμογεννητριών έχει εξελιχθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, ώστε σε συνδυασμό με την αύξηση της τιμής του πετρελαίου αυτές να αποτελούν πολύ δελεαστικές επενδυτικές ευκαιρίες. Έτσι ο ιδιωτικός τομέας έχει δραστηριοποιηθεί έντονα με γνώμονα τα περιθώρια κέρδους που επιτρέπει η εκμετάλλευση του αιολικού δυναμικού, για αυτό και στρέφεται στα νησιά του Αιγαίου, όπως για παράδειγμα η Σέριφος. Η επιδότηση του συγκεκριμένου τομέα από την Ε.Ε. (Ευρωπαϊκή Ένωση) κατά 40% κάνει ακόμα πιο ελκυστικές τις σχετικές επενδύσεις.

Οι πλημμύρες στην Β. Ευρώπη, αλλά και η ξηρασία και πυρκαγιές στην Ν. Ευρώπη δεν είναι τίποτε άλλο από την εξέλιξη των κλιματικών αλλαγών, όπως εγκαίρως είχε περιγράψει η Έκθεση της Διακυβερνητικής Επιτροπής των Η.Ε.(Ηνωμένων Εθνών) για τις Κλιματικές Αλλαγές (IPCC). Οι κλιματικές αλλαγές είναι αποτέλεσμα του φαινομένου του θερμοκηπίου το οποίο προκαλείται από την αύξηση της συγκέντρωσης των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου (Α.Φ.Θ.) και κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα. Τα ΑΦΘ(Αέρια Φαινομένου Θερμοκηπίου) εκλύονται κατά την καύση των ορυκτών καυσίμων, δηλαδή του πετρελαίου, του άνθρακα και του φυσικού αερίου. Τα καύσιμα αυτά ως γνωστόν χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ενέργειας (ηλεκτρισμός) και για την κίνηση (μεταφορές). [Ι.Τσιπουρίδης,2006]

Ακόμη και αν ξεχάσουμε τους λόγους επιβίωσης του πλανήτη, του ανθρώπινου είδους και όλων των άλλων ειδών που επιτάσσουν την ταχύτερη και μεγαλύτερη δυνατή αξιοποίηση των ΑΠΕ και αναλύσουμε την ενεργειακή κατάσταση μόνο με οικονομοτεχνικά κριτήρια, καταλήγουμε ότι συμφέρει η εγκατάσταση αιολικών πάρκων.

Αν μάλιστα ληφθεί υπόψη ότι, όχι μόνο οι τιμές του πετρελαίου και του φυσικού αερίου έχουν μόνιμα ανοδική πορεία και ότι αυτή η πορεία θα επιταχυνθεί από το γεγονός και μόνο ότι τα αποθέματα τους εξαντλούνται, αλλά και ότι το εξωτερικό κόστος είναι μια πραγματικότητα η οποία έστω και με τη μορφή των δικαιωμάτων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα επιβαρύνει ακόμη περισσότερο τα ορυκτά καύσιμα, η ωφελιμότητα της επένδυσης στην Αιολική Ενέργεια καθίσταται προφανής και στον πιο δύσπιστο.

Οι λόγοι που υπαγορεύουν την ανάπτυξη της Αιολικής καλύπτουν όλο το φάσμα των κριτηρίων που θα μπορούσαν να τεθούν:

- Αποτελεί μια τεχνολογία απόλυτα αποδοτική, ενεργειακά, αλλά και επιχειρηματικά.
- Η συνεισφορά της Αιολικής Ενέργειας στην Εθνική Οικονομία, είναι ανεκτίμητη αφού οδηγεί σε απεξάρτηση από ακριβά εισαγόμενα καύσιμα, ενώ ταυτόχρονα ελκύει την εισροή ξένων επενδύσεων και ενισχύει την περιφερειακή ανάπτυξη.
- Η χώρα μας διαθέτει εξαιρετο αιολικό δυναμικό, εξειδικευμένο και έμπειρο προσωπικό και ενδιαφερόμενους επενδυτές, Έλληνες και ξένους.
- Ικανοποιεί τις δεσμεύσεις της χώρας που απορρέουν από υπάρχουσες διεθνείς συνθήκες όπως η Κοινοτική οδηγία 77/2001, και το πρωτόκολλο του Κιότο, οι οποίες σίγουρα θα ανανεωθούν και θα γίνουν αυστηρότερες.
- Είναι η πιο περιβαλλοντικά φιλική λύση στο ενεργειακό και ένα από τα πιο αξιόπιστα όπλα στη φαρέτρα μας στη μάχη με τις κλιματικές αλλαγές.

Αυτή η τόσο προφανής στροφή δεν είναι αποδεκτή από κάποιους, και το πιο εντυπωσιακό στοιχείο είναι ότι στην εκστρατεία που εξαπολύουν η αιολική ενέργεια πλήττεται εκεί που θα έπρεπε να είναι το αναμφισβήτητο δυνατό της σημείο, στην περιβαλλοντική της διάσταση. Μάλιστα, για την επίτευξη δημιουργίας κλίματος αμφιβολιών για το πόσο τελικά φιλική είναι η αιολική ενέργεια προς το περιβάλλον, τέθηκαν δύο στόχοι. Ο πρώτος είναι η δημιουργία αμφιβολιών για τα επιστημονικά ευρήματα που αποδεικνύουν ότι οι κλιματικές αλλαγές είναι μια πραγματικότητα για την οποία ευθύνεται ο άνθρωπος. Η επίτευξη αυτού του στόχου θα οδηγούσε σε καθυστέρηση στη λήψη μέτρων αντιμετώπισης των κλιματικών αλλαγών και άρα συνέχιση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων. Με βάση τα σημερινά δεδομένα, πρέπει να θεωρήσουμε ότι αυτός ο στόχος επετεύχθη, αφού τα μέτρα που έχουν παρθεί για την αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών είναι πολύ λίγα και η εφαρμογή τους αποφασίστηκε πολύ αργά. Κάτι που θα φαίνεται όλο και περισσότερο κάθε χρόνο καθώς τα ακραία καιρικά φαινόμενα γίνονται καθημερινότητα μας. Ο δεύτερος στόχος ήταν, να απαξιώσουν τις εναλλακτικές ενεργειακές λύσεις, αφού η έλλειψη εναλλακτικής λύσης στα ορυκτά καύσιμα θα οδηγούσε σε καθυστέρηση στην αντικατάστασή τους και άρα συνέχιση της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων. Υπήρχε και ένας επιπλέον στόχος που ήταν η προβολή της πυρηνικής ενέργειας ως λύση στο πρόβλημα. [Ι. Τσιπουρίδης, 2006]

Παρόλο που ο στόχος επετεύχθη σε σημαντικό βαθμό, αφού η αιολική ενέργεια εξακολουθεί να αμφισβητείται, κάτω από το βάρος του περιορισμού των εκπομπών αερίων ρύπων, που συμβάλλουν στην επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς και σοβαρών προβλημάτων υγείας που κάνουν ολοένα και περισσότερο την εμφάνισή τους στους κατοίκους των περιοχών κοντά στα εργοστάσια παραγωγής ρεύματος ορυκτών καυσίμων, οι κυβερνήσεις των ευρωπαϊκών κρατών προχώρησαν στην θέσπιση ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού για τις Α.Π.Ε..

Σε αυτό το πλαίσιο καθορίζονται κανόνες και κριτήρια χωροθέτησης που θα πρέπει να τηρούνται, ώστε να καθίσταται δυνατή η έκδοση άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε αιολικές εγκαταστάσεις. Με την καθιέρωση σαφών κανόνων χωροθέτησης επιτυγχάνεται αφενός η άμβλυση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των αιολικών εγκαταστάσεων, τόσο στο φυσικό περιβάλλον, όσο και στο ανθρωπογενές στοιχείο και αφετέρου η αποτροπή συγκρούσεων ως προς την χρήση της γης. Τέλος, ευρύτερες περιοχές με ιδιαίτερο οικολογικό ή αρχαιολογικό ενδιαφέρον προστατεύονται από σχετικές διατάξεις. Με την θέσπιση σχετικών διατάξεων στον χωροταξικό σχεδιασμό, τίθενται τα όρια της οπτικής επίπτωσης των αιολικών εγκαταστάσεων κατά τον πλέον αντικειμενικό τρόπο. Το ειδικό πλαίσιο του χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις αιολικές εγκαταστάσεις επισυνάπτεται στο Παράρτημα Α.

1.3 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΙΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΓΙΑ ΤΙΣ Α.Π.Ε.

Το ζήτημα της χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων αποτελεί ένα κρίσιμο ζήτημα. Οι αιολικές εγκαταστάσεις (και γενικά οι Α.Π.Ε.) μπορεί να χαρακτηριστούν ως δραστηριότητα φιλική προς το περιβάλλον, αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι στερούνται επιπτώσεων σε αυτό. Με στόχο την άμβλυνση αυτών των επιπτώσεων καθίσταται επιτακτική η καθιέρωση σαφών κανόνων χωροθέτησης, έτσι ώστε όχι μόνο να μειωθούν οι αβεβαιότητες και οι συγκρούσεις χρήσεων γης, αλλά και να ικανοποιηθούν οι ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και η ανάπτυξη της περιοχής.

Με το ειδικό χωροταξικό πλαίσιο θεσπίζονται οι βασικές κατευθύνσεις και οι γενικοί κανόνες που αφορούν τη χωροθέτηση των αιολικών πάρκων στο σύνολο του εθνικού χώρου. Έτσι, ορίζονται κατηγορίες περιοχών που απαγορεύεται ολοκληρωτικά ή μερικά η χωροθέτηση Α/Γ, καθώς και οι ειδικότερες προϋποθέσεις εγκατάστασης σε σχέση με την ιδιαίτερη φυσιογνωμία και φέρουσα ικανότητα μιας περιοχής.

Το ειδικό πλαίσιο θέτει τους ακόλουθους στόχους:

- Να διαμορφώσει πολιτικές χωροθέτησης ανάλογα με την κατηγορία δραστηριότητας και χώρου, βάσει των διαθέσιμων σε εθνικό επίπεδο στοιχείων.
- Να καθιερώσει κανόνες και κριτήρια χωροθέτησης που θα επιτρέπουν την δημιουργία οικονομικά βιώσιμων εγκαταστάσεων αρμονικά ενταγμένων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
- Να δημιουργήσει ένα αποτελεσματικό μηχανισμό χωροθέτησης εγκαταστάσεων, ώστε να επιτευχθούν οι στόχοι που τέθηκαν σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο.

Όσο αναφορά τους κανόνες χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, ο χωροταξικός σχεδιασμός αποσκοπεί :

- Αρχικά στον εντοπισμό κατάλληλων περιοχών που οι χωροταξικές και περιβαλλοντικές τους ιδιαιτερότητες επιτρέπουν την ανάπτυξη αιολικών εγκαταστάσεων, αλλά και με εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό βάσει των διαθέσιμων σε εθνικό επίπεδο στοιχείων
- Στην καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης για βιώσιμες οικονομικά εγκαταστάσεις αιολικής ενέργειας, που εντάσσονται ομαλά στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
- Στην δημιουργία αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ανταπόκριση στους στόχους της εθνικής και ευρωπαϊκής πολιτικής.

Ο εθνικός χώρος διακρίνεται σε κατηγορίες στο ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- Ηπειρωτική χώρα και Εύβοια σε ΠΑΠ και ΠΑΚ
- Αττική (ξεχωριστή κατηγορία λόγω του μητροπολιτικού της χαρακτήρα)
- Κατοικημένα νησιά Ιονίου, Αιγαίου συμπεριλαμβανομένης της Κρήτης
- Υπεράκτιος και θαλάσσιος χώρος και ακατοίκητες νησίδες

Για τη χωροθέτηση των αιολικών μονάδων καθορίζονται ειδικά κριτήρια ανάλογα με την κατηγορία του εθνικού χώρου στην οποία υπάγεται η περιοχή που επιθυμείται η εγκατάσταση των Α/Γ. Τα προαναφερθέντα ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων είναι:

- Μέγιστο ποσοστό κάλυψης εδάφους από Α/Γ σε περιοχές ΠΑΠ της ηπειρωτικής χώρας, 8% ή 1,05 τυπικές Α/Γ / 1000 στρέμματα
- Μέγιστο ποσοστό κάλυψης εδάφους από Α/Γ σε περιοχές ΠΑΚ της ηπειρωτικής χώρας, 5% ή 0,66 τυπικές Α/Γ / 1000 στρέμματα
- Μέγιστο ποσοστό κάλυψης εδάφους από Α/Γ σε κατοικημένα νησιά του Αιγαίου και Ιονίου πελάγους και της Κρήτης, 4% ή 0,53 τυπικές Α/Γ / 1000 στρέμματα

Επιπρόσθετα επιβάλλεται να πληρούνται τα θεσμοθετημένα κριτήρια ένταξης της αιολικής εγκατάστασης στο τοπίο, τα οποία αναφέρονται στο Παράρτημα IV του ειδικού πλαισίου. Έτσι, για την εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων μιας υπό αδειοδότηση αιολικής μονάδας στο τοπίο εξετάζεται η οπτική παρεμβολή της από σημεία «ιδιαίτερου ενδιαφέροντος» ανάλογα φυσικά με την σημασία και την ποιότητα του σημείου.

Κεφάλαιο 2

«ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ»

2.1 ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ [T.Burton,D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Η κατασκευή αιολικού πάρκου ακολουθεί παρόμοιες διαδικασίες με αυτές που απαιτούνται και για κάθε άλλου είδους σταθμού παραγωγής ενέργειας. Η μόνη διαφορά εντοπίζεται στις συγκεκριμένες απαιτήσεις που θα πρέπει να πληρούνται για την σωστή λειτουργία των ανεμογεννητριών. Δηλαδή, πιο συγκεκριμένα είναι αναγκαία η τοποθέτηση των Α/Γ σε σημεία με μεγάλη ταχύτητα ανέμου, ώστε να παράγεται η μέγιστη δυνατή ενέργεια. Από το μέγεθος των Α/Γ, όμως προκύπτουν οπτικές επιδράσεις στο περιβάλλον, οπότε θα πρέπει να αναφερθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις αυτών. Μάλιστα οι τρεις κύριοι παράγοντες που επιβάλλεται να μελετηθούν κατά την κατασκευή αιολικού πάρκου είναι:

- Τεχνικοί και εμπορικοί παράγοντες
- Περιβαλλοντικοί προβληματισμοί
- Διάλογος και διαβούλευση

Οι φάσεις στις οποίες θα μπορούσαμε να χωρίσουμε την ανάπτυξη ενός πάρκου αναφέρονται και αναπτύσσονται παρακάτω. Αρχικά, πρέπει να γίνει η επιλογή τοποθεσίας, στην οποία θα κατασκευαστεί το πάρκο. Εκπονείται, λοιπόν, μελέτη στην οποία επιλέγεται κατάλληλη τοποθεσία, της οποίας το αιολικό δυναμικό εκτιμάται κατά το δυνατόν ακριβέστερα. Κάθε Α/Γ παράγει ενέργεια, που δίνεται από την ακόλουθη σχέση :

$$E = T \cdot \int P(U) \cdot f(U) dU$$

Όπου,

$P(U)$, η παραγόμενη ενέργεια από την Α/Γ σύμφωνα με την καμπύλη ισχύος της, η οποία δίνεται από τον προμηθευτή τους.

$f(U)$, η πιθανότητα πυκνότητας πνοής ανέμων (PDF)

T , ο αντίστοιχος χρόνος

Η πιθανότητα πυκνότητας πνοής ανέμων σε πρώτη εκτίμηση βρίσκεται από ήδη υπάρχοντα στοιχεία για την ταχύτητα του ανέμου, αλλά βασίζεται κατά γενική ομολογία στην κατανομή Weibull. Εξαρτάται από τοπικά κλιματολογικά δεδομένα, την τραχύτητα του εδάφους της έκτασης, την τοπολογία του εδάφους, καθώς και πιθανά τοπικά εμπόδια. Η εποχιακή διακύμανση της ταχύτητας του ανέμου αποτελεί χρήσιμο στοιχείο για τον υπολογισμό της ενεργειακής απόδοσης της Α/Γ και της ποιότητας προσαρμογής της καμπύλης ενεργειακής παραγωγής και ζήτησης.

Μάλιστα, η διάρκεια πνοής του ανέμου είναι από τα πλέον απαραίτητα στοιχεία, που πρέπει να είναι γνωστά για την επιλογή της θέσης της εγκατάστασης της μηχανής. Πιο απλά, η καμπύλη διάρκειας πνοής του ανέμου εκφράζει το ποσοστό του χρόνου για το οποίο πνέει άνεμος ταχύτητας μεγαλύτερης μιας συγκεκριμένης τιμής. Αντίστοιχα, η καμπύλη πυκνότητας πιθανότητας εκφράζει την πυκνότητα πιθανότητας ο άνεμος να έχει ταχύτητα μεταξύ $U - dU/2$ και $U + dU/2$. Συνεπώς, είναι φανερό ότι, μπορεί να προκύψει με παραγωγή της πρώτης.

Σε αυτή την φάση της ανάπτυξης του πάρκου, απαιτείται μόνο μια πρώτη ένδειξη της προβλεπόμενης παραγόμενης ενέργειας, για την εύρεση πιθανών αξιοποιήσιμων περιοχών, παρόλο που χρήσιμη για την επιβεβαίωση των επιλεχθέντων τοποθεσιών θα ήταν η σύγκριση της προκύπτουσας μελέτης με τα ήδη υπάρχοντα στοιχεία.

Αν είναι διαθέσιμες μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου σε συγκεκριμένη τοποθεσία, η παραγόμενη ενέργεια, από n αριθμό Α/Γ είναι ίση με,

$$E = \sum_{i=1}^{i=n} H(U_i) \cdot P(U_i)$$

Όπου,

$H(U_i)$, οι ώρες που στρέφεται η Α/Γ με ταχύτητα U_i

$P(U_i)$, η παραγόμενη ισχύ στην ταχύτητα U_i

Για την επιλογή της τοποθεσίας, εκτός από τον παράγοντα της ταχύτητας του ανέμου και της διακύμανσης αυτής, σημαντικό ρόλο παίζει η προσβασιμότητα της επιλεχθείσας περιοχής, δηλαδή η ύπαρξη οδικού δικτύου ή η κατασκευή του με κόστος που να κινείται σε κάποια λογικά πλαίσια. Εξαιτίας του μεγάλου μήκους των πτερύγιων των σύγχρονων Α/Γ (μέχρι και 40 m), καθίσταται προφανής η εύκολη οδική πρόσβαση στην περιοχή, καθώς μπορούν να προκληθούν σημαντικά προβλήματα κατά την μεταφορά των μεγάλων αυτών μηχανών.

Επιπλέον, πρέπει να εξεταστεί αν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για την σύνδεση του αιολικού πάρκου με το δίκτυο, αλλά και την πώληση της ενέργειας. Τα αιολικά πάρκα, απαιτούν τιμή τάσης στο σημείο σύνδεσης εντός των αποδεκτών ορίων, τα οποία βέβαια διαφοροποιούνται σε σχέση με τον σχεδιασμό του κάθε πάρκου. Ακόμα, οι παραγωγοί αιολικής ενέργειας ζητούν την δυνατότητα πώλησης της αιολικής ενέργειας, όποτε αυτή είναι διαθέσιμη, γιατί αλλιώς η παραγωγή χάνεται, άρα σημειώνεται και οικονομική ζημιά για τον παραγωγό της ενέργειας. Τέλος, επιθυμείται η τιμή διάθεσης της ενέργειας να είναι ικανοποιητική. Είναι φανερό, ότι οι δυο πρώτες απαιτήσεις σχετίζονται με την αξιοπιστία του συστήματος, ενώ η τελευταία με την τιμή διάθεσης.

Η μελέτη για την επιλογή πιθανών τοποθεσιών είναι αναγκαίο να συνοδεύονται από έκθεση με τους κύριους περιβαλλοντικούς προβληματισμούς. Περιοχές, όπως εθνικά πάρκα ή άλλες με εξαίρετο πλούτο σε χλωρίδα και πανίδα, καθίστανται αδύνατες προς εκμετάλλευση για την τοποθέτηση Α/Γ. Επιπροσθέτως, απορριπτεές είναι και εκτάσεις κοντά σε οικισμούς, αφού η οπτική και ακουστική όχληση θα προκαλέσει προβλήματα στην καθημερινότητα των κατοίκων. Θα πρέπει να αποκλειστούν επίσης,

περιοχές τεράστιας οικολογικής αξίας ή περιοχές αρχαιολογικού και ιστορικού ενδιαφέροντος. Η λειτουργία τηλεπικοινωνιακών συστημάτων μπορεί να επηρεαστεί από την λειτουργία των Α/Γ,για αυτό θα πρέπει να ληφθεί υπόψη από τα πρώτα στάδια κατασκευής του πάρκου.Παράλληλα,με τα τεχνικά και οικολογικά ζητήματα πρέπει να τεθεί υπό εξέταση η αποδοχή των τοπικών αρχών και κατοίκων της εγκατάστασης και λειτουργίας της μονάδας.

Μετά την επιλογή της καταλληλότερης τοποθεσίας για την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου,απαιτούνται εκτενείς και ακριβείς μελέτες, που μάλιστα κοστίζουν ιδιαίτερα,ώστε να επιβεβαιωθεί η καταλληλότητα της αρχικής επιλογής.Η παραγόμενη από το πάρκο ενέργεια,και άρα η μελλοντική εξασφάλιση ότι το πάρκο θα αποδώσει οικονομικά,συνδέονται άμεσα με την επιλογή της τοποθεσίας εγκατάστασης των Α/Γ.Σε αυτή την φάση,λοιπόν,για μεγαλύτερη ακρίβεια στην μελέτη μας,όσο αναφορά την ταχύτητα του ανέμου,μια παράμετρο περίπλοκη στην προβλεψιμότητα,εφαρμόζεται η μέθοδος MCP (Measure-Correlate-Predict),που παρέχει μια μακροχρόνια πρόβλεψη του ανέμου σε κάποια έκταση.

2.2 ΠΡΟΒΛΕΨΙΜΟΤΗΤΑ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΑΝΕΜΟΥ - ΜΕΘΟΔΟΣ MCP

[T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Η προσέγγιση της μεθόδου MCP βασίζεται στη λήψη σειράς μετρήσεων της ταχύτητας του ανέμου στην περιοχή που θα κατασκευαστεί το πάρκο και ταυτόχρονα τις συσχετίζει με αντίστοιχες μετρήσεις από μετεωρολογικούς σταθμούς. Η μέση χρονική διάρκεια της λήψης μετρήσεων επιλέγεται να είναι ίδια με αυτή του μετεωρολογικού σταθμού. Η απλούστερη προσέγγιση της ταχύτητας που μετρήθηκε σε σχέση με την μακροπρόθεσμη πρόβλεψη της από τον σταθμό,είναι γραμμική και δίνεται από τον παρακάτω τύπο.

$$U_{site} = a + b \cdot U_{longterm}$$

Με την προαναφερθείσα σχέση προβλέπεται η ταχύτητα του ανέμου για τουλάχιστον είκοσι χρόνια .Η τιμή αυτή λαμβάνεται σαν την προβλεπόμενη ταχύτητα στο πάρκο κατά την λειτουργία του.Η μέθοδος MCP απαιτεί την εγκατάσταση ιστού στο αιολικό πάρκο,πάνω στον οποίο τοποθετούνται ανεμόμετρα και ανεμοδείκτης.Επιθυμείται,η ύπαρξη μετρήσεων σε διάφορα ύψη της Α/Γ,από το ύψος του άξονα της προς χαμηλότερα σημεία,ώστε να εκτιμηθεί η επίδραση της διάτμησης.Φυσικά,τα αιολικά δεδομένα που διαθέτουμε για μία περιοχή πρέπει να είναι αξιόπιστα,δηλαδή επιτακτική εμφανίζεται η ανάγκη ελαχιστοποίησης της επίδρασης της μεταβολής της σχετικής αβεβαιότητας της ταχύτητας του ανέμου σε συνάρτηση με τον χρόνο παρατήρησης.Τα δεδομένα,συνεπώς,πρέπει να είναι το λιγότερο εξαμηνιαία,αν και όσο περισσότερος ο χρόνος λήψης μετρήσεων και σύγκρισης τους,τόσο πιο ακριβής καθίσταται η μελέτη.

Η εφαρμογή της μεθόδου προκαλεί σκεπτικισμό,διότι δέχεται εξ' αρχής ότι η εκτίμηση των προηγούμενων μακροπρόθεσμων δεδομένων οδηγεί σε ασφαλή συμπεράσματα.Επιπλέον,η ύπαρξη μετεωρολογικού σταθμού κοντά,σε απόσταση 50-100 km από το πάρκο είναι σπάνια,αλλά και σε αυτή την περίπτωση τα στοιχεία δεν είναι πάντα αξιόλογης ποιότητας.Έτσι,πολύτιμος χρόνος για την διόρθωση και αξιοποίηση αυτών θα χαθεί.

Η αρχικά αμφιλεγόμενη μέθοδος έχει πια αποδειχθεί σαν ένα χρήσιμο εργαλείο. Ειδικά σχεδιασμένα προγράμματα,διαθέσιμα στο εμπόριο,παρέχουν την δυνατότητα πλέον για αξιόπιστα αποτελέσματα εκτιμώντας τις ταχύτητες του ανέμου μακροπρόθεσμα.Σε συνδυασμό δε με ένα λογισμικό πακέτο αιολικού πάρκου μπορούν να προβλέψουν σε ικανοποιητικό βαθμό την απόδοση των Α/Γ.

2.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ Α/Γ

Η επιλογή θέσης εγκατάστασης μιας Α/Γ παρουσιάζει τα ίδια σχεδόν προβλήματα με την επιλογή θέσης εγκατάστασης μιας οποιαδήποτε μονάδας παραγωγής ενέργειας.Η μόνη διαφορά εντοπίζεται στο γεγονός ότι είναι πρακτικά αδύνατο να προσδιοριστεί η καθαρή παραγωγή ενέργειας ή προσεγγιστικά το κόστος παραγωγής της αν δεν είναι γνωστή η ακριβής θέση της εγκατάστασης της.Η συμπεριφορά του ανέμου σε κάποια πιθανή θέση,καθορίζει και την λειτουργική συμπεριφορά της Α/Γ.Άρα, απαραίτητη για την οικονομική βιωσιμότητα της καθορίζεται από την ακριβή γνώση για την συμπεριφορά του ανέμου σε μία θέση.Η ένταση,οι διακυμάνσεις του κατά μέτρο και διεύθυνση αποτελούν βασικές παραμέτρους για την επιλογή της θέσης εγκατάστασης.Σημαντικό ρόλο,όμως παίζουν και άλλες παράμετροι,όπως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εγκατάσταση,η συμβατότητα μεταξύ της λειτουργίας της Α/Γ με το ηλεκτρικό δίκτυο,η αποδοχή του κοινού,η εξασφάλιση του χαμηλότερου δυνατού κόστους παραγωγής ενέργειας,αλλά και ο σχεδιασμός για την προστασία από ακραία καιρικά φαινόμενα.Επιτυχημένη επιλογή θέσης θεωρείται αυτή,που κατά πρώτον σύντομα προσδιορίζεται ως περιοχή με υψηλό αιολικό δυναμικό και ταυτόχρονα ικανοποιεί όλες τις προαναφερθείσες παραμέτρους.Η οικονομική βιωσιμότητα της εγκατάστασης συνδέεται άμεσα τόσο με το μέγεθος,όσο και με τις περιοδικές διακυμάνσεις της έντασης του ανέμου.Γνωρίζουμε,παρόλα αυτά ότι η συμπεριφορά του ανέμου κοντά στην επιφάνεια της γης είναι περίπλοκη,καθώς και ότι η ταχύτητα του μεταβάλλεται απότομα σε οριζόντιο και κατακόρυφο επίπεδο. Οι τεχνικές για την ανάλυση των δεδομένων και την αντιστοίχιση τους σε συγκεκριμένη θέση δεν είναι αξιόπιστες,ενώ οι μετρήσεις ανεβάζουν κατά πολύ το κόστος και είναι χρονοβόρες.

Όσο συλλέγονται τα δεδομένα για την ταχύτητα του ανέμου απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τις υπό εξέταση περιοχές.Η χρησιμότητα της υπάρχουσας γης,όπως και η βέλτιστη εκμετάλλευση της για το αιολικό πάρκο αποτελεί μια ακόμη σημαντική παράμετρο.Η κατάσταση του εδάφους επιβάλλεται να εξεταστεί,ώστε να εξασφαλιστεί ότι η τοποθέτηση των Α/Γ θα είναι εφικτή,η οδική προσβασιμότητα του πάρκου θα είναι εύκολη και ότι το συνολικό κατασκευαστικό κόστος θα κυμανθεί σε λογικά επίπεδα. Η παραπάνω παράμετρος κρίνεται σοβαρή,καθώς η μορφολογία του εδάφους συμβάλλει καθοριστικά στο τελικό κόστος τοποθέτησης Α/Γ. Χρήσιμη,είναι η υδρολογική μελέτη του εδάφους,έτσι ώστε να μην προκληθεί αποκλεισμός

υπογείων υδάτων της περιοχής.Για την κατάθεση,λοιπόν,αίτησης εγκατάστασης αιολικού πάρκου επιτακτική κρίνεται η προετοιμασία εκτενούς περιβαλλοντικής μελέτης . [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΘΕΣΗ ΑΙΤΗΣΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εγκατάσταση αιολικού πάρκου σε μια περιοχή θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικές,γι' αυτό και απαιτείται η επισύναψη περιβαλλοντικής μελέτης κατά την αίτηση αδειοδότησης.Η προετοιμασία της χρονοβόρα και ακριβή εργασία,προϋποθέτει συνήθως την συνεργασία ομάδας εξειδικευμένων επιστημόνων. Η περιβαλλοντική μελέτη περιλαμβάνει την περιγραφή των φυσικών χαρακτηριστικών των Α/Γ και τις απαιτήσεις αυτών στην χρήση γης, τον προσδιορισμό του περιβαλλοντικού χαρακτήρα της προτεινόμενης περιοχής αλλά και των κοντινών της.Ακόμη,εμπεριέχει προβλέψεις για τις επιπτώσεις του πάρκου στο περιβάλλον,προτείνοντας ταυτόχρονα μέτρα για τον περιορισμό των προβλημάτων,που μπορεί να δημιουργηθούν και τέλος τονίζει την αναγκαιότητα της κατασκευής του πάρκου προσφέροντας κάθε στοιχείο,ώστε να πειστεί για αυτή το σύνολο των κατοίκων και των τοπικών εκπροσώπων τους. [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

1. Η αίτηση συντάσσεται βασισμένη στην εθνική και τοπική πολιτική.
2. Επιλέγεται η κατάλληλη περιοχή για την εγκατάσταση των Α/Γ,κατά απόλυτα τεκμηριωμένο τρόπο.
3. Αξιολογείται η πιθανή επίδραση του πάρκου στην τοποθεσία που επιλέχθηκε.
4. Η οπτικοακουστική επίδραση είναι ο σημαντικότερος υπό παρατήρηση παράγοντας,που χαρακτηρίζεται όμως ως υποκειμενικός.Η εγκατάσταση μιας Α/Γ δημιουργεί άσχημη οπτική εντύπωση,όταν γίνει σε περιορισμένης έκτασης περιοχή.Αντίθετα,όταν αυτή συμβεί σε ανοικτή έκταση περνά σχεδόν απαρατήρητη.Η κύρια τεχνική που εφαρμόζεται από κατηρητημένους επαγγελματίες είναι η ZVI (Zone of Visual Influence),που προσδιορίζει από που είναι ορατό το πάρκο,παρουσιάζει περιφερειακή ανάλυση του δίνοντας την ακριβή θέση της κάθε Α/Γ από συγκεκριμένες όψεις και παρέχει τρισδιάστατη φωτογραφία του .

5. Ακουστική όχληση

Εκτός από την οπτική επίδραση των Α/Γ,ως εξίσου σημαντική επίπτωση στο περιβάλλον αναγνωρίζεται η ακουστική όχληση που προκαλούν κατά την λειτουργία τους.Επιβάλλεται να δοθεί προσοχή στο συγκεκριμένο ζήτημα,κυρίως στα επίπεδα που αυτή προβλέπεται να κυμανθεί,ώστε να μην προκληθούν προβλήματα στους κατοίκους που διαμένουν κοντά στο υπό κατασκευή πάρκο κατά την περίοδο της λειτουργίας του.Ρεαλιστικές εκτιμήσεις για τα επίπεδα της μπορεί να γίνουν με μετρήσεις για την αποφυγή ανεπιθύμητων αντιδράσεων.

6.Οικολογικές επιπτώσεις [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Αναγκαία κρίνεται η μελέτη των επιδράσεων που αναμένονται στη χλωρίδα και την πανίδα από την εγκατάσταση και τη λειτουργία των μηχανών

7.Υδρολογικές επιπτώσεις [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Η επιλεγμένη έκταση εξετάζεται,έτσι ώστε να μην επηρεάζει καθόλου την παροχή και τις πηγές ύδρευσης της περιοχής.

8.Παρεμβολή σε τηλεπικοινωνιακά συστήματα [T.Burton,D.Sharpe,N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Παρόλο που οι Α/Γ δημιουργούν κάποια προβλήματα τοπικού χαρακτήρα στην τηλεοπτική μετάδοση,λόγω της ηλεκτρομαγνητικής επίδρασης,ο περιορισμός τους είναι εφικτός με μέτριο οικονομικό κόστος.Η ηλεκτρομαγνητική αλληλεπίδραση δημιουργείται από την ανάκλαση των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων πάνω στα περιστρεφόμενα πτερύγια της πτερωτής.

9.Ασφάλεια αεροσκαφών [T.Burton,D.Sharpe,N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Για την εξασφάλιση της ασφαλούς λειτουργίας αεροδρομίων και περιοχών στρατιωτικών συμφερόντων επιβάλλεται η τήρηση συγκεκριμένων αποστάσεων ασφαλείας ενός αεροπλανοφόρου από εγκαταστάσεις αυτής της κατηγορίας.

10.Ασφάλεια

Υπό σκέψη τίθεται και το ζήτημα της ασφάλειας του πάρκου,συμπεριλαμβάνοντας και την δομική ολοκλήρωση των Α/Γ.[T.Burton,D.Sharpe,N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Εξαιτίας της υπερβολικής επιτάχυνσης του ρότορα υπάρχει η πιθανότητα τμήματα του να πεταχτούν μέχρι και 400 μέτρα μακριά.Μια αναφορά που δημιουργήθηκε από πληροφορίες που συλλέχθηκαν στην Ολλανδία,Γερμανία και Δανία κατά

την περίοδο 1984 – 2000, δείχνει ότι ένα ατύχημα κάθε χίλια εργάσιμα χρόνια μπορεί να αναμένεται. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι ένα ατύχημα μπορεί να συμβεί σε διάστημα 2,5 έως 11 ετών στην περίπτωση του αιολικού πάρκου στη Σέριφο (για την περίπτωση εγκατάστασης 87 Α/Γ). Η παρουσία επικίνδυνων εγκαταστάσεων στο άμεσο περιβάλλον ενός αιολικού πάρκου θα πρέπει να παρθεί σοβαρά υπόψη. Υπάρχουν οδηγίες που καλύπτουν την γειτνίαση με δρόμους, σιδηροδρόμους και πλωτούς διαύλους, όπως επίσης καλώδια, αγωγούς, ηλεκτροφόρες γραμμές υψηλής τάσης, τάφρους και φράγματα, ραδιοφωνικές κεραιές και δομημένες περιοχές. Όμως, δεν υπάρχει προς το παρόν κάποιο ρυθμιστικό πλαίσιο. Παρόλα αυτά, στην περιοχή του δέλτα του Ρήνου και της Ζηλανδίας, δεν εκδίδονται άδειες για νέα αιολικά πάρκα όπου υπάρχει δεξαμενή αποθήκευσης που περιέχει καύσιμα όπως το LPG ή τοξικά υγρά σε κοντινή απόσταση.

11. Κατασκευή οδικού δικτύου [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi, 2001]

Η περιβαλλοντική μελέτη εμπεριέχει κάθε φάση της κατασκευής του πάρκου, οπότε τμήμα της αναφέρεται τόσο στην οδική πρόσβαση όσο και στην αύξηση της κίνησης στο υπάρχον οδικό δίκτυο.

12. Ηλεκτρική σύνδεση [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi, 2001]

Η αναγκαία για την λειτουργία του πάρκου ηλεκτρική διασύνδεση, έχει άμεση επίδραση στο περιβάλλον, μιας και πιθανώς να απαιτείται κατασκευή νέου κυκλώματος. Η επιλογή τοποθέτησης υπόγειων υψίσυχων κυκλωμάτων συμβάλλει στην αύξηση του κόστους κατασκευής, για αυτό συχνά επιβάλλεται να κατατεθεί ξεχωριστή αίτηση αδειοδότησης για ηλεκτρικό δίκτυο του πάρκου.

13. Οικονομικές επιπτώσεις στην τοπική κοινωνία και περιβαλλοντικά οφέλη

Η λειτουργία αιολικού πάρκου μειώνει τις εκπομπές CO_2 , καθώς και των άλλων βλαβερών αερίων εκπομπών και ταυτόχρονα μπορεί να αποφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη στην τοπική κοινωνία.

Η επιλογή θέσης για την εγκατάσταση μιας Α/Γ καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από το πόσο αυτή μειώνει το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, με απώτερο σκοπό την επίτευξη οικονομικής βιωσιμότητας. Η Α/Γ μπορεί να παράγει ηλεκτρική ενέργεια, μόνο όταν φυσάει άνεμος, οπότε το κόστος της παραγόμενης ενέργειας διαφοροποιείται ανάλογα με την μέρα ή την εποχή. Αυτός είναι και ο λόγος, που μας οδηγεί στην λήψη και αξιολόγηση πληροφοριών για το μέγεθος και τις διακυμάνσεις της ταχύτητας του ανέμου σε διάρκεια τουλάχιστον ενός έτους, ώστε να εξασφαλιστεί η οικονομική βιωσιμότητα της επιλογής.

Εξ' αρχής προβλέπεται σχέδιο απομάκρυνσης των Α/Γ κατά την λήξη λειτουργίας του πάρκου, καθώς και η αναμόρφωση της επιφανείας του εδάφους, όπου αυτή έχει επηρεαστεί. Αναντίρρητα, το αιολικό πάρκο θα προκαλέσει διάφορα περιβαλλοντικά ζητήματα, όπως προβλήματα ακουστικής και οπτικής όχλησης, τα οποία επιβάλλεται να προβλεφθούν και να αντιμετωπιστούν κατά τον βέλτιστο τρόπο. Αυτός είναι και ο κύριος σκοπός για τον οποίο εκπονείται η περιβαλλοντική μελέτη. Μάλιστα, περίληψη της χωρίς περίπλοκη, εξειδικευμένη τεχνική ορολογία μοιράζεται στους κατοίκους για να ενημερωθούν. [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi, 2001]

14. Οπτικοαισθητικές επιπτώσεις

Κατά την προσπάθεια εύρεσης τοποθεσίας κατάλληλης για την εγκατάσταση Α/Γ, απαραίτητη κρίνεται η γνώση κανονισμών και νόμων, που πιθανόν να σταθούν εμπόδιο στη χρήση της γης για αυτό το σκοπό. Τέτοιοι νόμοι συνδέονται με την προστασία του περιβάλλοντος, με την προστασία αρχαιολογικών χώρων και με προστασία αεροδρομίων ή στρατιωτικών βάσεων.

Οι σύγχρονες Α/Γ αποτελούν ογκώδεις μηχανές, με μήκος ακροπερυγίων πολλές φορές μεγαλύτερο από 100m, που για προφανείς λόγους τοποθετούνται σε θέσεις με την επιθυμητή ταχύτητα ανέμου. [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi, 2001]

Η ένταση και η συχνότητα εμφάνισης θυελλωδών ανέμων σε μια περιοχή υπολογίζεται από τα υπάρχοντα κλιματολογικά δεδομένα και αποτελεί πληροφορία χρήσιμη για την επιλογή και τον σχεδιασμό της κατάλληλης Α/Γ για αυτές τις συνθήκες. Ανάλογα, λοιπόν, με την θέση επιλέγεται και η Α/Γ, μεταβάλλεται δηλαδή το κόστος κατασκευής και το κόστος παραγόμενης ενέργειας.

Οι διακυμάνσεις της ταχύτητας του ανέμου επηρεάζουν την λειτουργία της μηχανής, μπορεί δε να έχουν επίπτωση και στην διάρκεια ζωής της. Ακόμα και οι αλλαγές στην κατεύθυνση του ανέμου επιδρούν αρνητικά στην λειτουργία και την συμπεριφορά της σε σύγκριση με την λειτουργία της σε σταθερής κατεύθυνσης άνεμο. Η διαχρονική μεταβολή των αιολικών χαρακτηριστικών περιοχής είναι άλλος ένας παράγοντας, που θα συνεκτιμηθεί. Η μεταβολή της ταχύτητας από χρόνο σε χρόνο είναι σαφώς μικρότερη από την αυτήν που σημειώνεται από μέρα σε μέρα ή από μια εποχή σε άλλη, αλλά επειδή ο χρόνος ζωής μια Α/Γ φτάνει τα 30 έτη, η διαχρονική μεταβλητότητα μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος.

Η ελάχιστη απόσταση, που απαιτείται για την ελαχιστοποίηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ των γειτονικών Α/Γ είναι 3-5 διαμέτρους ρότορα. Συμπεραίνεται, λοιπόν, ότι επιτακτική καθίσταται η ύπαρξη μεγάλων εκτάσεων για να εξασφαλιστεί η μεγιστοποίηση της ενεργειακής απόδοσης του πάρκου. Όπως είναι προφανές η τοποθέτηση των Α/Γ σε μια τεράστια έκταση προκαλεί αισθητικά προβλήματα, γι' αυτό και αυτά επισυνάπτονται ως σημαντικό κομμάτι της περιβαλλοντικής μελέτης. Η εκτίμηση των οπτικοαισθητικών επιδράσεων του αιολικού πάρκου αναλαμβάνεται να υλοποιηθεί από εξειδικευμένους επιστήμονες, συνήθως ειδικούς στον τομέα και με αξιόλογη εμπειρία. Η ποσοτικοποίηση τους κατά αντικειμενικό τρόπο είναι ακόμη ένας στόχος αυτής της εργασίας. Η διαδικασία είναι προφανώς επαναληπτική και επηρεάζει τον σχεδιασμό και την χωροθέτηση του πάρκου. Η διαδικασία της εκτίμησης χωρίζεται στα ακόλουθα βήματα :

1. Περιλαμβάνει τα χαρακτηριστικά της περιοχής
2. Περιλαμβάνει την πρόβλεψη και μείωση των αρνητικών επιδράσεων
3. Εκτιμά τις επιπτώσεις (π.χ. αισθητική του πάρκου)
4. Shadow Flicker (Επίπεδο σκίασης)

Ο τρόπος που θα τοποθετηθούν οι Α/Γ στην επιλεγθείσα περιοχή, η οποία παρέχει τις κατάλληλες συνθήκες, ως προς την ταχύτητα του ανέμου εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά τους. Εκτός από τα φυσικά χαρακτηριστικά των υπό εγκατάσταση Α/Γ, τον αριθμό τους, την έκταση και την θέση της επιλεγθείσας περιοχής, υπόψη λαμβάνονται και κοινωνικές πτυχές του εγχειρήματος, όπως η αποδοχή του υπό ανέγερση σταθμού παραγωγής αιολικής ενέργειας. [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi, 2001]

2.4.1 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi, 2001]

Η βασικότερη παράμετρος για την ελαχιστοποίηση της οπτικοαισθητικής επίδρασης είναι η επιλογή τοποθεσίας, στην οποία οι Α/Γ θα εναρμονίζονται πλήρως με το φυσικό περιβάλλον. Εγκατάσταση αιολικού πάρκου εντός Εθνικού Πάρκου είναι σχεδόν απίθανο να επιτραπεί. Επίσης το αιολικό πάρκο πρέπει να μην είναι ορατό από οποιαδήποτε τέτοια ειδικά χαρακτηρισμένη περιοχή.

Πρώτο βήμα μετά τον εντοπισμό έκτασης που εμφανίζει ενδιαφέρον, ως προς το αιολικό της δυναμικό, είναι η εκπόνηση μελέτης για την επιβεβαίωση του αρχικού ισχυρισμού. Στην συνέχεια, καθορίζονται τα χαρακτηριστικά της υποψήφιας περιοχής, στα οποία περιλαμβάνεται περιγραφή της με δεδομένα και στοιχεία από πρόσφατους χάρτες, αλλά και παρατηρήσεις που έγιναν σ' αυτή.

Ενδείκνυται στο στάδιο αυτό η λεπτομερής περιγραφή του τρόπου χρήσης γης της περιοχής. Δηλαδή, συνεκτιμώντας το έδαφος και τις διαστάσεις της να επιλεγεί ο τρόπος εγκατάστασης των Α/Γ. Μάλιστα, ισοδύναμης σημασίας παράμετροι με την αξιολόγηση των πιθανών οπτικοαισθητικών παρεμβάσεων στην περιοχή αποτελούν τόσο η ποιότητα όσο και τα φυσικά χαρακτηριστικά της έκτασης. Κατά γενική ομολογία ένα αιολικό πάρκο θα πρέπει να χαρακτηρίζεται από απλότητα στην εγκατάσταση των Α/Γ, ώστε να μην προκαλεί οποιαδήποτε οπτική ενόχληση. Ενδεικνύομενη περιοχή για την εγκατάσταση αιολικού πάρκου εμφανίζεται, ως αγροτική με κατά απαίτηση επίπεδο έδαφος, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2.1.



Σχήμα 2.1 : Εγκατάσταση αιολικού πάρκου σε περιοχή με επίπεδη μορφολογία εδάφους [Κ.Α.Π.Ε.]

Ωστόσο, η επιλογή περιοχής συνδέεται άμεσα με τα χαρακτηριστικά του αιολικού πάρκου υπό κατασκευή. Εγκαταστάσεις μεγάλου αριθμού Α/Γ συνήθως αποφασίζεται να γίνουν σε παραθαλάσσιες εκτάσεις, εναρμονιζόμενες βέβαια πλήρως με την ταυτότητα τους, χωρίς να αποτελούν ακαλαίσθητη επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον. Επειδή, όμως τα ζητήματα αισθητικής, εμφανίζουν ιδιαίτερο υποκειμενισμό, γι' αυτό επιβάλλεται η καθολική αποδοχή από τους τοπικούς φορείς για την νέα μορφή της περιοχής μετά την εγκατάσταση του πάρκου.

Ένας άλλος παράγοντας που τίθεται υπό εξέταση είναι οι πιθανές συσσωρευτικές συνέπειες στον περιβάλλοντα χώρο του υπό κατασκευή αιολικού πάρκου. Ακόμα, στην περίπτωση που ήδη υπάρχει άλλο πάρκο πλησίον της προτεινόμενης θέσης σε τέτοιο σημείο, ώστε το ένα να είναι ορατό από το άλλο εγείρονται σοβαρότατοι προβληματισμοί. Αν η περιοχή περιέχει σημεία στα οποία η ορατότητα είναι ελάχιστη λόγω των τοπικών της χαρακτηριστικών, τότε άμεσα πληρεί τις προϋποθέσεις για την εγκατάσταση Α/Γ, εφόσον αυτές δεν θα προκαλέσουν αισθητική παρέμβαση.

2.4.2 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΚΑΙ ΜΕΙΩΣΗ ΑΡΝΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Για τον περιορισμό της οπτικοαισθητικής όχλησης ξεκίνησε προσπάθεια για την βελτίωση από αισθητικής άποψης της όψης των Α/Γ. Η Α/Γ αποτελεί μια τεράστια μηχανή με ιδιαίτερη μορφή, γι' αυτό και πλέον η βιομηχανική κατασκευή της συμπεριλαμβάνει και άλλες παραμέτρους εκτός από την παραγόμενη απόδοση της. Για αισθητικούς λόγους προτιμώνται τρίπτερες (σχήμα 2.2), ενώ οι δίπτερες (σχήμα 2.2) δίνουν την παραίσθηση ότι αλλάζει η ταχύτητα περιστροφής τους, κάτι ιδιαίτερα ανησυχητικό αν συμβεί. Σε περιοχές μεγάλης έκτασης οι δίπτερες Α/Γ περιστρέφονται ταχύτερα από τις τρίπτερες. Από μελέτες, παρατηρήθηκε ότι οι χαμηλές ταχύτητες περιστροφής δεν προκαλούν έντονη οπτική ενόχληση, κάτι που λειτουργεί θετικά στην εγκατάσταση σύγχρονων αιολικών πάρκων με μεγάλο αριθμό Α/Γ. Αυτό

συμβαίνει,διότι σε αυτά οι Α/Γ λειτουργούν σε χαμηλές ταχύτητες περιστροφής, δηλαδή 30-35 rpm. [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]



Σχήμα 2.2 : Τρίπτερη Α/Γ στην φωτογραφία δεξιά και δίπτερη στην αριστερή[Κ.ΑΠ.Ε]

Η απόδοση του δικτυωτού μεταλλικού πύργου διαφοροποιείται σε Ευρώπη και Αμερική. Προφανώς,προσφέρει μηχανικά οφέλη σε σχέση με το οικονομικό κόστος και την εγκατάσταση,παρόλο που το ανώτερο κωνικό τμήμα του πύργου επιβάλλεται να έχει την προαναφερθείσα μορφή , ώστε να προκύπτει το αναγκαίο διάκενο για τα πτερύγια.Μάλιστα,σε συγκεκριμένες συνθήκες λειτουργίας και από κάποια απόσταση ο δικτυωτός πύργος δεν είναι ορατός,αφήνοντας,έτσι μόνο το ρότορα ορατό.Στην Ευρώπη χρησιμοποιούνται περισσότερο συμπαγείς,σωληνοειδείς πύργοι.Το ύψος του πύργου καθορίζεται από δύο κυρίως παραμέτρους τις συνθήκες του ανέμου και κάποια κατασκευαστικά στοιχεία.Έτσι,για παράδειγμα στην Γερμανία μεγιστοποίηση παραγόμενης ενέργειας επιτυγχάνεται με πύργους μεγάλου ύψους άνω των 60 m. Αντίθετα,στην Μ. Βρετανία,όπου ο μέσος όρος της ταχύτητας του ανέμου είναι υψηλός,το ύψος του πύργου επιβάλλεται να μειωθεί για την επίτευξη ελαχιστοποίησης της απόστασης από όπου είναι ορατό το πάρκο.[T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Η εμφάνιση των Α/Γ επηρεάζεται σε κάποιο βαθμό ακόμα και από το χρώμα τους. Στην Μ. Βρετανία,για να εναρμονίζονται με τον ουρανό,που αποτελεί το φόντο τους επιλέγονται ως καταλληλότεροι λευκοί και γκρι τόνοι.Σε άλλες περιπτώσεις,που τοποθετούνται με διαφορετικό από τον ουρανό φόντο,ένα χρώμα που να συνδυάζεται με το έδαφος κρίνεται καταλληλότερο.Κατά γενική ομολογία επιβάλλεται η εξωτερική επίστρωση των πτερυγίων να είναι ματ,ώστε να ελαχιστοποιούνται οι ανακλάσεις.Σε μερικά αιολικά πάρκα επιλέγεται η εγκατάσταση πληθώρας τύπων Α/Γ στις Η.Π.Α.,κάτι που στην Ευρώπη είναι αδύνατο να γίνει κοινωνικά αποδεκτό σε κατοικημένες περιοχές. [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Η τελική απόφαση για την διάταξη τους στο αιολικό πάρκο καθορίζεται κατά πρωταρχικό ρόλο βάσει των δεδομένων για την ταχύτητα του ανέμου,ακολούθως

συνεκτιμώνται η μείωση του παραγόμενου θορύβου, ο τύπος Α/Γ που εγκαθίσταται, τα γεωλογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και τέλος η ελάττωση της οπτικοαισθητικής όχλησης. Σε ανοικτή και επίπεδη περιοχή για να φαίνονται πλήρως εναρμονισμένες στο περιβάλλον οι Α/Γ τοποθετούνται απλά (σχήμα 2.3), παράγοντας την μέγιστη δυνατή ενέργεια. Σε σημεία όπου εμφανίζονται υψώματα, φράκτες ή κάθε άλλου είδους όρια η διάταξη είναι ανάλογη με την θέση αυτών (σχήμα 2.4). Έχει παρατηρηθεί, ότι ακόμη και από απόσταση 1-2 km, οι Α/Γ λόγω του μεγέθους τους κυριαρχούν στο οπτικό πεδίο, γι' αυτό για την ελαχιστοποίηση αυτής της συνέπειας προτείνεται η εγκατάστασή τους σε ειδικά υπολογισμένη απόσταση ή η δενδροφύτευση. Επίσης, δεν προτιμάται να τοποθετούνται η μια πίσω από την άλλη, διότι δημιουργείται σύγχυση στην ορατότητα άρα το αποτέλεσμα μεταξύ άλλων είναι και άσχημο από αισθητικής άποψης. [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi, 2001]



Σχήμα 2.3 : Αιολικό πάρκο σε ανοικτή και επίπεδη περιοχή, με τις Α/Γ απλά τοποθετημένες [www.vestas.com]



Σχήμα 2.4 : Α/Γ τοποθετημένες σε ύψωμα με διάταξη ανάλογη της μορφολογίας και των ορίων του [ΕΛΕΤΑΕΝ]

Η μόνη απαίτηση κατά την εγκατάσταση των Α/Γ για να ελαχιστοποιηθεί η οπτικοαισθητική επίδραση είναι η εξασφάλιση ανοικτού τοπίου, καθώς και η τοποθέτηση τους με τέτοια διάταξη, που όχι μόνο θα μεγιστοποιούν την παραγόμενη ισχύ, αλλά ταυτόχρονα θα εναρμονίζονται πλήρως με τον περιβάλλοντα χώρο.

Εκτός από τις Α/Γ, απαραίτητες κρίνονται κάποιες βοηθητικές για τον έλεγχο και την λειτουργία του αιολικού πάρκου διατάξεις. Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται τοπικοί μετατροπείς στους πύργους των Α/Γ, καθώς και διατάξεις για την προστασία των μηχανών από έκτακτα καιρικά φαινόμενα ή βανδαλισμούς. Στην περίπτωση που σε ένα αιολικό πάρκο έχουν εγκατασταθεί μεγάλες Α/Γ απαιτείται η κατασκευή υποσταθμού, όπως και κτιρίου τοπικού ελέγχου. Συνήθως ο υποσταθμός για προφανείς λόγους επιλέγεται να εγκατασταθεί στο μέσο του πάρκου, ωστόσο για τον περιορισμό των οπτικοαισθητικών επιδράσεων μπορεί να προτιμηθεί τελικά η απομάκρυνση του, ώστε να μειωθεί η εισβολή μηχανολογικών εξαρτημάτων στο φυσικό περιβάλλον.

