



ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΚΡΗΤΗΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ
ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ
ΕΡΕΥΝΩΝ



Διδρυματικό Πρόγραμμα
Μεταπτυχιακών Σπουδών



Εκτίμηση των επιπτώσεων της χωροθέτησης υποδομών
αιολικής ενέργειας σε ευάλωτα είδη αρπακτικών πτηνών
της Ελλάδας-Μεθοδολογική προσέγγιση για την
παραγωγή χαρτών ευαισθησίας

Ασπασία Αναγνωστοπούλου

Μεταπτυχιακή Εργασία Ειδίκευσης

Ηράκλειο, Μάρτιος 2020

Εξεταστική Επιτροπή:

Αν. Καθηγήτρια, Κωνσταντία Λύκα

Καθηγητής, Νικόλαος Πουλακάκης

Δρ., Σταύρος Ξηρουχάκης

Ευχαριστίες

Η εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας δεν θα γινόταν ποτέ εφικτή χωρίς την συνδρομή πλήθους ερευνητών, ορνιθολόγων, οργανώσεων και ανθρώπων οι οποίοι συμφώνησαν να μου παραχωρήσουν πλήθος ευαίσθητων δεδομένων που έχουν συλλέξει ανά δεκαετίες για τα είδη προστασίας που μελετώνται στην παρούσα εργασία και τα οποία μου εμπιστεύτηκαν. Ονομαστικά θα ήθελα να ευχαριστήσω πάρα πολύ για την παραχώρηση των δεδομένων τους τους:

Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Κρήτης (Εργαστήριο Οικολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος)

Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία

WWF Ελλάς

Εταιρεία Περιβαλλοντικών Συμβούλων NCC

Λαυρέντης Σιδηρόπουλος

Νικόλαος Τσιόπελας

Στρατής Μπουρδάκης

Καθώς και τον υπεύθυνο καθηγητή της διπλωματικής μου εργασίας, *κο Σταύρο Ξηρουχάκη*, χωρίς τη βοήθεια του οποίου η παρούσα διπλωματική δεν θα είχε ποτέ φτάσει στην επίτευξη του στόχου της. Η καθοδήγηση και αμέριστη συμπαράστασή του καθόλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας μου ήταν παραπάνω από πολύτιμη.

Επιπλέον, θα ήθελα πολύ να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Αν. Καθηγήτρια κα Κωνσταντία Λύκα, καθώς και τον συνεπιβλέπων Καθηγητή *κο Νικόλαο Πουλακάκη*, για το μεγάλο ενδιαφέρον που παρουσίασαν για το αντικείμενο της εργασίας μου καθώς και τις συμβουλές τους για την επιμέλεια του κειμένου και τις μελλοντικές κατευθύνσεις έρευνας που μου πρότειναν.

Ακόμη, θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα όλα τα μέλη του Εργαστηρίου Οικολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος για την αμέριστη συμπαράστασή τους, και ιδιαίτερα την κα Ελισάβετ Γεωργοπούλου για την πολύτιμη βοήθειά της σε μεθοδολογικά ζητήματα χαρτογράφησης και χρήσης συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (GIS), καθώς και τον *κο Μανώλη Νικολακάκη* ο οποίος με εισήγαγε στον κόσμο των GIS και παρέμεινε βοηθός μου όποτε και όταν τον χρειάστηκα.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά πλήθος καλών φίλων που ο καθένας και η καθεμία με τον τρόπο τους με βοήθησαν στην εκπόνηση αυτής της εργασίας και, ιδιαίτερα, την *Αρετή Σαγιάκου* που παρέμεινε εξαιρετική αρωγός στην προσπάθειά μου, καθώς και όλους αυτούς τους ανθρώπους που χρόνια τώρα με εμπνέουν εξαιτίας της μεγάλης κοινής μας αγάπης για τη φύση και που η

ενασχόλησή τους με το ζήτημα με ώθησε να επιλέξω το συγκεκριμένο θέμα διπλωματικής εργασίας για την ολοκλήρωση του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών μου.

Αφιερωμένη στο κίνημα

*«Ελεύθερα βουνά,
ελεύθερα νησιά χωρίς
αιολικά»*

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| Ευχαριστίες..... | 3 |
| Περίληψη..... | 9 |
| Abstract | 10 |
| 1. Εισαγωγή | 11 |
| 1.1 Γενικό πλαίσιο | 11 |
| 1.2 Επιπτώσεις Αιολικών Σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην ορνιθοπανίδα | 12 |
| 1.2.1 Θανάτωση λόγω άμεσης πρόσκρουσης..... | 13 |
| 1.2.2 Άμεση απώλεια ή υποβάθμιση βιοτόπου | 15 |
| 1.2.3. Εκτοπισμός λόγω όχλησης και φαινόμενο φραγμού ανάσχεσης..... | 16 |
| 1.2.4 Ευαίσθητα είδη | 18 |
| 1.3 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών | 18 |
| 1.4 Χαρτογράφηση ευαισθησίας (Sensitivity mapping) | 19 |
| 1.4.1 Εισαγωγή | 19 |
| 1.4.2 Στάδια χαρτογράφησης ευαισθησίας | 21 |
| 1.5 Μοντέλα Κατανομής Ειδών (Χάρτες Πρόβλεψης Μέγιστης Εντροπίας) | 24 |
| 1.6 Σκοπός της εργασίας | 26 |
| 2. Μεθοδολογία | 27 |
| 2.1 Περιοχή μελέτης..... | 27 |
| 2.2 Είδη μελέτης..... | 27 |
| 2.3 Συλλογή δεδομένων-Δεδομένα Φωλεοποίησης/Δεδομένα χαρτογράφησης | 29 |
| 2.4 Επεξεργασία Δεδομένων..... | 31 |
| 2.5 Ορισμός ζωνών ευαισθησίας | 32 |
| 2.6 Επικαλύψεις Αιολικών και Επικρατειών χωροκρατικών και αποικιακών ειδών | 33 |
| 2.7 Χαρτογράφηση ευαισθησίας | 34 |
| 2.7.1 Κριτήρια βαθμονόμησης της ευαισθησίας των ειδών..... | 35 |
| 2.7.2 Παραγωγή χάρτη ευαισθησίας | 36 |
| 2.7.3 Επικαλύψεις χαρτών ευαισθησίας με ΑΣΠΗ..... | 37 |
| 2.8 Μοντέλα Πρόβλεψης Κατανομής – Καταλληλότητας ενδιαιτήματος | 37 |
| 2.8.1 Επεξηγηματικές παράμετροι Μοντέλων Πρόβλεψης Δυνητικής Κατανομής των ειδών | 38 |
| 2.8.2 Επεξεργασία περιβαλλοντικών δεδομένων/υποβάθρων..... | 39 |

| | |
|--|----|
| 2.8.3 Ανάπτυξη Μοντέλου Μέγιστης Εντροπίας (Maxent)..... | 39 |
| 2.8.4 Παραγωγή ενοποιημένου χάρτη από το σύνολο των μοντέλων για κάθε είδος και υπολογισμός επικαλύψεων με ΑΣΠΗΕ | 41 |
| 3. Αποτελέσματα | 42 |
| 3.1 Συνολικά Δεδομένα | 42 |
| 3.2 Χάρτης απεικόνισης υφιστάμενων και σχεδιαζόμενων ΑΣΠΗΕ στην Ελλάδα..... | 44 |
| 3.3 Επικαλύψεις ζωνών ευαισθησίας ανά είδος με τους υφιστάμενους και σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ..... | 46 |
| 3.3.1 <i>Gyps fylvus</i> | 46 |
| 3.3.2 <i>Aegyptius monachus</i> | 47 |
| 3.3.3 <i>Neophron percnopterus</i> | 48 |
| 3.4.4 <i>Gypaetus barbatus</i> | 49 |
| 3.4.5 <i>Aquila chrysaetos</i> | 50 |
| 3.4.6 <i>Aquila fasciata</i> | 52 |
| 3.4.7 <i>Clanga pomarina</i> | 53 |
| 3.4.8 <i>Aquila heliaca</i> | 54 |
| 2.4.9 <i>Haliaeetus albicilla</i> | 55 |
| 3.4 Συγκεντρωτικοί χάρτες και πίνακες ποσοστών επικαλύψεων | 57 |
| 3.4.1 Επικαλύψεις ζωνών ευαισθησίας για το σύνολο των ειδών με τους υφιστάμενους και τους σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ | 57 |
| 3.5 Χαρτογράφηση ευαισθησίας | 62 |
| 3.5.1 Αποτελέσματα συστήματος βαθμολόγησης της ευαισθησίας των ειδών (Species Sensitivity Model) στους αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) | 62 |
| 3.5.2 Αθροιστικός χάρτης ευαισθησίας | 64 |
| 3.5.3 Επικαλύψεις ΑΣΠΗΕ ανά κλάση ευαισθησίας | 66 |
| 3.6 Χάρτης καταλληλότητας - ευαισθησίας..... | 69 |
| 3.6.1 Χάρτης ευαισθησίας..... | 69 |
| 3.6.2. Επικαλύψεις κλάσεων ευαισθησίας του μοντέλου πρόβλεψης με τους υφιστάμενους και σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ | 70 |
| 3.7 Στόχος για την Ενέργεια (2030)..... | 73 |
| 4. Συζήτηση..... | 77 |
| 5. Συμπεράσματα | 84 |
| Βιβλιογραφία | 86 |
| Παράρτημα 1..... | 93 |

| | |
|---|-----|
| Είδη μελέτης..... | 93 |
| 1. Όρνιο (<i>Gyps fulvus</i>)..... | 93 |
| 2. Μαυρόγυπας (<i>Aegyptus monachus</i>)..... | 99 |
| 3. Ασπροπάρης (<i>Neophron percnopterus</i>) | 103 |
| 4. Γυπαετός (<i>Gypaetus barbatus</i>)..... | 106 |
| 5. Χρυσαιτός (<i>Aquila chrysaetos</i>) | 110 |
| 6. Σπιζαιτός (<i>Aquila fasciata</i>)..... | 113 |
| 7. Κραυγαετός (<i>Clanga pomarina</i>) | 116 |
| 8. Βασιλαιτός (<i>Aquila heliaca</i>) | 119 |
| 9. Θαλασσαετός (<i>Haliaeetus albicilla</i>)..... | 122 |
| Παράρτημα 2..... | 124 |
| Κριτήρια βαθμολόγησης της ευαισθησίας των ειδών στις ανεμογεννήτριες (Species Sensitivity Factors)..... | 124 |

Περίληψη

Η αιολική ενέργεια θεωρείται ως μία περιβαλλοντικά φιλική και καθαρή ενέργεια για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής, αλλά χωρίς τον κατάλληλο χωροταξικό σχεδιασμό ενδέχεται να προκαλεί ιδιαίτερα δυσμενείς επιπτώσεις στην βιοποικιλότητα και στην προστασία της φύσης. Η Ελλάδα, ως χώρα με υψηλό αιολικό δυναμικό, τα τελευταία χρόνια έχει προσελκύσει πλήθος επενδυτικού ενδιαφέροντος για την ανάπτυξη αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς ωστόσο παράλληλα να εφαρμόζει πλήρως το κατάλληλο κανονιστικό πλαίσιο ώστε να εξασφαλίζεται η απρόσκοπτη προσπάθεια για την προστασία της βιοποικιλότητας, με αποτέλεσμα την ανάδυση ενός ζητήματος μείζονος σημασίας που αφορά τη σύγκρουση μεταξύ ενεργειακών συμφερόντων και προστασίας της φύσης. Σε αυτή την εργασία, εξετάζουμε τις επιπτώσεις της ανάπτυξης αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε εννέα είδη μεγάλων αρπακτικών πτηνών, γνωστών για το δυσμενές καθεστώς προστασίας τους στον ελλαδικό ή/και τον διεθνή χώρο και ευάλωτων στις επιπτώσεις των υποδομών αιολικής ενέργειας. Μέσω χωρικών αναλύσεων, εξετάσαμε το βαθμό επικάλυψης των ανεμογεννητριών από οποιαδήποτε κατηγορία αδειοδότησης με ζώνες ευαισθησίας γύρω από γνωστές θέσεις φωλεοποίησης κάθε είδους και εκτιμήσαμε το συνολικό αντίκτυπο που αυτές θα έχουν κάτω από το υποθετικό σενάριο υλοποίησης όλων των σχεδιαζόμενων έργων. Παράλληλα, προχωρήσαμε στην παραγωγή διαφορετικών χαρτών ευαισθησίας τόσο βάσει των γνωστών θέσεων φωλεοποίησης των ειδών αυτών όσο και βάσει ενός μοντέλου πρόβλεψης της κατανομής των ειδών αυτών στον ελλαδικό χώρο. Συνολικά, βρήκαμε ότι το ποσοστό δυνητικής επιρροής των ανεμογεννητριών στο σύνολο των επικρατειών των ειδών της μελέτης αγγίζει το 64.46%, ενώ για κάθε είδος ξεχωριστά, η συνολική επίπτωση είναι τουλάχιστον της τάξης του 30% για το σύνολο των επικρατειών του. Από τους χάρτες ευαισθησίας βρήκαμε ότι η συνολική επικάλυψη μεταξύ χωροθετημένων αιολικών σταθμών και επικρατειών βρίσκεται μεταξύ 8-10%, ενώ ακόμη και με τον πλήρη αποκλεισμό των ζωνών ευαισθησίας της μελέτης από τη χωροθέτηση αιολικών σταθμών, ο συνολικός στόχος της Ελλάδας για την ενέργεια ικανοποιείται κατά τουλάχιστον 4 φορές. Καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι δεδομένης της κατάστασης διατήρησης των ειδών της μελέτης και των υπόλοιπων απειλών που αυτά δέχονται, η ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα μπορεί να οδηγήσει σε εξαιρετικά δυσμενείς επιπτώσεις για τα είδη αυτά αν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα ορθού χωροταξικού σχεδιασμού με χρήση περιβαλλοντικών κριτηρίων.

Abstract

Wind energy is considered as an environmentally friendly and clean energy to tackle climate change, but without proper spatial planning it can have particularly adverse effects on biodiversity and nature conservation. Greece, as a country with high wind potential, in recent years has attracted a lot of investment interest in the development of wind farms without fully implementing though the appropriate regulatory framework to ensure all efforts to protect biodiversity, resulting in the emergence of a major issue concerning the conflict between energy interests and nature protection. In this thesis, we examine the effects of the development of wind power plants on nine large birds of prey, known for their adverse conservation status either in Greece only or globally, and vulnerable to the effects of wind energy infrastructure. Through spatial analyses, we examined the degree of overlap of wind turbines from any licensing category with sensitivity zones around known nesting sites of all nine species and estimated the overall impact that they will have under the hypothetical implementation scenario of all planned projects. At the same time, we proceeded to the production of different sensitivity maps both based on the known nesting sites of these species and also based on a model for predicting the distribution of these species in Greece. Overall, we found that the percentage of potential impact of wind turbines in the total territories of the study species reaches 64.46%, while for each species separately, the total impact is at least 30% for its territories in total. From the sensitivity maps we found that the total overlap between located wind farms and territories is between 8-10%, while even with the complete exclusion of the study sensitivity zones from the spatial siting of wind farms, Greece's overall energy target is met by at least 4 times. We conclude that given the conservation status of the study species and all the other threats they receive, the development of wind energy in Greece can lead to extremely adverse effects on these species if appropriate measures of proper spatial planning using environmental criteria are not taken.

1. Εισαγωγή

1.1 Γενικό πλαίσιο

Η χρήση εναλλακτικών πηγών ενέργειας, ιδιαίτερα οι αιολικοί σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ), γνωρίζουν ταχύτατη εξάπλωση τα τελευταία χρόνια λόγω της ολοένα και αυξανόμενης ζήτησης σε ενέργεια και της ανάγκης ελέγχου της ανθρωπογενούς κλιματικής αλλαγής που προκαλείται από τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (Huntley et al., 2006). Στην Ευρώπη γενικά, αλλά και ιδιαίτερα στην Ελλάδα, συμβαίνει μία πρωτοφανής αύξηση του ρυθμού εγκατάστασης ανεμογεννητριών ανά την επικράτεια ως αποτέλεσμα ευρωπαϊκών πολιτικών σχετιζόμενων με την αντιμετώπιση της κλιματικής κρίσης σύμφωνα με τις οποίες τα κράτη-μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης οφείλουν να συντάξουν εθνικούς στόχους ώστε να συμβαδίζουν με τις παγκόσμιες δράσεις για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (European Parliament, 2018). Συγκεκριμένα, η Ελλάδα έχει αναλάβει μέχρι το 2030 να καλύψει έναν στόχο βάσει του οποίου ένα ποσοστό άνω του 35% της εγκατεστημένης ισχύος της εγχώριας ηλεκτρικής ενέργειας να παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) και ειδικότερα **7.05 GW** εγκατεστημένης ισχύος να προέρχονται από υποδομές αιολικής ενέργειας (Εθνικός Στόχος για την Ενέργεια και το Κλίμα, 2019). Παρ'όλ'αυτά, αν και η αιολική ενέργεια θεωρείται μία «καθαρή» και περιβαλλοντικά φιλική μορφή ενέργειας (Leung & Yang, 2012) η προτεινόμενη αύξηση στον αριθμό των αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας έχει προβληματίσει την επιστημονική κοινότητα λόγω της κατά περίπτωση δυσμενούς επίδρασής τους στη βιοποικιλότητα, κυρίως όταν χωροθετούνται σε μέχρι πρότινος αδιατάρακτες περιοχές στις οποίες με την εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ η αυξανόμενη ανθρώπινη δραστηριότητα εγγυμονεί κινδύνους για την τοπική ευαίσθητη βιοποικιλότητα (Barrios & Rodríguez, 2004; De Lucas et al., 2008; Drewitt & Langston, 2006; Madders & Whitfield, 2006; Martín et al., 2018; Rehbein et al., 2020; Tellería, 2009; Thaxter et al., 2017).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση, παράλληλα με το υφιστάμενο νομικό πλαίσιο για την προστασία της φύσης που υποστηρίζεται κυρίως από τις Οδηγίες για τα πτηνά και τους οικοτόπους (Οδηγίες 2009/147/ΕΚ και 92/43/ΕΟΚ αντίστοιχα), έχει δημιουργήσει ένα ισχυρό συμβουλευτικό πλαίσιο για την καθοδήγηση των κρατών-μελών της Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα έργα αιολικής ενέργειας, με σκοπό τη σταδιακή αύξηση της χρήσης Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στην Ευρώπη με τρόπο τέτοιο ώστε να εξασφαλίζεται παράλληλα η ακεραιότητα των οικοσυστημάτων και οι στόχοι προστασίας της βιοποικιλότητας. Έτσι, ένα σύνολο νομικών εργαλείων που περιλαμβάνουν τον Περιβαλλοντικό Στρατηγικό Σχεδιασμό, την Εκτίμηση Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ) και την Εκτίμηση Σωρευτικών Επιπτώσεων διενεργούνται με στόχο η

ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας να συμβαδίζει με την προστασία και τη διατήρηση της φύσης.

Η Ελλάδα, παρότι διαθέτει θεσμικό πλαίσιο περιβαλλοντικής προστασίας και διατήρησης της φύσης, φαίνεται πως αποτυγχάνει στους στόχους για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας. Ειδικότερα, όσον αφορά τις ΑΠΕ, η Ελλάδα έχει καταγγεληθεί από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή ήδη από το 2014 για την ανεπάρκεια του Ειδικού Πλαισίου Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις ΑΠΕ (ΕΠΧΣΑΑ-ΑΠΕ, 2009) το οποίο χρονολογείται από το 2009 και έκτοτε δεν έχει αναθεωρηθεί. Παράλληλα, παρότι για τα αναπτυσσόμενα έργα αιολικής ενέργειας είναι υποχρεωτική η διενέργεια Μελετών Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ), αλλά και Ειδικών Οικολογικών Αξιολογήσεων (ΕΟΑ) όταν τα σχεδιαζόμενα έργα εντάσσονται εντός περιοχών Natura 2000, φαίνεται πως η ποιότητα πολλών εξ αυτών είναι χαμηλή (Vasilakis et al., 2017) μη διασφαλίζοντας την προστασία της βιοποικιλότητας όπως ορίζει το Ευρωπαϊκό κανονιστικό πλαίσιο. Ως εκ τούτου, παρατηρείται μία ελλιπής εφαρμογή του κανονιστικού πλαισίου για την εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ στην Ελλάδα, με αποτέλεσμα να απειλείται σοβαρά το καθεστώς προστασίας τόσο οικοτόπων γενικά όσο και των ευαίσθητων πτηνών, ειδικότερα.

1.2 Επιπτώσεις Αιολικών Σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην ορνιθοπανίδα

Οι ανεμογεννήτριες, για να είναι αποδοτικές, πρέπει να εγκαθίστανται σε ανοιχτές και εκτεθειμένες εκτάσεις όπου επικρατούν υψηλές μέσες ταχύτητες ανέμου. Αυτό σημαίνει ότι η χωροθέτησή τους συχνά προτείνεται σε κορυφογραμμές, υψίπεδα, ορεινές, παράκτιες ή υπεράκτιες περιοχές, δηλαδή σε περιοχές που συμπίπτουν με σημαντικά ενδιαίτηματα για αναπαραγόμενα, διαχειμάζοντα ή μεταναστευτικά είδη ορνιθοπανίδας. Οι επιπτώσεις των αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) ποικίλουν και εξαρτώνται από ένα εύρος παραγόντων που σχετίζονται κυρίως με τα τεχνικά χαρακτηριστικά του εκάστοτε έργου, την τοπογραφία της περιοχής εγκατάστασης, τους οικοτόπους που επηρεάζονται καθώς και από τον αριθμό και τα είδη πτηνών της περιοχής (Drewitt & Langston, 2006; Madders & Whitfield, 2006). Οι κύριες επιπτώσεις της αιολικής ενέργειας στην ορνιθοπανίδα διακρίνονται στις εξής 3 κύριες κατηγορίες:

1. Θανάτωση λόγω άμεσης πρόσκρουσης με τις πτέρυγες των ανεμογεννητριών ή/και λόγω πρόσκρουσης ή/και ηλεκτροπληξίας με τις γραμμές μεταφοράς του παραγόμενου ηλεκτρικού ρεύματος.
2. Άμεση απώλεια ή υποβάθμιση βιοτόπου λόγω της εγκατάστασης μόνιμων υποδομών για τους ΑΣΠΗΕ, κυρίως ανεμογεννητριών, αλλά και άλλων συνοδών έργων απαραίτητων για τη λειτουργία των ΑΣΠΗΕ.

3. Εκτοπισμός λόγω όχλησης/ Φαινόμενο φραγμού ανάσχεσης.

Άλλες, λιγότερο εμφατικές αλλά εξίσου σημαντικές επιπτώσεις στα πτηνά που μπορεί να προκληθούν από έναν ΑΣΠΗΕ είναι:

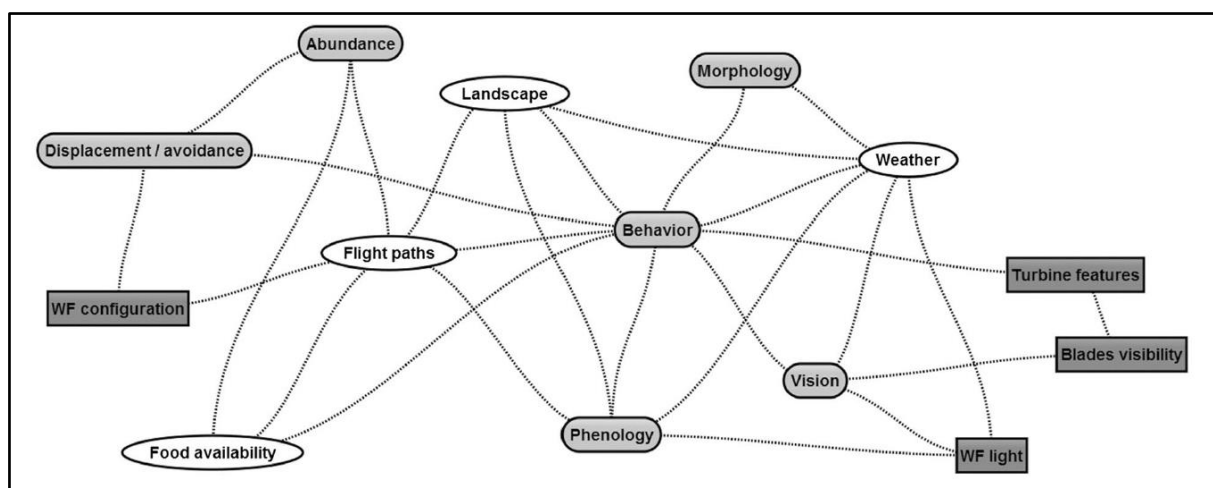
- Φαινόμενα «καταρράχτη» στις τροφικές αλυσίδες (trophic cascade effects) που επηρεάζουν τις δυναμικές θηράματος-θηρευτή και τις λειτουργίες του οικοσυστήματος (Thaker et al., 2018).
- Μόλυνση (σκόνη, φως, θόρυβος και δονήσεις, στερεά/υγρά απόβλητα).
- Έμμεσες επιπτώσεις από την αλλαγή χρήσης γης, την ενίσχυση της προσβασιμότητας της περιοχής από τον άνθρωπο ή την αυξημένη οικονομική δραστηριότητα.

Οι επιπτώσεις αφορούν όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός ΑΣΠΗΕ, από την κατασκευή και τη λειτουργία του (με τις αναμενόμενες περιόδους συντήρησης) έως τη λήξη του χρόνου ζωής του. Κάποιες από αυτές σχετίζονται περισσότερο με ένα ή δύο μόνο από τα στάδια του κύκλου ζωής του έργου, ενώ άλλες προκύπτουν σε κάθε στάδιο. Παράλληλα ένα σύνολο συνοδών έργων, όπως καλώδια που συνδέουν τις ανεμογεννήτριες μεταξύ τους με έναν υποσταθμό ανύψωσης τάσης, δίκτυα δρόμων πρόσβασης, αλλά και καλώδια υψηλής τάσης που συνδέουν τους υποσταθμούς με τα αντίστοιχα κεντρικά δίκτυα ηλεκτρικού ρεύματος, ενισχύουν τις επιπτώσεις της αιολικής ενέργειας στην ορνιθοπανίδα.

1.2.1 Θανάτωση λόγω άμεσης πρόσκρουσης

Η θνησιμότητα λόγω άμεσης πρόσκρουσης με τις ανεμογεννήτριες έχει αναδειχθεί ως το κυρίαρχο και πιο συχνά διαπιστωμένο περιβαλλοντικό πρόβλημα που σχετίζεται με την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας (Xirouchakis et al., 2019). Αναφέρεται κυρίως στη θνησιμότητα που προκύπτει από πρόσκρουση σε ανεμογεννήτριες, αλλά μπορεί επίσης να οφείλεται και σε πρόσκρουση σε καλώδια, γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος και ανεμολογικούς ιστούς ή ακόμη και στη θνησιμότητα λόγω πτώσης στο έδαφος σαν αποτέλεσμα του στροβολισμού που δημιουργείται από την κίνηση των πτερύγων (Drewitt & Langston, 2008). Παγκοσμίως, αναφέρονται διάφορες έρευνες που καταδεικνύουν υψηλή θνησιμότητα πτηνών λόγω υφιστάμενων ΑΣΠΗΕ (Barrios & Rodríguez, 2004; Drewitt & Langston, 2006; Smallwood & Thelander, 2008) αλλά και έρευνες που καταλήγουν σε σημαντικά χαμηλά επίπεδα θνησιμότητας σε συγκεκριμένους ΑΣΠΗΕ (De Lucas et al., 2008) οδηγώντας στο συμπέρασμα πως ο κίνδυνος πρόσκρουσης ενός πτηνού σε μια ανεμογεννήτρια ποικίλει. Πράγματι, έχει αποδειχθεί ότι η πιθανότητα πρόσκρουσης ενός πτηνού με μία ανεμογεννήτρια εξαρτάται από ένα σύνολο παραγόντων οι οποίοι σχετίζονται ταυτόχρονα με χαρακτηριστικά που αφορούν το είδος (μορφολογία, αντιληπτική ικανότητα, φαινολογία, συμπεριφορά ή αφθονία), την τοποθεσία (τύπος οικοτόπου, εναέριοι διάδρομοι μεταναστευτικών ή μη

πουλιών, τοπογραφία, διαθεσιμότητα τροφής, καιρός) και χαρακτηριστικά που αφορούν τον αιολικό σταθμό (τύπος ανεμογεννήτριας, φωτισμός, ταχύτητα περιστροφής πτερύγων κ.) (Ana Teresa Marques et al., 2014; Refoyo Román et al., 2020). Είναι σημαντικό να αναφερθεί, ωστόσο, πως συχνά οι εκτιμήσεις που γίνονται ως προς την πραγματική θνησιμότητα σε δεδομένους ΑΣΠΗΕ απέχουν από την πραγματικότητα κυρίως διότι από τον πραγματικό αριθμό των πτωμάτων που θα βρεθούν ή όχι, είναι πιθανό ένα ποσοστό αυτών να μην βρεθεί ποτέ είτε για λόγους που έχουν να κάνουν με τη δειγματοληπτική προσπάθεια και τις ικανότητες εντοπισμού των πτωμάτων από τους ερευνητές και τις ερευνήτριες είτε για λόγους που σχετίζονται με τη γρήγορη απομάκρυνση των πτωμάτων από πτωματοφάγα είδη (Smallwood et al., 2010, 2018; Smallwood & Bell, 2020). Από το σύνολο των μελετών που έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής αναφορικά με τη μελέτη της θνησιμότητας πτηνών λόγω σύγκρουσης με ΑΣΠΗΕ, μεγάλο μέρος της ερευνητικής δραστηριότητας επικεντρώνεται στην πρόβλεψη του κινδύνου πρόσκρουσης (Collision Risk Models) και της δυνητικής θνησιμότητας πτηνών σε σχεδιαζόμενα



Εικόνα 1. Σχέσεις μεταξύ των μεταβλητών που επηρεάζουν την ευαισθησία ενός είδους στη θνησιμότητα λόγω πρόσκρουσης με ανεμογεννήτριες. Marques et al., 2014

έργα (Barrios & Rodríguez, 2004; Bastos et al., 2016; Bellebaum et al., 2013; Bose et al., 2018; Martín et al., 2018; Martínez et al., 2010; Refoyo Román et al., 2020; Thaxter et al., 2017). Στην Ελλάδα, παρόμοιες έρευνες έχουν πραγματοποιηθεί για τον μαυρόγυπα (*Aegypius monachus*) και για το όρνιο (*Gyps fulvus*) εκτιμώντας την ετήσια θνησιμότητα του κάθε είδους σε 5-11% του πληθυσμού για τον μαυρόγυπα και 84 άτομα ετησίως για το όρνιο από τους Vasilakis et al. (2016) (Vasilakis et al., 2016) και Xirouchakis et al. (2019) (Xirouchakis et al., 2019) αντίστοιχα, με βάση τους υφιστάμενους και σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ για τις περιοχές στις οποίες αναφέρονται (Έβρος και Κρήτη αντίστοιχα).

Παράλληλα, όπως αποδεικνύεται, δεν έχουν όλες οι ομάδες πτηνών την ίδια πιθανότητα πρόσκρουσης με τις ανεμογεννήτριες. Η ομάδα με τη μεγαλύτερη ευαισθησία απέναντι στα έργα αιολικής ενέργειας φαίνεται πως είναι τα **αρπακτικά**

και αυτό δικαιολογείται από ένα πλήθος λόγων που σχετίζονται τόσο με τη μορφολογία, τη συμπεριφορά και τις πτητικές ικανότητες των συγκεκριμένων ειδών όσο και με το καθεστώς προστασίας τους και την πληθυσμιακή τους κατάσταση σε τοπικό, εθνικό ή διεθνές επίπεδο (Carrete et al., 2012; Gove et al., 2013; de Lucas et al., 2012; Martínez et al., 2010; Sanz-Aguilar et al., 2015). Τα είδη αυτά, ως είδη που επιλέγουν την k-στρατηγική, έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής, χαμηλό αναπαραγωγικό ρυθμό και σχετικά αργό ρυθμό ωρίμανσης. Γι'αυτό το λόγο, ακόμη και χαμηλά επίπεδα θνησιμότητας εξαιτίας δεδομένου ΑΣΠΗΕ μπορεί να οδηγήσουν σε σημαντική μείωση του πληθυσμού τους, ειδικά όταν πρόκειται για σπάνια είδη ή είδη με ήδη περιορισμένους πληθυσμούς τοπικά, εθνικά ή υπερεθνικά και ειδικά όταν πρόκειται για περιπτώσεις στις οποίες η θνησιμότητα είναι αποτέλεσμα της συνεργιστικής δράσης (Cumulative effects) πολλαπλών ΑΣΠΗΕ που εδράζονται στην ίδια περιοχή (Bastos et al., 2016).

1.2.2 Άμεση απώλεια ή υποβάθμιση βιοτόπου

Η άμεση απώλεια βιοτόπου αναφέρεται στην απώλεια πραγματικής έκτασης λόγω της εγκατάστασης ενός ΑΣΠΗΕ εντός μία συγκεκριμένης περιοχής και μπορεί να οδηγήσει σε απώλεια αναπαραγωγικών θέσεων ή περιοχών τροφοληψίας (Madders & Whitfield, 2006). Το μέγεθος της έκτασης εξαρτάται από τον τύπο των ανεμογεννητριών που θα εγκατασταθούν, το δίκτυο νέων δρόμων που θα κατασκευαστούν αλλά και από την έκταση που θα χρειαστεί η εγκατάσταση του υποσταθμού ανύψωσης τάσης ή άλλων συνοδευτικών έργων. Το φαινόμενο εντείνεται σε περιπτώσεις όπου διαταράσσεται ο υδρολογικός κύκλος μίας περιοχής ή προκαλείται διάβρωση και αποσάθρωση των πετρωμάτων λόγω της εκσκαφικής δραστηριότητας (Drewitt & Langston, 2006).

Γενικά όσο μεγαλύτερες σε μέγεθος (αύξηση διαμέτρου πτερύγων και ύψος πυλώνων), άρα και πιο σύγχρονες τεχνολογικά, και όσο περισσότερες σε αριθμό είναι οι ανεμογεννήτριες, τόσο περισσότερο αυξάνεται το ποσοστό κάλυψης γης (αποψύλωση, εκσκαφές για τα θεμέλια βάσης). Παράλληλα, σε σχέση με το δίκτυο νέων δρόμων, μεγάλη σημασία έχει αν η περιοχή εγκατάστασης βρίσκεται κοντά σε υφιστάμενο δίκτυο δρόμων ή αν η περιοχή είναι απομακρυσμένη από το οδικό δίκτυο. Στη δεύτερη περίπτωση, η ανάγκη κατασκευής νέων δρόμων πρόσβασης στην περιοχή εγκατάστασης του ΑΣΠΗΕ, αυξάνει τον δείκτη κατακερματισμού του βιοτόπου ενώ παράλληλα αυξάνει τη συνολική έκταση που καταλαμβάνει ο νέος ΑΣΠΗΕ. Έτσι, καταλήγουμε στο συμπέρασμα πως η άμεση απώλεια ή ο κατακερματισμός του βιοτόπου εξαιτίας των ΑΣΠΗΕ διαφέρει κατά περίπτωση και χρειάζεται εκτενής ανάλυση των επιμέρους χαρακτηριστικών ενός ΑΣΠΗΕ για την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων ως προς την απώλεια έκτασης (landtake) λόγω της αιολικής ενέργειας.

Στην Ελλάδα, ωστόσο, αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, σύμφωνα με δημοσίευτα δεδομένα των Kati *et al.*, ο δείκτης κάλυψης γης (landtake) είναι περίπου **3.5m²/MWh** (V. I. Kati, 2021), δηλαδή περίπου 3.5 φορές μεγαλύτερος από τον παγκόσμιο δείκτη ο οποίος είναι 1 m²/MWh (United Nations Convention to Combat Desertification, 2017, <https://knowledge.unccd.int/glo/global-land-outlook-glo>). Αυτό σε μεγάλο βαθμό οφείλεται στο γεγονός ότι στην Ελλάδα το έντονο ανάγλυφο και παράλληλα η επιλογή κυρίως ορεινών περιοχών για την εγκατάσταση αιολικών σταθμών, οδηγεί σε πολλές περιπτώσεις στην ανάγκη δημιουργίας νέων εκτεταμένων οδικών δικτύων σε περιοχές όπου μέχρι πρότινος δεν υφίσταντο δρόμοι ή δεν υπήρχαν παρά μόνο μικροί αγροτικοί δρόμοι.

1.2.3. Εκτοπισμός λόγω όχλησης και φαινόμενο φραγμού ανάσχεσης

Ο εκτοπισμός λόγω όχλησης αποτελεί μία μορφή έμμεσης απώλειας βιοτόπου λόγω της οπτικής όχλησης ή της όχλησης από τον παραγόμενο θόρυβο ενός ΑΣΠΗΕ και αναφέρεται σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός έργου. Η ανθρώπινη παρουσία και ο παραγόμενος θόρυβος την προκατασκευαστική περίοδο, καθώς και οι οχλήσεις κατά τη διάρκεια λειτουργίας του έργου, πολλές φορές αποτελούν, ανάλογα με τα είδη πτηνών στα οποία αναφερόμαστε, ικανή συνθήκη για τον εκτοπισμό ενός είδους από την περιοχή πρότερου ενδιαφέροντός του. Συγκεκριμένα, για είδη πτηνών όπως τα **αρπακτικά** η παραγόμενη όχληση μπορεί να οδηγήσει σε πλήρη εκτοπισμό ενός είδους και μπορεί να συνεπάγεται απώλεια αναπαραγωγικών θέσεων (θέσεων φωλεοποίησης) καθώς και θέσεων τροφοληψίας ή άλλων δραστηριοτήτων του είδους (Dohm *et al.*, 2019; Drewitt & Langston, 2006; Garvin *et al.*, 2011; Hötker, 2017; Madders & Whitfield, 2006; Ana T. Marques *et al.*, 2020; Martínez *et al.*, 2010; Pearce-Higgins *et al.*, 2009).

Εμπειρική απόδειξη που να αποδεικνύει την εμπλοκή των ΑΣΠΗΕ στον εκτοπισμό αρπακτικών γενικά είναι περιορισμένη (Dohm *et al.*, 2019; Farfán *et al.*, 2017; Garvin *et al.*, 2011; Ana T. Marques *et al.*, 2020), εν μέρει επειδή η οργάνωση των αντίστοιχων πειραματικών μελετών είναι συχνά αδύνατη ή επειδή σπάνια μπορεί να εφαρμοστεί (Drewitt & Langston, 2006). Παράλληλα, η έλειψη μακροχρόνιων δεδομένων περιορίζει την ικανότητα των επιστημόνων να αναγνωρίσουν φαινόμενα εκτοπισμού, τη διάρκειά τους και τις επακόλουθες επιπτώσεις τους σε πληθυσμούς αρπακτικών (Stewart *et al.*, 2007).

Σε μία από τις λίγες μελέτες αυτού του είδους, οι Garvin *et al.* (2011) παρακολούθησαν τη συμπεριφορά ειδών πτηνών εντός συγκεκριμένου ΑΣΠΗΕ στο Wisconsin των ΗΠΑ κατά τη διάρκεια τριών ετών λειτουργίας του έργου. Οι ερευνητές παρατήρησαν 47% μείωση στην αφθονία των αρπακτικών της περιοχής κατόπιν της κατασκευής του ΑΣΠΗΕ (post-construction), ενώ τα περισσότερα είδη της μελέτης διατηρούσαν μία απόσταση τουλάχιστον 100m από τις

ανεμογεννήτριες και πάνω από το ύψος των πτερυγίων. Αντίστοιχα, σε μελέτη των Marques *et al.* (2019) στην Ταρίφα της Ισπανίας, βρέθηκε πως περιοχές σε απόσταση έως και 674m από ανεμογεννήτριες χρησιμοποιούνταν λιγότερο απ'όσο ήταν αναμενόμενο από την παρουσία ανοδικών θερμικών ρευμάτων που εκμεταλλεύονται τα αρπακτικά, ενώ το συνολικό αποτύπωμα των ανεμογεννητριών στις περιοχές καταλληλότητας για ανεμοπορία της περιοχής μελέτης εκτιμήθηκε στο ποσοστό 3-14%. Η πιο πρόσφατη έρευνα για τη μελέτη του εκτοπισμού αρπακτικών από ΑΣΠΗΕ πραγματοποιήθηκε από τους Dohm *et al.* (2019) σε ΑΣΠΗΕ στο Wisconsin των ΗΠΑ επίσης, με τη σημαντική διαφορά ότι η συγκεκριμένη μελέτη αναλύει δεδομένα παρουσίας και αφθονίας των αρπακτικών της περιοχής, τόσο πριν την κατασκευή του ΑΣΠΗΕ (pre-construction period: 2005), όσο και τα δύο πρώτα χρόνια λειτουργίας του σταθμού (post-construction period: 2008-2009) αλλά και τον 7^ο και 8^ο χρόνο λειτουργίας του σταθμού (2015-2016). Η μελέτη έδειξε ότι τα πρώτα χρόνια λειτουργίας του ΑΣΠΗΕ υπήρξε σημαντική μείωση της αφθονίας των ειδών της περιοχής αλλά η μακροχρόνια έρευνα έδειξε ότι η αφθονία των ειδών μετά από κάποια χρόνια επανήλθε σε επίπεδα συγκρίσιμα με την περίοδο πριν την κατασκευή του ΑΣΠΗΕ. Άλλες αντίστοιχες μελέτες, ωστόσο, δείχνουν ότι η προσαρμογή των ειδών στους ΑΣΠΗΕ εξαρτάται ιδιαίτερα από το είδος και για ορισμένα είδη όχι μόνο δεν παρατηρείται κάποιου είδους προσαρμογή στην παρουσία του ΑΣΠΗΕ, αλλά με την πάροδο των ετών ο εκτοπισμός τους από την περιοχή εντείνεται (Farfán *et al.*, 2017).

Μία υποπερίπτωση του εκτοπισμού λόγω όχλησης αποτελεί το **φαινόμενο του φραγμού ανάσχεσης** (Barrier effect). Αυτό συμβαίνει όταν πλήθος αιολικών σταθμών έχουν εγκατασταθεί στην ίδια περιοχή με αποτέλεσμα είδη τα οποία διέρχονται από τη συγκεκριμένη περιοχή να αντιμετωπίζουν εμπόδια (φραγμούς) στην ομαλή διέλευσή τους από την περιοχή. Είδη με υψηλούς ρυθμούς αποφυγής ανεμογεννητριών, είναι πιθανό να αλλάξουν τους διαδρόμους πτήσης τους, ειδικά όταν υπάρχει μεγάλος αριθμός ανεμογεννητριών τοποθετημένων σε μεγάλη εγγύτητα μεταξύ τους. Το φαινόμενο επηρεάζει κυρίως τα μεταναστευτικά πτηνά τα οποία συνήθως ταξιδεύουν σε κοπάδια κατά μήκος μεγάλων διαδρομών. Οποιαδήποτε εμπόδια συναντήσουν στη διαδρομή τους, εκτός από την πιθανή θνησιμότητα που μπορεί να προκαλέσουν σε ένα ποσοστό τους, ενδέχεται επίσης να τα αναγκάσουν να καταναλώσουν κρίσιμη ενέργεια αλλάζοντας τη διαδρομή πτήσης τους ή επιλέγοντας να συνεχίσουν τη διαδρομή τους χωρίς να σταματήσουν (stopover) για ξεκούραση και ανεφοδιασμό. Για παράδειγμα, μεταναστευτικά αρπακτικά φαίνεται πως προσαρμόζουν την πορεία της πτήσης τους με σκοπό να αποφύγουν συστοιχίες αιολικών σταθμών (Cabrera-Cruz & Villegas-Patracá, 2016; Masden *et al.*, 2009). Τέτοια φαινόμενα ενδέχεται να αυξάνονται όσο περισσότερο ενισχύεται η εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ στον πλανήτη.

1.2.4 Ευαίσθητα είδη

Όπως αναφέρθηκε είδη στις ενότητες 1.2.1-1.2.4, τα αρπακτικά αποτελούν την ομάδα πτηνών με τη μεγαλύτερη ευαισθησία στις επιπτώσεις των αιολικών σταθμών παραγωγής ενέργειας. Συνοψίζοντας:

- ❖ Τα αρπακτικά θεωρούνται ιδιαίτερα ευαίσθητα στις ανεμογεννήτριες τόσο σε φαινόμενα εκτοπισμού ή/και απώλειας ενδιαιτήματος όσο και σε φαινόμενα πρόσκρουσης, ειδικά όταν χρησιμοποιούν ορογραφικές συνθήκες για την ανύψωσή τους (Barrios & Rodríguez, 2004; Bastos et al., 2016; Carrete et al., 2012; de Lucas et al., 2012; Drewitt & Langston, 2006; Hötker, 2017; Madders & Whitfield, 2006; Martín et al., 2018; Martínez et al., 2010; Sanz-Aguilar et al., 2015; Thaxter et al., 2017).
- ❖ Θνησιμότητα λόγω πρόσκρουσης εμφανίζεται σε διάφορα είδη αρπακτικών και σε διάφορα στάδια του κύκλου ζωής τους (Barrios & Rodríguez, 2004; Dahl et al., 2012; Smallwood & Thelander, 2008) και για πολλά είδη αυτός ο τύπος επίπτωσης αποτελεί τη μεγαλύτερη απειλή για αυτά (Lekuona and Ursúa, 2007; De Lucas et al., 2008).
- ❖ Τα αρπακτικά είναι είδη με μεγάλους κύκλους ζωής και σχετικά χαμηλό αναπαραγωγικό ρυθμό με αποτέλεσμα οι πληθυσμοί τους να είναι ιδιαίτερα ευάλωτοι στην αύξηση της θνησιμότητας των ενήλικων ατόμων τους (Saether & Bakke, 2000).
- ❖ Όταν οι ΑΣΠΗΕ καταλαμβάνουν μεγάλο μέρος της αναπαραγωγικής επικράτειας ενός είδους (Tellería, 2009), η επιρροή στη δημογραφική κατάσταση του πληθυσμού του μπορεί να είναι σημαντική.
- ❖ Τα αρπακτικά παρουσιάζουν μεγαλύτερο βαθμό επικάλυψης των περιοχών δραστηριότητάς τους με αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε σχέση με άλλα είδη, λόγω της εκτεταμένης, συνήθως, περιοχής ενδημίας τους και την προτίμηση ανοιχτών διαπλάσεων για τροφοληψία (θήρευση)(Bose et al., 2018).
- ❖ Τα αρπακτικά αποτελούν μία από τις πιο κρίσιμες ομάδες σε επίπεδο καθεστώτος προστασίας παγκοσμίως (IUCN, 2009).

1.3 Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών

Τα Γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών, γνωστά ευρέως και ως GIS (Geographic Information Systems), είναι ολοκληρωμένα συστήματα συλλογής, αποθήκευσης, διαχείρισης, ανάλυσης και απόδοσης πληροφορίας, σχετικής με φαινόμενα που εξελίσσονται στο χώρο (Goodchild, 1985). Με τις αρχές τους να βασίζονται στην επιστήμη της Γεωγραφίας, τα GIS μπορούν να ενσωματώσουν ποικίλους τύπους δεδομένων, να αναλύσουν και να οργανώσουν τον χώρο σε επίπεδα πληροφορίας και να τα οπτικοποιήσουν χρησιμοποιώντας χάρτες και

σκηνές τριών διαστάσεων (3D). Η χαρακτηριστική δυνατότητα που παρέχουν τα GIS είναι αυτή της σύνδεσης της χωρικής με την περιγραφική πληροφορία (η οποία δεν έχει από μόνη της χωρική υπόσταση). Με αυτή τη μοναδική ιδιότητα, τα λογισμικά GIS οδηγούν σε βαθύτερη γνώση των διαφόρων συνόλων δεδομένων αποκαλύπτοντας πρότυπα και σχέσεις μεταξύ αυτών (<https://www.esri.com/en-us/what-is-gis/>).

Ο τρόπος που δουλεύουν τα συγκεκριμένα συστήματα βασίζεται σε τρεις κύριες συνιστώσες: 1. Χάρτες (Maps), 2. Δεδομένα (Data), 3. Ανάλυση (Analysis).

