



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ

Μελέτη Κατανομής Αιολικών Πάρκων σε περιοχές Natura στον Ελλαδικό Χώρο
Πτυχιακή εργασία

Αγγελική Γρηγορίου



Αθήνα, 2022



HAROKOPIO UNIVERSITY

**SCHOOL OF ENVIRONMENT GEOGRAPHY AND
APPLIED ECONOMICS
DEPARTMENT OF GEOGRAPHY**

Study on the Spatial Distribution of Wind Farms in Natura areas in Greece
Bachelor thesis

Angeliki Grigoriou



Athens, 2022



ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

**ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ
ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ**

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

**Πέτρος Κατσαφάδος
Αναπληρωτής Καθηγητής, Τμήμα Γεωγραφίας,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

**Ευαγγελία Δράκου
Επίκουρη Καθηγήτρια, Τμήμα Γεωγραφίας,
Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο**

**Ανδρέας Κόρας
Λέκτορας, Τμήμα Αεροπορικών Επιστημών,
Σχολή Ικάρων**

Εγώ, η Αγγελική Γρηγορίου

δηλώνω υπεύθυνα ότι:

- 1)** Είμαι ο κάτοχος των πνευματικών δικαιωμάτων της πρωτότυπης αυτής εργασίας και από όσο γνωρίζω η εργασία μου δε συκοφαντεί πρόσωπα, ούτε προσβάλλει τα πνευματικά δικαιώματα τρίτων.
- 2)** Αποδέχομαι ότι η ΒΚΠ μπορεί, χωρίς να αλλάξει το περιεχόμενο της εργασίας μου, να τη διαθέσει σε ηλεκτρονική μορφή μέσα από τη ψηφιακή Βιβλιοθήκη της, να την αντιγράψει σε οποιοδήποτε μέσο ή/και σε οποιοδήποτε μορφότυπο καθώς και να κρατά περισσότερα από ένα αντίγραφα για λόγους συντήρησης και ασφάλειας.
- 3)** Όπου υφίστανται δικαιώματα άλλων δημιουργών έχουν διασφαλιστεί όλες οι αναγκαίες άδειες χρήσης ενώ το αντίστοιχο υλικό είναι ευδιάκριτο στην υποβληθείσα εργασία.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή της παρούσας πτυχιακής μελέτης, τον κ. Πέτρο Κατσαφάδο για την εμπιστοσύνη του προς εμένα αλλά και την υπομονή που έκανε καθ' όλη τη διάρκεια υλοποίησης της. Ακόμα, να τον ευχαριστήσω για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγηση του, για την επίλυση διάφορων ζητημάτων.

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω όλους όσους με στήριξαν τόσο κατά την υλοποίηση της πτυχιακής μου μελέτης όσο και κατά την διάρκεια των σπουδών μου, με διάφορους τρόπους και κυρίως τους γονείς μου, οι οποίοι φρόντισαν για το καλύτερο δυνατό.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ.....	6
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	8
ABSTRACT.....	9
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ:.....	10
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ.....	11
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ.....	12
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	13
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ.....	14
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	14
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
ΚΕΦ.1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ.....	26
1.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	26
1.1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΝΕΜΟΜΥΛΩΝ.....	26
1.1.2. ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ.....	28
1.1.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	29
1.2. Ο ΑΝΕΜΟΣ.....	33
1.2.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	33
1.2.2. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	33
1.2.3. ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	34
1.2.4. ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	34
1.2.5. ΕΚΘΕΤΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ.....	35
1.2.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	36
1.2.7. ΟΡΙΟ ΒΕΝΤΖ.....	38
1.3. ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ.....	41
1.3.1 ΤΥΠΟΙ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	41
1.3.1.1. ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ.....	41
1.3.1.2. ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ.....	41
1.3.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΕΡΗ ΓΡΗΓΟΡΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ.....	43
1.3.3. ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ.....	44
ΚΕΦ.2. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ.....	46
2.1. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	50
2.1.1. ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ.....	50

2.1.2. ΠΡΟΣΦΑΤΟΙ ΝΟΜΟΙ	54
2.2. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000 ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ	54
3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000	60
3.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	60
3.2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ	61
3.3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ NATURA 2000 ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ	65
3.4. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000.....	70
3.4.1. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΝΟΤΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ.....	72
3.4.2. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΒΡΟΥ.....	74
3.4.3. ΟΙ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	76
4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ NATURA 2000.	78
4.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	78
4.2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	79
4.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ «ΑΛΟΓΟΡΑΧΗΣ»	82
4.4. ΖΩΝΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ GR1430006	83
4.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟ ΕΞΕΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗ	89
4.5.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΙΣ	91
4.5.2. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΕΝΟΧΛΗΣΕΙΣ Ή ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ	92
4.5.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ Η ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΟΣ	92
4.5.4. ΣΩΡΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	93
4.5.5. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ.....	93
5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	94
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	96

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά την μελέτη αιολικών πάρκων τα οποία βρίσκονται κοντά ή εντός προστατευόμενων περιοχών που ανήκουν στο Ευρωπαϊκό δίκτυο Natura 2000. Πραγματεύεται το θέμα της χωροθέτησης Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) λαμβάνοντας υπόψη το Ευρωπαϊκό αλλά και το Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις γειτνιάζουσες χρήσεις, τις προστατευόμενες περιοχές, τις περιοχές αποκλεισμού καθώς και τους παράγοντες που σχετίζονται με την κατασκευή και την λειτουργία των ανεμογεννητριών. Τελικό σκοπό της εργασίας αποτελεί **η μελέτη κριτηρίων χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου που βρίσκεται στο δίκτυο Natura 2000** καθώς και των **περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που προκύπτουν**, με την βοήθεια Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών GIS.

Περιοχή μελέτης αποτελεί ο Ελλαδικός χώρος και δίνεται έμφαση στην χαρτογράφηση των λειτουργικών ΑΣΠΗΕ που βρίσκονται σε αυτόν αλλά και των περιοχών που ανήκουν στο ευρωπαϊκό δίκτυο Natura, με σκοπό την διερεύνηση των «επικαλύψεων» και την δημιουργία δεικτών καταλληλότητας εγκατάστασης αιολικών σταθμών. Ακόμα, παρουσιάζεται η περίπτωση μελέτης του αιολικού πάρκου «Αλογόραχης» και τα οφέλη αλλά και οι επιπτώσεις που έφερε η δημιουργία του σε τοπικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο.

Για την εκπόνηση της εργασίας ήταν απαραίτητη η χρήση του γεωγραφικού συστήματος πληροφοριών ArcMap 10.8 του ArcGis (της εταιρείας ERSI) για την εισαγωγή και επεξεργασία των χωρικών μεταδεδομένων που αφορούν τις περιοχές Natura 2000, τα λειτουργικά αιολικά πάρκα του Ελλαδικού χώρου και τις περιφέρειες της Ελλάδας που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των θεματικών χαρτών. Τα χωρικά αυτά δεδομένα ανακτήθηκαν από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος, την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) και από την Ελληνική Στατιστική Αρχή (ΕΛΣΤΑΤ) αντίστοιχα σύμφωνα με τις πιο πρόσφατες εκδόσεις τους. Απαραίτητη ήταν ακόμα η εισαγωγή και επεξεργασία του αποσπάσματος τοπογραφικού διαγραμμάτος φ.χ. 5343/6, κλίμακας 1:5.000 και του χάρτη γενικής χρήσεως κλίμακας 1: 50.000 από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ).

Λέξεις κλειδιά: χωροθέτηση ΑΣΠΗΕ, Natura 2000, αιολικά πάρκα, ελλαδικός χώρος, Αλογόραχη.

ABSTRACT

The present dissertation concerns the study of Wind Farms which are located near or within protected areas belonging to the Natura 2000 European network. It deals with the issue of the siting of Wind Power Stations, taking into consideration the European and the Greek Legislative Framework, the environmental conditions, the adjacent uses, the protected areas, the exclusion areas as well as the factors related to the construction and operation of the wind turbines. The final goal of the assignment is the study of the criteria for the siting of a wind farm located in the Natura 2000 network, as well as the environmental burdens that arise, with the help of Geographic Information Systems (GIS).

Greece is the study area and emphasis is placed on the mapping of the operational Wind Power Stations located in it and the areas belonging to the European Natura network, in order to investigate the "violations" and create indicators of suitability for the installation of wind power stations. Moreover, the study of the wind farm "Alogorachis", the benefits and the effects that its creation brought at a local, social and environmental level, is presented.

For the elaboration of the project, it was necessary to use the Arcmap 10.8 geographical information system of ArcGis (ERSI's Company) for the introduction and processing of spatial metadata concerning the Natura 2000 areas, the functional wind farms of Greece and the regions of Greece that were used for the construction of the thematic maps. These spatial data were retrieved by the European Environment Agency, the Regulatory Authority for Energy (RAE) and the Hellenic Statistical Authority (ELSTAT) respectively according to their most recent publications. It was even necessary the introduction and procession of extracted topographic diagram m.s. 5343/6, scale 1:5.000 and general purpose map, scale 1: 50.000 by the Hellenic Military Geographical Service (HMGS).

Key words: siting of Wind Power Stations, Natura 2000, wind farms, Greece, "Alogorachis".

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: (α) Χερσαίο Αιολικό Πάρκο στο Νησί της Ύδρας στο Αιγαίο Πέλαγος, (β) Παράκτιο Αιολικό Πάρκο, Sheringham Shoal μεταξύ 17ου και 23ου χιλιομέτρου από την ακτή του North Norfolk στο Ηνωμένο Βασίλειο	16
Εικόνα 2: Αιολική Μηχανή D. Halladay (α) και C.F. Brush (β)	27
Εικόνα 3: Νέας τεχνολογίας ανεμογεννήτριες κοντά σε παλιούς ανεμόμυλους στο Będargowo Zachodniopomorskie στην Πολωνία.....	28
Εικόνα 4: Το πεδίο ροής του ανέμου στα προσήνεμα και υπήνεμα μιας ιδανικής πτερωτής.....	38
Εικόνα 5: Αργή (α) και Γρήγορη (β) αιολική μηχανή οριζοντίου άξονα περιστροφής	42
Εικόνα 6: Αιολικές μηχανές κατακόρυφου άξονα περιστροφής τύπου (α) Helix, (β) H-Diarrius, (γ) Diarrius – rotor, (δ) Savonius	42
Εικόνα 7: Λειτουργικά Στοιχεία Ανεμογεννήτριας	43
Εικόνα 8: Ορισμός γωνίας προσβολής	44
Εικόνα 9: Άρθρο 6 παράγραφοι 3 και 4 της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για τους οικοτόπους	57
Εικόνα 10: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας βάσει του άρθρου 6 παράγραφοι 3 και 4	59
Εικόνα 11: Αιολικό Πάρκο Παναχαϊκού όρους	70
Εικόνα 12: Αιολικό Πάρκο Αλογοράχης	78
Εικόνα 13: Ορθοεικόνα φωτοληψίας Μαΐου του 2020	84

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΞΙΣΩΣΕΩΝ

Εξίσωση 1: Στιγμαία Ταχύτητα του Ανέμου	33
Εξίσωση 2: Μέση Ταχύτητα του Ανέμου.....	33
Εξίσωση 3: Κατανομή του Ανέμου	34
Εξίσωση 4: Λογαριθμικό Προφίλ του ανέμου.....	35
Εξίσωση 5: Τροποποιημένο Προφίλ του ανέμου	35
Εξίσωση 6: Εκθετικός Νόμος Κατανομής του ανέμου	35
Εξίσωση 7: Υπολογισμός Συντελεστή n	36
Εξίσωση 8: Υπολογισμός Αιολικής Ενέργειας	36
Εξίσωση 9: Σχέση Μάζας και Διατομής.....	36
Εξίσωση 10: Σχέση Απόστασης και Ταχύτητας	36
Εξίσωση 11: Υπολογισμός αιολικής ισχύος του ανέμου	37
Εξίσωση 12: Υπολογισμός αιολικής ισχύος από τις μέσες ταχύτητες του ανέμου	37
Εξίσωση 13: Ένταση ανατάραξης	37
Εξίσωση 14: Υπολογισμός αιολικής ισχύος σε χρονικό διάστημα T	37
Εξίσωση 15: Νόμος του Bernoulli.....	38
Εξίσωση 16: Πίεση πίσω από την πτερωτή.....	38
Εξίσωση 17: Πίεση μπροστά από την πτερωτή.....	39
Εξίσωση 18: Υπολογισμός δύναμης F	39
Εξίσωση 19: Υπολογισμός ώθησης Ω	39
Εξίσωση 20: Υπολογισμός αξονικής ταχύτητας	39
Εξίσωση 21: Υπολογισμός αξονικής ταχύτητας	39
Εξίσωση 22: Υπολογισμός α	39
Εξίσωση 23: Υπολογισμός ισχύος P	40
Εξίσωση 24: Τελικός υπολογισμός ισχύος P	40
Εξίσωση 25: Μεγιστοποίηση της ισχύος.....	40
Εξίσωση 26: Υπολογισμός του μέγιστου συντελεστή ισχύος	40
Εξίσωση 27: Λόγος ταχύτητας λ	44

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Χάρτης Χωρικής Κατανομής της Αιολικής Ικανότητας	62
Χάρτης 2: Χάρτης με τα εν λειτουργία αιολικά πάρκα στον Ελλαδικό χώρο	64
Χάρτης 3: Χάρτης με τις περιοχές Natura 2000 στον Ελλαδικό χώρο	68
Χάρτης 4: Χάρτης με Περιοχές Natura 2000 στον Ελλαδικό χώρο σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500μ	69
Χάρτης 5: Χάρτης με Περιοχές Natura 2000 και Λειτουργικά Αιολικά Πάρκα στον Ελλαδικό χώρο 71	
Χάρτης 6: Χάρτης με Επικαλύψεις ΑΣΠΗΕ σε περιοχές Natura 2000 στον Ελλαδικό Χώρο.....	72
Χάρτης 7: Χάρτης με Περιοχές Natura 2000 και Λειτουργικά Αιολικά Πάρκα στην περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας.....	73
Χάρτης 8: Χάρτης με Περιοχές Natura 2000 και Λειτουργικοί ΑΣΠΗΕ στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.....	75
Χάρτης 9: Χάρτης προσανατολισμού περιοχής μελέτης	80
Χάρτης 10: Χάρτης Προσανατολισμού, Κλίμακας 1: 50.000.....	81
Χάρτης 11: Απόσπασμα τοπογραφικού 5343/6 διαγράμματος 1: 5.000	82
Χάρτης 12: Ζώνη Ειδικής Προστασίας GR1430006	84

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1: Τιμές μήκους τραχύτητας και συντελεστή n	36
Πίνακας 2: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας ΠΑΠ.	52
Πίνακας 3: Θηλαστικά της προστατευόμενης περιοχής.....	87
Πίνακας 4: Ορνιθοπανίδα της προστατευόμενης περιοχής.....	88

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1: Ετήσια Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από τον άνεμο σε TWh.....	61
Διάγραμμα 2: Νέα Αιολική ισχύς ανά έτος.....	61

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

ΑΣΠΗΕ	Αιολικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας
ΡΑΕ	Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας
ΕΛΣΤΑΤ	Ελληνική Στατιστική Αρχή
ΓΥΣ	Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού
ΕΛΕΤΑΕΝ	Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
ΖΕΠ	Ζώνες Ειδικής Προστασίας
ΤΚΣ	Τόποι Κοινοτικής Σημασίας
ΕΖΔ	Ειδικές Ζώνες Διαχείρισης
ΣΠΠ	Σημαντικές Περιοχές για τα Πτηνά
ΕΟΠ	Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος
ΕΧΠΣΑΑ	Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης
ΠΑΠ	Περιοχή Αιολικής Προτεραιότητας
ΠΑΚ	Περιοχή Αιολικής Καταλληλότητας
ΕΟΑ	Ειδική Οικολογική Αξιολόγηση

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η αιολική ενέργεια πρακτικά αποτελεί μια ανεξάρτητη από ορυκτά, ανεξάντλητη πηγή ενέργειας, καθαρή και ήπια προς το περιβάλλον, η οποία με βάση τη σημερινή τεχνολογία εκμετάλλευσής της, έχει την δυνατότητα να υπερκαλύψει τις ανάγκες της ανθρωπότητας για ηλεκτρισμό ή αξιοποιείται για την παραγωγή μηχανικής ενέργειας γεγονός που την καθιστά περισσότερο οικονομικά συμφέρουσα από άλλες ήπιες μορφές ενέργειας. Έχει διερευνηθεί ευρέως τα τελευταία χρόνια και θεωρείται μια από τις πιο εξελιγμένες τεχνολογίες Α.Π.Ε. γεγονός που καθιστά ακόμα πιο ελκυστική την εκμετάλλευσή της, και που ενισχύεται ακόμη περισσότερο από την ανάγκη μετριασμού της κλιματικής αλλαγής και της απεξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα (Barra et al., 2021).

Σήμερα, εκμετάλλευσή της αιολικής ενέργειας και η μετατροπή της σε ηλεκτρική πραγματοποιείται από τις ανεμογεννήτριες στα Αιολικά Πάρκα τα οποία διακρίνονται σε παράκτια (offshore) και σε χερσαία (onshore) και μπορούν να χαρακτηριστούν ως περιοχές που φιλοξενούν πολλές μεγάλες ομαδοποιημένες ανεμογεννήτριες και συλλέγουν την δύναμη του ανέμου με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας (Πολυκανδριώτης, 2021).



Εικόνα 1: (α) Χερσαίο Αιολικό Πάρκο στο Νησί της Ύδρας στο Αιγαίο Πέλαγος (Πηγή: WindEurope, <https://www.instagram.com/p/CHXr50ZntR9/>), (β) Παράκτιο Αιολικό Πάρκο, Sheringham Shoal μεταξύ 17ου και 23ου χιλιομέτρου από την ακτή του North Norfolk στο Ηνωμένο Βασίλειο. (Πηγή: Google Images)

Οι εξελίξεις στα έργα αιολικής ενέργειας έχουν κεντρίσει το ενδιαφέρον την τελευταία δεκαετία λόγω της ενθάρρυνσης πολιτικών βιώσιμης ανάπτυξης (Barra et al., 2021). Κατά συνέπεια, ο αριθμός των έργων αιολικής ενέργειας έχει αυξηθεί ραγδαία, έτσι ώστε η αιολική ενέργεια να αποτελεί σημαντικό μέρος ενός ολοκληρωμένου συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Τόσο η ύπαρξη προστατευόμενων περιοχών όσο και το αιολικό δυναμικό και η συνεπαγόμενη κινητική του ενέργεια αποτελούν παράγοντες που επηρεάζουν καθοριστικά τον εντοπισμό των καταλληλότερων περιοχών εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας και πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί τόσο σε Διεθνές,

Ευρωπαϊκό αλλά και Ελληνικό επίπεδο (Abdel-Basset et al., 2021). Η πιο πολυχρησιμοποιημένη - και που λαμβάνει υπόψη όλες τις διαφορετικές πλευρές που εμπλέκονται- μέθοδος που αποσκοπεί στην ορθή χωροθέτηση αιολικών πάρκων αποτελεί αυτή της πολυκριτηριακής ανάλυσης (Χαλκιάς, 2015).

Άλλες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται αποτελούν η Αναλυτική Ιεραρχική προσέγγιση (AHP), η οποία αφορά μια ποσοτική μέθοδο που συνδέεται με ταξινόμηση εναλλακτικών λύσεων μετά από κατά ζεύγη συγκρίσεις ανάλογα με τη συνολική ωφέλεια της κάθε μίας, η Regime Analysis, η οποία αποτελεί μία έμμεση πολυκριτηριακή μέθοδο και βασίζεται στην σχέση μεταξύ των βαθμών βαρύτητας των κριτηρίων αλλά και η μέθοδος «Σημαία», η οποία αφορά έρευνες με καθορισμένους περιορισμούς οριακών τιμών προσεκτικά επιλεγμένων δεικτών (Ελευθεριάδου, 2007). Τέλος, η μέθοδος της πολυκριτηριακής ανάλυσης αποτελεί μέθοδο αξιολόγησης του προτιμητέου μοντέλου δίνοντας έμφαση στο κέντρο βάρους των κριτηρίων που καταλήγουν σε συγκεκριμένη λύση ενώ σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η έννοια της εμπιστοσύνης. Οι στοιχειώδεις πολυκριτηριακές μέθοδοι αφορούν απλές μορφές μεθόδων, στις οποίες δεν συνυπολογίζονται όλες οι διαστάσεις ενός προβλήματος (Χαλκιάς, 2015).

Παρακάτω αναλύονται ορισμένες έρευνες που πραγματοποιήθηκαν με την βοήθεια των μεθόδων που αναφέρθηκαν και αφορούν την ορθή χωροθέτηση αιολικών πάρκων σε προστατευόμενες περιοχές της Ευρώπης που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 ή και όχι.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα χρήσης της πολυκριτηριακής μεθόδου ανάλυσης αποτελεί η μελέτη των Al-Yahyai et al. (2012) που έλαβε χώρα στο Ομάν. Η μελέτη επιδίωκε την χρήση της πολυκριτηριακής μεθόδου ανάλυσης διαμέσου της αναλυτικής ιεράρχησης με συντελεστή βαρύτητας AHD-OWA και με συσσωρευμένη ταξινόμηση κατά μέσο όρο, έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένας δείκτης καταλληλότητας χωροθέτησης αιολικών πάρκων στο Ομάν (Al-Yahyai et al., 2012).

Ακόμα, οι Rezaian και Jozi (2016) εφάρμοσαν την τεχνική λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων για να προσδιορίσουν τις κατάλληλες περιοχές κατασκευής αιολικού πάρκου στην πεδιάδα Takestan ως μία από τις κύριες αιολικές περιοχές στην επαρχία Qazvin στο Ιράν. Τα κριτήρια επιλογής τοποθεσίας χωρίστηκαν σε τρεις κύριες ομάδες περιβαλλοντικών, τεχνικών και γεωγραφικών. Οι ζώνες προστασίας γύρω από τα αιολικά πάρκα θεωρήθηκαν περιοριστικές και εξαιρέθηκαν από την ανάλυση επιλογής τοποθεσίας και έπειτα της στάθμισης των κριτηρίων, η ταχύτητα του ανέμου τέθηκε ως κριτήριο προτεραιότητας ενώ η κλίση και η απόσταση από τα κέντρα πληθυσμού κατατάχθηκαν στην δεύτερη και τρίτη θέση αντίστοιχα. Τα αποτελέσματα της

έρευνας έδειξαν πως οι δυτικές περιοχές της κομητείας, σε μία έκταση 433 εκταρίων, έχουν μεγάλες δυνατότητες για την δημιουργία αιολικού πάρκου (Rezaian & Jozi, 2016).

Ακόμα, χρησιμοποιήθηκε η πολυκριτηριακή μέθοδος ανάλυσης από τους Noorollahi et al. (2016) σε μια μελέτη η οποία πραγματευόταν ένα πολυκριτηριακό σύστημα υποστήριξης λήψεων αποφάσεων με σκοπό τον καθορισμό του αιολικού δυναμικού στην περιοχή του Δυτικού Ιράν και η οποία έφερε σαν αποτέλεσμα ότι το 28% της περιοχής έχει την δυνατότητα εγκατάστασης μεγάλων αιολικών πάρκων, φέροντας μεγαλύτερο όφελος από κόστος εγκατάστασης (Noorollahi et al., 2016).

Η ίδια μέθοδος συνδυαστικά με την τεχνική λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων και την μοντελοποίηση δεδομένων με την χρήση των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) χρησιμοποιήθηκαν σε μία έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Baseer et al. (2017) η οποία ανέλυε και ιεραρχούσε την καταλληλότητα των περιοχών της Σαουδικής Αραβίας για χωροθέτηση Αιολικών Παρκών η οποία βασίστηκε τόσο σε κλιματικά, περιβαλλοντικά, οικονομικά όσο και σε αισθητικά κριτήρια. Το αποτέλεσμα της έρευνας ήταν ο εντοπισμός των καταλληλότερων περιοχών για τη χωροθέτηση αιολικών πάρκων στη Σαουδική Αραβία (Baseer et al., 2017).

Οι Ayodele et al. (2018) για την επιλογή τοποθεσίας αιολικών πάρκων στην περιοχή της Νιγηρίας χρησιμοποίησαν ένα μοντέλο βασισμένο σε Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) και χρήση ασαφούς αναλυτικής ιεραρχίας με στόχο την αντιμετώπιση των ζητημάτων της αβεβαιότητας, της ασάφειας και της ασυνέπειας στη λήψη αποφάσεων επιλογής τοποθεσίας αιολικών πάρκων. Χρησιμοποιεί δύο σελ κριτηρίων (σταθμισμένα και περιοριστικά) τα οποία είναι είτε οικονομικά, κοινωνικά ή περιβαλλοντικά για την αξιολόγηση των τοποθεσιών και τα αποτελέσματα που προκύπτουν δείχνουν ότι οι καλύτερες τοποθεσίες για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων βρίσκονται κυρίως στο βόρειο τμήμα της Νιγηρίας με τις πολιτείες Bauchi, Jigawa, Kaduna, Kano, Katsina, Plateau και Sokoto να αποτελούν τις καταλληλότερες επιλογές. Παρόλο που η Νιγηρία θεωρείται ως η μελέτη περίπτωσης, η μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί μεμονωμένα σε οποιαδήποτε περιοχή στον κόσμο (Ayodele et al., 2018).

Μία επίκαιρη και πρόσφατη μελέτη επιλογής τοποθεσίας για την ανάπτυξη αιολικών πάρκων πραγματοποιήθηκε από τους Xu et al. (2020) στην οποία προτάθηκε μία νέα μέθοδος που ενσωματώνει το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών, την Διαστημική Διαδικασία Αναλυτικής Ιεραρχίας (IAHP) και το στοχαστικό VIKOR για την αντιμετώπιση του ζητήματος της επιλογής τοποθεσίας των αιολικών πάρκων στην περιοχή Wafangdian της Κίνας θέτοντας ως κύριους παράγοντες την διατήρηση της βιοποικιλότητας και την ασφάλεια της παραγωγής. Στη συνέχεια, η βαρύτητα των κριτηρίων αξιολόγησης, συμπεριλαμβανομένων των κοινωνικών επιπτώσεων, του

οικονομικού οφέλους, του εδάφους και της προστασίας του οικολογικού περιβάλλοντος, προσδιορίστηκε με τη χρήση του IAHP. Τέλος, οι δείκτες καταλληλότητας διαφόρων εναλλακτικών λύσεων υπολογίστηκαν από το στοχαστικό VIKOR και η κατάταξή τους χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό περιοχών υψηλής καταλληλότητας για τοποθεσίες αιολικών πάρκων. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν έδειξαν ότι το 30,2% της περιοχής μελέτης ήταν κατάλληλο για την τοποθέτηση των εγκαταστάσεων αιολικής ενέργειας, αλλά μόνο το 3,36% κρίθηκε ότι είναι πολύ κατάλληλο. Συγκρίνοντας τα βελτιστοποιημένα αποτελέσματα με τις πραγματικές τοποθεσίες των υφιστάμενων αιολικών πάρκων, αποκαλύφθηκε ότι το ιδεολογικό πλαίσιο αυτής της μελέτης ήταν πρακτικό και αποτελεσματικό στην καθοδήγηση τοποθεσίας επιλογής αιολικών πάρκων και ήταν επίσης χρήσιμο για εφαρμογές στην επιλογή τοποθεσίας άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, που περιλαμβάνουν σύνθετη χωρική ανάλυση και αξιολόγηση πολλαπλών κριτηρίων, συμπεριλαμβανομένων των ηλιακών, υδροηλεκτρικών, γεωθερμικών και βιομάζας (Xu et al., 2020).

Τέλος, πραγματοποιήθηκε από τους Abdel-Basset et al. (2021) έρευνα βασισμένη σε μια νέα υβριδική μεθοδολογία για την επιλογή θέσης υπεράκτιου αιολικού σταθμού που επικυρώνεται μέσω της χρήσης της από μία περίπτωση μελέτης στην Αίγυπτο και συνδυάζει μεθόδους αναλυτικής ιεραρχίας (AHP) και μεθόδους οργάνωσης κατάταξης προτιμήσεων για αξιολογήσεις εμπλουτισμού (PROMETHEE)-II σε ουδετεροσοφικό περιβάλλον. Η υβριδική μέθοδος χρησιμοποιήθηκε για να εξαλειφθούν ορισμένες αδυναμίες που παρουσίασε η χρήση των πολυκριτηριακών μεθόδων, όπως η ατελής χρήση των πληροφοριών και η απώλεια δεδομένων στη διαδικασία λήψης αποφάσεων αλλά και το γεγονός ότι παραμελούν το ζήτημα της αλληλεπίδρασης σε ουδετεροσοφική περιοχή. Κατασκευάστηκε λοιπόν, ένα ολοκληρωμένο σύστημα ευρετηρίου κριτηρίων αξιολόγησης για την επιλογή τοποθεσίας OWPS. Στη συνέχεια, το ουδετεροσοφικό σύνολο χρησιμοποιήθηκε στην απόφαση της ειδικής επιτροπής για την έκφραση ελλιπών πληροφοριών και, συλλέγοντας απόψεις ειδικών, λήφθηκε υπόψη το πρόβλημα της αλληλεπίδρασης. Μέσω της ανάπτυξης της υβριδικής μεθόδου, η παρούσα έρευνα παρουσιάζει αυστηρή μεθοδολογική υποστήριξη για την επιλογή της τοποθεσίας προκειμένου να επιτευχθούν οφέλη στη διαχείριση των ακτών (Abdel-Basset et al., 2021).

Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, έχει δοθεί ιδιαίτερη έμφαση τα τελευταία χρόνια, στην ανάπτυξη και εξέλιξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας διαμέσου τόσο κοινοτικών οδηγιών όσο και ευρωπαϊκών στόχων, με ιδιαίτερο ενδιαφέρον να δείχνει η έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Gígoni et al. (2017) όπου κύριος στόχος της αποτελούσε η ανάπτυξη ενός αξιόπιστου μοντέλου για τον εντοπισμό θέσεων εγκατάστασης αιολικών πάρκων, το οποίο θα παρέχει σημαντική υποστήριξη στον σχεδιασμό στρατηγικής για την ανάπτυξη και διαχείριση της αιολικής ενέργειας. Το προτεινόμενο μοντέλο βασίζεται στη συνδυασμένη εφαρμογή Συστημάτων Γεωγραφικών

Πληροφοριών (GIS) και Πολυκριτηριακής Ανάλυσης Αποφάσεων (MCDA) χρησιμοποιώντας την πολυκριτηριακή τεχνική του Εργαστηρίου Δοκιμής και Αξιολόγησης Αποφάσεων (DEMATEL), της Διαδικασίας Αναλυτικών Δικτύων (ANP) και τη Σύγκριση περιοχής προσέγγισης συνόρων πολλαπλών χαρακτηριστικών (MABAC). Η εφαρμογή του μοντέλου παρουσιάζεται μέσω μιας μελέτης περίπτωσης στην επαρχία της Βοϊβοντίνα, Σερβία. Το μοντέλο λαμβάνει υπόψη 11 περιορισμούς και 11 κριτήρια αξιολόγησης που ομαδοποιούνται σε οικονομικές, κοινωνικές και περιβαλλοντικές ομάδες. Η μέθοδος DEMATEL-ANP (DANP) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των συντελεστών βάρυτητας των κριτηρίων αξιολόγησης και η μέθοδος MABAC χρησιμοποιείται για την κατάταξη των επιλεγμένων βιώσιμων θέσεων. Ο τελικός χάρτης των πλεονεκτημάτων παρουσιάζεται χρησιμοποιώντας ράστερ κελιά (εναλλακτικές) που αξιολογούνται στην περιοχή από 1 (λιγότερο κατάλληλο) έως 7 (καταλληλότερο). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι μια έκταση 321 km² στη Βοϊβοντίνα είναι πολύ κατάλληλη για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων. Η κατάταξη βιώσιμων τοποθεσιών χρησιμοποιώντας τη μέθοδο MABAC δείχνει ότι μια τοποθεσία κοντά στο χωριό Laudonovac (L8) είναι η πλέον κατάλληλη για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων στην επαρχία της Βοϊβοντίνα. Μια ανάλυση ευαισθησίας, που πραγματοποιήθηκε με την αλλαγή των βαρών εισόδου των συστάδων, δείχνει ότι το μοντέλο είναι χρήσιμο για τον εντοπισμό κατάλληλων τοποθεσιών για την ανάπτυξη έργων αιολικών πάρκων, καθώς και για την αξιολόγηση της καταλληλότητας ήδη αδειοδοτημένων έργων για την κατασκευή αιολικών πάρκων. Η προτεινόμενη μέθοδος και τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πολιτική χωρικής ανάπτυξης σε όλα τα επίπεδα της δημόσιας διοίκησης που σχετίζονται με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Το μοντέλο θα μπορούσε επίσης να βοηθήσει στον επιτυχή εντοπισμό κατάλληλων τοποθεσιών για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων σε άλλες περιοχές με παρόμοιες γεωγραφικές συνθήκες (Gigović et al., 2017).

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η έρευνα των Argin et al. (2019) που πραγματοποιήθηκε με σκοπό να παρουσιάσει ένα νέο μεθοδολογικό πλαίσιο για την εύρεση καταλληλότερων τοποθεσιών για υπεράκτια αιολικά πάρκα που πληρούν διάφορα κριτήρια επιλογής θέσεων πολλαπλών επιπέδων. Αρχικά, ο υπεράκτιος αιολικός ενεργειακός πόρος αξιολογήθηκε χρησιμοποιώντας το ενεργειακό αιολικό δυναμικό για 55 παράκτιες περιοχές, όπου οι παράκτιοι μετεωρολογικοί σταθμοί είναι διαθέσιμοι στην Τουρκία. Μετά από αυτή την ανάλυση, πραγματοποιήθηκε διαδικασία επιλογής τοποθεσίας πολλαπλών κριτηρίων για τον εντοπισμό των καταλληλότερων περιοχών για την ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε το Πρόγραμμα Ανάλυσης και Εφαρμογών του Wind Atlas (WAsP) για τη διεξαγωγή στατιστικής ανάλυσης για τον εντοπισμό των πιο υποσχόμενων τοποθεσιών υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Σύμφωνα με το βήμα προεπεξεργασίας του πλαισίου, οι ακτές Bozcaada, Bandırma, Gökceada, Inebolu και Samandag θεωρήθηκαν οι πιο κατάλληλες τοποθεσίες για την ανάπτυξη υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Τέλος, το υπεράκτιο

αιολικό ενεργειακό δυναμικό της Τουρκίας εκτιμήθηκε χρησιμοποιώντας τη διαμόρφωση μικροεγκατάστασης των ανεμογεννητριών, λαμβάνοντας υπόψη το βάθος της θάλασσας, την κύρια κατεύθυνση ανέμου και την απόσταση από την ακτή για τις πιο εφικτές τοποθεσίες του έργου. Διαπιστώθηκε ότι η συνολική εκτιμώμενη υπεράκτια αιολική ισχύς στις καθορισμένες τοποθεσίες είναι 1.629 MW (Argin et al., 2019).

Ακόμα, πραγματοποιήθηκε μελέτη από τον Le Lièvre (2019) με σκοπό την βελτίωση της εφαρμογής της διαδικασίας αξιολόγησης της οδηγίας για τους οικοτόπους προτού αποτελέσει πραγματικό τροχοπέδη για τους υπεράκτιους κατασκευαστές ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Πιο συγκεκριμένα, η παρούσα μελέτη διερευνά πώς οι αρχές της ανθεκτικότητας και της προσαρμοστικής διαχείρισης που βασίζονται στο οικοσύστημα μπορούν να εφαρμοστούν καλύτερα στο πλαίσιο της κατάλληλης διαδικασίας αξιολόγησης της Οδηγίας για τους οικοτόπους για να συμβιβαστεί η αυξανόμενη ζήτηση για υπεράκτιες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και η διατήρηση της βιοποικιλότητας. Με τον τρόπο αυτό, αμφισβητεί την αυστηρή ερμηνεία της αρχής της προφύλαξης που έχει αποκρυσταλλωθεί από το δικαστικό σώμα της ΕΕ βάσει του καθεστώτος του άρθρου 6 παράγραφος 3 της οδηγίας για τους οικοτόπους και προτείνει να υιοθετηθεί η προσαρμοστική διαχείριση ως καλύτερη μεθοδολογία για τη βελτίωση των αποτελεσμάτων της κατάλληλης αξιολόγησης ενόψει των αβέβαιων επιπτώσεων στις τοποθεσίες Natura 2000 και τα χαρακτηριστικά τους (Le Lièvre, 2019).