Τέλος, στην Ευρώπη όλα τα ηλεκτρολογικά κυκλώματα των καλωδίων τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, ακόμη και η τελική σύνδεση με το υπάρχον τοπικό ηλεκτρικό κύκλωμα που θα χρησιμοποιηθεί, παρότι αποτελεί μια ακριβή λύση. Προσφέρει, όμως πλεονεκτήματα, τόσο από ηλεκτρολογικής άποψης, όσο και μείωση των αισθητικών επιπτώσεων στην περιοχή. Αναγκαία, κρίνεται η κατασκευή οδικού δικτύου μέσα στο πάρκο, για την εξωραϊση του οποίου σε ορισμένες περιπτώσεις αποφασίζεται να φυτευτεί.

2.4.3 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΠΤΙΚΟΑΙΣΘΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi, 2001]

Σημαντικό τμήμα της περιβαλλοντικής μελέτης αποτελεί η επίδραση των οπτικών επιπτώσεων, για τον καθορισμό των οποίων χρησιμοποιούνται δύο μέθοδοι κυρίως. Αυτές είναι, η μέθοδος του επιπέδου οπτικής όχλησης (Zone of Visual Influence) ZVI και η ανάλυση άποψης χρησιμοποιώντας πλαίσια και σύνθεση φωτογραφικής εικόνας.

Η μέθοδος ZVI, εμφανίζει τις περιοχές γύρω από το αιολικό πάρκο σε ακτίνα 10-20 km, όπου είτε Α/Γ είτε οποιοδήποτε άλλο τμήμα του πάρκου είναι ορατό. Χρησιμοποιεί λογισμικό, που παρέχει κάποιο μοντέλο ψηφιακού εδάφους και τελικά παρουσιάζει πως η μορφολογία του εδάφους της περιοχής θα επηρεάσει το επίπεδο οπτικής όχλησης γύρω από το αιολικό πάρκο. Στην μέθοδο αυτή δεν λαμβάνονται υπόψη τα τοπικά χαρακτηριστικά της περιοχής, δηλαδή η ύπαρξη π.χ. κτιρίων ή δέντρων πλησίον, αλλά και οι καιρικές συνθήκες που επικρατούν. Τέλος, θεωρείται ότι η παρέχεται καθαρή ορατότητα.

Η δεύτερη τεχνική βασίζεται στην επιλογή ενός αριθμού περιοχών, από όπου το αιολικό πάρκο είναι ορατό και μετά από εξειδικευμένες κρίσεις καταρτισμένων επιστημόνων με την βοήθεια ποσοτικών κριτηρίων επιλέγεται πως θα επιτευχθεί η μείωση της οπτικής όχλησης που προκαλείται από το πάρκο. Στην επιλογή των περιοχών, οι οποίες σε εγκαταστάσεις μεγάλου αριθμού Α/Γ μπορεί να φτάνουν και τις είκοσι, συμμετέχουν εκπρόσωποι των πολιτικών αρχών. Οι παράμετροι που αξιολογούνται ποικίλουν, ωστόσο η οπτική όχληση εμφανίζει τρεις κύριες πτυχές που πρέπει να αναλυθούν. Αυτές σχετίζονται με την ευπάθεια του τοπίου και της περιοχής,

καθώς και με το μέγεθος της αλλαγής που θα προκληθεί από την εγκατάσταση και λειτουργία του πάρκου.Πιο συγκεκριμένα η ευπάθεια ενός Εθνικού Πάρκου είναι μεγάλη,ενώ η απόφαση για εγκατάσταση Α/Γ σε περιοχή παλαιού λατομείου δεν θα προκαλέσει αξιοπρόσεκτες επιπτώσεις.Επιπλέον,για προφανείς λόγους αποφεύγεται η επιλογή κατοικημένων περιοχών με αυξανόμενη αντικειμενική αξία γης,ενώ προτιμώνται περιοχές βιομηχανικής χρήσης.

Το μέγεθος της επίδρασης σε μια περιοχή εξαρτάται από τον αριθμό των υπό εγκατάσταση Α/Γ,την απόσταση του πάρκου από αυτήν,αλλά και τα όρια ανάπτυξης αυτού.Επιτακτικός είναι ο καθορισμός του μεγέθους της επίδρασης σε ποσοτική ορολογία.Μάλιστα,όταν παρατηρηθούν εκτεταμένες επιπτώσεις,λόγω της οπτικής όχλησης,η αποδοχή εξαρτάται από το αν η λειτουργία του αιολικού πάρκου δρα επιβαρυντικά στην ποιότητα της περιοχής.Η παραπάνω μέθοδοι,παρέχουν την τρισδιάστατη απεικόνιση του αιολικού πάρκου,την ακριβή θέση τοποθέτησης των Α/Γ και στο μέλλον για την εξασφάλιση ζωντάνιας και αληθοφάνειας θα είναι ορατή ακόμη και η κίνηση των πτερυγίων.

2.4.4 SHADOW FLICKER (ΣΚΙΑΣΗ) [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Η εμφάνιση του Shadow Flicker,αποτελεί την στροβοσκοπική επίδραση των σκιών από τα περιστρεφόμενα πτερύγια των Α/Γ,όταν ο ήλιος βρίσκεται πίσω από αυτά. Η σκιά μπορεί να προκαλέσει ενόχληση σε ανθρώπους μέσα σε κτίρια,που θα εκτεθούν σε ανάλογο φως,το οποίο εισέρχεται περνώντας ακόμη και από στενά παράθυρα. Παρόλο που στην Ευρώπη αναγνωρίζεται ως μια σημαντική παράμετρος,η οποία μπορεί να εμφανιστεί και κατά την λειτουργία παραδοσιακών ανεμόμυλων,στις Η.Π.Α. δεν θεωρείται σαν αξιοσημείωτη επίπτωση που χρήζει άμεσης αντιμετώπισης.

Οι συχνότητες που προκαλούν αυτήν την δυσάρεστη επίπτωση κυμαίνονται μεταξύ 2,5 – 20 Hz.Η επίδραση τους στους ανθρώπους είναι παρόμοια με αυτήν που δημιουργείται από τις αλλαγές στην ένταση υπέρυθρου ηλεκτρικού φωτός,λόγω της μεταβολής του δικτύου της τάσης από μια Α/Γ.Σε περίπτωση εμφάνισης του φαινομένου το κύριο ενδιαφέρον περιορίζεται στις εναλλαγές φωτός σε συχνότητες των 2,5 – 3 Hz,που παρατηρήθηκε ότι προκαλούν περίεργες αντιδράσεις σε επιληπτικούς.Υψηλότερες συχνότητες της τάξης των 15 – 20 Hz μπορεί επίσης να προκαλέσουν επιληπτικές κρίσεις.Το 10% του ενήλικου πληθυσμού και το 15 – 30 % των παιδιών σύμφωνα με μελέτες ενοχλούνται σε κάποιο βαθμό από τις εναλλαγές φωτός σε ανάλογες συχνότητες.Μεγάλες,σύγχρονες,τρίπτερες Α/Γ λειτουργούν σε ταχύτητες περιστροφής μικρότερες από 35 rpm,προκαλώντας έτσι συχνότητες κάτω από τα 1,75 Hz,τιμή μικρότερη της κρίσιμης συχνότητας των 2,5 Hz. Αν η πλησιέστερη σε λειτουργία Α/Γ απέχει από κάθε κάτοικο της περιοχής τουλάχιστον δέκα διαμέτρους του ρότορα,τότε επιτυγχάνεται η μείωση της διάρκειας κάθε αποκλειθείσας ενόχλησης,εξαιτίας αναλαμπής φωτός.Άλλωστε,ούτως ή άλλως η απόσταση αυτή απαιτείται για την ελαχιστοποίηση των οπτικοαισθητικών και ηχητικών οχλήσεων.

2.5 ΑΠΟΔΟΧΗ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟΥ ΣΥΝΟΛΟΥ

Η επιτυχία στην επιλογή της θέσης εγκατάστασης μιας Α/Γ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την αποδοχή της κοινής γνώμης. Η στάση της κοινής γνώμης, ωστόσο επηρεάζεται άμεσα από τα οικονομικά οφέλη που θα προκύψουν από την εγκατάσταση. Τα εξειδικευμένα λογισμικά, που κυκλοφορούν πια διαθέσιμα στο εμπόριο, παρέχουν την δυνατότητα για ασφαλή συμπεράσματα, στην επίτευξη περιορισμού οπτικών ή ακουστικών οχλήσεων. Η ποσοτικοποίηση των αποτελεσμάτων συμβάλλει ουσιαστικά στην λήψη των αποφάσεων. Βασικός πυρήνας σε κάθε έργο υποδομής επιβάλλεται να είναι η απόλυτη εναρμόνιση της Α/Γ με το σκηνικό των γύρω περιοχών και η εξασφάλιση ότι η ταυτότητα του τοπίου όχι μόνο δεν θα αλλοιωθεί με οποιοδήποτε τρόπο από την εγκατάσταση και λειτουργία του σταθμού παραγωγής, αλλά δεν θα επηρεαστεί ούτε στο ελάχιστο.

Προς το παρόν οι αντιλήψεις του κοινού για την λειτουργία αιολικών πάρκων είναι θετικές, μιας και ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, συμβάλλοντας έτσι στην εξοικονόμηση καυσίμων και στην μείωση των αρνητικών συνεπειών από την μόλυνση του περιβάλλοντος. Βέβαια, εμφανίζονται μειοψηφίες, αρνητικά προκατειλημμένες στην ιδέα κατασκευής αιολικού πάρκου κοντά στην περιοχή τους. Αυτό συμβαίνει, διότι οι κάτοικοι των περιοχών κοντά στο πάρκο, αισθάνονται ότι πληρώνουν το τίμημα υποβαθμίζοντας την περιοχή και την ποιότητα ζωής τους, ενώ άλλοι επωφελούνται τα οικονομικά και περιβαλλοντικά κέρδη. Τα οικονομικά οφέλη μπορεί να μοιραστούν με την κοινότητα με διάφορους τρόπους, ώστε να υπάρχουν κίνητρα για την αποδοχή της εγκατάστασης.

2.6 ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ

Για την εγκατάσταση αιολικού πάρκου συχνά επιλέγονται περιοχές αξιολογής οικολογικής αξίας, έτσι τμήμα της Περιβαλλοντικής μελέτης αναφέρεται με λεπτομέρεια στην τοπική οικολογία, στην επίδραση που θα έχει το αιολικό πάρκο σ' αυτή, τόσο κατά την κατασκευή, όσο και κατά την λειτουργία του, καθώς και μέτρα για τον περιορισμό αυτής κατά τον βέλτιστο βαθμό. Υδρολογική μελέτη, είναι πιθανό να συμπεριλαμβάνεται, λόγω της ουσιαστικής επίδρασης του συγκεκριμένου παράγοντα στο περιβάλλον. [T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, 2001]

Κύριοι άξονες της μελέτης περιλαμβάνουν τις άμεσες επιπτώσεις στον πληθυσμό της άγριας ζωής κατά το στάδιο της κατασκευής, τις άμεσες επιπτώσεις για κάθε είδος κατά την λειτουργία, τις μακροπρόθεσμες αλλαγές στον πληθυσμό της πανίδας, λόγω της χρήσης γης ή λόγω οποιασδήποτε άλλης συνέπειας που σχετίζεται με την κατασκευή.

Η οικολογική εκτίμηση πρέπει να περιλαμβάνει εκτενή μελέτη της χλωρίδας, αναγνωρίζοντας και χαρτογραφώντας όλα τα είδη της πανίδας που παρατηρούνται στην περιοχή. Επιπλέον, αναγκαία είναι η θεωρητική και πειραματική μελέτη του πληθυσμού των πτηνών. Άλλη μια παράμετρος υπό μελέτη είναι η επιρροή που ασκούν οι υδρολογικές συνθήκες στην οικολογική ισορροπία της περιοχής. Αναντίρρητα, η αξιολόγηση της σημαντικότητας της διατήρησης της υπάρχουσας οικολογικής ισορροπίας κρίνεται απαραίτητη, όπως και η εκ των προτέρων επίγνωση της επίδρασης του ίδιου του αιολικού πάρκου. Άλλωστε, η κατασκευή του επιβάλλεται

να γίνει με γνώμονα την ελαχιστοποίηση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον. Στην μελέτη, τέλος, επισυνάπτονται προτεινόμενα περιοριστικά μέτρα για την αποφυγή οικολογικής καταστροφής.

Η κατασκευή οδικού δικτύου παρεμβαίνει στην διατήρηση της χλωρίδας και της πανίδας. Κυρίως κατά την κατασκευή όταν αναγκαστικά κινείται μεγάλος αριθμός βαρέων οχημάτων, που αυξάνει την κίνηση στην περιοχή, ενώ παράλληλα ο θόρυβος για την κατασκευή του πάρκου προκαλεί σημαντική ενόχληση στους πληθυσμούς των ζώων της περιοχής. Οι απώλειες, ωστόσο, πληθυσμού ζώων κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα από την κατασκευή, ενώ μπορεί να σημειωθεί αξιόλογη μείωση τους αν μετά το τέλος της δεν υπάρξει περαιτέρω επέμβαση στο φυσικό περιβάλλον, ώστε να είναι εφικτή η επιστροφή τους.

2.7 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΑ ΠΤΗΝΑ

Οι επιπτώσεις στους πληθυσμούς των πτηνών ήταν αμφιλεγόμενες κατά την δεκαετία του 1990, επειδή είχαν παρατηρηθεί συγκρούσεις των πτηνών με Α/Γ, αλλά δεν υπήρχαν περαιτέρω στοιχεία για το ζήτημα αυτό. Ακόμα, σε κάποιες περιοχές είχε παρατηρηθεί, ότι οι Α/Γ προκάλεσαν διαταραχή, ενώ σημειώθηκαν ταυτόχρονα και σημαντικές απώλειες στους πληθυσμούς τους. Δέκα χρόνια αργότερα, εκπονούνται μελέτες με θέμα την επίδραση της εγκατάστασης αιολικού πάρκου στους πληθυσμούς των πτηνών. Τα στοιχεία που συλλέγονται, περιλαμβάνουν προσεκτικές εκτιμήσεις και παρακολούθηση πριν την κατασκευή και κατά την λειτουργία του πάρκου, ώστε να μελετώνται αποτελεσματικά οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του. Η μελέτη επίδρασης στα πτηνά περιλαμβάνει τρία θέματα, την σύγκρουση, την διαταραχή και τις απώλειες πληθυσμών που σημειώνονται.

Τα πουλιά καθώς πετούν μερικές φορές συγκρούονται με κτίρια και άλλες σταθερές κατασκευές. Οι ανεμογεννήτριες όμως δεν προκαλούν ιδιαίτερο πρόβλημα όπως έχει φανεί από μελέτες που έχουν γίνει σε ευρωπαϊκές χώρες όπως η Γερμανία, η Ολλανδία, η Δανία και η Αγγλία. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε ότι στον συνολικό αριθμό πουλιών που σκοτώνονται ετησίως, μόνον 20 θάνατοι οφείλονται σε ανεμογεννήτριες για εγκατεστημένη ισχύ 1000MW, ενώ αντίστοιχα 1.500 θάνατοι οφείλονται στους κνηγούς και 2.000 σε πρόσκρουση με οχήματα και τις γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, αφού είναι σχεδόν «αόρατες» για τα πουλιά. Ασφαλώς βέβαια, το θέμα της προστασίας του πληθυσμού των πουλιών σε ευαίσθητες οικολογικά και προστατευόμενες περιοχές πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη φάση σχεδιασμού και χωροθέτησης του αιολικού πάρκου. [Ε. Μπινόπουλος, Π. Χαβιαρόπουλος, 2006]

Συνοψίζοντας, είναι σημαντικό να κατανοήσουμε, ότι οι οποιοσδήποτε επιπτώσεις από τις ανεμογεννήτριες, αφενός είναι άμεσα «ορατές» και αφετέρου είναι δυνατόν να ελαχιστοποιηθούν με σωστή αντιμετώπιση και προσχεδιασμό. Αντίθετα, οι επιπτώσεις της θερμικής ή πυρηνικής παραγωγής ενέργειας αργούν να φανούν, είναι μακροπρόθεσμες και όση προσπάθεια και κόστος να δαπανηθούν είναι αδύνατον να ελαχιστοποιηθούν. Έτσι, θα πρέπει να αποφασίσουμε ότι εφόσον πρέπει να παράγουμε ηλεκτρική ενέργεια, είναι σίγουρα προτιμότερο να την παράγουμε με τρόπο που να έχει την μικρότερη δυνατή επιβάρυνση για το περιβάλλον. Από τεχνολογικής και οικονομικής πλευράς, η πιο ώριμη μορφή ανανεώσιμης και «καθαρής» ενέργειας είναι σήμερα η αιολική, παρέχοντας την δυνατότητα στην αποτελεσματική αποτροπή των κλιματικών αλλαγών και ταυτόχρονα προσφέροντας ποικίλα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη. [E.Μπινόπουλος, Π.Χαβιαρόπουλος, 2006]

Estimated Number of Birds Killed by Wind Turbines in Northern California (Gipe, 1995, Sources: for Altamont, Orloff and Flannery, California Energy Commission, 1992; for Solano, Howell and Noone, Solano County, 1992)

	Solano					
	Altamont raptors		All birds		Raptors	
	Low	High	Low	High	Low	High
Birds/year	164 6800	403 6800	17 600	44 600	11 600	2 60
Turbines	0.024 700	0.059 700	0.029 60	0.074	0.018 60	0.04 6
Birds/turbine year	0.23	0.58	0.29	60 0.74	0.18	0.4
MW Birds/MW year						

Πίνακας 2.1 : Αριθμός νεκρών πτηνών ανά είδος , από εγκατεστημένες Α/Γ στην Καλιφόρνια των Η.Π.Α. [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Bird Strikes at Wind Farms in the UK (Lowther in ETSU, 1996) (Reproduced by permission of ETSU on behalf of DTI)

Wind farm	Number of turbines	Bird strikes/turbine year
Burgar Hill, Orkney	3	0.15
Haverigg, Cumbria	5	0
Blyth Harbour, Northumberland	9	1.34
Bryn Titli, Powys	22	0
Cold Northcott, Cornwall	22	0
Mynydd y Cemmaes, Powys	24	0.04

Πίνακας 2.2 : Συγκρούσεις πτηνών σε αιολικά πάρκα της Μ.Βρετανίας [T.Burton, D.Sharpe,N.Jenkins,E.Bossanyi,2001]

2.8 ΘΟΡΥΒΟΣ [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Μια από τις πιο σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις που πρέπει να αντιμετωπιστεί κατά την λειτουργία μιας Α/Γ είναι ο θόρυβος που αυτή προκαλεί κατά την περιστροφή της.Στα πρώτα χρόνια κατασκευής και λειτουργία αιολικών πάρκων αποτέλεσε μια ιδιαίτερα δυσάρεστη συνέπεια τους,που προκάλεσε δικαιολογημένα παράπονα από τους ανθρώπους που κατοικούσαν κοντά σε αυτά.Τα τελευταία χρόνια,όμως,βήματα προόδου σημειώθηκαν σε αυτό τον τομέα,αφού αναπτύχθηκαν τεχνικές μείωσης του παραγόμενου από τις Α/Γ θορύβου.Σημαντικό ρόλο στην αντιμετώπιση του θορύβου,παίζει το γεγονός ότι πλέον είναι εφικτή η πρόβλεψη των επιπέδων που θα κυμανθεί η τιμή του.

Οι απαραίτητες πληροφορίες που πρέπει να επισυνάπτονται στην περιβαλλοντική μελέτη και σχετίζονται με τα επίπεδα ακουστικής όχλησης μιας Α/Γ είναι οι παρακάτω :

1. Θα πρέπει να προβλεφθούν τα επίπεδα του θορύβου σε συνάρτηση με τον τύπο Α/Γ που λειτουργεί,τις ταχύτητες ανέμου και την απόσταση από τις πλησιέστερες στο αιολικό πάρκο κατοικίες.
2. Ακόμη,μετράται με ακρίβεια ο θόρυβος που φτάνει στις κατοικίες σαν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου με την οποία περιστρέφεται η Α/Γ.
3. Με την βοήθεια κάποιου λογισμικού κατασκευάζεται χάρτης,στον οποίο περιλαμβάνεται ο αριθμός Α/Γ σε λειτουργία,αναφέρονται οι συνθήκες ανέμου που παρατηρούνται στην περιοχή και ότι άλλες διατάξεις παρατηρούνται που μπορεί να προκαλέσουν θόρυβο στο περιβάλλον.
4. Αποτελέσματα ανεξάρτητων μετρήσεων θορύβου που προκλήθηκε από την λειτουργία Α/Γ,ίδιου τύπου με αυτές που επιλέχθηκαν να εγκατασταθούν.Σε αυτά θα πρέπει να περιέχονται εκτός από την παραγόμενη ηχητική ισχύ,και το φάσμα δέσμης συχνοτήτων.Αν για την Α/Γ που επιλέχθηκε δεν υπάρχουν διαθέσιμες μετρήσεις,τότε συγκρίνουμε την επιλεγθείσα Α/Γ με κάποια παρόμοια με γνωστές μετρήσεις και προσεγγιστικά εκτιμάται μια τιμή για τον παραγόμενο από αυτήν θόρυβο.

2.8.1 ΘΟΡΥΒΟΣ Α/Γ [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Ο θόρυβος που προκαλείται κατά την λειτουργία μιας Α/Γ είναι μηχανικός και αεροδυναμικός.

Ο μηχανικός θόρυβος προκαλείται από τον περιστρεφόμενο μηχανισμό στην άτρακτο,και κυρίως από το κιβώτιο των ταχυτήτων και την γεννήτρια.Κάποιες φορές είναι πιθανό να συμβάλλουν σ' αυτόν ο βοηθητικός εξοπλισμός,όπως αντλίες, συμπιεστές,περιστροφικά συστήματα κ.ο.κ.Αποτελεί μια αναγνωρίσιμη συχνότητα, που προκαλείται από τις παρεμβολές συχνότητας του κιβωτίου ταχυτήτων.Συνήθως,

παράπονα εκδηλώνονται από την ύπαρξη μονότονων ήχων.Ο μηχανικός θόρυβος είτε προέρχεται από μετάδοση του στην δομή της Α/Γ από το κιβώτιο στην άτρακτο του ελάσματος βάσης,στα πτερύγια και τελικά στον πύργο είτε από τον άνεμο.

Μάλιστα,έχει παρατηρηθεί ότι ο κυρίαρχος ήχος προέρχεται από το κιβώτιο και μεταδίδεται μέσω της δομής της Α/Γ.Για την μείωση του μηχανικού θορύβου προτείνεται,

- Ο προσεκτικός σχεδιασμός και κατασκευή του κιβωτίου
- Η χρήση αντικραδασμικών εξαρτημάτων και συνδέσμων για την μείωση της μετάδοσης του στην ίδια την Α/Γ
- Ακουστική απόσβεση στην άτρακτο
- Η επιλογή υγρής ψύξης της γεννήτριας

Ο αεροδυναμικός θόρυβος δημιουργείται,λόγω διάφορων αιτιών,όπως της χαμηλής συχνότητας,του θορύβου τύρβης,του θορύβου της Α/Γ λόγω της κίνησης από τον άνεμο.

Η γενεσιουργός αιτία του θορύβου χαμηλής συχνότητας είναι η αισθητή στα πτερύγια μεταβολή της ταχύτητας του ανέμου,λόγω του πύργου ή της διάτμησης του ανέμου. Το φάσμα του θορύβου κυριαρχείται από συχνότητες που διαπερνούν τα πτερύγια καθώς και αρμονικές αυτών.Υπάρχουν,βέβαια φίλτρα που περιορίζουν αυτές τις συχνότητες και έτσι δεν γίνονται αντιληπτές ως θόρυβος στο περιβάλλον.

Η δημιουργία τύρβης προκαλεί μεταδιδόμενο στο εξωτερικό περιβάλλον θόρυβο, καθώς τα πτερύγια περιστρεφόμενα αλληλεπιδρούν με δίνες από την ατμοσφαιρική τύρβη.Ο θόρυβος αυτός είναι ιδιαίτερα ενοχλητικός,ενώ επηρεάζεται από την ταχύτητα πτερυγίων,την ένταση της τύρβης,αλλά και από την ποσότητα του αέρα.Το φαινόμενο,δεν έχει πλήρως εξηγηθεί,για αυτό και απαιτούνται μετρήσεις για τα επίπεδα του ήχου κατά την λειτουργία των Α/Γ.

Η εισροή του ανέμου προκαλεί από μόνη της θόρυβο στο περιβάλλον,ακόμα και για ροή αέρα δίχως τύρβη.Ατέλειες στις επιφάνειες των πτερυγίων είναι πιθανό να παράγουν συνιστώσες μονότονου ήχου.Κύριοι τύποι του είναι ο θόρυβος πτερυγίου έλικας,ο θόρυβος των ακροπτερυγίων,ο θόρυβος από τις επιδράσεις stall,καθώς και ο θόρυβος που προέρχεται από τις ατέλειες επιφανείας.

Sound Power Levels of Mechanical Noise of a 2 MW Experimental Wind Turbine (after Wagner, Bareis and Guidati, 1996)

Element	Sound power level (dB(A))	Air-borne or structure-borne
Gearbox	97.2	Structure-borne
Gearbox	84.2	Air-borne
Generator	87.2	Air-borne
Hub (from gearbox)	89.2	Structure-borne
Blades (from gearbox)	91.2	Structure-borne
Tower (from gearbox)	71.2	Structure-borne
Auxiliaries	76.2	Air-borne

Πίνακας 2.3 : Επίπεδα ηχητικής ισχύος του μηχανικού θορύβου Α/Γ 2 MW [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Ο αεροδυναμικός θόρυβος ελαττώνεται με δύο κυρίως τρόπους, ο πρώτος είναι η μείωση της ταχύτητας περιστροφής του ρότορα και ο δεύτερος είναι η μείωση της γωνίας πρόσπτωσης του ανέμου στα πτερύγια. Βέβαια, με την ελάττωση της ταχύτητας περιστροφής προκαλούνται απώλειες στην παραγόμενη ισχύ. Σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου, ο περιορισμός του θορύβου χαμηλών συχνοτήτων δύναται να επιτευχθεί. Η δυνατότητα αποδοτικής λειτουργίας σε χαμηλές ταχύτητες αποτελεί ένα πολύ σημαντικό πλεονέκτημα ορισμένων Α/Γ ικανών σε λειτουργία σε ευρύ φάσμα ταχυτήτων ανέμου. Εδώ, πρέπει να τονιστεί, ότι ούτως ή άλλως θα σημειωθούν απώλειες στην παραγόμενη ισχύ, και με τις δύο προτεινόμενες μεθόδους για την μείωση του αεροδυναμικού θορύβου.

Με όσα έχουν αναλυθεί μέχρι τώρα, είναι εμφανές ότι το κιβώτιο ταχυτήτων αναγνωρίστηκε ως η κύρια πηγή μονότονου, μηχανικού θορύβου. Έτσι, κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή του λαμβάνεται υπόψη αυτή η παράμετρος. Γι' αυτό και επιλέγεται επιπρόσθετη μονωτική επικάλυψη του, ως πρωταρχικό μέτρο ελέγχου του θορύβου. Αν καλυφθεί ολοκληρωτικά η άτρακτος και σχεδιαστούν προσεκτικά σιγαστήρες στα ανοίγματα εξαερισμού, ελαχιστοποιείται ο μηχανικός θόρυβος λόγω του αέρα. Όσο αναφορά το θόρυβο από την δομή της Α/Γ, μπορεί να αντιμετωπιστεί με την προσαρμογή ελαστικών εξαρτημάτων στο κιβώτιο και την γεννήτρια, που προκαλούν τον περισσότερο θόρυβο, αλλά και με ένα ελαστικό εξάρτημα στον άξονα που κινείται με υψηλή ταχύτητα περιστροφής. Άξονας μεγάλου μήκους περιστρεφόμενος με χαμηλή ταχύτητα, έχει παρατηρηθεί ότι μεταφέρει λιγότερους κραδασμούς στον ρότορα. Ο θόρυβος των ακροπτερυγίων ελαχιστοποιείται σύμφωνα με τα αποτελέσματα πειραματικών μετρήσεων, με την προσάρτηση της τορπίλης άκρου, ώστε να ελέγχονται οι δίνες στα άκρα, ενώ ο θόρυβος των πτερυγίων έλικας ελέγχεται με την βοήθεια 1-2 mm αύξησης του πάχους του χείλους εκφυγής.

Για να περιγραφεί ο παραγόμενος από μια A/Γ θόρυβος, χρησιμοποιούνται δύο εντελώς διαφορετικά συστήματα μετρήσεων, το επίπεδο ηχητικής ισχύος (sound power level), L_W της πηγής που παράγει τον θόρυβο, και το επίπεδο ηχητικής πίεσης που γίνεται αντιληπτή στο περιβάλλον (sound pressure level), L_P . Η μονάδα μέτρησης και των δύο είναι τα dB.

Το επίπεδο ηχητικής ισχύος, δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$L_W = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{W}{W_o} \right).$$

Όπου, W η ολική ηχητική ισχύς σε *Watt* (W)

$$W_o = 10^{-12} W, \text{ η τιμή αναφοράς}$$

Το επίπεδο ηχητικής πίεσης, δίνεται από τον παρακάτω τύπο:

$$L_P = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P^2}{P_o^2} \right).$$

Όπου, P η τιμή RMS της πίεσης του θορύβου

$$P_o = 2 \cdot 10^{-5} Pa, \text{ η τιμή αναφοράς}$$

Για n αριθμό A/Γ, σε ένα αιολικό πάρκο, η συνολική τιμή ηχητικής πίεσης δίνεται από την σχέση που ακολουθεί, που προκύπτει μετά από απλούς μαθηματικούς υπολογισμούς.

$$L_P = 10 \cdot \log_{10} \sum_{j=1}^{j=n} 10^{\frac{L_{P_j}}{10}}$$

Ο άνθρωπος αντιλαμβάνεται ήχους μεταξύ 20Hz-20 kHz, γι' αυτό και η φασματική ανάλυση γίνεται σε αυτή την δέσμη συχνοτήτων.

Για την πρόβλεψη συγκεκριμένων μονότονων θορύβων, ιδιαίτερα ενοχλητικών στον άνθρωπο, αρκεί η φασματική ανάλυση περιορισμένης δέσμης, που προκύπτει από τις μετρήσεις που έγιναν. Η χρησιμοποίηση αναλογιών στις δέσμες, για ευρωζωνική ανάλυση θα μπορούσε να καθιερωθεί, με ανώτατη συχνότητα της αναλογίας δέσμης διπλάσια της ελάχιστης.

Συχνά επιλέγεται η τοποθέτηση αντίβαρου στις μετρήσεις για να εντοπιστεί η απόκριση των ανθρώπινων αισθητηρίων στην συχνότητα αυτή. Κάτι τέτοιο επιτυγχάνεται με τοποθέτηση φίλτρων σε διάταξη A, των οποίων οι μετρήσεις γίνονται στην κλίμακα dB(A). Μάλιστα, μπορεί να παρατηρηθεί ότι οι συχνότητες κάτω από 250 Hz και άνω των 16 kHz εξασθενίζουν σημαντικά.

2.8.2 ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Το επίπεδο της έντασης του θορύβου που παράγεται κατά την λειτουργία Α/Γ, καθορίζεται από μετρήσεις στην περιοχή που αυτή έχει εγκατασταθεί. Πλέον, έχουν οριστεί διεθνείς κανονισμοί, μιας και οι εξωτερικές μετρήσεις επιβάλλονται εξαιτίας του μεγάλου μεγέθους των σύγχρονων Α/Γ, αλλά και της αναγκαιότητας προσδιορισμού του παραγόμενου θορύβου στο περιβάλλον από μια Α/Γ κατά την λειτουργία της.

Είναι αδύνατος ο άμεσος καθορισμός των επιπέδων της ακουστικής όγλης, αλλά εφικτή καθίσταται μια προσέγγιση της τιμής του, έπειτα από σειρά μετρήσεων της ηχητικής πίεσης στο περιβάλλον γύρω από αυτή. Στις μετρήσεις δεν διαχωρίζεται ο μηχανικός και ο αεροδυναμικός θόρυβος σε πρώτη φάση, αλλά αυτό είναι εφικτό. Οι μετρήσεις γίνονται σε απόσταση R_o , από την βάση του πύργου. Είναι, $R_o = H + \frac{D}{2}$, όπου το H συμβολίζει το ύψος του άξονα και το D την διάμετρο του ρότορα.

Η απόσταση αυτή είναι μια συμβιβαστική λύση στον υπολογισμό μιας ικανοποιητικής απόστασης από την πηγή δημιουργίας του θορύβου, με ελάχιστη την επίδραση του εδάφους, των ατμοσφαιρικών συνθηκών ή θορύβου προερχόμενο από τον ίδιο τον αέρα. Τα μικρόφωνα τοποθετούνται στο επίπεδο του εδάφους, ώστε να μπορεί να συνεκτιμηθεί και η παρεμβολή θορύβου από το έδαφος.

Φορτίζοντας με αντίβαρο σε διάταξη Α, μετρώνται τα επίπεδα του ήχου σε σχέση με την ταχύτητα του ανέμου. Μάλιστα, οι μετρήσεις απαιτείται να είναι περισσότερες από 30, κάθε μια διάρκειας τουλάχιστον 2 λεπτών. Όλες οι ταχύτητες του ανέμου ανάγονται στο ύψος αναφοράς, που είναι τα 10 m, με μήκος τραχύτητας του εδάφους $z_o = 0,5m$. Η προτιμότερη τεχνική καθορισμού της ταχύτητας του ανέμου όταν η Α/Γ λειτουργεί γίνεται εκτιμώντας την ηλεκτρική απόδοση δύναμης της και από την καμπύλη υποδύναμης.

Η κύρια μέτρηση για τα επίπεδα της πίεσης του ήχου είναι προς την κατεύθυνση της ροής του ανέμου, ενώ τα άλλα τρία μικρόφωνα χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό της κατεύθυνσης. Μετρήσεις γίνονται και κατά την λειτουργία και μη της Α/Γ για διάφορες ταχύτητες ανέμου, με ταχύτητα αναφοράς τα 8 m/s.

2.8.3 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΑ ΕΠΙΠΕΔΑ ΘΟΡΥΒΟΥ

Τα επιτρεπόμενα επίπεδα θορύβου μεταβάλλονται από περιοχή σε περιοχή και μάλιστα συχνά καθορίζονται από τοπικές παραμέτρους. Στην Γερμανία, την Ολλανδία και την Δανία τα όρια εκφράζονται σε σχέση με την μέγιστη τιμή της ηχητικής πίεσης για διαφορετικές ζώνες της περιοχής. Στην Μ. Βρετανία, αντίθετα, προτείνεται ο καθορισμός ανώτατου επιτρεπόμενου ορίου θορύβου από αιολικό πάρκο τα +5 dB.

Η τιμή αυτή αποτελεί ένα λογικό συμβιβασμό, επιλεγμένος ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία μεταξύ εσωτερικού και εξωτερικού περιβάλλοντος, χωρίς όμως να περιορίζει ουσιαστικά την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας, που προσφέρει άλλα πολύ σημαντικά περιβαλλοντικά οφέλη.

Ακόμα, αν το καθορισθέν όριο είναι μικρότερο από τα +5 dB, καθίσταται δύσκολη η οπτικοποίηση. Η διαφορά της τάξης των +10 dB ή και περισσότερη, μπορεί να προκαλέσει παράπονα, σύμφωνα με την κλίμακα που ορίζεται από τους κανονισμούς για την ένταση βιομηχανικού θορύβου. Βέβαια, ένα αιολικό πάρκο δεν συγκαταλέγεται στην ίδια κατηγορία ακουστικής όχλησης με άλλες βιομηχανικές μονάδες παραγωγής ενέργειας για προφανείς λόγους. [T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, 2001]

Για τον καθορισμό των επιτρεπόμενων ορίων θορύβου, κατά την διάρκεια της μέρας συνεκτιμάται, ο αριθμός των κατοίκων της περιοχής στην οποία θα λειτουργήσει το αιολικό πάρκο, η επίδραση των ορίων στις παραγόμενες kWh, διότι πάντα επιθυμείται η οικονομική βιωσιμότητα του πάρκου, καθώς και η διάρκεια και τα επίπεδα της έκθεσης. Το όριο κατά την διάρκεια της νύχτας προτάθηκε με μόνο παράγοντα την εξασφάλιση ήσυχου περιβάλλοντος για τους κατοίκους, ώστε να μην επηρεαστούν σε καμία περίπτωση δυσμενώς από την λειτουργία του πάρκου. Συμπερασματικά, στην Μ. Βρετανία, έχουν καθοριστεί τα επιτρεπόμενα επίπεδα του θορύβου από αιολικό πάρκο, στα 35-40 dB κατά την διάρκεια της μέρας και στα 43 dB κατά την διάρκεια της νύχτας.

Noise Limits for Sound Pressure Levels LAeq in Different European Countries (after Gipe, 1995). Note the Definitions of Location

Vary from Country to Country; Further Details may be Found in ETSU

(1997a)

Country	Commercial	Mixed	Residential	Rural
Germany				
Day	65	60	55	50
Night	50	45	40	35
Netherlands				
Day		50	45	40
Night		40	35	30
Denmark			40	45

Πίνακας 2.4 : Επιτρεπόμενο όριο ηχορύπανσης (dB) σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες [T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, 2001]

2.9 ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗ Α/Γ

Οι Α/Γ είναι πιθανό να επιδράσουν σε ηλεκτρομαγνητικά σήματα ευρέως φάσματος σύγχρονων ηλεκτρομαγνητικών συστημάτων,γι' αυτό και η εγκατάσταση τους πρέπει να μελετηθεί προσεκτικά,συνεκτιμώντας αυτόν τον παράγοντα.Συχνά οι περιοχές που κρίνονται κατάλληλες για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων είναι κατάλληλες και για την εγκατάσταση ραδιοσυστημάτων,έτσι προκύπτει ισχυρός ανταγωνισμός μεταξύ τους.Υπό μελέτη,πάντα είναι η επίδραση των Α/Γ με συστήματα αεροπορικού ελέγχου ή οποιουδήποτε στρατιωτικού εξοπλισμού.

Η ανησυχία αυτή συνήθως αναφέρεται αφενός σε προβλήματα που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες λόγω της θέσης τους σε σχέση με ήδη υπάρχοντες σταθμούς τηλεόρασης ή ραδιοφώνου και αφετέρου σε πιθανές ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές από τις ίδιες. [Ε.Μπινόπουλος, Π.Χαβιαρόπουλος, 2006]

Είναι γεγονός ότι,η διάδοση των εκπομπών στις συχνότητες της τηλεόρασης ή και του ραδιοφώνου,κυρίως όμως στις συχνότητες εκπομπών FM,επηρεάζεται από εμπόδια που παρεμβάλλονται μεταξύ πομπού και δέκτη.Το κυριότερο πρόβλημα από τις ανεμογεννήτριες προέρχεται από τα κινούμενα πτερύγια που μπορούν να προκαλέσουν αυξομείωση σήματος λόγω αντανάκλασεων.Αυτό ήταν πολύ εντονότερο στην πρώτη γενιά ανεμογεννητριών που έφερε μεταλλικά πτερύγια.Τα πτερύγια των συγχρόνων ανεμογεννητριών κατασκευάζονται αποκλειστικά από συνθετικά υλικά,τα οποία έχουν ελάχιστη επίπτωση στη μετάδοση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας. [Ε.Μπινόπουλος, Π.Χαβιαρόπουλος, 2006]

Η Ελληνική νομοθεσία προβλέπει την προώθηση αδειοδότησης ενός αιολικού πάρκου μόνον εφόσον τηρούνται κάποιες ελάχιστες αποστάσεις από τηλεπικοινωνιακούς ή ραδιοηλεκτρονικούς σταθμούς.Οποιαδήποτε πιθανά προβλήματα παρεμβολών μπορούν να προληφθούν με σωστό σχεδιασμό και χωροθέτηση ή να διορθωθούν με μικρό σχετικά κόστος από τον κατασκευαστή του πάρκου με μια σειρά απλών τεχνικών μέτρων,όπως είναι η εγκατάσταση επιπλέον αναμεταδοτών.Σε σχέση με την συμβατότητα και τις παρεμβολές στις τηλεπικοινωνίες,αξίζει να αναφέρουμε,ότι σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες οι πύργοι των ανεμογεννητριών όχι μόνον δεν δημιουργούν εμπόδια,αλλά χρησιμοποιούνται ήδη για την εγκατάσταση κεραιών προς διευκόλυνση υπηρεσιών επικοινωνιών,όπως η κινητή τηλεφωνία. [Ε.Μπινόπουλος, Π.Χαβιαρόπουλος, 2006]

Όσον αφορά τις εκπεμπόμενες ακτινοβολίες,όπως φαίνεται και από την περιγραφή των τμημάτων της ανεμογεννήτριας, τα μόνα υποσυστήματα που θα μπορούσαμε να πούμε ότι «εκπέμπουν» ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χαμηλού επιπέδου,είναι η ηλεκτρογεννήτρια και ο μετασχηματιστής μέσης τάσης.Το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο της ηλεκτρογεννήτριας είναι εξαιρετικά ασθενές και περιορίζεται σε μια πολύ μικρή απόσταση γύρω από το κέλυφος της που είναι τοποθετημένο τουλάχιστον 40-50 μέτρα πάνω από το έδαφος.Για το λόγο αυτό δεν υφίσταται πραγματικό θέμα έκθεσης στην ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ούτε καν στη βάση της ανεμογεννήτριας.Ο μετασχηματιστής,πάλι,περιβάλλεται πάντα από περίφραξη ασφαλείας ή είναι κλεισμένος σε μεταλλικό υπόστεγο.Η περίφραξη είναι τοποθετημένη σε τέτοια απόσταση που το επίπεδο της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι αμελητέο. Μπορούμε λοιπόν να ισχυριστούμε με βεβαιότητα,ότι αυτά που ακούγονται για

εκπομπή ραδιενέργειας η ακτινοβολιών άλλου τύπου από τις ανεμογεννήτριες δεν ευσταθούν. [Ε.Μπινόπουλος, Π.Χαβιαρόπουλος, 2006]

Η ηλεκτρική γεννήτρια και τα υπόλοιπα ηλεκτρονικά εξαρτήματα μπορεί να εκπέμπουν διάφορες ραδιοσυχνότητες, οι οποίες ελαχιστοποιούνται με την κατάλληλη καταστολή ή και καλύπτοντας την γεννήτρια. Ο σωληνοειδής πύργος παρουσίασε αξιοσημείωτη θωράκιση σε όλες τις εκπομπές. Αν η άτρακτος είναι κατασκευασμένη από μέταλλο αυτό θα παίζει ρόλο στην θωράκιση των ηλεκτρομαγνητικών εκπομπών της ίδιας. Επιπρόσθετα, προστατευτικά μέτρα μπορεί να κριθούν αναγκαία για τους ηλεκτρικούς μεταλλάκτες ενέργειας διαφόρων ταχυτήτων Α/Γ, παρόλο που η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία από Α/Γ είναι ένα μάλλον σπάνιο εμφανιζόμενο πρόβλημα.

Η διάχυση, ωστόσο, αποτελεί μια σημαντική ηλεκτρομαγνητική επίδραση, που σχετίζεται με τις Α/Γ. Ένα αντικείμενο που εκτίθεται σε ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαχέει άμεσα ενέργεια προς όλες τις κατευθύνσεις και αυτή η χωρική διανομή ορίζεται ως διάχυση. Θεωρείται σαν ένα πολύπλοκο πρόβλημα καθώς μηχανισμοί διάχυσης εξαιτίας Α/Γ δεν έχουν πλήρως κατανοηθεί, αλλά και γιατί το σήμα μπορεί να μετατραπεί από τα περιστρεφόμενα πτερύγια.

Οι ηλεκτρομαγνητικές ιδιότητες του ρότορα Α/Γ επηρεάζονται από την διάμετρο του καθώς και την ταχύτητα που περιστρέφεται. Επίσης, από την επιφάνεια του ρότορα, την γωνία στροφής της Α/Γ, όπως και την κατεύθυνση των πτερυγίων. Ρόλο παίζουν τα δομικά υλικά των πτερυγίων, η επεξεργασία της επιφάνειας τους, η κατάσταση επιφανείας τους (π.χ. παγετός), αλλά και η κατασκευή και το ύψος του άξονα. Τέλος, προσοχή δίνεται και στην ύπαρξη μεταλλικών συστατικών στο εσωτερικό της Α/Γ (π.χ. για την προστασία από κεραυνούς και αστραπές).

Η κλίμακα της ηλεκτρομαγνητικής επίδρασης από την λειτουργία αιολικού πάρκου μελετήθηκε το 1996 στην Μ. Βρετανία, όταν στάλθηκαν ερωτηματολόγια σε 99 αιολικά πάρκα που λειτουργούσαν. Από τις 46 απαντήσεις που επεστράφησαν, έγινε γνωστό ότι 26 από αυτά προκαλούσαν ανάλογο τύπου προβλήματα. Η πλειονότητα των προβλημάτων σχετιζόταν με παρεμβολές στην αναμετάδοση και στο τηλεοπτικό δίκτυο. Εγγυήσεις από την πλευρά των πάρκων δόθηκαν, ώστε για κάθε απώλεια σήματος, αν εκδηλώνονταν παράπονα από τους κατοίκους, το ίδιο το πάρκο θα κάλυπτε οικονομικά την αντιμετώπιση του προβλήματος. Όσο αναφορά τις ραδιοσυχνότητες αναφέρθηκαν μικρότερης έκτασης προβλήματα. [T. Burton, D. Sharpe, N. Jenkins, E. Bossanyi, 2001]

Summary of Replies to Questionnaires
 Enquiring about Potential EMI Problems on
 UK Wind-farm Projects (ETSU, 1997)
 (Reproduced by permission of ETSU on
 behalf of DTI)

Signal giving potential problem	Number of projects
None	20
Local TV Reception	15
TV rebroadcast link	11
Microwave link	5
Local radio	2
Civil radar	1
Defence radar	3

Πίνακας 2.5 : Πιθανές ηλεκτρομαγνητικές επιπτώσεις , όπως αυτές εμφανίζονται μετά από έρευνα σε κατοίκους περιοχών κοντά σε αιολικά πάρκα [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

2.9.1 ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ Α/Γ [T.Burton, D.Sharpe, N.Jenkins, E.Bossanyi,2001]

Υστερα, από μελέτες αποδείχθηκε ότι υπάρχουν δύο θεμελιώδεις μηχανισμοί ηλεκτρομαγνητικής παρεμβολής από Α/Γ, η πίσω διάχυση και η εμπρός διάχυση.

Όταν η Α/Γ τοποθετείται μεταξύ του αναμεταδότη και του λήπτη, παρουσιάζεται μπροστά διάχυση. Ο μηχανισμός παρεμβολής είναι είτε διάχυση είτε διάθλαση σήματος από την Α/Γ και για σήματα της τηλεόρασης, προκαλεί εξασθένηση της εικόνας στην συχνότητα της περιστροφικής ταχύτητας των πτερυγίων.

Πίσω διάχυση παρατηρείται όταν η Α/Γ, εγκαθίσταται πίσω από τον λήπτη του σήματος. Αυτό οδηγεί σε καθυστέρηση χρόνου μεταξύ του επιθυμητού σήματος και της ανακλώμενης παρεμβολής, και έτσι αυξάνεται ο χρόνος του στιγμιαίου νεκρώματος ή του διπλασιασμού εικόνων στην οθόνη του τηλεοπτικού δέκτη.

Κεφάλαιο 3

«ΣΥΠΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ WINDFARMER»

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αιολική ενέργεια, μια αστείρευτη πηγή ενέργειας, προσφέροντας δωρεάν καύσιμη πρώτη ύλη και αξιόλογο δυναμικό προβάλλει στις μέρες μας ως μία από τις πλέον κατάλληλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Έτσι, λογισμικά πακέτα που αποσκοπούν στην σχεδίαση και χωροθέτηση αιολικών πάρκων με την μέγιστη δυνατή απόδοση άρχισαν να αναπτύσσονται. Ένα, από αυτά το Windfarmer, αξιόλογο και εύχρηστο βοήθημα δίνει στον χρήστη την δυνατότητα κατασκευής αποδοτικού αιολικού πάρκου, μελετώντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του. Τα βασικά πλεονεκτήματα, με τα οποία έχει κατακτήσει την αγορά της αιολικής ενέργειας είναι η υψηλή σχεδιαστική ικανότητα και η απλοποιημένη μεθοδολογία, ώστε να δημιουργεί ένα φιλικό περιβάλλον εργασίας.

Έχει σχεδιαστεί από την εταιρεία Garrad Hassan, που ασχολείται με την κατασκευή αιολικών πάρκων από το 1984, και έχοντας στις τάξεις της έμπειρους και διακεκριμένους επιστήμονες στον τομέα, προτείνει και εξελίσσει το λογισμικό προσαρμόζοντας το σε κάθε νέα επιταγή που προκύπτει.

Το Windfarmer, αποτελεί ένα ιδιαίτερα χρήσιμο εργαλείο για να προτείνει την χωροθέτηση των Α/Γ κατά το βέλτιστο τρόπο σε συγκεκριμένη υπό εξέταση περιοχή. Ακόμα, προσφέρει υπολογιστικές τεχνικές του αιολικού δυναμικού περιοχής, της ενεργειακής απόδοσης των Α/Γ και του πάρκου, αλληλεπίδρασης του ομόρρου, των επιπέδων παραγόμενου θορύβου, της επίδρασης του shadow Flicker, τρισδιάστατων απεικονίσεων που προσομοιώνουν την οπτική όχληση στον περιβάλλοντα χώρο κοντά στην περιοχή λειτουργίας του πάρκου.

Ο σχεδιασμός, η ανάλυση και η βελτιστοποίηση χωροθέτησης των Α/Γ αποτελούν σημαντικούς παράγοντες, που πρέπει να μελετηθούν, ώστε οι μελλοντικοί επενδυτές στην αγορά της αιολικής ενέργειας να καταλήξουν σε αξιόπιστα συμπεράσματα. Το Windfarmer βασίζεται στην θεωρία ανάπτυξης και εξάπλωσης ομόρρου, μέσω της κατανομής δινών συνεκτικότητας, που προτάθηκε από τον Ainslie. Το πρόγραμμα προβλέπει την απόδοση της ενέργειας που θα παράγεται, καθώς και την βέλτιστη διάταξη των Α/Γ, με την οποία αυτή θα επιτευχθεί, με προσομοίωση με μαθηματικό τρόπο αεροδυναμικών και μετεωρολογικών δεδομένων.

Όπως είναι φυσικό η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων του λογισμικού, εξαρτάται από την αξιοπιστία των ανεμολογικών μετρήσεων και την γνώση των πεδίων ροής του ανέμου, καθώς και την διεύθυνση του. Σαφώς, το ίδιο σημαντική είναι η ακρίβεια στα γεωλογικά και μορφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους, όπως η επιφανειακή τραχύτητα στην ευρύτερη περιοχή του πάρκου.

3.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η πυκνότητα της αιολικής ενέργειας είναι μικρή,έτσι για να παραχθεί αξιόλογη ποσότητα ενέργειας συγκρίσιμη με τους υπόλοιπους σταθμούς ηλεκτροπαραγωγής, απαιτείται μεγάλος αριθμός Α/Γ.Ωστόσο ανακύπτουν προβλήματα διαθεσιμότητας γης, που σε συνδυασμό με την απαραίτητη προϋπόθεση για καλό αιολικό δυναμικό και την επιδίωξη ελαχιστοποίησης του κόστους εγκατάστασης,καταλήγει η σοβαρή ηλεκτροπαραγωγή να γίνεται σε περιοχές περιορισμένης έκτασης,όπου σε κάποιες αποστάσεις τοποθετούνται οι Α/Γ.

Μετά την απόφαση της ανέγερσης αιολικού πάρκου το ζήτημα της εύρεσης κατάλληλης για την εγκατάσταση των μηχανών τοποθεσίας θεωρείται ως μια εξαιρετικά σημαντική παράμετρος.Η περιοχή επιλέγεται ανάλογα με την παρεχόμενη ποιότητα του αιολικού δυναμικού,με απαίτηση για υψηλή μέση ταχύτητα ανέμου σ' αυτή.Επιπλέον,θα πρέπει να εμφανίζει επίπεδη και ομοιόμορφη μορφολογία εδάφους. Η οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης εξαρτάται από την χωροθέτηση του πάρκου,αφού αυτή συμβάλλει ουσιαστικά στην μεγιστοποίηση της τελικής παραγόμενης ισχύος.Η αλληλεπίδραση του ανέμου με τα περιστρεφόμενα πτερύγια, προκαλεί την μείωση της ταχύτητας του ανέμου στις κατάντι Α/Γ και έτσι αναπτύσσεται ομόρρους,ένα φαινόμενο του οποίου η πρόβλεψη των χαρακτηριστικών είναι ιδιαίτερα δύσκολη.Ακόμα,η δομή των Α/Γ επηρεάζεται από την αυξημένη τύρβη στον ομόρρου,ώστε να παρατηρούνται φαινόμενα κόπωσης.

Η θέση εγκατάστασης αιολικών μηχανών,η διάταξη μεταξύ τους βάσει της επικρατούσας κατεύθυνσης του ανέμου αποτελεί αντικείμενο έρευνας, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η αλληλεπίδραση των ανεμοκινητήρων,που μπορούν να εγκατασταθούν στην διαθέσιμη γη και έτσι να μεγιστοποιηθεί η ενεργειακή απόδοση του πάρκου. Με την βοήθεια του Windfarmer, με δεδομένη τοπική μορφολογία σε μια περιοχή,αλλά και γνωστές τις επικρατούσες μετεωρολογικές συνθήκες, προτείνεται εκείνη η χωροθέτηση του πάρκου που θα εξασφαλίσει την μεγιστοποίηση της παραγόμενης ενέργειας,όποτε και την μελλοντική βιωσιμότητα του σταθμού παραγωγής.Για να καταλήξει σε κάποια διάταξη Α/Γ,το Windfarmer επεξεργάζεται τις υπό εγκατάσταση μηχανές.

Ο χρήστης του λογισμικού δύναται να ακολουθήσει βήμα προς βήμα την προτεινόμενη από τον οδηγό του Windfarmer (Workbook Wizard) μεθοδολογία,που είναι σύντομη,απλή και κατανοητή από κάθε άποψη.

3.2.1 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Αρχικά, από το λογισμικό απαιτείται η δημιουργία συστήματος συντεταγμένων στην επιφάνεια εργασίας, ώστε να καθοριστούν τα όρια του αιολικού πάρκου. Ο χρήστης μπορεί να ορίσει σύστημα συντεταγμένων με τους τέσσερις ακόλουθους τρόπους ή και με συνδυασμό αυτών.

