



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ
ΧΕΡΣΑΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Συγγραφέας:

Γεμελιάρη Λυδία – Ευσταθία

A.M.: 201809

Επιβλέποντες:

Δρ. Ιωάννης Κ. Καλδέλλης

Δρ. Αιμιλία Μ. Κονδύλη

Αθήνα, Ιούλιος 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF MECHANICAL ENGINEERING

MASTER OF SCIENCE:
ENERGY AND ENVIRONMENTAL DEVELOPMENTS

DIPLOMA THESIS

GUIDANCE OF ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT

Student:

Gemeliari Lydia - Efstathia

R.N.: 201809

Supervisors:

Dr. Ioannis K. Kaldellis

Dr. Emilia M. Kondili

Athens, July 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ:
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

ΟΔΗΓΟΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ
ΧΕΡΣΑΙΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής συμπεριλαμβανομένων και των Εισηγητών

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΑ ΔΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
	Καλδέλλης Ιωάννης	Καθηγητής	
	Κονδύλη Αιμιλία	Καθηγήτρια	
	Παπαποστόλου Χριστιάνα	Επίκουρη Καθηγήτρια	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Γεμελιάρη Λυδία – Ευσταθία Του Νικολάου, με αριθμό μητρώου 201809 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Ενεργειακά και Περιβαλλοντικά Έργα» του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών, της Σχολής Μηχανικών, του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα

Γεμελιάρη Λυδία - Ευσταθία



Περίληψη

Για τη βιώσιμη ανάπτυξη μιας περιοχής είναι απαραίτητη η ενσωμάτωση της περιβαλλοντικής διάστασης στο σχεδιασμό της. Με αυτό το τρόπο, εκτός από της οικονομική διάσταση οδηγούμαστε στην επίτευξη αλλά και τη διατήρηση της υψηλής ποιότητας του περιβάλλοντος και της υψηλής ποιότητας ζωής.

Στην παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζεται η νομοθεσία, οι προδιαγραφές καθώς και οι μέθοδοι και τα εργαλεία εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός χερσαίου αιολικού πάρκου. Αναλύονται τα θέματα χωροθέτησης και κοινωνικής αποδοχής των αιολικών εγκαταστάσεων και γίνεται μία βιβλιογραφική επισκόπηση στις μεθόδους και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση και την εκτίμηση των σημαντικότερων περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός χερσαίου αιολικού πάρκου.

Στόχος του Οδηγού είναι να παρέχει μια πρακτική εικόνα σε όσους εμπλέκονται στη διαδικασία εκπόνησης μιας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), αξιοποιώντας εμπειρίες από την Ελλάδα, την Ευρώπη αλλά και παγκοσμίως. Ο Οδηγός καθοδήγησης έχει ως στόχο τη βελτίωση των αποφάσεων που λαμβάνονται σχετικά με την ανάγκη για ΜΠΕ και τους όρους αναφοράς στους οποίους γίνεται η αξιολόγηση. Επικεντρώνεται στη διασφάλιση ότι οι καλύτερες δυνατές πληροφορίες διατίθενται κατά τη λήψη αποφάσεων.

Abstract

The integration of the environmental dimension in the development planning is one way for the sustainable development of an area. So, in addition to the economic dimension, the maintenance of a high degree of environmental and life quality is achieved.

This paper presents the legal framework, specifications, methods and tools for assessing the environmental impact of a land-based wind farm. The issues of location and social acceptance of wind farms are analyzed and a bibliographic review is made of the methods and tools used to assess the most important environmental impacts of a wind farm.

The aim of the Guide is to provide a practical picture to those involved in the process of preparing an Environmental Impact Study (EIA), utilizing experiences from Greece, Europe and worldwide. The guidance aims to improve the decisions made about the need for EIA and the reference conditions in which the evaluation takes place. It focuses on ensuring that the best possible information is available when making decisions.

Περιεχόμενα

1	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	12
1.1	ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ	12
1.2	ΕΥΡΩΠΗ.....	14
1.3	ΕΛΛΑΔΑ	15
1.4	ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΕΩΣ ΤΟ 2030	19
2	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ.....	20
2.1	ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ.....	20
2.2	ΑΠΟΦΑΣΗ ΕΓΚΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΡΩΝ (ΑΕΠΟ)	22
2.3	ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2001 ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΩΘΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ.....	24
2.4	ΕΙΔΙΚΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΑΠΕ	24
2.5	ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ, ΕΝΤΟΣ ΔΑΣΩΝ Η ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ	25
3	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	27
3.1	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	27
3.2	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ.....	31
3.3	ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ	39
4	ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΧΕΡΣΑΙΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ	40
5	ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	49
6	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ	56
6.1	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ	56
6.2	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	58
6.3	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	60
6.3.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	60
6.3.2	ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ.....	62
6.3.3	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	63
6.3.4	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΗΧΗΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ ΣΤΟΝ Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ	65
6.3.5	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ.....	68
6.3.6	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ WindPRO ΚΑΙ Windfarmer.....	70
6.3.7	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	71
6.4	ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	73

6.4.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	73
6.4.2	ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	73
6.4.3	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΠΑΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ArcGIS 10	76
6.4.4	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ, ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ GIS και BLENDER	80
6.4.5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	83
6.5	ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗΣ ΣΚΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ.....	84
6.5.1	ΓΕΝΙΚΑ.....	84
6.5.2	ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗ ΣΚΙΑ	85
6.5.3	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	90
6.6	ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ	90
7	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΠΤΩΣΕΩΝ.....	92
7.1	ΜΕΤΡΑ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΥ	92
7.2	ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ.....	94
8	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ	96
8.1	ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ.....	96
8.2	ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	97
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	102
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	106

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1: Ανάπτυξη αιολικών εγκαταστάσεων από έτος σε έτος (GWEC, 2022).....	12
Εικόνα 2: Νέες εγκαταστάσεις χερσαίας αιολικής ενέργειας παγκοσμίως το 2021 (GWEC, 2022)	13
Εικόνα 3: Νέες εγκαταστάσεις υπεράκτιας αιολικής ενέργειας παγκοσμίως το 2021 (GWEC, 2022)	13
Εικόνα 4: Συνολικές εγκαταστάσεις χερσαίας αιολικής ενέργειας παγκοσμίως το 2021 (GWEC, 2022)	14
Εικόνα 5: Συνολικές εγκαταστάσεις υπεράκτιας αιολικής ενέργειας παγκοσμίως το 2021 (GWEC, 2022)	14
Εικόνα 6: Νέες χερσαίες και υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις στην Ευρώπη το 2021 (Wind Europe, 2022).....	15
Εικόνα 7: Ενεργειακό μείγμα παραγωγής στην Ελλάδα για το 2020 (ΔΑΠΕΕΠ, 2021)	16
Εικόνα 8: Γεωπληροφοριακός χάρτης της ΕΛΕΤΑΕΝ (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2021).....	17
Εικόνα 9: Αιολικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2021)	18
Εικόνα 10: Εξέλιξη της αιολικής ισχύος ανά έτος στην Ελλάδα (πηγή: ΕΛΑΤΑΕΝ, 2021)..	18
Εικόνα 11: «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με την ΚΥΑ 2307/14.02.2018»	22
Εικόνα 12: Αδειοδοτική διαδικασία έργων ΑΠΕ. Ιδία Επεξεργασία	23
Εικόνα 13: Διαδικασία Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (UNEP, 2018).....	29
Εικόνα 14: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΕΠΧΣΑΑ)	43
Εικόνα 15: Ερωτηματολόγιο Έρευνας για την κοινωνική αποδοχή των ΑΠΕ (Kosmopoulos, 2018)	53
Εικόνα 16: Ερωτηματολόγιο κοινής γνώμης σχετικά με υφιστάμενα έργα ΑΠΕ στην περιοχή (Μπουλογιώργος, 2018).....	54
Εικόνα 17: Ερωτηματολόγιο διαχρονικής κοινωνικής αποδοχής των υφιστάμενων αιολικών έργων στην Ελλάδα (Μπουλογιώργος, 2018).....	54
Εικόνα 18: Αποδοχή και διάθεση συμμετοχής κοινού σε νέα έργα αιολικών πάρκων ανά περιοχή (Μπουλογιώργος, 2018).....	55
Εικόνα 19: Χάρτης καλύψεων γης της Ελλάδας από το Corine Land Cover για το 2018 (ΥΠΕΝ)	60
Εικόνα 20: Ισοθρουβικές καμπύλες μαζί με ευαίσθητες περιοχές, Α/Γ και πολύγωνα σε τοπογραφικό χάρτη	65
Εικόνα 21: Γράφημα διάχυσης θορύβου από το αιολικό πάρκο στη Μαρώνεια (katsaprakakis D, 2012)	66
Εικόνα 22: Ροδογράμματα ταχύτητας ανέμου τριών αιολικών πάρκων (katsaprakakis, 2012)	67
Εικόνα 23: Μετρήσεις στάθμης θορύβου για διαφορετικές τιμές ταχύτητας ανέμου (Kaldellis, 2012)	69
Εικόνα 24: Μετρήσεις στάθμης θορύβου για διαφορετικές θέσεις μετρήσεων (Kaldellis, 2012)	69
Εικόνα 25: Πειραματικές μετρήσεις σε σύγκριση με τα αποτελέσματα προσομοίωσης μέσω του ISO 9613 και του Δανέζικου Κανονισμού 2007 (Kaldellis, 2012).....	70
Εικόνα 26: Πειραματικές μετρήσεις σε διαφορετικά σημεία σε σύγκριση με τα αποτελέσματα προσομοίωσης μέσω του ISO 9613 (Kaldellis, 2012).....	70

Εικόνα 27: Ισοθρουβικές καμπύλες αιολικού πάρκου επί του αποσπάσματος χάρτη της περιοχής εγκατάστασης με χρήση του λογισμικού WindPRO (Volterra A.E., 2013).....	71
Εικόνα 28: Σύγκριση θορύβου ανεμογεννήτριας και περιβαλλοντικού θορύβου σε ταχύτητα ανέμου σε 10m ύψος (Kaldellis, 2012).....	72
Εικόνα 29: Μοντελοποίηση ορατότητας από ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Χαλκιάς, 2015)	74
Εικόνα 30: Δομικά στοιχεία για τη ρεαλιστική τρισδιάστατη προσομοίωση (δέντρα, σπίτια, δρόμοι, κλπ.) (Tsitoura, 2011)	78
Εικόνα 31: Αξιολόγηση οπτικού αντίκτυπου από δύο οικισμούς (Kogologos, 2014)	79
Εικόνα 32: Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που οδηγούν στην πιθανή αισθητική ενσωμάτωση της μονάδας στο τοπίο (Kogologos et al. 2014)	80
Εικόνα 33: Ορατότητα ανεμογεννήτριας, α) χωρική έκταση και εύρος ορατότητας, β) ποσοστό (%) των ορατών περιοχών (Wrózyński et al., 2016)	82
Εικόνα 34: α) Τοποθεσία παρατηρητή και ανεμογεννήτριας (GIS), β) θέα του παρατηρητή γ) 20 x zoom στην ανεμογεννήτρια (Blender) (Wrózyński et al., 2016).....	83
Εικόνα 35: Παράδειγμα των ετήσιων ωρών από τη σκίαση σε μία μεμονωμένη ανεμογεννήτρια (A) και σε μια σειρά ανεμογεννητριών (B) (Haac R. et al, 2022).....	86
Εικόνα 36: Επίπεδα σκίασης σε ώρες ανά έτος ανά απόσταση από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια (Haac R. et al, 2022).....	88
Εικόνα 37: Έκθεση στην περιστρεφόμενη σκιά σε σύγκριση με τα επίπεδα θορύβου των ανεμογεννητριών (Haac R. et al, 2022)	89
Εικόνα 38: Στρατηγικές για τον εντοπισμό κατάλληλων μέτρων μετριασμού που οδηγούν σε απόφαση για την εξέλιξη του έργου. Ιδία Επεξεργασία. (EPA, 2017).....	94
Εικόνα 39: Παιδική χαρά Wikado, Ρότερνταμ, Ολλανδία (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2020).....	98
Εικόνα 40: Ηχοπετάσματα από ανακυκλωμένα σύνθετα υλικά, Κοπεγχάγη, Δανία (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2020)	99
Εικόνα 41: Σύγκριση τεχνολογιών ανακύκλωσης και ανάκτησης (2020, WindEurope)	100
Εικόνα 42: Αναμενόμενος παροπλισμός πτερυγίων ανεμογεννητριών (κατ' όγκο) (2020, WindEurope).....	101

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1: Πίνακας Περιεχομένων ΜΠΕ Χερσαίου Αιολικού Πάρκου. Ιδία Επεξεργασία σύμφωνα με την ΥΑ οικ. 170225/2014, ΦΕΚ 135/Β/27-1-201	39
Πίνακας 2: Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων	44
Πίνακας 3: Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος.....	44
Πίνακας 4: Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς.....	45
Πίνακας 5: Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες.....	45
Πίνακας 6: Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις.....	45
Πίνακας 7: Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων.....	46
Πίνακας 8: Αποστάσεις από σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος	47
Πίνακας 9: Σχέση χρήση γης και παραγωγής ενέργειας ανά μορφή ενέργειας. Ίδια επεξεργασία. (IRENA, 2017).....	59
Πίνακας 10: Ένταση εκπεμπόμενων θορύβων από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Ίδια επεξεργασία. (Κονδύλη, 2012)	61
Πίνακας 11: Πίνακας σύνοψης υπολογισμών των ηχητικών επιπτώσεων τεσσάρων αιολικών πάρκων στο Ν. Λασιθίου (katsaparakakis, 2012).....	67
Πίνακας 12: Εκπεμπόμενος ήχος σε σχέση με την απόσταση. Ίδια επεξεργασία (Katsaparakakis, 2012)	68

Εισαγωγή

Το μερίδιο των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) αυξάνεται συνεχώς στη χώρα μας και παγκόσμια. Ο προσανατολισμός αυτός προκύπτει ιδίως από την επιθυμία διαφοροποίησης των ενεργειακών πηγών και μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα. Επιπλέον, η ανάπτυξη των ΑΠΕ αποτελούν μέρος ενός παγκόσμιου πλαισίου μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας αυξάνεται, όμως παρά το αυξανόμενο ενδιαφέρον για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ο πληθυσμός αμφισβητεί τις περιβαλλοντικές και υγειονομικές επιπτώσεις που προκύπτουν από την εγκατάσταση ανεμογεννητριών. Συγκεκριμένα, πολλοί κάτοικοι μελλοντικών εγκαταστάσεων τονίζουν τον θόρυβο αλλά και την οπτική όχληση που δημιουργείται από τις ανεμογεννήτριες και αντιτίθενται στην εγκατάσταση νέων πάρκων. Αντιτίθενται κυρίως επικαλούμενοι τις επιπτώσεις στην υγεία από τη λειτουργία των ανεμογεννητριών. Ωστόσο, τα κανονιστικά μέτρα που λαμβάνονται για τις ελάχιστες αποστάσεις των ανεμογεννητριών συγκεκριμένης ισχύος από τους οικισμούς καθιστά εφικτή την εγκατάστασή τους.

Ένα περιβαλλοντικό ή ένα ενεργειακό έργο και γενικότερα μία ανθρώπινη δραστηριότητα έχει ένα αντίκτυπο στο περιβάλλον, αυτό μπορεί να είναι μικρό ή μεγάλο, άμεσο ή έμμεσο, θετικό ή αρνητικό, αναστρέψιμο ή μη αναστρέψιμο, υποβαθμίζοντας δυνητικά το φυσικό και το ανθρωπογενές περιβάλλον. Η απεριόριστη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων και οι κατασκευές έργων χωρίς προσεγμένο και κατάλληλο περιβαλλοντικό σχεδιασμό μας οδηγεί στο θλιβερό γεγονός πως ο άνθρωπος μπορεί να καταφέρει να καταστρέφει περισσότερα όταν χτίζει παρά όταν γκρεμίζει.

Οι μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι ουσιαστικά μια θεσμοθετημένη ανθρώπινη προσπάθεια για τη διατήρηση της ποιότητας του περιβάλλοντος μέσω των αρχών αειφόρου ανάπτυξης. Η εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων εκπονώντας μελέτες που εξετάζουν όλες τις διαθέσιμες εναλλακτικές λύσεις από την άποψη της βιώσιμης ανάπτυξης, προκειμένου να επιλεγεί η καλύτερη λύση για παρέμβαση στο περιβάλλον μέσω μιας λογικής και αντικειμενικής διαδικασίας που ικανοποιεί την τοπική κοινωνία και διατηρεί την ποιότητα του περιβάλλοντος.

Με αυτό τον τρόπο, τα κριτήρια σχεδιασμού και τελικής αδειοδότησης για την λειτουργία αιολικών πάρκων διασφαλίζουν ότι η ανάπτυξη και η χρήση των φυσικών πόρων δεν είναι μόνο απαραίτητη για τη δημιουργία εισοδήματος, αλλά στοχεύει και στην προστασία του περιβάλλοντος για τη βελτίωση της ποιότητας ζωής.

1 ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

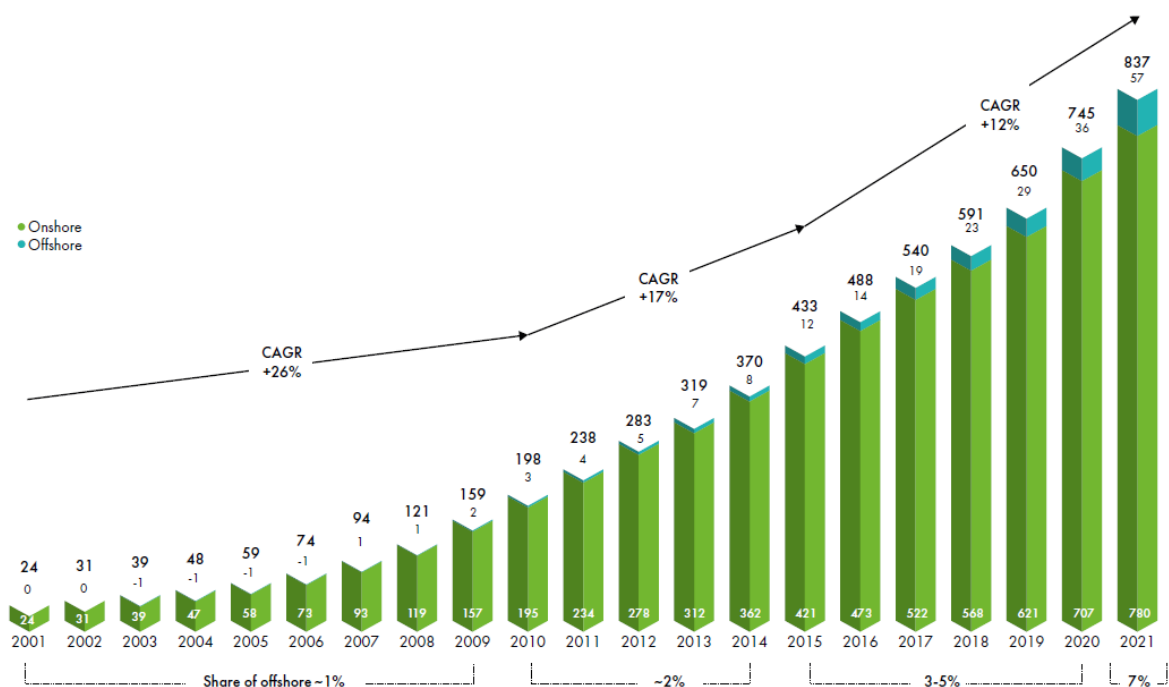
Το 2021 ήταν η δεύτερη καλύτερη χρονιά, μετά το 2020 που ήταν έτος ρεκόρ, στην ιστορία για την παγκόσμια αιολική βιομηχανία. Το 2021 εγκαταστάθηκαν 93,6 GW, με τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ να φτάνει τα 837 GW παγκοσμίως, με ετήσια αύξηση 12%.

Παρόλα αυτά, η ανάπτυξη αυτή δεν θεωρείται επαρκής για να διασφαλίσει ότι ο κόσμος θα επιτύχει καθαρό μηδέν έως το 2050. Ο κόσμος χρειάζεται να εγκαθιστά αιολική ενέργεια τρεις φορές γρηγορότερα την επόμενη δεκαετία, προκειμένου να παραμείνουμε σε ένα net zero μονοπάτι και στην αποφυγή των χειρότερων επιπτώσεων της κλιματικής αλλαγής.

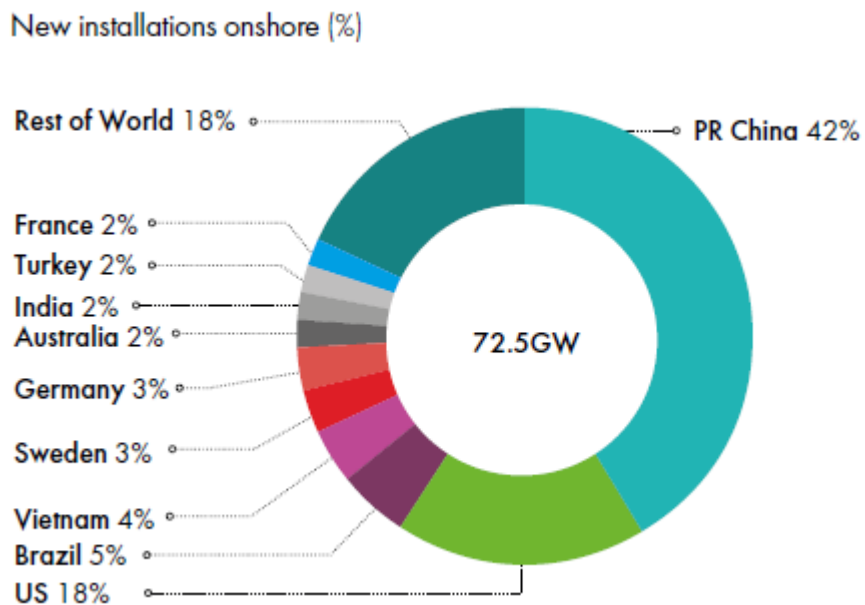
Μέσα από τις τεχνολογικές καινοτομίες και τις οικονομίες κλίμακας, το παγκόσμιο δυναμικό έχει σχεδόν τετραπλασιαστεί σε μέγεθος την τελευταία δεκαετία θεωρούμενο ως το πιο ανταγωνιστικό στον κόσμο.

Οι νέες εγκαταστάσεις των χερσαίων αιολικών πάρκων ήταν 72,5 GW παγκοσμίως, 18% λιγότερο από το προηγούμενο έτος εξαιτίας καθυστερήσεων χωρών όπως η Κίνα και οι ΗΠΑ οι δύο μεγαλύτερες αγορές αιολικής ενέργειας παγκοσμίως, όπου και από τις δύο εγκαταστάθηκε περίπου το 75% των νέων αιολικών έργων το 2020.

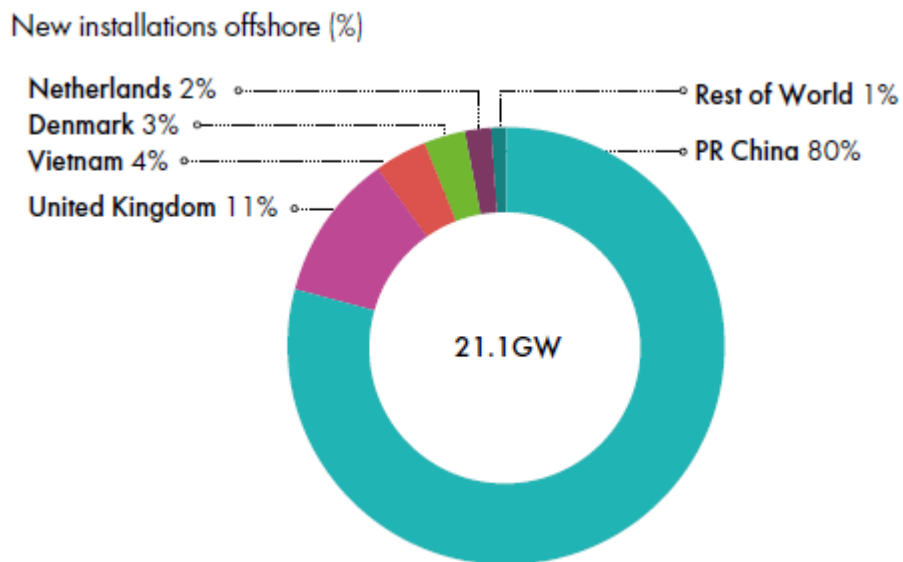
Ωστόσο, το 2021, υπήρξε ρεκόρ ανάπτυξης στις εγκαταστάσεις στην Ευρώπη, τη Λατινική Αμερική και Αφρική και τη Μέση Ανατολή, όπου οι νέες χερσαίες αιολικές εγκαταστάσεις αυξήθηκαν κατά 19%, 27% και 120% αντίστοιχα. (GWEC, 2022)



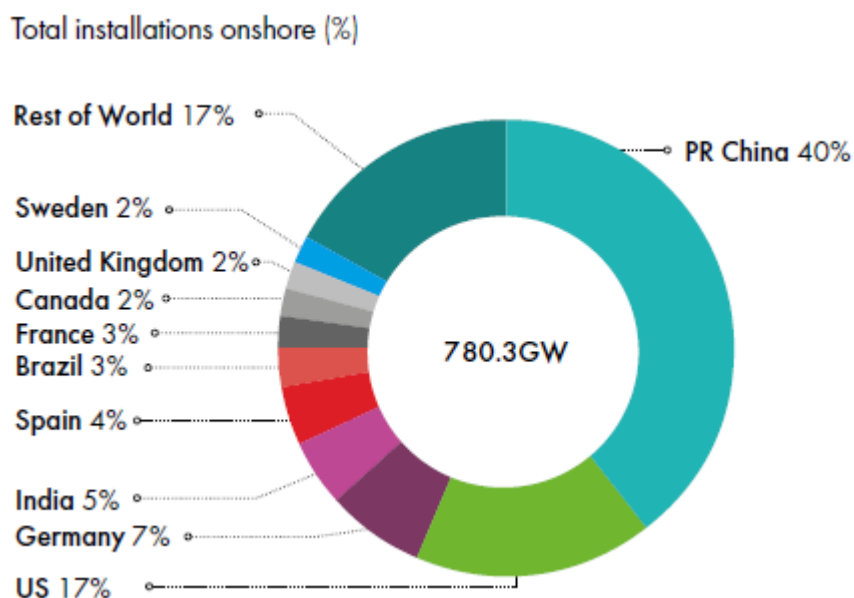
Εικόνα 1: Ανάπτυξη αιολικών εγκαταστάσεων από έτος σε έτος (GWEC, 2022)



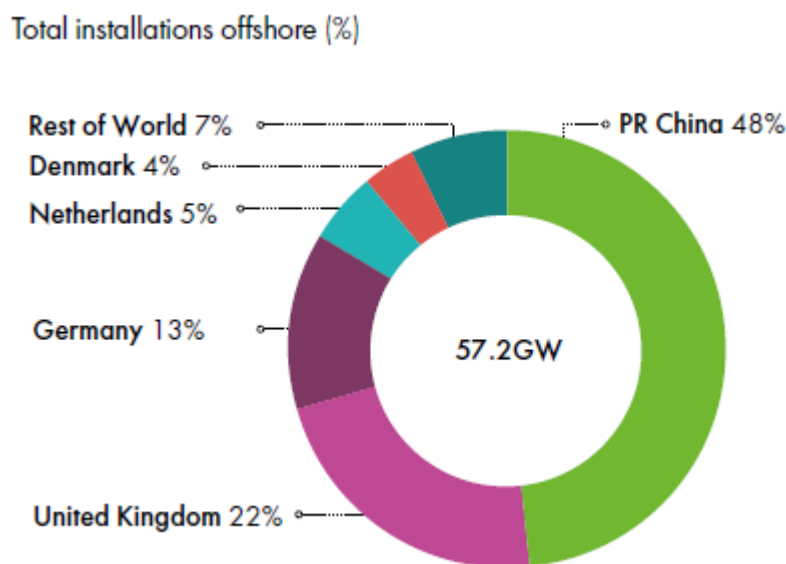
Εικόνα 2: Νέες εγκαταστάσεις χερσαίας αιολικής ενέργειας παγκοσμίως το 2021 (GWEC, 2022)



Εικόνα 3: Νέες εγκαταστάσεις υπεράκτιας αιολικής ενέργειας παγκοσμίως το 2021 (GWEC, 2022)



Εικόνα 4: Συνολικές εγκαταστάσεις χερσαίας αιολικής ενέργειας παγκοσμίως το 2021 (GWEC, 2022)

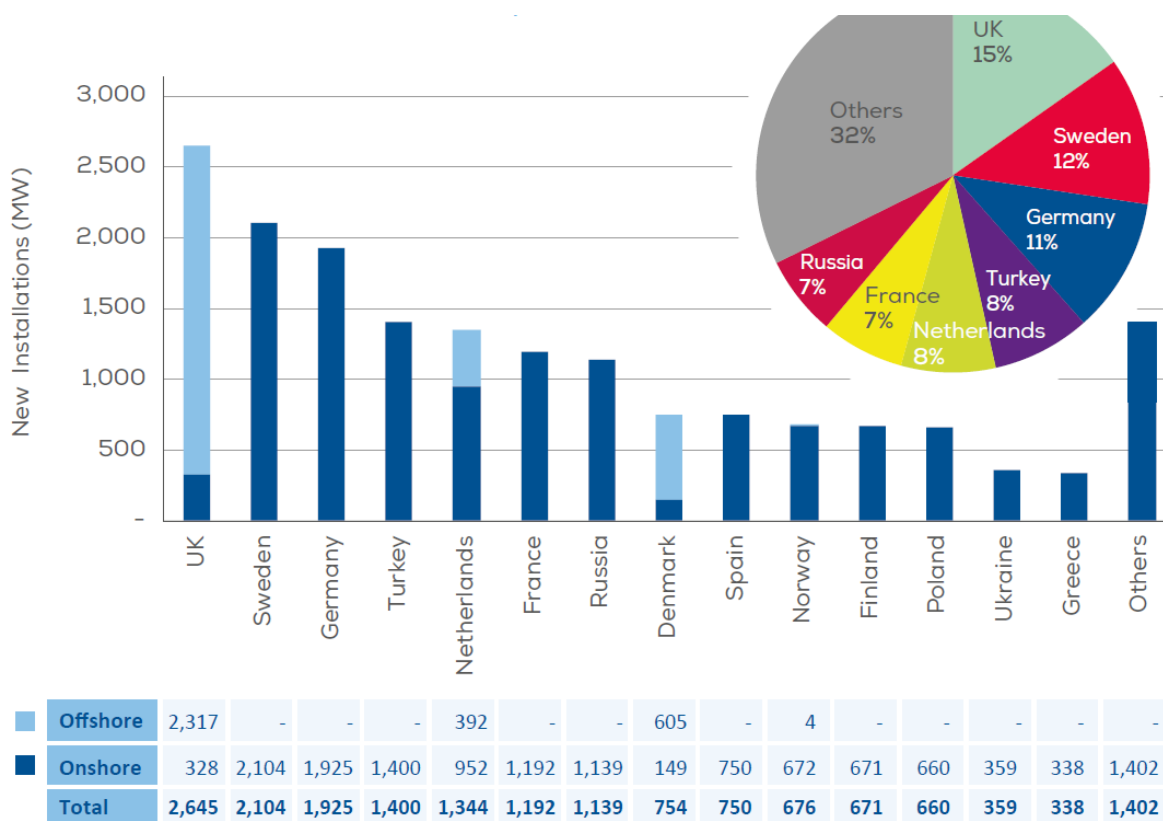


Εικόνα 5: Συνολικές εγκαταστάσεις υπεράκτιας αιολικής ενέργειας παγκοσμίως το 2021 (GWEC, 2022)

1.2 ΕΥΡΩΠΗ

Η ισχυρή πολιτική βούληση της Ευρώπης στις 8/3/2007, στο Συμβούλιο Υπουργών Ενέργειας των 27 χωρών της Ένωσης έλαβε ομόφωνα τον στόχο του 20% στην κατανάλωση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές συνολικά για το 2020. Η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας έπρεπε να χρησιμοποιηθεί για την επίτευξη αυτών των στόχων. Τα αιολικά πάρκα σε ευρωπαϊκό επίπεδο, ανθίζουν με τη Γαλλία να έχει το δεύτερο μεγαλύτερο αιολικό πάρκο μετά την Αγγλία, και έρχεται στην όγδοη θέση όσον αφορά την εγκατεστημένη χωρητικότητα.

Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς στην Ευρώπη έως και το 2021 είναι 236 GW. Στην Ευρώπη εγκαταστάθηκαν 17 GW νέου δυναμικού αιολικής ισχύος για το 2021. Η EU27 εγκατέστησε 11 GW. Το 81% των νέων αιολικών εγκαταστάσεων ήταν στην ξηρά. Η Σουηδία, η Γερμανία και η Τουρκία εγκατέστησαν τα περισσότερα χερσαία αιολικά πάρκα, ενώ η Αγγλία είχε τις περισσότερες συνολικά καινούριες εγκαταστάσεις διότι αντιπροσωπεύει το μεγαλύτερο μέρος των νέων υπεράκτιων αιολικών εγκαταστάσεων. (Wind Europe, 2022)



Εικόνα 6: Νέες χερσαίες και υπεράκτιες αιολικές εγκαταστάσεις στην Ευρώπη το 2021 (Wind Europe, 2022)

Τα αιολικά πάρκα της Ευρώπης παρήγαγαν 437 TWh ηλεκτρικής ενέργειας το 2021 και κάλυψαν το 15% της ζήτησης ηλεκτρικής ενέργειας στην ΕΕ-27 και το Ηνωμένο Βασίλειο.

Κατά την περίοδο 2022 έως 2026 προσδοκείται ότι η Ευρώπη θα δημιουργήσει νέες εγκαταστάσεις 116 GW νέων αιολικών έργων. Αυτό σημαίνει 23 GW το χρόνο κατά μέσο όρο. Τα τρία τέταρτα αυτών των νέων προσθηκών δυναμικότητας θα είναι χερσαία αιολική ενέργεια. Προκειμένου να γίνει η επίτευξη του στόχου της Ευρωπαϊκής Ένωσης, την παραγωγή δηλαδή του 40% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πρέπει να προστίθενται 32 GW ετησίως.

1.3 ΕΛΛΑΔΑ

Ο προγραμματισμός για επενδύσεις στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας έθεσε ισχυρούς στόχους για τα χερσαία αιολικά πάρκα. Στην Ελλάδα τα στατιστικά της αιολικής ενέργειας από την Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΕΤΑΕΝ, 2021) αναδεικνύουν ότι η αιολική ισχύς της χώρας ξεπέρασε τα 4000 MW. Η αιολική ισχύς που έχει εγκατασταθεί προς το παρόν είναι 4.451 MW.

Για το 2020, η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από αιολικά πάρκα ήταν ίση με 20,4% της συνολικής καταναλωθείσας ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με τον Διαχειριστή Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας και Εγγυήσεων Προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ). Για το έτος 2020, στην παρακάτω εικόνα παρατίθεται το ενεργειακό μείγμα παραγωγής.



Εικόνα 7: Ενεργειακό μείγμα παραγωγής στην Ελλάδα για το 2020 (ΔΑΠΕΕΠ, 2021)

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (όπως η ηλιακή και η αιολική) κάλυψαν το 38,2% της ετήσιας κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας μας το 2020. Το Εθνικό μας Διασυνδεδεμένο Σύστημα (NIS) διαχειρίστηκε αυτή την αύξηση χωρίς προβλήματα.

Μάλιστα παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ωριαία διείσδυση αιολικής ισχύος στο Διασυνδεδεμένο σύστημα, ίση με 68.8% και η αιολική ενέργεια χρησιμοποιήθηκε για μεγάλο χρονικό διάστημα (1.235 ώρες). Μάλιστα το 2020 εγκαταστάθηκαν τα μεγαλύτερα πτερύγια που έχουν τοποθετηθεί ποτέ στην Ελλάδα στην Εύβοια και ο τύπος Vestas V-150/4.0MW.

Η ΕΛΑΤΑΕΝ διαπίστωσε ότι το 2020 υπήρχαν 200 νέες ανεμογεννήτριες συνολικής ισχύος 517,5 MW συνδεδεμένες στο δίκτυο. Πρόκειται για αύξηση 14,4% από το τέλος του 2019.

Στην ιστοσελίδα της ΕΛΑΤΑΕΝ έχει αναρτηθεί ηλεκτρονικά εφαρμογή με γεωπληροφοριακό χάρτη. Ο χάρτης περιλαμβάνει όλα τα αιολικά πάρκα και τις ανεμογεννήτριες σε λειτουργία στην Ελλάδα από την 1^η Ιουνίου 2021. Μπορείτε να περιηγηθείτε στον χάρτη της Ελλάδας και να επιλέξετε πολύγωνα για να δείτε πληροφορίες για το αιολικό πάρκο και την ισχύ του, τον αριθμό και τον τύπο των ανεμογεννητριών, πιστοποιητικό παραγωγού, την εταιρεία του έργου, το έτος λειτουργίας και άλλα. Οι υποκώδικες στις τουρμπίνες υποδεικνύουν τις περιπτώσεις επέκτασης, παροπλισμού, επανατροφοδότησης ή συνδυασμό αυτών για το συγκεκριμένο αιολικό πάρκο.

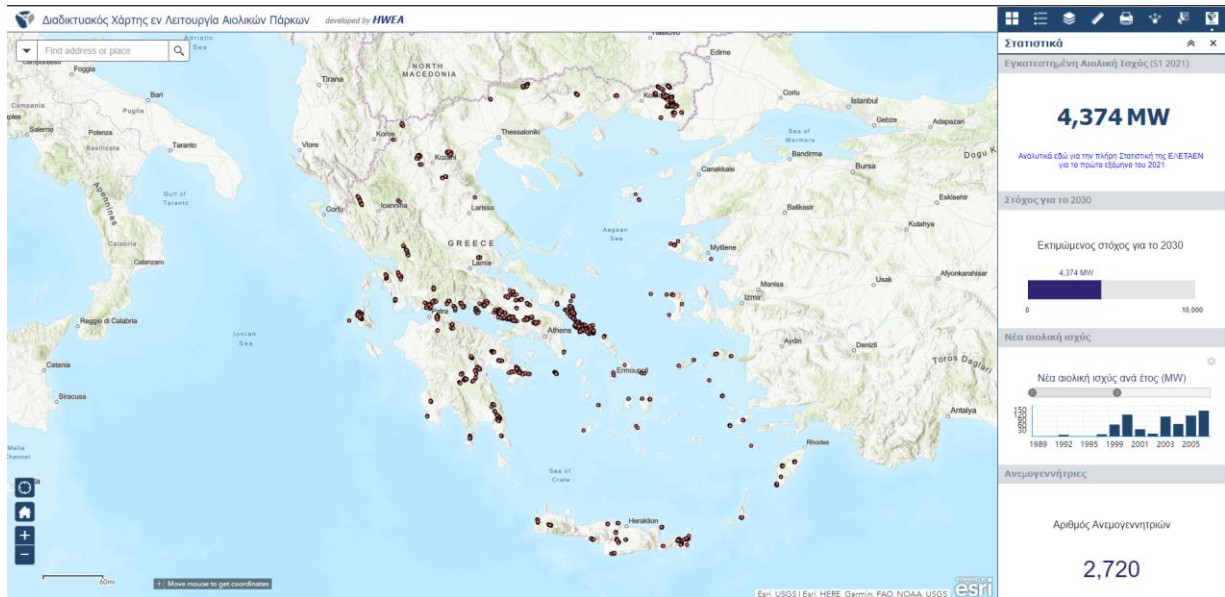
Υπάρχει μια γραμμή στη δεξιά πλευρά του χάρτη που σας επιτρέπει να αλλάξετε το φόντο του χάρτη, να εμφανίσετε το υπόμνημα του χάρτη, να μετρήσετε αποστάσεις, να εκτυπώσετε τον χάρτη και να μοιραστείτε τον σύνδεσμο. Επιπλέον, δίνονται ενδιαφέρουσες στατιστικές πληροφορίες για τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ στην Ελλάδα, όπου συγκρίνουμε με τον εκτιμώμενο στόχο για το 2030, πόσα MW αιολικής ενέργειας προστέθηκαν ετησίως κλπ.

Η βάση δεδομένων χαρτών είναι μια συλλογή δεδομένων από διαφορετικές πηγές, συμπεριλαμβανομένων πληροφοριών από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) και τη

Οδηγός Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Χερσαίων Αιολικών Πάρκων

Στατιστική Υπηρεσία. Ενημερώνεται κάθε έξι μήνες για να περιλαμβάνει τις πιο πρόσφατες πληροφορίες.

Αυτή η γεωπληροφοριακή εφαρμογή μπορεί να βοηθήσει τον ενδιαφερόμενο να μάθει για τα αιολικά πάρκα και να έχει χρήσιμες πληροφορίες για αυτά.

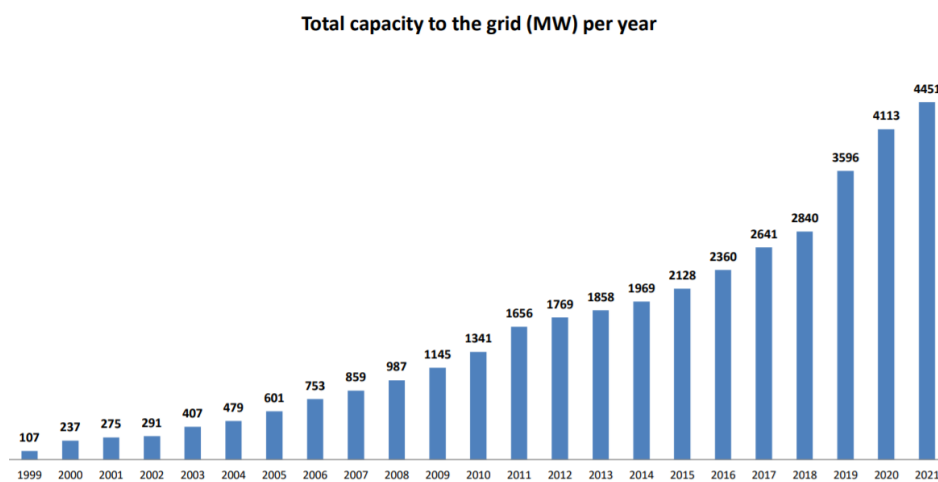


Εικόνα 8: Γεωπληροφοριακός χάρτης της ΕΛΕΤΑΕΝ (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2021)



Εικόνα 9: Αιολικές εγκαταστάσεις στην Ελλάδα (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2021)

Για το έτος 2021 και σύμφωνα με τα νεότερα στοιχεία της ΕΛΑΤΑΕΝ, στην Στερεά Ελλάδα έχουν εγκατασταθεί 1.837 MW, στην Πελοπόννησο 619 MW, στην Αν. Μακεδονία 501MW και στην Δυτική Ελλάδα 370 MW, καλύπτοντας τα ποσοστά 41%, 14%, 12% και 8% αντίστοιχα.



Εικόνα 10: Εξέλιξη της αιολικής ισχύος ανά έτος στην Ελλάδα (πηγή: ΕΛΑΤΑΕΝ, 2021)

1.4 ΣΤΟΧΟΣ ΤΟΥ ΕΘΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΚΑΙ ΤΟ ΚΛΙΜΑ ΕΩΣ ΤΟ 2030

Το Εθνικό Σχέδιο Ενέργειας και Κλίματος (NECP) λέει ότι μέχρι το 2030, ο στόχος για την αιολική ενέργεια θα πρέπει να είναι 7.000 MW. Αλλά αν θέλουμε να αυξήσουμε αυτόν τον στόχο, θα πρέπει να αναθεωρήσουμε το ΕΣΕΚ, γιατί ο ευρωπαϊκός στόχος για το κλίμα (που είναι στόχος για τη μείωση των εκπομπών) θα αυξηθεί στο 55% από τον προηγούμενο στόχο του 40%.

Στόχος είναι να επιτευχθεί η μεγαλύτερη επιτυχία με αιολικά πάρκα που έχουν ήδη αδειοδοτηθεί και μπορεί να έχουν επιλεγεί από τη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ). Τα έργα αυτά έχουν ήδη υποβάλει υψηλές εγγυητικές επιστολές στον ΑΔΜΗΕ και τη ΡΑΕ ή βρίσκονται υπό κατασκευή.

Συμφώνως με τις νεότερες πληροφορίες, η εικόνα της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα έχει ως εξής:

- Εν λειτουργία αιολικά πάρκα: 4.268 MW
- Αιολικά πάρκα που έχουν επιλεγεί σε διαγωνισμούς ή είναι υπό κατασκευή: 1.722 MW
- Σύνολο εν λειτουργία και πλέον ώριμων έργων: 5.990 MW
- Σύνολο Βεβαιώσεων Παραγωγού (ΒΠ) και Αδειών Παραγωγής Αιολικών Πάρκων: 30.295 MW
- Εκκρεμή αιτήματα για χορήγηση Βεβαιώσεων Παραγωγού: 16.595 MW
- Σύνολο εν ισχύ ΒΠ και αιτημάτων για ΒΠ: 46.890 MW
- Σύνολο υπό ανάπτυξη αιολικών πάρκων με μικρότερο βαθμό ωριμότητας: 40.900 MW

Σύμφωνα με τα πιο πρόσφατα στοιχεία, το ποσοστό επιτυχίας των υπό ανάπτυξη αιολικών πάρκων είναι μόλις 3,14%. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την επιτυχία τους, όπως η περίπλοκη διαδικασία αδειοδότησης που περιλαμβάνει δεκάδες υπηρεσίες σε τοπικό και κεντρικό επίπεδο.

2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΔΕΙΟΔΟΤΗΣΗ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

2.1 ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΩΝ

Περιβαλλοντική αδειοδότηση είναι η «διαδικασία της εκτίμησης των δυνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από την υλοποίηση έργων, που αποσκοπεί στην αξιολόγηση τους όσο το δυνατόν πιο έγκαιρα, πριν από τη λήψη των σχετικών αποφάσεων και να ενσωματώνεται η περιβαλλοντική διάσταση στις σχετικές αποφάσεις/εγκρίσεις».

Οι αρχές της πρόληψης και της προφύλαξης υπαγορεύουν να λάβουμε μέτρα για να διασφαλίσουμε ότι το έργο θα υλοποιηθεί με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον.

Για την αδειοδότηση προβλέπονται οι διατάξεις του ν. 4014/2011 «Περιβαλλοντική αδειοδότηση έργων και δραστηριοτήτων, ρύθμιση αυθαιρέτων σε συνάρτηση με δημιουργία περιβαλλοντικού ισοζυγίου και άλλες διατάξεις αρμοδιότητας Υπουργείου Περιβάλλοντος» «ΦΕΚ 209/Α/2011» καθώς και η σχετική Υπουργική Απόφαση «Υ.Α. 1958/2012-ΦΕΚ 21/Β/2012». Υπάρχουν δύο είδη έργων: αυτά που επηρεάζουν το περιβάλλον και αυτά που δεν επηρεάζουν. Αυτοί οι δύο τύποι έργων χωρίζονται σε δώδεκα ομάδες, με βάση τον αντίκτυπο που έχει το έργο στο περιβάλλον.

Ως Έργο νοείται, «κατά την ελληνική νομοθεσία, κάθε νέα κατασκευή ή επέκταση ή ανακαίνιση ή επισκευή ή συντήρηση και η δημιουργία αυτοτελούς λειτουργίας από οικονομική ή τεχνική άποψη καθώς και κάθε σχετική τεχνική εργασία που απαιτεί τεχνική γνώση και επέμβαση (Ν. 2229/1994)». Ως Δραστηριότητες θεωρούνται «οι επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον και το τοπίο καθώς και αυτές που αφορούν εκμετάλλευση φυσικών πόρων και ενδέχεται να προκαλέσουν ρύπανση ή υποβάθμιση στο περιβάλλον Ν. 1650/1986».

Τα έργα και οι δραστηριότητες που έχουν κοινά χαρακτηριστικά ως προς την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών τους επιπτώσεων βάσει των κριτηρίων «Παράρτημα Ι του Ν. 4014/2011, κατατάσσονται σε δώδεκα (12) ομάδες κοινές για τις κατηγορίες (Α) και (Β) του άρθρου 1 παράγραφος 1 του Ν. 4014/2011».

Κατηγορία Α: «Έργα και δραστηριότητες που δύναται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον και για τα οποία απαιτείται η διεξαγωγή Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων προκειμένου να επιβάλλονται ειδικοί όροι και περιορισμοί για την προστασία του περιβάλλοντος»

Υποκατηγορία Α1: «Τα έργα που δύναται να προκαλέσουν πολύ σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Απαιτείται η έκδοση Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) του Υπουργού Περιβάλλοντος και Ενέργειας, Αρμόδια υπηρεσία για αξιολόγηση είναι η Διεύθυνση Περιβαλλοντικών Αδειοδοτήσεων (ΔΠΑ)»

Υποκατηγορία Α2: «Τα έργα που δύναται να προκαλέσουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον. Απαιτείται η έκδοση Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) του Γενικού Γραμματέα, Αρμόδιες για αξιολόγηση είναι οι υπηρεσίες περιβάλλοντος των οικείων Αποκεντρωμένων Διοικήσεων»

Κατηγορία Β: «Έργα και δραστηριότητες, τα οποία χαρακτηρίζονται από τοπικές και μη σημαντικές μόνο επιπτώσεις στο περιβάλλον και υπόκεινται σε γενικές προδιαγραφές, όρους και περιορισμούς που τίθενται για την προστασία του περιβάλλοντος, δεν απαιτείται η εκπόνηση ΜΠΕ, υπόκεινται σε Πρότυπες Περιβαλλοντικές Δεσμεύσεις (ΠΠΔ) (αναπόσπαστο

τμήμα των απαιτούμενων κατά περίπτωση αδειών που προβλέπονται για την κατασκευή, εγκατάσταση ή λειτουργία»

Όσον αφορά την κατηγορία Α που μας ενδιαφέρει για τα έργα χερσαίων αιολικών πάρκων, προαιρετικώς «ο φορέας του έργου δύναται να ζητήσει γνωμοδότηση της αρμόδιας περιβαλλοντικής αρχής με την υποβολή φακέλου Προκαταρκτικού Προσδιορισμού Περιβαλλοντικών Απαιτήσεων (ΠΠΠΑ)». Εφόσον εκδοθεί θετική γνωμοδότηση υπέρ του υποβληθέντος φακέλου ΠΠΠΑ, ζητείται γνωμοδότηση αρμοδίων φορέων. Πριν την υποβολή της ΜΠΕ θα πρέπει να έχουν ληφθεί οι ακόλουθες γνώμες:

α) «Γνώμη του Υπουργείου Πολιτισμού και Τουρισμού, σχετικά με το εάν η περιοχή όπου χωροθετείται το έργο ή η δραστηριότητα είναι αρχαιολογικού ενδιαφέροντος (σύμφωνη γνώμη για ζώνες Προστασίας Α΄ και Β΄ ή πλησίον αρχαίου), με την εξαίρεση έργων εντός οργανωμένων υποδοχέων παραγωγικών δραστηριοτήτων».