Σχετικά με το Ευρωπαϊκό δίκτυο Natura 2000, ενδιαφέρον παρουσιάζει η μελέτη που πραγματοποιήθηκε από τους Trochet, A. Et al, (2013) η οποία εξετάζει την αποτελεσματικότητα του δικτύου για την κάλυψη απειλούμενων ειδών με αφορμή την ταχεία πτώση της παγκόσμιας βιοποικιλότητας. Στην παρούσα μελέτη προσδιορίζονται πιθανοί παράγοντες που επηρεάζουν τον χαρακτηρισμό των τοποθεσιών και την δομή του δικτύου εντός μιας χώρας ενώ η ανάλυση δεδομένων βασίζεται σε μία αναλογία κάλυψης μεταξύ των περιοχών Natura 2000 και των χαρτών κατανομής του απειλούμενου ευρωπαϊκού είδους. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως η κατανομή μεγάλου ποσοστού απειλούμενων ειδών των θηλαστικών, πτηνών και ερπετών που εξετάστηκε καλύπτονταν σε μεγάλο βαθμό από το δίκτυο Natura 2000, αποδεικνύοντας ότι καλύπτει επίσης είδη που δεν περιλαμβάνονται στον κατάλογο παραρτημάτων των οδηγιών για τη φύση. Ωστόσο, τα αποτελέσματά μας επιβεβαιώνουν ότι ένα μεγάλο ποσοστό απειλούμενων ειδών, ιδιαίτερα τα ψάρια, επί του παρόντος καλύπτονται ελάχιστα από Δίκτυο Natura 2000. Η ανάλυση δείχνει ότι ο χαρακτηρισμός των τοποθεσιών εξαρτάται πολύ από την κυβερνητική πολιτική, τα οικονομικά και πολιτιστικά κριτήρια και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ κοινωνίας και περιβάλλοντος. Το δίκτυο Natura 2000 αξιοποιεί τις δυνατότητές του ως το πιο σημαντικό και ολοκληρωμένο

δίκτυο προστατευόμενων περιοχών που προορίζεται να σταματήσει την απώλεια της βιοποικιλότητας στην Ευρώπη στο εγγύς μέλλον (Trochet et al., 2013).

Αξίζει, ωστόσο να αναφερθούν και ορισμένα παραδείγματα του Ελλαδικού χώρου καθώς πολλές είναι οι μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν την χωροθέτηση αιολικών πάρκων, όπως για παράδειγμα αυτή των Vagiona και Karanikolas (2012) στην οποία γίνεται μια συστηματική μεθοδολογία για τη διερεύνηση των πιο αποδοτικών περιοχών υπεράκτιων αιολικών πάρκων στην Ελλάδα, ενσωματώνοντας τη λήψη αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων (MCDM) και εργαλεία Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών. Στην πρώτη φάση ανάλυσης, όλες οι παράκτιες περιοχές που δεν πληρούν ένα συγκεκριμένο σύνολο κριτηρίων (ταχύτητα ανέμου, προστατευόμενες περιοχές, βάθος νερού) προσδιορίζονται με τη χρήση Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών (GIS) και αποκλείονται από περαιτέρω ανάλυση. Στην αξιολόγηση πραγματοποιείται η Διαδικασία Αναλυτικής Ιεραρχίας και οι συγκρίσεις φάσεων ζευγών που παρέχουν τις καταλληλότερες τοποθεσίες για τον εντοπισμό υπεράκτιων αιολικών πάρκων. Τα αποτελέσματα της έρευνας δείχνουν πως τα χαρακτηριστικά χώρου που είναι κατάλληλα για υπεράκτια αιολικά πάρκα (Vagiona & Karanikolas, 2012).

Ακόμα, η έρευνα από τους Mourmouris και Potolias (2013) πραγματοποιήθηκε με την βοήθεια της πολυκριτηριακής μεθόδου και είχε σκοπό την ανάλυση και την ανάπτυξη μιας πολυεπίπεδης δομής λήψης αποφάσεων, με την χρήση πολλαπλών κριτηρίων για τον ενεργειακό σχεδιασμό και την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε περιφερειακό επίπεδο και με επίκεντρο την περιοχή της Θάσου. Η μεθοδολογία της έρευνας περιλάμβανε την χρήση διαφόρων κριτηρίων τόσο ποιοτικών όσο και ποσοτικών προκειμένου να ανακαλυφθούν οι βέλτιστες πηγές και ποσότητες ανανεώσιμης ενέργειας, που μπορεί να παραχθούν στην περιοχή μελέτης. Η μελέτη οδήγησε στο πόρισμα πως η εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας μπορεί να καλύψει τις αυξανόμενες απαιτήσεις ενέργειας που έχει η περιοχή της Θάσου (Mourmouris & Potolias, 2013).

Ένα ακόμα παράδειγμα αποτελεί, η έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τους Panagiotidou et al. (2012) για τα νησιά του Αιγαίου και ασχολήθηκε με την ανάπτυξη ενός ολοκληρωμένου πλαισίου για την αξιολόγηση της περιβαλλοντικής καταλληλότητας της γης για εγκατάσταση ΑΠΕ, ιδιαίτερα για χωροθέτηση Αιολικού Πάρκου. Η προτεινόμενη μεθοδολογία αποτελείται από τη Διαδικασία Αναλυτικής Ιεραρχίας, το Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών και τα εργαλεία Τηλεπισκόπησης. Ένα από τα πρώτα ευρήματα είναι ότι, παρά τους εφαρμοσμένους περιορισμούς, το 1/4 της γης παραμένει κατάλληλο για χωροθέτηση Αιολικών Πάρκων και η αναγκαιότητα της

χρησιμοποιούμενης μεθόδου επιβεβαιώνεται μέσω της σύγκρισης των αποτελεσμάτων με τα ήδη εγκατεστημένα αιολικά πάρκα (Panagiotidou et al., 2012).

Διερευνήθηκε από τους Spiropoulou et al. (2015) η δυνατότητα ανάπτυξης υπεράκτιας αιολικής ενέργειας στη δυτική ακτή της Ελλάδας σε σχέση με όλες τις προστατευόμενες εκτάσεις της περιοχής. Ως περιβαλλοντικοί περιορισμοί στην περιοχή αναλύθηκαν σημαντικοί παράγοντες όπως οι ελάχιστες αποστάσεις των ορίων των υπεράκτιων εγκαταστάσεων αιολικών πάρκων, των λιμανιών και των τοποθεσιών Natura. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι ακόμη και αν εξαιρεθούν όλες οι προστατευόμενες περιοχές καθώς και τόποι οικονομικής δραστηριότητας όπως τα λιμάνια, η διαθέσιμη επιφάνεια είναι επαρκής για τη μαζική ανάπτυξη της εναλλακτικής πηγής ενέργειας του υπεράκτιου ανέμου (Spiropoulou et al., 2015).

Τέλος, μια πιο σύγχρονη έρευνα που έγινε από τους Tercan et al. (2020) με στόχο να αναπτυχθεί μια ολοκληρωμένη μεθοδολογία για την αξιολόγηση της χωροθέτησης υπεράκτιων αιολικών πάρκων με βάση το βυθό σε δύο διαφορετικές χώρες (με διαφορετικά νομικά, πολιτικά και κοινωνικο-οικονομικά χαρακτηριστικά). Η μεθοδολογία συνδύασε μεθόδους λήψης αποφάσεων πολλαπλών κριτηρίων και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και εφαρμόστηκε στις Κυκλάδες και στη θαλάσσια περιοχή της περιοχής της Σμύρνης. Οι ειδικοί χρησιμοποίησαν ασαφή σύνολα και γλωσσικούς όρους για να επιτύχουν πιο συνεπείς και ανεξάρτητες ταξινομήσεις και αποτελέσματα. Στην τουρκική περιοχή, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι 519 km² (10,23%) της περιοχής μελέτης είναι κατάλληλα για υπεράκτια αιολικά πάρκα, ενώ στην ελληνική περιφέρεια μόνο 289 km² (3,22%) της περιοχής μελέτης βρέθηκαν κατάλληλα. Αυτή η ανάλυση χωρικής καταλληλότητας μπορεί να συμβάλει στην παροχή ορισμένων χρήσιμων συστάσεων για το χωρικό θαλάσσιο σχεδιασμό σε περιφερειακή κλίμακα, καθώς και για την προκαταρκτική αξιολόγηση νέων υπεράκτιων αιολικών πάρκων και στις δύο χώρες (Tercan et al., 2020).

Αξίζει να σημειωθεί ακόμα, πως πολλές έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί από το 2010 μέχρι και σήμερα προκειμένου να διερευνηθούν τα κριτήρια χωροθέτησης αλλά και τυχόν επιπτώσεις που προκύπτουν από την εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας σε τόπους που βρίσκονται σε προστατευόμενες ζώνες ή στο δίκτυο Natura 2000 σε Ευρωπαϊκό επίπεδο.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, η διπλωματική εργασία που ακολουθεί μελετά την χωροθέτηση αιολικών πάρκων κοντά σε περιοχές που υπόκεινται σε καθεστώς Natura 2000. Λαμβάνοντας υπόψη το Ευρωπαϊκό αλλά και το Ελληνικό Νομοθετικό Πλαίσιο, τις περιβαλλοντικές συνθήκες, τις γειτνιάζουσες χρήσεις, τις προστατευόμενες περιοχές, τις περιοχές αποκλεισμού καθώς και τους παράγοντες που σχετίζονται με την κατασκευή και την λειτουργία των ανεμογεννητριών. Τελικό

σκοπό της εργασίας αποτελεί η μελέτη κριτηρίων χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου που βρίσκεται στο δίκτυο Natura 2000 και των περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που προκύπτουν, με την βοήθεια Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών.

Η επιλογή του θέματος της εργασίας σχετίζεται με το γενικότερο ενδιαφέρον που παρουσιάζει ο τομέας της ανάπτυξης των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, δίνοντας έμφαση στην εγκατάσταση αιολικών σταθμών, καθώς, όπως γίνεται αντιληπτό, από το 2015 έως και σήμερα, οι επενδύσεις σε νέα χερσαία και υπεράκτια αιολικά πάρκα αυξάνονται (Barra et al., 2021). Αξίζει επίσης να αναφερθεί, πως ο κλάδος των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ένας από τους ελάχιστους τομείς της οικονομίας που προσφέρει σημαντικές επενδύσεις στην απασχόληση και την ανάπτυξη, εξοικονομώντας ταυτόχρονα πολύτιμους πόρους χάρη στη μείωση των εισαγόμενων καυσίμων (Μακρίδης, 2013). Η δημιουργία και η εγκατάσταση των ίδιων έχουν έχει προσελκύσει το ενδιαφέρον τόσο του τομέα της έρευνας και της τεχνολογίας όσο και του τομέα της ενεργειακής οικονομίας και ανάπτυξης (Κατσέλη Χ., 2017). Ένας ακόμα λόγος που καθιστά τον χαρακτήρα της παρούσας μελέτης επίκαιρο, αποτελούν οι περιοχές μελέτης που έχουν επιλεγεί, καθώς πρόκειται για προστατευόμενες περιοχές που ανήκουν στο ευρωπαϊκό οικολογικό δίκτυο Natura 2000, γεγονός που καθιστά πιο επιτακτική την αξιολόγηση και την διαχείριση των επιπτώσεων της εγκατάστασης χερσαίων ή παραθαλάσσιων αιολικών πάρκων (Le Lièvre, 2019).

Η εργασία οργανώνεται σε πέντε μέρη. Στο πρώτο μέρος, το θεωρητικό υπόβαθρο, περιγράφονται μερικοί βασικοί όροι που συναντώνται συχνά στο κείμενο, όπως τι είναι τα Αιολικά Πάρκα, σημαντικές παράμετροι του ανέμου, όπως η ταχύτητα και βασικοί τύποι υπολογισμού σημαντικών παραμέτρων χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου, ενώ στη συνέχεια εφόσον γίνουν κατανοητές οι βασικές έννοιες, αναλύονται τα λειτουργικά στοιχεία των ανεμογεννητριών, οι κατηγορίες των ίδιων, καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα εκμετάλλευσης της αιολικής ενέργειας.

Ακολουθεί το δεύτερο κεφάλαιο όπου αναλύονται τα ειδικά κριτήρια των αιολικών πάρκων προκειμένου να τοποθετηθούν στον χώρο αλλά και συγκεκριμένα σε περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000, η τρέχουσα νομοθεσία καθώς και η τρέχουσα απαραίτητη διαδικασία αδειοδότησης για την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου σε περιοχή που ανήκει στο δίκτυο.

Το τρίτο κεφάλαιο αναλύει την χωρική κατανομή αιολικών πάρκων στους τόπους που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 καθώς και την παρουσίαση της υφιστάμενης κατάστασης την τελευταία δεκαετία στην Ελλάδα, τόσο σχετικά με το αιολικό δυναμικό της χώρας όσο και με τις προστατευόμενες περιοχές της, με την βοήθεια περιγραφικού χάρτη που κατασκευάστηκε με την

βοήθεια Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών, δεικτών που προκύπτουν αλλά και συζήτηση πάνω σε αυτά.

Το τέταρτο κεφάλαιο, αφορά τη μελέτη περίπτωσης του αιολικού πάρκου Αλογοράχης στην περιοχή της Μαγνησίας η οποία δύο χρόνια μετά την έναρξη του ενσωματώθηκε στο δίκτυο Natura και τη συζήτηση των κριτηρίων που οφείλει να πληροί αλλά και τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις που επιφέρει η εγκατάσταση του ίδιου.

Τέλος, το πέμπτο κεφάλαιο αναφέρει τα συμπεράσματα της παρούσας μελέτης.

ΚΕΦ.1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΥΠΟΒΑΘΡΟ

1.1. ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, η αιολική ενέργεια αποτελεί μια ήπια και ταυτόχρονα ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως η κινητική ενέργεια του ανέμου, η οποία είναι το αποτέλεσμα της μετατροπής περίπου 2% της ηλιακής ενέργειας που φτάνει στο έδαφος. Το ενδιαφέρον του ανθρώπου για την εκμετάλλευση τεχνολογιών Α.Π.Ε., συμπεριλαμβανομένης και της αιολικής ενέργειας, σε μεγάλη κλίμακα, ξεκίνησε το 1973, κατά την πετρελαϊκή κρίση, γεγονός που οφείλεται στην συνειδητοποίηση ότι τα αποθέματα του πετρελαίου και των γαιανθράκων, σε σχέση με την αυξανόμενη ζήτηση, άρχισαν να εξαντλούνται. Έτσι, την δεκαετία του 1990 αναπτύχθηκε η τάση ανεξαρτητοποίησης από τα ορυκτά καύσιμα τόσο για οικονομικούς όσο και για περιβαλλοντικούς λόγους λ.χ. η εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου (Χρόνη, 2020). Το γεγονός ότι η αιολική ενέργεια εμφανίζεται περισσότερο συμφέρουσα οικονομικά από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, είναι αυτό που την καθιστά ανταγωνιστική σε σχέση με άλλες ανανεώσιμες ή μη πηγές ενέργειας.

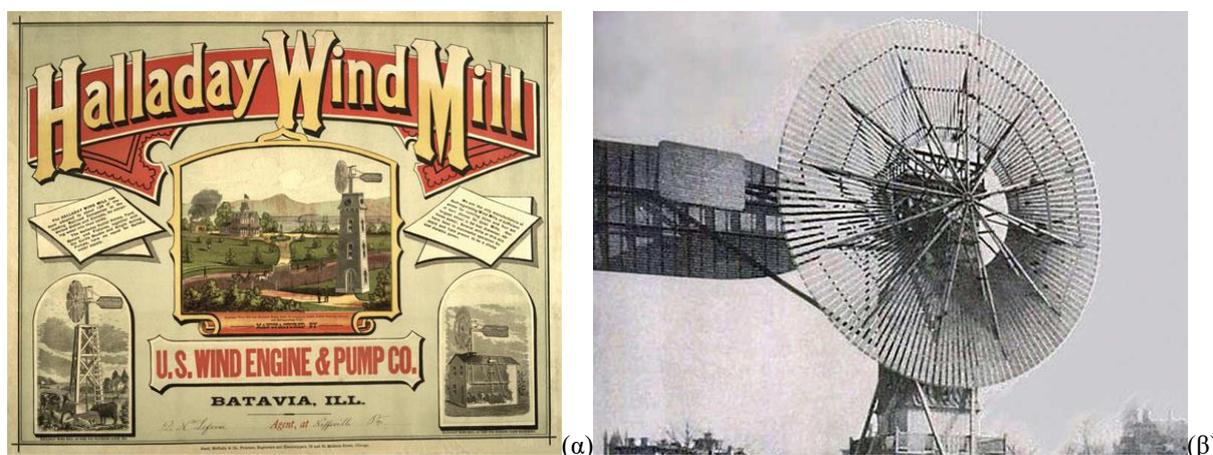
1.1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ ΑΝΕΜΟΜΥΛΩΝ

Η αξιοποίηση του ανέμου ξεκίνησε από τα βάθη των αιώνων για την παραγωγή ισχύος και επικεντρώθηκε στην κίνηση των πλοίων ενώ οι πρώτοι ανεμόμυλοι εμφανίστηκαν πολύ αργότερα, τον 7^ο αιώνα π.Χ. στην Βαβυλωνία, χρησιμοποιώντας ανεμαντλίες για την άρδευση της πεδιάδας της Μεσοποταμίας.

Στην Ευρώπη, υποστηρίζεται πως τους ανεμόμυλους τους έφεραν οι σταυροφόροι, γύρω στο 1200 π.Χ. κατά την επιστροφή τους από τα Ιεροσόλυμα ενώ μέχρι το 1500 μ.Χ. χρησιμοποιήθηκαν για την άντληση νερού σε όσες περιοχές βρισκόταν κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Χρησιμοποιήθηκαν ως επί το πλείστον οριζοντίου άξονα περιστροφής ανεμόμυλοι με κύριο σκοπό εγκατάστασής τους, να αποτελεί το άλεσμα των σιτηρών το κόψιμο του φλοιού του ξύλου και άλλων γεωργικών προϊόντων καθώς και η άντληση νερού, η άρδευση και η αποξήρανση.

Γεγονός που διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη των ανεμόμυλων αποτέλεσε η επινόηση της πρώτης αυτορυθμιζόμενης αιολικής μηχανής η οποία προσανατολιζόταν με την βοήθεια ανεμοδείκτη, το 1854, από τον D. Halladay. Λίγα χρόνια αργότερα, το 1887 – 1888, στο Κλήβελαντ του Οχάιο, ο C.F. Brush κατασκεύασε την πρώτη αυτόματη αιολική μηχανή με σκοπό

την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Θεωρείται ο μεγαλύτερος ανεμόμυλος που κατασκευάστηκε ποτέ με διάμετρο πτερωτής 17 μέτρα και 144 πτερύγια ενώ λειτουργούσε επί 20 χρόνια φορτίζοντας μπαταρίες που τροφοδοτούσαν γεννήτρια ισχύος 12kW.



Εικόνα 2: Αιολική Μηχανή D. Halladay (α) και C.F. Brush (β) (Πηγή: Google Images)

Στις αρχές του 20ου αιώνα, υποστηρίχτηκε από τον Δανό P.La.Cour πως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι καλύτερες οι πολύστροφες ολιγόπτερες αιολικές μηχανές ενώ οι σημερινές αιολικές μηχανές θα μπορούσαμε να πούμε ότι βασίστηκαν στην κατασκευή της δίπτερης αιολικής μηχανής οριζοντίου άξονα περιστροφής που κατασκευάστηκε το 1940, στο Vermont των ΗΠΑ.

Μόλις 2 χρόνια αργότερα, το 1942, ο F.L. Smidth εγκατέστησε στο νησί Bogø της Δανίας μια τρίπτερη αιολική μηχανή, η οποία αποτελούσε κομμάτι ενός συστήματος αιολο-diesel και παρείχε ηλεκτρική ενέργεια στο νησί. Ακόμα, κατά την δεκαετία του 1940 – 1950 στην Δανία, κατασκευάστηκαν δίπτερες και τρίπτερες αιολικές μηχανές συνεχούς παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, των οποίων οι γεννήτριες αντικαταστήθηκαν το 1951 από ασύγχρονες γεννήτριες 35kW με σκοπό την παραγωγή εναλλασσόμενου ρεύματος. Το 1957 – 1958, εγκαταστάθηκε η πρώτη αιολική μηχανή 200kW με ασύγχρονη γεννήτρια από τον Juul, στην ακτή Gedser και η οποία αποτελεί πρόδρομο των σημερινών αιολικών μηχανών.

Ακόμα, τον 20^ο αιώνα παρουσιάστηκαν οι πρώτες γρήγορες αιολικές μηχανές αιολικής ενέργειας που μετέτρεπαν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική, όμως η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας σταμάτησε να ευδοκιμεί μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο σε συνδυασμό με την μεγάλη τεχνολογική ανάπτυξη και την κάλυψη των αναγκών με την φτηνή τότε ενέργεια από συμβατικά καύσιμα. Η έντονη χρήση των αιολικών μηχανών επέστρεψε την δεκαετία του 1980 λόγω της πετρελαϊκής κρίσης του 1973, καθώς η συνεχής μείωση των παγκόσμιων

υδρογονανθράκων σε συνδυασμό με την αύξηση των αναγκών σε ενέργεια και τον φόβο των περιβαλλοντικών επιπτώσεων οδήγησε στην εκμετάλλευση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Έτσι το 1979, κατασκευάστηκαν και εγκαταστάθηκαν οι πρώτες 2 αιολικές μηχανές ισχύος 630kW.

Σήμερα, σε παγκόσμια κλίμακα υπάρχουν είτε εγκατεστημένες είτε υπό εγκατάσταση αιολικές μηχανές ισχύος από μερικά kW έως και 4000kW, είτε μεμονωμένες είτε μαζικά τοποθετημένες σε αιολικά πάρκα. Πλέον, οι εναλλακτικές μορφές ενέργειας αποτελούν επίκαιρο ζήτημα τόσο μεταξύ περιβαλλοντολόγων όσο και μεταξύ επιχειρήσεων, εταιριών κυβερνήσεων και επενδυτών. Ωστόσο, όλες οι μορφές εναλλακτικής ενέργειας έχουν κατακριθεί και τα διάφορα ατυχήματα που συμβαίνουν εμπνέουν συνεχώς τον κόσμο να αναζητά ακόμα πιο ασφαλές και φιλικές προς το περιβάλλον επιλογές, καθώς πολλές είναι οι φορές που οι ίδιες έχουν αποδειχθεί ασφαλής και φιλικές (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008).

1.1.2. ΑΙΟΛΙΚΑ ΠΑΡΚΑ

Τα Αιολικά Πάρκα, αποτελούν σήμερα έναν από τους καλύτερους εναλλακτικούς τρόπους παραγωγής και εκμετάλλευσης αιολικής ενέργειας, διαδικασία που επιτυγχάνεται με την βοήθεια των ανεμογεννητριών. Ως αιολικά πάρκα ή αλλιώς ως ΑΣΠΗΕ ορίζονται οι περιοχές όπου βρίσκονται ομαδοποιημένες πολλές μεγάλες ανεμογεννήτριες και συλλέγουν την δύναμη του ανέμου με σκοπό την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Τα αιολικά πάρκα εμφανισιακά θα μπορούσαν να παρομοιαστούν με υπερβολικά ψήλους ανεμόμυλους, λόγω της ύπαρξης τουρμπινών και διακρίνονται σε επίγεια (onshore) και θαλάσσια (offshore) αιολικά πάρκα. Ένα αιολικό πάρκο μπορεί να διαθέτει εκατοντάδες ανεμογεννήτριες απλωμένες σε εκατοντάδες μίλια (Meng, 2021). Η γη μεταξύ των στροβίλων έχει την δυνατότητα εκμετάλλευσης, όπως για παράδειγμα για γεωργικούς σκοπούς.



Εικόνα 3: Νέας τεχνολογίας ανεμογεννήτριες κοντά σε παλιούς ανεμόμυλους στο Będargowo Zachodniopomorskie στην Πολωνία. (Πηγή: WindEurope “Old meets new”, https://www.instagram.com/p/COmy4KQtDS9/?utm_medium=copy_link)

Όσο αναφορά την χωροθέτηση, τα αιολικά πάρκα συναντώνται σε περιοχές ιδιαίτερα θυελλώδεις σε τακτική βάση. Οι άνεμοι γυρίζουν τις λεπίδες των στροβίλων και οι τουρμπίνες μετατρέπουν την ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ισχύ. Στη συνέχεια, οι γεννήτριες μετατρέπουν την μηχανική ισχύ σε ηλεκτρική ενέργεια, η οποία συνήθως χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία

κατοικιών. Επομένως, η ταχύτητα του ανέμου και η συνεπαγόμενη κινητική του ενέργεια είναι δυο παράγοντες που επηρεάζουν καθοριστικά τον εντοπισμό των καταλληλότερων περιοχών εγκατάστασης μιας ανεμογεννήτριας (Meng, 2021).

1.1.3. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΧΡΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα και ιδιαίτερα στις νησιωτικές χώρες, έχει παρατηρηθεί έντονη αύξηση της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος από ανεμογεννήτριες (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008). Γεγονός που συνοδεύτηκε από την ανησυχία των τοπικών κοινωνιών σχετικά με τις πιθανές περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις. Ορισμένες από τις ανησυχίες θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν εξωπραγματικές και άτοπες, άλλες όμως έχουν κάποια βάση και χρειάζονται επιπλέον διερεύνηση. Σε κάθε περίπτωση, η αποδοχή ή μη της χρήσης αιολικής ενέργειας από τις τοπικές κοινωνίες προϋποθέτει την αντικειμενική ενημέρωσή τους τόσο για τα οφέλη όσο και για τις επιπτώσεις που θα μπορούσε να επιφέρει η επέμβαση του ανθρώπου στη φύση για ακόμα μία φορά (Fortune, 2018).

Σήμερα, η κλιματική αλλαγή σε παγκόσμιο επίπεδο αποτελεί μία από τις κύριες απειλές για το μέλλον και η αλλαγή αυτή οφείλεται κατά κύριο λόγο στις εκπομπές βλαβερών αερίων ή αλλιώς «αερίων του θερμοκηπίου», που αποτελούν αναπόφευκτη συνέπεια της χρήσης συμβατικών καυσίμων. Ωστόσο, η χρήση της αιολικής ενέργειας σήμερα παρουσιάζει μεγάλη σειρά πλεονεκτημάτων (Barra et al., 2021).

Αρχικά, λόγω του ότι ο άνεμος αποτελεί μια πρακτικά ανεξάντλητη και καθαρή πηγή ενέργειας, οι περιβαλλοντικές του επιπτώσεις είναι αμελητέες σε σχέση με τα εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής από ορυκτά καύσιμα. Έγκυρες μελέτες της Ευρωπαϊκής Ένωσης έδειξαν ότι μια σημαντική υποκατάσταση των συμβατικών καυσίμων με ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, και κυρίως με αιολικά πάρκα, που βρίσκονται ήδη στο στάδιο του σχεδιασμού ή υλοποίησης, θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση των εκπομπών CO₂ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας τουλάχιστον κατά 11%, και κατά συνέπεια να περιορίσει και τις αρνητικές επιπτώσεις από το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Μπίστας & Σιάχος, 2019). Πιο συγκεκριμένα, ανάλογα με το μέγεθος των μηχανών και το αιολικό δυναμικό, για μέση ταχύτητα ανέμου 5.5m/s, εξοικονομούνται:

- 13-22 kg διοξειδίου του άνθρακα ανά GWh
- 13-20 kg διοξειδίου του θείου ανά GWh
- 18-27 kg νιτρικά οξείδια ανά GWh

Χαρακτηριστικά, η χρήση μιας αιολικής μηχανής 600 kW, σε κανονικές συνθήκες αποτρέπει την απελευθέρωση 1,200 τόνων CO₂/έτος, που θα αποβάλλονταν στο περιβάλλον εάν χρησιμοποιούταν άλλη πηγή για ηλεκτροπαραγωγή, όπως π.χ. ο άνθρακας ή το φυσικό αέριο (Μπίστας & Σιάχος, 2019).

Ακόμα, η αιολική ενέργεια βρίσκεται διάσπαρτη σε γεωγραφικό επίπεδο, γεγονός που προσδίδει την δυνατότητα κάλυψης των ενεργειακών αναγκών σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο με χαμηλό κόστος και απώλεια μεταφοράς, ενώ ταυτόχρονα ενισχύει την ενεργειακή ανεξαρτησία και την ασφάλεια εφοδιασμού σε εθνικό επίπεδο. Συνεισφέρει ωστόσο, και στην ενεργειακή αυτάρκεια αναπτυσσόμενων χωρών και αποτελεί μια εναλλακτική λύση σε σχέση με τον περιορισμό χρήσης του πετρελαίου, ενώ προσφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη στις περιοχές που ανέπτυξαν την αιολική βιομηχανία (Panagiotidou et al., 2016). Ένα ακόμα οικονομικά συμφέρον πλεονέκτημα, με βάση το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, μπορεί να θεωρηθεί η αποφυγή προστίμων λόγω εκπομπής αερίων ρύπων όπως προβλέπονται από το πρωτόκολλο του Κιότο, που τέθηκε σε ισχύ στην Ελλάδα το 2005.

Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται για την κατασκευή αιολικών μηχανών διαθέτει μεγάλη διάρκεια ζωής και η συναρμολόγηση και η εγκατάσταση του είναι απλή, ενώ παράλληλα οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι όσο το δυνατόν πιο αθόρυβες, με το επίπεδο έντασης ήχου σε απόσταση 40 μέτρων από μία ανεμογεννήτρια να είναι 50 – 60 decibel, που μπορεί να παρομοιάσει με την ένταση μιας συζήτησης. Αν ληφθεί υπόψη και η απαιτούμενη ελάχιστη απόσταση των ανεμογεννητριών από γειτονικούς οικισμούς, το επίπεδο πέφτει στα 30 decibel, το οποίο αναλογεί σε ένα ήσυχο καθιστικό (Μπίστας & Σιάχος, 2019).

Περιβαλλοντικά, η χρήση αιολικής ενέργειας δεν στέκεται εμπόδιο σε κτηνοτροφικές, γεωργικές ή αλιευτικές δραστηριότητες καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό της γης που φιλοξενεί αιολικά πάρκα δεν παύει να είναι διαθέσιμο για άλλες χρήσεις. Για συγκριτικούς λόγους αξίζει να αναφερθεί το γεγονός ότι για την παραγωγή ενέργειας από έναν σταθμό ηλεκτροπαραγωγής που καίει άνθρακα απαιτείται έως και 4.5 φορές μεγαλύτερη έκταση απ' αυτή που χρειάζεται για να καλυφθούν οι ίδιες ενεργειακές ανάγκες με την αιολική ενέργεια. Ο υπολογισμός αυτός έγινε λαμβάνοντας υπόψη τις τεράστιες εκτάσεις γης που δεσμεύονται κατά την εξόρυξη άνθρακα και αφορά τον κύκλο ζωής μιας τυπικής μονάδας παραγωγής ενέργειας, που είναι περίπου 30 χρόνια (Μπίστας & Σιάχος, 2019).

Συγκεκριμένα, στην Ελλάδα, η εγκατάσταση αιολικών πάρκων γίνεται ως επί το πλείστον σε ορεινές θέσεις με αραιή θαμνώδη βλάστηση, η οποία είναι εν μέρει αποτέλεσμα των

ανεμολόγικων συνθηκών και οι συνήθεις χρήσεις γης στις θέσεις εγκατάστασης είναι η βοσκή αγριοπροβάτων. Η κατασκευή ΑΣΠΗΕ σε μία περιοχή εκτός από οικονομικά οφέλη, νέες θέσεις εργασίας, προσφέρει ακόμα, διάφορα αντισταθμιστικά οφέλη καθώς κατασκευάζονται ή βελτιώνονται χωρίς να επιβαρύνονται οικονομικά οι δημότες, σημαντικά έργα υποδομής στην ευρύτερη περιοχή, όπως το οδικό δίκτυο, οι τηλεπικοινωνίες, το ηλεκτρικό δίκτυο καθώς κατασκευάζονται διάφορα κοινωφελή έργα, όπως κοινοτικοί δρόμοι, σχολεία, παιδικοί σταθμοί κλπ. Θα μπορούσαμε να πούμε πως η αιολική ενέργεια ευνοεί το κλίμα αλλαγής στα ενεργειακά και περιβαλλοντικά δεδομένα, ενώ παράλληλα δημιουργεί τις κατάλληλες προϋποθέσεις για οικονομική ανάπτυξη περιοχών με υψηλό αιολικό δυναμικό και τη διασφάλιση ενός βιώσιμου μέλλοντος (Σιάχος & Μπίστας, 2019).

Πέραν των θετικών που αναφέρθηκαν, η αιολική ενέργεια παρουσιάζει και ορισμένα σημαντικά μειονεκτήματα, τα οποία μπορούν να χαρακτηριστούν αποθαρρυντικά για την εξάπλωση των αιολικών πάρκων. Αρχικά, η ένταση του ανέμου είναι ασταθής και αλλάζει κατά την διάρκεια μιας ώρας, μιας ημέρας ή και ενός έτους, γεγονός που καθιστά τον άνεμο μια περιοδικά διακοπτόμενη πηγή ενέργειας με μεγάλες διακυμάνσεις στην τιμή της παραγόμενης ισχύος, γεγονός που ενδεχομένως συνεπάγεται την δυσκολία κάλυψης ενεργειακών αναγκών ανά περιόδους. Η αντλιοταμίευση, αποτελεί μια ενδεικτική λύση, καθώς με την βοήθεια της η αιολική ενέργεια αποθηκεύεται με την μορφή δυναμικής ενέργειας στην ποσότητα του νερού, το οποίο αντλείται μεταξύ δύο φυσικών ή μη ταμιευτήρων με υψομετρική διαφορά κατά τις ώρες χαμηλής ζήτησης, ώστε να χρησιμοποιηθούν μέσω υδροηλεκτρικού συστήματος κατά τις ώρες αιχμής (Σιάχος & Μπίστας, 2019; Li et al., 2020).

Το διεσπαρμένο δυναμικό τους, όμως, είναι δύσκολο να συγκεντρωθεί, να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί σε μεγάλα μεγέθη ισχύος, καθώς η χαμηλή τους πυκνότητα σε ισχύ και άρα η μεγάλη τους ποσότητα απαιτεί εκτεταμένες εγκαταστάσεις, γεγονός που καθιστά δύσκολη την αποθήκευση της αιολικής ενέργειας σε μικρά συστήματα. Στην περίπτωση αυτή, μία ενδεικτική λύση αποτελούν οι μπαταρίες ή αλλιώς συσσωρευτές, όμως η χρήση τους αυξάνει το κατασκευαστικό κόστος γεγονός που δεν καθιστά οικονομικά ανταγωνίσιμη την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθεί πως, παρόλο που την τελευταία δεκαετία το κόστος της αιολικής ενέργειας έχει μειωθεί σε μεγάλο βαθμό, η τεχνολογία απαιτεί μια μεγαλύτερη αρχική επένδυση από αυτή των ανεμογεννητριών που λειτουργούν με συμβατικά καύσιμα και ορισμένο χρόνο αναμονής μέχρι να φτάσει σε κατασκευαστικό επίπεδο (Σιάχος & Μπίστας, 2019; Li et al., 2020).