- Με άνοιγμα αρχείου με διαμόρφωση *.MAP ή *.BLN, τα οποία αποτελούν την έξοδο του μοντέλου ροής του ανέμου WAsP. Τα αρχεία αυτά είναι της κατηγορίας των Contour Data Files, δηλαδή είναι αρχεία που αναφέρονται σε επίπεδο έδαφος χωρίς έντονες διακυμάνσεις στην τραχύτητα του εδάφους και στην τοπογραφία της περιοχής. Επιλέγεται με κλικ στο Terrain στο Display Bar.
- Με άνοιγμα αρχείου ζωγραφικής *.BMP της περιοχής που μας ενδιαφέρει. Η προέλευση του μπορεί να είναι είτε από αεροφωτογραφία είτε από οποιοδήποτε χάρτη μέσω scanner. Επιλέγεται με κλικ στο Background στο Display Bar.
- Με άνοιγμα αρχείου *.DTM, το οποίο απαιτείται από το λογισμικό για την παραγωγή φωτορεαλιστικών τρισδιάστατων απεικονίσεων, που προσομοιώνουν την οπτική όχληση στον χώρο. Με το αρχείο αυτό μπορεί να οριστεί ο χώρος εργασίας, χωρίς όμως να είναι ορατό το περιεχόμενό του. Το αρχείο *.DTM σε αντίθεση με το *.MAP περιλαμβάνει ανάλυση του χώρου σε συντεταγμένες (x,y,z) με την χρήση ισοϋψών καμπύλων, για αυτό και προτιμάται για σύνθετο ανάγλυφο και περιοχές με έντονη κλίση.
- Με εισαγωγή συντεταγμένων του χώρου, χωρίς να προκαθορίζεται η χρήση κάποιου από τα παραπάνω αρχεία. Έτσι, μπορούμε να ανοίξουμε το αρχείο *.DTM για την προσομοίωση της οπτικής όχλησης, συμβάλλοντας σημαντικά και στην μείωση του χρόνου υπολογισμού σε μεγάλο βαθμό, γιατί γίνονται πάνω στις ελάχιστες διαστάσεις του χώρου.

3.2.2 ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΛΟΓΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Τα ανεμολογικά δεδομένα εισάγονται στο λογισμικό με αρχείο στην μορφή *.WRG, για να μπορούν να γίνουν εφικτοί οι ενεργειακοί υπολογισμοί. Σε αυτό το αρχείο περιέχονται πληροφορίες για την ροή του ανέμου σε δώδεκα διαφορετικές διευθύνσεις για κάθε σημείο του χώρου και πρέπει να προέρχεται μόνο από το WasP ή από παρόμοια μοντέλα ροής προσαρμοσμένα στις απαιτήσεις του Windfarmer.

3.2.3 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ (Mapping Window)

Το Windfarmer διαθέτει διάφορα είδη εφαρμογών (παράθυρα). Η ναυαρχίδα όλων αυτών είναι το Mapping Window, μια εφαρμογή απεικόνισης του επιλεγμένου χάρτη περιοχής στην οποία προβλέπεται η εγκατάσταση του αιολικού πάρκου. Στο χάρτη ο χρήστης εισάγει τις υπό εγκατάσταση Α/Γ, τις κατοικίες, τα σύνορα της περιοχής ενδιαφέροντος με άλλες γειτνιάζουσες ή με άλλα γειτονικά αιολικά πάρκα, δρόμους, ιστούς μέτρησης, δίκτυο διασύνδεσης και κάμερες για την προσομοίωση οπτικής όχλησης. Σε αυτό το σημείο πρέπει να οριστούν οι συντεταγμένες των ορίων της περιοχής είτε με την βοήθεια κάποιου αρχείου είτε με το ποντίκι, έτσι ώστε να καθοριστούν οι αρχικές θέσεις των Α/Γ. Η βελτιστοποίηση του πάρκου ξεκινά μετά την εισαγωγή των προαναφερθέντων παραγόντων και αφού καθοριστούν οι περιορισμοί στον πίνακα ελέγχου (Control panel), οι οποίοι σχετίζονται με το όριο θορύβου σε κατοικημένη περιοχή, την ελάχιστη επιτρεπόμενη απόσταση μεταξύ των Α/Γ, την επίδραση της οπτικής όχλησης και τα χαρακτηριστικά της μορφολογίας του εδάφους. Δηλαδή, πριν από την βελτιστοποίηση προέχει ο καθορισμός ορίων, όσο αναφορά τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του αιολικού πάρκου κατά την λειτουργία του.

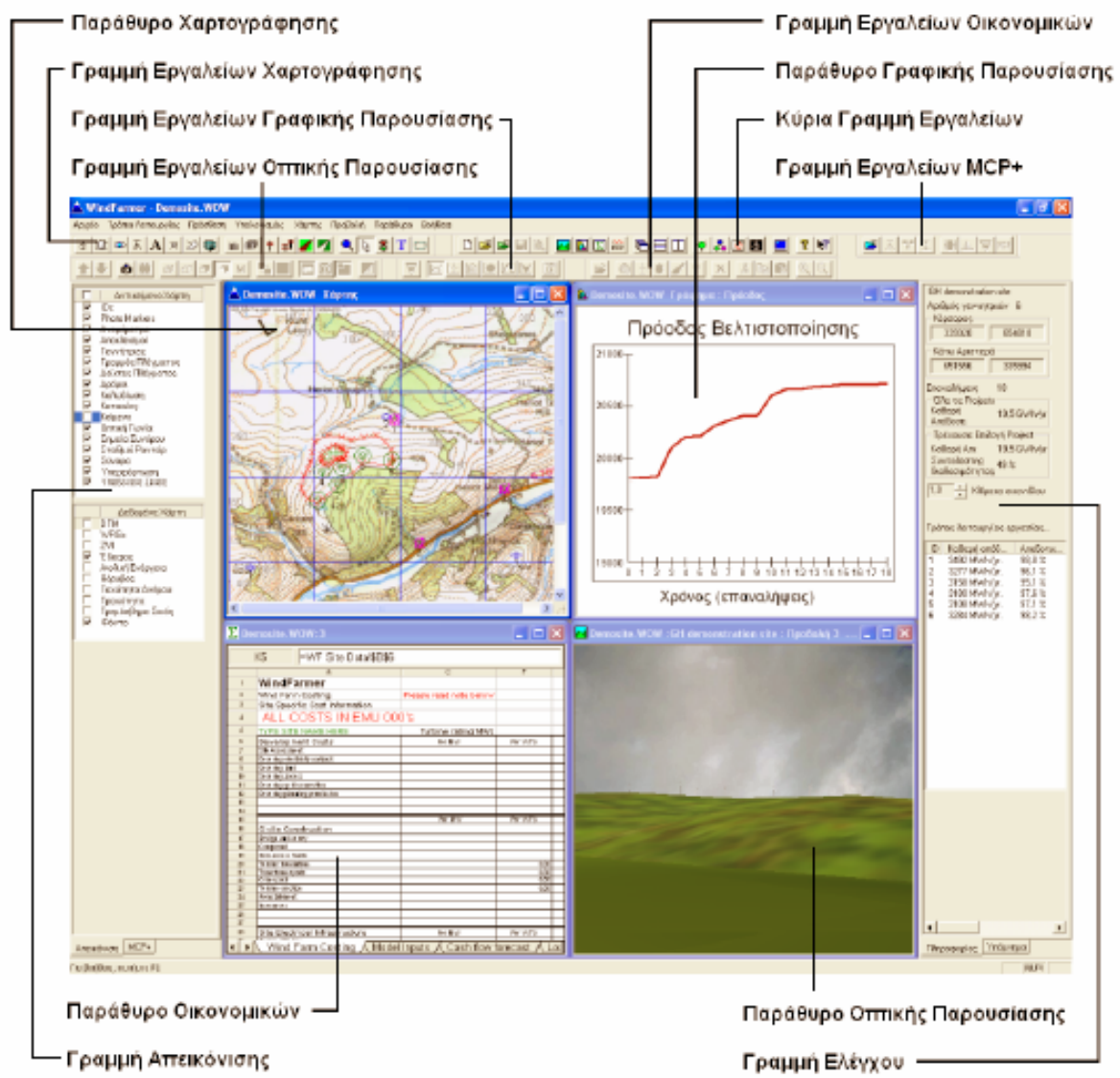
Στο Turbine Studio εισάγονται τα χαρακτηριστικά των Α/Γ. Από το Windfarmer προσφέρεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης διαφόρων τύπων Α/Γ, με διαφορετικό ύψος πηλημών, αλλά σε αυτή την περίπτωση είναι αναγκαία διάφορα αρχεία *.WRG από το WasP. Η βελτιστοποίηση, η εκτύπωση χαρτών και αποτελεσμάτων, η επιλογή μοντέλων για τον υπολογισμό απωλειών ομόρρου και επιπέδου θορύβου γίνονται με την βοήθεια του πίνακα ελέγχου (Control panel, C toolbar button).

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του λογισμικού είναι η δυνατότητα εισαγωγής δεδομένων πάνω στον χάρτη εργασίας, είτε μεγεθύνοντας είτε σμικρύνοντας, ανάλογα με τις απαιτήσεις του χρήστη. Επιπλέον, με κλικ στο Energy Map στο Display Bar ο χάρτης παρουσιάζεται με τα ενεργειακά χαρακτηριστικά της περιοχής. Παρόλο, που οι πληροφορίες για τον σχεδιασμό του χάρτη καθορίζονται από το αρχείο *.WRG, ο πίνακας ελέγχου είναι αυτός που ελέγχει την τελική μορφή που θα έχει ο χάρτης.

3.2.4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ (Visualization Window)

Στην περίπτωση που έχει τοποθετηθεί μια τουλάχιστον κάμερα στο χώρο και είναι διαθέσιμο το αρχείο *.DTM, μπορεί να χρησιμοποιηθεί το Visualization Window, ο χρήστης αρκεί να επιλέξει στο Window Menu, το αντίστοιχο παράθυρο. Ακόμη, με δεξί κλικ σε κάθε σημείο πάνω στον χάρτη δίνεται η οπτική όχληση και το επίπεδο του παραγόμενου θορύβου. Η αλλαγή της οπτικής γωνίας παρακολούθησης του χώρου δύναται να επιτευχθεί με δεξί κλικ στην κάμερα αυτήν την φορά.

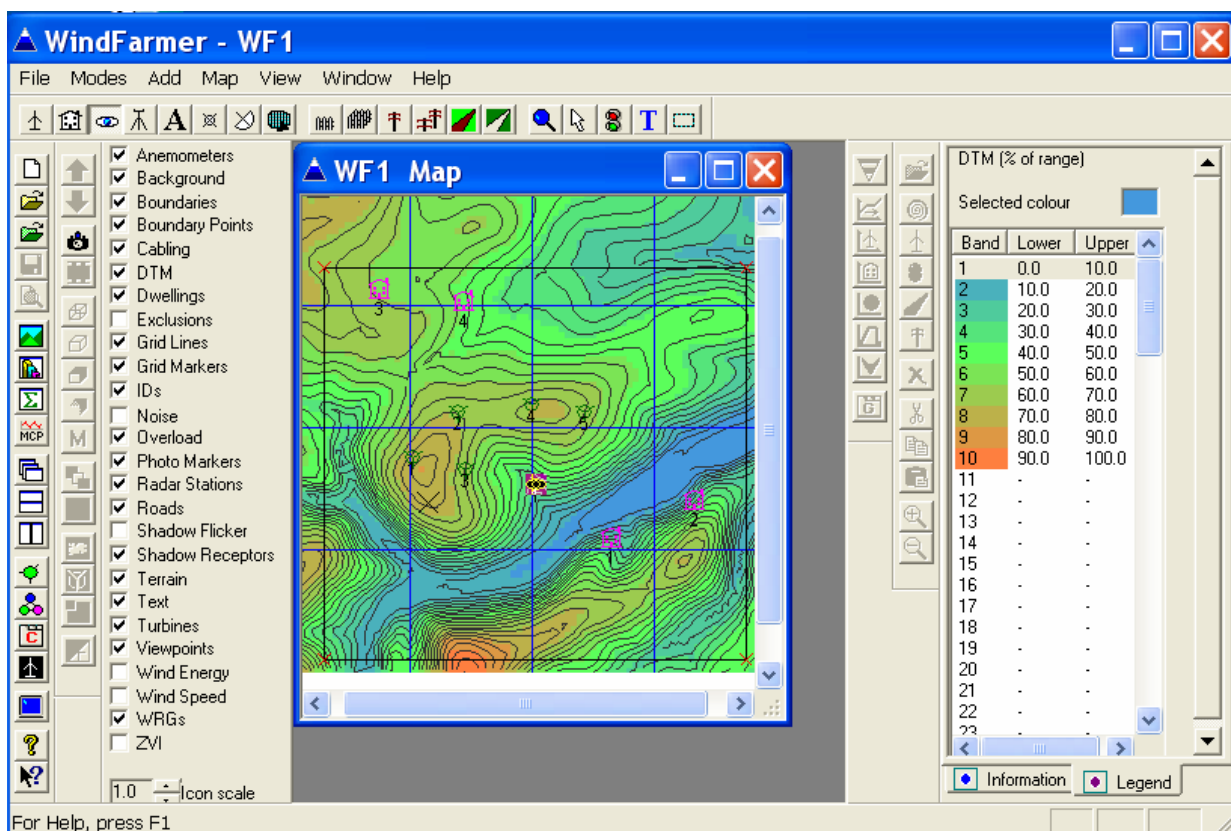
Τέλος, το Windfarmer, μετά την βελτιστοποίηση δίνει αναλυτικό πίνακα αποτελεσμάτων με λεπτομερή στοιχεία. Έτσι, η διάταξη των μηχανών στην περιοχή, η παραγόμενη ενέργεια από κάθε Α/Γ και συνολικά από την χωροθέτηση που προτάθηκε, οι απώλειες ομόρρου ανά Α/Γ και οποιαδήποτε άλλη απαραίτητη πληροφορία εμφανίζεται στο σχήμα 3.1.



Σχήμα 3.1 : Παρουσίαση των βασικών στοιχείων της διεπαφής του GH Windfarmer [GH Windfarmer «Εγχειρίδιο χρήστη», 2007]

Η οικονομική βιωσιμότητα της επένδυσης σε μια δραστηριότητα όπως η εγκατάσταση αιολικού πάρκου σε βάθος χρόνου αποτελεί μια αξιολογή προς εξέταση παράμετρο. Ο επενδυτής θα δεσμεύσει οικονομικούς πόρους σε μια δραστηριότητα με μεγάλο αρχικό κόστος επένδυσης και χαμηλό κόστος λειτουργίας και φυσικά απώτερος σκοπός του είναι μελλοντικά οικονομικά οφέλη, είτε από την παραγωγή είτε από την εξοικονόμηση της ενέργειας. Το Windfarmer παρέχει εφαρμογές για τον υπολογισμό του συνολικού κόστους του έργου με την βοήθεια του Finance Window, που επικοινωνεί άμεσα με το λογισμικό, ώστε κάθε αλλαγή σε μια από τις εισαγόμενες παραμέτρους, να προκαλεί αλλαγή στο κόστος επένδυσης που υπολογίζεται. Αν λοιπόν, αποφασίσουμε αλλαγή στον αριθμό των Α/Γ ή στους δρόμους πρόσβασης αυτόματα υπολογίζεται το νέο κόστος για την συγκεκριμένη περίπτωση λειτουργίας του πάρκου. Το αρχείο του Windfarmer αν αποθηκευτεί σε μορφή *.WOW, αποθηκεύεται αυτόματα και η αντίστοιχη οικονομοτεχνική μελέτη του, με δυνατότητα επέμβασης για πιθανές διορθώσεις. Επειδή, οι εταιρείες που αναλαμβάνουν την κατασκευή αιολικού πάρκου, αναλαμβάνουν και την εκπόνηση της οικονομοτεχνικής μελέτης, το Windfarmer συνδυάζει το αρχείο που σχεδιάζει ο χρήστης με το προαναφερθέν αρχείο.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την επεξεργασία των δεδομένων στο λογισμικό δύναται να αποθηκευτούν σε οποιοδήποτε σημείο επιθυμεί ο χρήστης και να επεξεργαστούν κατά την βούληση του. Η μεταφορά τους, ωστόσο, γίνεται εφικτή μόνο αν οι χάρτες είναι ενεργοί στην επιφάνεια εργασίας, άρα θα πρέπει να είναι ενεργό είτε το Mapping Window είτε το Visualization Window.

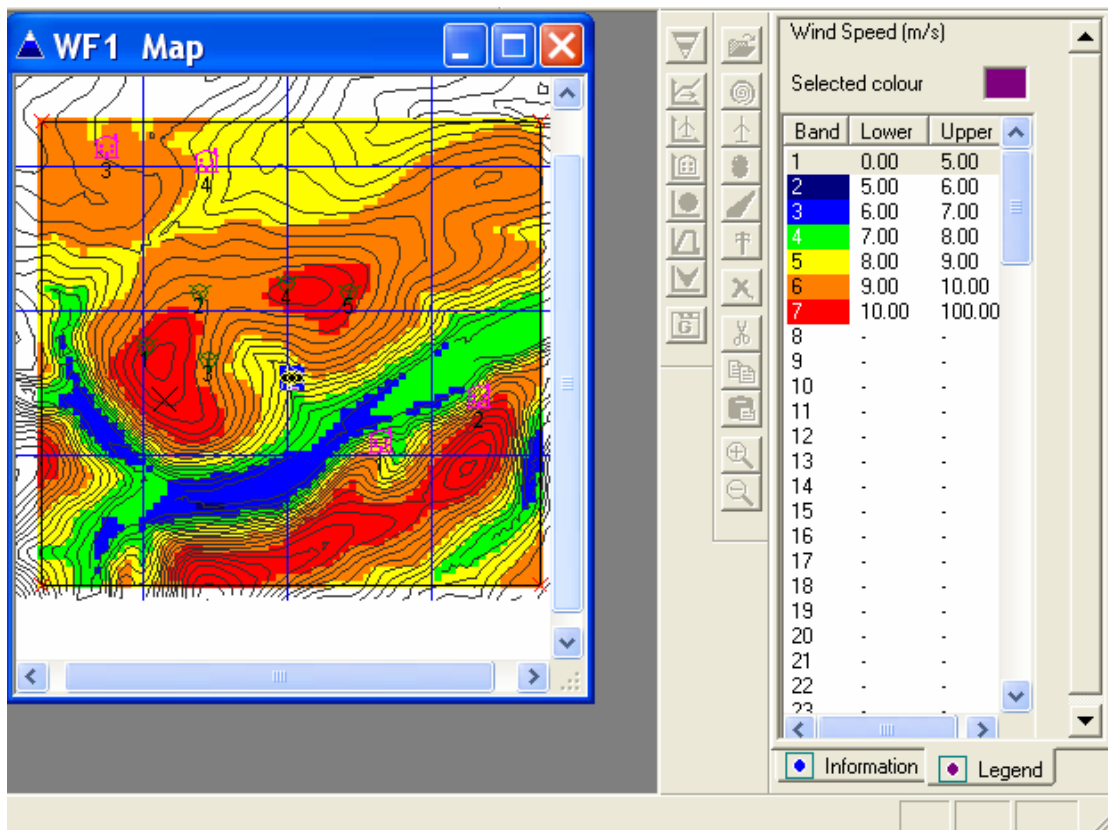


Σχήμα 3.2 : Επιφάνεια Εργασίας , Mapping Window και Display Bar σε εφαρμογή του GH Windfarmer

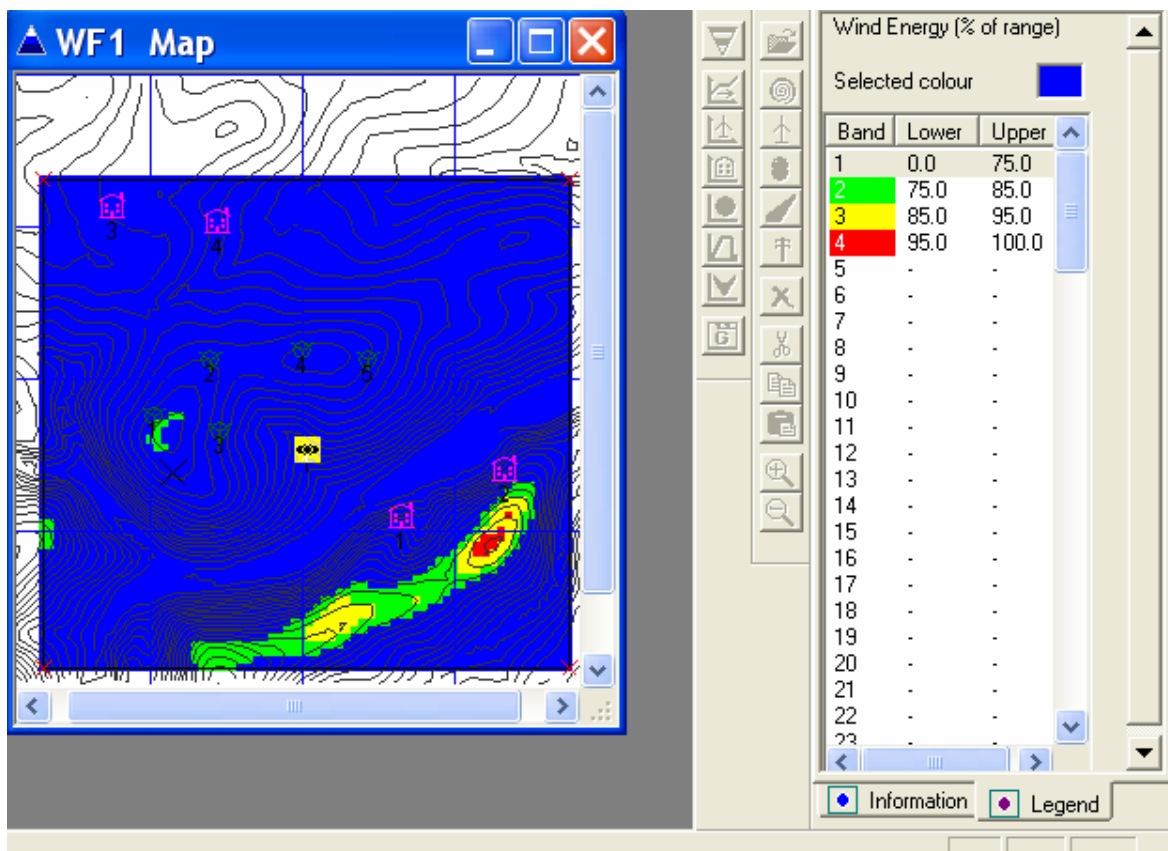
	A	B	C	D	E
1	WindFarmer version	3.3.2.12			
2					
3	February 25, 2008				
4					
5	Energy Capture Summary for all active projects				
6	Ideal energy production	18.72	GWh/yr		
7	Topographic efficiency	100.1	%		
8	Array efficiency	99.5	%		
9	Electrical efficiency	100	%		
10	Availability	100	%		
11	Other Factors	100	%		
12	Estimated annual net energy production	18.65	GWh/yr		
13	Estimated capacity factor	57	%		
14					
15	Project	Project Name			
16	Number of turbines	5			
17					
18	Energy Capture Summary				
19	Site capacity	3.75	MW		
20	Ideal energy production	18.72	GWh/yr		
21	Topographic efficiency	100.1	%		
22	Array efficiency	99.5	%		
23	Electrical efficiency	100	%		
24	Availability	100	%		
25	Other Factors	100	%		
26	Estimated annual net energy production	18.65	GWh/yr		
27	Estimated capacity factor	57	%		

Generate Report Copy Selected Close

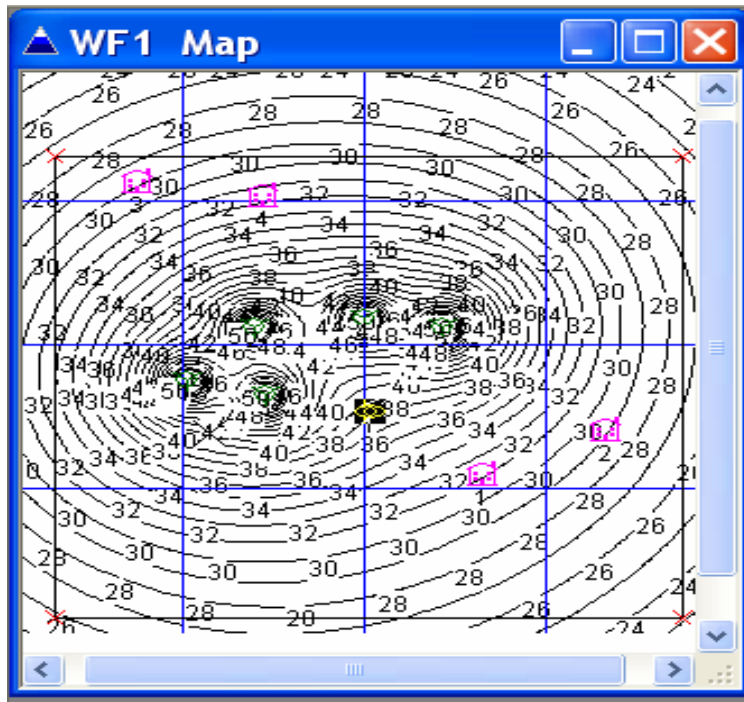
Σχήμα 3.3 : Αναλυτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων σε μια εφαρμογή του GH Windfarmer



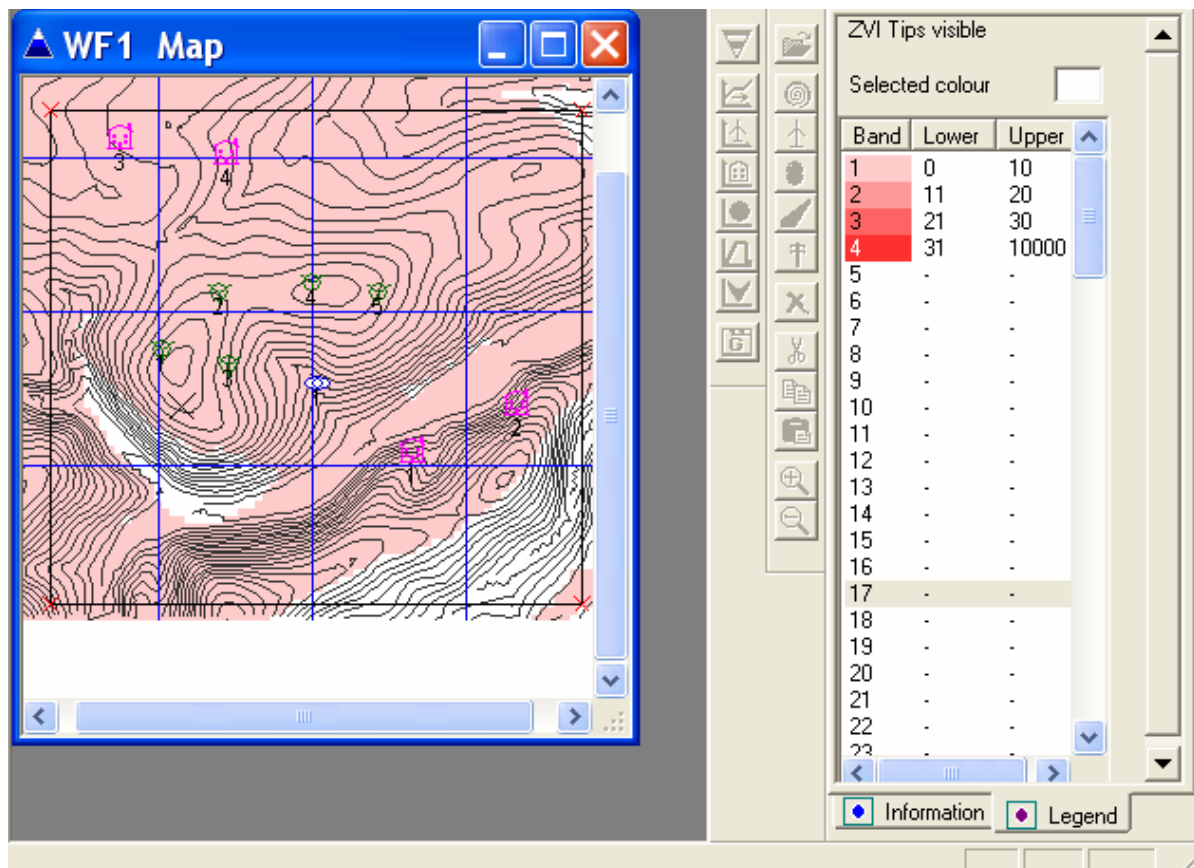
Σχήμα 3.4 :Διάγραμμα Μέσης Ταχύτητας ανέμου σε m/sec σε εφαρμογή κατά την οποία τοποθετούνται πέντε Α/Γ



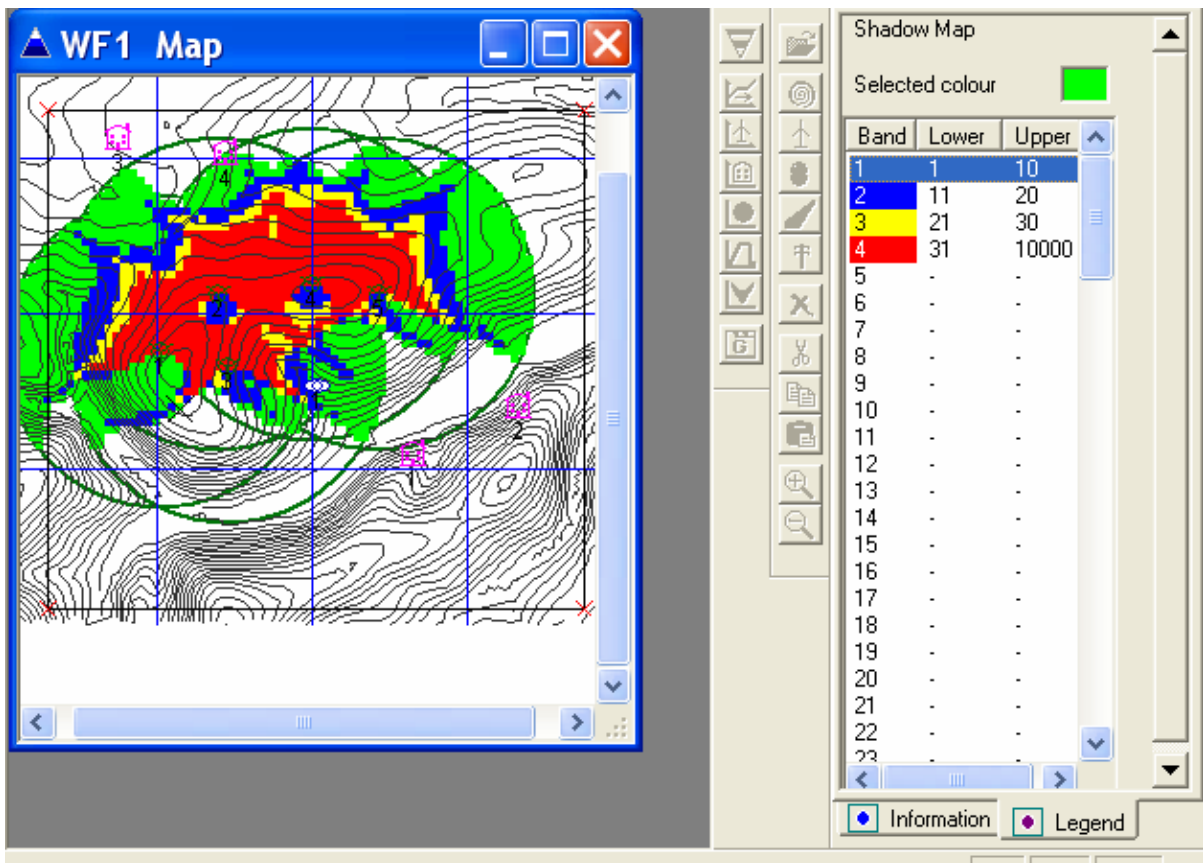
Σχήμα 3.5 :Διάγραμμα Μέσης Πυκνότητας Ενέργειας % σε εφαρμογή κατά την οποία τοποθετούνται πέντε Α/Γ



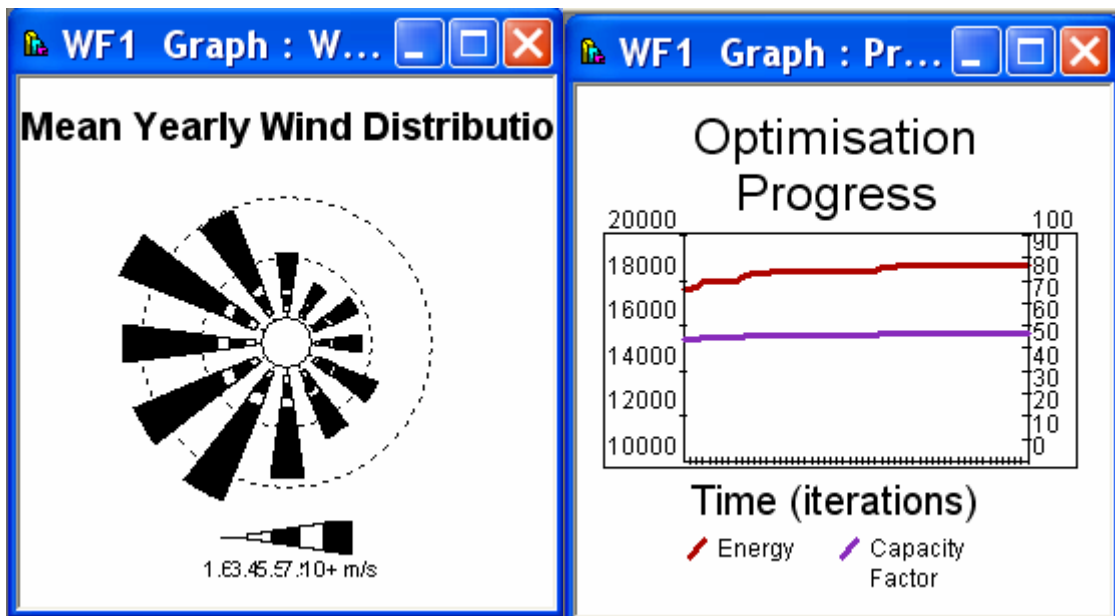
Σχήμα 3.6 : Διαγραμματική απεικόνιση των Επιπέδων Θορύβου σε dB σε εφαρμογή κατά την οποία τοποθετούνται πέντε Α/Γ



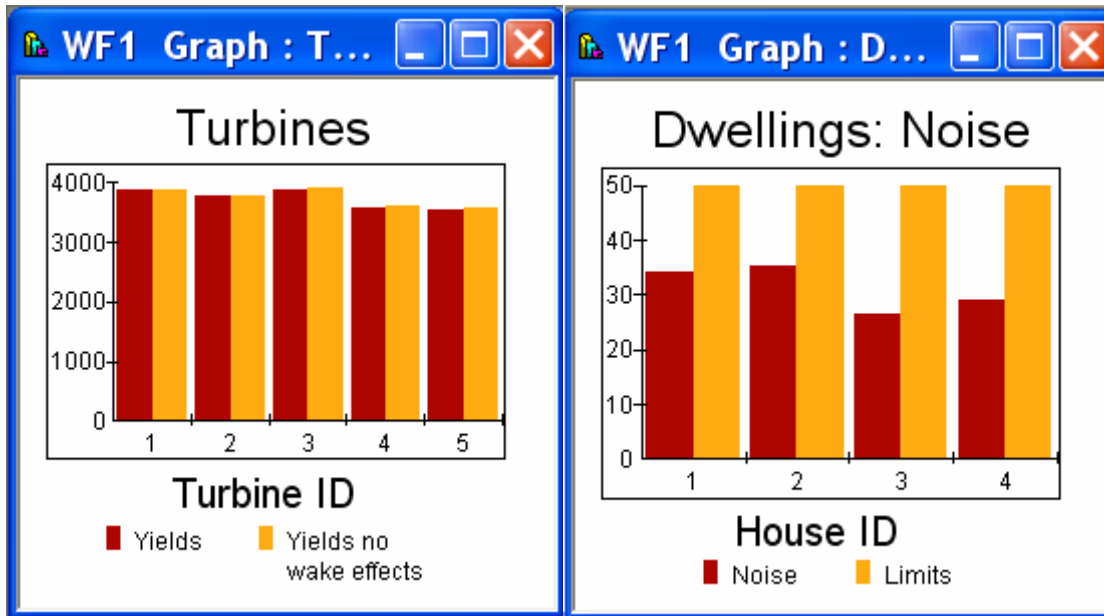
Σχήμα 3.7 : Επίπεδο Οπτικής Όχλησης (ZVI) (ορατές πλήμνες) σε εφαρμογή κατά την οποία τοποθετούνται πέντε Α/Γ



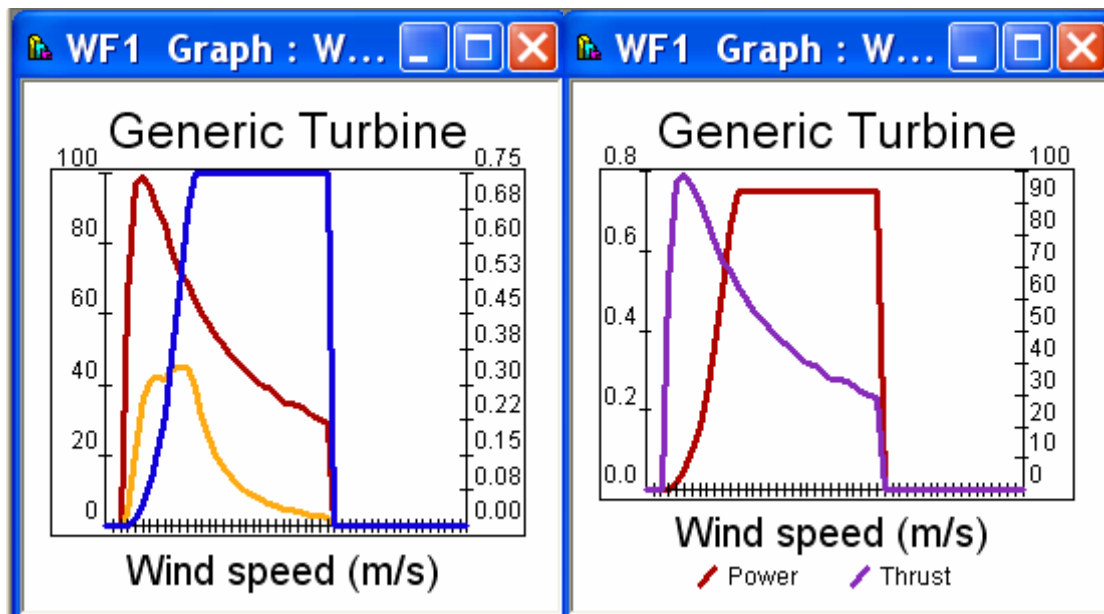
Σχήμα 3.8 : Διάγραμμα Επιπέδου Σκίασης σε (ώρες/έτος) κοντά στην περιοχή εγκατάστασης πέντε Α/Γ



Σχήμα 3.9 : Ροδόγραμμα ανέμου αριστερά και διάγραμμα βελτιστοποίησης ενέργειας και συντελεστή εκμεταλλευσιμότητας δεξιά



Σχήμα 3.10 : Απόδοση Ενέργειας, Απώλεια Στροβιλισμού και επίπεδο τύρβης ανά Α/Γ αριστερά και σύγκριση επιπέδων θορύβου σε κατοικίες με το όριο που έχει τεθεί για την κάθε μια δεξιά



Σχήμα 3.11 : Διαγραμματική απεικόνιση χαρακτηριστικών Α/Γ , δηλαδή καμπύλη ισχύος, καμπύλη οπτικής ισχύος και συντελεστής ισχύος

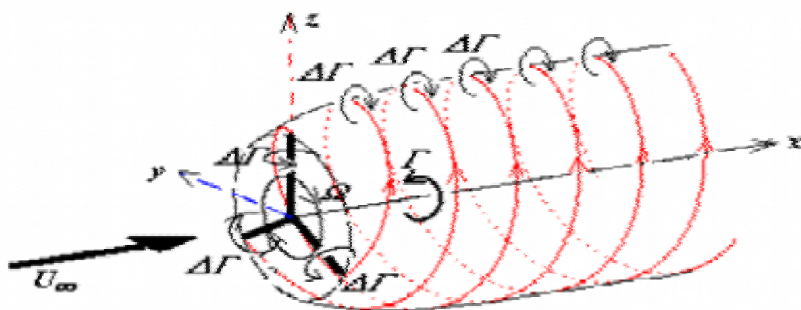
3.3 ΠΕΔΙΟ ΡΟΗΣ ΟΜΟΡΡΟΥ Α/Γ

Εξαιτίας της αλληλεπίδρασης της ροής του ανέμου με τα περιστρεφόμενα πτερύγια της Α/Γ παρατηρείται η ανάπτυξη και εξάπλωση φαινομένων ανάμειξης της τύρβης κατάντι της μηχανής. Οπότε, κατάντι των μηχανών προκαλείται αλλαγή στην αέρια μάζα, που ονομάζεται ομόρρου. Λόγω του ομόρρου, ωστόσο, εμφανίζεται αύξηση της τύρβης από την αλληλεπίδραση των αερίων μαζών με την Α/Γ, καθώς και έλλειμμα ταχύτητας ανέμου σε σύγκριση με την προσπίπτουσα στην μηχανή, σχετιζόμενο άμεσα με την κινητική ενέργεια που απορροφήθηκε.

Η μελέτη του ομόρρου αποτελεί κλασικό πρόβλημα ρευστομηχανικής, αλλά η ακριβής πρόβλεψη των χαρακτηριστικών του ακόμη και στις απλές ροές είναι δύσκολη, λόγω της εξάρτησης του από πολλούς και πολύπλοκους παράγοντες.

Η φύση της ροής του ομόρρου εξαρτάται κυρίως από την ώση, μια δύναμη από το δρομέα στο ρευστό, ενεργούσα στην διεύθυνση της ταχύτητας του αδιατάρακτου ρεύματος, λόγω της εξαγωγής ισχύος από την ροή.

Τα φορτία άνωσης και οπισθέλκουσας αναπτύσσονται πάντα στην επιφάνεια των πτερυγίων, ενώ η προκύπτουσα δύναμη παράγει την ροπή, που προκαλεί τη περιστροφή του ρότορα, ώστε να επιτευχθεί ο τελικός στόχος, που δεν είναι άλλος από την ηλεκτροπαραγωγή. Η παρουσία και η επίδραση στο πεδίο ροής του πύργου στήριξης, εξάλλου, είναι ο λόγος που ο ομόρρους Α/Γ δεν είναι αξονοσυμμετρικός. Άρα, σε αυτή την περίπτωση, μελετάται η επίδραση της τρισδιάστατης τυρβώδους ανάμειξης. Αναφορικά με το έλλειμμα της ταχύτητας σε τρισδιάστατο ομόρρου, η επανάκτηση γίνεται πανομοιότυπα με αυτήν αξονοσυμμετρικού ομόρρου, με διαφορετική όμως ανάπτυξη ορίων του ομόρρου στις δύο γεωμετρίες. Η αξονική δύναμη από την οποία καταπονείται ο ρότορας προκαλεί πτώση πίεσης που καθορίζεται από τον τοπικό συντελεστή ώσης στο αντίστοιχο τμήμα του πτερυγίου, σε ακτινικές θέσεις πάνω στα πτερύγια. Η μέση τιμή της συνιστώσας της αξονικής δύναμης ελαττώνεται εξαιτίας της ώσης. Ο αριθμός των πτερυγίων, όπως είναι προφανές είναι πεπερασμένος, οπότε η ταχύτητα στον ομόρρου θα περιγράφεται σαν μια περιοδική συνάρτηση του χρόνου.



Σχήμα 3.12 : Εξάπλωση ομόρρου κατάντι Α/Γ και συστροφή ΔΓ γύρω από τα πτερύγια της

Η ροπή που καταπονεί τον ρότορα, προκαλεί την δημιουργία περιφερειακής συνιστώσας της ταχύτητας, η οποία οδηγεί σε τοπικά ελικοειδή ροή λόγω συστροφής. Η παραπάνω διαδικασία ισοδυναμεί με την διαδικασία ανάπτυξης συστροφής γύρω από τα πτερύγια και αυτό περιορίζει την τύρβη στις ακμές φυγής. Οι δίνες αυτές σχηματίζουν ελικοειδείς τροχιές, ξετυλιγόμενες αξονοσυμμετρικά σε σύντομο χρονικό διάστημα, έτσι ώστε στα ακροπτερύγια να δημιουργούνται νέες μικρότερες δίνες. Οι διακυμάνσεις της ταχύτητας είναι έντονες και αυτές με την σειρά τους οδηγούν σε έντονα φαινόμενα συνεκτικότητας και ανάμειξης τύρβης.

Τα συνεκτικά φαινόμενα είναι πολύ έντονα στην περιοχή κοντινού ομόρρου, δηλαδή κατάντι της Α/Γ. Ο ομόρρος τείνει καθώς εξαπλώνεται να κινείται ακτινικά προς τα έξω και για μικρές αποστάσεις κατάντι και αξονικά του ομόρρου παρατηρείται σημαντική απόκλιση στην ταχύτητα. Τα δακτυλιοειδή διατμητικά στρώματα που βρίσκονται στα όρια του ομόρρου διογκώνονται τόσο προς τον εσωτερικό πυρήνα του, όσο και προς την περιβάλλουσα ροή, ώστε να δημιουργείται δυναμικός πυρήνας σε σχήμα κώνου. Η περιοχή, λοιπόν, αυτή χαρακτηρίζεται από την ακτινική κατανομή της τύρβης, εμφανίζοντας τις μέγιστες τιμές στην περιφέρεια του ομόρρου. Η καμπυλότητα των γραμμών ροής που δημιουργούνται προκαλούν την εμφάνιση κεντρομόλου δύναμης, η οποία με την σειρά της ευθύνεται για την διατήρηση της διαφοράς πίεσης κατά μήκος του κωνικού σχήματος του ομόρρου.

Η εξέλιξη του κοντινού ομόρρου υπακούει σε ένα συνδυασμό επιδράσεων ατμοσφαιρικής τύρβης, τύρβης λόγω διάτμησης και μηχανικής τύρβης. Σε απόσταση περίπου δύο με πέντε διαμέτρους κατάντι, δηλαδή περίπου στο τέλος του κοντινού ομόρρου τα δακτυλιοειδή διατμητικά στρώματα έχουν πια διεισδύσει πλήρως στην περιοχή του ομόρρου, οπότε σημειώνεται η έναρξη του πλήρους ανεπτυγμένου ομόρρου. Θα πρέπει να τονιστεί ότι, δεν έχει ληφθεί υπόψη η επίδραση του εδάφους, άρα αυτό συνεπάγεται ότι η κατανομή του ελλείμματος της ταχύτητας θα εμφανίσει γεωμετρική ομοιότητα με την αξονική τιμή, που εξαρτάται μόνο από τον συντελεστή ώσης. Εφόσον, η επίδραση των κλίσεων πίεσης έχει περιοριστεί στο ελάχιστο δυνατό, η ανάπτυξη του ομόρρου επηρεάζεται μόνο από την ατμοσφαιρική τύρβη και την τύρβη λόγω διάτμησης. Κατάντι, παρατηρείται επιπλέον, μείωση στις κλίσεις της ακτινικής ταχύτητας, άρα η εξάπλωση του ομόρρου εξαρτάται από την μέση τιμή της τύρβης αποκλειστικά. Όταν η τιμή της πίεσης στον ομόρρο εξισωθεί με την μέση τιμή της, τότε οι συνθήκες είναι πλήρως ανεπτυγμένες. Σε κάθε επόμενο βήμα, η εξάλειψη του ομόρρου αποτελεί ένα πρόβλημα διάχυσης.

Όσο αναφορά το προφίλ της ταχύτητας του ομόρρου, είτε στον μακρινό είτε στον πλήρως ανεπτυγμένο, εκφράζεται από την καμπύλη ώσης της μηχανής, αλλά και την ολική κινητική ενέργεια της τύρβης, που προκαλείται από την περιστροφή του ρότορα. Σε μεγαλύτερες αποστάσεις κατάντι, δηλαδή απόσταση είκοσι με τριάντα διαμέτρους, η κατανομή και η παρουσία του ομόρρου επηρεάζεται από τις ατμοσφαιρικές συνθήκες και την μορφολογία του εδάφους.

Η προσομοίωση του παραγόμενου ομόρρου γίνεται εφικτή με την βοήθεια μοντέλων παραμετροποίησης. Τα μοντέλα αυτά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες και αναλύονται ακολούθως.

1. Απλοποιημένα κινηματικά μοντέλα

Από την αρχή διατήρησης της ορμής ο Abramovich,δημιούργησε μια θεωρία τυρβώδους ροής,στην οποία στηρίζεται το απλοποιημένο κινηματικό μοντέλο.Η ατμοσφαιρική τύρβη και το αρχικό έλλειμμα ταχύτητας μετά τον ρότορα είναι παράγοντες που επηρεάζουν τόσο την γεωμετρία του ομόρρου όσο και τις κατανομές ταχυτήτων.Τα μοντέλα αυτής της κατηγορίας υποθέτουν ομοιότητα στην κατανομή ταχύτητας εντός του ομόρρου με χρησιμοποιούμενα προφίλ από πειραματικά αποτελέσματα.

Η υπολογιστική ισχύς και μνήμη που απαιτείται είναι χαμηλή,ενώ η εφαρμογή τους σε μελέτες αιολικών πάρκων είναι αρκετά εύκολη.Στα απλοποιημένα κινηματικά μοντέλα γίνεται η υπόθεση όμως ότι ο ομόρρους είναι αξονοσυμμετρικός και ότι το οριακό στρώμα του εδάφους και η ανομοιομορφία επιφανειών αδιατάρακτης ροής θεωρούνται αμελητέες.Η τιμή της τύρβης δεν υπολογίζεται,ενώ τα προβλεπόμενα χαρακτηριστικά αναφέρονται σε ολόκληρη την περιοχή του ομόρρου.

2. Εξισώσεις Navier- Stokes για ροή σε επίπεδη επιφάνεια

Με αυτό το μοντέλο εφαρμόζονται οι εξισώσεις συνέχειας και ορμής Navier- Stokes . Η μέθοδος προσφέρει ακριβή περιγραφή του ομόρρου,ικανοποιητική πρόβλεψη των κατανομών ταχύτητας και δυνατότητα υπολογισμού της τιμής της τύρβης.Παρόλα αυτά,εξαιτίας της πολυπλοκότητας των εξισώσεων,η επίλυση τους απαιτεί μεγάλη υπολογιστική ισχύ και χρόνο, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ρότορα,ενώ για να ξεκινήσουν οι υπολογισμοί απαιτείται ο ορισμός οριακών συνθηκών εισόδου.Σε αυτές συμπεριλαμβάνονται η αδιατάραχτη ταχύτητα ανέμου κατάντι,η κατανομή της δύναμης στην επιφάνεια του πτερυγίου,το προφίλ της ταχύτητας και η κατανομή δίνης αμέσως μετά τον ρότορα.

3. Μοντέλα τύρβης

Με τα μοντέλα τύρβης επιλύονται εξισώσεις μεταφοράς δινών σε τρεις διαστάσεις. Αντίστοιχα μοντέλα θεωρούν το ρευστό ως μη συνεκτικό και δεν βασίζονται σε δημιουργία πλέγματος.Για τον πλήρη προσδιορισμό των χαρακτηριστικών της ροής του ρευστού είναι αναγκαία η γνώση της ταχύτητας περιστροφής του ρότορα,καθώς και της ταχύτητας ανάντι.Με τα παραπάνω δεδομένα υπολογίζονται τα προφίλ δύναμης και ταχύτητας από λεπτομερή γεωμετρικά δεδομένα εισόδου.Τα μοντέλα τύρβης δεν περιορίζουν τα τυρβώδη χαρακτηριστικά του ομόρρου,αλλά και η απαιτούμενη υπολογιστική ισχύς είναι απαγορευτική για εμπορικού υπολογισμούς αιολικού πάρκου.Πλεονεκτήματα,όμως της μεθόδου είναι η δυνατότητα υπολογισμού των δυνάμεων που αναπτύσσονται στα πτερύγια,οι ασταθείς κλίσεις πίεσης και τα πεδία ταχυτήτων σε ικανοποιητικό βαθμό.

Μελετώντας συστηματικά κάθε Α/Γ ξεχωριστά, ώστε να είναι εφικτή η μεγιστοποίηση της αξονικής συνιστώσας της ταχύτητας κατάντι, το Windfarmer, μπορεί να καθορίσει την επίδραση του ομόρρου. Έτσι, η πρώτη Α/Γ τότε δεν συμμετέχει στους υπολογισμούς του ομόρρου.

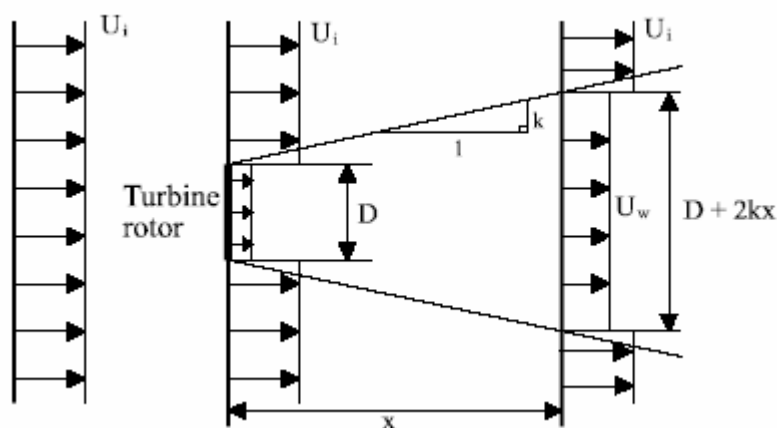
Το Windfarmer, αρχικά, υπολογίζει την ταχύτητα και τον συντελεστή ώσης που βλέπει η πρώτη μηχανή και μετά μοντελοποιείται ο ομόρρος της με συγκεκριμένη διαδικασία, ώστε οι παράγοντες που περιγράφουν τον ομόρρο να μπορούν να αποθηκευτούν. Στην συνέχεια εξετάζεται πως επηρεάζει ο υπολογισθείς ομόρρος της πρώτης Α/Γ τις υπόλοιπες μηχανές. Στην περίπτωση που κατάντι Α/Γ βρίσκονται εντός του ομόρρου, τότε αυτόματα καθορίζεται η ταχύτητα και η τιμή της τύρβης σ' αυτή.

Στα υπολογιστικά μοντέλα η μελέτη της επίδρασης του ομόρρου ξεκινά από απόσταση δύο διαμέτρων, λόγω της πολυπλοκότητας που αυτός εμφανίζει μετά τον ρότορα. Άλλωστε, έχει παρατηρηθεί ότι σε αυτή την απόσταση οι κλίσεις πίεσης δεν αποτελούν κυρίαρχο στοιχείο στην ροή του ανέμου.