- Οι χάρτες αποτελούν το γεωγραφικό πλαίσιο για την εισαγωγή επιπέδων (layers) χωρικών δεδομένων και των αναλύσεων που θέλουμε να πραγματοποιήσουμε. Η χωρική πληροφορία μπορεί να αποτυπωθεί σε γεωγραφικό ή χαρτογραφικό ή καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων.
- Τα δεδομένα (σε μορφή επιπέδων) ποικίλουν από εικόνες, στίγματα, πολύγωνα, ψηφιδοπλέγματα (rasters) και άλλα υπόβαθρα που συνδέονται με λογιστικά φύλλα και πίνακες.
- Οι αναλύσεις πραγματοποιούνται μέσω μίας ιδιαίτερα ευρείας γκάμας εργαλείων (Geoprocessing Tools) που παρέχονται σε κάθε λογισμικό GIS. Μέσω των αναλύσεων αυτών, είναι δυνατή η βέλτιστη επεξεργασία, διαχείριση και ερμηνεία των δεδομένων, η αξιολόγηση της καταλληλότητας των διαφόρων συνόλων δεδομένων, εργαλείων, αναλύσεων και μοντέλων καθώς και η ικανότητα πρόβλεψης, εκτίμησης και ερμηνείας φαινομένων ή καταστάσεων που συμβαίνουν στον χώρο και συνδέονται με επίπεδα πληροφορίας.

Στην επιστήμη της Οικολογίας και της Βιολογίας Διαχείρισης (Conservation Biology), τα γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών βρίσκουν πλήθος εφαρμογών. Ενδεικτικά, αναφέρουμε τη χρήση τους στην τηλεπισκόπηση (remote sensing) και τη μελέτη των αλλαγών της κάλυψης γης (landcover change), στην μελέτη της πρόβλεψης κατανομής ειδών (niche or Species distribution modeling), στην παρακολούθηση ειδών και οικοτόπων (monitoring), καθώς και στην παρακολούθηση αλλαγών (monitoring change) προτύπων κατανομής ή παρουσίας ειδών που σχετίζονται με το κλίμα ή/και τον άνθρωπο. Όλες αυτές οι εφαρμογές χρησιμοποιούνται με απώτερο σκοπό τη χρήση τους για διαχειριστικούς σκοπούς (Campbell 2018).

1.4 Χαρτογράφηση ευαισθησίας (Sensitivity mapping)

1.4.1 Εισαγωγή

Ήδη από τις αρχές του 2000, η διαπίστωση ότι υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις η ανάπτυξη ΑΠΕ σε ορισμένες περιοχές μπορεί να επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και την άγρια ζωή, καθώς και η ευελιξία

που χαρακτηρίζει τις ΑΠΕ, ιδίως την αιολική και την ηλιακή ενέργεια που είναι ευρέως διαδεδομένες, οδήγησε στην ανάγκη δημιουργίας ενός χαρτογραφικού εργαλείου το οποίο να συντελεί στην ορθή χωροθέτηση αναπτυξιακών έργων και να μετριάξει τις πιθανές 'συγκρούσεις' (conflicts) μεταξύ βιοποικιλότητας και ΑΠΕ. Έτσι, δημιουργήθηκε για πρώτη φορά το 2006 στη Σκωτία από τους Bright *et al.* ο πρώτος χάρτης ευαισθησίας για 16 είδη πτηνών, ενώ από τότε μέχρι σήμερα έχουν παραχθεί ποικίλοι χάρτες ευαισθησίας για άγρια ζώα σε διάφορες χώρες όπως η Αγγλία (J. A. Bright *et al.*, 2009), η Σκωτία (J. Bright *et al.*, 2008), η Ιρλανδία (Mc Guinness *et al.*, 2015), η Γερμανία, η Λιθουανία (Morkūnė *et al.*, 2020), η Γαλλία, η Ολλανδία (Aaarts *et al.*, 2009), το Βέλγιο, η Δανία, οι ΗΠΑ, η Κένυα αλλά και η Ελλάδα (Dimalexis *et al.*, 2010; V. Kati *et al.*, 2021; Vasilakis *et al.*, 2017; WWF Ελλάς, 2013; Tsoutsos *et al.*, 2010).

Στις μέρες μας, η ολοένα και αυξανόμενη διείσδυση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο ενεργειακό μίγμα των Ευρωπαϊκών, και όχι μόνο, χωρών έχει οδηγήσει στην ανάγκη λήψης περισσότερο κεντρικών μέτρων. Συγκεκριμένα, όπως επισημαίνεται σε δύο πρόσφατες δημοσιεύσεις της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (EC, Guidance document on wind energy developments and EU Nature legislation, November 2020, The Wildlife Sensitivity Mapping Tool: Practical guidance for renewable energy planning in the European Union, April 2020), η κλίμακα και η ταχύτητα με την οποία συμβαίνει η «επανάσταση» των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, σε συνδυασμό με την επακόλουθη διασύνδεση των ενεργειακών αυτών δικτύων μέσω ανάπτυξης μεγαλύτερων και πολυπλοκότερων ηλεκτρικών δικτύων, απαιτούν *στρατηγικό σχεδιασμό* σε εθνικό ή ακόμη και σε περιφερειακό διασυνοριακό επίπεδο. Αυτό θα πρέπει να περιλαμβάνει τη χωρική αξιολόγηση πιθανών συγκρούσεων με τη βιοποικιλότητα και άλλων περιβαλλοντικών στόχων στο πλαίσιο περιφερειακής ή εθνικής (ή ακόμη και υπερεθνικής) στρατηγικής περιβαλλοντικής αξιολόγησης, συμπεριλαμβανομένης της κατάλληλης αξιολόγησης για τυχόν προστατευόμενες περιοχές Natura 2000 (Allinson *et al.*, 2020).

Η χαρτογράφηση ευαισθησίας συνθέτει και αναλύει τη διαθέσιμη **βιολογική** πληροφορία για να αναδείξει περιοχές ευαίσθητες για τη βιοποικιλότητα οι οποίες θα ήταν καλό να αποφεύγονται για την ανάπτυξη έργων Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ). Αποτελεί μία διαδικασία που πραγματοποιείται με τη συνεργασία μεταξύ διαφόρων εμπλεκόμενων φορέων και οδηγεί στη χαρτογράφηση της καταγεγραμμένης ή της προβλεπόμενης παρουσίας βιολογικών στοιχείων (είδη, τοποθεσίες, οικοσυστήματα) τα οποία θεωρούνται ευαίσθητα εξαιτίας της σημασίας τους από άποψη βιοποικιλότητας ή/και της ευαισθησίας τους σε επιπτώσεις διαφόρων δραστηριοτήτων. Τέτοια βιολογικά στοιχεία μπορεί να είναι απειλούμενα είδη πτηνών με υψηλό κίνδυνο πρόσκρουσης σε ανεμογεννήτριες, προστατευόμενες περιοχές ή άλλες περιοχές υψηλής αξίας λόγω της βιοποικιλότητάς τους, όπως οι Σημαντικές Περιοχές για τα Πτηνά (ΣΠΠ) ή οι "Key

Biodiversity Areas”. Η χαρτογράφηση ευαισθησίας μπορεί να συνδυαστεί με πληροφορία όπως οι πηγές αιολικής ενέργειας, αλλά και με άλλους παράγοντες όπως οι οικονομικοί ή οι κοινωνικοί, και να οδηγήσει ουσιαστικά στην ταυτοποίηση περιοχών κατάλληλων για την ανάπτυξη συγκεκριμένων έργων (Bennun et al., 2021).

Για τη διενέργεια της χαρτογράφησης ευαισθησίας γίνεται χρήση χωρικών δεδομένων βιοποικιλότητας, γεωγραφικών πληροφοριακών συστημάτων (Geographic Information Systems-GIS) και συστημάτων αξιολόγησης της ευαισθησίας δεδομένων βιοποικιλότητας ώστε να ταυτοποιηθούν οι περιοχές όπου η εγκατάσταση ΑΠΕ θα μπορούσε να έχει δυσμενείς επιπτώσεις στην άγρια ζωή, όπως αυτή προστατεύεται από Ευρωπαϊκές οδηγίες, όπως η Οδηγία για τους Οικοτόπους 92/43/ΕΟΚ και η Οδηγία για τα Πουλιά 2009/147/ΕΚ) και γι’ αυτό θα έπρεπε να αποφεύγονται (Allinson et al., 2020).

Οι χάρτες ευαίσθητων περιοχών με άγρια ζώα συνήθως αποτελούν οδηγό για τη λήψη αποφάσεων στρατηγικού σχεδιασμού κατά τη διάρκεια της **αρχικής φάσης** επιλογής τόπου της διαδικασίας ανάπτυξης και, συνεπώς, προορίζονται να λειτουργούν σε κλίμακα τοπίου, συχνά με περιφερειακή, εθνική ή πολυεθνική κάλυψη. Συνεπώς, οι προσεγγίσεις χαρτογράφησης ευαίσθητων περιοχών με άγρια ζώα **δεν αναιρούν** την ανάγκη για διενέργεια δέουσας εκτίμησης ανά τόπο σύμφωνα με το **άρθρο 6** παράγραφος 3 της οδηγίας για τους οικοτόπους, καθώς και **δεν υποκαθιστούν** την ανάγκη διενέργειας Εκτιμήσεων Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ). Μπορούν, ωστόσο, να χρησιμοποιούνται επίσης στο πλαίσιο των ΕΠΕ και μετά την έγκριση για την επικαιροποίηση της μικροχωροθέτησης και πιθανών απαιτήσεων διαχείρισης (μετα-κατασκευαστική μελέτη εκτίμησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων) (Allinson et al., 2020).

Τέλος, καθίσταται σαφές ότι οι χάρτες ευαισθησίας **δεν μπορούν** να χρησιμοποιούνται ως εργαλείο υπόδειξης κατάλληλων εναλλακτικών τόπων, παρά μόνο αν παράλληλα εξετάζονται και άλλοι περιορισμοί και συνθήκες, όπως αναφέρθηκε και στον παραπάνω ορισμό των Bennun *et al.* Επιπλέον, ορισμένες ταξινομικές βαθμίδες είναι πιο δύσκολο να αξιολογηθούν λόγω περιορισμένων δεδομένων όσον αφορά την κατανομή τους και ανεπαρκούς γνώσης για τον τρόπο με τον οποίο επηρεάζονται. Για τις ομάδες αυτές απαιτείται μια πιο στοιχειώδης ανάλυση και μια πιο προληπτική ερμηνεία.

1.4.2 Στάδια χαρτογράφησης ευαισθησίας

Συνοπτικά τα βήματα για την παραγωγή χαρτών ευαισθησίας παρουσιάζονται παρακάτω:

1. Ταυτοποίηση του τύπου ανανεώσιμης πηγής ενέργειας που πρόκειται να συμπεριληφθεί και των ειδών και των οικοτόπων που πρόκειται να επηρεαστούν:

Για τα είδη ή/και τους οικοτόπους που ενδέχεται να επηρεαστούν εξετάζονται:

- Είδη/οικότοποι με πιθανότητα να συμπέσουν με το αναπτυξιακό έργο, σε οποιοδήποτε στάδιο του κύκλου ζωής του έργου, καθώς και σε οποιοδήποτε αναπτυξιακό τους στάδιο (περίοδος αναπαραγωγής, μετανάστευσης, περίοδος μη αναπαραγωγής κά).
- Τα διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του έργου (κατασκευή, περίοδος λειτουργίας) καθώς και όλα τα συνοδά έργα που σχετίζονται με το έργο (κατασκευή νέου οδικού δικτύου, δίκτυο γραμμών ηλεκτροδότησης, πυλώνες).
- Εξακρίβωση των ειδών/οικοτόπων που είναι ευαίσθητα στο αναπτυξιακό έργο (χαρακτηριστικά, δυναμική πληθυσμών).
- Εξακρίβωση των ειδών/οικοτόπων που είναι υψηλής σημασίας λόγω του καθεστώτος προστασίας τους (όπως είδη που περιλαμβάνονται στις Οδηγίες για τα Πουλιά και τους Οικοτόπους).

Παράλληλα, εξετάζεται ο τρόπος με τον οποίο ενδέχεται να επηρεαστούν τα είδη ή οι οικοτόποι από το έργο: Απώλεια ενδιαιτήματος και υποβάθμιση, πρόσκρουση με τις υποδομές, αποφυγή, εκτοπισμός και φραγμοί ανάσχεσης.

2. Συλλογή δεδομένων κατανομής των ευαίσθητων ειδών/οικοτόπων και άλλων συναφών παραγόντων

3. Ανάπτυξη ενός συστήματος βαθμονόμησης της ευαισθησίας (sensitivity scoring system):

Οι περισσότεροι χάρτες ευαισθησίας διατηρούν μία διαβάθμιση ως προς την ευαισθησία της εκάστοτε περιοχής. Αυτό, στην απλούστερή του μορφή, μπορεί να επιτευχθεί με την κατηγοριοποίηση ολόκληρων περιοχών (όπως οι προστατευόμενες περιοχές) ως περιοχές 'αποκλεισμού' και οι λιγότερο ευαίσθητες περιοχές ως περιοχές στις οποίες τα αναπτυξιακά έργα θα μπορούσαν να είναι προβληματικά και εκεί πρέπει να προτείνονται περιβαλλοντικές δεσμεύσεις. Σε περισσότερο πολύπλοκες χαρτογραφικές εργασίες η ευαισθησία υπολογίζεται σταθμίζοντας συγκεκριμένα χαρακτηριστικά σε σχέση με γνωστές παραμέτρους οι οποίες αυξάνουν την ευαισθησία. Κάτι τέτοιο πραγματοποιήθηκε και στη συγκεκριμένη εργασία, όπως θα αναλυθεί καλύτερο στο υποκεφάλαιο 2.6.2. Οι παράγοντες που συνήθως αυξάνουν την ευαισθησία ενός είδους/οικοτόπου είναι οι ακόλουθοι:

Χαρακτηριστικά που αφορούν το είδος:

- Συμπεριφορά: κάποια είδη είναι περισσότερο ευαίσθητα στις ΑΠΕ εξαιτίας συγκεκριμένων συμπεριφορικών χαρακτηριστικών. Ο βαθμός έκθεσης μπορεί να είναι ο σημαντικότερος παράγοντας που καθορίζει την ευαισθησία ενός είδους. Για παράδειγμα, είδη πτηνών που είναι περισσότερο πιθανό να προσκρούσουν σε πτερύγια ανεμογεννητριών είναι εκείνα τα οποία περνούν τον περισσότερο χρόνο τους πετώντας στο ύψος του ρότορα, περίπου μεταξύ των 30 και 150 μέτρων από το έδαφος.
- Μορφολογία: κάποια είδη είναι περισσότερο ευαίσθητα λόγω της μορφολογίας τους. Για παράδειγμα, στα πτηνά πολύ σημαντικό ρόλο παίζει το ανάπτυγμα των φτερών τους (σχέση μεταξύ της περιοχής των φτερών και του σωματικού τους βάρους). Η δομή των οφθαλμών ενδέχεται, επίσης, να καθορίζει τον βαθμό ευαισθησίας. Για παράδειγμα, στο είδος *Gyps fulvus*, το οποίο κατέχει μικρό οπτικό εύρος πεδίου και μεγάλες 'τυφλές' περιοχές πάνω, κάτω και πίσω από το κεφάλι, ενδέχεται να το καθιστά 'τυφλό' ως προς την κατεύθυνση του ταξιδιού του.
- Μεταναστευτική συμπεριφορά: ορισμένα είδη είναι περισσότερο ευαίσθητα λόγω της φύσης της μετανάστευσής τους. Για παράδειγμα, ορισμένα είδη μεταναστεύουν χρησιμοποιώντας συγκεκριμένους και προκαθορισμένους μεταναστευτικούς διαδρόμους στους οποίους εντοπίζονται σε μεγάλες συγκεντρώσεις. Αν ένα έργο ΑΠΕ είναι τοποθετημένο παράλληλα με τέτοιους μεταναστευτικούς διαδρόμους, ειδικά όταν πρόκειται για στενωπούς (key bottleneck sites), η πιθανότητα επίπτωσης αυξάνεται.

Χαρακτηριστικά που αφορούν τον οικότοπο:

- Έυθραυστότητα οικοτόπου: κάποια οικοσυστήματα είναι περισσότερο ευαίσθητα στην ανάπτυξη έργων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας σε σχέση με άλλα.
- Εξάρτηση από τον οικότοπο: κάποια είδη εξαρτώνται από ένα πολύ περιορισμένο εύρος οικοτόπων και έτσι θα μπορούσαν να κινδυνεύσουν πολύ αν μεγάλο μέρος του συγκεκριμένου οικοτόπου καταλαμβάνονταν από ένα αναπτυξιακό έργο.

Δυναμική πληθυσμών:

- Ποσοστό διεθνούς/περιφερειακού/εθνικού πληθυσμού: Όσο μεγαλύτερο είναι το ποσοστό του πληθυσμού που θα επηρεαστεί, τόσο μεγαλύτερος ο βαθμός ευαισθησίας του.
- Χαρακτηριστικά κύκλου ζωής: Απευθείας θανάτωση, όπως για παράδειγμα λόγω άμεσης πρόσκρουσης με ανεμογεννήτρια, είναι περισσότερο πιθανό να επηρεάσει αρνητικά τον πληθυσμό ειδών τα οποία έχουν χαμηλό

αναπαραγωγικό ρυθμό και εξαρτώνται περισσότερο από τη βιωσιμότητα των ενήλικων ατόμων τους.

Καθεστώς προστασίας:

- Διεθνές, Ευρωπαϊκό, Περιφερειακό ή Εθνικό καθεστώς προστασίας: Είδη τα οποία ανήκουν σε καθεστώτα προστασίας όπως απειλούμενα σε Διεθνές επίπεδο σύμφωνα με το κόκκινο βιβλίο της IUCN, σε εθνικά κόκκινα βιβλία ή σε Οδηγίες για τη Φύση της Ευρωπαϊκής Ένωσης, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εντοπιστούν και να ταυτοποιηθούν.

4. Παραγωγή και ερμηνεία χάρτη:

Λεπτομέρειες θα δοθούν στο κεφάλαιο 2.6.2.

1.5 Μοντέλα Κατανομής Ειδών (Χάρτες Πρόβλεψης Μέγιστης Εντροπίας)

Η χρήση μοντέλων πρόβλεψης της γεωγραφικής κατανομής ενός είδους βάση των περιβαλλοντικών συνθηκών που επικρατούν σε θέσεις γνωστής παρουσίας του είδους αποτελεί μία ιδιαίτερα σημαντική πρακτική στον τομέα της αναλυτικής βιολογίας με εφαρμογές σε ένα ευρύ φάσμα κλάδων της οικολογίας, μεταξύ των οποίων και η διαχείριση (Phillips *et al.*, 2006).

Η χρήση της μεθόδου της μέγιστης εντροπίας (MaxEnt) για τον προσδιορισμό της πιθανής γεωγραφικής κατανομής ενός είδους, βασίζεται στην πρόβλεψη περιοχών που πληρούν τις συνθήκες του θεμελιώδους θώκου ενός είδους (fundamental niche) και τελικά προσεγγίζουν τη δυναμική εξάπλωσή του (distribution). Οι περιβαλλοντικές αυτές συνθήκες εξάγονται από τις θέσεις γνωστής παρουσίας του είδους (occurrence localities), οι οποίες προέρχονται μέσα από δείγμα της πραγματικής κατανομής του (realized niche). Όσο πιο μεγάλη είναι η περιοχή μελέτης, τόσο περισσότερο ο θεμελιώδης θώκος προσεγγίζει την πραγματική κατανομή του είδους (Phillips *et al.*, 2006).

Τα μοντέλα κατανομής ειδών υπολογίζονται από ένα σύνολο περιβαλλοντικών (π.χ. κλιματικών) ψηφιδοπλεγμάτων (grids) και από ένα σύνολο γεωαναφερμένων τοποθεσιών (συντεταγμένες X,Y). Το παραγόμενο μοντέλο εκφράζει την πιθανότητα της κατανομής ενός είδους και κάθε κελί του παραγόμενου ψηφιδοπλέγματος περιέχει μια πρόβλεψη (σε μορφή τιμής) της καταλληλότητας (suitability) των συνθηκών για την παρουσία του είδους. Υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις σχετικά με τα δεδομένα εισόδου (input data) και την δειγματοληπτική προσπάθεια που έχει γίνει για τη συλλογή των βιολογικών δεδομένων (εγγραφές παρουσίας), το αποτέλεσμα (output data) μπορεί να ερμηνευθεί ως η προβλεπόμενη πιθανότητα

παρουσίας ή ως η προβλεπόμενη τοπική αφθονία για ένα είδος (Phillips *et al.*, 2006). Η παραγόμενη πιθανότητα κατανομής του είδους βασίζεται στην αρχή της πιθανής κατανομής του Gibbs, η οποία δίνεται από την εξίσωση:

$$q_{\lambda}(x) = e^{\lambda * f(x)}$$

όπου:

q: πιθανότητα κατανομής του είδους

λ: διάνυσμα συντελεστών που αντιπροσωπεύει τα βάρη των μεταβλητών

x: το σύνολο των εικονοστοιχείων που απαρτίζουν την περιοχή μελέτης

e: ο αριθμός του Euler, μαθηματική σταθερά που αποτελεί τη βάση του φυσικού λογαρίθμου και ισούται περίπου με 2.71828.

Η λογική πίσω από τη μέθοδο της μέγιστης εντροπίας περιλαμβάνει την πρόβλεψη μίας κατανομής-στόχου μέσω της εκτίμησης της κατανομής της μέγιστης εντροπίας, η οποία είναι όσο το δυνατόν πιο εκτεταμένη ή προσεγγίζει την ομοιόμορφη κατανομή, η οποία υπόκειται σε ένα σύνολο περιορισμών που αναπαριστούν την ελλιπή πληροφορία που έχουμε για την κατανομή των ειδών μελέτης (κατανομή-στόχος). Η διαθέσιμη πληροφορία για την κατανομή-στόχο απαρτίζεται από ένα σύνολο πραγματικών μεταβλητών, οι οποίες καλούνται στοιχεία (features) και οι περιορισμοί αφορούν το γεγονός ότι η αναμενόμενη τιμή κάθε στοιχείου πρέπει να ανταποκρίνεται στον εμπειρικό μέσο όρο, δηλαδή στη μέση τιμή ενός συνόλου δειγματοληπτικών σημείων (θέσεις γνωστής παρουσίας) από το σύνολο της κατανομής στόχου (Phillips *et al.*, 2006).

Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα που ξεχωρίζουν τη μοντελοποίηση μέγιστης εντροπίας από άλλες διαθέσιμες μεθόδους είναι:

1. Η δυνατότητα εκτίμησης της πιθανής κατανομής ενός είδους με τη χρήση μόνο δεδομένων παρουσίας, χωρίς την ανάγκη δεδομένων απουσίας, τα οποία είναι συνήθως δυσεύρετα.
2. Τα στοιχεία (features) μπορούν να είναι πέντε διαφορετικών τύπων: linear, quadratic, product, threshold και binary, με το λογισμικό να δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας σύνθετων σχέσεων μεταξύ των μεταβλητών.
3. Η χρήση μίας παραμέτρου στάθμισης β (regularization parameter), η οποία καθορίζει το πόσο απλωμένη θα είναι η κατανομή, ωθώντας το λογισμικό να επικεντρωθεί στα πιο σημαντικά στοιχεία, περιορίζοντας με αυτόν τον τρόπο το overfitting του μοντέλου (Phillips *et al.*, 2006).

Το λογισμικό Maxent μέσω του οποίου πραγματοποιήθηκε η δημιουργία των μοντέλων πρόβλεψης με τη μέθοδο της Μέγιστης Εντροπίας, αποτελεί αυτοτελές λογισμικό γραμμένο σε γλώσσα Java, ελεύθερα προσβάσιμο από το Κέντρο Βιοποικιλότητας και Διατήρησης (CBC) του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Αμερικής (Phillips *et al.*, 2006).

1.6 Σκοπός της εργασίας

Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν:

- Η εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων από τον τρόπο χωροθέτησης των αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) στην Ελλάδα σε ευαίσθητα είδη ορνιθοπανίδας.
- Η δημιουργία χαρτών ευαισθησίας ως πρόταση ορθότερης χωροθέτησης των ΑΣΠΗΕ στον ελλαδικό χώρο και η αποτίμηση της αποτελεσματικότητάς τους ως εργαλείο ορθής χωροθέτησης.
- Η ανάδειξη του φαινομένου σύγκρουσης σύγχρονων επενδυτικών συμφερόντων με τους στόχους για την προστασία της βιοποικιλότητας και συγκεκριμένα της ευαίσθητης στους ΑΣΠΗΕ ορνιθοπανίδας.
- Η εκτίμηση της πιθανότητας ικανοποίησης των ενεργειακών στόχων της χώρας χωρίς να υπονομεύεται η κατάσταση διατήρησης και το καθεστώς προστασίας των μεγάλων απειλούμενων αρπακτικών της Ελλάδας.

Για τον σκοπό αυτό, αναπτύξαμε τρεις διαφορετικούς τύπους χαρτών ευαισθησίας, για καθένα εκ των οποίων υπολογίσαμε τον βαθμό επικαλύψεων των παραγόμενων ζωνών ή κλάσεων ευαισθησίας με υφιστάμενους ή υπό σχεδιασμό αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και των συνεπαγόμενων ανεμογεννητριών και MW εγκατεστημένης ισχύος εντός των ζωνών ή κλάσεων αυτών.

2. Μεθοδολογία

2.1 Περιοχή μελέτης

Περιοχή μελέτης της εργασίας αποτελεί ολόκληρη η Ελλάδα. Με έκταση περί τα 131.957 km² και συνολικό μήκος ακτογραμμής περί 15.021 km, αποτελεί μία ορεινή κυρίως χώρα με το 35% του εδάφους της να βρίσκεται σε υψόμετρο μεταξύ των 200 και των 600 m, ενώ το 31% του εδάφους της βρίσκεται σε υψόμετρο άνω των 600 m. Η γεωγραφική της θέση στο «σταυροδρόμι τριών ηπείρων», η φυσική γεωγραφική/τοπογραφική κατάτμηση του τοπίου (υψηλή τοπογραφική ετερογένεια) της σε ψηλά βουνά, οροσειρές, κοιλάδες, φαράγγια, χερσονήσους, πεδιάδες, οροπέδια, λίμνες και ποταμούς, αλλά και σε χιλιάδες νησιά και βραχονησίδες (> 6000), η μεγάλη ποικιλία γεωλογικών υποστρωμάτων και εδαφικών σχηματισμών καθώς και η μεγάλη ποικιλία μικροκλιματικών συνθηκών συνθέτουν το κατάλληλο υπόβαθρο για τη δημιουργία εξαιρετικά ποικίλων οικοσυστημάτων και ενδιαιτημάτων και εξυψώνουν τη χώρα σε πολύ υψηλή θέση, σε σχέση με την έκτασή της, στην κλίμακα της βιοποικιλότητας.

Ακολούθως, η μεγάλη αυτή ποικιλία βιοτόπων, σε συνδυασμό με τους αβιοτικούς και βιοτικούς παράγοντες (κλίμα, έδαφος κλπ), αποτελεί την κύρια αιτία για την ύπαρξη αντίστοιχα μεγάλης ποικιλίας ειδών ορνιθοπανίδας στην Ελλάδα, ενώ η γεωγραφική της θέση την καθιστά παράλληλα και ευνοϊκό σημείο για τις μεταναστευτικές διαδρομές πολλών πουλιών από και προς την Αφρική, κυρίως. Με 455 είδη να έχουν εμφανιστεί συνολικά στη χώρα, 347 από αυτά να εμφανίζονται συστηματικά σε αυτή και 246 να είναι τακτικά αναπαραγόμενα (Vavylis et al., 2020), η **μεγάλη ορνιθολογική σημασία της Ελλάδας** επιβεβαιώνεται και από την ύπαρξη **196** Σημαντικών Περιοχών για τα Πουλιά (ΣΠΠ) με την πλειονότητα αυτών (158 περιοχές) να έχει ιδιαίτερη σημασία για τα Είδη Ευρωπαϊκού Ενδιαφέροντος (Species of European Concern - SPEC) (τουλάχιστον 86 SPEC στην Ελλάδα) επειδή φιλοξενούν σημαντικούς αριθμούς από αναπαραγόμενα είδη (Legakis and Μαργου, 2009, BirdLife International, 2017). Παράλληλα, στην Ελλάδα απαντώνται **147** από τα 193 είδη του **Παραρτήματος I** της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ, ενώ τέλος, η ορνιθολογική σημασία της χώρας επαυξάνεται από την παρουσία **27 παγκοσμίως απειλούμενων ειδών**, **4** εκ των οποίων αποτελούν αντικείμενο της συγκεκριμένης εργασίας.

2.2 Είδη μελέτης

Η επιλογή των ειδών για τη συγκεκριμένη εργασία έγινε με βάση την ευρύτερη κατηγορία πτηνών στην οποία ανήκουν τα είδη, αρχικά, και με βάση το καθεστώς προστασίας τους σε εθνικό επίπεδο. Ως εκ τούτου, σαν ομάδα επιλέχθηκαν είδη αρπακτικών διότι αυτά, όπως αναφέρθηκε ήδη στην Εισαγωγή, αποτελούν αφενός την νούμερο 1 απειλούμενη ομάδα πτηνών στη χώρα μας (Vavylis et al., 2020), αλλά και στον κόσμο (McClure et al., 2018) και χρήζουν αυξημένης προστασίας λόγω

αυτού, και αφετέρου αποτελούν την ομάδα πτηνών με τη μεγαλύτερη ευαισθησία στις επιπτώσεις των Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας όπως αναλύθηκε στην Εισαγωγή.

Πίνακας 1. Καθεστώς προστασίας των 9 ειδών αρπακτικών πτηνών της μελέτης. Όπου: SPEC 1: Species of European Conservation Concern of global conservation concern, SPEC 2: Species of European Conservation Concern concentrated in Europe, SPEC 3: Species of European Conservation Concern not concentrated in Europe

| Είδος | Κατηγορία κινδύνου (Ελλάδα) | Κατηγορία κινδύνου (Διεθνώς) | Παράρτημα I (Οδηγία 79/409/ΕΟΚ) | Είδη Ευρωπαϊκού ενδιαφέροντος (SPEC) |
|--|---|------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| <i>Aquila heliaca</i> (Βασιλαετός) | Κρισίμως κινδυνεύον (CR) | Τρωτό (VU) | Ναι | SPEC 1 |
| <i>Haliaeetus albicilla</i> (Θαλασσαετός) | Κρισίμως κινδυνεύον (CR) | Μειωμένου ενδιαφέροντος (LC) | Ναι | Non-SPEC |
| <i>Gypaetus barbatus</i> (Γυπαετός) | Κρισίμως κινδυνεύον (CR) | Σχεδόν απειλούμενο (NT) | Ναι | SPEC 1 |
| <i>Neophron percnopterus</i> (Ασπροπάρης) | Κρισίμως κινδυνεύον (CR) | Κινδυνεύον (EN) | Ναι | SPEC 1 |
| <i>Clanga pomarina</i> (Κραυγαετός) | Κινδυνεύον (EN) | Μειωμένου ενδιαφέροντος (LC) | Ναι | Non-SPEC |
| <i>Aegyptius monachus</i> (Μαυρόγυπας) | Κινδυνεύον (EN) | Σχεδόν απειλούμενο (NT) | Ναι | SPEC 1 |
| <i>Aquila chrysaetos</i> (Χρυσαιετός) | Κινδυνεύον (EN) | Μειωμένου ενδιαφέροντος (LC) | Ναι | Non-SPEC |
| <i>Gyps fulvus</i> (Όρνιο) | Τρωτό (VU) *Οι πληθυσμοί της ηπειρωτικής Ελλάδας και των Κυκλάδων θεωρούνται Κρισίμως κινδυνεύοντες (CR) | Μειωμένου ενδιαφέροντος (LC) | Ναι | Non-SPEC |
| <i>Aquila fasciata</i> (Σπιζαιετός) | Τρωτό (VU) | Μειωμένου ενδιαφέροντος (LC) | Ναι | SPEC 3 |

Έτσι, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1, επιλέχθηκαν τα είδη *Aquila heliaca*, *Haliaeetus albicilla*, *Gypaetus barbatus*, *Neophron percnopterus*, *Clanga pomarina*, *Aegyptius monachus*, *Aquila chrysaetos*, *Gyps fulvus* και *Aquila fasciata* εκ των

οποίων τα τέσσερα πρώτα σε εθνικό επίπεδο βρίσκονται στην κατηγορία των Κρισίμως Κινδυνευόντων (Critically Endangered-CR), τα επόμενα τρία βρίσκονται στην κατηγορία Κινδυνεύοντα (Endangered-EN) ενώ ακολουθεί το όρνιο το οποίο θεωρείται Τρωτό (Vulnerable-VU) αλλά οι πληθυσμοί της ηπειρωτικής Ελλάδας και των Κυκλάδων θεωρούνται Κρισίμως Κινδυνεύοντες (CR), και ο σπιζαετός που θεωρείται Τρωτό (VU) είδος.

Σε διεθνές επίπεδο, η Κατηγορία Κινδύνου διαφέρει απ'ό,τι σε εθνικό επίπεδο και συγκεκριμένα έχουμε το είδος *Neophron percnopterus* να ανήκει στην κατηγορία Κινδυνεύοντα (EN), το είδος *Aquila heliaca* στην κατηγορία Τρωτά (VU) και τα είδη *Gypaetus barbatus* και *Aegypius monachus* να ανήκουν στην κατηγορία Σχεδόν Απειλούμενα (NT). Τέλος τα είδη *Haliaeetus albicilla*, *Aquila pomarina*, *Aquila chrysaetos*, *Aquila fasciata* και *Gyps fulvus* δεν ανήκουν σε κάποια κατηγορία κινδύνου σε διεθνές επίπεδο και θεωρούνται ως είδη Μειωμένου Ενδιαφέροντος (Least Concern-LC).

Επιπλέον, η επιλογή των ειδών έγινε και με βάση την δυνατότητα εύρεσης δεδομένων για αυτά, καθώς τα δεδομένα φωλεοποίησης που, όπως θα αναφερθεί παρακάτω, χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της εργασίας αποτελούν ευαίσθητα δεδομένα τα οποία δεν είναι πάντα εφικτό να αντληθούν από τις αξιόπιστες πηγές τους.

2.3 Συλλογή δεδομένων-Δεδομένα Φωλεοποίησης/Δεδομένα χαρτογράφησης

Για την πραγματοποίηση της συγκεκριμένης εργασίας χρησιμοποιήθηκαν τρεις κύριες κατηγορίες δεδομένων. Η πρώτη αφορά στα βιολογικά δεδομένα που συλλέχθηκαν και αφορούσαν θέσεις αναπαραγωγής των εν λόγω ειδών, η δεύτερη αφορά σε δεδομένα σχετιζόμενα με την (χωρική) ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα και η τρίτη αφορά στη διενέργεια των Μοντέλων Πρόβλεψης της Δυνητικής Κατανομής των ειδών.

1. Βιολογικά δεδομένα

Τα βιολογικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας αποτελούν **δεδομένα φωλεοποίησης** για κάθε ένα από τα είδη ξεχωριστά και αντλήθηκαν από πλήθος πηγών. Συγκεκριμένα, δεδομένα παραχωρήθηκαν από το αρχείο του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας της Κρήτης και το Εργαστήριο Οικολογίας και Διαχείρισης Περιβάλλοντος, από το αρχείο της Ελληνικής Ορνιθολογικής Εταιρείας, το αρχείο του WWF Ελλάς, από την Εταιρεία Περιβαλλοντικών Συμβούλων NCC, καθώς και από αριθμό ανεξάρτητων ορνιθολόγων οι οποίοι εργάζονται σε διάφορα προγράμματα ορνιθολογικής παρακολούθησης ή/και προγράμματα διαχείρισης. Συνολικά, τα δεδομένα που

συλλέχθηκαν θεωρούνται από τα πλέον ακριβή και αξιόπιστα βάσει των πηγών από τις οποίες αντλήθηκαν, και αποτελούν τη βέλτιστη ορνιθολογική πληροφορία για τη χώρα. Μεγάλος μέρος των δεδομένων αυτών έχει προκύψει από την υλοποίηση ευρωπαϊκών προγραμμάτων LIFE, όπως για παράδειγμα τα προγράμματα LIFE16 NAT/BG/000874, LIFE10 NAT/BG/000152 και LIFE17 NAT/GR/000514.

Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από αδημοσίευτες αναφορές (Hallmann, 1996), τα οποία αφορούσαν τις μέχρι τότε γνωστές θέσεις φωλεοποίησης για τα εν λόγω είδη, και αποτελούν ουσιαστικά ιστορικά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά, καθώς δεν βρίσκονταν σε ψηφιακή μορφή, αντλήθηκαν με τη μέθοδο της Γεωαναφοράς (Georeferencing). Τα συγκεκριμένα δεδομένα έχουν μικρότερη ακρίβεια για λόγους που έχουν να κάνουν τόσο με την μεθοδολογία συλλογής και παρουσίασης, όσο και με το σύστημα της Γεωαναφοράς που χρησιμοποιήσαμε για να μπορέσουμε να τα μετατρέψουμε σε μορφή γεωγραφικών συντεταγμένων (X,Y), όμοια με τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τις πιο πρόσφατες προαναφερθείσες πηγές (2000-2020), όπως επίσης και λόγω του γεγονότος ότι πάρα πολλές από τις θέσεις φωλεοποίησης των παρελθόντων ετών έχουν εγκαταλειφθεί για λόγους που σχετίζονται με τον άνθρωπο. Ωστόσο, κρίθηκε σκόπιμο να χρησιμοποιηθούν και αυτά, όπως θα αναλυθεί παρακάτω, για λόγους σύγκρισης της τωρινής εξάπλωσης των ειδών με αυτή των παρελθοντικών ετών. Επιπλέον, τα συγκεκριμένα δεδομένα αποτελούν μια καλή πηγή αναφοράς για τις πιθανές θέσεις φωλιάσματος των ειδών στις προηγούμενες δεκαετίες και οι οποίες θα μπορούσαν κάλλιστα να χρησιμοποιούνται ή να επαναχρησιμοποιηθούν σε μελλοντικό χρόνο από τα ίδια είδη και γι'αυτό το λόγο η αξία τους είναι εξίσου μεγάλη με αυτή των δεδομένων από σύγχρονες θέσεις. Έτσι, για τρία από τα είδη της μελέτης και συγκεκριμένα για τα είδη *Haliaeetus albicilla*, *Aquila heliaca* και *Aquila pomarina*, λόγω της αδυναμίας πρόσβασης σε σύγχρονα δεδομένα, δηλαδή δεδομένα που παράχθηκαν από το 2000 και μετά, χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της εργασίας μόνο τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μέχρι τη δεκαετία του '90 καθώς τα συγκεκριμένα είδη ανήκουν στις δύο υψηλότερες κατηγορίες κινδύνου κατά IUCN σε εθνικό επίπεδο, στις κατηγορίες Κρισίμως Κινδυνεύοντα (CR) τα δύο πρώτα και Κινδυνεύοντα (EN) το τελευταίο αντίστοιχα, και γι'αυτό θεωρήθηκε σκόπιμο τα είδη να μην αποκλειστούν από τη μελέτη λόγω απουσίας σύγχρονων δεδομένων.

Συνολικά συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν **1036** στίγματα από όλα τα είδη.

2. Δεδομένα ανάπτυξης αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα

Όσον αφορά τα δεδομένα ανάπτυξης της αιολικής ενέργειας της Ελλάδας, τα δεδομένα αντλήθηκαν από τον Γεωπληροφοριακό χάρτη της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας-ΡΑΕ (πρόσβαση στις 28.3.2021) που βρίσκεται αναρτημένος στο ηλεκτρονικό site της ΡΑΕ (<https://geo.rae.gr/>), η οποία αποτελεί ανεξάρτητη

ρυθμιστική αρχή «η οποία συστήθηκε με το [v.2773/1999](#), στο πλαίσιο εναρμόνισης με τις Οδηγίες [2003/54/EK](#) και [2003/55/EK](#) για τον ηλεκτρισμό και το φυσικό αέριο, με κύρια αρμοδιότητά της να εποπτεύει την εγχώρια αγορά ενέργειας, σε όλους τους τομείς της, εισηγούμενη προς τους αρμόδιους φορείς της Πολιτείας και λαμβάνοντας η ίδια μέτρα για την επίτευξη του στόχου της απελευθέρωσης των αγορών ηλεκτρικής ενέργειας και φυσικού αερίου.» (<https://www.rae.gr/>). Ουσιαστικά, κύριες αρμοδιότητες της ΡΑΕ, που μας αφορούν και για τη συγκεκριμένη μελέτη, είναι η γνωμοδότηση επί των ενεργειακών έργων, η παρακολούθηση και ο έλεγχος της αγοράς ενέργειας και η χορήγηση αδειών παραγωγής.

Τα δεδομένα που αντλήθηκαν από τη ΡΑΕ, επομένως, αφορούν δεδομένα για τους αιολικούς σταθμούς και τις ανεμογεννήτριες που εξαπλώνονται στον ελλαδικό χώρο, όπως αυτός φαίνεται στον εν λόγω γεωπληροφοριακό χάρτη, είτε ως υφιστάμενα έργα είτε ως έργα υπό διαδικασία αδειοδότησης (σχεδιαζόμενα). Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήσαμε σε μορφή “shapefile” ξεχωριστά τα αρχεία για κάθε μία από τις 4 κατηγορίες αδειοδότησης ενός έργου τόσο για τα αρχεία που αφορούσαν τα πολύγωνα (polygon geometry shapfiles) των αιολικών σταθμών όσο και τα αρχεία σε μορφή στιγμάτων (point geometry shapfile) για τις ανεμογεννήτριες. Στον Πίνακα 3 φαίνεται συγκεντρωτικά ο αριθμός του συνόλου των αιολικών σταθμών και των ανεμογεννητριών στα διάφορα στάδια αδειοδότησης καθώς και η συνολική εγκατεστημένη ισχύς (MW) που προβλέπεται από το σύνολο των έργων.

Για τους σκοπούς της χαρτογράφησης, αντλήθηκαν, τέλος δεδομένα από τον ιστότοπο της κυβέρνησης (<https://geodata.gov.gr/>) και συγκεκριμένα δεδομένα που αφορούν σε διάφορα διοικητικά όρια όπως τα όρια των νομών και των περιφερειών της Ελλάδας, καθώς και η ακτογραμμή της.

2.4 Επεξεργασία Δεδομένων

Κατ'αρχάς, όσον αφορά τα ιστορικά δεδομένα (Hallmann 1996), αρχικά οι αναφορές εξετάστηκαν από ειδικούς ορνιθολόγους οι οποίοι επιβεβαίωσαν ή 'διόρθωσαν' ορισμένες από τις θέσεις φωλεοποίησης βάσει της δικής τους γνώσης και εμπειρίας επί των δεδομένων αυτών, ενώ θέσεις στις οποίες πλέον η χρήση γης έχει αλλάξει καθοριστικά, όπως για παράδειγμα τοποθεσίες στις οποίες κάποτε φώλιαζαν κάποια από τα συγκεκριμένα αρπακτικά και σήμερα έχουν μετατραπεί πλήρως σε γεωργικές εκτάσεις που διαχειρίζεται συστηματικά ο άνθρωπος, αποκλείστηκαν τελείως από την τελική βάση δεδομένων.

Στη συνέχεια, για να μπορέσουμε να προχωρήσουμε στις αναλύσεις, αρχικά, σχεδιάσαμε με τη χρήση των κατάλληλων εργαλείων (Create→Polygon) των εφαρμογών Google Earth και ArcGIS Pro γύρω από κάθε στίγμα-φωλιά ένα

πολύγωνο βάσει του αναγλύφου της εκάστοτε περιοχής ώστε στους τελικούς χάρτες να μην είναι ευδιάκριτο κάθε μεμονωμένο στίγμα για λόγους προστασίας των ευαίσθητων δεδομένων φωλεοποίησης. Για τις θέσεις φωλεοποίησης του ίδιου είδους οι οποίες βρίσκονταν σε πολύ κοντινές μεταξύ τους αποστάσεις σχεδιάστηκε ένα ενιαίο πολύγωνο που να περιλαμβάνει και τις δύο (ή και παραπάνω σε ορισμένες περιπτώσεις) από αυτές. Αφού ολοκληρώθηκε ο σχεδιασμός των πολυγώνων γύρω από κάθε γνωστή θέση φωλεοποίησης, δημιουργήθηκε μία τελική βάση επιβεβαιωμένων και έγκυρων στιγμάτων.

Κατόπιν, προχωρήσαμε σε ένα φιλτράρισμα των δεδομένων διαχωρίζοντας αυτά που καταγράφηκαν από το 2000 και μετά από το αρχικό σύνολο δεδομένων. Έτσι, καταλήξαμε ουσιαστικά σε δύο υπο-σύνολα δεδομένων τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στις τελικές αναλύσεις. Το ένα αφορά το σύνολο των σύγχρονων δεδομένων, δηλαδή αυτά που συλλέχθηκαν από το 2000 και μετά, στο οποίο δίδεται ιδιαίτερη έμφαση λόγω ακριβώς της σημασίας των ενεργών θέσεων φωλεοποίησης στο παρόν, τόσο από καθαρά επιστημονική όσο και από μία πιο διαχειριστική άποψη. Επιπλέον, χρησιμοποιήσαμε αυτούσιο και το αρχικό σύνολο επιβεβαιωμένων δεδομένων, δηλαδή αυτό με το σύνολο των θέσεων φωλεοποίησης τόσο των σύγχρονων όσο και των επιβεβαιωμένων ιστορικών, για λόγους σύγκρισης του παρόντος με το παρελθόν. Ακόμη, η χρήση των ιστορικών δεδομένων στις αναλύσεις θεωρήθηκε σκόπιμη καθώς οι ιστορικές θέσεις φωλεοποίησης ενός είδους λειτουργούν ως τιμές αναφοράς του είδους για τις συγκεκριμένες περιοχές και αποτελούν επί της ουσίας τις τιμές που θα μπορούσε να επανακτήσει το είδος σε μελλοντικό χρόνο με τη λήψη και εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων προστασίας από τον άνθρωπο.

2.5 Ορισμός ζωνών ευαισθησίας

Ένας σημαντικός παράγοντας στη διενέργεια αναλύσεων που αφορούν στον χωρικό υπολογισμό των επιπτώσεων συγκεκριμένων ανθρώπινων δραστηριοτήτων σε σημαντικά είδη ορνιθοπανίδας, είναι ο ορισμός της επικράτειας του εκάστοτε είδους, όταν μιλάμε για επικρατειακά είδη, δηλαδή είδη τα οποία υπερασπίζονται ένα συγκεκριμένο χώρο για τη διαβίωσή τους από άλλα είδη ή άλλα άτομα του ίδιου είδους. Το μέγεθος της επικράτειας ποικίλει από είδος σε είδος, όπως επίσης και οι δραστηριότητες που πραγματοποιούνται εντός της επικράτειας κάθε είδους. Κατά βάση, ωστόσο, για είδη όπως οι πέντε αετοί της μελέτης μας, στα όρια της επικράτειας δίδεται κύρια έμφαση στις δραστηριότητες της τροφοληψίας, της αναπαραγωγής και της φωλεοποίησης. Για τα αποικιακά είδη, όπως οι τέσσερις γύπες της μελέτης μας, η έννοια της επικράτειας χρησιμοποιείται λιγότερο κυρίως διότι τα συγκεκριμένα είδη έχουν στην πραγματικότητα πολύ μεγαλύτερο ζωτικό χώρο και μπορούν να διανύουν τεράστιες αποστάσεις για τροφοληψία. Επιπλέον, το μέγεθος των ζωνών ευαισθησίας μπορεί να ποικίλει σε μέγεθος και για λόγους

που σχετίζονται με τον τύπο οικοτόπου ή τη σημασία μίας περιοχής για πλήθος ειδών ταυτόχρονα. Για παράδειγμα, σε περιοχές όπου μεταναστευτικά πουλιά σταματούν για ανεφοδιασμό και ξεκούραση κατά τη διάρκεια του ταξιδιού τους, προτείνεται ζώνωση μεγαλύτερου εύρους ακτίνας (Working Group of German State Bird Conservancies, 2015), όπως επίσης και στις κύριες μεταναστευτικές οδούς (περάσματα) λόγω της υπερσυγκέντρωσης μεταναστευτικών ειδών και ατόμων (Isselbacher, 2001) την περίοδο της μετανάστευσης. Τέλος, στις περιπτώσεις εφαρμογής ζωνών ευαισθησίας της ορνιθοπανίδας απέναντι σε ΑΣΠΗΕ, η ζώνωση προκύπτει και από το μέγεθος των ανεμογεννητριών που επιλέγονται να εγκατασταθούν σε μία περιοχή. Τυπικά, η απόσταση κρίσιμων ενδιαιτημάτων ειδών ορνιθοπανίδας από ΑΣΠΗΕ προτείνεται να είναι κατ'ελάχιστον δεκαπλάσια του αθροίσματος του συνολικού ύψους του πυλώνα της ανεμογεννήτριας και της διαμέτρου του ρότορα (Working Group of German State Bird Conservancies, 2015). Λόγω της συνεχούς βελτίωσης της τεχνολογίας των ανεμογεννητριών και της μετάβασης όλο και περισσότερο σε πιο αποδοτικά (από άποψη ενέργειας) μοντέλα που ξεπερνούν το ύψος των 150-200m, η ελάχιστη απόσταση ΑΣΠΗΕ από επικράτειες πτηνών πρέπει να είναι τουλάχιστον 1500-2000m.