Ένα χωροθετικό μειονέκτημα, αποτελεί το γεγονός ότι τα καταλληλότερα σημεία χωροθέτησης αιολικών πάρκων βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές μακριά από περιοχές που χρειάζεται ο ηλεκτρισμός. Υπάρχει ακόμα και ο προβληματισμός για τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε τοπική κλίμακα, όπως ο θόρυβος – που έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία 10 χρόνια – που στην περίπτωση των παράκτιων αιολικών πάρκων επηρεάζει κύστη κολύμβησης των ψαριών, γεγονός που δεν έχει μελετηθεί ακόμα τι επιπτώσεις μπορεί να επιφέρει στον οικοτόπο. Ακόμα, οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές παρόλο που είναι σχετικά μικρές και βρίσκονται μόνο στο σημείο της ανεμογεννήτριας σε απόσταση από το έδαφος μπορούν να επηρεάσουν την δυνατότητα προσδιορισμού διάφορων οργανισμών και τέλος, η οπτική όχληση καθώς και οι προσκρούσεις πουλιών στις πτερωτές των ανεμογεννητριών. Αξίζει να αναφερθεί εδώ πως σε διάφορες περιοχές, η χρήση ανεμογεννητριών κάνει παύση συγκεκριμένες περιόδους προκειμένου να προστατευτεί το φυσικό περιβάλλον ή αν κριθεί περιοχή με αποδημητικά είδη πτηνών (Fortune, 2018).

Τέλος, ένας ακόμα προβληματισμός που προκύπτει αποτελούν τα απορρίμματα που προκύπτουν είτε κατά την διάρκεια της κατασκευής, είτε πέραν της διάρκειας ζωής των ανεμογεννητριών, όταν οι ίδιες τίθενται εκτός λειτουργίας (Fortune, 2018). Σε αυτή την περίπτωση, ένας βασικός στόχος του αιολικού κλάδου αποτελεί η ανακύκλωση, καθώς σύμφωνα με την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ), τα υλικά μιας ανεμογεννήτριας είναι 85-90% ανακυκλώσιμα, ενώ τα σύνθετα υλικά των πτερυγίων μπορούν να διατεθούν για δευτερογενείς χρήσεις με τελικό στόχο την 100% ανακύκλωση.

Συμπερασματικά, οι περισσότεροι προβληματισμοί είτε έχουν λυθεί, είτε έχουν μειωθεί σε σημαντικό βαθμό με την βοήθεια της τεχνολογικής ανάπτυξης και με την βοήθεια της ορθής χωροθέτησης αιολικών πάρκων. Κάθε εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου, σύμφωνα με τα στάδια αδειοδότησης της ΕΛΕΤΑΕΝ, οφείλει να συνοδεύεται από περιβαλλοντικές μελέτες προκειμένου να επιτυγχάνεται η βέλτιστη ενσωμάτωση των ανεμογεννητριών στο τοπίο. Τέλος, αξίζει να σημειωθεί πως η εκμετάλλευση της αιολικής ενέργειας υποσκελίζει τα μειονεκτήματα που προκύπτουν και τα ίδια είτε εξαλείφονται είτε περιορίζονται σημαντικά. Συνεχίζει να αποτελεί μια ανταγωνιστική λύση σε σχέση με την χρήση συμβατικών καυσίμων, κυρίως όταν πρόκειται για περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό και εκτιμάται πως μέσα στα επόμενα έτη η ανταγωνιστικότητα αυτή θα αυξηθεί ακόμα περισσότερο (Li et al., 2020).

1.2. Ο ΑΝΕΜΟΣ

1.2.1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Από την κίνηση του αέρα προς όλες τις διευθύνσεις σημαντικότερη για την μελέτη του αιολικού δυναμικού αποτελεί η οριζόντια συνιστώσα ή αλλιώς ο άνεμος και παράλληλα η γνώση των χαρακτηριστικών του κρίνονται απαραίτητα για την εγκατάσταση αιολικών συστημάτων στις κατάλληλες θέσεις (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008). Τα χαρακτηριστικά του είναι τα εξής:

- Η **ταχύτητα** του ανέμου
- Η **διεύθυνση** του ανέμου, το σημείο του ορίζοντα από το οποίο φυσάει ο άνεμος
- Η **επικρατούσα ανατάραξη** της περιοχής
- Ο **στροβιλισμός** του ανέμου και
- Η **κατανομή** του ανέμου, ή μεταβολή με το ύψος πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

1.2.2. ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Η ταχύτητα του ανέμου αποτελεί ένα εξαιρετικά χρονικά και χωρικά μεταβλητό μέγεθος, καθώς μπορεί να εμφανίσει σημαντικές αλλαγές από ένα κλάσμα του δευτερολέπτου σε ολόκληρες ώρες. Επομένως, η ενέργεια που παράγεται, αλλά και η ενέργεια που μπορεί να δεσμευτεί από μία αιολική μηχανή, παρουσιάζει μεταβολές στο χρόνο και στον χώρο. Η διαθέσιμη αιολική ενέργεια υπολογίζεται από την στιγμιαία, αλλά και την μέση ταχύτητα του ανέμου (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008).

Η στιγμιαία ταχύτητα του ανέμου μπορεί να οριστεί ως το άθροισμα μιας μέσης τιμής ταχύτητας U και της διακύμανσης της ταχύτητας γύρω από τη μέση τιμή σε χρόνο T , όπως φαίνεται στην εξίσωση 1:

$$U(t) = \bar{U} + U'(t)$$

Εξίσωση 1: Στιγμιαία Ταχύτητα του Ανέμου

Από την ολοκλήρωση της σχέσης αυτής σε χρόνο T , ορίζεται η μέση ταχύτητα του ανέμου μέσα σε αυτό το χρόνο όπως φαίνεται στην εξίσωση 2:

$$\bar{U} = \frac{1}{T} \int_0^T U(t) dt$$

Εξίσωση 2: Μέση Ταχύτητα του Ανέμου

Σε πρακτικές εφαρμογές, για χρονικό διάστημα $T= 10$ λεπτά, μπορεί να γίνει δεκτό, χωρίς σφάλμα, ότι $U'(t) = 0$. Αυτή η παραδοχή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό των 24 ωριαίων ημερησίων τιμών του ανέμου από τα διαγράμματα συνεχούς καταγραφής του. Το πλήθος αυτό θεωρείται πως οδηγεί στην σωστή εκτίμηση της αντίστοιχης ημερήσιας τιμής της αιολικής ενέργειας.

Αν δεν ισχύει η παραπάνω παραδοχή, τότε η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από μεγάλη ανατάραξη και δεν ενδείκνυται για την εγκατάσταση αιολικών συστημάτων (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008).

1.2.3. ΜΕΓΙΣΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Ένα ακόμα μέγεθος που οφείλει να λαμβάνεται υπόψη είναι αυτό της μέγιστης ταχύτητας του ανέμου, καθώς από αυτή εξαρτάται η αντοχή ολόκληρου του συστήματος κάθε αιολικής μηχανής. Εξαρτάται ακόμα, τόσο από την γεωγραφική θέση της κάθε αιολικής μηχανής όσο και από το ανάγλυφο της περιοχής. Για τον υπολογισμό της χρησιμοποιούνται τα δεδομένα ωριαίων τιμών της ταχύτητας του ανέμου και υπολογίζεται η μέγιστη ημερήσια τιμή ταχύτητας του.

Αν η χρονοσειρά των μετρήσεων είναι μεγαλύτερη των 20 ετών, τότε μπορεί να οριστεί η μεγαλύτερη ωριαία τιμή των 24x365 τιμών για κάθε έτος. Στη συνέχεια, με την βοήθεια των «ακραίων τιμών» μπορεί να υπολογιστεί η ταχύτητα του ανέμου, που μπορεί να ξεπεραστεί κατά μέσο όρο σε ένα διάστημα ετών, το οποίο συνήθως ισούται με τον χρόνο ζωής της αιολικής μηχανής που έχει δώσει και ο κατασκευαστής (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008).

1.2.4. ΛΟΓΑΡΙΘΜΙΚΟ ΠΡΟΦΙΛ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Η ταχύτητα του ανέμου δεν μεταβάλλεται μόνο σε χρόνο T , αλλά και με βάση το ύψος, καθώς ο άνεμος κοντά στο έδαφος λόγω της τριβής του με αυτό τείνει στο μηδέν. Η κατανομή του ανέμου υπολογίζεται από ένα γενικό μοντέλο, όπως φαίνεται στην εξίσωση 3:

$$U(z) = \frac{u_*}{k} \int_{z_0}^{z+z_0} \frac{\varphi\left(\frac{z}{L}\right)}{z} dz$$

Εξίσωση 3: Κατανομή του Ανέμου

Όπου, u είναι η ταχύτητα τριβής σε ύψος z , k είναι η σταθερά von Karman, z_0 είναι το μήκος τραχύτητας και $\varphi(z/L)$ είναι η συνάρτηση, που συνδέει το ύψος με την παράμετρο Monin-Obukhov.

Ωστόσο, η κατανομή του ανέμου εξαρτάται από την ευστάθεια της ατμόσφαιρας και από την επιφάνεια του εδάφους. Όταν υπάρχουν ουδέτερες ατμοσφαιρικές συνθήκες, σε ομοιογενείς περιοχές με ύψος z μεγαλύτερο του μήκους τραχύτητας z_0 , ή ύψους μικρότερο από 100 μέτρα, γίνεται η χρήση του λογαριθμικού προφίλ του ανέμου που υπολογίζεται από την εξίσωση 4 ως εξής:

$$U(z) = \frac{u_*}{k} * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

Εξίσωση 4: Λογαριθμικό Προφίλ του ανέμου

Όπου, u είναι η ταχύτητα τριβής σε ύψος z , k είναι η σταθερά von Karman, z_0 είναι το μήκος τραχύτητας

Για τραχείς επιφάνειες το λογαριθμικό προφίλ του ανέμου διαφοροποιείται και υπολογίζεται όπως φαίνεται στην εξίσωση 5:

$$U(z) = \frac{u_*}{k} * \ln\left(\frac{z-d}{z_0}\right)$$

Εξίσωση 5: Τροποποιημένο Προφίλ του ανέμου

Όπου d να αποτελεί το ύψος μετατόπισης.

1.2.5. ΕΚΘΕΤΙΚΟΣ ΝΟΜΟΣ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ

Λόγω του πολυσύνθετου μοντέλου κατανομής του ανέμου, ορίστηκε ένας εμπειρικός εκθετικός νόμος για τον υπολογισμό της ταχύτητας u_1 σε ένα ύψος z_1 , αν και εφόσον είναι γνωστή η ταχύτητα του ανέμου u_2 σε ένα ύψος z_2 . Ο τύπος του εκθετικού νόμου κατανομής είναι ο εξής:

$$U(z) = \frac{u_*}{k} * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

Εξίσωση 6: Εκθετικός Νόμος Κατανομής του ανέμου

Ο εκθέτης n εξαρτάται από την τραχύτητα του εδάφους της θέσης μέτρησης και από την ευστάθεια της ατμόσφαιρας. Σε θέσεις με υψηλές ταχύτητες ανέμου ($\geq 6\text{m/s}$), θεωρείται πως επικρατούν ουδέτερες ατμοσφαιρικές συνθήκες και η παράμετρος n μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$n = \frac{1}{\ln\left(\frac{\sqrt{Z_1 * Z_2}}{Z_0}\right)}$$

Εξίσωση 7: Υπολογισμός Συντελεστή n

Ορισμένες ενδεικτικές τιμές του μήκους τραχύτητας και του συντελεστή n φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

Κατηγορία Z_0	Τύπος εδάφους	Z_0 (m)
0	Ήρεμη θάλασσα	$2 \times 10^{-4}, 3 \times 10^{-4}$
1	Χλόη	0,017
2	Χορτολίβαδα	0,039
3	Πόλεις	1-4

Πίνακας 1: Τιμές μήκους τραχύτητας και συντελεστή n (Χρόνη & Κατσαφάδος, 2020).

Όπου **1:** πρόκειται για ανοιχτές περιοχές, χωρίς σημαντικά εμπόδια, **2:** πρόκειται για καλλιεργημένες εκτάσεις, με ορισμένα εμπόδια με μεταξύ τους απόσταση μεγαλύτερη των 1000 μέτρων και **3:** πρόκειται για συνδυασμό δάσους και καλλιεργημένων περιοχών και πολλά εμπόδια στα περίχωρα της πόλης (Χρόνη & Κατσαφάδος, 2020).

1.2.6. ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Η αιολική ενέργεια ή ισχύς του ανέμου E_k εξαρτάται άμεσα από την ταχύτητα u και την μάζα m του ανέμου και ο υπολογισμός της φαίνεται στην εξίσωση 8:

$$E_k = 0,5 * m * U^2$$

Εξίσωση 8: Υπολογισμός Αιολικής Ενέργειας

Από τις παρακάτω εξισώσεις προκύπτει πως η σχέση μάζας m και διατομής (εξίσωση 9) για συγκεκριμένη απόσταση D , η ταχύτητα του ανέμου είναι σταθερή (εξίσωση 10) (Πολυκανδριώτης, 2021).

$$m = \rho * U = \rho * U * D$$

Εξίσωση 9: Σχέση Μάζας και Διατομής

και

$$D = U * t$$

Εξίσωση 10: Σχέση Απόστασης και Ταχύτητας

Σύμφωνα με τα παραπάνω, ο υπολογισμός της αιολικής ισχύος P σε χρόνο t, γίνεται όπως φαίνεται στην εξίσωση 11:

$$P = \frac{E_k}{t} = 0,5 * \rho * A * U^3$$

Εξίσωση 11: Υπολογισμός αιολικής ισχύος του ανέμου

Με βάση την εξίσωση 11, φαίνεται πως η ισχύς του ανέμου E_k είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας. Γεγονός που φέρει ως αποτέλεσμα την ισχύ του ανέμου να επηρεάζεται περισσότερο από τις μεταβολές της ταχύτητας, σε αντίθεση με τις μεταβολές της πυκνότητας ρ του ανέμου και την επιφάνεια σάρωσης A της αιολικής μηχανής. Έτσι, προκύπτουν τα εξής πορίσματα:

- Στα μέσα γεωγραφικά πλάτη, η αιολική ισχύς δεν επηρεάζεται σημαντικά από την πυκνότητα του ανέμου, με εξαίρεση τις περιπτώσεις που το υψόμετρο είναι μεγαλύτερο από 1000 μέτρα.
- Η αιολική ισχύς είναι ανάλογη της επιφάνειας σάρωσης της αιολικής μηχανής και της πυκνότητας του ανέμου
- Η αιολική ισχύς είναι ανάλογη του κύβου της ταχύτητας, έτσι αν η ταχύτητα του ανέμου διπλασιαστεί, η αιολική ισχύς θα οχταπλασιαστεί (Πολυκανδριώτης, 2021).

Για τον υπολογισμό του αιολικού δυναμικού χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο ωριαίες τιμές ορισμένες σε διάστημα 10 λεπτών γύρω από την ακέραιη ώρα, και η εξίσωση υπολογισμού της αιολικής ισχύος τροποποιείται ως εξής:

$$P_T = 0,5 * \rho * A * \bar{U}^3 * (1 + 3 * I^2)$$

Εξίσωση 12: Υπολογισμός αιολικής ισχύος από τις μέσες ταχύτητες του ανέμου

Όπου I είναι η ένταση της ανατάραξης και υπολογίζεται ως εξής:

$$I = \frac{\sigma_{\bar{u}}}{\bar{U}}$$

Εξίσωση 13: Ένταση ανατάραξης

Όπου \bar{U} είναι η μέση ταχύτητα του ανέμου και I είναι η ένταση της ανατάραξης.

Η μέση αιολική ισχύς P_T σε συγκεκριμένο χρόνο T, μπορεί ωστόσο να υπολογιστεί και με βάση την κατανομή των συχνοτήτων της ταχύτητας ως εξής:

$$P_T = 0,5 * \rho * A * \bar{U}^3 * (1 + 3 * I^2) * \int_0^{U_{max}} f(U_i) * U_i^3 dU$$

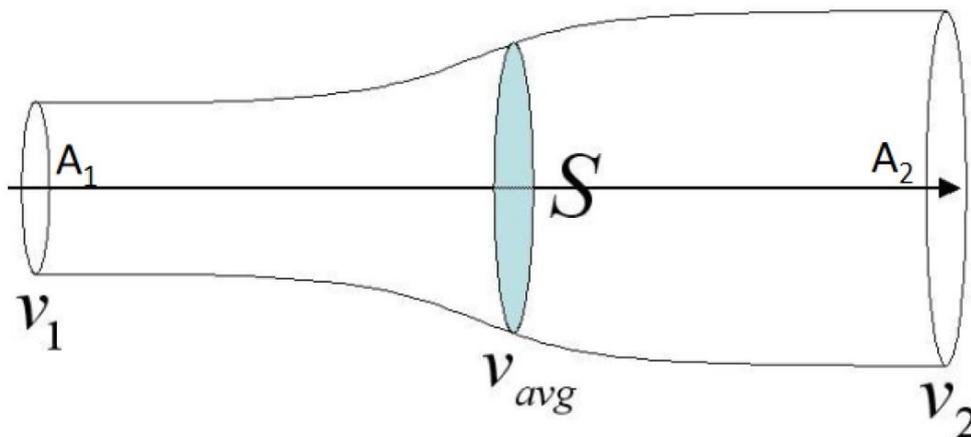
Εξίσωση 14: Υπολογισμός αιολικής ισχύος σε χρονικό διάστημα T

1.2.7. ΟΡΙΟ BENTZ

Σύμφωνα με τον νόμο διατήρησης της μάζας, μία αιολική μηχανή δεν έχει την δυνατότητα να δεσμεύσει εξ ολοκλήρου την κινητική ενέργεια του ανέμου, καθώς αν συνέβαινε αυτό, η μάζα του αέρα μετά την διέλευση της από τον πτερωτή της αιολικής μηχανής θα είχε μηδενική ταχύτητα. Το μέγιστο ποσοστό κινητικής ενέργειας που μπορεί να δεσμευτεί από μια αιολική μηχανή ορίζεται ως «συντελεστής ισχύος» και υπολογίζεται από το όριο του Bentz. (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008).

Προκειμένου να υπολογιστεί το όριο του Bentz, πρέπει να ισχύουν οι εξής προϋποθέσεις:

- Ομοιόμορφες συνθήκες σε όλη την περιοχή σάρωσης της πτερωτής.
- Αξονική ταχύτητα του αέρα
- Ίδιες συνθήκες πίεσης στα προσήνεμα και υπήνεμα της πτερωτής και ασυμπίεστος αέρας.
- Η ταχύτητα έπειτα της διέλευσης του ανέμου από την αιολική μηχανή να είναι μικρότερη από την αρχική του ταχύτητα.



Εικόνα 4: Το πεδίο ροής του ανέμου στα προσήνεμα και υπήνεμα μιας ιδανικής πτερωτής (Πηγή: Χρόνη, 2020).

Σύμφωνα με την αρχή του Bernoulli, το άθροισμα της στατικής p της δυναμικής d πίεσης είναι σταθερό, όπως φαίνεται στην εξίσωση 15:

$$p + d = p + 0.5 * \rho * U^2 = \text{σταθερό}$$

Εξίσωση 15: Νόμος του Bernoulli

Με βάση τον νόμο του Bernoulli οι τύποι μπροστά και πίσω της πτερωτής παίρνουν την εξής μορφή:

$$p + 0.5 * \rho * U_1^2 = p^+ + 0.5 * \rho * U^2$$

Εξίσωση 16: Πίεση πίσω από την πτερωτή

$$p + 0.5 * \rho * U_2^2 = p^- + 0.5 * \rho * U^2$$

Εξίσωση 17: Πίεση μπροστά από την πτερωτή

Η δύναμη F που ασκεί ο άνεμος στην πτερωτή είναι ανάλογη της διαφοράς της ορμής που εισέρχεται και εξέρχεται από την πτερωτή και υπολογίζεται από την εξίσωση 18:

$$F = \rho * A * U * (U_1 - U_2)$$

Εξίσωση 18: Υπολογισμός δύναμης F

Η ώθηση Ω από τις δύο πλευρές της πτερωτής υπολογίζεται όπως φαίνεται στην εξίσωση 19:

$$\Omega = A * (p^+ - p^-)$$

Εξίσωση 19: Υπολογισμός ώθησης Ω

Στην μονάδα του χρόνου, όμως, η δύναμη F ισούται με την ώθηση Ω ($F = \Omega$) προκύπτει η εξίσωση 20:

$$U = \frac{U_1 - U_2}{2U_1}$$

Εξίσωση 20: Υπολογισμός αξονικής ταχύτητας

Εφόσον η πτερωτή δεν έχει την δυνατότητα δέσμευσης όλης της ενέργειας του ανέμου, η αξονική ταχύτητα U είναι υποχρεωτικά μικρότερη της ταχύτητας U_1 στα προσήνεμα της πτερωτής και προκύπτει η εξής εξίσωση:

$$U = U_1 * (1 - \alpha)$$

Εξίσωση 21: Υπολογισμός αξονικής ταχύτητας

Όπου α αποτελεί έναν αδιάστατος συντελεστής με τιμές $0 < \alpha < 1$ και με βάση αυτό προκύπτει η εξής σχέση:

$$\alpha = \frac{U_1 - U_2}{2U_1}$$

Εξίσωση 22: Υπολογισμός α

Αν είχε μετατραπεί όλη η κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική ή αλλιώς $U_2=0$, τότε το αποτέλεσμα της εξίσωσης θα ήταν $\alpha=0.5$. Επομένως τα όρια του α είναι $0 < \alpha < 0.5$

Ο υπολογισμός της ισχύος που απορροφάτε από την πτερωτή υπολογίζεται από την εξίσωση 23:

$$P = F * U$$

Εξίσωση 23: Υπολογισμός ισχύος P

Με βάση τις εξισώσεις 18 και 23 προκύπτει ότι η μέγιστη εκμεταλλεύσιμη ισχύς, και υπολογίζεται από την εξίσωση 24:

$$P = 2 * a * \rho * U_1^3 * a * (1 - a)^2$$

Εξίσωση 24: Τελικός υπολογισμός ισχύος P

Η μεγιστοποίηση της ισχύος υπολογίζεται από την εξίσωση 25:

$$(a - 1) * \left(a - \frac{1}{3}\right) = 0$$

Εξίσωση 25: Μειστοποίηση της ισχύος

Επομένως η πράξη $(1-a) * (1-3a)$ πρέπει να ισούται με 0. Αν το a δεν μπορεί να ισούται με 1, τότε η μοναδική λύση είναι το a να ισούται με $1/3$. Σε αυτή την περίπτωση η μέγιστη εκμεταλλεύσιμη ισχύς υπολογίζεται από την εξίσωση 26:

$$P_{εκμ} = \frac{8}{27} * \rho * A * U_1^3 = \frac{16}{27} * \left(\frac{1}{2} * A * U_1^3\right) = \frac{16}{27} * P = 0,593 * P$$

Εξίσωση 26: Υπολογισμός του μέγιστου συντελεστή ισχύος

Καταληκτικά, ο μέγιστος συντελεστής ισχύος είναι ίσος με **0.593** και ονομάζεται όριο **Bentz**.

1.3. ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

1.3.1. ΤΥΠΟΙ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Οι αιολικές μηχανές εκτός του ότι διακρίνονται με βάση τον αριθμό των πτερύγιων τους, διακρίνονται κυρίως με βάση τον άξονα περιστροφής τους σε μηχανές με οριζόντιο άξονα περιστροφής και σε μηχανές με κατακόρυφο άξονα περιστροφής. Οι οριζοντίου άξονα ανεμογεννήτριες έχουν σημειώσει μεγάλη εμπορική επιτυχία και αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος της εγκαταστημένης αιολικής ισχύος (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008).

1.3.1.1. ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ

Στις μηχανές **οριζοντίου άξονα περιστροφής** κατατάσσονται οι εξής (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008):

- Οι **κλασσικοί παραδοσιακοί ανεμόμυλοι**, που ορισμένοι υπάρχουν ακόμα στην Ευρώπη και σε περιοχές της Μεσογείου
- Οι **αργές αιολικές μηχανές**, η ισχύς τους είναι μικρή λόγω του μεγάλου βάρους τους και επειδή λειτουργούν σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου.
- Οι **γρήγορες αιολικές μηχανές**, πρόκειται για μηχανές με μικρό αριθμό πτερυγίων (2-4) και μικρό βάρος. Ο άξονας τους συνδέεται με κιβώτιο ταχυτήτων πολλαπλασιασμού των στροφών για την κίνηση της ηλεκτρογεννήτριας. Λόγω του μικρού αριθμού πτερυγίων έχουν μικρότερο κόστος κατασκευής σε σχέση με πολύπτερες αιολικές μηχανές καθώς και αντέχουν περισσότερο σε κεντρόφυγες δυνάμεις. Είναι το είδος αιολικών μηχανών που έχει επικρατήσει.
- **Άλλοι τύποι**

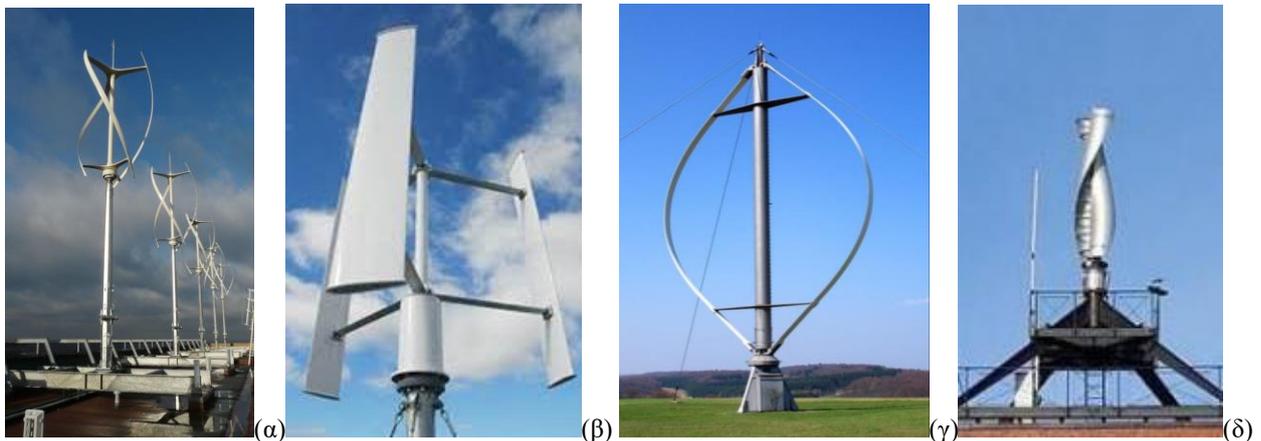


Εικόνα 5: Αργή (α) και Γρήγορη (β) αιολική μηχανή οριζοντίου άξονα περιστροφής (Πηγή: google images)

1.3.1.2. ΑΙΟΛΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΑΞΟΝΑ ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΗΣ

Στις μηχανές **κατακόρυφου άξονα περιστροφής** κατατάσσονται οι εξής (Χρόνη, 2020):

- Αιολικές μηχανές τύπου Savonius,
- Αιολικές μηχανές τύπου Darrieus (Darrieus – rotor και H-Darrieus)
- Αιολικές μηχανές τύπου Helix, με χαρακτηριστικό ελικοειδές σχήμα.

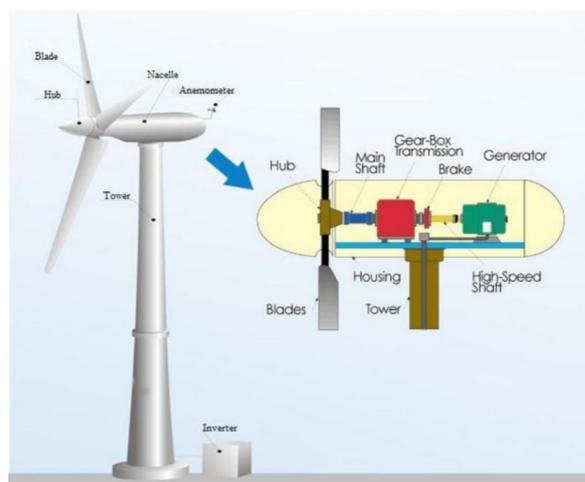


Εικόνα 6: Αιολικές μηχανές κατακόρυφου άξονα περιστροφής τύπου (α) Helix, (β) H-Darrieus, (γ) Darrieus – rotor, (δ) Savonius (Πηγή: google images)

1.3.2. ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΑ ΜΕΡΗ ΓΡΗΓΟΡΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ ΟΡΙΖΟΝΤΙΟΥ ΑΞΟΝΑ

Οι γρήγορες αιολικές μηχανές οριζοντίου άξονα διακρίνονται στα εξής λειτουργικά μέρη που απεικονίζονται στην Εικόνα 7 (Αντωνιάδης, 2016):

- Hub
- Πυλώνας – Πύργος (Tower)
- Πτερύγια (Blades)
- Γεννήτρια (Generator)
- Άτρακτος (Nacelle)
- Ανεμόμετρο
- Κύριος Άξονας (Main Shaft)
- Κιβώτιο ταχυτήτων (Gearbox)
- Μηχανικό Φρένο (Brake)
- Αντιστροφέας (Inverter)
- Άξονας Υψηλής Ταχύτητας (High Speed Shaft)



Εικόνα 7: Λειτουργικά Στοιχεία Ανεμογεννήτριας (Πηγή:http://ikee.lib.auth.gr/record/291998/files/sotirios_antoniadis_diploma_thesis.pdf?version=1)

Ο πυλώνας στηρίζει την άτρακτο, η οποία περιλαμβάνει τους μηχανικούς άξονες, την γεννήτρια, το δισκόφρενο και το κιβώτιο ταχυτήτων. Τα πτερύγια ενώνονται στο Hub, το οποίο τα συνδέει και με τον κυρίως άξονα. Κατά την περιστροφή τους, μεταφέρεται η κίνηση τους στον άξονα και μέσω της σχέσης μετάδοσης του κιβωτίου ταχυτήτων. Ο άξονας υψηλής ταχύτητας περιστρέφεται και η γεννήτρια μετατρέπει την μηχανική περιστροφική ενέργεια σε ηλεκτρική. Η ηλεκτρική ενέργεια μεταφέρεται, μέσω καλωδίων στο εσωτερικό του πυλώνα, στον αντιστροφέα, και η τάση αποκτά το απαραίτητο πλάτος και συχνότητα προκειμένου να γίνει η σύνδεση με το δίκτυο (Αντωνιάδης, 2016).

Το μηχανικό φρένο, έχει συνήθως μορφή δισκόπλακας και διατηρεί την στάση των πτερυγίων της ανεμογεννήτριας, κατά τη διάρκεια της λειτουργίας ή συντήρησης της. Έτσι επιτυγχάνεται η πλήρης ακινητοποίηση της, καθώς μέσω αεροδυναμικής ή ηλεκτρικής πέδησης, η ταχύτητα περιστροφής μειώνεται σημαντικά (Αντωνιάδης, 2016).

Η περιστροφική ταχύτητα των πτερυγίων μπορεί να ελεγχθεί με ανεμόμετρο, το οποίο παρέχει τις μετρήσεις της ταχύτητας του ανέμου της γεννήτριας, ρυθμίζοντας την περιστροφική

ταχύτητα των πτερυγίων, με σκοπό τη μέγιστη εκμετάλλευση της δεδομένης αιολικής ισχύος (Αντωνιάδης, 2016).

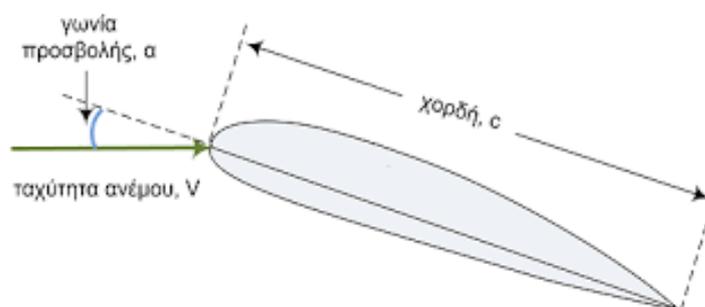
1.3.3. ΑΠΟΔΟΣΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΩΝ

Η μέγιστη, θεωρητικά εκμεταλλεύσιμη, αιολική ενέργεια ισούται με το 59,3% της διαθέσιμης αιολικής ενέργειας. Στην πράξη όμως, ένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά των αιολικών μηχανών είναι ο συντελεστής απόδοσης C_p και εξαρτάται από τις επικρατούσες τιμές της ταχύτητας του ανέμου και τη μεταβλητότητα των διευθύνσεων του ανέμου. Ακόμα, για ορισμένο τύπο αιολικής μηχανής, εξαρτάται και από τον λόγο λ , της γωνιακής ταχύτητας ω , των ακροπτερυγίων του συστήματος προς την ταχύτητα του ανέμου U , όπως φαίνεται και στην εξίσωση 27:

$$\lambda = \frac{\omega * R}{U}$$

Εξίσωση 27: Λόγος ταχύτητας λ

Τέλος, η πραγματική απόδοση – ισχύς εξαρτάται και από την γωνία προσβολής β , δηλαδή την γωνία που σχηματίζεται από την χορδή του πτερυγίου της αιολικής μηχανής και το επίπεδο περιστροφής των πτερυγίων όπως φαίνεται και στην Εικόνα 8, αλλά και από τις αποδόσεις των υπόλοιπων τμημάτων της αιολικής μηχανής (Πολυκανδριώτης, 2021).



Εικόνα 8: Ορισμός γωνίας προσβολής (Πηγή: Google Images)

Ακόμα όπως είναι φυσικά επόμενο, στην πραγματικότητα τα ποσοστά απόδοσης δεν είναι ίδια με τα ιδανικά υπολογισμένα, αλλά μικρότερα αφού η λειτουργία κάθε αιολικής μηχανής εξαρτάται από τρεις χαρακτηριστικές ταχύτητες:

- Την **ταχύτητα έναρξης λειτουργίας** (cut-in-speed). Λόγω των τριβών που εμφανίζονται στα διαφορετικά μέρη των ανεμογεννητριών, για να αποδώσει μία αιολική μηχανή, η ταχύτητα του ανέμου πρέπει να είναι μεγαλύτερη από μία ορισμένη ταχύτητα η οποία είναι χαρακτηριστική για κάθε αιολική μηχανή. Η ταχύτητα αυτή ορίζεται ως η ταχύτητα έναρξης λειτουργίας.

- Την **ονομαστική Ταχύτητα** (rated-speed). Για ταχύτητες μεγαλύτερες της ταχύτητας έναρξης λειτουργίας παρατηρείται μία συνεχής παράλληλη αύξηση της παραγόμενης ωφέλιμης ισχύος κάθε αιολικής μηχανής μέχρι μια συγκεκριμένη ταχύτητα. Πάνω από τις τιμές αυτής της ταχύτητας, υπάρχει σύστημα στις αιολικές μηχανές, το οποίο διατηρεί σταθερή την παραγόμενη ισχύ, καθώς υπάρχει ανάγκη καθορισμού της πεπερασμένης ισχύος για τις αιολικές μηχανές. Η ταχύτητα αυτή ονομάζεται ονομαστική ταχύτητα.
- Την **ταχύτητα εξόδου** (fluring-speed ή cut out speed). Πρόκειται για την ταχύτητα στην οποία η αιολική μηχανή τίθεται εκτός λειτουργίας και συνήθως κυμαίνεται στα 22 με 28m/s. (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008).

ΚΕΦ.2. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Προκειμένου η αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας να κριθεί συμφέρουσα, η περιοχή εκμετάλλευσης οφείλει να διαθέτει ικανοποιητικό αιολικό δυναμικό ή αλλιώς αιολική ισχύ για κάθε μονάδα της επιφάνειας (W/m^2). Οι πρώτες εκτιμήσεις του αιολικού δυναμικού, στην Ευρώπη, πραγματοποιήθηκαν στα τέλη του 1980 από μερικές χώρες μέλη της τότε Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι εκτιμήσεις αφορούσαν ύψος 50m πάνω από την επιφάνεια του εδάφους και διαφορετικές τραχύτητες εδάφους και σαν αποτέλεσμα αυτών, η συνολική εδαφική έκταση των περιοχών κρίθηκε πως μπορεί να δώσει ετησίως 8400TWh ηλεκτρικής ενέργειας (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008). Ακόμα, διαφορετικοί τύποι εδαφών ανήκουν σε διαφορετικό τύπο τραχύτητας και άρα έχουν διαφορετική αιολική ισχύ (Κατσαφάδος, 2018).