Αν ο ίδιος ο χρήστης επιλέξει να τοποθετήσει δύο ή περισσότερες Α/Γ σε απόσταση μικρότερη των δύο διαμέτρων, τότε το λογισμικό θα μεταφέρει τις μηχανές την ελάχιστη δυνατή αξονική απόσταση. Η προσομοίωση του ομόρρου προσδιορίζεται με την χρήση των τριών μοντέλων που περιγράφονται παρακάτω.

- Απλοποιημένο μοντέλο Park

Δισδιάστατο μοντέλο πρόβλεψης του αρχικού προφίλ ταχύτητας που βασίζεται στο θεώρημα της διατήρησης της ορμής. Στο απλοποιημένο μοντέλο Park, όμως, θεωρείται ότι η ταχύτητα ανάντι της Α/Γ εμφανίζει ορθογωνικό προφίλ και ο ομόρρος κατάντι του ρότορα εξαπλώνεται γραμμικά (σχήμα 3.13).



Σχήμα 3.13: Πρότυπο ομόρρου Α/Γ στο απλοποιημένο μοντέλο Park [GH Windfarmer «Theory Manual», 2007]

Η ταχύτητα του ανέμου κατάντι δίνεται από την σχέση,

$$U_w = U_i \cdot \left[1 - \left(1 - (1 - c_T)^{\frac{1}{2}} \right) \cdot \left(\frac{D}{D} + 2 \cdot k \cdot x \right)^2 \right]$$

όπου,

D , η διάμετρος του ρότορα

U_i , ταχύτητα του ανέμου ανάντι της μηχανής

c_T , ο συντελεστής ώσης της Α/Γ

k , η σταθερά του ομόρρου που ορίζεται από τον τύπο, $k = \frac{A}{\ln\left(\frac{h}{z_o}\right)}$

A , σταθερά που είναι ίση με 0,5

h , το ύψος της πλήμνης

z_o , η τραχύτητα του εδάφους

Η τιμή k , παραδεχόμαστε ότι παραμένει σταθερή για όλες τις διευθύνσεις του ανέμου. Η παραπάνω παραδοχή, προκύπτει από την θεώρηση ότι η τραχύτητα του εδάφους είναι ίδια στην περιοχή ενδιαφέροντος και στις γειτνιαζουσες περιοχές.

Σε κάθε Α/Γ κατάντι της υπό μελέτη Α/Γ, το πρόγραμμα μπορεί να εντοπίσει την αξονική απόσταση, με την παραδοχή ότι πρόκειται για αξονοσυμμετρικό ομόρρου. Για την θέση αυτή στην συνέχεια υπολογίζεται το πάχος του ομόρρου και η τιμή της ταχύτητας του ανέμου. Είναι πιθανό οι επηρεαζόμενες από τον ομόρρου Α/Γ να μην βρίσκονται ολόκληρες εντός αυτού, άρα θα πρέπει να προσδιοριστεί το ποσοστό της Α/Γ που είναι εντός του ομόρρου. Όταν ο ρότορας Α/Γ βρίσκεται εντός του ομόρρου εξ' ολοκλήρου, τότε η ταχύτητα που βλέπει η μηχανή είναι η U_w , δηλαδή η ταχύτητα του ανέμου κατάντι. Αν κάποιο τμήμα του ρότορα είναι εκτός τότε η ταχύτητα ισούται με το άθροισμα της U_w με την U_i πολλαπλασιασμένο με το αντίστοιχο ποσοστό του ρότορα που βρίσκεται εκτός και εντός ομόρρου αντίστοιχα.

Όταν η υπό εξέταση Α/Γ βρίσκεται εντός του ομόρρου γειτονικής Α/Γ, τότε το αρχικό έλλειμμα της ταχύτητας διορθώνεται από την ταχύτητα της αδιατάραχτης ροής και από την πραγματική ταχύτητα που βλέπει ο ρότορας της πρώτης. Με σκοπό την διασφάλιση ότι σε μεγάλες αποστάσεις κατάντι, η ταχύτητα του ανέμου θα επανέλθει στην τιμή U_i και όχι στην U_w , κρίνεται αναγκαία η διόρθωση που αναφέρθηκε παραπάνω.

Στην κεντρική γραμμή U_{w_i} , η αρχική ταχύτητα διορθώνεται σύμφωνα με την σχέση που ακολουθεί.

$$U_w = \left(\frac{U_i}{U_o} \right) \cdot U_{w_i}$$

Όπου,

U_i , η μέση ταχύτητα εισόδου

U_o , η ταχύτητα αδιατάραχτης ροής

Ο συνυπολογισμός του ομόρρου των δύο Α/Γ σε τρίτη, καθίσταται εφικτός με την πρόσθεση του ελλείμματος κινητικής ενέργειας από την κάθε μια. Έτσι, προκύπτει ο μέσος όρος στην περιοχή του ρότορα της τρίτης.

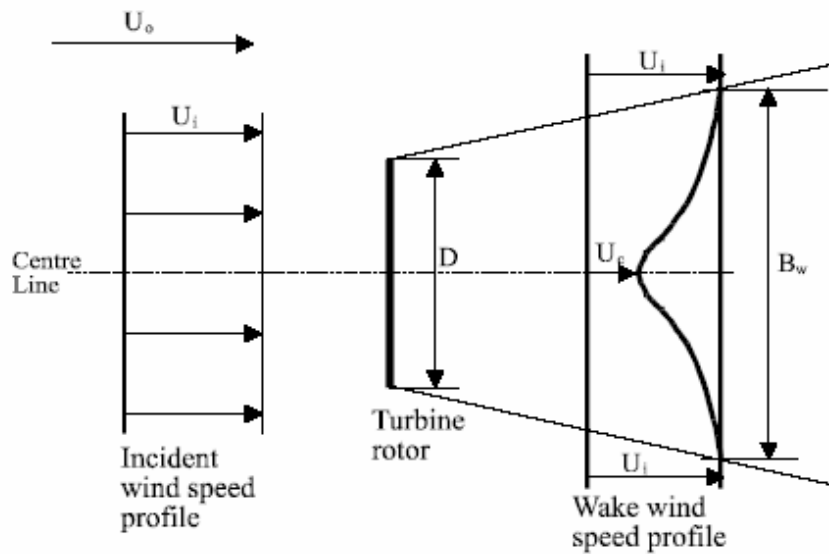
- Βελτιωμένο μοντέλο Park

Το βελτιωμένο μοντέλο Park προκύπτει από την πρόσθεση κάποιων επιπλέον διορθώσεων στο απλοποιημένο.

Έτσι, αν μια Α/Γ βρίσκεται εντός του ομόρρου δύο ή περισσότερων Α/Γ, τότε η συνολική επίδραση του ομόρρου θεωρείται ίση με το μεγαλύτερο έλλειμμα ταχύτητας. Άρα, με αυτό τον τρόπο αμελούνται οι πολύ μικρές τιμές απώλειας της ταχύτητας. Η μέθοδος προέκυψε μετά από εκτεταμένους υπολογισμούς και πειραματικές μετρήσεις σε μεγάλο αριθμό αερολογικών πάρκων.

- Μοντέλο δινών συνεκτικότητας

Η επίλυση εξίσωσης λεπτού οριακού στρώματος σε αξονοσυμμετρικό σύστημα συντεταγμένων των εξισώσεων Navier- Stokes, προσφέρει ένα λεπτομερή υπολογισμό του ελλείμματος ταχύτητας, στον οποίο βασίζεται το μοντέλο προσομοίωσης ομόρρου με δίνες συνεκτικότητας. Η εξίσωση διατήρησης μάζας και ορμής χρησιμοποιείται αυτόματα σε κάθε ομόρρου, ενώ κατάντι κάθε τμήματος του ομόρρου συσχετίζονται οι διατμητικές φορτίσεις με τις κλίσεις του ελλείμματος ταχύτητας που προκύπτουν από την εφαρμογή κατανομής δινών (σχήμα 3.14).



Σχήμα 3.14 : Πρότυπο ομόρρου στο μοντέλο δινών συνεκτικότητας [GH Windfarmer «Theory Manual»,2007]

Οι εξισώσεις Navier- Stokes, χωρίς όρους συνεκτικότητας είναι της μορφής,

$$U \cdot \frac{\partial U}{\partial x} + V \cdot \frac{\partial U}{\partial r} = - \left(\frac{1}{r} \right) \cdot \frac{\partial (r \cdot u \cdot v)}{\partial r}$$

Η μέθοδος του μοντέλου αυτού βασίζεται στην περιγραφή διατμητικών τάσεων με μια κατανομή δινών περιγραφόμενη από τις εξισώσεις,

$$\varepsilon(x) = L_m(x) \cdot U_m(x)$$

$$- u \cdot v = \varepsilon \cdot \frac{\partial U}{\partial r}$$

Όπου ,

L_m , η κλίμακα μήκους, συναρτήσσει της κατάντι απόστασης χ και ανεξάρτητη του r

U_m , η κλίμακα ταχύτητας της τύρβης, συναρτήσσει της κατάντι απόστασης χ και ανεξάρτητη του r .

Η κλίμακα του μήκους χρησιμοποιείται σε αντιστοιχεία με το πλάτος του ομόρρου B_W , ενώ η κλίμακα ταχύτητας με την διαφορά $U_i - U_c$ κατά μήκος του οριακού στρώματος που εξετάζεται.

Η αρχική διαφορική εξίσωση γίνεται, λοιπόν, με τις παραπάνω σχέσεις,

$$U \cdot \frac{\partial U}{\partial x} + V \cdot \frac{\partial U}{\partial r} = \left(\frac{\varepsilon}{r} \right) \cdot \frac{\partial U}{\partial r}$$

Η μέση ροή ανέμου στο πάρκο προβλέπεται ότι θα είναι τυρβώδης. Οι δίνες εντός του ομόρρου δεν περιγράφονται από τον όρο διάτμησης εξ' ολοκλήρου, γι' αυτό και ένας μέσος όρος είναι αναγκαίος στους υπολογισμούς. Συνολικά, λοιπόν, η δίνη δίνεται από την σχέση,

$$\varepsilon = F \cdot K_1 \cdot B_W \cdot (U_i - U_c) + \varepsilon_{amb}$$

Όπου,

U_c , η ταχύτητα στην κεντρική γραμμή του πυρήνα

F , παράγοντας που αναφέρεται στον κοντινό ομόρρο

K_1 , μια αδιάστατη παράμετρος, με αρχική τιμή ίση με 0,015 και αναφερόμενη σε ολόκληρο το πεδίο ροής

ε_{amb} , η μέση τιμή της τύρβης

Η μέση τιμή της τύρβης υπολογίζεται κατά την εξίσωση Ainslie, που αναφέρεται παρακάτω.

$$\varepsilon_{amb} = F \cdot K_k^2 \cdot \frac{I_{amb}}{100}$$

Όπου, $K_k = 0,4$, η σταθερά Von Karman.

Από την εμπειρική σχέση Ainslie, το έλλειμμα ταχύτητας στην κεντρική γραμμή D_{mi} , δίνεται σε απόσταση δύο διαμέτρων κατάντι, όπου θεωρείται η αρχή της μοντελοποίησης.

Μάλιστα, ισχύει ο τύπος, στην κεντρική γραμμή,

$$D_{mi} = 1 - \frac{U_c}{U_i} = c_T - 0,05 - \left[(16 \cdot c_T - 0,5) \cdot \frac{I_{amb}}{1000} \right]$$

Σε αυτό το μοντέλο γίνεται η παραδοχή ότι το προφίλ της ταχύτητας ανέμου περιγράφεται κατά Gauss.

Από την αρχή της διατήρησης της ορμής προκύπτει η σχέση που υπολογίζει το πλάτος του ομόρρου. Δηλαδή είναι,

$$B_w = \left[\frac{3,56 \cdot c_T}{8 \cdot D_m \cdot (1 - 0,5 \cdot D_m)} \right]^{1/2}$$

Το πλάτος B_w του ομόρρου εξ' ορισμού ορίζεται 1,89 φορές του μισού του πλάτους του προφίλ της ταχύτητας κατά Gauss.

Αν η A/G που εξετάζεται βρίσκεται εντός του ομόρρου άλλης το αρχικό έλλειμμα ταχύτητας διορθώνεται από την ταχύτητα της αδιατάραχτης ροής. Η πραγματική ταχύτητα που βλέπει ο ρότορας είναι,

$$D_m = \left(1 - \frac{U_i}{U_o} \right) + \left(\frac{U_i}{U_o} \right) \cdot D_{mi}$$

Σύμφωνα με την μέθοδο Crank Nicholson, η τιμή της ταχύτητας στην κεντρική στο επόμενο σημείο κατάντι, προκύπτει από την λύση τριδιαγώνιου πίνακα στον πρώτο κόμβο του πλέγματος του ομόρρου. Η διαδικασία προφανώς επαναλαμβάνεται για κάθε κόμβο του πλέγματος.

Το Windfarmer, αποθηκεύει την ταχύτητα στην κεντρική γραμμή και το πλάτος του ομόρρου για κάθε αξονική γραμμή σημείων για μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα στους υπολογισμούς. Τονίζεται, εδώ ότι από όλα αυτά τα υπολογισθέντα αποτελέσματα μόνο τα δύο παραπάνω δεδομένα αποθηκεύονται από το λογισμικό. Αν υπολογιστεί, η ταχύτητα στην κεντρική γραμμή του ομόρρου και το πλάτος του για όλα τα κατάντι σημεία, τότε το μοντέλο καθορίζει την συνολική επίδραση του ομόρρου στις κατάντι A/G .

Επιβάλλεται προφανώς να υπολογιστεί η ταχύτητα που βλέπει η κάθε A/G , που λειτουργεί μέσα στον ομόρρου. Με την παραδοχή ότι η ταχύτητα ακολουθεί το προφίλ Gauss, που στηρίζεται στην τιμή της ταχύτητας στην κεντρική γραμμή σε ορισμένη κατάντι απόσταση, προκύπτει το προφίλ ταχύτητας κατά μήκος της A/G .

Αν τμήμα του ρότορα βρίσκεται εκτός εμβέλειας ομόρρου η ταχύτητα που βλέπει το τμήμα είναι ίδια με την ταχύτητα που βλέπει η A/G που δημιούργησε τον ομόρρου. Τέλος, αν προσδιοριστεί η μέση τιμή της ταχύτητας του ρότορα στο ύψος της πλήμνης θεωρείται πλήρης ο υπολογισμός του προφίλ ταχύτητας στον ρότορα της A/G . Μάλιστα, η αντιπροσωπευτική τιμή της ταχύτητας που βλέπουν όλα τα σημεία του δίσκου του ρότορα, είναι η μέση τιμή της ταχύτητας του ρότορα.

Η μέση τιμή της τύρβης, όπως υπολογίζεται από τις εξισώσεις, που προαναφέρθηκαν αποτελεί την βάση του υπολογιστικού μοντέλου με δίνες συνεκτικότητα. Όταν η Α/Γ βλέπει την αδιατάραχτη ροή του ανέμου, το μοντέλο θεωρεί σαν τιμή εισόδου το μέσο επίπεδο της τύρβης. Ωστόσο ο ακριβής καθορισμός του αυξημένου επιπέδου τύρβης, λόγω της λειτουργίας Α/Γ ανάντι, επιβάλλεται να υπολογιστεί κατά την λειτουργία του αιολικού πάρκου. Ο υπολογισμός επιτυγχάνεται με την βοήθεια εμπειρικής μεθόδου των Quarton και Ainslie.

Σύμφωνα με αυτή την εμπειρική μέθοδο, ορίζεται ότι η επαυξημένη τύρβη στον ομόρροο αποτελεί συνάρτηση της μέσης τύρβης, του συντελεστή ώσης της μηχανής, της κατάντι απόστασης από τον ρότορα και του μήκους του κοντινού ομόρροου.

$$\text{Ισχύει, λοιπόν, η εξίσωση, } I_{add} = 4,8 \cdot c_T^{0,7} \cdot I_{amb}^{0,68} \cdot \left(\frac{x}{x_n} \right)^{-0,57} .$$

Όπου, x_n , το υπολογιζόμενο μήκος του κοντινού ομόρροου

I_{amb} , το μέσο επίπεδο τύρβης

Ύστερα από διορθώσεις στην εμπειρική μέθοδο, με σκοπό την βελτίωση της ποιότητας των αποτελεσμάτων, προκύπτει $I_{add} = 5,7 \cdot c_T^{0,7} \cdot I_{amb}^{0,68} \cdot \left(\frac{x}{x_n} \right)^{-0,96}$.

Το Windfarmer προσφέρει την δυνατότητα υπολογισμού κατ' εκτίμηση του μέσου επιπέδου τύρβης από τον τύπο, που αναφέρεται παρακάτω.

$$I_{amb} = \frac{1}{\ln\left(\frac{h}{z_o}\right)}$$

Παρόλα αυτά πιο αξιόπιστα αποτελέσματα προκύπτουν από την εισαγωγή της τιμής από πειραματικές μετρήσεις, αν αυτό είναι εφικτό. Το μοντέλο ροής καθορίζει την επιτάχυνση που σημειώνει η ροή του ανέμου και ο ομόρροος γύρω από μια Α/Γ, καθώς περνά πάνω από το έδαφος. Η τιμή της επιτάχυνσης αυτής είναι σημαντικό να καθοριστεί γιατί επηρεάζει τις μέσες τιμές της ταχύτητας και της τύρβης. Το μοντέλο υπολογισμού του λογισμικού θεωρεί την τυπική απόκλιση σταθερή, καθώς η μέση τιμή της ταχύτητας πάνω από το έδαφος μεταβάλλεται. Έτσι, προκύπτουν διάφορες τιμές του επιπέδου τύρβης πάνω από δεδομένη περιοχή.

3.4 ΜΟΝΤΕΛΑ ΘΟΡΥΒΟΥ

Είναι επιτακτική η ανάγκη καθορισμού του παραγόμενου κατά την λειτουργία των Α/Γ θορύβου, αλλά και της κατανομής αυτού στις περιοχές που γειτνιάζουν με το αιολικό πάρκο. Το Windfarmer προσφέρει στον χρήστη την δυνατότητα υπολογισμού των παραπάνω τιμών με την βοήθεια τριών μοντέλων, που στηρίζονται στις διεθνείς προδιαγραφές ISO9613-2. Τα τρία μοντέλα περιγράφονται αναλυτικά παρακάτω.

3.4.1 ΑΠΛΟΠΟΙΗΜΕΝΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ΘΟΡΥΒΟΥ

Το μοντέλο υπολογίζει την εξασθένιση του θορύβου σε μια αντιπροσωπευτική συχνότητα, όταν οι επιφάνειες είναι εξαιρετικά τραχείες. Το λογισμικό προσδιορίζει το επίπεδο πίεσης του ήχου ως προς την οκτάβα A, από την σχέση που ακολουθεί, με ορισμένη συχνότητα αναφοράς τα 500 Hz. Είναι, λοιπόν, $L_{ft} = L_w + D_c - A$.

Όπου,

L_w , η ένταση του ήχου σε dB(A), από κάθε Α/Γ, αν θεωρηθεί ως σημειακή πηγή

D_c , διόρθωση, λόγω της διεύθυνσης του ήχου, και στην περίπτωση που η Α/Γ εκπέμπει θόρυβο σε μια μόνο κατεύθυνση, τότε είναι $D_c = 0$.

A , η εξασθένιση του ήχου κατά την διάδοση από την σημειακή πηγή στον δέκτη.

Η εξασθένιση A, δίνεται από την ακόλουθη σχέση.

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} + A_{met}$$

Όπου,

A_{div} , η εξασθένιση, λόγω γεωμετρικής απόκλισης

A_{atm} , η εξασθένιση, λόγω ατμοσφαιρικής απορρόφησης

A_{gr} , η εξασθένιση, λόγω της επίδρασης του εδάφους

A_{bar} , η εξασθένιση, λόγω παρουσίας εμποδίων

A_{misc} , η εξασθένιση, λόγω παρουσίας φυλλωμάτων και κτιρίων

A_{met} , η εξασθένιση, λόγω μετεωρολογικών συνθηκών

Όσο αναφορά την γεωμετρική απόκλιση A_{div} , αποτελεί τις απώλειες κατά την σφαιρική εξάπλωση του ήχου από σημειακή πηγή σε συνδυασμό με το τραχύ έδαφος.

Το λογισμικό υπολογίζει τις απώλειες αυτού του τύπου, από την σχέση,

$$A_{div} = [20 \log d + 11] \text{ σε dB(A)}.$$

Όπου, d , η απόσταση σημειακής πηγής και δέκτη.

Ακόμα, ισχύει, η σχέση για τον υπολογισμό της εξασθένησης λόγω ατμοσφαιρική απορρόφησης, $A_{atm} = \frac{a \cdot d}{1000}$ σε dB(A).

Όπου, a συντελεστής εξασθένησης, λόγω της ατμόσφαιρας σε (dB/km) για κάθε οκτάβα και d η απόσταση σημειακής πηγής και δέκτη.

Αν στο αιολικό πάρκο έχουν εγκατασταθεί διαφορετικές Α/Γ, υπολογίζεται το επίπεδο θορύβου της κάθε μιας ξεχωριστά και η συνολική ένταση του θορύβου δίνεται από τον τύπο, που αναφέρεται παρακάτω .

$$L_{total} = 10 \cdot \log \left[10^{L_{f1}/10} + 10^{L_{f2}/10} + \dots + 10^{L_{fn}/10} \right] = 10 \cdot \log \sum_{j=1}^{j=n} 10^{L_{fj}/10}$$

3.4.2 ΣΥΝΘΕΤΟ-ΓΕΝΙΚΕΥΜΕΝΟ

Με το σύνθετο-γενικευμένο μοντέλο, το πρόγραμμα παρέχει δυνατότητα υπολογισμού της εξασθένησης του θορύβου σε διάφορες οκτάβες ήχου, συνεκτιμώντας τόσο την επίδραση του εδάφους, όσο και την επίδραση των μετεωρολογικών συνθηκών.

Η εξασθένηση του ήχου ορίζεται από το μοντέλο σαν συνάρτηση της κατανομής συχνότητας του, οπότε ο εκπεμπόμενος θόρυβος της κάθε Α/Γ καθορίζεται βάσει των οκτώ οκτάβων του ήχου, από την ακόλουθη σχέση.

$$L_{total} = 10 \cdot \log \left[\sum_{j=1}^{j=n} \left(\sum_{k=1}^{k=8} 10^{0,1(L_{fi}(i,j))} \right) \right]$$

Όπου,

n , ο αριθμός των πηγών

j , οι 8 οκτάβες συχνοτήτων , που κυμαίνονται μεταξύ 53 Hz-8kHz

L_{fi} , το όριο έντασης του θορύβου της κάθε οκτάβας

Η εξασθένηση του θορύβου, λόγω της ατμόσφαιρας υπολογίζεται από την ίδια σχέση που ισχύει και στο προαναφερθέν απλοποιημένο μοντέλο.

Η επίδραση του εδάφους προσδιορίζεται από τον τύπο, $A_{gr} = \frac{2 \cdot h_m}{d \cdot \left(17 + \left(\frac{300}{d}\right)\right)}$.

Διόρθωση λόγω της αλληλεπίδρασης του ήχου με το έδαφος πολύ κοντά στην πηγή, προκύπτει από τον τύπο.

$$D_{\Omega} = 10 \cdot \log \left(\frac{1 + (d_p^2 + (h_s - h_r)^2)}{d_p^2 + (h_s + h_r)^2} \right)$$

Όπου,

h_m , το μέσο ύψος της διόδου διάδοσης του ήχου πάνω από το έδαφος

d , η απόσταση δέκτη και A/Γ

h_s , το ύψος της πλήμνης A/Γ

h_r , το ύψος του δέκτη από το έδαφος

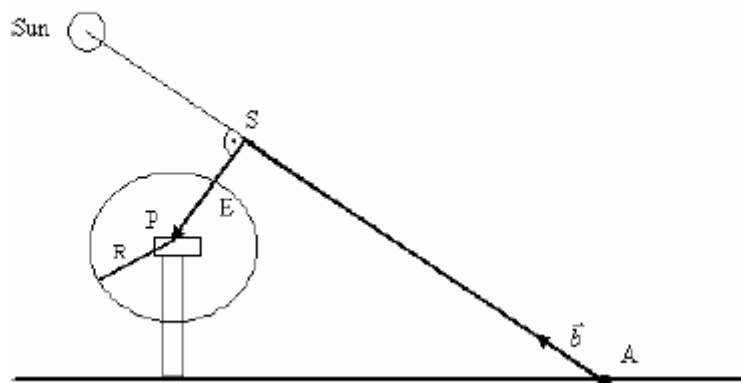
d_p , η απόσταση της βάσης του δέκτη από την βάση της A/Γ

3.4.3 ΣΥΝΘΕΤΟ-ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΟ

Το σύνθετο-εναλλακτικό μοντέλο παρουσιάζει μόνο μια παραλλαγή σε σχέση με το προηγούμενο μοντέλο, την παραδοχή πιο συγκεκριμένα, ότι η εξασθένιση του θορύβου λόγω του εδάφους είναι ανεξάρτητη της συχνότητας του ήχου.

3.5 ΜΟΝΤΕΛΟ ΣΚΙΑΣΗΣ (Shadow Flicker)

Το μοντέλο σκίασης ασχολείται με την μελέτη της επίδρασης των περιοδικών αλλαγών στην ένταση του φωτός, εξαιτίας της αποκλειθείσας κατά την περιστροφή των πτερυγίων σκίασης. Μοντέλα προσομοίωσης της διόδου ηλιακής ακτινοβολίας σε διάρκεια ενός έτους, μπορούν να προσδιορίσουν την πιθανώς προκαλούμενη σκίαση σε ένα ή περισσότερα σημεία δέκτες.



Σχήμα 3.15 :Ελάχιστη απόσταση σημείου S μεταξύ ήλιου και σημείου ενδιαφέροντος A από την A/Γ [GH Windfarmer «Theory Manual»,2007]

Σε περίπτωση που η αλλαγή διάταξης των A/Γ για αποφυγή σκιάσεων θα επηρεάσει αρνητικά σε μεγάλο βαθμό την ενεργειακή απόδοση του αιολικού πάρκου, επιλέγεται η χρήση των αποτελεσμάτων, ώστε τις ώρες της μέγιστης σκίασης να διακόπτεται η λειτουργία των A/Γ . Για την εξαγωγή αποτελεσμάτων από το μοντέλο σκίασης επιβάλλεται να είναι γνωστά, το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής (γ), το γεωγραφικό μήκος της περιοχής (λ), η ζώνη του γεωγραφικού μήκους (λ_{zone}), η ελάχιστη γωνία ανύψωσης ηλίου, ο υπολογισμός του χρόνου διακοπής, η μέγιστη απόσταση από την A/Γ για υπολογισμό, η διάταξη των σημείων υπολογισμού και η ζώνη ώρας της περιοχής.

Η γωνία που σχηματίζει ο ισημερινός της γης με την ευθεία οράσεως του ηλίου καθορίζει την απόκλιση της γης σε σχέση με τον ήλιο για συγκεκριμένη μέρα. Η ηλιακή απόκλιση (δ), κυμαίνεται μεταξύ $(-23,45^\circ) - (23,45^\circ)$, ενώ σύμφωνα με τον Cooper δίνεται από την σχέση που ακολουθεί.

$$\delta = 23,45 \cdot \sin \left[\left(\frac{360}{365} \right) \cdot (284 + dn) \right], \text{ όπου } dn = 1 \div 365, \text{ η μέρα του έτους.}$$

Επιπλέον, αξιολόγησης σημασίας παράμετρος είναι η ωριαία γωνία που ορίζει την γωνιακή μετατόπιση του ήλιου δυτικά ή ανατολικά του τοπικού μεσημβρινού λόγω της περιστροφής της γης γύρω από τον άξονα της κατά 15° την ώρα.

Το πρόγραμμα πρέπει πρώτα να υπολογίσει τις ελλειπτικές συντεταγμένες, την μέση ηλιακή ώρα κατά Greenwich και την ιουλιανή ημερομηνία (Julian Date). Ακόμα, για να καθοριστεί η ακριβής θέση του ηλίου πρέπει να είναι γνωστή η γωνία ζενίθ του ηλίου αλλά και το αζιμούθιο.

Η γωνία ζενίθ (el) δίνεται από την σχέση ,

$$\sin(el) = \sin(dec) \cdot \sin(lat) + \cos(dec) \cdot \cos(lat) \cdot \cos(ha)$$

Όπου, dec η ηλιακή απόκλιση, lat το γεωγραφικό πλάτος και ha η ωριαία γωνία .

Το αζιμούθιο (az) δίνεται από την εξίσωση, $\sin(az) = -\frac{\cos(dec) \cdot \sin(ha)}{\cos(el)}$.

Για τον υπολογισμό του Shadow Flicker από το συγκεκριμένο μοντέλο γίνονται κάποιες απαραίτητες παραδοχές. Αυτές είναι ότι οι Α/Γ λειτουργούν συνεχώς, δεν υπάρχει συννεφιά στον ουρανό, ο ήλιος θεωρείται ως μια σημειακή πηγή, δεν υπάρχει ανώτατο επιτρεπόμενο όριο σκίασης για τον άνθρωπο και ότι οι Α/Γ τοποθετούνται πάντα σε τέτοια θέση και προσανατολισμό, ώστε ο παρατηρητής να βλέπει ένα περιστρεφόμενο δίσκο.

3.6 ΜΟΝΤΕΛΟ ΟΠΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ

Ένα αρχείο *.DTM δίνει τις ισοϋψείς της περιοχής, έτσι το Windfarmer μπορεί να εμφανίσει σε μορφή χάρτη τις περιοχές οπτικής όχλησης γύρω από το αιολικό πάρκο, χρωματιζόμενες μάλιστα ανάλογα με τις ζώνες επίδρασης.

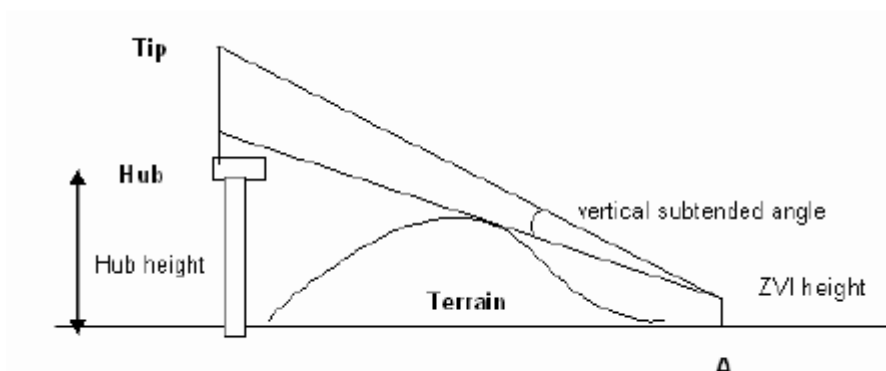
Η ακρίβεια του μοντέλου εξαρτάται από την ακρίβεια της απεικόνισης της περιοχής του χάρτη. Η περιοχή «σαρώνεται» με ένα πλέγμα σημείων ανά 50 m. Όσο αναφορά το πλέγμα, δίνεται η δυνατότητα επιλογής στον χρήστη να καθορίσει πόσο πυκνό ή αραιό επιθυμεί να είναι. Στο αρχείο *.DTM απεικονίζεται η θέση των Α/Γ, των οικισμών και των υψών τους πάνω στον χάρτη με απόκλιση της τάξης των 5-10m.

Ο αλγόριθμος ελέγχει για κάθε τοποθετημένη κάμερα ή για κάθε σημείο της περιοχής αν στην ευθεία οράσεως από την Α/Γ παρεμβάλλεται κάποιο στοιχείο του εδάφους.

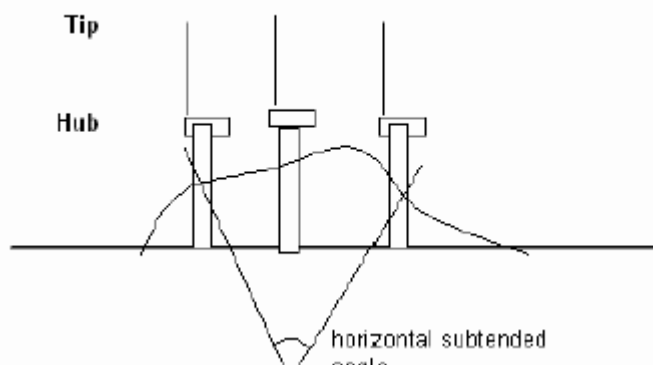
Οι παρεχόμενες από το πρόγραμμα μέθοδοι για τον έλεγχο παρεμβολής είναι οι τρεις που αναφέρονται παρακάτω .

1. Ελέγχεται αν η ευθεία οράσεως τέμνεται από τις ευθείες που ενώνουν γειτονικά σημεία του πλέγματος . (σχήμα 3.16)
2. Ελέγχεται αν η ευθεία οράσεως τέμνει κάποια από τις δύο τριδιαγώνιες περιοχές, οι οποίες σχηματίζονται από τις ομάδες τριών εκ των τεσσάρων σημείων κάθε κελιού του χάρτη. (σχήμα 3.17)
3. Ελέγχεται αν η ευθεία οράσεως τέμνει την περιοχή που μεταξύ των τεσσάρων σημείων κάθε κελιού. (σχήμα 3.18)

Οι δύο πρώτες μέθοδοι επειδή απλοποιούν το πρόβλημα,υπερτερούν στην ταχύτητα και την απόδοση.Το Windfarmer,ωστόσο,χρησιμοποιεί την τρίτη,παρόλο που είναι εξαιρετικά χρονοβόρα,γιατί τα αποτελέσματα της εμφανίζουν μεγάλη ακρίβεια.



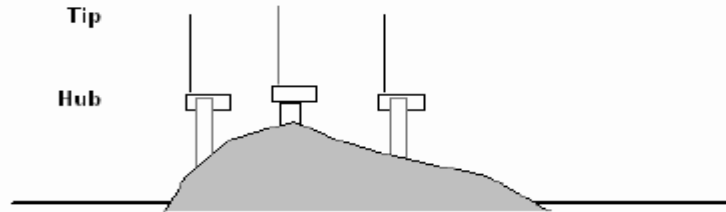
Σχήμα 3.16: Έλεγχος παρεμβολής με την πρώτη μέθοδο του GH Windfarmer [GH Windfarmer «Theory Manual»,2007]



Σχήμα 3.17: Έλεγχος παρεμβολής με την δεύτερη μέθοδο του GH Windfarmer [GH Windfarmer «Theory Manual»,2007]

Η μέθοδος ZVI (Zone of Visual Influence ή επίπεδο οπτικής όχλησης στα ελληνικά) προσδιορίζει τον αριθμό των A/Γ που είναι ορατές από κάποιο σημείο της υπό μελέτη περιοχής.Κάθε σημείο της μεθόδου υπολογίζεται για ένα συγκεκριμένο ύψος πάνω από το έδαφος,συνήθως 2 m.Η οπτικοποίηση της ροής από το ίδιο σημείο,μια εφαρμογή που παρέχεται από το Visualization Studio,συγκρίνεται με το αποτέλεσμα της μεθόδου ZVI.Με αυτό τον τρόπο επαληθεύεται η ακρίβεια της μεθόδου.Υπάρχουν κάποιες περιπτώσεις,όπου το λογισμικό δεν δύναται να παρέχει το επιθυμητό αποτέλεσμα,όπως π.χ. όταν το ακροπτερύγιο της πτέρυγας είναι ορατό αλλά η πλήμνη δεν είναι ορατή.

Παρατηρείται ότι η ένταση της οπτικής όχλησης σημειώνει αξιόλογη μείωση αν αποφασιστεί η εγκατάσταση των Α/Γ σε επίπεδες περιοχές, στην θάλασσα ή σε κορυφές λόφων, παρόλο που κατά την μέθοδο ZVI προβλέπεται ότι θα είναι ορατές σε μεγάλες αποστάσεις. Ο χρήστης επιπλέον, είναι ελεύθερος να επιλέξει την απόσταση μέχρι την οποία επιθυμείται η ανάλυση της οπτικής όχλησης εξαιτίας της λειτουργίας των Α/Γ. Τέλος, το ποσοστό του αιολικού πάρκου που είναι ορατό από ένα σημείο της ευρύτερης περιοχής γύρω από αυτό, ονομάζεται ορατότητα της περιοχής.



Σχήμα 3.18: Έλεγχος παρεμβολής με την τρίτη μέθοδο του GH Windfarmer [GH Windfarmer «Theory Manual»,2007]

Κεφάλαιο 4

«ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΤΗΝ ΣΕΡΙΦΟ»

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο υπολογιστικό κομμάτι της εργασίας επιθυμείται ο προσδιορισμός της συνάρτησης των εγκατεστημένων MW ενός αιολικού πάρκου και των οχλήσεων που αυτά θα προκαλέσουν κατά την λειτουργία του σε ένα κατοικημένο νησί, τόσο στο φυσικό περιβάλλον, όσο και στους κατοίκους του. Έχοντας επιλέξει το νησί της Σερίφου (σχήμα 4.1), θα μελετηθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την εγκατάσταση αιολικού πάρκου εκεί, καθώς και ποια είναι η ενδεικνύμενη τιμή εγκατεστημένων MW, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η όχληση.



Σχήμα 4.1 : Γεωγραφικός χάρτης της Σερίφου, στον οποίο αναφέρονται οι οικισμοί του νησιού, το οδικό του δίκτυο και οι περιοχές τοποθέτησης των Α/Γ [www.e-serifos.com]

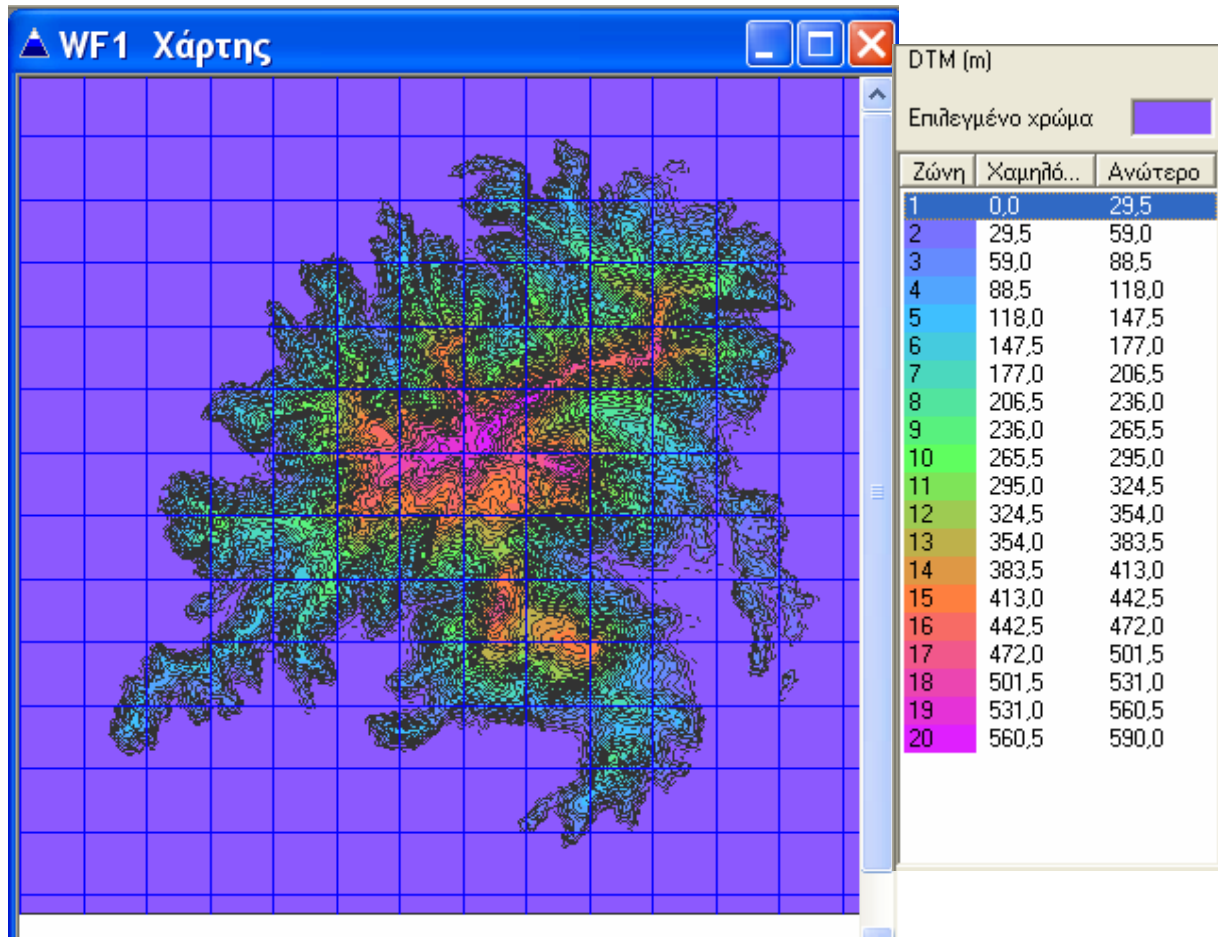
Για τη Σέριφο υπάρχει ήδη αίτηση αδειοδοτημένη στη Ρ.Α.Ε. μεγάλου επενδυτικού ομίλου στην αγορά της αιολικής ενέργειας, για εγκατάσταση 87 ανεμογεννητριών, τύπου Vestas V-90 3MW έκαστη (σχήμα 4.2). Άρα, η συνολική ισχύς που θα παραχθεί από το αιολικό πάρκο στο βόρειο τμήμα του νησιού θα είναι ίση με 261 MW.



Σχήμα 4.2 : Ανεμογεννήτριες Vestas V-90,3MW ,ο τύπος των μηχανών που επιθυμείται να τοποθετηθούν στην Σέριφο [www.vestas.com]

Με την βοήθεια του λογισμικού πακέτου Windfarmer της εταιρείας Garrad Hassan θα υπολογιστούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις που αναμένεται να προκληθούν σε κάθε περίπτωση ανάλογα με την συνολική τιμή της παραγόμενης ισχύος.

Αρχικά, επιβάλλεται να φορτωθούν τα δεδομένα του εδάφους, που εισάγονται στο Windfarmer, μέσω του Manifold. Αρχείο dtm (digital terrain model), με στήλες δεδομένων X, Y, Z, φορτώνεται στο λογισμικό και εμφανίζεται ο ψηφιακός χάρτης της Σερίφου, στον οποίο θα κατασκευαστεί το πάρκο (σχήμα 4.3).



Σχήμα 4.3 : Ψηφιακός χάρτης της Σερίφου (dtm), με τις ισοϋψείς καμπύλες ανά 10 m

Στο χάρτη αυτό, εισάγονται ακόμη οι ανεμογεννήτριες, καθώς και κάθε άλλη πληροφορία απαραίτητη για την περιγραφή του νησιού, όπως π.χ. οικισμοί, σύνορα, δρόμοι κ.ο.κ.. Πρέπει, ακόμα, να εισαχθούν τα δεδομένα που καθορίζουν τα χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών, αλλά και περιορισμοί που σχετίζονται με τα όρια θορύβου σε κατοικημένες περιοχές, με τη μορφολογία του εδάφους και με την επίδραση της οπτικής όχλησης.

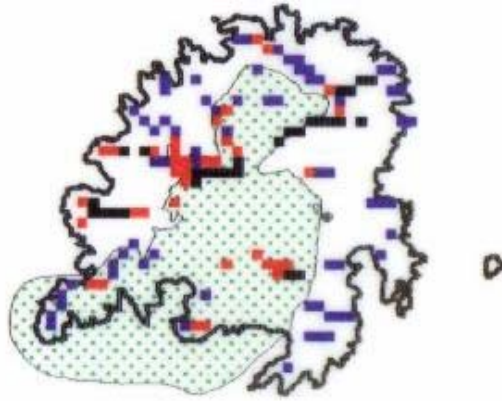
Στη συνέχεια, για κάθε περίπτωση, το Windfarmer θα υπολογίσει τον παραγόμενο θόρυβο, τα επίπεδα του επιπέδου σκίασης, λόγω της αλληλεπίδρασης της ηλιακής ακτινοβολίας με τα περιστρεφόμενα πτερύγια στην ευρύτερη περιοχή, αλλά και τα επίπεδα της οπτικής όχλησης, δηλαδή του ορατού αριθμού πλημνών στην περιοχή γύρω από το αιολικό πάρκο. Συμπερασματικά, θα κριθεί όσο πιο αντικειμενικά γίνεται πόσο επηρεάζονται από την περιβαλλοντική όχληση οι κάτοικοι της Σερίφου και το αν εντάσσονται αρμονικά με το περιβάλλον της οι εγκατεστημένες μηχανές.

Παρατηρώντας το χάρτη της Σερίφου είναι αναγκαίο να σημειωθούν συγκεκριμένες τοποθεσίες, που εμφανίζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Έτσι, σημειώνεται η Χώρα του νησιού, όπου υπάρχει λαογραφικό μουσείο, καθώς και τα ερείπια ενετικού κάστρου. Επιπλέον, νότια της χώρας σε απόσταση 5 km, βρίσκεται το λιμάνι του νησιού στην τοποθεσία Λιβάδι. Στις δύο προαναφερθείσες περιοχές παρατηρείται και η μεγαλύτερη συγκέντρωση κατοίκων στο νησί. Ακόμη, τονίζεται η ύπαρξη της Μονής Ταξιαρχών σε απόσταση 8 km βόρεια της χώρας, καθώς και το ότι η τουριστική ακτογραμμή του νησιού παρατηρείται σε απόσταση τουλάχιστον 10 km από την χώρα.

Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει την εγκατάσταση των μηχανών στις προαναφερθείσες σε σχετικό πίνακα περιοχές, στα βορειοδυτικά της Σερίφου, λόγω αιολικού δυναμικού, υψομέτρου και διασύνδεσης μέσω ήδη υπάρχοντος οδικού δικτύου. Σύμφωνα με τον χωροταξικό σχεδιασμό και την αειφόρο ανάπτυξη για τις Α.Π.Ε. ελέγχεται στο σημείο αυτό αν πληρούνται οι αποστάσεις των αιολικών εγκαταστάσεων από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνική υποδομής.

Αρχικά, επιβάλλεται η διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων, όπου θα πρέπει η μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης σε νησιά να είναι 10 km ανεξαρτήτως εγκατεστημένης ισχύος, κριτήριο που τηρείται για τις επιλεγθείσες τοποθεσίες εγκατάστασης των ανεμογεννητριών. Όπως, είναι φυσικό για ένα τέτοιο έργο αναμένονται κάποιες χωματουργικές επεμβάσεις και κάποια έργα οδοποιίας για την πρόσβαση ογκωδών οχημάτων σε απότομα πρανή.

Επιπλέον, λόγω της τουριστικής ανάπτυξης που εμφανίζει το νησί των Κυκλάδων καθίσταται απαραίτητη η προστασία αξιόλογων ακτών και παραλιών, με την ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση να ορίζεται σε 1 km, κριτήριο και πάλι πληρούμενο για τις επιλεγθείσες τοποθεσίες. Άλλωστε, η Σέριφος αναγνωρίζεται και προστατεύεται σαν περιοχή απείρου φυσικού κάλλους, με σημαντικό τμήμα της ενταγμένο στο πρόγραμμα Natura 2000.



Σχήμα 4.4 : Χάρτης που απεικονίζει τις ενταγμένες περιοχές της Σερίφου στο πρόγραμμα Natura 2000[Κ.Α.Π.Ε.]

Για την προστασία των στοιχείων πολιτιστικής κληρονομιάς ενός τόπου,ορίζεται ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από ασύμβατη χρήση για κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και τόπους τουλάχιστον 0,5 km ή σε άλλες περιπτώσεις απόσταση ίση με $A=7D$,όπου D η διάμετρος της πτερωτής της μηχανής.Ενώ για μείζονα μνημεία εγγεγραμμένα στον κατάλογο παγκόσμιας κληρονομιάς ορίζεται απόσταση 3 km.

Άξιο αναφοράς είναι το πλαίσιο της προστασίας κάθε πιθανής οικιστικής δραστηριότητας.Για αυτό το σκοπό προβλέπεται η τήρηση ελάχιστης απόστασης της εγκατάστασης από πόλεις και οικισμούς ή τουριστικά θέρετρα 1 km από το όριο του οικισμού ή του σχεδίου πόλης.Οι παραδοσιακοί οικισμοί προστατεύονται ακόμη περισσότερο,εφόσον ορίζεται η τήρηση ελάχιστης απόστασης 1,5 km από τα όρια τους.Τέλος,οι Ιερές Μονές ακολουθούν ειδικό καθεστώς προστασίας,καθώς η ελάχιστη απόσταση του αιολικού πάρκου επιβάλλεται να είναι 0,5 km από τα όρια της Μονής.Μάλιστα,επειδή μια από τις συνιθέστερες επιπτώσεις κατά την λειτουργία αιολικού πάρκου είναι η ηχορύπανση,σε μεμονωμένες νόμιμες κατοικίες απαιτείται ότι το ελάχιστό επίπεδο θορύβου πρέπει να κυμαίνεται κάτω από τα 45 dB.

4.2 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ GH Windfarmer

Για να επιτευχθεί ο αριθμητικός προσδιορισμός της επίπτωσης των ανεμογεννητριών στον περιβάλλοντα χώρο απαιτείται η δημιουργία του χάρτη της Σερίφου σε μορφή dtm.Έτσι,εισάγεται αρχείο κειμένου με στήλες δεδομένων X,Y,Z και αφού το λογισμικό διασφαλίσει μέσω παραθύρου την επιλογή των σωστών στήλων του αρχείου,εμφανίζεται στην οθόνη το ψηφιακό μοντέλο του χάρτη.Τα αρχεία dtm περιέχουν ύψη σημείων πάνω από την στάθμη της θάλασσας σε ένα κανονικό πλέγμα με μια ανάλυση πλέγματος συνήθως περίπου 50 m.Τα αρχεία αυτά είναι αναγκαία στο GH Windfarmer για την ενότητα της Οπτικής Παρουσίασης και την ενότητα Τρεμοσβήματος Σκιάς.Τα δεδομένα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για υπολογισμούς θορύβου και ως ψηφιακό φόντο στο Παράθυρο Χαρτογράφησης όπου η επιφάνεια είναι ανάγλυφη και σκιασμένη.[GH Windfarmer «Εγχειρίδιο χρήστη»,2007]

Στο Παράθυρο Χαρτογράφησης (στο μενού χάρτη) διατίθενται διάφορες επιλογές για μετατροπή χάρτη, όπως MAP2DTM, WRG2DTM, DTM2MAP.

Αυτές επιτρέπουν στα αρχεία MAP να μετατραπούν σε αρχεία DTM και αντίστροφα με ρουτίνες τροποποίησης με προσθήκη. Η εξαγωγή δεδομένων DTM από αρχεία πλέγματος WRG είναι μια επιπλέον επιλογή. Μετά την επιλογή τα αρχικά και τα νέα αρχεία κρατούνται μέσα στο βιβλίο εργασίας. Οι λειτουργίες Μενού Χάρτη και Εξαγωγή DTM και Εξαγωγή MAP μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποθηκεύσουν τα νέα αρχεία που έχουν δημιουργηθεί. [GH Windfarmer «Εγχειρίδιο χρήστη», 2007]

Στον ψηφιακό χάρτη της Σερίφου εισάγονται ακολούθως τα σύνορα στο παράθυρο χαρτογράφησης, κάτι που είναι απαραίτητο για να δοθεί η δυνατότητα εισαγωγής των ανεμογεννητριών στις προεπιλεγμένες τοποθεσίες αμέσως μετά. Ακόμα, εισάγονται στο χάρτη τα σημεία που υπάρχουν οικισμοί, άρα και μόνιμοι κάτοικοι στο νησί.

Το Στούντιο Γεννήτριας, επιτρέπει στο χρήστη να εισάγει ιδιότητες ανεμογεννήτριας και να οικοδομήσει μια βάση δεδομένων ανεμογεννήτριας [GH Windfarmer «Εγχειρίδιο χρήστη», 2007], έτσι εδώ εισάγουμε τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Vestas V-90, όπου έχουν διάμετρο ρότορα ίση με 90 m και ύψος πύργου 105 m.

Ο Πίνακας Ελέγχου του GH Windfarmer παρέχει τον έλεγχο των ρυθμίσεων και των παραμέτρων για τις ακλόλουθες λειτουργίες του προγράμματος.

- ZVI (Zone of Visual Influence)
- Μοντέλο θορύβου
- Μοντέλο Σκιάς

Σε αυτή την φάση πλέον ορίζεται ποιο μοντέλο θορύβου από αυτά που παρέχονται από το GH Windfarmer επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί, εισάγονται τα απαραίτητα δεδομένα και τελικά προκύπτουν τα ζητούμενα διαγράμματα που απεικονίζουν τα επίπεδα θορύβου που αναμένεται να υπάρχουν σε κάθε σημείο του νησιού, λόγω της επιλεχθείσας χωροθέτησης των μηχανών.