β) «Γνώμη της δασικής υπηρεσίας απαιτείται μόνο για τα έργα τα οποία χωροθετούνται σε δάση, δασικές και αναδασωτέες εκτάσεις, άλση και πάρκα και, εν γένει, σε εκτάσεις εκτός εγκεκριμένων σχεδίων πόλεων, εκτός ορίων οικισμών και εκτός οργανωμένων υποδοχέων παραγωγικών δραστηριοτήτων»

Στη συνέχεια ακολουθεί η υποβολή της ΜΠΕ, με το εξής απαραίτητο περιεχόμενο:

- αναλυτική περιγραφή των στοιχείων του περιβάλλοντος χώρου
- αναλυτική περιγραφή των χαρακτηριστικών του έργου
- περιγραφή και αξιολόγηση των εναλλακτικών λύσεων
- εκτενέστερη περιγραφή των μέτρων αποφυγής ή μείωσης των επιπτώσεων

ΟΜΑΔΑ 10 ^η Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας				
Είδος έργου ή δραστηριότητας	Υποκατηγορία Α1	Υποκατηγορία Α2	Κατηγορία Β	Παρατηρήσεις
Ηλεκτροπαραγωγή από αιολική ενέργεια	$P \geq 60 \text{ MW}$ ή $P > 30 \text{ MW}$ και εντός περιοχών δικτύου Natura 2000 ή $L \geq 20 \text{ Km}$	$5 \leq P < 60 \text{ MW}$ και $L < 20 \text{ km}$	$0,02 < P < 5 \text{ MW}$ ή $P < 0,02$ και ισχύει η παρατήρηση Ξ	Από την κατάταξη εξαιρούνται τα έργα ΑΠΕ που σύμφωνα με ισχύουσες διατάξεις δεν απαιτούν την έγκριση περιβαλλοντικών όρων (π.χ. φ/β σταθμοί και α/γ που εγκαθίστανται σε κτίρια ή και άλλες δομικές κατασκευές ή εντός οργανωμένων υποδοχένων βιομηχανικών δραστηριοτήτων). Ρ: εγκατεστημένη ισχύς Λ: μήκος διασυνδετικής γραμμής μεταφοράς υψηλής τάσης (150 kV) Ξ: Εξαιρέση σύμφωνα με την παρ. 13 του άρθρου 8 του Ν.3468/2006 όπως τροποποιήθηκε από το άρθρο 3 του Ν. 3851/2010, δηλαδή: α) το έργο εγκαθίστανται σε γήπεδο που βρίσκεται σε περιοχή το δικτύου Natura 2000 ή σε παράκτια θέση που απέχει λιγότερο από 100 m από την οριογραμμή του αιγιαλού εκτός βραχονησίδων, ή β) το έργο, γεινιάζει, σε απόσταση μικρότερη των 150m, με σταθμό ΑΠΕ, της ίδιας τεχνολογίας που είναι εγκατεστημένος σε άλλο γήπεδο και έχει εκδοθεί γι' αυτόν άδεια παραγωγής ή απόφαση Ε.Π.Ο. ή προσφορά σύνδεσης, η δε συνολική ισχύς των σταθμών υπερβαίνει το 0.5 MW για φ/β, ηλιοθερμικούς και γεωθερμικούς σταθμούς, καθώς και για σταθμούς βιοκαυσίμων, βιορευστών και βιοαερίου ή τα 20kW για αιολικούς σταθμούς. Τα συνοδά έργα (π.χ. οδοποιία, δίκτυο διασύνδεσης) ακολουθούν την κατηγορία του έργου.

Εικόνα 11: «Κατάταξη δημοσίων και ιδιωτικών έργων και δραστηριοτήτων σε κατηγορίες και υποκατηγορίες σύμφωνα με την ΚΥΑ 2307/14.02.2018»

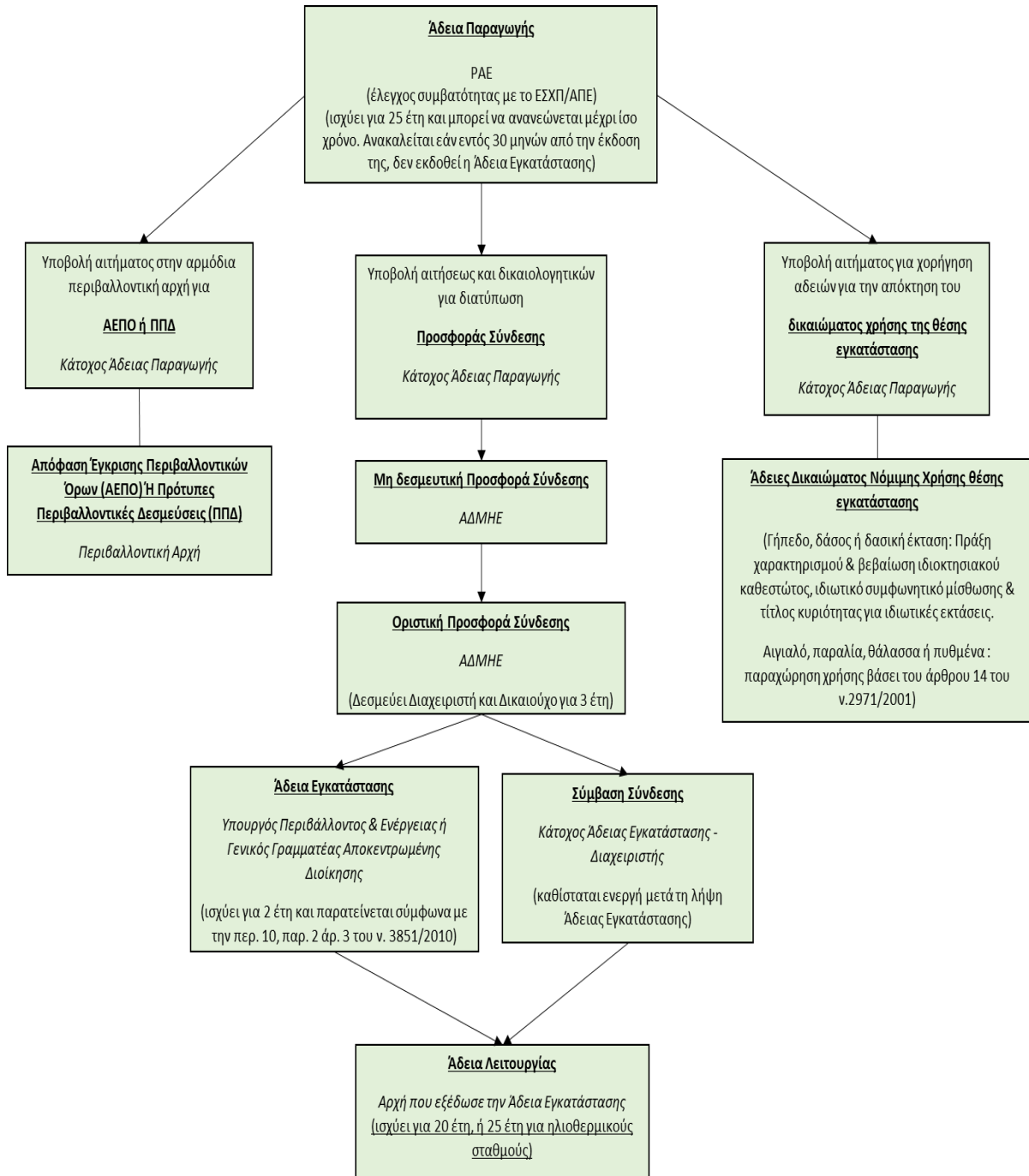
2.2 ΑΠΟΦΑΣΗ ΕΓΚΡΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΟΡΩΝ (ΑΕΠΟ)

Με την υποβολή της ΜΠΕ «η αρμόδια αρχή εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα προτεινόμενα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης, μεριμνά για την τήρηση των διαδικασιών δημοσιοποίησης και αποφαινεται για τη χορήγηση ή μη της Απόφασης Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΑΕΠΟ) μέσα σε 4 μήνες από το χρόνο που ο φάκελος θεωρήθηκε πλήρης, ο δε φάκελος θεωρείται πλήρης, εάν μέσα σε είκοσι (20) ημέρες από την υποβολή του δεν ζητηθούν εγγράφως συμπληρωματικά στοιχεία».

Με την ΑΕΠΟ «επιβάλλονται προϋποθέσεις, όροι, περιορισμοί και διαφοροποιήσεις για την πραγματοποίηση του έργου ή της δραστηριότητας, ιδίως ως προς τη θέση, το μέγεθος, το είδος, την εφαρμοζόμενη τεχνολογία και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά, επίσης, επιβάλλονται τυχόν αναγκαία επανορθωτικά ή προληπτικά μέτρα και δράσεις παρακολούθησης των περιβαλλοντικών μέσων και παραμέτρων ή και αντισταθμιστικά μέτρα, έχει διάρκεια ισχύος 10 έτη με δυνατότητα ανανέωσης, με αίτηση που υποβάλλεται υποχρεωτικά 6 μήνες πριν από

τη λήξη της, για μία ή περισσότερες φορές, μέχρι ίσο χρόνο κάθε φορά, μέχρι την έκδοση της απόφασης ανανέωσης εξακολουθούν να ισχύουν οι προηγούμενοι περιβαλλοντικοί όροι, ωστόσο, με ειδική αιτιολογία μπορεί να έχει διάρκεια ισχύος μικρότερη των δέκα ετών».

Παρακάτω παρατίθεται το διάγραμμα ροής της αδειοδότησης ενός χερσαίου αιολικού πάρκου.



Εικόνα 12: Αδειοδοτική διαδικασία έργων ΑΠΕ. Ιδία Επεξεργασία

2.3 ΟΔΗΓΙΑ (ΕΕ) 2018/2001 ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ

Η Οδηγία αυτή «θεσπίζει κοινό πλαίσιο προώθησης της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές και θέτει έναν δεσμευτικό ενωσιακό στόχο για το συνολικό μερίδιο ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στην ακαθάριστη τελική κατανάλωση ενέργειας της Ένωσης το 2030».

Επίσης, «καθορίζει κανόνες για τη χρηματοδοτική στήριξη της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές, την αυτοκατανάλωση παρόμοιας ηλεκτρικής ενέργειας, για τη χρήση ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές στους τομείς θέρμανσης, ψύξης και μεταφορών, την περιφερειακή συνεργασία μεταξύ κρατών μελών και με τρίτες χώρες, τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διοικητικές διαδικασίες, την πληροφόρηση και την κατάρτιση».

Ακόμα, «καθιερώνει επίσης κριτήρια αειφορίας και μείωσης των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου για τα βιοκαύσιμα, τα βιορευστά και τα καύσιμα βιομάζας».

«Η ενσωμάτωση στο εθνικό δίκαιο της Οδηγίας (ΕΕ) 2018/2001 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 11ης Δεκεμβρίου 2018 για την προώθηση της ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές αποτελεί μια από τις εκκρεμότητες που θέλει να κλείσει άμεσα το ΥΠΕΝ».

2.4 ΕΙΔΙΚΟ ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΑΠΕ

Την 3η Δεκεμβρίου 2008 θεσμοθετήθηκε το «Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας», εφεξής αποκαλούμενο «ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ (ΦΕΚ 2464/3-12-2008), η κατάρτιση του ΕΠΧΣ&ΑΑ για τις ΑΠΕ αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του ολοκληρωμένου χωροταξικού σχεδιασμού της Ελλάδας και υλοποίηση των διατάξεων του Ν.2742/1999».

Αναμφίβολα, τα έργα ΑΠΕ «είναι φιλικά προς το περιβάλλον και βοηθούν αποφασιστικά στην αντιμετώπιση του σημαντικότερου παγκόσμιου περιβαλλοντικού προβλήματος, ήτοι της κλιματικής αλλαγής». Παρόλα αυτά, η χωροθέτηση των έργων ΑΠΕ είναι μείζον ζήτημα και καθορίζει σε πολύ μεγάλο βαθμό τις επιπτώσεις τους στο περιβάλλον.

Ο σκοπός του «Ειδικού Πλαισίου» είναι:

Α. «η διαμόρφωση πολιτικών χωροθέτησης έργων ηλεκτροπαραγωγής από ΑΠΕ, ανά κατηγορία δραστηριότητας και κατηγορία χώρου».

Β. «η καθιέρωση κανόνων και κριτηρίων χωροθέτησης που θα επιτρέπουν αφενός την δημιουργία βιώσιμων εγκαταστάσεων ΑΠΕ και αφετέρου την αρμονική ένταξη τους στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον».

Γ. «η δημιουργία ενός αποτελεσματικού μηχανισμού χωροθέτησης των εγκαταστάσεων ΑΠΕ, ώστε να επιτευχθεί ανταπόκριση στους στόχους των εθνικών και ευρωπαϊκών πολιτικών».

Ο στόχος είναι να διασφαλιστεί ότι η γη χρησιμοποιείται με τρόπο που είναι πιο επωφελής για το περιβάλλον και τους οικονομικούς στόχους της χώρας.

Ο στόχος είναι να αναπτυχθεί η χώρα συνεργαζόμενοι για τη χρήση όλων των διαθέσιμων πόρων σε κάθε περιοχή με τον καλύτερο τρόπο για όλους. Αυτό θα βοηθήσει στη μείωση της ρύπανσης και θα διασφαλίσει ότι όλοι έχουν πρόσβαση στην ενέργεια που χρειάζονται. Θα

δημιουργήσει επίσης θέσεις εργασίας σε νέες βιομηχανίες που βασίζονται στην τεχνολογία. Αυτό θα βοηθήσει να γίνει η χώρα πιο ενεργειακά ανεξάρτητη.

Οι αιολικές εγκαταστάσεις σχεδιάζονται έτσι ώστε να μπορούν να λειτουργούν σε περιοχές που έχουν το καλύτερο αιολικό δυναμικό. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία κανόνων σχετικά με το πού μπορούν να κατασκευαστούν αιολικά πάρκα, για να βεβαιωθείτε ότι είναι με τρόπο φιλικό προς το περιβάλλον και ότι ταιριάζει με τη γύρω περιοχή. Τέλος, τίθεται σε εφαρμογή ένα σύστημα που βοηθά τα αιολικά πάρκα να βρίσκονται εκεί που θα παρέχουν την περισσότερη ενέργεια.

Οι αιολικές εγκαταστάσεις θα χρειαστούν να κατασκευαστούν δρόμοι για την εξυπηρέτησή τους. Οι δρόμοι θα πρέπει να βελτιωθούν και να επεκταθούν και οι όποιες ανασκαφές θα πρέπει να περιοριστούν σε μέγεθος. Επιπλέον, θα πρέπει να γίνουν αντιπλημμυρικές και αντιδιαβρωτικές εργασίες και να διατηρηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο το τοπίο. Η βλάστηση θα πρέπει να καθαριστεί μόνο στο βαθμό που χρειάζεται και οι δρόμοι θα πρέπει να κατασκευαστούν με χωμάτινη επιφάνεια και χαλίκι. Η γραμμή ηλεκτροδότησης θα πρέπει να κατασκευαστεί όσο το δυνατόν πιο κοντά στους δρόμους, για να αποφευχθεί η πρόκληση υπερβολικής ζημιάς στο περιβάλλον.

2.5 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΚΑΙ ΣΤΑΘΜΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ ΑΠΕ, ΕΝΤΟΣ ΔΑΣΩΝ Η ΔΑΣΙΚΩΝ ΕΚΤΑΣΕΩΝ

Αρχικά, σε δάση και δασικές εκτάσεις απαγορευόταν, απολύτως, οποιαδήποτε επέμβαση και η μεταβολή προορισμού τους, πλην των εξαιρέσεων των στρατιωτικών έργων και της διάνοιξης δημοσίων οδών (άρθρα 117 παρ. 3 Συντ. και 45 ν.998/1979). Στη συνέχεια, «ενόψει της εξαιρετικής σημασίας των Α.Π.Ε., για τη βιώσιμη ανάπτυξη, επετράπη, με το άρθρο 2 του ν.2941/2001, η κατασκευή και εγκατάσταση έργων ηλεκτροπαραγωγής από Α.Π.Ε., καθώς και των δικτύων σύνδεσής τους, με το σύστημα ή το δίκτυο, κατόπιν προηγούμενης εγκριτικής απόφασης του αρμοδίου κρατικού οργάνου».

Η ανωτέρω απόφαση έγκρισης συμπεριλαμβάνεται στην ΑΕΠΟ και χορηγείται:

«Από τον Υπουργό Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, κατά την έκδοση της ανωτέρω απόφασης, εφόσον πρόκειται για έργα ή δραστηριότητες ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ, για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των οποίων αρμόδιες είναι οι κεντρικές υπηρεσίες Περιβάλλοντος του ΥΠΕΝ»

«Από τον Γενικό Γραμματέα της οικείας Περιφέρειας, κατά την υπογραφή της ανωτέρω απόφασης, μετά από γνώμη της αρμόδιας περιφερειακής δασικής υπηρεσίας, εφόσον πρόκειται για έργα ή δραστηριότητες ΑΠΕ ή ΣΗΘΥΑ, για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των οποίων αρμόδιες είναι οι περιφερειακές υπηρεσίες Περιβάλλοντος»

Η απόφαση έγκρισης του έργου μπορεί να θέσει όρους σχετικά με το πώς και πού γίνεται η εργασία και ποια δίκτυα ή αγωγοί έχουν εγκατασταθεί. Η απόφαση μπορεί επίσης να απαιτεί το συνδυασμό των εργασιών με υφιστάμενο ή προγραμματισμένο δασικό δρόμο ή άλλο τεχνικό έργο.

Σε κάθε περίπτωση, όταν πρόκειται για παρεμβάσεις σε δάση και δασικές εκτάσεις, πρώτα καταβάλλεται πάντα το τέλος χρήσης και στη συνέχεια δίνεται η δυνατότητα στον δικαιούχο να επιλέξει τη γη.

Όταν ένα αιολικό πάρκο εγκαθίσταται σε δασική περιοχή, η εταιρεία αιολικού πάρκου υποχρεούται να πραγματοποιήσει εργασίες αποκατάστασης στην ευρύτερη περιοχή εγκατάστασης και να εκτελέσει πρόσθετα έργα αναδάσωσης ή δασοκομίας σε άλλες περιοχές. Οι εκτάσεις και τα έργα αυτά εγκρίνονται από τις δασικές αρχές, οι οποίες παρακολουθούν την εκτέλεσή τους.

3 ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

3.1 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ

Η διαδικασία εκτίμησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προτείνεται από τα Ηνωμένα Έθνη ξεκινά με έρευνα για να ανακαλύψει τι επιπτώσεις μπορεί να έχει μια προτεινόμενη δράση στο περιβάλλον. Στη συνέχεια, γίνεται ένα σχέδιο για την ελαχιστοποίηση ή την αποφυγή τυχόν αρνητικών επιπτώσεων. Τέλος, εάν υπάρχουν αρνητικές επιπτώσεις, λαμβάνεται απόφαση για τον τρόπο διόρθωσής τους. (United Nations Environmental Programme, 2018)

Στάδιο 1^ο : Μηχανισμός ελέγχου (Screening)

Σκοπός του μηχανισμού ελέγχου είναι «να προσδιορίσει εάν μία πρόταση θα πρέπει να υπόκειται ή όχι σε μια Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) και, εάν ναι, σε ποιο επίπεδο λειτουργίας (UNEP, 2018)». Ο προσυμπτωματικός έλεγχος είναι μια διαδικασία που βοηθά στον προσδιορισμό του κατά πόσον είναι απαραίτητη μια εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΠΕ) για μια αναπτυξιακή πρόταση. Αυτή η διαδικασία δεν είναι πάντα απαραίτητη και κάθε χώρα έχει τις δικές της κατευθυντήριες γραμμές με βάση τους ισχύοντες νόμους ή κανόνες.

Στάδιο 2^ο : Οριοθέτηση πεδίου και Ανάλυση Επιπτώσεων (Scoping and Impact Analysis)

Η οριοθέτηση είναι μια διαδικασία που βοηθά να εντοπιστούν τα κύρια περιβαλλοντικά προβλήματα σε έναν τόπο. Αυτό είναι ένα πολύ σημαντικό βήμα στην αξιολόγηση. Το πεδίο εφαρμογής είναι καθοριστικό για όλες τις ενδεχόμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς και για τις εναλλακτικές λύσεις που θα προταθούν και είναι άξιας σημασίας γιατί υπάρχει η δυνατότητα εντοπισμού έγκαιρων προβλημάτων, και με αυτόν τον τρόπο επιτρέπεται, να πραγματοποιηθούν διορθώσεις προτού αρχίσουν οι λεπτομερέστερες και ακριβέστερες διεργασίες. Επιπρόσθετα, διασφαλίζεται πως οι λεπτομερείς εργασίες θα πραγματοποιηθούν για τα σημαντικά περιβαλλοντικά ζητήματα. Στο σημείο αυτό να τονισθεί ότι σε μία ΕΠΕ δεν απαιτείται η πραγματοποίηση αναλυτικών μελετών για όλες τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η νομική διαδικασία που πρέπει να ακολουθηθεί καθορίζεται γενικά ήδη από στάδιο του μηχανισμού ελέγχου ιδίως εάν ο νόμος κάθε χώρας προβλέπει διαφορετικές διαδικασίες αξιολόγησης.

Όσον αφορά την ανάλυση επιπτώσεων είναι ένα από τα κυριότερα στάδια μιας ΕΠΕ και αναφέρεται στο να αξιολογούνται αναλυτικότερα οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις των προτεινόμενων έργων και προσδιορίζονται οι εναλλακτικές λύσεις. Λεπτομερέστερες ποιοτικές αλλά και ποσοτικές περιγραφές για κάθε επίπτωση περιλαμβάνονται (είτε θετικές είτε αρνητικές).

Όταν εξετάζουμε τις επιπτώσεις, πρέπει να έχουμε μια σφαιρική άποψη για να δούμε πώς σχετίζονται μεταξύ τους. Αυτό είναι σημαντικό γιατί μερικές φορές οι έμμεσες επιπτώσεις μπορεί να οδηγήσουν σε συνέργειες. Χρησιμοποιούμε διαφορετικές μεθόδους για να καταλάβουμε τις επιπτώσεις και είναι σημαντικό να κατανοήσουμε πώς λειτουργούν αυτά, ώστε να μπορούμε να αποφύγουμε τις επιβλαβείς επιπτώσεις.

Μέθοδοι:

- Λίστες ελέγχου και κατάλογοι (Checklists)

Αναφορά περιβαλλοντικών επιπτώσεων που χρήζουν αντιμετώπισης.

- Πίνακες - Μήτρες (Matrices)

Προσδιορίζεται η αλληλεπίδραση ανάμεσα στις δραστηριότητες του κάθε έργου που έχουν παρατηρηθεί σε πίνακα ο οποίος συμπληρώνεται οριζόντια και κάθετα.

- Δίκτυα (Networks)

Εντοπίζονται οι επιπτώσεις μεγαλύτερης σημασίας όπου είναι είτε άμεσες είτε έμμεσες. Αυτή η μέθοδος είναι ευέλικτη και μπορεί να δείξει διαφορετικές επιπτώσεις σε όλη τη διαδικασία ανάπτυξης του έργου.

- Χάρτες Επικάλυψης (Overlays)

Οι χάρτες αυτοί δείχνουν πού βρίσκεται το έργο και πώς επηρεάζει την περιοχή. Αυτές οι πληροφορίες είναι χρήσιμες για την κατανόηση των πιθανών επιπτώσεων του έργου.

- Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ – GIS)

Βάσεις δεδομένων που συλλέγουν, αποθηκεύουν και αναλύουν δεδομένα. Αυτά τα συστήματα βοηθούν για να κατανοήσουμε πού βρίσκονται τα πράγματα και πώς σχετίζονται μεταξύ τους. Παρέχουν επίσης μια οπτική επισκόπηση των ενεργειακών πόρων, διευκολύνοντάς μας να λαμβάνουμε αποφάσεις.

Οι μελέτες παρέχουν πληροφορίες σχετικά με τα πιθανά οφέλη και τους κινδύνους του έργου, καθώς και τρόπους ελαχιστοποίησης τυχόν αρνητικών επιπτώσεων. Η αρχή λήψης αποφάσεων εξετάζει την έκθεση και αποφασίζει εάν θα προχωρήσει το έργο.

Στάδιο 3^ο : Συμμετοχή κοινού (Public Participation)

Η ομάδα των ανθρώπων που θα αποφασίσει τι θα συμβεί με το έργο θα περιλαμβάνει τους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων, τον τοπικό πληθυσμό και την επιστημονική κοινότητα.

Η συμμετοχή του κοινού θα γίνει σε όλα τα στάδια του έργου, ξεκινώντας από τη διαδικασία σχεδιασμού και συνεχίζοντας μέχρι την ολοκλήρωση του έργου.

Αυτό είναι σημαντικό γιατί επιτρέπει στο κοινό να έχει λόγο για το τι συμβαίνει με το έργο και να μάθει περισσότερα για αυτό.

Στην Ελλάδα, η κυβέρνηση έχει καταστήσει υποχρεωτική την ενημέρωση όλων των πολιτών για σημαντικές αποφάσεις που λαμβάνονται και να έχουν λόγο σε αυτές.

«ΚΥΑ 37111/2021/03 (ΦΕΚ 1391Β) και Ν. 4014/2011 (ΦΕΚ 209/α/21-09-2011)»

Στάδιο 4^ο : Έλεγχος και (τελική) Λήψη Αποφάσεων [Review and (final) decision – making]

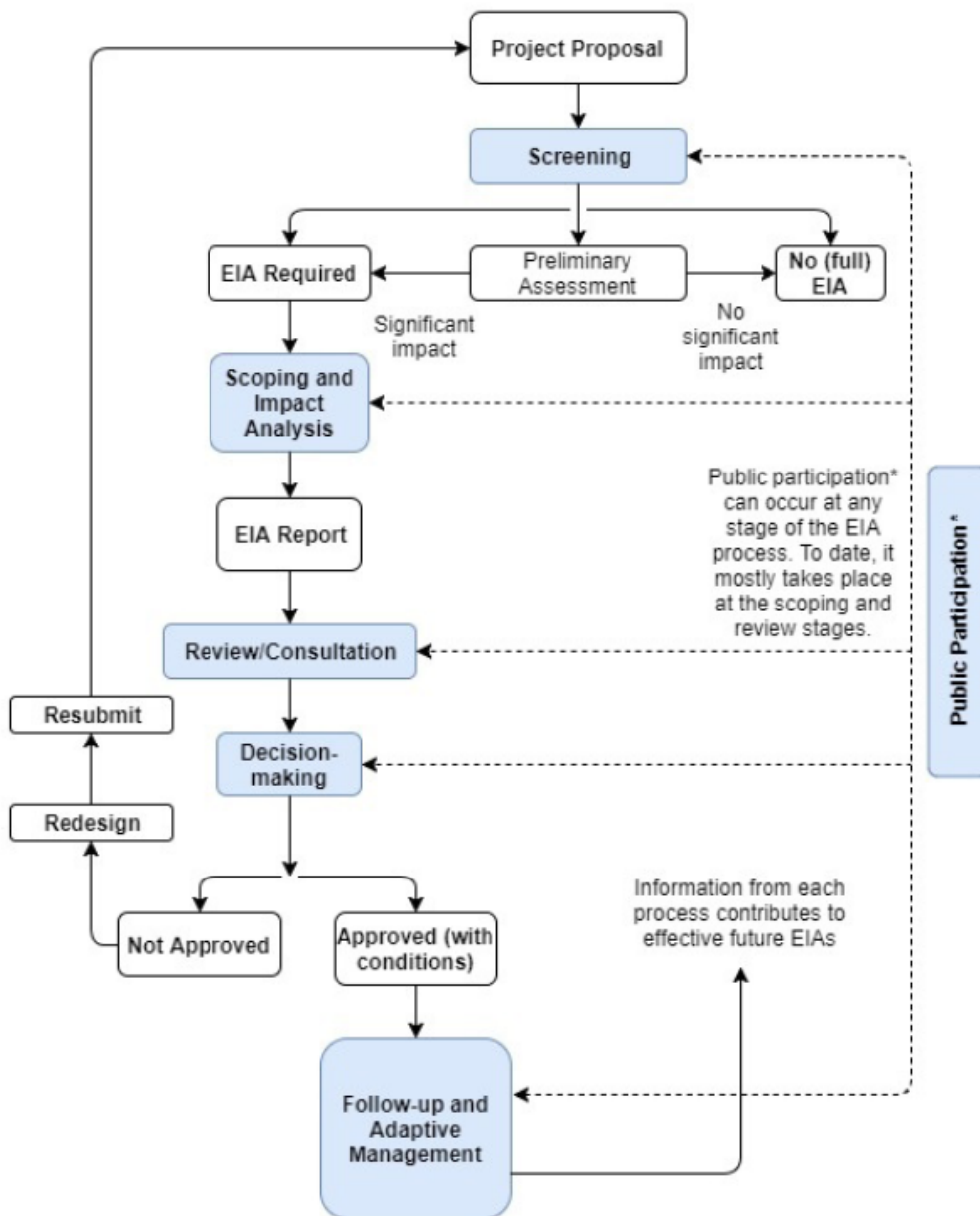
Όταν υποβληθεί η μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων, θα ελεγχθεί από την αρμόδια αρχή. Οι εξουσιοδοτημένες αρχές θα εξετάσουν τη μελέτη με όλα τα δεδομένα, τις μεθόδους που χρησιμοποιήθηκαν, την εκτίμηση επιπτώσεων και τα συμπεράσματα.

Στην συνέχεια καθορίζεται εάν ληφθούν θετικές ή αρνητικές γνωμοδοτήσεις.

Στόχος είναι να επαληθευτεί εάν οι παρεχόμενες πληροφορίες είναι επαρκείς και παρουσιάζονται επαρκώς ώστε να αποτελούν μια υγιή βάση για τη λήψη αποφάσεων. Αυτό δεν περιλαμβάνει μόνο πληροφορίες για τις εντοπισμένες επιπτώσεις στο περιβάλλον, αλλά, για παράδειγμα, επίσης εάν ο υπεύθυνος του έργου έχει την ικανότητα να εφαρμόσει τα προτεινόμενα μέτρα μετριασμού και να αποφύγει δυσμενείς επιπτώσεις.

Στάδιο 5^ο : Παρακολούθηση και Προσαρμογή (Follow-up and adaptive management)

Μετά την ολοκλήρωση της Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), η κυβέρνηση επανεξετάζει τις επιπτώσεις του έργου. Επίσης, παρακολουθούν το έργο καθ' όλη τη διάρκεια της κατασκευής και λειτουργίας του για να δουν αν υπάρχουν αλλαγές στο περιβάλλον και στις τοπικές κοινωνίες.



Εικόνα 13: Διαδικασία Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (UNEP, 2018)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει μια πολιτική «Οδηγία 2011/92/ΕΕ», η οποία λέει ότι πρέπει να διενεργούνται αξιολογήσεις περιβαλλοντικών επιπτώσεων (ΕΠΕ) προτού εγκριθούν έργα που ενδέχεται να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο περιβάλλον.

Οι νέοι κανόνες ψηφίστηκαν το 2014 «Οδηγία 2014/42/ΕΕ» ως μέρος μιας προσπάθειας να γίνουν οι επιχειρηματικές αποφάσεις πιο αποτελεσματικές και φιλικές προς το περιβάλλον. Λαμβάνουν υπόψη τις νέες απειλές και προκλήσεις που έχουν προκύψει από τότε που τέθηκαν σε ισχύ οι αρχικοί κανόνες πριν από 30 χρόνια.

Η διαδικασία της Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΙΑ) σύμφωνα με την Οδηγία 2011/92/ΕΚ:

- Ο κύριος του έργου πρέπει να παρέχει στην αρμόδια αρχή περιβαλλοντικές πληροφορίες με τη μορφή σχεδίου έκθεσης ΕΠΕ.
- Στη συνέχεια, η αρχή θα αποφασίσει εάν το έργο θα έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.
- Εάν ναι, η αρχή θα ενημερώσει το κοινό και θα του επιτρέψει να αμφισβητήσει την απόφαση στο δικαστήριο.

Η δημόσια διαβούλευση είναι πολύ σημαντική στη διαδικασία ΕΠΕ. Όσο πιο γρήγορα είναι διαθέσιμες οι πληροφορίες στο κοινό, τόσο πιο αποτελεσματική θα είναι η συμμετοχή. Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους, όπως μέσω ηλεκτρονικών μέσων, μέσω ανακοινώσεων ή μέσω των τοπικών εφημερίδων.

Οι αρχές θα αποφασίσουν μέσα σε εύλογο χρονικό διάστημα εάν θα εγκρίνουν το έργο. Εάν την εγκρίνουν, θα δημοσιοποιήσουν τους λόγους της απόφασής τους και τυχόν περιβαλλοντικούς ή άλλους όρους που μπορεί να τη συνοδεύουν. Εάν οι αρχές αρνηθούν να εγκρίνουν το έργο, θα εξηγήσουν τους λόγους τους.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) έχει ένα σύνολο κανόνων που πρέπει να ακολουθεί κάθε χώρα μέλος. Αυτό περιλαμβάνει κανόνες σχετικά με το τι επιτρέπεται στο περιβάλλον, τι δεν επιτρέπεται και πώς πρέπει να γίνονται τα πράγματα. Εάν μια χώρα δεν ακολουθήσει αυτούς τους κανόνες, η ΕΕ μπορεί να επιβάλει αυστηρότερους όρους ή ακόμη και κυρώσεις.

3.2 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΜΕΛΕΤΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι βασικές προδιαγραφές μίας Μελέτης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων κατηγορίας Α' «Υπουργική Απόφαση οικ. 170225/2014, ΦΕΚ 135/Β/27-1-2014».

Το 1ο κεφάλαιο μιας ΜΠΕ, η Εισαγωγή, περιλαμβάνει τον τίτλο του έργου, το είδος και το μέγεθός του, τη γεωγραφική θέση (γεωγραφικές συντεταγμένες, οι οποίες δίνονται στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 ΕΓΣΑ87 καθώς και στο Παγκόσμιο Γεωδαιτικό Σύστημα 1984 WGS 84), και η διοικητική υπαγωγή του έργου (τοπωνύμιο της περιοχής). Η ταξινόμηση του έργου περιγράφεται με αναφορά στην Αναφορά της ομάδας - κατηγορίας - υποκατηγορίας - αύξοντα αριθμό του προτεινόμενου έργου/δραστηριότητας σύμφωνα με την «ΥΑ 1958/2012 (Β' 21)» όπως εκάστοτε ισχύει.

Για σύνθετα έργα αναγράφεται η κατάταξη καθενός από τα επιμέρους έργα από τα οποία αποτελείται και επισημαίνεται αυτή που καθορίζει την τελική κατάταξη του συνολικού έργου. Αναφέρεται επίσης η ταξινόμηση του έργου/δραστηριότητας σύμφωνα με την ελληνική και ευρωπαϊκή στατιστική ταξινόμηση οικονομικών δραστηριοτήτων (STAKOD και NACE αντίστοιχα), εφόσον υπάρχει, καθώς και αντιστοίχιση με τον βαθμό όχλησης, σύμφωνα με την «ΚΥΑ 3137/191/Φ. 15/2012 (Β' 1048)» όπως εκάστοτε ισχύει, εφόσον προβλέπεται. Περιγράφονται επίσης ο διαχειριστής του έργου και ο περιβαλλοντικός ερευνητής του έργου (όνομα, ταχυδρομική διεύθυνση, περιοχή, αριθμοί τηλεφώνου, φαξ, e-mail, διεύθυνση web, όνομα υπεύθυνου επικοινωνίας, θέση και στοιχεία επικοινωνίας).

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναπτύσσεται η μη τεχνική περίληψη, η οποία αποτελεί ξεχωριστό μέρος της μελέτης που συνοψίζει το περιεχόμενο της μελέτης με μη τεχνικό τρόπο ώστε να είναι κατανοητό στο ευρύ κοινό. Τα κύρια σημεία περιγράφονται με συνοπτικό τρόπο χωρίς τη χρήση εξειδικευμένων τεχνικών όρων.

Το υπό μελέτη έργο βρίσκεται εκεί που βρίσκεται, και συνδέεται με διοικητική μονάδα και κάποιες άλλες συγκεκριμένες λεπτομέρειες. Παρατίθενται οι αποστάσεις από σημαντικά ορόσημα και άλλες περιοχές και το έργο μπορεί να έχει σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Συζητούνται τα οφέλη και τα μειονεκτήματα του έργου.

Υπάρχουν επίσης ορισμένες πιθανές εναλλακτικές που εξετάζονται και εξηγούνται με περισσότερες λεπτομέρειες.

Η μη τεχνική περίληψη εξηγεί τι είναι η ΕΠΕ και γιατί είναι σημαντική. Περιγράφει επίσης το έργο που αξιολογείται και εξηγεί τους διαφορετικούς τύπους περιβαλλοντικών επιπτώσεων που θα μπορούσαν να προκύψουν. Τέλος, η περίληψη περιλαμβάνει χάρτη της περιοχής, ώστε οι αναγνώστες να δουν πού βρίσκεται το έργο. Αν η μελέτη διαθέτει παράρτημα με ειδική οικολογική αξιολόγηση «άρθρο 10 ν. 4014/2011», στη μη τεχνική περίληψη πρέπει να συνοψίζονται τα συμπεράσματα της.

Στο κεφάλαιο 3, Συνοπτική Περιγραφή Έργου – Στόχος, Σημασία, Αναγκαιότητα και Οικονομικά Στοιχεία του Έργου – Συσχέτιση του με άλλα έργα, αναφέρεται το έργο - τι είναι, γιατί είναι σημαντικό και πώς θα βοηθήσει τους ανθρώπους και το περιβάλλον. Επεκτείνεται επίσης γύρω από συγκεκριμένες λεπτομέρειες του έργου, όπως το μέγεθος, η ισχύς και η χωρητικότητά του. Στη συνέχεια, συζητούνται μερικά από τα κριτήρια που θα βοηθήσουν να αποφασισθεί εάν θα προχωρήσει ή όχι η κατασκευή του έργου. Περιγράφεται επίσης η ιστορία

του έργου και για το πώς σχεδιάστηκε και χρηματοδοτήθηκε. Τέλος, συγκρίνεται το έργο με άλλα παρόμοια έργα στην περιοχή.

Η Αναλυτική Περιγραφή του Έργου παρατίθεται στο 4^ο κεφάλαιο και περιγράφει τη λύση που προτάθηκε από τον διαχειριστή του έργου. Η λύση αυτή βασίστηκε στην αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων και περιλαμβάνει αναλυτικές πληροφορίες για τις κύριες, βοηθητικές και υποστηρικτικές εγκαταστάσεις και έργα που θα χρησιμοποιηθούν κατά την κατασκευή και λειτουργία του έργου. Επιπλέον, αναφέρονται δυσμενή ενδεχόμενα που μπορεί να προκύψουν κατά την κατασκευή και λειτουργία του έργου.

Στο 5ο κεφάλαιο, εξετάζουμε διάφορους τρόπους επίλυσης του προβλήματος. Ορισμένες από τις επιλογές εξετάζονται ως προς την τοποθεσία, το μέγεθος και την κλίμακα, το σχεδιασμό και την τεχνολογία. Συζητείται επίσης η μηδενική λύση, η οποία δεν υλοποιεί το προτεινόμενο έργο. Εξετάζονται επίσης τα αποτελέσματα του να μην κάνεις τίποτα. Γίνεται αξιολόγηση και αιτιολόγηση της τελικής επιλογής σε σχέση με τις επιπτώσεις στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.

Όταν παρουσιάζουν πιθανές λύσεις σε ένα πρόβλημα, οι σχεδιαστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν κείμενο, πίνακες και χάρτες για να εμφανίσουν διαφορετικές επιλογές. Κάθε επιλογή πρέπει να είναι λεπτομερής και να περιλαμβάνει πληροφορίες σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση του περιβάλλοντος, καθώς και τις προβλεπόμενες τάσεις ανάπτυξης. Αφού εξετάσουν όλες τις επιλογές, οι σχεδιαστές θα αξιολογήσουν τις επιπτώσεις της καθεμιάς και θα επιλέξουν την καλύτερη.

Στο 6ο κεφάλαιο «Υφιστάμενη Κατάσταση του Περιβάλλοντος» μελετάται σε βάθος το περιβάλλον. Αυτό περιλαμβάνει την καταγραφή των τρεχουσών συνθηκών, την ανάλυσή τους και την πραγματοποίηση προβλέψεων για το πώς μπορεί να αλλάξουν στο μέλλον. Το κεφάλαιο εξετάζει επίσης πώς άλλα έργα ενδέχεται να επηρεάσουν το περιβάλλον. Εάν δεν υπάρχουν αναμενόμενες επιπτώσεις, το κεφάλαιο εξηγεί γιατί.

Στο Κεφάλαιο 7, Εκτίμηση και Αξιολόγηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων, περιγράφονται, εκτιμώνται και αξιολογούνται οι πιθανές σημαντικές επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσει το έργο στο περιβάλλον από τη χρήση φυσικών πόρων, την εκπομπή ρύπων, τη δημιουργία οχλήσεων και τη διάθεση αποβλήτων. Δίνεται επίσης το σύνολο των δεδομένων και η περιγραφή των μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη και την αξιολόγηση των επιπτώσεων στο περιβάλλον, με αναφορά στην αξιοπιστία των μεθόδων, καθώς και με την επισήμανση των πιθανών δυσκολιών ή της έλλειψης κατάλληλων πληροφοριών που προέκυψαν κατά τη συλλογή των απαιτούμενων πληροφοριών. Εάν είναι εφικτό, η εκτίμηση επιπτώσεων θα πρέπει να διενεργείται ποσοτικά. Εάν χρησιμοποιούνται αναδυόμενες προσεγγίσεις ή νέα εργαλεία αξιολόγησης, γίνεται τεκμηρίωση ως προς την καταλληλότητά τους.

Οι ποιοτικές αξιολογήσεις περιλαμβάνουν την τεκμηρίωση συγκεκριμένων λεπτομερειών σχετικά με τα αποτελέσματα μιας προτεινόμενης λύσης. Αυτό περιλαμβάνει την εξέταση πραγμάτων όπως πόσο πιθανή είναι η εμφάνιση του προβλήματος, πόσο διαδεδομένο είναι το πρόβλημα, πόσο έντονη θα είναι η αλλαγή και πόσο περίπλοκες θα είναι οι επιπτώσεις. Η αξιολόγηση εξετάζει επίσης πόσο εύκολα μπορεί να αποτραπεί, να αποφευχθεί ή να αντιστραφεί το πρόβλημα, καθώς και εάν τυχόν άλλα έργα στην περιοχή ενδέχεται να έχουν αντίκτυπο.

Στο 8ο κεφάλαιο «Αντιμετώπιση και Παρακολούθηση των Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων», ο σχεδιαστής έχει καταρτίσει ένα σχέδιο για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου με τρόπο που να υπερβαίνει αυτό που περιλαμβάνονταν στον αρχικό σχεδιασμό. Το σχέδιο περιλαμβάνει μια ποικιλία μέτρων για να διασφαλιστεί ότι το περιβάλλον δεν θα ζημιωθεί με κανέναν τρόπο. Τα μέτρα αυτά αφορούν την πρόληψη η και αποφυγή των επιπτώσεων, τη μείωση της έντασης και της έκτασης των επιπτώσεων καθώς και την αποκατάσταση αυτών.

Τα μέτρα αναφέρονται στην τοποθεσία, το μέγεθος, τον τύπο, την τεχνολογία και τα γενικά τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου, όπως περιγράφονται στην προτεινόμενη λύση. Εάν τα περιβαλλοντικά μέτρα, οι προϋποθέσεις και οι περιορισμοί που έχουν ενσωματωθεί στο σχεδιασμό του έργου κριθούν επαρκή, τότε σε αυτό το κεφάλαιο και για κάθε θεματική ενότητα (περιβαλλοντικό όργανο) γίνεται σχετική τεκμηρίωση. Οι προτάσεις θα πρέπει, στο μέτρο του δυνατού, να αναφέρονται σε μέτρα που είναι εύκολο ή εφικτό να ενσωματωθούν στο σχεδιασμό του έργου. Προτάσεις λήψης μέτρων που τοποθετούνται χωρικά, θεματικά ή διοικητικά εκτός του έργου διατυπώνονται μόνο μετά από εξαντλητική εφαρμογή της παραπάνω κατεύθυνσης, συνοδευόμενες από αναλυτική τεκμηρίωση της έλλειψης άλλης λύσης, καθώς και πρόταση για τον τρόπο ενσωμάτωσης του κόστους, στα έξοδα του έργου.

Τα μέτρα για τη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων περιλαμβάνουν την προετοιμασία για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης και την αντιμετώπιση των σημαντικών αρνητικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων που προκαλούνται από συμβάντα. Αυτές οι πληροφορίες περιλαμβάνονται σε φύλλα δεδομένων και σχέδια για την αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών.

Τα μέτρα που λαμβάνουμε για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων περιλαμβάνουν εκείνα που απαιτούνται από τη νομοθεσία που διέπει τη διαχείριση των απορριμμάτων, τις εξουσιοδοτήσεις για επέμβαση στα δάση και τη διάθεση λυμάτων ή βιομηχανικών αποβλήτων.

Τα προτεινόμενα μέτρα διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο εφαρμογής τους: οι προτάσεις μέτρων που σχετίζονται με τη φάση του σχεδιασμού θα πρέπει να περιλαμβάνουν πληροφορίες για το στάδιο σχεδιασμού που θα τα ενσωματώσει, καθώς και τον τύπο της τεχνικής έγκρισης που θα οριστικοποιήσει την ενσωμάτωση των σχετικών μέτρων. Οι προτάσεις για μέτρα που σχετίζονται με τη φάση κατασκευής θα πρέπει να περιλαμβάνουν έκθεση σχετικά με τις τεχνικές και οργανωτικές απαιτήσεις που δημιουργούνται από την έγκριση αυτών των μέτρων· και οι προτάσεις για μέτρα που σχετίζονται με τη φάση λειτουργίας θα πρέπει να περιλαμβάνουν συσχετισμό με το πρόγραμμα περιβαλλοντικής διαχείρισης, καθώς και ενέργειες παρακολούθησης.

Η αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων μέτρων τεκμηριώνεται από τη συνοπτική εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων που αναμένονται μετά την έγκρισή τους. Αναφέρονται επίσης τα μέτρα, τα έργα, οι δράσεις και οι παρεμβάσεις που μπορεί να προτιθεται να αναλάβει ο φορέας του έργου στο πλαίσιο της Εταιρικής Κοινωνικής Ευθύνης.

Ένα σχέδιο περιβαλλοντικής διαχείρισης είναι ένα σχέδιο που έχει σχεδιαστεί για την προστασία του περιβάλλοντος κατά την εκτέλεση μιας δραστηριότητας. Το σχέδιο θα πρέπει να βασίζεται στα πιο πρόσφατα περιβαλλοντικά πρότυπα και, εάν είναι δυνατόν, θα πρέπει να υλοποιηθεί χρησιμοποιώντας ένα σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης.

Η περιβαλλοντική παρακολούθηση είναι ένας τρόπος ελέγχου των επιπτώσεων ενός έργου ή μιας δραστηριότητας στο περιβάλλον. Τα προγράμματα παρακολούθησης σχεδιάζονται με βάση τις συγκεκριμένες ανάγκες ενός έργου. Ορισμένες σημαντικές παράμετροι που πρέπει να παρακολουθούνται περιλαμβάνουν την ποιότητα του αέρα και του νερού, τους πληθυσμούς φυτών και ζώων και την κλιματική αλλαγή. Το πρόγραμμα θα πρέπει να στοχεύει στην παροχή πληροφοριών στις δημόσιες αρχές και το κοινό, ώστε να μπορούν να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις.

Στο 9^ο κεφάλαιο «Προτεινόμενοι Περιβαλλοντικοί Όροι» καταγράφονται κωδικοποιημένα τα αποτελέσματα και οι προτάσεις της ΜΠΕ. Ο κώδικας αυτός αποσκοπεί στην ενίσχυση της αποτελεσματικότητας της διαδικασίας διαβούλευσης με το ενδιαφερόμενο κοινό και τις συναρμόδιες Υπηρεσίες, χωρίς να δεσμεύει την αρμόδια Περιβαλλοντική Αρχή ως προς το είδος και το περιεχόμενο της απόφασης που θα εκδώσει.

Στο 10^ο κεφάλαιο «Πρόσθετα στοιχεία» παρατίθενται οι μελέτες που αναφέρθηκαν στο παράρτημα της ΜΠΕ. Ορισμένες από αυτές τις μελέτες ήταν απαραίτητες για τη διαδικασία του ΣΔΙΤ, ενώ άλλες δημιουργήθηκαν με πρωτοβουλία του φορέα του έργου. Αναφέρονται επίσης οι δυσκολίες και τα προβλήματα που προέκυψαν κατά την εκπόνηση των μελετών αυτών.