Επιπλέον, η καταμέτρηση των ανεμικών στοιχείων σε πιθανή θέση εγκατάστασης αιολικού πάρκου κρίνεται απαραίτητη και η λαθεμένη εκτίμηση της μέσης ταχύτητας του ανέμου φέρει και εσφαλμένη πρόβλεψη παραγωγής ενέργειας. Εφόσον η καταμέτρηση της ταχύτητας του ανέμου πραγματοποιηθεί ορθά, οφείλει να δοθεί η απαραίτητη σημασία στις διευθύνσεις του ανέμου, καθώς η τοποθέτηση ανεμογεννητριών συμβαίνει αποκλειστικά και μόνο με επιβεβαιωμένες μετρήσεις διευθύνσεων, σε συνδυασμό με συγκρίσεις γειτονικών σταθμών που υπάρχουν ήδη μακροχρόνιες καταγραφές ανεμολογίου (Κανελλάς, 2016; Panagiotidou, 2016).

Η διαδικασία επιλογής της καταλληλότερης θέσης εγκατάστασης ανεμογεννητριών θα μπορούσε να χωριστεί στα εξής τέσσερα βήματα (Σιμιάδας & Σταματόπουλος, 2018).

- **Βήμα 1^ο:** Επιλογή υποψήφιων θέσεων για μελέτη.
- **Βήμα 2^ο:** Αιολικές μετρήσεις των υποψήφιων θέσεων.
- **Βήμα 3^ο:** Επεξεργασία των δεδομένων κάθε θέσης και οικονομοτεχνική ανάλυση
- **Βήμα 4^ο:** Επιλογή τελικής θέσης με βάση την βέλτιστη λύση.

Απαιτείται, επιπλέον, αναλυτική μελέτη των μετεωρολογικών και τοπογραφικών χαρακτηριστικών της περιοχής εγκατάστασης, καθώς η συμπεριφορά του ανέμου στο ύψος των ανεμογεννητριών είναι πολυδιάστατη και αλλάζει απότομα τόσο σε οριζόντιο, όσο και σε κατακόρυφο άξονα (Σιμιάδας & Σταματόπουλος, 2018). Οι πιο σημαντικοί παράγοντες που καθορίζουν την επιλογή της κατάλληλότερης θέσης εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου είναι οι εξής:

- **Αιολικές μετρήσεις**, δηλαδή μετρήσεις που σχετίζονται με την οικονομική βιωσιμότητα του έργου και οφείλουν να καλύπτουν μετρήσεις ενός τουλάχιστον έτους. Το μέγεθος και η περιοδική διακύμανση της έντασης του ανέμου αποτελούν σημαντικό παράγοντα για τον καθορισμό των αιολικών μετρήσεων και ως συνέπεια της εγκατάστασης ενός αιολικού πάρκου (Spiropoulou et al., 2015; Fortune, 2018). Τα κατώτερα όρια ταχύτητας του ανέμου που συναντώνται σε διάφορες μελέτες ποικίλουν. Οι Tegou et al. (2010) για την περίπτωση της Λέσβου κρίνουν τα 4m/s ελάχιστο όριο ταχύτητας ενώ οι Wang et al. (2014) για την περίπτωση της Ιαπωνίας θέτουν το ελάχιστο όριο ανέμου στα 6m/s σε υψόμετρο 70 μέτρων, ενώ οι Γραμματικογιάννης και Στρατηγέα (2010) ελέγχουν την χωροθέτηση αιολικών πάρκων στο Νομό Βοιωτίας μόνο στις περιοχές με ταχύτητα ανέμου μεγαλύτερη των 7m/sec (Μπίλη, 2016).
- **Απόσταση από περιοχές αρχαιολογικού ενδιαφέροντος**. Πολλοί ερευνητές προτείνουν την χωροθέτηση αιολικών πάρκων σε απόσταση από τουριστικά αξιοθέατα, αρχαιολογικούς χώρους και μνημεία. Για τον προσδιορισμό της απόστασης χρησιμοποιούνται διαφορετικοί τρόποι προσέγγισης από τους ερευνητές. Πιο συγκεκριμένα, οι Tegou et al. (2010) στην περίπτωση της Λέσβου έθεσαν τρεις ζώνες που περικλύζαν τους χώρους ενδιαφέροντος. Μία ζώνη περιορισμού με μήκος 500 μέτρα, μία με 3000 μέτρα και μία 6000 μέτρα, στις οποίες δόθηκε διαφορετική βαθμολογία ανάλογα με την καταλληλότητα τους. Επιπρόσθετα, δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση για προκαθορισμένη απόσταση από χώρους αρχαιολογικού ενδιαφέροντος στις μελέτες των Latinopoulos και Kechagia (2015), Baban και Parry (2000) καθώς και Effat et al. (2014), οι οποίοι αποκλείουν τις περιοχές με ελάχιστη απόσταση 1000μ. από αυτούς. Σε άλλες μελέτες, όμως, δεν προτείνετε αποκλεισμός περιοχών γύρω από τους αρχαιολογικούς χώρους, αλλά βαθμολογούνται υψηλότερα οι περιοχές που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση από αυτούς (Sunak et al., 2015).
- **Απόσταση από κατοικημένες περιοχές - οικισμούς**, με σκοπό την μείωση της οπτικής και ηχητικής όχλησης ή την μείωση του κόστους μεταφοράς. Σε πληθώρα ερευνών που έχουν πραγματοποιηθεί, βαθμολογούνται υψηλότερα οι περιοχές που βρίσκονται σε μεγαλύτερη απόσταση από κατοικημένες περιοχές ενώ έχουν πραγματοποιηθεί και έρευνες που προτείνουν απόσταση χωροθέτησης την μικρότερη δυνατή από την κοντινότερη κατοικημένη περιοχή. Για παράδειγμα, οι Wang et al. (2014) προτείνουν ελάχιστη ζώνη απόστασης μήκους 2.500 μέτρων ενώ οι Tegou et al. (2010) και οι Latinopoulos και Kehaya (2015) προτείνουν ελάχιστη ζώνη μήκους 1.000 μέτρων, αναλόγως την βαρύτητα των δεικτών και τον πληθυσμό των κατοίκων της περιοχής.

- **Επίδραση στο περιβάλλον:** οι επιδράσεις ενός αιολικού πάρκου στο περιβάλλον όπως οι ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές, ο θόρυβος, η αρχιτεκτονική τοπίου, η παρενόχληση των πουλιών ή ψαριών, αν ο τόπος εγκατάστασης αποτελεί το πέρασμα τους και τέλος τα απορρίμματα που δημιουργούνται έπειτα το πέρασ της διάρκειας ζωής των ανεμογεννητριών (Fortune, 2018).
- **Απόσταση από επιφανειακά υδάτινα σώματα.** Η εγκατάσταση οφείλει να γίνεται σε ασφαλή απόσταση από περιοχές αναπαραγωγής, όπως οι υγρότοποι και τα δάση που αποτελούν καταφύγια άγριας ζωής (Μπίλη, 2016). Συνδυαστικά με αυτό, οι υγρότοποι κρίνονται εξαιρετικής σημασίας λόγω των υδρολογικών τους χαρακτηριστικών, καθώς συλλέγουν το νερό που απορρέει. Για τους παραπάνω λόγους, οι υγρότοποι καθώς και οι περιοχές προστασίας γύρω από αυτούς κρίνονται ακατάλληλοι για την χωροθέτηση αιολικών πάρκων σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές (Tegou et al., 2010; Wang et al., 2014).
- **Μετεωρολογικά προβλήματα, μετεωρολογικοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά** ή και να τερματίσουν την λειτουργία μιας ανεμογεννήτριας, όπως (Λιώκη & Ασημακοπούλου, 2008):
 1. Ο **παγετός**, που αλλοιώνει τη στατική και δυναμική συμπεριφορά της εγκατάστασης,
 2. Οι **θυελλώδεις άνεμοι**, που οφείλουν να λαμβάνονται σοβαρά υπόψη κατά τη μελέτη της καταλληλότερης επιλογής θέσης.
 3. Οι **τυρβώδεις άνεμοι**, που προκαλούν ισχυρές διακυμάνσεις στο μέτρο και στην διεύθυνση της ταχύτητας του ανέμου, με αποτέλεσμα την κόπωση της εγκατάστασης,
 4. Η **διάβρωση**, τα παράκτια αιολικά πάρκα, ή ακόμα και αυτά που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από την θάλασσα οφείλουν να κατασκευάζονται από αντιδιαβρωτικά υλικά λόγω του αλατιού που μεταφέρει ο αέρας.
 5. Η **ευστάθεια του ανέμου**, καθώς αν οι διακυμάνσεις του ανέμου είναι πολύ συχνές μέσα σε χρονικό διάστημα μιας ώρας, μειώνεται ο χρόνος ζωής του συστήματος και εμφανίζονται σημαντικές καμπτικές δυνάμεις στα πτερύγια του. Ακόμα, η μεταβολή του ανέμου σε χρονικό διάστημα χρόνων μπορεί να επιδράσει αρνητικά και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στην επιλογή της βέλτιστης θέσης.
- **Κλίση του Εδάφους**, απότομες πλαγιές και κλίσεις κρίνονται περιοριστικές καθώς η περιοχή δεν είναι εύκολα προσβάσιμη από γεραμούς και φορτηγά και αυξάνεται το κατασκευαστικό κόστος (Μπίλη, 2016). Το ανώτερο όριο κλίσης κυμαίνεται από 10% έως και 25% (Wang et al., 2014), (Latinopoulos και Kechagia, 2015) ενώ σε λιγοστές περιπτώσεις το όριο φτάνει το 84%,

όπως στην έρευνα των Rodman και Meentemeyer (2006) για την περίπτωση της Καλιφόρνιας, ή δεν λαμβάνεται καθόλου υπόψη όπως στην έρευνα των Aydin et al. (2010).

- **Υψόμετρο**, όσο το υψόμετρο αυξάνεται τόσο μειώνεται η αιολική ενέργεια (Μπίλη, 2016). Σύμφωνα με την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία, στην περίπτωση του Ελλαδικού χώρου, το 65% του εδάφους βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 200 μέτρων, ενώ το 72% του εδάφους καλύπτεται από φυσικές και ημιφυσικές περιοχές όπως δάση, λιβάδια θαμνώνες και γλυκά ύδατα.
- **Απόσταση από δίκτυα μεταφορών**, προκειμένου να μειωθεί το κατασκευαστικό κόστος των νέων οδών πρόσβασης στα αιολικά πάρκα, καταλληλότερα κρίνονται τα πάρκα που βρίσκονται πιο κοντά σε ήδη υπάρχον οδικό δίκτυο (Fortune, 2018).
- **Απόσταση από δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας**, καταλληλότερη θέση τοποθέτησης αιολικού πάρκου θεωρείται αυτή που είναι πλησίον του ηλεκτρικού δικτύου, προκειμένου να μειωθεί το κόστος σύνδεσης ανεμογεννητριών με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και το κόστος απώλειας ηλεκτρικής ενέργειας (Μπίλη, 2016).
- **Απόσταση από Αερολιμένες**, όσο μεγαλύτερη η απόσταση τους από αερολιμένες τόσο το πιο κατάλληλη κρίνεται η επιλογή καθώς επηρεάζεται ο εναέριος χώρος και δεν εμποδίζεται πιθανή μελλοντική επέκταση αερολιμένων και των εγκαταστάσεών τους (Μπίλη, 2016). Η ελάχιστη απόσταση κυμαίνεται συνήθως από 2.5000 μέτρα έως 5.000 μέτρα, σύμφωνα με την έρευνα των Wang et al. (2014) και των Aydin et al. (2010).
- **Χρήσεις Γης**, ορισμένοι τύποι χρήσεων γης κρίνονται καταλληλότεροι για την τοποθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων, όπως για παράδειγμα οι περιοχές με χαμηλότερη βλάστηση και οι χρήσεις γης όπως γεωργική γη, άγρονη γη, λιβάδια και θαμνώδεις εκτάσεις σε αντίθεση με τις δασικές εκτάσεις, με εξαιρέσεις να ισχύουν πάντα. Ακόμα, σύμφωνα με την βιβλιογραφία και την νομοθεσία της κάθε περιοχής, κάποιες χρήσεις γης δεν μεταβάλλονται αποκλειστικά για την χωροθέτηση ενός Αιολικού Πάρκου (Πολυκανδριώτης, 2021).
- **Ειδικοί Νόμοι**, πρόκειται για νόμους που σχετίζονται με την περιβαλλοντική προστασία και την προστασία αρχαιολογικών χώρων (Μπίλη, 2016).

Τέλος, αξίζει να αναφερθεί πως η φύση και το τοπίο του Ελληνικού χώρου αποτελεί μία άμεση πηγή εθνικού εισοδήματος, λόγω του τουρισμού και των περιηγήσεων, γεγονός που διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην απόφαση χωροθέτησης αιολικών σταθμών. Οφείλει, ωστόσο,

να ληφθεί υπόψη και το γεγονός πως ο Ελλαδικός χώρος φιλοξενεί περίπου το 25-30% των αυτοφυών φυτών της Ευρώπης, 20% των οποίων, 1450 είδη, αποτελούν αποκλειστικά ενδημικά της χώρας- ενώ αντίστοιχα είναι και τα ποσοστά της αυτόχθονης πανίδας – περίπου 30.000 είδη (Δημόπουλος et al., 2013; Λεγάκης & Μαραγκού, 2009).

2.1. ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Ο ελλαδικός χώρος τόσο λόγω του κλίματος, όσο και της γεωγραφικής του θέσης, αποτελεί έναν χώρο με πλήθος επενδυτικών δυνατοτήτων για την ανάπτυξη υποδομών εκμετάλλευσης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Γι' αυτό τον λόγο, το Υπουργείο περιβάλλοντος και ενέργειας έχει διαμορφώσει ένα νομοθετικό πλαίσιο κατά το οποίο ευνοείται η ορθή χωροθέτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας και κατά συνέπεια και αυτή των αιολικών πάρκων (Πολυκανδριώτης, 2021).

2.1.1. ΕΙΔΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΑΕΙΦΟΡΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ.

Μέχρι το 2008 που εγκρίθηκε το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ (ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ) (ΦΕΚ 2464/Β/03.12.2008), η επιλογή θέσης εγκαταστάσεων Α.Π.Ε. στον Ελλαδικό χώρο αντιμετωπιζόταν σχεδόν ολοκληρωτικά από το πλαίσιο διαδικασιών περιβαλλοντικής αδειοδότησης των αντίστοιχων έργων. Το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ είναι το πρώτο και μοναδικό μέχρι και σήμερα κανονιστικό πλαίσιο που θέτει γενικά κριτήρια χωροθέτησης έργων Α.Π.Ε.. Γεγονός που εξυπηρετούν στην διασφάλιση ενός κοινού πλαισίου χωρικής οργάνωσης των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων ανάλογα με τη φυσιογνωμία και τις χωροταξικές ιδιαιτερότητες των επιμέρους ενοτήτων του ελληνικού χώρου, τις επιμέρους κατηγορίες έργων Α.Π.Ε., αλλά και τις ειδικές ανάγκες ανάπτυξης, προστασίας ή διαφύλαξης που απαντώνται σε συγκεκριμένες περιοχές και σε ευπαθή οικοσυστήματα της χώρας. Γίνεται, λοιπόν, μια προσπάθεια μέσα από το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ να θεσμοθετηθούν οι όροι για την βιώσιμη περιβαλλοντική και χωροταξική ένταξη ενεργειακών επενδύσεων ΑΠΕ (Μπακούρος, 2021).

Στο ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ ο ελλαδικός χώρος χωρίζεται σε τέσσερις ενότητες, με βάση εκμεταλλεύσιμο αιολικό δυναμικό του και τα ιδιαίτερα χωροταξικά και περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά του. Οι ενότητες είναι η εξής:

1. Η ηπειρωτική χώρα, συμπεριλαμβανομένης και της Εύβοιας
2. Η Αττική, που αποτελεί ειδική κατηγορία λόγω του μητροπολιτικού χαρακτήρα της

3. Τα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης και της Κρήτης
4. Ο υπεράκτιος θαλάσσιος χώρος και οι ακατοίκητες νησίδες.

Η ηπειρωτική χώρα διακρίνεται περαιτέρω σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (**Π.Α.Π.**) και σε Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (**Π.Α.Κ.**).

ΠΑΠ είναι οι περιοχές που κρίνονται κατάλληλες «από απόψεως επίτευξης των χωροταξικών στόχων» (Άρθρο 5, παρ. 2α ΦΕΚ 2464/Β/03.12.2008) καθώς συγκεντρώνουν πληθώρα πλεονεκτημάτων σχετικά με την εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ, τα οποία είναι το αιολικό δυναμικό τους, αλλά και η ζήτηση για την εγκατάσταση των αιολικών πάρκων (Μπακούρος, 2021).

ΠΑΚ είναι το σύνολο της Ηπειρωτικής χώρας, με εξαίρεση τις περιοχές αποκλεισμού εγκατάστασης αιολικών πάρκων. Οι περιοχές αποκλεισμού των αιολικών εγκαταστάσεων που θέτει ο νόμος αποτελούν και τα μοναδικά χωροταξικά κριτήρια αναγνώρισης των επιμέρους ιδιαιτεροτήτων των διαφορών ενοτήτων του Ελλαδικού χώρου (Μπακούρος, 2021).

Στον **Πίνακα 2** που ακολουθεί φαίνονται αναλυτικά οι ΠΑΠ του Ελλαδικού χώρου:

ΠΕΡΙΟΧΗ 1	
ΝΟΜΟΣ ΕΒΡΟΥ	ΝΟΜΟΣ ΡΟΔΟΠΗΣ
Δ. Φερών	Δ. Αρριανών
Δ. Τραϊανούπολης	Κ. Κέχρου
Δ. Αλεξανδρούπολης	
Δ. Σουφλίου	
Δ. Τυχερού	
Αιολικό δυναμικό της Περιοχής 1: 538 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 1.076 MWe).	

ΠΕΡΙΟΧΗ 2	
ΝΟΜΟΣ ΕΥΒΟΙΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ
Δ. Αυλώνος	Δ. Αποδοτίας
Δ. Δυστίων	Δ. Πλατάνου
Δ. Καρύστου	Δ. Θέρμου
Δ. Μαρμαρίου	ΝΟΜΟΣ ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ
Δ. Μεσσαπίων	Δ. Αγ. Γεωργίου Τυμφρηστού
Δ. Στυραίων	Δ. Σπερχειάδος
Κ. Καφηρέως	Δ. Υπάτης
Δ. Διρφύων	Δ. Αταλάντης
Δ. Κύμης	Δ. Μακρακώμης
	Δ. Οπουντίων
ΝΟΜΟΣ ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ	ΝΟΜΟΣ ΦΩΚΙΔΑΣ
Δ. Αγράφων	Δ. Βαρδουσιών
Δ. Βίνιανης	Δ. Λιδωρικίου
Δ. Δομνίστας	Δ. Δεσφίνης
Δ. Καρπενησιού	Δ. Αμφίσσης
Δ. Κτημενίων	Δ. Καλλιέων
Δ. Ποταμιάς	ΝΟΜΟΣ ΚΑΡΔΙΤΣΑΣ
Δ. Προυσσού	Δ. Καλλιφώνου
Δ. Φουρνά	Δ. Μενελαΐδας
Δ. Φραγκίστας	Δ. Ρεντίνης

ΝΟΜΟΣ ΒΟΙΩΤΙΑΣ	Δ. Ιτάμου
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 Π.Α.Π.: 3.190 τυπικές Α/Γ (ενδεικτικά 6.379 MWe)	

Πίνακας 2: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας ΠΑΠ (Πηγή: Ειδικό πλαίσιο χωροταξικού σχεδιασμού ανάπτυξης για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, 2008).

Ως περιοχές αποκλεισμού εγκατάστασης αιολικών πάρκων σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ και με το ΦΕΚ 2464/Β/03.12.2008, άρθρο 6, κρίνονται:

- Τα κυρηγμένα μνημεία που αποτελούν πολιτιστική κληρονομιά και τα μνημεία που ανήκουν στην παρ. 5 ββ) του άρθρου 50 του ν. 3028/2002, καθώς και αρχαιολογικές ζώνες προστασίας που καθορίζονται στο άρθρο 91 του ν. 1892/1991 ή καθορίζονται κατά τις διατάξεις του ν. 3028/2002.
- Περιοχές απόλυτης προστασίας της φύσης που καθορίζονται στις διατάξεις των άρθρων 19 παρ. 1 και 2 και 21 του ν. 1650/1986.
- Όρια Υγρότοπων Διεθνούς Σημασίας (Ραμσάρ)
- Πυρήνες Εθνικών δρυμών και κηρυγμένων μνημείων της φύσης και των αισθητικών δασών που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές της περιπτώσεως β' του παρόντος άρθρου.
- Οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί ως τόποι κοινοτικής σημασίας στο δίκτυο Natura 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ.1).
- Οι εντός σχεδίων πόλεων και ορίων οικισμών πριν το 1923 ή κάτω των 2.000 κατοίκων περιοχών.
- Οι Π.Ο.Τ.Α. του άρθρου 29 του ν. 2545/1997, των Περιοχών Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα του άρθρου 10 του ν. 2742/1999, των θεματικών πάρκων και των τουριστικών λιμένων.
- Οι ατύπως διαμορφωμένες, στο πλαίσιο της εκτός σχεδίου δόμησης, τουριστικές και οικιστικές περιοχές. Ως ατύπως διαμορφωμένες τουριστικές και οικιστικές περιοχές για την εφαρμογή του παρόντος νοούνται οι περιοχές που περιλαμβάνουν 5 τουλάχιστον δομημένες ιδιοκτησίες με χρήση τουριστική ή κατοικία, οι οποίες ανά δύο βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 100 μέτρων, και συνολική δυναμικότητα 150 κλίνες τουλάχιστον. Για τον υπολογισμό της δυναμικότητας κάθε δομημένη ιδιοκτησία με χρήση κατοικίας θεωρείται ισοδύναμη με 4 κλίνες ανεξαρτήτως εμβαδού. Οι ανωτέρω περιοχές θα αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της οικείας Π.Π.Ε.Α. 26
- Των ακτών κολύμβησης που περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα παρακολούθησης της ποιότητας των νερών κολύμβησης που συντονίζεται από το Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.
- Των τμημάτων των λατομικών περιοχών και μεταλλευτικών και εξορυκτικών ζωνών που λειτουργούν επιφανειακά. ια. Άλλων περιοχών ή ζωνών που υπάγονται σήμερα σε ειδικό καθεστώς χρήσεων γης, βάσει του οποίου δεν επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων και για όσο χρόνο ισχύουν (Μπακούρος, 2021).

2.1.2. ΠΡΟΣΦΑΤΟΙ ΝΟΜΟΙ

Η πιο πρόσφατη νομοθετική πράξη είναι ο νόμος **4685/2020**, ο οποίος αφορά τον εκσυγχρονισμό της περιβαλλοντικής νομοθεσίας και την ενσωμάτωση στην ελληνική νομοθεσία των οδηγιών **2018/844** και **2019/692** του Ευρωπαϊκού κοινοβουλίου και του συμβουλίου και των λοιπών διατάξεων. Σύμφωνα με τον νόμο απλοποιείται η διαδικασία αδειοδότησης έργων Α.Π.Ε. καθώς και διατάξεις που αφορούν τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) (Πολυκανδριώτης, 2021).

Σύμφωνα με το άρθρο 13 του νόμου **4865/2020**, που αναλύει τους περιορισμούς χωροθέτησης σταθμών ΑΠΕ, όσον αφορά στους αιολικούς σταθμούς δεν επιτρέπεται:

- Η απόσταση μεταξύ ανεμογεννητριών του ίδιου σταθμού, να είναι μεγαλύτερη από $5*D$.
- Η απόσταση μεταξύ ανεμογεννητριών να είναι μικρότερη από $2,5*D$, υπό την επιφύλαξη των διατάξεων του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Α.Π.Ε..

Για το παραπάνω ως D θεωρείται η μεγαλύτερη διάμετρος των γειτονικών ανεμογεννητριών.

- Τα όρια του πολυγώνου να εκτείνονται σε απόσταση μεγαλύτερη από $3,5*D$ από τις θέσεις των ανεμογεννητριών.

2.2. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΚΡΙΤΗΡΙΩΝ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000 ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Η προστασία αλλά και η διαχείριση των περιοχών που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 διέπονται από το άρθρο 6 της οδηγίας για τους οικοτόπους, το οποίο επιτρέπει την εφαρμογή δύο ειδών μέτρων. Το πρώτο είδος (άρθρο 6 παράγραφοι 1 και 2) επικεντρώνεται στη διατήρηση και τη διαχείριση όλων των τόπων Natura 2000 σε σταθερή βάση. Το δεύτερο είδος (άρθρο 6 παράγραφοι 3 και 4) ορίζει μια διαδικασία εκτίμησης και αδειοδότησης για σχέδια ή έργα που είναι πιθανό να έχουν αρνητικές επιπτώσεις σε τόπους Natura 2000. Το άρθρο 6 παράγραφοι 1 και 2 για τους οικοτόπους απαιτεί από τα κράτη μέλη να:

- θεσπίζουν θετικά μέτρα διατήρησης που ανταποκρίνονται στις οικολογικές απαιτήσεις των τύπων οικοτόπων και των ειδών που απαντώνται στους τόπους (άρθρο 6 παράγραφος 1)·
- θεσπίζουν μέτρα ώστε να αποφεύγεται οποιαδήποτε υποβάθμιση των τύπων οικοτόπων ή οποιαδήποτε σημαντική ενόχληση που έχει επιπτώσεις στα είδη για τα οποία έχουν οριστεί οι τόποι (άρθρο 6 παράγραφος 2).

Τα κράτη μέλη οφείλουν να προσδιορίζουν και να θέτουν ειδικούς και σαφείς στόχους διατήρησης για την κάθε περιοχή που ανήκει στο δίκτυο Natura 2000, αναλόγως την κατάσταση διατήρησης και τις οικολογικές απαιτήσεις των τύπων οικοτόπων και των παρόντων ειδών κοινοτικού ενδιαφέροντος.

Οι ειδικοί ανά τόπο στόχοι διατήρησης καθορίζουν την επιθυμητή κατάσταση των ειδών και των τύπων οικοτόπων σε έναν τόπο, προκειμένου ο τόπος να μπορεί να συμβάλει στον γενικό στόχο της επιθυμητής κατάστασης διατήρησης αυτών των ειδών και τύπων οικοτόπων σε εθνικό, βιογεωγραφικό ή ευρωπαϊκό επίπεδο. Κρίνεται απαραίτητο οι υπεύθυνοι ανάπτυξης και σχεδιασμού έργων αιολικής ενέργειας, αλλά και οι αρμόδιες αρχές, να είναι ενήμεροι για τους επιθυμητούς στόχους διατήρησης για μία περιοχή Natura 2000, καθώς οι πιθανές αρνητικές επιπτώσεις του σχεδίου ή του έργου θα πρέπει να εκτιμώνται με βάση αυτούς τους στόχους διατήρησης. Η οδηγία για τους οικοτόπους ενθαρρύνει την πραγματοποίηση σχεδίων διαχείρισης Natura 2000 σε στενή συνεργασία με ενδιαφερόμενα μέρη σε τοπικό επίπεδο. Παρόλο που δεν είναι υποχρεωτικά, αυτά τα σχέδια μπορούν να αποτελέσουν χρήσιμη πηγή πληροφοριών σχετικά με τα είδη και τους τύπους οικοτόπων για τα οποία έχει οριστεί ο τόπος, οι στόχοι διατήρησης του τόπου και η σχέση με άλλες χρήσεις γης της περιοχής.

Σύμφωνα με το έγγραφο καθοδήγησης της Επιτροπής με τίτλο «Διαχείριση των περιοχών του δικτύου Natura 2000 - Οι διατάξεις του άρθρου 6 της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για τα ενδιαίτηματα» και του εγγράφου καθοδήγησης της Ευρωπαϊκής Έπιτροπής με τίτλο «Assessment of plans and projects in relation with Natura 2000 sites. Methodological guidance on the provisions of Article 6(3) and (4) of the Habitats Directive 92/43/EEC» **η οδηγία για τους οικοτόπους δεν αποκλείει εκ των προτέρων την υλοποίηση έργων αιολικών πάρκων εντός ή πλησίον τόπων Natura 2000.** Αυτά τα έργα πρέπει να αξιολογούνται ανά περίπτωση.

Το άρθρο 6 παράγραφοι 3 και 4 που φαίνεται στο πλαίσιο 1, θέτει μια διαδικασία εκτίμησης και αδειοδότησης που οφείλει να ακολουθείται κατά την εξέταση σχεδίων ή έργων που θα μπορούσαν να έχουν αρνητικές επιπτώσεις σε έναν ή περισσότερους τόπους Natura 2000. Αυτή η διαδικασία δεν εφαρμόζεται μόνο στα σχέδια ή τα έργα εντός ενός τόπου Natura 2000, αλλά και στα σχέδια που πραγματοποιούνται εκτός του τόπου, αλλά έχουν σημαντικές δυνητικές επιπτώσεις σε αυτόν. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας αδειοδότησης ενός σχεδίου ή έργου, οι αρμόδιες εθνικές αρχές πρέπει να εξασφαλίζουν ότι η εκτίμηση των σημαντικών επιπτώσεων που προκύπτουν από σχέδια ή έργα αιολικής ενέργειας έχει διενεργηθεί δεόντως. Υπάρχουν τρία βασικά στάδια:

- **Πρώτο στάδιο: έλεγχος**, προκειμένου να διαπιστωθεί αν το σχέδιο ή έργο είναι άμεσα συνδεδεμένο ή αναγκαίο για τη διαχείριση του τόπου Natura 2000 και σε περίπτωση που δεν είναι, αν είναι πιθανό να επηρεάσει σε μεγάλο βαθμό τον τόπο.
- **Δεύτερο στάδιο: δέουσα εκτίμηση** των επιπτώσεων στον τόπο, λαμβάνοντας υπόψη τους στόχους διατήρησής του. Σε αυτό το στάδιο οφείλει να επισημάνεται αν μπορεί να διαπιστωθεί ότι το έργο ή το σχέδιο δεν θα επηρεάσει την ακεραιότητα του τόπου Natura 2000, είτε μεμονωμένα είτε σε συνδυασμό με άλλα έργα ή σχέδια, λαμβανομένων υπόψη πιθανών μέτρων μετριασμού.
- **Τρίτο στάδιο: παρεκκλίσεις από το άρθρο 6 παράγραφος 3 υπό ορισμένες προϋποθέσεις.** Το τρίτο στάδιο διέπεται από το άρθρο 6 παράγραφος 4 και ενεργοποιείται αν, παρά τα αρνητικά συμπεράσματα της εκτίμησης, προτείνεται να μην απορριφθεί ένα σχέδιο ή έργο αλλά να εξεταστεί περαιτέρω. Σε αυτήν την περίπτωση, το άρθρο 6 παράγραφος 4 επιτρέπει παρεκκλίσεις από το άρθρο 6 παράγραφος 3 υπό ορισμένες προϋποθέσεις, οι οποίες περιλαμβάνουν την αποδεδειγμένη έλλειψη εναλλακτικών λύσεων και την ύπαρξη επιτακτικών λόγων σημαντικού δημοσίου συμφέροντος για την πραγματοποίηση του έργου. Αυτό απαιτεί τη λήψη επαρκών αντισταθμιστικών μέτρων για την εξασφάλιση της συνολικής συνοχής του δικτύου Natura 2000.

Κάθε στάδιο επηρεάζεται από το προηγούμενο. Επομένως, είναι σημαντικό τα στάδια να πραγματοποιούνται με τη σωστή σειρά ώστε να εξασφαλίζεται η ορθή εφαρμογή του άρθρου 6 παράγραφοι 3 και 4. Στην εικόνα 9 παρουσιάζεται ένα απλουστευμένο διάγραμμα ροής αυτής της διαδικασίας.

Πλαίσιο 1: Άρθρο 6 παράγραφοι 3 και 4 της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για τους οικοτόπους

Άρθρο 6 παράγραφος 3. Κάθε σχέδιο, μη άμεσα συνδεδεμένο ή αναγκαίο για τη διαχείριση του τόπου, το οποίο όμως είναι δυνατόν να επηρεάζει σημαντικά τον εν λόγω τόπο, καθ' αυτό ή από κοινού με άλλα σχέδια, εκτιμάται δεόντως ως προς τις επιπτώσεις του στον τόπο, λαμβανομένων υπόψη των στόχων διατήρησής του. Βάσει των συμπερασμάτων της εκτίμησης των επιπτώσεων στον τόπο και εξαιρουμένης της περίπτωσης των διατάξεων της παραγράφου 4, οι αρμόδιες εθνικές αρχές συμφωνούν για το οικείο σχέδιο μόνον αφού βεβαιωθούν ότι δεν θα παραβιάσει την ακεραιότητα του τόπου περί του οποίου πρόκειται και, ενδεχομένως, αφού εκφρασθεί πρώτα η δημόσια γνώμη.

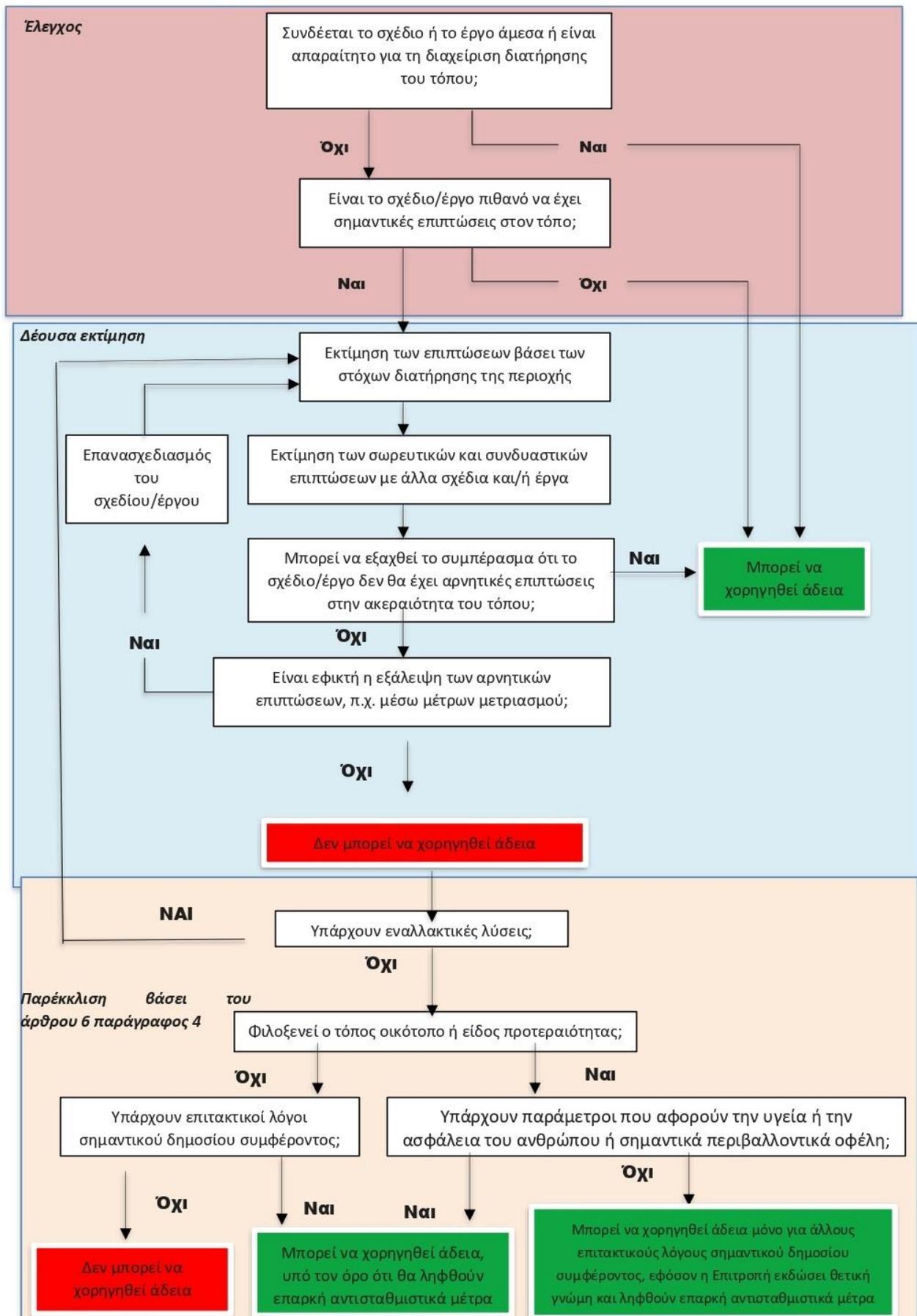
Άρθρο 6 παράγραφος 4. Εάν, παρά τα αρνητικά συμπεράσματα της εκτίμησης των επιπτώσεων και ελλείψει εναλλακτικών λύσεων, ένα σχέδιο πρέπει να πραγματοποιηθεί για άλλους επιτακτικούς λόγους σημαντικού δημοσίου συμφέροντος, συμπεριλαμβανομένων λόγων κοινωνικής ή οικονομικής φύσεως, το κράτος μέλος λαμβάνει κάθε αναγκαίο αντισταθμιστικό μέτρο, ώστε να εξασφαλισθεί η προστασία της συνολικής συνοχής του Natura 2000. Το κράτος μέλος ενημερώνει την Επιτροπή σχετικά με τα αντισταθμιστικά μέτρα που έλαβε. Όταν ο τόπος περί του οποίου πρόκειται είναι τόπος όπου ευρίσκονται ένας τύπος φυσικού οικοτόπου προτεραιότητας ή/και ένα είδος προτεραιότητας, είναι δυνατόν να προβληθούν μόνον επιχειρήματα σχετικά με την υγεία ανθρώπων και τη δημόσια ασφάλεια ή σχετικά με θετικές συνέπειες πρωταρχικής σημασίας για το περιβάλλον, ή, κατόπιν γνωμοδότησεως της Επιτροπής, άλλοι επιτακτικοί σημαντικοί λόγοι σημαντικού δημοσίου συμφέροντος.