Όμοια και η ενότητα της οπτικής παρουσίασης του GH Windfarmer περιέχει εργαλεία που απαιτούνται για να υπολογιστεί και να παραχθεί γραφικό ακροδεκτών υπό την μορφή πλέγματος και τρισδιάστατες οπτικές παραστάσεις τοπίου, χάρτες ζώνης οπτικής επίπτωσης (ZVI), φωτομοντάζ και εφέ κίνησης για έργα αιολικής ενέργειας. Η ενότητα αυτή επιτρέπει στους χρήστες να παρακολουθούν και να ελέγχουν την οπτική επίπτωση αιολικού πάρκου κατά την διάρκεια ολόκληρης της διαδικασίας σχεδιασμού του διαγράμματος και βελτιστοποίησης. [GH Windfarmer «Εγχειρίδιο χρήστη», 2007]

4.2.1 ΧΑΡΤΗΣ ΟΠΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ (ZVI)

Ένας χάρτης ZVI χρησιμοποιείται για να απεικονίσει την έκταση και το μέγεθος της οπτικής επίδρασης ενός αιολικού πάρκου σε όλη την περιβάλλουσα περιοχή, που συχνά φτάνει σε αποστάσεις 15 χιλιομέτρων και περισσότερο. Περιοχές που οι γεννήτριες είναι ορατές σκιάζονται ή χρωματίζονται με διαφορετικές σκιές ή χρώματα, αντιπροσωπεύοντας τον διαφορετικό αριθμό πλημνών της γεννήτριας που προβλέπεται να είναι ορατά από οποιαδήποτε περιοχή του χάρτη. Τα δεδομένα ZVI, υπολογίζονται πάνω σε ένα πλέγμα του οποίου η ανάλυση καθορίζεται από τον χρήστη σε περίπου 50m, ανάλογα με την ανάλυση του πλέγματος των δεδομένων DTM, η ανάλυση ZVI δεν θα πρέπει να ορίζεται σε μια τιμή μικρότερη από την ανάλυση του DTM. Αναλύσεις πλέγματος μικρότερες από 50 m απαιτούν περισσότερο χρόνο για εκτέλεση και μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης, ενώ μεγέθη πλέγματος μεγαλύτερα από 50 m κάνουν τα δεδομένα ZVI να φαίνονται υπερβολικά φορτωμένα με εικονοστοιχεία ή αδρά. Τα διαγράμματα στην δική μας περίπτωση έγιναν με μέγεθος πλέγματος ίσο με 50m. [GH Windfarmer «Εγχειρίδιο χρήστη», 2007]

Για την δημιουργία χάρτη ZVI στο GH Windfarmer, είναι αναγκαίο να έχουν φορτωθεί ήδη τα ακόλουθα είδη:

- Ένα αρχείο ψηφιακού μοντέλου εδάφους για την υπό εξέταση περιοχή
- Ένα αρχείο , το οποίο καθορίζει τις διαστάσεις της ανεμογεννήτριας
- Γεννήτριες τοποθετημένες εντός των συνόρων του αιολικού πάρκου

Από την στιγμή που όλα τα παραπάνω έχουν φορτωθεί, επιλέγεται είτε από την γραμμή απεικόνισης είτε από το μενού ο υπολογισμός του ZVI. Εδώ ορίζεται η ανάλυση με την οποία πρόκειται να υπολογιστεί το ZVI, καθώς και η μέγιστη απόσταση που πρόκειται να υπολογιστεί. Αυτή η απόσταση μπορεί να οριστεί ή ως μια δεδομένη απόσταση από κάθε γεννήτρια ή από ένα κοινό κέντρο για όλες τις γεννήτριες σε ένα έργο, όπως αυτό γίνεται στις Ιδιότητες Έργου (Επιλογή Απεικόνισης). Για ένα κανονικό ZVI ενός διαγράμματος γεννητριών θα πρέπει να επιλέγονται γεννήτριες και όχι Σταθμοί Ραντάρ. Τέλος, το ZVI διορθώνεται για την καμπυλότητα της γης αν γίνει αυτή η επιλογή, ενώ στην χειρότερη περίπτωση μιας απογυμνωμένης και επίπεδης γης λαμβάνεται ως προϋπόθεση ότι δεν έχει επιλεγεί καμία διόρθωση για την καμπυλότητα της γης. [GH Windfarmer «Εγχειρίδιο χρήστη», 2007]

Σύμφωνα με τον κύριο Πίνακα Ελέγχου του GH Windfarmer, η σελίδα Δεδομένων Χάρτη επιτρέπει την επιλογή του τυπου δεδομένων ZVI που πρόκειται να απεικονιστούν, αλλά και το τρόπο που θα απεικονίζονται αυτές οι πληροφορίες . Επιπρόσθετα, μπορεί να φανούν πληροφορίες οπτικής επίπτωσης σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία.

4.2.2 ΦΩΤΟΜΟΝΤΑΖ

Ένα φωτομοντάζ του GH Windfarmer είναι μια παρεχόμενη προβολή αιολικού πάρκου κατά την οποία ο ουρανός και η γη έχουν αφαιρεθεί για να αντικατασταθούν από μια σαρωμένη ή ψηφιακή φωτογραφία που έχει ληφθεί από την τοποθεσία οπτικής γωνίας. Η εικόνα αιολικού πάρκου τοποθετείται επί της φωτογραφίας σε σωστή κλίμακα και στα πλαίσια του τοπίου.

4.2.3 ΤΡΕΜΟΣΒΗΜΑ ΣΚΙΑΣ (ΣΚΙΑΣΗ)

Η ενότητα τρεμοσβήματος σκιάς του GH Windfarmer περιέχει τα εργαλεία που χρειάζονται για να εκτιμηθεί η πιθανή περίοδος τρεμοσβήματος σκιάς που προκαλείται από μια γεννήτρια. Η ενότητα αυτή επιτρέπει την δημιουργία χαρτών και ανάλυσης του τρεμοσβήματος σε συγκεκριμένα σημεία, όπου έχουν τοποθετηθεί υποδοχείς σκιάς. Οι πληροφορίες αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σχεδιασμό και τη λειτουργία του αιολικού πάρκου με τρόπο που να ελαχιστοποιεί την ενόχληση που προκαλεί στους ανθρώπους. Η ενότητα λειτουργεί από το Παράθυρο Χαρτογράφησης, από όπου ο χρήστης αν το επιθυμεί μπορεί να ορίσει τις θέσεις των υποδοχέων σκιάς και όταν ζητηθεί απεικονίζονται τα αποτελέσματα σε μορφή χάρτη τρεμοσβήματος σκιάς, καθώς και το τρεμόσβημα στο σημείο του υποδοχέα. Οι υπολογισμοί απαιτούν την φόρτωση αρχείου DTM. Το τρεμόσβημα σκιάς αναγνωρίζει αυτόματα την απόσταση μεταξύ του πύργου και του κέντρου του στροφέα της γεννήτριας. Εάν το τρεμόσβημα σκιάς υπολογίζεται δίχως να λαμβάνεται υπόψη η απόσταση στροφέα, θα πρέπει αυτή η απόσταση να οριστεί ίση με μηδέν. [GH Windfarmer «Εγχειρίδιο χρήστη», 2007]

Οι παράμετροι για τον υπολογισμό του τρεμοσβήματος σκιάς εισάγονται στην σελίδα Μοντέλο Σκιάς του Πίνακα Ελέγχου. Έτσι, εισάγονται τα δεδομένα της Σερίφου, δηλαδή το γεωγραφικό της πλάτος ($N 37^{\circ} 20' 47''$), το γεωγραφικό της μήκος ($E 24^{\circ} 29' 05''$), αλλά και η χρονική ζώνη GMT που ανήκει. Αν δεν γνωρίζαμε αυτά τα δεδομένα θα μπορούσαμε απλώς να επιλέξουμε την πλησιέστερη πόλη στην Σέριφο που μας δίνει το λογισμικό. Το έτος για τον υπολογισμό του τρεμοσβήματος σκιάς μπορεί να επιλεγεί ως παράμετρος που λαμβάνει υπόψη την μετακίνηση του ήλιου με τον χρόνο κατά ένα τέταρτο της μέρας και τον διαφορετικό αριθμό στα δίσεκτα έτη, όπως το 2008.

Οι παράμετροι που αναφέρθηκαν παραπάνω, χρησιμοποιούνται για να ορίσουν την ακρίβεια του υπολογισμού και να καθορίσουν ορισμένους περιορισμούς στους υπολογισμούς στην περίπτωση που υπάρχουν υποδοχείς σκιάς. Τέλος, η ελάχιστη ανύψωση του ήλιου θα πρέπει να οριστεί στις 3 μοίρες. Η προεπιλογή στον υπολογισμό του τρεμοσβήματος σκιάς είναι ότι ο ήλιος είναι ένα σημείο. Οι επιλογές έδαφος και ορατότητα επιτρέπουν να αποφασίζεται αν ο υπολογισμός θα πρέπει να θεωρεί ότι η θέαση από τις γεννήτριες προς τον ήλιο ή προς τον υποδοχέα μπορεί να εμποδίζεται από κάποιο στοιχείο του εδάφους.

Ο υπολογισμός του χάρτη γίνεται με δύο τρόπους, είτε από το μενού υπολογισμού, είτε από το Παράθυρο Χαρτογράφησης. Ο χάρτης που προκύπτει κάθε φορά εμπεριέχει πληροφορίες για την σκιά που προκαλεί μια συγκεκριμένη γεννήτρια. Ακόμα, υπάρχει η δυνατότητα ανάλυσης του τρεμοσβήματος σκιάς για μια συγκεκριμένη μέρα που επιθυμούμε να μελετήσουμε ή να γνωρίζουμε την χειρότερη μέρα, αλλά και τις προβλεπόμενες συνθήκες που θα επικρατήσουν σε αυτή.

Από τον χάρτη της Σερίφου, είναι εμφανές ότι τα κριτήρια που τέθηκαν παραπάνω πληρούνται στο μέγιστο βαθμό, όσο αναφορά τις αρχικά επιλεγμένες θέσεις εγκατάστασης των μηχανών. Έχοντας, λοιπόν, δεδομένες θέσεις εγκατάστασης πρέπει να προσδιοριστεί πόση είναι η εγκατεστημένη ισχύς που μπορεί να αντέξει το νησί, ώστε οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις όπως αυτές υπολογίζονται από το GH Windfarmer να ελαχιστοποιούνται.

4.3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΧΛΗΣΕΩΝ ΚΑΘΕ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ

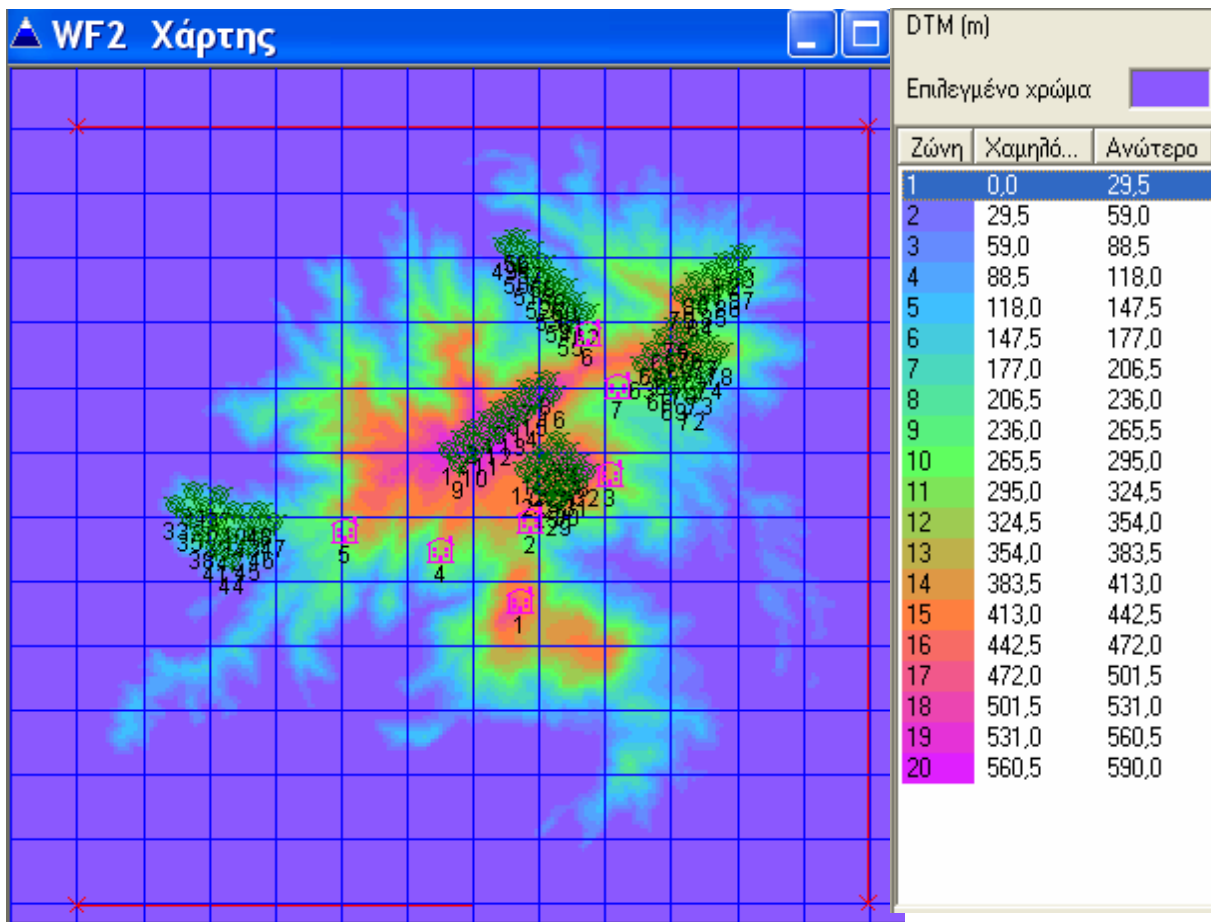
4.3.1 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 261 MW

Ο Όμιλος Μυτιληναίου προχωρώντας στην διασύνδεση των νησιών του νοτιοδυτικού Αιγαίου έχει καταθέσει αίτηση για αδειοδότηση αιολικού πάρκου συνολικής ισχύος 261 MW στο βόρειο τμήμα της Σερίφου. Η αρχική χωροθέτηση προβλέπει την εγκατάσταση 87 ανεμογεννητριών, τύπου Vestas V-90 3MW έκαστη. Για την διασύνδεση των μονάδων με το δίκτυο προβλέπεται αφενός η κατασκευή στην βορειοδυτική πλευρά του νησιού κεντρικού υποσταθμού 32/150 kV, αφετέρου η πόντιση δύο τριπολικών υποβρυχίων καλωδίων υψηλής τάσης 150 kV, η ζεύξη των οποίων θα γίνει μέσω αντίστοιχου υποσταθμού ανύψωσης τάσης (KYT 150/400 kV), σε υφιστάμενο πυλώνα υψηλής τάσης του δικτύου των 400 kV στο Λαύριο. [Δελτίο Τύπου Ομίλου Μυτιληναίου, 2006]

Το λογισμικό GH Windfarmer, θα μας βοηθήσει σε αυτό το σημείο για την εξαγωγή αποτελεσμάτων του επιπέδου της οπτικής επίδρασης, του επιπέδου σκίασης, καθώς και του παραγόμενου θορύβου από την λειτουργία των μηχανών, αλλά και της προκαλούμενης ηχορύπανσης από την εγκατάσταση στο νησί. Έχοντας λοιπόν κατασκευάσει το ψηφιακό χάρτη της Σερίφου, τοποθετούμε τις 87 ανεμογεννήτριες, σύμφωνα με τις προτεινόμενες θέσεις του ομίλου, που παρουσιάζεται ακολούθως στον Πίνακα 4.1.

Θέση εγκατάστασης μηχανής	Αριθμός Α/Γ	Συνολική ισχύς(MW)
ΠΕΖΟΥΛΙΑ	14	42
ΚΕΦΑΛΑ	9	27
ΒΙΓΛΑ	16	48
ΠΕΤΡΙΑΣ	16	48
ΤΡΟΥΛΟΣ	16	48
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	16	48
ΣΥΝΟΛΟ	87	261

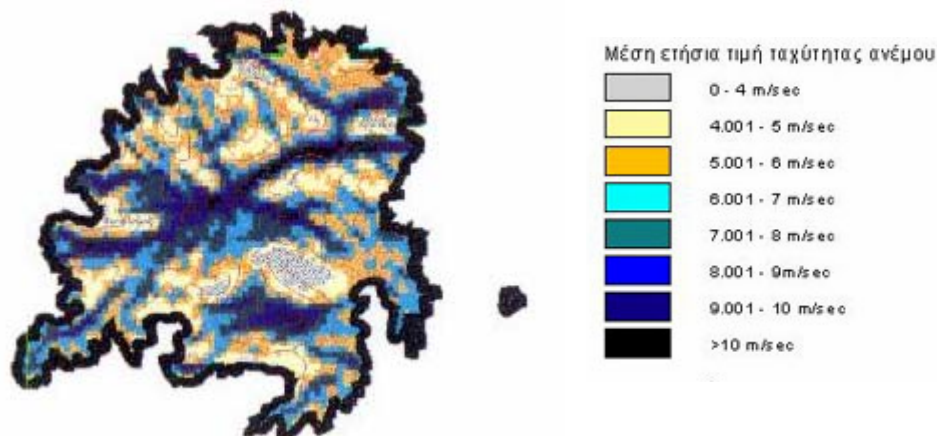
Πίνακας 4.1 : Προτεινόμενες θέσεις εγκατάστασης των 87 Α/Γ στην βορειοδυτική Σέριφο



Σχήμα 4.5 : Ψηφιακός χάρτης της Σεριφου (dtm), με τοποθετημένες τις 87 Α/Γ στις προεπιλεγμένες θέσεις και αφού έχουν εισαχθεί οι κύριοι οικισμοί του νησιού. Στον χάρτη οι οικισμοί που σημειώνονται είναι :

1	Ράμος
2	Λιβάδι
3	Χώρα
4	Κουταλάς
5	Μεγ. Χωριό
6	Γαλανή
7	Κένταρχος

Για τη χωροθέτηση των μηχανών έγιναν κάποιες παραδοχές, έτσι αγνοούμε εντελώς το αιολικό δυναμικό των θέσεων εγκατάστασης, εφόσον η Σερίφος εμφανίζει πλούσιο αιολικό δυναμικό σε όλη την έκταση της. Επιπλέον, η χωροθέτηση των Α/Γ στο ψηφιακό χάρτη της Σερίφου έγινε με το χέρι στο λογισμικό GH Windfarmer και η απόσταση μεταξύ των Α/Γ ισούται με 3D.



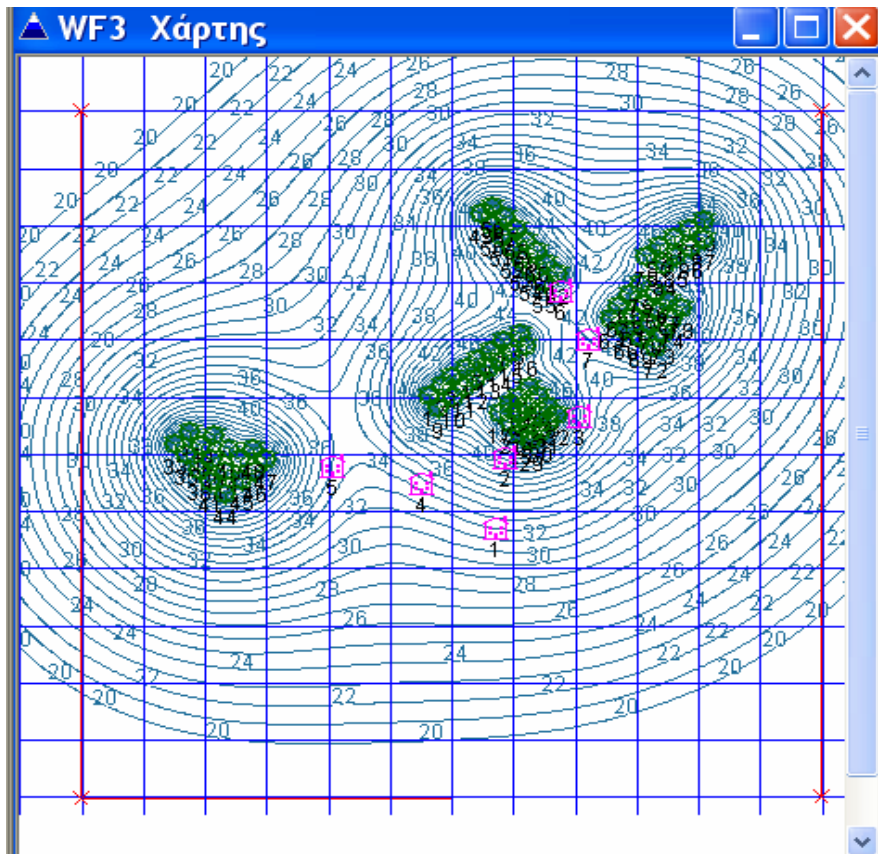
Σχήμα 4.6 : Χάρτης αιολικού δυναμικού της Σερίφου [Κ.Α.Π.Ε.]

Ν. ΣΕΡΙΦΟΣ				
ΑΝΑΛΥΣΗ ΣΕΝΑΡΙΩΝ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ *				
Δείκτες*	Όριο ταχύτητας ανέμου (m/sec)			
	>7	>8	>9	>10
Εκταση διαθέσιμης περιοχής (τετρ.χιλ.)	4,39	2,32	0,95	0,29
Μέση ετήσια τιμή ταχύτητας αέρα στην περιοχή (m/sec)	8,30	9,10	9,90	10,80
Τεχνικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικό (GWh/έτος)	474,56	289,51	132,17	44,44
Συνολική εγκατεστημένη ισχύς (MW)	152,00	81,60	33,60	10,40
Συντελεστής χρησιμοποίησης (%)	35,64	40,50	44,91	48,78
Κόστος παραγωγής ηλ. ενέργειας (δρχ/kWh)**	13,77	12,08	10,87	10,01
Συνολικό κόστος εγκατάστασης (Δις Δρχ)	47,42	25,46	10,48	3,25
Ετήσιο κόστος Λειτουργίας και Συντήρησης (Δις Δρχ/έτος)	2,74	1,46	0,60	0,19
*Οι περιοχές που έχουν επιλεγεί ικανοποιούν τεχνικές και περιβαλλοντικές προϋποθέσεις απαραίτητες για την εγκατάσταση Αιολικών πάρκων.				
**Δεν περιλαμβάνεται το κόστος σύνδεσης στο δίκτυο και το κόστος της οδοποιίας				

Πίνακας 4.2 : Ανάλυση σεναρίων αξιοποίησης του αιολικού δυναμικού της Σερίφου [Κ.Α.Π.Ε.]

Στη συνέχεια εισάγονται τα απαιτούμενα δεδομένα, όπως περιγράφεται αναλυτικά παραπάνω, για να καταστεί εφικτός ο υπολογισμός των χαρτών του θορύβου, της οπτικής επίδρασης και του επιπέδου σκίασης (τρεμόσβημα σκιάς) των ανεμογεννητριών. Από το λογισμικό προκύπτουν, λοιπόν, τα ακόλουθα διαγράμματα, που θα σχολιάστουν διεξοδικά .

ΘΟΡΥΒΟΣ



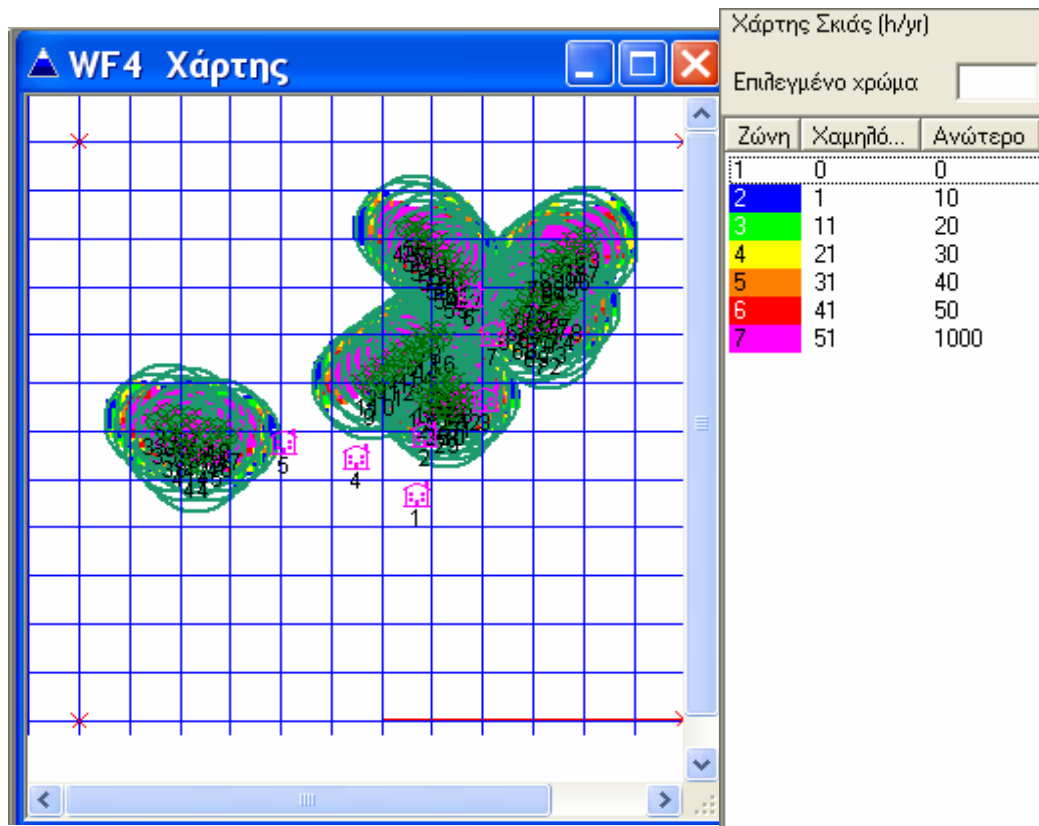
Σχήμα 4.7 : Επίπεδα θορύβου σε (dB) από την λειτουργία των Α/Γ στην οριοθετημένη περιοχή

Οικισμός	Επίπεδο ηχορύπανσης σε (dB)
Χώρα	42
Λιβάδι	41
Γαλανή	44
Κένταρχος	42
Κουταλάς	34
Μεγ. Χωριό	35
Ράμος	34

Πίνακας 4.3 : Επίπεδα ηχορύπανσης σε (dB) στους οικισμούς του νησιού, όπως αυτά προκύπτουν από το σχήμα 4.7

Από το παραπάνω διάγραμμα (σχήμα 4.7) παρατηρείται ότι τα επίπεδα του θορύβου κυμαίνονται κάτω του επιτρεπόμενου ορίου των 45-50 dB, κοντά σε όλους τους οικισμούς του νησιού. Έτσι, η ακουστική όχληση από τις ανεμογεννήτριες μπορεί να χαρακτηριστεί χαμηλή. Τονίζεται σε αυτό το σημείο για να κατανοηθεί το επίπεδο του θορύβου, ότι ένας δρόμος με κίνηση προκαλεί θόρυβο που φτάνει τα 70 dB, ενώ το όριο για να μπορεί να έχει ένα ήρεμο ύπνο ο άνθρωπος είναι τα 45 dB. Τα κύρια σημεία συγκέντρωσης κατοίκων στο νησί είναι το λιμάνι (Λιβάδι) και η Χώρα, όπου η ηχορύπανση προβλέπεται να είναι ίση με 41 και 42 dB αντίστοιχα.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΚΙΑΣΗΣ



Σχήμα 4.8 : Διάγραμμα επιπέδου σκίασης σε (ώρες /έτος) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

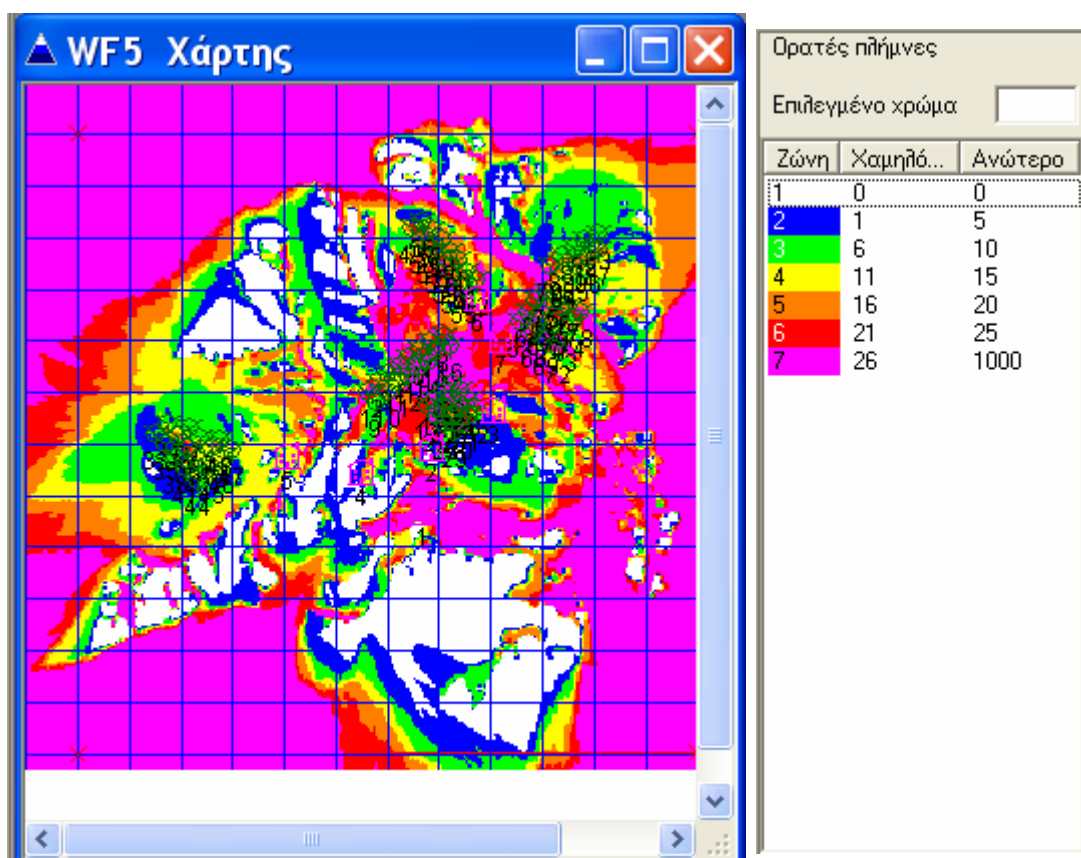
Από το διάγραμμα που παρουσιάζεται παραπάνω (σχήμα 4.8) παρατηρείται,ότι τα επίπεδα σκίασης στους κυριότερους οικισμούς,που έχουν σημειωθεί στον χάρτη θα είναι :

Οικισμός	Επίπεδο σκίασης σε (ώρες/έτος)
Χώρα	51-801
Λιβάδι	0-30
Γαλανή	51-801
Κένταρχος	51-801
Κουταλάς	0
Μεγ. Χωριό	0-10
Ράμος	0

Πίνακας 4.4 : Επίπεδο σκίασης σε (ώρες /έτος) στους οικισμούς της Σερήφου εξαιτίας της εγκατάστασης των 87 Α/Γ

Από το χάρτη σκιάς (σχήμα 4.8),είναι αντιληπτό,ότι κυρίως η Χώρα επηρεάζεται στο μέγιστο βαθμό από τα αναμενόμενα επίπεδα σκίασης,παρόλο που αυτό δεν φαίνεται να ισχύει και για το υπόλοιπο νησί(εκτός από την Γαλανή και τον Κένταρχο).

ZVI (Zone of Visual Influence) ή ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ



Σχήμα 4.9 : Επίπεδο Οπτικής Όχλησης (αριθμός ορατών πληνμών) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

Ο παραπάνω χάρτης (σχήμα 4.9) παρουσιάζει τις ορατές πλήμνες,σε κάθε σημείο του νησιού.Αν παρατηρήσουμε,όπως είναι άλλωστε λογικό όσο κινούμαστε προς το εξωτερικό του νησιού τόσες περισσότερες είναι οι ορατές πλήμνες.Έτσι,σε μεγάλο τμήμα περιμετρικά του νησιού είναι ορατές 26-87 πλήμνες,ενώ προχωρώντας προς το εσωτερικό του οι ορατές πλήμνες είναι μεταξύ 6-25.Σε ελάχιστα σημεία οι ορατές πλήμνες είναι 0-5,ενώ στην Χώρα οι ορατές πλήμνες αναμένεται να είναι 6-25 και κοντά στο λιμάνι 0-5.Μπορούμε,λοιπόν,να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι η οπτική επίδραση από την χωροθέτηση αυτή είναι μεγάλη.

ΕΝΤΑΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ

Η χωροθέτηση αιολικών μονάδων στον νησιωτικό χώρο,υπάγεται σε ειδικά κριτήρια. Πιο συγκεκριμένα,για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου,όπως είναι η Σέριφος,πρέπει να λαμβάνονται υπόψη δύο κριτήρια, σύμφωνα με το χωροταξικό σχεδιασμό.

Το πρώτο αφορά το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών κατοικημένου νησιού από αιολικές εγκαταστάσεις,όπου δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά Οργανισμό Τοπικής Αυτοδιοίκησης ή αλλιώς 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμματα,ενώ το δεύτερο κριτήριο ασχολείται με την ένταξη των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο.Η Σέριφος είναι ένα κατοικημένο νησί,με έκταση 75000στρέμματα = 75 km^2 , άρα αν εγκατασταθούν 87 γεννήτριες σύμφωνα με την αίτηση,παραβιάζεται το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις,μιας και το ποσοστό κάλυψης εδαφών θα ισούται με $1,16 (A/\Gamma) / 1000$ στρέμματα ή 8,75%.Μάλιστα,είναι μεγαλύτερο ακόμη και από το ποσοστό κάλυψης που ορίζεται για την ηπειρωτική χώρα,δηλαδή το όριο του 8% ή αλλιώς $1,05(A/\Gamma) / 1000$ στρέμματα .

Όσο αναφορά το δεύτερο κριτήριο,για την εκτίμηση της επίπτωσης μιας υπό αδειοδότηση αιολικής μονάδας στο τοπίο πρέπει να ληφθεί υπόψη η οπτική παρεμβολή της από τα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος,που βρίσκονται εντός κύκλου,με κέντρο την μονάδα και ακτίνα ανάλογου μήκους της σημασίας και της ποιότητας του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος.[Ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε.]

Ενώ η συγκέντρωση αιολικών εγκαταστάσεων σε περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό είναι επιθυμητή,η πυκνότητα των ανεμογεννητριών γύρω από τυχόν υφιστάμενα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος επιβάλλεται να περιοριστεί εντός προδιαγεγραμμένων ορίων.Η κάλυψη του οπτικού ορίζοντα των σημείων ιδιαίτερου ενδιαφέροντος (όπως π.χ. αρχαιολογικοί χώροι,οικισμοί,τουριστικά καταλύματα),θα πρέπει να ικανοποιεί συγκεκριμένα κριτήρια που σχετίζονται με την πυκνότητα των μηχανών.Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία,κάθε αιολικό πάρκο,επιβάλλεται να ικανοποιεί τα ακόλουθα κριτήρια:

- Το πρώτο κριτήριο αφορά στην συνολική πυκνότητα των ανεμογεννητριών, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των ανεμογεννητριών από το σημείο, η κυκλική επιφάνεια χωρίζεται σε τρία συνολικά ομόκεντρα τμήματα (ζώνες) Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, η μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα εγκατάστασης, είναι διαφορετική. [Ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε.]
- Το δεύτερο κριτήριο, το οποίο εφαρμόζεται **μόνο** στην περίπτωση κατά την οποία **υφίσταται υπέρβαση** του πρώτου κριτηρίου, αφορά στο ποσοστό κάλυψης από τις ανεμογεννήτριες του οπτικού ορίζοντα ενός παρατηρητή, που βρίσκεται στο σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και περιστρέφεται 360° περί τον εαυτό του. Για την εκτίμηση του κριτηρίου αυτού, οι ανεμογεννήτριες, μεταξύ των οποίων η πραγματική απόσταση δεν υπερβαίνει τα 500 μέτρα, ενώνονται με νοητά ευθύγραμμα τμήματα και υπολογίζονται οι γωνίες (σε μοίρες), που δημιουργούνται με κέντρο το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και με πλευρές που διέρχονται από τα άκρα των προαναφερθέντων νοητών τμημάτων. [Ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε.]

Για να εκτιμηθεί, λοιπόν, η οπτική ένταξη των Α/Γ στην περίπτωση της χωροθέτησης των 261 MW, εφαρμόζεται αρχικά το πρώτο κριτήριο. Στη δική μας περίπτωση, τα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος που επιβάλλεται να μελετηθούν είναι η Χώρα και το λιμάνι, που απορροφούν την μεγαλύτερη τουριστική κίνηση του νησιού, καθώς και παρατηρείται η μεγαλύτερη οικιστική ανάπτυξη .

ΧΩΡΑ

Με κέντρο τη Χώρα και ακτίνα 1,2 και 3 km , δημιουργούμε τρεις ομόκεντρους κύκλους στο διάγραμμα και στη συνέχεια υπολογίζεται η πυκνότητα εγκατάστασης των χωροθετημένων μηχανών, τα αποτελέσματα συνοψίζονται στον ακόλουθο πίνακα 4.5.

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km²)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km²	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km²
A	1	3,14	1	0,318	0
B	2	9,43	4	0,424	2
Γ	3	15,7	5	0,318	4

Πίνακας 4.5 :Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από την Χώρα της Σερίφου

Από τον Πίνακα 4.5 ,προκύπτει υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου «πυκνότητας» στην ζώνη Α ,που σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον της Χώρας δεν χωροθετούνται αρκετά αραιά,οπότε επιβάλλεται η τήρηση τουλάχιστον του δεύτερου κριτηρίου «οπτικής κάλυψης».

	Βάρη (ΠΑΠ)	Σύνολο	Σταθμισμένο Σύνολο
Ζώνη Α	1	12	12
Ζώνη Β	0,8	45	36
Ζώνη Γ	0,7	57	39,9
			87,9
			12,1%

Πίνακας 4.6 : Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 2 «οπτικής κάλυψης» από Α/Γ στον ορίζοντα γύρω από την Χώρα της Σεριφου

Το ανώτατο όριο στο λόγο του σταθμισμένου αθροίσματος των γωνιών που ορίζονται προς το σύνολο του κύκλου είναι για τα κατοικημένα νησιά,όπως είναι η Σέριφος 15%. Άρα,τουλάχιστον το δεύτερο κριτήριο τηρείται,όπως φαίνεται από τον πίνακα 4.6 ,που σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ενδιαφέροντος χωροθετούνται προς μία ή ελάχιστες κατευθύνσεις,ακόμη και αν προς τις ελάχιστες ή τη μια αυτή κατεύθυνση έχουν αυξημένη πυκνότητα.

Όμοια, θα εφαρμοστεί το πρώτο κριτήριο «πυκνότητας» και τις υπόλοιπες περιοχές που υπάρχει τουριστική ή οικιστική ανάπτυξη,δηλαδή για το λιμάνι του νησιού.

ΛΙΒΑΔΙ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
Α	1	3,14	0	0	0
Β	2	9,43	4	0,424	2
Γ	3	15,7	6	0,382	4

Πίνακας 4.7 : Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από το λιμάνι της Σεριφου

Από τον πίνακα αποτελεσμάτων 4.7, καταλήγουμε στο συμπέρασμα,ότι το κριτήριο «πυκνότητας» πληρείται,άρα οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ενδιαφέροντος χωροθετούνται επαρκώς αραιά,ακόμα και αν πιθανώς απλώνονται σε αρκετές περιοχές του ορίζοντα γύρω από το σημείο ενδιαφέροντος.

Επιπλέον,εξετάζεται αν πληρείται το κριτήριο «πυκνότητας και στους οικισμούς Γαλανή και Κένταρχος,επειδή σε κοντινή από αυτούς απόσταση χωροθετούνται ανεμογεννήτριες.Τα αποτελέσματα είναι τα ακόλουθα.

ΓΑΛΑΝΗ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	2	0,212	2
Γ	3	15,7	3	0,191	4

Πίνακας 4.8 : Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από τον οικισμό Γαλανή

ΚΕΝΤΑΡΧΟΣ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	2	0,212	2
Γ	3	15,7	5	0,318	4

Πίνακας 4.9 : Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από τον οικισμό Κένταρχο

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν και συνοψίζονται στους πίνακες 4.8 και 4.9, παρατηρείται ότι και στις δύο περιοχές πληρείται το πρώτο κριτήριο.

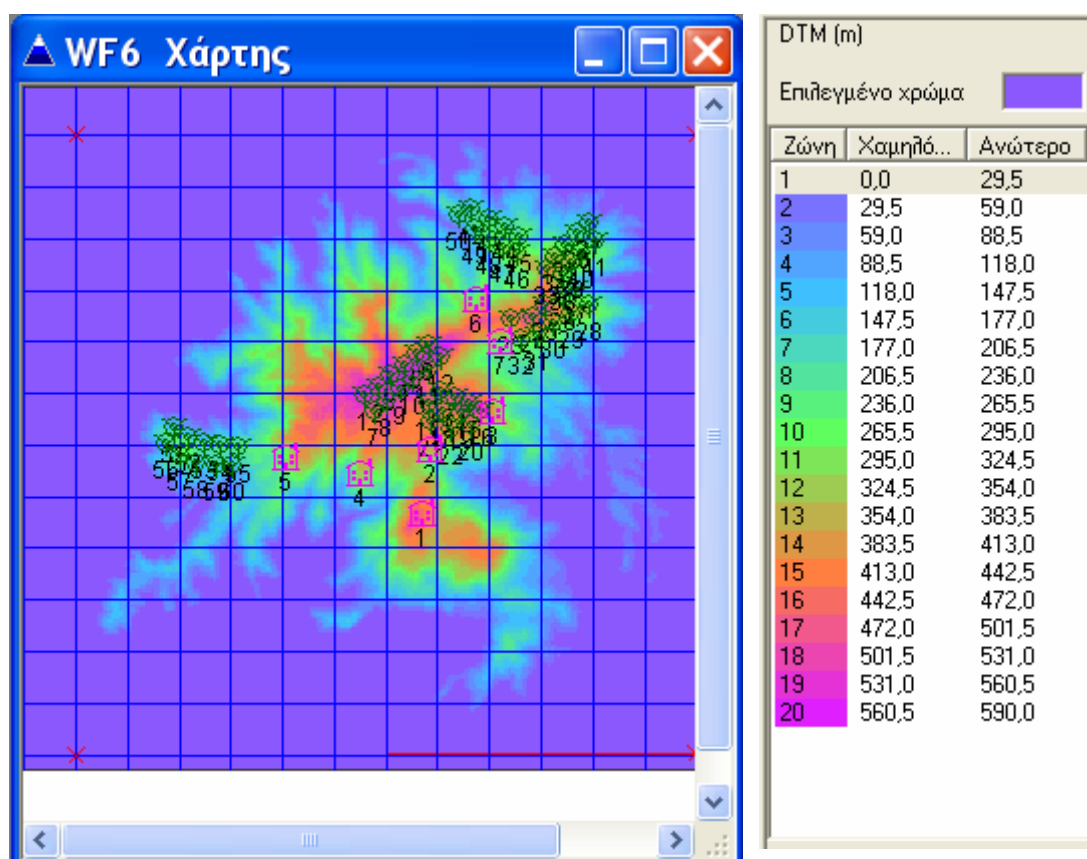
Συνοψίζοντας,λοιπόν,καταλήγουμε στο συμπέρασμα,ότι παρόλο,που το ποσοστό κάλυψης του νησιού από ανεμογεννήτριες είναι αρκετά μεγαλύτερο από το επιτρεπόμενο όριο,που ορίζεται στα άρθρα 7 και 8 του χωροταξικού σχεδιασμού για τα κατοικημένα νησιά,η ένταξη της εγκατάστασης στο τοπίο δεν δημιουργεί οπτικές οχλήσεις στα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος.

4.3.2 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 180 MW

Από τα παραπάνω καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι εφόσον οι 87 Α/Γ, σύμφωνα με την κατατεθείσα αίτηση είναι πολλές για την Σέριφο, μελετώνται άλλα πιθανά σενάρια, πάντα για ανεμογεννήτριες Vestas V-90,3MW και για τις ίδιες περιοχές εγκατάστασης. Έστω, ότι τοποθετούνται 60 Α/Γ, άρα η συνολική ισχύς που παράγεται θα είναι ίση με 180 MW. Η χωροθέτηση των μηχανών παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.10.

Θέση εγκατάστασης μηχανής	Αριθμός Α/Γ	Συνολική ισχύς(MW)
ΠΕΖΟΥΛΙΑ	9	27
ΚΕΦΑΛΑ	9	27
ΒΙΓΛΑ	10	30
ΠΕΤΡΙΑΣ	10	30
ΤΡΟΥΛΟΣ	12	36
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	10	30
ΣΥΝΟΛΟ	60	180

Πίνακας 4.10 : Προτεινόμενη θέση εγκατάστασης των 60 Α/Γ στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού

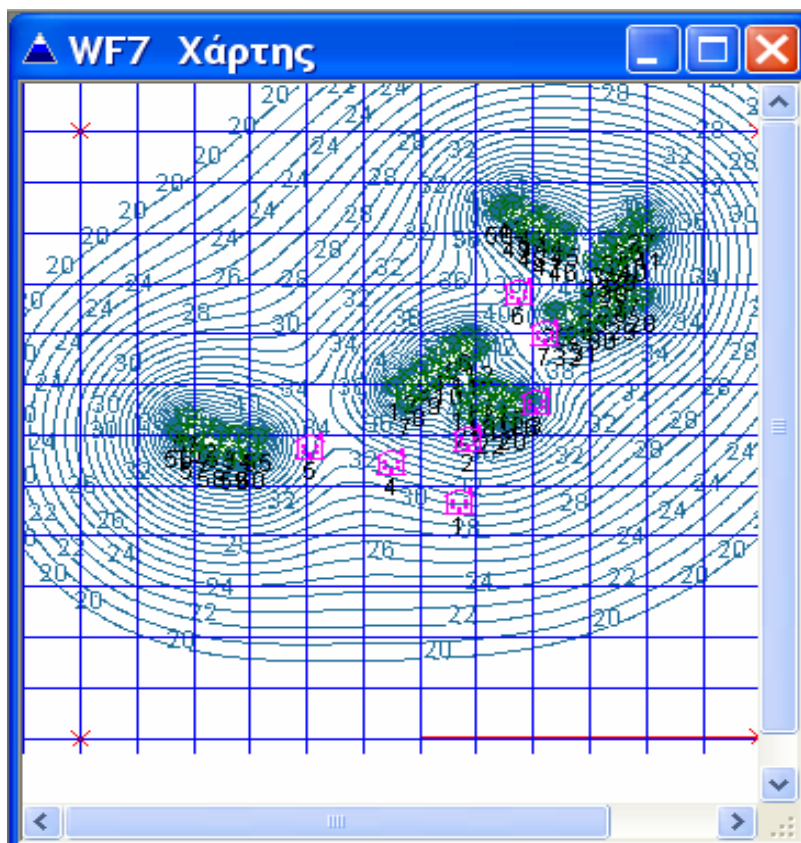


Σχήμα 4.10: Ψηφιακός χάρτης της Σερίφου (dtm), με τοποθετημένες τις 60 Α/Γ στις προεπιλεγμένες θέσεις και αφού έχουν εισαχθεί οι κύριοι οικισμοί του νησιού. Στον χάρτη οι οικισμοί που σημειώνονται είναι :

1	<i>Ράμος</i>
2	<i>Λιβάδι</i>
3	<i>Χώρα</i>
4	<i>Κουταλάς</i>
5	<i>Μεγ. Χωριό</i>
6	<i>Γαλανή</i>
7	<i>Κένταρχος</i>

Όμοια σκεπτόμενοι υπολογίζονται με την βοήθεια του λογισμικού προγράμματος τα διαγράμματα που μας δίνουν τα επίπεδα του θορύβου (σχήμα 4.11), του επιπέδου σκίασης (σχήμα 4.12) και της οπτικής επίδρασης των ανεμογεννητριών (σχήμα 4.13). Επιπλέον, υπολογίζεται και πάλι το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης του νησιού, που είναι σε αυτήν την χωροθέτηση ίσο με 0,8 (Α/Γ)/ 1000 στρέμματα και πάλι μεγαλύτερο από το ισχύον όριο του 0,53(Α/Γ)/ 1000 στρέμματα, αλλά και μικρότερο αυτή την φορά από το όριο των 1,05(Α/Γ)/ 1000 στρέμματα που ισχύει στην ηπειρωτική Ελλάδα. Με το Windfarmer, ποσοτικοποιούνται οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από την λειτουργία του πάρκου και παρουσιάζονται ακολούθως για κάθε είδος όχλησης.

ΘΟΡΥΒΟΣ



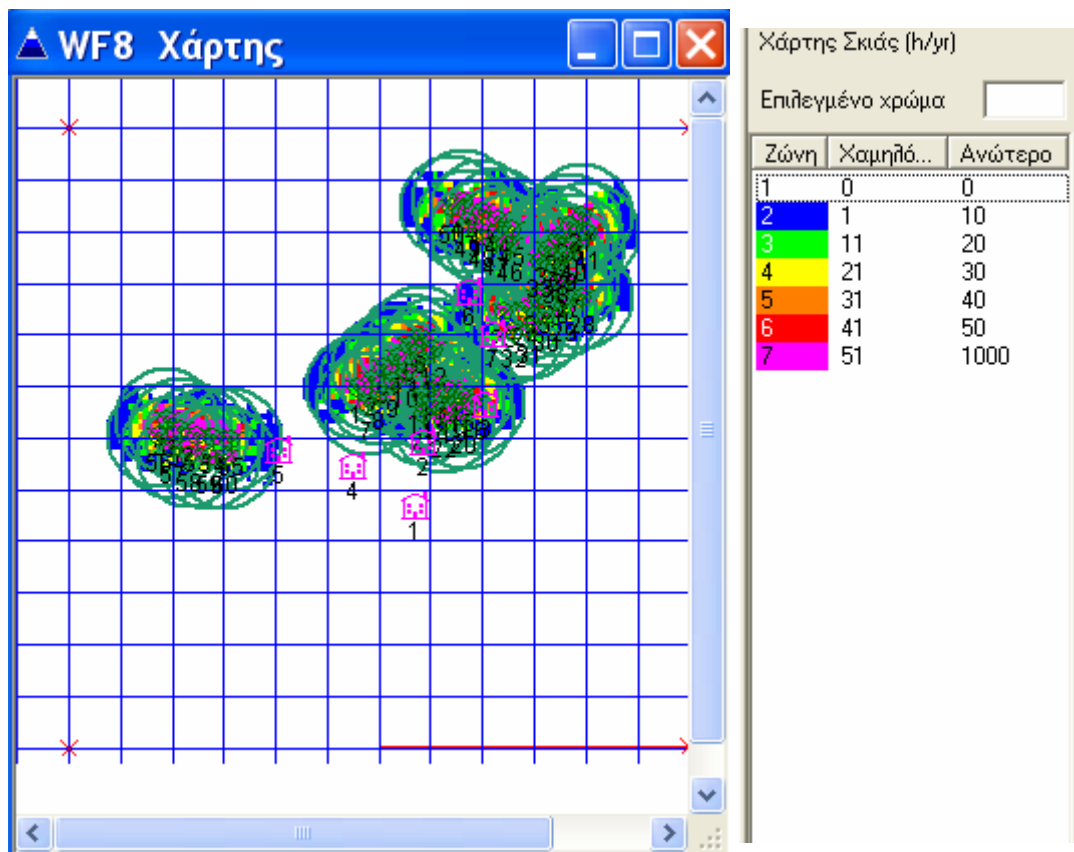
Σχήμα 4.11 : Επίπεδα θορύβου σε (dB) εξαιτίας της λειτουργίας των Α/Γ στην οριοθετημένη περιοχή

Οικισμός	Επίπεδο ηχορύπανσης σε (dB)
Χώρα	42
Λιβάδι	38
Γαλανή	39
Κένταρχος	42
Κουταλάς	34
Μεγ. Χωριό	34
Ράμος	32

Πίνακας 4.11 : Επίπεδα ηχορύπανσης σε (dB) στους οικισμούς του νησιού, όπως αυτά προκύπτουν από το σχήμα 4.11

Και σε αυτή τη χωροθέτηση η ακουστική όχληση κυμαίνεται σε επίπεδα κάτω των επιτρεπτών ορίων που έχουν θεσμοθετηθεί, μάλιστα παρατηρώντας τα επίπεδα ηχορύπανσης είναι βελτιωμένα σε όλους τους οικισμούς (Πίνακας 4.11), εκτός από τη Χώρα όπου παραμένουν στα ίδια επίπεδα με τα 261MW.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΚΙΑΣΗΣ



Σχήμα 4.12 : Διάγραμμα επιπέδου σκίασης σε (ώρες /έτος) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

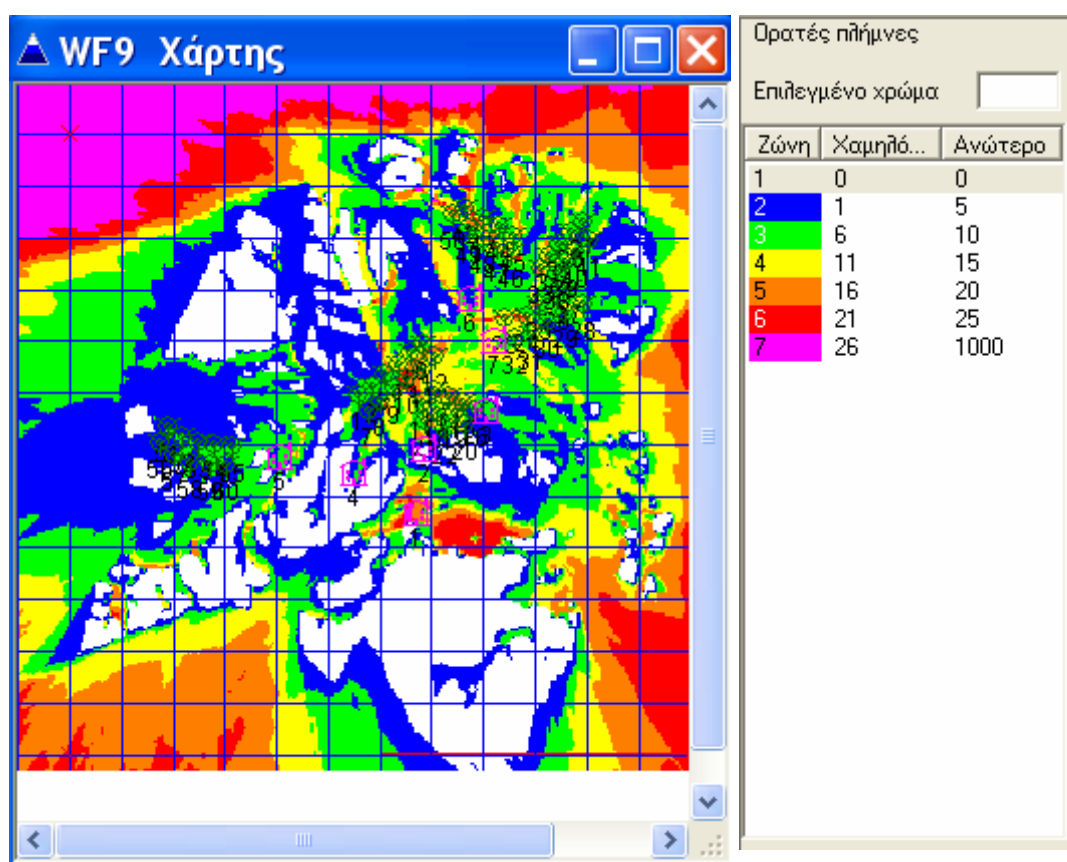
Από το διάγραμμα που παρουσιάζεται παραπάνω (σχήμα 4.12) παρατηρείται,ότι τα επίπεδα σκίασης στους κυριότερους οικισμούς,που έχουν σημειωθεί στον χάρτη θα είναι :

Οικισμός	Επίπεδο σκίασης σε (ώρες/έτος)
Χώρα	11-1000
Λιβάδι	0-10
Γαλανή	1-10
Κένταρχος	1-20
Κουταλάς	0
Μεγ. Χωριό	0-10
Ράμος	0

Πίνακας 4.12: Επίπεδο σκίασης σε (ώρες/έτος) στους οικισμούς της Σερίφου εξαιτίας της εγκατάστασης των 60 A/G

Τα επίπεδα σκίασης αναμένονται να είναι χαμηλά,μάλιστα σημειώνεται και μια μικρή βελτίωση στην σκίαση που επηρεάζει το λιμάνι,ωστόσο παρουσιάζονται περισσότερες ώρες σκίασης σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση στη Χώρα.