Στο Κεφάλαιο 11, Χάρτες – Σχέδια, περιλαμβάνονται κατάλληλοι χάρτες και σχέδια απεικονίζοντας τα περιβαλλοντικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, τον σχεδιασμό του έργου, τις εναλλακτικές λύσεις και τα προτεινόμενα μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος. Χρησιμοποιούνται υπόβαθρα των οποίων η εγκυρότητα έχει γίνει αποδεκτή από τη Διοίκηση, όπως κτηματολογικοί ορθοφωτογραφικοί χάρτες, ορθοφωτογραφικοί χάρτες που παράγονται ή ελέγχονται ή εγκρίνονται από δημόσιες υπηρεσίες, φόντο Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού ή Υδρογραφικής Υπηρεσίας Ναυτικού, τοπογραφικά ή ορθοφωτογραφικά υπόβαθρα που παράγονται ως μέρος δημοσίων μελετών. Οι κλίμακες επιλέγονται για να επιτύχουν μια σαφή αναπαράσταση του θέματος κάθε σχεδίου ή χάρτη σε τυποποιημένα μεγέθη χαρτιού όσο το δυνατόν και ταυτόχρονα για να εξασφαλίσουν ευκολία στη χρήση, κυρίως επιλέγοντας κοινές αναλογίες (1:50.000, 1:20.000, 1: 10.000, 1: 5.000, 1:1.000 και 1:500). Οι ελάχιστοι απαιτούμενοι χάρτες και σχέδια παρατίθενται παρακάτω και θα πρέπει να συμπληρωθούν με την κατάλληλη τεκμηρίωση, όπως πρόσθετους χάρτες/σχέδια ή προσθήκη πληροφοριών στους χάρτες.

Στο Κεφάλαιο 12, Φωτογραφική Τεκμηρίωση, λαμβάνονται φωτογραφίες της υπάρχουσας κατάστασης στη ζώνη επιρροής του έργου ή της δραστηριότητας. Αυτές οι εικόνες θα χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία ενός χάρτη που θα δείχνει τις θέσεις και τις γωνίες των εικόνων.

Τα παραρτήματα, κεφάλαιο 13, περιλαμβάνουν τεκμηρίωση και στοιχεία που υποστηρίζουν τις εκτιμήσεις, τις αξιολογήσεις και τα συμπεράσματα των κεφαλαίων της μελέτης. Περιλαμβάνονται επίσης οι απόψεις φορέων και υπηρεσιών που έχουν εξασφαλιστεί για το έργο (μαζί με ένα εξεταζόμενο σχέδιο). Τέλος, παρατίθενται πιστοποιήσεις, βιβλιογραφικές πηγές, επιστημονικές μελέτες και δεδομένα που χρησιμοποιούνται στην ΜΠΕ.

Η ΜΠΕ έχει σφραγιστεί και υπογραφεί από τον ερευνητή ή τον εκπρόσωπο της ομάδας μελέτης. Αυτό σημαίνει ότι η μελέτη είναι επίσημα αποδεκτή και έτοιμη να υποβληθεί στην αρμόδια υπηρεσία περιβαλλοντικής αδειοδότησης. Η μελέτη δεν θα εγκριθεί μέχρι να

παραστούν οι υπογραφές του σχεδιαστή της μελέτης και του εκπροσώπου του φορέα του έργου. Επιπλέον, μια ψηφιακή υπογραφή ή ένας κωδικός ασφαλείας μπορεί να προστεθεί στο έγγραφο για να διασφαλιστεί η εγκυρότητά του.

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τα περιεχόμενα που μπορεί να περιλαμβάνει μια μελέτη για ένα χερσαίο αιολικό πάρκο.

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ
1.1	Φορέας υλοποίησης του έργου
1.2	Ανάδοχος μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων
1.3	Υπογραφές (Κύριος του έργου – Μελετητής Κατηγορίας 27)
1.4	Θεσμικό πλαίσιο για την εκπόνηση της μελέτης
2	ΜΗ ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΕΡΙΛΗΨΗ
3	ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ – ΣΤΟΧΟΣ, ΣΗΜΑΣΙΑ, ΑΝΑΓΚΑΙΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ –ΣΥΣΧΕΤΙΣΗ ΤΟΥ ΜΕ ΆΛΛΑ ΕΡΓΑ
3.1	Γεωγραφική θέση και διοικητική υπαγωγή έργου
3.2	Συνοπτική περιγραφή έργου
3.3	Στόχος, σημασία και αναγκαιότητα του έργου
3.3.1	Γενικά
3.3.2	Εθνικοί στόχοι για τις ΑΠΕ
3.3.3	Επιδιωκόμενη αναλογία εγκατεστημένης ισχύος
3.3.4	Αναγκαιότητα του προτεινόμενου έργου
3.4	Ιστορικό του έργου
3.5	Οικονομικά στοιχεία του έργου
3.6	Συσχέτιση του έργου με άλλα έργα και δραστηριότητες
4	ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ Α.Π.Ε. (ΚΥΡΙΩΣ ΕΡΓΟΥ & ΣΥΝΟΔΩΝ ΑΥΤΟΥ)
4.1	Γενικά στοιχεία – τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου
4.1.1	Συντεταγμένες υπό εξέταση αιολικού πάρκου
4.1.2	Ανεμογεννήτριες αιολικού σταθμού
4.1.3	Εργασίες οδοποιίας για το Α/Π
4.1.3.1	Σκοπός εκτέλεσης έργου
4.1.3.2	Συλλεχθέντα Στοιχεία
4.1.3.3	Γεωμετρικός Σχεδιασμός - Τυπικές Διατομές

4.1.3.4	Κανονισμοί
4.1.3.5	Περιγραφή του Έργου
4.1.3.6	Κατασκευαστικά Στοιχεία
4.1.4	Σύνδεση με το σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας
4.1.4.1	Προσφορά Σύνδεσης ΔΕΣΜΗΕ
4.1.4.2	Εισαγωγή
4.1.4.3	Οι ανεμογεννήτριες
4.1.4.4	Ο Υποσταθμός ανύψωσης τάσης
4.1.4.5	Σκάμμα υπογείων καλωδίων 150 kV
4.1.4.6	Μέτρα ελαχιστοποίησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων
4.1.5	Οικίσκος ελέγχου
4.2	Περιγραφή της φάσης κατασκευής του έργου
4.3	Περιγραφή της φάσης λειτουργίας του έργου
4.4	Ανώμαλες και επικίνδυνες καταστάσεις
5	ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΛΥΣΕΙΣ
5.1	Μηδενική λύση
5.2	Άλλες εναλλακτικές λύσεις
6	ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
6.1	Περιοχή μελέτης
6.2	Μη βιοτικά χαρακτηριστικά
6.2.1	Κλιματολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά
6.2.2	Μορφολογικά και τοπιολογικά χαρακτηριστικά
6.2.2.1	Εισαγωγή
6.2.2.2	Αξιολόγηση του τοπίου της περιοχής του έργου
6.2.2.3	Αξιολόγηση του τοπίου της υπό μελέτη περιοχής σύμφωνα με το Ειδικό Χωροταξικό για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
6.2.3	Εδαφολογικά, γεωλογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά
6.3	Φυσικό περιβάλλον
6.3.1	Γενικά στοιχεία
6.3.2	Ειδικές φυσικές περιοχές
6.3.3	Άλλες φυσικές περιοχές

6.3.4	Περιγραφή φυσικού περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης
6.3.4.1	Σύμφωνα με το Τυποποιημένο Δελτίο Δεδομένων (Standard Data Form)
6.3.4.2	Χλωρίδα, βλάστηση, οικότοποι
6.3.4.3	Πανίδα
6.3.4.4	Ορνιθοπανίδα
6.4	Ανθρωπογενές περιβάλλον
6.4.1	Χωροταξικός σχεδιασμός – Χρήσεις γης
6.4.1.1	Περιφερειακό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού & Αειφόρου Ανάπτυξης Περιφέρειας Πελοποννήσου (ΠΠΧΣΑΑ – Περ. Πελοποννήσου)
6.4.1.2	Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού & Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΕΠΧΣΑΑ – ΑΠΕ)
6.4.1.3	Χρήσεις γης (Στοιχεία ΕΣΥΕ)
6.4.1.4	Χρήσεις γης (Στοιχεία ευρωπαϊκού προγράμματος Corine Land Cover-2000)
6.4.2	Δομημένο περιβάλλον
6.4.3	Ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον
6.4.3.1	Ο Αρχαιολογικός Χαρακτήρας της περιοχής
6.4.3.2	Κατάλογος Αρχαιολογικών Χώρων και Μνημείων ανά Αρχαιολογικό Πάρκο
6.4.3.3	Ιστορικά/Πολιτιστικά στοιχεία
6.4.4	Κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον
6.4.4.1	Πληθυσμιακή εξέλιξη
6.4.4.2	Κοινωνικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού
6.4.4.3	Οικονομικά χαρακτηριστικά του πληθυσμού
6.4.5	Τεχνικές υποδομές
6.4.5.1	Μεταφορές
6.4.5.2	Τηλεπικοινωνίες
6.4.5.3	Αποχέτευση – Διαχείριση Απορριμμάτων –Υδρευση
6.4.5.4	Ενέργεια
6.4.6	Ανθρωπογενείς πιέσεις στο περιβάλλον
6.4.6.1	Αλληλεπίδραση φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος
6.4.6.2	Επιδράσεις στη βλάστηση και την πανίδα
6.4.6.3	Τουρισμός
6.4.6.4	Βόσκηση

6.4.6.5	Θήρα
6.4.6.6	Στερεά απόβλητα
6.4.6.7	Υγρά απόβλητα
6.4.6.8	Λοιπές πιέσεις
6.4.7	Ατμοσφαιρικό περιβάλλον
6.4.8	Ακουστικό περιβάλλον, δονήσεις, ακτινοβολίες
6.4.9	Επιφανειακά και υπόγεια νερά
6.4.9.1	Επιφανειακοί υδατικοί πόροι
6.4.9.2	Υπόγειοι υδατικοί πόροι
6.4.9.3	Ποιότητα υδάτων
6.5	Τάσεις εξέλιξης περιβάλλοντος – Μηδενική λύση
7	ΕΚΤΙΜΗΣΗ & ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ (ΚΥΡΙΩΣ ΕΡΓΟΥ & ΣΥΝΟΔΩΝ, ΜΕ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΑΘΡΟΙΣΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΕΡΓΙΣΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ)
7.1	Μη βιοτικά χαρακτηριστικά
7.1.1	Κλιματολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά
7.1.2	Μορφολογικά και τοπιολογικά χαρακτηριστικά
7.1.3	Εδαφολογικά, γεωλογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά
7.2	Φυσικό περιβάλλον
7.2.1	Χλωρίδα, βλάστηση, οικότοποι
7.2.2	Πανίδα
7.2.3	Ορνιθοπανίδα
7.3	Ανθρωπογενές περιβάλλον
7.3.1	Χρήσεις γης
7.3.2	Δομημένο περιβάλλον
7.3.3	Ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον
7.3.4	Κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον
7.3.5	Τεχνικές υποδομές
7.3.6	Ατμοσφαιρικό περιβάλλον
7.3.7	Ακουστικό περιβάλλον, δονήσεις, ακτινοβολίες
7.3.8	Επιφανειακά και υπόγεια νερά
7.4	Συνοπτική παρουσίαση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σε μορφή μήτρας

7.5	Εκτίμηση και αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μόνο των συνοδών υποστηρικτικών έργων (οδοποιία, σύνδεση με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας)
8	ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ & ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ
8.1	Μη βιοτικά χαρακτηριστικά
8.1.1	Κλιματολογικά και βιοκλιματικά χαρακτηριστικά
8.1.2	Μορφολογικά και τοπιολογικά χαρακτηριστικά
8.1.3	Εδαφολογικά, γεωλογικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά
8.2	Φυσικό περιβάλλον
8.2.1	Χλωρίδα, βλάστηση, οικότοποι
8.2.2	Πανίδα
8.2.3	Ορνιθοπανίδα
8.3	Ανθρωπογενές περιβάλλον
8.3.1	Χρήσεις γης
8.3.2	Δομημένο περιβάλλον
8.3.3	Ιστορικό και πολιτιστικό περιβάλλον
8.3.4	Κοινωνικο-οικονομικό περιβάλλον
8.3.5	Τεχνικές υποδομές
8.3.6	Ατμοσφαιρικό περιβάλλον
8.3.7	Ακουστικό περιβάλλον, δονήσεις, ακτινοβολίες
8.3.8	Επιφανειακά και υπόγεια νερά
8.4	Ειδικά συμπληρωματικά μέτρα προστασίας
9	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΟΡΟΙ
10	ΠΡΟΣΘΕΤΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ
11	ΧΑΡΤΕΣ - ΣΧΕΔΙΑ
12	ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΗ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗ
13	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Πίνακας 1: Πίνακας Περιεχομένων ΜΠΕ Χερσαίου Αιολικού Πάρκου. Ιδία Επεξεργασία σύμφωνα με την ΥΑ οικ. 170225/2014, ΦΕΚ 135/Β/27-1-201

3.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

Προκειμένου να βρεθεί η καταλληλότερη μέθοδος για μια δεδομένη μελέτη, οι ερευνητές πρέπει να εξετάσουν έναν αριθμό παραγόντων, όπως η συμμόρφωση με τις κανονιστικές απαιτήσεις, το εύρος των επιπτώσεων που καλύπτονται, η διάκριση μεταξύ θετικών και αρνητικών επιπτώσεων, η διάκριση μεταξύ μεγάλων και μικρών επιπτώσεων, βραχυπρόθεσμη

έναντι μακροπρόθεσμης φύσης των επιπτώσεων, η αναστρεψιμότητα των επιπτώσεων και η σχετική σημασία των επιπτώσεων. Επιπλέον, οι ερευνητές πρέπει να εξετάσουν τις έμμεσες και άμεσες, δευτερεύουσες και σφαιρικές επιδράσεις της μεθόδου που έχουν επιλέξει, καθώς και τη σημασία των επιπτώσεων. Τέλος, πρέπει να συγκρίνουν εναλλακτικές μεθόδους και να εξετάσουν τον αντίκτυπο της μεθόδου που έχουν επιλέξει στην ικανότητα επιβίωσης του τοπικού πληθυσμού (Λιόρδος, 2014)

Οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μιας προτεινόμενης δράσης ή έργου παρατίθενται παρακάτω. Μερικές από αυτές τις μεθόδους χρησιμοποιούνται στη βιβλιογραφία, όπως συναντήσεις με ειδικούς, σύνταξη λιστών και δημιουργία διαγραμμάτων ροής και γραφημάτων. Άλλες, όπως η χρήση μοντέλων υπολογιστών και δεδομένων χαρτογράφησης, είναι πιο πρόσφατες μέθοδοι. (Κουτσός, 2017)

Υπάρχουν πολλοί τρόποι αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την προετοιμασία μιας ΜΠΕ. Ορισμένες μέθοδοι περιλαμβάνουν επιτόπιες έρευνες, παρακολούθηση και συλλογή δεδομένων. Άλλες μέθοδοι περιλαμβάνουν τη χρήση μαθηματικών μοντέλων, την ανάγνωση επιστημονικής βιβλιογραφίας και τη διεξαγωγή συνεντεύξεων με ειδικούς. Τέλος, μερικές φορές οι προβλέψεις των περιβαλλοντικών επιπτώσεων γίνονται χρησιμοποιώντας επαγγελματική κρίση ή γνώμες ειδικών.

Η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων περιλαμβάνει την εξέταση δέκα διαφορετικών κριτηρίων, το καθένα με συγκεκριμένη τιμή. Αυτές οι τιμές χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν τις πιθανές επιπτώσεις μιας δραστηριότητας στο περιβάλλον. Ο συνολικός αντίκτυπος μιας δραστηριότητας είναι το άθροισμα των τιμών για κάθε κριτήριο. Για παράδειγμα, ο συνολικός αντίκτυπος ενός έργου θα μπορούσε να είναι «Συνολική Επίπτωση = 5 x Τύπος x Κίνδυνος x (Γεωγραφική έκταση + Διάρκεια + Αναστρεψιμότητα + Σημαντικότητα) ή Total Impact = 5 x T x R x (E+D+Re+S)». (Κουτσός, 2017)

4 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΧΕΡΣΑΙΟΥ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

Η χωροθέτηση ενός χερσαίου αιολικού πάρκου είναι ένα πρόβλημα και σχετίζεται με πολλούς παράγοντες που συμμετέχουν στο σχεδιασμό του, γιατί επηρεάζει το περιβάλλον και τον τρόπο ζωής των ανθρώπων. Οι επιστήμονες και οι τοπικές κυβερνήσεις πρέπει να συνεργαστούν για να διασφαλίσουν ότι θα επιλεγεί η καλύτερη δυνατή λύση. Η προσεκτική χωροθέτηση και σχεδιασμός αιολικών έργων μπορούν να συμβάλλουν στην αποφυγή πολλών σημαντικών περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων.

Η χωροθέτηση ξεκινά με την εξαίρεση περιοχών με βάση τα πράγματα που είναι πιο συνηθισμένα σε αυτές. Αυτά περιλαμβάνουν πού βρίσκονται, τα φυσικά πράγματα που υπάρχουν εκεί και τυχόν τεχνητά χαρακτηριστικά που έχουν προστεθεί αργότερα.

Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν το να ληφθούν αποφάσεις σύμφωνα με την επιλογή του χώρου εγκατάστασης συμπεριλαμβανομένης της ταχύτητας του ανέμου, της τοπογραφίας και της γεωλογίας της γης, της δομής του δικτύου, των περιοχών σημαντικού περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος, των κατοικημένων ή γύρω περιοχών κλπ. Για το λόγο αυτό έχουν οριστεί ελάχιστες και μέγιστες αποστάσεις και όρια ασφαλείας γύρω από συγκεκριμένες περιοχές. (Τριανταφυλλίδης, 2018)

Τα βασικά τεχνοοικονομικά κριτήρια χωροθέτησης ενός χερσαίου αιολικού πάρκου που αφορούν την δυνατότητα αλλά και την αποδοτικότητα της εγκατάστασης του είναι τα εξής (Τεγου, 2010):

- Ταχύτητα ανέμου
- Κλίση εδάφους
- Υψόμετρο
- Αποστάσεις από υποδομές μεταφορικών δικτύων
- Αποστάσεις από δίκτυα μεταφοράς Η/Ε
- Αποστάσεις από αεροδρόμια

Όσον αφορά τα περιβαλλοντικά κριτήρια αυτά είναι τα εξής:

- Αποστάσεις από οικολογικές περιοχές
- Αποστάσεις από επιφανειακούς υδάτινους όγκους

Η τοποθεσία ενός χερσαίου αιολικού πάρκου θα επιλεγεί έτσι ώστε να μην παρεμβαίνει σε σημαντικές οικολογικές περιοχές. Αυτό θα εξαρτηθεί από την ευπάθεια της περιοχής και στις περισσότερες περιπτώσεις, το αιολικό πάρκο θα απέχει τουλάχιστον ένα χιλιόμετρο από ευαίσθητες περιοχές. (Latinopoulos, 2015)

Τα υδάτινα σώματα είναι προστατευόμενες περιοχές επειδή φιλοξενούν πολλά άγρια ζώα. Αυτό σημαίνει ότι οι άνθρωποι που ζουν κοντά σε αυτές τις περιοχές θέλουν να διατηρήσουν την άγρια ζωή ασφαλή, επομένως μετατρέπουν αυτά τα υδάτινα σώματα σε προστατευόμενες περιοχές. Για να γίνει αυτό, οι άνθρωποι συνήθως κρατούν μια απόσταση μεταξύ των υδάτινων σωμάτων και των αιολικών πάρκων, έτσι ώστε η άγρια ζωή να μπορεί να παραμείνει ασφαλής. (Noorollahi, 2016)

Για τα κοινωνικά κριτήρια απαιτείται:

- Αποστάσεις από οικιστικά σύνολα και περιοχές που κατοικούνται
- Αποστάσεις από τοποθεσίες με κοινωνικό ενδιαφέρον
- Αποστάσεις από τουριστικές περιοχές
- Διάφορα κοινωνικά κριτήρια (θέσεις εργασίας, οπτική και ακουστική όχληση κλπ.)

Κάθε κριτήριο που χρησιμοποιείται για να αποφασίσει πού θα τοποθετηθούν οι ανεμογεννήτριες βασίζεται στο πόσο σημαντικό είναι να επιτευχθεί ένα συγκεκριμένο επίπεδο κοινωνικής αποδοχής. Τόσο τα κριτήρια αποκλεισμού όσο και τα κριτήρια αξιολόγησης είναι εργαλεία που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δείξουν την κοινωνική διάσταση των χωρικών αποφάσεων.

Με βάση την κοινή αντίληψη αυτής της θέσης, οι ερευνητές προτείνουν τα αιολικά πάρκα να τοποθετούνται όσο το δυνατόν πιο μακριά από σημεία κοινωνικού ενδιαφέροντος. Αυτό βασίζεται στα ενδιαφέροντα του κάθε μελετητή και στην περιοχή μελέτης. Στη βιβλιογραφία εντοπίζονται διάφορα σημεία κοινωνικού ενδιαφέροντος, συμπεριλαμβανομένων συγκροτημάτων κατοικιών, τόπων αυξημένου κοινωνικού ενδιαφέροντος όπως αρχαιολογικοί χώροι, μέρη ιστορικής σημασίας και περιοχές με τουριστική δραστηριότητα. Η κοινωνική αποδοχή των έργων ΑΠΕ εξετάζεται και αναπτύσσεται αναλυτικότερα στο επόμενο κεφάλαιο.

Όταν ένα αιολικό πάρκο κατασκευάζεται κοντά σε μια κατοικημένη περιοχή, μπορεί να προκαλέσει μεγάλα προβλήματα στους ανθρώπους που ζουν εκεί. Έτσι, οι χωρικές μελέτες χρησιμοποιούν διαφορετικές ζώνες για να αποφασίσουν πόσο κοντά μπορεί να είναι ένα

αιολικό πάρκο σε μια κατοικημένη περιοχή. Οι ζώνες μπορεί να είναι τόσο μικρές όσο 500 μέτρα ή μεγάλες έως 2,5 χιλιόμετρα.

Η ιστορική σημασία καθορίζεται από το πόσο σημαντική είναι μια περιοχή για το κοινωνικό σύνολο. Για παράδειγμα, η μελέτη των Tsoutsos et al. (2015) στην Κρήτη χρησιμοποιεί κριτήριο αποκλεισμού 3000 μέτρων από σημεία με μεγάλη ιστορική και πολιτιστική αξία. Αυτό σημαίνει ότι οι περιοχές κοντά σε αυτά τα σημεία δεν θα συμπεριληφθούν στη μελέτη. «Ο καθορισμός της απόστασης ακολουθεί τους κανόνες χωροθέτησης του Ειδικού Χωροταξικού Σχεδίου των ΑΠΕ για την Ελλάδα, όπου για τα πολιτισμικά μνημεία και τους αρχαιολογικούς χώρους οριοθετεί ακτίνα αποκλεισμού σε απόσταση 500 μέτρων από αυτά.»

Οι τουριστικές περιοχές έχουν ιδιαίτερες ανάγκες φροντίδας, καθώς μπορούν να έχουν αντίκτυπο στην οικονομία της περιοχής. Έτσι, οι ερευνητές που μελετούν αυτές τις περιοχές συχνά λαμβάνουν μέτρα για την προστασία τους από έργα μεγάλης κλίμακας, όπως οι ανεμογεννήτριες

Ορισμένες μελέτες εξετάζουν διάφορα όπως το πόσες θέσεις εργασίας θα δημιουργηθούν ως αποτέλεσμα του έργου και άλλες μελέτες εξετάζουν το πώς θα αισθάνονται οι άνθρωποι για το έργο με βάση την κοινωνική αποδοχή. Ενδιαφέρον παράδειγμα είναι η έρευνα των Jiang-Jiang Wang et al. (2009) στην οποία «τίθενται ως κριτήρια χωροθέτησης ο αριθμός των θέσεων εργασίας που θα δημιουργηθούν για την κατασκευή του έργου αλλά και διάφορα ποιοτικά κριτήρια όπως η κοινωνική αποδοχή και το γενικευμένο κοινωνικό όφελος».

Πολλές μελέτες έχουν καταλήξει στο ότι τα αιολικά πάρκα μπορούν να προκαλέσουν πολύ θόρυβο και οπτική διαταραχή. Αυτή είναι μια από τις κύριες αντιρρήσεις για τη δημιουργία τους, λόγω του πόσο αισθητές και θορυβώδεις μπορεί να είναι. Το θέμα αυτό θα συζητηθεί εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Στο Ειδικό Χωροταξικό Πλαίσιο για τις ΑΠΕ «η ηπειρωτική χώρα, όπου συμπεριλαμβάνεται και η Εύβοια λόγω εγγύτητας και μεγέθους, διακρίνεται σε Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) και σε Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ)».

«Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΠΑΠ) θεωρούνται αυτές που διαθέτουν συγκριτικά πλεονεκτήματα για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών (ύπαρξη εκμεταλλεύσιμου αιολικού δυναμικού, αυξημένη ζήτηση εγκατάστασης Ανεμογεννητριών, κλπ.)»

«Περιοχές Αιολικής Καταλληλότητας (ΠΑΚ) ορίζονται όλοι οι πρωτοβάθμιοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (Ο.Τ.Α.) της ηπειρωτικής χώρας που δεν περιλαμβάνονται στις Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας των οποίων περιοχές ή και μεμονωμένες θέσεις που κρίνονται από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (Ρ.Α.Ε.) σύμφωνα με το ν. 3468/06, ως ενεργειακά αποδοτικές»

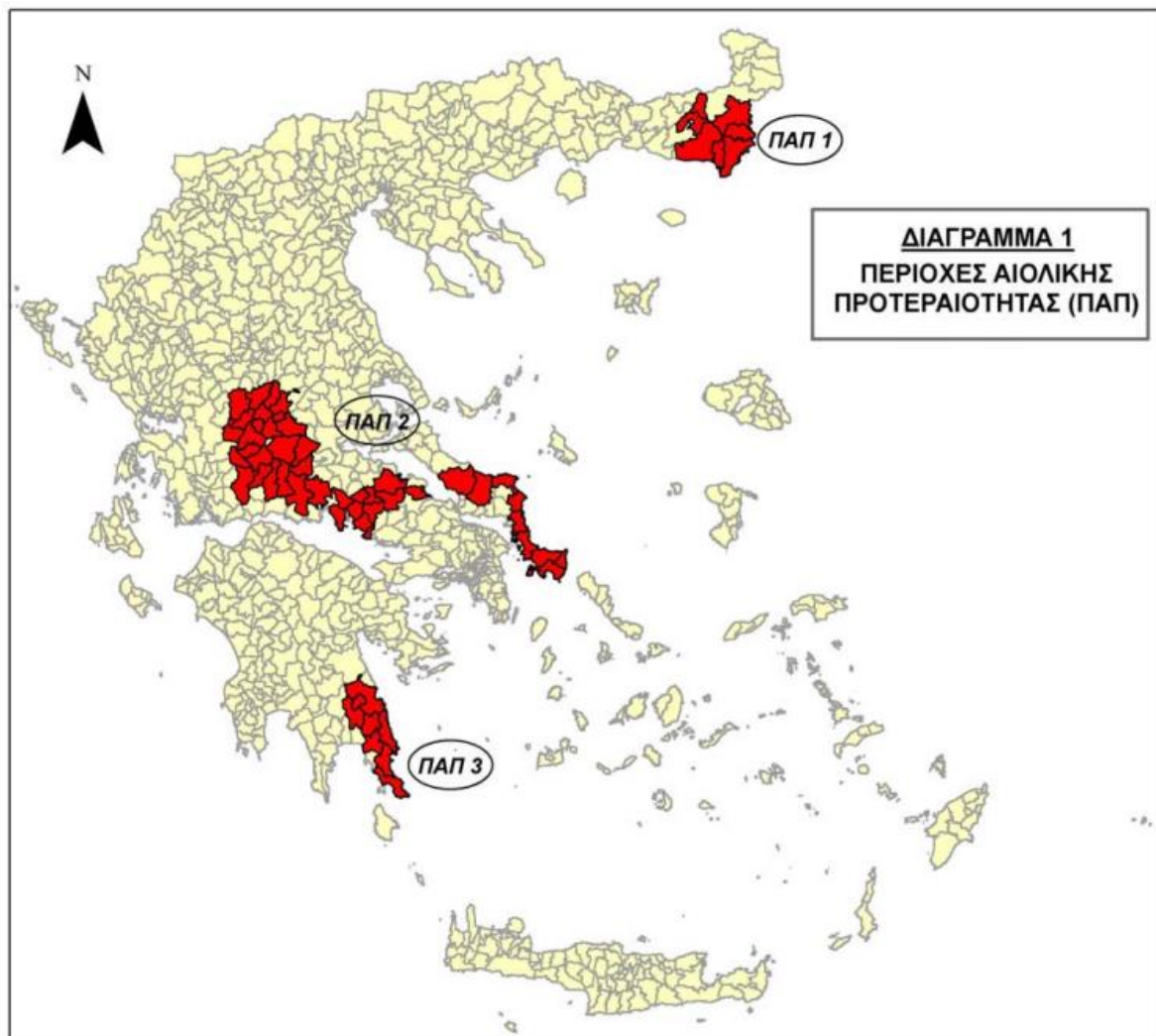
Στην Αττική υπάρχουν ειδικές ζώνες που ονομάζονται ζώνες υποδοχής που προορίζονται για τη διαχείριση της κυκλοφορίας από την πόλη, σε μια μελέτη θα αντιμετωπιστεί ως ιδιαίτερη κατηγορία.

«Στα κατοικημένα νησιά του Ιονίου και του Αιγαίου Πελάγους, συμπεριλαμβανομένης και της Κρήτης παρότι το αιολικό δυναμικό τους είναι πολύ υψηλό εξαιτίας, των ειδικών χαρακτηριστικών τους, όπως η περιορισμένη έκταση, ο έντονος τουριστικός προσανατολισμός, το αξιόλογο φυσικό και πολιτιστικό περιβάλλον, τίθενται αυστηροί

περιορισμοί. Για παράδειγμα, οι μέγιστες επιτρεπόμενες πυκνότητες σε επίπεδο πρωτοβάθμιου ΟΤΑ είναι διπλάσιες στις ΠΑΠ από ό,τι στις νησιωτικές περιοχές»

«Στον υπεράκτιο θαλάσσιο χώρο και τις ακατοίκητες νησίδες. Αντιμετωπίζονται ως ιδιαίτερη κατηγορία λόγω της ειδικής γεωμορφολογίας και λειτουργίας τους. Γι' αυτό καθορίζονται και ειδικά κριτήρια χωροθέτησης π.χ. σε σχέση με την ναυσιπλοΐα, με τον τρόπο εγκατάστασης στο θαλάσσιο χώρο κ.α»

«Σε ότι αφορά την επιτρεπόμενη πυκνότητα των αιολικών εγκαταστάσεων στις περιοχές ΠΑΠ επιτρέπεται μία ανεμογεννήτρια για κάθε 1000 στρέμματα του συνόλου της επιφάνειας του ΟΤΑ, στις περιοχές ΠΑΚ μία ανεμογεννήτρια για κάθε 1600 στρέμματα και στις νησιωτικές περιοχές μία ανεμογεννήτρια για κάθε 2000 στρέμματα»



Εικόνα 14: Περιοχές Αιολικής Προτεραιότητας (ΕΠΧΣΑΑ)

«Στο Παράρτημα ΙΙ του ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ΑΠΕ και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού, ορίζονται οι αποστάσεις των αιολικών εγκαταστάσεων από γειτνιάζουσες χρήσεις γης, δραστηριότητες και δίκτυα τεχνικής υποδομής»

Οδηγός Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Χερσαίων Αιολικών Πάρκων

Α. Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων	
Α. Μέγιστη απόσταση από υφιστάμενη οδό χερσαίας προσπέλασης οποιασδήποτε κατηγορίας	Για εγκατεστημένη ισχύ/μονάδα κάτω των 10 MWe: Σε ΠΑΠ και Αττική: 20 χλμ. μήκους όδευσης Σε άλλες περιοχές (ΠΑΚ): 15 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα Σε νησιά: 10 χλμ. ανεξάρτητα από την εγκατεστημένη ισχύ / μονάδα
Β. Μέγιστη απόσταση από το σύστημα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας Υψηλής Τάσης (Υ.Τ.)	Όπως ορίζει ο ΔΕΣΜΗΕ στους όρους σύνδεσης της εγκατάστασης (υψηλή τάση) και η ΔΕΗ (μέση και χαμηλή τάση)
Γ. Ελάχιστη απόσταση (Α) από σημαντικά σταθερά στοιχεία άμεσης παρεμβολής (φυσικά ή ανθρωπογενή) που εμποδίζουν την εκμετάλλευση του ανέμου	7 φορές το ύψος του σταθερού στοιχείου άμεσης παρεμβολής ($A=7xY$)
Δ. Ελάχιστη απόσταση (Α) μεταξύ των ανεμογεννητριών	Με ανάπτυγμα κάθετα στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου: 3 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ($A=3d$) Με ανάπτυγμα παράλληλο στην κατεύθυνση του κυρίαρχου ανέμου: 7 φορές τη διάμετρο (d) της φτερωτής της ανεμογεννήτριας ($A=7d$)

Πίνακας 2: Αποστάσεις για τη διασφάλιση της λειτουργικότητας και απόδοσης των αιολικών εγκαταστάσεων

Β. Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Περιοχές απολύτου προστασίας της Φύσης και προστασίας της φύσης του άρθρου 19 παρ.1, 2 ν.1650/86 (Α'160)	Σύμφωνα με την εγκεκριμένη ΕΠΜ ή το σχετικό π.δ. (του άρθρου 21 του ν. 1650/86) ή την σχετική ΚΥΑ (ν. 3044/02)
Πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, κηρυγμένα μνημεία της φύσης, αισθητικά δάση που δεν περιλαμβάνονται στις περιοχές απολύτου προστασίας της φύσης και προστασίας της φύσης των παρ. 1 και 2 του άρθρου 19 του ν. 1650/1986	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ
Οι οικότοποι προτεραιότητας περιοχών της Επικράτειας που έχουν ενταχθεί στον κατάλογο των τόπων κοινοτικής σημασίας του δικτύου ΦΥΣΗ 2000 σύμφωνα με την απόφαση 2006/613/ΕΚ της Επιτροπής (ΕΕ L 259 της 21.9.2006, σ. 1).	
Αξιόλογες ακτές και παραλίες (π.χ.αμμώδεις)	2.000 μ
Περιοχές ΖΕΠ ορνιθοπανίδας (SPA)	Κρίνεται κατά περίπτωση στο πλαίσιο της ΕΠΟ, μετά από ειδική ορνιθολογική μελέτη

Πίνακας 3: Αποστάσεις από περιοχές περιβαλλοντικού ενδιαφέροντος

Οδηγός Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Χερσαίων Αιολικών Πάρκων

Γ. Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση 2 εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Εγγεγραμμένα στον Κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και τα άλλα μείζονος σημασίας μνημεία, αρχαιολογικοί χώροι και ιστορικοί τόποι της παρ. 5. εδάφιο ββ του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	3.000 μ.
Ζώνη απολύτου προστασίας (Ζώνη Α) λοιπών αρχαιολογικών χώρων	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.
Κηρυγμένα πολιτιστικά μνημεία και ιστορικοί τόποι	A=7d, όπου (d) η διάμετρος της φτερωτής της ανεμογεννήτριας, τουλάχιστον 500 μ.

Πίνακας 4: Αποστάσεις από περιοχές και στοιχεία πολιτιστικής κληρονομιάς

Δ. Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση 2 εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Πόλεις και οικισμοί με πληθυσμό >2000 κατοίκων ή οικισμοί με πληθυσμό < 2000 κατοίκων που χαρακτηρίζονται ως δυναμικοί, τουριστικοί ή αξιόλογοι κατά την έννοια του άρθρου 2 του π.δ. 24.4/3.5.1985	1.000 μ από το όριο 3 του οικισμού ή του σχεδίου πόλης κατά περίπτωση
Παραδοσιακοί οικισμοί	1.500 μ. από το όριο 3 του οικισμού 4
Λοιποί οικισμοί	500 μ. από το όριο 3 του οικισμού
Οργανωμένη δόμηση Α' ή Β' κατοικίας (Π.Ε.Ρ.ΠΟ., Συνεταιρισμοί κλπ) ή και διαμορφωμένες περιοχές Β' κατοικίας, όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της Μ.Π.Ε. κάθε μεμονωμένης εγκατάστασης αιολικού πάρκου	1.000 μ. από τα όρια του σχεδίου ή της διαμορφωμένης περιοχής αντίστοιχα
Ιερές Μονές	500 μ. από τα όρια της Μονής
Μεμονωμένη κατοικία (νομίμως υφιστάμενη)	Εξασφάλιση ελάχιστου επιπέδου θορύβου μικρότερου των 45 db.
Σε κάθε περίπτωση, πρέπει να εξασφαλίζεται ελάχιστο επίπεδο θορύβου στα όρια των ανωτέρω οικιστικών δραστηριοτήτων μικρότερο των 45 db	

Πίνακας 5: Αποστάσεις από οικιστικές δραστηριότητες

Ε. Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Κύριοι οδικοί άξονες, οδικό δίκτυο αρμοδιότητας των Ο.Τ.Α. και σιδηροδρομικές γραμμές	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια της ζώνης απαλλοτρίωσης της οδού ή του σιδηροδρομικού δικτύου αντίστοιχα
Γραμμές υψηλής τάσεως	Απόσταση ασφαλείας 1,5d από τα όρια από τα όρια διέλευσης των γραμμών Υ.Τ.
Υποδομές τηλεπικοινωνιών (κεραίες), RADAR	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα
Εγκαταστάσεις ή δραστηριότητες της αεροπλοΐας	Κατά περίπτωση μετά από γνωμοδότηση του αρμόδιου φορέα

Πίνακας 6: Αποστάσεις από δίκτυα τεχνικής υποδομής και ειδικές χρήσεις

Οδηγός Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Χερσαίων Αιολικών Πάρκων

ΣΤ. Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων	
Ασύμβατη χρήση	Ελάχιστη απόσταση εγκατάστασης από την ασύμβατη χρήση
Αγροτική γη υψηλής παραγωγικότητας, ζώνες αναδασμού, αρδευόμενες εκτάσεις	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Ιχθυοκαλλιέργειες	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Μονάδες εσταυλισμένης κτηνοτροφίας	Απόσταση ασφαλείας 1,5d
Λατομικές ζώνες και δραστηριότητες	Όπως ορίζεται στην κείμενη νομοθεσία
Λειτουργούσες επιφανειακά μεταλλευτικές - εξορυκτικές ζώνες και δραστηριότητες	500 μ.
ΠΟΤΑ και άλλες Περιοχές Οργανωμένης Ανάπτυξης Παραγωγικών Δραστηριοτήτων του τριτογενούς τομέα, θεματικά πάρκα, τουριστικοί λιμένες και άλλες θεσμοθετημένες ή διαμορφωμένες τουριστικά περιοχές (όπως αναγνωρίζονται στο πλαίσιο της ΜΠΕ για κάθε μεμονωμένη εγκατάσταση).	1.000 μ από τα όρια της ζώνης / περιοχής 5. Οι αποστάσεις αυτές μπορεί να μειώνονται με τη σύμφωνη γνώμη του φορέα της ασύμβατης χρήσης, η οποία παρέχεται για όλη τη διάρκεια κύκλου ζωής των σχετικών εγκαταστάσεων και πάντως για χρονικό διάστημα τουλάχιστον ίσο με τον χρόνο ισχύος των σχετικών αδειών παραγωγής (25 έτη). Σε κάθε περίπτωση η απόσταση αυτή δεν μπορεί να είναι μικρότερη των 500 μέτρων από τα όρια των εγκαταστάσεων διανυκτέρευσης και 1.5 d από τα όρια των λοιπών εγκαταστάσεων
Τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	1.000 μ. από τα όρια της μονάδας 4.
Λοιπά τουριστικά καταλύματα και εγκαταστάσεις	500 μ 4.

Πίνακας 7: Αποστάσεις από ζώνες ή εγκαταστάσεις παραγωγικών δραστηριοτήτων

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

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

(4) «Σε περίπτωση που υφίσταται ήδη εγκατάσταση αιολικού σταθμού, ή πάρκο κεραιών ή ραντάρ, σε απόσταση μικρότερη των 1500μ από τα όριά του, η ελάχιστη απόσταση κάθε νέα εγκατάσταση αιολικού πάρκου από αυτά, ορίζεται ως αντιστάθμισμα στα 2.500μ»

(5) «Η αναφερόμενη απόσταση δεν λαμβάνεται υπόψη στη περίπτωση που η άτρακτος μιας Α/Γ δεν είναι ορατή από την ασύμβατη χρήση»

«Στο Παράρτημα IV του ειδικού πλαισίου χωροταξικού σχεδιασμού και αειφόρου ανάπτυξης για τις ΑΠΕ και της στρατηγικής μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων αυτού, ορίζονται τα κριτήρια ένταξης των αιολικών εγκαταστάσεων στο τοπίο»

. Ο αντίκτυπος ενός αδειοδοτημένου αιολικού πάρκου στο τοπίο αξιολογείται λαμβάνοντας υπόψη την οπτική του παρεμβολή από σημεία «ειδικού ενδιαφέροντος» μέσα σε έναν κύκλο, ο οποίος βασίζεται στο κέντρο του πάρκου και σε μια ακτίνα που ποικίλλει ανάλογα με τη σημασία και την ποιότητα του χώρου.

Σημείο Ιδιαίτερου Ενδιαφέροντος	Μέγιστη απόσταση από Α/Π (χλμ)	
	Εντός ΠΑΠ - Αττικής - Θαλάσσιου χώρου	Εκτός ΠΑΠ - Κατοικημένα Νησιά
Το πλησιέστερο όριο των εγγεγραμμένων στον κατάλογο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και άλλων μείζονος σημασίας μνημείων, αρχαιολογικών χώρων και ιστορικών τόπων της παρ. 5. εδάφιο ββ) του άρθρου 50 του Ν. 3028/02	6	6
Το πλησιέστερο όριο ζώνης απολύτου προστασίας (ζώνη Α') λοιπών αρχαιολογικών χώρων	6	6
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου πυρήνα Εθνικού Δρυμού, μνημείου της φύσης, αισθητικού δάσους των παρ. 3 και 4 του άρθρου 19 του Ν. 1650/86.	0.8	1
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένου παραδοσιακού οικισμού	6	6
Τα πλησιέστερα όρια πόλεων ή οικισμών	2	3
Το πλησιέστερο όριο θεσμοθετημένης ή διαμορφωμένης τουριστικής περιοχής τουριστικά καταλύματα μεσαίου και μεγάλου μεγέθους, ειδικές τουριστικές υποδομές, τουριστικοί λιμένες	2	3

Πίνακας 8: Αποστάσεις από σημεία ιδιαίτερου ενδιαφέροντος

Εάν η ανεμογεννήτρια δεν βρίσκεται εντός του κύκλου ή εάν η άτρακτος δεν έρχεται σε επαφή με το κεντρικό σημείο, δεν υπολογίζεται.

Η κυβέρνηση θέλει να διασφαλίσει ότι υπάρχουν αρκετές ανεμογεννήτριες σε περιοχές που έχουν μεγάλο αιολικό δυναμικό, αλλά δεν τις θέλουν παντού. Έχουν θέσει ένα όριο στο πόσες τουρμπίνες μπορούν να βρίσκονται κοντά σε μερικά από τα πιο σημαντικά μέρη, ορόσημα. Εάν ο αριθμός των στρόβιλων γίνει πολύ υψηλός, τότε η κυβέρνηση μπορεί να θέσει ένα όριο στο πόσο από την θέα του ορόσημου μπορεί να διακρίνεται.

Για να γίνουν αντικειμενικότερα τα ως άνω, λαμβάνονται υπόψη διάφορες απαιτήσεις και κριτήρια με τα οποία το αιολικό πάρκο είναι ελεγχόμενο και συμμορφώνεται με τις διατάξεις.

Το πρώτο κριτήριο είναι να βεβαιωθείτε ότι οι ανεμογεννήτριες είναι τοποθετημένες ομοιόμορφα γύρω από το σημείο ενδιαφέροντος. Η απόσταση μεταξύ κάθε τουρμπίνας περιορίζεται σε μια ορισμένη ακτίνα, ανάλογα με το πόσο κοντά βρίσκεται ο στρόβιλος στο σημείο. Στη συνέχεια οι ζώνες χωρίζονται σε διαφορετικές πυκνότητες, ανάλογα με το πόσο κοντά βρίσκονται οι τουρμπίνες στο σημείο.

Το δεύτερο κριτήριο χρησιμοποιείται για να καθοριστεί εάν μια ανεμογεννήτρια είναι πολύ κοντά σε έναν παρατηρητή. Για να γίνει αυτό, ένας παρατηρητής βρίσκεται σε ένα συγκεκριμένο σημείο και περιστρέφονται γύρω από τον εαυτό τους κατά 360 μοίρες. Στη συνέχεια, μετρούν τις γωνίες που δημιουργούνται από το κέντρο του σημείου ενδιαφέροντος και τις νοητές γραμμές που περνούν από τα άκρα των τμημάτων που συνδέουν τις ανεμογεννήτριες.

Το κριτήριο χρησιμοποιεί μόνο ανεμογεννήτριες που βρίσκονται σε κύκλο γύρω από το σημείο ενδιαφέροντος και λαμβάνεται υπόψη η απόσταση μεταξύ των ανεμογεννητριών και του σημείου ενδιαφέροντος. Εάν ένας στρόβιλος βρίσκεται πιο κοντά στο σημείο ενδιαφέροντος από έναν άλλο στρόβιλο, η γωνία θέασής του δεν λαμβάνεται υπόψη. Στη συνέχεια, ο κύκλος χωρίζεται σε τρεις ζώνες, με διαφορετικούς συντελεστές στάθμισης για γωνίες που περικλείουν τα νοητά τμήματα που βρίσκονται εντός της αντίστοιχης ζώνης. Εάν ένας στρόβιλος βρίσκεται σε περιοχή όπου άλλοι στρόβιλοι είναι πιο κοντά στο σημείο ενδιαφέροντος, η γωνία θέασής του λαμβάνεται ήδη υπόψη στον συνολικό υπολογισμό.

Εφόσον ένα αιολικό πάρκο πληροί το πρώτο κριτήριο, σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και κοντά στο σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος απέχουν αρκετά μεταξύ τους ώστε να μην παρεμβαίνουν μεταξύ τους. Εάν ένα αιολικό πάρκο πληροί το δεύτερο κριτήριο, ακόμα και αν δεν πληροί το πρώτο, σημαίνει ότι οι ανεμογεννήτριες γύρω και κοντά στο σημείο ιδιαίτερου ενδιαφέροντος βρίσκονται σε μία κατεύθυνση, ακόμα κι αν μπορούν να συγκεντρωθούν προς αυτήν την κατεύθυνση.

Αναλυτικότερες λεπτομέρειες αναφέρονται στο «παράρτημα VI του ΕΠΧΣΑΑ (2008)», όπως το ότι «οι ομόκεντρες ζώνες είναι κοινές για την εφαρμογή και των δύο κριτηρίων και ορίζονται ανάλογα με τη σημασία του σημείου ιδιαίτερου ενδιαφέροντος και ανάλογα με την κατηγορία χώρου που χωροθετείται το υπό εξέταση αιολικό πάρκο».

Τα περιβαλλοντικά-χωρικά κριτήρια είναι πολύ σημαντικά γιατί μπορούν να βοηθήσουν στη βεβαίωση ότι το αιολικό πάρκο που θα κατασκευασθεί θα είναι συμβατό με την περιοχή όπου κατασκευάζεται. Το πρώτο πράγμα που πρέπει να γίνει είναι να ελεγχθεί εάν ο χώρος εγκατάστασης είναι συμβατός με τα κριτήρια που θέτει το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξίας και Αειφόρου Ανάπτυξης για ΑΠΕ.

5 ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΑΠΟΔΟΧΗ ΑΙΟΛΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη αναγνώριση ότι η κοινωνική αποδοχή μπορεί να αποτελέσει σημαντικό εμπόδιο για την επίτευξη των ενεργειακών στόχων, τόσο στην Ελλάδα όσο και στην Ευρώπη και σε όλο τον κόσμο.

Ο όρος «NIMBY (Not In My Back Yard)» χρησιμοποιείται για να περιγράψει «την αντίθεση των κατοίκων μιας περιοχής σε ένα έργο που πρόκειται να γίνει στην περιοχή τους, ακόμα και αν οι ίδιοι ή οι γύρω τους θα επωφεληθούν από το συγκεκριμένο έργο, το έργο θεωρείται γενικά ότι προσφέρει στο κοινωνικό σύνολο, αλλά παρόλα αυτά οι κάτοικοι θα προτιμούσαν να γίνει σε κάποια άλλη περιοχή και όχι στη δική τους». (Martin, 2017)

Σύμφωνα με αυτή τη θεωρία, η αίσθηση κοινωνικής ευθύνης αλλά και περιβαλλοντικής, όταν πρόκειται για έργα ΑΠΕ, υποχωρεί έναντι ιδιωτικών, ατομικιστικών και τοπικιστικών κινήτρων. Ένας κάτοικος ενός τόπου προσπαθώντας να μεγιστοποιήσει τη χρησιμότητα του, έχει αντιδράσεις σε κάποιο έργο που εκτελείται εκεί που ζει, γιατί θεωρεί ότι τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του έργου μπορεί να λειτουργήσουν ανταγωνιστικά ως προς τη δική του χρησιμότητα. (Martin, 2017) Όταν κάποιος χτίζει ένα νέο κτίριο ή εγκαθιστά μια νέα κεραία κινητής τηλεφωνίας, οι άνθρωποι που ζουν κοντά του μπορεί να έχουν κάποιες έντονες αντιδράσεις. Για αυτό το λόγο χρησιμοποιήθηκε αρχικά ο όρος. Όμως, στις μέρες μας, αυτός ο όρος χρησιμοποιείται όλο και συχνότερα όταν οι άνθρωποι εγκαθιστούν μονάδες ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως ανεμογεννήτριες, ή όταν χαράσσουν νέα δίκτυα μεταφορών.