Εικόνα 9: Άρθρο 6 παράγραφοι 3 και 4 της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για τους οικοτόπους (Πηγή: Ευρωπαϊκή Επιτροπή)

Αξίζει να αναφερθεί πως η χωροθέτηση ΑΣΠΗΕ επιτρέπεται εντός των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της ορνιθοπανίδας της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ αρκεί η μελέτη εγκατάστασης να συνοδεύεται από ειδική ορνιθολογική μελέτη (ΦΕΚ 2464/Β/03.12.2008, άρθρο 6 παρ.3), όταν οι ανεμογεννήτριες από το σύνολο των οικολογικών οργανώσεων χαρακτηρίζονται ως ιδιαίτερα επιβλαβείς για την ορνιθοπανίδα (Μπακούρος, 2021).

Με το 3851/2010 (ΦΕΚ Α 85/4-6-2010, άρθρο 8) «Επιτάχυνση της ανάπτυξης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής και άλλες διατάξεις σε θέματα αρμοδιότητας του Υπουργείου Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής», σύμφωνα με το άρθρο 8 η ανάπτυξη ΑΣΠΗΕ χαρακτηρίζεται «μέσο για την προστασία του κλίματος», και εφόσον με τους όρους και τις προϋποθέσεις που θα καθορίζονται στα πλαίσια της έγκρισης περιβαλλοντικών όρων του σταθμού, διασφαλίζεται η διατήρηση του προστατευόμενου αντικειμένου των περιοχών μπορούν να κατασκευαστούν σταθμοί ΑΠΕ και σε οικοτόπων προτεραιότητας που έχουν ενταχθεί στο δίκτυο Natura 2000. Ακόμα, με το νόμο 4014/2011 (ΦΕΚ Α'209/21.9.2011, άρθρο 10)¹² που αφορά την «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος» εάν ένα έργο χαρακτηριστεί

σημαντικού δημόσιου συμφέροντος, περιλαμβανομένων λόγων κοινωνικής ή οικονομικής φύσεως, μπορεί να εγκατασταθεί σε περιοχή Natura 2000 αρκεί να λαμβάνεται υπόψη κάθε αναγκαίο αντισταθμιστικό μέτρο ώστε να εξασφαλισθεί η προστασία της συνολικής συνοχής των περιοχών του δικτύου Natura 2000 όπως προβλέπει η εκάστοτε ΜΠΕ και Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) (Μπακούρος, 2021).



Εικόνα 10: Διάγραμμα ροής της διαδικασίας βάσει του άρθρου 6 παράγραφοι 3 και 4 (με βάση τον μεθοδολογικό οδηγό της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, **Πηγή:** https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/wind_farms_el.pdf)

3. ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000

Στο παρόν κεφάλαιο μελετάται η χωρική κατανομή αιολικών πάρκων σε περιοχές που βρίσκονται στο δίκτυο Natura 2000 και παρουσιάζονται ορισμένοι δείκτες που προκύπτουν με βάση την ισχύ των αιολικών πάρκων, την ύπαρξη περιοχής Natura αλλά και το είδος της προστατευόμενης περιοχής.

Η διατήρηση της βιοποικιλότητας είναι ιδιαίτερης σημασίας για τον ελλαδικό χώρο, καθώς ο ίδιος ανήκει στα μεγαλύτερα κέντρα βιοποικιλότητας παγκοσμίως, με 5.855 είδη χλωρίδας το 15,6%, από αυτά ενδημικά και 27.000 είδη χλωρίδας το 17,1%, από αυτά 48 ενδημικά και ένα σημαντικό αριθμό οικοσυστημάτων υψηλής οικολογικής αξίας (Μαραγκού 2012). Ενδεικτικά, το δίκτυο οικοτόπων που εντάσσονται στο καθεστώς Natura 2000 καλύπτει περίπου το 28% της χερσαίας έκτασης της χώρας (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, 2020).

3.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την πραγματοποίηση της ανάλυσης κατανομής αιολικών πάρκων σε περιοχές Natura 2000, κατασκευάστηκαν συγκεκριμένοι χάρτες με την βοήθεια των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών ArcMap 10.8 του ArcGis (της εταιρείας ERSI).

Στο πρόγραμμα εισήχθησαν και επεξεργάστηκαν τα χωρικά μεταδεδομένα που αφορούν τις περιοχές Natura 2000 της Ευρώπης, τα οποία περιορίστηκαν σε Ελληνικό επίπεδο και χωρίστηκαν σε Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ), Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ) και περιοχές ταύτισης ΖΕΠ και ΤΚΣ, ανάλογα με το καθεστώς προστασίας της κάθε περιοχής. Τα χωρικά μεταδεδομένα ανακτήθηκαν από την Επίσημη Ιστοσελίδα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος με βάση την τελευταία ενημέρωση της ιστοσελίδας στις 23-07-2021.

Στη συνέχεια, προστέθηκαν τα χωρικά μεταδεδομένα των αιολικών πάρκων με άδεια λειτουργίας στον Ελλαδικό χώρο και προσαρμόστηκε το μέγεθος των ανεμογεννητριών, ανάλογα με την παραγόμενη αιολική ισχύ της κάθε μιας. Τα μεταδεδομένα ανακτήθηκαν από την Επίσημη Ιστοσελίδα Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), με βάση την τελευταία ενημέρωση της ιστοσελίδας.

Τέλος, για να προσδιοριστεί η θέση τόσο των αιολικών πάρκων όσο και των περιοχών Natura, προστέθηκαν τα όρια νομών και περιφερειών της Ελλάδας. Τα μεταδεδομένα ανακτήθηκαν από την Επίσημη Ιστοσελίδα της Ελληνικής Στατιστικής Αρχής ΕΛΣΤΑΤ.

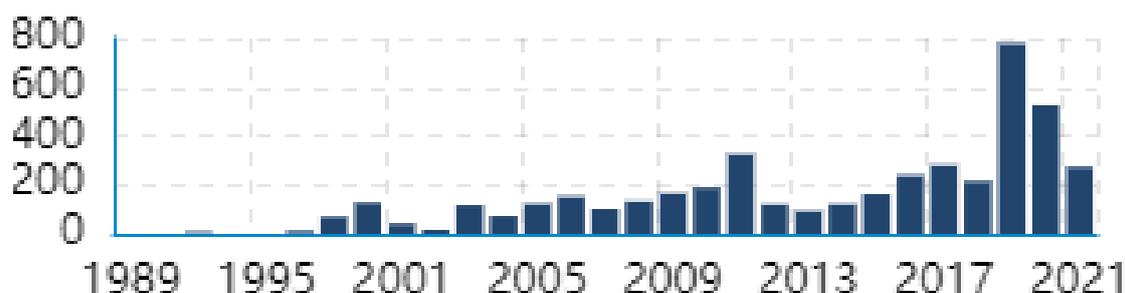
3.2. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Στον Ελλαδικό χώρο μία κατάλληλα τοποθετημένη εγκατάσταση αιολικού πάρκου αποτελεί κερδοφόρα επένδυση και η ετήσια παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από τον άνεμο έχει αυξηθεί ραγδαία από το 2000 μέχρι και σήμερα.



Διάγραμμα 1: Ετήσια Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από τον άνεμο σε TWh (Πηγή: Our World in Data)

Σύμφωνα με την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ), μέχρι και το τέλος του Ιουνίου του 2021, η συνολική εγκατεστημένη αιολική ισχύς έφτασε τα 4374 MW, μεγαλύτερη απόδοση ισχύος 260,5 MW ή 6,3% αύξηση από το 2020, ενώ ο εκτιμώμενος στόχος για το 2030 φτάνει τα 10.000 MW. Στο διάγραμμα 3, φαίνεται η νέα αιολική ισχύς ανά έτος από το έτος 1989 μέχρι και το έτος 2021.



Διάγραμμα 2: Νέα Αιολική ισχύς ανά έτος (Πηγή: ΕΛΕΤΑΕΝ)

Στον Χάρτη 1, φαίνεται παραστατικά η χωρική κατανομή της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος στον Ελλαδικό χώρο, από ανοιχτό σε σκούρο πράσινο ανάλογο με την ποσότητα της αιολικής ισχύος ανά περιοχή. Πρώτη περιοχή στα στατιστικά της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος ανά περιοχή σε MW είναι η περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας με 1775 MW (ή 41%), ακολουθημένη από την Πελοπόννησο και την Κεντρική Μακεδονία και Θράκης με 619 MW (ή 14%) και 490 MW (ή 11%) αντίστοιχα.



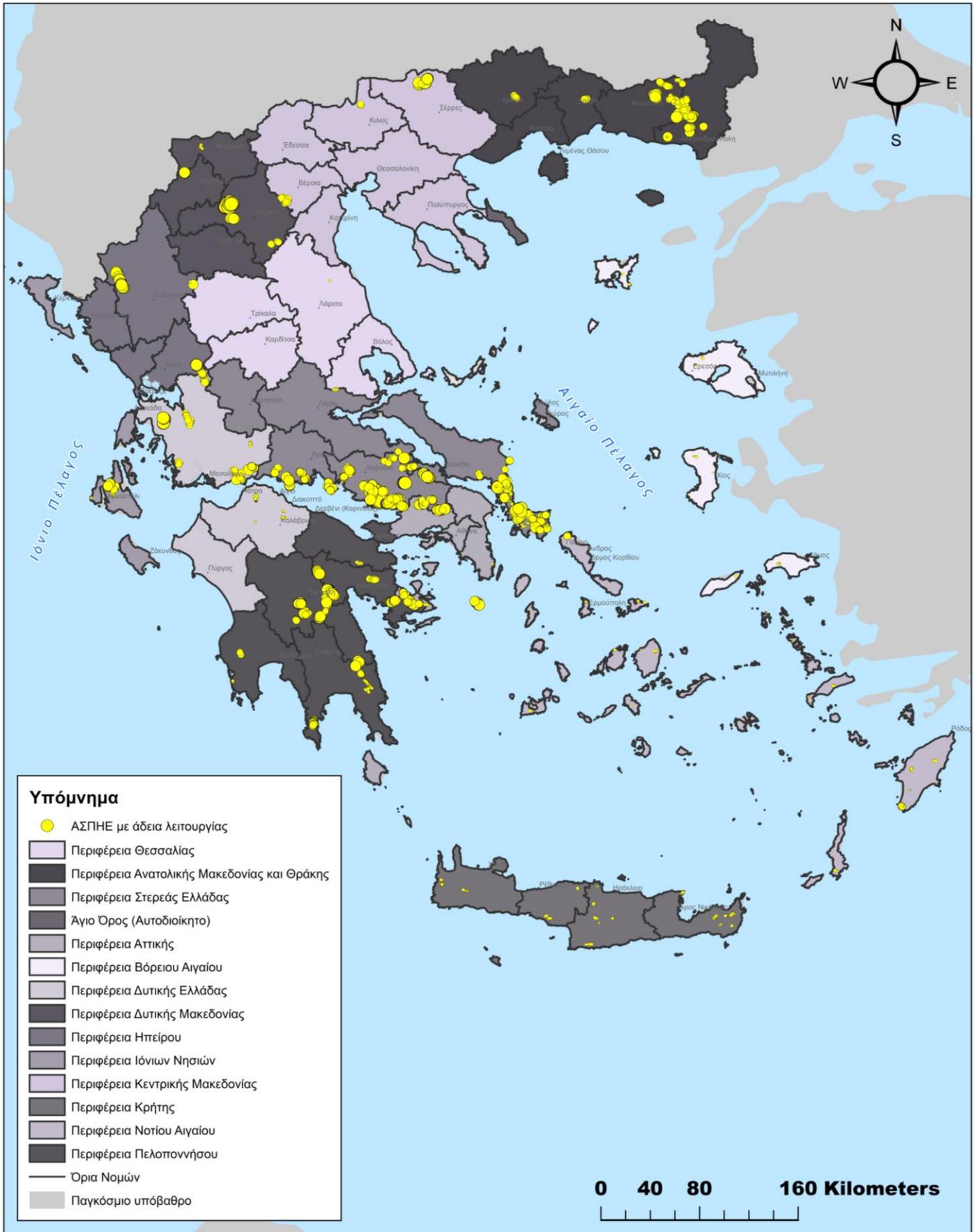
Χάρτης 1: Χάρτης Χωρικής Κατανομής της Αιολικής Ικανότητας (Πηγή: <https://eletaen.gr/wp-content/uploads/2021/07/2021-07-21-H1-HWEA-Statistics-Greece-.pdf>)

Σε ανοιχτή συζήτηση μεταξύ του γενικού Γραμματέα Περιβάλλοντος και των εκπρόσωπων της Greenpeace, του Green Bird Society και του Δικτύου Πολιτών τονίστηκε το γεγονός ότι η Ελλάδα διαθέτει ισχυρό και συμβατικό με την νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης νομοθετικό πλαίσιο όσο αναφορά την περιβαλλοντική αδειοδότηση των επενδύσεων, μέρος της οποίας αποτελεί το χωρικό πλαίσιο ΑΠΕ που έχει εγκριθεί από το Συμβούλιο της Επικρατείας. Σύμφωνα με αυτό, η Ελλάδα δικαιούται επιδοτήσεις για την ανάκαμψη της ΕΕ και την αντιμετώπιση των επιπτώσεων της παγκόσμιας πανδημίας, μέρος των οποίων θα διατεθεί για την ανάπτυξη της πράσινης ενέργειας.

Πιο συγκεκριμένα, στον Χάρτη 2, που ακολουθεί, φαίνονται με κίτρινο χρώμα τα αιολικά πάρκα με άδεια λειτουργίας του Ελλαδικού χώρου, δηλαδή τα πάρκα στα οποία έχει ολοκληρωθεί προσωρινή σύνδεση του πάρκου για δοκιμαστική λειτουργία και έχει πραγματοποιηθεί έλεγχος της διασφάλισης των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού του. Η άδεια λειτουργίας διαρκεί τουλάχιστον 20 χρόνια και έχει την δυνατότητα ανανέωσης μέχρι και ίσο χρονικό διάστημα. Η αιολική ισχύς των αιολικών πάρκων είναι ανάλογη του μεγέθους του κίτρινου χρώματος. Αξίζει να αναφερθεί πως σε περιπτώσεις αιολικών πάρκων με εγκατεστημένη ισχύ μικρότερη ή ίση με 100 KW δεν απαιτείται έκδοση άδειας λειτουργίας ούτε και περίοδος δοκιμαστικής λειτουργίας.

Ο συνολικός αριθμός των ανεμογεννητριών φτάνει τις 2.720. Συνδυαστικά με τον χάρτη 1, δικαιολογείται η ύπαρξη μεγαλύτερου αιολικού δυναμικού καθώς στις περιφέρειες Στερεάς Ελλάδας, Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, και Πελοποννήσου παρατηρείται συχνή παρουσία ανεμογεννητριών σε σχετικά μεγαλύτερο μέγεθος από τις υπόλοιπες περιοχές του ελλαδικού χώρου.

Χάρτης Λειτουργικών ΑΣΠΗΕ της Ελλάδας



Χάρτης 2: Χάρτης με τα εν λειτουργία αιολικά πάρκα στον Ελλαδικό χώρο (ιδία επεξεργασία)

3.3. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ NATURA 2000 ΣΤΟΝ ΕΛΛΑΔΙΚΟ ΧΩΡΟ

Σύμφωνα με το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή, το Natura 2000 αποτελεί ένα οικολογικό δίκτυο προστατευόμενων περιοχών που δημιουργήθηκε το 1992, για να εξασφαλιστεί η μακροπρόθεσμη επιβίωση των πιο πολύτιμων και απειλούμενων ειδών, ενδιαιτημάτων και οικοτόπων της Ευρώπης. Αποτελεί ένα οικολογικό σύνολο χερσαίων και θαλάσσιων προστατευόμενων περιοχών που λειτουργεί με κοινούς ευρωπαϊκούς κανόνες προκειμένου να αποφεύγεται η υποβάθμιση και η σημαντική όχληση καθώς και να εφαρμόζεται η δέουσα εκτίμηση των επιπτώσεων, σχεδίων έργων και δραστηριοτήτων. Αποτελεί ένα δίκτυο το οποίο χρειάζεται η Ευρώπη στην προκειμένη κατάσταση, καθώς η βιοποικιλότητα της συνεχώς μειώνεται, κυρίως λόγω της παγκόσμιας αλλαγής εξαιτίας της μεσολάβησης του ανθρώπου. Η διαμόρφωση και η λειτουργία του δικτύου βασίζεται στις δύο Οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Φύση:

- Η Οδηγία για τα Άγρια Πτηνά του 1979 (2009/147/EK, πρώην 79/409/EK) που θεσμοθετήθηκε με σκοπό την προστασία, τη διατήρηση και τη ρύθμιση της εκμετάλλευσης όλων των άγριων πτηνών στην Ε.Ε., καθώς και περιοχών που είναι σημαντικές γι' αυτά.
- Η Οδηγία για τους Οικοτόπους του 1992 (92/43/ΕΟΚ), προστατεύει τη βιοποικιλότητα στην Ε.Ε., μέσω της διατήρησης των φυσικών τύπων οικοτόπων και των αυτόχθονων ειδών φυτών και ζώων που αναφέρονται στα Παραρτήματά της.

Το δίκτυο Natura 2000 στην Ελλάδα, αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών:

- Τις **Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ-SPA)** για την ορνιθοπανίδα, όπως ορίζονται στην οδηγία 79/409/EK «για την διατήρηση των άγριων πτηνών»
- Τους «**Τύπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ-SCI)**», όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Για τον προσδιορισμό των ΤΚΣ λαμβάνονται υπόψη οι τύποι οικοτόπων (οικοσυστημάτων) και τα είδη των Παραρτημάτων I και II της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ, καθώς και τα κριτήρια του Παραρτήματος III αυτής.

Όσο αναφορά τις ΖΕΠ, κάθε χώρα μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι υποχρεωμένη να οργανώσει μια λίστα με τα καταλληλότερα εδάφη, σε επιφάνεια και αριθμό, για την προστασία των ειδών που περιέχονται στο παράρτημα I, στην οδηγία 79/409/EK «για την διατήρηση των άγριων πτηνών», καθώς και των μεταναστευτικών ειδών.

Σχετικά με την οδηγία για τους ΤΚΣ, τα Κράτη Μέλη οφείλουν να ορίσουν τις περιοχές που είναι αναγκαίες για διατήρηση ή ενδεχομένως την αποκατάσταση σε ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης, των τύπων φυσικών οικοτόπων του Παραρτήματος Ι και των οικοτόπων των οικείων ειδών που περιλαμβάνονται στο παράρτημα ΙΙ της εν λόγω οδηγίας.

Στη συνέχεια, οι λίστες υποβάλλονται στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, και με την βοήθεια του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος (ΕΟΠ), ελέγχονται και αξιολογούνται όσο αναφορά την συμβολή τους στην κατάσταση διατήρησης κάθε τύπου οικοτόπου και κάθε είδους στο συγκεκριμένο βιογεωγραφικό επίπεδο. Μετά τον έλεγχο και την διαδικασία επιλογής σε Ευρωπαϊκό Επίπεδο, εντάσσονται στο δίκτυο Natura 2000.

Πιο συγκεκριμένα, οι ΖΕΠ, μετά τον χαρακτηρισμό τους από τα Κράτη Μέλη, εντάσσονται αυτόματα στο δίκτυο Natura 2000, και η διαχείρισή τους ακολουθεί τις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΚ και τις διατάξεις του άρθρου 4 της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ. Αντίθετα, για την ένταξη των ΤΚΣ πραγματοποιείται επιστημονική αξιολόγηση και διαπραγμάτευση μεταξύ των Κρατών Μελών και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, σύμφωνα με τα αποτελέσματα των κατά οικολογική ενότητα Βιογεωγραφικών Σεμιναρίων. Οι ΤΚΣ υπόκεινται στις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Με την οριστικοποίηση του καταλόγου των ΤΚΣ, τα Κράτη Μέλη οφείλουν να κηρύξουν τις περιοχές αυτές ως «Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ)» μέσα σε έξι χρόνια και να καθορίσουν τις προτεραιότητες για την διατήρηση σε ικανοποιητική κατάσταση των τύπων οικοτόπων και ειδών κοινοτικού ενδιαφέροντος εντός αυτών. Οι ΕΖΔ υπόκεινται στις διατάξεις του άρθρου 6 παρ. 1, 2, 3, 4 της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ.

Ακόμα, σύμφωνα με την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία, θεσπίζονται οι Σημαντικές Περιοχές για τα Πτηνά (ΣΠΠ), οι οποίες αποτελούν ένα διεθνές δίκτυο περιοχών, ζωτικής σημασίας, για τη διατήρηση απειλούμενων ειδών σε παγκόσμιο επίπεδο, ενδημικών ειδών ή ειδών πουλιών που εξαρτώνται από τους συγκεκριμένους βιοτόπους για την επιβίωσή τους. Το δίκτυο αυτό φιλοδοξεί να εξασφαλίσει στα πουλιά κατάλληλους και επαρκείς τόπους για αναπαραγωγή, διαχείμαση ή στάση κατά μήκος των μεταναστευτικών διαδρόμων που ακολουθούν. Αυτές οι περιοχές καθορίζονται με βάση επιστημονικά κριτήρια, όχι επικυρωμένες από τους ευρωπαϊκούς και ελληνικούς θεσμούς, αλλά από την ελληνική ορνιθολογική εταιρία.

Στην Ελλάδα υπάρχουν **208** Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά. Στη χαρτογράφηση των ΣΠΠ βασίστηκε και η αντίστοιχη των Ζωνών Ειδικής Προστασίας του Δικτύου Natura 2000. Κατά συνέπεια, μεγάλο μέρος των ΣΠΠ της Ελλάδας βρίσκεται εντός περιοχών του Δικτύου Natura 2000.

Ωστόσο, και τα τμήματα των ΣΠΠ που δεν καλύπτονται από το Δίκτυο Natura, επηρεάζονται από το ίδιο καθεστώς προστασίας, όπως αποσαφηνίστηκε το Συμβούλιο της Επικρατείας (αποφάσεις 1542/2017 και 1938/2019).

Σκοπός του δικτύου, τα κράτη-μέλη να διασφαλίζουν ότι δεν υποβαθμίζονται οι οικοτόποι και δεν πραγματοποιείται όχληση ειδών σε αυτές τις περιοχές, να θεσπίζουν μέτρα προστασίας και διαχείρισης και να παρακολουθούν την κατάσταση των προστατευόμενων ειδών και οικοτόπων. Μία από τις σημαντικές διατάξεις της Οδηγίας αποτελεί το γεγονός ότι επιτρέπεται η υλοποίηση ενός έργου εντός περιοχής Natura μόνο εφόσον υπάρχει βεβαιότητα ότι το έργο δεν θα παραβλέψει την ακεραιότητα του οικοτόπου. Αν υπάρχουν επικυρωμένες αμφιβολίες, το έργο δεν επιτρέπεται να υλοποιηθεί. Αυτό σημαίνει ότι στις περιοχές Natura αποκλείονται οικονομικές δραστηριότητες με «βαρύ» περιβαλλοντικό κόστος. Αντίθετα, οι ήπιες δραστηριότητες (γεωργία, κτηνοτροφία, αναψυχή κ.λπ.) μπορούν με απλές ρυθμίσεις να είναι πλήρως συμβατές με τις περιοχές Natura.

Η **συνολική έκταση** του Ελληνικού δικτύου Natura 2000 σύμφωνα με την ΕΛΕΤΑΕΝ και τα δεδομένα του χάρτη 3, φτάνει τα **4.294,205 ha** και καλύπτει το **27,2%** της Ελληνικής χερσαίας έκτασης και το **6,1%** της θαλάσσιας. Ακόμα, η έκταση του αντιστοιχεί στο **4,5%** της συνολικής έκτασης του ευρωπαϊκού δικτύου γεγονός που καθιστά την Ελλάδα στην δέκατη θέση των 27 κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής ένωσης. Ο μέσος όρος της χερσαίας Ελληνικής έκτασης που ανήκει στο δίκτυο είναι **17,5%**, γεγονός που καθιστά την Ελλάδα στην Έκτη θέση μεταξύ των 27 κρατών-μελών, μετά την Σλοβενία, την Βουλγαρία, την Σλοβακία, την Κύπρο και την Ισπανία.

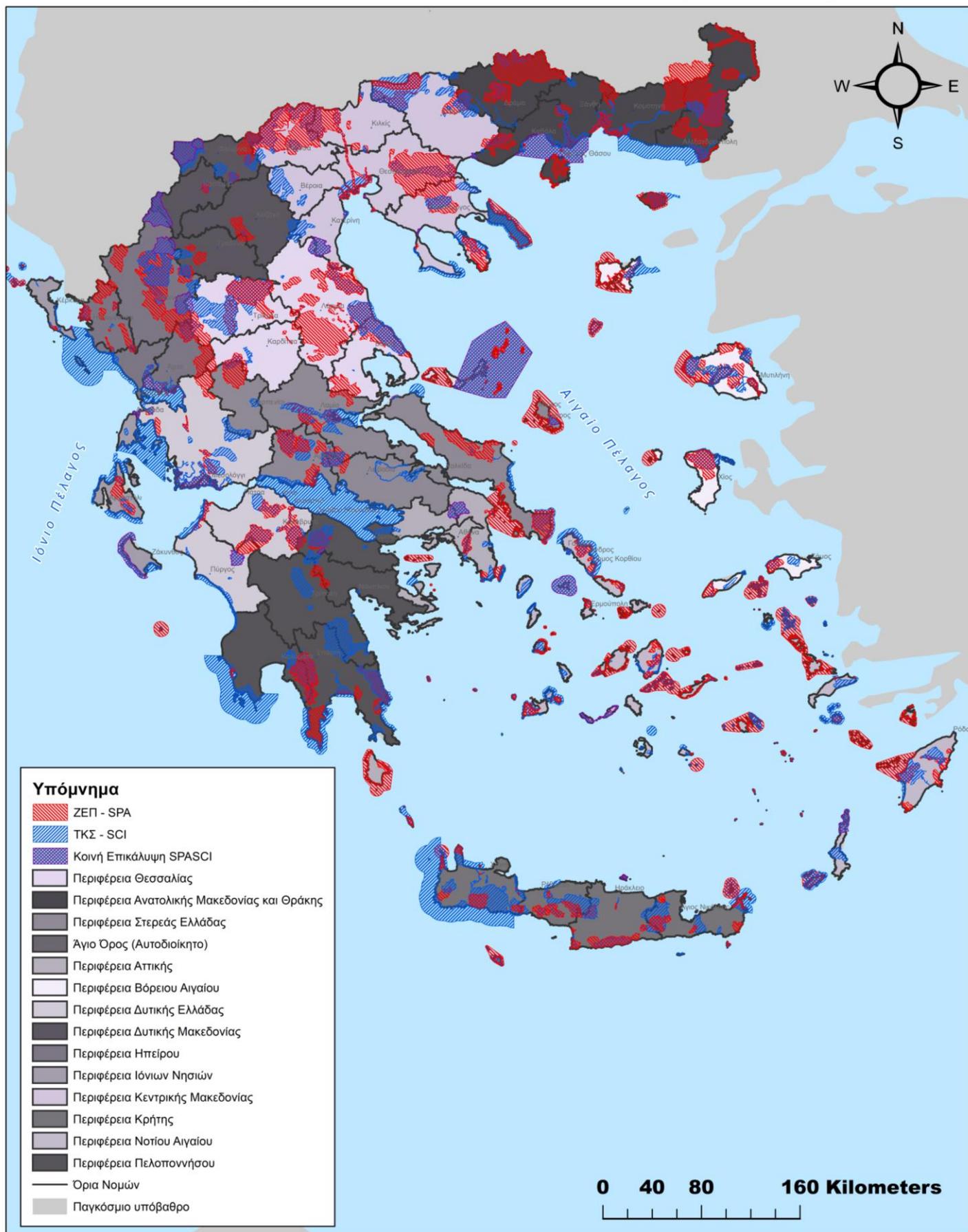
Σήμερα, βάσει του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Υγείας, το Ελληνικό δίκτυο Natura 2000, περιλαμβάνει **419** περιοχές, από τις οποίες οι **241** αποτελούν Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ ή SCI) ή Ειδικές Ζώνες Διατήρησης (ΕΖΔ) και **202** Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ ή SPA) ενώ **24** περιοχές είναι ταύτισης ΤΚΣ-ΖΕΠ.

Η έκταση των **ΤΚΣ-SCI** φτάνει τα **2.807,512 ha**, τα οποία καλύπτουν το **16,3%** της Ελληνικής χερσαίας έκτασης και το **5,7%** της θαλάσσιας.

Η έκταση των **ΖΕΠ-SPA** φτάνει τα **2.952,476 ha**, τα οποία καλύπτουν το **21,1%** της Ελληνικής χερσαίας έκτασης και το **1,4%** της θαλάσσιας.

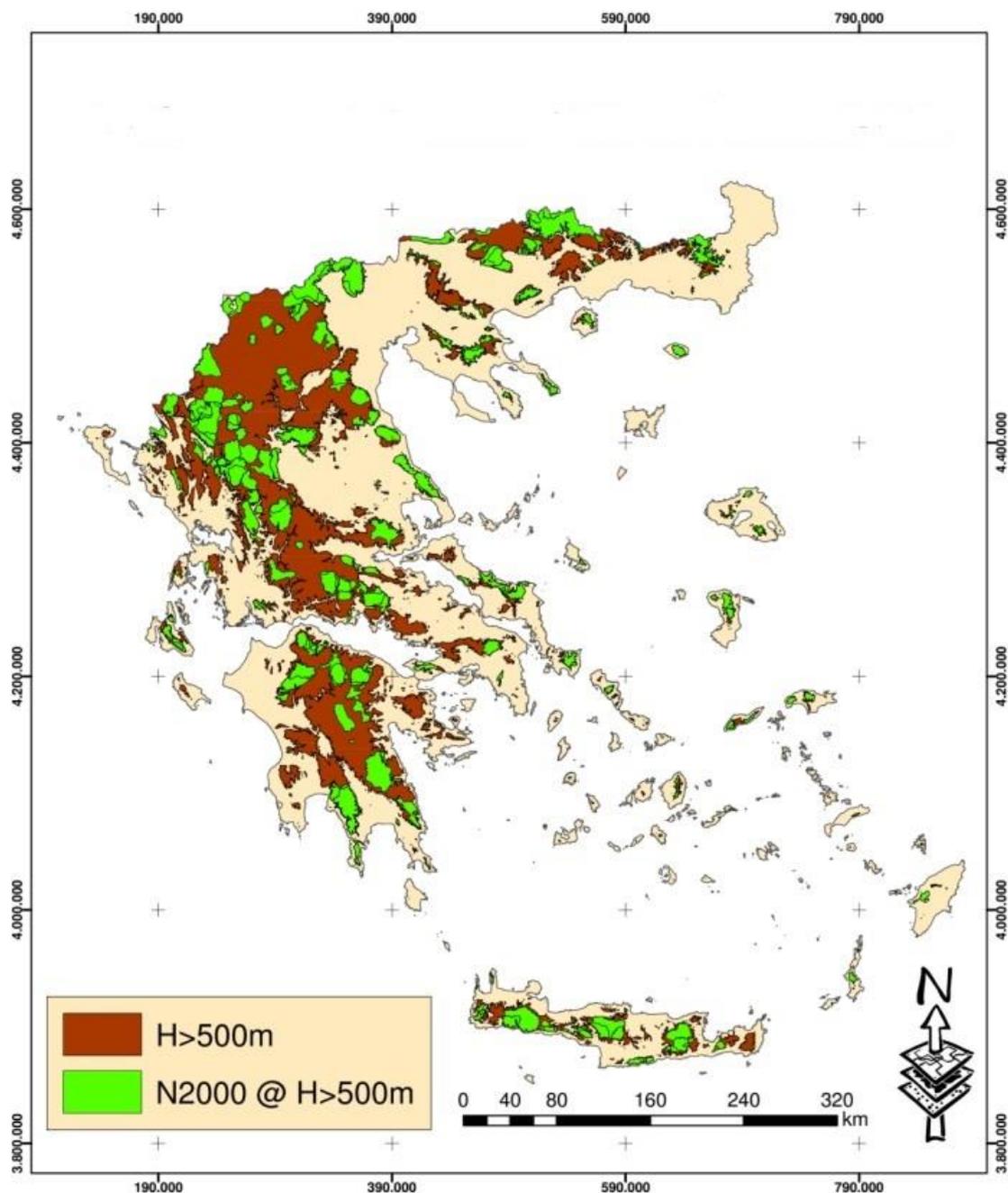
Στον χάρτη 3, φαίνονται παραστατικά οι περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000. Πιο συγκεκριμένα, με μπλε διαγράμμιση φαίνονται οι Τόποι Κοινοτικής Σημασίας (SCI), ενώ με κόκκινη διαγράμμιση οι Ζώνες Ειδικής Προστασίας (SPA). Με μπλε και κόκκινη διαγράμμιση ταυτόχρονα παρουσιάζονται περιοχές ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ (SPASCI).

Χάρτης Περιοχών Natura 2000 της Ελλάδας



Χάρτης 3: Χάρτης με τις περιοχές Natura 2000 στον Ελλαδικό χώρο (ιδία επεξεργασία)

Στον χάρτη 4, φαίνονται παραστατικά οι περιοχές της Ελλάδας που βρίσκονται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500μ. με καφέ χρώμα ενώ με πράσινο χρώμα οι περιοχές Natura σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500μ. Διακρίνεται πως, η πλειοψηφία των προστατευόμενων περιοχών βρίσκεται σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500 μέτρων. Συμπερασματικά, η ύπαρξη μεγαλύτερου υψόμετρου αυξάνει την πιθανότητα εμφάνισης προστατευόμενης περιοχής, γεγονός που οφείλεται στα είδη χλωρίδας και πανίδας που φιλοξενεί ή που την διαπερνούν, καθώς η πλειοψηφία των Ελληνικών περιοχών του Δικτύου Natura 2000 είναι μεγάλων εκτάσεων και λόγω της ιδιαίτερης βιοποικιλότητας του ελλαδικού χώρου, οι περιοχές περιλαμβάνουν ποικιλία τύπων οικοτόπων και οικοτόπων ειδών.



Χάρτης 4: Χάρτης με Περιοχές Natura 2000 στον Ελλαδικό χώρο σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 500μ. (Πηγή: ΕΛΕΤΑΕΝ)

Τέλος, η τεχνογνωσία πάνω στον αιολικό τομέα εξελίσσεται και συνεχίζει να βελτιώνεται με αποτέλεσμα η νομοθεσία προωθεί την διασφάλιση υψηλής ποιότητας μελετών για την εγκατάσταση αιολικών πάρκων, που σημαίνει πως οι περιοχές που ανήκουν σε προστατευόμενες ζώνες στο δίκτυο Natura 2000 δεν πρέπει να αποτελούν απαγορευτικές ζώνες για την εγκατάσταση των ίδιων. Εξάλλου, το **αιολικό δυναμικό**, σύμφωνα με την ΕΛΕΤΑΕΝ, εντοπίζεται κυρίως σε ορεινές περιοχές και το **37,1%** της γης σε υψόμετρα άνω των 500μ. αλλά και το **24,5% της εγκατεστημένης αιολικής ισχύος, καλύπτεται από το δίκτυο Natura 2000**. Τα αιολικά πάρκα εφαρμόζοντας, όποτε χρειάζεται, συστήματα σύγχρονων τεχνολογιών όπως ορνιθολογικά ραντάρ, συστήματα βίντεο παρακολούθησης και θερμικές κάμερες, συνδυασμένα με αυτόματες παύσεις ανεμογεννητριών όταν υπάρχει κίνδυνος σύγκρουσης, προστατεύουν τη βιοποικιλότητα και την ορνιθοπανίδα

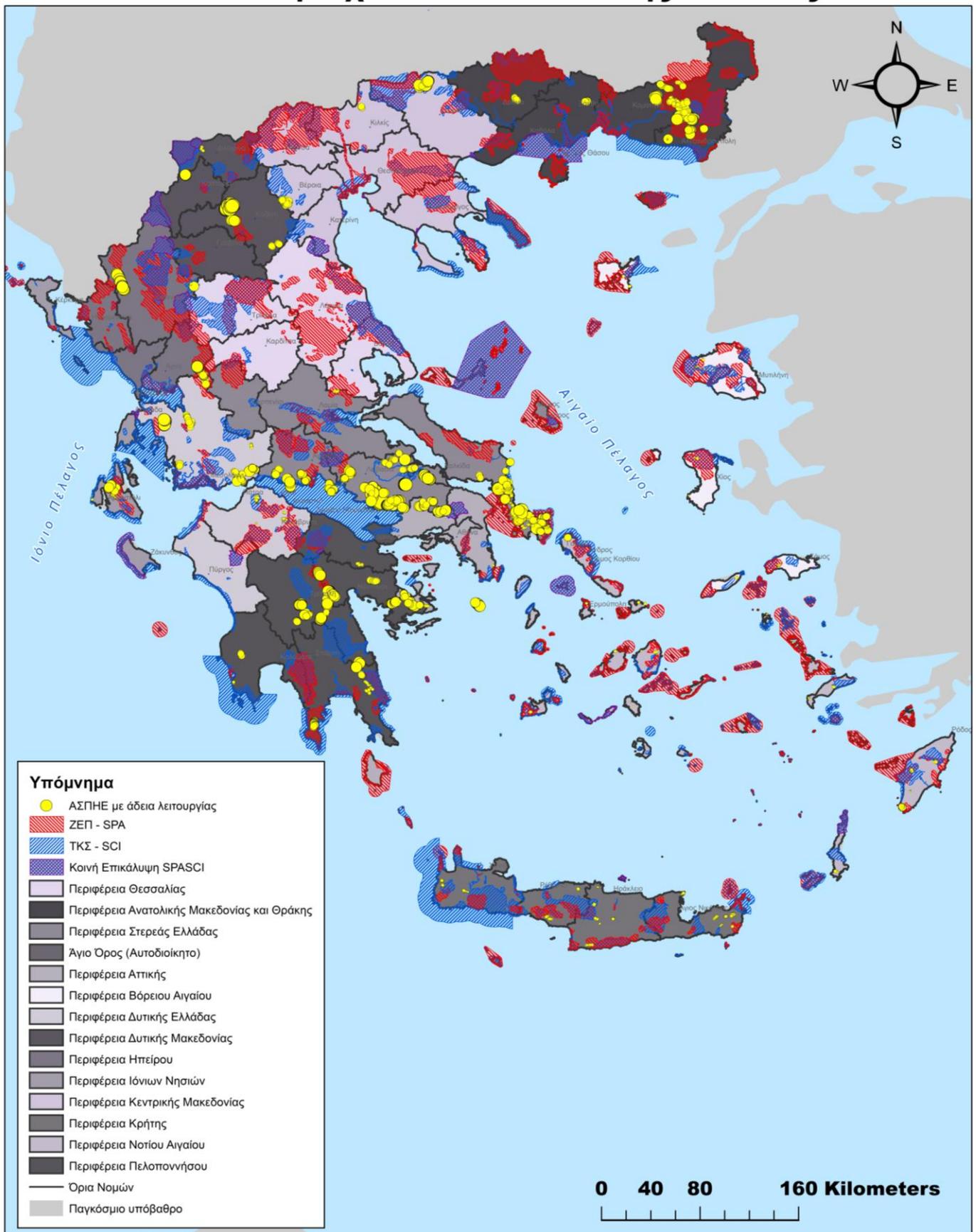


Εικόνα 11: Αιολικό Πάρκο Παναχαϊκού όρους. (Πηγή: ΕΛΕΤΑΕΝ)

3.4. ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΕΣ NATURA 2000

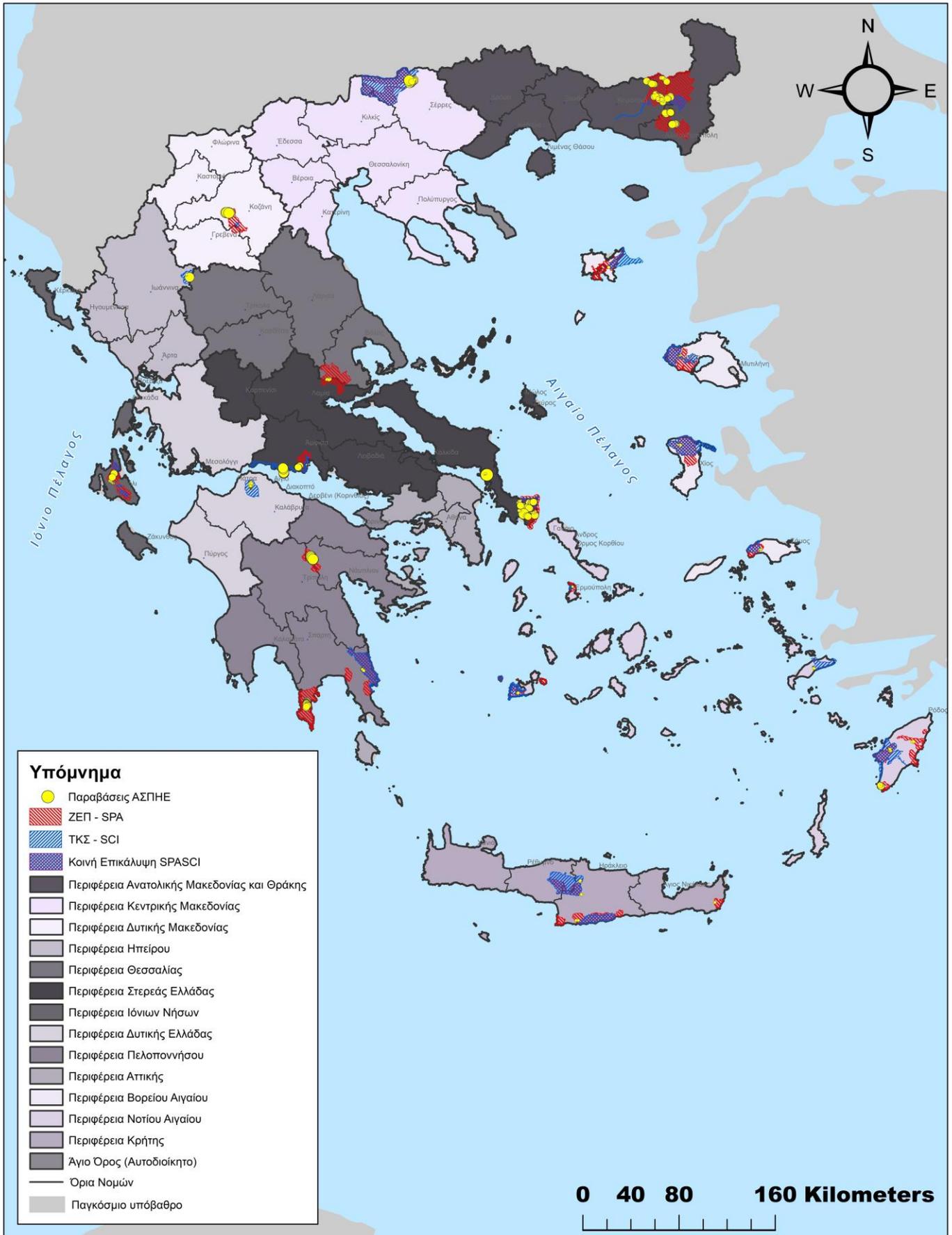
Στον Χάρτη 5, φαίνονται συνδυαστικά τα αιολικά πάρκα και οι περιοχές Natura 2000 του Ελλαδικού Χώρου. Παρατηρείτε πως ΑΣΠΗΕ συναντάμε τόσο σε ΖΕΠ- SPA, ΤΚΣ-SCI όσο και σε ταυτόχρονη κάλυψη SPASCI. Τις περιπτώσεις αυτές θα τις ονομάσουμε «επικαλύψεις», οι οποίες συνολικά αντιστοιχούν στο **26,38%** των αιολικών σταθμών της Ελλάδας και φαίνονται μεμονομένα στον Χάρτη 6. Στην συνέχεια αναλύονται οι περιφέρειες της Ελλάδας με βάση τις «επικαλύψεις» της καθεμιάς.

Χάρτης Λειτουργικών ΑΣΠΗΕ και Περιοχών Natura 2000 της Ελλάδας



Χάρτης 5: Χάρτης με Περιοχές Natura 2000 και Λειτουργικά Βιοσφαιρικά Πάρκα στον Ελλαδικό χώρο (ιδία επεξεργασία)

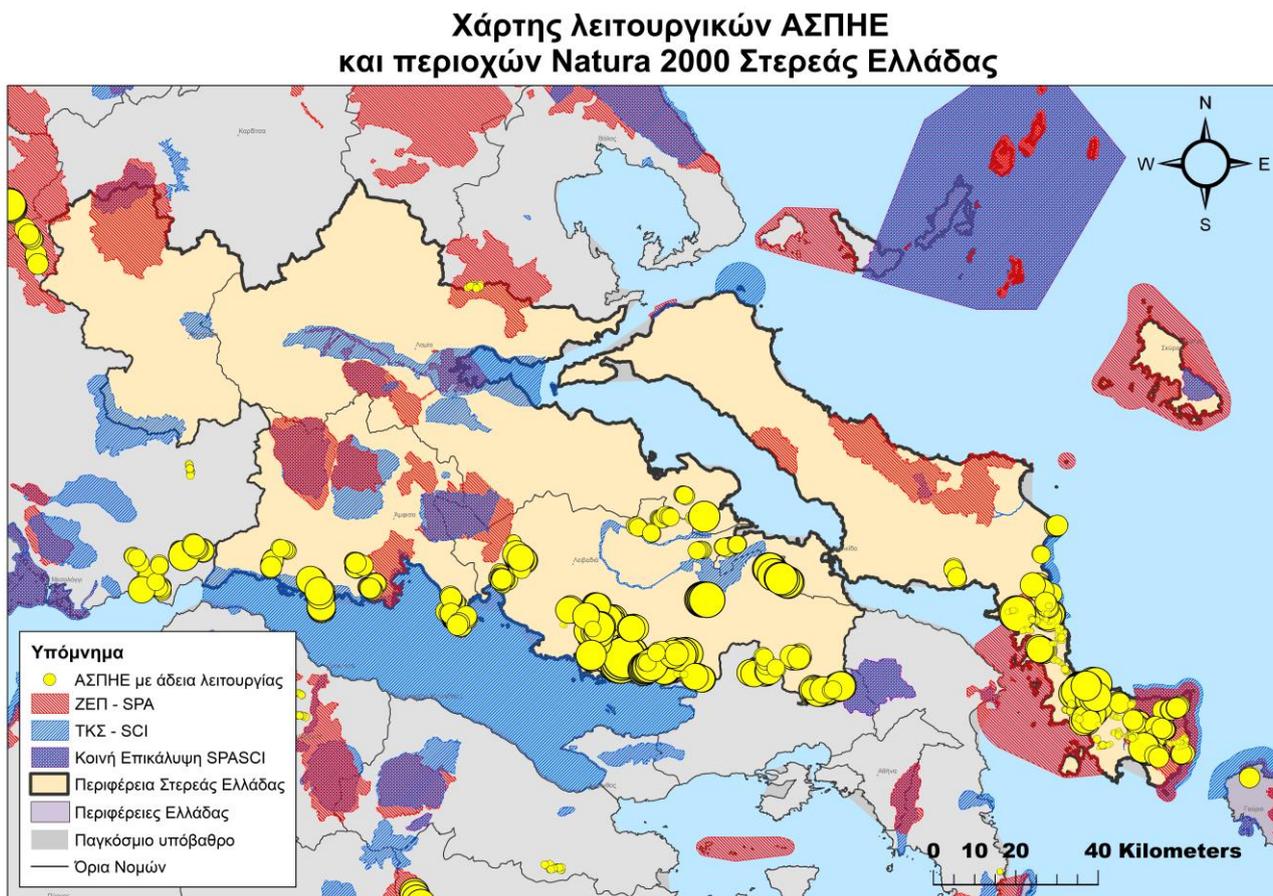
Χάρτης "Επικαλύψεων" ΑΣΠΗΕ και Περιοχών Natura 2000 της Ελλάδας



Χάρτης 6: Χάρτης με Επικαλύψεις ΑΣΠΗΕ σε περιοχές Natura 2000 στον Ελλαδικό Χώρο (ιδία επεξεργασία)

3.4.1. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΗΣ ΝΟΤΙΑΣ ΕΥΒΟΙΑΣ

Η περιφέρεια με τις περισσότερες «επικαλύψεις» αιολικών σταθμών και περιοχών Natura είναι αυτή της Στερεάς Ελλάδας φτάνοντας τις 22 περιπτώσεις, 8 περιπτώσεις ΖΕΠ, 4 περιπτώσεις ΤΚΣ και 10 περιπτώσεις ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ, που αντιστοιχούν περίπου στο 6,38% των αιολικών πάρκων της Ελλάδας και στο 24,18% των συνολικών «επικαλύψεων».



Χάρτης 7: Χάρτης με Περιοχές Natura 2000 και Λειτουργικά Αιολικά Πάρκα στην περιφέρεια Στερεάς Ελλάδας (ιδία επεξεργασία)

Στην περιοχή της Εύβοιας, παρατηρείται ένα από τα μεγαλύτερα αιολικά δυναμικά της χώρας, ενώ παράλληλα χαρακτηρίστηκε σύμφωνα με το ΕΧΠΣΑΑ για τις ΑΠΕ ως ΠΑΠ, γεγονός που αιτιολογεί την χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων από πολύ νωρίς συγκριτικά με τις υπόλοιπες περιοχές της Ελλάδας. Στο σύνολο της φιλοξενεί 411 ανεμογεννήτριες σε 34 διαφορετικά αιολικά πάρκα, ενώ αξίζει να αναφερθεί πως στο νόμο 4014/2011 στηρίχθηκε και η απόφαση του ΣΤΕ 47/2018 που έκρινε νόμιμη την περιβαλλοντική αδειοδότηση ΑΣΠΗΕ σε περιοχή Natura 2000, ύστερα από προσφυγή των κατοίκων (Μπακούρος, 2021).

Παρατηρείται ωστόσο, στον χάρτη 7, η υπερσυγκέντρωση των ανεμογεννητριών σε περιοχές με ευαίσθητα και προστατευόμενα οικοσυστήματα, καθώς η πλειοψηφία των

εγκατεστημένων αιολικών σταθμών συναντώνται εντός ή στα όρια περιοχών Natura 2000 στην περιοχή της Κάρυστου, στην Νότια Εύβοια. Αξίζει να σημειωθεί πως το επιτρεπόμενο όριο στον Δήμο Κάρυστου, σύμφωνα με το ΕΠΧΣΑΑ για τις ΑΠΕ, φτάνει τις 81 ανεμογεννήτριες ενώ αυτή τη στιγμή σύμφωνα με στοιχεία της ΡΑΕ το σύνολο των εγκατεστημένων ανεμογεννητριών φτάνει τις 135 τυπικές ανεμογεννήτριες, εκ των οποίων η διαδικασία αδειοδότησης τους ξεκίνησε στις αρχές του 2000 ενώ οι πρώτες εγκαταστάσεις τέθηκαν σε λειτουργία το 2003.

Η περιοχή εντάχθηκε στο δίκτυο Natura, λόγω της ύπαρξης σπάνιου οικοσυστήματος με παρουσία υγροβιότοπου, που εποχιακά σχηματίζει λίμνες. Πιο συγκεκριμένα, σύμφωνα με τα στοιχεία της επίσημης ιστοσελίδας του Natura Viewer προτάθηκε ως ΤΚΣ τον Απρίλιο του 1997 και επιβεβαιώθηκε τον Σεπτέμβριο του 2006, ενώ τον Μάρτιο του 2011 ορίστηκε ως ΣΠΠ με βάση την εθνική νομική αναφορά ονομασίας ΣΠΠ Ν. 3937/29-3-11 (ΕΕ 60 Α), με κωδικό GR2420001 - ΟΡΟΣ ΟΧΗ – ΚΑΜΠΟΣ ΚΑΡΥΣΤΟΥ – ΠΟΤΑΜΙ – ΑΚΡΩΤΗΡΙΟ ΚΑΦΕΙΡΕΥΣ – ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΖΩΝΗ , εκτάσεως 28.725,39 ha.

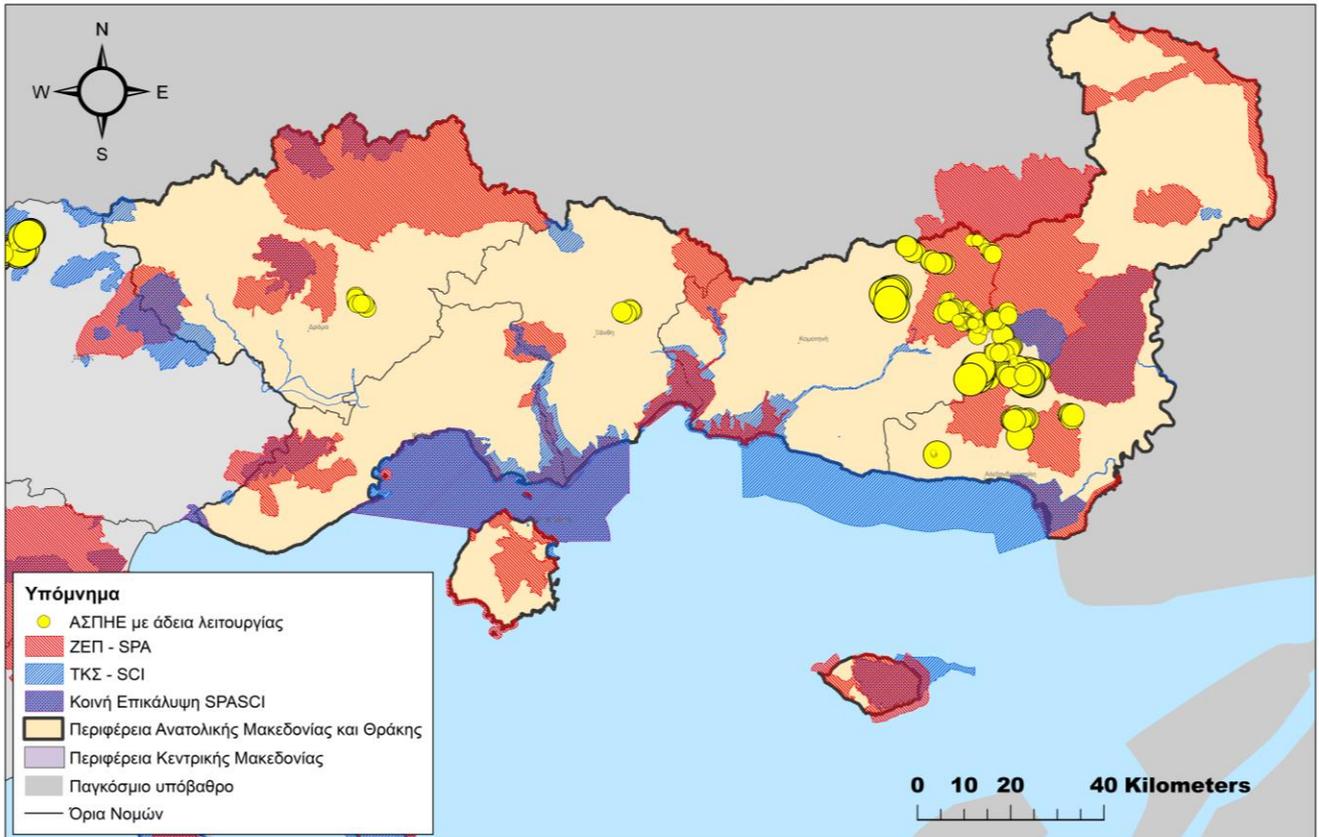
Η περιοχή ακόμα, χαρακτηρίστηκε ως ΖΕΠ τον Μάρτιο του 2010, με κωδικό GR2420012, - ΟΡΟΣ ΟΧΗ, ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ ΚΑΙ ΝΗΣΙΔΕΣ, εκτάσεως 33.417,19 ha σύμφωνα με την εθνική αναφορά χαρακτηρισμού ΖΕΠ 37338/1807/Ε103/6-9-2010 (ΕΕ 1495 Β).

Επιπλέον, έχουν καταγραφεί 188 είδη πτηνών, τα 51 εξ αυτών απαντώνται μόνο σε αυτή την περιοχή. Τα πιο σημαντικά από αυτά αποτελούν ο Χρυσαιτός (*Aquila chrysaetos*), Φιδαετός (*Circus gallicus*), ο Μπούφος (*Bubo bubo*) και Αετογερακίνα (*Buteo rufinus*). Στην περιοχή συναντώνται ωστόσο και 2 ενδημικά φυτά των Βαλκανίων, 4 της Εύβοιας και 6 που φύονται μόνο στο όρος Όχη (Μπακούρος, 2021).

3.4.2. Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΟΥ ΕΒΡΟΥ

Ακολουθεί η περιφέρεια της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης η οποία φαίνεται να διαθέτει μεγάλο αιολικό δυναμικό καθώς φιλοξενεί 286 ανεμογεννήτριες με άδεια λειτουργίας, φτάνοντας τις 19 «επικαλύψεις» αιολικών σταθμών και περιοχών Natura, 17 εκ των οποίων αφορούν ΖΕΠ και 2 περιπτώσεις ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ, που αντιστοιχεί στο 5,51% των αιολικών σταθμών της Ελλάδας και στο 20,88% των συνολικών «επικαλύψεων». Παρατηρείται, εξίσου, στον χάρτη 8 που ακολουθεί, η υπερσυγκέντρωση των ανεμογεννητριών σε περιοχές με ευαίσθητα και προστατευόμενα οικοσυστήματα, καθώς η πλειοψηφία των εγκατεστημένων αιολικών σταθμών συναντώνται εντός ή στα όρια περιοχών Natura 2000 στην περιοχή του Έβρου.

Χάρτης Λειτουργικών ΑΣΠΗΕ και Περιοχών Natura 2000 Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης



Χάρτης 8: Χάρτης με Περιοχές Natura 2000 και Λειτουργικοί ΑΣΠΗΕ στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης (ιδία επεξεργασία)

Σύμφωνα με την επίσημη ιστοσελίδα της Ελληνικής Ορνιθολογικής Εταιρίας, η περιοχή της Θράκης έχει μεγάλη ορνιθολογική σημασία τόσο για τον ελλαδικό χώρο όσο και για την Ευρώπη. Στην ευρύτερη περιοχή της Θράκης χαρακτηρίστηκαν 5 ΖΕΠ για τα Άγρια Πουλιά, εκ των οποίων δύο έχουν χαρακτηριστεί Εθνικά Πάρκα και ΕΖΔ της Οδηγίας για τους Οικοτόπους. Παρ' όλα αυτά, οι νομοί Έβρου - Ροδόπης έχουν χαρακτηριστεί ως ΠΑΠ, με προβλέψεις για μελλοντική εγκατάσταση περισσότερων από 400 ανεμογεννητριών συνολικής ισχύος 960 MW.

Πιο συγκεκριμένα, βάσει των δεδομένων της επίσημης ιστοσελίδας του Natura Viewer και της ΡΑΕ, η πλειοψηφία των επικαλύψεων της Θράκης τοποθετείται στις εξής 3 ΖΕΠ οι οποίες αποτελούν ταυτόχρονα και ΣΠΠ:

- **GR1130009** – Νότιο Δασικό Σύμπλεγμα Έβρου, έκτασης 29.785,13 ha, η οποία χαρακτηρίστηκε ως ΖΕΠ τον Οκτώβριο του 2002 σύμφωνα με την εθνική νομική αναφορά χαρακτηρισμού 37338/1807/Ε103/6-9-2010 (ΟJ 1495 Β).

- **GR1130010** – Όρεινός Έβρος-Κοιλάδα Δερείου, έκτασης 48.942,19 ha, η οποία χαρακτηρίστηκε ως ΖΕΠ τον Ιανουάριο του 2008 σύμφωνα με την εθνική νομική αναφορά χαρακτηρισμού 37338/1807/Ε103/6-9-2010 (ΟJ 1495 Β).
- **GR1130011** - Κοιλάδα Φιλιούρη, έκτασης 37.370,36 ha, η οποία χαρακτηρίστηκε ως ΖΕΠ τον Οκτώβριο του 2002 σύμφωνα με την εθνική νομική αναφορά χαρακτηρισμού 37338/1807/Ε103/6-9-2010 (ΕΕ 1495 Β).

Ενώ τα είδη των πτηνών που προστατεύονται και παράλληλα διατρέχουν έντονο κίνδυνο εξαφάνισης αποτελούν, το όρνιο, ο μαυρόγυπας, ο ασπροπάρης, ο θαλασσαιτός, ο χρυσαετός, η αετογερακίνα, ο πετρίτης και ο μπούφος.

Το αιολικό δυναμικό της ευρύτερης περιοχής δεν θεωρείται εξαιρετικά υψηλό αλλά ούτε και χαμηλό. Σύμφωνα με τον μετεωρολογικό σταθμό της Αλεξανδρούπολης ο μέσος όρος ταχύτητας του ανέμου για το έτος 2021 φτάνει μόλις τα 10,7 km/h του συνόλου των μετρήσεων, που εμπειρικά θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως 2 μποφόρ και ως μέτριο αιολικό δυναμικό.

3.4.3. ΟΙ ΥΠΟΛΟΙΠΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Στη συνέχεια, σύμφωνα με τον αριθμό «επικαλύψεων», βρίσκεται η περιφέρεια των Νησιών του Βόρειου Αιγαίου με 15 περιπτώσεις, 6 περιπτώσεις ΖΕΠ και 9 περιπτώσεις ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ, που αντιστοιχούν στο 16,48% των «επικαλύψεων» και στο 4,35% των αιολικών εγκαταστάσεων στον ελλαδικό χώρο.

Ακολουθούν τα νησιά του Νοτίου Αιγαίου με 3 περιπτώσεις ΖΕΠ, 1 περίπτωση ΤΚΣ και 3 περιπτώσεις ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ, που αντιστοιχούν στο 7,69% των «επικαλύψεων» και στο 2,03% των αιολικών εγκαταστάσεων στον ελλαδικό χώρο.

Πολύ κοντά τοποθετείται η περιφέρεια της Κεντρικής Μακεδονίας, με 6 περιπτώσεις ΤΚΣ και η περιφέρεια Κρήτης 3 περιπτώσεις ΖΕΠ, 1 περίπτωση ΤΚΣ και 2 περιπτώσεις ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ, που αντιστοιχούν στο 6,59% των «επικαλύψεων» και στο 1,74% του συνόλου των αιολικών εγκαταστάσεων στον Ελλαδικό χώρο.

Αμέσως μετά, βρίσκεται η περιφέρεια Πελοποννήσου, με 3 περιπτώσεις ΖΕΠ και 2 περιπτώσεις ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ, που αντιστοιχούν στο 5,49% των «επικαλύψεων» και στο 1,45% των αιολικών εγκαταστάσεων στον ελλαδικό χώρο.

Έπειτα, βρίσκεται η περιφέρεια Δυτικής Ελλάδας με 2 περιπτώσεις ΖΕΠ και 1 περίπτωση ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ, η περιφέρεια των Νησιών του Ιονίου Αιγαίου με 3 περιπτώσεις ΖΕΠ, που αντιστοιχούν στο 2,30% των «επικαλύψεων» και στο 0,87% των αιολικών εγκαταστάσεων στον ελλαδικό χώρο.

Ακολούθως, βρίσκονται η περιφέρεια της Δυτικής Μακεδονίας με 1 περίπτωση ΖΕΠ και 1 περίπτωση ταύτισης ΖΕΠ-ΤΚΣ, η περιφέρειας της Ηπείρου με 1 περίπτωση ΖΕΠ και 1 ΤΚΣ και η περιφέρεια Θεσσαλίας με 1 περίπτωση ΤΚΣ και 1 ΖΕΠ, που αντιστοιχούν στο 2,20% των «επικαλύψεων» και στο 0,58% των αιολικών εγκαταστάσεων στον Ελλαδικό χώρο.

Τέλος, έρχεται η περιφέρεια Αττικής, στην οποία δεν συναντάται καμία «επικάλυψη».

4. ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ ΣΕ ΠΕΡΙΟΧΗ NATURA 2000.

Σε αυτό το κεφάλαιο πραγματοποιείται μία μελέτη περίπτωσης για το αιολικό πάρκο «Αλογόραχη», Ανάβρας, του Δήμου Αλμυρού, της Περιφερειακής Ενοτήτας Μαγνησίας και Σποράδων, της Περιφέρειας Θεσσαλίας, καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις που ίσως προκύπτουν σε τοπικό περιβαλλοντικό επίπεδο, αλλά και τα οφέλη που προσδίδουν οι ίδιες στον οικισμό.



Εικόνα 12: Αιολικό Πάρκο Αλογοράχης (Πηγή: <https://anavragoura.gr/?fbclid=IwAR1dygqXd00MISRSDCw0IzyWGwgmw9R5WzbXSYuSM90oD7FkUs3isq23duk>)

4.1. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για τον προσδιορισμό της θέσης αλλά και την άντληση πληροφοριών υποβάθρου χρησιμοποιήθηκε το 5343/6 απόσπασμα τοπογραφικού διαγράμματος κλίμακας 1: 5.000 από το φύλλο χάρτη Φαρσάλων και Χάρτης Γενικής Χρήσεως κλίμακας 1: 50.000 από την Γεωγραφική Υπηρεσία Στρατού (Γ.Υ.Σ.). Οι συντεταγμένες του 5343/6 αποσπάσματος μετατράπηκαν από Hatt σε ΕΓΣΑ'87 και στη συνέχεια εισήχθη στο αρχείο που χρησιμοποιήθηκε για το κεφάλαιο 3, και

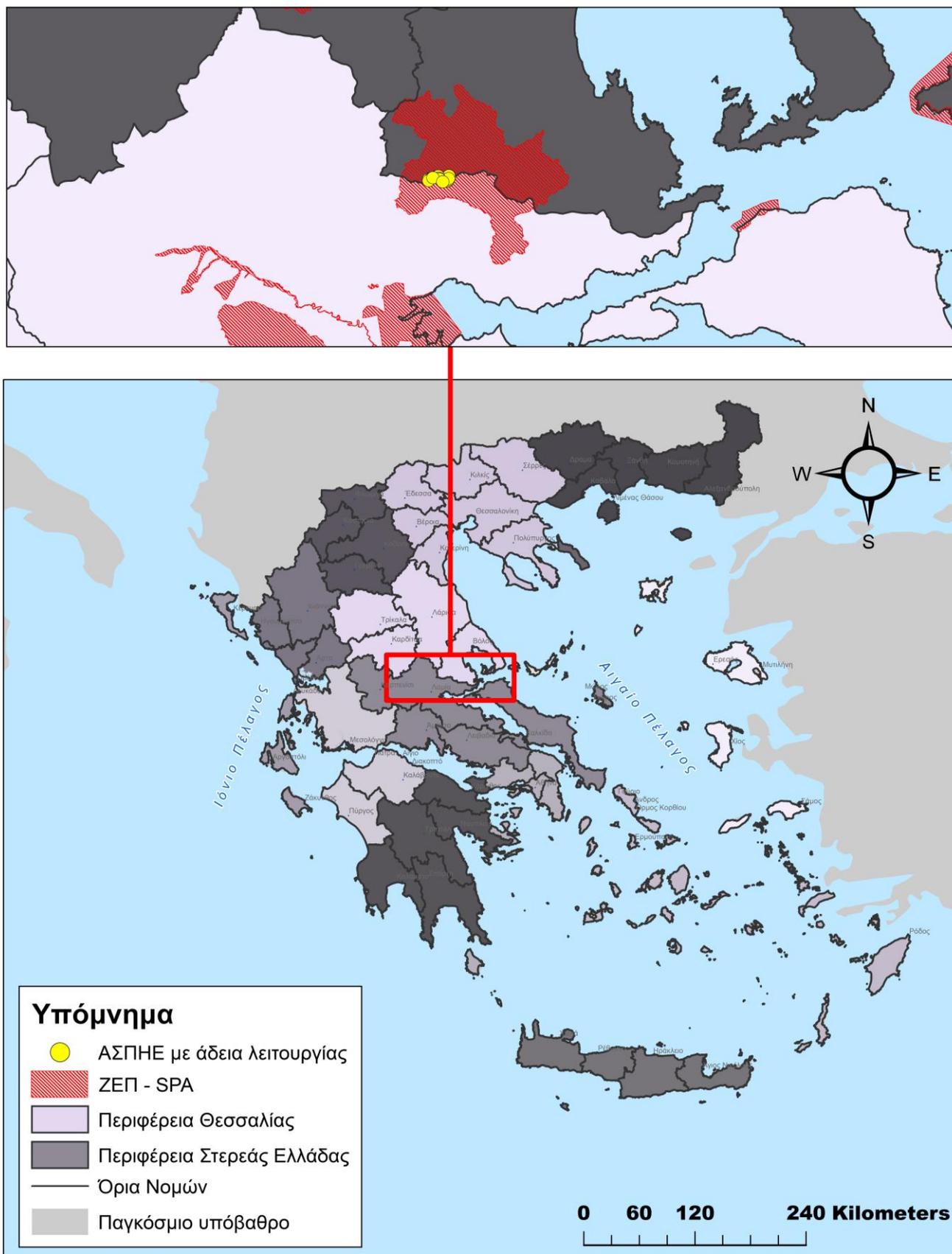
γεωαναφέρθηκε από τέσσερα σημεία του καννάβου του, έτσι ώστε να έρθει στην σωστή θέση και να φανεί η θέση των ανεμογεννητριών σε σχέση με το τοπογραφικό υπόβαθρο της περιοχής.

Ακόμα, μελετήθηκαν βιβλιογραφικές αναφορές και η διαθέσιμη επιστημονική αρθρογραφία όσο αναφορά τις έρευνες που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι και σήμερα για την περίπτωση του υπό εξέταση αιολικού πάρκου. («**Ειδική Οικολογική αξιολόγηση του Α/Π 'ΑΛΟΓΟΡΑΧΗ' 17 MW**», που συντάχθηκε το 2013, από την εταιρία "X. ΡΟΚΑΣ ΑΒΕΕ", το **Απόσπασμα Πρακτικού 08/31-08-2015 με θέμα την Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) του υφιστάμενου έργου «Αιολικό Πάρκο ισχύος 17 MW και των συνοδών έργων οδοποιίας, απαραίτητων για την πρόσβαση στο Α/Π και τη διέλευση εντός του**», φερόμενης ιδιοκτησίας της εταιρείας «**X. ΡΟΚΑΣ Α.Β.Ε.Ε.**», στη θέση «**Αλογόραχη**» **Ανάβρας, του Δήμου Αλμυρού, των Π.Ε. Μαγνησίας & Σποράδων, της Περιφέρειας Θεσσαλίας, αλλά και η «Ειδική Οικολογική αξιολόγηση του δρόμου στη θέση Μπίκαβος**») και στην συνέχεια συνδέθηκαν έτσι ώστε να προκύψει μία συνδυαστική όψη της κατάστασης και των τυχόν επιβαρύνσεων που προκαλούνται από την κατασκευή και λειτουργία του εξεταζόμενου αιολικού πάρκου στην ευρύτερη περιοχή.

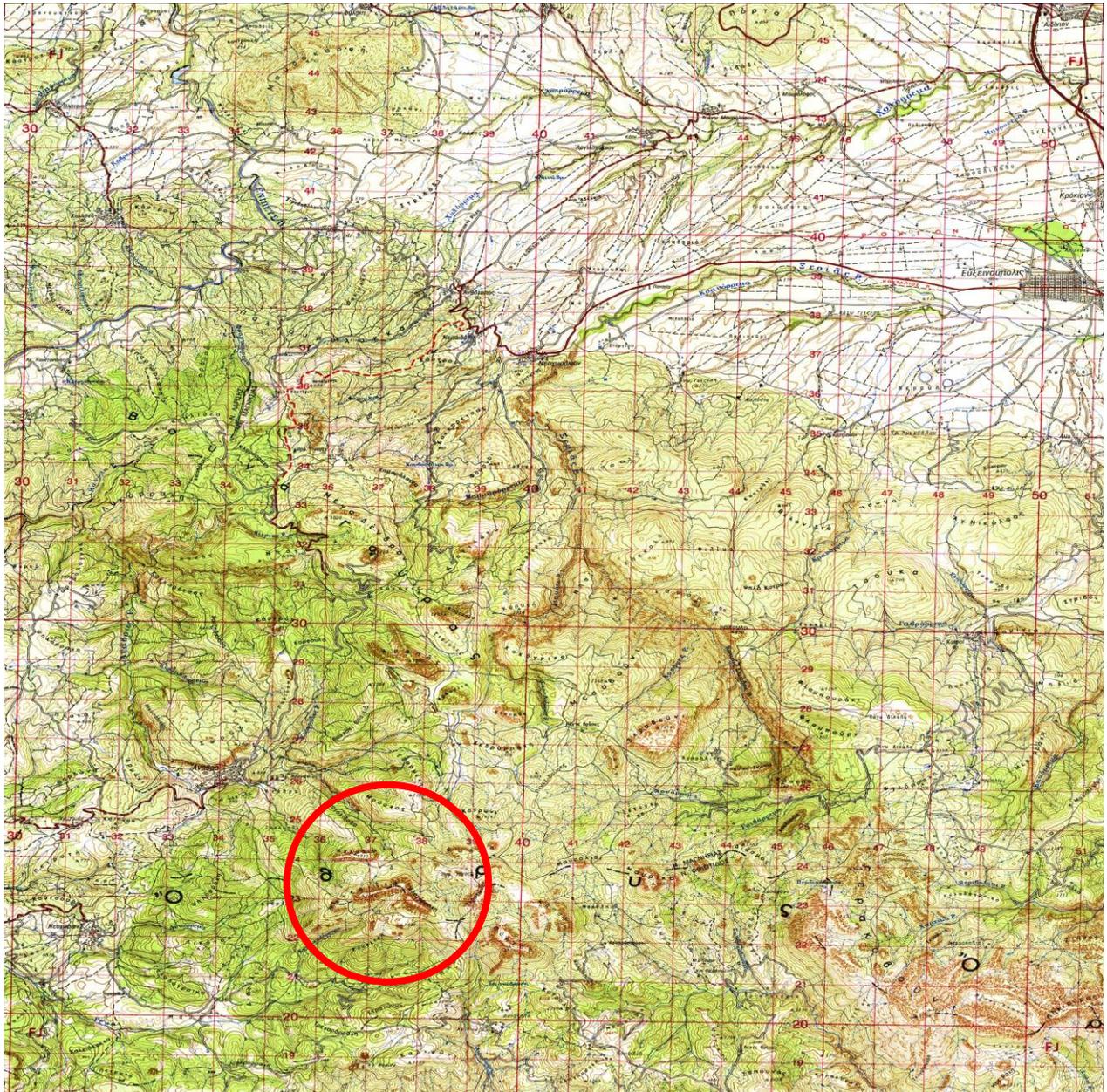
4.2. ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η θέση του υπό εξέταση αιολικού πάρκου βρίσκεται στο ορεινό τμήμα του όρους Όθρυς κατά μήκος κορυφογραμμών, οι οποίες αποτελούν τμήμα της κεντρικής οροσειράς της ομώνυμης θέσης. Τοποθετείται, περίπου 44 χλμ. νοτιοδυτικά της πόλης του Βόλου, 27 χλμ. νοτιοδυτικά της Αγχιάλου και 14 χλμ. βόρεια της Στυλίδας. Οι πλησιέστεροι οικισμοί του αιολικού πάρκου είναι ο οικισμός Ανάβρας σε απόσταση 3,5 χλμ., ο οικισμός Νεοχωρίου σε απόσταση 4,5 χλμ. και ο οικισμός Λογγίτσιου σε απόσταση 6 χλμ. Η θέση της περιοχής μελέτης προσδιορίζεται στους Χάρτες 9, 10 και 11.

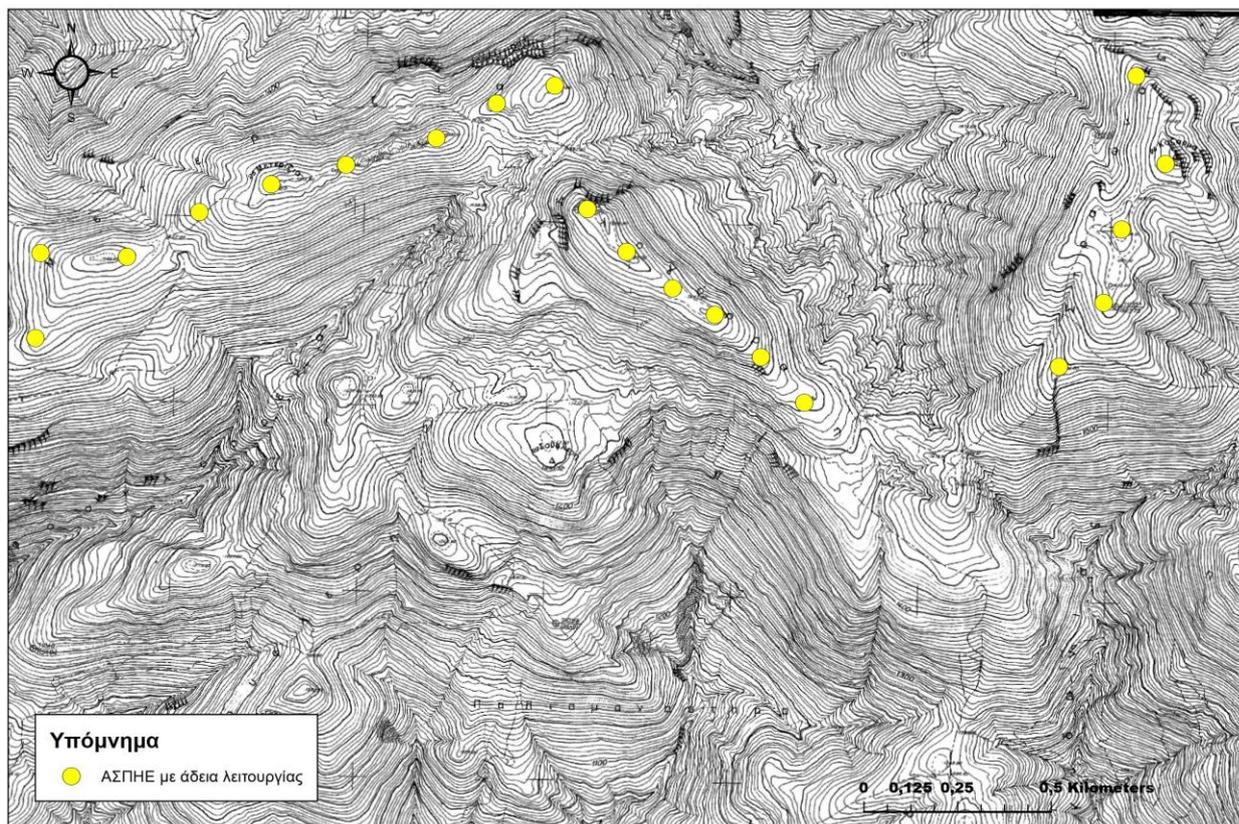
Χάρτης Προσανατολισμού Περιοχής Μελέτης



Χάρτης 9: Χάρτης προσανατολισμού περιοχής μελέτης (ιδία επεξεργασία)



Χάρτης 10: Χάρτης Προσανατολισμού, Κλίμακας 1: 50.000 (Χάρτης Γενικής Χρήσεως, Πηγή: Γ.Υ.Σ.)



Χάρτης 11: Απόσπασμα τοπογραφικού διαγράμματος 5343/6 1: 5.000 (Πηγή: Γ.Υ.Σ.)

4.3. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ «ΑΛΟΓΟΡΑΧΗΣ»

Σύμφωνα με το υπό εξέταση πάρκο, έχει συνολική αιολική ισχύς 17 MW και αποτελείται από 20 ανεμογεννήτριες, 850 KW η κάθε μία, ετήσιας παραγωγής 38,180 MWh. Οι ίδιες διαθέτουν ύψος πύργου 55 μέτρα, διάμετρο πτερυγίων 58 μέτρα, ενώ η μέση απόσταση μεταξύ τους φτάνει τα 198 μέτρα. Τα πτερύγια τους κατασκευάζονται από ίνες άνθρακα και γυαλιού ενισχυόμενα με ειδικές ρητίνες. Το πάρκο τέθηκε σε λειτουργία το 2006, ενώ ο χρόνος λειτουργίας των ανεμογεννητριών έχει καθοριστεί από τον κατασκευαστή (Gamesa Eolica SA) στα 20 έτη και παρέχεται η δυνατότητα ανανέωσης της άδειας του από την ΡΑΕ.

Η ταχύτητα εκκίνησης των ανεμογεννητριών (cut-in wind speed) είναι τα 3m/s, ενώ όσο αυξάνεται η ταχύτητα του ανέμου, αυξάνεται και η παραγόμενη ισχύς, η οποία φτάνει στο ανώτατο όριο για ταχύτητα ανέμου 13m/s. Σε περιπτώσεις υψηλότερων ταχυτήτων τα πτερύγια αλλάζουν το βήμα τους έτσι ώστε οι ανεμογεννήτριες να αποδίδουν την ονομαστική τους ισχύ, ενώ τίθενται εκτός λειτουργίας για ταχύτητες μεγαλύτερες των 23m/s (cut-out wind speed) για λόγους προστασίας των πτερυγίων.

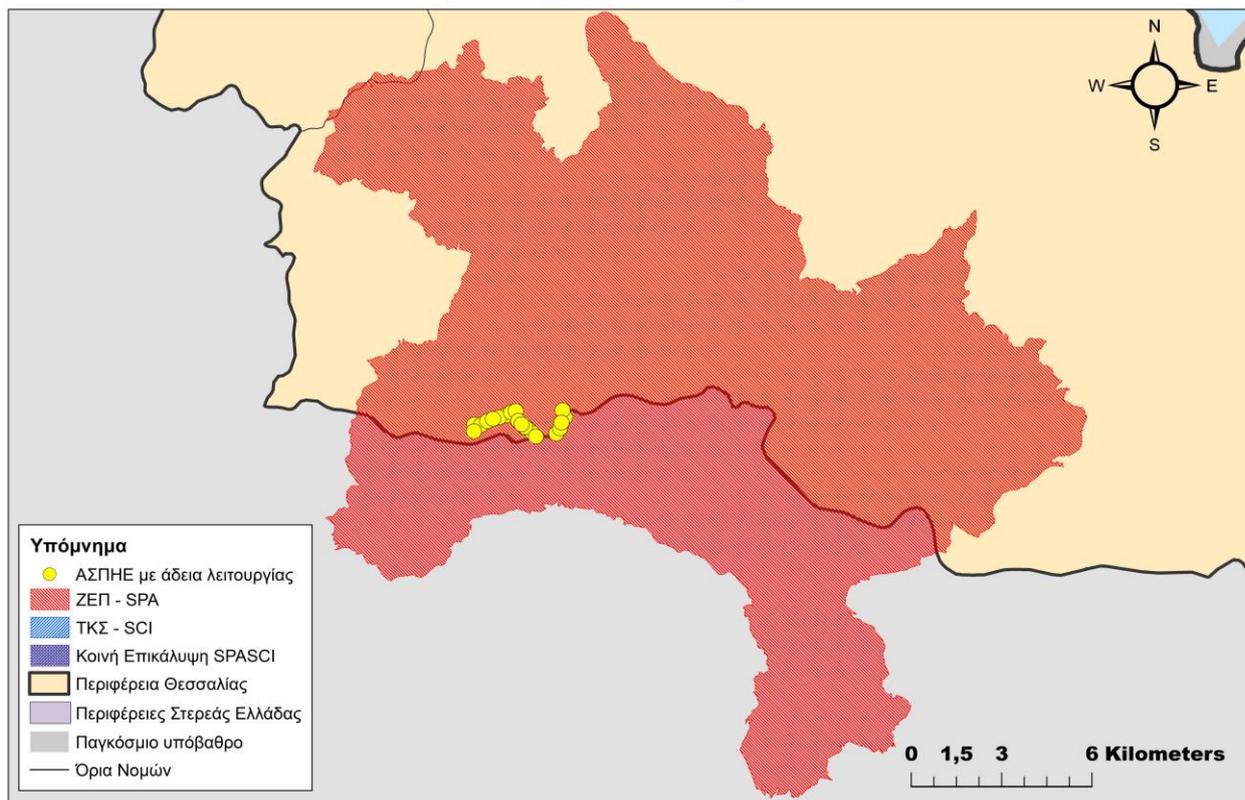
Η κορυφογραμμή της Όθρυος έχει μέσο υψόμετρο εγκατάστασης τα 1.535 μέτρα, ενώ πρόσβαση στο αιολικό πάρκο πραγματοποιείται από δρόμο που δημιουργήθηκε για την πρόσβαση στο πάρκο και ξεκινά βόρεια του οικισμού Ανάβρας και προσεγγίζει την κορυφογραμμή από τις βόρειες πλαγιές του. Πρόκειται για χωματόδρομο πλάτους 5 μέτρων, ενώ το συνολικό του μήκος φτάνει τα 8.056,67 μέτρα. Ακόμα, κρίθηκε αναγκαία η κατασκευή αρμόδιου κτιρίου ελέγχου συνολικού εμβαδού περίπου 130m², αλλά και υπόγειο χαντάκι καλωδίων Μέσης Τάσης (ΜΤ), το οποίο διέρχεται από τις οδούς του έργου. Ακόμα, για την έγχυση της αιολικής ενέργειας που παράγεται στο σύστημα μεταφοράς έχει εγκατασταθεί εναέρια ΜΤ, η οποία οδηγεί την παραγόμενη ενέργεια στον Υ/Σ της Στυλίδας, σε απόσταση περίπου 14,5km νότια του αιολικού πάρκου.

Βάσει της Υπουργικής Απόφασης (ΥΑ) Α.Π. 1958/13-01-2012/ΥΠΕΚΑ, η χωροθέτηση του υπό εξέταση αιολικού πάρκου κατατάσσεται στην 10η Ομάδα, και ειδικότερα στη 2η υποκατηγορία της 1ης Κατηγορίας, δηλαδή η συνολική παραγόμενη ισχύς είναι μικρότερη από 25MW και βρίσκεται εντός του δικτύου Natura 2000. Επομένως, η Διεύθυνση Περιβάλλοντος και Χωρικού Σχεδιασμού της Αποκεντρωμένης Διοίκησης Θεσσαλίας είναι υπεύθυνη για την περιβαλλοντική αδειοδότηση του έργου.

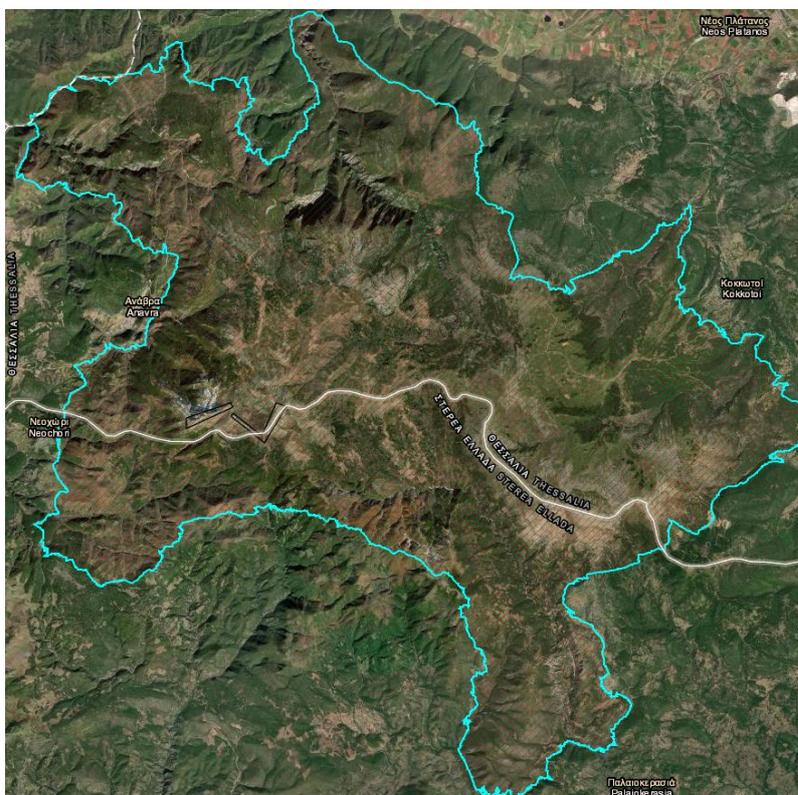
4.4. ΖΩΝΗ ΕΙΔΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ GR1430006

Το υπό εξέταση αιολικό πάρκο, είναι εγκατεστημένο εξ ολοκλήρου σε Ζώνη Ειδικής Προστασίας ΖΕΠ ή SPA για τα πουλιά, του Ευρωπαϊκού δικτύου Natura 2000 με ονομασία ΟΡΟΣ ΟΘΡΥΣ, ΒΟΥΝΑ ΓΚΟΥΡΑΣ ΚΑΙ ΦΑΡΑΓΓΙ ΠΑΛΑΙΟΚΕΡΑΣΙΑΣ με κωδικό GR1430006 από τον Ιανουάριο του 2008, δύο χρόνια μετά την έναρξη της λειτουργίας του πάρκου. Τοποθετείται στα όρια νομού Θεσσαλίας και Στερεάς Ελλάδας και καταλαμβάνει έκταση 31.234,40 ha σύμφωνα με την τελευταία ενημέρωση του πρότυπου εντύπου δεδομένων Natura 2000. Σε εθνικό επίπεδο, καλύπτει το 8.18% του συνόλου των περιοχών που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 και η περιοχή αποτελεί προστατευμένη περιοχή σύμφωνα με την Κοινή Υπουργική Απόφαση Η.Π. 37338/1807/Ε103/6-9-2010 - ΦΕΚ 1495/Β/6-9-2010, για τον καθορισμό μέτρων και διαδικασιών για την διατήρηση της ορνιθοπανίδας και των οικοτόπων/ενδιαιτημάτων της, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ, «Περί διατηρήσεως των άγριων πτηνών», του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου της 2ας Απριλίου 1979, όπως κωδικοποιήθηκε με την οδηγία 2009/147/ΕΚ.

Ζώνη Ειδικής Προστασίας GR1430006



Χάρτης 12: Ζώνη Ειδικής Προστασίας GR1430006 (ιδία επεξεργασία)



Εικόνα 13: Ορθοεικόνα φωτοληψίας Μαΐου του 2020 (Πηγή: Google Earth Pro)

Πρόκειται για μία ορεινή περιοχή, με πολλά φαράγγια, γκρεμούς και βραχώδεις περιοχές που καλύπτεται από εκτεταμένα δάση βελανιδιάς, θαμνώδεις και μακίες περιφερειακά στα

μεγαλύτερα υψόμετρα, όπου κυριαρχούν λιβάδια και δάση ελάτης. Συγκροτήματα ώριμων αειθαλών βελανιδιών (*Quercus ilex* και *Quercus coccifera*) υπάρχουν τοπικά και υπάρχει μια μοναδική εκτεταμένη περιοχή με πουρνάρια (*Ilex aquifolium*) σε υψηλό οροπέδιο στο βορειοανατολικό τμήμα της περιοχής.

Αποτελεί ιδιαίτερα σημαντική περιοχή για την αναπαραγωγή αρπακτικών και ειδών πλατύφυλλων φυλλοβόλων δασών. Τα είδη προτεραιότητας της υπό εξέταση περιοχής είναι τα εξής:

- *Ciconia nigra* Μαυροπελαργός,
- *Gyps fulvus* Όρνιο,
- *Circaetus gallicus* Φιδαετός,
- *Aquila chrysaetos* Χρυσαιετός,
- *Hieraaetus fasciatus* Σπιζαιετός,
- *Falco biarmicus* Χρυσογέρακο,
- *Falco peregrinus* Πετρίτης και
- *Dendrocopus medius* Μεσαίος δρυοκολάπτης.

Ακόμα, δυτικά της περιοχής υπάρχει ανοιχτό δάσος βελανιδιάς, το οποίο είναι σημαντικό για τη σίτιση των Μικρών Κεστρέλων (*Falco naumanni*) μετά την περίοδο αναπαραγωγής.

Τα οικοσυστήματα αυτά βρίσκονται σε καλή κατάσταση από άποψη πυκνότητας βλάστησης και ποικιλότητας ειδών χλωρίδας, ενώ αποτελούν άριστη οικοφωλιά για τη διαβίωση αρκετών ειδών θηλαστικών, ερπετών, πτηνών και μικροπανίδας. Οι περιοχές αυτές αποτελούν κυρίαρχο τροφοδότη ειδών πανίδας των λοιπών οικοσυστημάτων με τα οποία αλληλεπιδρούν.

Το γεωλογικό υπόβαθρο, το ανάγλυφο, τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με τη βλάστηση αλλά και οι ανθρώπινες δραστηριότητες που ασκούνται ή ασκήθηκαν στο παρελθόν στην περιοχή, καθορίζουν διαφορετικούς βιοτόπους και οικολογικές φωλιές ή θώκους για τη διάβρωση της πανίδας.

Οι μετακινήσεις της πανίδας, από τον ένα βιότοπο στον άλλο, για την κάλυψη των βασικών βιολογικών αναγκών (διατροφή, διαχείμαση, αναπαραγωγή), η έντονη οριζόντια και κάθετη ανάμειξη των ζωνών βλάστησης και οι ανθρωπογενείς επιδράσεις δεν επιτρέπουν το διαχωρισμό οικοσυστημάτων ανάλογα με τις ζώνες βλάστησης.

Η ζωοκοινότητα της ευρύτερης περιοχής διαμορφώνεται κυρίως από είδη των οποίων τα ενδιαίτηματα προσδιορίζονται από τις ημιορεινές συνθήκες του όρους Όθρυς και τον πεδινό χώρο του κάμπου του Αλμυρού, καθώς και του πυκνού υδρογραφικού δικτύου που τον διατρέχει. Το όρος Όθρυς, αποτελεί το νοτιοανατολικό όριο των ορεινών όγκων που περιβάλλουν και διαμορφώνουν τη θεσσαλική πεδιάδα (Άγραφα, Πίνδος, Χάσια, Όλυμπος). Διαμορφώνεται, επίσης, από την ύπαρξη της θεσσαλικής πεδιάδας και τις συνθήκες που δημιουργούν τα υδατορέματα και ιδίως ο ποταμός Ενιπέας, που πηγάζει από το όρος αυτό. Η μεγάλη έκταση και το απρόσιτο της περιοχής σε συνδυασμό με τη μικρή πίεση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που ασκούνται σήμερα στην περιοχή, επιτρέπουν τη διαβίωση μεγάλων θηλαστικών και ανώτερων καταναλωτών της τροφικής αλυσίδας. Η πανίδα της περιοχής χαρακτηρίζεται από ποικιλία ειδών, όχι όμως και από αφθονία των πληθυσμών τους. Οι διατροφικές απαιτήσεις των ειδών συμπληρώνονται από τα υπολείμματα των καλλιεργειών, τους πληθυσμούς των τρωκτικών, ερπετών, την εντομοπανίδα κ.λ.π., που ευνοούνται από την γειτνείαση των ενδιαιτημάτων τους με γεωργική γη.

Οι φυτοκοινωνικές διαπλάσεις της ευρύτερης περιοχής μελέτης, στις ημιορεινές περιοχές, και η παρόχθια βλάστηση, καθώς και οι μη βιοτικοί συντελεστές του περιβάλλοντος, επιτρέπουν την προσωρινή προφύλαξη και την διατροφή της πανίδας (φυλλώματα παραποτάμιας βλάστησης, διατροφή από υπολείμματα καλλιεργειών ή κατώτεροι καταναλωτές που ενδιαιτώνται κ.λ.π.).

Το επιφανειακό υδρογραφικό δίκτυο της ευρύτερης περιοχής και η μικρής παροχής αλλά συνεχούς ροής τροφοδοσία τους με νερό, εξασφαλίζουν τις απαραίτητες ποσότητες νερού για τις ανάγκες της πανίδας, χωρίς να απαιτούνται σημαντικές μετακινήσεις της.

Ως προς τη σημασία τους για την πανίδα, μεγάλης σπουδαιότητας είναι:

- η φρυγανώδης και ημιθαμνώδης βλάστηση των ημιορεινών εκτάσεων που αναμιγνύονται με πυκνά ή αραιά δρυοδάση, που απαντώνται στα μέσα υψόμετρα του όρους Όθρυς
- τα παραποτάμια δάση κατά μήκος της κοίτης των υδατορεμάτων, τα οποία κατά θέσεις εμφανίζουν σημαντικό εύρος (100 - 150 μέτρα)
- Οι μικρού πλάτους και ασυνεχής λωρίδες φυσικής βλάστησης (φυτοφράχτες), που εντοπίζονται στα όρια των αγροτεμαχίων
- Οι μόνιμα κατακλυζόμενες λίμνες (σουβάλες) «Ζηρέλια», που εντοπίζονται σε μικρή απόσταση από την περιοχή μελέτης όπως και
- το αισθητικό δρυοδάσος «Κουρί Αλμυρού»

Τα ενδιαίτηματα αυτά της υπό εξέτασης περιοχής βρίσκονται σε καλή κατάσταση από πλευράς ποικιλίας ειδών χλωρίδας και διασφαλίζουν τη διαβίωση αρκετών ειδών θηλαστικών,

ερπετών, πτηνών και μικροπανίδας. Η πανίδα που φιλοξενείται στην περιοχή, σύμφωνα με τις μελέτες που προαναφέρθηκαν αλλά και βάσει του Αρμόδιου Δασαρχείου είναι:

α) Θηλαστικά

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Προστασία ειδών από Εθνική & Διεθνής νομοθεσία
<i>Vulpes vulpes</i>	Αλεπού	
<i>Lepus europaeus</i>	Λαγός	
<i>Mustella nivalis</i>	Νυφίτσα	92/43 (Παράρτημα V προστασία), Natura 2000 (other important species of flora and fauna), ΠΔ 67/81
<i>Sciurus vulgaris</i>	Σκίουρος	Natura 2000 (other important species of flora and fauna), ΠΔ 67/81
<i>Meles meles</i>	Ασβός	Natura 2000 (other important species of flora and fauna)
<i>Erinaceus concolor</i>	Σκατζόχοιρος	ΠΔ 67/81
Τρωκτικά & Νυχτερίδες		

Πίνακας 3: Θηλαστικά της προστατευόμενης περιοχής

β) Οрниθοπανίδα

Επιστημονικό όνομα	Κοινό όνομα	Προστασία ειδών από Εθνική & Διεθνής νομοθεσία
<i>Buteo buteo</i>	Γερακίνα	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Falco subbuteo</i>	Δενδρογέρακας	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Accipiter brevipes</i>	Σαίμι	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Circaetus gallicus</i>	Φιδαετός	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Dendrocopus medius</i>	Μεσοτσικλιτάρα	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Falco naumanni</i>	Κιρκινέζι	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία), Ανεπαρκώς γνωστά
<i>Scolorax rusticola</i>	Μπεκάτσα	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό προστασία)
<i>Turdus merula</i>	Κότσυφας	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό προστασία)
<i>Turdus philomelos</i>	Κελαηδότσιχλα	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Alectoris graeca</i>	Πέρδικα ορεινή	

<i>Coturnix coturnix</i>	Ορτύκι	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό προστασία), Ανεπαρκώς γνωστά
<i>Streptopelia turtur</i>	Τρυγόνι	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Β2 Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό προστασία)
<i>Columba palumbus</i>	Φάσσα	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Carduelis carduelis</i>	Καρδερίνα	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό προστασία)
<i>Athene noctua</i>	Κουκουβάγια	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Otus scops</i>	Γκιώνης	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Bubo bubo</i>	Μπούφος	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Erithacus rubecula</i>	Κοκκινολαίμης	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Fringilla coelebs</i>	Σπίνος	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό προστασία)
<i>Carduelis chloris</i>	Φλώρος	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Motacilla alba</i>	Λευκοσουσουράδα	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Urupa erops</i>	Τσαλαπετεινός	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Merops apiaster</i>	Μελισσοφάγος	Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό αυστηρή προστασία)
<i>Alauda arvensis</i>	Σταρήθρα	Οδηγία 79/409 και 91/244/ΕΟΚ, Σύμβαση Βέρνης, 1979 (υπό προστασία)

Πίνακας 4: Οрниθοπανίδα της προστατευόμενης περιοχής

Αξίζει να σημειωθεί πως η διεθνής σημασία της περιοχής μελέτης οφείλεται στην παρουσία σημαντικού πληθυσμού του Χρυσογέρακου, ενώ έως την προηγούμενη δεκαετία στην περιοχή αναπαράγονταν το Όρνιο και ο Ασπροπάρης, ενώ υπήρχαν και καταγραφές Γυπαετού.

Σε εθνικό επίπεδο, η περιοχή διατηρεί σημαντικό πληθυσμό (>1% του εθνικού πληθυσμού) των ειδών Μαυροπελαργός (*Ciconia nigra*), Φιδαετός (*Circaetus gallicus*), Χρυσαιτός (*Aquila chrysaetos*), Σπιζαιτός (*Hieraaetus fasciatus*) Πετρίτης (*Falco peregrinus*) και Μεσοτσικλητάρα (*Denrdocopus medius*).

Εκτός από τα ανωτέρω είδη, υπάρχουν ενδείξεις ότι η περιοχή διατηρεί αξιόλογο πληθυσμό Σαϊνιών (*Accipiter brevipes*), ενώ στο τέλος της αναπαραγωγικής περιόδου (τέλη Αυγούστου) στα δυτικά όρια της περιοχής μελέτης καθώς και σε όλα τα δρυοδάση περιφερειακά του κάμπου της Φυλιαδόνας και της Ξυνιάδας, τρέφονται και κουρνιάζουν σημαντικοί πληθυσμοί του παγκοσμίως απειλούμενου είδους Κιρκινέζι (*Falco naumani*).

Τα είδη χαρακτηρισμού και οριοθέτησης, για την περιοχή «GR102 Όρος Όθρυς» είναι :

- Falco biarmicus Χρυσογέρακο
- Ciconia nigra Μαυροπελαργός
- Circaetus gallicus Φίδαετός
- Aquila chrysaetos Χρυσαιτός
- Hieraaetus fasciatus Σπιζαιτός
- Falco peregrinus Πετρίτης
- Dendrocopus medius Μεσοτσικλητάρα

Ο πληθυσμός του Χρυσογέρακου που αναπαράγεται στην περιοχή μελέτης εκτιμάται σε 1-2 ζευγάρια στην Κοιλιάδα του ρέματος Κακιάς Σκάλας και στη περιοχή της Λυκόραχης, ενώ υπάρχουν ενδείξεις για την παρουσία και άλλου ενός ζευγαριού στο φαράγγι της Παλαιοκερασιάς. Τέλος, εκτός αναπαραγωγικής περιόδου καταγράφηκε ένα άτομο στις ορθοπλαγιές της Βρύναινας στα ανατολικά όρια της περιοχής, που πιθανόν να αφορά την χειμερινή διασπορά του είδους, που συνηθίζει να κυνηγά σε χαμηλότερες ή γειτονικές πεδινές εκτάσεις τον χειμώνα.

Η Μεσοτσικλητάρα είναι σχετικά κοινό είδος με εκτεταμένη εξάπλωση στα δρυοδάση της περιοχής μελέτης.

Ο πληθυσμός του Πετρίτη που αναπαράγεται στην περιοχή μελέτης εκτιμάται σε 5-6 ζευγάρια. Ενδέχεται να υπάρχουν κι άλλα δύο ζευγάρια στις ορθοπλαγιές και τις χαράδρες περιφερειακά του ορεινού όγκου της Όθρυς.

Για τον πληθυσμό του Χρυσαιτού, η περιοχή μελέτης αποτελεί βίοτοπο αναπαραγωγής για τον Χρυσαιτό όπου καταγράφηκε 1 ζευγάρι στο Γερακοβούνι.

4.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΥΠΟ ΕΞΕΤΑΣΗ ΠΕΡΙΟΧΗ

Ο οικισμός της Ανάβρας αποτελεί έναν από τους πρώτους οικισμούς της Ελλάδας που καλύπτει μέρος των ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ενώ παράλληλα το επίπεδο διαβίωσης των κατοίκων είναι ένα από τα υψηλότερα στην Ελλάδα και έχει εξελιχθεί σε έναν πρότυπο αγροτικό οικισμό.

Λαμβάνοντας υπόψη ότι στην ευρύτερη περιοχή μελέτης και σε ολόκληρη την έκταση της ΖΕΠ δεν υπάρχουν άλλου είδους τεχνικές υποδομές και οι ανθρώπινες δραστηριότητες

περιορίζονται στην άσκηση της κτηνοτροφίας και τις ορειβατικές δραστηριότητες, δεν αναμένεται ούτε έχει επιβεβαιωθεί η εμφάνιση των επιπτώσεων σε κλιματικό και βιοκλιματικό επίπεδο.

Το ζήτημα της οπτικής όχλησης, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες κυρίως τοπογραφικού χαρακτήρα, ενώ οι γύρω οικισμοί τοποθετούνται σε απόσταση μεγαλύτερη των 3,5km και κατά αυτόν τον τρόπο και η ακουστική όχληση μειώνεται σημαντικά και υπερκαλύπτεται από τον φυσικό θόρυβο των ανέμων σε δέντρα και θάμνους. Συνεισφέρει, ακόμα, και το γεγονός ότι η κατασκευή της νέας γενιάς ανεμογεννητριών προνοεί για την λιγότερη δυνατή ηχορύπανση, γεγονός που επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση της γεννήτριας πάνω σε πλαστική βάση προκειμένου να απορροφούνται οι κραδασμοί και η ίδια να λειτουργεί αθόρυβα, αλλά και με την καλή σχεδίαση των πτερυγίων.

Οι μόνες μόνιμες, μερικώς αναστρέψιμες, αλλά πλήρως αντιμετωπίσιμες αλλαγές που προκλήθηκαν στην τοπογραφία και στο ανάγλυφο του εδάφους αποτελούν η διάνοιξη δρόμων και υπογείων χαντακιών καλωδίων ΜΤ. Η διάνοιξη του δρόμου πρόσβασης στο αιολικό πάρκο, όμως, πραγματοποιήθηκε λαμβάνοντας υπόψη την κλίση του εδάφους και εξασφαλίζει τις λιγότερες δυνατές επιπτώσεις στην δομή του ανάγλυφου, ενώ το υπόγειο χαντάκι καλωδίων βρίσκεται εντός του στρώματος του δρόμου και οι μεταβολές είναι αμελητέας κλίμακας..

Ακόμα, δεν υπάρχουν δεδομένα ορνιθολογικών παρατηρήσεων από κάποιο συγκεκριμένο πρόγραμμα παρακολούθησης της ορνιθοπανίδας στην περιοχή του Αιολικού Πάρκου. Σύμφωνα με την διεθνή αρθρογραφία (Canadian and Wildlife Service, 2006) και δεδομένου ότι σε απόσταση 1km από τις θέσεις εγκατάστασης των Α/Γ του Α/Π 'ΑΛΟΓΟΡΑΧΗ' δεν υπάρχουν εγκατεστημένες άλλες Α/Γ, το μέγεθος της εγκατάστασης (20 Α/Γ) θεωρείται μέτριο (11 ως 40 Α/Γ).

Εφόσον, όμως, το έργο μόλις δύο χρόνια έπειτα της έναρξης λειτουργίας του εντάχθηκε στο δίκτυο Natura 2000, οφείλει να γίνει η εκπόνηση Ειδικής Οικολογικής Αξιολόγησης (ΕΟΑ) προκειμένου να αποφευχθούν οι πιθανές συγκρούσεις πτηνών με τις ανεμογεννήτριες και να παρακολουθείται συστηματικά για τυχόν επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα, τα οποία αναλύονται στην συνέχεια. Σε ότι αφορά στην ποιότητα της ατμόσφαιρας, ισχύει το Π.Δ. 1180/81 (ΦΕΚ 293/Α/6-10-81) και η Κ.Υ.Α. Η.Π. 14122/549/Ε.103 (ΦΕΚ 488/Β/30-03-2011) «Μέτρα για τη βελτίωση της ποιότητας της ατμόσφαιρας, σε συμμόρφωση με τις διατάξεις της οδηγίας 2008/50/ΕΚ “για την ποιότητα του ατμοσφαιρικού αέρα και καθαρότερο αέρα για την Ευρώπη” του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 21ης Μαΐου 2008»

4.5.1. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΠΡΟΣΚΡΟΥΣΕΙΣ

Το πιο ευάλωτο χαρακτηριστικό είδος της περιοχής μελέτης αποτελεί ο Χρυσαιτός (*Aquila chrysaetos*), ο οποίος χρησιμοποιεί την περιοχή μελέτης για την εύρεση τροφής, καθώς και το 55% του συνόλου της ΖΕΠ, ενώ το αιολικό Πάρκο Αλογόραχης βρίσκεται δυτικά εντός των ορίων της περιοχής τροφοληψίας του. Ακόμα, η θέση Γερακοβούνι, που βρίσκεται 7 χλμ. δυτικά του αιολικού πάρκου Αλογόραχης, έχει αναφερθεί ως βιότοπος αναπαραγωγής για ένα ζευγάρι χρυσογέρακων και διαθέτει παρόμοιους οικοτόπους και μορφολογικά χαρακτηριστικά με την υπό εξέταση περιοχή. Η περιοχή εγκατάστασης των ΑΣΠΗΕ είναι αρκετά απομονωμένη από την περιοχή αναπαραγωγής και τροφοληψίας του χρυσαετού, αλλά διαθέτει κατάλληλες προϋποθέσεις για την μετακίνηση του είδους για την εύρεση τροφής. Το γεγονός, όμως, ότι είναι μία ανοιχτή έκταση στο μήκος μιας κορυφογραμμής δημιουργεί την πιθανότητα ρίσκου για το είδος καθώς το ίδιο αναζητά την τροφή του σε χαμηλότερο ύψος. Επομένως, η διατήρηση των κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων της περιοχής της Όθρυος και παράλληλα η απομάκρυνση νεκρών ζώων κοντά στην περιοχή των εγκαταστάσεων του αιολικού πάρκου βοηθούν στον μετριασμό των επιπτώσεων από πρόσκρουση. Συμπερασματικά, λόγω της άφθονης διαθέσιμης έκτασης τροφοληψίας εντός των ορίων της ΖΕΠ, της απουσίας περιστατικών πρόσκρουσης στην περιοχή του υπό εξέταση αιολικού πάρκου, αλλά και της μη ύπαρξης παρόμοιων έργων στην ευρύτερη περιοχή, οι επιπτώσεις πρόσκρουσης για τον χρυσαετό δεν θεωρούνται υψηλής σημαντικότητας.

Τα υπόλοιπα σημαντικά είδη (Γερακαετός, Μαυροπελαργός, Λιβαδόκιρκος και Μαυροπετρίτης) δεν χρησιμοποιούν ως περιοχή τροφοληψίας ή αναπαραγωγής την υπό εξέταση περιοχή ή τα ευρύτερα όρια της, επομένως δεν υπάρχει ανυσηχία για το ενδεχόμενο πρόσκρουσης. Για τα υπόλοιπα σημαντικά είδη αρπακτικών (Φιδαετός, Σπιζαετός, Πετρίτης), σύμφωνα με τις καταγραφές που οριοθετούν τα κρίσιμα ενδιαίτηματα των ειδών αυτών, δραστηριοποιούνται για αναπαραγωγή και τροφοληψία σε εκτάσεις εκτός της κορυφογραμμής εγκατάστασης των Α/Γ. Ως εκ τούτου το ρίσκο είναι αμελητέο.

Τέλος, μέρος της υπό εξέτασης περιοχής του αιολικού πάρκου έχει χαρακτηριστεί ως κρίσιμο ενδιαίτημα για αναπαραγωγή και τροφοληψία της Μεσοτσικλητάρας, όμως ο κίνδυνος πρόσκρουσης θεωρείται αμελητέος, καθώς πρόκειται για είδος που συνδέεται με το έδαφος και κινείται σε δέντρα και πλαγιές.

4.5.2. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΕΝΟΧΛΗΣΕΙΣ Ή ΚΑΙ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΦΡΑΓΜΑΤΟΣ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ

Οι επιπτώσεις από ενοχλήσεις αφορούν κατά κύριο λόγο την περίοδο κατασκευής των ΑΣΠΗΕ και έπειτα την περίοδο λειτουργίας του. Η ενόχληση αφορά τον εκτοπισμό κάποιων ειδών, έστω και παροδικά, από την περιοχή τροφοληψίας, αναπαραγωγής ή διαχείμασης τους. Σύμφωνα με τις μελέτες που προαναφέρθηκαν, ο πιθανός εκτοπισμός των πτηνών ή η μείωση της πυκνότητας των ατόμων ενός είδους παρατηρείται σε μια ακτίνα 600m γύρω από τις ανεμογεννήτριες.

Την μεγαλύτερη ευαισθησία σε εκτοπισμούς, έχει ο Μαυροπετρίτης (*Falco eleonora*), όμως φαίνεται να χρησιμοποιεί την έκταση της ΖΕΠ προσωρινά, ως σταθμό, επομένως δεν αναμένονται επιπτώσεις από οχλήσεις λόγω της παρουσίας του Αιολικού Πάρκου. Ακόμα, το είδος του Σπιζαετού θεωρείται αρκετά ευαίσθητο, όμως το ίδιο χρησιμοποιεί εκτάσεις στα νοτιότερα σημεία της ΖΕΠ, σε μεγάλη απόσταση από το υπό εξέταση αιολικό πάρκο, επομένως δεν πιθανολογείται κίνδυνος ενόχλησης ή εκτοπισμού.

Ο βαθμός σημαντικότητας της ενδεχόμενης εμφάνισης επιπτώσεων από τη δημιουργία φράγματος ανάσχεσης (σημαντικές αποκλίσεις στις κινήσεις των πουλιών) κρίνεται αμελητέος για όλα τα είδη πουλιών της περιοχής, σύμφωνα με το μέγεθος και τα χαρακτηριστικά του εν λειτουργία αιολικού πάρκου και δεδομένου ότι δεν εντοπίζονται άλλες παρόμοιου τύπου εγκαταστάσεις στην ευρύτερη περιοχή.

4.5.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ Η ΑΛΛΑΓΕΣ ΣΤΗ ΔΟΜΗ ΤΟΥ ΕΝΔΙΑΙΤΗΜΑΤΟΣ

Αυτού του είδους οι επιπτώσεις αφορούν την άμεση απώλεια των ενδιαιτημάτων, λόγω της κατασκευής των ανεμογεννητριών ή και της διάνοιξης νέων δρόμων πρόσβασης σε αυτές.

Λόγω του μικρού μεγέθους των επεμβάσεων, δεν εκτιμώνται σημαντικές πληθυσμιακές επιπτώσεις και επιπτώσεις στην κατάσταση διατήρησης των ειδών, καθώς η άμεση απώλεια ενδιαιτημάτων από τη φυσική παρουσία του έργου είναι μικρής έκτασης. Η επάρκεια, η διαθεσιμότητα και η καταλληλότητα των ενδιαιτημάτων για το είδος, σε συνδυασμό με την περιορισμένη έκταση κατάληψης των πλατειών και του οδοστρώματος καθιστούν αμελητέα τη σημαντικότητα εμφάνισης επιπτώσεων απώλειας ενδιαιτήματος για το συγκεκριμένο είδος. Εξάλλου, τα έργα και οι εκσκαφές που συνέβησαν δεν επέφεραν αλλαγή ή καταστροφή κάποιου μοναδικού γεωλογικού ή φυσικού χαρακτηριστικού.

4.5.4. ΣΩΡΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Δεδομένου το ότι η υπό εξέταση περιοχή έχει χαρακτηριστεί ως ΖΕΠ, δεν εντοπίζονται άλλου είδους τεχνικές υποδομές, ενώ οι ανθρώπινες δραστηριότητες περιορίζονται στην άσκηση της κτηνοτροφίας και τις ορειβατικές δραστηριότητες, δεν εκτιμάται ούτε έχει επιβεβαιωθεί η εμφάνιση συνεργιστικών επιπτώσεων.

Όσο αναφορά τα πιθανά μελλοντικά έργα στην περιοχή που βρίσκονται υπό αδειοδότηση (8 Αιολικά Πάρκα, 62 Ανεμογεννήτριων, συνολικής ισχύος 139,1 MW εντός των ορίων της ΖΕΠ), θα εγκατασταθούν σε διαφορετικές κορυφές της Όθρυος εντός του κρίσιμου ενδιαιτήματος τροφοληψίας του Χρυσαιτού, ενώ η χωροθέτηση τους εκτιμάται πως δεν θα προκαλέσει σοβαρά ενδεχόμενα τραυματισμού του είδους, ενόχλησης των δραστηριοτήτων του, ούτε σοβαρές απώλειες στο ενδιαίτημα, καθώς ο βαθμός κατάληψης εξακολουθεί να παραμένει αρκετά περιορισμένος και σε μεγάλη απόσταση από το ήδη υπάρχον αιολικό πάρκο.

Επομένως, κρίνεται αμελητέος ο βαθμός σημαντικότητας της πιθανότητας εμφάνισης συνεργιστικών επιπτώσεων για τον Χρυσαιτό, αλλά και για τα υπόλοιπα σημαντικά είδη, ιδιαίτερα αν ληφθούν όλα τα προτεινόμενα μέτρα που ακολουθούν.

Ακόμα, στην υπό εξέταση περιοχή δεν εντοπίζονται αρχαιολογικοί χώροι ή ιστορικού και πολιτιστικού ενδιαφέροντος μνημεία, τα οποία θα επηρεαζόταν από την εγκατάσταση και λειτουργία των υπό εξέταση ΑΣΠΗΕ και το έργο δεν συνδέεται με το ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον της ευρύτερης περιοχής.

4.5.5. ΜΕΤΡΑ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ

Όλα τα παραπάνω οδηγούν στο συμπέρασμα ότι δεν παραβιάζεται ούτε διαταράσσεται η ακεραιότητα της Ζώνης Ειδικής Προστασίας για τα πουλιά και, κατ' επέκταση, ούτε η συνοχή του δικτύου Natura 2000. Οφείλει, ωστόσο, να συνεχιστεί η διεξαγωγή ελέγχου για νεκρά ζώα και η απομάκρυνση των ίδιων σε ακτίνα 600 μέτρων γύρω από το αιολικό πάρκο «Αλογόραχη», έτσι ώστε να μην προσέλθει στην περιοχή των αιολικών εγκαταστάσεων και τεθεί σε κίνδυνο το είδος του Χρυσαιτού. Ακόμα, οφείλουν να αποφευχθούν οι αλλαγές στις χρήσεις γης, αλλά και η υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος στην περιοχή των αιολικών εγκαταστάσεων, που από την στιγμή της κατασκευής του μέχρι και σήμερα έχει παραμείνει σταθερός, προκειμένου να διασφαλιστεί η επάρκεια και η διατήρηση των ενδιαιτημάτων, τα οποία είναι κατάλληλα και διαθέσιμα για τα πουλιά.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Σκοπό της εργασίας αποτέλεσε αφενός **η μελέτη κριτηρίων χωροθέτησης ενός αιολικού πάρκου που βρίσκεται στο δίκτυο Natura 2000** καθώς και η διερεύνηση **περιβαλλοντικών επιβαρύνσεων που προκύπτουν** σε Εθνικό επίπεδο. Κριτήρια καταλληλότητας αποτελούν το αιολικό δυναμικό, το υψόμετρο, η κλίση, ο προσανατολισμός, οι χρήσεις γης, καθώς και η απόσταση από οικισμούς, αρχαιολογικούς χώρους, υδρογραφικό, οδικό και ηλεκτρικό δίκτυο αλλά και από περιοχές Natura και προστασίας πτηνών.

Στον ελλαδικό χώρο παρατηρείται έντονη βιοποικιλότητα και η διατήρηση της κρίνεται απαραίτητη. Η εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ σε προστατευόμενες περιοχές είναι αρκετά έντονη, ενώ παρατηρείται ιδιαίτερη αύξηση την τελευταία δεκαετία. Παρατηρούνται, ωστόσο, ειδικές λειτουργικές προδιαγραφές όσο αναφορά τα λειτουργικά συστήματα των ανεμογεννητριών, τα οποία τις καθιστούν ακόμα πιο φιλικές για το περιβάλλον και τον άνθρωπο, καθώς η κατασκευή τους τείνει να εκμηδενίζει οποιαδήποτε επίπτωση έχει παρατηρηθεί από την χρήση τους.

Γίνεται, λοιπόν, αντιληπτό πως η ύπαρξη προστατευμένων περιοχών Natura δεν αναιρεί την εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ, αν και εφόσον τηρούνται οι σχετικές προϋποθέσεις για την διατήρηση της βιοποικιλότητας. Παρόλα αυτά, η διαδικασία αδειοδότησης για την περίπτωση αιολικών πάρκων καθίσταται περίπλοκη και δυσκολεύει σε περίπτωση που η περιοχή ενδείκνυται ως ΣΠΠ, για αυτό και οφείλουν να λαμβάνονται υπ' όψη όλα τα απαραίτητα κριτήρια για την ορθή χωροθέτηση. Για τον ίδιο λόγο, οι περιοχές Natura διακρίνονται σε περιοχές με βιότοπους πτηνών και σε περιοχές χωρίς βιότοπους για πτηνά, ΖΕΠ και ΤΚΣ αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι περιοχές ΖΕΠ αλλά και οι περιοχές με κοινή επικάλυψη κρίνονται λιγότερο κατάλληλες για την χωροθέτηση αιολικών πάρκων από τους ΤΚΣ, με εξαίρεση να αποτελούν η περιφέρεια της Στερεάς Ελλάδας και της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.

Σε εθνικό επίπεδο, οι δύο προαναφερθείσες περιφέρειες φαίνεται να είναι αυτές με τον μεγαλύτερο κίνδυνο, καθώς έχουν τις περισσότερες περιπτώσεις «επικαλύψεων», ενώ τα επιτρεπτά όρια επικαλύψεων των ευαίσθητων οικοσυστημάτων τους έχουν ξεπεραστεί, καθώς η πλειοψηφία των εγκατεστημένων ΑΣΠΗΕ βρίσκεται εντός των ορίων των περιοχών Natura της κάθε περιοχής. Οι ίδιες φιλοξενούν πληθώρα γλωρίδας, ορνιθοπανίδας αλλά και οικοτόπων, όπως λίμνες και υγροβιότοπους. «Επικαλύψεις» φαίνεται να υπάρχουν και στον υπόλοιπο ελλαδικό χώρο, χωρίς όμως να πρόκειται για περιπτώσεις ίδιας βαρύτητας.

Στην μελέτη περίπτωσης για το αιολικό πάρκο «Αλογόραχης», το οποίο υπόκειται σε ΖΕΠ, δεν παρατηρούνται αρνητικές επιπτώσεις και κατά την κατασκευή του δεν υπήρξαν μη αναστρέψιμες επιβαρύνσεις σε κανένα επίπεδο, με εξαίρεση την κατασκευή του δρόμου πρόσβασης στο αιολικό πάρκο. Το γεγονός αυτό, αποδεικνύει την ισοροπημένη συνύπαρξη προστατευόμενων περιοχών και ΑΣΠΗΕ, αλλά και την αποτελεσματικότητά τους προς όφελος του ανθρώπου.

Εν κατακλείδι, στην παρούσα μελέτη, με την βοήθεια των Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών παρουσιάζονται, περιγράφονται και αναλύονται η ύπαρξη, η συμβολή και η χρησιμότητα των ΑΣΠΗΕ στον ελλαδικό χώρο, αλλά και οι σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν υπόψη προκειμένου να μην υπάρξουν περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις από την εγκατάστασή τους, κυρίως σε περιοχές που ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Abdel-Basset, M., Gamal, A., Chakraborty, R., & Ryan, M. (2021). A new hybrid multi-criteria decision-making approach for location selection of sustainable offshore wind energy stations: A case study. *Journal Of Cleaner Production*, 280, 124462. doi: 10.1016/j.jclepro.2020.124462

Al-Yahyai, S., Charabi, Y., Gastli, A., & Al-Badi, A. (2012). Wind farm land suitability indexing using multi-criteria analysis. *Renewable Energy*, 44, 80-87. doi: 10.1016/j.renene.2012.01.004

Argin, M., Yerci, V., Erdogan, N., Kucuksari, S., & Cali, U. (2019). Exploring the offshore wind energy potential of Turkey based on multi-criteria site selection. *Energy Strategy Reviews*, 23, 33-46. doi: 10.1016/j.esr.2018.12.005

Aydin, N., Kentel, E., & Duzgun, S. (2010). GIS-based environmental assessment of wind energy systems for spatial planning: A case study from Western Turkey. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 14(1), 364-373. doi: 10.1016/j.rser.2009.07.023

Ayodele, T., Ogunjuyigbe, A., Odigie, O., & Munda, J. (2018). A multi-criteria GIS based model for wind farm site selection using interval type-2 fuzzy analytic hierarchy process: The case study of Nigeria. *Applied Energy*, 228, 1853-1869. doi: 10.1016/j.apenergy.2018.07.051

Baban, S., & Parry, T. (2001). Developing and applying a GIS-assisted approach to locating wind farms in the UK. *Renewable Energy*, 24(1), 59-71. doi: 10.1016/s0960-1481(00)00169-5

Barra, P., de Carvalho, W., Menezes, T., Fernandes, R., & Coury, D. (2021). A review on wind power smoothing using high-power energy storage systems. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 137, 110455. doi: 10.1016/j.rser.2020.110455

Baseer, M., Rehman, S., Meyer, J., & Alam, M. (2017). GIS-based site suitability analysis for wind farm development in Saudi Arabia. *Energy*, 141, 1166-1176. doi: 10.1016/j.energy.2017.10.016

Dimopoulos, P., Raus, T., Bergmeier, E., Constantinidis, T., Iatrou, G., Kokkini, S., & Tzanoudakis, D. (2013). *Vascular plants of Greece: an annotated checklist*. Botanic Garden and Botanical Museum Berlin-Dahlem.

Effat, H. (2014). Spatial modeling of optimum zones for wind farms using remote sensing and Geographic Information System, Application in the Red Sea, Egypt. *Journal Of Geographic Information System*, 06(04), 358-374. doi: 10.4236/jgis.2014.64032

Fortune, F. (2018). *Ocean Energy: Environmental impacts, assessment, mitigation, and management*. Lecture, Heriot-Watt University, Edinburgh.

Gigović, L., Pamučar, D., Božanić, D., & Ljubojević, S. (2017). Application of the GIS-DANP-MABAC multi-criteria model for selecting the location of wind farms: A case study of Vojvodina, Serbia. *Renewable Energy*, 103, 501-521. doi: 10.1016/j.renene.2016.11.057

Latinopoulos, D., & Kechagia, K. (2015). A GIS-based multi-criteria evaluation for wind farm site selection. A regional scale application in Greece. *Renewable Energy*, 78, 550-560. doi: 10.1016/j.renene.2015.01.041

Le Lièvre, C. (2019). Sustainably reconciling offshore renewable energy with Natura 2000 sites: An interim adaptive management framework. *Energy Policy*, 129, 491-501. doi: 10.1016/j.enpol.2019.02.007

Li, J., Wang, G., Li, Z., Yang, S., Chong, W., & Xiang, X. (2020). A review on development of offshore wind energy conversion system. *International Journal Of Energy Research*, 44(12), 9283-9297. doi: 10.1002/er.5751

Meng, Y., Yan, S., Wu, K., Ning, L., Li, X., Wang, X., & Wang, X. (2021). Comparative economic analysis of low frequency AC transmission system for the integration of large offshore wind farms. *Renewable Energy*, 179, 1955-1968. doi: 10.1016/j.renene.2021.07.137

Mourmouris, J., & Potolias, C. (2013). A multi-criteria methodology for energy planning and developing renewable energy sources at a regional level: A case study Thassos, Greece. *Energy Policy*, 52, 522-530. doi: 10.1016/j.enpol.2012.09.074

Noorollahi, Y., Yousefi, H., & Mohammadi, M. (2016). Multi-criteria decision support system for wind farm site selection using GIS. *Sustainable Energy Technologies And Assessments*, 13, 38-50. doi: 10.1016/j.seta.2015.11.007

Panagiotidou, M., Xydis, G., & Koroneos, C. (2016). Environmental siting framework for wind farms: A case study in the Dodecanese Islands. *Resources*, 5(3), 24. doi: 10.3390/resources5030024

- Rezaian, S., & Jozi, S. (2016). Application of multi criteria decision-making technique in site selection of wind farm- a case study of Northwestern Iran. *Journal Of The Indian Society Of Remote Sensing*, 44(5), 803-809. doi: 10.1007/s12524-015-0517-6
- Rodman, L., & Meentemeyer, R. (2006). A geographic analysis of wind turbine placement in Northern California. *Energy Policy*, 34(15), 2137-2149. doi: 10.1016/j.enpol.2005.03.004
- Spiropoulou, I., Karamanis, D., & Kehayias, G. (2015). Offshore wind farms development in relation to environmental protected areas. *Sustainable Cities And Society*, 14, 305-312. doi: 10.1016/j.scs.2014.05.006
- Sunak, Y., Höfer, T., Siddique, H., Madlener, R., & De Doncker, R. W. (2015). *A GIS-based decision support system for the optimal siting of wind farm projects*. Aachen, Germany: Universitätsbibliothek der RWTH Aachen.
- Tegou, L., Polatidis, H., & Haralambopoulos, D. (2010). Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study. *Journal Of Environmental Management*, 91(11), 2134-2147. doi: 10.1016/j.jenvman.2010.05.010
- Tercan, E., Tapkın, S., Latinopoulos, D., Dereli, M., Tsiropoulos, A., & Ak, M. (2020). A GIS-based multi-criteria model for offshore wind energy power plants site selection in both sides of the Aegean Sea. *Environmental Monitoring And Assessment*, 192(10). doi: 10.1007/s10661-020-08603-9
- Trochet, A., & Schmeller, D. (2013). Effectiveness of the Natura 2000 network to cover threatened species. *Nature Conservation*, 4, 35-53. doi: 10.3897/natureconservation.4.3626
- Vagiona, D. G., & Karanikolas, N. M. (2012). A multicriteria approach to evaluate offshore wind farms siting in Greece. *Global NEST Journal*, 14(2), 235-243. doi: 10.30955/gnj.000868
- Wang, Q., M'Ikiugu, M., & Kinoshita, I. (2014). A GIS-based approach in support of spatial planning for renewable energy: A case study of Fukushima, Japan. *Sustainability*, 6(4), 2087-2117. doi: 10.3390/su6042087
- Xu, Y., Li, Y., Zheng, L., Cui, L., Li, S., Li, W., & Cai, Y. (2020). *Site selection of wind farms using GIS and multi-criteria decision making method in Wafangdian, China*. *Energy*, 207, 118222.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Αντωνιάδης, Σ. (2016). *Μελέτη Αεροδυναμικής Συμπεριφοράς Ανεμογεννήτριας Οριζοντίου Άξονα με τη χρήση μοντέλων Υπολογιστικής Ρευστοδύναμης* (Διπλωματική Εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Γραμματικογιάννης, Η., & Στρατηγέα, Α. (2010). Μεθοδολογία αξιολόγησης εναλλακτικών θέσεων χωροθέτησης αιολικού πάρκου, *Τεχνικά Χρονικά*, 77-86

Ελευθεριάδου, Ε. (2007). *Χωροταξικός-Ενεργειακός Σχεδιασμός Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας* (Διατριβή). Πανεπιστήμιο Αιγαίου. Ανακτήθηκε από <https://hellenicus.lib.aegean.gr/bitstream/handle/11610/14900/file0.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ευρωπαϊκή Επιτροπή (2020). Ανακοίνωση της Επιτροπής Έγγραφο καθοδήγησης για τα έργα αιολικής ενέργειας και τη νομοθεσία της ΕΕ για την προστασία της φύσης. Ανακτήθηκε στις 23 Φεβρουαρίου 2022, από https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/wind_farms_el.pdf

Κανελλάς, Π. (2016). *Μελέτη Εγκατάστασης Υπεράκτιου Αιολικού Πάρκου 240 MW στον κόλπο της Αλεξανδρούπολης* (Διπλωματική Εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κατσαφάδος, Π. (2018). *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας*. Διάλεξη, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Κατσέλη, Χ. (2017). *Χωροθέτηση θαλάσσιων αιολικών πάρκων στο Αιγαίο, το Ιόνιο και το Λιβυκό Πέλαγος με την χρήση εργαλείων γεωπληροφορικής* (Διπλωματική Εργασία). Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα <https://estia.hua.gr/browse/19489>

Κούτσης, Θ., Τρίγκου, Ρ., & Καλτσής, Α. (2020) Όλα όσα θέλατε να μάθετε για τα «Αιολικά Πάρκα» στις προστατευόμενες περιοχές NATURA 2000. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία. Αθήνα. 1-23. Ανακτήθηκε από http://files.ornithologiki.gr/docs/Aiolika_se_Natura_ORNITHOLOGIKI_web.pdf

Λεγάκις, Α., & Μαραγκού, Π. (2009). Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία. ΥΠΕΚΑ. 213-353. Ανακτήθηκε από http://dipe.ker.sch.gr/kainotomes/To_Kokkino_biblio.pdf

Μακρίδης, Ι. (2013). *Αξιολόγηση παραμέτρων απόδοσης αιολικού πάρκου* (Πτυχιακή Εργασία). Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Α.Μ.Θ., Καβάλα. Ανακτήθηκε από <http://digilib.teiemt.gr/jspui/bitstream/123456789/1517/1/012013133.pdf>

Μαραβελάκης, Ε. (2020). *Λειτουργία και έλεγχος των αιολικών μηχανών* (Διπλωματική Εργασία). Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Πάτρα <http://repository.library.teiwest.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/8318/%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%A7%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%97-%CE%9C%CE%91%CE%A1%CE%91%CE%92%CE%95%CE%9B%CE%91%CE%9A%CE%97%CE%A3-6810.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Μαραγκού, Π. (2012). Βιοποικιλότητα. WWF ΕΛΛΑΣ. Ανακτήθηκε από https://www.contentarchive.wwf.gr/images/pdfs/pe/12May_biodiversity_general.pdf

Μπακούρος, Ε. (2021). *Διερευνώντας όρους βιώσιμης χωροθέτησης αιολικών πάρκων: Η περίπτωση της Νότιας Έυβαιας* (Διπλωματική Εργασία). Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα. Ανακτήθηκε από <https://dspace.lib.ntua.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/53983/%ce%9c%ce%94%ce%95%20%ce%9c%ce%a0%ce%91%ce%9a%ce%9f%ce%a5%ce%a1%ce%9f%ce%a3%20%ce%95%ce%a5%ce%a3%ce%a4%ce%91%ce%98%ce%99%ce%9f%ce%a3.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Μπίλη, Α. (2016). *Διερεύνηση κριτηρίων και μεθοδολογιών χωροθέτησης χερσαίων αιολικών πάρκων* (Ερευνητική Εργασία). Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη. Ανακτήθηκε από https://ikee.lib.auth.gr/record/284867/files/MPILH_EE.pdf

Λιώκη – Λειβαδά, Η., & Ασημακοπούλου, Μ. (2008). *Αιολική και άλλες ανανεώσιμες μορφές ενέργειας, Βιομάζα – Γεωθερμία – Υδατοπτώσεις*. Αθήνα: Εκδόσεις Συμμετρία.

Παρασκευόπουλος, Α. (2013). *Ειδική Οικολογική Αξιολόγηση για την Ορνιθοπανίδα στη Ζώνη Ειδικής Προστασίας «Όρος Όθρυς, Βουνά Γκούρας και Φαράγγι Παλαιοκερασιάς» με κωδικό GR1430006*. Χ. ΡΟΚΑΣ Α.Β.Ε.Ε., Αθήνα. 1-71

Πολυκανδριώτης, Δ. (2021). *Μοντελοποίηση της χωροθέτησης ενός πρότυπου αιολικού πάρκου στην περιοχή της Αιτωλοακαρνανίας*. (Διπλωματική Εργασία). Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Σιάχος, Ι., & Μπίστας, Ν. (2019). *Παράκτια Αιολικά Πάρκα* (Πτυχιακή Εργασία). Πανεπιστήμιο Πελοποννήσου, Πάτρα. Ανακτήθηκε από

<http://repository.library.teiwest.gr/xmlui/bitstream/handle/123456789/8052/%CE%A0%CE%A4%CE%A5%CE%A7%CE%99%CE%91%CE%9A%CE%97%20%CE%95%CE%A1%CE%93%CE%91%CE%A3%CE%99%CE%91%20%281754%29%20%CE%A0%CE%91%CE%A1%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%91%20%CE%91%CE%99%CE%9F%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%91%20%CE%A0%CE%91%CE%A1%CE%9A%CE%91.pdf?sequence=1>

Σιμιάδας, Γ., & Σταματόπουλος Κ. *Ανεμογεννήτριες και αιολικά πάρκα* (Πτυχιακή Εργασία). ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, Πάτρα. Ανακτήθηκε από

<http://repository.library.teiwest.gr/xmlui/handle/123456789/6395>

Χαλκιάς, Χ., & Γκούσια, Μ. (2015). Χωρική Πολυκριτηριακή Ανάλυση - Σταθμισμένη Χαρτογραφική Υπέρθεση. Στο Χ. Χαλκιάς & Μ. Γκούσια, *Γεωγραφική ανάλυση με την αξιοποίηση της γεωπληροφορικής*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Ανακτήθηκε από <http://hdl.handle.net/11419/4548>

Χρόνη, Χ., & Κατσαφάδος, Π. (2020). *Αιολική Ενέργεια*. Διάλεξη Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

WWF Ελλάς (2013) Αιολικά Πάρκα στην Θράκη: Αναθεωρημένη πρόταση Ορθής Χωροθέτησης του WWF Ελλάς. Δαδιά – Αθήνα. Ανακτήθηκε από

<https://www.contentarchive.wwf.gr/images/pdfs/2013-Aug-WWF-Orthi-Horothetisi-Aiolikon-Parkon.pdf>

ΙΣΤΟΣΕΛΙΔΕΣ

Canada and Wildlife Service (2015). Canadian Protected Areas Status Report 2006 to 2011.

Ανακτήθηκε από <https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/wildlife-habitat/publications/canadian-protected-areas-report-2006-2011.html>

European Commission. Nature and biodiversity. Ανακτήθηκε από

https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/faq_el.htm

European Environment Agency, Natura 2000 End 2020 –Shapefile. Ανακτήθηκε από

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/natura-12/natura-2000-spatial-data/natura-2000-shapefile-1>

Natura 2000 Network Viewer,

<https://natura2000.eea.europa.eu/>

Natura 2000 sites designation,

https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/sites/index_en.htm.

Natura 2000 - Spatial data

<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/natura-12/natura-2000-spatial-data>

Natura 2000 – Standard Data Form,

<https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=GR1430006>

Natura 2000 – Standard Data Form,

<https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=GR1130011>

Natura 2000 – Standard Data Form,

<https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=GR1110009>

Natura 2000 – Standard Data Form,

<https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=GR1110010>

Natura 2000 – Standard Data Form,

<https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=GR2420001>

Natura 2000 – Standard Data Form,

<https://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=GR2420012>

ECOPRESS

<https://ecopress.gr/eletaen-diagonismos-fotografias-gia-ta-aiolika-parka-tis-elladas/>

Our World in Data

<https://ourworldindata.org/>

Αιολικά Πάρκα,

<https://geo.rae.gr/>.

Απόσπασμα πρακτικού 08/31-08-2015, ΘΕΜΑ 16ο : Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (Μ.Π.Ε.) του υφιστάμενου έργου «Αιολικό Πάρκο ισχύος 17 MW και των συνοδών του έργων

οδοποιΐας, απαραίτητων για την πρόσβαση στο Α/Π και τη διέλευση εντός του», φερόμενης ιδιοκτησίας της εταιρείας «Χ. ΡΟΚΑΣ Α.Β.Ε.Ε.», στη θέση «Αλογοράχη» Ανάβρας, του Δήμου Αλμυρού, των Π.Ε. Μαγνησίας & Σποράδων, της Περιφέρειας Θεσσαλίας».

https://www.thessaly.gov.gr/data/ps_apof/2015/%CE%A0%CE%A1%CE%91%CE%9A%CE%A4%CE%99%CE%9A%CE%9F%208/%CE%98%CE%95%CE%9C%CE%91%2016%20%CE%9C%CE%A0%CE%95%20%CE%91%CE%99%CE%9F%CE%9B%CE%99%CE%9A%CE%9F%20%CE%A0%CE%91%CE%A1%CE%9A%CE%9F%20%CE%A7.%20%CE%A1%CE%9F%CE%9A%CE%91%CE%A3%20%CE%91.%CE%92.%CE%95.%CE%95.%20%CE%94.%20%CE%91%CE%9B%CE%9C%CE%A5%CE%A1%CE%9F%CE%A5.pdf

ΕΛΕΤΑΕΝ Διαδικτυακός Χάρτης εν Λειτουργία Αιολικών Πάρκων

<https://eletaen.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=875b7ea838cf4fe6a937c4be90fa8edd&extent=2070592.4486%2C4027438.181%2C3489263.6936%2C5196618.9657%2C102100>

ΕΛΕΤΑΕΝ -HWEA Wind Energy Statistics – S1 2021

<https://eletaen.gr/wp-content/uploads/2021/07/2021-07-21-H1-HWEA-Statistics-Greece-.pdf>

ΕΛΕΤΑΕΝ - Οι Αιολικές Εγκαταστάσεις στην Ελλάδα/ HWEA Wind Statistics

<https://eletaen.gr/hwea-wind-statistics/>

Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία «Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά της Ελλάδας»

<http://www.ornithologiki.gr/el/oi-drases-mas/diatirisi-erevna/simantikes-perioxes-gia-ta-poulia-tis-elladas>

Ελληνική Στατιστική Αρχή

<https://www.statistics.gr/digital-cartographical-data>

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας (2020). Τεύχος Πρώτο, Αρ. Φύλλου 92,

https://www.kodiko.gr/nomologia/download_fek?f=fek/2020/a/fek_a_92_2020.pdf&t=10d17bd2cd08f3bab060631f62d491ee

Μετεωρολογικός σταθμός Αλεξανδρούπολης

<https://penteli.meteo.gr/stations/alexandroupolis/?fbclid=IwAR1HFdrf6SGWkc5RZIXHsWPuDGM0XEsvnrEn2M-ptQvO4ioHQDIIF5qZOQQ>

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Δίκτυο Natura 2000,

<https://ypen.gov.gr/perivallon/viopoikilotita/diktyo-natura-2000/>