ZVI (Zone of Visual Influence) ή ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ



Σχήμα 4.13 : Επίπεδο Οπτικής Οχλησης (αριθμός ορατών πλημνών) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

Το διάγραμμα της αναμενόμενης οπτικής επίδρασης του αιολικού πάρκου για τη χωροθέτηση των 60 Α/Γ(σχήμα 4.13) παρουσιάζει σημαντική βελτίωση σε σύγκριση με την περίπτωση των 87 Α/Γ. Σε ελάχιστα σημεία οι ορατές πλήμνες προβλέπεται να είναι 21-25 και 26-60,μάλιστα αυτό θα συμβαίνει όχι στο εσωτερικό του νησιού, όπου θα προκαλούσε ενόχληση σε κατοίκους ή πιθανούς επισκέπτες.Επιπρόσθετα, σύμφωνα με το διάγραμμα στο μεγαλύτερο κομμάτι της Σερίφου αναμένεται ότι οι ορατές πλήμνες θα είναι 0-5,ενώ ακόμα και σε οικισμούς πλησίον των επιλεγμένων περιοχών η οπτική όχληση θα περιορίζεται μεταξύ 6-15 ορατών πλημνών.Όσο αναφορά τη Χώρα και το λιμάνι, σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος στο νησί,η οπτική επίδραση υπολογίζεται ότι θα είναι 0-10 και 0-15 ορατές πλήμνες αντίστοιχα. Συνεπώς,μειώνοντας τον αριθμό των προς εγκατάσταση μηχανών,σημειώνεται και μείωση της οπτικής όχλησης .

ΕΝΤΑΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ

Όπως έχει ήδη υπολογιστεί,το ποσοστό κάλυψης εδαφών του νησιού από την αιολική εγκατάσταση,ισούται με 0,8 (Α/Γ)/1000 στρέμματα,τιμή μεγαλύτερη από το ισχύον όριο στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου.Με το ίδιο σκεπτικό,όπως και στην περίπτωση των 261 MW,εξετάζεται η ένταξη της εγκατάστασης στο τοπίο,με την βοήθεια των κανόνων του παραρτήματος IV του χωροταξικού σχεδιασμού.Αρχικά, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο της «πυκνότητας»,στις τοποθεσίες,όπου κοντά στους οικισμούς αποσκοπείται η χωροθέτηση ανεμογεννητριών.Τα αποτελέσματα που προκύπτουν συνοψίζονται στον παρακάτω πίνακα 4.13.

ΧΩΡΑ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	1	0,318	0
B	2	9,43	2	0,212	2
Γ	3	15,7	4	0,255	4

Πίνακας 4.13 :Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από την Χώρα της Σερίφου

Από τον πίνακα 4.13 προκύπτει υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου «πυκνότητας» στην ζώνη Α,που σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον της Χώρας δεν χωροθετούνται αρκετά αραιά,οπότε επιβάλλεται η τήρηση τουλάχιστον του δεύτερου κριτηρίου «οπτικής κάλυψης» (Πίνακας 4.14).

	Βάρη (ΠΑΠ)	Σύνολο	Σταθμισμένο Σύνολο
Ζώνη Α	1	13	13
Ζώνη Β	0,8	50	40
Ζώνη Γ	0,7	47	32,9
			85,9
			14,1%

Πίνακας 4.14 : Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 2 «οπτικής κάλυψης» από Α/Γ στον ορίζοντα γύρω από την Χώρα της Σερίφου

Το ανώτατο όριο στο λόγο του σταθμισμένου αθροίσματος των γωνιών που ορίζονται προς το σύνολο του κύκλου είναι για τα κατοικημένα νησιά, όπως είναι η Σέριφος 15%. Άρα, τουλάχιστον το δεύτερο κριτήριο τηρείται, που σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ενδιαφέροντος χωροθετούνται προς μία ή ελάχιστες κατευθύνσεις, ακόμη και αν προς τις ελάχιστες ή τη μια αυτή κατεύθυνση έχουν αυξημένη πυκνότητα.

ΛΙΒΑΔΙ

Όμοια, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο (πίνακας 4.15) για την περιοχή του λιμανιού, για να καταλήξουμε σε αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με την οπτική ένταση της εγκατάστασης στην συγκεκριμένη τοποθεσία.

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	2	0,212	2
Γ	3	15,7	4	0,255	4

Πίνακας 4.15: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από το λιμάνι της Σερίφου

ΚΕΝΤΑΡΧΟΣ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	2	0,212	2
Γ	3	15,7	2	0,127	4

Πίνακας 4.16 : Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από τον οικισμό Κένταρχο

Οπότε, και στις δύο προαναφερθείσες τοποθεσίες το κριτήριο της «πυκνότητας» πληρείται, όπως είναι φανερό από τους πίνακες 4.15 και 4.16.

Συμπερασματικά, παρόλο που το ποσοστό κάλυψης του νησιού από ανεμογεννήτριες είναι αρκετά μεγαλύτερο από το επιτρεπόμενο όριο, που ορίζεται στα άρθρα 7 και 8 του χωροταξικού σχεδιασμού για τα κατοικημένα νησιά, η ένταξη της εγκατάστασης στο τοπίο δεν δημιουργεί οπτικές οχλήσεις στα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος.

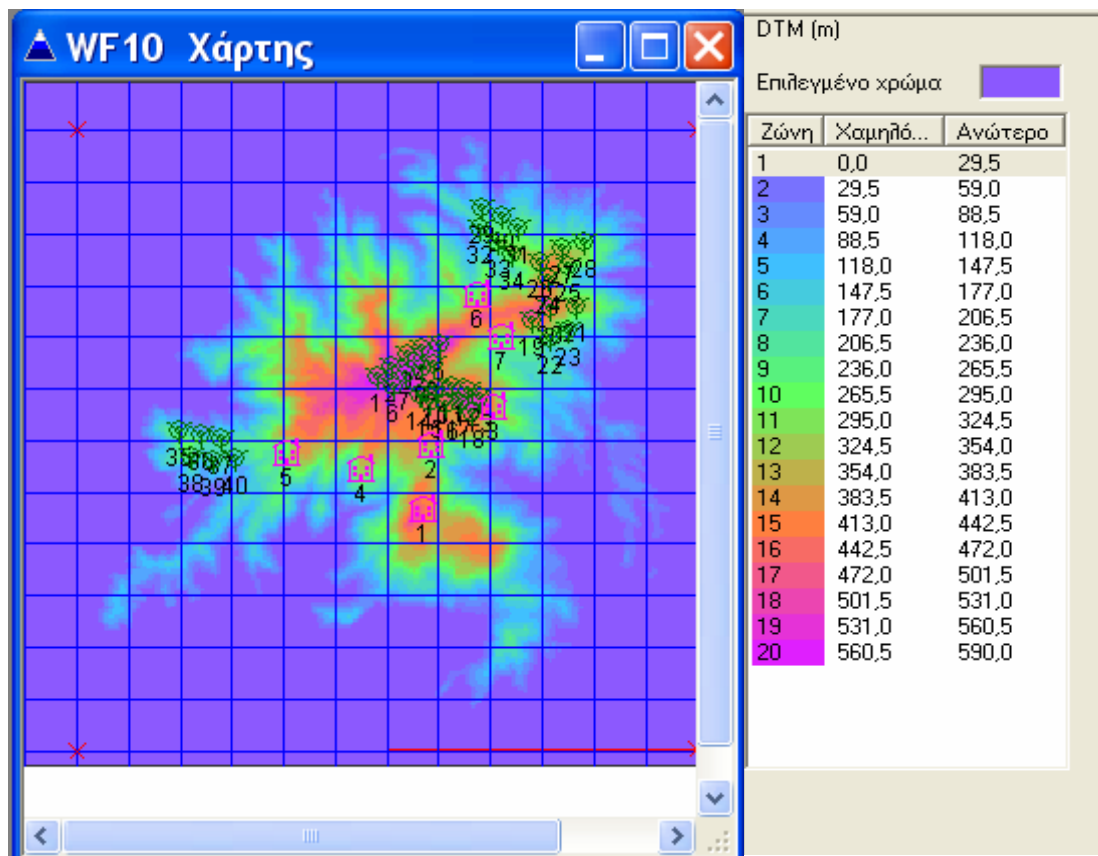
4.3.3 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 120 MW

Ο σκοπός μας από την αρχή είναι ο προσδιορισμός των περιβαλλοντικών οχλήσεων που αναμένονται εξαιτίας της χωροθέτησης κάποιου αριθμού ανεμογεννητριών στην Σέριφο και η εύρεση της χρυσής τομής, που θα καθορίζει πόσες μηχανές «χωράει» το νησί δίχως να διαταραχθεί η ισορροπία του φυσικού περιβάλλοντος και η καθημερινότητα των κατοίκων. Μέχρι στιγμής οι περιπτώσεις που εξετάστηκαν υπερβαίνουν το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο κάλυψης του νησιού, ενώ συγκρίνοντας τις επιπτώσεις των δύο παραπάνω χωροθετήσεων, είναι εμφανής η βελτίωση που σημειώθηκε όταν μειώθηκε και ο αριθμός των προς εγκατάσταση ανεμογεννητριών. Μειώνοντας ακόμη περισσότερο τις μηχανές σε 40, πάντα Vestas V-90, 3MW έκαστη και προτεινόμενη την παρακάτω χωροθέτηση τους, όπως αυτή συνοψίζεται στον πίνακα 4.17.

Θέση εγκατάστασης μηχανής	Αριθμός Α/Γ	Συνολική ισχύς(MW)
ΠΕΖΟΥΛΙΑ	6	18
ΚΕΦΑΛΑ	5	15
ΒΙΓΛΑ	6	18
ΠΕΤΡΙΑΣ	9	27
ΤΡΟΥΛΟΣ	9	27
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	5	15
ΣΥΝΟΛΟ	40	120

Πίνακας 4.17: Προτεινόμενη θέση εγκατάστασης των 40 Α/Γ στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού

Και πάλι με τη βοήθεια του λογισμικού, κατασκευάζεται ο ψηφιακός χάρτης της Σεριφου (σχήμα 4.14), εισάγονται οι 40 Α/Γ στις τοποθεσίες που πρέπει και τέλος εισάγονται τα δεδομένα που απαιτούνται για να εξαχθούν τα διαγράμματα του θορύβου (σχήμα 4.15), του επιπέδου σκίασης (σχήμα 4.16) και της οπτικής επίδρασης των ανεμογεννητριών (σχήμα 4.17).

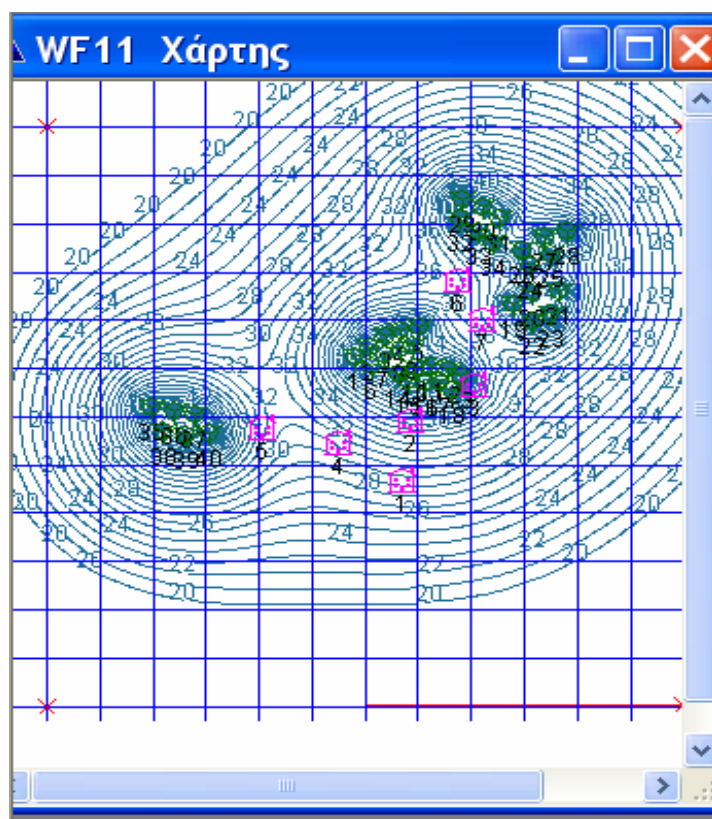


Σχήμα 4.14: Ψηφιακός χάρτης της Σερίφου (dtm), με τοποθετημένες τις 40 Α/Γ στις προεπιλεγμένες θέσεις και αφού έχουν εισαχθεί οι κύριοι οικισμοί του νησιού. Στον χάρτη οι οικισμοί που σημειώνονται είναι :

1	Ράμος
2	Λιβάδι
3	Χώρα
4	Κουταλάς
5	Μεγ. Χωριό
6	Γαλανή
7	Κένταρχος

Ακόμα, υπολογίζεται το ποσοστό κάλυψης του εδάφους του κατοικημένου νησιού που ισούται με, $(40/75) = 0,53$ (Α/Γ)/1000 στρέμματα. Η περίπτωση, που μελετάμε τώρα, αποτελεί, λοιπόν, την οριακή περίπτωση κάλυψης.

ΘΟΡΥΒΟΣ



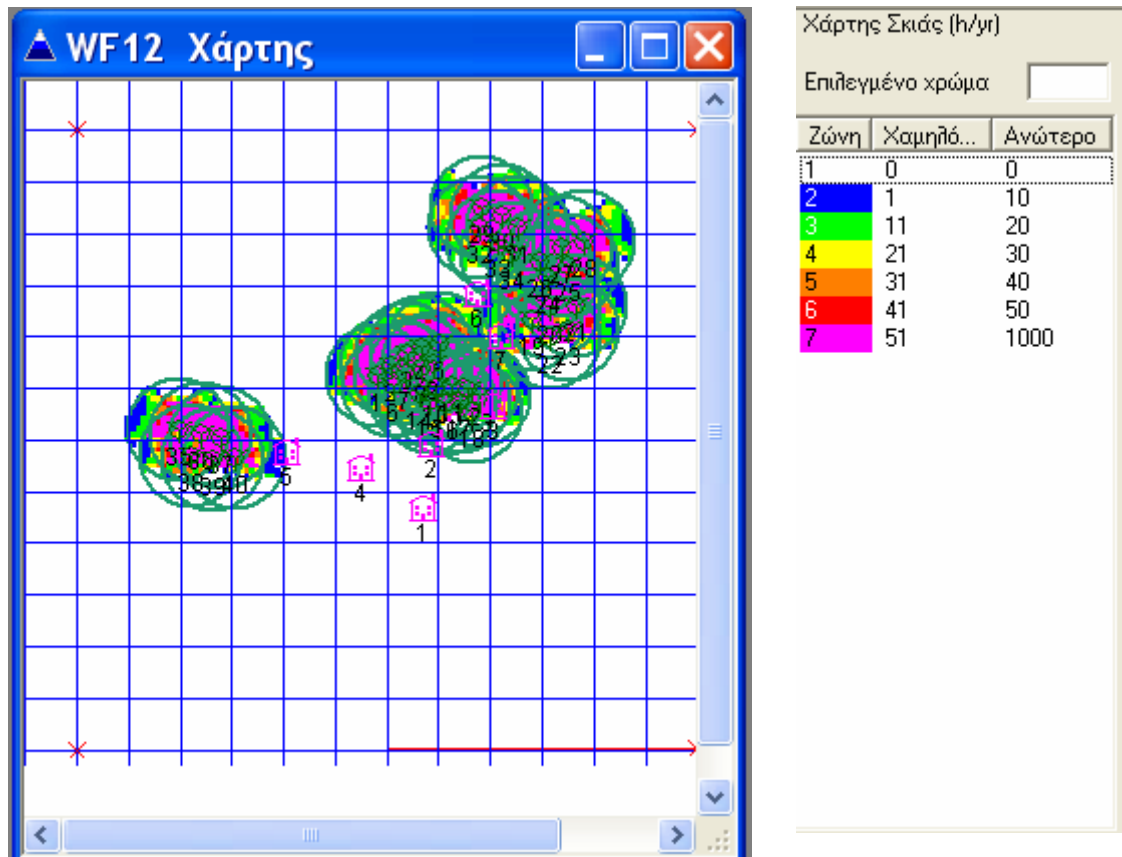
Σχήμα 4.15 : Επίπεδα θορύβου σε (dB) εξαιτίας της λειτουργίας των Α/Γ στην οριοθετημένη περιοχή

Οικισμός	Επίπεδο ηχορύπανσης σε (dB)
Χώρα	40
Λιβάδι	35
Γαλανή	37
Κένταρχος	38
Κουταλάς	32
Μεγ. Χωριό	32
Ράμος	30

Πίνακας 4.18 : Επίπεδα ηχορύπανσης σε (dB) στους οικισμούς του νησιού, όπως αυτά προκύπτουν από το σχήμα 4.15

Τα επίπεδα του θορύβου όχι μόνο κυμαίνονται σε τιμές μικρότερες των επιτρεπόμενων ορίων, αλλά σημειώνουν και αξιοσημείωτη βελτίωση σε σχέση με τις δύο προηγούμενες χωροθετήσεις, σύμφωνα με τα αποτελέσματα του πίνακα 4.18. Έτσι, με την επιλογή της συγκεκριμένης χωροθέτησης είναι σχεδόν σίγουρο ότι οι κάτοικοι ή οι επισκέπτες του νησιού την τουριστική περίοδο δεν ενοχλούνται από τη λειτουργία του πάρκου

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΚΙΑΣΗΣ



Σχήμα 4.16: Διάγραμμα επιπέδου σκίασης σε (ώρες /έτος) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

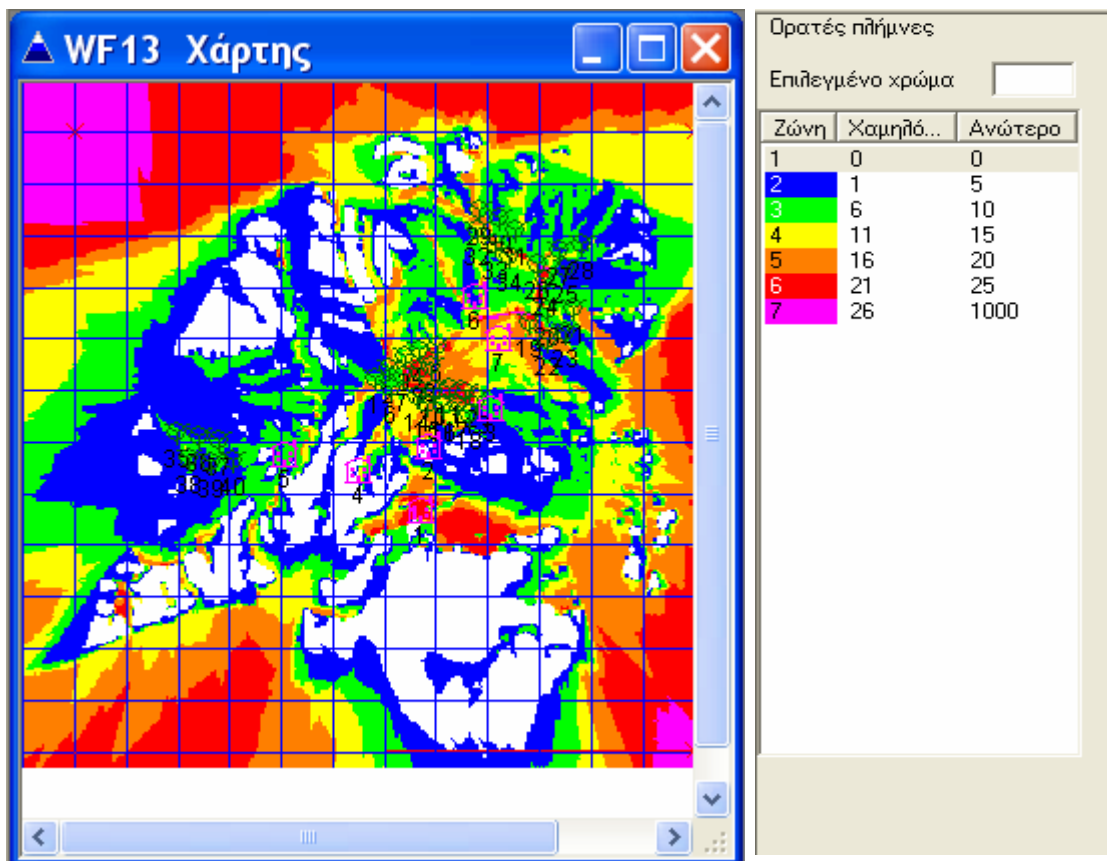
Από το διάγραμμα που προκύπτει (σχήμα 4.16), τα επίπεδα σκίασης στους κυριότερους οικισμούς, που έχουν σημειωθεί στο χάρτη προβλέπεται ότι θα είναι :

Οικισμός	Επίπεδο σκίασης σε (ώρες/έτος)
Χώρα	21-706
Λιβάδι	0-10
Γαλανή	0
Κένταρχος	1-30
Κουταλάς	0
Μεγ. Χωριό	0-10
Ράμος	0

Πίνακας 4.19: Επίπεδο σκίασης σε (ώρες /έτος) στους οικισμούς της Σερίφου εξαιτίας της εγκατάστασης των 40 A/G

Είναι φανερό ότι τα επίπεδα σκίασης, από τα οποία θα επηρεαστούν οι οικισμοί (πίνακας 4.19) δεν σημειώνουν αύξηση σε σύγκριση με την προηγούμενη χωροθέτηση. Αντίθετα, παρατηρείται αξιόλογη μείωση της προβλεπόμενης ετήσιας σκίασης στη Χώρα της τάξης των 300 σχεδόν ωρών. Ενώ, και οι υπόλοιπες τοποθεσίες δεν αντιμετωπίζουν δυσμενείς προβλέψεις, αφού υπάρχουν και περιοχές που δεν θα επηρεαστούν καθόλου από πιθανή σκίαση λόγω της λειτουργίας των ανεμογεννητριών.

ZVI (Zone of Visual Influence) ή ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ



Σχήμα 4.17: Επίπεδο Οπτικής Όχλησης (αριθμός ορατών πλημνών) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

Μετά την περαιτέρω μείωση των προς χωροθέτηση ανεμογεννητριών από 60 σε 40, παρατηρείται μια μικρή, αλλά ορατή βελτίωση της οπτικής επίδρασης των μηχανών στο νησί (σχήμα 4.17). Φυσικά αν η σύγκριση γίνει με την πρώτη περίπτωση των 87 Α/Γ, τότε είναι προφανές ότι η προκαλούμενη οπτική όχληση έχει μειωθεί σημαντικά. Ειδικά, στις δύο περιοχές που μας ενδιαφέρουν περισσότερο, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης κατοίκων, δηλαδή τη Χώρα και το Λιβάδι οι ορατές πλήμνες περιορίζονται σε 1-10 και 0-15 αντίστοιχα. Το αξιοσημείωτο είναι ότι υπάρχουν τμήματα του νησιού που καμιά πλήμνη δεν θα είναι ορατή, ενώ υπάρχουν και άλλα που επηρεάζονται στο ελάχιστο δυνατό με τις ορατές πλήμνες να αναμένεται να κυμανθούν μεταξύ 1-5. Ωστόσο στο μεγαλύτερο τμήμα της Σεριφου οι ορατές πλήμνες προβλέπονται μεταξύ 1-15. Σε αυτό το σημείο επιβάλλεται να τονιστεί ότι και πάλι όπως είναι φυσιολογικό όσο κινούμαστε προς τα έξω οι ορατές πλήμνες μπορεί να είναι είτε 16-20, είτε 21-25, είτε 26-40, κάτι που όμως ευτυχώς δεν θα επηρεάζει τους κατοίκους του νησιού.

ΕΝΤΑΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ

Όπως έχει ήδη υπολογιστεί, το ποσοστό κάλυψης εδαφών του νησιού από την αιολική εγκατάσταση, ισούται με $0,53 (A/\Gamma)/1000$ στρέμματα, τιμή ίση με το ισχύον όριο στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου. Ομοια σκεπτόμενοι με τις δύο προηγούμενες περιπτώσεις χωροθέτησης, εξετάζεται η ένταξη της εγκατάστασης στο τοπίο, με την βοήθεια των κανόνων του παραρτήματος IV του χωροταξικού σχεδιασμού. Αρχικά, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο της «πυκνότητας». Τα αποτελέσματα που προκύπτουν συνοψίζονται στον πίνακα 4.20.

ΧΩΡΑ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα ($(A/\Gamma)/km^2$)	Μέγιστη πυκνότητα ($(A/\Gamma)/km^2$)
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	2	0,212	2
Γ	3	15,7	2	0,127	4

Πίνακας 4.20: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από την Χώρα της Σεριφου

ΛΙΒΑΔΙ

Όμοια, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο για την περιοχή του λιμανιού (πίνακας 4.21) , για να καταλήξουμε σε αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με την οπτική ένταση της εγκατάστασης στην συγκεκριμένη τοποθεσία.

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	0	0	2
Γ	3	15,7	2	0,127	4

Πίνακας 4.21: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από το λιμάνι της Σερίφου

ΚΕΝΤΑΡΧΟΣ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	0	0	2
Γ	3	15,7	1	0,064	4

Πίνακας 4.22: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από τον οικισμό Κένταρχο

Από τους παραπάνω πίνακες 4.21 και 4.22 είναι προφανές ότι πληρείται το κριτήριο «πυκνότητας», άρα δεν χρειάζεται να εφαρμοστεί το δεύτερο κριτήριο της «οπτικής ένταξης».

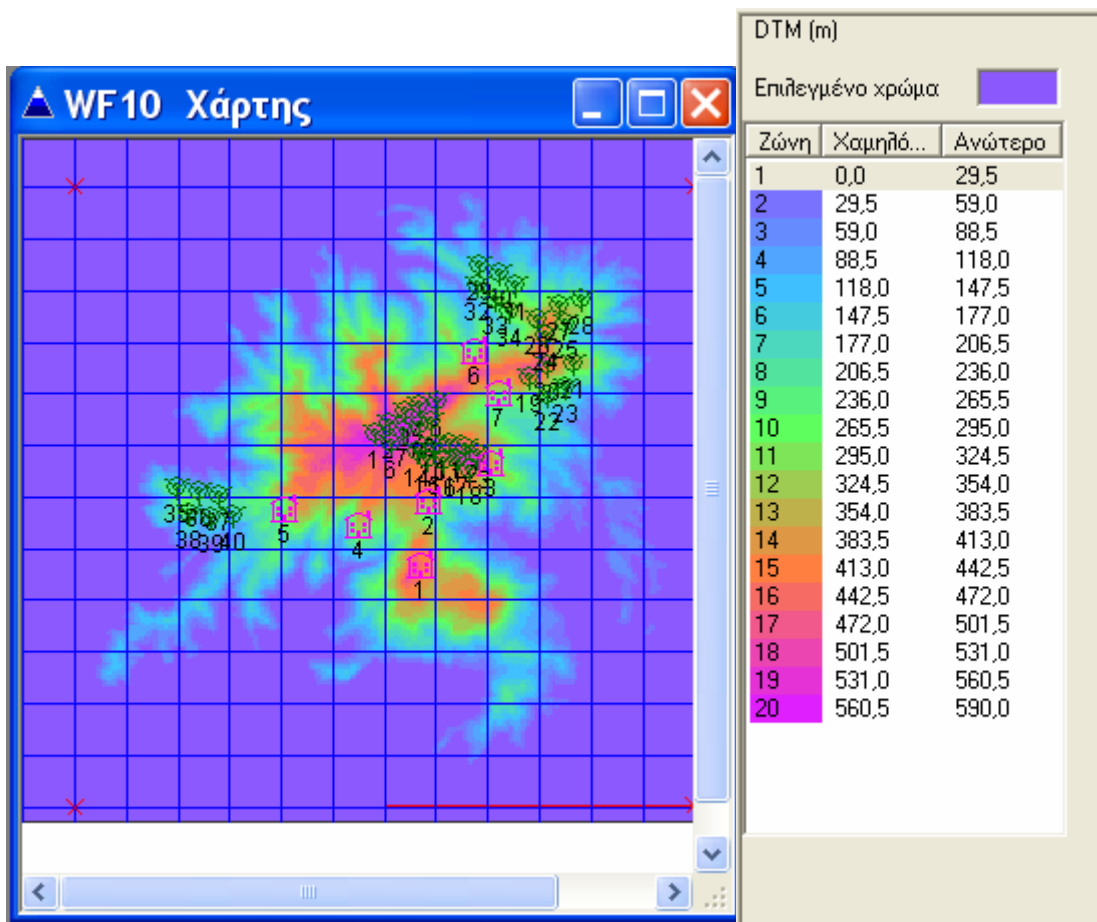
4.3.4 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 105 MW

Με μια πιο προσεκτική ματιά στα διαγράμματα που προέκυψαν κατά την εξέταση των τριών παραπάνω περιπτώσεων χωροθέτησης, είναι εμφανής η βελτίωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών και την λειτουργία του αιολικού πάρκου. Ο παραγόμενος θόρυβος μειώνεται συνεχώς, ενώ σε καμία από τις προτεινόμενες χωροθετήσεις δεν ξεπερνά το θεσμοθετημένο όριο των 45 dB. Επιπλέον, οι ανεμογεννήτριες στις δύο πρώτες χωροθετήσεις (261 και 180 MW) έχουν αυξημένη πυκνότητα προς κάποιες κατευθύνσεις, αφού σημειώνεται υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου «πυκνότητας», και ταυτόχρονα πληρείται το δεύτερο κριτήριο «οπτικής ένταξης». Παρόλα αυτά, οι χωροθετήσεις των 87 και 60 μηχανών ξεπερνούν το μέγιστο όριο κάλυψης των εδαφών της Σερίφου (4%), κάτι που αποτελεί πρόβλημα, κατά τον έλεγχο και εφαρμογή των κριτηρίων χωροθέτησης για αιολικές εγκαταστάσεις από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.).

Για αυτό, λοιπόν, καθίσταται επιτακτική η μελέτη χωροθέτησης για 35 ανεμογεννήτριες Vestas V-90 3MW έκαστη, με συνολική παραγόμενη ισχύ 105 MW (σχήμα 4.18). Η εγκατάστασή τους επιλέγεται να γίνει στις ίδιες περιοχές, όπως παρουσιάζεται στον πίνακα 4.23.

Θέση εγκατάστασης μηχανής	Αριθμός Α/Γ	Συνολική ισχύς(MW)
ΠΕΖΟΥΛΙΑ	6	18
ΚΕΦΑΛΑ	5	15
ΒΙΓΛΑ	6	18
ΠΕΤΡΙΑΣ	6	18
ΤΡΟΥΛΟΣ	7	21
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	5	15
ΣΥΝΟΛΟ	35	105

Πίνακας 4.23: Προτεινόμενη θέση εγκατάστασης των 35 Α/Γ στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού



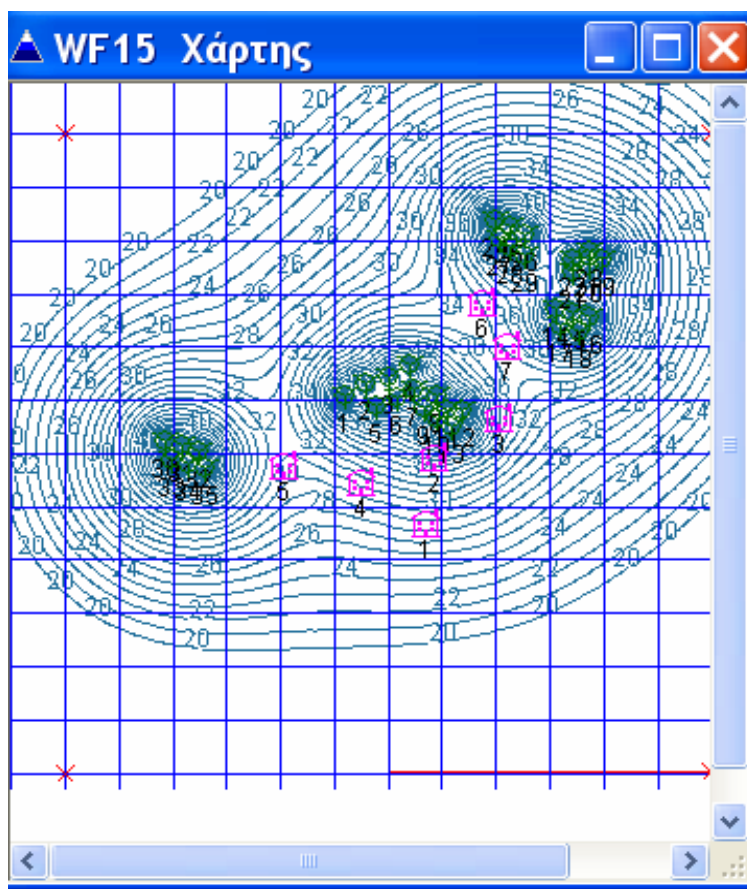
Σχήμα 4.18: Ψηφιακός χάρτης της Σερίφου (dtm), με τοποθετημένες τις 35 Α/Γ στις προεπιλεγμένες θέσεις και αφού έχουν εισαχθεί οι κύριοι οικισμοί του νησιού. Στον χάρτη οι οικισμοί που σημειώνονται είναι :

1	<i>Ράμος</i>
2	<i>Λιβάδι</i>
3	<i>Χώρα</i>
4	<i>Κουταλάς</i>
5	<i>Μεγ. Χωριό</i>
6	<i>Γαλανή</i>
7	<i>Κένταρχος</i>

Το ποσοστό κάλυψης υπολογίζεται ότι ισούται με, $35 (A/\Gamma) / 75 = 0,47 (A/\Gamma) / 1000$ στρέμματα ή αλλιώς 3,547%, τιμή μικρότερη του μέγιστου επιτρεπόμενου ορίου (4%) για κατοικημένα νησιά.

Στο πρόγραμμα φορτώνονται όλα τα απαραίτητα δεδομένα και προκύπτουν τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών οχλήσεων, που παρουσιάζονται ακολούθως .

ΘΟΡΥΒΟΣ



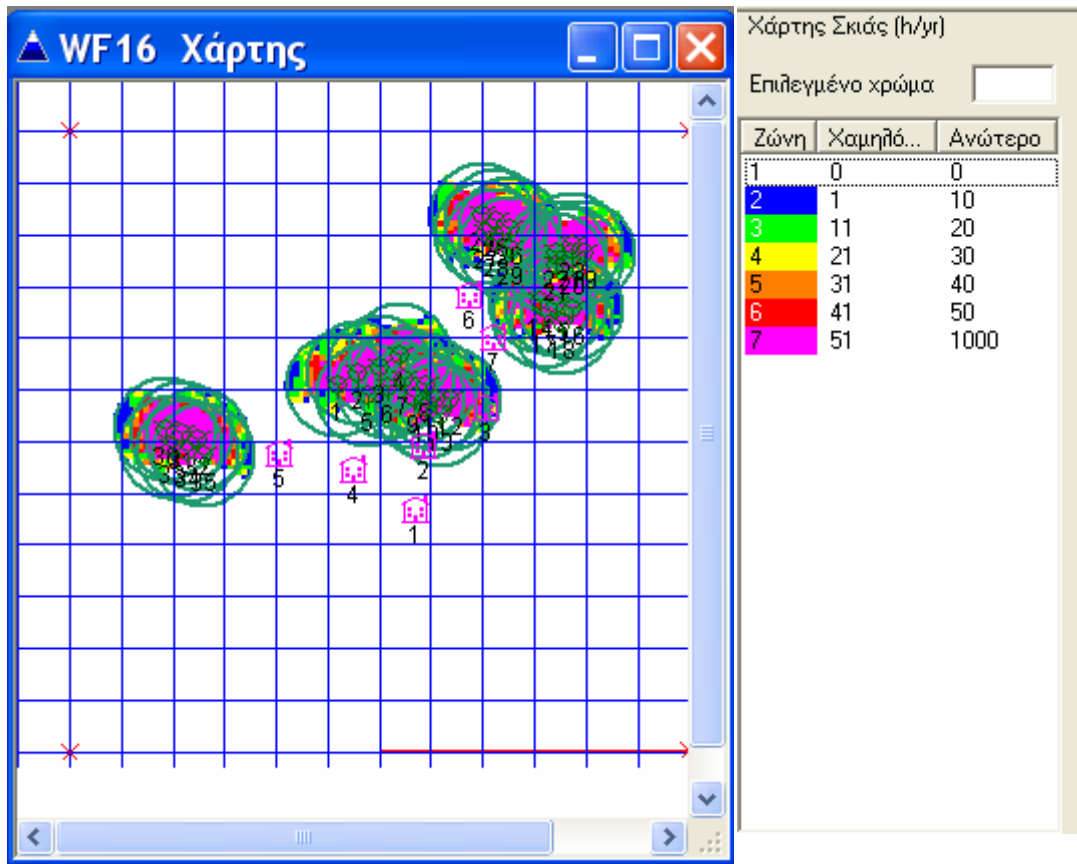
Σχήμα 4.19: Επίπεδα θορύβου σε (dB) εξαιτίας της λειτουργίας των Α/Γ στην οριοθετημένη περιοχή

Οικισμός	Επίπεδο ηχορύπανσης σε (dB)
Χώρα	38
Λιβάδι	38
Γαλανή	36
Κένταρχος	35
Κουταλάς	32
Μεγ. Χωριό	31
Ράμος	29

Πίνακας 4.24 : Επίπεδα ηχορύπανσης σε (dB) στους οικισμούς του νησιού, όπως αυτά προκύπτουν από το σχήμα 4.19

Τα αποτελέσματα της ηχορύπανσης συνοψίζονται στον παραπάνω πίνακα 4.24 και είναι εμφανές ότι τα επίπεδα του θορύβου συνεχίζουν να είναι πολύ κάτω του επιτρεπόμενου ορίου. Μάλιστα, σημειώνουν σημαντική βελτίωση σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα θορύβου της χωροθέτησης των 120 MW.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΚΙΑΣΗΣ



Σχήμα 4.20: Διάγραμμα επιπέδου σκίασης σε (ώρες /έτος) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

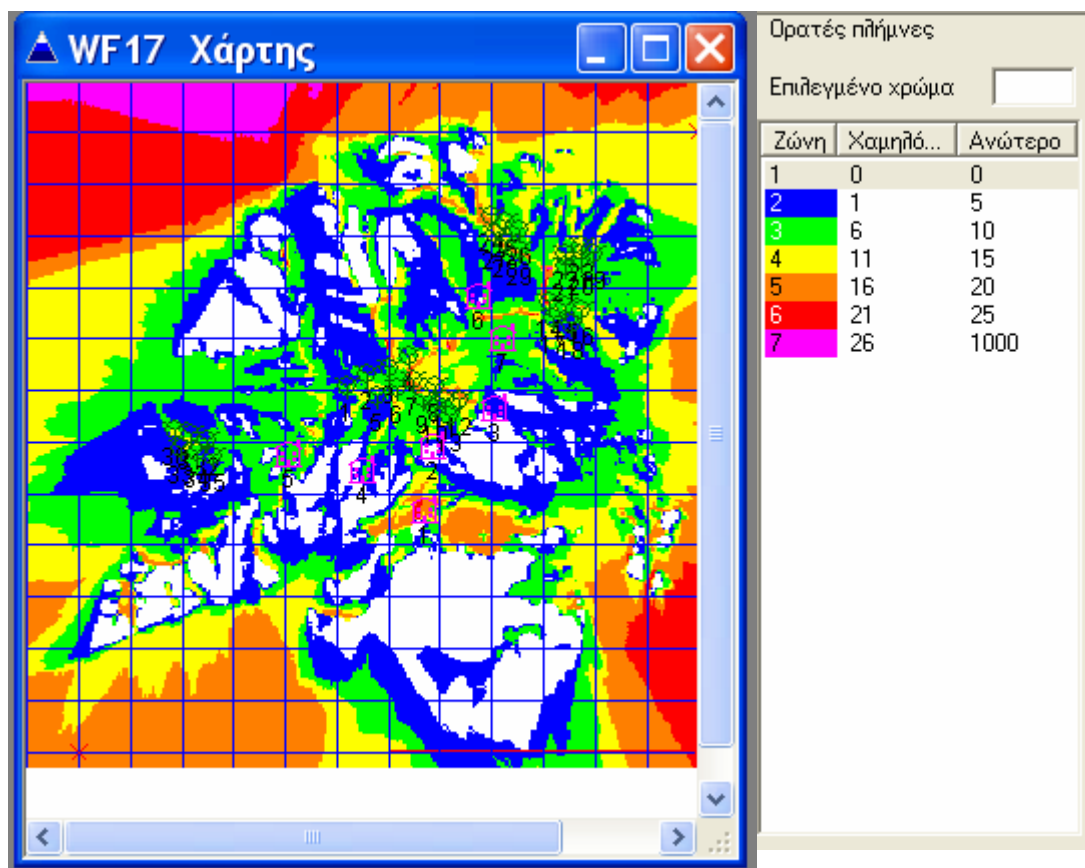
Από το διάγραμμα που παρουσιάζεται παραπάνω (σχήμα 4.20), τα επίπεδα σκίασης στους κυριότερους οικισμούς, που έχουν σημειωθεί στον χάρτη προβλέπεται ότι θα είναι :

Οικισμός	Επίπεδο σκίασης σε (ώρες/έτος)
Χώρα	1-524
Λιβάδι	0
Γαλανή	0
Κένταρχος	1-20
Κουταλάς	0
Μεγ. Χωριό	0
Ράμος	0

Πίνακας 4.25: Επίπεδο σκίασης σε (ώρες/έτος) στους οικισμούς της Σερίφου εξαιτίας της εγκατάστασης των 35 Α/Γ

Είναι φανερό από τον πίνακα 4.25,ότι τα επίπεδα σκίασης,από τα οποία θα επηρεαστούν οι οικισμοί όχι μόνο δεν σημειώνουν αύξηση σε σύγκριση με την προηγούμενη χωροθέτηση,αντίθετα,παρατηρείται αξιόλογη μείωση της προβλεπόμενης ετήσιας σκίασης στην Χώρα της τάξης των 200 σχεδόν ωρών,ενώ στη περιοχή κοντά στο λιμάνι το επίπεδο σκίασης δεν θα δημιουργεί κανένα πρόβλημα.Ακόμα,οι υπόλοιπες τοποθεσίες,με εξαίρεση μία,δεν θα επηρεαστούν καθόλου από πιθανή σκίαση λόγω της λειτουργίας των ανεμογεννητριών.

ZVI (Zone of Visual Influence) ή ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ



Σχήμα 4.21: Επίπεδο Οπτικής Όχλησης (αριθμός ορατών πλήμνων) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

Το διάγραμμα του Windfarmer απεικονίζει την οπτική επίδραση που θα έχει η χωροθέτηση 35 ανεμογεννητριών στην Σέριφο (σχήμα 4.21),πόσες δηλαδή θα είναι οι ορατές πλήμνες από κάθε σημείο.Η οπτική επίδραση των ανεμογεννητριών πλησίον των οικισμών είναι αυτή που μας ενδιαφέρει περισσότερο να προσδιοριστεί για προφανείς λόγους.Παρατηρώντας το διάγραμμα στα σημεία των οικισμών,οι ορατές πλήμνες υπολογίζεται ότι θα είναι στις περισσότερες περιπτώσεις 0-10.Στη Χώρα οι ορατές πλήμνες αναμένονται να είναι 0-5,ενώ στο λιμάνι 0-15.Η οπτική όχληση, όπως είναι φυσιολογικό θα είναι μεγαλύτερη όσο κινούμαστε προς τα έξω,αφού θα είναι και περισσότερες οι ορατές πλήμνες.Ωστόσο,ο αριθμός των ορατών πλημνών στην Χώρα μειώνεται σε σύγκριση με την προηγούμενη χωροθέτηση,ενώ στο λιμάνι παραμένει σταθερός.

ΕΝΤΑΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ

Όπως έχει ήδη υπολογιστεί, το ποσοστό κάλυψης εδαφών του νησιού από την αιολική εγκατάσταση, ισούται με 0,47 (Α/Γ)/1000 στρέμματα, τιμή μικρότερη του ισχύοντος ορίου στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου. Όμοια σκεπτόμενοι με τις τρεις προηγούμενες περιπτώσεις χωροθέτησης, εξετάζεται η ένταξη της εγκατάστασης στο τοπίο, με την βοήθεια των κανόνων του παραρτήματος IV του χωροταξικού σχεδιασμού. Αρχικά, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο της «πυκνότητας». Τα αποτελέσματα που προκύπτουν συνοψίζονται στον πίνακα 4.26.

ΧΩΡΑ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	0	0	2
Γ	3	15,7	1	0,064	4

Πίνακας 4.26: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από την Χώρα της Σερίφου

ΛΙΒΑΔΙ

Όμοια, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο για την περιοχή του λιμανιού (πίνακας 4.27), για να καταλήξουμε σε αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με την οπτική ένταξη της εγκατάστασης στην συγκεκριμένη τοποθεσία.

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	0	0	2
Γ	3	15,7	2	0,127	4

Πίνακας 4.27: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από το λιμάνι της Σερίφου

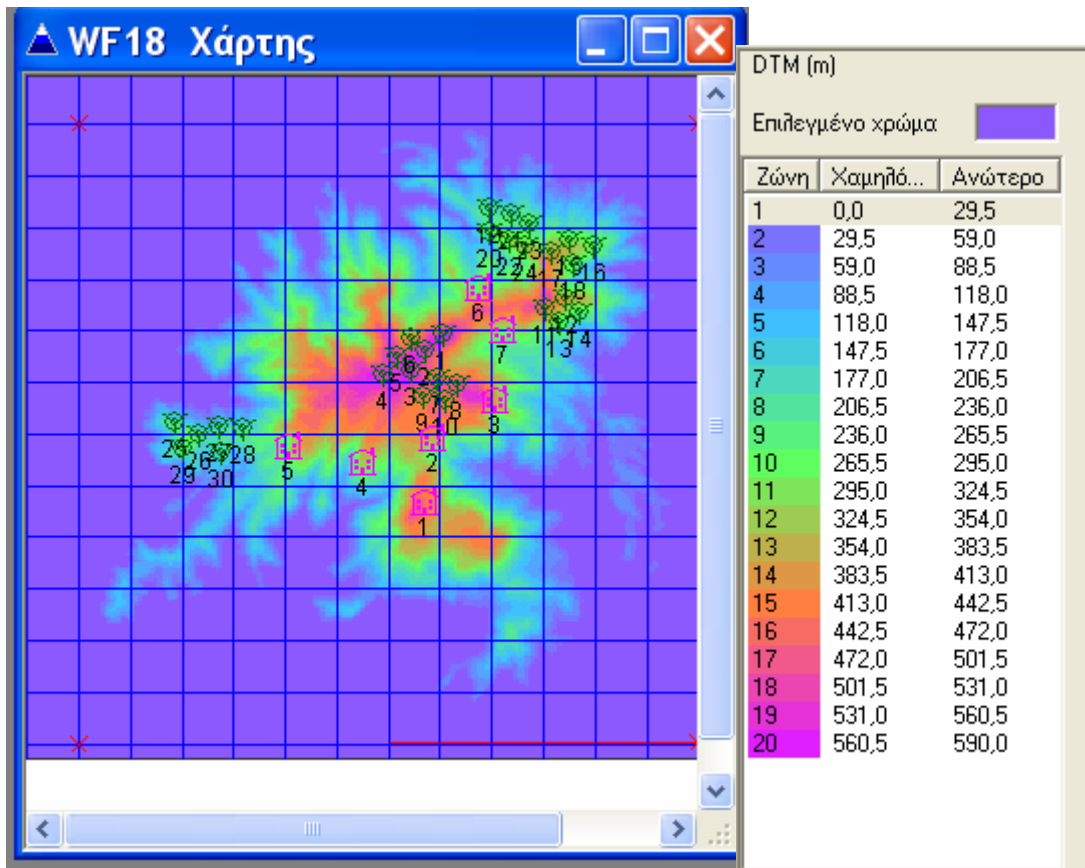
Από τους παραπάνω πίνακες 4.26 και 4.27, είναι προφανές ότι πληρείται το κριτήριο «πυκνότητας», άρα και δεν χρειάζεται να εφαρμοστεί το δεύτερο κριτήριο της «οπτικής ένταξης».

4.3.5 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 90 MW

Μελετώντας την συνάρτηση που συνδέει τον αριθμό των προς εγκατάσταση ανεμογεννητριών με τις προκαλούμενες περιβαλλοντικές τους συνέπειες, μειώνουμε περαιτέρω τον αριθμό τους εξασφαλίζοντας ότι σίγουρα θα πληρείται το κριτήριο του ποσοστού κάλυψης των εδαφών. Παράλληλα, εξετάζεται το ζήτημα που μας ενδιαφέρει εξαρχής, που δεν είναι άλλο από τις περιβαλλοντικές οχλήσεις της κάθε προτεινόμενης χωροθέτησης. Οι θέσεις εγκατάστασης των μηχανών παραμένουν σταθερές (σχήμα 4.22), όπως και ο τύπος τους, ώστε να είναι εφικτή η σύγκριση των περιπτώσεων και η εξαγωγή συμπεράσματος. Έστω, ότι οι ανεμογεννήτριες είναι 30 και η προτεινόμενη χωροθέτηση τους παρουσιάζεται ακολούθως στον πίνακα 4.28.

Θέση εγκατάστασης μηχανής	Αριθμός Α/Γ	Συνολική ισχύς(MW)
ΠΕΖΟΥΛΙΑ	6	18
ΚΕΦΑΛΑ	4	12
ΒΙΓΛΑ	6	18
ΠΕΤΡΙΑΣ	4	12
ΤΡΟΥΛΟΣ	6	18
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	4	12
ΣΥΝΟΛΟ	30	90

Πίνακας 4.28: Προτεινόμενη θέση εγκατάστασης των 30 Α/Γ στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού



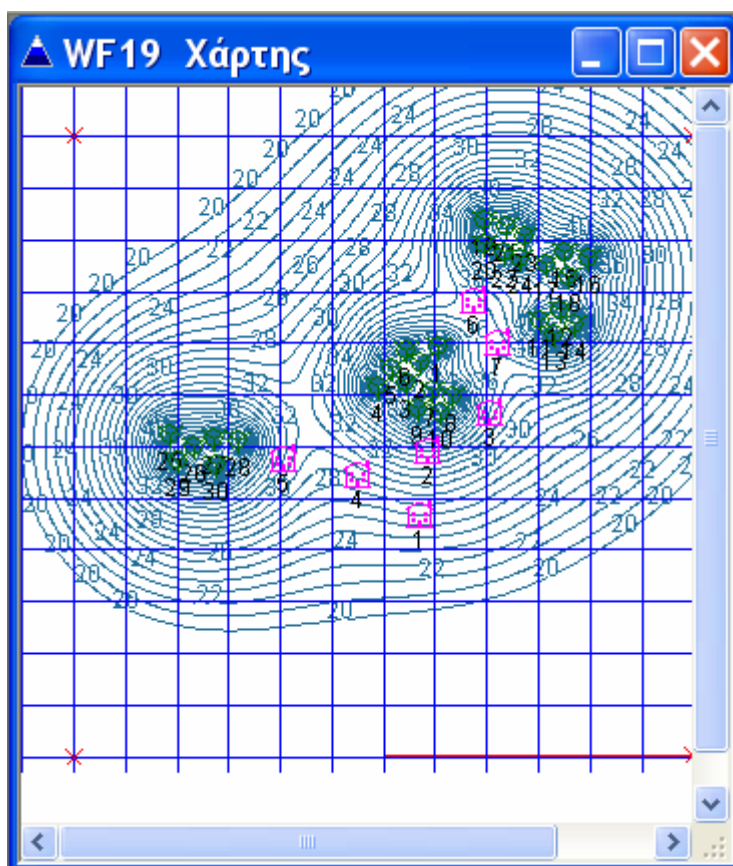
Σχήμα 4.22: Ψηφιακός χάρτης της Σερίφου (dtm), με τοποθετημένες τις 30 Α/Γ στις προεπιλεγμένες θέσεις και αφού έχουν εισαχθεί οι κύριοι οικισμοί του νησιού. Στον χάρτη οι οικισμοί που σημειώνονται είναι :

1	Ράμος
2	Λιβάδι
3	Χώρα
4	Κουταλάς
5	Μεγ. Χωριό
6	Γαλανή
7	Κένταρχος

Το ποσοστό κάλυψης υπολογίζεται ότι ισούται με, $30 \text{ (Α/Γ)} / 75 = 0,4 \text{ (Α/Γ)} / 1000$ στρέμματα ή αλλιώς 3,02%, τιμή μικρότερη του μέγιστου επιτρεπόμενου ορίου (4%) για κατοικημένα νησιά.

Όμοια σκεπτόμενοι με τις προαναφερθείσες περιπτώσεις εισάγονται στο πρόγραμμα όλα τα απαραίτητα δεδομένα και προκύπτουν τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών οχλήσεων, που παρουσιάζονται ακολούθως .