Μερικοί άνθρωποι που ζουν στην περιοχή υποστηρίζουν ότι το έργο θα μειώσει την αξία της γης τους και θα επιδεινώσει το περιβάλλον. Λένε επίσης ότι δεν ταιριάζει με το φυσικό περιβάλλον και ότι τα οφέλη δεν είναι δίκαια για τους ανθρώπους που ζουν ήδη εδώ.

Οι εγκαταστάσεις αιολικών πάρκων σε μία περιοχή έχει πάντα κάποιες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, οι οποίες εξαρτώνται από τα μεγέθη των κατασκευών καθώς και από τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούνται. Η οπτική όχληση για κάποιους ερευνητές είναι ο σημαντικότερος λόγος αντιδράσεων. Επίσης η όχληση από το θόρυβο των μηχανών και οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις στην ορνιθοπανίδα γίνονται εξίσου σημαντικοί λόγοι αντιδράσεων.

Μία ακόμη παράμετρος που αποτελεί αιτία αντιδράσεων είναι το ιδιοκτησιακό καθεστώς της έκτασης που πρόκειται να εγκατασταθεί ένα αιολικό πάρκο. Οι χώροι εγκατάστασης είναι σε κάποιες περιπτώσεις δημόσιοι, σε κάποιες ιδιωτικοί, ενώ σε κάποιες άλλες περιπτώσεις ο χαρακτήρας τους αμφισβητείται, δηλαδή οι ίδιες εκτάσεις διεκδικούνται και από κράτος και από ιδιώτες.

Υπάρχουν πολλοί παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν τη στάση μιας κοινότητας και κάθε περίπτωση απαιτεί διαφορετική προσέγγιση προκειμένου να εντοπιστούν οι συγκεκριμένοι λόγοι που οδηγούν σε αρνητικές στάσεις μεταξύ των κατοίκων.

Η κοινωνική αποδοχή του έργου αποτελεί σημαντική παράμετρο για την εγκατάσταση και λειτουργία του αιολικού πάρκου και έχει να κάνει με το αν η εγκατάσταση θα έχει ανταποδοτικά οφέλη για την περιοχή. Για παράδειγμα, αν ο σκοπός της εγκατάστασης είναι η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και κατ' επέκταση οφέλους για την περιοχή, παρά την περιβαλλοντική επιβάρυνση, οι ανεμογεννήτριες θεωρείται ότι εξυπηρετούν το κοινό όφελος

και στην περίπτωση αυτή, είναι δυνατό να γίνουν αποδεκτές. Στην περίπτωση που οι ανεμογεννήτριες δεν λειτουργούν όταν ο αέρας δεν είναι τόσο ισχυρός, στους κατοίκους της περιοχής διαμορφώνεται η εντύπωση ότι υποβαθμίζεται η περιοχή του χωρίς να είναι εμφανείς η αναγκαιότητα του έργου και το όφελος του για την τοπική κοινωνία. (Ladenburg, 2009).

Αν και πολλές περιοχές διαθέτουν το βέλτιστο αιολικό δυναμικό, η επέκταση των αιολικών πάρκων όπως αναφέρθηκε και ανωτέρω, δεν γίνεται καθολικά αποδεκτή. Σφοδρή τοπική αντίθεση υπήρξε σε έργο αιολικής ενέργειας της Σκύρου το 2011. Η αντίθεση της τοπικής κοινωνίας μπορεί να αποτελέσει ανασταλτικό παράγοντα στην προσπάθεια μετάβασης σε ένα ενεργειακό μείγμα χαμηλών εκπομπών άνθρακα. Στη μελέτη των Sprais & Beltran το 2011 χρησιμοποιήθηκε ένα πείραμα για να προσδιοριστούν οι βασικοί παράγοντες της δημόσιας αντίθεσης στα αιολικά πάρκα και να αναζητηθούν πληροφορίες σχετικά με τον τρόπο ενίσχυσης της τοπικής αποδοχής με ένα εγχείρημα στο νησί της Σκύρου που είναι ένα μη διασυνδεδεμένο νησί.

Οι ερωτώμενοι κάτοικοι της περιοχής εγκατάστασης κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτηματολόγιο σχετικά με το μέγεθος μείωσης της αξίας της κατοικίας τους θα ήταν πρόθυμοι να αντέξουν προκειμένου να αποκτήσουν ένα αιολικό έργο με πιο αποτελεσματικά χαρακτηριστικά. Η τεχνική της υποβάθμισης της αξίας της κατοικίας ως μοχλός ενεργοποίησης των κατοίκων αναδεικνύει ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά για την ανάλυση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μεταξύ των μη-χρηματικών χαρακτηριστικών, οι επενδύσεις που σέβονται την προστασία της άγριας ζωής έχουν μεγαλύτερη σημαντικότητα για τους ερωτηθέντες και κατά συνέπεια υψηλότερη έμμεση αξία.

Η οικονομική αξία ενός περιβαλλοντικού αγαθού περιλαμβάνει δύο βασικά μέρη: την αξία χρήσης και την αξία μη χρήσης.

Η αξία χρήσης αναφέρεται στην αξία του αγαθού από την άποψη του πόσο μπορεί να βοηθήσει τους ανθρώπους αυτή τη στιγμή.

Η αξία μη χρήσης αναφέρεται στην αξία του αγαθού ως προς την ύπαρξή του ως μέρος της φύσης, ακόμα κι αν κανείς δεν το χρησιμοποιεί ποτέ.

Η μελέτη της Σκύρου διεξήχθη προκειμένου να βελτιωθεί η κοινωνική αποδοχή των αιολικών πάρκων, για να προσδιοριστούν οι θετικοί και αρνητικοί οδηγοί στάσεων και για να εκτιμηθεί η σχετική βαρύτητα που αποδίδει η τοπική κοινότητα σε κάθε πτυχή του πιθανού έργου.

Τα εμπειρικά αποτελέσματα δείχνουν τέσσερις βασικούς μοχλούς της αντίθεσης της τοπικής κοινωνίας στους οποίους θα πρέπει να επικεντρωθούν οι πολιτικές της Σκύρου. Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις της μεθόδου WTP, η εγκατάσταση των ανεμογεννητριών εκτός Natura εκτιμάται ιδιαίτερα υψηλά υποδηλώνοντας ότι η επιλογή τοποθεσίας υπήρξε ο κύριος μοχλός αντίστασης. Η υποβάθμιση του τοπικού οικοσυστήματος βαραίνει πολύ στη συναίνεση των Σκυριανών και αυτό μπορεί να συναχθεί από πόση σημασία αποδίδουν στην προστασία της άγριας ζωής ως αντισταθμιστικό μέτρο σε περίπτωση κατασκευής του αιολικού πάρκου. Επιπλέον, η έλλειψη εμπιστοσύνης προς τις αρμόδιες αρχές είναι εμφανής και επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την τάση να αποδεχτούν ένα τέτοιο έργο.

Η έρευνα αναδεικνύει ότι μια μελλοντική αιολική πολιτική εγκατάστασης για τη Σκύρο θα πρέπει να εγκαθιστά το πάρκο σε περιοχή εκτός Natura με εγγύηση για την προστασία της άγριας ζωής. Όσον αφορά τις αναμενόμενες οπτικές εξωτερικότητες, μια ιδέα θα ήταν να

βρεθεί τοποθεσία όπου οι στρόβιλοι δεν είναι ορατοί από πυκνοκατοικημένες περιοχές δηλαδή τη χώρα του νησιού και τα μαγαζιά του Μώλου. Εναλλακτικά, προτείνονται μεγαλύτερες ιδιωτικές αποζημιώσεις όπως για παράδειγμα εκπώσεις λογαριασμών ρεύματος οι οποίες θα μπορούσαν να προσφερθούν σε νοικοκυριά που έχουν οπτική επαφή με τους στρόβιλους. Επιπλέον, λόγω της «άσχημης» διοίκησης κάποιου παρελθόντος έργου, για να κερδηθεί η εμπιστοσύνη της τοπικής κοινωνίας στο μέλλον θα πρέπει το μελλοντικό συνεργατικό έργο να έχει διαφανές καθεστώς ιδιοκτησίας και να προωθεί την ευήμερυσια πρωτοβουλία αιολικής ενέργειας. Τέλος, δεδομένου ότι οι αναμενόμενες αρνητικές επιπτώσεις στην τοπική κοινότητα είναι σχετικά μεγάλες θα πρέπει υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής να προσφέρουν αντισταθμιστικά οφέλη ειδικά σε άτομα που δεν έχουν τους πόρους να επενδύσουν σε αυτό το έργο. Ωστόσο, εάν οι αποζημιώσεις δεν συνοδεύονται από συνεταιριστική διοίκηση μεταξύ των προγραμματιστών και των τοπικών εκπροσώπων, μπορούν να γίνουν αντιληπτές ως δωροδοκία. Κάτι τέτοιο θα ήταν ένα επιπλέον εμπόδιο για μια επιτυχημένη συμφωνία και στη συνέχεια στη διάχυση της πράσινης ενέργειας.

Ωστόσο, η έρευνα των Kaldelis et al. (2013) καταδεικνύει ότι η κοινή γνώμη είναι εξαιρετικά ασταθής και η στάση των τοπικών κοινοτήτων μπορεί να υπάρχουν σημαντικές διαφορές από το ένα έργο στο άλλο μεταξύ των τοποθεσιών ή ακόμα και στην ίδια τοποθεσία και αλλάζουν με την πάροδο του χρόνου. Στην πραγματικότητα, η κοινή γνώμη εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως την άγνοια, την παραπληροφόρηση για τα οφέλη της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται, τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες, τις εθνικές ενεργειακές πολιτικές, την ανθρώπινη εμπειρία με τέτοιου είδους έργα κ.λπ., που καθιστούν δύσκολο να ερμηνευθεί η ατομική συμπεριφορά πάντα με ακρίβεια. Σε κάθε περίπτωση ωστόσο, η παρούσα έρευνα είχε σκοπό να παρέχει ένα «στιγμιότυπο» της κοινής γνώμης απέναντι στις ανανεώσιμες ενεργειακές εφαρμογές (αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκά και μικρά υδροηλεκτρικά έργα) σε μια περιοχή όπου η ατμοσφαιρική ποιότητα είναι χαμηλή λόγω της μακροχρόνιας λειτουργίας ενός θερμοηλεκτρικού σταθμού που είναι υπεύθυνος για περίπου το 70% των συνολικών εκπομπών SO₂ του τομέα της ελληνικής ηλεκτροπαραγωγής τα τελευταία χρόνια που δεν είναι άλλη από τη Μεγαλόπολη της Πελοποννήσου.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα της έρευνας, τα συμπεράσματα είναι τα ακόλουθα:

Η εντατική έκθεση έργων ΑΠΕ στην περιοχή οδηγούν σε αναμφισβήτητα υψηλά επίπεδα ευαισθητοποίησης τα οποία φτάνουν το 95%.

Μια συγκεκριμένη μειοψηφία ανθρώπων αποκαλύφθηκε πως ήταν αντίθετη με τις εφαρμογές ΑΠΕ, διότι αγνοούσε τα περιβαλλοντικά, κοινωνικά και οικονομικά οφέλη τους. Συνεπώς, προέκυψε η ανάγκη πρόσθετης δημόσιας πληροφόρησης σχετικά με την εκμετάλλευση των ΑΠΕ.

Καταγράφηκαν υψηλά επίπεδα δημόσιας αποδοχής για τις υφιστάμενες ΑΠΕ στην ευρύτερη περιοχή, φτάνοντας περίπου το 85% για όλες τις τεχνολογίες που εξετάστηκαν. Τα υψηλά επίπεδα δημόσιας αποδοχής θα μπορούσαν να αποδοθούν στην παρουσία του θερμοηλεκτρικού σταθμού στην περιοχή που εμποδίζει την καλή ποιότητα ζωής των κατοίκων της περιοχής.

Περισσότεροι από τους μισούς ερωτηθέντες εξέφρασαν θετική τάση ως προς την οπτική όχληση των υφιστάμενων εγκαταστάσεων. Είναι ενδιαφέρον ότι μεταξύ των τριών τεχνολογιών, τα αιολικά πάρκα επέδειξαν καλύτερα αποτελέσματα, με το 65% των

ερωτηθέντων να δηλώνει είτε ότι δεν επηρεάστηκαν οπτικά από την παρουσία των ανεμογεννητριών ή ότι η ύπαρξη τους κάνει την επικράτεια ελκυστική. Οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται συνήθως σε σημεία ορατά, γεγονός που αυξάνει την οπτική έκθεση σε πολλές κοντινές τοποθεσίες παρά όλα αυτά η δυσαρέσκεια από την οπτική όχληση των αιολικών είναι χαμηλότερη από την αναμενόμενη. Μία εξήγηση θα μπορούσε να είναι ότι η παρουσία αιολικών πάρκων στην περιοχή έχει εξοικειώσει τον κόσμο κάνοντας τον να συνειδητοποιήσει ότι το πρόβλημα της οπτικής όχλησης στην πραγματικότητα δεν είναι τόσο σοβαρό.

Η εξοικείωση των κατοίκων της περιοχής από τα ήδη λειτουργούντα αιολικά πάρκα έχει σμιλεύσει την «ανοχή» τους στην όχληση του θορύβου, με τη συντριπτική πλειοψηφία των ερωτηθέντων (92%) να μην έχει αίσθημα ενόχλησης από τον θόρυβο που παράγεται κατά τη διάρκεια της λειτουργίας των ανεμογεννητριών.

Η κοινή γνώμη για τα νέα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας ήταν επίσης ιδιαίτερα υποστηρικτική. Αυτό κυρίως αποδίδεται στην ύπαρξη του εργοστασίου θερμικής ισχύος στο οποίο τη λειτουργία αντιδρούν οι άνθρωποι αναζητώντας εναλλακτικές λύσεις (π.χ. αιολικά πάρκα, φωτοβολταϊκά).

Στις περιπτώσεις κατά τις οποίες εγείρονται ενστάσεις εφαρμόζονται μέθοδοι εξαρτημένης αξιολόγησης με απευθείας ερωτηματολόγιο στο κοινό. Οι ερωτήσεις είναι 'ανοιχτού τύπου' και διατυπώνονται ως εξής: «Τι ποσό θα απαιτούσατε ως αποζημίωση για να επιτραπεί η Υ περιβαλλοντική υποβάθμιση στην περιοχή σας»?

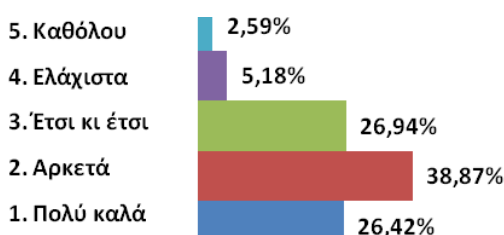
Στο σημείο αυτό μπορεί να αναφερθεί ως παράδειγμα η έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2006 στην Κορέα με εφαρμογή της μεθόδου WTP (willingness to pay) για την προώθηση της πράσινης ενέργειας ΑΠΕ. Η ερώτηση συνοψιζόταν ως ακολούθως: «Θα μπορούσε το νοικοκυριό σας να επωμιστεί ένα επιπλέον κόστος τα επόμενα 5 χρόνια με το λογαριασμό του ηλεκτρικού ρεύματος ώστε να αυξηθεί το επίπεδο παραγωγής και κατανάλωσης της πράσινης ενέργειας;»

Σε πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα καταλήγει και η έρευνα των Ζωγραφάκη κ.α. (2006) η οποία στοχεύει να αναδείξει την κοινωνική αποδοχή των ΑΠΕ στην Κρήτη. Διεξήχθησαν 1440 προσωπικές συνεντεύξεις και χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της υποθετικής αξιολόγησης (WTP) από την οποία αναδείχθηκε ότι η τοπική κοινωνία ήταν διατεθειμένη να πληρώσει ως πρόσθετο κόστος στο λογαριασμό του ηλεκτρικού ρεύματος 16,33 ευρώ. Από τη συγκεκριμένη έρευνα επίσης αναδείχθηκε ότι μεγαλύτερη προθυμία πληρωμής για την εγκατάσταση ΑΠΕ είχαν όσοι ήταν ενημερωμένοι και ευαισθητοποιημένοι για την κλιματική κρίση και τα ενεργειακά ζητήματα ή όσοι είχαν επενδύσεις σε τεχνολογία πράσινης ενέργειας.

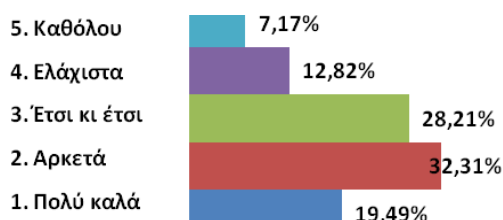
Η Έρευνα των Kosmopoulos et al., με τίτλο «Πανελλήνια Κοινωνική Έρευνα (2018-19) σχετικά με την Ποιότητα Ζωής, τις Ενεργειακές Ανάγκες και τις Στάσεις των Ανθρώπων απέναντι στις ΑΠΕ» παρά το γεγονός ότι υπάρχουν έντονα αρνητικές κρίσεις, αναδεικνύει ότι το κοινό απαντά μάλλον ευνοϊκά για τις ΑΠΕ όταν ρωτιούνται αν η εγκατάσταση ανεμογεννητριών και φωτοβολταϊκών επιδρά αρνητικά ή θετικά στο φυσικό περιβάλλον και στην αισθητική του.

Εντυπωσιάζει το γεγονός ότι η πλειοψηφία των συμμετεχόντων δήλωσαν ότι δεν γνωρίζουν σχετικά με τις ανεμογεννήτριες, ενώ παρουσιάζονται πιο ενημερωμένοι για τα φωτοβολταϊκά.

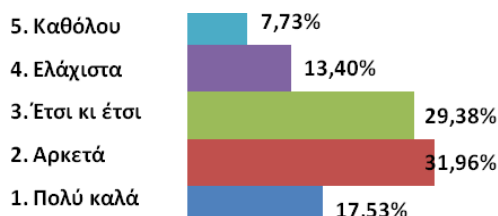
Γνωρίζετε τι είναι οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας;



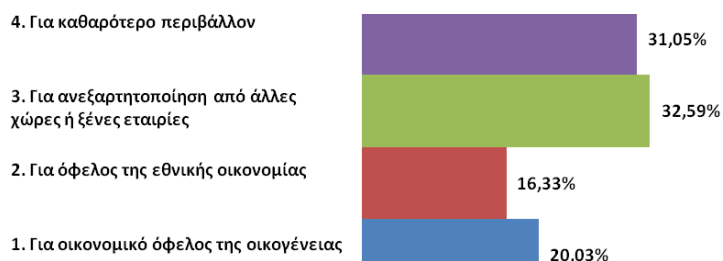
Φωτοβολταϊκά πάρκα:



Αιολικά πάρκα:



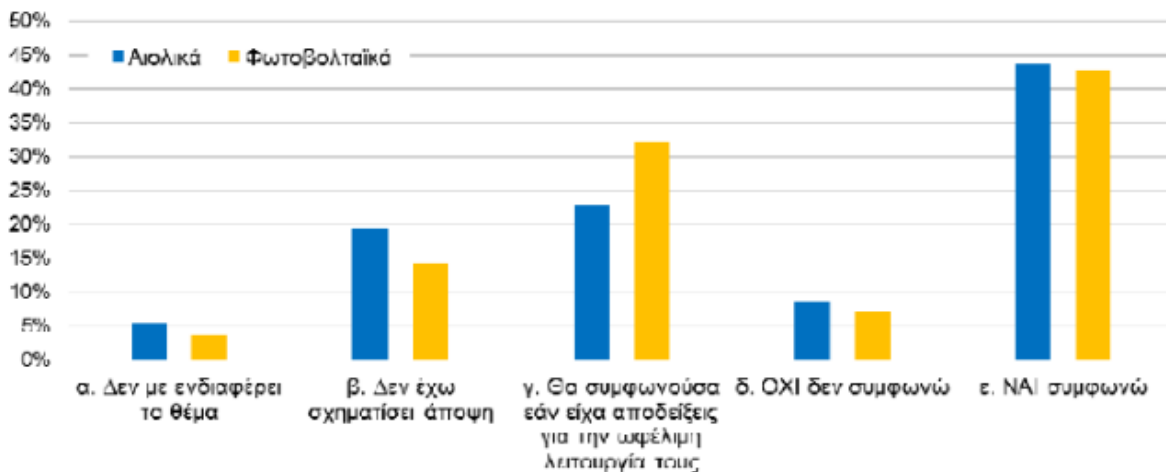
Τελικά την εφαρμογή των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας θα την επιθυμούσατε:



Εικόνα 15: Ερωτηματολόγιο Έρευνας για την κοινωνική αποδοχή των ΑΠΕ (Kosmopoulos, 2018)

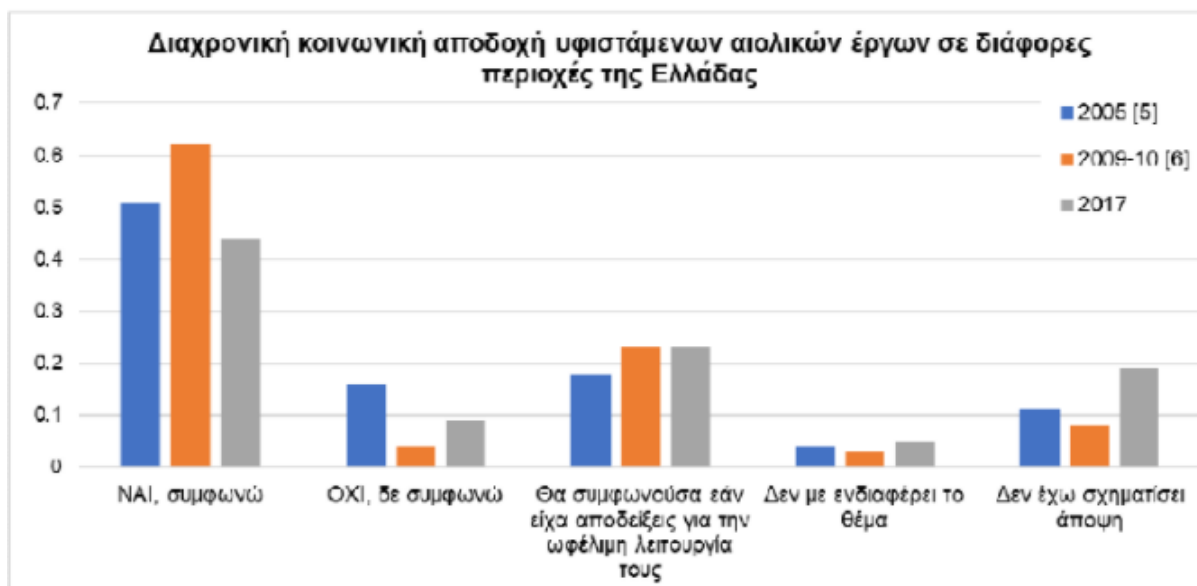
Η Έρευνα των Μπουλογιόργου κ.α. (2018) με τίτλο «Κοινωνική Αποδοχή Αιολικών και Φωτοβολταϊκών έργων στην Ελλάδα της οικονομικής κρίσης» διαπιστώνει υψηλά επίπεδα αποδοχής και για τις δύο τεχνολογίες ΑΠΕ που εξετάστηκαν.

Οδηγός Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Χερσαίων Αιολικών Πάρκων



Εικόνα 16: Ερωτηματολόγιο κοινής γνώμης σχετικά με υφιστάμενα έργα ΑΠΕ στην περιοχή (Μπουλογιώργος, 2018)

«Συγκεκριμένα, αρκετοί ήταν αυτοί που δήλωσαν σύμφωνοι με τις υπάρχουσες εγκαταστάσεις, με την προϋπόθεση να υπάρξουν σαφείς αποδείξεις ως προς την ωφέλεια της λειτουργίας τους (23% για αιολικά και 32% για τα Φ/Β)»



Εικόνα 17: Ερωτηματολόγιο διαχρονικής κοινωνικής αποδοχής των υφιστάμενων αιολικών έργων στην Ελλάδα (Μπουλογιώργος, 2018)

Οδηγός Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων Χερσαίων Αιολικών Πάρκων



Εικόνα 18: Αποδοχή και διάθεση συμμετοχής κοινού σε νέα έργα αιολικών πάρκων ανά περιοχή (Μπουλογιώργος, 2018)

6 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΕΡΓΑΛΕΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ

Στην Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων εξετάζονται όλοι οι περιβαλλοντικοί παράμετροι (φυσικό περιβάλλον, ανθρωπογενές περιβάλλον, κλπ.) που μπορεί να επηρεαστούν με την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου.

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία αλλά και την εμπειρία από την εγκατάσταση πλήθους τέτοιων μονάδων στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς, οι σημαντικότερες επιπτώσεις των αιολικών πάρκων συνίστανται σε:

- Επιπτώσεις στην Βιοποικιλότητα (χλωρίδα, πανίδα – ορνιθοπανίδα)
- Επιπτώσεις στις Χρήσεις Γης
- Επιπτώσεις στο Ακουστικό Περιβάλλον (Θόρυβος)
- Επιπτώσεις στο Τοπίο και το Αισθητικό Περιβάλλον
- Επιπτώσεις λόγω της Περιστροφόμενης Σκιάς των Ανεμογεννητριών (Shadow Flickering)
- Επιπτώσεις λόγω Ηλεκτρομαγνητικών Παρεμβολών

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται και αναλύονται οι κύριες ενδεχόμενες περιβαλλοντικές από την εγκατάσταση ενός αιολικού πάρκου καθώς και οι μέθοδοι και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την εκτίμηση τους.

6.1 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ

Το πρόβλημα των δυνητικών επιπτώσεων των έργων αιολικής ενέργειας στη βιοποικιλότητα και ειδικά σε είδη πτηνών και χειρόπτερων έχει ήδη καταγραφεί στη βιβλιογραφία και αναγνωρίζεται από διεθνείς οργανισμούς και την Ευρωπαϊκή Ένωση, το πρόβλημα έχει επίσης αναγνωριστεί και στην Ελλάδα.

Σε κάθε περίπτωση, απαραίτητη είναι η ορθή εφαρμογή των διατάξεων που αποσκοπούν προστασία και διατήρηση της βιοποικιλότητας. Σε ό,τι αφορά την προστασία των ειδών, οι δύο οδηγίες για τη φύση, ήτοι η οδηγία 92/43/ΕΟΚ για τους οικοτόπους και η οδηγία 2009/147/ΕΚ για τα άγρια πτηνά, απαιτούν από τα κράτη μέλη να θεσπίσουν ένα γενικό σύστημα προστασίας για τα είδη που απαριθμούνται στο παράρτημα IV της οδηγίας για τους οικοτόπους στη φυσική κατανομή τους εντός της ΕΕ και για όλα τα είδη άγριων πτηνών που απαντούν στην ΕΕ, τόσο εντός όσο και εκτός των προστατευόμενων περιοχών.

Δεδομένου δηλαδή ότι ορισμένα προστατευόμενα είδη είναι δυνητικά ευάλωτα στις αιολικές εγκαταστάσεις, οι προβλέψεις αυτές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά την εξέταση των αιτήσεων έργων και σε περιοχές εκτός του δικτύου Natura 2000. Αυτό μπορεί να ισχύει για παράδειγμα εάν ένα εξεταζόμενο έργο βρίσκεται κατά μήκος μιας σημαντικής οδού μετανάστευσης ή εντός μιας περιοχής διαχείμασης καθώς θα μπορούσε να προκαλέσει σημαντική όχληση ή βλάβη σε προστατευόμενα πτηνά ή νυχτερίδες. Τα μέτρα που εφαρμόζονται για την τήρηση των διατάξεων προστασίας των δύο οδηγιών, πρέπει να είναι ανάλογα με την εκτιμώμενη επίπτωση στην κατάσταση διατήρησης του εκάστοτε είδους.

Ως πλέον ευαίσθητες ορνιθολογικά περιοχές θεωρούνται οι Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) που ορίζονται βάση της οδηγίας 2009/147/ΕΚ και αποτελούν μέρος του δικτύου Natura 2000, οι Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά (ΣΠΠ), καθώς και οι μεταναστευτικοί διάδρομοι.

Για την καταγραφή της πτηνοπανίδας χρειάζεται παρατήρηση πεδίου και συγκέντρωση πληροφορίας σε τυποποιημένο έντυπο. Οι καταγραφές θα πρέπει να γίνονται με αίθριο καιρό χωρίς βροχή με καλή ορατότητα και χωρίς δυνατό αέρα.

Στα πλαίσια της Μελέτης Οικολογικής Αξιολόγησης και της μελέτης εκτίμησης επιπτώσεων και σε περιοχές γειτνιάζουσες των περιοχών Natura 2000 όπου πρόκειται να εγκατασταθούν ανεμογεννήτριες θα πρέπει να τηρηθεί το έντυπο ελάχιστων καταγραφών ώστε να υπάρξει ικανοποιητική αποτύπωση του βιολογικού περιβάλλοντος. Στα πλαίσια της μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο περιβάλλον θα πρέπει να γίνουν 5 ημερήσιες καταγραφές την περίοδο φωλεοποίησης. Αν οι περιοχή εξέτασης εμπίπτει σε οικιστική, τουριστική εμπορική πολεοδομική ζώνη οι απαιτήσεις μειώνονται σε 1 ημερήσια καταγραφή. Στις περιπτώσεις που η περιοχή μελέτη εμπίπτει σε ζώνη διέλευσης πτηνών οι καταγραφή αυξάνεται σε 10. Οι 5 καταγραφές γίνονται στην περίοδο φωλεοποίησης και οι 5 την περίοδο μετανάστευσης (Μάρτιο-Μάιο) ή και τέλος Αυγούστου με αρχές Νοεμβρίου. Στην περίπτωση που το μέγεθος του έργου ξεπερνά το 1 εκτάριο ή και η περιοχή που θα επηρεαστεί αφορά φυσική σχετικά ανεπηρέαστη περιοχή οι καταγραφές για τα φωλεάζοντα είδη αυξάνονται από 5 σε 8.

Για την Έκθεση Οικολογικής Αξιολόγησης (ΕΟΑ) και για έργα που επηρεάζουν περιοχές του δικτύου Natura 2000, απαιτούνται 15 ημερήσιες καταγραφές την περίοδο φωλεοποίησης και 15 ημερήσιες καταγραφές την περίοδο μετανάστευσης. Για έργα που αφορούν περιπτώσεις έργων που επηρεάζουν υδροβιότοπους θα πρέπει επιπρόσθετα να διεξάγονται κατ' ελάχιστον και 5 καταγραφές για τα διαχειμιάζοντα είδη την περίοδο Νοέμβριο-Φεβρουάριο. Για τα έργα που δεν εμπίπτουν εντός περιοχών Natura 2000 αλλά δυνητικά θα επηρεάσουν οι ελάχιστες απαιτήσεις είναι 10 ημερήσιες καταγραφές την περίοδο φωλεοποίησης και 10 ημερήσιες καταγραφές την περίοδο μετανάστευσης.

Η βιολογική πληροφορία που απαιτείται για την εκτίμηση των επιπτώσεων στο πλαίσιο της ΕΟΑ περιλαμβάνει τη βέλτιστη διαθέσιμη επιστημονική πληροφορία για τα είδη και τους οικοτόπους προτεραιότητας και ενδιαφέροντος των περιοχών Natura 2000 και πιο συγκεκριμένα τα παρακάτω:

- Περιοχή, αντιπροσωπευτικότητα και κατάσταση διατήρησης των οικοτόπων προτεραιότητας και της περιοχής
- Μέγεθος και πυκνότητα πληθυσμού, κατάσταση διατήρησης, βαθμός απομόνωσης των ειδών του Παραρτήματος II της Οδηγίας για τους Οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ), του Παραρτήματος I της Οδηγίας για τα Πουλιά, καθώς και τακτικά απαντώμενα μεταναστευτικά είδη που δεν περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πουλιά της περιοχής
- Σκοποί διατήρησης της περιοχής: (α) οικολογικές απαιτήσεις, (β) κατάσταση διατήρησης σε εθνικό και ευρωπαϊκό επίπεδο, (γ) απειλές και (δ) εθνική και ευρωπαϊκή σημασία της περιοχής για τα είδη και τους οικοτόπους προτεραιότητας και ενδιαφέροντος, καθώς και (ε) τον ρόλο της περιοχής στην ευρύτερη βιογεωγραφική περιοχή και για τη συνοχή του δικτύου Natura 2000
- Κατάσταση διατήρησης των ειδών και των οικοτόπων της περιοχής Natura 2000
- Κύριες απειλές και πιέσεις
- Οικολογικές δομές και λειτουργίες
- Εξέλιξη της περιοχής χωρίς την πραγματοποίηση του προτεινόμενου έργου.

Κάποιες από τις συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες μεθόδους για την εκτίμηση επιπτώσεων παρουσιάζονται παρακάτω. Επίσης, η εκτίμηση των επιπτώσεων θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη παραμέτρους από τις οποίες εξαρτάται η σημαντικότητα των επιπτώσεων.

Μέθοδοι πρόβλεψης επιπτώσεων:

- Άμεσες μετρήσεις
- Λίστες ελέγχου ή πίνακες
- Διαγράμματα ροής, δίκτυα και διαγράμματα συστημάτων
- Ποσοτικά προγνωστικά μοντέλα
- Επικαλύψεις σε Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)
- Πληροφορίες από προηγούμενα παρόμοια έργα
- Γνώμη και κρίση εμπειρογνώμων
- Περιγραφή και συσχέτιση
- Ανάλυση φέρουσας ικανότητας
- Οικοσυστημική ανάλυση

Η σημασία των επιπτώσεων εξαρτάται από παράγοντες, όπως είναι:

- Ο χαρακτήρας και η σημασία της περιοχής που επηρεάζεται από το έργο
- Εμπλεκόμενα είδη (στρατηγική αναπαραγωγής, διάρκεια ζωής, μέγεθος πληθυσμού, κατανομή και κατάσταση)
- Μέγεθος, τύπος, χωρική έκταση, ένταση, συχνότητα, συγχρονισμός, διάρκεια και πιθανότητα των αναμενόμενων επιπτώσεων
- Σωρευτικές επιπτώσεις
- Ανθεκτικότητα του περιβάλλοντος να ανταπεξέλθει στην αλλαγή
- Βαθμός επιστημονικής ακρίβειας (ή αβεβαιότητας) σε σχέση με την ποιότητα, ακρίβεια και αξιοπιστία των προβλέψεων για αλλαγή.

6.2 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Μερικοί άνθρωποι πιστεύουν ότι οι ανεμογεννήτριες χρειάζονται περισσότερο χώρο από άλλα είδη πηγών ενέργειας (όπως θερμοηλεκτρικοί σταθμοί ή πυρηνικοί αντιδραστήρες) για να παράγουν την ίδια ποσότητα ενέργειας.

Σύμφωνα με μελέτες «απαιτούνται περίπου 200 - 5000 m² ανά MW εγκατεστημένης αιολικής ενέργειας, αν χρησιμοποιηθούν ανεμογεννήτριες με θεωρητική ισχύ μεγαλύτερη από 2 MW, ο χώρος που θα απαιτείται θα είναι μικρότερος». Πρακτικά, ο χώρος εγκατάστασης για μια Α/Γ 3 MW είναι 40 m × 40 m = 1600 m². (Möller B., 2006) (Katsaprakakis, D., 2012).

Είδος ενέργειας	m ² / MWh
Πυρηνική ενέργεια	0,1
Φυσικό αέριο	0,2
Άνθρακας	0,2
Ανανεώσιμες Πηγές	
Αιολική	1
Γεωθερμική	2,5
Υδροηλεκτρική	10
Φωτοβολταϊκά	10

Συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα	15
Βιομάζα (καλλιέργειες)	500

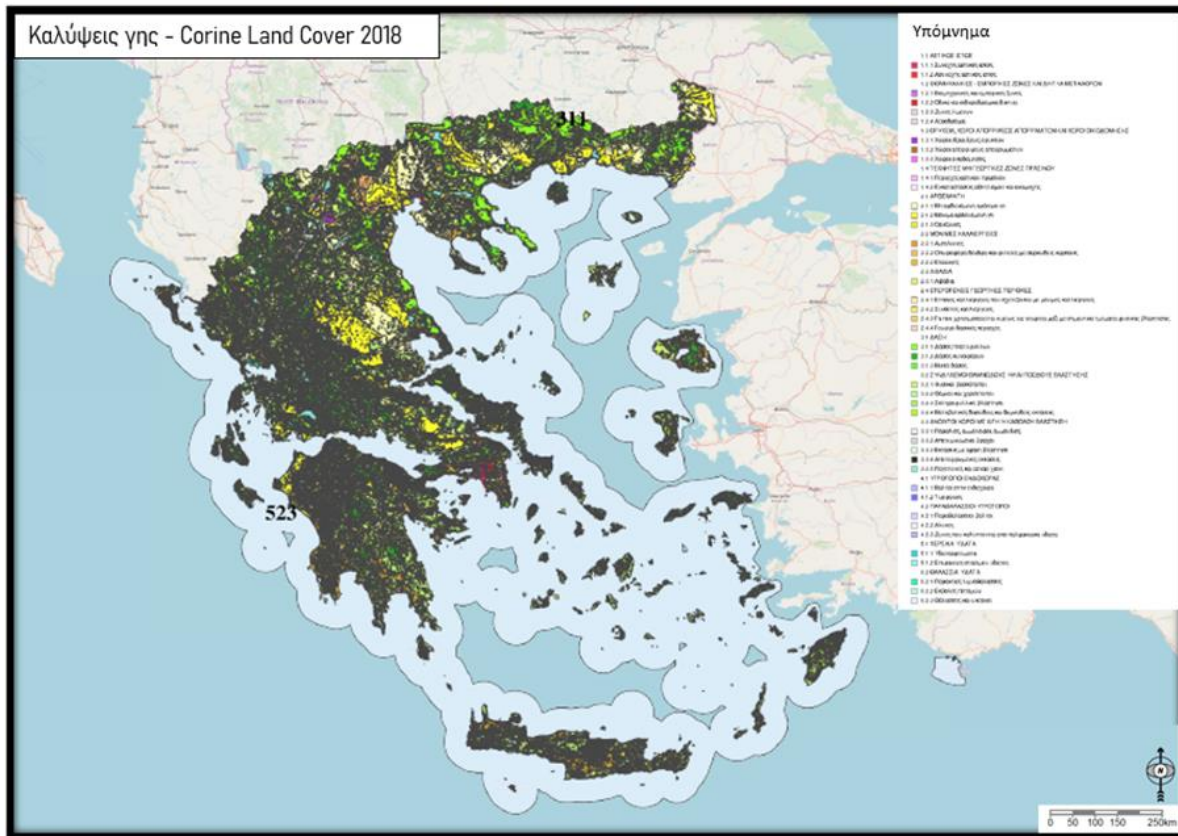
Πίνακας 9: Σχέση χρήση γης και παραγωγής ενέργειας ανά μορφή ενέργειας. Ίδια επεξεργασία. (IRENA, 2017)

Η ποσότητα της γης που απαιτείται για την κατασκευή ανεμογεννητριών μπορεί να ποικίλλει ανάλογα με το πού βρίσκονται. Σε περιοχές με επίπεδη γη, οι ανεμογεννήτριες μπορούν να χρησιμοποιήσουν περισσότερη γη από ό,τι σε περιοχές με περισσότερους λόφους.

Οι ανεμογεννήτριες εγκαθίστανται σε πολλές περιοχές που δεν χρησιμοποιούνται για τη γεωργία, όπως τα βουνά. Τα ζώα, όπως οι αγελάδες, οι κατσίκες και τα πρόβατα, μπορούν ακόμα να βόσκουν εκεί χωρίς κανένα πρόβλημα. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ανεμογεννήτριες δεν περιβάλλονται από φράχτη, έτσι τα ζώα μπορούν εύκολα να διασχίσουν τις ανεμογεννήτριες και τη γύρω γη. Δεν υπάρχει περιορισμός στη διέλευση των δρόμων κοντά στις ανεμογεννήτριες όσο αυτές χρησιμοποιούνται από αυτά τα ζώα. (Τριανταφυλλίδης Ι., 2018)

Μια τοποθεσία αιολικού πάρκου μπορεί να έχει πολλές διαφορετικές χρήσεις, συμπεριλαμβανομένης της γεωργίας, της δασοκομίας και άλλων χρήσεων γης. Για να δούμε ποια θα λειτουργούσε καλύτερα, μπορούμε να δούμε πώς αυτές οι διαφορετικές χρήσεις θα επηρεάσουν την περιοχή και την παραγόμενη ισχύ.

Το Corine Land Cover (CLC) αποτελεί «ένα πρόγραμμα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος και εξετάζει την γεωγραφική απεικόνιση των χρήσεων γης για τις 33 χώρες-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και άλλες 6 της Ευρώπης». Το CLC είναι ένα πρόγραμμα που δημιουργεί χάρτες κάλυψης και χρήσης γης. Υπάρχει εδώ και πολύ καιρό και συνεχίζει να ενημερώνει τους χάρτες του κάθε έξι χρόνια. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται από πολλούς ανθρώπους με διαφορετικούς τρόπους, συμπεριλαμβανομένων ερευνητών, επαγγελματιών και ατόμων του δημόσιου και ιδιωτικού τομέα. Είναι δωρεάν στη χρήση και δεν υπάρχει κανένας περιορισμός. (ΥΠΕΝ, Ελληνικό Κτηματολόγιο)



Εικόνα 19: Χάρτης καλύψεων γης της Ελλάδας από το Corine Land Cover για το 2018 (YPIEN)

6.3 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΑΚΟΥΣΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ο ακουστικός θόρυβος ορίζεται «κάθε ανεπιθύμητος και ενοχλητικός ήχος με φυσικές ή ψυχολογικές επιπτώσεις στον ανθρώπινο οργανισμό». Ο ακουστικός θόρυβος είναι ένας τύπος ήχου που δεν είναι περιοδικός και δεν έχει συγκεκριμένο τονικό τόνο. Αποτελείται από ακανόνιστες παλλόμενες δονήσεις και επειδή δεν έχουν σταθερό τόνο, ο ακουστικός θόρυβος είναι γενικά δυσάρεστος να ακούγεται.

Ο ήχος αποτελείται από τρία βασικά στοιχεία, αυτά είναι το ύψος, η ένταση και η χροιά.

Όσο πιο δυνατός είναι ο ήχος, τόσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητά του (όσες φορές δονείται ανά δευτερόλεπτο) και τόσο μικρότερη είναι η διάρκειά του (ο χρόνος που διαρκεί). Η ένταση ενός ήχου καθορίζεται επίσης από το πλάτος του (το μέγεθος των δονήσεων) και είναι ίδια με την ποσότητα της ακουστικής ενέργειας που μεταδίδεται σε ένα δευτερόλεπτο.

Παρακάτω παρατίθενται τα επίπεδα θορύβου για διάφορες δραστηριότητες.

Πηγή/ Δραστηριότητα	Ένταση εκπεμπόμενου ήχου (dB)
Όριο ακοής	0
Ψίθυρος	30
Βραδινές ώρες στην ύπαιθρο	20 - 40
Ήσυχια υπνοδωματίου	35
Κενό κλιματιζόμενο γραφείο	45 - 50
Αυτοκίνητο με 65km/h στα 100m	55
Απασχολημένο γενικό γραφείο	60
Ομιλία	60
Φορτηγό με 65km/h στα 100m	65
Κίνηση πόλης	90
Τρυπάνι στα 7m	95
Αεροσκάφος στα 250m	105
Όριο πόνου ανθρώπινου αυτιού	140

Πίνακας 10: Ένταση εκπεμπόμενων θορύβων από διάφορες ανθρώπινες δραστηριότητες. Ιδία επεξεργασία. (Κονδύλη, 2012)

Η ισχύουσα ελληνική νομοθεσία που σχετίζεται με την επίπτωση του θορύβου είναι πολύ σύντομη και γενική. Σύμφωνα με το προεδρικό διάταγμα 1180/81 «Δια τας εγκαταστάσεις τας ευρισκομένας εν επαφή μετά κατοικουμένων κτισμάτων, το ανώτατον επιτρεπόμενον όριον θορύβου καθορίζεται εις 45 dBA, ανεξαρτήτως της περιοχής εις ήν ευρίσκεται η εγκατάστασις μετρούμενον εντός του κατοικουμένου κτίσματος με ανοικτάς θύρας και παράθυρα».

Επιπρόσθετα, το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού κ Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ ορίζει ότι το όριο των 45 dBA αναφέρεται μόνο σε νόμιμα υφιστάμενες κατοικίες. Κατά την φάση αδειοδότησης του αιολικού πάρκου, απαιτείται η ενσωμάτωση της Αξιολόγησης της Επίπτωσης του Θορύβου στην Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Εφόσον η ελληνική νομοθεσία που σχετίζεται με την επίπτωση θορύβου είναι πολύ σύντομη, το υπολογιστικό μοντέλο εκτίμησης θορύβου βασίζεται στο ευρωπαϊκό πρότυπο ISO 9613-2. Αυτό το κριτήριο χρησιμοποιείται στο μεγαλύτερο μέρος των ευρωπαϊκών μελετών. Βασιζόμενες σε αυτό το κριτήριο, πολλές χώρες χρησιμοποιούν το μοντέλο με προσαρμογές προκειμένου να ανταποκριθούν στις ανάγκες και τις προϋποθέσεις της συγκεκριμένης χώρας (π.χ. Γαλλία, Αγγλία, Γερμανία και άλλες). Το ISO 9613-2 «Μείωση θορύβου κατά τη διάρκεια της μετάδοσης σε εξωτερικό χώρο, Μέρος 2, Μια γενική μέθοδος υπολογισμού» περιγράφει τον υπολογισμό απόσβεσης του θορύβου κατά την μετάδοση σε εξωτερικό χώρο.

Για τη μέτρηση εκπομπής θορύβου, σχετικά με την οδηγία 2002/49/ΕΚ όσον αφορά την αξιολόγηση και τη διαχείριση του περιβαλλοντικού θορύβου, εφαρμόζεται ο γαλλικός τρόπος υπολογισμού «NMPC-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)», από τον τύπο:

$$L_{den} = 10 \lg \frac{1}{24} \left(12 * 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 * 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 * 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}} \right)$$

Με το L_{day} να συμβολίζει την Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται από το πρότυπο ISO 1996-2: 1987, και προσδιορίζεται στο σύνολο των περιόδων ημέρας ενός έτους, το $L_{evening}$ είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, και προσδιορίζεται στο σύνολο των βραδινών περιόδων ενός έτους, το L_{night} είναι η Α-σταθμισμένη μακροπρόθεσμη μέση ηχοστάθμη, όπως ορίζεται στο πρότυπο ISO 1996-2: 1987, και προσδιορίζεται στο σύνολο των νυχτερινών περιόδων ενός έτους.

6.3.2 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΟΣ ΘΟΡΥΒΟΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ

Ο θόρυβος λόγω ανεμογεννητριών καλύπτει εν μέρει τον τομέα υπερήχων, με μερίδιο εκπομπών χαμηλής συχνότητας. Μέχρι σήμερα, δεν έχει εμφανιστεί καμία επίδραση σε υπερηχογράφημα ανθρώπινης υγείας, ακόμη και σε υψηλά επίπεδα έκθεσης. Τα κριτήρια ενόχλησης σε σχέση με τις χαμηλές συχνότητες συνήθως αντλούνται από καμπύλες ακουστικότητας. Γενικά, η έκθεση του πληθυσμού σε θόρυβο από ανεμογεννήτριες είναι σε μεγάλο βαθμό κάτω από το κατώτατο όριο των 70-80 dB και δεν επιτρέπει να ληφθεί υπόψη ο κίνδυνος απομείωσης απευθείας από το ακουστικό. Στην πράξη, είναι δύσκολο να αντιληφθούμε τον θόρυβο μιας ανεμογεννήτριας για αποστάσεις μεγαλύτερες από 500μ. Ωστόσο, υπάρχει η δυσφορία και σύμφωνα με ψυχοακουστικές εργαστηριακές μελέτες (Persson, Wayne and Ohrstrom, 2002) που ασχολούνται με την περιγραφή του θορύβου από ανεμογεννήτριες, το σφύριγμα και το χτύπημα είναι οι πιο ενοχλητικοί θόρυβοι.

Οι ανεμογεννήτριες κάνουν πολύ θόρυβο λόγω των διαφορετικών εξαρτημάτων που κάνουν τον θόρυβο. Η γεννήτρια, το κιβώτιο ταχυτήτων και τα υδραυλικά συστήματα κάνουν όλα πολύ θόρυβο. Οι ανεμιστήρες που ψύχουν την τουρμπίνα κάνουν επίσης πολύ θόρυβο. Ο θόρυβος έχει πολύ μικρό εύρος συχνοτήτων και είναι συνεχής και υψηλής συχνότητας, γεγονός που τον κάνει πραγματικά ενοχλητικό. (Jianu, Rosen & Naterer, 2011).

Ο θόρυβος από τα πτερύγια μιας ανεμογεννήτριας προκαλείται από τη γρήγορη κίνηση των πτερυγίων. Το εύρος συχνοτήτων αυτού του θορύβου είναι χαμηλό και είναι περιοδικό. Αυτό σημαίνει ότι ο θόρυβος προκαλείται από τα φτερά και τη βάση της τουρμπίνας που αλληλοεπιδρούν με τον αέρα. Ο θόρυβος από μια ανεμογεννήτρια είναι συνήθως πιο δυνατός από τον θόρυβο από έναν κινητήρα αυτοκινήτου και μπορεί επίσης να γίνει αισθητός ως δόνηση. (Saidur et. Al, 2011)

Ο ήχος ταξιδεύει διαφορετικά, ανάλογα με την πηγή και την απόσταση μεταξύ της πηγής και του δέκτη. Γενικά, ο ήχος διανύει 6 dB λιγότερη απόσταση για κάθε διπλασιασμό της απόστασης μεταξύ της πηγής και του δέκτη.

Για την εκτίμηση του θορύβου από την πηγή, υπολογίζεται η εξασθένηση του ήχου λόγω της απόστασης και της περίθλασης, καθώς και άλλες παράμετροι, όπως η ατμοσφαιρική απορρόφηση, οι μετεωρολογικές συνθήκες και το ανακλαστικό έδαφος και εμπόδια. (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2009)

Οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες είναι πολύ αθόρυβα μηχανήματα. Είναι ήσυχα επειδή οι σχεδιαστές έχουν εργαστεί για να μειώσουν τον θόρυβο που προκαλούν τα μηχανήματα από την αρχή. Μέρος του θορύβου μειώνεται σχεδιάζοντας τα μηχανήματα να είναι αθόρυβα και άλλα μειώνεται αντιμετωπίζοντας τον θόρυβο καθώς ταξιδεύει.

Όταν ο άνεμος φυσάει με μικρότερη ταχύτητα, η τουρμπίνα κάνει έναν θόρυβο που είναι διαφορετικός από τον θόρυβο που προκαλείται από τον ίδιο τον άνεμο. Αλλά όταν ο άνεμος φυσάει πιο γρήγορα, ο θόρυβος της τουρμπίνας κυριαρχεί στον θόρυβο από τον άνεμο.

Οι ανεμογεννήτριες που θα εγκατασταθούν στο αιολικό πάρκο έχουν πολύ μοντέρνο σχεδιασμό και είναι πιστοποιημένες σύμφωνα με πολύ αυστηρές εθνικές και διεθνείς προδιαγραφές. Χρησιμοποιούν τεχνολογίες αιχμής που μειώνουν τον θόρυβο τόσο μηχανικά όσο και αεροδυναμικά.

6.3.3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Στη Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων γίνεται εκτίμηση του ακουστικού περιβάλλοντος στην άμεση ζώνη του έργου βάση υπολογισμών και μελέτης

ισοθρουβικών καμπυλών. Αρχικά, μία μελέτη ισοθρουβικών καμπυλών εστιάζει στις πιθανές συνέπειες του λειτουργικού θορύβου για τις κατοικίες ή τα σημεία ενδιαφέροντος που βρίσκονται κοντά στο προτεινόμενο έργο. Η μελέτη περιλαμβάνει λεπτομερείς πληροφορίες για την ισχύουσα νομοθεσία, εφαρμοσμένες μεθόδους, υποθέσεις και επακόλουθα συμπεράσματα. Η μελέτη περιορίζεται σε υπολογισμούς μοντελοποίησης του θορύβου και τα αποτελέσματα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ως προκαταρκτικά. Σε περίπτωση κρίσιμων ευρημάτων ίσως να κριθεί σκόπιμο να γίνουν μετρήσεις στην περιοχή ενδιαφέροντος προκειμένου να υπάρξουν πιο συγκεκριμένα συμπεράσματα. Στη συνέχεια χρησιμοποιείται ένα λογισμικό για την μοντελοποίηση του θορύβου.

Ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο λογισμικό είναι το WindPRO το οποίο βασίζεται στο πρότυπο ISO 9613-2 και στα σχετιζόμενα και απαιτούμενα για τη μελέτη δεδομένα. Το WindPRO αποτελεί πρότυπο για αντίστοιχες μελέτες και είναι ευρύτατα αποδεκτό από το χώρο της αιολικής ενέργειας. DECIBEL είναι το εργαλείο του λογισμικού WindPRO το οποίο υπολογίζει τις εκπομπές θορύβου και ελέγχει εάν πληρούνται τα κριτήρια θορύβου για τις ευαίσθητες περιοχές. Έτσι συνυπολογίζονται η τοπογραφία του έργου, η βλάστηση της περιοχής, η απορρόφηση του εδάφους, η αντανάκλαση από την επιφάνεια και άλλα φαινόμενα. Ο υπολογισμός της επίπτωσης θορύβου που παράγεται από μια ή περισσότερες Α/Γ σε συγκεκριμένη τοποθεσία (π.χ. μια γειτονική περιοχή) απαιτεί τις ακόλουθες πληροφορίες:

- Τοπογραφικό χάρτη
- Τις θέσεις των Α/Γ (συντεταγμένες x, y z)
- Το ύψος πλήμνης και την εκπομπή θορύβου της Α/Γ (LWA, ref) σε μία ή περισσότερες ταχύτητες ανέμου, πιθανότατα σε διαφορετικές συχνότητες
- Οποιαδήποτε περιεχόμενα αρμονικών στο θόρυβο της Α/Γ
- Οι συντεταγμένες των ευαίσθητων σε θόρυβο τοποθεσιών/περιοχών
- Το αποδεκτό ανώτατο επίπεδο θορύβου εντός των ευαίσθητων σε θόρυβο περιοχών (ακολουθούμενο πιθανόν από πληροφορίες σχετικά με το θόρυβο του περιβάλλοντος υποβάθρου)
- Το απαιτούμενο μοντέλο υπολογισμού

Ένας αριθμός διαφορετικών υπολογιστικών μοντέλων περιέχονται στο WindPRO. Αυτά τα μοντέλα συνήθως σχετίζονται με τις απαιτήσεις συγκεκριμένων χωρών. Εάν δεν ισχύει καμία από τις μεθόδους συγκεκριμένων χωρών, όπως η περίπτωση της Ελλάδας, η γενική εφαρμογή του ISO 9613-2 πρότυπου υπολογισμού μπορεί να εφαρμοστεί για να ταιριάζει στις απαιτήσεις.

Για κάθε μοντέλο ανεμογεννήτριας η πηγή θορύβου καθορίζεται μέσω μετρήσεων με βάση την κλίμακα A (χωρίς διαχωρισμό οκτάβας). Οι τιμές απόσβεσης στα 500 Hz χρησιμοποιούνται για τον καθορισμό της προκύπτουσας απόσβεσης της εκπομπής θορύβου. Το προκύπτον επίπεδο θορύβου καθορίζεται κατά συνέπεια από το ISO 9613-2 ως εξής:

$$LAT(DW) = LWA + DC - A - C_{met}$$

Όπου:

- LWA: Πηγή θορύβου, κατά συντελεστή βάρους κλίμακας A.
- Dc: Διόρθωση της πηγής θορύβου ανά διεύθυνση

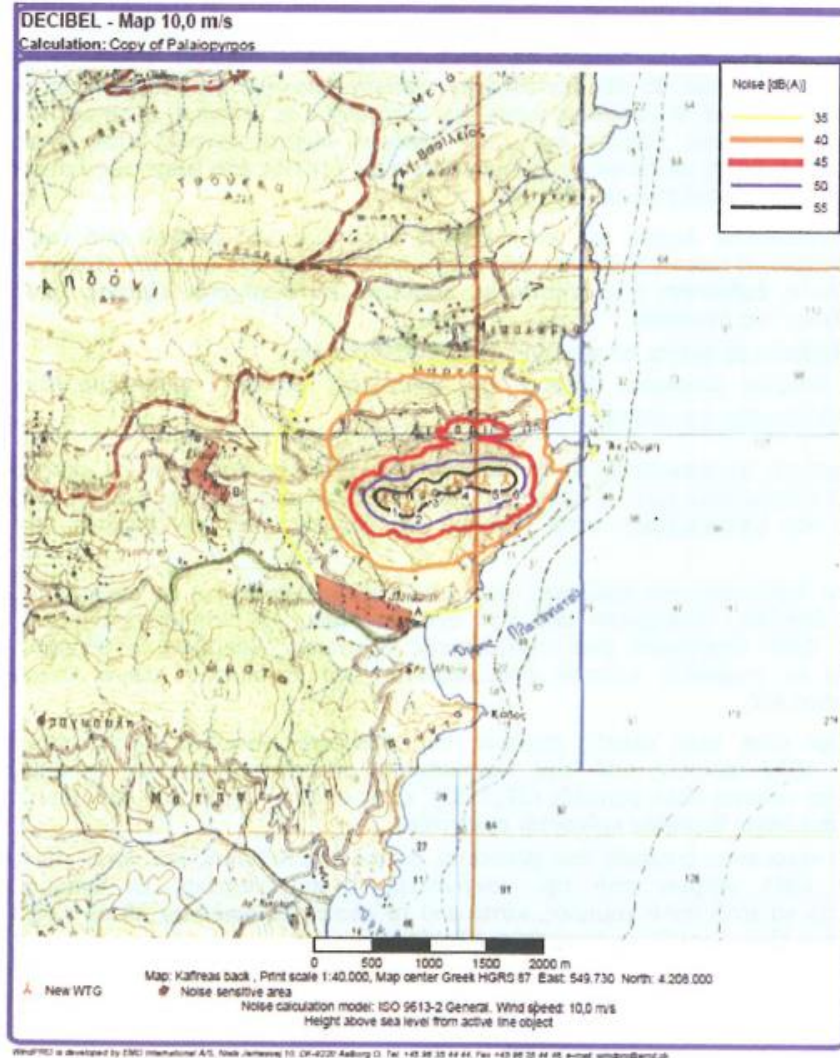
A: Απόσβεση μεταξύ της πηγής θορύβου (Ατρακτος Α/Γ) και του σημείου ενδιαφέροντος

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (5)$$

- A_{div} : Απόσβεση λόγω γεωμετρίας
- A_{atm} : Απόσβεση λόγω απορρόφησης του αέρα
- A_{gr} : Απόσβεση λόγω εδάφους
- A_{bar} : Απόσβεση λόγω σκίασης,
- A_{misc} : Απόσβεση λόγω άλλων επιδράσεων (βλάστηση, κτήρια, βιομηχανία)
- C_{met} : Μετεωρολογική διόρθωση

Το υπολογιστικό μοντέλο θεωρεί τη διάδοση κύματος με ομογενή τρόπο προς όλες τις διευθύνσεις, γεγονός που στη θεωρία αποτελεί την πιο συντηρητική εκδοχή. Θα πρέπει επίσης να ληφθεί υπ' όψη ότι το επίπεδο θορύβου αξιολογείται σε συγκεκριμένη ταχύτητα ανέμου ώστε να αντιστοιχεί στην ονομαστική ισχύ της Α/Γ, συνεπώς και στο μέγιστο αεροδυναμικό θόρυβο από την Α/Γ.

Στην παρακάτω εικόνα φαίνονται οι ισοθορυβικές καμπύλες μαζί με ευαίσθητες περιοχές μέσω του λογισμικού WindPRO από την μελέτη επίπτωσης θορύβου σε ένα αιολικό πάρκο στην Ν. Εύβοια.



Εικόνα 20: Ισοθροβικές καμπύλες μαζί με ευαίσθητες περιοχές, Α/Γ και πολύγωνα σε τοπογραφικό χάρτη

Οι εκπομπές θορύβου στο παράδειγμα αυτό φαίνεται να είναι πολύ χαμηλές (31-37dB) ώστε ακόμα και με συντηρητικές υποθέσεις να διασφαλίζεται η ηρεμία των κατοίκων και το αιολικό πάρκο να είναι σύμφωνα με τον κανονισμό.

Τα πιο χρησιμοποιούμενα λογισμικά είναι: Windpro, Windfarmer, Cadna και Acouspropa.

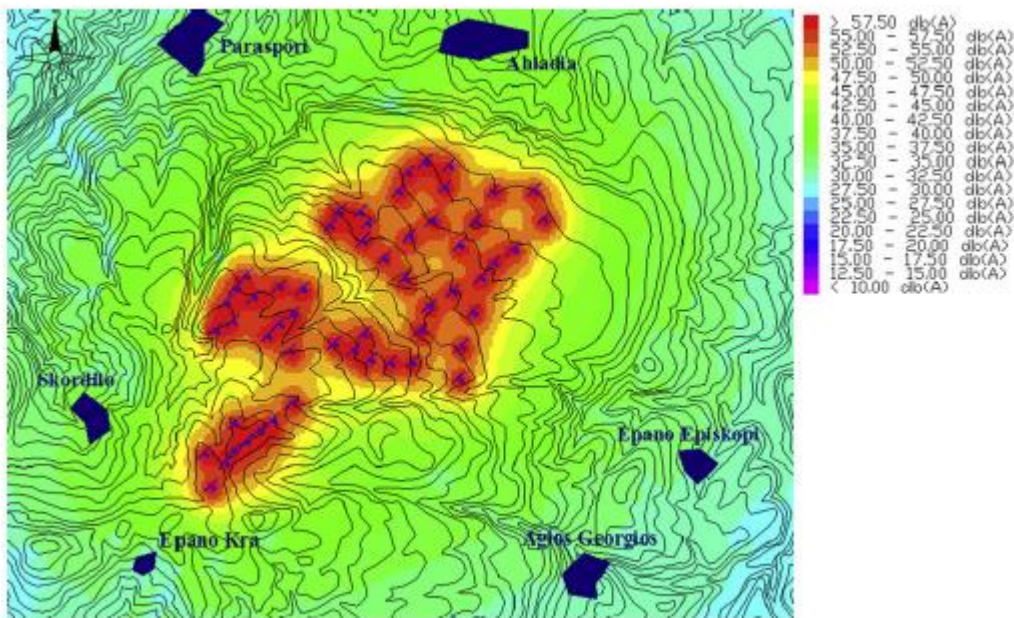
Όλα τα λογισμικά που χρησιμοποιούνται για την μοντελοποίηση των εκπομπών θορύβου των αιολικών πάρκων λαμβάνουν υπόψη τα χαρακτηριστικά διάδοσης ήχου, χρήσης γης, τοπογραφίας και τη ροή του αέρα στον συγκεκριμένο τόπο.

6.3.4 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΗΧΗΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ ΣΤΟΝ Ν. ΛΑΣΙΘΙΟΥ

Η μελέτη του katsaprakakis D., 2012 αφορά τον Νομό Λασιθίου. Οι εκπομπές θορύβου από τα εξεταζόμενα αιολικά πάρκα στο Νομό Λασιθίου υπολογίστηκαν με το λογισμικό ECHO, σύμφωνα με το πρότυπο ISO 9613-2, 1996.

Σύμφωνα με τον Katsaprakakis (2012), οι ανεμογεννήτριες παράγουν θόρυβο όταν λειτουργούν, αλλά σε πολύ χαμηλές ταχύτητες ανέμου, δεν παράγουν θόρυβο. Όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι μεγαλύτερη από 8 m/s, οι ανεμογεννήτριες κάνουν πολύ θόρυβο. Αλλά όταν η ταχύτητα του ανέμου είναι μικρότερη από 3 m/s, οι τουρμπίνες κάνουν πολύ λίγο θόρυβο επειδή ο ίδιος ο άνεμος καλύπτει τον θόρυβο. Η εξάπλωση του θορύβου είναι μεγαλύτερη προς την κατεύθυνση της πνοής του ανέμου. Σε άλλες κατευθύνσεις, η εξάπλωση του θορύβου μειώνεται σημαντικά.

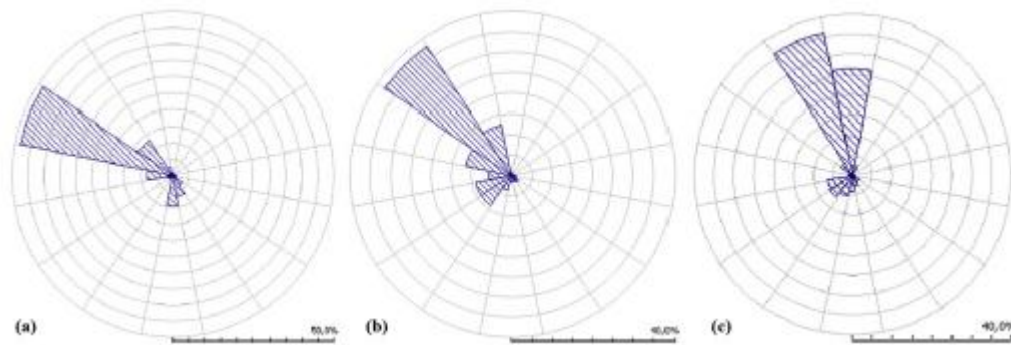
Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται το γράφημα διάχυσης θορύβου από το αιολικό πάρκο στη Μαρώνεια του Ν. Λασιθίου ως παράδειγμα των διενεργηθέντων υπολογισμών.



Εικόνα 21: Γράφημα διάχυσης θορύβου από το αιολικό πάρκο στη Μαρώνεια (katsaprakakis D, 2012)

Από τους υπολογισμούς βγαίνει το συμπέρασμα ότι υπάρχουν κάποιες περιοχές στο Νομό Λασιθίου που υπό συγκεκριμένες συνθήκες, ενδέχεται να υποφέρουν από εκπομπές θορύβου αιολικού πάρκου μέγιστου επιπέδου 40–42 dB. Αυτή η διαταραχή θορύβου μπορεί να υπάρχει αν και τηρούνται οι ελάχιστες αποστάσεις των χώρων εγκατάστασης αιολικών πάρκων από τους κοντινούς οικισμούς, όπως ορίζονται στην ελληνική νομοθεσία.

Το ποσοστό κατά το οποίο οι κοντινοί οικισμοί στα εξεταζόμενα αιολικά πάρκα μπορεί να υποφέρουν από το θόρυβο της ανεμογεννήτριας μπορεί να υπολογιστεί χρησιμοποιώντας ροδογράμματα Ταχύτητας Ανέμου (Wind Roses) στους εξεταζόμενους χώρους αιολικών πάρκων. Τέτοια δεδομένα προέρχονται από τις μετρήσεις, οι οποίες είναι διαθέσιμες από τρία αιολικά πάρκα του νομού (Άγιο Ιωάννη, Χάντρας και Ξηρολίμνη). Παρουσιάζονται τα διαθέσιμα ροδογράμματα Ταχύτητας Ανέμου στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 22: Ροδογράμματα ταχύτητας ανέμου τριών αιολικών πάρκων (katsaprakakis, 2012)

Εξετάζοντας αυτά τα δεδομένα, το ποσοστό κατά το οποίο ο άνεμος φυσάει από μια ορισμένη κατεύθυνση και μεταφέρεται ο θόρυβος των ανεμογεννητριών σε έναν κοντινό οικισμό, μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια.

Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει επίσης αυτούς τους υπολογισμούς.

Prefectures of Crete	Geographic origin	Number of citizens	Academic education		Age		Residents close to W/P		Total
			Yes	No	<50	>50	Yes	No	
Chania	Town of Chania	6	5	1	3	3	0	6	21
	Province	15	4	11	5	10	2	13	
Rethimno	Town of Rethimno	7	5	2	4	3	0	7	12
	Province	5	0	5	2	3	0	5	
Heraklion	Town of Heraklion	14	10	4	7	7	0	14	31
	Province	17	10	7	9	8	8	9	
Lasithi	Town of Agios Nikolaos	10	7	3	5	5	10	0	36
	Province	26	5	21	13	13	26	0	
Total			46	54	48	52	46	54	100

Πίνακας 11: Πίνακας σύνοψης υπολογισμών των ηχητικών επιπτώσεων τεσσάρων αιολικών πάρκων στο Ν. Λασιθίου (katsaprakakis, 2012)

Το συμπέρασμα από τις παραπάνω αναλύσεις είναι ότι ο άνεμος στις ηχητικές επιπτώσεις των πάρκων σε μικρά ορεινά χωριά στην Κρήτη είναι σχεδόν αναπόφευκτο, λόγω των πολλών διάσπαρτων οικισμών στα βουνά της Κρήτης. Αυτοί οι οικισμοί είναι επίσης πιθανό να υποφέρουν από την περιστρεφόμενη σκιά, για μικρά χρονικά διαστήματα μέσα σε ένα έτος.

Σύμφωνα με το Katsaprakakis (2012) «τα επίπεδα εκπομπών θορύβου από τις σύγχρονες ανεμογεννήτριες κυμαίνονται μεταξύ 95 και 105 dB και οφείλονται κυρίως από τον αεροδυναμικό θόρυβο». Ο μηχανικός θόρυβος μειώνεται σημαντικά, είτε με τεχνικές ηχομόνωσης ή την εξάλειψη του κιβωτίου ταχυτήτων της μηχανής. Ο μηχανικός θόρυβος στις σύγχρονες τουρμπίνες μπορεί να ανιχνευθεί σε περιπτώσεις σφάλματος της μηχανής. Ο αεροδυναμικός θόρυβος ελαττώνεται ολοένα και περισσότερο από την κατασκευή τους, και βελτιώνεται η αεροδυναμική σχεδίαση λεπίδων.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες μέθοδοι για τον υπολογισμό της διάχυσης του θορύβου. Για τη νυχτερινή ώρα μπορεί να απαιτηθεί ειδικός υπολογισμός. Παρακάτω ο πίνακας με τα αποτελέσματα της μελέτης περίπτωσης.

Εκπομπή ήχου από την ανεμογεννήτρια (dB)	Απαιτούμενη απόσταση για μείωση του θορύβου στα 45 dB	Απαιτούμενη απόσταση για μείωση του θορύβου στα 40 dB	Απαιτούμενη απόσταση για μείωση του θορύβου στα 35 dB
105	350 m	575 m	775 m
100	200 m	350 m	575 m
95	120 m	200 m	350 m

Πίνακας 12: Εκπεμπόμενος ήχος σε σχέση με την απόσταση. Ιδία επεξεργασία (Katsaprakakis, 2012)

6.3.5 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΕΩΝ

Η μελέτη των Kaldellis et al. (2012) αξιολόγησε την εκπομπή θορύβου χρησιμοποιώντας πραγματικές ακουστικές μετρήσεις ενός αντιπροσωπευτικού αιολικού πάρκου και οι μετρήσεις αυτές συγκρίθηκαν με αποτελέσματα προσομοίωσης δύο γνωστών μοντέλων πρόβλεψης θορύβου.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο αιολικό πάρκο του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη Λαυρεωτική. Η συγκεκριμένη περιοχή αποτελείται από σύνθετη τοπογραφία εδάφους με παράκτιες περιοχές και λόφους ύψους 120 μ. πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Η μέση ετήσια ταχύτητα ανέμου στην τοποθεσία μετριέται στα 6,7 m/s και η ένταση των αναταράξεων είναι ίση με περίπου 12%, η ενέργεια που παράγεται από το αιολικό πάρκο τροφοδοτεί απευθείας το διασυνδεδεμένο ηλεκτρικό δίκτυο 20 kV. Οι ανεμογεννήτριες είναι τύπου Enercon E-40-500 kW, NEG Micon 750 kW και Vestas V47-660 kW.

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν όταν οι ανεμογεννήτριες βρίσκονταν σε λειτουργία και αμέσως μετά την ώρα που σταματούν. Με αυτόν τον τρόπο ο θόρυβος μπορεί να αξιολογηθεί, υποθέτοντας ότι οι μετρήσεις καταγράφονται υπό τις ίδιες καιρικές συνθήκες. Το μικρόφωνο που χρησιμοποιήθηκε για την εγγραφή του θορύβου είχε τοποθετηθεί σε ύψος 1,5 μ. από το επίπεδο του εδάφους, και καταγράφηκαν μετρήσεις 100μ. και 300μ. απόσταση από τη θέση του αιολικού πάρκου.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που ελήφθησαν, η εκπομπή θορύβου στα 100 μέτρα μακριά από το αιολικό πάρκο βρέθηκε στα 50 dB (A), σχεδόν 10 dB (A) υψηλότερα από τον θόρυβο του περιβάλλοντος, για ταχύτητες ανέμου μεταξύ 5 και 7 m/s (σε ύψος 10 m).

Μεταξύ χαμηλών (5,1 m/s) και μέσων (6,9 m/s) ταχυτήτων ανέμου σημειώθηκε διαφορά 1 dB (A), ενώ μεταξύ των δύο διαφορετικών σημείων μέτρησης (100 και 300 μέτρα μακριά από το αιολικό πάρκο) η καταγεγραμμένη διαφορά στο επίπεδο θορύβου WT ήταν της τάξης των 5 dB (A), που αντιστοιχεί σε σχεδόν 45 dB (A) για το "μακρινό" σημείο (300 m), δηλαδή δεν είναι απαγορευτική η τιμή για τις ανθρώπινες δραστηριότητες στην ευρύτερη περιοχή του αιολικού πάρκου. Παρ' όλα αυτά, για να αποκτηθεί μια σαφής εικόνα ολόκληρου του φάσματος εκπομπών θορύβου, η συγκεκριμένη έρευνα θα πρέπει να επεκταθεί για να περιλαμβάνει επίσης ένα μεγαλύτερο εύρος διακύμανσης της ταχύτητας του ανέμου καθώς και πολλαπλά σημεία αναφοράς μετρήσεων κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας.

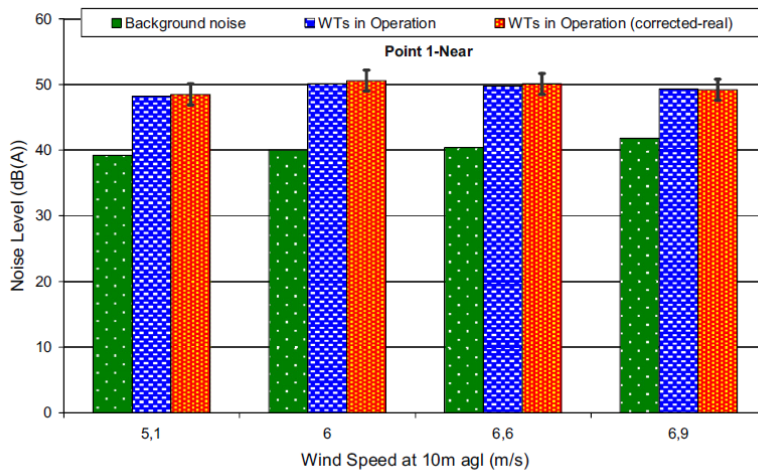
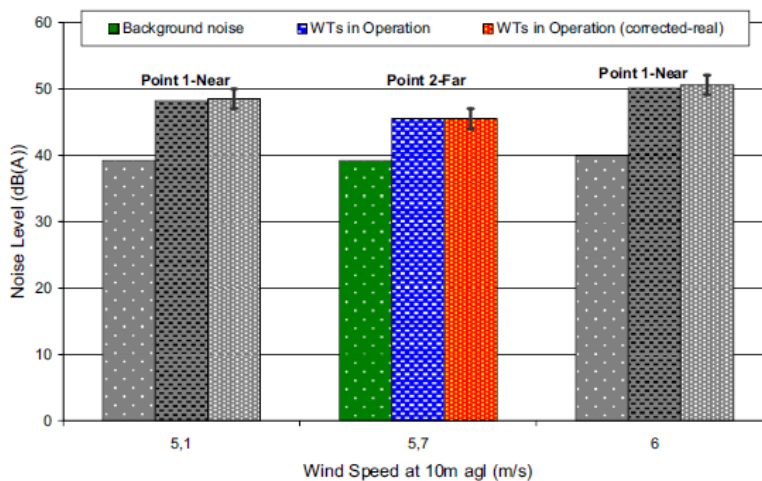


Fig. 6. Noise level measurements for different wind speed values.

Εικόνα 23: Μετρήσεις στάθμης θορύβου για διαφορετικές τιμές ταχύτητας ανέμου (Kaldellis, 2012)



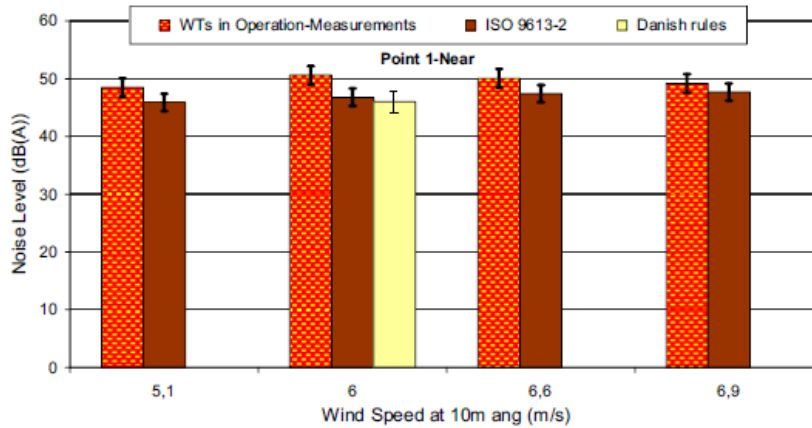
Εικόνα 24: Μετρήσεις στάθμης θορύβου για διαφορετικές θέσεις μετρήσεων (Kaldellis, 2012)

Χρησιμοποιήθηκαν δύο υπολογιστικά μοντέλα διάδοσης ήχου από ανεμογεννήτρια μέσω του λογισμικού EMD WindPro: Version 2.5.7.83-Decibel Module. Το ένα είναι το πρότυπο ISO 9613-2 που αναφέρθηκε και ανωτέρω και ο δανέζικος κανονισμός "Bekendtgørelse om støj fra vindmøller (Statement from the Department of Environment) No. 304 of 14/5/91" ο οποίος αναθεωρήθηκε το 2007 με την προσθήκη του υπολογισμού θορύβου για υπεράκτια αιολικά πάρκα.

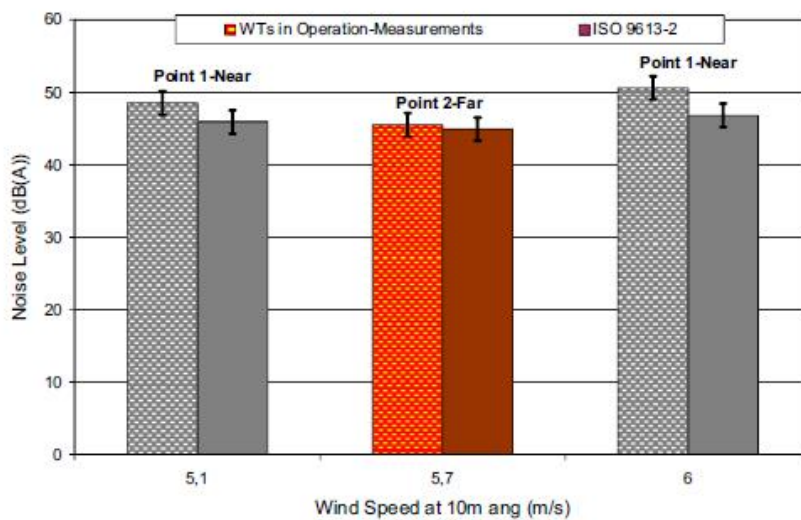
Κατά την εφαρμογή του δανέζικου κανονισμού, η ταχύτητα του ανέμου και η απορρόφηση από το έδαφος μέσω ενός σταθερού συντελεστή που ποικίλλει για τα χερσαία και τα υπεράκτια αιολικά πάρκα λήφθηκαν υπόψη. Επιβλήθηκε επίσης κατάλληλη προσαύξηση εάν υπάρχει τονικότητα από τον συγκεκριμένο τύπο ανεμογεννήτριας, ενώ δίνεται και δυνατότητα εκτίμησης του επίπεδου θορύβου σε διαφορετικά ύψη.

Τα προσομοιωμένα αποτελέσματα απεικονίζονται στις παρακάτω εικόνες σε σύγκριση με τις αντίστοιχες πειραματικές μετρήσεις στάθμης θορύβου που καταγράφηκαν με εύρος ταχύτητας ανέμου από 5 έως 7 m/s για τις δύο διαφορετικές τοποθεσίες (κοντά/μακριά από το αιολικό

πάρκο). Να σημειωθεί ότι ο δανέζικος κανονισμός εφαρμόζεται μόνο για την τιμή ταχύτητας ανέμου 6 m/s.



Εικόνα 25: Πειραματικές μετρήσεις σε σύγκριση με τα αποτελέσματα προσομοίωσης μέσω του ISO 9613 και του Δανέζικου Κανονισμού 2007 (Kaldellis, 2012)



Εικόνα 26: Πειραματικές μετρήσεις σε διαφορετικά σημεία σε σύγκριση με τα αποτελέσματα προσομοίωσης μέσω του ISO 9613 (Kaldellis, 2012)

Η σύγκριση των πειραματικών μετρήσεων με τα αποτελέσματα προσομοίωσης που προκύπτουν από την εφαρμογή δύο γνωστών εμπορικών πακέτων που χρησιμοποιούνται για την πρόβλεψη της εκπομπής θορύβου ανεμογεννητριών και τη βελτιστοποίηση της θέσης τους (τόσο σε σχέση με την απόδοση όσο και στο θόρυβο) ανέδειξε μια αρκετά καλή συμφωνία μεταξύ πειραματικών αποτελεσμάτων και αποτελεσμάτων προσομοίωσης.

6.3.6 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ WindPRO ΚΑΙ Windfarmer

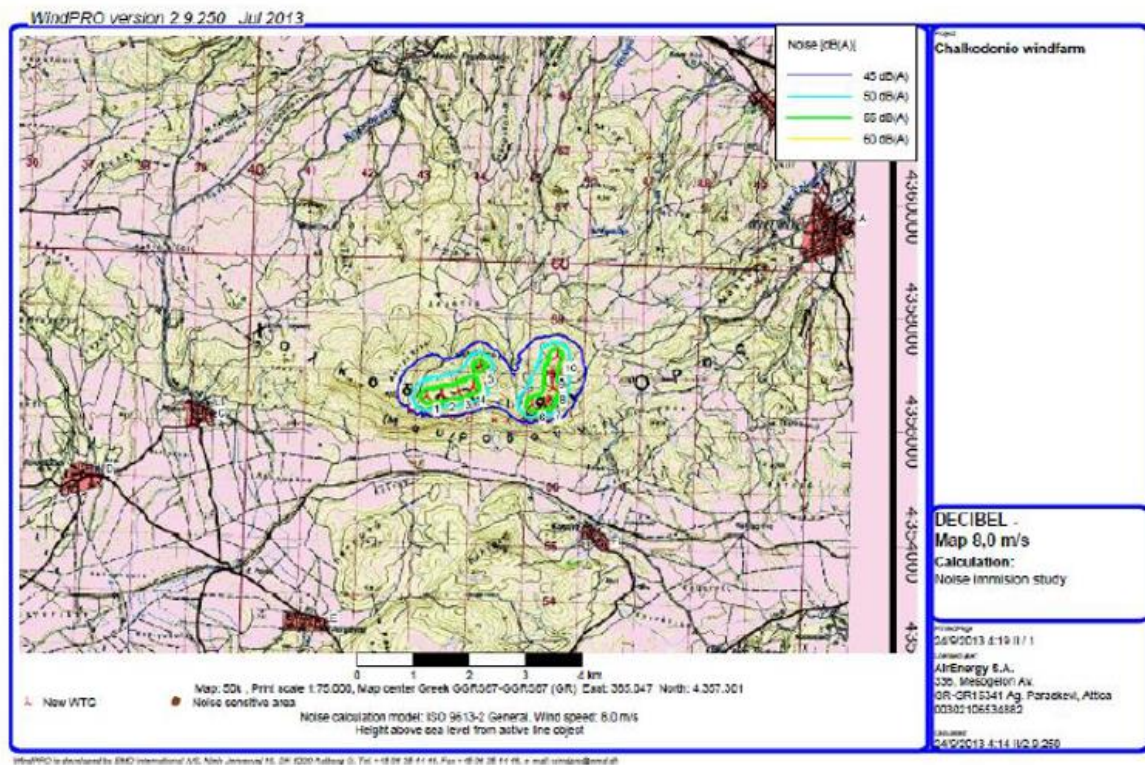
Μία μελέτη θορύβου έχει αναπτύξει η Volterra A.E. για ένα προς κατασκευή αιολικό πάρκο ισχύος 30MW στη θέση «Χαλκοδόνιο» στην Περιφερειακή Ενότητα Μαγνησίας.

Για την εκτίμηση του επιπέδου θορύβου στην ευρύτερη περιοχή γύρω από το αιολικό πάρκο και για την κατάρτιση των καμπυλών θορύβου, έγινε χρήση του λογαριθμικού νόμου μετάδοσης ήχου με τη βοήθεια του λογισμικού WindPRO.

Ορίστηκαν οι παράμετροι του μοντέλου:

- οι διαστάσεις των προτεινόμενων Α/Γ
- τα χαρακτηριστικά εκπομπής θορύβου στο ύψος της πλήμνης
- η χρήση ψηφιακού μοντέλου εδάφους σε ζώνη επιρροής από το έργο 20 X 20 Km

Ακολούθησαν οι υπολογισμοί της διασποράς του θορύβου χρησιμοποιώντας το λογισμικό WINDFARM στο οποίο ενσωματώνεται το Δανέζικο μοντέλο υπολογισμού. Στην εικόνα παρατίθενται οι καμπύλες ισοθορύβου «broadband noise pressure level» σε decibel (dB) για ταχύτητα ανέμου 8m/s και ύψος 1.5m στην περιοχή γύρω από την εγκατάσταση μέχρι του ορίου των 45dB.



Εικόνα 27: Ισοθορυβικές καμπύλες αιολικού πάρκου επί του αποσπάσματος χάρτη της περιοχής εγκατάστασης με χρήση του λογισμικού WindPRO (Volterra A.E., 2013)

6.3.7 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι ανεμογεννήτριες είναι συνήθως πολύ αθόρυβες μηχανές, πράγμα που σημαίνει ότι δεν προκαλούν ηχορύπανση και οι άνθρωποι που βρίσκονται κοντά δεν χρειάζεται να ανησυχούν μήπως ενοχληθούν. Ο θόρυβος από τους κινητήρες των στροβίλων είναι πολύ χαμηλός και δεν μπορεί καν να συγκριθεί με τον θόρυβο από ένα συμβατικό εργοστάσιο παραγωγής ενέργειας.

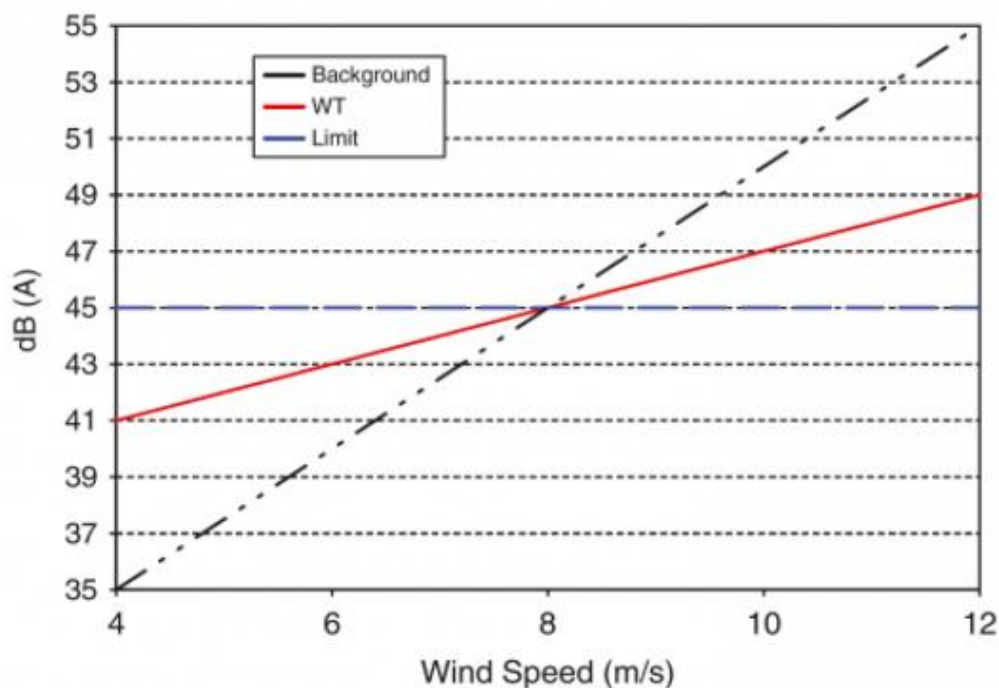
Οι ανεμογεννήτριες πρέπει να πληρούν αυστηρά πρότυπα εκπομπών θορύβου και γίνεται μελέτη διάδοσης θορύβου για να εκτιμηθεί το επίπεδο θορύβου γύρω από το αιολικό πάρκο. Εκτιμάται επίσης το επίπεδο θορύβου στους οικισμούς κοντά στο αιολικό πάρκο.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία και εφόσον εφαρμόζονται τα όρια που προβλέπει η νομοθεσία, δεν υπάρχει καμία ανησυχία ως προς τις επιπτώσεις του θορύβου από τις ανεμογεννήτριες.

Το «Εθνικό Συμβούλιο Υγείας και Ιατρικής Έρευνας της Κυβέρνησης της Αυστραλίας (National Health and Medical Research Council – NHMRC)» έκανε το 2010 δημοσίως «Δήλωση» με θέμα «Ανεμογεννήτριες και Υγεία» με την οποία συμπέρανε πως «Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει δημοσιευμένη επιστημονική τεκμηρίωση που να συνδέει ευθέως τις ανεμογεννήτριες με αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία».

Το «Εθνικό Συμβούλιο Υγείας και Ιατρικής Έρευνας» εξέτασε τις ανησυχίες που διατυπώθηκαν σχετικά με τον υπέρηχο θόρυβο, τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και άλλα πιθανά προβλήματα. Διαπίστωσαν ότι, για όλες αυτές τις ανησυχίες, δεν υπήρχαν αρκετά στοιχεία που να λένε ότι θα μπορούσαν πραγματικά να βλάψουν την ανθρώπινη υγεία. Συγκεκριμένα, όταν πρόκειται για υπέρηχο, οι σύγχρονες ανεμογεννήτριες παράγουν πολύ χαμηλά επίπεδα αυτού του θορύβου.

Οι επιστήμονες έχουν διαπιστώσει ότι «ο θόρυβος που προκαλούν οι ανεμογεννήτριες σε συνθήκες λειτουργίας (ταχύτητες ανέμου > 4 m/s) στο ανοικτό περιβάλλον, αναμιγνύεται με το θόρυβο του περιβάλλοντος χώρου (θόρυβος ανέμου, θρόισμα των φυλλωμάτων των δένδρων κλπ.) και, επομένως, μειώνεται η όποια δυσμενής αντίληψη προκαλείται από την πηγή και μόνο, που προκαλεί το θόρυβο, σε κατάσταση νηνεμίας και σε ταχύτητες ανέμου < 4 m/s δεν προκαλείται κανένας θόρυβος, αφού οι ανεμογεννήτριες παύουν τη λειτουργία τους, αντίθετα, σε μεγάλες ταχύτητες ανέμου (> 8 m/s) ο θόρυβος του περιβάλλοντος υπερκαλύπτει το θόρυβο των ανεμογεννητριών». Σχετικό διάγραμμα παρακάτω.



Εικόνα 28: Σύγκριση θορύβου ανεμογεννήτριας και περιβαλλοντικού θορύβου σε ταχύτητα ανέμου σε 10m ύψος (Kaldellis, 2012)

6.4 ΕΠΗΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΚΑΙ ΤΟ ΑΙΣΘΗΤΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

6.4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Οι άνθρωποι αντιτίθενται στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας επειδή μπορεί να είναι ενοχλητικές οπτικά. Έρευνες έχουν δείξει ότι αυτή είναι η πιο συχνά εκφρασμένη αντίρρηση κατά των εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. (Τσιρόπουλος, 2007).

Η οπτική όχληση εξαρτάται από το μέγεθος των ανεμογεννητριών και από τη θέση που εγκαθίστανται (στις κορυφές λόφου ή βουνού) διότι είναι παράγοντες που τις κάνουν αντιληπτές ακόμα και από μεγάλη απόσταση. Αναλύοντας τους παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η οπτική όχληση, οι σημαντικότεροι είναι:

Η οπτική όχληση που δημιουργείται, μειώνεται όσο μεγαλώνει η απόσταση και είναι σημαντική σε αποστάσεις οι οποίες είναι μικρότερες από το δεκαπλάσιο του ύψους της ανεμογεννήτριας. Σε αποστάσεις μικρότερες από το δεκαπλάσιο του ύψους της εντοπίζεται έντονη επίδραση στο τοπίο. Όταν υπάρχει καθαρή ατμόσφαιρα και δεν παρεμβάλλονται φυσικά εμπόδια η ανεμογεννήτρια είναι ορατή και από 20 χιλιόμετρα απόσταση. Παρόλα αυτά μπορεί να σημειωθεί ότι για αποστάσεις άνω των 5 χλμ., ενσωματώνεται στο τοπίο και δεν επηρεάζεται σημαντικά η αισθητική του (Bishop and Miller, 2007).

Ο χώρος που εγκαθίσταται το αιολικό πάρκο έχει βασικό ρόλο στην αλλοίωση και επίδραση επί του τοπίου. Ως παράδειγμα μπορεί να αναφερθεί η διαφορετική επίδραση που ασκεί ένα αιολικό πάρκο που έχει εγκατασταθεί σε μια επίπεδη και αχανή περιοχή της Ευρώπης σε σύγκριση με το αιολικό πάρκο που εγκαθίσταται στην κορυφογραμμή ενός νησιού του Αιγαίου. Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα παραδείγματα γίνεται αντιληπτό ότι η οπτική όχληση από ένα αιολικό πάρκο είναι πιο έντονη σε ένα κλειστό και περιορισμένο τοπίο απ' ό,τι σε ένα ανοιχτό τοπίο. (Κατσαπρακάκης, 2012).

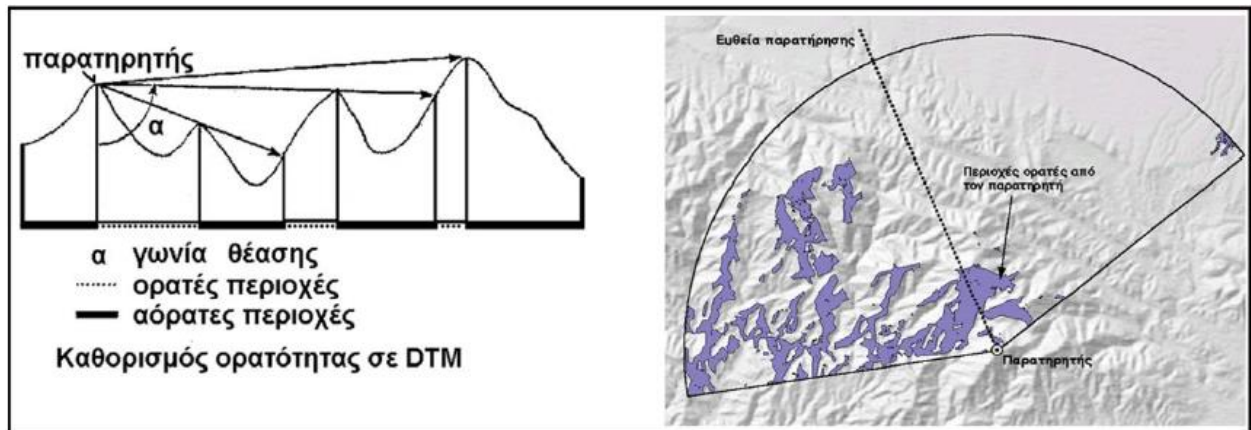
Όταν ένα αιολικό πάρκο εγκαθίσταται σε περιοχές φυσικού κάλλους, αναμένεται να εγείρει αντιδράσεις και να προκαλέσει την γνώμη. Ενώ αν εγκατασταθεί σε ένα ουδέτερο και βραχώδες τοπίο να μην προκληθεί κάποια αντίδραση. Πολλές φορές η διαδικασία της αδειοδότησης εγκατάστασης παρακωλύεται σημαντικά από το γεγονός ότι υπάρχουν γειτονικοί αρχαιολογικοί ή τουριστικοί χώροι και δημοφιλείς προορισμοί από τους οποίους δημιουργούνται σημαντικοί φραγμοί. (Lothian, 2008).

Το χρώμα και το σχήμα των ανεμογεννητριών έχει σημαντικό ρόλο στο κατά πόσο θα δημιουργηθεί αποδεκτή ή μη αποδεκτή οπτική όχληση. Οι σωληνωτοί πύργοι έναντι των πλεγμάτων εξωραϊζουν την αισθητική του πάρκου. Εξίσου σημαντικό ρόλο παίζει η ομοιομορφία στους ρότορες και στις διαστάσεις των πύργων. Τα τρία πτερύγια στις ανεμογεννήτριες αποτελούν πιο φιλική εικόνα καθώς και το χρώμα πύργου και πτερυγίων που ενσωματώνεται στην περιβάλλουσα φύση βελτιώνει την οπτική εντύπωση. Τα χρώματα που συνηθίζονται είναι τα λευκό, το ελαφρό γκρι ενώ τελευταία δοκιμάζεται το πράσινο. (Garcia et al., 2003).

6.4.2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για να μετριάσει ή να αποφευχθεί η οπτική όχληση γίνεται ανάλυση ορατότητας και προσομοίωση της αισθητικής παραμέτρου, χρησιμοποιώντας ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους και με τη βοήθεια κατάλληλου λογισμικού χαρτογράφησης κατασκευάζονται χάρτες στους

οποίους με κατάλληλους συμβολισμούς εντοπίζονται οι ορατές και μη περιοχές από κάποιες θέσεις ειδικού ενδιαφέροντος.



Εικόνα 29: Μοντελοποίηση ορατότητας από ένα ψηφιακό μοντέλο εδάφους (Χαλκιάς, 2015)

Στη χωροθέτηση του αιολικού πάρκου αποφεύγεται η εγκατάσταση σε περιοχές ορατές από αρχαιολογικά σημεία ενδιαφέροντος και οικισμούς. Ο αριθμός των αιολικών πάρκων μεγάλης κλίμακας έχει αυξηθεί σταδιακά τα τελευταία χρόνια και παρόλο που αντιπροσωπεύουν μια τεχνολογία φιλική προς το περιβάλλον, η επιλογή τους σε σύγκριση με άλλα συμβατικά έργα για παραγωγή ενέργειας, θέτει ερωτηματικά και διλήμματα σχετικά με την οπτική όχληση που προκαλούν στις περιοχές που εγκαθίστανται. Μάλιστα όταν δεν υπάρχουν σαφώς καθορισμένα κριτήρια χωροθέτησης, οι συγκρούσεις στις χρήσεις γης γίνονται πιο έντονες, οδηγώντας στην αναστολή και την καθυστέρηση των έργων αιολικών πάρκων.

6.4.2.1 ΠΟΣΟΤΙΚΟΠΟΙΗΣΗ ΟΠΤΙΚΗΣ ΟΧΛΗΣΗΣ

Στις πιο δημοφιλείς μεθόδους για τον προσδιορισμό της οπτικής όχλησης περιλαμβάνονται:

η μέθοδος προσδιορισμού κατωφλίου όχλησης (Visual Threshold)

η ισπανική μέθοδος

η μέθοδος πολλαπλών αντικειμένων

ο προσδιορισμός ζώνης οπτικής όχλησης

η τρισδιάστατη προσομοίωση

Συγκεκριμένα, οι Shang και Bishop (2000) ανέπτυξαν την μέθοδο προσδιορισμού κατωφλίου οπτικής όχλησης μέσω αξιολόγησης τριών οπτικών ορίων: ανίχνευσης, αναγνώρισης και οπτική επίδρασης. Αυτά τα όρια προέκυψαν εξετάζοντας εικόνες προσομοίωσης υπολογιστή με τροποποιημένες οπτικές ιδιότητες, όπως για παράδειγμα τα μεγέθη, τις αντιθέσεις, τους τύπους των αντικειμένων και τη μορφή του τοπίου.

Η ισπανική μέθοδος αξιολόγησης (Hurtado et al., 2004) προβλέπει την οπτική όχληση του αιολικού έργου πριν την κατασκευή του με την εκτέλεση τρισδιάστατης ανάλυσης και της ευρύτερης περιοχής, προκειμένου να καταγραφούν προσομοιωμένες εικόνες από τον κοντινότερο οικισμό που μπορεί να επηρεαστεί. Έπειτα, η μήτρα αξιολόγησης της οπτικής όχλησης εφαρμόζεται στους γειτονικούς οικισμούς, με τη χρήση συγκεκριμένων συντελεστών.

Έτσι επιτυγχάνεται η μερική αξιολόγηση της οπτικής όχλησης για κάθε περιοχή και η εκτίμηση συνολικά της όχλησης του έργου.

Η πολυκριτηριακή μέθοδος (Torres et al., 2007) χρησιμοποιεί έναν στόχο δείκτη για την αξιολόγηση της οπτικής όχλησης, ώστε να διακριθούν τα θέματα αισθητικής του τοπίου. Με τον δείκτη συνδυάζονται διάφορα κριτήρια όπως η ορατότητα, τα χρώματα, η περιπλοκότητα του σχήματος «fractality» και ύστερα να εντοπιστούν από τις φωτογραφίες. Αυτή μέθοδος θα μπορούσε να συνδυαστεί με άλλη μέθοδο αξιολόγησης βιωσιμότητας και να παράξει πιο δυναμικές αξιολογήσεις. (Χαραλαμπίδης και Πολατίδης, 2003; Τσούτσος κ.ά., 2009α).

Στη μέθοδο προσδιορισμού ζώνης (Rodrigues et al., 2010) οι διαφορετικοί ποσοτικοποιημένοι δείκτες οπτικής όχλησης καθορίζουν αν η ανεμογεννήτρια διακρίνεται από τα διάφορα προτεινόμενα σημεία παρατήρησης ή όχι. Η χρήση του αλγορίθμου για τον υπολογισμό της ορατότητας συμπεριλαμβάνει τα υψόμετρα, τα μεγέθη, τα τοπία και τις καμπυλότητες της γης. Τα αποτελέσματα αυτών των υπολογισμών είναι ένας χάρτης στον οποίο κάθε θέση έχει μια τιμή που αντιπροσωπεύει αν η εγκατάσταση είναι ορατή από τον ιστότοπο.

6.4.2.2 ΠΡΑΛΙΣΤΙΚΗ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Η οπτική αναπαράσταση τοπίων και η οπτική όχληση του αιολικού πάρκου, μπορεί να ταξινομηθούν με στατικές ή δυναμικές προσομοιώσεις. Οι στατικές προσομοιώσεις περιλαμβάνουν εικόνες ή κάποιο μοντέλο που δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο το εξεταζόμενο έργο, θα φαίνεται από ένα στατικό παρατηρητή (κάμερα). Οι δυναμικές προσομοιώσεις, όπως κινούμενα στοιχεία ή βίντεο, δείχνουν τον τρόπο με τον οποίο το υπό μελέτη έργο εμφανίζεται σε έναν κινούμενο παρατηρητή (Baban and Parry, 2000, Molina-Ruiz et al., 2011)

Τα λογισμικά που είναι εξειδικευμένα στη χωροθέτηση των αιολικών πάρκων και στη συνέχεια στην εκτίμηση της οπτικής όχλησης είναι τα WindPRO, WindSim, Windfarm, Windfarmer, λογισμικά 3D CAD (π.χ. AutoCAD, Blender) και λογισμικά GIS «Geographic Information Systems».

Κάθε άτομο θα πρέπει να μπορεί να επιλέξει το κατάλληλο λογισμικό που ταιριάζει στις ανάγκες του και τον τύπο της ανάλυσης που θέλει να εκτελέσει. Όλο το λογισμικό που αναφέρεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τρισδιάστατη απεικόνιση και ανάλυση αιολικών πάρκων, τουλάχιστον από αισθητική άποψη. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο όλα τα προγράμματα υπολογισμού οπτικής όχλησης είναι εξειδικευμένα σε αυτόν τον τομέα.

Το λογισμικό ArcGIS 10 είναι από τα δημοφιλέστερα σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και προτείνεται στη μελέτη των Kogologos et al. 2014 και των Wroczynski et al. 2016 που αναφέρονται παρακάτω. Το λογισμικό επιτρέπει τη διάκριση σε τρεις διαστάσεις με τα εργαλεία «ArcScene και ArcGlobe».

Ένα πλεονέκτημα αυτού του λογισμικού είναι ότι διαθέτει ειδικά εργαλεία που βοηθούν όπως προβολές στον ορίζοντα και εμπόδια, καθώς και εργαλεία που βοηθούν να βρεθούν γρήγορα πληροφορίες. Είναι επίσης ένα δημοφιλές εργαλείο, το οποίο είναι εύκολο να βρεθούν πληροφορίες και να χρησιμοποιηθούν. Χρησιμοποιεί διανυσματικά και ράστερ δεδομένα και συνοδεύεται από ειδική εργαλειοθήκη για μετατροπές δεδομένων. Είναι ένα ευέλικτο πρόγραμμα που χρησιμοποιεί μια γλώσσα Python, η οποία είναι εύκολη στη χρήση.

Η μελέτη οπτικής όχλησης εξετάζει τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται διαφορετικούς τύπους οπτικών περισπασμών. Οι παράγοντες που λαμβάνονται υπόψη

περιλαμβάνουν τον τύπο της εγκατάστασης, τις καιρικές συνθήκες, το πόσο ευαίσθητοι είναι οι άνθρωποι σε οπτικές περισπασμούς και πού παρατηρούν οι άνθρωποι την απόσπαση της προσοχής. (Buchan, 2002).

6.4.3 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΗΣ ΙΣΠΑΝΙΚΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ArcGIS 10

Οι Kogologos et al. 2014 πραγματοποίησαν μία μελέτη στην οποία παρουσίασαν συγκεκριμένη μεθοδολογία για την αξιολόγηση της αισθητικής ολοκλήρωσης των αιολικών πάρκων και για την υποστήριξη των δημόσιων διαδικασιών λήψης αποφάσεων. Το βασικό πλεονέκτημα της προτεινόμενης μεθοδολογίας είναι ο συνδυασμός ποσοτικών δεικτών με τη δυναμική τρισδιάστατη προσομοίωση υπολογιστή ώστε να αξιολογηθεί η οπτική όχληση. Ο οπτικός αντίκτυπος μιας εγκατάστασης αιολικού πάρκου προσδιορίζεται, μέσω της αξιολόγησης των ποσοτικών και ποιοτικών αποτελεσμάτων. Η προτεινόμενη μεθοδολογία χρησιμοποιήθηκε στην εγκατάσταση του αιολικού πάρκου ΠΕ του νομού Χανίων Κρήτης και προσομοίωσε ρεαλιστικά τις αλλαγές μετά την εγκατάσταση του υπολογίζοντας το βαθμό του οπτικού αντίκτυπου.

Στη μελέτη των Kogologos et al. 2014, χρησιμοποιήθηκε μεθοδολογία που συνδύαζε τους ποσοτικούς δείκτες (ισπανική μέθοδος) και την τρισδιάστατη προσομοίωση. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι αυτός ο συνδυασμός είναι ένα ικανοποιητικό και εύκολα υιοθετήσιμο εργαλείο που παράλληλα έχει δυνατότητα για μελλοντικές βελτιώσεις. Η προτεινόμενη μεθοδολογία επιτρέπει την εκτίμηση της οπτικής όχλησης των αιολικών πάρκων που θα κατασκευαστούν καθώς επίσης αν συνδυαστεί με τη μελέτη εναλλακτικών σεναρίων χωροθέτησης, βελτιστοποιεί την επιλογή της τοποθεσίας χωροθέτησης με τις κατάλληλες ρυθμίσεις. Αυτό την καθιστά ένα ευέλικτο και εξαιρετικά κατάλληλο εργαλείο για τη λήψη αποφάσεων.

Η συγκεκριμένη μεθοδολογία πηγαίνει ένα βήμα μπροστά από τις συνήθεις πρακτικές που μελετούν τη σοβαρότητα της υπάρχουσας οπτικής όχλησης, επιτρέποντας την εφαρμογή μέτρων που θα τη μειώσουν. Επιπλέον, η εφαρμογή λογισμικού ελαχιστοποιεί το χρόνο που απαιτείται για να υπολογιστούν κάποιοι συντελεστές της ισπανικής μεθόδου και αυξάνει την αποτελεσματικότητα, την ακρίβειά του, και την αξιοπιστία της εκτίμησης δεδομένου ότι λαμβάνονται υπόψη όλα τα ενδιαφέροντα πιθανά σημεία παρατήρησης που βρίσκονται σε καθορισμένη απόσταση (οικισμοί, δρόμοι, ιδιαίτερα ορόσημα όπως μοναστήρια ή τοπία εξαιρετικής φυσικής ομορφιάς).

Ισπανική Μέθοδος - Επιλογή ποσοτικών δεικτών

Η επιλογή των δεικτών βασίζεται στη βιβλιογραφία. Η ισπανική μέθοδος είναι η πιο δημοφιλής (Hurtado et al., 2004, Tsoutsos et al., 2009b, Kogologos et al. 2014) και λαμβάνει υπόψη μεταβλητές όπως περιβαλλοντικές συνθήκες, τα φυσικά χαρακτηριστικά των εγκαταστάσεων, τις ευαισθησίες των αποδεκτών και τις θέσεις των σημείων παρατήρησης.

Οι πέντε συντελεστές της ισπανικής μεθόδου υπολογίζονται ως εξής (Hurtado et al., 2004, Tsoutsos et al., 2009c):

Συντελεστής ορατότητας του αιολικού πάρκου από το χωριό (a):

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i / WM)}{n}$$

- n ο αριθμός των περιοχών μέσα στο χωριό με διαφορετικές οπτικές γωνίες των ανεμογεννητριών,
- X_i είναι ο αριθμός των Α/Γ που είναι ορατές από την περιοχή i
- WM είναι ο συνολικός αριθμός των Α/Γ στο αιολικό πάρκο.

Συντελεστής ορατότητας του χωριού από το αιολικό πάρκο (b):

$$b = \frac{\text{number of houses visible from the wind farm}}{\text{total number of houses in the village}}$$

- b = ο λόγος αριθμού κατοικιών οι οποίες είναι ορατές από το αιολικό πάρκο προς το σύνολο του αριθμού σπιτιών στο χωριό

Συντελεστής ορατότητας του αιολικού πάρκου που λήφθηκε ως κυβοειδές (c):

$$c = n * v$$

- n είναι ο συντελεστής ποσότητας της ισπανικής μεθόδου
- v είναι ο συντελεστής διόρθωσης

Συντελεστής απόστασης μεταξύ του αιολικού πάρκου και του χωριού (d)

Συντελεστής πληθυσμού του χωριού (e)

Υπολογίζονται οι δύο επιμέρους εκτιμήσεις PA1 και PA2

$$PA1 = a \times b \times c \times d$$

$$PA2 = a \times b \times c \times d \times e$$

Ο συνολικός συντελεστής αξιολόγησης (C) είναι ο πληθυσμός που θα επηρεαζόταν μόνιμα από την εγκατάσταση του αιολικού πάρκου, διαιρεμένος με τον συνολικό αριθμό των ατόμων στην περιοχή:

$$C = \sum_{i=1}^m \frac{a \times b \times NHm}{NTHE}$$

- NHm είναι ο πληθυσμός του χωριού m
- $NTHE$ είναι το σύνολο των ανθρώπων στην περιοχή που αναλύθηκε

Διαδικασία ποσοτικού προσδιορισμού οπτικού αντίκτυπου και τρισδιάστατης προσομοίωσης

Αυτή η μεθοδολογία αποτελείται από 5 βασικούς τομείς:

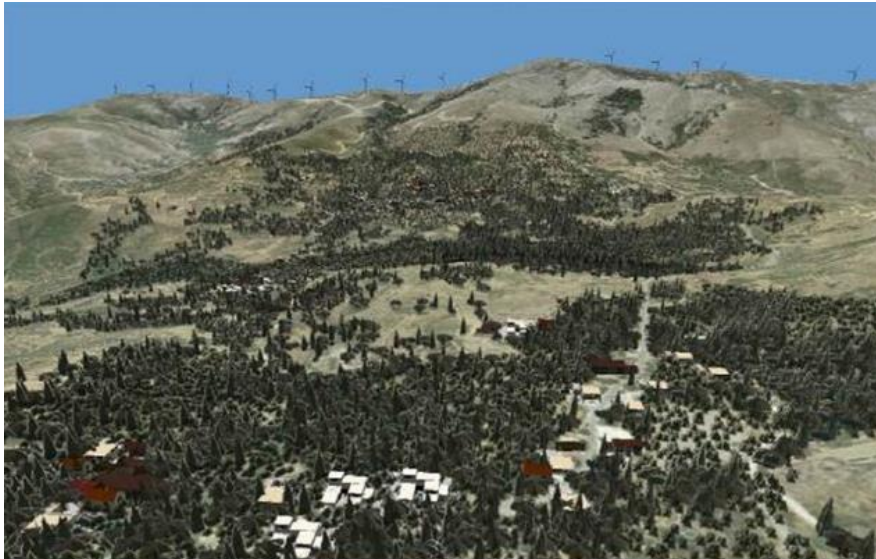
1. Προσδιορισμός γεωγραφικής θέσης του έργου και της γύρω περιοχής

Πρέπει να συγκεντρώνονται κάποιες βασικές πληροφορίες για το έργο και τη γύρω περιοχή. Το έργο βρίσκεται σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία και υπάρχει η δυνατότητα μιας γενικής ιδέας για το τι είδους συνθήκες επικρατούν στην περιοχή κοιτάζοντας τις συντεταγμένες.

Η μελέτη εξετάζει τη θέση μιας εγκατάστασης και στη συνέχεια καταγράφει ποιες περιοχές επηρεάζονται άμεσα από την τοποθεσία. Καταγράφει επίσης στοιχεία για τους οικισμούς, τις τεχνικές υποδομές, τις προστατευόμενες περιοχές, τους αρχαιολογικούς χώρους και τα μνημεία στις περιοχές αυτές. Τέλος, παραθέτει σημεία ενδιαφέροντος σε αυτούς τους τομείς.

2. Ρεαλιστική τρισδιάστατη προσομοίωση της υπό μελέτη περιοχής

Αρχικά, δημιουργείται το ανάγλυφο πριν και μετά την εγκατάσταση του έργου. Έπειτα, αποτυπώνονται ειδικά στοιχεία στους χώρους που μελετώνται (δέντρα, σπίτια, οδοποιία, κλπ.). Αυτό είναι εφικτό με τη χρήση δορυφορικών εικόνων/ ορθοφωτοχαρτών καθώς και με επιτόπια παρατήρηση του χώρου. Στη συνέχεια, μοντελοποιείται το έργο και όλα τα ειδικά χαρακτηριστικά του. Ακολουθεί η τρισδιάστατη απεικόνιση του έργου στο χώρο.



Εικόνα 30: Δομικά στοιχεία για τη ρεαλιστική τρισδιάστατη προσομοίωση (δέντρα, σπίτια, δρόμοι, κλπ.) (Tsitoura, 2011)

Το επόμενο βήμα είναι να καταλάβουμε ποια σημεία από γύρω από το έργο μπορούμε να δούμε και ποια στοιχεία είναι ορατά από αυτά τα σημεία. Μπορούμε να το κάνουμε αυτό χρησιμοποιώντας το λογισμικό ArcGIS 10, το οποίο διαθέτει διάφορα εργαλεία που μπορούν να μας βοηθήσουν.

3. Ποσοτικοποίηση του οπτικού αντίκτυπου

Αφού εξετάστηκε τόσο το έργο από διαφορετικές οπτικές γωνίες όσο και τα δεδομένα σχετικά με την ισπανική μέθοδο, ακολουθεί ο υπολογισμός από ορισμένους οπτικούς δείκτες. Μετά από αυτό, εφαρμόζεται η ισπανική μέθοδος στο έργο και, στη συνέχεια, εξετάζονται τα αποτελέσματα όσον αφορά την επίδραση στην εμφάνιση του έργου.

4. Αξιολόγηση και μείωση του οπτικού αντίκτυπου

Στη διαδικασία της αξιολόγησης ο οπτικός αντίκτυπος μπορεί να οριστεί ως ελάχιστος, ελαφρύς, μεσαίος, σοβαρός, πολύ σοβαρός και βαθύς.

Η τρισδιάστατη απεικόνιση μαζί με τα αποτελέσματα από την αξιολόγηση των ποσοτικών δεικτών παρέχει μια άποψη των επερχόμενων αλλαγών στο τοπίο, η οποία είναι εύλογη και προσβάσιμη στο κοινό. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει την ορατότητα του αιολικού από δύο οικισμούς, των οποίων το επίπεδο οπτικού αντίκτυπου έχει περιγραφεί ως «σοβαρό» και «βαθιά σοβαρό». Προφανώς θα υπάρχει ορισμένο οπτικό αντίκτυπο για τους ανθρώπους που ζουν εκεί, καθώς το αιολικό πάρκο δεν ενσωματώνεται καλά στο τοπίο της γύρω περιοχής. Η προσομοίωση παρέχει σημεία παρατήρησης από τα οποία ο οπτικός αντίκτυπος είναι πιο έντονος, επομένως είναι απαραίτητη μια πιο λεπτομερής διαδικασία αξιολόγησης και ενέργειες μείωσης.



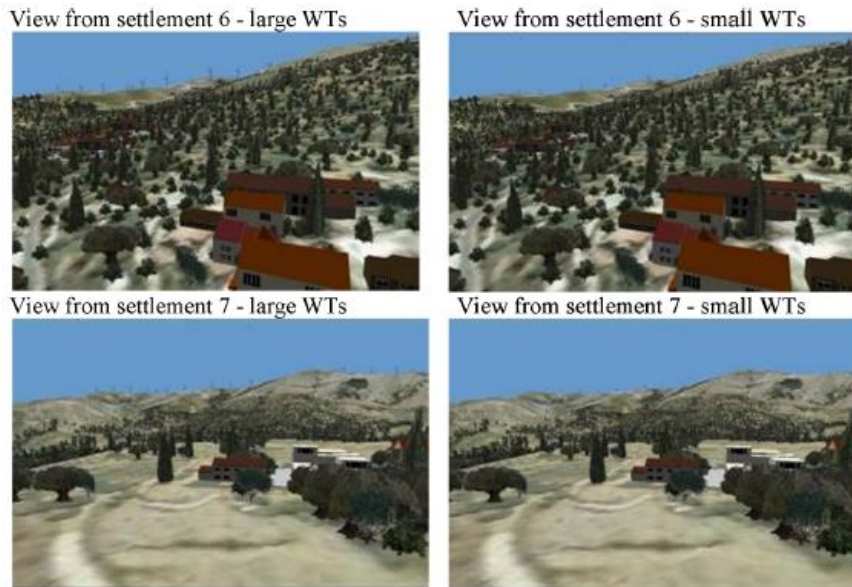
Εικόνα 31: Αξιολόγηση οπτικού αντίκτυπου από δύο οικισμούς (Kogologos, 2014)

5. Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που οδηγούν στην πιθανή αισθητική ενσωμάτωση της μονάδας στο τοπίο (εικόνα)

Για να μειώσει τον αντίκτυπο του αιολικού πάρκου, η ομάδα προσαρμοσε τη μέθοδο ώστε να ληφθούν υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας. Για παράδειγμα, οι ανεμογεννήτριες βρίσκονται σε μια απότομη πλαγιά, οπότε είναι δύσκολο να τις δεις από απόσταση. Ωστόσο, η ομάδα εξέτασε άλλους παράγοντες, όπως πόσο από τους στρόβιλους μπορεί να δει κανείς από κάθε τοποθεσία. Χρησιμοποίησαν εργαλεία του λογισμικού για να καθορίσουν πόσες ανεμογεννήτριες μπορούν να φανούν από κάθε σημείο.

Παρατηρήθηκε ότι σε πολλούς οικισμούς ο αριθμός των ορατών Α/Γ δεν αλλάζει πολύ, έτσι ώστε να μην τροποποιείται η τιμή του δείκτη. Ωστόσο, υπήρξαν περιπτώσεις, και η διαφορά στον αριθμό των ορατών Α/Γ ήταν μεγάλη ώστε να ελαττώσει την τιμή του δείκτη μερικής αξιολόγησης και το επίπεδο οπτικής επίδρασης από μεσαίο σε ελαφρύ.

Ένα άλλο σενάριο που εξετάστηκε ήταν η μείωση του μεγέθους των Α/Γ (που σημαίνει μείωση χωρητικότητας) με αποτέλεσμα η τιμή του δείκτη να αλλάξει. Ως εκ τούτου, η μείωση αυτή δεν είχε σημαντική επίδραση στη μείωση του αριθμού των ορατών Α/Γ. Ωστόσο, στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται η διαφορά στον οπτικό αντίκτυπο.



Εικόνα 32: Αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που οδηγούν στην πιθανή αισθητική ενσωμάτωση της μονάδας στο τοπίο (Kogologos et al. 2014)

Η μελέτη διαπίστωσε ότι η ισπανική μέθοδος και το λογισμικό ArcGIS 10 είναι καλά εργαλεία για την αξιολόγηση της οπτικής όχλησης μιας εγκατάστασης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις πληροφορίες για να μελετηθούν διαφορετικά σενάρια τοποθέτησης και να προσδιοριστεί η καλύτερη τοποθεσία για την εγκατάσταση. Τα αποτελέσματα είναι ρεαλιστικά και εύκολα κατανοητά, επομένως μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ληφθούν αποφάσεις σχετικά με την αισθητική ενοποίηση μεγάλων εγκαταστάσεων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το λογισμικό μπορεί να αναλύσει διαφορετικές τεχνολογίες ΑΠΕ και να βρει τρόπους να τις αποσπά λιγότερο οπτικά. Μπορεί επίσης να δημιουργήσει χάρτες οπτικών επιπτώσεων για να σας δείξει πώς να κάνετε την εγκατάσταση λιγότερο ενοχλητική οπτικά.

6.4.4 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΕ ΤΡΙΣΔΙΑΣΤΑΤΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ, ΧΡΗΣΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ GIS και BLENDER

Στη μελέτη των Wrozynski et al. 2016 γίνεται εκτίμηση της οπτικής όχλησης στο «Πόζναν, μία περιοχή που βρίσκεται στο δυτικό τμήμα της Πολωνίας και καλύπτει μία έκταση 3081χλμ² και επρόκειτο να εγκατασταθεί αιολικό πάρκο». Η εκτίμηση έγινε με μία μέθοδο η οποία χρησιμοποιεί εργαλεία GIS και λογισμικό τρισδιάστατων γραφικών για την ανάπτυξη τρισδιάστατων απεικονίσεων και κινούμενων σχεδίων στον υπολογιστή.

Η αξιολόγηση της οπτικής όχλησης βασίστηκε στο Digital Surface Model (DSM) και προτιμήθηκε να χρησιμοποιηθούν οι διαθέσιμοι πόροι του μοντέλου στην εθνική του βάση δεδομένων. Προτείνεται επίσης και η χρήση του Digital Evaluation Model (DEM) για ανάλυση στο οποίο όμως θα πρέπει να συμπληρωθούν επιφανειακά αντικείμενα όπως κτίρια, δάση κλπ., για τα οποία απαιτείται η χρήση εργαλείων GIS.

Το λογισμικό πρέπει να λαμβάνει ακριβείς και ενημερωμένες πληροφορίες προκειμένου να δημιουργήσει μια ακριβή τρισδιάστατη προσομοίωση. Εάν τα δεδομένα είναι λανθασμένα ή δεν είναι ενημερωμένα, αυτό θα μπορούσε να οδηγήσει σε ανακριβή αποτελέσματα και πιθανώς ανακριβείς προσομοιώσεις.

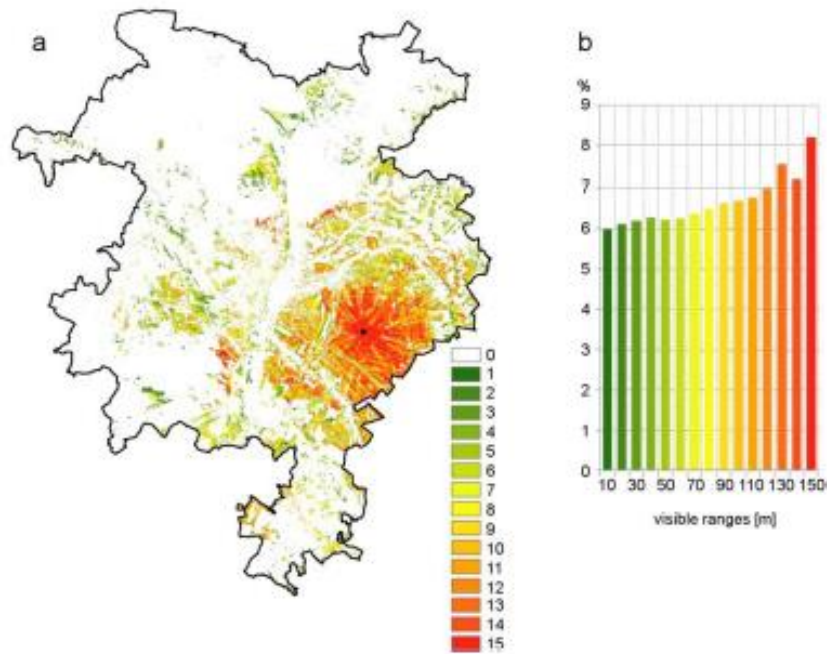
Όσον για τις μελετώμενες ανεμογεννήτριες έχουν ύψος 105μ και ακτίνα στο πτερύγιο 45μ. Η θεωρητική έκταση της ορατότητας της ανεμογεννήτριας φαινόταν υψηλή, οπότε το εύρος ορατότητας της κυμάνθηκε από 10 έως 150μ. Η ανάλυση της ορατότητας της ανεμογεννήτριας, έγινε χρησιμοποιώντας το λογισμικό ArcGIS 10.1 και το εργαλείο view shed. Ο συντελεστής καμπυλότητας της γης λήφθηκε υπόψη. Ως χωρική έκταση ορίστηκε η περιοχή από την οποία η ανεμογεννήτρια είναι ορατή. Το εύρος ορατότητας ορίζεται ως το ύψος του ορατού μέρους της ανεμογεννήτριας αφού ληφθούν υπόψη τα εμπόδια μεταξύ ανεμογεννήτριας και παρατηρητή.

Για τον προσδιορισμό της χωρικής έκτασης της ορατότητας μιας Α/Γ από διαφορετικές γωνίες θέασης χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Blender 2.74. Το Blender είναι ένα επαγγελματικό, δωρεάν και ανοιχτού κώδικα λογισμικό τρισδιάστατων γραφικών υπολογιστή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία οπτικών εφέ και διαδραστικών τρισδιάστατων εφαρμογών (μοντελοποιήσεις, κινούμενα σχέδια κλπ.).

Ο στόχος των προσομοιώσεων ήταν να προσδιοριστεί πως η ορατότητα της ανεμογεννήτριας μειώνεται με την απόσταση. Προκειμένου να επιτευχθεί αυτό, οι αποδιδόμενες εικόνες της ανεμογεννήτριας που λαμβάνονται σε διαφορετικές αποστάσεις, αναλύθηκαν. Κατά την προσομοίωση υποτέθηκε ότι το έδαφος είναι επίπεδο και χωρίς κανένα εμπόδιο. Θεωρήθηκε επίσης ότι η ανεμογεννήτρια είναι μαύρη ενώ τα άλλα στοιχεία του τοπίου είναι λευκά. Το άνοιγμα των φτερών αναλύθηκε ως ένας κύκλος που περιγράφεται στον ρότορα, ως απλοποίηση της ανεμογεννήτριας σε λειτουργία.

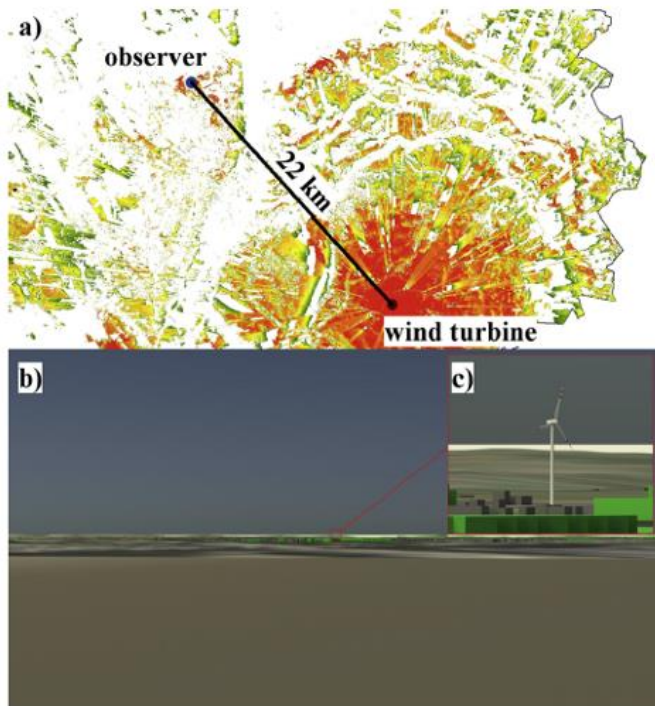
Στην πρώτη προσομοίωση, οι εικόνες αποδόθηκαν μόνο για το τμήμα των 10 μέτρων ορατό από την κορυφή από απόσταση από 1 km έως 20 km με διάστημα 1 km. Στη συνέχεια, οι προσομοιώσεις επαναλήφθηκαν 14 φορές, υποθέτοντας ότι σε κάθε επόμενο βήμα, προστίθεται ένα τμήμα 10 μέτρων παρακάτω. Πραγματοποιήθηκαν προσομοιώσεις υποθέτοντας την μετωπική, διαγώνια και διαμήκη θέση της ανεμογεννήτριας (αποδόθηκαν συνολικά 900 εικόνες). Στη συνέχεια, υπολογίστηκε η ποσοστιαία επιφάνεια της ανεμογεννήτριας σε σχέση με το συνολικό οπτικό πεδίο σε κάθε εικόνα που αποδόθηκε. Επιτράπηκε η αξιολόγηση της οπτικής επίδρασης μιας ανεμογεννήτριας ανάλογα με την απόσταση και το εύρος ορατότητάς της. Το όριο ανάλυσης δεν σημαίνει ότι η ανεμογεννήτρια δεν είναι ορατή, ωστόσο η περιοχή της ανεμογεννήτριας σε σχέση με το συνολικό οπτικό πεδίο είναι ελάχιστο και δεν υπάρχει λόγος να αποτελεί μέρος της αξιολόγησης οπτικών επιπτώσεων.

Η αξιολόγηση της οπτικής όχλησης έγινε συμπεριλαμβάνοντας τη διεύθυνση του ανέμου και τις συχνότητες των ανέμων από δεδομένη κατεύθυνση. Για τις κύριες διευθύνσεις ανέμου Β ή Ν, Α ή Δ και ΒΑ ή ΝΔ και ΒΔ ή ΝΑ οι χάρτες έγιναν, παρουσιάζοντας το ποσοστό της περιοχής της ανεμογεννήτριας σε σχέση με το συνολικό οπτικό πεδίο, λαμβάνοντας υπόψη την απόσταση του παρατηρητή και την έκταση της ορατότητάς του.



Εικόνα 33: Ορατότητα ανεμογεννήτριας, α) χωρική έκταση και εύρος ορατότητας, β) ποσοστό (%) των ορατών περιοχών (Wróżyński et al., 2016)

Οι μέθοδοι view shed επιτρέπουν την ανάλυση ορατότητας, βασίζονται σε ψηφιακή ανάλυση μεταξύ της αναλυόμενης οντότητας και της θέσης του παρατηρητή. Αυτή η προσέγγιση μπορεί να προτείνει μια περιοχή ορατότητας που υπερβαίνει τις δυνατότητες του ανθρώπινου ματιού. Αυτό επιβεβαιώθηκε από τις τρισδιάστατες προσομοιώσεις που έγιναν στο λογισμικό Blender, στις οποίες κατασκευάστηκε ένα μοντέλο του αιολικού πάρκου και της ευρύτερης περιοχής. Σύμφωνα με τις αναλύσεις στο περιβάλλον του Blender, η πραγματική έκταση της χωρικής ορατότητας μιας ανεμογεννήτριας ήταν μικρότερη από αυτή που υπολογίστηκε με τη χρήση του εργαλείου view shed. Το παρακάτω σχήμα δείχνει ένα παράδειγμα ανάλυσης κατασκευασμένο με χρήση λογισμικού ArcGIS και Blender.



Εικόνα 34: α) Τοποθεσία παρατηρητή και ανεμογεννήτριας (GIS), β) θέα του παρατηρητή γ) 20 x zoom στην ανεμογεννήτρια (Blender) (Wróżyński et al., 2016)

«Οι αναλύσεις που διεξήχθησαν στην συγκεκριμένη έρευνα έδειξαν ότι η μέγιστη εκτιμώμενη απόσταση της οπτικής επίδρασης μιας ανεμογεννήτριας ύψους 150μ. πρέπει να περιοριστεί στα 12χλμ.»

Η προτεινόμενη μέθοδος επιτρέπει τη σταδιακή αξιολόγηση της οπτικής όγλησης λαμβάνοντας υπόψη τη χωρική έκταση, το ορατό εύρος, τη γωνία θέασης και την κατεύθυνση του ανέμου. Το λογισμικό Blender θα είναι ένα ενδιαφέρον εργαλείο για ποσοτική αξιολόγηση της ορατότητας της ανεμογεννήτριας από οποιαδήποτε τοποθεσία με βάση την περιοχή που λαμβάνεται από την ανεμογεννήτρια σε σχέση με το οπτικό πεδίο. Η προτεινόμενη μέθοδος είναι καθολική και μπορεί να είναι αποτελεσματική σε εδάφη διαφορετικών τοποθεσιών και τύπων κάλυψης. Ο συνδυασμός τεχνικών GIS και 3D επιτρέπουν μια απλή ερμηνεία των αποτελεσμάτων. Το λογισμικό Blender για 3D animation σε συνεργασία με τα εργαλεία του GIS μπορούν να είναι χρήσιμα για την επιλογή των βέλτιστων τοπικοποιήσεων μιας ανεμογεννήτριας. Οι ρεαλιστικές απεικονίσεις των οπτικοποιήσεων που παρέχονται από το λογισμικό Blender μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πραγματοποίηση παρουσιάσεων στο στάδιο της διαβούλευσης με τους κατοίκους της περιοχής.

6.4.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Ο τρόπος με τον οποίο αντιμετωπίζεται η οπτική όγληση σε άλλες χώρες είναι διαφορετικός από τον τρόπο που αντιμετωπίζεται στην Ελλάδα. Σε ορισμένες χώρες, η οπτική όγληση είναι ένας σημαντικός παράγοντας όταν αποφασίζεται εάν θα κατασκευαστεί ή όχι μια μονάδα παραγωγής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Στην Ελλάδα, ωστόσο, δεν υπάρχει πολύς έλεγχος σε αυτόν τον τομέα, και οι μελέτες για το θέμα είναι συχνά απλές και ασαφείς.

Ο νόμος δεν μπορεί πάντα να ελέγξει πόσο επηρεάζεται το περιβάλλον από έργα σαν αυτά. Αυτό οδήγησε ορισμένους ανθρώπους στην κοινότητα να διαμαρτυρηθούν εναντίον τους, επειδή δεν καταλαβαίνουν ή δεν ενδιαφέρονται για το πώς το έργο θα επηρεάσει το περιβάλλον. Αυτό μπορεί να κάνει τις διαμαρτυρίες ισχυρότερες και να οδηγήσει σε άτομα που αντιτίθενται στο έργο, ακόμη κι αν αυτό θα ήταν χρήσιμο για το περιβάλλον.

Απαιτείται ένα νομικό πλαίσιο για να τεθούν όρια στο πόση αισθητική επέμβαση μπορεί να γίνει, αλλά είναι επίσης σημαντικό να βρεθεί ένας τρόπος να μετρηθεί εάν η επέμβαση βελτιώνει πραγματικά την εμφάνιση ενός χώρου.

Καθώς η τεχνολογία γίνεται όλο και καλύτερη στη δημιουργία ρεαλιστικών εικόνων φυσικών τοπίων, είναι δυνατό να αναλυθεί ο αντίκτυπος μιας εγκατάστασης στο τοπίο και να προγραμματιστεί η τοποθέτησή της, προκειμένου να αξιοποιηθεί στο έπακρο και να ελαχιστοποιηθεί η περιβαλλοντική ζημιά.

Η ψηφιακή προσομοίωση είναι ταχύτερη από την επιτόπια παρατήρηση ή την επεξεργασία εικόνας, πράγμα που σημαίνει ότι μπορεί να γίνει πιο γρήγορα, κάτι που μπορεί να είναι χρήσιμο για τους υπολογισμούς.

Ο χάρτης επιτρέπει την προβολή για μια ευρεία άποψη του έργου και της γύρω περιοχής, κάτι που θα βοηθήσει στο να κατανοηθεί καλύτερα το μέγεθός του και τις επιπτώσεις που έχει στην κοινότητα. Αυτό μπορεί να είναι χρήσιμο στον συμμετοχικό σχεδιασμό και τη διαβούλευση. Ο αντίκτυπος του έργου περιλαμβάνει πράγματα όπως σχετικά έργα και δραστηριότητες που θα ήταν δύσκολο ή αδύνατο να συμπεριληφθούν εάν το έργο δεν γινόταν. Υπάρχει ευελιξία στη δοκιμή για διαφορετικά σενάρια και τοποθεσίες ώστε να επιλεγθεί το καλύτερο δυνατό.

6.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗΣ ΣΚΙΑΣ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

6.5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Άλλη όχληση που δημιουργεί το αιολικό πάρκο είναι η περιστρεφόμενη σκιά (shadow flickering), η οποία δημιουργείται όταν «οι περιστρεφόμενες έλικες της ανεμογεννήτριας διακόπτουν το ηλιακό φως και προκαλείται τρεμόπαιγμα του φωτός το οποίο μπορεί να επηρεάσει και να ενοχλήσει τους οικισμούς γύρω από το αιολικό πάρκο». Σύμφωνα με τους Herbert-Acero et al., 2014 «Η σκιά που δημιουργούν οι έλικες καλύπτει το έδαφος και τα κτίρια που βρίσκονται σε κοντινή απόσταση από την ανεμογεννήτρια».

Όπως ανέφεραν οι Haac R et al., 2022 «Οι παράγοντες που επηρεάζουν το φαινόμενο αυτό είναι αρκετοί, όπως η τοποθεσία ενός οικισμού σε σχέση με την ανεμογεννήτρια, η ταχύτητα και η κατεύθυνση του ανέμου, η μετεωρολογία της περιοχής, η διακύμανση δηλαδή του ηλιακού φωτός στη διάρκεια της μέρας ή η νεφοκάλυψη που μπορεί να έχει, το γεωγραφικό πλάτος της περιοχής, η τοπογραφία της περιοχής και η παρουσία τυχόν εμποδίων».

Θεωρητικά, η σκιά ενός πτερυγίου τουρμπίνας μήκους 22 μέτρων έχει πιθανότητα να είναι ορατή σε μια απόσταση 4,8 χλμ. «Αυτό μπορεί να συμβεί λίγο μετά την ανατολή και λίγο πριν τη δύση του ηλίου». (Katsaprakakis D., 2012) Έχει βρεθεί ότι μια ανεμογεννήτρια ισχύος 3MW, με μήκος πτερυγίων 45 m και πλάτος 2 m, δημιουργεί σκιά ορατή σε 1,4 χλμ απόσταση.

Πολύ σοβαρή παράμετρος είναι η συχνότητα εμφάνισης των σκιών για την οποία έχει αναφερθεί ότι υπάρχουν αρνητικές συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία. (το όριο των

περιστροφών είναι 60 περιστροφές το λεπτό και να χρησιμοποιούνται μη ανακλαστικά πτερύγια.) (Harding et al., 2008)

Από τη δύση του ηλίου έως την ανατολή, η σκιά μιας ανεμογεννήτριας κάνει τη διαδρομή ενός ηλιακού ρολογιού, που ξεκινά από τα δυτικά και καταλήγει στα ανατολικά. Κατά τη διάρκεια ενός έτους οι θέσεις ανατολής και δύσης αλλάζουν, επομένως η καθημερινή διαδρομή της περιστρεφόμενης σκιάς δεν είναι η ίδια σε όλα τα χρονικά διαστήματα του έτους. Με αποτέλεσμα ένα συγκεκριμένο τμήμα στην ευρύτερη περιοχή της εγκατάστασης του αιολικού πάρκου θα αντιμετωπίζει σοβαρό πρόβλημα λόγω της σκίασης σε πολύ συγκεκριμένη χρονική περίοδο κατά τη διάρκεια του έτους. Συμπεριλαμβάνοντας τις θέσεις της ανατολής και της δύσης κατά το διάστημα ενός έτους μπορεί να προβλεφθεί η στιγμή και η περίοδος κατά την οποία το συγκεκριμένο σημείο θα αντιμετωπίζει το πρόβλημα της σκίασης. Με τη δυνατότητα των μοντέλων και λογισμικών ανάπτυξης αιολικών πάρκων μπορεί να καθοριστούν οι μέρες και οι ώρες κατά τη διάρκεια του έτους όπου τα συγκεκριμένα σημεία στην ευρύτερη περιοχή ενδέχεται να αντιμετωπίσουν πρόβλημα σκίασης. (Katsaprakakis D., 2012)

Η σκιά που προκαλείται από τις ανεμογεννήτριες είναι δυνατό να προληφθεί με την αρμόζουσα χωροθέτηση. Για αυτό θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν η θέση κάποιων σημαντικών σημείων ενδιαφέροντος και να εξασφαλίζεται η ελάχιστη απόσταση από αυτά όπως ορίζει και η νομοθεσία, π.χ. οι κοντινοί οικισμοί (Ζητουνιάτης, 2019).

Το νομικό πλαίσιο προβλέπει ότι ένα αιολικό πάρκο θα πρέπει να απέχει από ένα γειτονικό οικισμό το λιγότερο 500 m με αποτέλεσμα να μπορεί να ελεγχθεί και να ελαχιστοποιηθεί η όχληση από τη σκιά. Η σκιά από τα πτερύγια εξασθενεί και γίνεται αόρατη όταν υπάρχει συγκεκριμένη απόσταση μεταξύ πάρκου και οικισμού.

Σύμφωνα με τον Γερμανικό κανονισμό «οι διαστάσεις και το σημείο τοποθέτησης της ανεμογεννήτριας επί του κτιρίου να μην επιτρέπουν την δημιουργία σκίασης (shadow flicker) σε γειτονικές οικίες μεγαλύτερης διάρκειας από 30 ώρες ετησίως και 30 λεπτών ημερησίως». (ΕΛΑΤΑΕΝ, Αναπτυξιακό Πακέτο Α.Π.Ε. 2013-14)

Στην χώρα μας για το ζήτημα αυτό δεν προβλέπεται καμία νομική απαίτηση ούτε προδιαγραφή στο Χωροταξικό Πλαίσιο των ΑΠΕ και τις ΜΠΕ.

6.5.2 ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ ΜΟΝΤΕΛΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΚΘΕΣΗΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΣΤΡΕΦΟΜΕΝΗ ΣΚΙΑ

Στη μελέτη των Haas R., et al. 2022 μοντελοποιήθηκε η έκθεση στην περιστρεφόμενη σκίαση από ανεμογεννήτριες κάνοντας έρευνα σε σχεδόν 35.000 κατοικίες στην ευρύτερη περιοχή 61 αιολικών πάρκων στις Ηνωμένες Πολιτείες, εκ των οποίων οι 747 κάτοικοι ήταν ερωτηθέντες και σε έρευνα.

Χρησιμοποιώντας τα αποτελέσματα αναλύθηκαν οι παράγοντες που οδηγούν στην αντίληψη της σκίασης καθώς και στην αυτό-αναφερόμενη ενόχληση από τη σκίαση. Διαπιστώθηκε ότι η αντίληψη της σκίασης είναι κάτι αντικειμενικό (σε απόσταση από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια). Αντίθετα, η αυτό-αναφερόμενη ενόχληση δεν συσχετίστηκε σημαντικά με την έκθεση στην σκίαση και ήταν κυρίως υποκειμενικές οι απαντήσεις που σχετίζονταν με παράγοντες όπως η οπτική όχληση, ο θόρυβος, το επίπεδο εκπαίδευσης και η ηλικία του ερωτώμενου. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι τα όρια θορύβου θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως αντιπροσωπευτικά για την έκθεση στη σκίαση, καθώς το 90% όσων εκτέθηκαν στο θόρυβο

από ανεμογεννήτριες που δεν υπερβαίνει τα 45dB L / 1h είχαν έκθεση στη σκίαση μικρότερη από 8 ώρες ετησίως (πρωτότυπο ρυθμιστικό όριο της ΕΕ).

Η σκίαση εκφράζεται ως ο μέγιστος αριθμός ωρών ανά έτος ή λεπτών ανά ημέρα. Στην έρευνα των Haac R., et al. 2022 έγινε μοντελοποίηση υποθέτοντας «το χειρότερο σενάριο» (π.χ. οι Α/Γ είναι σε πλήρη λειτουργία, δεν παρεμβάλλονται σύννεφα) και «το πραγματικό σενάριο» εξετάζοντας παράγοντες που αφορούν τη μετεωρολογία και τη λειτουργία του έργου. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν διεθνή πρότυπα για τον τρόπο μοντελοποίησης των επιπέδων έκθεσης στη σκίαση. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν η εξής:

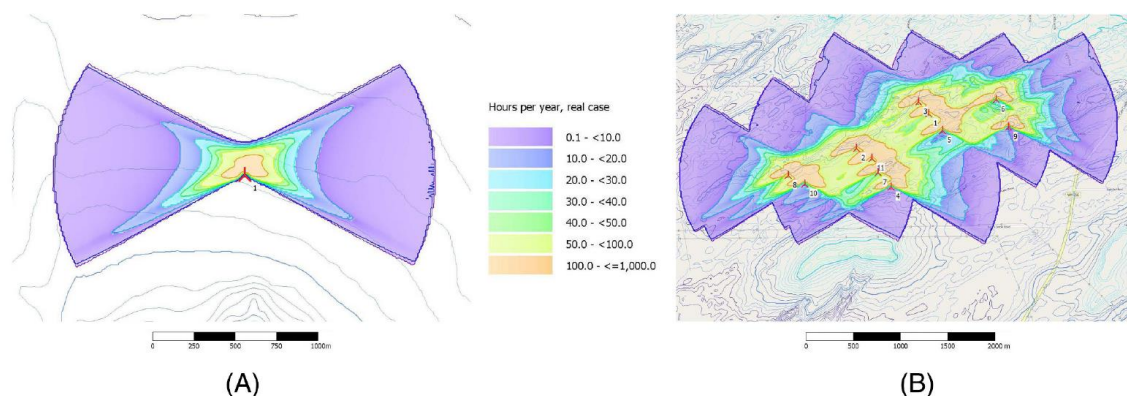
Έγινε ποσοτικοποίηση της έκθεσης σε ένα μεγάλο γεωγραφικά δείγμα κατοικιών σε πληθυσμούς που ζουν κοντά σε ανεμογεννήτριες.

Χρησιμοποιήθηκε μια μεικτή μέθοδος προσέγγισης ώστε να εξεταστεί η συσχέτιση μεταξύ της μοντελοποιημένης έκθεσης στην σκίαση και τα αναφερόμενα επίπεδα αντίληψης στην έκθεση αλλά και της ενόχλησης από τον πληθυσμό.

Δημιουργήθηκε ένα μοντέλο πρόβλεψης για την αντίληψη και την ενόχληση από σκίαση ξεχωριστά.

Για την έρευνα συλλέχθηκαν δεδομένα για τις ανεμογεννήτριες και το κάθε έργο στην περιοχή, για τις τοποθεσίες των κατοικιών, για την τοπογραφία και την εδαφοκάλυψη, για την μετεωρολογία της περιοχής καθώς και για την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ανέμου και την νεφοκάλυψη.

Στη μελέτη έγινε ποσοτικοποίηση του ετήσιου αριθμού ωρών σε κάθε σπίτι και η κατανομή τους ανά ώρα της ημέρας και κατά τη διάρκεια του έτους. Για τη μοντελοποίηση χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό windPRO και συγκεκριμένα η μονάδα SHADOW, η οποία καθιστά δυνατό τον υπολογισμό των ετήσιων ωρών της περιστρεφόμενης σκιάς που δημιουργείτε από μία ή περισσότερες ανεμογεννήτριες είτε σε καθορισμένους αποδέκτες είτε για μία δεδομένη περιοχή. (EMD International, windPRO)



Εικόνα 35: Παράδειγμα των ετήσιων ωρών από τη σκίαση σε μία μεμονωμένη ανεμογεννήτρια (A) και σε μια σειρά ανεμογεννητριών (B) (Haac R. et al, 2022)

Στη μελέτη, η περισσότερη σκίαση εμφανίζεται κοντά στην ανεμογεννήτρια και (στο βόρειο ημισφαίριο) κυρίως στα βορειοανατολικά και βορειοδυτικά μιας Α/Γ, και σε μικρότερο βαθμό, προς τα βόρεια (εικ. Α). Όταν πολλαπλές ανεμογεννήτριες βρίσκονται μεταξύ του ήλιου και

μιας κατοικίας, είναι πιθανός ένας συνδυασμός της έκθεσης στην σκίαση από αυτές τις ανεμογεννήτριες (εικ. Β).

Η ένταση της σκίασης στην μελέτη των Haas R., et al. 2022, μοντελοποιήθηκε μέχρι το όριο της απόστασης των 1,3km από τις ανεμογεννήτριες. Φυσικά εμπόδια από κατασκευές και εδαφοκάλυψη όπως δέντρα ή άλλη βλάστηση δεν συμπεριλήφθηκαν στο μοντέλο, αν και αυτά θα μπορούσαν να μειώσουν σημαντικά την έκθεση στη σκίαση.

Όσον αφορά την έρευνα με ερωτηματολόγια και την έκθεση των κατοικιών στη σκίαση μοντελοποιήθηκαν τα αποτελέσματα για συνολικά 747 ερωτηθέντες που ζουν σε απόσταση έως 2km από 61 αιολικά έργα. Τα δεδομένα της έρευνας παρείχαν βασικά δημογραφικά στοιχεία (π.χ. ηλικία, φύλο, επίπεδο εκπαίδευσης) και δεδομένα σχετικά με την πιθανή σχέση των ερωτηθέντων με το τοπικό αιολικό έργο (π.χ. αν έλαβαν αποζημίωση) και δεδομένα που αναφέρθηκαν από μόνοι τους για την αντίληψη της σκίασης και το επίπεδο ενόχλησης από αυτή.

Για τον προσδιορισμό της αντίληψης της σκίασης ρωτήθηκαν εάν «τα πτερύγια της Α/Γ σκίασαν την ιδιοκτησία σας, έξω από το σπίτι σας;», όταν η απάντηση ήταν καταφατική ακολουθούσε η ερώτηση: «τα πτερύγια της Α/Γ σκίασαν ποτέ το σπίτι σας στο εσωτερικό του;» Η τελευταία απάντηση χρησιμοποιείται ως εξαρτημένη μεταβλητή διότι η σκίαση ρυθμίζεται/ελέγχεται στα σπίτια, ένα σπίτι είναι μόνο ένα σημείο και όχι μια μεγάλη περιοχή και η περισσότερη έκθεση στην σκίαση στον άνθρωπο είναι μέσα ή γύρω από ένα σπίτι. Για το προσδιορισμό της ενόχλησης από σκίαση, οι συμμετέχοντες στην έρευνα ρωτήθηκαν «σε ποιο βαθμό νοιώθετε ενοχλημένοι από τις ακόλουθες επιπτώσεις του τοπικού Α/Π;» και ως απάντηση μπορούσαν να επιλέξουν "Καθόλου", "Ελαφρώς", "Κάπως", "Μέτρια", "Πολύ" ή "Δεν ξέρω".

Για την ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν μοντέλα παλινδρόμησης (regression models) λαμβάνοντας υπόψη ως εξαρτημένες μεταβλητές την αντίληψη της σκίασης και την ενόχληση από αυτή με σκοπό να προσδιοριστούν και να προβλεφθεί η ποικιλία των διακυμάνσεων (συμμεταβλητών) (δηλαδή, ελεγχόμενες μεταβλητές). Αυτά δημιουργήθηκαν συνδυάζοντας τις απαντήσεις των ερωτηθέντων στην έρευνα και τη μοντελοποιημένη ετήσια έκθεση στη σκίαση στο πραγματικό σενάριο (real case) ώστε να απεικονιστεί η σχέση δόσης απόκρισης (dose-response) της αντιληπτής σκίασης και της ενοχλητικής σκίασης.

Για να εξεταστούν οι σχέσεις μεταξύ των διαφόρων συμμεταβλητών (αντικειμενικών και υποκειμενικών παραγόντων) και της εξαρτημένη μεταβλητής (αντιληπτή ΠΣ και ενόχληση ΠΣ, με μοντελοποιημένη ΠΣ ["PSF"], υπέθεσαν την ακόλουθη σχέση:

$$PSF_i = f(\text{modeled SF, respondent characteristics, wind project characteristics})$$

Πιο συγκεκριμένα υπολογίζεται το ακόλουθο βασικό λογιστικό μοντέλο παλινδρόμησης:

$$PSF_i = \alpha + \beta_1(MSF_i) + \sum_a \beta_2(R_i) + \sum_a \beta_3(WP_i) + \varepsilon_i$$

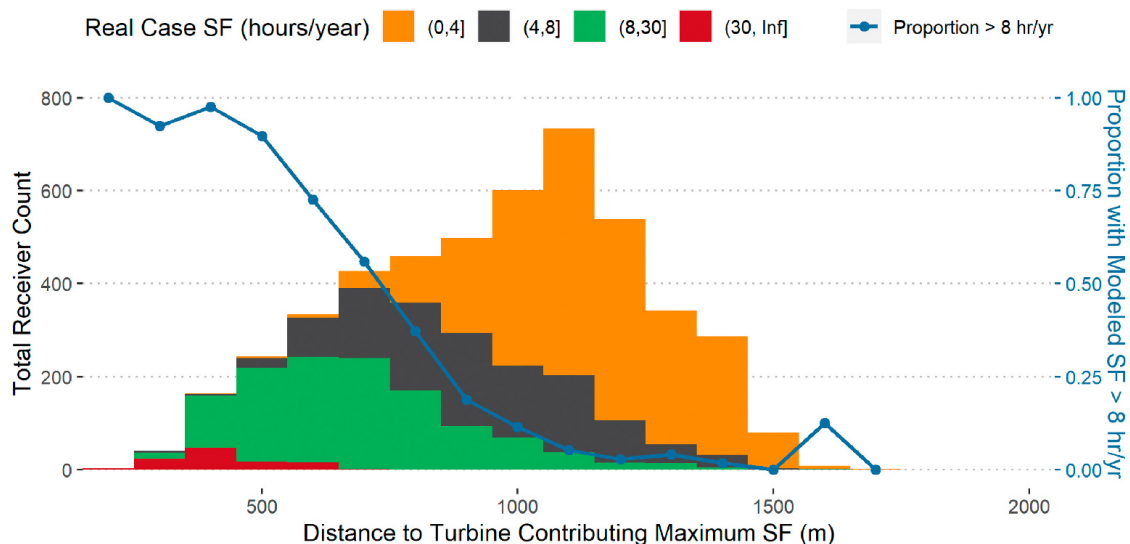
- PSF_i , αντιπροσωπεύει την αντιληπτή ΠΣ στο σπίτι, για τον ερωτώμενο I (ναι/όχι)
- α , η σταθερά ή αναχαιτιστική τομή (intercept) σε ολόκληρο το δείγμα.
- MSF_i , η μοντελοποιημένη ΠΣ για τον ερωτώμενο i, (ώρες/έτος - πραγματική περίπτωση)

- R_i , ένα διάνυσμα χαρακτηριστικών για τον ερωτώμενο i , συμπεριλαμβανομένων ηλικίας, φύλο, μορφωτικό επίπεδο και αν έλαβαν αποζημίωση από το Α/Π
- $W P_i$, ένα διάνυσμα των χαρακτηριστικών του κοντινού Α/Π για τον ερωτώμενο i , συμπεριλαμβάνοντας το μέγεθος του, της απόστασης της πλησιέστερης Α/Γ από τον ερωτώμενο, και αν έγινε υπέρβαση του δείγματος για την έρευνα ή όχι
- E_i , ένας τυχαίος όρος ενόχλησης για τον ερωτώμενο i

Στη συνέχεια, το μοντέλο επαναλαμβάνεται χρησιμοποιώντας την ενόχληση ΠΣ (δηλαδή SFAi) ως εξαρτημένη μεταβλητή. Σε κάθε περίπτωση, το διάνυσμα εκτίμησης των παραμέτρων β_1 , β_2 και β_3 που χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του δείκτη πιθανοτήτων κάθε μεταβλητής, υπολογίζεται ως e^β . Ο λόγος των πιθανοτήτων σημαίνει ότι μια μονάδα αλλαγής σε μια συμμεταβλητή θα οδηγήσει σε μείωση ή αύξηση στην πιθανότητα που ένας ερωτώμενος προχωρήσει στο επόμενο επίπεδο απάντησης.

Για την ανάλυση της ισχύος των συσχετισμών χρησιμοποιήθηκε το κριτήριο πληροφοριών Akaike (AIC), το οποίο αντιπροσωπεύει τον αντίκτυπο στην προσαρμογή του μοντέλου όταν αφαιρείται από αυτό η παλινδρόμηση. Μια υψηλότερη τιμή AIC υποδηλώνει μια ισχυρότερη σχέση μεταξύ συμμεταβλητής και εξαρτημένης μεταβλητής. Η συνολική προσαρμογή του μοντέλου μετρήθηκε με τη χρήση του Nagelkerke's R^2 (RN2), το οποίο είναι ένα "pseudo- R^2 " που χρησιμοποιείται ως δείκτης συνολικής ποιότητας του μοντέλου.

Η παρακάτω εικόνα περιλαμβάνει τους δέκτες (οικίες) με τη μοντελοποιημένη ΠΣ (SF). Δείχνει τα διαφορετικά επίπεδα της σκίασης σε ώρες ανά έτος ανά απόσταση από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια. Περιλαμβάνει επίσης το ποσοστό του δείγματος που έχει >8 ώρες/έτος έκθεση στη σκίαση (μπλε γραμμή). Η πλειοψηφία των κατοικιών εντός 750 m είχαν έκθεση στη σκίαση παραπάνω από 8 ώρες ετησίως. Σε απόσταση έως 500 m, το 90% εκτίθεται στη σκίαση περισσότερες από 8 ώρες ετησίως.



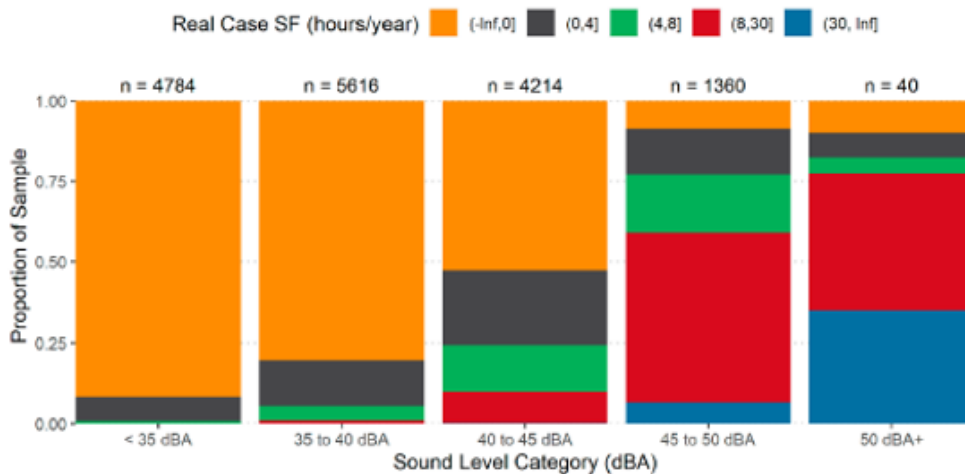
Εικόνα 36: Επίπεδα σκίασης σε ώρες ανά έτος ανά απόσταση από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια (Haac R. et al, 2022)

Όσον αφορά τους ερωτηθέντες στην έρευνα, η αντίληψη της σκίασης βρέθηκε να επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από παρατηρήσιμα χαρακτηριστικά, συμπεριλαμβανομένης της έκθεσης στη σκίαση, της απόστασης από τον πλησιέστερη ανεμογεννήτρια και του εάν ένας ερωτώμενος εγκαταστάθηκε στην περιοχή μετά την κατασκευή του έργου. Συγκεκριμένα, μόνο οι μισοί

περίπου από αυτούς με έκθεση στη σκίαση στο εύρος των 4 έως 8 ωρών ετησίως, ανέφεραν ότι αντιλήφθηκαν σκίαση στο σπίτι τους. Όταν εφαρμόστηκε στο προγνωστικό μοντέλο η αντίληψη της σκίασης ενός ατόμου στο σπίτι του, έως και το 71% των προβλέψεων του μοντέλου παλινδρόμησης ήταν σωστές. Από τους ερωτηθέντες με τη μοντελοποιημένη έκθεση στο σπίτι τους, το 17% ανέφερε ότι ήταν πολύ ενοχλημένο. Η ενόχληση της σκίασης βρέθηκε να συσχετίζεται με τις ενοχλήσεις κάποιων υποκειμενικών απαντήσεων, όπως η αισθητική όχληση από την ανεμογεννήτρια, η όχληση του θορύβου, το επίπεδο εκπαίδευσης και η ηλικία. Με τους υποκειμενικούς παράγοντες που περιλαμβάνονται, η ενόχληση ενός ατόμου για την έκθεση στη σκίαση είχε προβλεφθεί σωστά στο 65% των περιπτώσεων, με το 73% των «πολύ ενοχλημένων» απαντήσεων να προβλεφθούν σωστά από το μοντέλο. Είναι σημαντικό ότι, όταν ελήφθησαν υπόψη μεμονωμένοι υποκειμενικοί παράγοντες, η μοντελοποιημένη έκθεση στη σκίαση δεν συσχετίστηκε σημαντικά με την ενόχληση από σκίαση. Συνοπτικά, βρίσκουμε ότι τα μοντελοποιημένα επίπεδα της σκίασης προβλέπουν την αντιληπτή σκίαση, αλλά μόλις γίνουν αντιληπτά, τα υψηλότερα επίπεδα σκίασης δεν αποτελούν προγνωστικό δείκτη για υψηλότερα επίπεδα αυτό-αναφερόμενης ενόχλησης.

Ενδιαφέρον είχε η έκθεση στην περιστρεφόμενη σκιά σε σύγκριση με τα επίπεδα θορύβου των ανεμογεννητριών. Για τους σκοπούς της μελέτης, η έκθεση στο θόρυβο μοντελοποιήθηκε ως ισοδύναμη συνεχής διάρκειας μίας ώρας [A-weighted sound level (L1h)]. Η παρακάτω εικόνα δείχνει την αναλογία του πληθυσμού που εκτίθεται στη σκίαση σε σχέση με τη στάθμη θορύβου των ανεμογεννητριών. Για σπίτια με μοντελοποιημένη στάθμη θορύβου 40 dBA ή χαμηλότερη, το 98% δεν υπερβαίνει το πραγματικό όριο της έκθεσης στη σκίαση των 8 ωρών, ενώ μεταξύ 40 και 45 dBA, το 90% δεν υπερβαίνει το όριο. Εναλλακτικά, για τα άτομα μεταξύ 45 και 50 dBA ή μεγαλύτερα από 50 dBA, μόνο το 40% και το 25% είναι κάτω από το όριο των 8 ωρών, αντίστοιχα. Αυτά τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι ένα όριο θορύβου 45 dBA είναι ένας αξιοπρεπής μεσολαβητής για την επίτευξη ενός ορίου 8 ωρών/έτος στη έκθεση στη σκίαση.

Τα δεδομένα της έρευνας υποδεικνύουν επίσης ότι ο θόρυβος και η ενόχληση από σκίαση είναι παρόμοια μεταξύ των ερωτηθέντων: το 71% όσων ενοχλούνται πολύ από τη σκίαση ανέφεραν ότι είναι επίσης πολύ ενοχλημένοι από τον θόρυβο από τις ανεμογεννήτριες.



Εικόνα 37: Έκθεση στην περιστρεφόμενη σκιά σε σύγκριση με τα επίπεδα θορύβου των ανεμογεννητριών (Haac R. et al, 2022)

6.5.3 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Είναι προφανές ότι η περιστρεφόμενη σκιά δεν μπορεί να αποφευχθεί μετά την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου.

Ο σωστός σχεδιασμός για τη χωροθέτηση ενός αιολικού είναι ο μόνος τρόπος για να αποφευχθεί το πρόβλημα της σκίασης από τις ανεμογεννήτριες. Οι κοντινές περιοχές είναι απαραίτητο να συμπεριληφθούν στη μελέτη και να εφαρμόζονται τα όρια αποστάσεων όπως προκύπτουν από τη νομοθεσία, ώστε ο κίνδυνος πρόκλησης σκίασης να ελαχιστοποιείται ή και να εκμηδενίζεται.

Επίσης, θα πρέπει να μελετάται το όριο των 30 ωρών/ έτος και ας μην προβλέπεται στο Χωροταξικό Πλαίσιο των ΑΠΕ και τις ΜΠΕ.

Επίσης, μελλοντικές έρευνες θα μπορούσαν να εξετάσουν περαιτέρω τις διαδραστικές επιπτώσεις της περιστρεφόμενης σκίασης, της οπτικής όχλησης και την όχληση στο ακουστικό περιβάλλον στην ευρύτερη περιοχή ενός αιολικού πάρκου.

6.6 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΛΟΓΩ ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΩΝ ΠΑΡΕΜΒΟΛΩΝ

Η «ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή ή EMI (Electromagnetic Interference)», είναι μια «ηλεκτρομαγνητική διαταραχή η οποία διακόπτει, παρεμποδίζει ή υποβαθμίζει την αποτελεσματική απόδοση των ηλεκτρονικών ή ηλεκτρικών συσκευών». Σύμφωνα με τους Manwell et al., 2009 «οι ανεμογεννήτριες, μπορούν να συντελέσουν σε αυτό το πρόβλημα, αποτελώντας εμπόδιο για τα ΗΜ κύματα, τα οποία μπορεί να αντανακλώνονται, να διασκορπίζονται ή να διαχέονται από μια ανεμογεννήτρια».

Τα προβλήματα με τις ανεμογεννήτριες που προκαλούνται από ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές μπορεί να προέρχονται από θέματα όπως η θέση των ανεμογεννητριών κοντά σε άλλους ραδιοφωνικούς και τηλεοπτικούς σταθμούς ή από τις εκπομπές που παράγονται από τις ίδιες τις τουρμπίνες.

Τα ραδιοκύματα που αποστέλλονται από τον πομπό στον δέκτη επηρεάζονται από πράγματα μεταξύ τους, όπως κτίρια, δέντρα και άλλα αντικείμενα. Το κύριο πρόβλημα με τις ανεμογεννήτριες είναι ότι τα πτερύγια μπορούν να κινηθούν και να δημιουργήσουν παρεμβολές στα ηλεκτρονικά σήματα. Αυτό το πρόβλημα ήταν πιο κοινό με παλαιότερες ανεμογεννήτριες που χρησιμοποιούσαν μεταλλικά πτερύγια.

Όπως ανέφερε ο Katsaprakakis, 2012 «τα πτερύγια των σύγχρονων ανεμογεννητριών κατασκευάζονται πλέον αποκλειστικά από συνθετικά υλικά τα οποία έχουν ελάχιστη επίδραση στην μετάδοση ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας» και σύμφωνα με την Kondili. 2012 «το ηλεκτρικό σύστημα δεν αποτελεί συνήθως πρόβλημα για τις τηλεπικοινωνίες, επειδή οι παρεμβολές μπορούν να εξαλειφθούν επίσης με τη σωστή μόνωση της ατράκτου και την καλή συντήρηση.

Για την κατασκευή ενός αιολικού πάρκου στην Ελλάδα, η κυβέρνηση απαιτεί οι ανεμογεννήτριες να βρίσκονται τουλάχιστον σε κάποια απόσταση από τους κοντινούς ραδιοφωνικούς και τηλεοπτικούς σταθμούς. (Binopoulos & Haviaropoulos, 2006).

Για τα προβλήματα που σχετίζονται με τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές υπάρχει η δυνατότητα αποφυγής τους με την καλύτερη δυνατή επιλογή του σχεδιασμού και της

χωροθέτησης τους. Μια προτεινόμενη λύση στο πρόβλημα είναι η τοποθέτηση πρόσθετων ιστών πομπού, με χαμηλότερο πλέον κόστος για τον κύριο του έργου.

Όπως έγραψαν οι Binopoulos & Havarioroulos, 2006 στην μελέτη τους «όσον αφορά τις ηλεκτρομαγνητικές εκπομπές των ανεμογεννητριών, τα μόνα υποσυστήματα μιας ανεμογεννήτριας που θα μπορούσαν ενδεχομένως να «εκπέμπουν» χαμηλού επιπέδου ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι η ηλεκτρική γεννήτρια και ο μετασχηματιστής μέσης τάσης, το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο μιας ανεμογεννήτριας είναι εξαιρετικά αδύναμο και περιορίζεται σε πολύ μικρή απόσταση από το εξωτερικό περίβλημα του στροβίλου που είναι τουλάχιστον 40–50 m πάνω από το έδαφος, έτσι δεν υπάρχει έκθεση σε ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία καθόλου, και ιδιαίτερα στη βάση της ανεμογεννήτριας».

7 ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ

7.1 ΜΕΤΡΑ ΜΕΤΡΙΑΣΜΟΥ

Προκειμένου να μειωθούν οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις του έργου ή της δραστηριότητας που περιγράφεται στην ΜΠΕ, ο μελετητής έχει ετοιμάσει μια λεπτομερή περιγραφή των βημάτων που θα ληφθούν για την αποφυγή ή τη μείωση αυτών των επιπτώσεων «ΥΑ οικ. 170225/2014». Αυτό περιλαμβάνει τη χρήση μιας συγκεκριμένης δομής για την αξιολόγηση και την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου., όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο 3.

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν είναι:

- «Πρόληψη – Αποφυγή»
- «Μείωση της Έντασης και Έκτασης»
- «Αποκατάσταση»

Η περιγραφή των προτεινόμενων αντίμετρων θα πρέπει να περιλαμβάνει τη θέση, το μέγεθος, τον τύπο και την εφαρμοσμένη τεχνολογία του έργου ή της δραστηριότητας όπως περιγράφεται στην προτεινόμενη λύση.

Όπως ορίζει η «ΥΑ οικ. 170225, Παράρτημα 2, άρθρο 10.8», οι προτάσεις θα πρέπει να διακριθούν σύμφωνα με τη φάση στην οποία είναι το κάθε έργο:

(α) «προτάσεις μέτρων που αφορούν στη φάση σχεδιασμού, οι οποίες θα πρέπει να συνοδεύονται από την κατάδειξη του σταδίου σχεδιασμού που θα τις ενσωματώσει, καθώς και από το είδος της τεχνικής έγκρισης που θα οριστικοποιήσει την ενσωμάτωση των σχετικών μέτρων»

(β) «προτάσεις μέτρων που αφορούν στη φάση κατασκευής, οι οποίες θα πρέπει να συνοδεύονται από αναφορά σχετικά με τις τεχνικές και οργανωτικές απαιτήσεις που δημιουργεί η λήψη των μέτρων αυτών»

(γ) «προτάσεις μέτρων που αφορούν στη φάση λειτουργίας, οι οποίες θα πρέπει να συνοδεύονται από συσχετισμό με το πρόγραμμα περιβαλλοντικής διαχείρισης, καθώς και με δράσεις παρακολούθησης»

(δ) «προτάσεις μέτρων που αφορούν στη φάση παύσης λειτουργίας και αποκατάστασης, οι οποίες θα πρέπει να συνοδεύονται από τον τρόπο διάθεσης των υλικών και αποβλήτων που θα προκύψουν, τη διαμόρφωση χώρων πρασίνου, καθώς και την περιγραφή ή/και αναπαράσταση της τελικής μορφής του χώρου μετά την αποκατάσταση»

Ο φορέας εκμετάλλευσης του έργου ή της δραστηριότητας θα λάβει διάφορα μέτρα για την αντιμετώπιση τυχόν περιβαλλοντικής ζημίας που προκαλείται από το έργο του. Αυτό περιλαμβάνει πράγματα όπως η εφαρμογή νέων πολιτικών και πρακτικών για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων του έργου τους στο περιβάλλον. Επιπλέον, ο διαχειριστής του έργου θα λάβει επίσης συγκεκριμένα μέτρα για την αντιμετώπιση τυχόν κοινωνικών ζητημάτων που θα μπορούσαν να προκύψουν από το έργο του. Αυτό περιλαμβάνει πράγματα όπως η συνεργασία με τις τοπικές κοινότητες για την αντιμετώπιση τυχόν ανησυχιών που μπορεί να έχουν σχετικά με το έργο.

Η αποτελεσματικότητα των προτεινόμενων μέτρων μπορεί να αξιολογηθεί μέσω της σύντομης περιγραφής και εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μετά την εφαρμογή τους. Εάν τα περιβαλλοντικά μέτρα, οι προϋποθέσεις και οι περιορισμοί που είναι ενσωματωμένα στο σχεδιασμό του έργου ή της δραστηριότητας κριθούν επαρκή, τότε στο κεφάλαιο για τα αντίμετρα θα πρέπει να συντάσσεται σχετική τεκμηρίωση για κάθε θεματική περιβαλλοντική ενότητα «Παράρτημα 2, άρθρο 10.5». Εάν τα προτεινόμενα αντίμετρα βρίσκονται χωρικά, θεματικά ή διοικητικά εκτός του έργου, τότε θα πρέπει να γίνεται η διατύπωση τους μόνο όταν δεν μπορούν να ενσωματωθούν στον σχεδιασμό του έργου και θα πρέπει να συνοδεύονται από λεπτομερή τεκμηρίωση της έλλειψης άλλης λύσης και από ενσωμάτωση κόστους πρότασης στο κόστος του έργου.

Προκειμένου να αποφευχθούν αρνητικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, πρέπει να λάβουμε αντίμετρα κατά των αιτιών αυτών των επιπτώσεων. Θα πρέπει να προσπαθήσουμε να αντιμετωπίσουμε όσο το δυνατόν περισσότερες από τις αιτίες, προκειμένου να μειώσουμε τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός έργου ή μιας δραστηριότητας. Τέλος, θα πρέπει να αξιολογήσουμε την αποτελεσματικότητα των αντίμετρων, καθώς και τις περιβαλλοντικές αλλαγές που παραμένουν μετά τη λήψη τους.

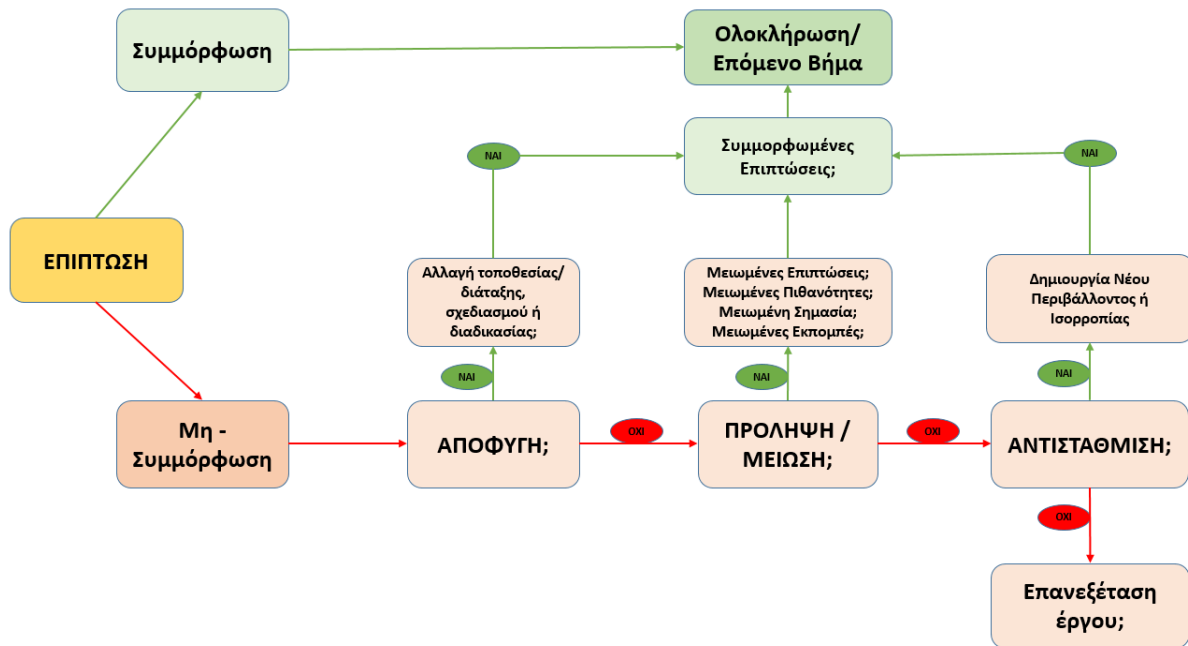
Σύμφωνα με τον «Οργανισμό Προστασίας Περιβάλλοντος των Ηνωμένων Πολιτειών (United States Environmental Protection Agency)» (EPA, 2017), οι τέσσερις καθιερωμένες στρατηγικές για τον μετριασμό των επιπτώσεων είναι η *αποφυγή, η πρόληψη, η μείωση και η αντιστάθμιση* όπου η αποτελεσματικότητά τους σχετίζεται με το στάδιο της διαδικασίας σχεδιασμού που λαμβάνονται υπόψη οι περιβαλλοντικές εκτιμήσεις. Η αποφυγή των επιπτώσεων εφαρμόζεται περισσότερο στα πρώτα στάδια ενώ η πρόληψη μπορεί να παρέχεται μέχρι και πολύ αργότερα. Ο μετριασμός της έσχατης λύσης όπως η αντιστάθμιση ή η επανόρθωση μπορεί να είναι η μόνη διαθέσιμη επιλογή για έργα μεγάλου μεγέθους τα οποία δεν μπορούν να αποφύγουν σημαντικές επιπτώσεις λόγω της ανάγκης του να υφίστανται σε μία συγκεκριμένη τοποθεσία.

Η αποφυγή, που συνήθως αναφέρεται σε στρατηγικά ζητήματα (επιλογή τοποθεσίας, διαμόρφωση τοποθεσίας, επιλογή τεχνολογίας), είναι γενικά η ταχύτερη, οικονομικότερη και πιο αποτελεσματική μορφή μετριασμού των επιπτώσεων. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις και η εξέταση των εναλλακτικών λύσεων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στο αρχικό στάδιο σχεδιασμού του έργου, έτσι, ο μετριασμός με αποφυγή μπορεί να θεωρηθεί μέρος της εξέτασης των εναλλακτικών λύσεων.

Η πρόληψη αναφέρεται συνήθως σε τεχνικά μέτρα, όπου δηλαδή υπάρχει πιθανότητα για μη αποδεκτές σημαντικές επιπτώσεις (π.χ. εκπομπές θορύβου) και στη συνέχεια λαμβάνονται μέτρα για περιορισμό της πηγής σε επιτρεπτό και αποδεκτό επίπεδο. Θεσπίζονται επίσης προληπτικά μέτρα για την πρόληψη των επιπτώσεων τυχαίων συμβάντων δυσμενών επιδράσεων. Π.χ. η εγκατάσταση λεκάνης κατακράτησης νερού πυρκαγιάς αποτελεί παράδειγμα μετριασμού τέτοιου κινδύνου μέσω της πρόληψης.

Η μείωση είναι μια πολύ κοινή στρατηγική για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων που δεν μπορούν να αποφευχθούν. Θεωρείται ως λύση αντιμετώπισης των τελικών περιβαλλοντικών συνεπειών (end of the pipe) αντί να στρέφεται σε λύσεις που να αντιμετωπίζουν τα αίτια των προβλημάτων ή τις συνδυασμένες επιπτώσεις της ρύπανσης στα επιμέρους περιβαλλοντικά μέσα και την αλληλεξάρτησή τους. Αν και αποτελεσματική θεωρείται λιγότερο βιώσιμη προσέγγιση.

Η αντιστάθμιση είναι μια στρατηγική που χρησιμοποιείται για την αντιμετώπιση ανεπιθύμητων ενεργειών που δεν μπορούν να προληφθούν ή να μειωθούν. Η επανόρθωση αντισταθμίζει ή εξουδετερώνει τις ανεπιθύμητες ενέργειες. Η αντιστάθμιση χρησιμεύει στη βελτίωση των αντίξοων συνθηκών με την εκτέλεση περαιτέρω εργασιών που επιδιώκουν την αποκατάσταση του περιβάλλοντος σε μια προσέγγιση της προηγούμενης κατάστασης του.



Εικόνα 38: Στρατηγικές για τον εντοπισμό κατάλληλων μέτρων μετριασμού που οδηγούν σε απόφαση για την εξέλιξη του έργου. Ιδία Επεξεργασία. (EPA, 2017)

Όλα τα μέτρα μετριασμού, συμπεριλαμβανομένων και αυτών που λήφθηκαν στα τελευταία στάδια της αξιολόγησης, πρέπει να περιγράφονται με σαφήνεια. Ο προσεκτικός συντονισμός για να διαπιστωθεί εάν χρειάζεται να αναφέρονται ή να αξιολογούνται σε άλλα τμήματα της αξιολόγησης είναι απαραίτητος. Τα μέτρα μετριασμού ενδέχεται να προκαλέσουν ακούσια έμμεσες επιπτώσεις, οπότε είναι πολύ σημαντικό να εξεταστούν πλήρως οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των επιπτώσεων και των σωρευτικών επιπτώσεων που προκύπτουν από αυτά. (EPA, 2017)

7.2 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

Για την παρακολούθηση, λαμβάνεται υπόψη η «ΥΑ οικ. 170225 (Βασικές προδιαγραφές ΜΠΕ, Παράρτημα 2.11)» για «τη διασφάλιση της εφαρμογής των περιβαλλοντικών όρων, περιορισμών και κανόνων θα πρέπει να προτείνεται συγκεκριμένο Σχέδιο Περιβαλλοντικής Διαχείρισης, το οποίο να περιλαμβάνει όλες τις φάσεις του έργου ή της δραστηριότητας, με στόχο την τήρηση και εφαρμογή τους και επομένως την αποτελεσματική προστασία του περιβάλλοντος, στις περιπτώσεις που είναι εφικτό, ενθαρρύνεται η υιοθέτηση συστήματος περιβαλλοντικής διαχείρισης κατά ISO 14000».

Το Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Παρακολούθησης είναι ένα σύνολο διαδικασιών και κατευθυντήριων γραμμών για την παρακολούθηση του περιβάλλοντος και την αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων ενός προτεινόμενου έργου στο περιβάλλον. Το πρόγραμμα θα περιλαμβάνει τη μέτρηση των περιβαλλοντικών παραμέτρων σε τακτά χρονικά διαστήματα

και την παρακολούθηση των αλλαγών που συνέβησαν ως αποτέλεσμα του έργου. Αυτές οι πληροφορίες θα διατίθενται στο κοινό για έλεγχο.

Η παρακολούθηση παρέχει διαβεβαίωση ότι τα προτεινόμενα συστήματα λειτουργούν όπως προβλέπεται. Αυτό επιτρέπει την πραγματοποίηση προσαρμογών των λειτουργιών για να διασφαλιστούν οι συνεχείς συμμορφώσεις με τους όρους συναίνεσης, όπως οριακές τιμές εκπομπών, συνθήκες λειτουργίας, κριτήρια/δείκτες απόδοσης και ανίχνευση απροσδόκητων αστοχιών μετριασμού. (EPA, 2017)

Είναι σημαντικό να αποφεύγεται η υπερβολική εξάρτηση από την παρακολούθηση, διότι αυτό έχει τη δυνατότητα να οδηγήσει σε λειτουργικές αλλαγές που δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής του έργου που υπόκειται σε έλεγχο κατά τη διαδικασία συναίνεσης. Η παρακολούθηση μετά τη συγκατάθεση δεν θα πρέπει επίσης να χρησιμοποιείται για να επιτρέπεται η αναβολή της συλλογής πληροφοριών που είναι απαραίτητες για την αξιολόγηση/συγκατάθεση.

Σε αυτό το πλαίσιο, είναι σημαντικό να διασφαλιστεί ότι η παρακολούθηση περιγράφεται στο πλαίσιο των λειτουργιών των διαδικασιών του έργου. Οι περιγραφές παρακολούθησης πρέπει να αναφέρονται σε διορθωτικά μέτρα που πρέπει να ληφθούν, καθώς και τα αρμόδια μέρη, δηλαδή ο προγραμματιστής ή/ και η αρχή συναίνεσης (εάν ξεπεραστούν τα όρια παρακολούθησης). Με αυτόν τον τρόπο, όλες οι προτάσεις και οι ενέργειες παρακολούθησης θα πρέπει να εκφράζονται ως σενάρια «αν-τότε». (EPA, 2017)

8 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ

8.1 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΑΙΟΛΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ

Οι προσπάθειες για μετριασμό των επιπτώσεων είναι πολλές και από αυτές εξαρτάται και η κοινωνική αποδοχή των αιολικών εγκαταστάσεων. Συνεπώς, η βελτίωση τους θα βελτιώσει και τη στάση του κοινού απέναντι στην αιολική ενέργεια.

Οι μελλοντικές τάσεις των επιπτώσεων των αιολικών σταθμών μπορεί να φανούν σε διάφορες διαστάσεις, όπως:

- Οι ίδιες οι επιπτώσεις, είτε η πρόοδος στην τεχνολογία θα τις κάνει πιο ήπιες ή ακόμα και θα τις εξαλείψει.
- Η δυνατότητα λεπτομερέστερης και αξιόπιστης αξιολόγησης των επιπτώσεων.
- Η πρόβλεψη διάφορων παραγόντων που επηρεάζουν την κοινωνική στάση απέναντι στην αιολική ενέργεια

Η προοπτική του μετριασμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων σχετίζεται με τη σωστή επιλογή της θέσης εγκατάστασης του αιολικού πάρκου, τη χρήση τεχνολογίας στον εξοπλισμό και τις εγκαταστάσεις, τη χρήση εργαλείων πληροφορικής και της Έρευνας & Ανάπτυξης για τη βελτίωση της γνώσης.

Η σωστή χωροθέτηση αποτελεί μείζον ζήτημα για πολλούς άλλους τεχνικούς και οικονομικούς λόγους. Ωστόσο, η σωστή επιλογή της τοποθεσίας του αιολικού πάρκου θα ελαχιστοποιήσει επίσης τις οπτικές επιπτώσεις, την όχληση από το θόρυβο, θα εξαλείψει σημαντικά προβλήματα χρήσης γης και θα αποφύγει τις επιπτώσεις στα πουλιά και άλλα ζώα.

Οι επιπτώσεις του θορύβου μετριάζονται με την ανάπτυξη νέων ανεμογεννητριών. Ήδη τα νέα μηχανήματα δημιουργούν πολύ λιγότερο θόρυβο από τα παλαιότερα, ο μηχανικός θόρυβος έχει εξαλειφθεί και ο αεροδυναμικός θόρυβος ελέγχεται με τη σωστή σχεδίαση των λεπίδων και τη χρήση νέων υλικών. Η πρόοδος στην ανάπτυξη εργαλείων αξιοποίησης των νέων τεχνολογιών πληροφοριών θα επηρεάσει τη λεπτομέρεια και την αξιοπιστία της εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Επιπλέον, η χωροθέτηση και ο σχεδιασμός των αιολικών σταθμών θα υποστηριχθεί με τη χρήση ειδικών εργαλείων λογισμικού. Τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών (GIS) καθώς και τα υπολογιστικά μοντέλα και τα μοντέλα προσομοίωσης, όπως το WindPRO, που είδαμε στις μελέτες περίπτωσης βοηθάνε στην βέλτιστη επιλογή τοποθεσίας για την εγκατάσταση των ανεμογεννητριών καθώς και στην πρόβλεψη και τον υπολογισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Η μαθηματική και πολυκριτηριακή βελτιστοποίηση, όπου οι περιβαλλοντικοί περιορισμοί μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν, θα υποστηρίζουν το πρόβλημα λήψης αποφάσεων.

Η αξιολόγηση οπτικού αντίκτυπου θα υποστηριχθεί με τη χρήση κατάλληλα σχεδιασμένων εργαλείων λογισμικού που θα μπορούν να προσομοιώνουν διάφορες απόψεις και να τις αξιολογούν υπό το φως των αντιδράσεων του κοινού πριν την υλοποίηση του έργου. Όταν προτείνεται μια συγκεκριμένη τοποθεσία, το GIS και η αξιολόγηση ορατότητας μπορούν να βοηθήσουν στον προσδιορισμό των επηρεαζόμενων περιοχών και του πιθανού βαθμού της οπτικής επίδρασης. Επομένως, οι πιο σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, δηλαδή η κακή αισθητική ολοκλήρωση, θα μπορούσαν ενδεχομένως να ελαχιστοποιηθούν εάν οι οπτικές

επιπτώσεις αξιολογηθούν προηγουμένως και το GIS μπορούσε να βοηθήσει πολύ προς αυτή την κατεύθυνση.

Ο προσδιορισμός της στάσης του κοινού πριν από την έναρξη μιας ιδέας έργου μπορεί να βοηθήσει στην επιλογή του χώρου και στο σύνολο του σχεδιασμού που μπορεί να υποστηριχθεί με τη χρήση εργαλείων σχεδιασμού και προσομοίωσης.

Σε αυτό το πλαίσιο, πιστεύεται ότι οι διασυνδέσεις μεταξύ των διαφόρων εργαλείων πληροφορικής σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο συστήματος υποστήριξης αποφάσεων θα βοηθήσουν προς αυτή την κατεύθυνση. Μολονότι σχετίζονται συγκεκριμένα με την τοποθέτηση των εξελίξεων αιολικών πάρκων σε αυτήν την περίπτωση, τα εργαλεία GIS και IT θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν σε άλλους τύπους αξιολόγησης για τους οποίους απαιτείται συναίνεση από μια σειρά ομάδων συμφερόντων.

8.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΚΑΙ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ ΣΤΗΝ ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η αιολική ενέργεια έχει δεσμευτεί για τη μετάβαση σε μία κυκλική οικονομία σύμφωνα με τη νέα Εγκύκλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης Σχέδιο Δράσης για την Οικονομία. Ήδη σήμερα, η αιολική βιομηχανία, επιδιώκει ενεργά να βελτιώσει την περιβαλλοντική απόδοση της αιολικής ενέργειας και περαιτέρω την ελαχιστοποίηση από περιβαλλοντικές επιπτώσεις στον κύκλο ζωής των ανεμογεννητριών. Για παράδειγμα:

- Η αιολική ενέργεια έχει τις λιγότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου σε όλο τον κύκλο ζωής της σε σύγκριση με άλλες πηγές ενέργειας.
- Οι ανεμογεννήτριες είναι προϊόντα μεγάλης διάρκειας ζωής - η τυπική διάρκεια ζωής μιας ανεμογεννήτριας είναι 20-25 χρόνια, με ορισμένες ανεμογεννήτριες να φτάνουν πλέον τα 35 με παράταση διάρκειας ζωής.
- Κατά την προμήθεια, το περιβαλλοντικό αποτύπωμα των προμηθευτών λαμβάνεται υπόψη και υπολογίζεται στις εκτιμήσεις του κύκλου ζωής της ανεμογεννήτριας.
- Κατά το διάστημα της χωροθέτησης και της εγκατάστασης, οι προγραμματιστές βελτιστοποιούν τη θέση των αιολικών πάρκων μέσω αξιολογήσεων περιβαλλοντικών επιπτώσεων καθώς και δέσμευσης με τοπικούς ενδιαφερόμενους φορείς για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων.
- Κατά τη λειτουργία, οι άμεσες περιβαλλοντικές επιπτώσεις είναι πολύ περιορισμένες.
- Κατά τον παροπλισμό, περίπου το 85 έως 90% της συνολικής μάζας των ανεμογεννητριών μπορεί να ανακυκλωθεί. Τα περισσότερα εξαρτήματα μιας ανεμογεννήτριας – το θεμέλιο, ο πύργος και τα εξαρτήματα στην ατράκτου – έχουν μακροχρόνιες πρακτικές ανακύκλωσης.

Ωστόσο, οι προκλήσεις παραμένουν: τα πτερύγια των ανεμογεννητριών είναι δύσκολο να ανακυκλωθούν λόγω των δεσμών του θερμοσκληρυνόμενου πλαστικού στα σύνθετα υλικά που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή τους. Ενώ υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες για την ανακύκλωση των σύνθετων υλικών στα πτερύγια και ένας αυξανόμενος αριθμός εταιρειών προσφέρει υπηρεσίες ανακύκλωσης σύνθετων υλικών, αυτές οι λύσεις δεν είναι ακόμη αρκετά ώριμες, ούτε ευρέως διαθέσιμες σε βιομηχανική κλίμακα ή/και ανταγωνιστικές στο κόστος. (2020, WindEurope)

Μια ανεμογεννήτρια αποτελείται από το θεμέλιο, τον ιστό, τη γεννήτρια και τα πτερύγια. Τα μέρη της τουρμπίνας ανακυκλώνονται αφού παύσει να χρησιμοποιείται.

Όπως αναφέρθηκε ως άνω και σύμφωνα με την ΕΛΑΤΑΕΝ (2020) «το ποσοστό ανακύκλωσης είναι 85 – 90% και στόχος του αιολικού κλάδου είναι να φθάσει στο 100% και γίνονται ήδη σημαντικές προσπάθειες για αυτό, ήδη, τα περισσότερα σύνθετα υλικά της γεννήτριας, του πυλώνα και των θεμελίων μιας ανεμογεννήτριας μπορούν να διατεθούν για δευτερογενείς χρήσεις».

Η πλειονότητα των απορριμμάτων σύνθετων υλικών θα προέλθει από άλλους τομείς το 2025 και όχι από ανεμογεννήτριες. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ανεμογεννήτριες αποτελούν μόνο ένα μικρό μέρος της συνολικής οικονομίας.

Η πρόκληση της ανακύκλωσης των πτερυγίων των ανεμογεννητριών είναι ότι είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά, παρόμοια με αυτά που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή πλοίων και σκαφών αναψυχής. Το εξωτερικό μέρος των λεπίδων είναι συνήθως από υαλοβάμβακα, ενώ η επικάλυψη τους γίνεται με στρώσεις πολυεστερικών υλικών. Εσωτερικά περιέχουν πολυμερή υλικά, όπως πολυεστέρα, PVC και εποξειδικά ή θερμοπλαστικά υλικά. Επιπλέον, περιέχουν σιδερένια μεταλλικά μέρη, κυρίως στο σημείο σύνδεσης των πτερυγίων με την πλήμνη, καθώς και αγωγούς χαλκού ή σιδήρου για αντικεραυνική προστασία. Η ανακύκλωση αυτών των σύνθετων υλικών είναι μια πρόκληση παγκοσμίως.

Όταν χρησιμοποιούνται πτερύγια, πρέπει να φροντιστεί ώστε να μην ρυπαίνουν το περιβάλλον. Εάν αυτό δεν είναι δυνατό, μπορεί να ανακυκλωθούν. (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2020)

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι διαχείρισης των πτερυγίων, ανάλογα με τον σκοπό. Η πρόληψη περιλαμβάνει τη μείωση της ποσότητας των σύνθετων υλικών που χρησιμοποιούνται στα πτερύγια, ενώ η επαναχρησιμοποίηση και η ανακύκλωση παρατείνουν τη ζωή των πτερυγίων και δημιουργούν νέα, χρήσιμα αντικείμενα από αυτά. Εάν δεν είναι δυνατή η επαναχρησιμοποίηση ή η ανακύκλωση, τα φτερά μπορούν να εναποτεθούν σε ένα μέρος όπου θα χρησιμοποιηθούν.



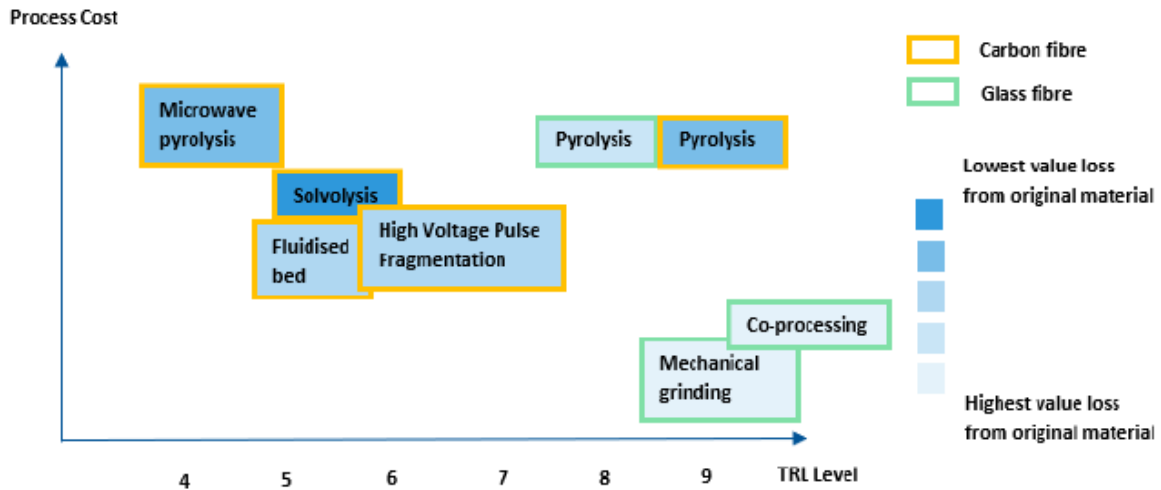
Εικόνα 39: Παιδική χαρά Wikado, Ρότερνταμ, Ολλανδία (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2020)



Εικόνα 40: Ηχοπετάσματα από ανακυκλωμένα σύνθετα υλικά, Κοπεγχάγη, Δανία (ΕΛΑΤΑΕΝ, 2020)

Η ανακύκλωση των πτερυγίων απαιτεί πολύ προσεκτική δουλειά. Τα τελευταία χρόνια έχει γίνει πολλή έρευνα για την εύρεση νέων και πιο αποτελεσματικών τρόπων ανακύκλωσης πτερυγίων. Υπάρχουν μερικές διαφορετικές τεχνικές που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι ανακυκλωτές πτερυγίων και η καθεμία έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Μερικές από τις διεργασίες που έχουν χρησιμοποιηθεί περιλαμβάνουν άλεσμα, πυρόλυση, κατακερματισμό παλμών υψηλής τάσης, διαλυτόλυση και αποτέφρωση. Όλες αυτές οι μέθοδοι έχουν τα δικά τους πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα και είναι σημαντικό να επιλέξετε τη σωστή για τα συγκεκριμένα πτερύγια που ανακυκλώνονται.

Η παρακάτω εικόνα παρέχει μια σύγκριση των υφιστάμενων τεχνολογιών σύνθετης επεξεργασίας λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο τεχνολογικής ετοιμότητας (TRL), το κόστος και την αξία του ανακτημένου υλικού. Ένας άλλος παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη είναι οι πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε τεχνολογίας, αλλά αυτές δεν έχουν ακόμη αξιολογηθεί πλήρως με τυποποιημένο τρόπο. Αυτή η επισκόπηση είναι ενδεικτική, βασίζεται στην τρέχουσα γνώση και θα βελτιωθεί περαιτέρω καθώς αναπτύσσονται οι τεχνολογίες. (2020, WindEurope)



Εικόνα 41: Σύγκριση τεχνολογιών ανακύκλωσης και ανάκτησης (2020, WindEurope)

Η «Απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Προϋποθέσεων» για ένα αιολικό πάρκο περιλαμβάνει τις προϋποθέσεις που πρέπει να πληροί ο κύριος του έργου κατά τη φάση κατασκευής και λειτουργίας του έργου. Μεταξύ των προϋποθέσεων αυτών προβλέπεται ότι, σε περίπτωση που για οποιοδήποτε λόγο διακοπεί η λειτουργία του αιολικού πάρκου, η εταιρεία οφείλει να αφαιρέσει τις εγκαταστάσεις που τοποθέτησε εντός της περιοχής και να επαναφέρει την περιοχή επέμβασης στην αρχική της μορφή.

Η τήρηση αυτών των όρων προβλέπονται και στο «άρθρο 26 του Ειδικού Χωροταξικού Πλαισίου για τις Α.Π.Ε (ΚΥΑ 49828/2008)» στο οποίο ορίζεται ότι: «Οι κάτοχοι αδειών λειτουργίας εγκαταστάσεων παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από Α.Π.Ε. υποχρεούνται, πριν από την καθ' οιονδήποτε τρόπο παύση λειτουργίας της εγκατάστασης, να αποκαθιστούν, με δικές τους δαπάνες και σύμφωνα με τους εγκεκριμένους περιβαλλοντικούς όρους, τους σχετικούς χώρους, μεριμνώντας ιδίως για την αποξήλωση και ασφαλή απομάκρυνση των εγκαταστάσεων, την αποκατάσταση της αυτόχθονης βλάστησης και την εν γένει επαναφορά των πραγμάτων στην προτέρα κατάσταση εφόσον αυτό είναι τεχνικά εφικτό»

Οι προϋποθέσεις για την αποκατάσταση του χώρου μετά το πέρας λειτουργίας του πάρκου, που περιέχονται στις ΑΕΠΟ είναι αυστηρότερες από τον νόμο των Α.Π.Ε. «άρθρο 8, παρ. 7 του ν.3468/2006», όπως τροποποιήθηκε με «το άρθρο 3 παρ.2 του ν.3851/2010» σύμφωνα με τον οποίο: «Μετά το πέρας της λειτουργίας του σταθμού Α.Π.Ε. ή Σ.Η.Θ.Υ.Α., ο φορέας του σταθμού υποχρεούται να αποξηλώσει τους υπερκείμενους του εδάφους εξοπλισμούς και να αποκαταστήσει κατά το δυνατό τις επεμβάσεις σύμφωνα με τους όρους που προβλέπονται στην απόφαση Ε.Π.Ο.».

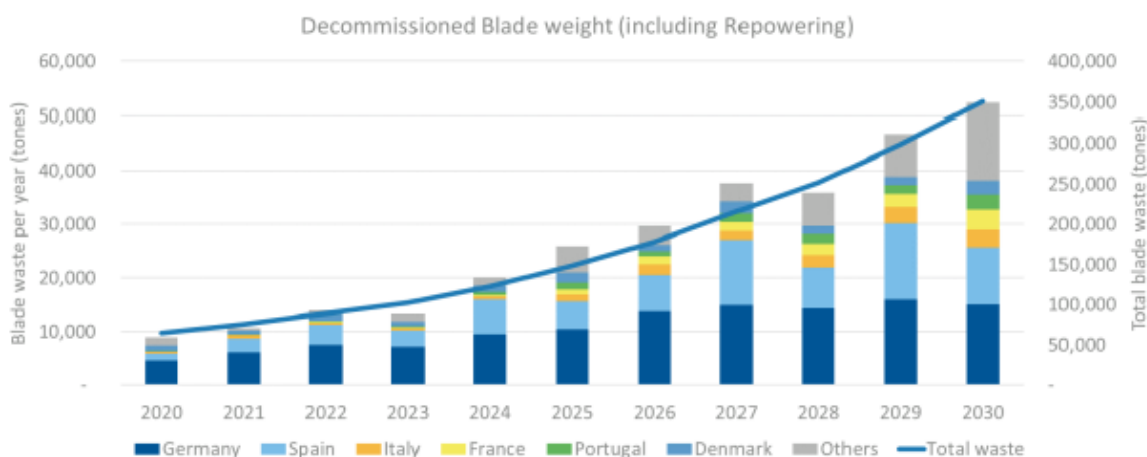
Στην αναφορά της WindEurope (2020), σήμερα 34.000 ανεμογεννήτριες είναι ηλικίας 15 ετών και άνω και αντιπροσωπεύουν 36 GW χερσαίας αιολικής ισχύος. Από τα 36 GW, περίπου 9 GW είναι ηλικίας 20-24 ετών και περίπου 1 GW είναι 25 ετών ή μεγαλύτερα. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγικής ικανότητας παλαιώσης βρίσκεται στη Γερμανία και ακολουθούν χώρες όπως η Ισπανία, η Ιταλία, η Γαλλία και η Πορτογαλία.

Ο χρόνος παροπλισμού δεν είναι ενιαίος. Οι ανεμογεννήτριες μπορούν να λειτουργήσουν πέρα από το χρόνο του αντίστοιχου συστήματος αποζημίωσης (π.χ. μέσω συμφωνιών αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας/ power purchase agreements (PPAs)). Αν και δεν υπάρχουν κίνητρα για

ανανέωση ενέργειας ή παράταση της διάρκειας ζωής επί του παρόντος στην Ευρώπη, μερικές χώρες συζητούν συγκεκριμένα μέτρα για την πρώτη γενιά των αιολικών πάρκων τους. Η Γερμανία στοχεύει να υποστηρίξει την ανανέωση τους, επιτρέποντας ταυτόχρονα στους ΡΡΑ μετά τη λήξη της 20ετίας feed-in-tariff (FIT) τους. Στην Ισπανία, τα έργα ανανέωσης ενέργειας θα μπορούσαν να έχουν αυτόνομες δημοπρασίες.

Μέχρι σήμερα, περίπου 4 GW δυναμικότητας έχουν παροπλιστεί στην Ευρώπη, αντιπροσωπεύοντας σχεδόν 50.000 τόνους σύνθετων απορριμμάτων. Τα επόμενα χρόνια, η ποσότητα των ετήσιων παροπλισμένων στροβίλων θα εξαρτηθεί από την πολιτική και τα κίνητρα που θα εφαρμοστούν καθώς και από τη χονδρική τιμή ηλεκτρικής ενέργειας. Ενώ ορισμένοι στρόβιλοι μπορεί να παροπλιστούν μετά από μόλις 15 χρόνια, μπορούμε με βεβαιότητα να πούμε ότι το μεγαλύτερο μέρος των στροβίλων θα παροπλιστεί μεταξύ των 20 και 30 ετών της ζωής τους. Μέχρι το 2030, η χερσαία αιολική βιομηχανία θα παροπλίσει δυνητικά επιπλέον 300.000 τόνους λεπίδων. Αυτό είναι μόνο ένα κλάσμα των συνολικών εκτιμώμενων σύνθετων αποβλήτων.

Ξεκινώντας από λιγότερους από 9.000 τόνους ετησίως, μπορούμε να αναμένουμε ότι τα απόβλητα λεπίδων θα φτάσουν περίπου τους 25.000 τόνους ετησίως έως το 2025 και έως τους 52.000 τόνους ετησίως έως το 2030. Οι περισσότερες από τις ανεμογεννήτριες θα παροπλιστούν για πρώτη φορά στη Γερμανία και την Ισπανία, με κάποια δραστηριότητα επίσης στη Δανία. Προς το τέλος της δεκαετίας, η Ιταλία, η Γαλλία και η Πορτογαλία θα παροπλίσουν επίσης μεγάλο αριθμό παλιών ανεμογεννητριών.



Εικόνα 42: Αναμενόμενος παροπλισμός πτερυγίων ανεμογεννητριών (κατ' όγκο) (2020, WindEurope)

Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας χρησιμοποιούνται για τη χάραξη μιας στρατηγικής βιώσιμης ανάπτυξης επειδή μπορούν να εξοικονομήσουν ενέργεια από την πλευρά της ζήτησης, να βελτιώσουν την απόδοση στην παραγωγή ενέργειας και να αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα με διαφορετικούς τύπους ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Κάθε ανάπτυξη θα πρέπει να εξετάζεται σε σχέση με το περιβάλλον που προκαλεί και θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη εάν είναι βιώσιμη - που σημαίνει ότι μπορεί να συνεχιστεί για μεγάλο χρονικό διάστημα χωρίς να προκαλεί προβλήματα. Η πράσινη ανάπτυξη είναι ένας νέος τρόπος σκέψης για το πώς πρέπει να ζούμε και θα πρέπει να εφαρμόζεται σε όλους τους τομείς της κοινωνίας. Ταυτόχρονα, είναι ένας μακροπρόθεσμος στόχος που θα μας βοηθήσει να βελτιώσουμε την ποιότητα της ζωής μας και να κάνουμε τον πλανήτη μας πιο βιώσιμο.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

- Binopoulos, E., Haviaropoulos, P., (2006). Environmental impacts of wind farms: myth and reality. Centre for Renewable Energy Sources (CRES), [online] Available from: <http://www.cres.gr/kape/publications/papers/dimosieyseis/CRESTRANSWINDENVIRONM ENT.doc>. [cited: 15 January 2022]
- Bishop, I. D., & Miller, D. R. (2007). Visual assessment of offshore wind turbines: the influence of distance, contrast, movement and social variables. *Renewable Energy*, 32(5), pp. 814-831.
- EMD International. User manual WindPro. Available from: www.emd-international.com/windpro/windpro-modules/environment-modules/shadow/ [cited: 12 January 2022]
- GH WindFarmer, (2009). Theory Manual 4.0. Available from: <http://www.ccpo.odu.edu/~klinck/Reprints/PDF/garradhassan2009.pdf> [cited: 05 June 2022]
- Global Wind Energy Council, (2022). Global Wind Report, *Annual Report 2021*. Brussels: Global Wind Energy Council.
- Haac, R., Darlow R., Kaliski, K., Rand, J., Hoen, B., (2022). In the shadow of wind energy: Predicting community exposure and annoyance to wind turbine shadow flicker in the United States. *Energy Research & Social Science*, 87, 102471.
- Harding, G., Harding, P., Wilkins, A., (2008). Wind turbines, flicker, and photosensitive epilepsy: Characterizing the flashing that may precipitate seizures and optimizing guidelines to prevent them. *Epilepsia*, 49(6), pp. 1095–1098.
- Herbert-Acero, J. F. Probst, O. Réthoré, P. E. Larsen, G. C. Castillo-Villar, K. K., (2014). A Review of Methodological Approaches for the Design and Optimization of Wind Farms. *Energies*, 7, pp.6930-7016.
- Hutardo, J.P., Fernandez, J., Parrondo, J.L., Blanco, E., (2004). Spanish method of visual impact evaluation in wind farms. *Renewable Sustainable Energy*, 8, pp. 483-91.
- International Organization for Standardization ISO. Acoustics—Attenuation of Sound During Propagation Outdoors—Part 2: General Method of Calculation; ISO 9613-2; International Organization for Standardization ISO: Geneva, Switzerland, 1996. 8.
- Jianu, O., Rosen, M.A., Greg, N., (2012). Noise Pollution Prevention in Wind Turbines: Status and Recent Advances. *Sustainability*, 4, pp. 1104-1117.
- Kaldellis, J.K., (2005). Social attitude towards wind energy applications in Greece. *Energy Policy*, 33(5), pp. 595–602.
- Kaldellis, J.K., Garakis, K., Kapsali, M. 2012. Noise impact assessment on the basis of onsite acoustic noise emission measurements for a representative wind farm. *Renewable Energy*, 41, pp. 306–314.

- Kaldellis, J.K., Kapsali, M., Kaldelli, E., Katsanou, E., (2013). Comparing recent views of public attitude on wind energy, photovoltaic and small hydro applications. *Renewable Energy*, 52, pp. 197–208.
- Kaldellis, J.K., Kapsali, M., Katsanou, E., (2012). Renewable energy applications in Greece - what is the public attitude. *Energy Policy*, 42, pp. 37–48.
- Katsaprakakis, D. A. (2012). A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lasithi, Crete. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), pp. 2850-2863.
- Kokologos D., Tsitoura I., Kouloumpis V., Tsoutsos T., (2014). Visual impact assessment method for wind parks: A case study in Crete. *Land Use Policy*, 39, pp. 110–120.
- Koutsos, T.M., Dimopoulos, G. C., Mamolos, A.P. (2010). Spatial evaluation model for assessing and mapping impacts on threatened species in regions adjacent to Natura 2000 sites due to dam construction using Geographical Information Systems (G.I.S.). *Ecological Engineering*, 36, pp. 1017–1027.
- Koutsos, T.M., Dimopoulos, G. C., Mamolos, A.P., (2011). Ecological impacts due to hydraulic technical projects to ecosystems near Natura 2000 network. In *Advances in the Research of Aquatic Environment*, pp.29-40.
- Lothian, A. (2008). Scenic perceptions of the visual effects of wind farms on South Australian landscapes. *Geographical Research*, 46(2), pp. 196-207.
- Ladenburg, J. (2009). Visual impact assessment of offshore wind farms and prior experience. *Applied Energy*, 86(3), pp. 380-387
- Ladenburg, J., Krause, G., (2009). Local Attitudes towards Wind Power: The Effect of Prior Experience. From Turbine to Wind Farms – Technical Requirements and Spin-Off Products [e-book]. Germany: Intech Open, Available from: https://books.google.gr/books?hl=el&lr=&id=LdCcDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA3&dq=Ladenburg,+2009+social+acceptance&ots=F4qI1Dwo_2&sig=8N7e0HeUMratblUVZSGBZNNHpZA&redir_esc=y#v=onepage&q=Ladenburg%2C%202009%20social%20acceptance&f=false [cited: 04 March 2022)
- 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, pp. 550-560.
- Manwell, J. F. McGowan, J. G. Rogers, A. L. (2009). *Wind Energy Explained: Theory, and Design and Application*. 2nd ed. Chichester: John Wiley & Sons Ltd. Available from: http://ee.tlu.edu.vn/Portals/0/2018/NLG/Sach_Tieng_Anh.pdf [cited: 20 February 2019]
- Martin, S. L., (2017). Wind Farms and NIMBYs: Generating Conflict, Reducing Litigation. *Fordham Environmental Law Review*. v 20, n 3, article 1. Available from: <https://core.ac.uk/download/pdf/144232149.pdf> [cited: 19 January 2019]
- Moller, B., (2006). Changing wind-power landscapes: regional assessment of visual impact on land use and population in Northern Jutland, Denmark. *Applied Energy*, 83, pp. 477–494

Noorollahi, Y., Yousefi, H., Mohammada, M., (2016). Multi-criteria decision support system for wind farm site selection using GIS. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 13, pp. 38–50.

Saidur, R., Rahim, N.A., Islam, M.R., Solangi, K.H., (2011). Environmental impact of wind energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 2423-2430.

Shang H. and Bishop I. D. (2000). Visual thresholds for detection, recognition and visual impact in landscape settings. *Journal of Environmental Psychology*, 20, pp. 125-140

Spais, A., Beltran, A., (2011). Social Acceptance of wind energy: The case of Skyros, a Greek non-interconnected island in the Aegean Sea. Available from: <https://www.haee.gr/media/3952/a-spais-social-acceptance-of-wind-energy.pdf> [cited: 18 December 2021]

Tegou, L., Polatidis, H., Haralampopoulos, D., (2010). Environmental management framework for wind farm siting: Methodology and case study. *Journal of Environmental Management*, 91, pp. 2134-2147.

Tsitoura, I., Kokologos, D., Tsoutsos, T., (2011). Aesthetic integration in the landscape of renewable energy systems using software. Methodology implementation in wind farms. *Anemologia*, pp. 34–36.

Tsoutsos, T.D., Tsouchlaraki, M., Tsiropoulos, M., Kaldellis, J., (2009). Visual impact evaluation methods of wind parks: application for a Greek island. *Wind Energy*, 33(1), pp. 83–92.

United Nations Environment Programme, (2018). Assessing Environmental Impacts – A Global Review of Legislation. Available from: <https://www.unep-wcmc.org/resources-and-data/assessing-environmental-impacts--a-global-review-of-legislation>. [cited: 12 February 2022]

United States Environmental Protection Agency, (2017). Guidelines on the information to be contained in environmental impacts assessment reports.

Wang, J., Jing, y., Zhang, C., Zhao, J., (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 13, pp. 2263–2278.

WindEurope, 2022. Wind Energy in Europe. 2021 Statistics and the outlook for 2022 – 2026.

WindEurope, 2020. How to build a circular economy for wind turbine blades through policy and partnerships, Available from: windeurope.org

Wroczynski, R., Sojka, M., Pyszny, K., (2016). The application of GIS and 3D graphic software to visual impact assessment of wind turbines. *Renewable Energy*, 96, pp. 625-635.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Διαδικτυακή Πύλη Γεωχωρικών Πληροφοριών Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΠΕΝ). Διαθέσιμο στο: http://mapsportal.ypen.gr/layers/geonode:gr_clc2018 [Πρόσβαση: 23/03/2022]

ΕΛΑΤΑΕΝ, (2009). Ανάλυση Επιπτώσεων από την εγκατάσταση και λειτουργία αιολικών πάρκων. Διαθέσιμο στο: <https://eletaen.gr/wp-content/uploads/2018/05/2009-05-analisi-epiptoseis-ap.pdf> [Πρόσβαση: 03/03/2022]

ΕΛΑΤΑΕΝ, (2012). Το Αναπτυξιακό Πακέτο για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας με έμφαση στην Αιολική Ενέργεια 2013-2014. Διαθέσιμο στο: <https://eletaen.gr/wp-content/uploads/2018/06/2012-12-19-anaptixiako-paketo-gia-ape.pdf> [Πρόσβαση: 04/03/2022]

Ζητουνιάτης, Γ., (2019). Επιπτώσεις της αιολικής ενέργειας στο περιβάλλον και στην αισθητική του τοπίου. Διπλωματική εργασία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Κοκολόγος, Δ., (2012). Αισθητική χωροθέτηση μεγάλων εγκαταστάσεων ΑΠΕ. Διπλωματική Εργασία. Πολυτεχνείο Κρήτης.

Κουτσός, Θ., Μενεξές, Γ., (2017). Προδιαγραφές Μελετών Περιβαλλοντικών Έργων και Διαδικασία Αδειοδότησης Τεχνικών Έργων και Δραστηριοτήτων [online] Διαθέσιμο στο: https://www.researchgate.net/publication/320876755_Prodiagraphes_Meleton_Periballontikon_Eriptoseon_kai_Diadikasia_Adeiodeses_Technikon_Ergon_kai_Drasterioteton [Πρόσβαση: 23/01/2022]

Λιόρδος, Β., (2014). Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων. Σημειώσεις Μαθήματος ν.1.14. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης.

Μπουλογιάργος, Δ., Χριστόπουλος, Κ., Παπαποστόλου, Ι., Καλδέλλης, Ι.Κ., (2018). Κοινωνική Αποδοχή Αιολικών και Φωτοβολταϊκών έργων στην Ελλάδα της οικονομικής κρίσης. 11^ο Εθνικό Συνέδριο για τις Ήπιες Μορφές Ενέργειας, Θεσσαλονίκη: 14-16/03/2018.

Τριανταφυλλίδης, Ι., (2018). Χωροθέτηση χερσαίων αιολικών πάρκων με τη χρήση Πολυκριτηριακής Ανάλυσης και Συστημάτων Γεωγραφικών Πληροφοριών: Η περίπτωση της Τήνου. Διπλωματική εργασία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Χαλκιάς, Χ., (2015). Γεωγραφική Ανάλυση με την αξιοποίηση της Γεωπληροφορικής. [e-book]. Αθήνα: Ελληνικά Ακαδημαϊκά Συγγράμματα και Βοηθήματα. Διαθέσιμο στο: <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/4546> [Πρόσβαση: 7 Δεκεμβρίου 2021]

Επίσημες ιστοσελίδες του διαδικτύου

Διαχειριστής ΑΠΕ και Εγγυήσεων Προέλευσης (ΔΑΠΕΕΠ) (www.dapeep.gr)

Διαδικτυακή Πύλη Ευρωπαϊκής Ένωσης (www.europa.eu).

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος (ΕΣΥΕ) (www.statistics.gr).

Ελληνική Επιστημονική Ένωση Αιολικής Ενέργειας (ΕΛΑΤΑΕΝ) (www.elataen.gr)

Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ) (www.rae.gr).

Τράπεζα Πληροφοριών Νομοθεσίας (www.e-nomothesia.gr)

Υπουργείο Περιβάλλοντος και Ενέργειας (ΥΠΕΝ) (www.ypen.gov.gr).

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ – ΛΟΓΙΣΜΙΚΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΙΟΛΙΚΟΥ ΠΑΡΚΟΥ

WindPRO
Το λογισμικό WindPro είναι της εταιρίας EMD και είναι ένα από τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο πακέτο λογισμικού αιολικής ενέργειας στον κόσμο με περισσότερους από 2.500 κατόχους αδειών σε περισσότερες από 100 χώρες.
Καλύπτει όλες τις πτυχές που σχετίζονται με την ανάπτυξη και τον σχεδιασμό αιολικών πάρκων με: <ul style="list-style-type: none">• Ανάλυση δεδομένων ανέμου• Χαρτογράφηση αιολικών πόρων• Μικρό-τοποθέτηση• Αναλύσεις καταλληλότητας τοποθεσίας• Εκτίμηση παραγωγής ενέργειας• Βελτιστοποίηση διάταξης• Υπολογισμοί περιβαλλοντικών επιπτώσεων• Οπτικοποιήσεις• Ηλεκτρολογικοί και οικονομικοί υπολογισμοί
Έχει δυνατότητες για λεπτομερείς αναλύσεις παραγωγής αιολικών πάρκων σε λειτουργία με βάση καταγεγραμμένα δεδομένα

Όσον αφορά τις **περιβαλλοντικές επιπτώσεις** διαθέτει τα εξής εργαλεία:

Να σημειωθεί ότι το εργαλείο windPRO BASIS είναι προαπαιτούμενο διότι σε αυτό καταχωρούνται όλα τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν μετέπειτα στο υπολογισμό των διάφορων περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

SHADOW
Το εργαλείο SHADOW καθιστά δυνατό τον υπολογισμό των ετήσιων ωρών της περιστρεφόμενης σκιάς που δημιουργείται από μία ή περισσότερες ανεμογεννήτριες είτε σε καθορισμένους αποδέκτες είτε για μια δεδομένη περιοχή.
<ul style="list-style-type: none">• Χάρτες Σκίασης Δημιουργία χαρτών με την έκθεση στην περιστρεφόμενη σκιά των ανεμογεννητριών λαμβάνοντας υπόψη την ορογραφία και τη γεωγραφία της περιοχής.• Μοντέλο πραγματικής υπόθεσης Υπολογίζεται με ακρίβεια η περιστρεφόμενη σκιά λαμβάνοντας υπόψη τις ώρες λειτουργίας των ανεμογεννητριών, τις κατευθύνσεις του ανέμου και τις μηνιαίες πιθανότητες ηλιοφάνειας.• Περιορισμός σκίασης με τη δημιουργία ημερολογίου Δημιουργία ημερολογίου στο οποίο φαίνεται πότε οι υποδοχείς αντιλαμβάνονται την περιστρεφόμενη σκιά και πότε πρέπει να διακοπεί η λειτουργία των ανεμογεννητριών για μετριασμό.• Υποδοχείς της σκίασης

Ορίζονται οι υποδοχείς της έκθεσης στην περιστρεφόμενη σκιά ως σημείο (π.χ. παράθυρο) ή ως περιοχή (π.χ. ένας κήπος)

Δημιουργείται αναλυτική αναφορά (report) που τεκμηριώνονται οι επιπτώσεις της έκθεσης στην περιστρεφόμενη σκιά από τις ανεμογεννήτριες.

Είναι διαθέσιμοι διάφοροι τύποι αποτελεσμάτων όπως ο ετήσιος αριθμός ωρών της σκίασης, ο αριθμός των ημερών και ο μέγιστος αριθμός των λεπτών της περιστρεφόμενης σκιάς εντός μιας ημέρας σε μια δεδομένη περιοχή, όπως ένα παράθυρο, μια βεράντα κ.λπ.

Τα αποτελέσματα μπορούν επίσης να παρουσιαστούν σε ημερολόγιο, σε γραφήματα ή σε χάρτη. Μπορεί να πραγματοποιηθεί επίσης, ένας υπολογισμός του χειρότερου σεναρίου που βασίζεται στις χειρότερες καιρικές και λειτουργικές συνθήκες (συνεχόμενη ηλιοφάνεια κατά τη διάρκεια της ημέρας, οι ανεμογεννήτριες πάντα σε λειτουργία) ή ένα πραγματικό σενάριο με βάση τα εισαγόμενα ηλιακά στατιστικά στοιχεία και τις ώρες λειτουργίας των ανεμογεννητριών ανά κατεύθυνση ανέμου. Τα ηλιακά στατιστικά στοιχεία μπορούν να ληφθούν από μια ενσωματωμένη βάση δεδομένων, ενώ το τελευταίο μπορεί να υπολογιστεί αυτόματα όταν υπάρχει υπολογισμός ενέργειας.

Εάν οι ανεμογεννήτριες υπερβαίνουν το επιτρεπόμενο όριο στην έκθεση της περιστρεφόμενης σκιάς που προκαλούν, το υπολογισμένο ημερολόγιο για κάθε ανεμογεννήτρια μπορεί να εξαχθεί απευθείας και να εφαρμοστεί στα συστήματα ελέγχου των ανεμογεννητριών. Οι συσσωρευμένες ώρες που θα σταματήσει η λειτουργία της ανεμογεννήτριας λόγω σκίασης μπορούν να καταχωρηθούν σε έναν υπολογισμό απώλειας και αβεβαιότητας.

DECIBEL

Το εργαλείο DECIBEL διευκολύνει τον υπολογισμό των επιπτώσεων του θορύβου ενός αιολικού πάρκου, τη διαδραστική προσαρμογή της διάταξης της ανεμογεννήτριας και τη δημιουργία τεκμηρίωσης χρησιμοποιώντας τα ενσωματωμένα μοντέλα υπολογισμού της συγκεκριμένης χώρας.

- **Μοντέλα για συγκεκριμένες χώρες**
Το DECIBEL περιλαμβάνει πολλά μοντέλα για συγκεκριμένες χώρες, καθιστώντας εύκολη την τήρηση των κανονισμών της κάθε χώρας
- **Σχεδιασμός με iso-lines**
Χρήση ισογραμμών στον χάρτη ώστε να φαίνεται ποιες γειτονικές εκτάσεις θα επηρεαστούν από τον θόρυβο
- **Σύγκριση νέων και παλιών ανεμογεννητριών**
Λαμβάνει υπόψη τις υπάρχουσες ανεμογεννήτριες για τον υπολογισμό του θορύβου αλλά και αυτών που πρόκειται να εγκατασταθούν.
- **Πολύγωνα ή Σημεία**
Ορίζονται οι υποδοχείς θορύβου ως πολύγωνα ή σημεία

Δημιουργείται αναλυτική αναφορά (report) που τεκμηριώνει την υπολογιζόμενη επίδραση θορύβου για κάθε δέκτη θορύβου και ανεμογεννήτριας.

Μπορούν να συμπεριληφθούν και οι υφιστάμενες και οι νέες ανεμογεννήτριες και είναι δυνατός ο καθορισμός ευαίσθητων θέσεων (σημείων) στον θόρυβο καθώς και περιοχών που περιγράφονται από πολύγωνα. Για το τελευταίο, η windPRO υπολογίζει το σημείο στη γραμμή του πολυγώνου με τον υψηλότερο αντίκτυπο θορύβου και επιστρέφει τις συντεταγμένες και το επίπεδο θορύβου για το σημείο της αναφοράς. Ο υπολογισμός του θορύβου βασίζεται στα δεδομένα εκπομπής θορύβου σε ύψος 10 μέτρων ή σε ύψος

πλήμνης (στοιχεία Lwa ή οκτάβας) της ανεμογεννήτριας, που συνήθως βρίσκονται στον κατάλογο της windPRO αλλά μπορούν να εισαχθούν και χειροκίνητα.

Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα μοντέλα διάδοσης είναι διαθέσιμα και ενημερώνονται ανάλογα με τις ανάγκες κάθε χώρας για τους υπολογισμούς. Για κάθε πολύγωνο/θέση, το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο θορύβου ορίζεται αυτόματα για τη χώρα (εάν είναι γνωστό) ή μπορεί να εισαχθεί μεμονωμένα. Η απόσταση από το όριο μπορεί να υπολογιστεί έτσι ώστε να είναι δυνατό να δούμε πόσο κοντά στο επιτρεπόμενο όριο βρίσκεται μια κατοικία. Επίσης, είναι δυνατό να εισαχθεί το επίπεδο θορύβου περιβάλλοντος χωρίς τις ανεμογεννήτριες, εάν αυτό είναι γνωστό, και στη συνέχεια να υπολογιστεί ο πρόσθετος θόρυβος που προκαλείται από τις ανεμογεννήτριες. Οι ευαίσθητες στο θόρυβο περιοχές ή/και οι θέσεις εισάγονται γραφικά σε έναν χάρτη στην οθόνη. Για κάθε περιοχή/θέση, μπορεί να εισαχθεί μια ελάχιστη απόσταση από την πλησιέστερη ανεμογεννήτρια και η μέγιστη επιτρεπόμενη επίδραση θορύβου σε dB(A).

Τα ακόλουθα μοντέλα διάδοσης θορύβου περιλαμβάνονται επί του παρόντος στο DECIBEL για τη διενέργεια υπολογισμών:

- ISO 9613-2 general, International Standard
- ISO 9613-2, Germany
- ISO 9613-2, UK
- ISO 9613-2, France
- ISO 9613-2, Norway
- ISO 9613-2, Poland
- ISO 9613-2, Finland
- Denmark; The Guidelines of the Dept. of Environment, 2015 (including low Frequency)
- Netherlands: “Reken- en meetvoorschrift windturbines”, 2011
- Finland low frequency; Ympäristöhallinnon Ohjeita 2, 2014, Modelling av buller från vindkraftverk
- Sweden: Ljud från landbaserade vindkraftverk, Naturvårdsverket, 2009.
- Norway: Miljødirektoratet, 2015/2017
- and all the former codes for Denmark, Netherlands, Germany and Sweden to allow recalculations

ZVI – Zone of Visual Influence

Το εργαλείο ZVI υπολογίζει και τεκμηριώνει την ορατότητα των ανεμογεννητριών από οποιοδήποτε σημείο του τοπίου. Η σωρευτική οπτική επίδραση των αιολικών πάρκων μπορεί επίσης να υπολογιστεί καθώς και ένας χάρτης σχεδιασμού της μη ορατότητας των ανεμογεννητριών για ραντάρ.

Ένας υπολογισμός οπτικής όχλησης μπορεί να διακρίνει τη μερική και την πλήρη ορατότητα επιλέγοντας το πάνω μέρος της ανεμογεννήτριας ως ύψος πλήμνης ή ύψος κορυφής πτερυγίου. Η οριζόντια και η κατακόρυφη υποτεινούσα γωνία που ορίζεται μπορεί επίσης να υπολογιστεί για την καλύτερη κατανόηση της οπτικής όχλησης. Η κατακόρυφη υποτεινούσα γωνία δείχνει πόσο μεγάλες θα εμφανίζονταν οι ανεμογεννήτριες στο τοπίο. Η οριζόντια υποτεινούσα γωνία καταγράφει την έκταση στην οποία ένα αιολικό πάρκο θα καταλάβει το οπτικό πεδίο. Ο οπτικός αντίκτυπος των διαφορετικών διατάξεων μπορεί εύκολα να συγκριθεί και να τεκμηριωθεί με την επιλογή σύγκρισης των αποτελεσμάτων.

Με το radar ZVI υπολογίζεται αν οι ανεμογεννήτριες είναι ορατές από ένα ή περισσότερα ραντάρ και δίνεται το αντίστοιχο ύψος απόστασης. Ο χάρτης σχεδιασμού

του radar ZVI δείχνει τις περιοχές όπου θα μπορούσε να εγκατασταθεί μία ανεμογεννήτρια με συγκεκριμένες διαστάσεις, χωρίς να βρίσκεται στη γραμμή του οπτικού πεδίου των ραντάρ. Στη συνέχεια, το ZVI ελέγχει εάν η ακτίνα προσκρούει σε κάποιο λόφο, μια περιοχή (με καθορισμένο ύψος) ή ένα εμπόδιο και μετράει πόσες ακτίνες έχουν φτάσει στον προορισμό των Α/Γ. Το μοντέλο υπολογισμού λαμβάνει υπόψη την καμπυλότητα της γης.

Ο υπολογισμός γίνεται από ένα ψηφιακό μοντέλο ύψους που δημιουργείται από ψηφιακές γραμμές περιγράμματος ύψους ή ένα πλέγμα. Περιλαμβάνονται επίσης εμπόδια και περιοχές με ύψος (π.χ. δάση, φράκτες, χωριά κ.λπ.). Κάθε σημείο υπολογισμού στέλνει μια ακτίνα προς κάθε ανεμογεννήτρια. Τα απαραίτητα δεδομένα (WTGs, Radars, Areas, Line/Grid Objects) εισάγονται στο εργαλείο WindPRO BASIS.

- **Δεδομένα ύψους - Αντικείμενο γραμμής (γραμμές περιγράμματος ύψους)**
Τα δεδομένα ύψους μπορούν να οριστούν ως γραμμές ή σημεία πλέγματος. Τα δεδομένα μπορούν να φορτωθούν από ένα αρχείο ή να ληφθούν από δεδομένα windPRO On-line (π.χ. δεδομένα SRTM Η windPRO μπορεί να διαβάσει μορφές όπως αρχεία dxf xyz, shp, hgt, grd, χάρτες, asc και ntf.) Οι γραμμές περιγράμματος ύψους μπορούν επίσης να ψηφιοποιηθούν απευθείας σε οθόνη.
- **Αντικείμενο περιοχής (περιοχή με ύψος)**
Οι περιοχές μπορούν να ψηφιοποιηθούν απευθείας στην οθόνη ή να εισαχθεί ένα αρχείο με περιοχές (π.χ. αρχεία .shp). Σε κάθε τύπο περιοχής δίνεται ένα ύψος, π.χ. δάσος με χαμηλά ή ψηλά δέντρα, αστικές περιοχές κ.λπ. Μπορεί να οριστεί ένας αυθαίρετος αριθμός τύπων περιοχών και να δωθούν μεμονωμένα ύψη.
- **Εμπόδια**
Τα εμπόδια (τα οποία μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν σε υπολογισμούς WAsP) είναι πλαίσια που δημιουργούνται στον χάρτη για κτίρια, φράκτες κ.λπ.
- **Ραντάρ**
Μπορεί να εισαχθεί ένα ή περισσότερα ραντάρ. Ορίζονται από το πραγματικό ύψος τους πάνω από το επίπεδο του εδάφους που είναι το ύψος του κέντρου ακτινοβολίας.

IMPACT

Με το εργαλείο IMPACT μπορεί να δημιουργηθεί μια επισκόπηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (θόρυβος, περιστρεφόμενη σκιά και οπτική όχληση) ενός προτεινόμενου αιολικού πάρκου, όπως φαίνεται από τη σκοπιά του «γείτονα», διασφαλίζοντας διαφάνεια και πλήρη τεκμηρίωση σε μία μόνο αναφορά. Ο υπολογισμός IMPACT γίνεται με τα εργαλεία υπολογισμού windPRO: DECIBEL, SHADOW και ZVI.

Με το εργαλείο αυτό οι χρήστες μπορούν να παράγουν μια αναφορά για κάθε γείτονα. Τα αποτελέσματα του υπολογισμού παρατίθενται και αντικρούονται με τη νομοθεσία και τις απαιτήσεις προστασίας της περιοχής εάν υπάρχει και δίνεται μια απλή περιγραφή των διαφόρων οχλήσεων που υφίσταται.

NORD2000

Το NORD2000 είναι μια προηγμένη μηχανή υπολογισμού που αφορά το θόρυβο. Αναπτύχθηκε για τον θόρυβο της κυκλοφορίας και τα τελευταία χρόνια έχει επικυρωθεί για τον υπολογισμό του θορύβου της ανεμογεννήτριας.

Ένας υπολογισμός με το NORD2000 είναι μια προσπάθεια υπολογισμού του πραγματικού θορύβου που εμφανίζεται σε έναν δέκτη. Υπάρχουν πολλοί παράγοντες

που επηρεάζουν την επίδραση του θορύβου και επομένως υπάρχουν πολλές παράμετροι σε έναν υπολογισμό NORD2000. Είναι σημαντικό, πολλές από αυτές τις παραμέτρους ότι μεταβάλλονται χρονικά και έτσι ένας τυπικός υπολογισμός NORD2000 υπολογίζει τον θόρυβο για μια συγκεκριμένη κατάσταση που μπορεί να υπάρξει μόνο για λίγο.

Οι περισσότεροι επίσημοι κώδικες θορύβου ορίζουν συγκεκριμένες συνθήκες κατά τις οποίες ο θόρυβος από τις ανεμογεννήτριες πρέπει να συμμορφώνεται με ένα κρίσιμο επίπεδο κρούσης θορύβου. Συχνά αυτά κωδικοποιούνται σε συγκεκριμένα μοντέλα διάδοσης θορύβου, τα οποία πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Τέτοια μοντέλα υλοποιούνται στη μονάδα DECIBEL. Άλλες φορές απαιτούνται συγκεκριμένες συνθήκες, αλλά όχι συγκεκριμένο μοντέλο διάδοσης θορύβου. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το μοντέλο NORD2000 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την προσομοίωση αυτών των καταστάσεων.

Ο βασικός υπολογισμός NORD2000 υπολογίζει τη διάδοση του θορύβου από μια ανεμογεννήτρια σε έναν υποδοχέα (γείτονα) δεδομένου του συγκεκριμένου εδάφους, του ανέμου και των κλιματικών συνθηκών.

Ένα όχι ασήμαντο ζήτημα είναι να βρεθεί το επίπεδο θορύβου της πηγής της ανεμογεννήτριας. Αυτό είναι συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου σε αυτή και των προδιαγραφών της. Το επίπεδο θορύβου της πηγής χωρίζεται σε οκτώ οκτάβες ή 24 τρίτες οκτάβες.

Αυτή η εργασία μπορεί να περιπλέκεται από το γεγονός ότι οι ανεμογεννήτριες σε ένα αιολικό πάρκο σπάνια έχουν την ίδια ταχύτητα ανέμου την ίδια στιγμή και ότι η τοποθεσία της ταχύτητας αναφοράς ανέμου είναι συχνά απροσδιόριστη.

Το δεύτερο καθήκον είναι ο καθορισμός του εδάφους. Το ίδιο το έδαφος προκαλεί υποχώρηση του εδάφους. Αυτό υπολογίζεται ως συνάρτηση του σχήματος του εδάφους (περιγράμματα ύψους) και της ακουστικής σκληρότητας του εδάφους. Το σκληρό έδαφος όπως το νερό ή ένας χώρος στάθμευσης μπορεί να μειώσει πολύ λίγο θόρυβο, ενώ το μαλακό έδαφος όπως το φυσικό ή το γεωργικό έδαφος μειώνει αρκετά τον θόρυβο.

Το έδαφος θα επηρεάσει επίσης το προφίλ του ανέμου με τη μορφή τραχύτητας του εδάφους (μήκος τραχύτητας), που επηρεάζει την ατμοσφαιρική εξασθένηση.

Αυτό θα εξαρτηθεί επίσης από μια σειρά κλιματικών παραμέτρων. Αυτά είναι:

- Κατεύθυνση ανέμου
- Ταχύτητα ανέμου
- Υγρασία
- Θερμοκρασία
- Ισχύς αναταράξεων (άνεμος)
- Ισχύς στροβιλισμού (θερμοκρασία)
- Τυπική απόκλιση των διακυμάνσεων του ανέμου
- Κλίμακα θερμοκρασίας T

Οι τελευταίες πέντε από αυτές τις παραμέτρους είναι μάλλον εξωτικές και για ευκολία υπολογισμού έχουν μειωθεί σε τυπικές ρυθμίσεις για μέρα και νύχτα, καθαρό ουρανό και συννεφιά.

Με αυτές τις ρυθμίσεις για το επίπεδο θορύβου πηγής, το έδαφος και την ατμόσφαιρα, τα δεδομένα αποστέλλονται στη μηχανή υπολογισμού NORD2000, η οποία επιστρέφει το επίπεδο θορύβου που προκύπτει στον υποδοχέα από την ανεμογεννήτρια.

Τυπικοί υπολογισμοί θα ήταν ένας Υπολογισμός Σημείου που υπολογίζει ένα πολύ συγκεκριμένο σύνολο συνθηκών. Μια άλλη θα ήταν η ανάλυση εμπέλειας ή ταχύτητας/κατεύθυνσης όπου υπολογίζεται ένα εύρος ταχυτήτων και κατευθύνσεων ανέμου για να βρεθεί ο θόρυβος στο χειρότερο σενάριο.

Όσον αφορά το κόστος των εργαλείων WindPRO που αφορούν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

BASIS WTG Catalogue, Map Handling, Project Administration, Globe etc.	1.400 € pr user
Environment, SHADOW Flicker calculation for WTG or Wind Park of any neighbour (+isoline map)	1.300 € pr user
Environment, DECIBEL Noise calculation for WTG(s) or Wind Farm at any neighbour (+isoline map)	1.300 € pr user
Environment, ZVI Calculation of Zones of Visual Influence (area calculation + ZVI-map)	1.300 € pr user
Environment, IMPACT Complete print of the environmental impact impact of each neighbour (Requires DECIBEL, SHADOW and ZVI)	500 € pr user
Environment, NORD2000 (Advanced noise calculations)	2.000 € pr user

WINDFARMER

Το WindFarmer έχει αναπτυχθεί από την DNV GL με σκοπό το σχεδιασμό αιολικών πάρκων. Οι χρήστες του WindFarmer έχουν πρόσβαση πάνω από 26 χρόνια σε εξειδικευμένη τεχνογνωσία στην αιολική ενέργεια. Υποστηρίζει την ανάπτυξη αιολικών πάρκων, συμπεριλαμβανομένου του σχεδιασμού και της ανάλυσης, από το εννοιολογικό μοντέλο έως τον λεπτομερή σχεδιασμό.

Το WindFarmer είναι ένα εξελιγμένο και ευέλικτο πακέτο, σχεδιασμένο όχι μόνο για την πρόβλεψη της ενεργειακής απόδοσης ενός αιολικού πάρκου, αλλά και για:

- Μακροπρόθεσμη συσχέτιση μετρήσιμων ανεμολογικών δεδομένων
- Βελτιστοποίηση διάταξης αιολικού πάρκου
- Υπολογισμό θορύβου αιολικού πάρκου
- Τοποθέτηση ανεμογεννητριών με περιορισμό του θορύβου
- Σχεδιασμό ηλεκτρικής υποδομής και υπολογισμός απωλειών
- Υπολογισμός έκθεσης στην περιστρεφόμενη σκιά
- Πρόβλεψη έντασης αναταράξεων που προκαλείται από αιολικό πάρκο
- Χρηματοοικονομική μοντελοποίηση
- Οπτικοποίηση και φωτομοντάζ

Όσον αφορά την εκτίμηση των **περιβαλλοντικών επιπτώσεων** το λογισμικό διαθέτει τα εξής εργαλεία:

NOISE IMPACT

Οι λειτουργίες θορύβου στη βασική μονάδα Base Module επιτρέπουν στο χρήστη να εισάγει τα επίπεδα ισχύος ήχου των ανεμογεννητριών ώστε να γίνει εκτίμηση του θορύβου. Στόχος των λειτουργιών είναι ο σχεδιασμός αιολικών πάρκων εντός των νομικών ορίων με βάση την παροχή πληροφοριών σχετικά με τα επίπεδα ηχητικής

ισχύος της ανεμογεννήτριας. Υπάρχουν τρία μοντέλα θορύβου διαθέσιμα στο WindFarmer. Και τα τρία βασίζονται στο ISO 9613-2:

- Simple noise model
- Complex (ISO9613) General
- Complex (ISO9613) Alternative

Το μοντέλο Simple Noise υπολογίζει την ύφεση του θορύβου για μια απλή αντιπροσωπευτική συχνότητα και υποθέτει σκληρές επιφάνειες εδάφους.

Το μοντέλο Complex (ISO9613) General εξετάζει την ύφεση του θορύβου για ξεχωριστές ζώνες οκτάβων και περιλαμβάνει την επίδραση της υποχώρησης του εδάφους καθώς και τις κατευθυντικές μετεωρολογικές επιδράσεις.

Το μοντέλο Complex (ISO9613) Alternative περιλαμβάνει επίσης την υποχώρηση του εδάφους, ωστόσο σε αυτή την περίπτωση το αποτέλεσμα δεν είναι συνάρτηση της συχνότητας ή των καθορισμένων ιδιοτήτων του εδάφους.

Επιπλέον, έχει εφαρμοστεί ένα προσαρμοσμένο μοντέλο όπου όλες οι παράμετροι είναι ελεύθερα επιλέξιμες.

SHADOW FLICKER

Το Shadow Flicker Module προσομοιώνει την πορεία του ήλιου κατά τη διάρκεια του έτους και αξιολογεί για κάθε χρονικό διάστημα την πιθανότητα έκθεσης στην περιστρεφόμενη σκιά σε μία ή περισσότερες θέσεις υποδοχέα. Το εργαλείο αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί στο σχεδιασμό ενός αιολικού πάρκου για την εκπλήρωση των απαιτήσεων σχεδιασμού. Τα αποτελέσματα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για να τη μείωση της έκθεσης στους υποδοχείς παρέχοντας έλεγχο της ανεμογεννήτριας ή το σύστημα SCADA με ώρα και ημερομηνία εμφάνισης της περιστρεφόμενης σκιάς με τη διακοπή της λειτουργίας των ανεμογεννητριών.

Οι ακόλουθες εισροές στο μοντέλο WindFarmer απαιτούνται για την εκτίμηση της έκθεσης στην περιστρεφόμενη σκιά:

- Γεωγραφικό πλάτος όπου βρίσκονται τα αιολικά πάρκα (γ)
- Γεωγραφικό μήκος όπου βρίσκονται τα αιολικά πάρκα (λ)
- Ζώνη ώρας
- Ελάχιστη γωνία ανύψωσης του ήλιου
- Χρονικό διάστημα υπολογισμού
- Μέγιστη απόσταση από την Α/Γ για υπολογισμό
- Επίλυση σημείων υπολογισμού
- Τοποθεσίες Α/Γ και υποδοχέων σκιάς
- Διαστάσεις Α/Γ (ύψος πλήμνης, διάμετρος ρότορα, απόσταση μεταξύ ρότορα και τουρμπίνας κέντρο του πύργου)

Το γεωγραφικό πλάτος και το γεωγραφικό μήκος προέρχονται από το WindFarmer απευθείας από τις συντεταγμένες του αιολικού πάρκου.

VISUAL INFLUENCE

Αυτή η εφαρμογή διαθέτει εργαλεία για τη δημιουργία καλωδίων και τρισδιάστατων τοπίων έργων αιολικής ενέργειας, καθώς και χάρτες που δείχνουν την έκταση και το μέγεθος της οπτικής επίδρασης ενός αιολικού πάρκου σε διαφορετικές αποστάσεις. Μπορείτε επίσης να χρησιμοποιήσετε το εργαλείο ZVI για να δείτε την επίδραση ενός αιολικού πάρκου σε διαφορετικές αποστάσεις και να προσδιορίσετε τη φυσική εμφάνιση του κλιματιστικού που πρόκειται να απεικονιστεί. Επιπλέον, μπορείτε να εξάγετε

κινούμενα σχέδια και εφέ που κάνουν τα έργα αιολικής ενέργειας να φαίνονται πιο ρεαλιστικά.

Το κόστος των παραπάνω εργαλείων του WindFarmer φαίνεται στον παρακάτω πίνακα:

Base and Energy Module: maximize your yield Στο εργαλείο αυτό γίνεται η εκτίμηση θορύβου της ανεμογεννήτριας.	2.400 €
Visualisation Module: minimize your impact	2.400 €
Shadow Flicker Module: good planning avoids conflict	2.400 €