Στην παρούσα μελέτη, για λόγους που σχετίζονται με τη φύση της εργασίας, εφαρμόστηκε ένα ενιαίο σύστημα εφαρμογής ζωνών ευαισθησίας για όλα τα είδη για την αποτύπωση των επικρατειών τους που κατ'επέκταση αποτελούν τις περιοχές εκείνες στις οποίες η ανάπτυξη ΑΣΠΗΕ θα έπρεπε είτε να αποκλείεται είτε να εφαρμόζεται κατά περίπτωση και μόνο εφόσον διασφαλίζεται η συνέχιση της ακεραιότητας του οικοτόπου του εκάστοτε είδους μετά την εγκατάσταση ενός ΑΣΠΗΕ. Οι ζώνες ευαισθησίας που επιλέχθηκαν ήταν αυτές των 0-3 και των 0-5 km ως ζώνες στις οποίες το εκάστοτε είδος περνά το 50% και το 25% (3-5km) του χρόνου του αντίστοιχα.

Η παραπάνω ζώνωση δημιουργήθηκε με τη χρήση του εργαλείου "Buffer" του λογισμικού ArcGIS Pro, εφαρμόζοντας γύρω από κάθε πολύγωνο φωλιάς μία ζώνη (buffer) των **3 km** και μία ζώνη των **5 km** αντίστοιχα.

Το σύνολο των αναλύσεων που ακολουθούν καθώς και η χαρτογράφηση ευαισθησίας, πραγματοποιήθηκαν με τη χρήση του γεωπληροφοριακού συστήματος ArcGIS Pro (Edition 2.6, ESRI 2021).

2.6 Επικαλύψεις Αιολικών και Επικρατειών χωροκρατικών και αποικιακών ειδών

Για την εκτίμηση της συνολικής επικάλυψης των αιολικών έργων και των επικρατειών/περιοχών εξάπλωσης των αρπακτικών της μελέτης πραγματοποιήθηκαν χωρικές αναλύσεις με τη χρήση κυρίως του εργαλείου "Intersect" του ArcGIS Pro, το οποίο επιτρέπει τόσο τον υπολογισμό της συνολικής

χωρικής επικάλυψης μεταξύ δύο συνόλων δεδομένων (vector samples), όσο και την απεικόνιση αυτής της επικάλυψης σε χάρτη.

Ο τύπος της επικάλυψης που επιλέχθηκε ήταν τόσο η επικάλυψη των επικρατειών (με τις δύο ζώνες “buffer”) με το σύνολο των πολυγώνων των αιολικών σταθμών όσο και με το σύνολο των στιγμάτων των ανεμογεννητριών για κάθε αιολικό σταθμό. Με αυτόν τον τρόπο, υπολογίστηκαν στη συνέχεια τόσο ο συνολικός αριθμός επικαλυπτόμενων σταθμών και ανεμογεννητριών με τις επικράτειες των αρπακτικών, όσο και η συνολική επικάλυψη σε μορφή έκτασης (km²) αλλά και τα συνολικά MW εγκατεστημένης ισχύος των επικαλυπτόμενων αιολικών έργων.

Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν αρχικά για κάθε είδος ξεχωριστά ώστε να αναδειχθεί το ποσοστό επίδρασης των αιολικών σταθμών στην εξάπλωση του κάθε είδους ξεχωριστά και στη συνέχεια, οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν επί των δύο συγκεντρωτικών συνόλων δεδομένων όπως αυτά αναλύθηκαν στην ενότητα 2.4.

2.7 Χαρτογράφηση ευαισθησίας

Σκοπός της χαρτογράφησης ευαισθησίας ήταν η προσπάθεια απόδοσης της σημασίας και της πιθανής ευαισθησίας δεδομένης περιοχής του ελλαδικού χώρου βάσει της πιθανότητας παρουσίας τουλάχιστον ενός από τα 9 αρπακτικά είδη πτηνών της μελέτης. Για το σκοπό αυτό αρχικά δημιουργήθηκε ένα σύστημα βαθμονόμησης της ευαισθησίας των ειδών βάσει μιας σειράς από κριτήρια και στη συνέχεια διενεργήθηκαν μία σειρά από βήματα για την παραγωγή του τελικού χάρτη. Τέλος, βάσει των παραγόμενων ζωνών ευαισθησίας υπολογίστηκε ο βαθμός επικάλυψης των υφιστάμενων και των υπό σχεδιασμό ΑΣΠΗΕ με τις ζώνες αυτές. Για αυτόν τον χάρτη ευαισθησίας χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα σύγχρονα δεδομένα (2000 και μετά).

Συνοπτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για τη διενέργεια της χαρτογράφησης ευαισθησίας ήταν τα εξής:

1. Υπολογισμός βαθμού ευαισθησίας (score) ως προς τις υποδομές αιολικής ενέργειας για κάθε είδος ξεχωριστά.
2. Μετατροπή δεδομένων φωλεοποίησης με τις αντίστοιχες ζώνες ευαισθησίας τους (buffers των 3 και 5 km) σε μορφή ψηφιοπλέγματος (raster) αρχείου αρχικά με μέγεθος κελιού (resolution) 1X1 km και στη συνέχεια με ανάλυση 30X30m ορίζοντας ως τιμή (value) του κάθε κελιού το βαθμό ευαισθησίας του είδους.
3. Δημιουργία ενιαίου raster κατόπιν αθροίσματος των επιμέρους rasters των 9 ειδών με το εργαλείο “Raster calculator”.

4. Παραγωγή τελικού χάρτη ευαισθησίας με τέσσερις ζώνες ευαισθησίας (Χαμηλή, Μεσαία, Υψηλή, Πολύ υψηλή ευαισθησία)

2.7.1 Κριτήρια βαθμονόμησης της ευαισθησίας των ειδών

Για τη δημιουργία του χάρτη ευαισθησίας, αρχικά, εφαρμόστηκε ένα σύστημα βαθμολόγησης της ευαισθησίας των ειδών (Species Sensitivity Model) στα πρότυπα του Ιρλανδικού χάρτη ευαισθησίας που δημιουργήκε το 2015 από την ομάδα των Mc Guinness *et al.* και βασίζεται στην αξιολόγηση τριών βασικών κατηγοριών κριτηρίων για κάθε είδος ξεχωριστά: 1. **Καθεστώς προστασίας του είδους**, 2. **Κίνδυνοι σχετιζόμενοι με την πτητική ικανότητα του είδους**, 3. **Κίνδυνοι σχετιζόμενοι με τον/τους οικοτόπο/ους του είδους** (Mc Guinness *et al.*, 2015).

Η πρώτη κατηγορία που αφορά στο καθεστώς προστασίας των ειδών (Conservation Risk Factors) εξετάζει την παρουσία ή μη του είδους στο Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/EK, το Ευρωπαϊκό καθεστώς προστασίας του είδους (Species of European Concern – SPEC, BirdLife International, Edition 2017), το Διεθνές καθεστώς προστασίας βάσει του Κόκκινου Βιβλίου της IUCN (International Union of Conservation of Nature, <https://www.iucnredlist.org/>), το εθνικό καθεστώς προστασίας βάσει του εθνικού Κόκκινου Βιβλίου (Legakis and Maragou, 2009), καθώς και τη μεταναστευτική δεινότητα του είδους. Οι υπόλοιπες δύο κατηγορίες περιλαμβάνουν ένα σύνολο **13 κριτηρίων** βάσει των οποίων αξιολογείται η πιθανή ευαισθησία των ειδών ως προς την αιολική ενέργεια από ανεμογεννήτριες (Παράρτημα 2). Οι συγκεκριμένοι παράγοντες ευαισθησίας διαχωρίζονται σε παράγοντες που σχετίζονται με τα **χαρακτηριστικά πτήσης** κάθε είδους (Flight Risk Factors) και σε παράγοντες που αφορούν το ενδιαίτημα και τα **χαρακτηριστικά των οικοτόπων** στους οποίους αναπτύσσονται τα συγκεκριμένα είδη (Habitat Risk Factors).

Για κάθε είδος και για κάθε ένα από τα κριτήρια ευαισθησίας αποδόθηκε ένας βαθμός (score) ευαισθησίας από 0 έως 4 το οποίο διευκρινίστηκε κατόπιν γνωμοδότησης από έμπειρους ορνιθολόγους (Expert opinion). Στη συνέχεια, υπολογίστηκε το συνολικό άθροισμα των τεσσάρων κριτηρίων της πρώτης κατηγορίας (Καθεστώς προστασίας), καθώς και οι μέσοι όροι για τις δύο κατηγορίες ευαισθησίας ως προς τις υποδομές παραγωγής αιολικής ενέργειας ξεχωριστά. Ο τελικός υπολογισμός της ευαισθησίας κάθε είδους (Species Sensitivity Score-SSS) υπολογίστηκε σύμφωνα με την εξίσωση:

$$\text{Species Sensitivity Score (SSS)} = \text{Conservation Score} \times (\text{Average Flight Vulnerability Scores} + \text{Average Habitat Vulnerability Scores})$$

2.7.2 Παραγωγή χάρτη ευαισθησίας

Έχοντας εφαρμόσει την επεξεργασία των δεδομένων που αναλύθηκε παραπάνω τοποθετώντας buffers γύρω από κάθε είδος, για τη δημιουργία του χάρτη ευαισθησίας μετατρέψαμε αρχικά όλα τα πολύγωνα ανά είδος σε μορφή δεδομένων ψηφιδοπλέγματος (raster). Για τη μετατροπή αυτή προϋπόθεση αποτελεί η ύπαρξη μίας πρόσθετης στήλης (Field) στη βάση δεδομένων η οποία θα χρησιμεύσει σαν η πληροφορία (Value) που θα προσδώσει σε κάθε κελί (pixel) του παραγόμενου raster μία τιμή. Στην προκειμένη περίπτωση, η επιθυμητή τιμή ήταν ο βαθμός(score) ευαισθησίας του κάθε είδους (SSS) όπως ορίστηκε παραπάνω.

Αρχικά, ο χάρτης ευαισθησίας πραγματοποιήθηκε σε ανάλυση 1X1 km. Στη συνέχεια, όμως, λόγω της ανάγκης εύρεσης των επικαλύψεων με τους ΑΣΠΗΕ η τελική ανάλυση που επιλέχθηκε ήταν τα 30X30 m ώστε τα ποσοστά επικάλυψης να είναι περισσότερο ακριβή.

Αφού μετατρέψαμε σε raster τα αρχεία των πολυγώνων (buffers) κάθε είδους, στη συνέχεια με το εργαλείο “Raster calculator” αθροίσαμε τα rasters όλων των ειδών μαζί. Με αυτόν τον τρόπο παράχθηκε ένα τελικό raster στο οποίο κάθε κελί περιέχει την πληροφορία από το άθροισμα των τιμών κάθε κελιού από κάθε μεμωνομένο αρχείο raster, άρα για κάθε κελί του 1 km² (ή των 30 m²) αποδόθηκε ένας τελικός βαθμός ευαισθησίας από το σύνολο των ειδών.

Τέλος, για την καλύτερη οπτική απεικόνιση του τελικού χάρτη ευαισθησίας αλλά και την όσο το δυνατόν πιστότερη αναπαράσταση των αποτελεσμάτων, πραγματοποιήθηκε μία κατηγοριοποίηση (Classification) του εύρους των τιμών που πήραν τα κελιά στον τελικό χάρτη σε **4 κλάσεις** σε κάθε μία εκ των οποίων προσδόθηκε ένα διαφορετικό χρώμα για καλύτερη οπτική απεικόνιση των αποτελεσμάτων, ενώ από το τελικό raster αποκλείστηκαν οι τιμές 0. Η κατηγοριοποίηση στις 4 κλάσεις δεν πραγματοποιήθηκε με ισοκαταμερισμό σε κάθε κλάση του παραγόμενου εύρους τιμών γιατί με αυτόν τον τρόπο παρατηρήθηκε η υπο- ή υπερ-αντιπροσώπευση συγκεκριμένων κλάσεων. Γι'αυτό το λόγο επιλέχθηκε ο προεπιλεγμένος (Default) από το ArcGIS Pro διαχωρισμός των τιμών ανά κλάση σύμφωνα με τον οποίο κάθε κλάση αντιπροσωπεύτηκε από το κατάλληλο εύρος τιμών ώστε το αποτέλεσμα να έχει όσο το δυνατόν περισσότερο βιολογικό νόημα με βάση τα δεδομένα μας. Στις τιμές κάθε κλάσης αποδόθηκε ένας γενικός τίτλος, ενδεικτικός του βαθμού ευαισθησίας κάθε κλάσης, καταλήγοντας στις εξής 4 κατηγορίες ευαισθησίας: 1. Χαμηλή, 2. Μεσαία, 3. Υψηλή, 4. Πολύ υψηλή.

2.7.3 Επικαλύψεις χαρτών ευαισθησίας με ΑΣΠΗΕ

Αφού κατασκευάστηκε ο χάρτης ευαισθησίας, στη συνέχεια υπολογίσαμε τα ποσοστά επικαλύψεων κάθε κλάσης ευαισθησίας με τα πολύγωνα των ΑΣΠΗΕ της ΡΑΕ, όπως και παραπάνω.

Αρχικά, υπολογίσαμε το ποσοστό των επικαλυπτόμενων εικονοστοιχείων (pixels) με τα εικονοστοιχεία που παράχθηκαν μετατρέποντας τα πολύγωνα των ΑΣΠΗΕ επίσης σε μορφή raster με μέγεθος εικονοστοιχείου 30Χ30 m. Για τον υπολογισμό της επικάλυψης με τη βοήθεια του εργαλείου “Reclassify” αποδώσαμε στο εύρος τιμών κάθε κλάσης ευαισθησίας μία μόνο ακέραια τιμή από 0 έως 4, ενώ αντίστοιχα στο raster των ΑΣΠΗΕ αποδώσαμε με το ίδιο εργαλείο τις τιμές 0 (απουσία πολυγώνου στο εικονοστοιχείο) και 1 (παρουσία πολυγώνου στο εικονοστοιχείο). Στη συνέχεια, με το εργαλείο “Raster calculator” προσθέσαμε το raster του χάρτη ευαισθησίας (reclassified) με κάθε ένα από τα raster των ΑΣΠΗΕ για κάθε κατηγορία αδειοδότησης και καταλήξαμε σε raster με τιμές από 0 έως 5. Το σύνολο των εικονοστοιχείων με τιμές από 2 έως 5 (αφαιρώντας τον αριθμό των εικονοστοιχείων με μεμονωμένα στοιχεία είτε από τις κλάσεις ευαισθησίας είτε από τους ΑΣΠΗΕ) αντανακλά στο σύνολο των επικαλύψεων για κάθε κλάση ευαισθησίας.

Τέλος, για τον ακριβή υπολογισμό των ανεμογεννητριών (και των MW) που επικαλύπτονται με κάθε κλάση ευαισθησίας, καθώς και για τον υπολογισμό της συνολικής έκτασης (km²) που καταλαμβάνουν οι ΑΣΠΗΕ σε κάθε κλάση ευαισθησίας, μετατρέψαμε το raster του χάρτη ευαισθησίας σε αρχείο πολυγώνου (Tool “Raster to Polygon”) και στη συνέχεια ακολουθήσαμε τα βήματα όπως αναλύθηκαν στην ενότητα 2.6 με τη βοήθεια του εργαλείου “Intersect”.

2.8 Μοντέλα Πρόβλεψης Κατανομής - Καταλληλότητας ενδιαιτήματος

Σκοπός της παραγωγής Μοντέλου Πρόβλεψης της Δυνητικής κατανομής των ειδών της μελέτης ήταν η παραγωγή ενός τελικού συνδυαστικού μοντέλου πρόβλεψης για το σύνολο των ειδών ώστε αυτό να λειτουργήσει στη συνέχεια σαν μοντέλο χάρτη ευαισθησίας ο οποίος να αποδίδει όσο το δυνατόν πιο αποτελεσματικά και αξιόπιστα τις ζώνες ευαισθησίας σε ολόκληρη τη χώρα χωρίς κενά δεδομένων, όπως στην περίπτωση του χάρτη ευαισθησίας που παράχθηκε όπως αναλύθηκε στην ενότητα 2.6.

2.8.1 Επεξηγηματικές παράμετροι Μοντέλων Πρόβλεψης Δυνητικής Κατανομής των ειδών

Για τη διενέργεια των Μοντέλων Πρόβλεψης της Δυνητικής Κατανομής των ειδών, χρησιμοποιήθηκαν, τα δεδομένα παρουσίας των ειδών (βιολογικά δεδομένα), όπως αναλύθηκαν παραπάνω, καθώς και ένα σύνολο περιβαλλοντικών δεδομένων (περιβαλλοντικά υπόβαθρα) που αποτέλεσαν τις περιβαλλοντικές μεταβλητές της ανάλυσης και τα οποία χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Τοπογραφικά δεδομένα
- Μετεωρολογικά δεδομένα
- Δεδομένα χρήσεων γης (Corine Land Cover)
- Δεδομένα κέντρων ανθρωπογενούς δραστηριότητας
- Δεδομένα απόστασης από υδατοσυλλογές
- Δεδομένα δείκτη βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI)

Πηγή των πρωτογενών **τοπογραφικών δεδομένων** και των **δεδομένων χρήσεων γης** αποτέλεσε το ευρωπαϊκό πρόγραμμα Copernicus.

Συγκεκριμένα, η παραγωγή του συνόλου των τοπογραφικών υποβάθρων πραγματοποιήθηκε μέσω επεξεργασίας του ευρωπαϊκού ψηφιακού μοντέλου εδάφους (DEM) σε περιβάλλον GIS. Τα τοπογραφικά υπόβαθρα που παράχθηκαν περιλαμβάνουν:

- a. DEM → αναπαράσταση της υψομετρικής απόστασης από την επιφάνεια της θάλασσας (m)
- b. Aspect → αναπαράσταση του προσανατολισμού του εδάφους σε μοίρες (°)
- c. Terrain Ruggedness Index → δείκτης αναπαράστασης της ετερογένειας της τοπογραφίας της περιοχής

Το **υπόβαθρο καλύψεων γης** προέρχεται από το πρόγραμμα απογραφής των Καλύψεων Γης κατά Corine (Corine Land Cover – CLC).

Τα **μετεωρολογικά δεδομένα** που χρησιμοποιήθηκαν προέρχονται από τη βάση διαχρονικών μετεωρολογικών δεδομένων σε χωρική μορφή *Worldclim* και είναι τα εξής:

1. Μέση ετήσια θερμοκρασία (BIO1)
2. Ισοθερμικότητα (BIO3=BIO2/BIO7: Μέσο ημερήσιο εύρος (Μέγιστη-Ελάχιστη θερμοκρασία)/ Ετήσιο εύρος θερμοκρασίας)
3. Εποχικότητα θερμοκρασίας (BIO4)
4. Ετήσιο εύρος θερμοκρασίας (BIO7)
5. Ετήσια βροχόπτωση (BIO12)
6. Εποχικότητα βροχόπτωσης (BIO15)

7. Βροχόπτωση του υγρότερου τετάρτου

Τα δεδομένα κέντρων ανθρωπογενούς δραστηριότητας αντλήθηκαν από την επίσημη ιστοσελίδα του Ελληνικού Κτηματολογίου.

Τα δεδομένα απόστασης από υδατοσυλλογές αντλήθηκαν από τον ιστότοπο <https://www.wwf.gr/en/areas/island-wetlands> του WWF.

Τέλος, τα δεδομένα δείκτη βλάστησης κανονικοποιημένης διαφοράς (NDVI), αντλήθηκαν από τον ιστότοπο MODIS Vegetation Index Products (NDVI and EVI) (<https://modis.gsfc.nasa.gov/>). Ο δείκτης NDVI είναι ένας κανονικοποιημένος δείκτης που επιτρέπει τη δημιουργία μια εικόνας που απεικονίζει τη ζωτικότητα της βλάστησης και τη σχετική βιομάζα. Αυτός ο δείκτης αξιοποιεί την αντίθεση στα χαρακτηριστικά δύο ζωνών ενός πολυφασματικού raster συνόλου δεδομένων, τις απορροφήσεις της χρωστικής της χλωροφύλλης στη ζώνη του κόκκινου και την υψηλή ανακλαστικότητα των φυτών στο κοντινό υπέρυθρο (NIR).

2.8.2 Επεξεργασία περιβαλλοντικών δεδομένων/υποβάθρων

Το σύνολο των περιβαλλοντικών υποβάθρων που συλλέχθηκαν προκειμένου να μπορέσουν να χρησιμοποιηθούν από το λογισμικό με το οποίο πραγματοποιήθηκε η ανάλυση (Maxent) χρειάστηκε να υποστούν ορισμένα στάδια επεξεργασίας για να μπορέσουν να εισαχθούν στο πρόγραμμα:

1. Μετατροπή των δεδομένων από το προβολικό σύστημα στο οποίο λήφθηκαν στο Ελληνικό προβολικό σύστημα GGRS 1987.
2. Περικοπή, ευθυγράμμιση και ορισμός της κατάλληλης έκτασης (Extent) των δεδομένων με τα εργαλεία Mask, Snap και Clip αντίστοιχα ώστε οι παραγόμενοι χάρτες να αφορούν μόνο τον γεωγραφικό χώρο της Ελλάδας.
3. Μετατροπή όλων των υποβάθρων σε μορφή raster με μέγεθος εικονοστοιχείου 400X400 m.

2.8.3 Ανάπτυξη Μοντέλου Μέγιστης Εντροπίας (Maxent)

Η ανάπτυξη του μοντέλου πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό MaxEnt v.3.3.3k (Phillips et al. 2006) εισάγοντας τα βιολογικά δεδομένα σε μορφή .csv και τα περιβαλλοντικά επίπεδα σε μορφή αρχείου .asc. Από το σύνολο των περιβαλλοντικών επιπέδων, όλα εκτός από τα δεδομένα χρήσεων γης, αναλύθηκαν ως *Συνεχείς* μεταβλητές, ενώ τα δεδομένα χρήσης γης αναλύθηκαν ως *Κατηγορική* μεταβλητή. Το μοντέλο επιλέχθηκε να εξάγει αποτελέσματα για κάθε είδος ξεχωριστά πραγματοποιώντας συνολικά 10 επαναλήψεις για κάθε υποσύνολο δεδομένων, ενώ επιπλέον επιλέχθηκε να παραχθούν καμπύλες απόκρισης (Response curves) και εικόνες πρόβλεψης για κάθε είδος. Για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του μοντέλου, λόγω απουσίας ανεξάρτητου συνόλου δεδομένων για

την επικύρωση των αποτελεσμάτων, επιλέχθηκε ο διαχωρισμός των υπαρχόντων δεδομένων σε δύο ομάδες εκ των οποίων η μία λειτούργησε για την προσαρμογή (training) του μοντέλου αξιοποιώντας το 75% των συνολικών δεδομένων, ενώ το υπόλοιπο 25% των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν για τον έλεγχο της αξιοπιστίας του μοντέλου (testing) με τη μέθοδο της «μερικής» δειγματοληψίας (Subsample). Λόγω των 10 επαναλήψεων που ορίστηκαν για να τρέξει το μοντέλο, σε κάθε επανάληψη διαφορετικό set δεδομένων (στιγμάτων παρουσίας) λειτούργησε ως *training* ή *testing*.

Η μετατροπή των χαρτών σε χάρτες παρουσίας/απουσίας κάθε είδους έγινε με την επιλογή του προεπιλεγμένου από το λογισμικό ορίου (threshold) πάνω από το οποίο το είδος θεωρείται παρόν, ενώ για την παραγωγή των αποτελεσμάτων επιλέχθηκε η λογιστική μορφή (logistic) ώστε στους παραγόμενους χάρτες μορφής raster κάθε κελί να έχει μία τιμή από 0 έως 1 για λόγους ευκολίας ως προς την ερμηνεία των αποτελεσμάτων καθώς το εύρος αυτών των τιμών αναπαριστά την πιθανότητα παρουσίας του είδους στο συγκεκριμένο κελί.

Τέλος, για τον έλεγχο της απόδοσης του μοντέλου επιλέχθηκαν στατιστικές δοκιμασίες αξιολόγησης των παραμέτρων. Για τη διερεύνηση των πιο σημαντικών περιβαλλοντικών μεταβλητών επιλέχθηκε η μέθοδος “Jackknife” η οποία τρέχει το μοντέλο $2n+1$ φορές α) με όλες τις μεταβλητές, β) με κάθε μία ξεχωριστά και γ) αφαιρώντας κάθε φορά από μία μεταβλητή (όπου $n=0$ αριθμός των περιβαλλοντικών μεταβλητών). Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ROC (Receiver Operating Characteristic) ή αλλιώς καμπύλη ROC, η οποία αποτελεί έναν δείκτη που απεικονίζει τη διαγνωστική ικανότητα ενός «δυναμικού ταξινομικού συστήματος» (binary classifier system) καθώς το όριο διαχωρισμού (discrimination threshold) ποικίλει. Για την ερμηνεία του αποτελέσματος της καμπύλης επιλέγεται ο δείκτης AUC (Area Under Curve) δηλαδή της καμπύλης λειτουργικών χαρακτηριστικών του δείκτη ROC. Ο δείκτης αυτός μας πληροφορεί σχετικά με την ικανότητα του μοντέλου να διακρίνει μεταξύ των περιοχών παρουσίας και απουσίας. Συγκεκριμένα, εκτιμά την πιθανότητα ένα τυχαίο σημείο παρουσίας να πάρει υψηλότερη τιμή σε σχέση με ένα τυχαίο σημείο απουσίας (Phillips et al., 2006). Δεν υπάρχει τεκμηριωμένο όριο, όμως τιμές του δείκτη $> 0,9$ υποδηλώνουν ένα μοντέλο με άριστες ικανότητες διάκρισης, τιμές $> 0,75$ υποδηλώνουν ένα μοντέλο με ικανοποιητική ικανότητα διάκρισης, ενώ τιμές κοντά στο 0,5 υποδηλώνουν ότι το μοντέλο μας διέπεται σε τέτοιο βαθμό τυχαιότητας που δεν διαθέτει ουσιαστικά κάποια ερμηνευτική ισχύ.

2.8.4 Παραγωγή ενοποιημένου χάρτη από το σύνολο των μοντέλων για κάθε είδος και υπολογισμός επικαλύψεων με ΑΣΠΗΕ

Ο τελικός χάρτης πρόβλεψης (ή χάρτης ευαισθησίας για τους σκοπούς της εργασίας) για το σύνολο των ειδών προέκυψε κατόπιν αθροίσματος κάθε ξεχωριστού τελικού μοντέλου κάθε είδους με το εργαλείο Raster calculator. Με αυτόν τον τρόπο κάθε εικονοστοιχείο του τελικού χάρτη περιέχει το άθροισμα των τιμών όλων των ειδών που έχουν πιθανότητα παρουσίας στο συγκεκριμένο εικονοστοιχείο. Αντίστοιχα με τον χάρτη ευαισθησίας που παράχθηκε όπως αναλύθηκε στην ενότητα 2.6, στον τελικό χάρτη πρόβλεψης το εύρος των τιμών των εικονοστοιχείων κατηγοριοποιήθηκε σε τέσσερις κλάσεις με την ίδια απόδοση χρωμάτων σε κάθε κλάση ώστε οι δύο χάρτες να είναι οπτικά συγκρίσιμοι.

Για τον υπολογισμό των επικαλύψεων κάθε κλάσης στον χάρτη πρόβλεψης με τους ΑΣΠΗΕ ακολουθήθηκαν ακριβώς τα ίδια βήματα που περιγράφηκαν και στην ενότητα 2.6.4.

3. Αποτελέσματα

3.1 Συνολικά Δεδομένα

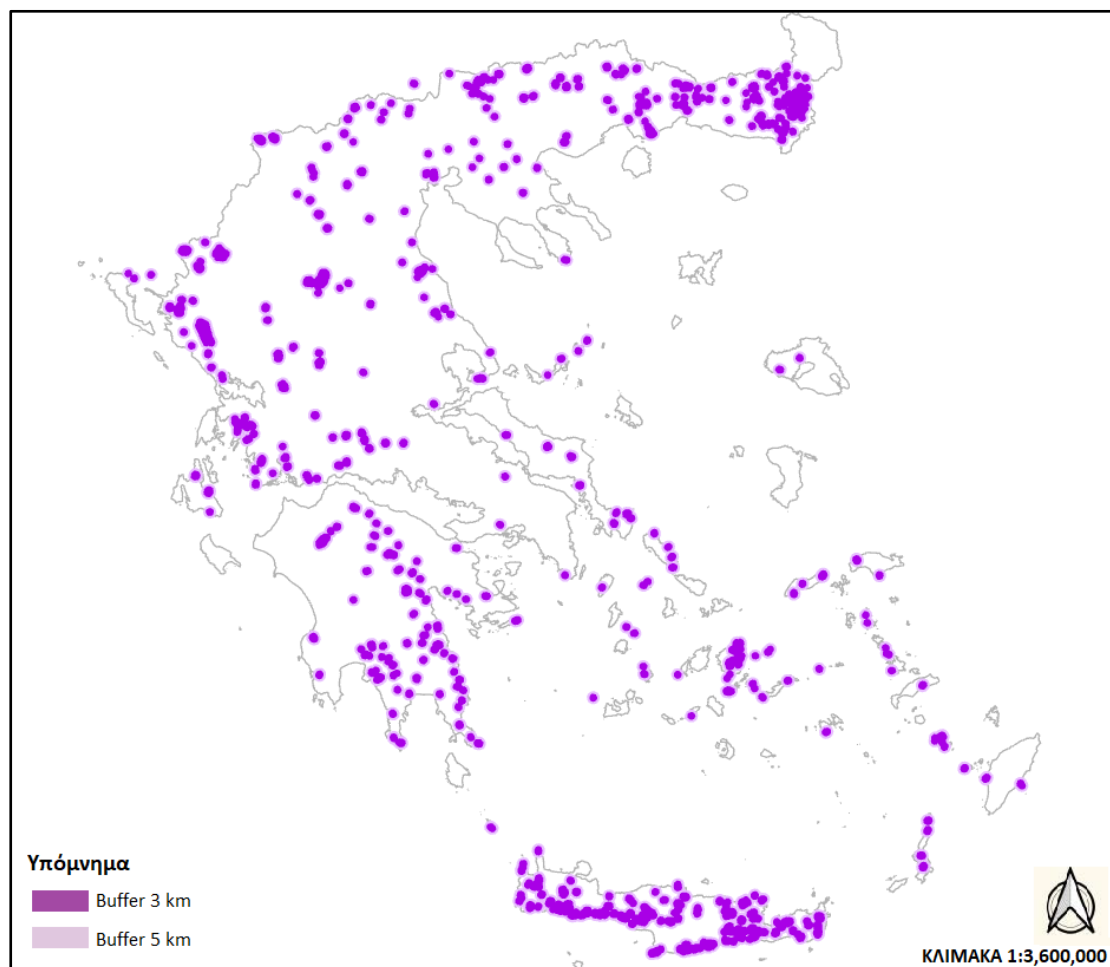
Συνολικά, για τα 9 είδη της μελέτης, στα πλαίσια της παρούσας εργασίας συλλέχθηκαν **1036** στίγματα θέσεων φωλεοποίησης από τις πηγές που αναφέρθηκαν στην ενότητα 2.3. Κατόπιν της διαλογής των δεδομένων αυτών και του σχεδιασμού των πολυγώνων γύρω από κάθε θέση, όπως αναλύθηκε στην ενότητα 2.4, καταλήξαμε σε ένα σύνολο **634** θέσεων (πολυγώνων) για τα δεδομένα που αναφέρονται στη δεκαετία του 2000 και μετά, και σε ένα σύνολο **841** θέσεων (πολυγώνων) για το σύνολο των επιβεβαιωμένων στιγμάτων που αναφέρονται σε παλαιότερες δεκαετίες μέχρι και σήμερα. Αναλυτικά ο αριθμός των θέσεων για κάθε είδος σε κάθε σύνολο δεδομένων φαίνονται στον Πίνακα 2, όπως επίσης και η συνολική έκταση κάθε ζώνης ευαισθησίας για κάθε είδος και συγκεντρωτικά για όλα τα είδη μαζί. Τα νούμερα αυτά χρησιμοποιήθηκαν για τις αναλύσεις των επικαλύψεων που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Πίνακας 2. Σύνολο σύγχρονων (από το 2000 και μετά) και ιστορικών (έως σήμερα) δεδομένων φωλεοποίησης για κάθε είδος της μελέτης και συνολική έκταση της επικράτειας (στις ζώνες ευαισθησίας των 3 και 5 km) κάθε είδους ξεχωριστά καθώς και στο σύνολό τους.

| Είδος | Θέσεις φωλεοποίησης | | Συνολική έκταση επικράτειας (km ²) | |
|---|-----------------------------------|--------------------------------|--|----------|
| | Σύγχρονα δεδομένα (2000 και μετά) | Ιστορικά δεδομένα (έως σήμερα) | 3 km | 5km |
| <i>Gyps fulvus</i> | 108 | 170 | 4097,63 | 7813,30 |
| <i>Aegyptus monachus</i> | 4 | 6 | 260,03 | 398,10 |
| <i>Neophron percnopterus</i> | 15 | 35 | 1054,24 | 1906,06 |
| <i>Gypaetus barbatus</i> | 32 | 53 | 1042,42 | 2222,40 |
| <i>Aquila chrysaetos</i> | 166 | 256 | 6601,11 | 14511,59 |
| <i>Aquila fasciata</i> | 180 | 193 | 6452,35 | 14492,99 |
| <i>Aquila pomarina</i> | 96 | 96 | 2947,69 | 6240,71 |
| <i>Aquila heliaca</i> | 21 | 21 | 888,80 | 1982,30 |
| <i>Haliaeetus albicilla</i> | 10 | 10 | 517,41 | 1153,05 |
| Σύνολο δεδομένων 2000 και μετά | 634 | | 18593,03 | 36718,73 |
| Σύνολο ιστορικών δεδομένων (έως σήμερα) | | 841 | 24320,56 | 46914,44 |

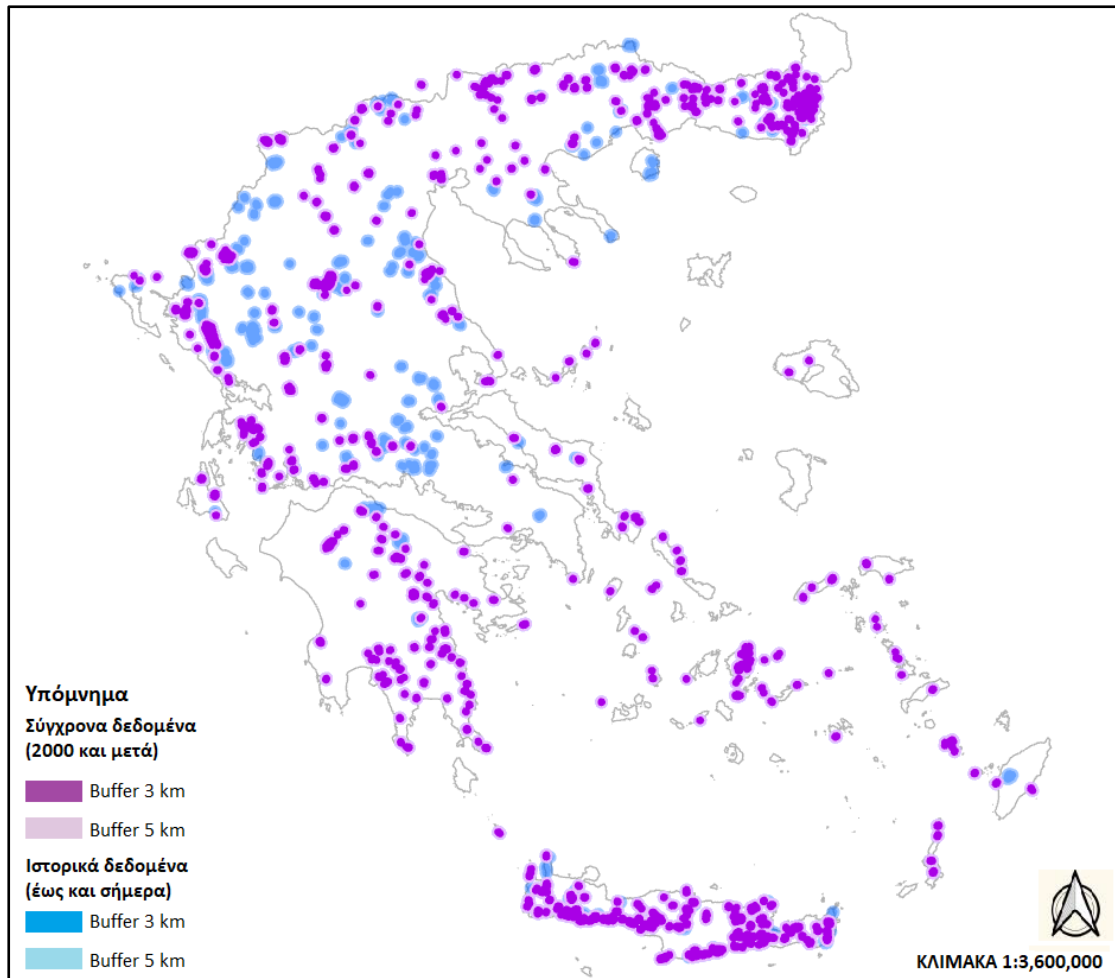
Επιπλέον, στις Εικόνες 3 και 4 αναπαράστώνται σε χάρτη το σύνολο των δεδομένων φωλεοποίησης που συλλέχθηκαν στα πλαίσια της εργασίας με την εφαρμογή των ζωνών ευαισθησίας των 3 και 5 km. Στην Εικόνα 2, παρατηρούμε το σύνολο των σύγχρονων δεδομένων, δηλαδή όσων προέρχονται από παρατηρήσεις

της τελευταίας εικοσαετίας και στα οποία βασιστήκαμε για τους υπολογισμούς των επικαλύψεων ΑΣΠΗΕ εντός των γνωστών επικρατειών των ειδών της μελέτης.



Εικόνα 2. Χάρτης αναπαράστασης των γνωστών θέσεων φωλεοποίησης των εννέα ειδών της μελέτης βάσει των σύγχρονων δεδομένων (2000 και μετά) με την εφαρμογή ζωνών ευαισθησίας 3 και 5 km γύρω από κάθε θέση.

Στην Εικόνα 4, αντίστοιχα, παρατηρούμε το σύνολο των επικρατειών αν ληφθούν υπόψιν και δεδομένα παλαιότερων δεκαετιών μέχρι σήμερα, δηλαδή παρατηρούμε την κατανομή των θέσεων αναπαραγωγής και φωλεοποίησης από όλα τα γνωστά δεδομένα μέχρι σήμερα. Η διαφορά στο χρώμα αντανακλά τη διαφορά στη χρονολογική περίοδο στην οποία συλλέχθηκαν τα δεδομένα. Έτσι, με μπλε χρώμα διακρίνονται όλες οι θέσεις (με τις ζώνες ευαισθησίας) από δεδομένα που έχουν συλλεχθεί πριν το 2000, ενώ με μωβ φαίνονται όλες οι επικράτειες όπως προκύπτουν από τα σύγχρονα δεδομένα (συλλογή από το 2000 και μετά).



Εικόνα 3. Χάρτης αναπαράστασης των γνωστών θέσεων φωλεοποίησης των εννέα ειδών της μελέτης με την εφαρμογή ζωνών ευαισθησίας 3 και 5 km γύρω από κάθε θέση. Με μωβ χρώμα το σύνολο των δεδομένων από το 2000 και μετά. Με μπλε χρώμα το σύνολο των θέσεων αναπαραγωγής που αναφέρονται μόνο σε παλαιότερες δεκαετίες.

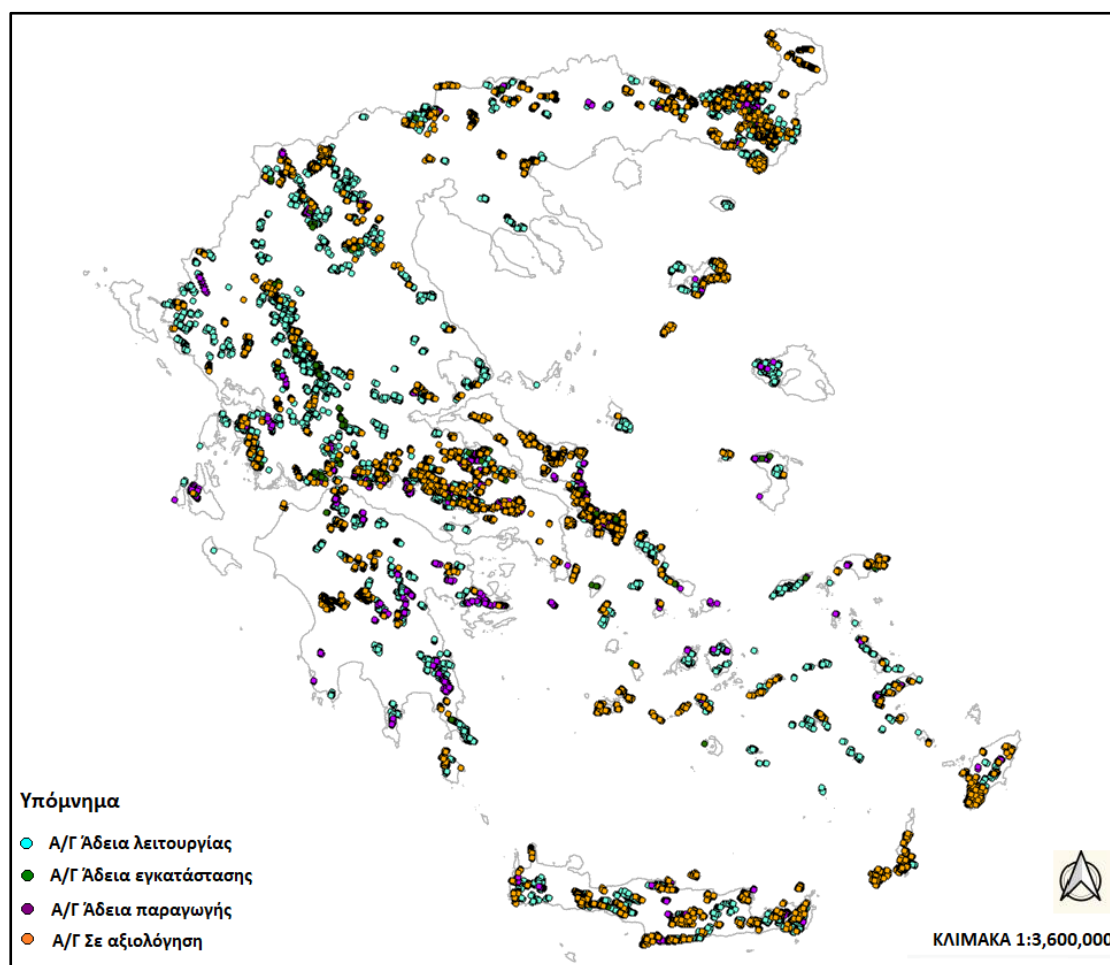
3.2 Χάρτης απεικόνισης υφιστάμενων και σχεδιαζόμενων ΑΣΠΗΕ στην Ελλάδα

Όσον αφορά τα δεδομένα που σχετίζονται με την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα, αυτή τη στιγμή (μέχρι την ημερομηνία πρόσβασης στα δεδομένα της ΡΑΕ, 28/03/2021) συνολικά στον Ελλαδικό χώρο είναι εγκατεστημένες με Άδεια λειτουργίας **2589** Ανεμογεννήτριες οι οποίες αντιστοιχούν σε **317** Αιολικούς Σταθμούς Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) και η Εγκατεστημένη Ισχύς τους είναι **4.08 GW**. Από το σύνολο των ανεμογεννητριών που είναι υπό σχεδιασμό και βρίσκονται σε ένα από τα 3 πρώτα στάδια της διαδικασίας αδειοδότησης, σε **475** (96 ΑΣΠΗΕ) από αυτές έχει δοθεί Άδεια εγκατάστασης, **8574** (1213 ΑΣΠΗΕ) από αυτές έχουν πάρει Άδεια παραγωγής και τέλος **6653** βρίσκονται σε αξιολόγηση, δηλαδή οι αιτήσεις αυτές δεν έχουν πάρει ακόμη βεβαίωση παραγωγού (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Σύνολο αριθμού Ανεμογεννητριών, Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) και Εγκατεστημένος Ισχύος (MW) ανά κατηγορία αδειοδότησης. Στοιχεία από την ιστοσελίδα της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (ΡΑΕ), <https://geo.rae.gr/>. Πρόσβαση: 28/03/2021.

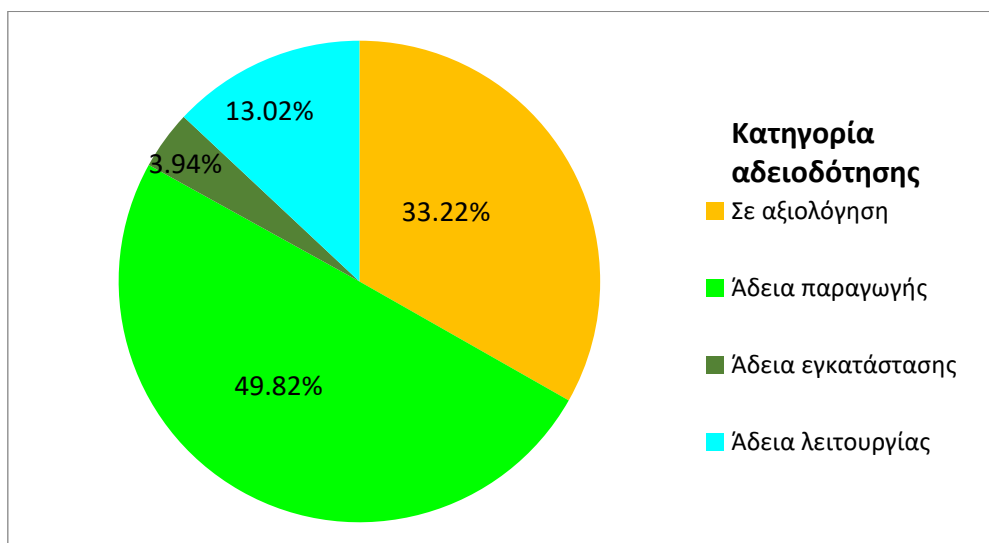
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | Άδεια εγκατάστασης | Άδεια παραγωγής | Σε αξιολόγηση | Σύνολο |
|--------------------------|-------------------|--------------------|-----------------|---------------|----------|
| ΑΣΠΗΕ | 317 | 96 | 1213 | 809 | 2435 |
| Ανεμογεννήτριες | 2589 | 475 | 8574 | 6653 | 18291 |
| Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 4080,35 | 1316,86 | 23328,52 | 23601,58 | 52327,30 |

Συνολικά, αν υποθέσουμε ότι η διαδικασία αδειοδότησης θα προχωρήσει για όλες τις υπάρχουσες αιτήσεις αυτή τη στιγμή κανονικά, το σύνολο των ανεμογεννητριών που πρόκειται να εγκατασταθούν στον ελλαδικό χώρο είναι **18291** που αντιστοιχούν σε **2435** ΑΣΠΗΕ και σε **52.3 GW** εγκατεστημένης ισχύος (Πίνακας 3). Από αυτές, το μεγαλύτερο ποσοστό (49.82%) ανήκει στις αιτήσεις με Άδεια παραγωγής, ακολουθούν οι αιτήσεις που βρίσκονται υπό αξιολόγηση (33.22%), ενώ οι αιτήσεις με Άδεια λειτουργίας και Άδεια εγκατάστασης αποτελούν το 13.02% και το 3.94% αντίστοιχα (Πίνακας 4).



Εικόνα 4. Χάρτης εξάπλωσης των ανεμογεννητριών ανά κατηγορία αδειοδότησης. Πηγή Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ), <https://geo.rae.gr/>. Πρόσβαση: 28/03/2021.

Διάγραμμα 1. Ποσοστό Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) ανά κατηγορία αδειοδότησης σε μορφή πίτας.



3.3 Επικαλύψεις ζωνών ευαισθησίας ανά είδος με τους υφιστάμενους και σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ

Στις επόμενες υποενότητες παρουσιάζονται αναλυτικά στοιχεία των επικαλύψεων των ζωνών ευαισθησίας και της συνολικής επικράτειας (όπου συνολική επικράτεια=ζώνη ευαισθησίας 0-5km, για συντομία 5km) κάθε είδους με τις ανεμογεννήτριες και τους ΑΣΠΗΕ, καθώς και της αντίστοιχης εγκατεστημένης ισχύος τους (MW) και της συνολικής έκτασης (km²) που καταλαμβάνουν, από κάθε κατηγορία αδειοδότησης καθώς και στο σύνολό τους. Για τις συγκεκριμένες αναλύσεις, χρησιμοποιήθηκε μόνο το σύνολο των σύγχρονων δεδομένων, δηλαδή εκείνων που έχουν συλλεχθεί από το 2000 και μετά και αντανακλούν περισσότερο στη σημερινή πραγματικότητα.

3.3.1 *Gyps fulvus*

Για το είδος *Gyps fulvus*, **134** ανεμογεννήτριες που αντιστοιχούν σε **20** ΑΣΠΗΕ βρίσκονται **ήδη** εγκατεστημένες (άδεια λειτουργίας) εντός της συνολικής επικράτειας (ζώνη ευαισθησίας 5km) του είδους και 38, 806 και 678 ανεμογεννήτριες είναι με άδεια εγκατάστασης, παραγωγής και σε αξιολόγηση αντίστοιχα (Πίνακας 4). Αυτό οδηγεί σε ένα σύνολο **1656** (9.05% του συνόλου των ανεμογεννητριών υπό αδειοδότηση για τον ελλαδικό χώρο) ανεμογεννητριών με σύνολο **4.3 GW** εγκατεστημένης ισχύος που αντιστοιχούν σε 196 ΑΣΠΗΕ και που θα καταλαμβάνουν, εφόσον όλες οι αιτήσεις σε εξέλιξη εγκριθούν και προχωρήσουν στην αδειοδοτική διαδικασία, το **2.74%** της πραγματικής έκτασης (km²) του συνόλου των επικρατειών για το είδος (Πίνακας 5). Από το σύνολο των επικρατειών του, παρατηρούμε ότι το **83.33%** αυτών θα επικαλύπτεται με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ αν όλα τα σχεδιαζόμενα έργα εγκριθούν, ενώ το **64.81%** αυτών εντοπίζονται στη

ζώνη ευαισθησίας των 3km. Σημαντική παρατήρηση είναι ότι το **30.56%** των επικρατειών θα επικαλύπτονται με τουλάχιστον έναν ΑΣΠΗΕ εντός της περιοχής-πυρήνα φωλεοποίησης, δηλαδή σε απόσταση πολύ μικρότερη των 3km, αν οι σχεδιαζόμενες ανεμογεννήτριες εγκατασταθούν (Πίνακας 26).

Πίνακας 4. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Gyps fulvus*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| <i>Gyps fulvus</i> | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 58 (2.24%) | 134 (5.18%) | 27 (5.68%) | 38 (8.00%) | 443 (5.17%) | 806 (9.40%) | 360 (5.41%) | 678 (10.19%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 81,55 (2.00%) | 167 (4.09%) | 93,55 (7.10%) | 123.35 (9.37%) | 1142.55 (4.90%) | 2054.38 (8.81%) | 1058.58 (4.49%) | 1942.28 (8.23%) |
| ΑΣΠΗΕ | 14 (4.42%) | 20 (6.31%) | 5 (5.21%) | 8 (8.33%) | 79 (6.51%) | 110 (9.07%) | 35 (4.33%) | 58 (7.17%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 6,50 (0.16%) | 15,85 (0.20%) | 3,50 (0.09%) | 5,56 (0.07%) | 53.15 (1.30%) | 103.62 (1.33%) | 48.83 (1.19%) | 89.09 (1.14%) |

Πίνακας 5. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Gyps fulvus*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Gyps fulvus</i>) | | |
|---|---------------------|-------------------------------|
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 888 (4.85%) | 1656 (9.05%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 2376.225 (4.54%) | 4287 (8.19%) |
| ΑΣΠΗΕ | 133 (5.46%) | 196 (8.05%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 111.98 (2.73%) | 214,11 (2.74%) |

3.3.2 *Aegyptus monachus*

Για το είδος *Aegyptus monachus* που είναι το είδος με τα συντριπτικά λιγότερα δεδομένα λόγω της εξαιρετικά περιορισμένης σύγχρονης κατανομής του αποκλειστικά στον Έβρο, παρατηρούμε πως δεν υφίστανται ΑΣΠΗΕ αυτή τη στιγμή με άδεια λειτουργίας ή εγκατάστασης στις επικράτειες του είδους (Πίνακας 6), βρίσκονται όμως υπό διαδικασία αδειοδότησης συνολικά 2 ανεμογεννήτριες στη ζώνη ευαισθησίας των 3km και 5 ανεμογεννήτριες συνολικά στην επικράτεια του είδους με άδεια παραγωγής ή/και σε αξιολόγηση (Πίνακας 7). Αν οι συνολικά 5 ανεμογεννήτριες, που αυτή τη στιγμή έχουν άδεια παραγωγής ή είναι σε αξιολόγηση, τελικά εγκατασταθούν στην περιοχή, το 50%, δηλαδή οι δύο από τις

συνολικά 4 επικράτειες του είδους, θα επικαλύπτεται με ανεμογεννήτριες από 4 συνολικά ΑΣΠΗΕ (Πίνακας 26).

Πίνακας 6. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Aegypius monachus*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| <i>Aegypius monachus</i> | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----|--------------------|-----|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 (0.02%) | 3 (0.03%) | 0 | 2 (0.03%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 (0.03%) | 10,5 (0.05%) | 0 | 9 (0.04%) |
| ΑΣΠΗΕ | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 (0.16%) | 3 (0.25%) | 0 | 1 (0.12%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.30 (0.12%) | 0.45 (0.11%) | 0 | 1.13 (0.28%) |

Πίνακας 7. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Aegypius monachus*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Aegypius monachus</i>) | | |
|---|----------------------------------|-----------------|
| | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 2 (0.01%) | 5 (0.03%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 7 (0.01%) | 19.5 (0.04%) |
| ΑΣΠΗΕ | 2 (0.08%) | 4 (0.16%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 0,30 (0.12%) | 1,58 (0.40) |

3.3.3 *Neophron percnopterus*

Για το είδος *Neophron percnopterus* παρατηρούμε ότι ένα σύνολο **81** ανεμογεννητριών εξαπλώνονται ήδη (άδεια λειτουργίας) εντός των επικρατειών του είδους, με τις **23** από αυτές να εντοπίζονται στη ζώνη ευαισθησίας των 3km, ενώ παράλληλα, εντός των επικρατειών εντοπίζονται και 3, 146 και 56 ανεμογεννήτριες που βρίσκονται αυτή τη στιγμή με άδεια εγκατάστασης, άδεια παραγωγής και σε αξιολόγηση αντίστοιχα (Πίνακας 8). Συνολικά, αν η διαδικασία αδειοδότησης προχωρήσει για όλα τα έργα κανονικά, ένα σύνολο **286** ανεμογεννητριών θα βρίσκονται εντός των επικρατειών του είδους προερχόμενες από ένα σύνολο 174 ΑΣΠΗΕ, ενώ το **10.38%** της συνολικής έκτασης των επικρατειών του είδους θα καταλαμβάνεται από εγκαταστάσεις παραγωγής αιολικής ενέργειας (Πίνακας 9). Παράλληλα, αν ισχύσει αυτή η υπόθεση, το **53.33%** των επικρατειών θα

επικαλύπτεται με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ με το **40%** να εμπίπτει εντός ακτίνας μικρότερης των 3km από θέσεις φωλεοποίησης , ενώ το **13.33%** αυτών θα βρίσκεται εντός των περιοχών-πυρήνων φωλεοποίησης, δηλαδή σε απόσταση πολύ μικρότερη των 3 km (Πίνακας 26).

Πίνακας 8. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Neorhron percnopterus*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| <i>Neorhron percnopterus</i> | | | | | | | | |
|---|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-------------------|
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | | |
| Ανεμογεννήτριες | 23 (0.89%) | 81 (3.13%) | 3 (0.63%) | 3 (0.63%) | 68 (0.79%) | 146 (1.70%) | 19 (0.29%) | 56 (0.84%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 39.7 (0.97%) | 100 (2.45%) | 10.8 (0.82%) | 10.8 (0.82%) | 166,5 (0.71%) | 402.15 (1.72%) | 61.45 (0.26%) | 203.95 (0.86%) |
| ΑΣΠΗΕ | 2 (0.63%) | 5 (1.58%) | 1 (1.04%) | 1 (1.04%) | 79 (6.51%) | 110 (9.07%) | 35 (4.33%) | 58 (7.17%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 1,18 (0.11%) | 4.55 (0.24%) | 0.59 (0.06%) | 0.59 (0.03%) | 53.15 (5.04%) | 103.62 (5.44%) | 48.83 (4.63%) | 89.09 (4.67%) |

Πίνακας 9. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Neorhron percnopterus*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Neorhron percnopterus</i>) | | |
|---|----------------------------------|----------------------------------|
| | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 113 (0.62%) | 286 (1.56%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 278.45 (0.53) | 716.9 (1.37%) |
| ΑΣΠΗΕ | 117 (4.80%) | 174 (7.15) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 103.76 (9.84%) | 197.84 (10.38%) |

3.4.4 *Gypaetus barbatus*

Για το είδος *Gypaetus barbatus*, το οποίο στις μέρες μας εξαπλώνεται μόνο στην περιοχή της Κρήτης όσον αφορά τον ελλαδικό χώρο, συνολικά οι επικράτειες του είδους επικαλύπτονται σήμερα με **27** ανεμογεννήτριες που αντιστοιχούν σε 2 ΑΣΠΗΕ, ενώ **5** από αυτές εντοπίζονται εντός των ζωνών ευαισθησίας των 3km που αντιστοιχούν σε **4** ΑΣΠΗΕ συνολικά. Με άδεια εγκατάστασης, δηλαδή πολύ κοντά στο να εγκατασταθούν άμεσα, βρίσκονται συνολικά **8** αμενογεννήτριες (2 ΑΣΠΗΕ), ενώ με άδεια παραγωγής και σε αξιολόγηση εντοπίζονται 250 και 208 ανεμογεννήτριες αντίστοιχα (Πίνακας 10) που επικαλύπτονται με τις γνωστές επικράτειες του είδους (5km). Αν υποθέσουμε ότι η αδειοδοτική διαδικασία

προχωρήσει κανονικά, ένα σύνολο **493** ανεμογεννητριών θα εμπίπτουν σε γνωστές επικράτειες του είδους από το νησί της Κρήτης, ενώ ένα ποσοστό 2.55% της συνολικής έκτασης των επικρατειών του θα καταλαμβάνεται από ΑΣΠΗΕ (Πίνακας 11). Παρατηρούμε επίσης ότι για το σύνολο των επικρατειών του είδους, ένα ποσοστό **53.13%** στη ζώνη ευαισθησίας των 3km και ένα ποσοστό **71.88%** στο σύνολο της επικράτειας θα επικαλύπτονται με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ, ενώ στο **28.13%** αυτών θα υπάρχει επικάλυψη ενός τουλάχιστον ΑΣΠΗΕ με περιοχές-πυρήνα φωλεοποίησης δηλαδή σε απόσταση πολύ μικρότερη των 3km (Πίνακας 26).

Πίνακας 10. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Gyraetus barbatus*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| <i>Gyraetus barbatus</i> | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | |
| Ανεμογεννήτριες | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| | | 5 (0.19%) | 27 (1.04%) | 2 (0.42%) | 8 (1.68%) | 149 (1.74%) | 250 (2.92%) | 117 (1.76%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 4.5 (0.11%) | 23.55 (0.58%) | 1.8 (0.14%) | 6.8 (0.52%) | 358.35 (1.54%) | 626.1 (2.68%) | 322.825 (1.37%) | 543.875 (2.30) |
| ΑΣΠΗΕ | 2 (0.63%) | 4 (1.26%) | 1 (1.04%) | 2 (2.08%) | 17 (1.40%) | 23 (1.90%) | 6 (0.74%) | 11 (1.36%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 2.41 (0.23%) | 4.34 (0.20%) | 0.12 (0.01%) | 0.25 (0.01%) | 17.54 (1.68%) | 31.88 (1.43%) | 15.06 (1.44%) | 20.21 (0.91%) |

Πίνακας 11. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Gyraetus barbatus*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Gyraetus barbatus</i>) | | |
|---|--------------------|--------------------------------|
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 273 (1.49%) | 493 (2.70%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 687.475 (1.31%) | 1200.325 (2.29%) |
| ΑΣΠΗΕ | 26 (1.07%) | 40 (1.64%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 35.13 (3.37%) | 56.68 (2.55%) |

3.4.5 *Aquila chrysaetos*

Για το είδος *Aquila chrysaetos* ένα σύνολο **442** ανεμογεννητριών βρίσκονται ήδη με άδεια λειτουργίας εντός γνωστών επικρατειών του είδους σήμερα με **205** από αυτές να εντοπίζονται εντός των ζωνών ευαισθησίας των 3km. Αυτό σημαίνει ότι το **17.07%** των συνολικών υφιστάμενων ανεμογεννητριών που εξαπλώνονται στον ελλαδικό χώρο σήμερα, βρίσκεται εντός γνωστών επικρατειών του είδους για τη χώρα. Παράλληλα, ένα σύνολο **2967** ανεμογεννητριών που αντιστοιχούν σε **506**

ΑΣΠΗΕ, θα βρίσκονται συνολικά εντός των γνωστών επικρατειών του είδους αν οι ανεμογεννήτριες των ΑΣΠΗΕ που βρίσκονται στα διάφορα στάδια αδειοδότησης (πλην της άδειας λειτουργίας) τελικά εγκατασταθούν. Από αυτές, 44 ανεμογεννήτριες πρόκειται να εγκατασταθούν άμεσα (άδεια εγκατάστασης) σε γνωστές επικράτειες του είδους, με 18 από αυτές στις ζώνες ευαισθησίας των 3km, ενώ ένα ποσοστό 17% του συνόλου των ανεμογεννητριών της χώρας που βρίσκονται αυτή τη στιγμή με άδεια παραγωγής, ανήκει σε ανεμογεννήτριες (1458 στον αριθμό) που θα βρίσκονται εντός των συνολικών επικρατειών του είδους (5km). Παράλληλα, ένα σύνολο 1023 ανεμογεννητριών βρίσκονται στο στάδιο της αξιολόγησης και αντιστοιχούν στο 15.38% των συνολικών αιτήσεων σε αξιολόγηση του ελλαδικού χώρου (Πίνακας 12). Παρατηρούμε, ότι αν το σύνολο των σχεδιαζόμενων ανεμογεννητριών υπό αδειοδότηση που επικαλύπτονται με τις επικράτειες του είδους, εγκριθούν και πάρουν άδεια εγκατάστασης και λειτουργίας, τότε η συνολική εγκατεστημένη ισχύς των ανεμογεννητριών που θα εμπίπτουν στις επικράτειες του είδους στη χώρα, θα είναι της τάξης των 8.38 GW, ενώ η συνολική έκταση των επικρατειών του που θα καταληφθεί από ΑΣΠΗΕ θα είναι της τάξης του 3.27% (Πίνακας 13). Τέλος, με βάση τους υπολογισμούς σε σχέση με το ποσοστό των επικρατειών που συνολικά επηρεάζονται στο υποθετικό σενάριο εγκατάστασης του συνόλου των ανεμογεννητριών από τα διάφορα στάδια αδειοδότησης, το είδος θα επηρεαστεί σε 111 από τις 166 συνολικά γνωστές επικράτειές του, δηλαδή σε ποσοστό **66.87%**, ενώ σε 84 από τις 166 γνωστές επικράτειες (ποσοστό 50.60%) οι επικαλύψεις θα εντοπίζονται στη ζώνη ευαισθησίας των 3km (Πίνακας 26). Τέλος, παρατηρούμε ότι στο **15.66%** των επικρατειών του είδους ένας τουλάχιστον ΑΣΠΗΕ θα εντοπίζεται εντός περιοχών-πυρήνων φωλεοποίησης.

Πίνακας 12. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Aquila chrysaetos*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| <i>Aquila chrysaetos</i> | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 205 (7.92%) | 442 (17.07%) | 18 (3.79%) | 44 (9.26%) | 760 (8.86%) | 1458 (17.00%) | 489 (7.35%) | 1023 (15.38%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 321.83 (7.89%) | 642.38 (15.74%) | 54.89 (4.17%) | 137.35 (10.43%) | 2102.33 (9.01%) | 4086.06 (17.52%) | 1559.67 (6.61%) | 3515.05 (14.89%) |
| ΑΣΠΗΕ | 34 (10.73%) | 65 (20.50%) | 8 (8.33%) | 11 (11.46%) | 153 (12.61%) | 247 (20.36%) | 100 (12.36%) | 183 (22.62%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 21.56 (0.33%) | 43.67 (0.30%) | 2.77 (0.04%) | 6.00 (0.04%) | 121.19 (1.84%) | 242.80 (1.67%) | 69.10 (1.05%) | 181.45 (1.25%) |

Πίνακας 13. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Aquila chrysaetos*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Aquila chrysaetos</i>) | | |
|---|----------------------------------|---------------------------------|
| | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 1472 (8.05%) | 2967 (16.22%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 4038.71 (7.72%) | 8380.83 (16.02%) |
| ΑΣΠΗΕ | 295 (12.11%) | 506 (20.78%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 214.63 (3.25%) | 473.92 (3.27%) |

3.4.6 *Aquila fasciata*

Στο είδος *Aquila fasciata* ένα σύνολο **341** ανεμογεννητριών τελούν ήδη με άδεια λειτουργίας εντός γνωστών επικρατειών του είδους, ενώ **170** από αυτές να βρίσκονται σε επικάλυψη με ζώνες ευαισθησίας των **3km** του είδους. Στις συνολικά 156 ανεμογεννήτριες με άδεια εγκατάστασης που επικαλύπτονται με επικράτειες του είδους, 96 από αυτές επικαλύπτονται με ζώνες ευαισθησίας των 3km, αγγίζοντας ποσοστά των 32.84% και 20.21% του συνόλου των ανεμογεννητριών με άδεια εγκατάστασης της χώρας αντίστοιχα. Επιπλέον, ένα ποσοστό 8.28% που αντιστοιχεί σε 710 ανεμογεννήτριες και ένα ποσοστό 13.96% που αντιστοιχεί σε 1197 ανεμογεννήτριες που επικαλύπτονται με τις ζώνες των 3km και με τις συνολικές επικράτειες αντίστοιχα, έχουν άδεια παραγωγής, ενώ ένα σύνολο 839 ανεμογεννητριών υπό αξιολόγηση επικαλύπτονται με τις συνολικές επικράτειες του είδους (Πίνακας 14). Συνολικά, αν τα έργα προς αδειοδότηση πραγματοποιηθούν, ένα σύνολο **2533** ανεμογεννητριών θα βρίσκεται σε πλήρη επικάλυψη με γνωστές επικράτειες του είδους με εγκατεστημένη ισχύ 6.37 GW και ένα ποσοστό της τάξης του 2.28% της συνολικής τους έκταση θα καλύπτεται από ΑΣΠΗΕ (Πίνακας 15). Τέλος, όπως φαίνεται στον Πίνακα 27, η συνολική επιρροή στις επικράτειες του είδους, αν τα έργα προχωρήσουν, θα αφορά 104 από τις 180 γνωστές επικράτειες του είδους συνολικά (ποσοστό 57.78%), ενώ σε 89 από αυτές (ποσοστό 49.44%) η επικάλυψη θα εντοπίζεται στη ζώνη ευαισθησίας των 3km (Πίνακας 26).

Πίνακας 14. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Aquila fasciata*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Κατηγορία αδειοδότησης | <i>Aquila fasciata</i> | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | | |
| Ανεμογεννήτριες | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| | | 170 (6.57%) | 341 (13.17%) | 96 (20.21%) | 156 (32.84%) | 710 (8.28%) | 1197 (13.96%) | 497 (7.47%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 201.45 (4.94%) | 424.88 (10.41%) | 248.25 (18.85%) | 395.85 (30.06%) | 1863.05 (7.99%) | 3068.6 (13.15%) | 1394.1 (5.91%) | 2479.2 (10.50%) |
| ΑΣΠΗΕ | 32 (10.09%) | 50 (15.77%) | 23 (23.96%) | 29 (30.21%) | 102 (8.41%) | 156 (12.86%) | 51 (6.30%) | 81 (10.01%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 11.84 (0.18%) | 22.78 (0.16%) | 8.73 (0.14%) | 12.58 (0.09%) | 94.83 (1.47%) | 165.83 (1.14%) | 70.40 (1.09%) | 129.72 (0.90%) |

Πίνακας 15. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Aquila fasciata*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Aquila fasciata</i>) | | |
|---|--------------------|---------------------------------|
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 1473 (8.05%) | 2533 (13.85%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 3706.85 (7.08%) | 6368.53 (12.17%) |
| ΑΣΠΗΕ | 208 (8.54%) | 316 (12.98%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 185.79 (2.88%) | 330.92 (2.28%) |

3.4.7 *Clanga pomarina*

Για το είδος *Clanga pomarina*, προκύπτει ότι συνολικά **105** ανεμογεννήτριες είναι ήδη εγκατεστημένες (άδεια λειτουργίας) σε επικάλυψη με γνωστές επικράτειες του είδους, ενώ ένα σύνολο **45** ανεμογεννητριών από αυτές βρίσκονται στη ζώνη ευαισθησίας των 3km. Στα στάδια αδειοδότησης των σχεδιαζόμενων ανεμογεννητριών, παρατηρούμε πως με άδεια εγκατάστασης είναι συνολικά 4 ανεμογεννήτριες σε επικάλυψη με τις επικράτειες με μία από αυτές εντός ακτίνας 3km, 354 ανεμογεννήτριες είναι με άδεια παραγωγής (οι 162 εντός ζώνης 3km), ενώ σε αξιολόγηση βρίσκεται ένα σύνολο 412 συνολικά ανεμογεννητριών σε επικάλυψη με τις επικράτειες, καταλήγοντας σε 770 συνολικά ανεμογεννήτριες υπό διαδικασία αδειοδότησης που επικαλύπτονται με γνωστές επικράτειες του είδους (Πίνακας 16). Τέλος, αν το σύνολο των υπό σχεδιασμό ανεμογεννητριών που επικαλύπτονται με τις επικράτειες του είδους τελικά εγκατασταθούν, τότε ένα ποσοστό **38.54%** των επικρατειών θα επικαλύπτεται με συνολικά 143 ΑΣΠΗΕ σε ζώνη ευαισθησίας των 3km, ενώ το ποσοστό ανεβαίνει στο **42.71%** για την έκταση των συνολικών

επικρατειών (Πίνακας 17). Παράλληλα, αν εγκατασταθεί το σύνολο των σχεδιαζόμενων ανεμογεννητριών, ένα ποσοστό **12.50%** των περιοχών-πυρήνων των θέσεων φωλεοποίησης θα επικαλύπτονται με τουλάχιστον έναν ΑΣΠΗΕ, δηλαδή σε 12 από τις 96 θέσεις φωλεοποίησης θα υπάρχει ΑΣΠΗΕ σε απόσταση πολύ μικρότερη των 3km (Πίνακας 26).

Πίνακας 16. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Clanga pomarina*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| <i>Clanga pomarina</i> | | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|------------------|--------------------|-----------------|-------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 45 (1.74%) | 105 (4.06%) | 1 (0.21%) | 4 (0.84%) | 162 (1.89%) | 354 (4.13%) | 184 (2.77%) | 412 (6.19%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 116.7 (2.86%) | 223.1 (5.47%) | 3.6 (0.27%) | 14.4 (1.09%) | 491.15 (2.11%) | 1088.33 (4.67%) | 686.6 (2.91%) | 1584.4 (6.71%) |
| ΑΣΠΗΕ | 7 (2.21%) | 17 (5.36%) | 1 (1.04%) | 2 (2.08%) | 69 (5.69%) | 124 (10.22%) | 66 (8.16%) | 120 (14.83%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 8.14 (0.28%) | 15.62 (0.25%) | 0.16 (0.01%) | 0.71 (0.01%) | 34.82 (1.18%) | 67.76 (1.09%) | 45.52 (1.54%) | 98.12 (1.57%) |

Πίνακας 17. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Clanga pomarina*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Clanga pomarina</i>) | | |
|---|--------------------|---------------------------------|
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 392 (2.14%) | 875 (4.78%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 1298.05 (2.48%) | 2910.225 (5.56%) |
| ΑΣΠΗΕ | 143 (5.87%) | 263 (10.80%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 88.64 (3.01%) | 182.21 (2.92%) |

3.4.8 *Aquila heliaca*

Για το είδος *Aquila heliaca* το οποίο πλέον δεν φωλιάζει στην Ελλάδα (Vanylis et.al, 2020) αλλά η παρουσία του στη μελέτη κρίθηκε σκόπιμη ακριβώς λόγω της κατάστασης διατήρησής του στη χώρα, ένα σύνολο **4** ανεμογεννητριών με άδεια λειτουργίας βρίσκονται σε επικάλυψη με ζώνες ευαισθησίας των 3km, ενώ ο αριθμός τους αυξάνεται στις **16** ανεμογεννήτριες αν εφαρμόσουμε ζώνη ευαισθησίας των 5km στις γνωστές παλιότερες θέσεις φωλεοποίησης του είδους, δηλαδή για τη συνολική τους επικράτεια. Αυτή τη στιγμή, από το σύνολο των ανεμογεννητριών που έχουν άδεια εγκατάστασης, καμία δεν φαίνεται να

επικαλύπτεται με γνωστή παλιότερη επικράτεια του είδους, αλλά με άδεια παραγωγής βρίσκονται σε πιθανή επικάλυψη 103 συνολικά ανεμογεννήτριες για τις επικράτειες του είδους με 38 από αυτές σε ζώνες ευαισθησίας των 3km από τις θέσεις φωλεοποίησης, ενώ υπό αξιολόγηση είναι 126 ανεμογεννήτριες σε επικάλυψη με τις συνολικές επικράτειες, με τις 53 από αυτές εντός ζωνών ευαισθησίας 3km (Πίνακας 18). Σε περίπτωση που όλες οι ανεμογεννήτριες σε διαδικασία αδειοδότησης εγκριθούν, τότε ένα σύνολο **3.08%** της συνολικής έκτασης των γνωστών παλαιότερων επικρατειών του είδους θα επικαλύπτεται με **245** ανεμογεννήτριες (Πίνακας 19), ενώ τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ θα επικαλύπτεται με συνολικά 3 από τις παλιές περιοχές-πυρήνα φωλεοποίησης του είδους (Πίνακας 26).

Πίνακας 18. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Aquila heliaca*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| <i>Aquila heliaca</i> | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|--------------------|-----|------------------|--------------------|-------------------|------------------|
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 4 (0.15%) | 16 (0.62%) | 0 | 0 | 38 (0.44%) | 103 (1.20%) | 53 (0.80%) | 126 (1.89%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 10.5 (0.26%) | 35 (0.86%) | 0 | 0 | 146.1 (0.63%) | 305.475 (1.31%) | 230.85 (0.98%) | 508 (2.15%) |
| ΑΣΠΗΕ | 2 (0.63%) | 3 (0.95%) | 0 | 0 | 17 (1.40%) | 38 (3.13%) | 29 (3.58%) | 45 (5.56%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 0.21 (0.02%) | 1.05 (0.05%) | 0 | 0 | 8.20 (0.92%) | 20.67 (1.04%) | 19.21 (2.16%) | 39.27 (1.98%) |

Πίνακας 19. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Aquila heliaca*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Aquila heliaca</i>) | | |
|--|-------------------|--------------------------------|
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 95 (0.52%) | 245 (1.34%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 387.45 (0.74%) | 848.475 (1.62%) |
| ΑΣΠΗΕ | 48 (1.97%) | 86 (3.53%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 27.62 (3.11%) | 60.99 (3.08%) |

2.4.9 *Haliaeetus albicilla*

Για το είδος *Haliaeetus albicilla* του οποίου οι γνωστές θέσεις φωλεοποίησης συνολικά στην Ελλάδα είναι ολιγάριθμες, καμία ανεμογεννήτρια δεν υφίσταται ήδη

με άδεια λειτουργίας ή άδεια εγκατάστασης εντός των γνωστών επικρατειών του είδους. Αντίθετα, με άδεια παραγωγής εντοπίζονται 3 ανεμογεννήτριες στο σύνολο των επικρατειών με μία από αυτές να επικαλύπτεται με ζώνη ευαισθησίας 3km από θέση φωλεοποίησης. Αντίστοιχα, υπάρχουν 8 ανεμογεννήτριες σε αξιολόγηση που αν εγκατασταθούν θα επικαλύπτονται με γνωστές επικράτειες του είδους, αλλά όχι σε απόσταση μικρότερη των 3km (Πίνακας 20). Στο σύνολο, λοιπόν, έχουμε 11 ανεμογεννήτριες με πιθανότητα επικάλυψης με επικράτειες του είδους αν οι αντίστοιχοι ΑΣΠΗΕ που βρίσκονται με άδεια παραγωγής ή σε αξιολόγηση αδειοδοτηθούν (Πίνακας 21), ενώ μία από τις 10 επικράτειες του είδους θα βρίσκεται σε απόσταση μικρότερη των 3km από ΑΣΠΗΕ και 3 επικράτειες του είδους θα βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των 5km από ΑΣΠΗΕ (Πίνακας 26) αν η διαδικασία αδειοδότησης προχωρήσει για τα συγκεκριμένα έργα.

Πίνακας 20. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης για το είδος *Haliaeetus albicilla*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| <i>Haliaeetus albicilla</i> | | | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------|-----|--|-----|-----------------|------------------|---------------|-----------------|
| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (0.01%) | 3 (0.03%) | 0 | 8 (0.12%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 0 | 0 | 0 | 0 | 3.5 (0.02%) | 6.925 (0.03%) | 0 | 39.6 (0.17%) |
| ΑΣΠΗΕ | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 (0.08%) | 4 (0.33%) | 0 | 5 (0.62%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0.15 (0.03%) | 0.23 (0.02%) | 0 | 2.49 (0.22%) |

Πίνακας 21. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το είδος *Haliaeetus albicilla*. Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Συνολική επικάλυψη (<i>Haliaeetus albicilla</i>) | | |
|--|-----------------|-------------------|
| Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 1 (0.01%) | 11 (0.06%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 3.5 (0.01%) | 46.525 (0.09%) |
| ΑΣΠΗΕ | 1 (0.04%) | 9 (0.37%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 0.15 (0.03%) | 2.72 (0.24%) |

3.4 Συγκεντρωτικοί χάρτες και πίνακες ποσοστών επικαλύψεων

3.4.1 Επικαλύψεις ζωνών ευαισθησίας για το σύνολο των ειδών με τους υφιστάμενους και τους σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ

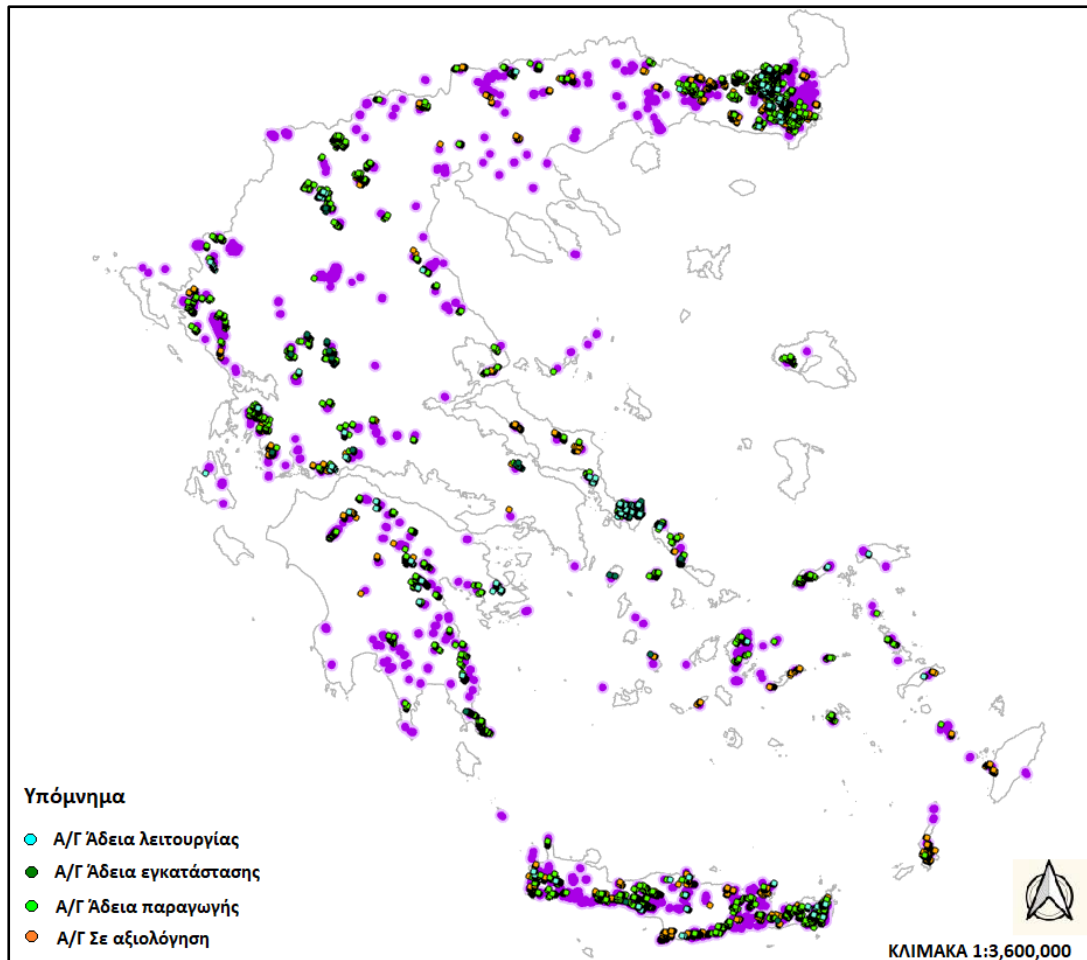
Από τις αναλύσεις που έγιναν για τον υπολογισμό της επικάλυψης υφιστάμενων ή σχεδιαζόμενων ΑΣΠΗΕ και των αντίστοιχων ανεμογεννητριών με τις γνωστές επικράτειες των ειδών της μελέτης από το σύνολο των δεδομένων φωλεοποίησης, προκύπτει, κατ'αρχάς, πως αυτή τη στιγμή τελούν με άδεια λειτουργίας συνολικά **896** ανεμογεννήτριες (κατανεμημένες σε 127 ΑΣΠΗΕ) εντός γνωστών επικρατειών (5km από θέσεις φωλεοποίησης) των εννέα αρπακτικών της μελέτης, ενώ **463** από αυτές (κατανεμημένες σε **77 ΑΣΠΗΕ**) βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των **3km** από τις αντίστοιχες θέσεις φωλεοποίησης. Με αυτόν τον τρόπο, αυτή τη στιγμή βρίσκονται ήδη 1.2 GW εγκατεστημένης ισχύος εντός γνωστών επικρατειών των ειδών της μελέτης, ενώ 691.53 MW από αυτά εντοπίζονται στις ζώνες των 3km από θέσεις φωλεοποίησης των εννέα αρπακτικών της εργασίας. Με άλλα λόγια, το **34.61%** των ανεμογεννητριών που αναπτύσσονται αυτή τη στιγμή στον ελλαδικό χώρο, αναπτύσσονται εντός γνωστών επικρατειών των 9 αρπακτικών της μελέτης, ενώ το **17.88%** των υφιστάμενων ανεμογεννητριών εντοπίζονται στη ζώνη ευαισθησίας των 3km. Όσον αφορά τις ανεμογεννήτριες υπό σχεδιασμό, δηλαδή στα διάφορα στάδια της διαδικασίας αδειοδότησης, παρατηρούμε ότι άδεια εγκατάστασης έχουν πάρει 226 ανεμογεννήτριες που επικαλύπτονται με επικράτειες των 9 ειδών με 136 από αυτές να εξαπλώνονται σε ζώνες ευαισθησίας των 3km, ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός των ανεμογεννητριών υπό αδειοδότηση συνολικά εντοπίζεται σε αυτές με άδεια παραγωγής. Συγκεκριμένα, **2916** ανεμογεννήτριες με άδεια παραγωγής εμπίπτουν εντός γνωστών επικρατειών και **1738** από αυτές εντοπίζονται σε ζώνες ευαισθησίας **3km**, ενώ σε αξιολόγηση βρίσκονται συνολικά **2064** ανεμογεννήτριες που θα εντοπίζονται εντός των επικρατειών αν εγκατασταθούν με **1243** από αυτές να βρίσκονται σε απόσταση μικρότερη των **3km** από τις θέσεις φωλεοποίησης (Πίνακας 22). Συνοψίζοντας, στο υποθετικό σενάριο εγκατάστασης του συνόλου των σχεδιαζόμενων ανεμογεννητριών που βρίσκονται σε επικάλυψη με τις ζώνες ευαισθησίας που έχουμε ορίσει, τότε ένα σύνολο **3580** ανεμογεννητριών (633 ΑΣΠΗΕ) θα εκτείνονται σε απόσταση μικρότερη των **3km** από θέσεις φωλεοποίησης των δεδομένων της μελέτης και συνολικά **6102** ανεμογεννήτριες (955 ΑΣΠΗΕ) θα εκτείνονται εντός των επικρατειών συνολικά, δηλαδή σε απόσταση μικρότερη των 5km από τις θέσεις αυτές. Σε επίπεδο κάλυψης συνολικής έκτασης των επικρατειών από τους ενδεχόμενους ΑΣΠΗΕ, **961.77km²** αυτών θα καλυφθούν από ΑΣΠΗΕ, ενώ ένα σύνολο 16.6 GW εγκατεστημένου ισχύος θα παράγονται στο σύνολο των επικρατειών αυτών! (Πίνακας 23).

Πίνακας 22. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης. Συγκεντρωτικά στοιχεία για το σύνολο των σύγχρονων δεδομένων (2000 και μετά). Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Κατηγορία αδειοδότησης | Δεδομένα από το 2000 και μετά | | | | | | | |
|---------------------------|----------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | | | | | | | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 463 (17.88%) | 896 (34.61%) | 136 (28.63%) | 226 (47.58%) | 1738 (20.27%) | 2916 (34.01%) | 1243 (18.68%) | 2064 (31.02%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 691.53 (16.95%) | 1240.51 (30.40%) | 397.59 (30.19%) | 632.55 (48.03%) | 4730.15 (20.28%) | 7948.31 (34.07%) | 3897.09 (16.51%) | 6794.65 (28.79%) |
| ΑΣΠΗΕ | 77 (24.29%) | 127 (40.06%) | 34 (35.42%) | 44 (45.83%) | 312 (25.72%) | 458 (37.76%) | 210 (25.96%) | 326 (40.30%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 42.30 (0.23%) | 82.19 (0.22%) | 15.21 (0.08%) | 22.34 (0.06%) | 265.46 (1.43%) | 470.02 (1.28%) | 212.06 (1.14%) | 387.23 (1.05%) |

Πίνακας 23. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το σύνολο σύγχρονων δεδομένων (2000 και μετά). Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| | Συνολική επικάλυψη (Δεδομένα από το 2000 και μετά) | |
|---------------------------|--|----------------------|
| | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 3580 (19.57%) | 6102 (33.36%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 9716.36 (18.57%) | 16616.01 (31.75%) |
| ΑΣΠΗΕ | 633 (26%) | 955 (39.22%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 535.03 (2.88%) | 961.77 (2.62%) |



Εικόνα 5. Χάρτης αναπαράστασης των επικαλυπτόμενων ανεμογεννητριών με ζώνες ευαισθησίας από το σύνολο των σύγχρονων δεδομένων (2000 και μετά).

Σχετικά με τις ίδιους υπολογισμούς αλλά με βάση τα ιστορικά δεδομένα, δηλαδή όλα τα επιβεβαιωμένα δεδομένα φωλεοποίησης κάθε είδους από προηγούμενες δεκαετίες μέχρι και σήμερα, παρατηρούμε ότι το 20.78% (538 ανεμογεννήτριες) των υφιστάμενων ανεμογεννητριών εντοπίζονται αυτή τη στιγμή σε απόσταση μικρότερη των 3km, ενώ ένα συνολικό ποσοστό 37.66% (975 ανεμογεννήτριες) εντοπίζονται εντός των επικρατειών συνολικά (απόσταση μικρότερη των 5km), δηλαδή η διαφορά μεταξύ ιστορικών και σύγχρονων δεδομένων είναι της τάξης περίπου του 3%. Αναφορικά με τις ανεμογεννήτριες που βρίσκονται υπό σχεδιασμό σε κάποιο από τα τρία πρώτα αδειοδοτικά στάδια, ένα σύνολο 263 ανεμογεννητριών με άδεια εγκατάστασης θα επικαλύπτονται με τις επικράτειες των αρπακτικών, με τις 156 από αυτές να επεκτείνονται στις ζώνες ευαισθησίας των 3km από τις γνωστές θέσεις φωλεοποίησης, ενώ με άδεια παραγωγής ένα σύνολο 3564 ανεμογεννητριών εντοπίζεται εντός της συνολικής επικράτειας των ειδών, με 2141 από αυτές σε ζώνη 3km από γνωστές επικράτειες αρπακτικών της μελέτης. Σε αξιολόγηση βρίσκονται 1404 ανεμογεννήτριες που επικαλύπτονται με τη ζώνη ευαισθησίας των 3km ή 2377 που επικαλύπτονται συνολικά με τις επικράτειες όλων των ειδών (Πίνακας 24). Στο σύνολό τους και αν

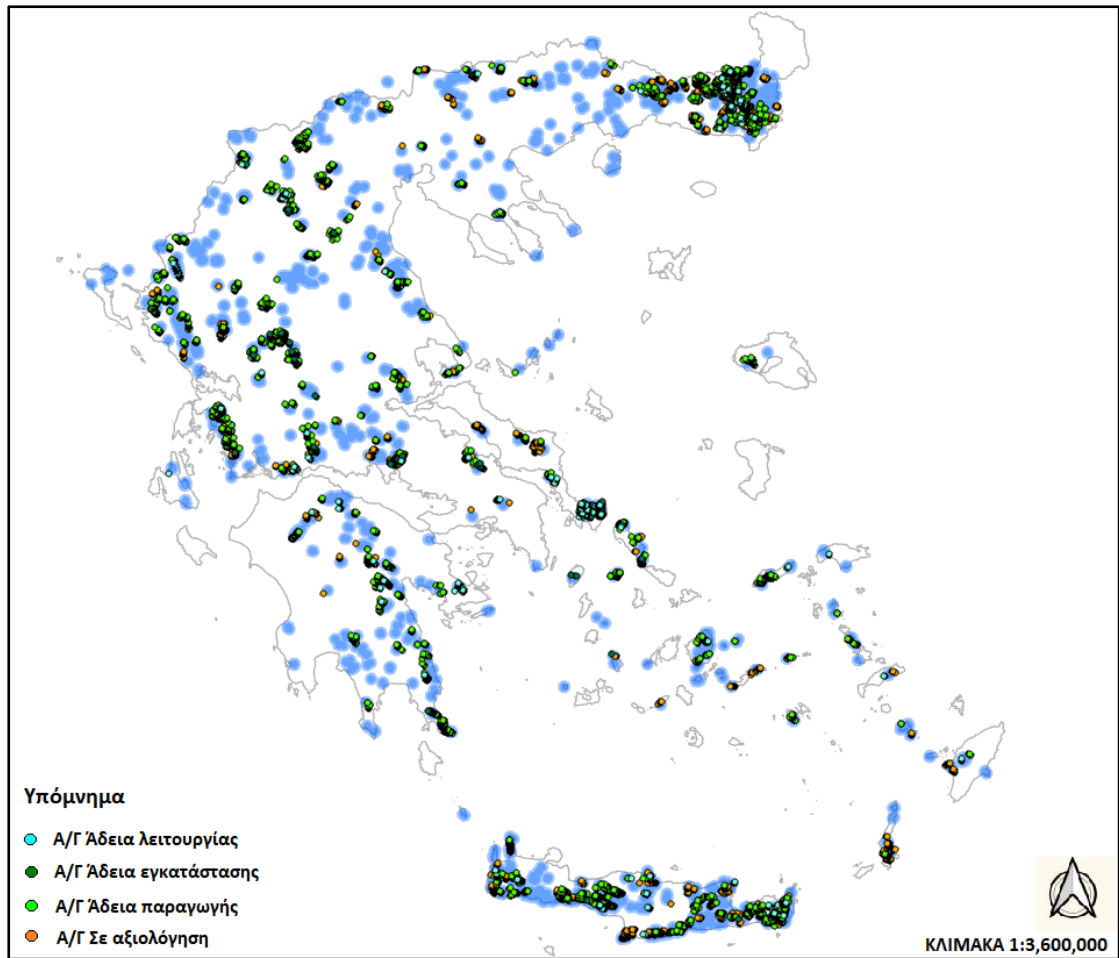
υποθέσουμε ότι οι σχεδιαζόμενες ανεμογεννήτριες πραγματικά εγκατασταθούν, τότε 4239 ανεμογεννήτριες θα εντοπίζονται σε απόσταση μικρότερη των 3km από γνωστές θέσεις φωλεοποίησης των αρπακτικών της μελέτης, ενώ ένα σύνολο 7179 ανεμογεννητριών θα αναπτύσσονται εντός της συνολικής επικράτειας των ειδών. Αυτό θα οδηγήσει σε συνολική εγκατεστημένη ισχύ 19.8 GW εντός των γνωστών επικρατειών των ειδών και συνολικά θα επικαλύπτεται το 2.51% της έκτασής τους από ΑΣΠΗΕ (Πίνακας 25).

Πίνακας 24. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν σε κάθε ζώνη ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης. Συγκεντρωτικά στοιχεία για το σύνολο των ιστορικών δεδομένων (έως σήμερα). Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| Κατηγορία αδειοδότησης | Ιστορικά δεδομένα (έως σήμερα) | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
| | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km | 3km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 538 (20.78%) | 975 (37.66%) | 156 (32.84%) | 263 (55.37%) | 2141 (24.97%) | 3564 (41.57%) | 1404 (21.10%) | 2377 (35.73%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 830.63 (20.36%) | 1406.56 (34.47%) | 454.49 (34.51%) | 732.35 (55.61%) | 5775.57 (24.76%) | 9676.01 (41.48%) | 4565.87 (19.35%) | 8062.32 (34.16%) |
| ΑΣΠΗΕ | 85 (26.81%) | 134 (42.27%) | 36 (37.50%) | 51 (53.13%) | 382 (31.49%) | 583 (48.06%) | 266 (32.88%) | 435 (53.77%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 50.79 (0.21%) | 91.06 (0.19%) | 17.17 (0.07%) | 25.87 (0.06%) | 337.05 (1.39%) | 589.94 (1.26%) | 255.16 (1.05%) | 470.75 (1.00%) |

Πίνακας 25. Επικαλύψεις αριθμού ανεμογεννητριών και ΑΣΠΗΕ, με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) και την έκταση (km²) που καταλαμβάνουν ανά ζώνη ευαισθησίας στο σύνολο των κατηγοριών αδειοδότησης για το σύνολο των ιστορικών δεδομένων (έως σήμερα). Σε παρένθεση τα αντίστοιχα ποσοστά.

| | Συνολική επικάλυψη [Ιστορικά δεδομένα (έως σήμερα)] | |
|---------------------------|---|------------------------------------|
| | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer areas) | |
| | 3 km | 5km |
| Ανεμογεννήτριες | 4239 (23.18%) | 7179 (39.25%) |
| Εγκατεστημένη Ισχύς (MW) | 11626.56 (22.22%) | 19877.24 (37.99%) |
| ΑΣΠΗΕ | 769 (31.58%) | 1203 (49.40%) |
| ΕΚΤΑΣΗ (km ²) | 660.17 (2.71%) | 1177.61 (2.51%) |



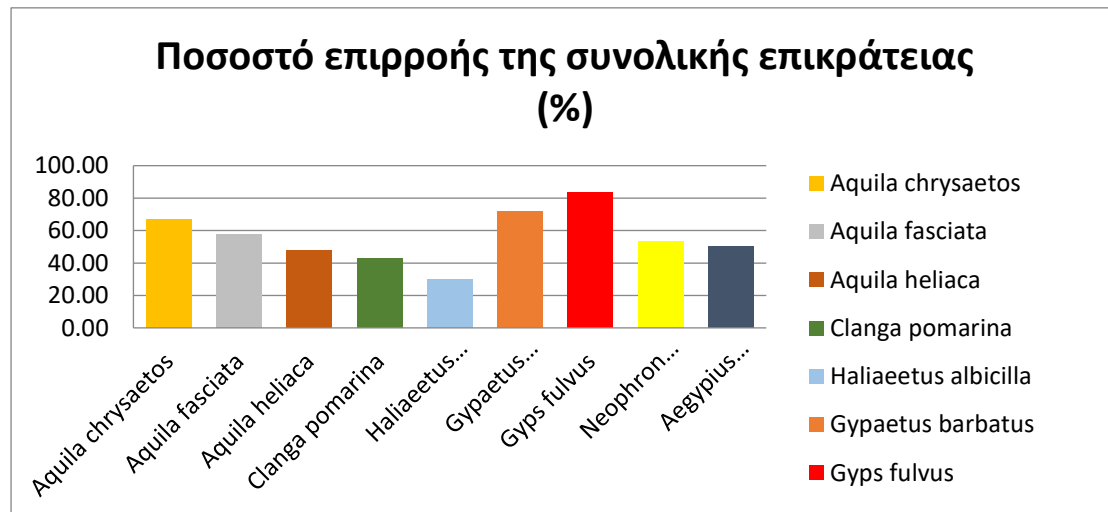
Εικόνα 6. Χάρτης αναπαράστασης των επικαλυπτόμενων ανεμογεννητριών με ζώνες ευαισθησίας από το σύνολο των ιστορικών δεδομένων (έως σήμερα).

Συγκεντρωτικά, όπως φαίνεται στον Πίνακα 26, το είδος με το μεγαλύτερο ποσοστό επικάλυψης των επικρατειών του με ΑΣΠΗΕ, άρα και με τη μεγαλύτερη επίπτωση από την ανάπτυξη υποδομών αιολικής ενέργειας, είναι το ***Gyps fulvus*** με ποσοστό **83.33%** επί των συνολικών επικρατειών, ενώ με ποσοστά **71.88%** και **66.87%** ακολουθούν το ***Gypaetus barbatus*** και ***Aquila chrysaetos*** αντίστοιχα. Έπειτα, ακολουθούν τα είδη *Aquila fasciata* (57.78%), *Neophron percnopterus* (53.33%), *Aegyptius monachus* (50%), *Aquila heliaca* (47.62%), *Clanga pomarina* (42.7%) και *Haliaeetus albicilla* (30%) με το τελευταίο να έχει το μικρότερο ποσοστό επικάλυψης, αλλά εξίσου σημαντικό με τα υπόλοιπα. Στο σύνολό τους, από τις ορισμένες επικράτειες για τα 9 είδη της μελέτης η συνολική επικάλυψη είναι της τάξης του 62.46%, δηλαδή με 396 από τις 634 συνολικά επικράτειες να επικαλύπτονται με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ στο υποθετικό σενάριο υλοποίησης όλων των σχεδιαζόμενων έργων. Περισσότερες λεπτομέρειες φαίνονται στον Πίνακα 26, ενώ στο Διάγραμμα 2 βλέπουμε την ποσοστιαία επιρροή των χωροθετημένων με άδεια λειτουργίας ή υπό σχεδιασμό ΑΣΠΗΕ ανά είδος.

Πίνακας 26. Αριθμός και ποσοστό επικρατειών που επικαλύπτονται με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ ανά είδος. Αριθμός και ποσοστό επικρατειών οι οποίες επικαλύπτονται με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ σε ζώνη εντός της περιοχής-πυρήνα ανά θέση φωλεοποίησης. Σε παρενθέσεις το σύνολο των επικρατειών ανά είδος.

| Species | Αριθμός επικρατειών που επικαλύπτονται με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ | | | | | |
|---|---|--------------|----------------------|--------------|------------------------------|--------------|
| | 3km | % | 5km | % | Περιοχή-πυρήνας φωλεοποίησης | % |
| <i>Gyps fulvus</i> | 70 (108) | 64,81 | 90 (108) | 83,33 | 33 (108) | 30,56 |
| <i>Gypaetus barbatus</i> | 17 (32) | 53,13 | 23 (32) | 71,88 | 9 (32) | 28,13 |
| <i>Aquila chrysaetos</i> | 84 (166) | 50,60 | 111 (166) | 66,87 | 26 (166) | 15,66 |
| <i>Aquila fasciata</i> | 89 (180) | 49,44 | 104 (180) | 57,78 | 32 (180) | 17,78 |
| <i>Neophron percnopterus</i> | 6 (15) | 40,00 | 8 (15) | 53,33 | 2 (15) | 13,33 |
| <i>Aegyptius monachus</i> | 2 (4) | 50,00 | 2 (4) | 50,00 | 0 (4) | 0,00 |
| <i>Aquila heliaca</i> | 7 (21) | 33,33 | 10 (21) | 47,62 | 3 (21) | 14,29 |
| <i>Clanga pomarina</i> | 37 (96) | 38,54 | 41 (96) | 42,71 | 12 (96) | 12,50 |
| <i>Haliaeetus albicilla</i> | 1 (10) | 10,00 | 3 (10) | 30,00 | 0 (10) | 0,00 |
| Σύνολο δεδομένων (2000 και μετά) | 313 (634) | 49,37 | 396 (634) | 62,46 | 117 (634) | 18,45 |

Διάγραμμα 2. Διάγραμμα ποσοστού επικάλυψης της συνολικής επικράτειας κάθε είδους από τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ.



3.5 Χαρτογράφηση ευαισθησίας

3.5.1 Αποτελέσματα συστήματος βαθμολόγησης της ευαισθησίας των ειδών (Species Sensitivity Model) στους αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ)

Σύμφωνα με το σύστημα βαθμολόγησης της ευαισθησίας των ειδών απέναντι στους ΑΣΠΗΕ προέκυψε μία τελική βαθμολογία (score), όπως φαίνεται και στον Πίνακα 27. Βάσει των κριτηρίων που τέθηκαν προκύπτει ότι από τα είδη της

μελέτης, το είδος με τη μεγαλύτερη ευαισθησία αναδείχθηκε ο ασπροπάρης (*Neophron percnopterus*) και ακολουθούν κατά φθίνουσα σειρά βαθμολογίας ο γυπαετός (*Gyraetus barbatus*), ο βασιλαετός (*Aquila heliaca*), ο μαυρόγυπας (*Aegyptius monachus*), ο θαλασσαετός (*Haliaeetus albicilla*), ο σπιζαετός (*Aquila fasciata*), το όρνιο (*Gyps fulvus*), ο χρυσαετός (*Aquila chrysaetos*) και τέλος ο κραυγαετός (*Clanga pomarina*) (Πίνακας 27).

Πίνακας 27. Αποτελέσματα βαθμολόγησης (score) της ευαισθησίας κάθε είδους στους αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) τόσο συνολικά όσο και σε κάθε ζώνη ευαισθησίας 0-3km (50% της δραστηριότητας του είδους) και 3-5km (25% της δραστηριότητας του είδους). Όπου: SumCRF=Sum Conservation Risk Factors, MeanFRF=Mean Flight Risk Factors, MeanHRF=Mean Habitat Risk Factors, SSS=Species Sensitivity Score, βάσει της εξίσωσης:

$$\text{Species Sensitivity Score (SSS)} = \text{Conservation Score} \times (\text{Average Flight Vulnerability Scores} + \text{Average Habitat Vulnerability Scores})$$

| Είδος | SumCRF | MeanFRF | MeanHRF | SSS | Ζώνες ευαισθησίας (Buffer zones) | |
|------------------------------|--------|---------|---------|------|-------------------------------------|-------|
| | | | | | 0-3km | 3-5km |
| <i>Aegyptius monachus</i> | 12 | 2,625 | 3,6 | 74,7 | 37,4 | 18,7 |
| <i>Gyps fulvus</i> | 8 | 2,625 | 1,4 | 32,2 | 16,1 | 8,1 |
| <i>Gyraetus barbatus</i> | 14 | 2,375 | 3,2 | 78,1 | 39,0 | 19,5 |
| <i>Neophron percnopterus</i> | 15 | 2,5 | 2,8 | 79,5 | 39,8 | 19,9 |
| <i>Aquila chrysaetos</i> | 7 | 2,125 | 2,4 | 31,7 | 15,8 | 7,9 |
| <i>Aquila fasciata</i> | 8 | 2,125 | 2,6 | 37,8 | 18,9 | 9,5 |
| <i>Aquila heliaca</i> | 14 | 2,125 | 3,4 | 77,4 | 38,7 | 19,3 |
| <i>Clanga pomarina</i> | 7 | 1,75 | 2,6 | 30,5 | 15,2 | 7,6 |
| <i>Haliaeetus albicilla</i> | 8 | 2 | 3,4 | 43,2 | 21,6 | 10,8 |

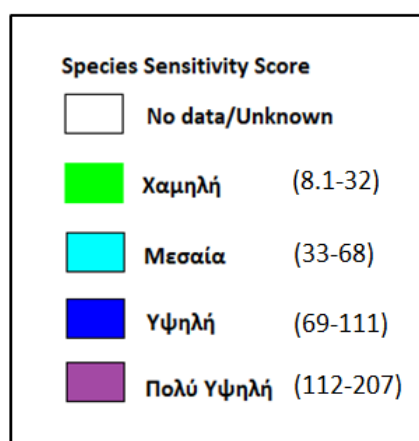
Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για κάθε είδος ήταν διαφορετικό το κριτήριο βαθμονόμησης που έπαιξε καθοριστικότερο ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα. Συγκεκριμένα, το *Neophron percnopterus* συγκέντρωσε το υψηλότερο score στον παράγοντα καθεστώς προστασίας και από τα υψηλότερα score στον παράγοντα πτήσης, ενώ στο παράγοντα ενδιαίτηματος συγκέντρωσε μέτριας βαθμίδας score. Στη συνέχεια, για το *Gyraetus barbatus* καθοριστικότερο ρόλο έπαιξε το καθεστώς προστασίας αλλά και στους υπόλοιπους δύο παράγοντες ευαισθησίας συγκέντρωσε πολύ υψηλό score, ενώ το είδος *Aquila heliaca* εκτός από τον παράγοντα του καθεστώτος προστασίας, συγκέντρωσε το δεύτερο πιο υψηλό score στον παράγοντα ενδιαίτηματος μετά το *Aegyptius monachus* το οποίο είχε το μεγαλύτερο score και στους παράγοντες πτήσης μαζί με το *Gyps fulvus*. Για το *Haliaeetus albicilla* καθοριστικότερο ρόλο διαδραμάτισε ο παράγοντας του ενδιαίτηματος, ενώ για το *Aquila fasciata* καθοριστικότερο ρόλο διαδραμάτισε ο παράγοντας πτήσης με σχετικά μέτρια scores στους υπόλοιπους δύο παράγοντες ευαισθησίας. Τέλος, παρατηρούμε ότι το *Gyps fulvus* συγκέντρωσε, όπως και το *Aegyptius monachus*, το υψηλότερο score ως προς τους παράγοντες πτήσης, το *Aquila chrysaetos* παρουσίασε μέτριες τιμές στους παράγοντες πτήσης και ενδιαίτηματος και τη μικρότερη τιμή ως προς το καθεστώς προστασίας, μαζί με το *Clanga pomarina* το

οποίο συγκέντρωσε τη χαμηλότερη συνολικά βαθμολογία με τον παράγοντα ενδιαιτήματος να φαίνεται ότι διαδραματίζει τον καθοριστικότερο ρόλο για το είδος.

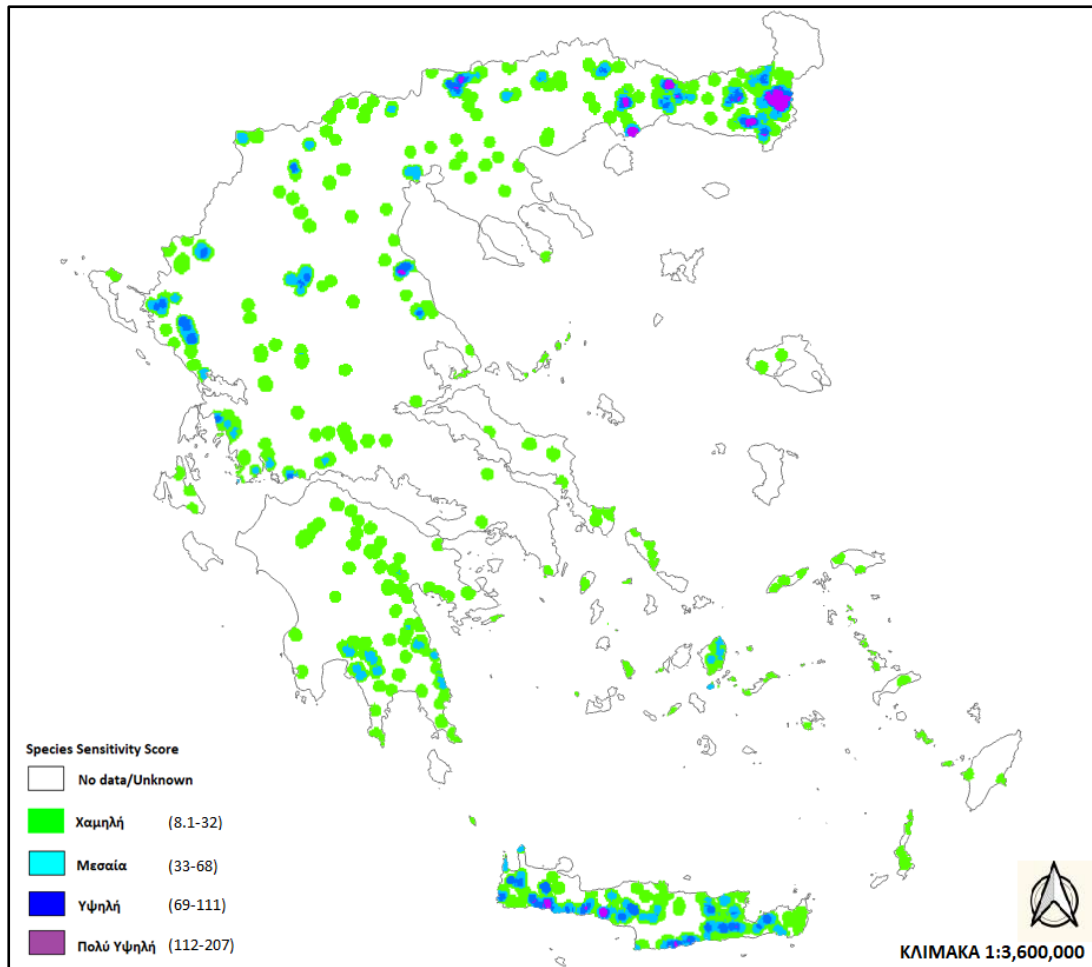
Συνολικά, βλέπουμε ότι οι 4 γύπες της μελέτης συγκεντρώνουν τα υψηλότερα score ευαισθησίας ως προς τις ικανότητες πτήσης ακολουθούμενοι από τους αετούς. Στους παράγοντες ενδιαιτήματος τα υψηλότερα score κατά σειρά προτεραιότητας τα συγκέντρωσαν τα είδη *Aegyrius monachus*, *Aquila heliaca*, *Haliaeetus albicilla* και *Gyraetus barbatus*, ενώ ως προ το καθεστώς προστασίας πρώτο στην κατάταξη ήρθε το *Neophron percnopterus* ακολουθούμενο από το *Gyraetus barbatus*, το *Aquila heliaca* και το *Aegyrius monachus*.

3.5.2 Αθροιστικός χάρτης ευαισθησίας

Ο χάρτης ευαισθησίας που παρουσιάζεται στην Εικόνα 8, αποτελεί αποτύπωση της ευαισθησίας της ορνιθοπανίδας στους αιολικούς σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας σε ανάλυση 1km^2 και παράχθηκε βάσει των δεδομένων φωλεοποίησης των 9 ειδών της μελέτης. Το χρώμα σε κάθε τετραγωνικό χιλιόμετρο, το οποίο προέκυψε από ένα απλό σύστημα 4 χρωμάτων που αντιστοιχούν σε κάθε κλάση ευαισθησίας, αντανακλά τον βαθμό ευαισθησίας ευάλωτων ειδών ορνιθοπανίδας που φωλιάζουν και δραστηριοποιούνται στην συγκεκριμένη περιοχή, απέναντι στις υποδομές αιολικής ενέργειας. Προκύπτει από ένα άθροισμα τιμών (score) που εξαρτάται από τα είδη που είναι πιθανό να εντοπιστούν στη δεδομένη περιοχή και της αντίστοιχης ευαισθησίας τους στους ΑΣΠΗΕ που βασίζεται σε ένα σύνολο κριτηρίων (παραγόντων), όπως αναλύθηκαν στην ενότητα 2.7.1.



Εικόνα 7. Κλάσεις ευαισθησίας χάρτη ευαισθησίας με το αντίστοιχο εύρος τιμών τους.



Εικόνα 8. Χάρτης ευαισθησίας της Ελλάδας σύμφωνα με την εκτίμηση του βαθμού ευαισθησίας 9 μεγάλων αρπακτικών στις υποδομές αιολικής ενέργειας. Σημείωση: Περιοχές οι οποίες δεν αντιστοιχούν σε κάποιο από τα χρώματα των κλάσεων ευαισθησίας δεν συνεπάγονται απαραίτητα απουσία ευαίσθητων ειδών, αλλά δεν περιέχουν είδη με χαμηλότερο βαθμό ευαισθησίας κάτω από 7.

Πρέπει να σημειωθεί, ωστόσο, ότι η παρουσία του εκάστοτε είδους σε κάθε τέτοιο τετραγωνικό δεν είναι δεδομένη, αλλά αυτό που υποδηλώνεται είναι ότι μεταξύ αυτού του τετραγωνικού χιλιομέτρου έχει υπάρξει τουλάχιστον μία πρόσφατη καταγραφή του είδους και ότι αυτό το τετραγωνικό εμπίπτει εντός μίας ορισμένης ζώνης ευαισθησίας (των 3 ή 5 km). Επιπρόσθετα, η απουσία ενός είδους από ένα τετραγωνικό χιλιόμετρο ή τα σημεία του χάρτη που αντιστοιχούν σε τιμές 0 (λευκό χρώμα), δεν συνεπάγεται πραγματική απουσία του είδους από την περιοχή αλλά ότι δεν υπάρχει γνωστή καταγραφή που να περιέχεται στα δεδομένα μας για την συγκεκριμένη περιοχή. Έτσι, η απουσία καταγραφών και των αντίστοιχων αποτυπώσεών τους στο χάρτη με λευκό χρώμα (ή χρώμα που αντιστοιχεί σε χαμηλότερη κλάση από την πραγματική κλάση ευαισθησίας που θα προέκυπτε αν είχαμε πλήρες set δεδομένων για όλα τα είδη), δεν πρέπει να συνεπάγεται πραγματική απουσία του εκάστοτε είδους στη συγκεκριμένη περιοχή.

3.5.3 Επικαλύψεις ΑΣΠΗΕ ανά κλάση ευαισθησίας

Α) Επικαλύψεις με βάση τα εικονοστοιχεία (pixels) ανά κλάση ευαισθησίας και ανά κατηγορία αδειοδότησης

Με βάση τις επικαλύψεις των εικονοστοιχείων κάθε κλάσης ευαισθησίας του χάρτη ευαισθησίας μας με τα αντίστοιχα εικονοστοιχεία από τα αρχεία raster των πολυγώνων των ΑΣΠΗΕ, προκύπτει ότι οι κλάσεις που επικαλύπτονται περισσότερο με τους υπάρχοντες και υπό σχεδιασμό χωροθετημένους ΑΣΠΗΕ είναι η Χαμηλή (2.53%) και η Υψηλή (2.52%). Ακολουθεί η Μεσαία κλάση ευαισθησίας με ποσοστό 1.81%, ενώ τέλος η Πολύ Υψηλή με ποσοστό 1.11%. Συνολικά, προκύπτει ότι το 7.98% των ευαίσθητων περιοχών όπως προκύπτουν από τον χάρτη ευαισθησίας επικαλύπτονται με περιοχές υπάρχουσας ή δυνητικής εξάπλωσης ΑΣΠΗΕ. Επίσης, όσον αφορά τις επικαλύψεις αποκλειστικά με τους εν λειτουργία (άδεια λειτουργίας) αιολικούς σταθμούς, αυτή τη στιγμή το μεγαλύτερο ποσοστό επικάλυψης είναι στη Χαμηλή κλάση ευαισθησίας (0.28%), ενώ συνολικά το ποσοστό φτάνει το 0.55% (Πίνακας 28).

Πίνακας 28. Επικαλύψεις, βάσει εικονοστοιχείων (pixels), των αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) από κάθε κατηγορία αδειοδότησης ανά κλάση ευαισθησίας του χάρτη ευαισθησίας βάσει των σύγχρονων δεδομένων (μετά το 2000).

| Κλάση ευαισθησίας | Κατηγορία αδειοδότησης | | | | Σύνολο |
|-------------------|------------------------|--------------------|-------------------|-------------------|---|
| | Άδεια λειτουργίας | Άδεια εγκατάστασης | Άδεια παραγωγής | Σε αξιολόγηση | |
| Χαμηλή | 92623 (0.28%) | 30838 (0.09%) | 439223 (1.31%) | 284419 (0.85%) | 847103 (2.53%) |
| Μεσαία | 2019 (0.03%) | | 50723 (0.80%) | 62038 (0.98%) | 114780 (1.81%) |
| Υψηλή | 5369 (0.18%) | 1069 (0.04%) | 36405 (1.24%) | 31225 (1.06%) | 74068 (2.52%) |
| Πολύ υψηλή | 312 (0.06%) | | 4068 (0.77%) | 1452 (0.28%) | 5832 (1.11%) |
| Σύνολο | 100323 (0.55%) | 31907 (0.13%) | 530419 (4.13%) | 379134 (3.17%) | 104178 3 (7.98%) |

Β) Ποσοστά ανεμογεννητριών και αντίστοιχης εγκατεστημένης ισχύος ανά κλάση ευαισθησίας

Σχετικά με τις επικαλύψεις των Ανεμογεννητριών ανά κλάση ευαισθησίας, από τον χάρτη ευαισθησίας των σύγχρονων δεδομένων, προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό επικάλυψης στις εν λειτουργία ανεμογεννήτριες είναι στην Χαμηλή κλάση ευαισθησίας (823 ανεμογεννήτριες, 31.79%), ενώ συνολικά φαίνεται πως αυτή τη στιγμή στον Ελλαδικό χώρο το 34.53% των υφιστάμενων (άδεια λειτουργίας) ανεμογεννητριών εντοπίζονται σε ευαίσθητες για την ορνιθοπανίδα περιοχές, όπως αυτές προκύπτουν από τα δεδομένα μας. Με άδεια εγκατάστασης οι περισσότερες από τις ανεμογεννήτριες επικαλύπτονται με τη Χαμηλή κλάση ευαισθησίας (219

ανεμογεννήτριες) και 7 ανεμογεννήτριες επικαλύπτονται με την κλάση Υψηλής ευαισθησίας. Αντίστοιχα, για τις ανεμογεννήτριες με άδεια παραγωγής και αυτές που βρίσκονται σε αξιολόγηση, οι μεγαλύτερες επικαλύψεις εντοπίζονται στην κλάση Χαμηλής ευαισθησίας με 2242 και 1452 ανεμογεννήτριες αντίστοιχα, ενώ ακολουθούν η Μεσαία και η Υψηλή κλάση ευαισθησίας με 416, 415 και 243, 165 ανεμογεννήτριες αντίστοιχα. Στην Πολύ Υψηλή κλάση ευαισθησίας εντοπίζονται 13 ανεμογεννήτριες με άδεια παραγωγής και 9 ανεμογεννήτριες σε αξιολόγηση (Πίνακας 29).

Πίνακας 29. Επικαλύψεις ανεμογεννητριών με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) τους από κάθε κατηγορία αδειοδότησης με κάθε κλάση ευαισθησίας του χάρτη ευαισθησίας βάσει του συνόλου σύγχρονων (μετά το 2000) δεδομένων.

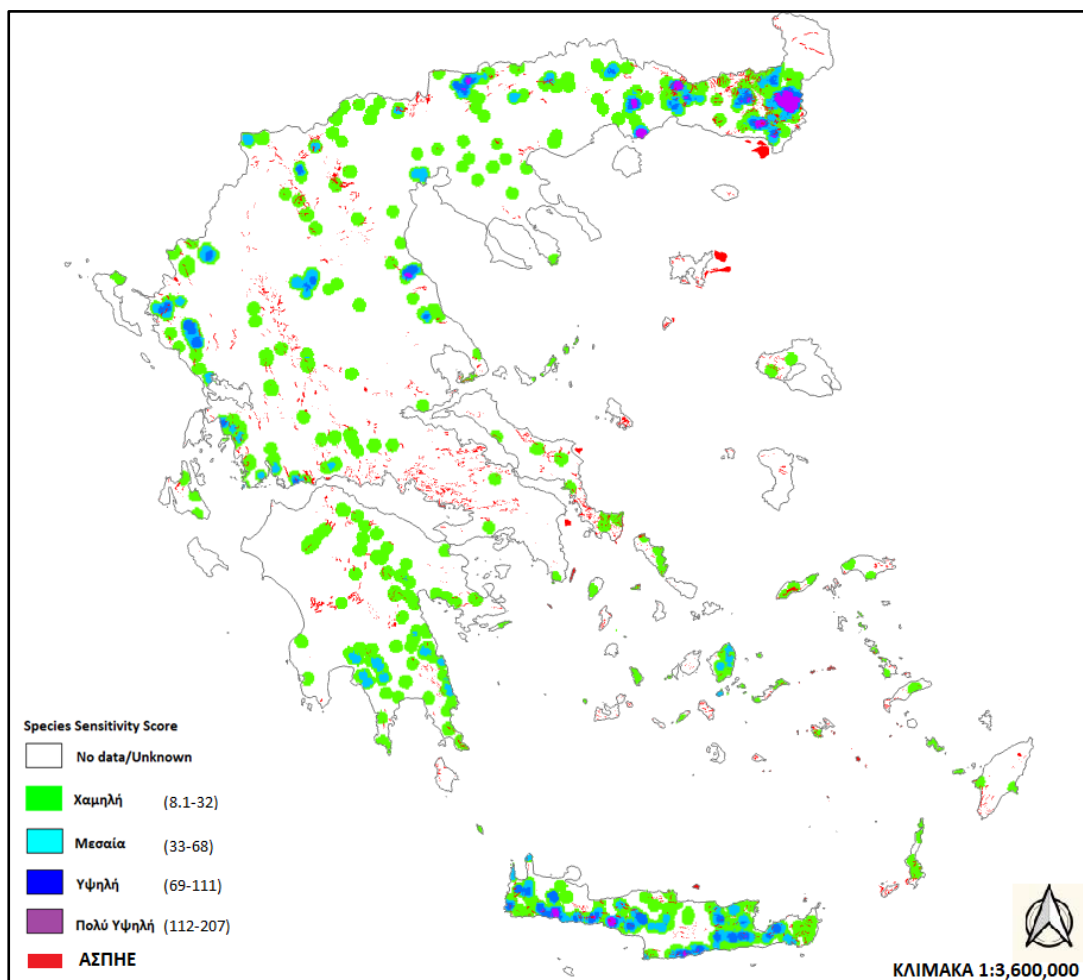
| Κλάση ευαισθησίας | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | A/Γ | MW | A/Γ | MW | A/Γ | MW | A/Γ | MW |
| Χαμηλή | 823 (31.79%) | 1114,91 (27.32%) | 219 (46.11%) | 618,15 (46.94%) | 2242 (26.15%) | 6147,93 (26.35%) | 1452 (21.82%) | 4924,72 (20.87%) |
| Μεσαία | 32 (1.24%) | 52,40 (1.28%) | 0 (0%) | 0,00 (0%) | 416 (4.85%) | 1150,63 (4.93%) | 415 (6.24%) | 1336,45 (5.66%) |
| Υψηλή | 35 (1.35%) | 60,10 (1.47%) | 7 (1.47%) | 14,40 (1.09%) | 243 (2.38%) | 587,65 (2.52%) | 165 (2.48%) | 508,98 (2.16%) |
| Πολύ υψηλή | 4 (0.15%) | 10,50 (0.26%) | 0 (0%) | 0,00 (0%) | 13 (0.15%) | 57,10 (0.24%) | 9 (0.14%) | 36,60 (0.16%) |
| Σύνολο | 894 (34.53%) | 1237,91 (30.34%) | 226 (47.58%) | 632,55 (48.03%) | 2914 (33.99%) | 7943,31 (34.05%) | 2041 (30.68%) | 6806,75 (28.84%) |

Συνολικά, οι μεγαλύτερες επικαλύψεις εντοπίζονται στη Χαμηλή κλάση ευαισθησίας (4736 ανεμογεννήτριες), ακολουθεί η Μεσαία (863 ανεμογεννήτριες), η Υψηλή (450 ανεμογεννήτριες) και τέλος η Πολύ υψηλή με 26 ανεμογεννήτριες. Με βάση τους υπολογισμούς σε σχέση με τις τιμές Εγκατεστημένης Ισχύος ανά ανεμογεννήτρια, προκύπτει ότι σε περίπτωση που τα υπό σχεδιασμό έργα προχωρήσουν, συνολικά η εγκατεστημένη ισχύς εντός ευαίσθητων περιοχών θα φτάνει το ποσοστό των 31.80% της συνολικής εγκατεστημένης ισχύος στη χώρα (Πίνακας 31).

Πίνακας 30. Σύνολο επικαλυπτόμενων ανεμογεννητριών και της εγκατεστημένης ισχύος (MW) ανά κλάση ευαισθησίας του χάρτη ευαισθησίας βάσει του συνόλου σύγχρονων (μετά το 2000) δεδομένων.

| Κλάση ευαισθησίας | A/Γ | MW |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Χαμηλή | 4736 (25.89%) | 12805,71 (24.47%) |
| Μεσαία | 863 (4.72%) | 2539,475 (4.85%) |
| Υψηλή | 450 (2.46%) | 1171,125 (2.24%) |
| Πολύ υψηλή | 26 (0.14%) | 104,2 (0.20%) |
| Σύνολο | 6075 (33.21%) | 16620,51 (31.80%) |

Όσον αφορά τις επικαλύψεις των ανεμογεννητριών με τις κλάσεις ευαισθησίας του χάρτη με τα ιστορικά δεδομένα, προκύπτει ότι ένα σύνολο 972 ανεμογεννητριών είναι εγκατεστημένες (άδεια λειτουργίας) αυτή τη στιγμή εντός ευαίσθητων περιοχών σε ποσοστό 37.54% επί των συνολικών υφιστάμενων ανεμογεννητριών της χώρας. Αντίστοιχα με τον χάρτη ευαισθησίας των σύγχρονων δεδομένων, για τις κατηγορίες αδειοδότησης προκύπτει σε όλες μεγαλύτερη επικάλυψη με την κλάση Χαμηλής ευαισθησίας ενώ αξιοσημείωτα είναι τα ποσοστά των συνολικών ανεμογεννητριών ανά κατηγορία αδειοδότησης σε σχέση με τον συνολικό αριθμό μελλοντικών (υφιστάμενες συν σχεδιαζόμενες) ανεμογεννητριών ανά κατηγορία, όπου βλέπουμε ότι το 55.37% (άδεια εγκατάστασης), το 41.52% (άδεια παραγωγής) και το 35.37% (σε αξιολόγηση) των συνολικών ανεμογεννητριών ανά κατηγορία αδειοδότησης να εντοπίζονται σε ευαίσθητες περιοχές (Πίνακας 31). Συγκεντρωτικά, 7148 υφιστάμενων και σχεδιαζόμενων ανεμογεννητριών εντοπίζονται σε κλάσεις ευαισθησίας του εν λόγω χάρτη ευαισθησίας με τα ιστορικά δεδομένα, ενώ το 38.38% της μελλοντικής εγκατεστημένης ισχύος της χώρας με βάση τα τωρινά δεδομένα θα εντοπίζεται εντός ευαίσθητων περιοχών (Πίνακας 32).



Εικόνα 9. Χάρτης ευαισθησίας της Ελλάδας με το σύνολο των υφιστάμενων και σχεδιαζόμενων ΑΣΠΗΕ ανά την επικράτεια.

Πίνακας 31. Επικαλύψεις ανεμογεννητριών με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) τους από κάθε κατηγορία αδειοδότησης με κάθε κλάση ευαισθησίας του χάρτη ευαισθησίας βάσει του συνόλου των ιστορικών (έως σήμερα) δεδομένων.

| Κλάση ευαισθησίας | Άδεια λειτουργίας | | Άδεια εγκατάστασης | | Άδεια παραγωγής | | Σε αξιολόγηση | |
|-------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| | A/Γ | MW | A/Γ | MW | A/Γ | MW | A/Γ | MW |
| Χαμηλή | 780 (30.13%) | 1127,28 (27.63%) | 242 (50.95%) | 687,95 (52.24%) | 2572 (30%) | 6971,22 (29.88%) | 1501 (22.56%) | 5495,095 (23.28%) |
| Μεσαία | 130 (5.02%) | 149,98 (3.68%) | 13 (2.74%) | 26,7 (2.03%) | 636 (7.42%) | 1794,29 (7.69%) | 635 (9.54%) | 2076,45 (8.80%) |
| Υψηλή | 58 (2.24%) | 113,9 (2.79%) | 8 (1.68%) | 17,7 (1.34%) | 329 (3.84%) | 820,05 (3.52%) | 206 (3.1%) | 661,875 (2.80%) |
| Πολύ υψηλή | 4 (0.15%) | 10,5 (0.26%) | 0 (0%) | 0 (0%) | 23 (0.27%) | 79,7 (0.34%) | 11 (0.17%) | 48 (0.20%) |
| Σύνολο | 972 (37.54%) | 1401,66 (34.35%) | 263 (55.37%) | 732,35 (55.61%) | 3560 (41.52%) | 9665,26 (41.43%) | 2353 (35.37%) | 8281,42 (35.10%) |

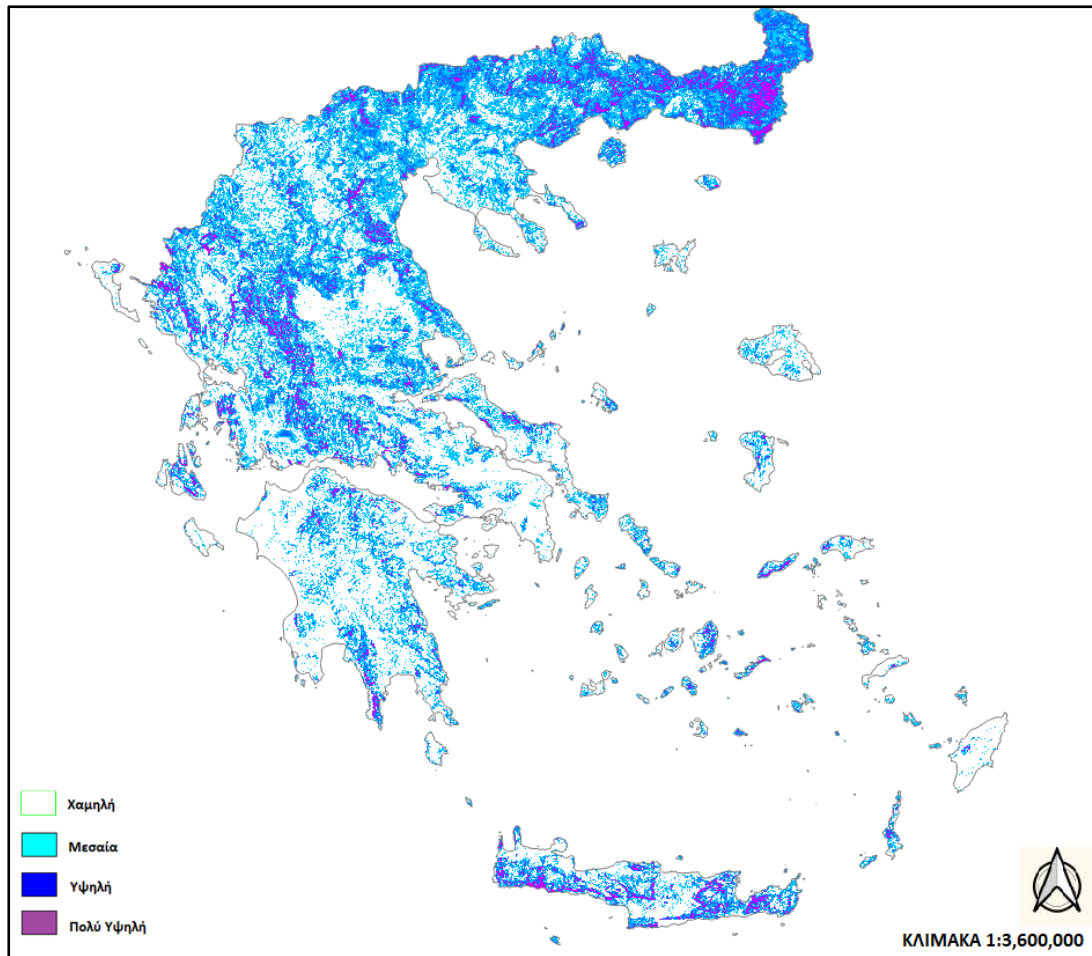
Πίνακας 32. Σύνολο επικαλυπτόμενων ανεμογεννητριών και της εγκατεστημένης ισχύος (MW) ανά κλάση ευαισθησίας του χάρτη ευαισθησίας βάσει του συνόλου ιστορικών (έως σήμερα) δεδομένων.

| Κλάση ευαισθησίας | A/Γ | MW |
|-------------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Χαμηλή | 5095 (27.86%) | 14281,55 (27.29%) |
| Μεσαία | 1414 (7.73%) | 4047,42 (7.73%) |
| Υψηλή | 601 (3.28%) | 1613,525 (3.08%) |
| Πολύ υψηλή | 38 (0.21%) | 138,2 (0.26%) |
| Σύνολο | 7148 (39.08%) | 20080,69 (38.38%) |

3.6 Χάρτης καταλληλότητας - ευαισθησίας

3.6.1 Χάρτης ευαισθησίας

Σκοπός της δημιουργίας μοντέλου κατανομής των ειδών μέσω του λογισμικού Maxent ήταν η δημιουργία ενός επιπλέον χάρτη ευαισθησίας ο οποίος αυτή τη φορά να αποτυπώνει την προβλεπόμενη ευαισθησία ανά περιοχή βάσει της προβλεπόμενης κατανομής των ειδών σε ολόκληρη τη χώρα. Ο χάρτης έγινε σε ανάλυση 400m² και σε αντίθεση με τους παραπάνω χάρτες ευαισθησίας, δεν βασίστηκε σε κάποιο βαθμό ευαισθησίας βάσει των ατομικών βαθμών ευαισθησίας κάθε μεμονωμένου είδους απέναντι στους ΑΣΠΗΕ, αλλά στο άθροισμα των πιθανοτήτων (0-1) κάθε είδους να συμπέσει σε κάθε τετραγωνικό των 400m.



Εικόνα 10. Χάρτης καταλληλότητας-ευαισθησίας συνολικά για όλα τα είδη της μελέτης βάσει των μοντέλων πρόβλεψης κατανομής ειδών.

3.6.2. Επικαλύψεις κλάσεων ευαισθησίας του μοντέλου πρόβλεψης με τους υφιστάμενους και σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ

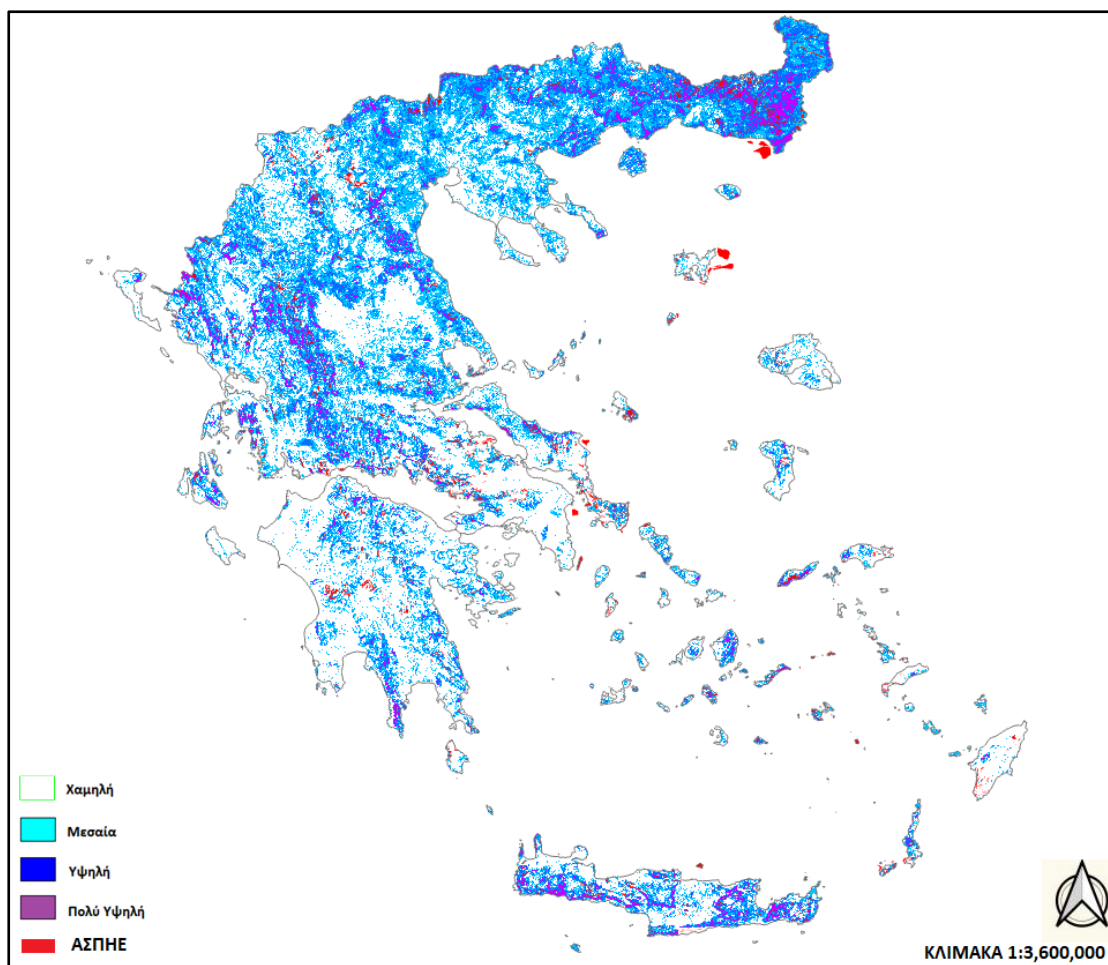
Ο υπολογισμός των επικαλύψεων των ΑΣΠΗΕ στις διάφορες κατηγορίες αδειοδότησης των ανεμογεννητριών με τις κλάσεις του μοντέλου πρόβλεψης, δείχνει ότι όσον αφορά τις εν λειτουργία ανεμογεννήτριες, το μεγαλύτερο ποσοστό επικάλυψης είναι με την **Υψηλή** κλάση ευαισθησίας (ποσοστό 0.23%), με τη Χαμηλή και την Πολύ Υψηλή να έχουν το ίδιο ποσοστό επικάλυψης (0.14%) και τη Μεσαία με ποσοστό 0.20%. Όσον αφορά τις κατηγορίες αδειοδότησης των σχεδιαζόμενων ΑΣΠΗΕ, προκύπτει ότι τα ελαφρώς μεγαλύτερα ποσοστά επικαλύψεων για όλες τις κατηγορίες εντοπίζονται στην Υψηλή κλάση ευαισθησίας. Στις ανεμογεννήτριες με άδεια εγκατάστασης ακολουθούν η Μεσαία, η Χαμηλή και η Πολύ Υψηλή κλάση ευαισθησίας, ενώ σε αυτές με άδεια παραγωγής ακολουθεί η Πολύ Υψηλή (1.52%), η Μεσαία (1.29%) και τέλος η Χαμηλή (0.84%). Στην κατηγορία της αξιολόγησης μετά την Υψηλή κλάση ευαισθησίας ακολουθούν η Πολύ Υψηλή (1.05%), η Μεσαία (1.02%) και τέλος η Χαμηλή (0.76%). Συνολικά, βάσει του μοντέλου πρόβλεψης, στο υποθετικό σενάριο εγκατάστασης όλων των σχεδιαζόμενων ΑΣΠΗΕ η συνολική

επικάλυψη με ευαίσθητες περιοχές αγγίζει το ποσοστό του **10.33%**, ενώ για τις επιμέρους κλάσεις ευαισθησίας το μεγαλύτερο ποσοστό επικάλυψης εντοπίζεται στην **Υψηλή** κλάση ευαισθησίας (3.25%), έπεται η Πολύ Υψηλή (2.74%), η Μεσαία (2.56%) και τελευταία ακολουθεί η Χαμηλή κλάση ευαισθησίας με ποσοστό επικάλυψης 1.78% (Πίνακας 34).

Πίνακας 33. Ποσοστά επικάλυψων ανεμογεννητριών ανά κατηγορία αδειοδότησης και ανά κλάση ευαισθησίας βάσει των εικονοστοιχείων (pixels) στον χάρτη ευαισθησίας βάσει του μοντέλου πρόβλεψης της κατανομής των ειδών με το λογισμικό Maxent.

| Κατηγορία αδειοδότησης | Άδεια λειτουργίας | Άδεια εγκατάστασης | Άδεια παραγωγής | Σε αξιολόγηση | Σύνολο |
|------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Κλάση ευαισθησίας | Pixels | Pixels | Pixels | Pixels | Pixels |
| Χαμηλή | 567 (0.14%) | 157 (0.04%) | 3365 (0.84%) | 3039 (0.76%) | 7128 (1.78%) |
| Μεσαία | 521 (0.20) | 138 (0.05%) | 3342 (1.29%) | 2640 (1.02%) | 6641 (2.56%) |
| Υψηλή | 291 (0.23%) | 58 (0.05%) | 1992 (1.60%) | 1689 (1.36%) | 4030 (3.25%) |
| Πολύ υψηλή | 51 (0.14%) | 8 (0.02%) | 549 (1.52%) | 377 (1.05%) | 985 (2.74%) |
| Σύνολο | 1430 (0.72) | 361 (0.16%) | 9248 (5.26%) | 7745 (4.19%) | 18784 (10.33%) |

Επιπλέον, βάσει των υπολογισμένων επικάλυψων από κάθε παραγόμενο χάρτη ευαισθησίας πραγματοποιήσαμε μία μεταξύ τους σύγκριση (Πίνακας 35). Όπως ήταν αναμενόμενο, τα μεγαλύτερα ποσοστά επικάλυψων προκύπτουν από τον χάρτη ευαισθησίας βάσει του Μοντέλου πρόβλεψης (Maxent) για κάθε κατηγορία αδειοδότησης. Έτσι, συνολικά με βάση τα σύγχρονα δεδομένα έχουμε ένα ποσοστό επικάλυψης **7.98%** των ευαίσθητων περιοχών, με βάση τα ιστορικά δεδομένα το ποσοστό είναι ελαφρώς μικρότερο (**7.62%**) πιθανότατα λόγω της μεγαλύτερης αναλογικά έκτασης που καταλαμβάνουν οι περιοχές, και τέλος με τον ψάρτη ευαισθησίας βάσει το μοντέλου πρόβλεψης του Maxent το ποσοστό επικάλυψης συνολικά είναι **10.33%**, το οποίο είναι θεωρητικά και το πιο αντιπροσωπευτικό (Πίνακας 35).



Εικόνα 11. Χάρτης καταλληλότητας-ευαισθησίας συνολικά για όλα τα είδη της μελέτης βάσει των μοντέλων πρόβλεψης κατανομής ειδών με το σύνολο των ΑΣΠΗΕ στην Ελλάδα.

Πίνακας 34. Σύγκριση των ποσοστών επικαλύψεων των ανεμογεννητριών ανά κατηγορία αδειοδότησης με κάθε κλάση ευαισθησίας των χαρτών ευαισθησίας με το σύνολο σύγχρονων δεδομένων (μετά το 2000), των ιστορικών (έως σήμερα) και με βάση τον χάρτη πρόβλεψης που δημιουργήθηκε μέσω του Maxent.

| Δεδομένα | Άδεια λειτουργίας | | | Άδεια εγκατάστασης | | | Άδεια παραγωγής | | | Σε αξιολόγηση | | |
|---------------|-------------------|-------------|-------------|--------------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|---------------|-------------|-------------|
| | 2000 | Ιστορικά | Maxent | 2000 | Ιστορικά | Maxent | 2000 | Ιστορικά | Maxent | 2000 | Ιστορικά | Maxent |
| | | | | | | | | | | | | |
| Χαμηλή | 0,28 | 0,21 | 0,14 | 0,09 | 0,08 | 0,04 | 1,31 | 1,13 | 0,84 | 0,85 | 0,65 | 0,76 |
| Μεσαία | 0,03 | 0,05 | 0,20 | | | 0,05 | 0,80 | 0,76 | 1,29 | 0,98 | 1,04 | 1,02 |
| Υψηλή | 0,18 | 0,22 | 0,23 | 0,04 | 0,03 | 0,05 | 1,24 | 1,37 | 1,61 | 1,06 | 0,89 | 1,36 |
| Πολύ υψηλή | 0,06 | 0,04 | 0,14 | | | 0,02 | 0,77 | 0,81 | 1,53 | 0,28 | 0,35 | 1,05 |
| Σύνολο | 0,55 | 0,51 | 0,72 | 0,13 | 0,11 | 0,16 | 4,13 | 4,07 | 5,26 | 3,17 | 2,92 | 4,19 |

Μεταξύ των κλάσεων ευαισθησίας, τα ποσοστά των επικαλύψεων δεν ακολουθούν την ίδια αναλογικά ποσόστωση σε κάθε χάρτη ευαισθησίας που προέκυψε. Συγκεκριμένα, στον χάρτη ευαισθησίας με τα σύγχρονα δεδομένα η κλάση με τις μεγαλύτερες επικαλύψεις ήταν η Χαμηλή (2.53%), με κατ'ελάχιστον

μεγαλύτερο ποσοστό από την επόμενη κλάση με τις μεγαλύτερες επικαλύψεις που ήταν η Υψηλή (2.52%). Στη συνέχεια, ακολουθεί η Μεσαία κλάση ευαισθησίας με ποσοστό 1.81%, ενώ τελευταία είναι η Πολύ Υψηλή κλάση με ποσοστό 1.11%.

Σύμφωνα με τους υπολογισμούς για τον χάρτη ευαισθησίας με τα ιστορικά δεδομένα, πρώτη στις επικαλύψεις έρχεται η Υψηλή κλάση ευαισθησίας (2.50%), έπεται η Χαμηλή κλάση ευαισθησίας (2.07%), και τελευταίες ακολουθούν η Μεσαία (1.85%) και η Πολύ Υψηλή (1.21%) κλάση ευαισθησίας.

Τέλος, όσον αφορά το μοντέλο πρόβλεψης, ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι σε αυτή την περίπτωση τα ποσοστά επικαλύψεων φθίνουν περίπου όσο φθίνει και η κλάση ευαισθησίας. Έτσι, το μεγαλύτερο ποσοστό επικαλύψεων εντοπίζεται στην Υψηλή κλάση ευαισθησίας (3.25%), ακολουθεί η Πολύ Υψηλή κλάση ευαισθησίας (2.74%) και στο τέλος βρίσκονται η Μεσαία (2.56%) και η Χαμηλή (1.78%). Περισσότερες λεπτομέρειες στον Πίνακα 36.

Πίνακας 35. Συνολικά ποσοστά των επικαλύψεων των ανεμογεννητριών από όλα τα στάδια αδειοδότησης για κάθε χάρτη ευαισθησίας με το σύνολο σύγχρονων δεδομένων (μετά το 2000), των ιστορικών (έως σήμερα) και με βάση τον χάρτη πρόβλεψης που δημιουργήθηκε μέσω του Maxent.

| Κλάση ευαισθησίας | Δεδομένα | | |
|-------------------|----------|----------|--------|
| | 2000 | Ιστορικά | Maxent |
| Χαμηλή | 2,53 | 2,07 | 1,78 |
| Μεσαία | 1,81 | 1,85 | 2,56 |
| Υψηλή | 2,52 | 2,50 | 3,25 |
| Πολύ υψηλή | 1,11 | 1,21 | 2,74 |
| Σύνολο | 7,98 | 7,62 | 10,33 |

3.7 Στόχος για την Ενέργεια (2030)

Ο εθνικός στόχος για την ενέργεια βάσει του ΕΣΕΚ (2019) για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ προσδοκεί σε συνολική εγκατεστημένη ισχύ **7050 MW (7.05 GW)** από αιολική ενέργεια μέσω ανεμογεννητριών μέχρι το **2030**.

Βάσει των υπολογισμών μας από το σύνολο της εγκατεστημένης ισχύος των υφιστάμενων ανεμογεννητριών (άδεια λειτουργίας), προκύπτει ότι ήδη οι υπάρχουσες ανεμογεννήτριες, που επικαλύπτονται με τις επικράτειες των 9 αρρακτικών στο σύνολό τους, ικανοποιούν το **17.60%** του ΕΣΕΚ (**1240.51 MW**) λαμβάνοντας υπόψιν μας τα σύγχρονα δεδομένα. Με άλλα λόγια, το 17.60% του εθνικού στόχου για την ενέργεια με ορίζοντα το 2030, ικανοποιείται ήδη από εγκατεστημένες ανεμογεννήτριες εντός γνωστών επικρατειών των ειδών της μελέτης. Με την εφαρμογή των ίδιων υπολογισμών για τις ανεμογεννήτριες που επικαλύπτονται με επικράτειες βάσει των ιστορικών δεδομένων για το σύνολο των ειδών, το αντίστοιχο ποσοστό είναι **19.95%** (**1406.56 MW**). Τα ποσοστά αυτά, αυξάνονται αν παρατηρήσουμε τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ που προβλέπεται

ανά κατηγορία αδειοδότησης αναφορικά με τις σχεδιαζόμενες ανεμογεννήτριες. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι, μόνο από τις σχεδιαζόμενες ανεμογεννήτριες με **άδεια παραγωγής** που επικαλύπτονται με τις ζώνες ευαισθησίας που έχουμε ορίσει, ο ΕΣΕΚ ικανοποιείται σε ποσοστό **112.74%** (Πίνακας 37).

Πίνακας 36. Ποσοστά ικανοποίησης του Εθνικού Στόχου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) του 2019, από το σύνολο των ανεμογεννητριών ανά κατηγορία αδειοδότησης που επικαλύπτονται με τις ζώνες ευαισθησίας της μελέτης. MW ανά ζώνη ευαισθησίας 3 και 5 km και αντίστοιχα ποσοστά (%).

| Ποσοστά (%) ικανοποίησης του ΕΣΕΚ από τις επικαλυπτόμενες ανεμογεννήτριες ανά κατηγορία αδειοδότησης μαζί με την αντίστοιχη εγκατεστημένη ισχύ (MW) | | | | | |
|---|--------------------------|----------|------------------------|---------|------------------------|
| Άδεια λειτουργίας | | | | | |
| Buffer Area | | | | | |
| | | 3km | %Εθνικού Στόχου (2030) | 5km | %Εθνικού Στόχου (2030) |
| Σύγχρονα δεδομένα | Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 691,53 | 9,81 | 1240,51 | 17,60 |
| Ιστορικά δεδομένα | Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 830,63 | 11,78 | 1406,56 | 19,95 |
| Άδεια εγκατάστασης | | | | | |
| Buffer Area | | | | | |
| | | 3km | %Εθνικού Στόχου (2030) | 5km | %Εθνικού Στόχου (2030) |
| Σύγχρονα δεδομένα | Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 397,59 | 5,64 | 632,55 | 8,98 |
| Ιστορικά δεδομένα | Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 454,49 | 6,45 | 732,35 | 10,39 |
| Άδεια παραγωγής | | | | | |
| Buffer Area | | | | | |
| | | 3km | %Εθνικού Στόχου (2030) | 5km | %Εθνικού Στόχου (2030) |
| Σύγχρονα δεδομένα | Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 4730,15 | 67,09 | 7948,31 | 112,74 |
| Ιστορικά δεδομένα | Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 5775,565 | 81,92 | 9676,01 | 137,25 |
| Σε αξιολόγηση | | | | | |
| Buffer Area | | | | | |
| | | 3km | %Εθνικού Στόχου (2030) | 5km | %Εθνικού Στόχου (2030) |
| Σύγχρονα δεδομένα | Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 3897,09 | 55,28 | 6794,64 | 96,38 |
| Ιστορικά δεδομένα | Εγκατεστημένη ισχύς (MW) | 4565,87 | 64,76 | 8062,32 | 114,36 |

Αν από τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ που προβλέπεται από σύνολο των ανεμογεννητριών στα διάφορα στάδια αδειοδότησης, η οποία μέχρι την

ημερομηνία λήψης των δεδομένων μας από τη ΡΑΕ βρισκόταν στα **52.3 GW** (52327.30 MW), αφαιρέσουμε τη συνολική εγκατεστημένη ισχύ που προκύπτει από τις επικαλυπτόμενες με τις επικράτειες ανεμογεννήτριες, τότε βλέπουμε (Πίνακας 38) ότι τόσο βάσει των σύγχρονων όσο και βάσει των ιστορικών δεδομένων, ο εθνικός στόχος για την ενέργεια ικανοποιείται κατά περίπου **5 (506.54%)** ή **4.6 (460.28%)** φορές αντίστοιχα, ενώ αν αφαιρεθούν μόνο τα MW των επικαλυπτόμενων ανεμογεννητριών στις ζώνες ευαισθησίας των 3 km, τότε ο στόχος ικανοποιείται κατά περίπου 6 (604.41% και 577.32% αντίστοιχα) φορές εξαιρώντας από τη χωροθέτηση τις εν λόγω περιοχές (Πίνακας 40).

Πίνακας 37. Συνολική εγκατεστημένη ισχύς από τις επικαλυπτόμενες ανεμογεννήτριες ανά ζώνη ευαισθησίας και Συνολική εγκατεστημένη ισχύς εξαιρώντας τα MW των ζωνών ευαισθησίας. Ποσοστό ικανοποίησης του ΕΣΕΚ από τις εναπομείνουσες ανεμογεννήτριες εκτός των επικρατειών των ειδών μελέτης.

| | 3 km (MW) | Συνολικά MW- MW (3km) | %Εθνικού Στόχου (2030) | 5 km (MW) | Συνολικά MW- MW(5km) | % Εθνικού Στόχου (2030) |
|--------------------------|-----------|-----------------------|------------------------|-----------|----------------------|-------------------------|
| Σύγχρονα δεδομένα | 9716,36 | 42610,94 | 604,41 | 16616,01 | 35711,29 | 506,54 |
| Ιστορικά δεδομένα | 11626,56 | 40700,74 | 577,32 | 19877,24 | 32450,06 | 460,28 |

Τέλος, όσον αφορά την εγκατεστημένη ισχύ εντός ζωνών ευαισθησίας όπως ορίστηκαν στην εργασία, υπολογίσαμε τα ποσοστά ικανοποίησης του ΕΣΕΚ αποκλείοντας τις ανεμογεννήτριες ανά κλάση ευαισθησίας όπως προέκυψαν από κάθε σύνολο δεδομένων (σύγχρονων και ιστορικών) με τη χαρτογράφηση ευαισθησίας. Όπως φαίνεται στους Πίνακες 39 και 40, αν εξαιρέσουμε από τις χωροθετημένες ανεμογεννήτριες όσες επικαλύπτονται με κάθε κλάση ευαισθησίας των χαρτών ευαισθησίας, τότε και πάλι ο στόχος ικανοποιείται συνολικά κατά περίπου 5 φορές τόσο από τον χάρτη βάσει των σύγχρονων δεδομένων (506.48%), όσο και από το σύνολο των ιστορικών (έως σήμερα) δεδομένων.

Πίνακας 38. Ποσοστό ικανοποίησης του Εθνικού Στόχου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) του 2019 εξαιρώντας την εγκατεστημένη ισχύ που προκύπτει από τις επικαλύψεις ανεμογεννητριών ανά κλάση ευαισθησίας βάσει του συνόλου των σύγχρονων (μετά το 2000) δεδομένων.

| Σύγχρονα δεδομένα (μετά το 2000) | | | |
|---|--|--|-------------------------|
| Κλάση ευαισθησίας | Συνολική Εγκατεστημένη ισχύς (MW)ανά Κλάση ευαισθησίας | Συνολική Εγκατεστημένη ισχύς με αποκλεισμό των MW της κλάσης ευαισθησίας | % Εθνικού Στόχου (2030) |
| Χαμηλή | 12805,71 | 39521,87 | 560,59 |
| Μεσαία | 2539,475 | 49788,11 | 706,21 |
| Υψηλή | 1171,125 | 51156,46 | 725,62 |
| Πολύ υψηλή | 104,2 | 52223,38 | 740,76 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 16620,51 | 35707,07 | 506,48 |

Πίνακας 39. Ποσοστό ικανοποίησης του Εθνικού Στόχου για την Ενέργεια και το Κλίμα (ΕΣΕΚ) του 2019 εξαιρώντας την εγκατεστημένη ισχύ που προκύπτει από τις επικαλύψεις ανεμογεννητριών ανά κλάση ευαισθησίας βάσει του συνόλου των ιστορικών (έως σήμερα) δεδομένων.

| Ιστορικά δεδομένα (έως σήμερα) | | | |
|---------------------------------------|--|---|--------------------------------|
| Κλάση ευαισθησίας | Συνολική Εγκατεστημένη ισχύς (MW) ανά Κλάση ευαισθησίας | Συνολική Εγκατεστημένη ισχύς με αποκλεισμό των MW της κλάσης ευαισθησίας | % Εθνικού Στόχου (2030) |
| Χαμηλή | 14281,55 | 38046,04 | 539,66 |
| Μεσαία | 4047,42 | 48280,16 | 684,83 |
| Υψηλή | 1613,525 | 50714,06 | 719,35 |
| Πολύ υψηλή | 138,2 | 52189,38 | 740,28 |
| ΣΥΝΟΛΟ | 20080,69 | 32246,89 | 457,40 |

4. Συζήτηση

Η παρούσα εργασία αποτελεί μία προσπάθεια εκτίμησης των επιπτώσεων του τρόπου χωροθέτησης αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) στην Ελλάδα, ο οποίος φαίνεται να εφαρμόζει ελλιπώς περιβαλλοντικά κριτήρια, και συγκεκριμένα κριτήρια που σχετίζονται με την ευαίσθητη ορνιθοπανίδα, στον τρόπο που πραγματοποιείται από τις αρμόδιες αρχές. Για το σκοπό αυτό, επιλέξαμε 9 είδη μεγάλων αρπακτικών που φωλιάζουν στη χώρα, γνωστών βάσει βιβλιογραφίας για την ευαισθησία τους στις ανεμογεννήτριες, με 2 εξ αυτών να είναι αμφίβολο αν εξακολουθούν να φωλιάζουν πλέον στην Ελλάδα και γι' αυτό η παρουσία τους στη μελέτη να κρίνεται σημαντική, λόγω του εξαιρετικά σοβαρού καθεστώτος διατήρησής τους στη χώρα. Για κάθε είδος ξεχωριστά, αλλά και για όλα τα είδη μαζί, αφού εφαρμόσαμε ζώνες ευαισθησίας των 3 και 5 km γύρω από κάθε γνωστή θέση φωλεοποίησης, υπολογίσαμε τα ποσοστά επικάλυψης των επικρατειών τους με ανεμογεννήτριες σε κάθε ξεχωριστό στάδιο της διαδικασίας αδειοδότησης και βρήκαμε τη συνολική επίπτωση για κάθε είδος ξεχωριστά, αλλά και για το σύνολό τους, στο υποθετικό σενάριο υλοποίησης όλων των σχεδιαζόμενων έργων (έργα με άδεια εγκατάστασης, άδεια παραγωγής ή σε αξιολόγηση) υπολογίζοντας ταυτόχρονα και την κάλυψη γης (km²) ανά επικαλυπτόμενο ΑΣΠΗΕ καθώς και τα MW εγκατεστημένης ισχύος από τις επικαλυπτόμενες ανεμογεννήτριες. Επιπλέον, βάσει του υποθετικού σεναρίου εγκατάστασης του συνόλου των σχεδιαζόμενων ΑΣΠΗΕ στον ελλαδικό χώρο, βρήκαμε το συνολικό προβλεπόμενο ποσοστό επιρροής των έργων για το σύνολο των επικρατειών κάθε είδους υπολογίζοντας σε πόσες από τις επικράτειες κάθε είδους χωροθετείται τουλάχιστον ένας ΑΣΠΗΕ. Στη συνέχεια, κατασκευάσαμε έναν χάρτη ευαισθησίας της ορνιθοπανίδας απέναντι στις υποδομές αιολικής ενέργειας βάσει των δεδομένων φωλεοποίησης για τα 9 είδη μεγάλων αρπακτικών της μελέτης. Για τον σκοπό αυτό, εφαρμόσαμε ένα σύστημα βαθμονόμησης της ευαισθησίας των ειδών στους ΑΣΠΗΕ βάσει τριών παραγόντων που αφορούν, συγκεκριμένα, το καθεστώς προστασίας, τις πτητικές ικανότητες και τον οικότοπο του κάθε είδους. Καταλήξαμε σε έναν χάρτη ευαισθησίας ο οποίος βασίζεται στο άθροισμα της ευαισθησίας των ειδών (με τις ζώνες ευαισθησίας τους) που εντοπίζονται δυναμικά σε κάθε εικονοστοιχείο (pixel) του χάρτη, και με ένα σύστημα κατηγοριοποίησης του εύρους της παραγόμενης ευαισθησίας σε τέσσερις κλάσεις, αποτυπώσαμε χρωματικά με τέσσερα διαφορετικά χρώματα τον βαθμό ευαισθησίας του εκάστοτε εικονοστοιχείου. Με αυτόν τον τρόπο αναδύθηκαν (μέσω της χρωματικής διαβάθμισης) περιοχές Χαμηλής, Μεσαίας, Υψηλής και Πολύ Υψηλής ευαισθησίας στους ΑΣΠΗΕ, ενώ για κάθε μία από αυτές υπολογίσαμε τον βαθμό επικάλυψης με υφιστάμενους και σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ. Επιπρόσθετα, με τη χρήση του λογισμικού Maxent δημιουργήσαμε ένα μοντέλο πρόβλεψης της κατανομής των ειδών, ενοποιήσαμε τους παραγόμενους χάρτες για κάθε είδος ξεχωριστά σε έναν τελικό χάρτη προσθέτοντας τα διαφορετικά αρχεία raster σε λογιστική μορφή και καταλήξαμε σε έναν χάρτη που αποτελεί μία μορφή χάρτη ευαισθησίας με τέσσερις κλάσεις όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, όπου κάθε εικονοστοιχείο περιέχει το άθροισμα της πιθανότητας εμφάνισης κάθε είδους βάσει του μοντέλου, και τελικά υπολογίσαμε τον βαθμό επικάλυψης κάθε κλάσης

με τους υφιστάμενους και υπό σχεδιασμό ΑΣΠΗΕ. Τέλος, βάσει των πιθανών επικαλύψεων που προέκυψαν από κάθε ξεχωριστό στάδιο των αναλύσεων, υπολογίσαμε τελικά το ποσοστό ικανοποίησης του Εθνικού στόχου για εγκατεστημένη ισχύ 7.05 GW από αιολική ενέργεια για το 2030.

Από την πρώτη κατηγορία αναλύσεων βρήκαμε κατ'αρχάς, ότι σε όλα τα είδη της μελέτης εκτός από το *Aegyrius monachus* (μαυρόγυπας) και το *Haliaeetus albicilla* (θαλασσαετός), υπάρχουν ήδη επικαλύψεις με υφιστάμενες (άδεια λειτουργίας) ανεμογεννήτριες εντός των επικρατειών τους, ενώ μελλοντικά, αν τα σχεδιαζόμενα έργα υλοποιηθούν, για όλα τα είδη της μελέτης οι επικαλύψεις θα είναι πολύ σημαντικές με ένα ποσοστό τουλάχιστον 30% για τις επικράτειες κάθε είδους να επικαλύπτονται με έναν τουλάχιστον ΑΣΠΗΕ. Πιο συγκεκριμένα, το είδος που βρήκαμε να έχει τη μεγαλύτερη ποσοστιαία επιρροή στις επικράτειές του από την ανάπτυξη αιολικής ενέργειας στην Ελλάδα σε περίπτωση υλοποίησης όλων των σχεδιαζόμενων έργων, είναι το είδος *Gyps fulvus* (όρνιο), με ένα ποσοστό 83.33% των επικρατειών του να εμφανίζει επικάλυψη με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ σε περίπτωση που υλοποιηθούν όλα τα σχεδιαζόμενα έργα. Ακολουθούν τα είδη *Gyraetus barbatus* και *Aquila chrysaetos* με ποσοστά 71.88% και 66.87% αντίστοιχα, ενώ στη συνέχεια είναι τα είδη *Aquila fasciata* (57.78%), *Neophron percnopterus* (53.33%), *Aegyrius monachus* (50%), *Aquila heliaca* (47.62%), *Clanga pomarina* (42.7%) και *Haliaeetus albicilla* (30%). Παράλληλα, βρήκαμε ότι για όλα τα είδη εκτός από τα είδη *Aegyrius monachus* και *Haliaeetus albicilla*, στο υποθετικό σενάριο εγκατάστασης όλων των σχεδιαζόμενων ανεμογεννητριών, ΑΣΠΗΕ θα εντοπίζονται ακόμη και εντός των περιοχών πυρήνων φωλεοποίησης των ειδών, δηλαδή σε απόσταση πολύ μικρότερη των 3km. Συνολικά, σε ένα ποσοστό 62.46% των συνολικών επικρατειών θα υπάρχει επικάλυψη με τουλάχιστον 1 ΑΣΠΗΕ σε μελλοντικό χρόνο υποθέτωντας ότι όλες οι σχεδιαζόμενες ανεμογεννήτριες εγκαθίστανται, και σε ένα ποσοστό 18.45% αυτών οι ανεμογεννήτριες θα βρίσκονται σε εξαιρετικά άμεση γειτνίαση με πυρήνες των θέσεων φωλεοποίησης των ειδών της μελέτης.

Αν συνδυάσουμε τα αποτελέσματα των επικαλύψεων των επικρατειών κάθε είδους με τα αποτελέσματα που εξάγαμε ως προς την ευαισθησία κάθε είδους στους ΑΣΠΗΕ μέσω του συστήματος βαθμονόμησης της ευαισθησίας που εφαρμόσαμε, τότε μπορούμε να αξιολογήσουμε καλύτερα και σε μεγαλύτερο βάθος τη σημασία αυτών των αποτελεσμάτων. Συγκεκριμένα βρήκαμε ότι τα είδη με τη μεγαλύτερη ευαισθησία κατά σειρά προτεραιότητας ήταν το *Neophron percnopterus*, το *Gyraetus barbatus*, το *Aquila heliaca* και το *Aegyrius monachus* ακολουθούμενα από τα *Aquila fasciata*, *Haliaeetus albicilla*, *Gyps fulvus*, *Aquila chrysaetos* και *Clanga pomarina*. Από αυτά, το αυστηρότερο καθεστώς προστασίας έχουν το *Neophron percnopterus*, το *Gyraetus barbatus*, το *Aquila heliaca* και το *Aegyrius monachus*, τις λιγότερο ικανοποιητικές πτητικές ικανότητες (άρα αυξημένη ευαισθησία) έχουν οι **4 γύπες** της μελέτης (με σειρά προτεραιότητας *Aegyrius monachus*, *Gyps fulvus*, *Gyraetus barbatus*, *Neophron percnopterus*), ενώ τις πιο ειδικές απαιτήσεις ως προς το ενδιαίτημα, άρα μεγαλύτερη ευαισθησία εξαιτίας αυτού του παράγοντα, έχουν κατά σειρά προτεραιότητας τα είδη *Aegyrius monachus*, *Aquila heliaca*, *Haliaeetus albicilla* και *Gyraetus barbatus*.

Διαπιστώνουμε, ότι τα προβλεπόμενα ποσοστά επικαλύψεων ανά είδος σε συνδυασμό με το μέγεθος της ευαισθησίας που τόσο από αυτή την εργασία εκτιμήθηκε όσο και από τη βιβλιογραφία εκτιμάται, είναι πολύ ανησυχητικά δεδομένου του αντίκτυπου που μπορεί αυτές οι επικαλύψεις να σημαίνουν για την κατάσταση διατήρησης των συγκεκριμένων ειδών. Όπως αναλύθηκε στην Εισαγωγή, τα αρπακτικά, και πιο συγκεκριμένα τα μεγάλα αρπακτικά που ανεμοπορούν, είναι η πιο ευαίσθητη ομάδα απέναντι στις επιπτώσεις των ανεμογεννητριών στην ορνιθοπανίδα και είναι η ομάδα πτηνών η οποία, τόσο εγχώρια (Vanylis et al., 2020) όσο και διεθνώς (McClure et al., 2018), αντιμετωπίζει τις μεγαλύτερες προκλήσεις ως προς τη βιωσιμότητα των ειδών εξαιτίας της ανθρωπογενούς επίδρασης στο περιβάλλον. Όλα τα είδη της μελέτης αποτελούν απειλούμενα είδη σε εγχώριο επίπεδο και κάποια από αυτά (συνολικά 4) και σε ευρωπαϊκό ή διεθνές επίπεδο. Επιπλέον, για αρκετά από τα είδη της μελέτης έχει γίνει σχετικά εκτεταμένη έρευνα ως προς τις επιπτώσεις των ανεμογεννητριών σε αυτά.

Συγκεκριμένα, για το είδος *Gyps fulvus*, το οποίο έχει τις συντριπτικά μεγαλύτερες επικαλύψεις με ΑΣΠΗΕ υφιστάμενους ή υπό σχεδιασμό, παρότι στη μελέτη σύμφωνα με το σύστημα βαθμονόμησης ευαισθησίας παρουσίασε ένα από τα χαμηλότερα score, από τη βιβλιογραφία προκύπτει ότι είναι από τα πιο ευάλωτα είδη στις ανεμογεννήτριες (Barrios & Rodríguez, 2004; de Lucas et al., 2012; Tellería, 2009) και το ποσοστό των επικαλύψεων που προέκυψαν δεν μπορούν παρά να μας προβληματίσουν. Το είδος αυτό, όπως και οι υπόλοιποι γύπες της μελέτης, διανύουν πολλά χιλιόμετρα τη μέρα (έως και 50-70km) κατά μήκος κορυφογραμμών και ορεινών περιοχών για την ανεύρεση τροφής με αποτέλεσμα, η πραγματική επίπτωση των σχεδιαζόμενων ανεμογεννητριών στη χώρα να μην εστιάζεται μόνο στις επικράτειες που ορίστηκαν από τη διπλωματική (ακτίνας 5km) αλλά να διευρύνονται κατά πολύ περισσότερο με αποτέλεσμα προβληματισμοί να εγείρονται όχι μόνο ως προς την πιθανότητα πρόσκρουσης με ανεμογεννήτριες εντός των πυρήνων των αποικιών τους, αλλά και σε ΑΣΠΗΕ αρκετά πιο μακριά από τους πυρήνες των αποικιών αυτών των ειδών (Lekuona 2001). Παράλληλα, δεν μπορεί να αποκλειστεί η πιθανότητα πρόκλησης επιπτώσεων του τύπου «φραγμού ανάσχεσης» (barrier effects) στη μετακίνηση του είδους από τη μία περιοχή τροφοληψίας στην άλλη (Ana T. Marques et al., 2020). Αντίστοιχα, για είδη όπως το *Aquila chrysaetos* και το *Aquila fasciata* έχει δειχθεί στη βιβλιογραφία ότι διαδραματίζει εξαιρετικά σημαντικό ρόλο η περιοχή εγκατάστασης των ΑΣΠΗΕ, με αυτούς που είναι σε άμεση γειτνίαση με επικράτειες αυτών των ειδών να ενισχύουν την πιθανότητα είτε πρόσκρουσης με τις ανεμογεννήτριες είτε απώλειας ενδιαιτήματος (Carrete et al., 2009; De Lucas et al., 2008).

Από την άλλη, όσον αφορά γενικά τον κίνδυνο πρόσκρουσης αρπακτικών πτηνών σε ανεμογεννήτριες, πολλές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί διενεργώντας μοντέλα κινδύνου πρόσκρουσης (Collision Mortality Models) σε ανεμογεννήτριες για να διαπιστωθεί ποιο είναι το πιθανότερο αντίκτυπο δεδομένων ΑΣΠΗΕ στην ορνιθοπανίδα μίας περιοχής και αρκετές φορές έχουν δημοσιευθεί πραγματικά δεδομένα θνησιμότητας από συγκεκριμένους ΑΣΠΗΕ για συγκεκριμένα είδη, παρότι

γνωρίζουμε, όπως αναφέρθηκε και στην Εισαγωγή, ότι οι πραγματικοί θάνατοι από ανεμογεννήτριες δεν μπορούν να είναι συνήθως γνωστοί λόγω της αδυναμίας εντοπισμού των πτωμάτων για διάφορους λόγους. Διάφορα νούμερα έχουν προταθεί κατά καιρούς για το ποσοστό θανάτων λόγω κινδύνου πρόσκρουσης, όπως 20.6 θάνατοι πτηνών ανά ανεμογεννήτρια ανά έτος (Lekuona 2001, Everaert, 2003) ή 64 θάνατοι χρυσαετών ανά έτος σε συγκεκριμένο ΑΣΠΗΕ στις ΗΠΑ (Thelander and Smallwood, 2003), αλλά όπως γίνεται αντιληπτό τα ποσοστά αυτά διαφέρουν πολύ από περιοχή σε περιοχή και ανάλογα με τα είδη που ενδιαπούν στις εκάστοτε περιοχές. Πράγματι, από τη βιβλιογραφία φαίνεται ότι τον σημαντικότερο ρόλο στην πιθανότητα πρόκρουσης σε ανεμογεννήτριες σε τοπικό επίπεδο διαδραματίζει όχι η πυκνότητα μιας περιοχής σε πτηνά, αλλά το είδος των πτηνών, η συμπεριφορά τους, η τοπογραφία και τα χαρακτηριστικά του ανέμου (de Lucas et al., 2012; De Lucas et al., 2008). Έτσι, για τα είδη της μελέτης μας διαπιστώνουμε ότι ο τύπος της επίπτωσης των επικαλυπτόμενων ΑΣΠΗΕ μπορεί να είναι πολύ μεγάλος δεδομένης της ευαισθησίας των ειδών αυτών στις ανεμογεννήτριες.

Αν λάβουμε υπόψιν μας και τα δημογραφικά δεδομένα για κάθε ένα από τα είδη της μελέτης, τότε η σημασία των αποτελεσμάτων μας τονίζεται ακόμη περισσότερο. Όλα τα είδη της μελέτης έχουν υποστεί δραματική συρρίκνωση των πληθυσμών τους σε ολόκληρη τη χώρα τις τελευταίες δεκαετίες με αποτέλεσμα σήμερα, οι περισσότεροι από αυτούς να βρίσκονται σε κρίσιμο καθεστώς προστασίας παρότι κάποια επιμέρους είδη σε επιμέρους περιοχές, γνωρίζουν κάποια ανάκαμψη λόγω των διαχειριστικών μέτρων που λαμβάνονται τα τελευταία χρόνια μέσω της υλοποίησης προγραμμάτων προστασίας, όπως ο μαυρόγυπας στη Δαδιά ή το όρνιο στην Κρήτη. Δεδομένων των υπόλοιπων υφιστάμενων απειλών που αντιμετωπίζουν όλα αυτά τα είδη όπως η δευτερογενής δηλητηρίαση, η ηλεκτροπληξία σε υποδομές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος, η λαθροθηρία, η απώλεια ενδιαίτηματος λόγω αλλαγών χρήσεων γης και άλλοι πρόσθετοι λόγοι, τότε η προσθήκη σε αυτούς μίας επιπλέον απειλής για τα είδη αυτά θα μπορούσε να αποβεί μοιραία για το μέλλον της κατάστασης διατήρησής τους. Για παράδειγμα, ο ασπροπάρης (*Neophron percnopterus*), ο πληθυσμός του οποίου έχει υποστεί μείωση κατά 80 % τα τελευταία 30 χρόνια (Vanylis et al., 2020) έχει απομείνει με μόλις 3 αναπαραγωγικά ζευγάρια στη χώρα και οποιαδήποτε καινούργια πηγή θνησιμότητας μπορεί να οδηγήσει ταχύτερα στην εξαφάνιση του είδους από τη χώρα. Επιπλέον, ο βασιλαετός (*Aquila heliaca*) φαίνεται πως πια δεν φωλιάζει στη χώρα παρότι μπορεί να διέρχεται για τροφοληψία σε περιοχές της βόρειας Ελλάδας. Οποιαδήποτε καινούργια μορφή μόνιμης ανθρώπινης όχλησης σε περιοχές κατάλληλων ενδιαιτημάτων για το είδος, οδηγεί στην εξάλειψη των πιθανοτήτων επανεποίκησης του είδους στις περιοχές αυτές και δημιουργεί μόνιμο πρόβλημα στο καθεστώς προστασίας του για τη χώρα. Ακόμη και για τον πληθυσμό του όρνιου στην Κρήτη ο οποίος αποδεδειγμένα υφίσταται μία ανάκαμψη τα τελευταία χρόνια, η χωροθέτηση ανεμογεννητριών σε περιοχές δραστηριότητας του είδους μπορεί να οδηγήσουν σε ταχύτερη συρρίκνωση των πληθυσμών του, όπως έχει φανεί και από μελέτη των Χιρουχάκης *et al.* (2019) που βάσει μοντέλου κινδύνου πρόσκρουσης, καταλήγει στην εκτίμηση ότι τουλάχιστον 84 άτομα όρνιου ενδέχεται να θανατώνονται ανά έτος αν υλοποιηθούν τα έργα των σχεδιαζόμενων

ανεμογεννητριών. Συνολικά, λαμβάνοντας υπόψιν τον χαμηλό αναπαραγωγικό ρυθμό των μεγάλων αρπακτικών, το χαμηλό αριθμό απογόνων ανά χρονιά, τα ποσοστά επιτυχίας της επιβίωσης των νεοσσών και τη μακροβιότητά τους, συμπεραίνεται, όπως φαίνεται και από τη βιβλιογραφία, ότι ακόμη και πολύ μικρή αύξηση του ρυθμού θνησιμότητας των ειδών αυτών μπορεί να οδηγήσει σε ταχύτατη συρρίκνωση και ενδεχομένως εξαφάνιση των ειδών αυτών είτε σε τοπικό είτε σε εθνικό επίπεδο (Hunt 2002, Bellebaum et al., 2013; Carrete et al., 2009). Τα ποσοστά επικάλυψης των επικρατειών των ειδών της μελέτης από το σύνολο των ΑΣΠΗΕ στα διάφορα στάδια αδειοδότησης που βρήκαμε σε αυτή την εργασία, είναι τόσο μεγάλα, που αν τα έργα υλοποιηθούν τα περιθώρια επιβίωσης που απομένουν για τα εν λόγω είδη θα μειωθούν δραματικά. Ακόμη, πρέπει να ληφθεί υπόψιν ότι για ορισμένα από τα είδη, όπως το όρνιο και ο μαυρόγυπας, οι πληθυσμοί τους (για το όρνιο αναφερόμαστε στον πληθυσμό της ηπειρωτικής χώρας) είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι με τους υπόλοιπους βαλκανικούς πληθυσμούς των εν λόγω ειδών και οποιαδήποτε επίπτωση στους τοπικούς πληθυσμούς μπορεί να έχει άμεσο αντίκτυπο και στους αντίστοιχους βαλκανικούς (Xirouchakis and Tsiakiris, 2008).

Όσον αφορά τη χαρτογράφηση ευαισθησίας, στον χάρτη που προέκυψε βάσει των σύγχρονων δεδομένων και ο οποίος είναι ο πιο έγκυρος ως προς την επικαιρότητα των δεδομένων από τα οποία εξήχθη, παρατηρούμε ότι οι περιοχές που εμφανίζουν την εντονότερη χρωματική διαβάθμιση (σκούρο μπλε και μωβ) είναι αρκετά εστιασμένες σε συγκεκριμένες περιοχές όπως είναι η περιοχή της Δαδιάς στον Έβρο, η περιοχή της λίμνης Κερκίνης, η περιοχή της Παραμυθιάς στην Ήπειρο, η περιοχή του συμπλέγματος της Όσσας καθώς και πολλές περιοχές στο νησί της Κρήτης. Τα αποτελέσματα αυτά από τη μία πλευρά αντανakλούν τις περιοχές εκείνες στις οποίες πράγματι εντοπίζονται τα περισσότερα ή/και τα πιο ευαίσθητα είδη. Έτσι, οι περιοχές αυτές μπορούν με σαφήνεια και εγκυρότητα να αναδειχθούν ως οι πιο ευαίσθητες ορνιθολογικά περιοχές και αυτές στις οποίες η ανάπτυξη ΑΣΠΗΕ θα επέφερε εξαιρετικά δυσμενείς επιπτώσεις στην ευαίσθητη ορνιθοπανίδα τους και γι' αυτό θα έπρεπε αιτήσεις οι οποίες υπάγονται σε αυτές τις περιοχές να αποκλειστούν ή να εξεταστούν πολύ προσεχτικά από τις αρμόδιες αρχές που γνωμοδοτούν για τα έργα. Από την άλλη πλευρά, παρατηρούμε ότι οι περιοχές με πράσινο χρώμα, αυτές δηλαδή που αντιπροσωπεύουν τη χαμηλή κλάση ευαισθησίας, είναι αρκετά εκτεταμένες και αντιπροσωπεύουν τις περισσότερες τιμές του χάρτη ευαισθησίας. Το γεγονός αυτό, όπως αναφέρθηκε ήδη αναλυτικά στην ενότητα 3.6.2 δεν συνεπάγεται πραγματικά χαμηλή ευαισθησία της περιοχής, αλλά μπορεί να οφείλεται στην απουσία δεδομένων ή στην παρουσία κάποιων μόνο δεδομένων για ένα μόνο είδος. Ουσιαστικά, ο χάρτης ευαισθησίας οδηγεί στην αξιολόγηση της ευαισθησίας μίας περιοχής ως προς το άθροισμα της ευαισθησίας παραπάνω του ενός ειδών. Στις περιπτώσεις που σε ένα εικονοστοιχείο εντοπίζεται μόνο η τιμή ενός είδους, η τιμή αυτή δεν είναι αρκετή για να ενταχθεί σε κάποια υψηλότερη κλάση ευαισθησίας, ωστόσο γνωρίζουμε ότι και μόνο ένα από τα είδη της μελέτης να εντοπίζεται σε μια περιοχή, αυτός είναι ικανός λόγος να παρθούν σοβαρά μέτρα για την εξασφάλιση της βιωσιμότητας του είδους και σε ορισμένες περιπτώσεις η περιοχή μπορεί να χρειάζεται πραγματικά να αποκλειστεί από επενδυτικά έργα, όπως στην περίπτωση για παράδειγμα του

ασπροπάρη. Σε κάθε περίπτωση, τα κενά δεδομένων (λευκές περιοχές) ή οι περιοχές που υπάγονται σε κάποια από τις χαμηλότερες κλάσεις ευαισθησίας, δεν αντανακλούν απαραίτητα πραγματικά χαμηλή ευαισθησία μίας περιοχής, αλλά μπορεί να οφείλονται σε έλλειψη επαρκών δεδομένων. Παράλληλα, η εικόνα αυτή αντανακλά πολύ έντονα τη συρρικνωμένη και διακεκομμένη κατανομή των μεγάλων αρπακτικών στην Ελλάδα, εφόσον πια οι πληθυσμοί για τα περισσότερα από αυτά είναι δραματικά μειωμένοι και συνεχίζουν να παρουσιάζουν μειωτική τάση.

Λόγω της περιορισμένης εικόνας που πήραμε από τον χάρτη ευαισθησίας βάσει των σύγχρονων δεδομένων, προχωρήσαμε και στη δημιουργία μοντέλου κατανομής των ειδών βάσει των δεδομένων φωλεοποίησης που είχαμε για όλα τα είδη. Ο χάρτης ευαισθησίας στον οποίο καταλήξαμε, αποτελεί χάρτη πρόβλεψης της κατανομής των ειδών της μελέτης και αποτυπώνει με χρωματική διαβάθμιση την πιθανότητα παρουσίας παραπάνω του ενός ειδών σε δεδομένο εικονοστοιχείο (400m²) του χάρτη. Βάσει αυτού του χάρτη, διαπιστώνουμε την καταλληλότητα των διάφορων περιοχών ανά την Ελλάδα για τη φιλοξενία ειδών της μελέτης. Πιο ευαίσθητες για τα μεγάλα αρπακτικά είδη της εργασίας, αναδεικνύονται κυρίως οι ορεινές περιοχές στις οποίες πράγματι βάσει βιβλιογραφίας εκτεινόταν η κατανομή του συνόλου αυτών των ειδών.

Από τα ποσοστά των επικαλύψεων των χαρτών ευαισθησίας με τους υφιστάμενους και σχεδιαζόμενους ΑΣΠΗΕ διαπιστώνουμε ότι καλύτερα συμπεριφέρθηκε το μοντέλο που παράχθηκε από το Maxent καθώς είναι αυτό στο οποίο παρουσιάστηκε το μεγαλύτερο ποσοστό επικάλυψης (10.33%) το οποίο αντανακλά όχι μόνο τις περιοχές που σήμερα φιλοξενούν κάποια από τα είδη της μελέτης, αλλά και περιοχές οι οποίες παρουσιάζουν τις κατάλληλες περιβαλλοντικές συνθήκες για την επιβίωση αυτών των ειδών, και είναι αυτές τις οποίες τα είδη δυνητικά θα μπορούσαν να επανεποικήσουν σε μέλλοντα χρόνο αν οι προσπάθειες διατήρησής τους και ανάκαμψης των πληθυσμών τους δεν εμποδιστούν από άλλους παράγοντες που οδηγούν στη σταδιακή μείωσή τους. Αξίζει να σημειωθεί ακόμη, ότι ο χάρτης ευαισθησίας που προέκυψε από το μοντέλο κατανομής των ειδών, παρουσιάζει μεγαλύτερα ποσοστά επικαλύψεων στην Υψηλή και την Πολύ Υψηλή κλάση, ενώ ακολουθούν η Μεσαία και τέλος η Χαμηλή κλάση. Σε αντίθεση με τα αποτελέσματα των επικαλύψεων των χαρτών ευαισθησίας με τα σύγχρονα ή ιστορικά δεδομένα, όπου οι μεγαλύτερες επικαλύψεις εντοπίζονταν στη Χαμηλή κλάση, σε αυτή την περίπτωση το συμπέρασμα που βγαίνει είναι ότι οι σχεδιαζόμενοι ΑΣΠΗΕ χωροθετούνται πάρα πολύ συχνά σε κρίσιμα ενδιαιτήματα για τα ευαίσθητα αρπακτικά της μελέτης. Η διαπίστωση αυτή, υπογραμμίζει ιδιαίτερα, την ανάγκη, όπως ήδη αναλύθηκε παραπάνω, ορθής χωροθέτησης των ΑΣΠΗΕ στον ελλαδικό χώρο.

Καταληκτικά, βάσει των υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν σε σχέση με την εγκατεστημένη ισχύ, διαπιστώσαμε ότι με βάση οποιοδήποτε σενάριο, ο εθνικός στόχος για την ενέργεια που αποσκοπεί σε συνολική εγκατεστημένη ισχύ των 7.05 GW μέχρι το 2030, ικανοποιείται κατά τουλάχιστον 4 φορές παραπάνω από τον στόχο ακόμη κι αν αποκλείσουμε τελείως όλους τους ΑΣΠΗΕ που επικαλύπτονται με τις ζώνες ευαισθησίας που ορίστηκαν στη συγκεκριμένη

εργασία. Στο σημείο αυτό, αξίζει να αναφερθεί ότι όπως συμβαίνει συνήθως, δεν περιμένουμε τα σχεδιαζόμενα έργα ΑΣΠΗΕ να υλοποιηθούν στο σύνολό τους, αλλά κάποια από αυτά για διάφορους λόγους είναι πιθανό να απορριφθούν από τις αρμόδιες αρχές. Έτσι, οι υπολογισμοί στους οποίους καταλήξαμε βάσει των επικαλύψεων, είναι οι μέγιστοι που αυτή τη στιγμή μπορεί να υπάρχουν βάσει των δεδομένων των ΑΣΠΗΕ της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας που εμείς λάβαμε (28.03.2021). Παρ'όλ'αυτά, με τους ρυθμούς που αναπτύσσεται η αιολική ενέργεια στην Ελλάδα και τον μέχρι τώρα τρόπο χωροθέτησης των ΑΣΠΗΕ ανά τον ελλαδικό χώρο, οι προβληματισμοί που εγείρονται από αυτή την εργασία θεωρούμε ότι είναι απολύτως έγκυροι και πρέπει να ληφθούν υπόψιν από τις αρμόδιες αρχές.

5. Συμπεράσματα

1. Σήμερα, οι γνώσεις μας για τις επιπτώσεις των αιολικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στην ορνιθοπανίδα είναι αρκετά καλά μελετημένες, ωστόσο, δεν είναι πάντα εύκολο να εκτιμηθεί πλήρως το μέγεθος των επιπτώσεων αυτών για λόγους που έχουν να κάνουν με την περιπλοκότητα του φαινομένου και των ποικίλων παραγόντων που το διέπουν.
2. Τα μεγάλα αρπακτικά είναι η ομάδα πτηνών με τη μεγαλύτερη ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες. Λόγοι που σχετίζονται με την μορφολογία τους, τις πτητικές τους ικανότητες και τους οικοτόπους στους οποίους διαβιούν, συνθέτουν ένα σύνολο παραγόντων που επηρεάζουν το βαθμό ευαισθησίας τους στις υποδομές αιολικής ενέργειας. Παράλληλα, αποτελούν την περισσότερο απειλούμενη από οποιαδήποτε άλλη ομάδα πτηνών τόσο σε εθνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο.
3. Οι ΑΣΠΗΕ, για λόγους που σχετίζονται με το αιολικό δυναμικό μίας περιοχής, χωροθετούνται πολύ συχνά σε περιοχές οι οποίες αποτελούν παράλληλα κατάλληλο ενδιαίτημα για την ομάδα των μεγάλων αρπακτικών. Τόσο οι ΑΣΠΗΕ όσο και τα μεγάλα αρπακτικά εκμεταλλεύονται την ίδια πηγή αέρα, οι μεν για την παραγωγή ενέργειας, τα δε για να ανεμοπορούν (παθητικός τρόπος πτήσης που εκμεταλλεύεται τα ορογραφικά ή θερμικά ανοδικά ρεύματα). Ως εκ τούτου, ένα μεγάλο πεδίο σύγκρουσης μεταξύ ανάπτυξης και βιοποικιλότητας εγείρεται.
4. Η ορθή χωροθέτηση των ΑΣΠΗΕ με βάση περιβαλλοντικά κριτήρια που αφορούν την τοπική ευαίσθητη ορνιθοπανίδα μίας περιοχής είναι ο καθοριστικότερος τρόπος μείωσης των επιπτώσεων της ανάπτυξης υποδομών αιολικής ενέργειας στην ορνιθοπανίδα και της πρόληψης δυσμενών επιπτώσεων στους πληθυσμούς ευαίσθητων ειδών.
5. Είναι αναγκαία η δημιουργία επικαιροποιημένων και ολοκληρωμένων χαρτών ευαισθησίας για όλα τα ευαίσθητα στις ανεμογεννήτριες είδη πτηνών και η χρήση τους για τον ορθό χωροταξικό σχεδιασμό των εν λόγω έργων και τη μείωση της σύγκρουσης των επενδυτικών συμφερόντων με τη βιοποικιλότητα.
6. Οι επιπτώσεις σε μεμονωμένα είδη σε μεμονωμένους ΑΣΠΗΕ μπορεί κάποιες φορές να φαίνεται μικρή, αλλά αν λάβουμε υπόψιν μας πληθυσμιακά στοιχεία για είδη τα οποία βιώνουν δραματική συρρίκνωση των πληθυσμών τους και παράλληλα έχουν χαμηλό αναπαραγωγικό ρυθμό, οι επιπτώσεις αυτές μπορεί να είναι ικανές να αυξήσουν πολύ σημαντικά το ρυθμό θνησιμότητας του είδους και να οδηγήσουν τελικά στην εξαφάνισή του. Παράλληλα, ιδιαίτερης σημασίας είναι και οι συνεργιστικές επιπτώσεις από το πλήθος διαφορετικών ΑΣΠΗΕ που μπορεί να εδράζονται στην ίδια περιοχή και ο συνολικός τους αντίκτυπος σε ένα είδος να είναι

πολλαπλάσιος από,τι αν οι εγκατεστημένοι ΑΣΠΗΕ ήταν λιγότεροι ή σωστότερα χωροθετημένοι.

7. Από τις αναλύσεις των επικαλύψεων των επικρατειών των ειδών μελέτης με υφιστάμενους ή υπό σχεδιασμό ΑΣΠΗΕ προκύπτουν πολύ μεγάλα ποσοστά τα οποία εγείρουν ανησυχία και προβληματισμό για τη βιωσιμότητα των συγκεκριμένων ειδών σε περίπτωση που το σύνολο των υπό σχεδιασμό έργων υλοποιηθεί.
8. Οι προτεινόμενοι χάρτες ευαισθησίας υποδεικνύουν περιοχές στις οποίες, για λόγους διατήρησης και προστασίας συγκεκριμένων ειδών ευαίσθητης ορνιθοπανίδας, θα έπρεπε είτε να μην προτείνεται καθόλου η ανάπτυξη ΑΣΠΗΕ είτε αυτή θα έπρεπε να γίνεται βάσει πολύ συγκεκριμένων και αυστηρών περιβαλλοντικών όρων ώστε να εξασφαλίζεται η ακεραιότητα και η βιωσιμότητα των ειδών αυτών και των οικοτόπων τους. Σε καμία περίπτωση οι συγκεκριμένοι χάρτες δεν υποδηλώνουν την απουσία ενός είδους από μία περιοχή και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έχουν για τη χωροθέτηση ΑΣΠΗΕ εκτός των ευαίσθητων περιοχών που αναδεικνύουν.
9. Οι προτεινόμενοι χάρτες ευαισθησίας, σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ως τα μοναδικά εργαλεία για τον καθορισμό περιοχών στις οποίες δεν συνίσταται η χωροθέτηση ΑΣΠΗΕ ή συνίσταται υπό συγκεκριμένους όρους. Οι χάρτες ευαισθησίας πρέπει να χρησιμοποιούνται για τον προκαταρκτικό έλεγχο της ευαισθησίας μίας περιοχής ως προς την ευαίσθητη ορνιθοπανίδα της και σε καμία περίπτωση δεν υποκαθιστούν τις τις Εκτιμήσεις Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΕΠΕ), τις Ειδικές Ορνιθολογικές Μελέτες ή τις Ειδικές Οικολογικές Αξιολογήσεις.
10. Βάσει όλων των διαφορετικών τύπων επικαλύψεων υφιστάμενων ή σχεδιαζόμενων ΑΣΠΗΕ με τις ζώνες ευαισθησίας που ορίστηκαν στα πλαίσια της εργασίας, προκύπτει πολύ σοβαρή πιθανότητα δυσμενών επιπτώσεων των ΑΣΠΗΕ στην ορνιθοπανίδα, αλλά όχι το αντίστροφο. Σε οποιοδήποτε σενάριο, ακόμη και πλήρους αποκλεισμού, των ανεμογεννητριών που επικαλύπτονται με ζώνες ευαισθησίας (επικράτειες) των ειδών της μελέτης, ο εθνικός στόχος για την ενέργεια εξακολουθεί να ικανοποιείται και μάλιστα κατά τουλάχιστον 4 φορές παραπάνω.
11. Είναι αναγκαίο να σχεδιαστεί εκ νέου ο εθνικός χωροταξικός σχεδιασμός για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Ελλάδα και να συμπεριληφθούν περιβαλλοντικά κριτήρια στον τρόπο χωροθέτησης των ΑΣΠΗΕ, ώστε να μειωθεί κατά το δυνατόν περισσότερο ο βαθμός σύγκρουσης των επενδυτικών ενδιαφερόντων με τους στόχους προστασίας της φύσης και αντιμετώπισης της παγκόσμιας κρίσης της βιοποικιλότητας.

Βιβλιογραφία

- Allinson. (n.d.). *The Wildlife Sensitivity Mapping Tool*.
- Barrios, L., & Rodríguez, A. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. In *Journal of Applied Ecology* (Vol. 41).
- Bastos, R., Pinhanços, A., Santos, M., Fernandes, R. F., Vicente, J. R., Morinha, F., Honrado, J. P., Travassos, P., Barros, P., & Cabral, J. A. (2016). Evaluating the regional cumulative impact of wind farms on birds: how can spatially explicit dynamic modelling improve impact assessments and monitoring? *Journal of Applied Ecology*, 53(5), 1330–1340.
<https://doi.org/10.1111/1365-2664.12451>
- Bellebaum, J., Korner-Nievergelt, F., Dürr, T., & Mammen, U. (2013). Wind turbine fatalities approach a level of concern in a raptor population. *Journal for Nature Conservation*, 21(6), 394–400.
<https://doi.org/10.1016/j.jnc.2013.06.001>
- Bennun, L., van Bochove, J., Ng, C., Fletcher, C., Wilson, D., Phair, N., & Carbone, G. (2021). Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development: guidelines for project developers. In *Mitigating biodiversity impacts associated with solar and wind energy development: guidelines for project developers*.
<https://doi.org/10.2305/iucn.ch.2021.04.en>
- BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. *BirdLife International*, 1–172.
[https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern_Low.pdf](https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European%20Birds%20of%20Conservation%20Concern_Low.pdf)
- Bose, A., Dürr, T., Klenke, R. A., & Henle, K. (2018). Collision sensitive niche profile of the worst affected bird-groups at wind turbine structures in the Federal State of Brandenburg, Germany. *Scientific Reports*, 8(1).
<https://doi.org/10.1038/s41598-018-22178-z>
- Bright, J. A., Langston, R. H. W., & Anthony, S. (2009). Mapped and written guidance in relation to birds and onshore wind energy development in England. In *Mapped and written guidance in relation to birds and onshore wind energy development in England* (Issue 35).
http://www.rspb.org.uk/Images/EnglishSensitivityMap_tcm9-237359.pdf
- Bright, J., Langston, R., Bullman, R., Evans, R., Gardner, S., & Pearce-Higgins, J. (2008). Map of bird sensitivities to wind farms in Scotland: A tool to aid planning and conservation. *Biological Conservation*, 141(9), 2342–2356.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.06.029>

- Brouder, A. (2009). International union for conservation of nature. *Handbook of Transnational Economic Governance Regimes*, 953–968. <https://doi.org/10.1163/ej.9789004163300.i-1081.832>
- Cabrera-Cruz, S. A., & Villegas-Patracá, R. (2016). Response of migrating raptors to an increasing number of wind farms. *Journal of Applied Ecology*, 53(6), 1667–1675. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12673>
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Benítez, J. R., Lobón, M., & Donazar, J. A. (2009). Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological Conservation*, 142(12), 2954–2961. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.07.027>
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Benítez, J. R., Lobón, M., Montoya, F., & Donazar, J. A. (2012). Mortality at wind-farms is positively related to large-scale distribution and aggregation in griffon vultures. *Biological Conservation*, 145(1), 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.017>
- Convention, B., & Meeting, B. (2013). *Wind Farms and Birds: Farms on Birds, and Best Practice Guidance on. August.*
- Dahl, E. L., Bevanger, K., Nygård, T., Røskoft, E., & Stokke, B. G. (2012). Reduced breeding success in white-tailed eagles at Smøla windfarm, western Norway, is caused by mortality and displacement. *Biological Conservation*, 145(1), 79–85. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.012>
- De Lucas, M., Ferrer, M., Bechard, M. J., & Muñoz, A. R. (2012). Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: Distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biological Conservation*, 147(1), 184–189. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.12.029>
- De Lucas, M., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P., & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, 45(6), 1695–1703. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01549.x>
- Dimalaxis, A., Kastiris, T., Manolopoulos, A., Korbeti, M., Fric, J., Saravia Mullin, V., & Bousbouras, D. (2010). Identification and mapping of sensitive bird areas to wind farm development in Greece. *Hellenic Ornithological Society*, 126.
- Dohm, R., Jennelle, C. S., Garvin, J. C., & Drake, D. (2019). A long-term assessment of raptor displacement at a wind farm. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 17(8), 433–438. <https://doi.org/10.1002/fee.2089>
- Drewitt, A. L., & Langston, R. H. W. (2006). Assessing the impacts of wind farms on birds. In *Ibis* (Vol. 148). www.bwea.com
- Drewitt, A. L., & Langston, R. H. W. (2008). Collision effects of wind-power generators and other obstacles on birds. In *Annals of the New York Academy of Sciences* (Vol. 1134, pp. 233–266). Blackwell Publishing Inc. <https://doi.org/10.1196/annals.1439.015>

- European Parliament. (2018). Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources. *Official Journal of the European Union*, 2018(L 328), 82–209. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001&from=EN>
- Everaert, J. (2003). Windturbines en vogels in Vlaanderen: voorlopige onderzoeksresultaten en aanbevelingen. [Wind Turbines and Birds in Flanders: preliminary study results and recommendations]. *Natuur Oriolus*, 69(4), 145–155.
- Farfán, M. A., Duarte, J., Real, R., Muñoz, A. R., Fa, J. E., & Vargas, J. M. (2017). Differential recovery of habitat use by birds after wind farm installation: A multi-year comparison. *Environmental Impact Assessment Review*, 64, 8–15. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2017.02.001>
- Garvin, J. C., Jennelle, C. S., Drake, D., & Grodsky, S. M. (2011). Response of raptors to a windfarm. *Journal of Applied Ecology*, 48(1), 199–209. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2010.01912.x>
- Heuck, C., Herrmann, C., Levers, C., Leitão, P. J., Krone, O., Brandl, R., & Albrecht, J. (2019). Wind turbines in high quality habitat cause disproportionate increases in collision mortality of the white-tailed eagle. *Biological Conservation*, 236, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.018>
- Hötker, H. (2017). Birds of Prey and Wind Farms. In *Birds of Prey and Wind Farms*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53402-2>
- Huntley, B., Collingham, Y. C., Green, R. E., Hilton, G. M., Rahbek, C., & Willis, S. G. (2006). Potential impacts of climatic change upon geographical distributions of birds. In *Ibis* (Vol. 148).
- Kati, V. I. (2021). *Need of habitat fragmentation minimization policy in the EU for resolving road sprawl – wind farm – biodiversity loss nexus : the case of Greece Webinar organized by the Policy Committee of the European Section of the Society of Conservation Biology. January.* <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25466.62401>
- Kati, V., Kassara, C., Vrontisi, Z., & Moustakas, A. (2021). The biodiversity-wind energy-land use nexus in a global biodiversity hotspot. *Science of the Total Environment*, 768(February), 144471. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144471>
- Leung, D. Y. C., & Yang, Y. (2012). Wind energy development and its environmental impact: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(1), 1031–1039. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.09.024>
- Madders, M., & Whitfield, D. P. (2006). Upland raptors and the assessment of wind farm impacts. *Ibis*, 148(SUPPL. 1), 43–56. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2006.00506.x>

- Marques, Ana T., Santos, C. D., Hanssen, F., Muñoz, A. R., Onrubia, A., Wikelski, M., Moreira, F., Palmeirim, J. M., & Silva, J. P. (2020). Wind turbines cause functional habitat loss for migratory soaring birds. *Journal of Animal Ecology*, 89(1), 93–103. <https://doi.org/10.1111/1365-2656.12961>
- Marques, Ana Teresa, Batalha, H., Rodrigues, S., Costa, H., Pereira, M. J. R., Fonseca, C., Mascarenhas, M., & Bernardino, J. (2014). Understanding bird collisions at wind farms: An updated review on the causes and possible mitigation strategies. In *Biological Conservation* (Vol. 179, pp. 40–52). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.08.017>
- Martín, B., Perez-Bacalu, C., Onrubia, A., De Lucas, M., & Ferrer, M. (2018). Impact of wind farms on soaring bird populations at a migratory bottleneck. *European Journal of Wildlife Research*, 64(3). <https://doi.org/10.1007/s10344-018-1192-z>
- Martínez, J. E., Calvo, J. F., Martínez, J. A., Zuberogoitia, I., Cerezo, E., Manrique, J., Gómez, G. J., Nevado, J. C., Sánchez, M., Sánchez, R., Bayo, J., Pallarés, A., González, C., Gómez, J. M., Pérez, P., & Motos, J. (2010). Potential impact of wind farms on territories of large eagles in southeastern Spain. *Biodiversity and Conservation*, 19(13), 3757–3767. <https://doi.org/10.1007/s10531-010-9925-7>
- Masden, E. A., Haydon, D. T., Fox, A. D., Furness, R. W., Bullman, R., & Desholm, M. (2009). Barriers to movement: Impacts of wind farms on migrating birds. *ICES Journal of Marine Science*, 66(4), 746–753. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsp031>
- Mc Guinness, S., Muldoon, C., Tierney, N., Murray, A., Egan, S., & Crowe, O. (2015). Bird Sensitivity Mapping for Wind Energy Developments and Associated Infrastructure in the Republic of Ireland. *BirdWarchIreland, February*, 120 pp. http://www.birdwatchireland.ie/portals/0/POLICY/Guidance_document.pdf
- McClure, C. J. W., Westrip, J. R. S., Johnson, J. A., Schulwitz, S. E., Virani, M. Z., Davies, R., Symes, A., Wheatley, H., Thorstrom, R., Amar, A., Buij, R., Jones, V. R., Williams, N. P., Buechley, E. R., & Butchart, S. H. M. (2018). State of the world's raptors: Distributions, threats, and conservation recommendations. *Biological Conservation*, 227(September), 390–402. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.08.012>
- Morkūnė, R., Marčiukaitis, M., Jurkin, V., Gecevičius, G., Morkūnas, J., Raudonikis, L., Markevičius, A., Narščius, A., & Gasiūnaitė, Z. R. (2020). Wind energy development and wildlife conservation in Lithuania: A mapping tool for conflict assessment. *PLoS ONE*, 15(1), 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227735>
- Phillips, S. B., Anderson, R. P. and Schapire, R. E. (2006) 'Maximum entropy modeling of species geographic distributions', *Ecological Modelling*, vol. 190,

pp. 231–259 [Online]. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026.

Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L., Langston, R. H. W., Bainbridge, I. P., & Bullman, R. (2009). The distribution of breeding birds around upland wind farms. *Journal of Applied Ecology*, 46(6), 1323–1331. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2009.01715.x>

Refoyo Román, P., Olmedo Salinas, C., & Muñoz Araújo, B. (2020). Assessing the effect of wind farms in fauna with a mathematical model. *Scientific Reports*, 10(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71758-5>

Rehbein, J. A., Watson, J. E. M., Lane, J. L., Sonter, L. J., Venter, O., Atkinson, S. C., & Allan, J. R. (2020). Renewable energy development threatens many globally important biodiversity areas. *Global Change Biology*, 26(5), 3040–3051. <https://doi.org/10.1111/gcb.15067>

Saether, B., & Bakke, O. (2000). Avian Life History Variation and Contribution of. *Ecology*, 81(3), 642–653.

Sanz-Aguilar, A., Sánchez-Zapata, J. A., Carrete, M., Benítez, J. R., Ávila, E., Arenas, R., & Donázar, J. A. (2015). Action on multiple fronts, illegal poisoning and wind farm planning, is required to reverse the decline of the Egyptian vulture in southern Spain. *Biological Conservation*, 187, 10–18. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.03.029>

Sidiropoulos, L., Vasilakis, D., Kret, E., & Ntemiri, K. (2016). Preliminary assessment of the effects of wind farm development on Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) territories in N Greece. *8th Hellenic Ecological Society Congress*, 2015.

Smallwood, K. S., & Bell, D. A. (2020). Effects of Wind Turbine Curtailment on Bird and Bat Fatalities. *Journal of Wildlife Management*, 84(4), 685–696. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21844>

Smallwood, K. S., Bell, D. A., Snyder, S. A., & DiDonato, J. E. (2010). Novel Scavenger Removal Trials Increase Wind Turbine–Caused Avian Fatality Estimates. *Journal of Wildlife Management*, 74(5), 1089–1097. <https://doi.org/10.2193/2009-266>

Smallwood, K. S., Bell, D. A., Walther, E. L., Leyvas, E., Standish, S., Mount, J., & Karas, B. (2018). Estimating wind turbine fatalities using integrated detection trials. *Journal of Wildlife Management*, 82(6), 1169–1184. <https://doi.org/10.1002/jwmg.21468>

Smallwood, K. S., & Thelander, C. (2008). Bird Mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. *Journal of Wildlife Management*, 72(1), 215–223. <https://doi.org/10.2193/2007-032>

Schneider, E.D., Kay, J.J. (1994). Life as a manifestation of the second law of thermodynamics. *Mathematical and Computer Modelling*, 19 (6–8) (1994), pp. 25-48.

- Stewart, G. B., Pullin, A. S., & Coles, C. F. (2007). Poor evidence-base for assessment of windfarm impacts on birds. *Environmental Conservation*, 34(1), 1–11. <https://doi.org/10.1017/S0376892907003554>
- Tellería, J. L. (2009). Overlap between wind power plants and Griffon Vultures *Gyps fulvus* in Spain. *Bird Study*, 56(2), 268–271. <https://doi.org/10.1080/00063650902792056>
- Thaker, M., Zambre, A., & Bhosale, H. (2018). Wind farms have cascading impacts on ecosystems across trophic levels. *Nature Ecology and Evolution*, 2(12), 1854–1858. <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0707-z>
- Thaxter, C. B., Buchanan, G. M., Carr, J., Butchart, S. H. M., Newbold, T., Green, R. E., Tobias, J. A., Foden, W. B., O'Brien, S., & Pearce-Higgins, J. W. (2017). Bird and bat species' global vulnerability to collision mortality at wind farms revealed through a trait-based assessment. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 284(1862). <https://doi.org/10.1098/rspb.2017.0829>
- Vasilakis, D. P., Whitfield, D. P., & Kati, V. (2017). A balanced solution to the cumulative threat of industrialized wind farm development on cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in south-eastern Europe. *PLoS ONE*, 12(2), 1–17. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172685>
- Vasilakis, D. P., Whitfield, D. P., Schindler, S., Poirazidis, K. S., & Kati, V. (2016). Reconciling endangered species conservation with wind farm development: Cinereous vultures (*Aegypius monachus*) in south-eastern Europe. *Biological Conservation*, 196, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2016.01.014>
- Vavylis, D., Bounas, A., Karris, G., & Triantis, K. A. (2020). The state of breeding birds in Greece: Trends, threats, and implications for conservation. *Bird Conservation International*. <https://doi.org/10.1017/S0959270920000568>
- Working Group of German State Bird Conservancies. (n.d.). *Recommendations for distances of wind turbines to important areas for birds as well as breeding sites for selected bird species. (April 2015)*.
- Xirouchakis, S. M., Armeni, E., Nikolopoulou, S., & Halley, J. (2019). Estimating the Potential Mortality of Griffon Vultures (*Gyps fulvus*) Due to Wind Energy Development on the Island of Crete (Greece). *Wind Energy and Wildlife Impacts*, 205–222. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05520-2_13
- Αιολικά πάρκα στη Θράκη: Αναθεωρημένη πρόταση ορθής χωροθέτησης του WWF Ελλάς. (2013).
- Εθνικός Στόχος για την Ενέργεια και το Κλίμα. (2019). Latvia National Energy And Climate Plan. *Sustainability (Switzerland)*, 11(1), 1–14. <http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/30532>

0484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας. ΕΠΧΣΑΑ -ΑΠΕ. ΦΕΚ Β' 2464/3.12.2009.

Παράρτημα 1

Είδη μελέτης

1. Όρνιο (*Gyps fulvus*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Χαρακτηριστικό είδος των ανοικτών εκτάσεων, συναντάται σε σχετικά ξηροθερμικές περιοχές χαμηλού έως μεσαίου υψομέτρου με χαμηλή και αραιή βλάστηση (Crampton & Simmons, 1980). Ωστόσο, παρατηρείται από το επίπεδο της θάλασσας μέχρι τα 1.500 m και περιστασιακά ακόμη υψηλότερα μέχρι τα 3.000 m (Slotta-Bachmayr et al., 2004) ακολουθώντας τα νομαδικά κοπάδια άγριων και οικόσιτων οπληφόρων στις θερινές βοσκές. Εξαρτάται από τα ανοδικά θερμικά ρεύματα για τις μετακινήσεις του (Mebs and Schmidt, 2006) και γι' αυτό και αποφεύγει τις δασικές εκτάσεις. Στην Κρήτη, οι αποικίες του βρίσκονται σε βράχια με διαβρωμένο δολομίτη και πλακώδη ασβεστόλιθο με νοτιοδυτικό κυρίως προσανατολισμό (Xirouchakis & Mylonas, 2005). Το μέσο υψόμετρο των αποικιών είναι 453m (εύρος= 120-1100 m) ενώ η μεταξύ τους απόσταση είναι κατά μέσο όρο 11 km (εύρος= 9,1-13,3 km) (Xirouchakis & Mylonas, 2004).

Το είδος παρουσιάζει έντονες διακυμάνσεις στη χρήση του ενδιαιτήματος διατροφής σε εποχιακή αλλά και ημερήσια κλίμακα. Για την ακρίβεια, η εποχική του κατανομή συμπίπτει με αυτή των μεταφερόμενων (νομαδικών) κοπαδιών στις περιοχές όπου τρέφεται με αγροτικά ζώα, ή με τις μετακινήσεις άγριων οπληφόρων από την πεδινή και ημιορεινή ζώνη την περίοδο του χειμώνα, στην ορεινή και αλπική ζώνη το καλοκαίρι (Handrinos, 1985; Mnatsekanon, 1990; Marinković & Karadžić, 1999). Αυτό το πρότυπο αντικατοπτρίζεται στη χρήση των αποικιών, όπου οι συγκεντρώσεις των όρνιων παρουσιάζουν αυξητική τάση από νωρίς τον Οκτώβριο φτάνοντας το μέγιστο την περίοδο Δεκέμβριος- Ιανουάριος ενώ στη συνέχεια μειώνονται σταδιακά μέχρι να φτάσουν τα κατώτερα επίπεδα, τον Ιούνιο-Ιούλιο (Xirouchakis & Mylonas, 2004).

Θέσεις φωλεοποίησης

Το όρνιο φωλιάζει σε φαράγγια και ορθοπλαγιές ακόμη και σε παράκτια κάθετα βράχια και πολύ σπάνια σε δέντρα (Traverso, 1998). Το υψόμετρο των θέσεων φωλεοποίησης κυμαίνεται από 50 m μέχρι 2000 m αν και φωλιές του είδους έχουν καταγραφεί στον Καύκασο και την κεντρική Ασία μέχρι τα 3000 m (Dementiev & Gladkov 1951; Brown & Amadon 1968; Glutz et al., 1971; Arroyo, 1994; Satheesan, 2000).

Εξάπλωση και πληθυσμιακή κατάσταση

Σε παγκόσμιο επίπεδο, το είδος έχει αρκετά ευρεία κατανομή, ενώ στην Ευρώπη ο πληθυσμός του κυμαίνεται μεταξύ των 32.400—34.400 ζευγαριών με αυξητική τάση (BirdLife International, 2017).

Στην Ελλάδα, την περίοδο 1990-2000 ο πληθυσμός του είδους είχε φτάσει τα 120-130 ζευγάρια (Hallmann, 1996) και ανέκαμψε τη δεκαετία 2000-2010 σε 170-200 ζευγάρια, εκ των οποίων τα 25-30 ζευγάρια (90-110 άτομα) εντοπίζονταν στην ηπειρωτική Ελλάδα, ενώ τα υπόλοιπα 150-160 ζευγάρια (370-450 άτομα) στα νησιά (Bourdakis 2003; Xirouchakis & Mylonas 2005; Bourdakos et al., 2006). Η αύξηση αυτή οφείλεται κυρίως στον πληθυσμό της Κρήτης σε 140-160 αναπαραγωγικά ζευγάρια (340-420 άτομα), τα οποία κατανέμονταν σε 24-28 αποικίες. Την τρέχουσα δεκαετία το είδος έχει απομείνει σε Θράκη (τέσσερις αποικίες που φιλοξενούν συνολικά 10-12 ζευγάρια), Αιτωλοακαρνανία (τρεις αποικίες με 10-15 ζευγάρια), Κυκλάδες (Νάξο, Ηρακλεία, μία αποικία με 9-10 ζευγάρια). Αντίθετα, το είδος στην Κρήτη φιλοξενεί 78 αποικίες 250-340 ζευγάρια (900-1000 άτομα), έχει δηλαδή σχεδόν διπλασιαστεί (και αποτελεί το μεγαλύτερο νησιωτικό πληθυσμό στον κόσμο).

Αξίζει να αναφερθεί ότι ο ηπειρωτικός πληθυσμός του είδους αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι του Βαλκανικού αφού τα τελευταία 30 χρόνια μαρκαρισμένα άτομα από Κροατία, Σερβία και Βουλγαρία καταγράφονται συχνά στη βόρεια (Θράκη) και δυτική Ελλάδα (κυρίως στη δυτική Πίνδο μέχρι τα Άγραφα) και τις Κυκλάδες, ενώ πρόσφατα μέχρι και την Πελοπόννησο, (Susic, 2000; Stoychev et al., 2005; Jerrentrup & Efthimiou, 2006; Xirouchakis & Tsiakiris, 2008).

Καθεστώς προστασίας

-Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: Μειωμένου Ενδιαφέροντος (Least Concern-LC)

-Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: SPEC 3 (Species of European Conservation Concern *not concentrated in Europe*)/ Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/ΕΚ

-Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Τρωτό (Vulnerable-VU) για τον πληθυσμό της Κρήτης/ Κρισίμως Κινδυνεύον (Critically Endangered-CR) για τον πληθυσμό της ηπειρωτικής χώρας και των Κυκλάδων

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Το όρνιο, ως μεγάλο πτωματοφάγο αρπακτικό με μεγάλο μήκος σώματος (από το κεφάλι έως την άκρη της ουράς 94-110 cm) και άνοιγμα πτερύγων (240-280 cm) καθώς και βάρος του κυμαίνεται από 6 έως 11 kg (Cramp & Simmons, 1980), πληροί πολλές από τις προϋποθέσεις τις μορφολογικές όσο και τις ηθολογικές που το καθιστούν είδος ευαίσθητο στις ανεμογεννήτριες. Επίσης, η τροφοληψία του

είδους λαμβάνει χώρα σε απόσταση 25-70 km από τις αποικίες (Glutz et al., 1971; König, 1974; Elósegui & Elósegui, 1977), με την μέση μέγιστη απόσταση τροφοληψίας του είδους από τις αποικίες του στην Κρήτη να είναι 29,8 km.

Το είδος έχει δειχθεί σε διάφορες μελέτες ότι είναι από τα πλέον ευαίσθητα στην πρόσκρουση σε ανεμογεννήτριες και σε ορισμένες περιπτώσεις έχει αποτελέσει το είδος με τη μεγαλύτερη θνησιμότητα μεταξύ άλλων αρπακτικών σε δεδομένους ΑΣΠΗΕ (πχ στην Ταρίφα της Ισπανίας, Barrios and Rodríguez, 2004; de Lucas et al., 2012). Στην Κρήτη, σύμφωνα με μελέτη των Χιρouchakis *et al.* η προβλεπόμενη θνησιμότητα του είδους σε περίπτωση εγκατάστασης όλων των σχεδιαζόμενων έργων εκτιμήθηκε στα 84 άτομο τον χρόνο (2019).

Απειλές

Βάσει του προσφάτως κατατεθειμένου Σχεδίου Δράσης για του Γύπες στην Ελλάδα, οι κύριες απειλές για το είδος κατά σειρά κρισιμότητας είναι οι εξής: παράνομη χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων (κρίσιμη), ανεπάρκεια τροφής (υψηλή), ηλεκτροπληξία και πρόσκρουση σε υποδομές παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος (υψηλή), πρόσκρουση σε ανεμογεννήτριες (υψηλή), υποβάθμιση ενδιαιτήματος αναπαραγωγής (υψηλή) υποβάθμιση ενδιαιτήματος τροφοληψίας (υψηλή), μικρό πληθυσμιακό μέγεθος-χαμηλή γενετική ποικιλότητα (υψηλή), όχληση στις θέσεις αναπαραγωγής (μεσαία), κτηνιατρικά σκευάσματα (χαμηλή), άμεση καταδίωξη με όπλα/ θανάτωση από τον άνθρωπο (χαμηλή), εμπόριο και ταρίχευση (χαμηλή).

Βιβλιογραφία

- Arroyo B. (1994). Griffon Vulture, *Gyps fulvus*. Pp. 156-157. In: Tucker, G.M. & Heath, F.M. (Eds.): *Birds in Europe, Their Conservation Status*. BirdLife Conservation Series No. 3, BirdLife International.
- Barrios, L., & Rodríguez, A. (2004). Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines. In *Journal of Applied Ecology* (Vol. 41).
- BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. BirdLife International, 1–172.
https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern_Low.pdf
- Bourdakis, E. (2003). Monitoring of Egyptian vulture and Black Kite in the Special Protection Area: Antichasia Ori - Meteora. Technical Report, Arcturos - Hellenic Ornithological Society – Ministry of Environment, Physical Planning & Public Works. Thessalonica.

- Bourdakis, S. Alivizatos, H., Azmanis, P., Hallmann, B., Panayotopoulou, M., Papakonstantinou, C., Probonas, N. Rousopoulos, Y. Skartsi, D., Stara, K. Tsiakiris, R. & Xirouchakis, S. (2004). The situation of Griffon Vulture in Greece. In: Slotta-Bachmayr L, Bögel R, Camina C.A., (edits). The Eurasian Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) in Europe and the Mediterranean. Status report and Action plan, EGVWG, pp. 48-56.
- Brown, L.H. & Amadon, D. (1968). Eagles, Hawks and Falcons of the world. Country Life Books, Wisbech, Camps.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Benítez, J. R., Lobón, M., Montoya, F., & Donazar, J. A. (2012). Mortality at wind-farms is positively related to large-scale distribution and aggregation in griffon vultures. *Biological Conservation*, 145(1), 102–108. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2011.10.017>
- Cramp, S. and Simmons, K.E.L. (1980) *The Birds of the Western Palearctic*. Vol. II, Oxford University Press, Oxford.
- Demetrev, G.P. & Gladkov, N.A. (1956). *Birds of the Soviet Union*. Vol. I. Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem.
- Elósegui, J. & Elósegui, R. (1977). Desplazamientos de Buitres comunes (*Gyps fulvus*) pirenaicos. *Munibe* 29: 97-104.
- Glutz Von Blotzheim, U., Bauer, K.M. & Bezzel, E. (1971). *Handbuch Der Voegel Mitteleuropas*. Vol. 4. Falconiformes. Akademische Verlagsgesellschaft. Frankfurt am Main.
- Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF-Ελλάδα. Αθήνα.
- Handrinos, G. (1985). The Status of vultures in Greece. In *Conservation Studies of Raptors*. ICBP Techn.Pub. No 5, Cambridge. *Raptors*. ICBP Techn. Publ. No 5: 103-115.
- Jerrentrup, H. & Efthimiou G. (2006). Conservation and Management of the fauna of the Nestos Delta and Nestos Gorge in the frame of the LIFE-Nature. In: *Proceedings: The contribution of the LIFENature III projects to the integrated management of the NATURA 2000 sites: The case of Greece*. Prefecture of Drama-Kavala-Xanthi (Ed.): 104-110. Xanthi. (In Greek).
- König, C. (1974). Zum Verhalyten spanischer Geier an Kadavern. *J. Für Ornithologie* 115: 289-320.
- Marinković S. & Karadžić B. (1999). The role of nomadic farming in the distribution of the griffon vulture (*Gyps fulvus*) on the Balkan peninsula.

Contributions to the Zoogeography and Ecology of the Eastern Mediterranean Region 1: 141–152.

- Mebs, T. & Schmidt, D. (2006). Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens. Kosmos Verlag.
- Mnatsekanov R.A. (1990). Griffon Vulture on Lagonakskom upland. Rare, small in numbers and insufficiently known explored birds of Northern Caucasus, pp: 40-44. Stavropol's Publ. House, Stavropol (in russian).
- Satheesan, S.M. (2000). Vultures in Asia. In: Chancellor, R. & Meyburg, B-U (eds). Raptors at Risk, pp: 165-175. Hancock House Publishers. Surrey, UK.
- Slotta-Bachmayr L, Bögel R, Camina C.A., (edits) (2004). The Eurasian Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) in Europe and the Mediterranean. Status report and Action plan, EGVWG
- Stoychev, S., Demerdzhiev, D., Angelov, I. Hristov, H. & Minchev, J. (2005). Conservation of the large vultures in the Eastern Rhodopes. – BSPB/Birdlife Bulgaria.
- Sušić, G. (2000). Regular Long-distance Migration of Eurasian Griffon Gyps fulvus. In: R. D. Chancellor & B.-U. Meyburg (eds.) Raptors at Risk. WWGBP/Hancock House. Pp. 225–230.
- Traverso, J.M. (1998). Eurasian Griffons *Gyps fulvus* nesting on pine trees. Vulture News, 39: 25-26.
- Xirouchakis, S. M., Armeni, E., Nikolopoulou, S., & Halley, J. (2019). Estimating the Potential Mortality of Griffon Vultures (*Gyps fulvus*) Due to Wind Energy Development on the Island of Crete (Greece). Wind Energy and Wildlife Impacts, 205–222. https://doi.org/10.1007/978-3-030-05520-2_13
- Xirouchakis, S.M. & M. Mylonas. (2004). Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) distribution and density in Crete. Israel Journal of Zoology 50: 341-354.
- Xirouchakis, S.M. & M. Mylonas. (2005). Selection of breeding cliffs by the Griffon Vulture *Gyps fulvus* in Crete (Greece). Acta Ornithologica 40: 155-161.
- Xirouchakis, S.M. & P. Tsiakiris. (2009). Status and population trends of vultures in Greece. In: Donazar, J.A., Margalida, A. & A. Gampion (Eds.). Vultures feeding stations & sanitary legislation: a conflict and its consequences from the perspective of conservation biology. Munibe (suppl), 29: 154-171.
- Xirouchakis, S., (rev., 2019). Action Plan for three vulture species: Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*), Griffon Vulture (*Gyps fulvus*), Cinereous Vulture (*Aegypius monachus*). LIFE-IP 4 NATURA Project: Integrated actions

for the conservation and management of Natura 2000 sites, species, habitats and ecosystems in Greece (LIFE16 IPE/GR/000002). Deliverable Action A.1. Hellenic Ornithological Society, Athens, 180 pages. & 6 Annexes.

Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας . Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

2. Μαυρόγυπας (*Aegyptius monachus*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Μοναχικό είδος, παρατηρείται συνήθως σε μικρές ομάδες (5-8 ατόμων) σε ανοικτές ημιορεινές περιοχές ή αραιά δάση μεταξύ 300-1.400 m. Στα Βαλκάνια και στην Ελλάδα παρατηρείται κυρίως σε λοφώδεις ημιορεινές περιοχές (300-600m) με πευκοδάση. Η καταλληλότητα του βιοτόπου φωλιάσματος αποτελεί βασική οικολογική παράμετρο για την παρουσία του είδους σε μία περιοχή, αφού χρειάζεται μεγάλα, ψηλά δέντρα σε σχετικά ήσυχες δασικές περιοχές συνήθως καλυμμένες με πεύκα ή δρύες, σε απότομες κλίσεις που παράγουν ανοδικά ρεύματα που διευκολύνουν τις πτήσεις (Cramp & Simmons, 1980). Στην Ελλάδα μελέτες έδειξαν πως το είδος προτιμά συγκεκριμένα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά (όπως κλίση, προσανατολισμός πλαγιάς) καθώς και συγκεκριμένα δέντρα μεγάλης ηλικίας και μετρίου ύψους (10-11m), σε αραιές δασικές συστάδες (Poirazidis et al., 2004) δηλαδή επιλέγει ήσυχες και ζεστές θέσεις καλά προστατευμένες από τις καιρικές συνθήκες (π.χ. αέρα) με ευκολία πτήσης από και προς τις φωλιές.

Θέσεις φωλεοποίησης

Ο Μαυρόγυπας αναπαράγεται μοναχικά ή σε μικρές αποικίες που σχηματίζονται από ζευγάρια που φωλιάζουν σε κοντινή απόσταση. Στην Ελλάδα το εύρος της απόστασης μεταξύ των ενεργών φωλιών κυμαίνεται από 280 έως 2460 m (Poirazidis et al., 2004). Η φωλιά είναι τεράστια με διάμετρο 1,5-2,5 m και ύψος 93-130 cm και κατασκευάζεται στην κορυφή ψηλών δένδρων (5-20 m) (*Pinus* spp, *Quercus* spp, *Juniperus* spp) και κατ' εξαίρεση σε βράχια (Μαγιόρκα) ή το έδαφος (Μογγολία), σε υψόμετρο που κυμαίνεται από 300 μέχρι 2000 m (Cramp & Simmons, 1980; Mebs & Schmidt, 2006; Moreno-Oro & Guil, 2007; Kirazlı & Yamaç, 2013).

Εξάπλωση

Η κατανομή του είδους καλύπτει τη βόρεια Αφρική. Ο παγκόσμιος πληθυσμός του είδους αριθμεί συνολικά περί τα 7.200-10.000 ζευγάρια ενώ ο ευρωπαϊκός ανέρχεται στα 2.381-2.654 παρουσιάζοντας αυξητική τάση σε όλη την ζώνη εξάπλωσης εκτός από τη Ρωσία και την Τουρκία. Ο πληθυσμός της Ελλάδας αποτελεί μικρότερο από το 1% του αντίστοιχου ευρωπαϊκού.

Το είδος του Μαυρόγυπα ποτέ δεν ήταν ιδιαίτερα κοινό στην Ελλάδα. Η εξάπλωση του ήταν κυρίως σε λίγες ημιορεινές και ορεινές περιοχές με κατάλληλο βιότοπο φωλιάσματος όπου επιβίωσαν μικροί πυρήνες-αποικίες του είδους. Σήμερα, το είδος εντοπίζεται στο Εθνικό Πάρκο Δάσους Δαδιάς-Λευκίμμης- Σουφλίου, όπου

φωλιάζει σε μια λοφώδη και έντονα δασωμένη περιοχή (77%) με υψόμετρα που κυμαίνονται από 10 έως 640 m. Στο δάσος κυριαρχεί η τραχεία (*Pinus brutia*) και η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra*) ενώ στα λιγοστά διάκενα και την ευρύτερη περιοχή παρατηρούνται σε ένα μωσαϊκό ενδιαιτημάτων με άγονες εκτάσεις, γεωργικές καλλιέργειες και βοσκότοποι. Εκτός από το δάσος της Δαδιάς, όπου το είδος αναπαράγεται, η κατανομή του περιλαμβάνει την οροσειρά της Ροδόπης στο ελληνικό και βουλγαρικό της τμήμα και τμήματα από την ανατολική Μακεδονία (Ροδόπη, Νευροκόπι) που αποτελούν χώρους τροφοληψίας. Ο πληθυσμός του είδους στην Ελλάδα υπολογίζεται σε **28-35 ζευγάρια** με βάση την αναπαραγωγική συμπεριφορά των ενηλίκων ατόμων ή **120-130 άτομα** με βάση τις καταμετρήσεις στο χώρο τροφοδοσίας της Δαδιάς (Skartsi et al., 2010; BirdLife International, 2017)

Καθεστώς προστασίας

- Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: Σχεδόν απειλούμενο (Near Threatened-NT)
- Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: Σπάνιο/ SPEC 1 (Species of European Conservation Concern of *global conservation concern*)/ Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/EK
- Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Κινδυνεύον (Endangered-EN)

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Τα μορφολογικά και ηθολογικά χαρακτηριστικά του είδους το καθιστούν είδος ευάλωτο στις ανεμογεννήτριες. Σε αραιά δάση το είδος παρατηρείται συνήθως να πετάει σχετικά χαμηλά πάνω από την κόμη των δέντρων (70-185 m) σε αναζήτηση τροφής ενώ σε ανοικτές εκτάσεις, αλπικά λιβάδια και στεπικές περιοχές ανεμοπορεί σε μεγάλο ύψος. Αναζητά τροφή συνήθως σε απόσταση έως 75 km από τις θέσεις αναπαραγωγής (Carrete & Donazar 2005; Vasilakis et al., 2008) ενώ ο ζωτικός χώρος του είδους ανάλογα την περιοχή και τη διαθεσιμότητα τροφής κυμαίνεται από 540 έως 1780 km² (Carrete & Donazar 2005; Corbacho et al., 2007). Στην Ελλάδα ο χώρος περιπλάνησης του είδους σε αναζήτηση τροφής καταλαμβάνει έκταση 1370 km² αν και η μέγιστη δραστηριότητα - και προφανώς τροφοληψία - εντοπίζεται σε 300-400 km² (Vasilakis et al., 2008).

Στην Ελλάδα έχουν ήδη βρεθεί νεκρά άτομα μαυρόγυπα από ανεμογεννήτριες, με τον πραγματικό αριθμό της θνησιμότητας να μην είναι απολύτως γνωστός. Σύμφωνα, με μελέτη των Vasilakis et al. (2016), η εφαρμογή μοντέλου κινδύνου πρόσκρουσης (Collision Risk Model-CRM) με βάση τις υφιστάμενες και σχεδιαζόμενες ανεμογεννήτριες στην περιοχή εξάπλωσης του είδους έδειξε ότι η θνησιμότητα λόγω πρόσκρουσης προβλέπεται σχεδόν αποκλειστικά στην περιοχή πυρήνα της αποικίας του είδους, ενώ λαμβάνοντας υπόψιν τους πιο πιθανούς ρυθμούς αποφυγής που εξήχθησαν από το μοντέλο, η πιθανότητα ετήσιας

θνησιμότητας λόγω πρόσκρουσης σε ανεμογεννήτριες εκτιμήθηκε στο 5-11% του πληθυσμού του είδους, δημιουργώντας σαφή κίνδυνο για την πληθυσμιακή κατάσταση του είδους στην περίπτωση εγκατάστασης των συγκεκριμένων ανεμογεννητριών.

Απειλές

Βάσει του προσφάτως κατατεθειμένου Σχεδίου Δράσης για του Γύπες στην Ελλάδα, οι κύριες απειλές για το είδος κατά σειρά κρισιμότητας είναι οι εξής: παράνομη χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων (κρίσιμη), ανεπάρκεια τροφής (υψηλή), ηλεκτροπληξία και πρόσκρουση σε υποδομές παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος (υψηλή), πρόσκρουση σε ανεμογεννήτριες (υψηλή), υποβάθμιση ενδιαιτήματος αναπαραγωγής (υψηλή) υποβάθμιση ενδιαιτήματος τροφοληψίας (υψηλή), μικρό πληθυσμιακό μέγεθος-χαμηλή γενετική ποικιλότητα (υψηλή), όχληση στις θέσεις αναπαραγωγής (μεσαία), κτηνιατρικά σκευάσματα (χαμηλή), άμεση καταδίωξη με όπλα/ θανάτωση από τον άνθρωπο (χαμηλή), εμπόριο και ταρίχευση (χαμηλή).

Βιβλιογραφία

- BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. BirdLife International, 1–172.
https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern_Low.pdf
- Carrete, M. & Donazar, J. A. (2005). Application of central- place foraging theory shows the importance of Mediterranean dehesas for the conservation of cinereous vulture *Aegypius monachus*. -*Biological Conservation* 126: 582-590.
- Corbacho, C., Costillo, E., Perales, A. B. (2007). La alimentación del buitro negro. In: Moreno-Opo, R. & F. Guil. (eds). *Manual de gestión del hábitat y de las poblaciones de buitro negro en España*. Dirección General para la Biodiversidad, Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, Spain. pp. 179–196. (In Spanish).
- Cramp, S. and Simmons, K.E.L. (1980) *The Birds of the Western Palearctic*. Vol. II, Oxford University Press, Oxford.
- Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF–Ελλάδα. Αθήνα.
- Kirazlı, C. Yamaç, E. (2013). Population size and breeding success of the Cinereous Vulture, *Aegypius monachus*, in a newly found breeding area in

western Anatolia (Aves: Falconiformes), *Zoology in the Middle East* 59, 289-296. DOI: 10.1080/09397140.2013.868129.

Mebs, T. & Schmidt, D. (2006). *Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens*. Kosmos Verlag.

Moreno-Opo, R., Guil, F. (2007). *Manual de gestión del hábitat y de las poblaciones de buitres negro en España*. Dirección General para la Biodiversidad. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.

Poirazidis, K., Goutner, V., Skartsi T., & G. Stamou (2004). Modelling nesting habitat as a conservation tool for the Eurasian black vulture (*Aegypius monachus*) in Dadia Nature Reserve, northeastern Greece. *Biological Conservation* 118: 235–248.

Skartsi, T., Elorriaga, J. & Vasiliakis, D. (2010a). Eurasian Black Vulture: the focal species of the Dadia-Lefkimi-Soufli Forest National Park, 195-206. In: Catsadorakis, G. & Källander, H. (eds.). *The Dadia – Lefkimi – Soufli Forest National Park, Greece: Biodiversity, Management and Conservation*. WWF Greece, Athens.

Vasilakis, D., Poirazidis, K. & Ellorriaga, J. (2008). Range use of a Eurasian Black Vulture (*Aegypius monachus*) population in the Dadia National Park and the adjacent areas, Thrace, NE Greece. *Journal of Natural History* 42: 355-373.

Xirouchakis, S., (rev., 2019). Action Plan for three vulture species: Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*), Griffon Vulture (*Gyps fulvus*), Cinereous Vulture (*Aegypius monachus*). LIFE-IP 4 NATURA Project: Integrated actions for the conservation and management of Natura 2000 sites, species, habitats and ecosystems in Greece (LIFE16 IPE/GR/000002). Deliverable Action A.1. Hellenic Ornithological Society, Athens, 180 pages. & 6 Annexes.

Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας . Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

3. Ασπροπάρης (*Neophron percnopterus*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Συχνάζει σε μεγάλη ποικιλία βιοτόπων, ιδιαίτερα όμως στις ορεινές περιοχές. Προτιμάει τις ανοιχτές, λοφώδεις, ξηρές εκτάσεις με πέτρες και θάμνους. Επίσης, επειδή προσαρμόζεται εύκολα στην ανθρώπινη παρουσία, περιφέρεται συχνά κοντά σε κτηνοτροφικές μονάδες και σκουπιδότοπους (Legakis and Maragou, 2009).

Θέσεις φωλεοποίησης

Οι θέσεις φωλεοποίησης του είδους είναι κυρίως σε βράχια και βραχώδεις πλαγιές, συχνά κοντά σε ανθρώπινους οικισμούς. Η αναπαραγωγή ξεκινάει περίπου στα τέλη Μαρτίου με αρχές Απριλίου, οι νεοσσοί εκκολάπτονται τον Ιούνιο και αρχίζουν να πετούν, αργότερα από κάθε άλλο αρπακτικό, στα τέλη Αυγούστου, ενώ τον Σεπτέμβρη αρχίζουν να εγκαταλείπουν τη χώρα. (Handrinos & Akriotis, 1997).

Εξάπλωση και κατάσταση πληθυσμού

Ο ασπροπάρης εμφανίζει διάσπαρτο φάσμα κατανομής αποκλειστικά στον Παλαιό Κόσμο (οικοζώνες: Παλαιαρκτική, Αφροτροπική και Ινδομαλαισιανή) όπου, ανάλογα με την επικράτεια, απαντά ως επιδημητικό ή μεταναστευτικό πτηνό. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο αριθμεί περί τα 3000-4700 ζευγάρια με μειωτική τάση (BirdLife International, 2017), ενώ σε παγκόσμιο 6000-16000 ζευγάρια επίσης με μειωτική τάση.

Στην Ελλάδα, μέχρι τα πρώτα μεταπολεμικά χρόνια ο ασπροπάρης ήταν κοινό και ευρύτατα διαδεδομένο είδος σε όλες τις πεδινές και ημιορεινές περιοχές της χώρας (Legakis & Maragou, 2009). Τα τελευταία 30-40 χρόνια όμως το είδος εμφάνισε σαφή και συνεχιζόμενη πληθυσμιακή μείωση με αποτέλεσμα τη δραματική συρρίκνωση του πληθυσμού (Vanylis et al. 2020) του με μόλις **3 ζευγάρια** να απομένουν σε ολόκληρη τη χώρα.

Καθεστώς προστασίας

-Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: Κινδυνεύον (Endangered-EN)

-Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: Κινδυνεύον (Endangered-EN)/ SPEC 1 (Species of European Conservation Concern of *global conservation concern*)/ Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/ΕΚ

-Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Κρισίμως Κινδυνεύον (Critically Endangered-CR)

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Λόγω βιολογικών χαρακτηριστικών (χαμηλός αναπαραγωγικός ρυθμός, μακροβιότητα) όπως συμβαίνει και με τους υπόλοιπους γύπες, και λόγω της κατάστασης διατήρησής του, τόσο σε παγκόσμιο όσο και σε εθνικό επίπεδο, το είδος χρήζει ιδιαίτερης προστασίας και οποιαδήποτε νέα πηγή πιθανής θνησιμότητας μπορεί να αποβεί μοιραία για την μελλοντική κατάσταση διατήρησης του είδους.

Όπως έδειξε και μελέτη των Carrete *et al.* (2009) στην Ισπανία βασισμένη σε μοντέλα ρυθμού εξαφάνισης του είδους, η προσθήκη του παράγοντα των ΑΣΠΗΕ σε εγγύτητα με επικράτειες του είδους μείωσε πολύ σημαντικά τον χρόνο εξαφάνισης του ασπροπάρη, δηλαδή αύξησε την πιθανότητα εξαφάνισης του είδους σε μικρότερο χρονικό διάστημα από το προβλεπόμενο λόγω των υπόλοιπων αιτιών μείωσης του πληθυσμού του είδους.

Απειλές

Σημαντικότερη απειλή για το είδος είναι η δευτερογενής δηλητηρίαση που προκαλείται από την παράνομη χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων κυρίως από κτηνοτρόφους. Επίσης οι αλλαγές χρήσεων γης και κυρίως η μείωση της εκτατικής κτηνοτροφίας περιορίζουν άμεσα τη διαθεσιμότητα τροφής, αφού ο ασπροπάρης τοπικά εξαρτιόταν από τις διάσπαρτες κτηνοτροφικές εγκαταστάσεις και, τελευταία σε μεγάλο βαθμό, από τις ανοιχτές χωματερές, ειδικά όπου υπήρχε τακτική απόθεση νεκρών ζώων και υπολειμμάτων σφαγείων. Τέλος, περιστατικά λαθροθηρίας καθώς και η ενόχληση στους χώρους αναπαραγωγής (π.χ. αναρρίχηση, φωταγώγηση βράχων), επηρεάζουν πολύ αρνητικά τον ήδη κρίσιμα μικρό αναπαραγωγικό πληθυσμό της χώρας μας.

Βιβλιογραφία

BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. BirdLife International, 1–172.

<https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern Low.pdf>

Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF–Ελλάδα. Αθήνα.

Handrinos G. & Akriotis T. 1997. The Birds of Greece. Helm- A & C Black ltd., London.

Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Benítez, J. R., Lobón, M., & Donázar, J. A. (2009). Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological Conservation*, 142(12), 2954–2961. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.07.027>

Vavylis, D., Bounas, A., Karris, G., & Triantis, K. A. (2020). The state of breeding birds in Greece: Trends, threats, and implications for conservation. *Bird Conservation International*. <https://doi.org/10.1017/S0959270920000568>

Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας . Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

4. Γυπαετός (*Gypaetus barbatus*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Κύριος βιότοπος του Γυπαετού είναι οι περιοχές μεσαίου έως πολύ μεγάλου υψομέτρου (600 - 4500m) οι οποίες χαρακτηρίζονται από ανοιχτές εκτάσεις με αραιή βλάστηση και εκτεταμένα αλπικά λιβάδια ή οροπέδια όπου αναζητά την τροφή του (Ferguson-Lees & Christie, 2001; Birdlife International 2017) καθώς και απότομα βράχια ή φαράγγια που του παρέχουν κατάλληλες θέσεις για φώλιασμα. Στο μεγαλύτερο τμήμα της παγκόσμιας εξάπλωσής του, συχνάζει σε υψόμετρο μεγαλύτερο των 2000m σε απομονωμένες περιοχές με ελάχιστη ανθρώπινη παρουσία (Hiraldo et al., 1979; Donazar et al., 1993; Margalida et al., 2008). Στην Ελλάδα, λόγω της εξάρτησής του από τη νομαδική κτηνοτροφία το είδος δε συχνάζει σε πολύ μεγάλα υψόμετρα αλλά συχνά καταγράφεται σε υψόμετρα κάτω από τα 2000m. Στην Κρήτη, όπου επιβιώνει πλέον μόνο το είδος, παρατηρείται συχνά σε αναζήτηση τροφής σε γυμνές χέρσες εκτάσεις με αραιά φρύγανα αλλά και σε αραιούς θαμνώνες (*Quercus coccifera*, *Ceratonia siliqua*, *Juniperus spp.*) ή δάση τραχείας Πεύκης (*Pinus brutia*) και Κυπαρισσιού (*Cupressus sempervirens*) όπως στα νότια Λευκά Όρη, στα Αστερούσια και την νότια Δίκτη όπου υπάρχουν μεγάλα διάκενα με βραχώδεις εξάρσεις και έντονη κτηνοτροφική δραστηριότητα.

Θέσεις φωλεοποίησης

Ο Γυπαετός, σε αντίθεση με τα περισσότερα είδη γυπών που είναι αποικιακά, είναι χωροκρατικό είδος με μεγάλες επικράτειες όπου μπορεί να φτάνουν τα 2.380 km² (Brown, 1988). Οι φωλιές εντοπίζονται σε απομονωμένα φαράγγια και απόκρημνες ορθοπλαγιές μέσα σε κοιλάτες κάθετων βράχων και κυρίως σπηλιές (ca. 50%). Η μέση απόσταση των φωλιών διαφορετικών ζευγαριών κυμαίνεται από 9 έως 14 km ενώ το 68% των ζευγαριών έχουν 3-5 εναλλακτικές φωλιές. Στην Κρήτη έχει βρεθεί επικράτεια ζευγαριού με οκτώ εναλλακτικές φωλιές, μερικές από τις οποίες σε απόσταση μικρότερη των 50m μεταξύ τους. Το υψόμετρο της φωλιάς διαφέρει ανάλογα με το ανάγλυφο, την τοπογραφία αλλά και το γεωλογικό υπόστρωμα του ορεινού όγκου που ενδημεί το είδος. Στην Κρήτη το είδος φωλιάζει σε σχετικά χαμηλό υψόμετρο, 600-800 m. Η χαμηλότερη γνωστή φωλιά βρίσκεται σε υψόμετρο 280 m ενώ η υψηλότερη στα 1450 m.

Εξάπλωση και πληθυσμιακή κατάσταση

Η εξάπλωση του είδους σε παγκόσμιο επίπεδο είναι πολύ μεγάλη, αλλά αραιή ενώ ο παγόσμιος πληθυσμός του είδους κυμαίνεται μεταξύ 1300-6700 ατόμων (BirdLife International, 2021). Στην Ελλάδα το είδος πλέον εξαπλώνεται μόνο στην Κρήτη, ενώ στην ηπειρωτική χώρα όπου εξαπλωνόταν τουλάχιστον μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του '90, πλέον έχει εξαφανιστεί. Ο παγκόσμιος πληθυσμός του είδους

παρουσιάζει μειωτική τάση. Στην Ελλάδα, η πιο ακριβής εκτίμηση για τον εθνικό πληθυσμό που ενδημεί στην Κρήτη είναι 6 αναπαραγωγικά ζευγάρια με παραγωγή 5-6 νεοσσών ετησίως ενώ ο συνολικός αριθμός ατόμων εκτιμάται σε 50-55 άτομα (Xirouchakis et al., 2019).

Καθεστώς προστασίας

- Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: Σχεδόν απειλούμενο (NT)
- Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: Κινδυνεύον (EN)/ SPEC 1 (Species of European Conservation Concern of global conservation concern)/ Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/ΕΚ
- Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Κρισίμως κινδυνεύον (CR)

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Για ένα πλήθος λόγων που σχετίζονται με τη μορφολογία, τη βιολογία, την ηθολογία και το καθεστώς προστασίας του είδους, η ευαισθησία του στις ανεμογεννήτριες κρίνεται σημαντική.

Κατ'αρχάς, ο γυπαετός είναι ο πιο μεγαλόσωμος γύπας από τους 4 γύπες της Ελλάδας με άνοιγμα των φτερούγων του να κυμαίνεται από 250 έως 290 cm ενώ το βάρος του σε σχέση με το μέγεθος του είναι μάλλον μικρό και κυμαίνεται ανάλογα με το φύλο από 4,5 έως 7,8 kg (Cramp & Simmons 1980, Brown 1989). Περισσότερο από το 62% της πτητικής δραστηριότητας του είδους ημερησίως λαμβάνει χώρα σε ύψος μέχρι 100 m (κρίσιμο ύψος ανεμογεννητριών) από την επιφάνεια του εδάφους, ενώ οι τυπικές περιοχές εντός της επικράτειας του που παρατηρείται συχνά είναι μπροστά από ορθοπλαγιές ή χαμηλά πάνω από βουνοκορφές.

Παράλληλα, το είδος διανύει μεγάλες αποστάσεις για την εξεύρεση τροφής ή πιθανής νέας επικράτειας με αποτέλεσμα η έκταση της εξάπλωσης των κρισίμων ενδιαιτημάτων του να είναι ευρεία. Η επιλογή ενδιαιτήματος διαφέρει ανάλογα με την ηλικία των πουλιών με τα νεαρά να καλύπτουν πολύ μεγάλες εκτάσεις (910-10.290 km²) αλλάζοντας συνεχώς περιοχή, ενώ για τα ενήλικα η τροφοληψία εκτείνεται σε ακτίνα 10-15km γύρω από τη φωλιά (Brown, 1984). Το γεγονός αυτό έχει αντίκτυπο στην κατά ηλικία θνησιμότητα αφού μέχρι την ενηλικίωση τα νεαρά και ανώριμα άτομα κυκλοφορούν σε τεράστιες εκτάσεις και είναι εκτεθειμένα σε πολλές απειλές. Ως εκ τούτου, οι ζώνες ευαισθησίας για το είδος διαφέρουν ανάλογα με την ηλικιακή βαθμίδα στην οποία βρίσκεται και αυτός ο παράγοντας κρίνεται σημαντικός να λαμβάνεται υπόψιν στον σχεδιασμό ΑΣΠΗΕ πλησίον θέσεων φωλεοποίησης του είδους.

Απειλές

Βάσει του προσφάτως κατατεθειμένου Σχεδίου Δράσης για του Γύπες στην Ελλάδα, οι κύριες απειλές για το είδος κατά σειρά κρισιμότητας είναι οι εξής: παράνομη χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων (κρίσιμη), ανεπάρκεια τροφής (υψηλή), ηλεκτροπληξία και πρόσκρουση σε υποδομές παραγωγής και μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος (υψηλή), πρόσκρουση σε ανεμογεννήτριες (υψηλή), υποβάθμιση ενδιαιτήματος αναπαραγωγής (υψηλή) υποβάθμιση ενδιαιτήματος τροφοληψίας (υψηλή), μικρό πληθυσμιακό μέγεθος-χαμηλή γενετική ποικιλότητα (υψηλή), όχληση στις θέσεις αναπαραγωγής (μεσαία), κτηνιατρικά σκευάσματα (χαμηλή), άμεση καταδίωξη με όπλα/ θανάτωση από τον άνθρωπο (χαμηλή), εμπόριο και ταρίχευση (χαμηλή).

Βιβλιογραφία

- BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. BirdLife International, 1–172.
[https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern Low.pdf](https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European%20Birds%20of%20Conservation%20Concern%20Low.pdf)
- Brown, C.J. 1984. Foraging and home range in the Bearded vulture. Proc. 2. Symp. African Predatory Birds 83: 45-46.
- Brown, C.J. 1988. A study of the Bearded vulture in Southern Africa. Unpubl. Ph.D. Thesis. University of Natal.
- Brown, C.J. 1989. A comparison of some morphometric characteristics of the Bearded vulture *Gypaetus barbatus* with other large African raptors. Vulture news 22: 21-27.
- Cramp, S. and Simmons, K.E.L. (1980) The Birds of the Western Palearctic. Vol. II, Oxford University Press, Oxford.
- Donázar, J. A., Hiraldo, F. J. & J. Bustamante 1993. Factors influencing nest selection, breeding density and breeding success in Bearded vulture (*Gypaetus barbatus*). Journal of Applied Ecology, 130: 504-514.
- Ferguson-Lees, J. & Christie, D.A. (2001), Raptors of the world. Houghton Mifflin Company, New York, NY U.S.A.
- Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF–Ελλάδα. Αθήνα.
- Hiraldo, F., Delibes, M. & Calderon, J. 1979. Comments on the taxonomy of the Bearded vulture *Gypaetus barbatus* (Linnaeus, 1758). Bonn. zool. Beitr. 35: 91-95

Margalida, A., Heredia, R., Razin, M., Hernández, M. 2008. Sources of variation in mortality of the Bearded Vulture *Gypaetus barbatus* in Europe

Xirouchakis, S., (rev., 2019). Action Plan for three vulture species: Bearded Vulture (*Gypaetus barbatus*), Griffon Vulture (*Gyps fulvus*), Cinereous Vulture (*Aegypius monachus*). LIFE-IP 4 NATURA Project: Integrated actions for the conservation and management of Natura 2000 sites, species, habitats and ecosystems in Greece (LIFE16 IPE/GR/000002). Deliverable Action A.1. Hellenic Ornithological Society, Athens, 180 pages. & 6 Annexes.

Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας . Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

5. Χρυσαιτός (*Aquila chrysaetos*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Το είδος απαντάται σε ορεινές περιοχές με βραχώδεις εξάρσεις, όπου και φωλιάζει (Handrinos & Akriotis, 1997). Προτιμά ανοιχτές εκτάσεις με χαμηλή βλάστηση και αποφεύγει τα δάση, αν και ενδέχεται να ζει και σε δασικές εκτάσεις, χρησιμοποιώντας τα διάκενα για ανεύρεση τροφής (Adamakopoulos et al., 1995). Απαντάται κυρίως σε ορεινές και ημιορεινές περιοχές, ενώ το καλοκαίρι παρατηρείται συχνά στην αλπική ζώνη (Xirouchakis, 2001).

Θέσεις φωλεοποίησης

Φωλιάζει κυρίως σε βράχια σε υψόμετρο 800-2000m, αλλά ενίοτε (πχ στη Δαδιά) μπορεί να παρατηρηθεί να φωλιάζει ακόμη και σε συστάδες δέντρων.

Εξάπλωση

Ο χρυσαιτός είναι ένας από τους πιο ευρύτατα διαδεδομένους αετούς στον κόσμο. Απαντάται κυρίως στο Βόρειο Ημισφαίριο (οικοζώνες: Παλαιαρκτική, Αφροτροπική, Ινδομαλαϊκή και Νεαρκτική) με 9300-12300 ζευγάρια στην Ευρώπη και 50000-100000 ζευγάρια στον κόσμο παρουσιάζοντας αυξητική τάση.

Στην Ελλάδα, μέχρι τη δεκαετία του '60 ο χρυσαιτός είχε ευρεία κατανομή σε όλα σχεδόν τα βουνά της ηπειρωτικής Ελλάδας και σε αρκετά νησιά. Η σημερινή του κατανομή περιορίζεται σε ορισμένες ορεινές και ημιορεινές περιοχές της Θράκης και της Μακεδονίας, στην οροσειρά της Πίνδου μέχρι και τη Στερεά Ελλάδα, καθώς και σε ελάχιστες πλέον θέσεις της Πελοποννήσου, χωρίς να είναι γνωστός ο ακριβής αριθμός του σημερινού πληθυσμού του. Παρ'όλα αυτά, ο πληθυσμός του είδους συνολικά τη δεκαετία του 1980 εκτιμόταν μεταξύ 120-200 ή 146-183 ζευγάρια και 60-80 ζευγάρια τη δεκαετία του 1990 (Handrinos, 1987; Hallmann, 1989; Hallmann, 1996). Στην Κρήτη, που είναι ο μόνος νησιωτικός πληθυσμός στην Ελλάδα σήμερα, ο πληθυσμός του είδους εκτιμόταν στα 6 περίπου ζευγάρια τη δεκαετία του 1970 (Hallmann, 1989) ενώ στην πιο πρόσφατη δημοσίευση για τα πληθυσμιακά στοιχεία του είδους στο νησί, ο πληθυσμός του εκτιμήθηκε στα 16 ζευγάρια με περίπου 60 άτομα (Xirouchakis 2001).

Κατάσταση διατήρησης

-Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: Μειωμένου Ενδιαφέροντος (Least Concern-LC)

-Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/EK

-Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Κινδυνεύον (Endangered-EN)

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Το είδος έχει αποδεδειγμένα υψηλή ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες όπως φαίνεται κυρίως από τις έρευνες των Smallwood και Thelander στις ΗΠΑ, με την ετήσια θνησιμότητα του είδους λόγω πρόσκρουσης σε ανεμογεννήτριες σε συγκεκριμένο ΑΣΠΗΕ που μελετήθηκε από τους ερευνητές να είναι 67 άτομα ετησίως (Smallwood & Thelander, 2003). Λόγω της ευαισθησίας του συγκεκριμένου είδους, στις ΗΠΑ προτείνεται συχνά από ειδικούς της Υπηρεσίας Άγριας ζωής η λήψη ειδικής άδειας (“eagle permit”) και διαφόρων μέτρων μετριασμού από τις εταιρείες ανάπτυξης αιολικών σταθμών για μείωση του κινδύνου επιρροής του πληθυσμού του είδους (McClure et al., 2018).

Παράλληλα, στην Ευρώπη, και πιο συγκεκριμένα στις Μεσογειακές περιοχές έχει δειχθεί η πιθανότητα πρόκλησης απειλής για τη δυναμική του είδους από την εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ (Carrete et al., 2009), ενώ ταυτόχρονα έχει δειχθεί ότι ο κατάλληλος σχεδιασμός και η σωστή χωροθέτηση σε περιοχές μακριά από τις επικράτειες του είδους μπορεί να μειώσει σημαντικά την πιθανότητα δυσμενών επιπτώσεων στους πληθυσμούς του είδους (de Lucas et al. 2008; Carrete et al., 2009; Sidiropoulos et al., 2016).

Απειλές

Οι κύριες απειλές είναι η λαθροθηρία, η καταστροφή των βιοτόπων του μέσω της διάνοιξης δρόμων, οικιστικής επέκτασης, δημιουργίας λατομείων, ενώ πιθανή αιτία αποτελεί σε ορισμένες περιπτώσεις, ή έλλειψη τροφής. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 2016 από τους Sidiropoulos *et al.*, βρέθηκε πως για την περιοχή μελέτης η κύρια απειλή για το είδος ήταν η παράνομη δηλητηρίαση (>60% της θνησιμότητας), ενώ ακολούθησε η ηλεκτροπληξία καθώς και 1 περιστατικό πρόσκρουσης ατόμου χρυσαετού σε ανεμογεννήτρια (Sidiropoulos et al., 2016).

Βιβλιογραφία

- Adamakopoulos, T., Gatzoyannis, S. and Poirazidis, K. (eds). (1995). Specific Environmental Study of the Dadia Forest. Volumes A, B and C. – WWF Greece, Athens. (In Greek.)
- BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. BirdLife International, 1–172.
<https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern Low.pdf>
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Benítez, J. R., Lobón, M., & Donázar, J. A. (2009). Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological Conservation*, 142(12), 2954–2961. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.07.027>

- De Lucas, M., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P., & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, 45(6), 1695–1703. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01549.x>
- Hallmann B. 1989. Status and distribution of the Aquila in Greece. *Biol. Gallo-hellenica* 15: 171-176
- Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF–Ελλάδα. Αθήνα.
- Handrinos G. 1987. The Golden Eagle in Greece. *Actes 1er Coll. Intern. Aigle Royal en Europe*, Arvieux, June 1986 : 18-22
- Handrinos G. & Akriotis T. (1997). *The Birds of Greece*. Helm- A & C Black ltd., London.
- McClure, C. J. W., Westrip, J. R. S., Johnson, J. A., Schulwitz, S. E., Virani, M. Z., Davies, R., Symes, A., Wheatley, H., Thorstrom, R., Amar, A., Buij, R., Jones, V. R., Williams, N. P., Buechley, E. R., & Butchart, S. H. M. (2018). State of the world's raptors: Distributions, threats, and conservation recommendations. *Biological Conservation*, 227(September), 390–402. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2018.08.012>
- Sidiropoulos, L., Vasilakis, D., Kret, E., & Ntemiri, K. (2016). Preliminary assessment of the effects of wind farm development on Golden Eagle (*Aquila chrysaetos*) territories in N Greece. *8th Hellenic Ecological Society Congress*, 2015.
- Smallwood, K. S., & Thelander, C. (2008). Bird Mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area, California. *Journal of Wildlife Management*, 72(1), 215–223. <https://doi.org/10.2193/2007-032>
- Xirouchakis, S. (2001). The Golden Eagle *Aquila chrysaetos* in Crete. Distribution, population status and conservation problems. *Avocetta* N0 25 (2): 275-281 (2001)
- Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. (2009). Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας . Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

6. Σπιζαετός (*Aquila fasciata*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Ο Σπιζαετός συχνάζει κυρίως σε ξηρές, ορεινές περιοχές με βράχια και χαμηλή δασική κάλυψη, αλλά εκτός αναπαραγωγικής περιόδου μπορεί να βρεθεί ακόμη και σε υγροτόπους (δέλτα ποταμών, τενάγη και μικρές λίμνες).

Θέσεις φωλεοποίησης

Οι φωλιές του είδους βρίσκονται κυρίως σε βράχια ή ορθοπλαγιές, σπάνια σε δέντρα, ενώ σε μία συγκεκριμένη επικράτεια ενδέχεται να έχουν κατασκευαστεί πάνω από μία φωλιές (πχ 2 ή 3) οι οποίες χρησιμοποιούνται διαδοχικά ανά έτος.

Εξάπλωση

Αποτελεί χαρακτηριστικό είδος αετού των μεσογειακών οικοσυστημάτων με Παλαιαρκτική και Ινδομαλαισιακή κατανομή, που εκτείνεται από την Ιβηρική Χερσόνησο ως τη Μέση Ανατολή, την Ινδία, την Ινδοκίνα, ενώ ένας απομονωμένος πληθυσμός του είδους έχει βρεθεί και στα νησιά Sundas της Ινδονησίας.

Στην Ελλάδα, το είδος εξαπλώνεται πλέον κυρίως σε νησιωτικές περιοχές κι έτσι αποτελεί το χαρακτηριστικότερο αετό των νησιών. Σύμφωνα με την τελευταία ολοκληρωμένη και δημοσιευμένη αναφορά για την κατάσταση του είδους, ο πληθυσμός τους εκτιμάται σε 100-140 ζεύγη με τις περιοχές της Κρήτης, τα νησιά του Αιγαίου και της νότιας Πελοποννήσου να φιλοξενούν το μεγαλύτερο ποσοστό (Bourdakis & Xirouchakis, 2008).

Ο Ευρωπαϊκός πληθυσμός του είδους εκτιμάται πως είναι 1100-1200 ζευγάρια, το μεγαλύτερο ποσοστό των οποίων (περίπου 80%) συναντάται στην Ιβηρική Χερσόνησο (Hernández-Matías *et al.*, 2010).

Κατάσταση διατήρησης

-Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: Μειωμένου Ενδιαφέροντος (Least Concern-LC)

-Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: SPEC 3/ Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/ΕΚ

-Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Τρωτό (Vulnerable-VU)

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Αντίστοιχα με τον χρυσαετό, έχει δειχθεί από τους ερευνητές de Lucas *et al.* και Carrete *et al.* η υψηλή πιθανότητα πρόσκρουσης του είδους με ανεμογεννήτριες ενώ η ορθή χωροθέτηση προτείνεται ως ο κατάλληλος τρόπος μετριασμού των

επιπτώσεων της ανάπτυξης ΑΣΠΗΕ στο είδος (de Lucas *et al.*, 2008; Carrete *et al.*, 2009).

Απειλές

Η μεγάλη μείωση του πληθυσμού και της κατανομής του *A. fasciata* συνολικά οφείλεται στην μειωμένη γονιμότητα του είδους και κυρίως στην αυξημένη θνησιμότητα ενήλικων και αναπαραγωγικά ανώριμων ατόμων (Real & Mañosa 1997, Carrete *et al.* 2002, Soutullo *et al.* 2008) κυρίως από ηλεκτροπληξία μέσω επαφής με ηλεκτροφόρα καλώδια (Hernández-Matías *et al.*, 2011). Άλλοι παράγοντες όπως η μείωση της διαθέσιμης τροφής (Real, 199; Ontiveros *et al.*, 2004) και ο ανταγωνισμός με συγγενικά είδη όπως ο βασιλαετός *Aquila chrysaetos* επίσης επηρεάζουν αρνητικά τους πληθυσμούς του *Aquila fasciata* (Fernández & Insausti, 1990; López *et al.*, 2004; Carrete *et al.*, 2006).

Βιβλιογραφία

- BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. BirdLife International, 1–172.
<https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern Low.pdf>
- Bourdakis, S. and Xirouchakis, S. M. (2008) ‘The Bonelli ’ s eagle (*Hieraetus fasciatus*) in Greece’, *Natural History*, vol. 2, pp. 1–6.
- Carrete, M., Sánchez-Zapata, J. A., Benítez, J. R., Lobón, M., & Donázar, J. A. (2009). Large scale risk-assessment of wind-farms on population viability of a globally endangered long-lived raptor. *Biological Conservation*, 142(12), 2954–2961. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.07.027>
- De Lucas, M., Janss, G. F. E., Whitfield, D. P., & Ferrer, M. (2008). Collision fatality of raptors in wind farms does not depend on raptor abundance. *Journal of Applied Ecology*, 45(6), 1695–1703. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2008.01549.x>
- Fernández, C. & Insausti, J.A. 1990. Golden Eagles take up territories abandoned by Bonelli’s Eagles. *J. Raptor Res.* 24: 124–125.
- Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF–Ελλάδα. Αθήνα.
- Hernández-Matías, A., Real, J., Parés, F. and Pradel, R. (2015) ‘Electrocution threatens the viability of populations of the endangered Bonelli’s eagle (*Aquila fasciata*) in Southern Europe’, *Biological Conservation*, Elsevier B.V., vol. 191, pp. 110–116 [Online]. DOI: 10.1016/j.biocon.2015.06.028.

- López - López, P., García-Ripollès, C., García- López, F., Aguilar, J.M. & Verdejo, J. 2004. Patroń de distribucioń del a'guila real *Aquila chrysaetos* y del a'guila-azor perdicera *Hieraetus fasciatus* en la provincia de Castellóń. *Ardeola* 51: 275–283.
- Ontiveros, D. and Pleguezuelos, J. (2003) 'Physical, environmental and human factors influencing productivity in Bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* in Granada (SE Spain)', *Biodiversity and Conservation*, vol. 12, no. 6, pp. 1193–1203 [Online]. DOI: 10.1023/A:1023056102216.
- Real, J., Grande, J. M., Mańosa, S. and Sánchez-Zapata, J. A. (2001) 'Causes of death in different areas for bonelli's eagle *Hieraetus fasciatus* in Spain', *Bird Study*, vol. 48, no. 2, pp. 221–228 [Online]. DOI: 10.1080/00063650109461221.
- Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. (2009). Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας . Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

7. Κραυγαετός (*Clanga pomarina*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Είναι δασόβιο αρπακτικό που προτιμά περιοχές στα δασοόρια, με εδάφη πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία και μακριά από την ανθρώπινη παρουσία. Στην Ελλάδα, ο κραυγαετός θεωρείται αετός με αρκετά εξειδικευμένο οικοσύστημα. Απαντά σε πεδινά και ημι-πεδινά δάση, πάντοτε όμως σε γειτνίαση με υγροτόπους γλυκού νερού, όπου αναζητεί την τροφή του. Ειδικά στο δάσος της Δαδιάς, στην ΒΑ. Ελλάδα, παρατηρείται σχεδόν αποκλειστικά σε ξερά δάση από πεύκα, σε υψόμετρο μεταξύ 100 και 300 μέτρων, ενώ τα δάση φυλλοβόλων συνήθως αποφεύγονται. Όταν κυνηγάει, συχνάζει στα μεγάλα ξέφωτα, δασολίβαδα, χωράφια με διάσπαρτα δένδρα, ή ανοιχτές κοιλάδες με μικρά έλη, ρυάκια και θάμνους

Θέσεις φωλεοποίησης

Η φωλιά κατασκευάζεται στο δάσος, συνήθως στα δασοόρια και όχι τόσο συχνά κοντά σε νερό, όπως κάνει ο πολύ συγγενικός στικταετός. Βρίσκεται πάνω σε δέντρα, σε ύψη που ποικίλλουν από 6-25 μέτρα από το έδαφος, αλλά όχι στην κορυφή τους.

Εξάπλωση

Ο κραυγαετός είναι πλήρως μεταναστευτικό είδος, που απαντά αποκλειστικά στον Παλαιό Κόσμο, (οικοζώνες: Παλαιαρκτική, Ινδομαλαϊκή και Αφροτροπική), ιδιαίτερα στην Κ. και Α. Παλαιαρκτική. Η θερινή ζώνη αναπαραγωγής του έχει τα δυτικά της όρια σε μία γραμμή που ξεκινάει από τη Β. Ελλάδα, τη Σλοβενία, την Ουγγαρία, τη Σλοβακία και την Πολωνία και, επεκτείνεται ανατολικότερα προς τον Εύξεινο Πόντο, τη Μικρά Ασία, τις χώρες του Καυκάσου και τις δυτικές ακτές της Κασπίας και, βορειότερα στις χώρες της Βαλτικής και την ευρωπαϊκή Ρωσία. Εκεί, η ζώνη διακόπτεται, για να συνεχιστεί στην Ινδία και στις χώρες κοντά στα Ιμαλάια, όπου ο κραυγαετός είναι μόνιμος κάτοικος (επιδημητικός).

Ο παγκόσμιος πληθυσμός του είδους είναι περίπου στα 20000-30000 ζευγάρια και στην Ευρώπη με 16400-22100 ζευγάρια αντίστοιχα και η τάση του πληθυσμού είναι σταθερή.

Για την Ελλάδα, ο κραυγαετός αποτελεί καλοκαιρινό αναπαραγόμενο επισκέπτη (από Απρίλιο μέχρι Σεπτέμβριο). Παλαιότερα φώλιαζε σε όλα τα μακεδονικά δάση, ενώ είχε αναφερθεί και στην Στερεά Ελλάδα (Βιωτία, Ακαρνανία). Σήμερα το είδος ενδέχεται να φωλιάζει στην Κ. (Θεσσαλία, Ήπειρος) και Β. Ελλάδα (Μακεδονία, Θράκη), με σποραδικές εμφανίσεις στα νησιά (Κρήτη, Ν. Πελοπόννησος), κατά την φθινοπωρινή μετανάστευση, σε αριθμούς που μειώνονται

συνεχώς. Ο αναπαραγόμενος πληθυσμός είναι μόλις 67-90 ζευγάρια με μειωτικές τάσεις (Handrinos).

Κατάσταση διατήρησης

-Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: (Least Concern-LC)

-Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/EK

-Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Κινδυνεύον (Endangered-EN)

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Το είδος, λόγω της κατάστασης διατήρησής του στη χώρα, και βεβαίως λόγω των χαρακτηριστικών που καθιστούν όλα τα αρπακτικά είδη πτηνών (μορφολογία, ηθολογία, βιολογία κá) ευαίσθητα στις ανεμογεννήτριες, παρουσιάζει ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες, ενδεχομένως όμως όχι τόσο μεγάλη όσο τα υπόλοιπα είδη. Σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη αρπακτικών παρουσιάζει μικρότερο μέγεθος (Μήκος σώματος 60-64cm, Βάρος 1000-1800 gr) και για την αναζήτηση τροφή διανύει μικρότερες αποστάσεις. Ωστόσο, ήδη στην Ελλάδα, σύμφωνα με κοινό δελτίο τύπου των Φορέων Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών Δέλτα Έβρου και Σαμοθράκης και Εθνικού Πάρκου Δάσους Δαδιάς-Λευκίμης-Σουφλίου, έχουν αναφερθεί περιστατικά θανάτωσης ατόμων κραυγαετών λόγω πρόσκρουσης με ανεμογεννήτριες το 2019, επομένως ο κίνδυνος πρόσκρουσης με ανεμογεννήτριες είναι υπαρκτός και προστίθεται στη λίστα με τις απειλές που αφορούν τη βιωσιμότητα του είδους.

Απειλές

Κύριες απειλές για το είδος αποτελούν η αποψίλωση των πεδινών δασών, η κχέρσωση φυτοφρακτών, η αποξήρανση ελωδών εκτάσεων και η εντατική υλοτομία. Η λαθροθηρία επίσης αποτελεί πρόβλημα, αλλά σε αντίθεση με άλλα είδη αρπακτικών, δεν φαίνεται να είναι αυτή η κύρια αιτία μείωσης του πληθυσμού του. Τοπικά, απειλείται από ανθρώπινες επεμβάσεις στα ενδιαστήματα φωλιάσματος, κυρίως από τη λειτουργία λατομείων και την διάνοιξη δρόμων.

Βιβλιογραφία

Alivizatos, H., Papandropoulos, D., Zogaris, S. (2020) Diet of the Lesser Spotted Eagle (*Clanga pomarina*) in Amvrakikos Wetlands National Park, Greece. *Ecologica Montenegrina*, 30: 68-76 pp.

Bergmanis, U., Petrins, A., Strazds, M. Krams, I. (1997) Possible case of hybridization of the Lesser Spotted Eagle and the Greater in Eastern Latvia. *Putni daba* 6.3: 2-6 (in Latvian with an Engl. summ.).

- BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. BirdLife International, 1–172.
<https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern Low.pdf>
- European Union Action Plans for 8 Priority Birds Species - Lesser Spotted Eagle (2000) *Aquila pomarina*. population, 75, 18.
- Ferguson-Lees & Christie, D. A. (2001) *Raptors of the world*. Christopher Helm, London
- Hallmann, B. (1986) Status and distribution of the genus *Aquila* in Greece. *Biologia Gallo-hellenica* 15: 171-176 pp.
- Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF–Ελλάδα. Αθήνα.
- Meyburg, B.-U. (1996) Der Schreiadler: Bestandssituation und derzeitiger Stand seiner Erforschung. Pp. 377-387 in: Meyburg, B.-U. & Chancellor, R. D. (eds.) *Eagle Studies*. World Working Group on Birds of Prey: Berlin, London & Paris.
- Vlachos, C. (1989) The ecology of the Lesser Spotted Eagle (*Aquila pomarina*) in Dadia forest, Thrace, Greece. Doctoral theses, Univ. of Thessaloniki.
- Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. (2009). Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας . Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

8. Βασιλαετός (*Aquila heliaca*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Ο βασιλαετός είναι είδος μικρών υψομέτρων που, ωστόσο, έχει «ωθηθεί» σε μεγαλύτερα υψόμετρα στην Ευρώπη, λόγω κυρίως διώξεων και απώλειας ενδιαίτημάτων. Αντίθετα με πολλούς άλλους αετούς, δεν προτιμά τα ορεινά περιβάλλοντα αλλά τους υγροτόπους για την περίοδο της διαχείμασής του.

Στην Ελλάδα, ο βασιλαετός, είναι αρπακτικό των ανοικτών περιοχών χαμηλού υψομέτρου, με μεμονωμένα δένδρα ή συστάδες δένδρων, λιβάδια, ξέφωτα, συχνά στις παρυφές υγροτόπων. Θεωρείται το μοναδικό είδος του γένους *Aquila* που ζει σε πεδινές/ημιπεδινές εκτάσεις.

Θέσεις φωλεοποίησης

Η φωλιά κατασκευάζεται, σε μεμονωμένα φυλλοβόλα δένδρα με αποτέλεσμα να είναι αρκετά εκτεθειμένη. Έτσι, αν βρεθεί κοντά σε πηγή ανθρώπινης όχλησης τότε η θέση φωλεοποίησης εντοπίζεται σε πιο απομονωμένες θέσεις, πιθανότατα μέσα σε δάσος και μακριά από την περιοχή τροφοληψίας του είδους (Hallmann 1996).

Εξάπλωση

Ο βασιλαετός είναι μεταναστευτικό είδος που απαντά αποκλειστικά στον Παλαιό Κόσμο και, συγκεκριμένα, στην ανατολική Παλαιαρκτική. Ο παγκόσμιος πληθυσμός του αριθμεί περίπου 1250-4999 ζευγάρια με μειωτική τάση, ενώ στην Ευρώπη ο πληθυσμός υπολογίζεται περίπου στα 1300-1900 και παρουσιάζει αυξητική τάση. Συγκεκριμένα, για τον ευρωπαϊκό πληθυσμό του είδους, η μείωση εκτιμάται πως ήταν δραματική τις προηγούμενες δεκαετίες με πιθανότατα 1051-1619 αναπαραγωγικά ζευγάρια το 2000 και 1099-1752 το 2003 (Demerdzhiev *et al.* 2011) με την Ουγγαρία να εμφανίζει το μεγαλύτερο πληθυσμό με 155-165 ζευγάρια το 2012 (Horváth *et al.*, 2012).

Σύμφωνα με εκτιμήσεις, ο πληθυσμός του είδους στην Ελλάδα ήταν 6 και 10 ζευγάρια το 1980-1985 (Hallmann 1986), ενώ το 1986 μόνο δύο ζευγάρια είχαν εντοπιστεί στην περιοχή του Έβρου (Hallmann 1996). Πλέον, το είδος δεν φωλιάζει στη χώρα (Vanylis *et al.*, 2020) και ακόμη και οι παρατηρήσεις τον χειμώνα είναι εξαιρετικά σπάνιες. Συνεχίζει, ωστόσο να φωλιάζει σε μικρούς αριθμούς στα γειτονικά κράτη (Αλβανία, Βουλγαρία, Τουρκία) και αυτό δίνει την ελπίδα ότι, εάν ληφθούν τα απαραίτητα μέτρα, μπορεί να ξαναφωλιάσει. Ήδη, στην περιοχή της Δαδιάς φαίνεται να ωφελείται από την ταϊίστρα για τους γύπες.

Κατάσταση διατήρησης

-Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: Τρωτό (Vulnerable-VU)

-Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: SPEC 1/ Παράρτημα Ι της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/ΕΚ

-Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Κρισίμως Κινδυνεύον (Critically Endangered-CR)

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Ο βασιλαετός είναι από τα πιο μεγαλόσωμα μέλη του γένους *Aquila* με μέσο μήκος σώματος περίπου 74-84cm και μέσο βάρος σώματος 2.45-4.53kg. Είναι είδος αρκετά ευαίσθητο στην ανθρώπινη παρουσία και το καθεστώς προστασίας του στην Ελλάδα (Κρισίμως Κινδυνεύον) καθιστά την οποιαδήποτε πρόσθετη πηγή πιθανής θνησιμότητας απαγορευτική για την βελτίωση της κατάστασης διατήρησης του είδους.

Απειλές

Κύριες απειλές για τη δραματική συρρίκνωση του είδους αποτελεί κυρίως η απώλεια κατάλληλων ενδιαιτημάτων φωλεοποίησης και τροφοληψίας λόγω αλλαγής χρήσης γης (εντατικοποίηση της γεωργίας, αποψίλωση δασών, εκτεταμένη χρήση φυτοφαρμάκων και επακόλουθη μείωση της τοπικής πανίδας συμπεριλαμβανομένων των θηραμάτων του είδους), αλλά και η δευτερογενής δηλητηρίαση λόγω της ρίψης δηλητηριασμένων δολωμάτων από τον άνθρωπο για την εσκεμμένη μείωση των πληθυσμών άγριων θηλαστικών, όπως ο λύκος (Hallmann, 1996).

Βιβλιογραφία

BirdLife International. (2017). European bird populations , trends and national responsibilities. BirdLife International, 1–172.

[https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European Birds of Conservation Concern Low.pdf](https://www.birdlife.org/sites/default/files/attachments/European%20Birds%20of%20Conservation%20Concern%20Low.pdf)

Demerdzhiev, D., Horváth, M., Kovács, A., Stoychev, S., & Karyakin, I. (2011). Status and population trend of the eastern imperial eagle (*Aquila heliaca*) in Europe in the period 2000–2010. *Acta zoologica Bulgarica Supplementum*, 3, 5-14.

Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF–Ελλάδα. Αθήνα.

Hallmann, B. (1996). The decline of the Imperial Eagle *Aquila heliaca* in Greece. *Eagle Studies*, 439-442.

- Hallmann, B. 1986. Raptor Surveys Greece 1980-85. Report, IUCN/WWF Project 1921.
- Heredia, B. (1996) International action plan for the Imperial Eagle (*Aquila heliaca*). Globally Threatened Birds of Europe: Action Plans. Council of Europe Publishing.
- Horváth, M., Bagyura, J., Fatér, I., Firmánszky, G., Juhász, T., Klébert, A., Pongrácz, Á., Prommer, M. Szelényi, B., Vácz, M., (2012) A Parlaxisas-védelmi és Mérgezés-megel" ozési Munkacsoportok 2012. évi beszámolója. *Heliaca* 10: 6-11 pp.
- Sakoulis, A., Bourdakis, S., Hallmann, B., & Alizivatos, H. (1997). The status of the Imperial Eagle (*Aquila heliaca*) in Greece. Hellenic Ornithological Society, Athens, 1-23 pp.
- Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. (2009). Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας . Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία.

9. Θαλασσαετός (*Haliaeetus albicilla*)

Ενδιαίτημα-Οικολογία

Ο θαλασσαετός είναι αρπακτικό πτηνό άρρηκτα συνδεδεμένο με το υδάτινο στοιχείο και, έτσι, μπορεί να βρεθεί σε πολλούς και ποικίλους υγροτόπους, κυρίως σε μεγάλες λίμνες και ποτάμια στα πεδινά, αλλά μπορεί να φθάσει έως τα 5.000 μ. Στις ακτές, απαντά στις κάθετες ορθοπλαγιές αλλά και στα παράκτια νησιά και, ειδικά τον χειμώνα, στις εκβολές ποταμών και πεδινούς βάλτους. Επίσης, σε περιοχές με έντονη αλιευτική δραστηριότητα εκ μέρους του ανθρώπου (π.χ. στην Ιαπωνία), αλλά και ιχθυοκαλλιέργειες ή σχετικές εγκαταστάσεις, όπου υπάρχει προσβασιμότητα σε «εύκολη» τροφή.

Θέσεις φωλεοποίησης

Φωλιάζει κυρίως σε δέντρα που βρίσκονται σε γενικές γραμμές κοντά σε νερό. Στην Ελλάδα το είδος δεν είναι σίγουρο αν φωλιάζει πλέον, αλλά οι παραδοσιακές περιοχές φωλεοποίησής του είναι κοντά σε ενδιαιτήματα γλυκού, υφάλμυρου και αλμυρού νερού, πάντοτε χαμηλού υψομέτρου, κυρίως σε πεύκα κοντά σε ποτάμια, αλλά και σε μικτά δάση με φυλλοβόλα και αειθαλή δέντρα και συνήθως μακριά από πηγές ανθρώπινης όχλησης.

Εξάπλωση

Ο θαλασσαετός έχει ευρύτατη κατανομή απαντώντας στην Ευρασία και ένα τμήμα της Γροιλανδίας, είτε ως επιδημητικό πτηνό, είτε ως καλοκαιρινός ή χειμερινός επισκέπτης. Ο παγκόσμιος πληθυσμός του παρουσιάζει αυξητική τάση με 10000-25000 ζευγάρια περίπου, ενώ στην Ευρώπη όπου το είδος παρουσιάζει επίσης αυξητική τάση, ο αριθμός των ζευγαριών υπολογίζεται περίπου στα 9000-123000.

Στην Ελλάδα, αντίθετα, το είδος έχει υποστεί δραματική μείωση τις προηγούμενες δεκαετίες και ήταν στα πρόθυρα της εξαφάνισης ήδη από τη δεκαετία του '80. Τα τελευταία αναπαραγωγικά ζευγάρια του είδους εντοπίζονταν στους νομούς Έβρου (13 ζευγάρια καταγεγραμμένα το 1972 και μόλις 2 το 1989), Ροδόπης (λίμνη Βιστωνίδα) , Καβάλας (τελευταία καταγραφή αναπαραγωγικού ζευγαριού το 1994), Σερρών (το τελευταίο ζευγάρι της Λίμνης Κερκίνης δεν φάνηκε να αναπαράχθηκε από το 1979 και μετά ή πραγματοποίησε μόνο μερικές αποτυχημένες προσπάθειες) και Άρτας (άγνωστο μέχρι τότε το είδος φώλιαζε στον Αμβρακικό κόλπο) (Hallmann, 1996).

Κατάσταση διατήρησης

-Κατηγορία κινδύνου στον κόσμο: Μειωμένου Ενδιαφέροντος (Least Concern-LC)

-Κατηγορία κινδύνου στην Ευρώπη: Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πτηνά 2009/147/ΕΚ

-Κατηγορία κινδύνου στην Ελλάδα: Κρισίμως Κινδυνεύον (Critically Endangered-CR)

Ευαισθησία στις ανεμογεννήτριες

Ο θαλασσαετός είναι ένα είδος για το οποίο υπάρχουν ήδη καταγεγραμμένοι θάνατοι λόγω πρόσκρουσης σε ανεμογεννήτριες, όπως για παράδειγμα 78 θάνατοι που αναφέρονται επισήμως για τη Γερμανία (Hötker, 2017). Επίσης, με βάση μελέτη των Heuck *et al.* (2019) πάνω σε μοντέλο κινδύνου πρόσκρουσης (CRM), οι ανεμογεννήτριες προκαλούν δυνάμιστα μεγάλες αυξήσεις στον κίνδυνο θνησιμότητας λόγω πρόσκρουσης όταν αυτές εντοπίζονται σε ενδιαιτήματα υψηλής ποιότητας για το είδος (Heuck *et al.*, 2019).

Απειλές

Απειλείται κυρίως από την υποβάθμιση των υγρότοπων και πεδινών δασών καθώς και από τη λαθροθηρία, τα δηλητηριασμένα δολώματα, τη μόλυβδίαση από τα σκάγια και, ίσως, τη δηλητηρίαση από βαρέα μέταλλα κ.ά. Είναι είδος ιδιαίτερα ευαίσθητο στις ενοχλήσεις κατά την περίοδο του φωλιάσματος, περίοδο κατά την οποία πιθανόν αντιμετωπίζει και προβλήματα έλλειψης τροφής, φαινόμενο που εξηγεί και τη χαμηλή αναπαραγωγική επιτυχία του είδους στην Ελλάδα σήμερα (Legakis & Maragou, 2009).

Βιβλιογραφία

Hallmann, B. (1996). Τα Απειλούμενα Αρπακτικά Πουλιά της Ελλάδας, η 11η ώρα για 10 είδη. Τεχνική Αναφορά. WWF-Ελλάδα. Αθήνα.

Heuck, C., Herrmann, C., Levers, C., Leitão, P. J., Krone, O., Brandl, R., & Albrecht, J. (2019). Wind turbines in high quality habitat cause disproportionate increases in collision mortality of the white-tailed eagle. *Biological Conservation*, 236, 44–51. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.05.018>

Hötker, H. (2017). Birds of Prey and Wind Farms. In *Birds of Prey and Wind Farms*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-53402-2>

Παράρτημα 2

Κριτήρια βαθμολόγησης της ευαισθησίας των ειδών στις ανεμογεννήτριες (Species Sensitivity Factors)

1. Παράγοντες σχετιζόμενοι με το καθεστώς προστασίας των ειδών (Conservation Risk Factors)

| | Conservation Risk Factors | | | | |
|--------------------|---------------------------|----------|------|------|----------|
| Sensitivity Scores | Annex I | EU SPEC | IUCN | GRDB | % Flyway |
| Score 4 | Yes | SPEC 1 | CR | CR | >50% |
| Score 3 | | SPEC 2 | EN | EN | 26-50% |
| Score 2 | | SPEC 3 | VU | VU | 11-25% |
| Score 1 | | | NT | NT | 1-10% |
| Score 0 | No | Non-Spec | LC | LC | <1% |

2. Παράγοντες σχετιζόμενοι με τις πτητικές ικανότητες των ειδών (Flight Risk Factors)

| | Flight Risk Factors | | | | | | | |
|--------------------|---------------------|----------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|--------------|---------------|
| Sensitivity Scores | Adult survival | Manoeurability | Soaring | Predator | Ranging behaviour | Flocking | Nocturnal | Aerial Dsplay |
| Score 4 | 85-100% | Very Low | Always | | Very wide range | | Act at night | |
| Score 3 | 70-85% | Low | Usually | Highly | Long, daily commuter | | | |
| Score 2 | 60-70% | Medium | Regularly | | Wide | Always | Crepuscular | Frequent |
| Score 1 | 50-60% | High | Sometimes | Partially | Local movements | Sometimes | | Occasional |
| Score 0 | | Very high | Never | Never | Sedentary | Never | Diurnal | Never |

3. Παράγοντες σχετιζόμενοι τον/τους οικότοπο/ους των ειδών (Habitat Risk Factors)

| | Habitat Risk Factors | | | | |
|--------------------|----------------------|---------------|----------------------|-------------------|--------------------------|
| Sensitivity Scores | Distribution | Site fidelity | Habitat availability | Habitat selection | Displacement sensitivity |
| Score 4 | Very limited | High | Low | Open | High |
| Score 3 | Limited | | | | High-Medium |
| Score 2 | Localised | Med | Med | Semi-open | Medium |
| Score 1 | Wide | | | | Medium-Low |
| Score 0 | Very wide | Low | High | Closed | Low |