ΘΟΡΥΒΟΣ



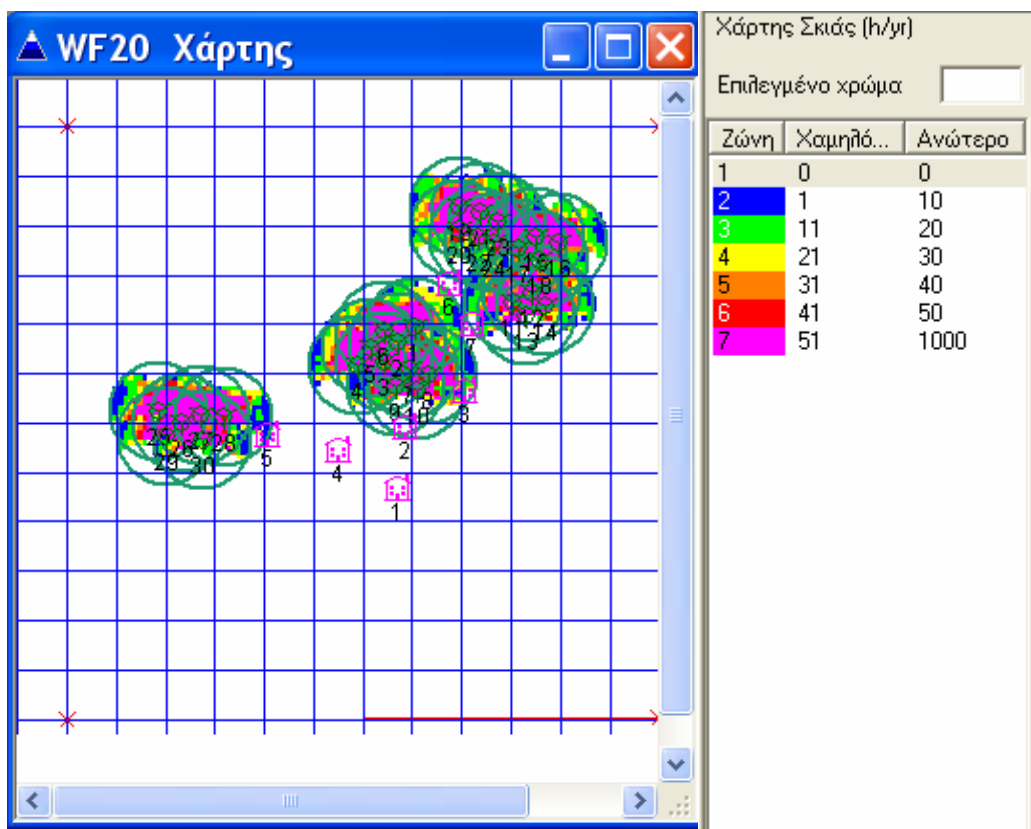
Σχήμα 4.23: Επίπεδα θορύβου σε (dB) εξαιτίας της λειτουργίας των Α/Γ στην οριοθετημένη περιοχή

Οικισμός	Επίπεδο ηχορύπανσης σε (dB)
Χώρα	36
Λιβάδι	37
Γαλανή	36
Κένταρχος	35
Κουταλάς	29
Μεγ. Χωριό	32
Ράμος	28

Πίνακας 4.29: Επίπεδα ηχορύπανσης σε (dB) στους οικισμούς του νησιού, όπως αυτά προκύπτουν από το σχήμα 4.23

Τα αποτελέσματα της ηχορύπανσης συνοψίζονται στον πίνακα 4.29 και είναι εμφανές ότι τα επίπεδα του θορύβου συνεχίζουν να είναι πολύ κάτω του επιτρεπόμενου ορίου, καθώς και να σημειώνουν σημαντική βελτίωση σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα θορύβου των προηγούμενων χωροθετήσεων.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΚΙΑΣΗΣ



Σχήμα 4.24: Διάγραμμα επιπέδου σκίασης σε (ώρες /έτος) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

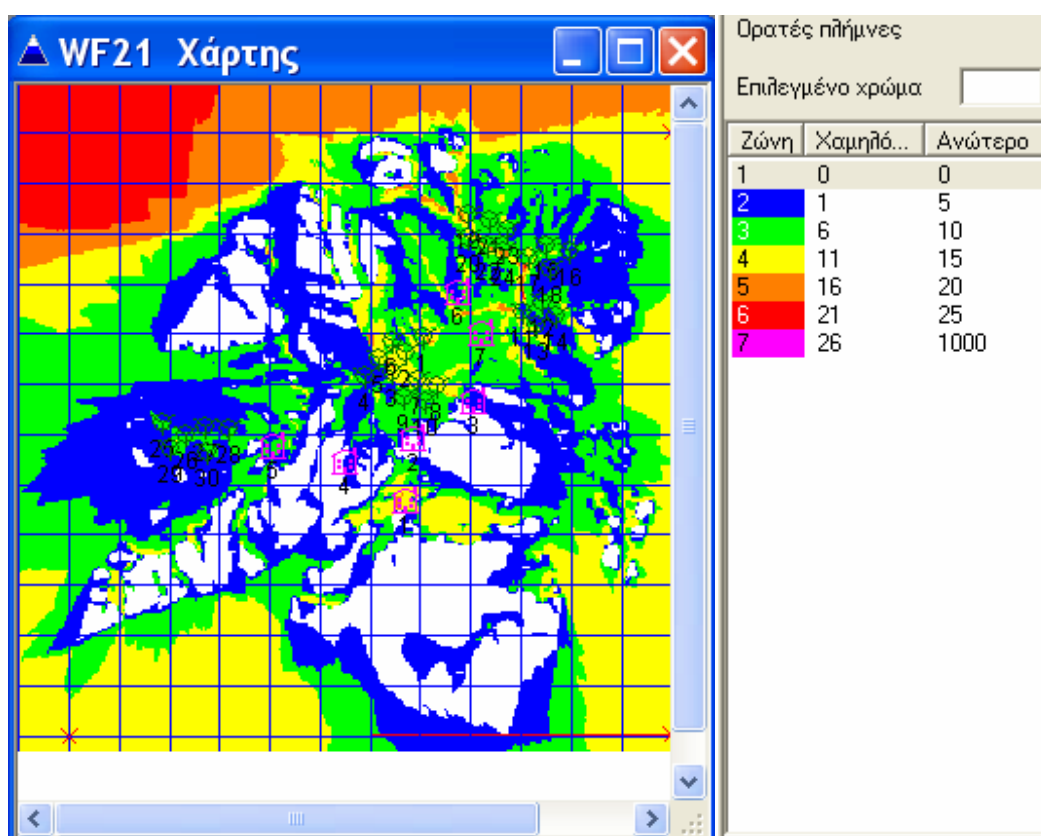
Από το διάγραμμα που παρουσιάζεται παραπάνω (σχήμα 4.24) τα επίπεδα σκίασης στους κυριότερους οικισμούς, που έχουν σημειωθεί στον χάρτη προβλέπεται ότι θα είναι :

Οικισμός	Επίπεδο σκίασης σε (ώρες/έτος)
Χώρα	1-40
Λιβάδι	0
Γαλανή	0-20
Κένταρχος	1-20
Κουταλάς	0
Μεγ. Χωριό	0-10
Ράμος	0

Πίνακας 4.30: Επίπεδο σκίασης σε (ώρες /έτος) στους οικισμούς της Σερίφου εξαιτίας της εγκατάστασης των 30 A/G

Είναι φανερό ότι τα επίπεδα σκίασης, τα οποία θα επηρεάσουν τους οικισμούς (σχήμα 4.24), σημειώνουν μικρή αύξηση της τάξης μερικών ωρών ανά έτος σε σύγκριση με την προηγούμενη χωροθέτηση. Αντίθετα, παρατηρείται αξιοσημείωτη μείωση της προβλεπόμενης ετήσιας σκίασης στην Χώρα, ενώ στη περιοχή κοντά στο λιμάνι το επίπεδο σκίασης δεν θα δημιουργεί κανένα πρόβλημα. Αξιο αναφοράς είναι ότι το επίπεδο σκίασης στην περιοχή της Χώρας περιορίζεται σημαντικά, το λιμάνι παραμένει ανεπηρέαστο από την λειτουργία των ανεμογεννητριών και οι υπόλοιποι οικισμοί του νησιού αναμένεται να έχουν το πολύ 20 ώρες σκίασης στην διάρκεια ενός ολόκληρου έτους.

ZVI (Zone of Visual Influence) ή ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ



Σχήμα 4.25: Επίπεδο Οπτικής Όχλησης (αριθμός ορατών πληνμών) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

Τα στοιχεία που μας παρέχει το διάγραμμα από το λογισμικό (σχήμα 4.25), παρουσιάζουν θεαματική βελτίωση της οπτικής όχλησης από τις ανεμογεννήτριες που πρόκειται να εγκατασταθούν. Είναι βέβαια φυσικό ότι όσο μειώνουμε τον αριθμό των προς τοποθέτηση μηχανών, θα περιορίζεται και ο αριθμός των πλημνών που είναι ορατές από διάφορες τοποθεσίες της Σεριφου. Πιο συγκεκριμένα, οι ορατές πλήμνες σε αξιοσημείωτο κομμάτι του νησιού θα ισούνται με 0-5, δηλαδή την ελάχιστη δυνατή οπτική επίδραση. Σε κάποια τμήματα ενδέχεται να είναι ορατές 6-10 πλήμνες και πλησίον των περιοχών εγκατάστασης των μηχανών οι ορατές πλήμνες θα κυμαίνονται μεταξύ 11-15. Επιπλέον, άξιο αναφοράς είναι ότι στην Χώρα και στο λιμάνι οι ορατές πλήμνες θα ισούνται με 1-5 και 0-10 αντίστοιχα. Αυτό σημαίνει ότι η μείωση του αριθμού των ορατών πλημνών από το λιμάνι είναι της ίδιας τάξης με την μείωση του αριθμού των ανεμογεννητριών. Τέλος, λόγω της διασποράς των ανεμογεννητριών σε διάφορα σημεία του νησιού, σε καμία περιοχή δεν είναι ορατές 26-30 μηχανές, ενώ ακόμα και κινούμενοι προς το εξωτερικό οι ορατές πλήμνες περιορίζονται μεταξύ 6-15.

ΕΝΤΑΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ

Όπως έχει ήδη υπολογιστεί, το ποσοστό κάλυψης εδαφών του νησιού από την αιολική εγκατάσταση, ισούται με 0,4 (Α/Γ)/1000 στρέμματα, τιμή μικρότερη του θεσμοθετημένου ορίου σύμφωνα με το χωροταξικό σχεδιασμό για τα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου. Όμοια σκεπτόμενοι με όλες τις προηγούμενες περιπτώσεις χωροθέτησης, εξετάζεται η ένταξη της εγκατάστασης στο τοπίο, με την βοήθεια των κανόνων του παραρτήματος IV του χωροταξικού σχεδιασμού. Αρχικά, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο της «πυκνότητας». Τα αποτελέσματα που προκύπτουν συνοψίζονται στον πίνακα 4.31.

ΧΩΡΑ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	0	0	2
Γ	3	15,7	1	0,064	4

Πίνακας 4.31: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από την Χώρα της Σεριφου

ΛΙΒΑΔΙ

Όμοια,εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο για την περιοχή του λιμανιού (πίνακας 4.32), για να καταλήξουμε σε αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με την οπτική ένταξη της εγκατάστασης στην συγκεκριμένη τοποθεσία.

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	0	0	2
Γ	3	15,7	2	0,127	4

Πίνακας 4.32: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από το λιμάνι της Σερίφου

Από τους παραπάνω πίνακες 4.31 και 4.32 είναι προφανές ότι πληρείται το κριτήριο «πυκνότητας»,άρα δεν χρειάζεται να εφαρμοστεί το δεύτερο κριτήριο της «οπτικής ένταξης».

4.3.6 ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ 75 MW

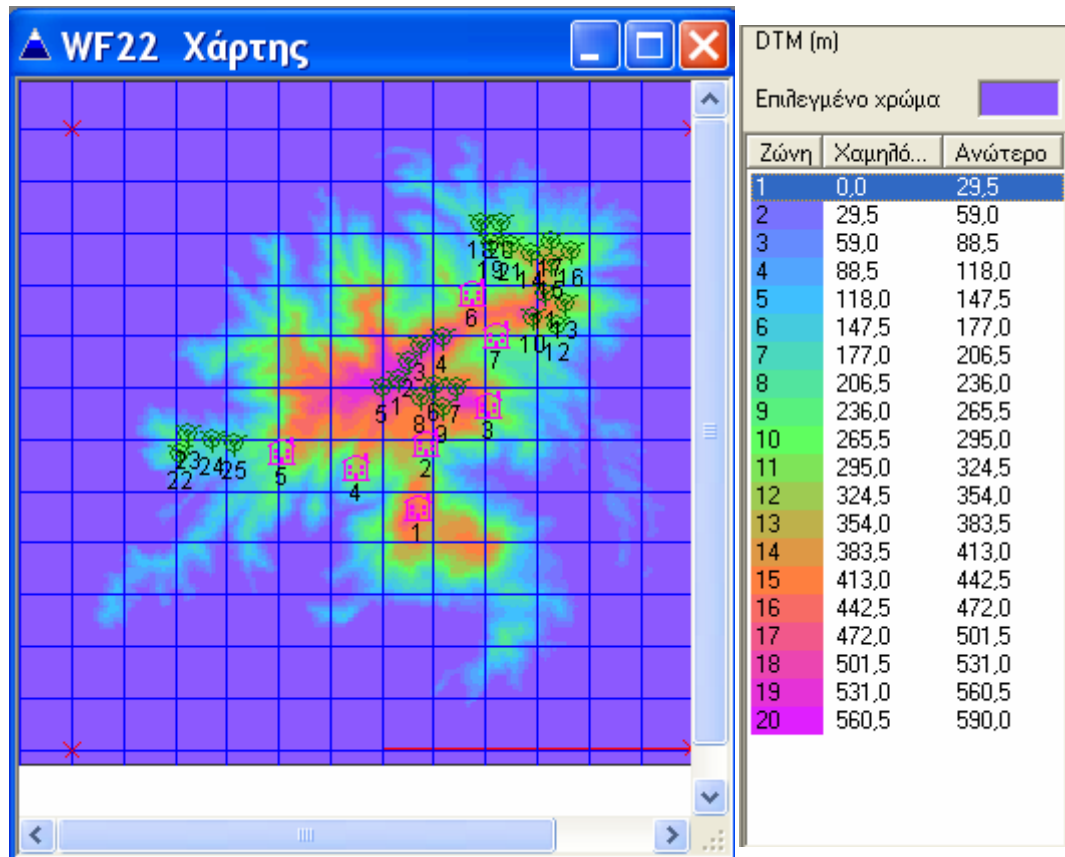
Η τελευταία περίπτωση χωροθέτησης,της οποίας θα υπολογιστούν από το λογισμικό Windfarmer οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και θα σχολιαστούν,είναι η χωροθέτηση 25 ανεμογεννητριών,πάντα Vestas V-90 3MW έκαστη,εγκατεστημένες για ευνόητους λόγους στις ίδιες τοποθεσίες (σχήμα 4.26).Η προτεινόμενη χωροθέτηση τους παρουσιάζεται στον πίνακα 4.33.

Θέση εγκατάστασης μηχανής	Αριθμός Α/Γ	Συνολική ισχύς(MW)
ΠΕΖΟΥΛΙΑ	4	12
ΚΕΦΑΛΑ	4	12
ΒΙΓΛΑ	4	12
ΠΕΤΡΙΑΣ	4	12
ΤΡΟΥΛΟΣ	5	15
ΤΡΑΧΗΛΑΣ	4	12
ΣΥΝΟΛΟ	25	75

Πίνακας 4.33: Προτεινόμενη θέση εγκατάστασης των 25 Α/Γ στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού

Το ποσοστό κάλυψης υπολογίζεται ότι ισούται με, $25 (A/\Gamma) / 75 = 0,33 (A/\Gamma) / 1000$ στρέμματα ή αλλιώς 2,52%, τιμή μικρότερη του μέγιστου επιτρεπόμενου ορίου (4%) για κατοικημένα νησιά.

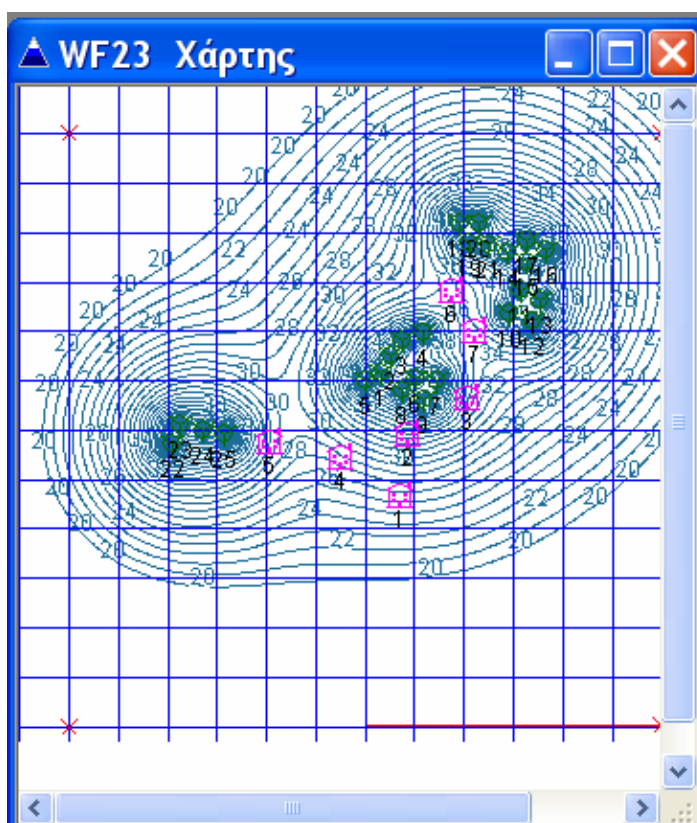
Όμοια σκεπτόμενοι με τις προαναφερθείσες περιπτώσεις εισάγονται στο πρόγραμμα όλα τα απαραίτητα δεδομένα και προκύπτουν τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών οχλήσεων, που παρουσιάζονται ακολούθως .



Σχήμα 4.26: Ψηφιακός χάρτης της Σερίφου (dtm), με τοποθετημένες τις 25 A/Γ στις προεπιλεγμένες θέσεις και αφού έχουν εισαχθεί οι κύριοι οικισμοί του νησιού. Στον χάρτη οι οικισμοί που σημειώνονται είναι :

1	<i>Ράμος</i>
2	<i>Λιβάδι</i>
3	<i>Χώρα</i>
4	<i>Κουταλάς</i>
5	<i>Μεγ. Χωριό</i>
6	<i>Γαλανή</i>
7	<i>Κένταρχος</i>

ΘΟΡΥΒΟΣ



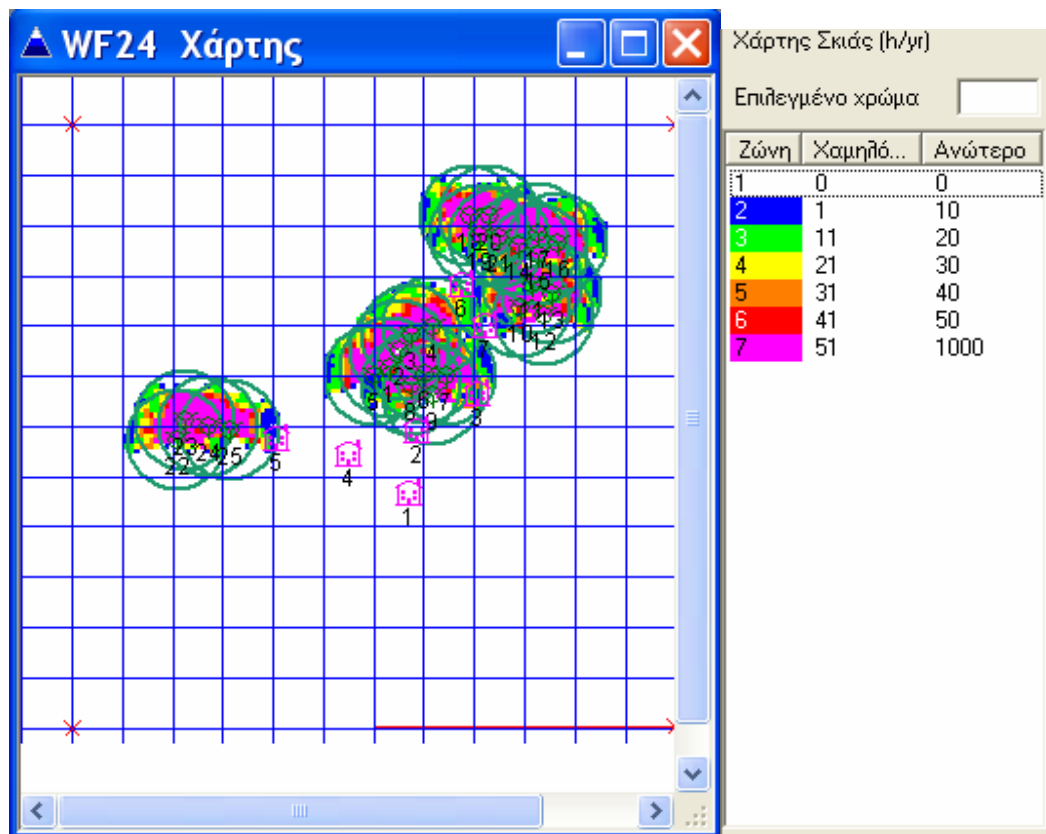
Σχήμα 4.27: Επίπεδα θορύβου σε (dB) εξαιτίας της λειτουργίας των Α/Γ στην οριοθετημένη περιοχή

Οικισμός	Επίπεδο ηχορύπανσης σε (dB)
Χώρα	36
Λιβάδι	36
Γαλανή	36
Κένταρχος	36
Κουταλάς	30
Μεγ. Χωριό	32
Ράμος	28

Πίνακας 4.34: Επίπεδα ηχορύπανσης σε (dB) στους οικισμούς του νησιού, όπως αυτά προκύπτουν από το σχήμα 4.27

Τα αποτελέσματα της ηχορύπανσης συνοψίζονται στον παραπάνω πίνακα 4.34 και είναι εμφανές ότι τα επίπεδα του θορύβου συνεχίζουν να είναι πολύ κάτω του επιτρεπόμενου ορίου, ενώ σε σύγκριση με τα αντίστοιχα επίπεδα θορύβου των δύο προηγούμενων χωροθετήσεων δεν παρουσιάζουν κάποια μεταβολή.

ΕΠΙΠΕΔΟ ΣΚΙΑΣΗΣ



Σχήμα 4.28: Διάγραμμα επιπέδου σκίασης σε (ώρες /έτος) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

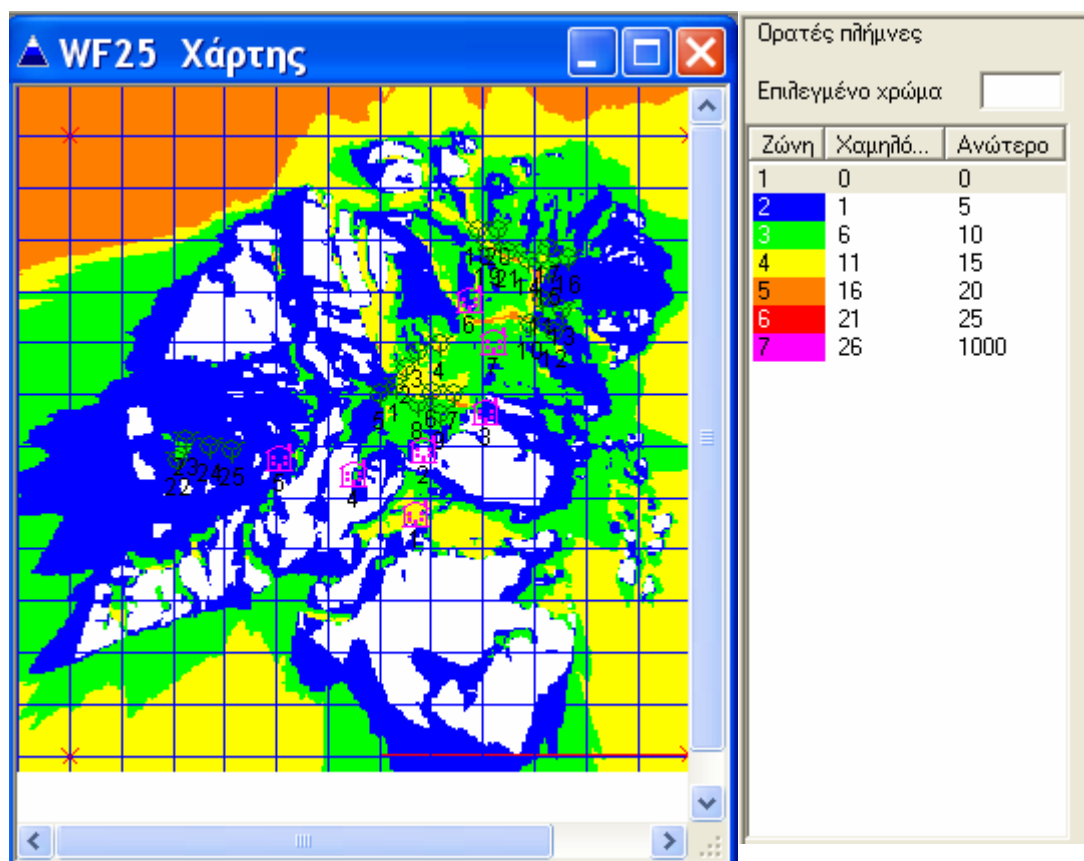
Από το διάγραμμα που παρουσιάζεται παραπάνω (σχήμα 4.28) τα επίπεδα σκίασης στους κυριότερους οικισμούς, που έχουν σημειωθεί στον χάρτη προβλέπεται ότι θα είναι :

Οικισμός	Επίπεδο σκίασης σε (ώρες/έτος)
Χώρα	0-40
Λιβάδι	0
Γαλανή	0-30
Κένταρχος	1-30
Κουταλάς	0
Μεγ. Χωριό	0-20
Ράμος	0

Πίνακας 4.35: Επίπεδο σκίασης σε (ώρες /έτος) στους οικισμούς της Σερίφου εξαιτίας της εγκατάστασης των 25 Α/Γ

Παρατηρώντας τα επίπεδα σκίασης που προβλέπει το λογισμικό ότι θα επηρεάσουν τους οικισμούς της Σερίφου (πίνακας 4.35), με μια πρώτη ματιά είναι προφανής η σταθερότητα των επιπέδων σκίασης στην Χώρα και το λιμάνι του νησιού. Από την μια πλευρά στην χώρα η σκίαση αναμένεται να ισούται το πολύ με 40 ώρες κατά την διάρκεια ολόκληρου του έτους, από την άλλη η σκίαση στο λιμάνι θα είναι μηδενική. Τέλος, τα επίπεδα σκίασης στους υπόλοιπους οικισμούς θα κυμαίνονται σε λίγο μικρότερα επίπεδα (της τάξης των 10 ωρών ανά έτος) από την Χώρα.

ZVI (Zone of Visual Influence) ή ΟΠΤΙΚΗ ΟΧΛΗΣΗ



Σχήμα 4.29: Επίπεδο Οπτικής Όχλησης (αριθμός ορατών πλημνών) στις περιοχές γύρω από τις θέσεις εγκατάστασης των μηχανών

Από το διάγραμμα της οπτικής όχλησης που προέκυψε (σχήμα 4.29), είναι φανερό ότι παρότι ο αριθμός των ανεμογεννητριών μειώθηκε κατά πέντε, η οπτική επίδραση τους δεν σημειώνει αξιόλογη μείωση. Οι ορατές πλήμνες στο μεγαλύτερο τμήμα του νησιού είναι μεταξύ 0-5, ενώ μόνο σε ένα μικρό κομμάτι και μάλιστα όχι στο έδαφος του θα είναι ορατές 16-20. Στη Χώρα παρατηρείται ότι οι ορατές πλήμνες αναμένεται να είναι 0-5, και στο λιμάνι 0-10, με άλλα λόγια τα επίπεδα της οπτικής όχλησης είναι περίπου στις ίδιες τιμές με τη περίπτωση της χωροθέτησης των 30 μηχανών.

ΕΝΤΑΞΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ

Όπως έχει ήδη υπολογιστεί, το ποσοστό κάλυψης εδαφών του νησιού από την αιολική εγκατάσταση, ισούται με 0,33 (Α/Γ)/1000 στρέμματα, τιμή μικρότερη του θεσμοθετημένου ορίου σύμφωνα με το χωροταξικό σχεδιασμό για τα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου. Όμοια σκεπτόμενοι με όλες τις προηγούμενες περιπτώσεις χωροθέτησης, εξετάζεται η ένταξη της εγκατάστασης στο τοπίο, με την βοήθεια των κανόνων του παραρτήματος IV του χωροταξικού σχεδιασμού. Αρχικά, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο της «πυκνότητας». Τα αποτελέσματα που προκύπτουν συνοψίζονται στον πίνακα 4.36.

ΧΩΡΑ

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	0	0	2
Γ	3	15,7	1	0,064	4

Πίνακας 4.36: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από την Χώρα της Σερίφου

ΛΙΒΑΔΙ

Όμοια, εφαρμόζεται το πρώτο κριτήριο για την περιοχή του λιμανιού (πίνακας 4.37), για να καταλήξουμε σε αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με την οπτική ένταξη της εγκατάστασης στη συγκεκριμένη τοποθεσία.

Ζώνη	Ακτίνα ζώνης (km)	Έκταση ζώνης (km^2)	Αριθμός Α/Γ στην ζώνη	Πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2	Μέγιστη πυκνότητα (Α/Γ)/ km^2
A	1	3,14	0	0	0
B	2	9,43	0	0	2
Γ	3	15,7	2	0,127	4

Πίνακας 4.37: Αποτελέσματα από την εφαρμογή του κριτηρίου 1 για την συνολική πυκνότητα των Α/Γ γύρω από το λιμάνι της Σερίφου

Από τους παραπάνω πίνακες 4.36 και 4.37, είναι προφανές ότι πληρείται το κριτήριο «πυκνότητας», άρα δεν χρειάζεται να εφαρμοστεί το δεύτερο κριτήριο της «οπτικής ένταξης».

Κεφάλαιο 5

«ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΟΥ GH Windfarmer »

5.1 ΣΧΟΛΙΑ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο βασικός στόχος του υπολογιστικού τμήματος είναι ο προσδιορισμός των MW, που μπορεί να «χωρέσει» ένα κατοικημένο νησί σαν τη Σέριφο, ώστε οι περιβαλλοντικές συνέπειες από την εγκατάσταση και λειτουργία του αιολικού πάρκου να ελαχιστοποιούνται.

Η Ρ.Α.Ε. για την έκδοση γνωμοδότησης για την άδεια παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, ελέγχει αν και κατά πόσο εφαρμόζονται οι κανόνες και τα κριτήρια χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων. Τα ελεγκτέα στοιχεία για τη Σέριφο, παρατίθενται παρακάτω.

- Αρχικά ελέγχεται αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης διαθέτει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, καθώς και η τεχνοοικονομική εκμετάλλευση του από τον επενδυτή.
- Ακολούθως, αναγνωρίζεται η κατηγορία του εθνικού χώρου στην οποία υπάγεται η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης. Για τη περίπτωση της Σεριφου, οι θέσεις εγκατάστασης των μηχανών υπάγονται στην ευρύτερη κατηγορία κατοικημένων νησιών Αιγαίου, Ιονίου και Κρήτης.
- Εφόσον, η προτεινόμενη προς χωροθέτηση θέση βρίσκεται εντός κατοικημένων νησιών καθίσταται επιτακτική η τήρηση της μέγιστης κατά περίπτωση πυκνότητας του πρωτοβάθμιου Ο.Τ.Α., διότι σε κάθε υπέρβαση αυτής η αίτηση απορρίπτεται.

Επιπρόσθετα, απαραίτητη είναι και η έκδοση γνωμοδότησης αρμόδιας περιβαλλοντικής αρχής, η οποία συμπεριλαμβάνει, αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης εμπίπτει εντός μιας από τις περιοχές αποκλεισμού, αν τηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής και τέλος αν πληρούνται οι κανόνες ένταξης της προτεινόμενης θέσης εγκατάστασης στο τοπίο.

Ξεκινώντας από την κατατεθείσα πρόταση των 261 MW (87 Α/Γ) παρατηρήθηκε αρχικά η υπέρβαση όχι μόνο του ορίου κάλυψης του εδάφους του νησιού, αλλά και του ορίου που ισχύει στην ηπειρωτική χώρα και την Εύβοια. Επιπλέον, μελετώντας την οπτική ένταξη των μηχανών στο τοπίο, συμπεραίνεται τελικά ότι η πυκνότητα τους είναι αυξημένη προς κάποια κατεύθυνση. Ωστόσο, εξαιτίας της διασποράς των Α/Γ σε διάφορα σημεία στο βορειοδυτικό τμήμα του νησιού, η κάλυψη του οπτικού ορίζοντα παρατηρητή σε ακτίνα 360 μοιρών περί τον εαυτό του είναι μικρότερη του επιτρεπόμενου ορίου. Άλλωστε, ακόμα και οι τιμές του θορύβου κοντά στους οικισμούς είναι μικρότερες των θεσμοθετημένων ορίων.

Στη συνέχεια μειώνοντας τις προς εγκατάσταση Α/Γ σε 60 (180MW) και πάλι σημειώνεται υπέρβαση του ισχύοντος ορίου κάλυψης για κατοικημένα νησιά, αλλά ικανοποιείται το όριο κάλυψης της ηπειρωτικής χώρας και Εύβοιας. Οι περιβαλλοντικές οχλήσεις παρουσιάζουν βελτίωση σε σχέση με τις αντίστοιχες των 87 Α/Γ, ειδικά αυτές που σχετίζονται με την οπτική ένταξη των μηχανών στο τοπίο και τις ορατές πλήμνες που προβλέπονται για διάφορα σημεία του νησιού.

Η οριακή περίπτωση κάλυψης του νησιού ακολουθεί, δηλαδή η εγκατάσταση 40 Α/Γ (120MW) με κάλυψη 4% του εδάφους της Σέριφου. Η ηχορύπανση εξακολουθεί να βρίσκεται σε επίπεδα πολύ χαμηλότερα του επιτρεπόμενου, καθώς και η αναμενόμενη ετήσια σκίαση ειδικά στους οικισμούς είναι μικρή. Όσο μειώνεται ο αριθμός των Α/Γ που επιθυμείται να τοποθετηθούν, όπως είναι λογικό μειώνεται και η οπτική επίδραση τους στο τοπίο. Πλέον, είναι εφικτή η διασπορά τους βορειοδυτικά του νησιού, ώστε η χωροθέτηση τους να είναι αρκετά αραιά, γεγονός που συμβάλλει ουσιαστικά στην ελαχιστοποίηση της οπτικής όχλησης.

Είναι, λοιπόν, εμφανές ότι για την ελαχιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων, τόσο στον περιβάλλοντα χώρο, όσο και στους κατοίκους επιβάλλεται η εγκατάσταση λιγότερων από 40 Α/Γ Vestas V-90. Για αυτό το λόγο η μείωση τους πια έγινε πολύ προσεκτικά και περιορισμένα. Επιλέγεται, έτσι η μελέτη των περιβαλλοντικών οχλήσεων για 35 Α/Γ (105MW), 30 Α/Γ (90MW) και 25 Α/Γ (75MW). Τα αποτελέσματα του λογισμικού επιβεβαίωσαν ότι η άμβλυνση των περιβαλλοντικών επιδράσεων από την εγκατάσταση και λειτουργία των μηχανών συμβαίνει, όταν οι προς εγκατάσταση μηχανές είναι 25-35 (75-105 MW). Τα επίπεδα θορύβου που προβλέπονται είναι κάτω του ισχύοντος ορίου, η οπτική όχληση περιορίζεται σημαντικά κοντά σε περιοχές συγκέντρωσης κατοίκων ή τουριστικής ανάπτυξης που αποτελεί και τον κύριο οικονομικό πόρο του νησιού και τα επίπεδα σκίασης είναι χαμηλά σε ετήσια βάση. Άξιο αναφοράς, είναι ακόμη το γεγονός ότι ικανοποιούνται όλες οι προϋποθέσεις του χωροταξικού σχεδιασμού για την ομαλή οπτική ένταξη των μηχανών στο τοπίο.

Αναντίρρητα, τα 261 MW ή οι 87 Α/Γ, όπως φαίνεται είναι πολλά για ένα νησί τόσο μικρό σε έκταση όσο η Σέριφος, για αυτό ίσως και δικαίως να διαμαρτύρονται οι μόνιμοι κάτοικοι της, μιας και αισθάνονται ότι θα αναγκαστούν να πληρώσουν βαρύ τίμημα και τα περισσότερα οφέλη δεν θα καρπωθούν από τους ίδιους. Το προς απάντηση ερώτημα, ωστόσο, που είναι και εξαιρετικά δύσκολο να απαντηθεί με αντικειμενικό τρόπο, είναι ο προσδιορισμός των ακριβών κριτηρίων που αν ληφθούν υπόψη μας, τότε καταλήγουμε και σε ένα γενικά αποδεκτό συμπέρασμα.

Τα αποτελέσματα του λογισμικού μας βοηθούν να συμπεράνουμε, ότι η Σέριφος και οι κάτοικοι της θα επηρεαστούν σε μικρό βαθμό από την εγκατάσταση μεταξύ 35-25 Α/Γ (105-75 MW). Άλλωστε, οι υπόλοιπες τρεις προτάσεις θα έπρεπε ούτως ή άλλως να απορριφθούν από την Ρ.Α.Ε., εφόσον υπερβαίνεται η μέγιστη πυκνότητα του πρωτοβάθμιου Ο.Τ.Α. (Οργανισμού Τοπικής Αυτοδιοίκησης), στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί το αιολικό πάρκο. Η χωροθέτηση 25-35 Α/Γ προκαλεί αξιοσημείωτα μικρή ακουστική όχληση στους οικισμούς και η οπτική ένταξη των μηχανών στο τοπίο πληρεί κάθε θεσμοθετημένο κριτήριο, ενώ η σκίαση τους σχεδόν επηρεάζει μηδενικά οικισμούς ή κάθε περιοχή ιδιαίτερου ενδιαφέροντος.

Ποια είναι, όμως τα αντικειμενικά κριτήρια για την λήψη μιας κοινά αποδεκτής απόφασης, βάσει της οποίας θα χαραχθεί η ενεργειακή πολιτική; Σύμφωνα με το χωροταξικό σχεδιασμό η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων αποσκοπεί αφενός στον εντοπισμό και στην εκμετάλλευση κατά το μέγιστο βαθμό του αιολικού δυναμικού της χώρας και αφετέρου στην καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων που όμως θα πρέπει να εντάσσονται αρμονικά στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Η ωφελιμότητα της επένδυσης στον τομέα της αιολικής ενέργειας (και γενικά στις Α.Π.Ε.) καθίσταται προφανής και επιτακτική περισσότερο από ποτέ και με γνώμονα ένα αυστηρό νομοθετικό πλαίσιο, ίσως να μπορούσε να βρεθεί μια χρυσή τομή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) «ANEMOKINHTHRES», Γ.ΜΠΕΡΓΕΛΕΣ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΣΥΜΕΩΝ , 2005
- 2) «WIND ENERGY HANDBOOK», Tony Burton, David Sharpe, Nick Jenkins, Ervin Bossanyi , John Wiley&Sons, Ltd, 2001
- 3) «ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ», ΖΕΡΒΟΣ ΑΡΘΟΥΡΟΣ , ΚΑΡΑΛΗΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΑΘΗΝΑ 2006
- 4) «DEVELOPING WIND POWER PROJECTS THEORY & PRACTICE», TORE WIZELIUS
- 5) Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας, www.rae.gr
- 6) «Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις των αιολικών πάρκων, Μύθος και Πραγματικότητα»,Ε.ΜΠΙΝΟΠΟΥΛΟΣ ,Π.ΧΑΒΙΑΡΟΠΟΥΛΟΣ, διαθέσιμο online στην ιστοσελίδα www.cres.gr (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας),2006
- 7) «Αιολική Ενέργεια η Αειφόρος Ενεργειακή Λύση», Ι.ΤΣΙΠΟΥΡΙΔΗΣ, διαθέσιμο online στην ιστοσελίδα www.eletaen.gr (Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Αιολικής Ενέργειας),2006
- 8) «Λασπολογίες», Ι.ΤΣΙΠΟΥΡΙΔΗΣ, διαθέσιμο online στην ιστοσελίδα www.eletaen.gr (Ελληνική Επιστημονική Εταιρεία Αιολικής Ενέργειας),2006
- 9) GH WINDFARMER, «USER'S MANUAL»2007
- 10) GH WINDFARMER, «THEORY MANUAL»,2007
- 11) www.e-serifos.com
- 12) www.windfair.net
- 13) www.vestas.com

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Η Επιτροπή Συντονισμού της Κυβερνητικής Πολιτικής στον τομέα του Χωροταξικού Σχεδιασμού και της Αειφόρου Ανάπτυξης

I. Έχοντας υπόψη :

1. Τις διατάξεις του ν. 2742/1999 «Χωροταξικός σχεδιασμός και αειφόρος ανάπτυξη και άλλες διατάξεις» (ΦΕΚ 207 Α').
2. Τις διατάξεις της υπ' αρ. ΥΠΕΧΩΔΕ/ΕΥΠΕ/οικ.107017/28.08.2006 κοινής απόφασης των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και του Υφυπουργού Εσωτερικών, Δημόσιας Διοίκησης και Αποκέντρωσης «Εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2001/42/ΕΚ «σχετικά με την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων» του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Ιουνίου 2001» (ΦΕΚ 1225 Β'/5.9.2006).
3. Τη μελέτη του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, που εγκρίθηκε με την απόφαση .../.../ 2006 του ΥΠΕΧΩΔΕ.
4. Την από Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) για το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.
5. Την από ... ανακοίνωση που δημοσιεύθηκε στις εφημερίδες ... και , με την οποία γνωστοποιήθηκε στο κοινό η έναρξη της διαδικασίας διαβούλευσης επί της οικείας ΣΠΜΕ.
6. Τις υπ' αρ. γνωμοδοτήσεις των Περιφερειακών Συμβουλίων Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Αττικής, Βορείου Αιγαίου, Δυτικής Ελλάδας, Δυτικής Μακεδονίας, Ηπείρου, Θεσσαλίας, Ιονίων Νήσων, Κεντρικής Μακεδονίας, Κρήτης, Νοτίου Αιγαίου, Πελοποννήσου και Στερεάς Ελλάδας, αντιστοίχως .
7. Τις υπ' αρ. ... γνωμοδοτήσεις των Εκτελεστικών Επιτροπών των Οργανισμών Αθήνας και Θεσσαλονίκης αντιστοίχως.

8. Τα υπ' αρ.έγγραφα των Διευθύνσεων Περιβαλλοντικού Σχεδιασμού, Πολεοδομικού Σχεδιασμού και Ελέγχου Ατμοσφαιρικής Ρύπανσης και Θορύβου (ΕΑΡΘ) του ΥΠΕΧΩΔΕ.
9. Τα υπ' αρ. ... έγγραφα των Διευθύνσεων ... του Υπουργείου Πολιτισμού, τα υπ' αρ.... έγγραφα των Διευθύνσεων ... του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, τα υπ' αρ. ... έγγραφα των Διευθύνσεων ... του Υπουργείου Εμπορικής Ναυτιλίας, τα υπ' αρ. ... έγγραφα των Διευθύνσεων του Υπουργείου Ανάπτυξης, και τα υπ' αρ. ... έγγραφα των Διευθύνσεων ... του Υπουργείου Τουριστικής Ανάπτυξης.
10. Την από εισήγηση της Διεύθυνσης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ προς το Εθνικό Συμβούλιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.
11. Τη γνωμοδότηση του Εθνικού Συμβουλίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης.
12. Την από εισήγηση της Διεύθυνσης Χωροταξίας του ΥΠΕΧΩΔΕ προς την Επιτροπή Συντονισμού της Κυβερνητικής Πολιτικής στον τομέα του Χωροταξικού Σχεδιασμού και της Αειφόρου Ανάπτυξης.

II. Εκτιμώντας ιδίως τα ακόλουθα :

1. Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) συνιστούν πηγές ενέργειας φιλικές προς το περιβάλλον και συνιστούν ειδικότερη έκφανση αλλά και βασική συνιστώσα της αειφόρου ανάπτυξης.
2. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελεί βασική προτεραιότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με στόχο την προστασία του περιβάλλοντος και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού.
3. Συγκεκριμένα, με βάση την οδηγία 2001/77/ΕΚ, έχει τεθεί ως στόχος, μέχρι το 2010, το 22,1% της συνολικής κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας στην Κοινότητα να προέρχεται από ΑΠΕ.
4. Ειδικώς για την Ελλάδα, με βάση τους εθνικούς στόχους, όπως αυτοί προσδιορίζονται στον ν. 3468/2006, το ποσοστό συμμετοχής των ΑΠΕ στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας πρέπει να ανέλθει, μέχρι το 2010, σε 20,1 % και, μέχρι το 2020, σε 29% αντιστοίχως.

Επιπροσθέτως, στο πλαίσιο της ενιαίας πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εφαρμογή του Πρωτοκόλλου του Κιότο που έχει κυρωθεί στη χώρα μας με το ν. 3017/2002 και σύμφωνα και με το Δεύτερο Εθνικό Πρόγραμμα Μείωσης των Εκπομπών που εγκρίθηκε με την ΠΥΣ 5/27.02.2003, η Ελλάδα έχει αναλάβει για την

περίοδο 2008-2012 την υποχρέωση της συγκράτησης της αύξησης των εκπομπών της στο + 25% σε σχέση με τις εκπομπές βάσης¹, προωθώντας, μεταξύ

5. άλλων, για το σκοπό αυτό και τη χρήση ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας.
6. Για την επίτευξη των πιο πάνω στόχων, η Ελλάδα οφείλει να καθορίσει μέτρα υποστήριξης των ΑΠΕ, μεριμνώντας, μεταξύ άλλων, τόσο για την απλοποίηση των διαδικασιών αδειοδότησής τους όσο και για την προσαρμογή του κανονιστικού πλαισίου εγκατάστασής τους προς τις εθνικές νομοθετικές και κανονιστικές διατάξεις που αφορούν στον χωροταξικό σχεδιασμό και τις χρήσεις γης.
7. Κρίσιμο από της απόψεως αυτής αποδεικνύεται το ζήτημα της χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ. Και τούτο διότι αν και τα έργα ΑΠΕ μπορεί να χαρακτηρισθούν κατ' αρχήν ως δραστηριότητες φιλικές προς το περιβάλλον, εν τούτοις δεν στερούνται παντελώς επιπτώσεων σε αυτό. Οι επιπτώσεις αυτές διαφοροποιούνται ανάλογα με το είδος της εκάστοτε χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας ΑΠΕ (αιολική, υδροηλεκτρική, γεωθερμική, ηλιακή ενέργεια κλπ.), ενώ μπορεί να εκτείνονται τόσο στο ανθρωπογενές (πόλεις, οικισμούς και εν γένει οικιστικές περιοχές) όσο και στο φυσικό περιβάλλον (τοπίο, γλωρίδα και πανίδα, κλπ.) των περιοχών εγκατάστασης, καθώς και στις γειτνιαζουσες παραγωγικές δραστηριότητες (τουρισμό, γεωργία κλπ.). Για την πρόληψη, την άμβλυνση και την αποτροπή των επιπτώσεων αυτών απαιτείται η καθιέρωση σαφών κανόνων χωροθέτησης των έργων ΑΠΕ, ώστε αφενός να μειωθούν οι αβεβαιότητες και οι συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφύονται επί του πεδίου και αφετέρου να ικανοποιηθούν οι ευρύτερες ανάγκες προστασίας του περιβάλλοντος και η αειφόρος ανάπτυξη των περιοχών υποδοχής τους.
8. Η χωροθέτηση των εγκαταστάσεων ΑΠΕ στην Ελλάδα έχει αντιμετωπισθεί μέχρι σήμερα αποκλειστικά στο πλαίσιο των διαδικασιών περιβαλλοντικής αδειοδότησης των σχετικών έργων. Η διαδικασία αυτή, αν και επιτρέπει την εκτίμηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον στο επίπεδο κάθε συγκεκριμένης εγκατάστασης, εν τούτοις δεν μπορεί, λόγω του εξατομικευμένου χαρακτήρα της, να απαντήσει στην ανάγκη καθιέρωσης γενικών κριτηρίων χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, δηλαδή κριτηρίων που να διασφαλίζουν ένα κοινό πλαίσιο χωρικής οργάνωσης της συγκεκριμένων δραστηριοτήτων ανάλογα με τη φυσιογνωμία και τις χωροταξικές ιδιαιτερότητες των επιμέρους ενοτήτων του ελληνικού χώρου, τις επιμέρους κατηγορίες έργων ΑΠΕ και τις ειδικές ανάγκες ανάπτυξης, προστασίας ή διαφύλαξης που απαντώνται σε συγκεκριμένες περιοχές και σε ευπαθή οικοσυστήματα της χώρας.
9. Απαιτείται, επομένως, να θεσπιστεί ένα ειδικό χωροταξικό πλαίσιο που να καθορίζει τις βασικές κατευθύνσεις και τους γενικούς κανόνες για τη χωροθέτηση έργων ΑΠΕ στο σύνολο του εθνικού χώρου, ώστε αφενός να καταστούν εκ των

¹ Εκπομπές του έτους 1990 για 3 από τα 6 αέρια και 1995 για τα υπόλοιπα.

προτέρων γνωστές οι κατηγορίες περιοχών στις οποίες αποκλείεται εν όλω ή εν μέρει η χωροθέτηση έργων ΑΠΕ και αντιστοίχως οι εν δυνάμει κατάλληλες για την υποδοχή τους περιοχές και αφετέρου οι ειδικότερες, ανά κατηγορία ΑΠΕ, χωροταξικές προϋποθέσεις εγκατάστασης ιδίως σε συνάρτηση με τη φυσιογνωμία, τη φέρουσα ικανότητα και εν γένει το περιβάλλον των περιοχών εγκατάστασης.

ΕΓΚΡΙΝΟΥΜΕ

το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης
για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Α΄ ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Άρθρο 1 Σκοπός

1. Σκοπός του παρόντος Ειδικού Πλαισίου είναι :
 - α. η διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου, βάσει των διαθέσιμων σε εθνικό επίπεδο στοιχείων.
 - β. η καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
 - γ. η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθεί ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

2. Με τα παραπάνω επιδιώκεται να παρασχεθεί, εκτός των άλλων, ένα σαφέστερο πλαίσιο στις αδειοδοτούσες αρχές και τις ενδιαφερόμενες επιχειρήσεις, ώστε να προσανατολιστούν σε καταρχήν κατάλληλες από χωροταξικής απόψεως περιοχές εγκατάστασης και να περιορίσουν έτσι τις αβεβαιότητες και τις συγκρούσεις χρήσεων γης που συχνά αναφέρονται επί του πεδίου.

Άρθρο 2 Ορισμοί

Για την εφαρμογή της παρούσας απόφασης, οι όροι που χρησιμοποιούνται στις διατάξεις της έχουν την ακόλουθη έννοια :

1. **Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ):** Οι μη ορυκτές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η αιολική ενέργεια, η ηλιακή ενέργεια, η κυματική ενέργεια, η παλιρροϊκή ενέργεια, η ενέργεια από βιομάζα, ή άλλα αέρια που εκλύονται από χώρους υγειονομικής ταφής και από εγκαταστάσεις βιολογικού καθαρισμού, βιοαέρια, η γεωθερμική ενέργεια, η υδραυλική ενέργεια που αξιοποιείται από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.
2. **Αιολικές εγκαταστάσεις:** Εγκαταστάσεις εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρισμού που λειτουργούν είτε με τη μορφή μεμονωμένων ανεμογεννητριών (Α/Γ), είτε με τη μορφή αιολικών πάρκων, δηλαδή συστοιχίας ανεμογεννητριών.
3. **Μικρά Υδροηλεκτρικά έργα (ΜΥΗΕ):** Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με τη χρήση υδατικού δυναμικού, η ισχύς των οποίων δεν υπερβαίνει τα 15 MW.
4. **Γεωθερμικές εγκαταστάσεις :** Εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από γεωθερμικά ρευστά υψηλής θερμοκρασίας.
5. **Φωτοβολταϊκά συστήματα:** Εγκαταστάσεις μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια.
6. **Εγκαταστάσεις ενεργειακής αξιοποίησης του βιοαερίου ή της βιομάζας:** Εγκαταστάσεις παραγωγής θερμικής ή ηλεκτρικής ενέργειας από τη βιομάζα ή το βιοαέριο, όπως οι πιο πάνω όροι προσδιορίζονται αντιστοίχως στις παραγράφους 7 και 8 του άρθρου 2 του ν. 3468/2006.
7. **Σύστημα:** Οι, κατά τους ορισμούς του άρθρου 2 παρ. 23 του ν. 3468/2006, γραμμές υψηλής τάσης (Υ.Τ.), οι εγκατεστημένες στην ελληνική επικράτεια διασυνδέσεις, χερσαίες ή θαλάσσιες, και όλες οι συναφείς εγκαταστάσεις, ο εξοπλισμός και οι εγκαταστάσεις ελέγχου που απαιτούνται για την ομαλή, ασφαλή και αδιάλειπτη διακίνηση ηλεκτρικής ενέργειας από έναν σταθμό παραγωγής σε έναν υποσταθμό, από έναν υποσταθμό σε άλλον υποσταθμό ή προς ή από οποιαδήποτε διασύνδεση. Στο Σύστημα δεν περιλαμβάνονται οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, οι γραμμές και εγκαταστάσεις υψηλής τάσης που έχουν ενταχθεί στο Δίκτυο, καθώς και το δίκτυο των μη Διασυνδεδεμένων Νησιών.
8. **Δίκτυο:** Το, κατά τους ορισμούς του άρθρου 2 παρ. 9 του ν. 3468/2006, δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας της Δημόσιας Επιχείρησης Ηλεκτρισμού Α.Ε. (Δ.Ε.Η. Α.Ε.) που είναι εγκατεστημένο στην ελληνική επικράτεια, το οποίο αποτελείται από γραμμές μέσης (Μ.Τ.) και χαμηλής τάσης και εγκαταστάσεις διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και από γραμμές και εγκαταστάσεις υψηλής τάσης, που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο αυτό.

9. Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά: Τα νησιά της Ελληνικής Επικράτειας των οποίων το δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας δεν συνδέεται με το Σύστημα και το Δίκτυο διανομής της ηπειρωτικής χώρας, όπως αυτά ορίζονται στις προηγούμενες παραγράφους του παρόντος άρθρου.
10. Τυπική ανεμογεννήτρια ή ισοδύναμη αυτής : Τυπική Α/Γ είναι η Α/Γ με διάμετρο ρότορα $D=85\text{m}$ και ισχύ 2 MW .
Ο υπολογισμός της ισοδύναμης Α/Γ προκύπτει από τον τύπο $(N_{ισ})= D / D_{τ}$, (όπου $N_{ισ}$ είναι ο ισοδύναμος αριθμός τυπικών Α/Γ, D η διάμετρος του ρότορα της εγκατεστημένης Α/Γ και $D_{τ}$ η διάμετρος του ρότορα της τυπικής Α/Γ).
Ο υπολογισμός ανά Ο.Τ.Α. της μέγιστης επιτρεπόμενης πυκνότητας αιολικών εγκαταστάσεων, που ορίζεται στα άρθρα 7, 8, 9 προκύπτει από τον τύπο $(E_{ισ})= (N_{ισ}) \times 75,86$ στρ, όπου $E_{ισ}$, είναι η αναλογούσα στην εγκατεστημένη Α/Γ επιφάνεια κάλυψης του χώρου.
11. Φέρουσα Ικανότητα περιοχών εγκατάστασης αιολικών έργων : Ο μέγιστος αριθμός τυπικών α/γ που επιτρέπεται να εγκατασταθούν σε μια ενότητα χώρου.

Συνοδευτικές εγκαταστάσεις ΑΠΕ: Εγκαταστάσεις που είναι κατά περίπτωση απαραίτητες για τη λειτουργία των έργων ΑΠΕ, όπως είναι ιδίως οι γραμμές μεταφοράς υψηλής τάσεως, οι υποσταθμοί ηλεκτρικής ενέργειας, οι οδικές συνδέσεις κλπ.

Άρθρο 3 **Έκταση εφαρμογής**

Δεν υπάγονται στις διατάξεις της παρούσας απόφασης :

- α. Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που εξαιρούνται από την υποχρέωση λήψης αδείας παραγωγής και αδείας εγκατάστασης και λειτουργίας, σύμφωνα με τα άρθρα 4 και 8 παρ. 8 του ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α').
- β. Οι εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που χαρακτηρίζονται ως μη οχλούσες εγκαταστάσεις, σύμφωνα με το άρθρο 2 της ΚΥΑ 19500/2004 (ΦΕΚ 1671 Β' / 11.11.2004) με εξαίρεση τα ΜΥΗΕ.
- γ. Οι εγκαταστάσεις ΑΠΕ που αφορούν Αυτόνομους Παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας κατά την έννοια του άρθρου 2 παρ. 4 του ν. 3468/2006 (ΦΕΚ 129 Α').

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Β΄ **ΚΑΝΟΝΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ**

Άρθρο 4 **Στόχοι**

Ο χωροταξικός σχεδιασμός των αιολικών εγκαταστάσεων αποσκοπεί :

1. Στον εντοπισμό, με βάση τα διαθέσιμα σε εθνικό επίπεδο στοιχεία αιολικού δυναμικού, κατάλληλων περιοχών που θα επιτρέπουν ανάλογα με τις χωροταξικές και περιβαλλοντικές ιδιαιτερότητές τους :
 - α. τη μεγαλύτερη δυνατή χωρική συγκέντρωση των αιολικών εγκαταστάσεων.
 - β. την επίτευξη οικονομιών κλίμακας στα απαιτούμενα δίκτυα.
2. Στην καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας και αφετέρου την αρμονική ένταξή τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον και στο τοπίο.
3. Στη δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των αιολικών εγκαταστάσεων, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών.

Άρθρο 5 **Διάκριση του εθνικού χώρου σε κατηγορίες**

1. Για τη χωροθέτηση των αιολικών εγκαταστάσεων ο εθνικός χώρος, με βάση το εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό του και τα ιδιαίτερα χωροταξικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του, διακρίνεται στις ακόλουθες μείζονες κατηγορίες:
 - α. Στην ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένης και της νήσου Εύβοιας
 - β. Στην Αττική, που αποτελεί ειδικότερη κατηγορία της ηπειρωτικής χώρας λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της
 - γ. Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης και της Κρήτης
 - δ. Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες.
2. Η ηπειρωτική χώρα διακρίνεται περαιτέρω σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) και σε Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ) ως εξής:
 - α. Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) : Είναι οι περιοχές της ηπειρωτικής χώρας, που προσδιορίζονται υπό μορφή πίνακα στο Παράρτημα Ι και απεικονίζονται στο Διάγραμμα 1 της παρούσας απόφασης, οι οποίες διαθέτουν συγκριτικά πλεονεκτήματα για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών (ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού, αυξημένη ζήτηση εγκατάστασης Α/Γ κλπ), ενώ ταυτόχρονα προσφέρονται από απόψεως επίτευξης των χωροταξικών στόχων (ελεγχόμενη συγκέντρωση των αιολικών εγκαταστάσεων) διότι συγκεντρώνουν τη μεγαλύτερη

ζήτηση (αιτήσεις παραγωγής, εγκατάστασης, λειτουργίας). Στις περιοχές αυτές, εκτιμάται η μέγιστη δυνατότητα χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων (φέρουσα ικανότητα), όπως ειδικότερα αυτή προσδιορίζεται στο Παράρτημα ΙΙΙ.

β. Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ). Είναι ομάδες ή επιμέρους περιοχές πρωτοβάθμιων Οργανισμών Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) της ηπειρωτικής χώρας καθώς και μεμονωμένες θέσεις, οι οποίες δεν εμπίπτουν σε ΠΑΠ αλλά διαθέτουν ικανοποιητικό εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό, και προσφέρονται για το λόγο αυτό για την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων. Στις ΠΑΚ συμπεριλαμβάνονται και οι κατάλληλες για χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων ζώνες, που θα προσδιοριστούν, με βάση τα κριτήρια του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, από τα οικεία Περιφερειακά Πλαίσια, Ρυθμιστικά Σχέδια, Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια, Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων, Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου ή άλλα σχέδια χρήσεων γης.

Άρθρο 6

Περιοχές αποκλεισμού και ζώνες ασυμβατότητας

1. Σε όλες τις κατηγορίες περιοχών του προηγούμενου άρθρου, πρέπει να αποκλείεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός :
 - α. Των κηρυγμένων διατηρητέων μνημείων της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και των άλλων μνημείων μείζονος σημασίας της παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και των οριοθετημένων αρχαιολογικών ζωνών προστασίας Α που έχουν καθορισθεί κατά τις διατάξεις του άρθρου 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.
 - β. Των περιοχών απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης που καθορίζονται κατά τις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.
 - γ. Των πυρήνων των εθνικών δρυμών, των κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της περιπτώσεως β' του παρόντος άρθρου.
 - δ. Των οικοτόπων προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).
 - ε. Των εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών προ του 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών.
 - στ. Των Π.Ο.Τ.Α. του άρθρου 29 του ν. 2545/97, των Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα του άρθρου 10 του ν. 2742/99, των θεματικών πάρκων και των τουριστικών λιμένων.
 - ζ. Των ατύπως διαμορφωμένων, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικών και οικιστικών περιοχών, όπως αυτές θα αναγνωρίζονται ειδικότερα στο πλαίσιο της οικείας ΠΠΕΑ και ΜΠΕ.
 - η. Των αξιολογών ακτών και παραλιών (πχ. αμμωδών), όπως αυτές θα αναγνωρίζονται ειδικότερα στο πλαίσιο της οικείας ΠΠΕΑ και ΜΠΕ.
 - θ. Των χαρακτηρισμένων κατά τις κείμενες διατάξεις αγροτικών περιοχών υψηλής παραγωγικότητας.

1. Των οριοθετημένων, κατά τις κείμενες διατάξεις, λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά.
 - ια. Άλλων περιοχών ή ζωνών που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων.
2. Οι κατευθύνσεις της προηγούμενης παραγράφου εφαρμόζονται και για τη χωροθέτηση των συνοδευτικών εγκαταστάσεων των αιολικών έργων, εκτός αν κατά το στάδιο περιβαλλοντικής αδειοδότησής τους τεκμηριωθεί προσηκόντως η ανάγκη παρέκκλισης από αυτές.
3. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της ορνιθοπανίδας της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ ύστερα από τη σύνταξη ειδικής ορνιθολογικής μελέτης και σύμφωνα με τις ειδικότερες προϋποθέσεις και περιορισμούς που θα καθορίζονται στην οικεία πράξη έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.
- 4.α. Σε όλες τις περιοχές του άρθρου 5, η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων πρέπει να πληροί τις ελάχιστες αποστάσεις από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής που καθορίζονται στους πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
 - β. Οι αποστάσεις της περιπτώσεως α' αφορούν τη χωροθέτηση των κυρίως αιολικών εγκαταστάσεων. Για τις απαιτούμενες κατά περίπτωση αποστάσεις των συνοδευτικών εγκαταστάσεων εφαρμόζονται οι διατάξεις της ισχύουσας νομοθεσίας και οι τυχόν ισχύοντες ειδικοί κανονισμοί και πρότυπα.

Άρθρο 7

Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στην ηπειρωτική χώρα

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στις ΠΑΠ και ΠΑΚ της ηπειρωτικής χώρας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια :

1. Μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες αιολικών εγκαταστάσεων σε επίπεδο πρωτοβάθμιου ΟΤΑ :
 - α. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που εμπίπτουν σε ΠΑΠ της ηπειρωτικής χώρας δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά ΟΤΑ (άλλως 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.).
 - β. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους Δήμους Μονεμβασίας, Αραχώβης, Καρπενησίου και Καρύστου που χαρακτηρίζονται από υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά Δήμο (άλλως 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.).
 - γ. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που εμπίπτουν σε ΠΑΚ της ηπειρωτικής χώρας δεν

μπορεί να υπερβαίνει το 5% ανά ΟΤΑ (άλλως 0,66 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.).

δ. Για τις αιολικές εγκαταστάσεις που εμπίπτουν σε περισσότερους του ενός ΟΤΑ των πιο πάνω περιπτώσεων α' έως και γ', οι επιτρεπόμενες κατά περίπτωση πυκνότητες εφαρμόζονται για το τμήμα της αιολικής εγκατάστασης που εμπίπτει σε κάθε ένα ΟΤΑ ξεχωριστά.

2. Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο :

Εφαρμόζονται οι κανόνες τοπίου που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

Άρθρο 8 **Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων** **στο νησιωτικό χώρο**

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στα κατοικημένα νησιά του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και στην Κρήτη πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια :

1. Μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες αιολικών εγκαταστάσεων σε επίπεδο πρωτοβάθμιου ΟΤΑ :

Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ των κατοικημένων νησιών του Αιγαίου και Ιονίου Πελάγους και της Κρήτης δεν μπορεί να υπερβαίνει το 4% ανά ΟΤΑ (άλλως 0,53 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.)

2. Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο :

Εφαρμόζονται οι κανόνες τοπίου που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

Άρθρο 9 **Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων** **στην Αττική**

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στην Αττική πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής :

1. Η φέρουσα ικανότητα της περιοχής, όπως προσδιορίζεται στο παράρτημα III.
2. Το μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό κάλυψης εδαφών από αιολικές εγκαταστάσεις στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που δεν μπορεί να υπερβαίνει το 8% της έκτασης ανά ΟΤΑ (άλλως 1,05 τυπικές ανεμογεννήτριες /1000 στρέμ.).
2. Οι κανόνες ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο που ορίζονται στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

Άρθρο 10

Ειδικά κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες

Για τη χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων στο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες πρέπει να λαμβάνονται υπόψη τα εξής ειδικά κριτήρια :

A. Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών μονάδων στο θαλάσσιο χώρο :

1. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις θαλάσσιες περιοχές της χώρας που διαθέτουν προϋποθέσεις αιολικής εκμεταλλευσιμότητας, εφόσον αυτές δεν εντάσσονται σε ιδιαίτερο θεσμικό καθεστώς ρητής απαγόρευσης της εγκατάστασης ή δεν αποτελούν ζώνη αποκλεισμού, όπως θεσμοθετημένα θαλάσσια ή υποθαλάσσια πάρκα ή βεβαιωμένες γραμμές επιβατικής ναυσιπλοΐας.
2. Ελάχιστες αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
3. Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε απόσταση μικρότερη των 1.000 μ. από οργανωμένες ή διαμορφωμένες ακτές λουομένων ή άλλες αξιόλογες ακτές και παραλίες (π.χ. αμμώδεις), όπως θα αναγνωρίζονται στο στάδιο της Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ).
4. Απαγορεύεται η εγκατάσταση ανεμογεννητριών σε κλειστούς κόλπους με εύρος ανοίγματος <1.100 μ.
5. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από περιοχές και στοιχεία της πολιτιστικής κληρονομιάς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
6. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από οικισμούς: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
7. Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από παραγωγικές ζώνες ή δραστηριότητες του τριτογενή τομέα: όπως ορίζεται στους Πίνακες του Παραρτήματος II της παρούσας απόφασης.
8. Το βάθος θεμελίωσης ή αγκύρωσης της βάσης της ανεμογεννήτριας, προσδιορίζεται από τις δυνατότητες της τρέχουσας τεχνολογίας και τις αντίστοιχες μελέτες στατικής και δυναμικής συμπεριφοράς.
9. Πρέπει να αποδεικνύεται η δυνατότητα ασφαλούς διασύνδεσης και μεταφοράς της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας.
10. Μέγιστη απόσταση χερσαίας όδευσης από υποσταθμό διασύνδεσης: 20 χλμ.
11. Εφαρμόζονται οι κανόνες του τοπίου που ισχύουν για τις ΠΑΠ, όπως αυτοί προσδιορίζονται ειδικότερα στο Παράρτημα IV της παρούσας απόφασης.

B. Κριτήρια χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων σε ακατοίκητες νησίδες:

1. Επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων σε όλες τις ακατοίκητες νησίδες της χώρας, εφόσον αυτές δεν εμπίπτουν σε περιοχή αποκλεισμού σύμφωνα με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 6 της παρούσας.
Κατά τα λοιπά, εφαρμόζονται τα κριτήρια χωροθέτησης που ορίζονται στην περίπτωση Α' του παρόντος άρθρου για τις θαλάσσιες περιοχές.

Άρθρο 11
Έλεγχος και εφαρμογή των κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης
αιολικών εγκαταστάσεων

Ο έλεγχος και η εφαρμογή των κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης αιολικών εγκαταστάσεων που ορίζονται στα άρθρα 5 έως και 10 του Κεφαλαίου αυτού, διενεργείται κατά το στάδιο χορήγησης της άδειας παραγωγής (άρθρο 3 ν. 3468/2006) σύμφωνα με τα ειδικότερα προβλεπόμενα στο Παράρτημα V της παρούσας απόφασης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ε΄
ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΥΠΟΚΕΙΜΕΝΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟ ΚΑΙ
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Άρθρο 20
Γενικές κατευθύνσεις για τον υποκείμενο χωροταξικό
και πολεοδομικό σχεδιασμό

Σύμφωνα με το άρθρο 8 παρ. 2 του ν. 2742/1999, τα Περιφερειακά Πλαίσια Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης, πρέπει να εναρμονίζονται με τις κατευθύνσεις των Ειδικών Πλαισίων, ενώ παράλληλα οφείλουν να εξειδικεύουν και να συμπληρώνουν τις επιλογές και ρυθμίσεις τους. Επιπλέον, σύμφωνα με το άρθρο 9

1. του ν. 2742/1999, αντίστοιχη υποχρέωση εναρμόνισης καθιερώνεται και για τα υποκείμενα πολεοδομικά σχέδια και σχέδια χρήσεων γης, όπως είναι ιδίως τα Ρυθμιστικά Σχέδια, τα Γενικά Πολεοδομικά Σχέδια και τα Σχέδια Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων και οι Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου.

2. Κατά την ανωτέρω διαδικασία εναρμόνισης, πρέπει να λαμβάνονται ειδικότερα υπόψη τα ακόλουθα:

α. Όλα τα υποκείμενα χωροταξικά, πολεοδομικά σχέδια και σχέδια χρήσεων γης έχουν την υποχρέωση να διερευνούν και να διασφαλίζουν τις δυνατότητες ανάπτυξης των ΑΠΕ ιδίως στις περιοχές με συγκριτικά πλεονεκτήματα, σύμφωνα με τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου.

β. Επιπροσθέτως, κατά την αναθεώρηση ή τροποποίηση των ανωτέρω σχεδίων, λαμβάνεται ιδιαίτερη μέριμνα για την αναδιατύπωση των ρυθμίσεων εκείνων που ενδέχεται να δημιουργούν αντιθέσεις ή αντιφάσεις προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου.

Άρθρο 21
Ειδικές κατευθύνσεις για την τροποποίηση των Ζωνών Οικιστικού Ελέγχου
στις νησιωτικές περιοχές

Ειδικώς για τις εκτός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων και εκτός ορίων οικισμών περιοχές της νησιωτικής Ελλάδας και ιδίως τις περιοχές των νησιών του Αιγαίου Πελάγους, που υπάγονται στη συντριπτική τους πλειονότητα σε καθεστώς Ζώνης Οικιστικού Ελέγχου κατά το άρθρο 29 του ν. 1337/1983 χωρίς όμως κατά την κατάρτισή τους να έχει μελετηθεί το ζήτημα της χωροθέτησης έργων ΑΠΕ, καθορίζονται οι ακόλουθες ειδικές κατευθύνσεις που πρέπει να ληφθούν υπόψη για την τροποποίηση και συμπλήρωση των σχετικών κανονιστικών προβλέψεων ώστε να επιτευχθεί η εναρμόνισή τους με τις ρυθμίσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου :

1. Τήνος : π.δ. 13/27.2.2003 (ΦΕΚ 160 Δ')

Πρέπει να τροποποιηθεί το σχετικό π.δ. περί ΖΟΕ, ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές βοσκοτόπων και λοιπής γεωργικής γης (ζώνες υπό στοιχεία 2.2.στ.).

2. Σάμος : π.δ. 11.2/ 27.2.1995 (ΦΕΚ 100 Δ')

Απαιτείται η τροποποίηση του σχετικού π.δ., ώστε να επιτραπεί η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές με στοιχείο Β (Περιοχές προστασίας της φύσης), με στοιχείο Η (Περιλαμβάνουν τις καλλιεργούμενες εκτάσεις της υδρολογικής λεκάνης των περιοχών Καρλοβασίου (Η1), Πυθαγορείου - Μεσοκάμπου (Η2), Ηραίου - Κάμπου Χώρας (Η3), Μυτιληνίων (Η4), Δρακαίων - Καλλιθέας (Η5) και Κοκκαρίου (Η6)) και στις περιοχές με στοιχείο Θ (περιοχές κυρίως προστασίας δασών και δασικών εκτάσεων).

3. Μύκονος : π.δ. 7./8.3.2005 (ΦΕΚ 243 Δ').

Απαιτείται η τροποποίηση του σχετικού π.δ., ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, στις περιοχές με στοιχείο (2.2στ.2) γεωργοκτηνοτροφική και στις περιοχές συγκέντρωσης εγκαταστάσεων μεταποίησης και αποθήκευσης με στοιχεία 2.1.δ. (κυρίως για εγκατάσταση Φωτοβολταϊκών Πεδίων).

4. Σίφνος: π.δ. 16.7./5.8.2002 (ΦΕΚ 668 Δ')

Κρίνεται αναγκαία η τροποποίηση του σχετικού π.δ. ώστε να επιτραπεί η χωροθέτηση εγκαταστάσεων ΑΠΕ στις περιοχές που βρίσκονται εκτός ζωνών απολύτου προστασίας.

5. Πάρος : π.δ. 16.6/1993 (ΦΕΚ732 Δ')

Κρίνεται αναγκαία η τροποποίηση του σχετικού π.δ, ώστε να παρασχεθεί η δυνατότητα χωροθέτησης εγκαταστάσεων ΑΠΕ, σύμφωνα με τους όρους του παρόντος Ειδικού Πλαισίου και τις διατάξεις των γενικών όρων της παρ. 5 του πιο πάνω π.δ.

6. Δεν κρίνεται αναγκαία, με βάση τις κατευθύνσεις του παρόντος, η τροποποίηση των παρακάτω προεδρικών διαταγμάτων των νήσων:
- α. Χίου : π.δ. 24.12.2002/20.2.2003 (ΦΕΚ 130 Δ') και π.δ. 24.12.2002/4.2.2003 (ΦΕΚ 52 Δ')
 - β. Πάτμου : π.δ. 16.7./1.8.2001 (ΦΕΚ 621 Δ')
 - γ. Αλυκή Κω : π.δ.7/28.11.1997 (ΦΕΚ 1024 Δ')
 - δ. Ρόδου (Λάρδος) : π.δ. 7/24.3/1994 (ΦΕΚ 281 Δ')
 - ε. Θήρας : π.δ. 16.2/19.3.90 (ΦΕΚ 139Δ')
 - στ. Σύρου : π.δ. 11.5/2.6.1989 (ΦΕΚ 339Δ')
 - ζ. Κύθνου : π.δ. 17.9./24.10.2002 (ΦΕΚ 931 Δ').
- η. Κιμώλου, Δονούσας, (Ανω) Κουφονησίου, Ηρακλείας, Σχοινούσας, Αμοργού, Ανάφης, Σίκινου, Φολέγανδρου, Τήλου, Νίσυρου, Χάλκης, Μεγίστης, Κάσου, Τελένδου, Ψερίμου, Αστυπάλαιας, Λειψών, Αγαθονησίου, Αρκών, Αγ. Ευστράτιου, Οινουσσών, Ψαρών, Φούρνων και Θύμαινας : π.δ. 10/17.5.2002 (ΦΕΚ 402 Δ').

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΣΤ' **ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΔΡΑΣΗΣ**

Άρθρο 22

Εγκρίνεται το απαιτούμενο για την εφαρμογή του παρόντος Ειδικού Πλαισίου πρόγραμμα δράσης που έχει ως εξής :

A. Μέτρα και δράσεις θεσμικού χαρακτήρα:

1. Εναρμόνιση των Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης :

α. Ενέργεια: Εναρμόνιση των εγκεκριμένων Περιφερειακών Πλαισίων προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, σύμφωνα και με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 20 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΕΧΩΔΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Κατάρτιση εκθέσεων αξιολόγησης των Περιφερειακών Πλαισίων Χωροταξικού Σχεδιασμού και εκπόνηση μελετών για την τροποποίηση και αναθεώρησή τους και την εναρμόνισή τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος (άρθρο 8 παρ. 6 και 5 ν. 2742/1999) .

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» - ΕΣΣΑ 2007-2013

2. Εναρμόνιση των Γενικών Πολεοδομικών Σχεδίων (ΓΠΣ) και των Σχεδίων Χωρικής και Οικιστικής Οργάνωσης Ανοικτών Πόλεων (ΣΧΟΟΑΠ) :

α. Ενέργεια: Εναρμόνιση των εγκεκριμένων ΓΠΣ και ΣΧΟΟΑΠ προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου, σύμφωνα και με τα ειδικότερα οριζόμενα στο άρθρο 20 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΕΧΩΔΕ – Περιφέρειες – Ο.Τ.Α.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Εκπόνηση μελετών για την τροποποίηση/αναθεώρηση των ΓΠΣ και ΣΧΟΟΑΠ και την εναρμόνισή τους προς τις

κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου (άρθρο 9 ν. 2742/1999, άρθρο 4 παρ.7 ν. 2508/1997 όπως συμπληρώθηκε με την παρ. 3 του άρθρου 19 του ν. 3212/2003)
δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» και Π.Ε.Π. - ΕΣΣΑ 2007- 2013

3. Τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης των ΓΠΣ και των ΣΧΟΟΑΠ:

α. Ενέργεια : Τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης ΓΠΣ και ΣΧΟΟΑΠ, με σκοπό την προσαρμογή του περιεχομένου τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος Ειδικού Πλαισίου (Υπουργική Απόφαση 9572/1845/2000, ΦΕΚ 209 Δ'/2000)

β. Αρμόδιος Φορέας: ΥΠΕΧΩΔΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Ανάθεση μελέτης για την τροποποίηση των προδιαγραφών εκπόνησης των ΓΠΣ και ΣΧΟΟΑΠ και την προσαρμογή του περιεχομένου τους προς τις κατευθύνσεις του παρόντος.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» - ΕΣΣΑ 2007-2013.

4. Διερεύνηση τοπικών χωροταξικών δεδομένων σε πρωτοβάθμιους ΟΤΑ με υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης και υψηλή ζήτηση αιολικών εγκαταστάσεων :

α. Ενέργεια: Διερεύνηση των τοπικών χωροταξικών δεδομένων στους πρωτοβάθμιους ΟΤΑ που χαρακτηρίζονται, με βάση τις κατευθύνσεις του παρόντος, ως Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) με υψηλό δείκτη τουριστικής ανάπτυξης (Δήμοι Μονεμβασίας, Αραχώβης, Καρπενησίου και Καρύστου)

β. Αρμόδιος φορέας: ΥΠΕΧΩΔΕ – Περιφέρειες –Ο.Τ.Α.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις : Προκήρυξη – ανάθεση σχετικών μελετών (Γ.Π.Σ. ή Σ.Χ.Ο.Ο.Α.Π.).

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» και Π.Ε.Π. - ΕΣΣΑ 2007-2013

Β. Μέτρα και δράσεις διοικητικού – οργανωτικού χαρακτήρα:

1. Δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου :

α. Ενέργεια : Δημιουργία μηχανισμού παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου για τις ΑΠΕ.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΕΧΩΔΕ

γ. Βασικές δράσεις: α) συλλογή, ταξινόμηση και επεξεργασία στοιχείων και δεδομένων για το Ειδικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ, β) επεξεργασία δεικτών παρακολούθησης και αξιολόγησης της εφαρμογής του Ειδικού Πλαισίου, γ) παρακολούθηση των σημαντικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από την εφαρμογή του Ειδικού Πλαισίου, εντοπισμός απρόβλεπτων επιπτώσεων και πρόταση για τη λήψη επανορθωτικών μέτρων, δ) Κατάρτιση εκθέσεων παρακολούθησης και αξιολόγησης (άρθρα 7 παρ. 6 και 14 ν. 2742/1999, άρθρο 9 ΚΥΑ 107017/28.08.2006, ΦΕΚ 1225 Β'/5.9.2006).

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Περιβάλλον και Αειφόρος Ανάπτυξη» - ΕΣΣΑ 2007-2013

2. Δημιουργία βάσης δεδομένων για τις άδειες παραγωγής και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας έργων ΑΠΕ :

α. Ενέργεια: Δημιουργία βάσης δεδομένων για τις άδειες παραγωγής και τις άδειες εγκατάστασης και λειτουργίας έργων ΑΠΕ και τη χαρτογραφική τους απεικόνιση

β. Αρμόδιος φορέας: ΥΠΑΝ – ΡΑΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: α) Προκήρυξη ανάθεσης έργου δημιουργίας βάσης δεδομένων, β) Προμήθεια αναγκαίου εξοπλισμού, γ) Κατάρτιση διοικητικού προσωπικού.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» - ΕΣΣΑ 2007-2013

3. Συνεχής καταγραφή και επικαιροποίηση δεδομένων εκμεταλλεύσιμου δυναμικού από ΑΠΕ

α. Ενέργεια: Συνεχής καταγραφή και επικαιροποίηση δεδομένων εκμεταλλεύσιμου δυναμικού από ΑΠΕ

β. Αρμόδιος Φορέας: ΥΠΑΝ - ΡΑΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: α) Επικαιροποίηση αιολικού δυναμικού και διερεύνηση νέων μεθόδων καταγραφής και αξιολόγησής του στον χερσαίο και θαλάσσιο χώρο, β) Καταγραφή και αξιολόγηση υδατικού δυναμικού, γ) Έρευνα, καταγραφή και αξιολόγηση γεωθερμικού δυναμικού, δ) Έρευνα, καταγραφή και αξιολόγηση της ενέργειας της θάλασσας με τη μορφή των κυμάτων, της παλίρροιας και της θερμότητάς της.

δ. Χρηματοδότηση : Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» - ΕΣΣΑ 2007-2013

Γ. Δημιουργία των αναγκαίων έργων υποδομής για τη λειτουργία των εγκαταστάσεων ΑΠΕ :

1. Επέκταση του Συστήματος για την κάλυψη των αναγκών των εγκαταστάσεων ΑΠΕ:

α. Ενέργεια : Επέκταση του Συστήματος για την εξυπηρέτηση κατά προτεραιότητα των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) που ορίζονται στο άρθρο 5 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΑΝ - ΔΕΣΜΗΕ – ιδιώτες.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Προγραμματισμός και εκπόνηση των αναγκαίων μελετών και ανάθεση / υλοποίηση των σχετικών έργων για την εξυπηρέτηση των ΠΑΠ του άρθρου 5 παρ.2 της παρούσας απόφασης.

δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» - ΕΣΣΑ 2007-2013 – Ιδιωτικοί πόροι.

2. Διερεύνηση βέλτιστων τεχνικών λύσεων για τη διέλευση του Συστήματος από περιοχές που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς προστασίας και διαχείρισης :

α. Ενέργεια : Εξέταση και αξιολόγηση εναλλακτικών τεχνικών λύσεων για τη διέλευση του Συστήματος μέσα από περιοχές που υπάγονται σε ειδικό καθεστώς προστασίας και διαχείρισης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΥΠΑΝ – ΔΕΣΜΗΕ- ΡΑΕ

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις : Προκήρυξη και ανάθεση σχετικής μελέτης
δ. Χρηματοδότηση: Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα» - ΕΣΣΑ 2007-2013

3. Προγραμματισμός – κατασκευή τοπικών οδικών δικτύων προσπέλασης εντός των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας :

α. Ενέργεια : Προγραμματισμός και κατασκευή των αναγκαίων τοπικών οδικών δικτύων προσπέλασης εντός των Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) που ορίζονται στο άρθρο 5 της παρούσας απόφασης.

β. Αρμόδιος φορέας : ΡΑΕ - Αρμόδιες Περιφέρειες – Ο.Τ.Α. – Ιδιώτες.

γ. Αναγκαία μέτρα και δράσεις: Εκπόνηση αναγκαίων μελετών και ανάθεση σχετικών έργων.

δ. Χρηματοδότηση: ΠΕΠ - ΕΣΣΑ 2007-2013 – Ιδιωτικοί πόροι.

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ζ΄
ΜΕΤΑΒΑΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΤΕΛΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ**

**Άρθρο 23
Παραρτήματα**

Προσαρτώνται και αποτελούν αναπόσπαστο μέρος της παρούσας απόφασης τα Παραρτήματα I έως VI που ακολουθούν.

**Άρθρο 24
Διαγράμματα**

Προσαρτώνται και αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα της παρούσας απόφασης τα Διαγράμματα 1 και 2 που ακολουθούν.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ)

ΠΕΡΙΟΧΗ 1	
ΝΟΜΟΣ ΕΒΡΟΥ	ΝΟΜΟΣ ΡΟΔΟΠΗΣ
Δ. Φερών	Δ. Αρριανών
Δ. Τραϊανούπολης	Κ. Κέχρου
Δ. Αλεξανδρούπολης (όμορος)	
Δ. Σουφλίου (όμορος)	
Δ. Τυχερού (όμορος)	
Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 1: 538 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 1.076 MWe).	
ΠΕΡΙΟΧΗ 2	
ΝΟΜΟΣ ΕΥΒΟΙΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ
Δ. Αυλώνας	Δ. Αποδοτίας
Δ. Δυστίων	Δ. Πλατάνου
Δ. Καρύστου	Δ. Θέρμου (όμορος)
Δ. Μαρμαρίου	ΝΟΜΟΣ ΦΘΙΩΤΙΑΣ
Δ. Μεσσαπίων	Δ. Αγ. Γεωργίου Τυμφρηστού
Δ. Στυραίων	Δ. Σπερχειάδος
Κ. Καφηρέως	Δ. Υπάτης
Δ. Διρφύων (όμορος)	Δ. Αταλάντης
Δ. Κύμης (όμορος)	Δ. Μακρακώμης (όμορος)
	Δ. Οπουντίων (όμορος)
ΝΟΜΟΣ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΦΩΚΙΑΣ
Δ. Αγράφων	Δ. Βαρδουσίων
Δ. Βίνιανης	Δ. Λιδωρικίου
Δ. Δομνίστας	Δ. Δεσφίνης
Δ. Καρπενησίου	Δ. Αμφίσσης (όμορος)
Δ. Κτημενίων	Δ. Καλλιέων (όμορος)
Δ. Ποταμιάς	ΝΟΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ
Δ. Προυσσού	Δ. Καλλιφώνου
Δ. Φουρνά	Δ. Μενελαΐδας
Δ. Φραγκίστας (όμορος)	Δ. Ρεντίνης
ΝΟΜΟΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ	Δ. Ιτάμου (όμορος)
Δ. Δαύλειας	
Δ. Διστόμου	
Δ. Λεβαδέων	
Δ. Ορχομενού	
Δ. Χαιρώνειας	
Δ. Αραχώβης	
Κ. Κυριακίου	
Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 2: 2.174 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 4.348 MWe)	
ΠΕΡΙΟΧΗ 3	
ΝΟΜΟΣ ΛΑΚΩΝΙΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΑΡΚΑΔΙΑΣ
Δ. Βοϊών	Δ. Λεωνιδίου
Δ. Γερονθρών	Κ. Κοσμά
Δ. Ζάρακα	
Δ. Μολάων	
Δ. Μονεμβασίας	

Δ. Νιάτων	
Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 3: 478 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 955 MWe)	
Συνολικό αιολικό δυναμικό των ΠΑΠ: 3.190 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 6.379 MWe)	

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Αποστάσεις αιολικών εγκαταστάσεων από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής

A. Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων	
Α. Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	<ul style="list-style-type: none"> - Για εγκατεστημένη ισχύ/μονάδα κάτω των 10 MWe: Σε ΠΑΠ και Αττική: 20 χλμ. μήκους όδευσης - Σε άλλες περιοχές (ΠΑΚ): 15 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα - Σε νησιά: 10 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα
Β. Μέγιστη απόσταση από το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.)	Όπως ορίζει ο ΔΕΣΜΗΕ στους όρους σύνδεσης της εγκατάστασης (υψηλή τάση) και η ΔΕΗ (μέση και χαμηλή τάση)
Γ. Ελάχιστη απόσταση (Α) από σημαντικά σταθερά στοιχεία άμεσης παρεμβολής (φυσικά ή ανθρωπογενή) που εμποδίζουν την εκμετάλλευση του ανέμου	7 φορές το ύψος του σταθερού στοιχείου άμεσης παρεμβολής ($A=7xY$)
Δ. Ελάχιστη απόσταση (Α) μεταξύ των ανεμογεννητριών	<ul style="list-style-type: none"> - Με ανάπτυγμα κάθετα στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου: 3 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ($A=3d$) - Με ανάπτυγμα παράλληλο στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου: 7 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ($A=7d$)

B. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης του άρθρου 19 παρ.1,2 Ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΕΠΜ ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική ΚΥΑ (ν. 3044/02)
<ul style="list-style-type: none"> - Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στο προηγούμενο εδάφιο. - Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1). 	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ

Αξιόλογες ακτές και παραλίες (π.χ.αμμώδεις)	1.000 μ.
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ, μετά από ειδική ορνιθολογική μελέτη

Γ. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση² εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικούς χώρους και ιστορικούς τόπους. της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3.000 μ.
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.

Δ. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση² εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, ή και τουριστικοί ή και αξιόλογοι	1.000 μ από το όριο ³ του οικισμού ή του σχεδίου πόλης κατά περίπτωση
Παραδοσιακοί οικισμοί	1.500 μ. από το όριο ³ του οικισμού
Λοιποί οικισμοί	500 μ. από το όριο ³ του οικισμού
Οργανωμένη δόμηση Α' ή Β' κατοικίας (Π.Ε.Ρ.ΠΟ., Συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β' κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της Μ.Π.Ε. κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου	1.000 μ. από τα όρια του σχεδίου ή της διαμορφωμένης περιοχής αντίστοιχα.
Ιερές Μονές	500 μ. από τα όρια της Μονής
Μεμονωμένη κατοικία (νομίμως υφιστάμενη)	Εξασφάλιση ελάχιστου επιπέδου θορύβου μικρότερου των 45 db.

Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να εξασφαλίζεται ελάχιστο επίπεδο θορύβου στα όρια των ανωτέρω οικιστικών δραστηριοτήτων μικρότερο των 45 db.

Ε. Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια της ζώνης απαλλοτρίωσης της οδού ή του σιδηροδρομικού δικτύου αντίστοιχα

2 Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση.

3 Στις περιπτώσεις που δεν έχει οριοθετηθεί ο οικισμός η απόσταση υπολογίζεται από το κέντρο του οικισμού προσαυξημένη κατά 500 μέτρα και, σε κάθε περίπτωση, σε απόσταση μεγαλύτερη των 500 μ. από την τελευταία κατοικία του οικισμού.

Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια της ζώνης απαλλοτρίωσης της οδού ή του σιδηροδρομικού δικτύου αντίστοιχα
Γραμμές υψηλής τάσεως	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια από τα όρια διέλευσης των γραμμών Υ.Τ.
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα

ΣΤ. Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνες αναδασμού, αρδευόμενες εκτάσεις	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Ιχθυοκαλλιέργειες	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Μονάδες εσταλισμένης κτηνοτροφίας:	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Όπως ορίζεται στην κείμενη νομοθεσία.
Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ.
ΠΟΤΑ, και άλλες Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικές περιοχές (όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση).	1.000 μ. από τα όρια της ζώνης / περιοχής ⁴
Τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	1.000 μ. από τα όρια της μονάδας ⁴ .
Λοιπά τουριστικά καταλύματα και εγκαταστάσεις	500 μ ⁴ .

⁴ Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Φέρουσα Ικανότητα (Χωρητικότητα) Περιοχών Αιολικής Προτεραιότητας

1. Για την Περιοχή ΠΑΠ 1, που εντοπίζεται στην Βόρειο Ελλάδα (Περιφέρεια Αν. Μακεδονίας και Θράκης), στους νομούς Έβρου και Ροδόπης και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Αλεξανδρούπολης, Αρριανών, Σουφλίου, Τραϊανούπολης, Τυχερού, Φερών, και την Κοινότητα Κέχρου, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 480 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 960 MWe).
2. Για την Περιοχή ΠΑΠ 2, που εντοπίζεται στην Κεντρική Ελλάδα (Περιφέρειες Στερεάς Ελλάδας, Δυτικής Ελλάδας και Θεσσαλίας) στους νομούς Βοιωτίας, Φθιώτιδας, Φωκίδας, Ευρυτανίας, Εύβοιας, Αιτωλοακαρνανίας, Καρδίτσας και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Καρύστου, Μαρμαρίου, Στυραίων, Δυστίων, Αυλώνος, Κύμης, Διρφύων, Μεσσαπίων, Ορχομενού, Χαιρώνειας, Λεβαδέων, Δαύλειας, Αραχώβης, Διστόμου, Αταλάντης, Οπουντίων, Υπάτης, Σπερχειάδος, Αγ. Γεωργίου Τυμφρηστού, Μακρακώμης, Αμφίσσης, Δεσφίνης, Λιδωρικίου, Βαρδουσίων, Καλλιέων, Δομνίστας, Προυσσού, Ποταμιάς, Καρπενησίου, Φραγκίστας, Βίνιανης, Κτημενίων, Φουρνά, Αγράφων, Ιτάμου, Καλλιφώνου, Μενελαΐδας, Ρεντίνης, Αποδοτίας, Θέρμου, Πλατάνου και τις Κοινότητες Καφηρέως και Κυριακίου, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 1.619 τυπικές Α/Γ(ενδεικτικά 3.237 MWe).
3. Για την Περιοχή ΠΑΠ 3, που εντοπίζεται στην Περιφέρεια Πελοποννήσου, στους νομούς Λακωνίας και Αρκαδίας και περιλαμβάνει ειδικότερα τους Δήμους: Βοϊών, Γερονθρών, Ζάρακα, Λεωνιδίου, Μολάων, Μονεμβασίας, Νιάτων, και την Κοινότητα Κοσμά, η Φέρουσα Ικανότητα εκτιμάται σε 438 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 876 MWe).

Με βάση τα πιο πάνω δεδομένα, διαπιστώνεται ότι 'η Φέρουσα Ικανότητα' των Περιοχών Προτεραιότητας, εκτιμάται σε περίπου 2.587 τυπικές Α/Γ ή ενδεικτικά 5.174 MWe (περιορίζοντας έτσι το 'εν δυνάμει εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό' τους (περίπου σε 3.240 τυπικές Α/Γ ή ενδεικτικά 6.479 MWe) κατά 20%.

Ειδικώς για την Αττική, το όριο εκμεταλλευσιμότητας του αιολικού δυναμικού ανέρχεται σε 50 τυπικές Α/Γ ή ενδεικτικά 100 MWe και αφορά ειδικότερα τον ορεινό όγκο της Πάστρας, το Πάνειο, τμήμα του Λαυρεωτικού Ολύμπου και το εκτός επιρροής του αεροδρομίου Σπάτων τμήμα της Μερέντας.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο

Για την εκτίμηση της επίπτωσης μιας υπό αδειοδότηση αιολικής μονάδας στο τοπίο, λαμβάνεται υπόψη η οπτική παρεμβολή της από τα σημεία 'ιδιαίτερου ενδιαφέροντος', που ευρίσκονται εντός κύκλου, που ορίζεται με κέντρο την μονάδα και ακτίνα που διαφοροποιείται ανάλογα με τη σημασία και την ποιότητα του σημείου 'ιδιαίτερου ενδιαφέροντος' και την κατηγορία χώρου που ανήκει σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Μέγιστη απόσταση από Α/Π (χλμ)	
	Εντός ΠΑΠ-Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ – Κατοικημένα Νησιά
Το πλησιέστερο όριο των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	6	6
Το πλησιέστερο όριο ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λοιπών αρχαιολογικών χώρων	6	6
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86.	0,8	1
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	6	6
Τα πλησιέστερα όρια πόλεων ή οικισμών >2000 κατοίκων και οικισμών <2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	2	3
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	2	3

Οι ανεμογεννήτριες, που χωροθετούνται εκτός του κύκλου ή που η άτρακτος τους δεν έχει οπτική επαφή με το σημείο, δεν λαμβάνονται υπόψη.

Γενικότερα, και παρόλο που η συγκέντρωση αιολικών πάρκων σε περιοχές υψηλού αιολικού δυναμικού είναι επιθυμητή (περιοχές Προτεραιότητας), τόσο από οικονομικής, όσο και από περιβαλλοντικής απόψεως, η πυκνότητα των ανεμογεννητριών γύρω από τυχόν υφιστάμενα σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος των περιοχών αυτών, θα πρέπει να περιορίζεται εντός προδιαγεγραμμένων ορίων. Σε περίπτωση που υπάρχει υπέρβαση αυτού του ορίου πυκνότητας, θα πρέπει να τίθεται περιορισμός στην κάλυψη του οπτικού ορίζοντα των σημείων ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Περαιτέρω, ο βαθμός επίδρασης της κάθε ανεμογεννήτριας στο τοπίο από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, εξαρτάται από την πραγματική απόσταση της από το σημείο.

Προκειμένου να αντικειμενικοποιηθούν τα πιο πάνω, τίθενται οι παρακάτω απαιτήσεις-κριτήρια, ως προς τα οποία ελέγχεται το αιολικό πάρκο και με τα οποία οφείλει να συμμορφωθεί :

- Το πρώτο κριτήριο αφορά στην συνολική πυκνότητα των ανεμογεννητριών, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των ανεμογεννητριών από το σημείο, η κυκλική επιφάνεια χωρίζεται σε τρία συνολικά ομόκεντρα τμήματα (ζώνες) Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, η μέγιστη επιτρεπόμενη πυκνότητα εγκατάστασης, είναι διαφορετική.
- Το δεύτερο κριτήριο, το οποίο εφαρμόζεται **μόνο** στην περίπτωση κατά την οποία **υφίσταται υπέρβαση** του πρώτου κριτηρίου, αφορά στο ποσοστό κάλυψης από τις ανεμογεννήτριες του οπτικού ορίζοντα ενός παρατηρητή, που βρίσκεται στο σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και περιστρέφεται 360° περί τον εαυτό του. Για την εκτίμηση του κριτηρίου αυτού, οι ανεμογεννήτριες, μεταξύ των οποίων η πραγματική απόσταση δεν υπερβαίνει τα 500 μέτρα, ενώνονται με νοητά ευθύγραμμα τμήματα και υπολογίζονται οι γωνίες (σε μοίρες), που δημιουργούνται με κέντρο το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και με πλευρές που διέρχονται από τα άκρα των προαναφερθέντων νοητών τμημάτων.

Κατά την εξέταση του κριτηρίου, λαμβάνονται και πάλι υπ' όψη μόνον οι ανεμογεννήτριες, που χωροθετούνται εντός κύκλου με κέντρο το εκάστοτε σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ακτίνα την μέγιστη απόσταση κατά τα ανωτέρω και η άτρακτος των οποίων έχει οπτική επαφή με το σημείο. Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η πραγματική απόσταση των Α/Γ από το σημείο, ο κύκλος χωρίζεται και πάλι σε τρεις συνολικά ομόκεντρες ζώνες Α', Β' και Γ', σε κάθε μία από τις οποίες, το άθροισμα των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης, έχει διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας. Δεν λαμβάνονται υπόψη τμήματα αιολικών πάρκων, των οποίων η γωνία θέασης από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, καλύπτεται από άλλα αιολικά πάρκα, που βρίσκονται πλησιέστερα στο σημείο ενδιαφέροντος και συνεπώς η γωνία θέασης τους έχει ήδη ληφθεί υπ' όψη στον συνολικό υπολογισμό (γωνιακή επικάλυψη).

Αν ένα αιολικό πάρκο πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, χωροθετούνται επαρκώς αραιά, ακόμα και αν πιθανόν απλώνονται σε αρκετές περιοχές του ορίζοντα γύρω από το σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος. Αν ένα αιολικό πάρκο πληροί το δεύτερο κριτήριο, ακόμη και αν δεν πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι, οι ανεμογεννήτριες γύρω και πλησίον του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος, χωροθετούνται προς μία ή ελάχιστες κατευθύνσεις, ακόμα και αν προς τις ελάχιστες ή τη μία αυτή κατεύθυνση έχουν αυξημένη πυκνότητα.

Οι ομόκεντρες ζώνες είναι κοινές για την εφαρμογή και των δύο κριτηρίων και ορίζονται ανάλογα με τη σημασία του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ανάλογα με την κατηγορία χώρου που χωροθετείται το υπό εξέταση αιολικό πάρκο, ως εξής:

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Ακτίνες ζωνών (σε χλμ.)					
	Εντός ΠΑΠ Αττικής- Θαλάσσιου χώρου			Εκτός ΠΑΠ (ΠΑΚ) - Κατοικημένα Νησιά		
	A'	B'	Γ'	A'	B'	Γ'
Όρια των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3	4,5	6	3	4,5	6
Όρια ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λοιπών αρχαιολογικών χώρων	1,5	3	6	1,5	3	6
Όρια θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86	0,2	0,8	-	0,3	1	-
Όρια θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	1,5	3	6	1,5	3	6
Όρια πόλεων ή οικισμών >2000 κατοίκων και όρια οικισμών <2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως τουριστικοί ή αξιόλογοι	1	2	-	1	3	-
Όρια θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής, τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές,, τουριστικοί λιμένες.	1	1,5	2	1	2	3

Για την εφαρμογή του πρώτου κριτηρίου, η μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών ανά ζώνη, ανάλογα με την κατηγορία του χώρου, είναι:

Ζώνες	Κριτήριο 1: Μέγιστη πυκνότητα ανεμογεννητριών (πλήθος Α/Γ ανά τ.χλμ.)		
	Εντός ΠΑΠ Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ (ΠΑΚ)	Κατοικημένα Νησιά
Α'	0	0	0
Β'	4	3	2
Γ'	7	6	4

Το παραπάνω πλήθος, αφορά ανεμογεννήτριες με διάμετρο πτερυγίων 85 μέτρων (τυπική Α/Γ). Αν η διάμετρος είναι διαφορετική, το πλήθος προσαρμόζεται ανάλογα με στρογγυλοποίηση προς τα άνω, στον πλησιέστερο μεγαλύτερο ακέραιο αριθμό.

Σε περίπτωση, που υφίσταται υπέρβαση του πρώτου κριτηρίου «πυκνότητας», θα πρέπει να πληρούται τουλάχιστον το δεύτερο κριτήριο «οπτικής κάλυψης». Για τον υπολογισμό του δεύτερου αυτού κριτηρίου, οι συντελεστές βαρύτητας ανά ζώνη που εφαρμόζονται επί του αθροίσματος των γωνιών, που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης (συμπεριλαμβανομένων των προϋφιστάμενων εγκαταστάσεων), ανάλογα με την κατηγορία του χώρου, είναι:

Ζώνες	Συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης για την εφαρμογή του κριτηρίου 2		
	Εντός ΠΑΠ-Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ (ΠΑΚ)	Κατοικημένα Νησιά
Α'*	1	1	1
Β'	0,5	0,7	0,8
Γ'	0,3	0,5	0,7

* Επειδή η ζώνη Α' αποτελεί πρακτικά ζώνη αποκλεισμού, οι παρατιθέμενοι στην ζώνη αυτή συντελεστές βαρύτητας, αφορούν στις τυχόν ήδη υφιστάμενες εγκαταστάσεις. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να τηρείται ο περιορισμός να μην χωροθετούνται ανεμογεννήτριες εντός της ζώνης Α'.

Τέλος, για την εφαρμογή του δεύτερου κριτηρίου, τίθεται ανώτατο όριο στο λόγο του σταθμισμένου (με τους ανωτέρω συντελεστές) αθροίσματος των γωνιών που ορίζονται, προς το σύνολο του κύκλου (360°). Το όριο αυτό, ανάλογα με το αν πρόκειται για περιοχή προτεραιότητας ή όχι, είναι:

Κριτήριο 2: Ποσοστό οπτικής κάλυψης του ορίζοντα		
Εντός ΠΑΠ-Αττικής-Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ (ΠΑΚ)	Κατοικημένα Νησιά
30%	20%	15%

Η διαφοροποίηση των πιο πάνω τιμών (μέγιστη πυκνότητα εγκατάστασης Α/Γ, συντελεστές βαρύτητας γωνιών οπτικής κάλυψης και ποσοστά οπτικής κάλυψης), ανταποκρίνεται στους χωροταξικούς στόχους ευνοϊκότερης αντιμετώπισης των εγκαταστάσεων εντός των περιοχών υψηλής εκμεταλλευσιμότητας του αιολικού δυναμικού (ΠΑΠ, Αττική, θαλάσσιος χώρος), αλλά παράλληλα λαμβάνει υπόψη και τις ιδιαιτερότητες του νησιωτικού χώρου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

ΕΛΕΓΧΟΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΚΑΝΟΝΩΝ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Α: Ελεγκτέα στοιχεία από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) κατά την έκδοση γνωμοδότησης επί της άδειας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας

Ελέγχονται από την ΡΑΕ, στο πλαίσιο της χορήγησης γνώμης για την άδεια παραγωγής, τα εξής :

1. Αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης διαθέτει κατ' αρχήν εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό. (Η εξακρίβωση-επικαιροποίηση του αιολικού δυναμικού και του τεχνοοικονομικά εκμεταλλεύσιμο δυναμικού (εκφραζόμενο σε ισχύ MWe), διενεργείται από τον ιδιώτη, με βάση επιτόπιες μετρήσεις).

2. Αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης βρίσκεται :

- εντός Περιοχής Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) της ηπειρωτικής χώρας
- εκτός Περιοχής Αιολικής Προτεραιότητας της ηπειρωτικής χώρας
- εντός Αττικής
- εντός κατοικημένων νησιών του Αιγαίου ή του Ιονίου Πελάγους ή στην Κρήτη
- εντός του υπερακτίου θαλασσιού χώρου ή εντός ακατοίκητης νησίδας.

2.1 Στην περίπτωση που η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης εμπίπτει σε Περιοχή Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) της ηπειρωτικής χώρας ελέγχεται περαιτέρω:

- αν το προτεινόμενο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό, υπερβαίνει τα όρια της φέρουσας ικανότητάς της ΠΑΠ εγκατάστασης (άρθρο 4 παρ.2 περίπτωση γ', Παράρτημα ΙΙΙ και διάγραμμα 1 της παρούσας).

- αν το προτεινόμενο εκμεταλλεύσιμο δυναμικό υπερβαίνει τις μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες εγκατάστασης στον οικείο πρωτοβάθμιο ΟΤΑ (άρθρο 7).
- εφόσον τα δεδομένα της προτεινόμενης θέσης υπερβαίνουν ένα από τα πιο πάνω όρια, η πρόταση απορρίπτεται.

2.2 Αν η προτεινόμενη προς χωροθέτηση θέση βρίσκεται εντός ΠΑΚ ή εντός κατοικημένων νησιών του Αιγαίου ή του Ιονίου Πελάγους ή στην Κρήτη, ελέγχεται αντιστοίχως :

- αν υπερβαίνει τις μέγιστες -κατά περίπτωση- πυκνότητες του πρωτοβάθμιου ΟΤΑ, στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί (άρθρα 7 και 8).
- αν η προτεινόμενη θέση υπερβαίνει τις μέγιστες πυκνότητες εγκατάστασης του οικείου πρωτοβάθμιου ΟΤΑ, απορρίπτεται.

2.3 Αν η θέση βρίσκεται εντός Αττικής, ελέγχεται :

- αν εμπίπτει εντός των καθοριζομένων από το άρθρο 4 παρ.3 της παρούσας περιοχών εγκατάστασης, όπως οι περιοχές αυτές ενδεχομένως εξειδικευθούν από άλλα κατώτερα επίπεδα σχεδιασμού.
- αν το προτεινόμενο εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό υπερβαίνει το ανώτατο όριο εκμεταλλευσιμότητας των 100 MWe που ορίζεται στο άρθρο 4 παρ.3 της παρούσας.
- αν υπερβαίνει τις μέγιστες πυκνότητες του πρωτοβάθμιου ΟΤΑ, στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθεί (άρθρο 9).

2.4 Αν η θέση εμπίπτει στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο ή σε ακατοίκητη νησίδα ελέγχεται από τη ΠΑΕ η βιωσιμότητα της εγκατάστασης.

B: Ελεγκτέα στοιχεία κατά την έκδοση γνωμοδότησης της αρμόδιας περιβαλλοντικής αρχής επί της ΠΠΕΑ

1. Ελέγχεται αν η προτεινόμενη θέση εγκατάστασης εμπίπτει εντός μιας εκ των κατηγοριών των περιοχών αποκλεισμού (άρθρο 6 παρ.1).
2. Ελέγχονται τα κριτήρια χωροθέτησης, που αφορούν (κατά κατηγορία χώρου) την τήρηση ελάχιστων αποστάσεων από τις γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής (άρθρο 6 παρ. 3 και Παράρτημα II της παρούσας).
4. Ελέγχεται η εφαρμογή (κατά κατηγορία χώρου) των κανόνων ένταξης της προτεινόμενης θέσης εγκατάστασης στο τοπίο (άρθρα 7, 8, 9 και 10 και Παράρτημα IV της παρούσας).

Άρθρο 25
Αποστάσεις από υφιστάμενες εγκαταστάσεις ΑΠΕ
κατά τη χωροθέτηση άλλων έργων και δραστηριοτήτων

Οι αποστάσεις από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής που καθορίζονται στην παρούσα απόφαση για την εγκατάσταση έργων ΑΠΕ πρέπει αμοιβαίως να τηρούνται και κατά τη χωροθέτηση άλλων έργων και δραστηριοτήτων που γειτνιάζουν με νομίμως υφιστάμενες εγκαταστάσεις ΑΠΕ.

Άρθρο 26
Μεταβατικές διατάξεις

1. Νομίμως υφιστάμενες κατά τη δημοσίευση της παρούσας εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ διατηρούνται μέχρι τη λήξη της άδειας λειτουργίας τους.
2. Άδειες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ που έχουν εκδοθεί μέχρι τη δημοσίευση της παρούσας εκτελούνται όπως εκδόθηκαν.

Άρθρο 27
Καταργούμενες διατάξεις

Κάθε διάταξη που αντίκειται στις διατάξεις της παρούσας απόφασης ή ανάγεται σε θέματα που ρυθμίζονται από αυτήν, παύει να εφαρμόζεται.

Άρθρο 28
Έναρξη ισχύος

Η ισχύς της παρούσας απόφασης αρχίζει από τη δημοσίευσή της στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

Η απόφαση αυτή να δημοσιευθεί στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως