

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΒΙΟΛΟΓΙΑ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΧΕΡΣΑΙΩΝ ΚΑΙ ΘΑΛΑΣΣΙΩΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ

*Εκτίμηση των επιπτώσεων των Αιολικών Σταθμών Παραγωγής
Ηλεκτρικής Ενέργειας στους γύπες*

Μεταπτυχιακή Διατριβή

Ευθυμία Αρμένη

ΗΡΑΚΛΕΙΟ

2012

Επιβλέποντες καθηγητές

ΜΩΥΣΗΣ ΜΥΛΩΝΑΣ, Καθηγητής του Τμήματος Βιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης

ΚΩΣΤΑΝΤΙΑ ΛΥΚΑ, Επίκουρος Καθηγήτρια του Τμήματος Βιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης

ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΠΟΥΛΑΚΑΚΗΣ, Επίκουρος Καθηγητής του Τμήματος Βιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης

*Δε μπορούμε να λύσουμε ένα πρόβλημα
σκεπτόμενοι με τον ίδιο τρόπο που
σκεφτόμασταν όταν το δημιουργήσαμε*
Albert Einstein

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	7
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	8
ABSTRACT	10
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	11
1.1 Αιολικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ).....	12
1.2 Υβριδικοί σταθμοί	13
1.3 Διαδικασία αδειοδότησης.....	14
Στρατηγικές Επενδύσεις (fast track).....	15
1.4 Κατανομή, βιολογία και οικολογία του Όρνιου (<i>Gyps fulvus</i>)	16
Πτητική συμπεριφορά και διατροφή	16
Θέσεις δραστηριότητας.....	18
Αναπαραγωγή.....	22
Δυναμική του πληθυσμού	23
1.5 Οι επιπτώσεις των ΑΣΠΗΕ στην ορνιθοπανίδα.....	23
Άμεση απώλεια βιοτόπου	25
Όχληση.....	25
Πρόσκρουση με τις Α/Γ.....	27
2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	31
3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	32
3.1 Περιοχή μελέτης.....	32
3.2 Εργασία πεδίου	32
3.3 Χωρική αποτύπωση ΑΣΠΗΕ.....	33
3.4 Κίνδυνος πρόσκρουσης.....	35
Ο αριθμός των επικίνδυνων πτήσεων εντός του ΑΣΠΗΕ (Στάδιο 1)	38
Η πιθανότητα πρόσκρουσης (Στάδιο 2)	40
3.5 Υπολογισμός της ετήσιας θνησιμότητας.....	42
4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ	48
4.1 Μέγεθος πληθυσμού.....	48
Περιοχές προτεραιότητας	49
Άμεση απώλεια βιοτόπου	53
4.2 Θνησιμότητα.....	54

4.3	Ρυθμός αύξησης του πληθυσμού	59
4.4	Παράμετροι μοντέλου πρόσκρουσης – Προτάσεις βελτιστοποίησης	63
	Έρευνα πεδίου- συλλογή δεδομένων	64
	Βαθμός αποφυγής.....	65
	Πτητική συμπεριφορά.....	66
5.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ.....	68
6.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	71
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	77
	Περιοχές Εδικής Προστασίας	77
	Δίκτυο Natura 2000	77
	Νομοθεσία Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τις Προστατευόμενες περιοχές.....	78
	Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.....	79

Εικόνα 1 Στοιχεία που απαρτίζουν έναν ΑΣΠΗΕ	12
Εικόνα 2 Πτητική συμπεριφορά όρνιου κατά τη διάρκεια αναζήτησης τροφής.....	18
Εικόνα 3 Κατανομή του όρνιου (<i>Gyps fulvus</i>) στη Κρήτη σε χάρτη με πλέγμα των 25 km ² . ..	20
Εικόνα 4 Εποχική κατανομή του όρνιου (<i>Gyps fulvus</i>) στη Κρήτη (σκίαση από το χειμώνα: 0-1 μέχρι το καλοκαίρι: 1-7)	21
Εικόνα 5 Απεικόνιση των αποικιών σύμφωνα με τον αριθμό των όρνιων ανά αποικία	21
Εικόνα 6 Το οπτικό πεδίο του ανθρώπου και του λευκού πελαργού (<i>Ciconia ciconia</i>)	28
Εικόνα 7 Το οπτικό πεδίο του όρνιου	29
Εικόνα 8 Χωρική αποτύπωση των αιτήσεων ΑΣΠΗΕ στο ArcGIS 9.3)	34
Εικόνα 9 Χωρική αποτύπωση των αιτήσεων με πλέγμα 25 km ²	36
Εικόνα 10 Παράδειγμα επεξεργασίας δεδομένων ανά εικονοστοιχείο. Με κίτρινο χρώμα φαίνεται το «υπό μελέτη» εικονοστοιχείο (ArcGIS 9.3).	37
Εικόνα 11 Γενικευμένο πρότυπο της πτητικής συμπεριφοράς του όρνιου.....	40
Εικόνα 12 Το μοντέλο πρόσκρουσης (<i>Band model</i> , Band et al. 2005).....	41
Εικόνα 13 Χάρτης της Κρήτης με τις περιοχές Natura 2000.	46
Εικόνα 14 Περιοχές προτεραιότητας με βάση των αριθμού ατόμων ανά αποικία ή κούρνια (καλοκαίρι)	50
Εικόνα 15 Περιοχές προτεραιότητας βάσει του αριθμού ατόμων ανά αποικία ή κούρνια (χειμώνας)	51

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όσους βοήθησαν για τη διεκπεραίωση της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ξεκινώντας από τους επιβλέποντες κ. Μωυσή Μυλωνά, κ. Κωσταντία Λύκα και κ. Νικόλαο Πουλακάκη. Ζωτική ήταν η συνεισφορά του υπεύθυνου ερευνητή Σταύρου Ξηρουχάκη, του κ. John Halley για τη μαθηματική προσέγγιση του θέματος και της Ματίνας Νικολοπούλου για την επεξεργασία των δεδομένων με το πρόγραμμα ArcGIS. Επιπλέον θα ήθελα να αναφερθώ στους συνεργάτες μου στο ορνιθολογικό τμήμα του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης αλλά και όλους όσους εργάζονται στο Μουσείο. Ξεχωριστή αναφορά αξίζει η οικογένεια μου Ασπασία, Χαράλαμπος, Θεοκτίστη και Μαρίνα για τη «χορηγία» και τη συνολικότερη στήριξη τους κατά τη διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εγκατάσταση και η λειτουργία των Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) (μαζί με τα συνοδευτικά έργα· κτιριακές εγκαταστάσεις, διάνοιξη δρόμων, δίκτυα μεταφοράς κ.λ.π.) μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις στη βιοποικιλότητα και κυρίως στην ορνιθοπανίδα. Οι επιπτώσεις της χωροθέτησης διακρίνονται σε άμεσες (πρόσκρουση) και έμμεσες (απώλεια ενδιαιτήματος, φραγμοί μετακίνησης, όχληση κτλ). Από τα μέχρι τώρα δεδομένα τα είδη που φαίνεται να πλήττονται σε μεγαλύτερο βαθμό από τη παρουσία των ανεμογεννητριών είναι αυτά που ανεμοπορούν. Ο αντίκτυπος ακόμα και μίας μικρής αύξησης του ρυθμού θνησιμότητας μπορεί να είναι σημαντικός για είδη με μεγάλο κύκλο ζωής και χαμηλή παραγωγικότητα όπως τα μεγάλα αρπακτικά.

Η Κρήτη έχει κεντρίσει το ενδιαφέρον των εταιρειών που ασχολούνται με τη κατασκευή των ΑΣΠΗΕ εξαιτίας του ότι διαθέτει ισχυρό αιολικό δυναμικό καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου. Στόχος της πτυχιακής εργασίας είναι η εκτίμηση των επιπτώσεων των αιολικών σταθμών στους γύπες και συγκεκριμένα στο πληθυσμό του Όρνιου (*Gyps fulvus*) στο νησί της Κρήτης. Αρχικά πραγματοποιήθηκε η καταγραφή και χωρική αποτύπωση των υφιστάμενων και σχεδιαζόμενων έργων ΑΣΠΗΕ σύμφωνα με τις αιτήσεις που είχαν κατατεθεί στη Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας μέχρι τον Ιανουάριο του 2012 για τη περιοχή της Κρήτης. Εν συνεχεία εκτιμήσαμε τον θεωρητικό κίνδυνο πρόσκρουσης και την αναμενόμενη θνησιμότητα του είδους με βάση τον αριθμό των πτήσεων που πραγματοποιούνται εντός των ορίων του κάθε ΑΣΠΗΕ. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήσαμε ένα ευρέως εφαρμοσμένο μοντέλο επικινδυνότητας πρόσκρουσης (*BAND collision risk model*) το οποίο λαμβάνει υπόψη τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά και τη πτητική συμπεριφορά του είδους που μελετάται, τις διαστάσεις του εκάστοτε ΑΣΠΗΕ και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ανεμογεννητριών. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε με τρόπο που να μπορούμε να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα διαφορετικών υποθέσεων ως προς τις παραμέτρους του μοντέλου πρόσκρουσης και το συνδυασμό των εγκαταστάσεων ΑΣΠΗΕ. Η εργασία πεδίου έλαβε χώρα τους μήνες Φεβρουάριο και Ιούνιο με στόχο να καταμετρηθεί ο συνολικός πληθυσμός του Όρνιου και να εκτιμηθεί η παραγωγικότητα του. Τέλος κατασκευάσαμε καμπύλες αύξησης του πληθυσμού για να ελέγξουμε τη πορεία του από το 1996 έως το 2012.

Οι τιμές θνησιμότητας που προκύπτουν είναι υψηλές για το είδος καθώς προσεγγίζουν τον θεωρητικά ανεκτό αριθμό θανάτων αν και η κατασκευή ενός

πολυπαραγοντικού πληθυσμιακού μοντέλου (Population Viability Analysis) που θα λαμβάνει υπόψη την θνησιμότητα λόγω προσκρούσεων σε Α/Γ κρίνεται απαραίτητη.

ABSTRACT

A wind power plant can be the cause of bird collisions during the installation and operational time. Wind power plants comprise the wind turbines themselves, interconnecting cables, transformer stations, and ancillary infrastructure including access roads. Their impacts on birds could be divided into two categories: direct effects (collision) and indirect (habitat loss, barrier effect, disturbance). Even relatively small increases in mortality rates may be significant for populations of some birds, especially large, long-lived species with generally low annual productivity.

Crete has been characterized as an area with very high wind-energy potential due to its mountainous and rugged terrain and the strong winds that prevail almost throughout the year. The aim of the thesis is the assessment of wind power plants' effects on vultures and specifically on the population of Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) on the island of Crete. Initially, we did the spatial mapping of existing and planned projects of wind power plants according to the requests submitted to Regulatory Authority for Energy for the region of Crete. Secondly we estimated the theoretical collision risk and the expected mortality of the species based on the number of risk flights. For this reason we used a widely applied collision risk model (*BAND*) which takes into account the griffons' morphometric characteristics and volatile behavior as well as the size of each wind power plant and the technical characteristics of wind turbines. The data have been processed in a way that we can make assumptions on the model parameters and the combination of wind power plants' facilities. Field work took place during February and June (2011, 2012) in order to estimate Griffon's population number and its fecundity. Finally we appraised population's rate of increase during 1996-2012.

The estimated mortality rate is considered high for this species since it approaches the theoretically acceptable number of deaths for the cretan griffon population but without taking into account any demographic factors. Population Viability Analysis is an essential next step for the assessment of collisions' effects on the population.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι κοινωνικοοικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις της εξόρυξης, εμπορίας και κατανάλωσης των ορυκτών καυσίμων τόσο στις περιοχές εξόρυξης όσο και στα σημεία μεταφοράς τους οδηγεί αναμφίβολα στο συμπέρασμα ότι πρέπει να αξιοποιηθούν ηπιότερες μορφές ενέργειας σε συνδυασμό όμως με την αλλαγή της καταναλωτικής συμπεριφοράς.

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) είναι οι μη ορυκτές πηγές όπως η αιολική, η θερμική, η παλιρροϊκή, η κυματική, η βιομάζα, η γεωθερμία και τα αέρια που εκλύονται από βιολογικούς καθαρισμούς και από χώρους υγειονομικής ταφής. Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την οδηγία 2001/77/ΕΕ επιδιώκει το 20% των αναγκών της σε ηλεκτρική ενέργεια, να καλύπτεται από εναλλακτικές πηγές μέχρι το 2020. Στην Ελλάδα πάνω από το 50% της ενέργειας που θα προέρχεται από τις ανανεώσιμες πηγές προβλέπεται ότι θα παράγεται από την εκμετάλλευση του ανέμου.

Οι περιορισμοί για την εγκατάσταση των χερσαίων ΑΣΠΗΕ είναι ετερόκλητοι και περιλαμβάνουν την ταχύτητα του αέρα, την αισθητική του τοπίου, την οικολογία, θέματα που σχετίζονται με την πολιτική και τη πολεμική αεροπορία, την υδρολογία, την αρχαιολογία, τις ηλεκτρομαγνητικές μεταδόσεις, την εγγύτητα σε κατοικημένες περιοχές ή ιστορικούς χώρους. Παράλληλα καθώς καλύπτονται πρώτα οι περιοχές με το μεγαλύτερο αιολικό δυναμικό, είναι αναμενόμενο ότι η μέση ισχύς και η αποδοτικότητα των νέων ΑΣΠΗΕ θα μειώνεται με το πέρασμα του χρόνου.

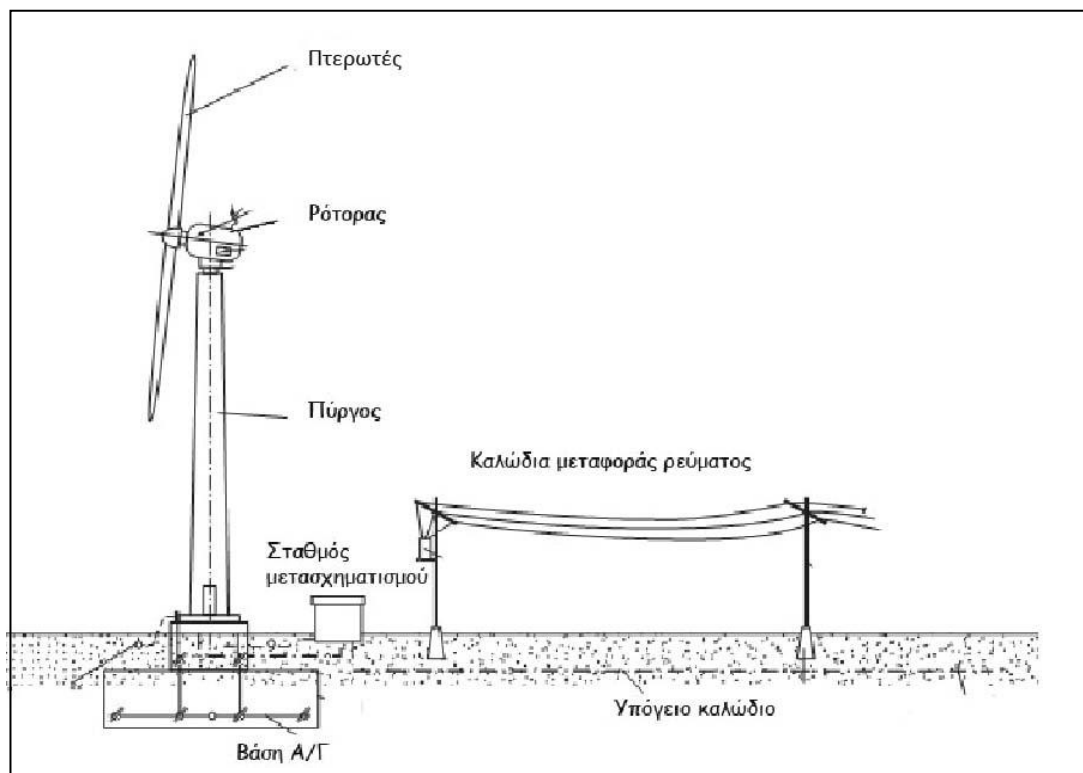
Η αιολική ενέργεια αποτελεί έναν ενεργειακό τομέα ο οποίος μπορεί να συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών των αέριων ρύπων. Παράλληλα όμως αποτελεί μια δραστηριότητα βιομηχανική ως προς τις επιπτώσεις της στη φύση επομένως η εγκατάσταση των Αιολικών Σταθμών Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ) θα πρέπει να γίνεται βάσει χωροταξικού σχεδιασμού ο οποίος θα λαμβάνει υπόψη τη προστασία του περιβάλλοντος καθώς και της άγριας ζωής.

Από αρκετά νωρίς (1980) παρατηρήθηκε ότι η εγκατάσταση και η λειτουργία των αιολικών σταθμών (μαζί με τα συνοδευτικά έργα κτιριακές εγκαταστάσεις, διάνοιξη δρόμων, δίκτυα μεταφοράς ρεύματος κλπ.) μπορεί να έχει αρνητικές επιδράσεις στη βιοποικιλότητα και κυρίως στην ορνιθοπανίδα.

1.1 Αιολικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ)

Ο άνεμος είναι η κίνηση του αέρα που οφείλεται στη διαφορά πίεσης της ατμόσφαιρας η οποία ασκεί μία δύναμη που προκαλεί τη μετακίνηση των αέριων μαζών από μία περιοχή υψηλής σε μία περιοχή χαμηλής πίεσης. Οι διαφορές πίεσης αρχικά προκαλούνται από διαφορές της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της γης και τα πρότυπα ροής τροποποιούνται σύμφωνα με τη τοπογραφία της εκάστοτε περιοχής (ανάγλυφο εδάφους, παρουσία υδάτινων όγκων, βλάστησης κλπ).

Οι ΑΣΠΗΕ απαρτίζονται από τις ανεμογεννήτριες (Α/Γ), τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος, τους μετεωρολογικούς ιστούς, τους σταθμούς μετασχηματισμού (*transformer stations*) και βοηθητικές υποδομές συμπεριλαμβανομένων των δρόμων και σε ορισμένες περιπτώσεις και των κέντρων επισκεπτών που λειτουργούν σε μερικούς σταθμούς (Εικόνα 1).



Εικόνα 1 Στοιχεία που απαρτίζουν έναν ΑΣΠΗΕ (Hau E., 2006)

Οι ανεμογεννήτριες (Α/Γ) μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε μηχανική και μέσω μιας γεννήτριας σε ηλεκτρική. Μία Α/Γ αποτελείται από τον πύργο (*tower*), την άτρακτο/ρότορα (*nacelle*), τις πτερωτές και τη βάση του πυλώνα. Τα πτερύγια της συνδέονται με έναν άξονα υψηλών ταχυτήτων (*high speed shaft*) ο οποίος θέτει τη γεννήτρια σε κίνηση παράγοντας ηλεκτρισμό.

Οι Α/Γ που χρησιμοποιούνται σε χερσαίες εγκαταστάσεις και έχουν ισχύ 3 MW μπορούν να φτάσουν τα 206 m σε ύψος με διάμετρο πτερωτών ίση με 112 m.

Οι θέσεις όπου προτείνεται να κατασκευαστούν οι ΑΣΠΗΕ είναι συνήθως ανοιχτές-ακάλυπτες περιοχές οι οποίες διαθέτουν υψηλό μέσο αιολικό δυναμικό. Αυτό όμως στις περισσότερες περιπτώσεις συνεπάγεται σύμπτωση με περιοχές που χρησιμοποιούν τα πουλιά για αναπαραγωγή, κούρνιασμα ή ως διαδρόμους μετανάστευσης.

Οι επιπτώσεις των ΑΣΠΗΕ στην ορνιθοπανίδα καθορίζονται από ετερογενείς παράγοντες όπως η χωροθέτηση των Α/Γ, το ανάγλυφο της περιοχής, τα είδη που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο χώρο κλπ. Εξαιτίας του μεγάλου αριθμού των εμπλεκόμενων παραγόντων, η αξιολόγηση των επιπτώσεων θα πρέπει να πραγματοποιείται ξεχωριστά για την κάθε αίτηση.

Στην Κρήτη υπάρχουν 3 σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ ισχύος 800 MW και το ύψος της ισχύος των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) που μπορούν να εγκατασταθούν στο νησί είναι το 30-35% της μέγιστης ζήτησης του νησιού. Το 2012 το δίκτυο έχει φτάσει σε σημείο κορεσμού με την ισχύ των ΑΠΕ να φτάνει τα 230 MW.

1.2 Υβριδικοί σταθμοί

Με βάση το υφιστάμενο θεσμικό πλαίσιο, ως υβριδικοί σταθμοί (ΥΒΣ) θεωρούνται σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής με χρήση ΑΠΕ οι οποίοι συνδυάζονται με διατάξεις αποθήκευσης και ανάκτησης της αποθηκευμένης ενέργειας. Η οικονομοτεχνικά βέλτιστη τεχνολογία αποθήκευσης με τα σημερινά δεδομένα είναι η αντλησιοταμίευση σε συνδυασμό με αιολική παραγωγή. Στόχος της συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι η διάθεση της αποθηκευμένης ενέργειας του ΥΒΣ στο σύστημα τις ώρες υψηλού φορτίου υποκαθιστώντας αντίστοιχες συμβατικές μονάδες αιχμής και σύμφωνα με το νόμο έχουν προτεραιότητα ένταξης έναντι των λοιπών συμβατικών μονάδων.

Προκειμένου να διασφαλίζεται η παροχή «εγγυημένης» ισχύος και ενέργειας από τις μονάδες ελεγχόμενης παραγωγής του ΥΒΣ, επιτρέπεται περιορισμένη άντληση από το δίκτυο (δηλαδή με κατανάλωση ενέργειας συμβατικών μονάδων). Η «ελεύθερη» αυτή άντληση πραγματοποιείται τις νυχτερινές ώρες χαμηλού φορτίου, εφόσον είναι απαραίτητη για τη μετέπειτα παροχή της εγγυημένης ισχύος και ενέργειας του ΥΒΣ .

1.3 Διαδικασία αδειοδότησης

Οι διαδικασίες αδειοδότησης των ΑΣΠΗΕ σε χερσαίες εκτάσεις περιγράφονται στη συνέχεια εν συντομία.

Η πρώτη από τις άδειες και τις εγκρίσεις που είναι απαραίτητο να εξασφαλίσει ο επενδυτής που επιθυμεί να δραστηριοποιηθεί στον τομέα της παραγωγής ενέργειας από ΑΣΠΗΕ ισχύος μεγαλύτερης των 100 KW είναι η έκδοση Άδειας Παραγωγής από την Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας (ΡΑΕ).

Μετά τη παροχή της Άδειας Παραγωγής πρέπει να εκδοθεί η απόφαση Έγκρισης Περιβαλλοντικών Όρων (ΕΠΟ) ώστε να προχωρήσει η διαδικασία στο επόμενο στάδιο. Η τελευταία χορηγείται από τη Περιφέρεια στα όρια της οποίας εγκαθίσταται ο σταθμός. Για τη χορήγηση ή μη απόφασης ΕΠΟ η αρμόδια αρχή εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τα προτεινόμενα μέτρα πρόληψης και αποκατάστασης και μεριμνά για την τήρηση των διαδικασιών δημοσιοποίησης.

Η συνέχεια της πορείας της ΕΠΟ διαφοροποιείται ανάλογα με την κατηγορία του έργου και την προτεινόμενη χωροθέτησή του σε υποκατηγορίες (Α1, Α2, Β3, Β4). Ανάλογα με τη κατηγορία όπου ανήκουν οι ΑΠΕ θα πρέπει να κατατεθούν Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΜΠΕ). Τα στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνονται στις ΜΠΕ περιγράφονται στο παράρτημα.

Εφόσον απαιτείται πρέπει να χορηγηθεί Άδεια Επέμβασης σε δάσος ή δασική έκταση και το επόμενο βήμα είναι η έκδοση της Άδειας Εγκατάστασης καθώς η κατασκευή και η λειτουργία κάθε έργου που συνδέεται με τον ΑΣΠΗΕ, συμπεριλαμβανομένων των έργων οδοποιίας και σύνδεσης, έγκειται σε ορισμένους περιορισμούς. Προκειμένου η αδειοδότηση να προχωρήσει στο επόμενο στάδιο προηγείται αυτοψία από τα αρμόδια όργανα όσον αφορά την τήρηση των όρων της Άδειας Εγκατάστασης και έλεγχος από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) για την διασφάλιση των αναγκαίων λειτουργικών και τεχνικών χαρακτηριστικών του εξοπλισμού του σταθμού (ΥΑ.13310, αρθ.15, §3 και αρθ.16). Η Άδεια Λειτουργίας εκδίδεται εντός δεκαπέντε ημερών από την ολοκλήρωση των ανωτέρω ελέγχων, εφόσον αυτοί αποβούν θετικοί (Ν.3468, αρθ.8, §5 και Ν.3734/2009, άρθ.27, §10).

(ΔΕΣΜΗΕ, <http://www.desmie.gr/ape-sithya/adeiodotiki-diadikasia-kodikopoiisi-nomothesias-ape/periechomena/aiolika/>)

Η χωροθέτηση αιολικών εγκαταστάσεων εντός των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) της ορνιθοπανίδας της οδηγίας 79/409/ΕΟΚ επιτρέπεται ύστερα από τη σύνταξη ειδικής ορνιθολογικής μελέτης και σύμφωνα με τις ειδικότερες προϋποθέσεις και περιορισμούς που θα καθορίζονται στην οικεία πράξη έγκρισης περιβαλλοντικών όρων.

Στρατηγικές Επενδύσεις (fast track)

Σύμφωνα με το νόμο 3894/2011 (άρθρο 1), ως «Στρατηγικές Επενδύσεις» ορίζονται «οι παραγωγικές επενδύσεις που έχουν ποσοτικά και ποιοτικά αποτελέσματα σημαντικής έντασης στη συνολική εθνική οικονομία και προωθούν την έξοδο της χώρας από την οικονομική κρίση». Ο στόχος τους είναι η απλούστευση και η επιτάχυνση των διαδικασιών για την περιβαλλοντική αδειοδότηση των εγκαταστάσεων αυτών. Εν ολίγοις σε αυτές τις περιπτώσεις οι ΕΠΟ λαμβάνονται με μορφή Κοινής Υπουργικής Απόφασης και δεν απαιτείται ακρόαση των απόψεων των Υπηρεσιών των Υπουργείων. Επιτρέπονται οι αποκλίσεις από τον ισχύοντα πολεοδομικό κανονισμό και χορηγείται το δικαίωμα χρήσης αιγιαλού, υπεδάφους και παραλίας σε κράτη ή τρίτα πρόσωπα. Επιπλέον προβλέπεται μία ειδική διαδικασία απαλλοτρίωσης γης και παραχώρησης δημόσιων εκτάσεων για την κατασκευή, την επέκταση και τον εκσυγχρονισμό επενδυτικών στρατηγικών. Όμως δε θα πρέπει να παραβλέπουμε το γεγονός ότι όλα αυτά επιτρέπονται μέσα στα πλαίσια ενός ρευστού νομικού περιβάλλοντος.

Η Κρήτη είναι μία περιοχή η οποία έχει προσελκύσει τα βλέμματα των επενδυτών (με κάποιες από τις αιτήσεις να προωθούνται με τη διαδικασία Στρατηγικών Επενδύσεων) επειδή εξαιτίας του ανάγλυφού της διαθέτει ισχυρό αιολικό δυναμικό καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Παράλληλα όμως είναι ένας τόπος σημαντικός για τα μεγάλα αρπακτικά είδη καθώς παρέχει θέσεις φωλιάσματος και άγρια τοπία στα οποία η ανθρώπινη παρουσία δεν είναι έντονη. Συγχρόνως έχει διατηρηθεί η εκτατική κτηνοτροφία με την οποία έχουν συνεξελιχθεί τα πτωματοφάγα αρπακτικά της Μεσογείου. Τα είδη που διαθέτουν αναπαραγωγικό πληθυσμό στο νησί είναι το όρνιο (*Gyps fulvus*) και ο γυπαετός (*Gypaetus barbatus*) με τον τελευταίο να αποτελεί τον μοναδικό αναπαραγωγικό πληθυσμό γυπαετού στα Βαλκάνια ενώ φιλοξενεί το 80% του πληθυσμού των όρνιων που διαβιώνουν στην Ελλάδα. Επομένως είναι πρόδηλη η ανάγκη ολοκληρωμένου σχεδιασμού της χωροθέτησης των ΑΣΠΗΕ προκειμένου να συνυπάρξουν με την ορνιθοπανίδα.

1.4 Κατανομή, βιολογία και οικολογία του Όρνιου (*Gyps fulvus*)

Οι γύπες αποτελούν μία ομάδα αρπακτικών πουλιών τα οποία δε θηρεύουν τη λεία τους αλλά τρέφονται σχεδόν αποκλειστικά με νεκρά ζώα. Στην Ευρώπη συναντώνται τέσσερα είδη τα οποία ανήκουν στην οικογένεια των Αετιϊδών (*Accipitridae*): ο μαυρόγυπας (*Aegypius monachus*), το όρνιο (*Gyps fulvus*), ο ασπροπάρης (*Neophron percnopterus*) και ο γυπαετός (*Gypaetus barbatus*).

Το όρνιο είναι ένα είδος αγελαίο στη διατροφή και αποικιακό στο φώλιασμα. Σχεδόν σε όλη τη ζώνη εξάπλωσης του στη δυτική Παλαιαρκτική, από τη Μογγολία μέχρι την Ιβηρική χερσόνησο, ακολουθεί τα νομαδικά κοπάδια στις εποχιακές τους μετακινήσεις (Cramp 1985). Είναι το πιο κοινό είδος γύπα στην Ευρώπη με το 80% του πληθυσμού να βρίσκεται στην Ιβηρική Χερσόνησο.

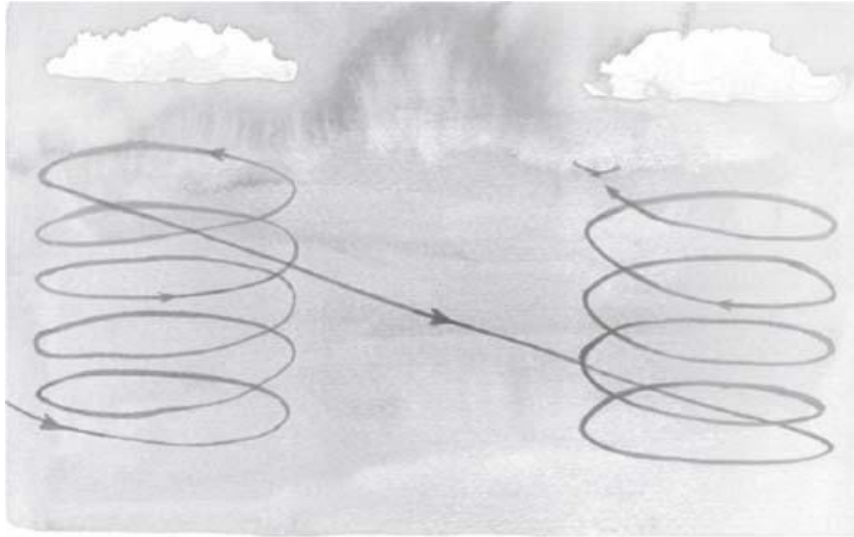
Στην Ελλάδα η κατανομή του περιελάμβανε όλη την ηπειρωτική χώρα και κάποια από τα νησιά μέχρι το 1950 (Handrinos 1985). Από τα μέσα της δεκαετίας του '80 υπέστη μια δραστική συρρίκνωση της κατανομής και του μεγέθους του πληθυσμού του (Xirouchakis & Tsiakiris 2009) κυρίως εξαιτίας της παράνομης χρήσης δολωμάτων, της υποβάθμισης ή/και καταστροφής των ενδιαιτημάτων τροφοληψίας και του περιορισμού της εκτατικής κτηνοτροφίας (Xirouchakis 2010). Σήμερα ο πληθυσμός του είδους της Ελλάδας αντιπροσωπεύει τον ευρωπαϊκό σε ποσοστό μικρότερο του 1% και περιλαμβάνεται στο Παράρτημα I της Ευρωπαϊκής Κοινωνικής Οδηγίας για τα πουλιά 79/409/ΕΟΚ και στο επικαιροποιημένο Κόκκινο βιβλίο των Απειλούμενων Σπονδυλόζων της Ελλάδας αναφερόμενο ως είδος κινδυνεύον με εξαφάνιση και σπάνιο. Απαντάται στη Θράκη, την Ήπειρο, την Αιτωλοακαρνανία, τις Κυκλάδες και τη Κρήτη (Bourdakis 2004) με τη τελευταία να φιλοξενεί το 70-80% των ζευγαριών και τον μεγαλύτερο νησιωτικό πληθυσμό Όρνιων παγκοσμίως (Xirouchakis & Mylonas 2005)

Πτητική συμπεριφορά και διατροφή

Κατά την απογείωση τους τα όρνια χρειάζονται μεγάλες, ανοιχτές εκτάσεις εν πτήση τους εκμεταλλεύονται κυρίως τα ανοδικά θερμικά ρεύματα αλλά και τους ανέμους που δημιουργούνται στις πλαγιές λόγω της σύγκρουσης των ρευμάτων σε περιοχές με τραχύ ανάγλυφο. Το ύψος πτήσης κυμαίνεται από μερικές εκατοντάδες μέτρα (200-700 m) μέχρι μερικά χιλιόμετρα πάνω από το έδαφος που μπορεί να φτάνουν τα 3300m (Donazar 1993, Cramp 1980, Pennycuick 1989, Iezekial et al 2008, del Hoyo et al. 1994).

Τα όρνια τρέφονται αποκλειστικά με πτώματα οπληφόρων μεσαίου και μεγάλου μεγέθους επιλέγοντας τα μαλακά μέρη του σώματος με προτίμηση στα σπλάχνα και χρησιμοποιούν τις πηγές, τα ρέματα και τις δεξαμενές για να πιούν νερό (Cramp 1980, Tucker 1994, Χιρουχάκης 2005). Ιστορικά, το όρνιο τρέφονταν κυρίως με άγρια θηράματα όπως κατσίκια, ελάφια, γαζέλες. Ωστόσο αυτά τα είδη αντικαταστάθηκαν σε μεγάλο βαθμό από οικόσιτα είδη (πρόβατα, κατσίκες, αγελάδες, άλογα) από τα οποία πλέον εξαρτώνται οι πληθυσμοί των όρνιων (del Hoyo *et al.* 1997). Η ιδιαιτερότητα των πτωματοφάγων εδών ως προς τη διατροφή τους έγκειται στον ανταγωνισμό τους με το χρόνο εξαιτίας του ότι αφενός τα κουφάρια των ζώων είναι ανομοιογενώς κατανεμημένα στο χώρο και αφετέρου είναι «διαθέσιμα» μόνο για λίγες εβδομάδες, ή λίγες ημέρες σε ζεστά κλίματα, καθώς μπορεί να καταναλωθούν από θηλαστικά (Kruuk 1972, Houston 1974, 1976, Mundy *et al.* 1992).

Η συμπεριφορά αναζήτησης τροφής διαμορφώνεται ανάλογα με τη χωρική και εποχιακή κατανομή των κοπαδιών σε συνδυασμό με τη διάρκεια της ημέρας (ώρες φωτός) (Χιρουχάκης & Andreou 2009). Σε κάθε εξόρμηση για αναζήτηση τροφής το σύνολο των πουλιών εισέρχεται σε κάποιο θερμικό που έχει δημιουργηθεί κοντά στην αποικία όπου γυροπετώντας αποκτούν ύψος. Η μετέπειτα πορεία είναι ευθεία με ελαφρά καθοδική κλίση μέχρις ότου εισέλθουν στο επόμενο θερμικό για να πάρουν πάλι ύψος (Εικόνα 2). Στη συνέχεια η ομάδα διασπάται σε μικρότερες οι οποίες σαρώνουν διαφορετικές περιοχές διατηρώντας όμως παράλληλα την οπτική επαφή με τα γειτνιάζοντα άτομα (Houston 1974, Cramp 1980). Ο χρόνος που αφιερώνουν στην αναζήτηση τροφής είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού των διαθέσιμων ωρών φωτός και της διαθεσιμότητας της τροφής (Zuberogoitia 2009). Ο βιότοπος τροφοληψίας βρίσκεται συνήθως σε απόσταση 30- 60 km γύρω από την αποικία αλλά περιπλανώμενα άτομα που ψάχνουν για τροφή μπορεί να εντοπιστούν αρκετές εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά από την αποικία (Houston 1983).



Εικόνα 2 Πτητική συμπεριφορά όρνιου κατά τη διάρκεια αναζήτησης τροφής (Newton, 2007)

Όσον αφορά τη μετανάστευση τα περισσότερα ενήλικα άτομα των ευρωπαϊκών πληθυσμών φαίνεται να μη μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις τα νεαρά παρουσιάζουν μεταναστευτική ή νομαδική συμπεριφορά (Bernis, F. 1983, Mebs & Schmidt 2006). Μερικοί γύπες μπορούν να επιβιώσουν κατά σε δύσκολες συνθήκες κατά τη διάρκεια του χειμώνα εφόσον υπάρχει αρκετή διαθέσιμη τροφή (Slota *et al.* 2004). Στη περιοχή της Κρήτης δεν έχει παρατηρηθεί μεταναστευτική δραστηριότητα του πληθυσμού πέραν της γενέθλιας και αναπαραγωγικής διασποράς (πρώτο φώλιασμα και όλα τα επόμενα φωλιάσματα) (Newton 1979).

Θέσεις δραστηριότητας

Τα όρνια συναντώνται τόσο σε ορεινές όσο και σε πεδινές περιοχές, σε οροπέδια ή σε αλπικά λιβάδια όπου υπάρχει αραιή βλάστηση ώστε να μην παρεμποδίζεται η αναζήτηση τροφής (Glutz *et al.* 1971, Arroyo 1994). Εντοπίζεται σε περιοχές με ζεστό κλίμα αλλά μπορεί να ανεχθεί δριμύτερες συνθήκες όπως κρύο, βροχή, ομίχλη ή ακόμα και χιόνι προκειμένου να βρεθεί σε ευνοϊκές συνθήκες αναζήτησης τροφής ή αναπαραγωγής (BirdLife International 2010, del Hoyo *et al.* 1994).

Φωλιάζει κατά ομάδες σε βραχώδεις ορθοπλαγιές, ασβεστολιθικού κυρίως υποστρώματος και μπορεί να εντοπιστεί σε μεγάλο εύρος υψομέτρων, από το ύψος της θάλασσας έως και τα 2.500 m (Iezekial *et al.* 2008, Global Raptor Information Network) ενώ στη Κρήτη οι αποικίες εντοπίζονται ακόμα και σε παράκτια βράχια όπου κυρίως το χειμώνα

εκμεταλλεύονται τα ανοδικά ρεύματα της ακτής προκειμένου να κερδίσουν ύψος (Cramp 1980, Donazar 1993). Η φωλιά εδράζεται σε απόκρημνα βράχια και κατά προτίμηση σε μια προστατευόμενη προεξοχή (del Hoyo *et al.* 1994).

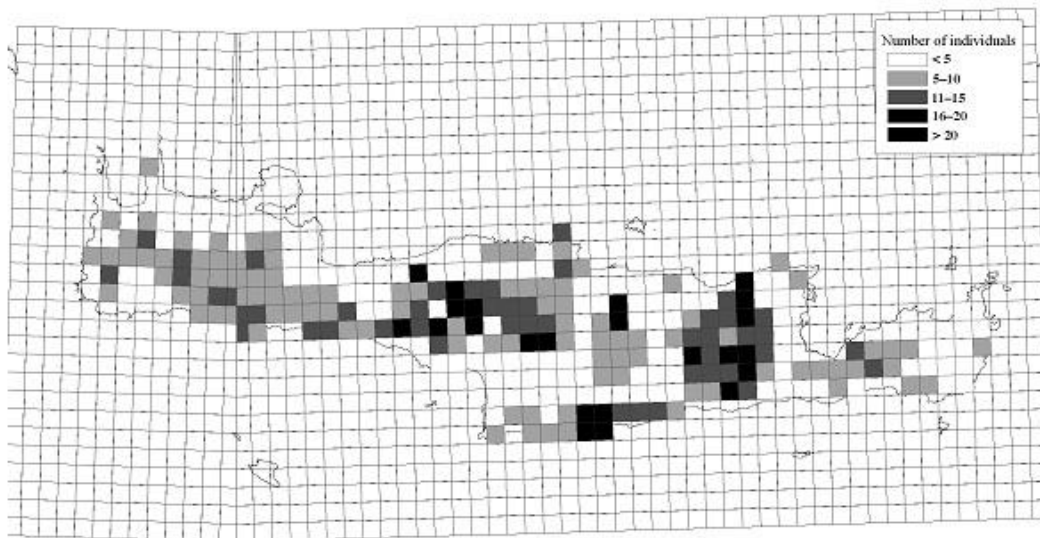
Η πλειονότητα των θέσεων όπου βρίσκονται οι χειμερινές κούρνιες των ενεργών αποικιών έχουν NA προσανατολισμό παρέχοντας προστασία από τους βοριάδες. Επιπλέον σε αυτές τις θέσεις δημιουργούνται θερμικά ανοδικά ρεύματα πιο νωρίς το πρωί σε σχέση με τις κούρνιες που έχουν κατεύθυνση διαφορετική της ανατολικής. Αντιθέτως οι καλοκαιρινές κούρνιες είναι περισσότερο εκτεθειμένες στις καιρικές συνθήκες καθώς βρίσκονται σε θέσεις με ΒΑ προσανατολισμό (Xirouchakis and Mylonas 2005 & 2004). Το υψόμετρο των αποικιών κυμαίνεται στα 120-1100 μέτρα. Η κατανομή του είδους στις θέσεις δραστηριότητας αντανακλά περισσότερο τη διαθεσιμότητα κατάλληλων ενδιαιτημάτων φωλιάσματος και κουρνιάσματος παρά ενδιαιτημάτων τροφοληψίας (Xirouchakis & Mylonas 2004).

Εκ πρώτης όψεως από με τους χάρτες των εικόνων 3 έως 5 φαίνεται πως τα όρνια μπορούν να εντοπιστούν σε ολόκληρη τη Κρήτη έκτος από τις περιοχές που βρίσκονται κοντά αστικά κέντρα. Στον πρώτο χάρτη φαίνεται η πυκνότητα και η συνολική περιοχή όπου μπορούν να εντοπιστούν τα όρνια. Η κατασκευή του βασίστηκε στον υπολογισμό του μέσου αριθμού των παρατηρηθέντων ατόμων ανά εικονοστοιχείο $((\bar{x}_{\text{καλοκαιριού}} + \bar{x}_{\text{χειμώνα}})/2)$ με σκοπό την απεικόνιση των ζωτικών περιοχών για αναπαραγωγή και για τροφοληψία. Ο δεύτερος χάρτης προκύπτει από τον μέσο αριθμό των παρατηρηθέντων ατόμων ανά εποχή $(\bar{x}_{\text{καλοκαιριού}}/\bar{x}_{\text{χειμώνα}})$ απεικονίζοντας την εποχιακή κατανομή του είδους. Στον χάρτη της Εικόνα 5 αποδίδονται οι αποικίες σύμφωνα με τον αριθμό των ατόμων ανά αποικία (Xirouchakis & Mylonas 2004).

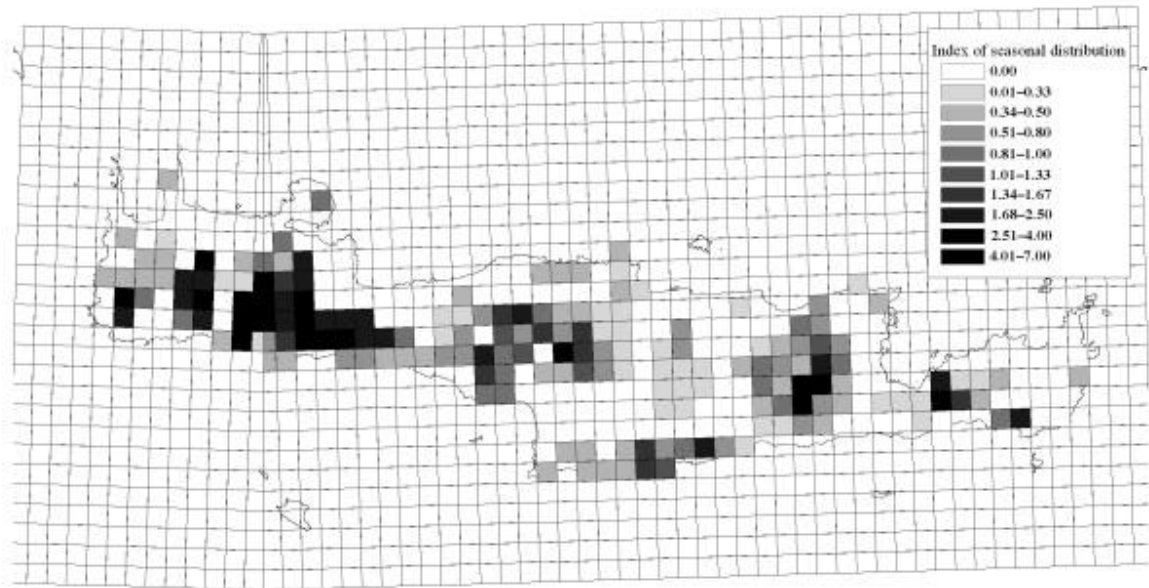
Οι περισσότερες περιοχές που δραστηριοποιούνται τα όρνια εντοπίζονται κυρίως στο νότιο τμήμα του νησιού σε σχέση με το βόρειο ενώ είναι εξίσου κατανεμημένες στην ανατολική και δυτική Κρήτη. Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού φαίνεται να δραστηριοποιείται σε ομάδες πολλών ατόμων στους ορεινούς όγκους του Ψηλορείτη, της Δίκτης και των Αστερουσίων. Τους μήνες του καλοκαιριού η παρουσία τους εντοπίζεται σε ορεινές περιοχές ενώ κατά τη διάρκεια του χειμώνα φαίνεται πως κινούνται σε χαμηλότερα υψόμετρα.

Η εποχική και χωρική διακύμανση του προτύπου κατανομής τους οφείλεται στην εξάρτησή τους από τη κτηνοτροφία καθώς η μετακίνησή τους επηρεάζεται από τις εποχιακές μετακινήσεις των αιγοπροβάτων. Αντίθετα η κατανομή των αποικιών και των κούρνιων πιθανόν εξαρτάται περισσότερο από τη διαθεσιμότητα κατάλληλων θέσεων

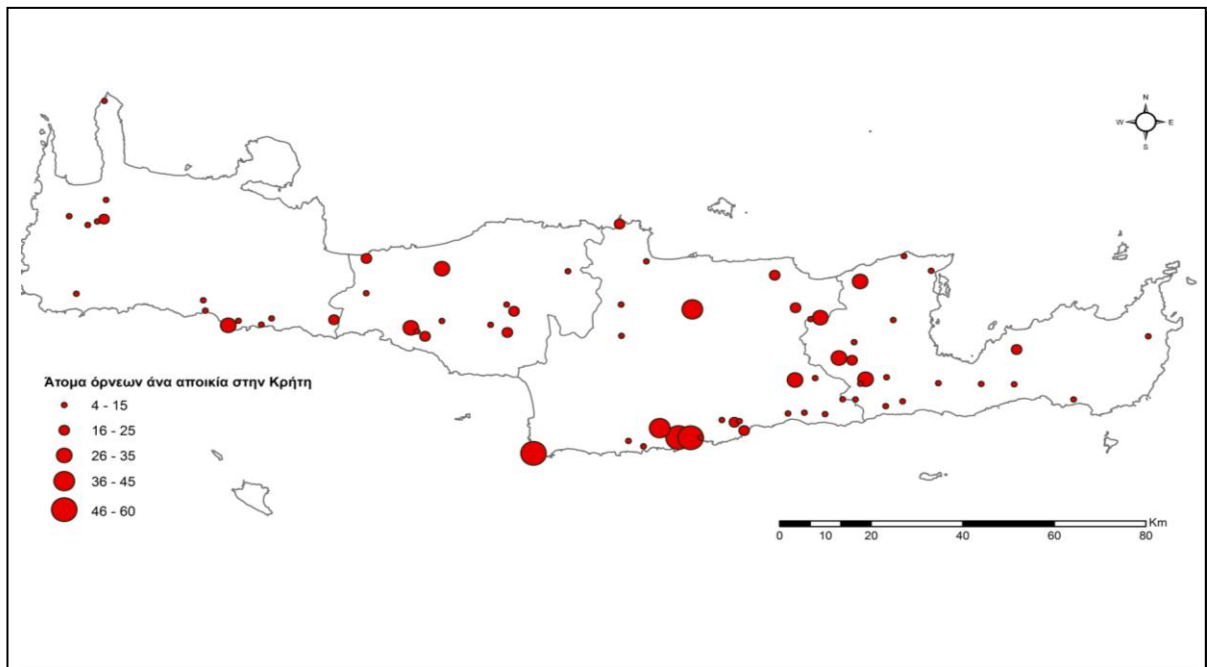
φωλιάσματος παρά από την ύπαρξη ενδαιτημάτων τροφοληψίας εφόσον η κτηνοτροφική δραστηριότητα εντοπίζεται σε όλο το νησί. Επιπλέον οι κατάλληλες καιρικές συνθήκες είναι ακόμα ένας σημαντικός παράγοντας που διαμορφώνει τη κατανομή των θέσεων δραστηριότητας είτε λόγω αποφυγής ακραίων συνθηκών (π.χ. χιόνια στις ορεινές περιοχές το χειμώνα) είτε λόγω αναζήτησης συνθηκών που ευνοούν τη πτητική τους δραστηριότητα (π.χ η νότια Κρήτη δεν καλύπτεται συχνά με σύννεφα ευνοώντας τη δημιουργία θερμικών ρευμάτων). Τέλος από τον χάρτη της εικόνας 5 μπορούμε να δούμε ποιες είναι οι σημαντικότερες αποικίες και κούρνιες στις οποίες βασίζονται τα πρότυπα κατανομής του είδους.



Εικόνα 3 Κατανομή του όρνιου (*Gyps fulvus*) στη Κρήτη σε χάρτη με πλέγμα των 25 km² (Xirouchakis & Mylonas 2004).



Εικόνα 4 Εποχική κατανομή του όρνιου (*Gyps fulvus*) στη Κρήτη (σκίαση από το χειμώνα: 0-1 μέχρι το καλοκαίρι: 1-7) (Χιρουχάκης & Μυλωνάς 2004)



Εικόνα 5 Απεικόνιση των αποικιών σύμφωνα με τον αριθμό των όρνιων ανά αποικία

Αναπαραγωγή

Τα όρνια αναπαράγονται σε αποικίες οι οποίες συνήθως απαρτίζονται από 15-20 ζευγάρια (Cramp 1985) αλλά μπορεί να περιλαμβάνει μέχρι και 150 ζευγάρια (del Hoyo *et al.* 1994). Η αναπαραγωγική περίοδος συνήθως ξεκινά στην αρχή του χρόνου και όχι αργότερα από το τέλος Ιανουαρίου (Iezekial *et al.* 2008).

Στην Κρήτη υπολογίζεται πως υπάρχουν περίπου 200-240 αναπαραγωγικά ζευγάρια. Η αναπαραγωγική περίοδος (περίοδος φωλιάσματος) για τον πληθυσμό του νησιού ξεκινά από τα μέσα Ιανουαρίου και διαρκεί μέχρι τα μέσα του Μαρτίου με την πλειονότητα των ωοτοκίων να λαμβάνει χώρα στα τέλη Φεβρουαρίου. Φωλιάζει σε αποκλειστικά ασβεστολιθικά πετρώματα και η αναπαραγωγική επικράτεια αποτελείται από ένα ημικύκλιο ακτίνας 5 m. Οι αναπαραγωγικές προσπάθειες επιτυγχάνουν σε ένα ποσοστό 77%. Κάθε ζευγάρι γεννά ένα αυγό ετησίως το οποίο επώαζει 57 ημέρες και ο νεοσσός πτερώνεται μετά από 120-140 ημέρες ενώ χρειάζονται περίπου πέντε χρόνια για να ωριμάσει αναπαραγωγικά (Xirouchakis & Mylonas 2007). Η προστασία της φωλιάς από τους γονείς εξαρτάται από το στάδιο ανάπτυξης του νεοσσού.

Οι φυσικοί παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν την αναπαραγωγική τους επιτυχία είναι οι κλιματολογικές συνθήκες και σε μικρότερο βαθμό η θήρευση. Οι πρώτες μπορούν να προκαλέσουν αξιοσημείωτη μείωση στην επιτυχία της ωοτοκίας και επομένως της παραγωγικότητας ενώ η δεύτερη αφορά κυρίως την καταστροφή των αυγών και τη θανάτωση των νεοσσών από τους κόρακες. Ωστόσο οι άμεσες και έμμεσες ανθρώπινες επεμβάσεις θεωρούνται η σημαντικότερη απειλή της αναπαραγωγικής τους επιτυχίας.

Συγκεκριμένα οι κίνδυνοι για τον πληθυσμό που σχετίζονται με την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι η καταστροφή ή η υποβάθμιση του βιοτόπου φωλιάσματος ή αναζήτησης τροφής η οποία συντελείται μέσω αναπτυξιακών υποδομών (δρόμοι, οικισμοί κτλ) και δραστηριοτήτων όπως είναι οι εξορυκτικές και οι λατομικές. Μία ακόμα σημαντική απειλή για το είδος αποτελεί και η έλλειψη τροφής λόγω της εγκατάλειψης των παραδοσιακών μορφών άσκησης της κτηνοτροφίας και των αλλαγών χρήσεων γης στα φυσικά αγροσυστήματα (Slotta *et al.* 2004). Ομοίως η παράνομη χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων τα οποία έχουν ως στόχο τον έλεγχο των σαρκοφάγων θηλαστικών που θεωρούνται «επιβλαβή» στη γεωργία και τη κτηνοτροφία έχουν σημαντικές επιπτώσεις στους πληθυσμούς του όρνιου. Αντίθετα η λαθροθηρία και η ταρίχευση αποτελούν πλέον

μικρό πρόβλημα για το είδος. Άλλες αιτίες άμεσης θανάτωσης είναι ο πνιγμός στη θάλασσα, σε ταμειυτήρες νερού και ανοιχτές δεξαμενές, η ηλεκτροπληξία καθώς επίσης η σύγκρουση με ανεμογεννήτριες και με τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος. Η χρήση αντιβιοτικών ή άλλων κτηνοτροφικών φαρμάκων έχει ενοχοποιηθεί ως παράγοντας που συμβάλλει στην αύξηση της θνησιμότητας των γυπών αλλά είναι μία αιτία που χρήζει περαιτέρω διερεύνησης (Bourdakis et al. 2004, Xirouchakis 2004).

Δυναμική του πληθυσμού

Ένας από τους λόγους που ασχοληθήκαμε με το συγκεκριμένο είδος είναι η ευαισθησία του στις πληθυσμιακές επιπτώσεις (*population impacts*) καθώς έχει μικρή ικανότητα αντικατάστασης των οποιονδήποτε απωλειών. Αυτό οφείλεται στον υψηλό ρυθμό επιβίωσης των ενηλίκων (*high adult survival rate*) (ζει 20-25 χρ.) , τον χαμηλό αναπαραγωγικό τους ρυθμό και το γεγονός ότι ο πληθυσμός τους ελέγχεται με πυκνοανεξάρτητο τρόπο (Donazar 1993). Επιπλέον η ευαισθησία του είδους εντείνεται από τον μεγάλο αναπαραγωγικό κύκλο και τη χαμηλή παραγωγικότητα η οποία οφείλεται κυρίως στην αυξημένη θνησιμότητα των νεαρών ατόμων μέχρι την ενηλικίωση. Τα παραπάνω χαρακτηριστικά συνδέονται με το πρότυπο ζωής του είδους και την Κ-επιλογή (Madders & Whitfield 2006).

1.5 Οι επιπτώσεις των ΑΣΠΗΕ στην ορνιθοπανίδα

Οι Αιολικοί Σταθμοί Παραγωγής Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΑΣΠΗΕ), όπως και όλες οι αναπτυξιακές δραστηριότητες, έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον οι οποίες όμως μπορούν να περιοριστούν εάν βρίσκονται στα πλαίσια χωροταξικού σχεδιασμού αλλά και θέσπισης περιβαλλοντικών μέτρων.

Η εύρεση κατάλληλων περιοχών για την εγκατάστασή τους υπόκειται σε περιορισμούς οι οποίοι ποικίλλουν και σχετίζονται είτε με τη σύμπτωση αυτών των περιοχών με τις Ζώνες Ειδικής Προστασίας είτε με τα φυσικά ή/και γεωλογικά χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής και τη σχέση τους με την αποδοτικότητα των ΑΣΠΗΕ. Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων έχει σαν αποτέλεσμα από τις αιτήσεις που κατατίθενται στη ΡΑΕ να επικρατούν αυτές που αφορούν ορεινές ή παραθαλάσσιες

περιοχές με υψηλό αιολικό δυναμικό και περιορισμένη ανθρώπινη δραστηριότητα. Όμως η παρουσία τους εκεί είναι πιθανό να έρθει σε σύγκρουση με τη διαχείριση σπάνιων ειδών πτηνών συμπεριλαμβανομένων και των μεγάλων αρπακτικών (Ratcliffe *et al.* 1990, Madders & Whitfield 2006, Drewitt & Langston 2006) όπως οι γύπες που αποτελούν το αντικείμενο μελέτης της συγκεκριμένης εργασίας.

Οι επιπτώσεις της χωροθέτησης των ανεμογεννητριών (Α/Γ) μπορούν να διακριθούν σε δύο κύριες κατηγορίες, τις άμεσες (πρόσκρουση με τις Α/Γ) και τις έμμεσες (απώλεια ενδιαιτήματος, φραγμοί μετακίνησης, όχληση κτλ) (Ferrer *et al.* 2011). Σύμφωνα με τα μέχρι τώρα δεδομένα φαίνεται πως τα είδη που πλήττονται σε μεγαλύτερο βαθμό από τη παρουσία των ανεμογεννητριών είναι αυτά που ανεμοπορούν.

Σύμφωνα με την ευρωπαϊκή και την ελληνική νομοθεσία απαραίτητη προϋπόθεση για την αδειοδότηση των ΑΣΠΗΕ είναι η εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων τους (πλην των έργων που υπάγονται σε καθεστώς «Στρατηγικών επενδύσεων»). Παρόλα αυτά είναι λιγοστές οι μακροχρόνιες μελέτες που αφορούν την ενόχληση και την άμεση θνησιμότητα λόγω πρόσκρουσης με τις Α/Γ (Madders & Whitfield 2006). Πέραν όμως αυτών είναι σημαντικό να μπορούμε να εκτιμήσουμε και τον θεωρητικό κίνδυνο πρόσκρουσης των πουλιών με τις Α/Γ ώστε η τεκμηρίωση των περιβαλλοντικών μέτρων να προσεγγίζει κατά το δυνατόν τους πραγματικούς κινδύνους. Αυτό προσπαθήσαμε να πραγματοποιήσουμε στη παρούσα εργασία εφαρμόζοντας ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο μοντέλο εκτίμησης του θεωρητικού κινδύνου πρόσκρουσης των πτηνών με τις Α/Γ (*Band Collision Risk Model*) (Band *et al.* 2005).

Οι επιπτώσεις των ΑΣΠΗΕ στα πουλιά καθορίζονται από ένα εύρος παραγόντων συμπεριλαμβανομένων των τεχνικών χαρακτηριστικών του ΑΣΠΗΕ, τη τοπογραφία της περιοχής, τη σύνθεση των ειδών που χρησιμοποιούν το συγκεκριμένο βιότοπο και τον τρόπο χρήσης του από αυτά, τις καιρικές συνθήκες κλπ. Όμως εν γένει οι κύριες επιπτώσεις καθορίζονται από την ευαισθησία των ατόμων στην όχληση και επομένως από το εάν η πρωταρχική επίδραση είναι η εκτόπιση ή το φράγμα ανάσχεσης (στις περιπτώσεις όπου υπάρχει ενόχληση) ή η πρόσκρουση με τις Α/Γ (για τα άτομα που δεν εκτοπίζονται) (Drewitt & Langston 2006, Garvin *et al.* 2011, Johnson *et al.* 2000a,b, Percival 2000, Erickson *et al.* 2002, Langston & Pullan 2003, Barrios & Rodriguez 2004, Smallwood & Thelander 2004, Hoover & Morrison 2005).

A. Έμμεσες επιπτώσεις

Άμεση απώλεια βιοτόπου

Η κλίμακα της άμεσης απώλειας ενδιαίτηματος εξαρτάται από το μέγεθος του ΑΣΠΗΕ και των συνοδευτικών υποδομών. Τυπικά η απώλεια είναι μικρή ανά Α/Γ αλλά οι επιπτώσεις μπορεί να είναι εκτενέστερες σε περιπτώσεις όπου εμπλέκεται ο υδρολογικός κύκλος ή όταν διακόπτονται γεωμορφολογικές διαδικασίες. Αλλαγές στο ενδιαίτημα μπορεί να υπάρξουν και εξαιτίας αλλαγής των χρήσεων γης με αβέβαιο αποτέλεσμα ανά περίπτωση (Drewitt & Langston 2006).

Όχληση

Η όχληση μπορεί να οδηγήσει σε εκτόπιση των πουλιών από τη περιοχή αλλά και σε διακοπή των γραμμών πτήσεων, το αποκαλούμενο «φράγμα ανάσχεσης» (*barrier effect*), που ουσιαστικά πρόκειται για έμμεση απώλεια βιοτόπου.

Η πρώτη περίπτωση λαμβάνει χώρα τόσο κατά τη φάση κατασκευής όσο και κατά τη λειτουργία του ΑΣΠΗΕ και μπορεί να οφείλεται στην καθ' εαυτό παρουσία των Α/Γ, των ανθρώπων και των μηχανημάτων, στη διάνοιξη των δρόμων αλλά και τις μετακινήσεις του προσωπικού που σχετίζονται με τη συντήρηση του σταθμού (Drewitt & Langston 2006).

Η όχληση η οποία οφείλεται στη κατασκευή του ΑΣΠΗΕ είναι μικρής διάρκειας και μπορεί να περιοριστεί εάν ο χρόνος κατασκευής δε συμπίπτει με ευαίσθητες περιόδους για τα πουλιά. Όμως τα μακροχρόνια και επομένως πιο κρίσιμα προβλήματα προκύπτουν μετά τη κατασκευή του.

Συγκεκριμένα οι συνέπειες της ενόχλησης στην παραγωγικότητα και το ρυθμό επιβίωσης μπορούν να θεωρηθούν κρίσιμες ανάλογα με το εάν τελικά θα επηρεάσουν ή όχι το μέγεθος του πληθυσμού. Όσον αφορά τη περίπτωση της εκτόπισης του πληθυσμού σε λιγότερο κατάλληλα ενδιαίτηματα είναι δυνατό να επηρεάσει την επιτυχία αναπαραγωγής και αναζήτησης τροφής ή μπορεί να συμβάλλει στη διατάραξη σημαντικών ηθολογικών χαρακτηριστικών επηρεάζοντας τελικά την αρμοστικότητα (*fitness*) των ατόμων. Από την άλλη πλευρά τα άτομα που δεν εκτοπίζονται κινδυνεύουν να προσκρούσουν στις Α/Γ (Drewitt & Langston 2006, Madders & Whitfield 2006, Garvin *et al.* 2011).

Η ένταση και οι επιπτώσεις της μακροχρόνιας ενόχλησης στη συμπεριφορά των πουλιών ποικίλλουν κατά περίπτωση ανάλογα με τη θέση και τον αριθμό των ΑΣΠΗΕ αλλά

και τα είδη που χρησιμοποιούν τη περιοχή κατά τη διάρκεια του έτους. Πιο συγκεκριμένα σχετίζονται με τη θέση του σταθμού, τη διάταξη και το καθεστώς λειτουργίας των Α/Γ, τα εποχικά και ημερήσια πρότυπα χρήσης των ειδών που χρησιμοποιούν τη περιοχή, το στάδιο του κύκλου ζωής στο οποίο βρίσκονται, τον τύπο και το ύψος της πτήσης, την ώρα της ημέρας, την κατεύθυνση και την ταχύτητα του ανέμου κλπ.(Drewitt & Langston 2006 & Madders & Whitfield 2006: Johnson et al. 2000a,b, Percival 2000, Erickson et al . 2002, Langston& Pullan 2003, Barrios & Rodriguez 2004, Smallwood& Thelander 2004, Hoover & Morrison 2005).

Η δεύτερη μορφή ενόχλησης είναι η εκτροπή των πτητικών διαδρομών είτε αυτοί είναι μεταναστευτικοί είτε συνδέουν ενδιαιτήματα διαφορετικής μεταξύ τους χρήσης. Όταν ο ΑΣΠΗΕ λειτουργεί ως οπτικό φράγμα τα πουλιά αναγκάζονται να ακολουθήσουν μεγαλύτερες πτητικές διαδρομές είτε για να αποφύγουν τις συστοιχίες των Α/Γ είτε επειδή η θέση του μπορεί να διακόπτει τη σύνδεση ανάμεσα σε περιοχές τροφοληψίας, κουρνιάσματος και αναπαραγωγής οι οποίες κατά τα άλλα μπορεί να μην επηρεάζονται άμεσα από τη παρουσία των Α/Γ οδηγώντας όμως τελικά σε αυξημένη ενεργειακή κατανάλωση (Drewitt & Langston 2006).

Το εύρος της όχλησης εξαιτίας του φράγματος μπορεί να ξεκινάει από μία μικρή αλλαγή στη κατεύθυνση, τη ταχύτητα ή το ύψος της πτήσης και να καταλήγει σε σημαντικές αλλαγές που μπορεί να οδηγήσουν σε μείωση του αριθμού των πουλιών που χρησιμοποιούν την ευρύτερη περιοχή γύρω από τον αιολικό σταθμό (Drewitt & Langston 2006). Σε περιπτώσεις μεγάλου αριθμού ΑΣΠΗΕ ο αντίκτυπος μπορεί να είναι δριμύτερος καθώς είναι πιθανό τα πουλιά να αναγκάζονται σε παράκαμψη δεκάδων χιλιομέτρων λόγω του σχηματισμού ενός εκτεταμένου φράγματος ή εξαιτίας της εκτόπισης τους σε λιγότερο κατάλληλες περιοχές επιδρώντας σε πληθυσμιακό επίπεδο (Drewitt & Langston 2006, Madders & Whitfield 2006).

Μία επιπρόσθετη μορφή ενόχλησης η οποία όμως δε σχετίζεται άμεσα με τη λειτουργία του ΑΣΠΗΕ οφείλεται στην αύξηση της προσβασιμότητας σε μέχρι πρότινος δύσβατα μέρη με αποτέλεσμα να εντείνεται η ανθρώπινη πίεση λόγω δραστηριοτήτων όπως η βόσκηση, η χρήση δηλητηριασμένων δολωμάτων, η συχνότερη παρουσία λαθροθηρών, ορειβατών, εκδρομέων, η χρησιμοποίηση του ΑΣΠΗΕ ως τουριστικού αξιοθέατου κτλ.

B. Άμεσες επιπτώσεις

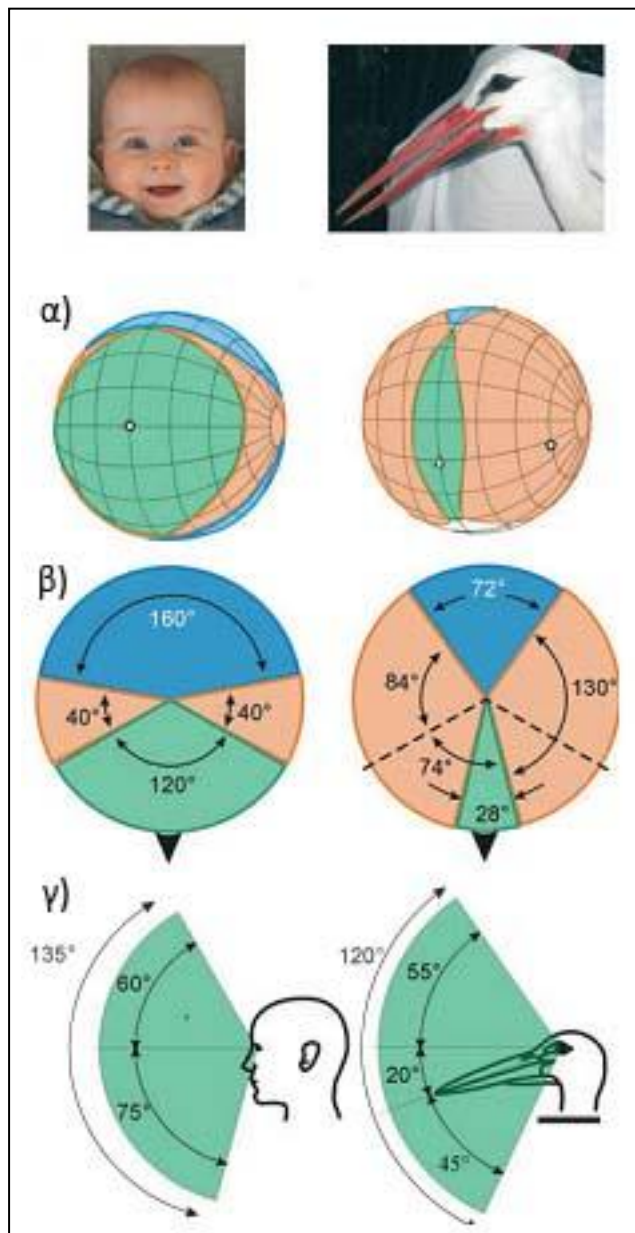
Πρόσκρουση με τις Α/Γ

Τα πουλιά παρουσιάζουν μία τάση να προσκρούουν σε ανθρώπινες κατασκευές και κυρίως σε στατικά αντικείμενα τα οποία προεξέχουν αρκετά πάνω από τη φυσική βλάστηση όπως είναι τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος, οι φράχτες, οι κεραίες τηλεπικοινωνίας και τα κτήρια (Catt *et al.* 1994, Summers & Dugan 2001, Avery *et al.* 1980, Bevanger 1998, Manville 2005, Drewitt & Langston 2008). Επίσης σημαντικός αριθμός συγκρούσεων έχει παρατηρηθεί και με αντικείμενα που κινούνται με μεγάλη ταχύτητα όπως αυτοκίνητα, αεροπλάνα, τρένα ή με τις πτερωτές των Α/Γ αν και η πρόσκρουση με τις τελευταίες μπορεί να περιλαμβάνει και τους πυλώνες ή τις πτερωτές όταν βρίσκονται σε ακινησία (Kelly *et al.* 2000, Sodhi 2002, Thorpe 2003, Hodos 2003, Drewitt & Langston 2008, Rothery *et al.* 2009).

Αυτή η τάση των πουλιών παρουσιάζει ενδιαφέρον επειδή βασίζονται στην αίσθηση της όρασης κατά τη διάρκεια της πτήσης αλλά και προκειμένου να συλλέξουν πληροφορίες για το περιβάλλον τους (Martin 2011, Gill 2007, Perrins 2009, Sibley 2009). Επιπλέον είναι αξιοπερίεργο το γεγονός ότι σε πολλές περιπτώσεις πρόσκρουσης επικρατούν συνθήκες καλής ορατότητας (Drewitt & Langston 2008).

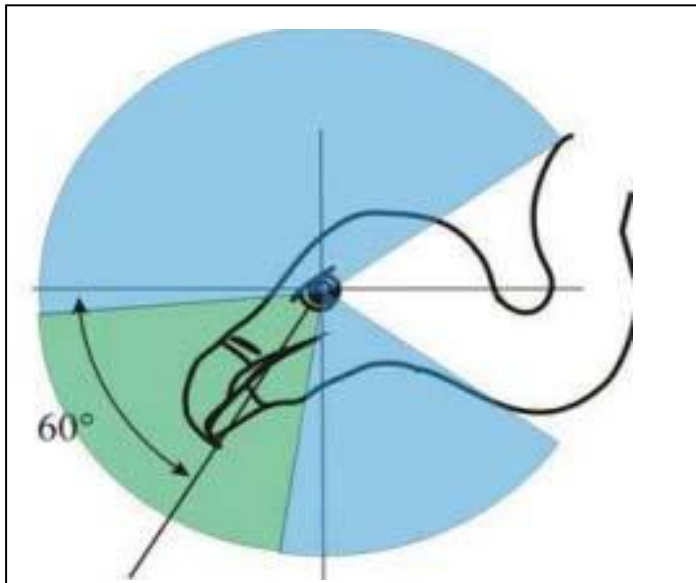
Σύμφωνα με τον Martin (2011) οι προσκρούσεις οφείλονται σε περιορισμούς που αφορούν τόσο την όραση όσο και την αντίληψη των δεδομένων από τα πουλιά. Συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια της πτήσης τους στρέφουν συχνά το κεφάλι τους για να κοιτάξουν προς το έδαφος είτε με τη διοπτρική είτε με τη πλευρική όραση αδυνατώντας παράλληλα να βλέπουν και μπροστά. Επίσης είναι γνωστό ότι σε πολλά είδη η πλευρική όραση είναι μεγαλύτερης ανάλυσης από τη μετωπική με τη τελευταία χρησιμοποιείται προκειμένου να ανιχνεύσουν κάποια κίνηση εξάγοντας πληροφορίες περισσότερο από οπτικές ροές παρά από υψηλή χωρική ανάλυση. Αντιθέτως η πλευρική όραση φαίνεται να χρησιμοποιείται για να εντοπίσουν άτομα του ίδιου είδους, ευκαιρίες για τροφή (*foraging opportunities*) και θηρευτές ενώ η προσήλωση σε αυτά κατά τη διάρκεια της πτήσης είναι σημαντικότερη από το να κοιτάνε στον ανοιχτό εναέριο χώρο. Επιπλέον υπάρχει το ενδεχόμενο όταν βρίσκονται σε πτήση να μπορούν να «προβλέψουν» ότι μπροστά τους δεν υπάρχουν εμπόδια οπότε ακόμα και αν κοιτάζουν μπροστά ίσως αδυνατούν να δουν πραγματικά κάποιο αντικείμενο καθώς δεν έχουν προηγούμενη εμπειρία από ανθρώπινες κατασκευές όπως τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος, τα κτήρια ή οι Α/Γ. Τέλος κάθε είδος έχει ένα περιορισμένο εύρος ταχυτήτων εν πτήση το οποίο μπορεί να εκμεταλλευτεί ώστε

να προσαρμόσει τη ροή πληροφοριών όταν αλλάζουν οι οπτικές συνθήκες λόγω βροχής, χαμηλού φωτισμού, ομίχλης κλπ (Εικόνες 6 και 7).



Εικόνα 6 Το οπτικό πεδίο του ανθρώπου και του λευκού πελαργού (*Ciconia ciconia*). α) Τα όρια του οπτικού πεδίου και για τα δύο μάτια. Στα πουλιά φαίνεται η προβολή του ράμφους με το άσπρο τρίγωνο και με πεντάγωνο φαίνεται η κατεύθυνση των οπτικών αξόνων των ματιών. Θεωρείται ότι σε κάθε διάγραμμα το κεφάλι είναι τοποθετημένο στο κέντρο μιας διαφανούς σφαίρας με τα όρια του οπτικού πεδίου και των οπτικών αξόνων να προβάλλονται επάνω στην επιφάνεια της και με τα κεφάλια να έχουν τη κατεύθυνση που φαίνεται στη σειρά (γ). Πράσινη περιοχή: διοπτρική όραση, ροζ περιοχή: οπτικό πεδίο ενός ματιού, μπλε περιοχές: τυφλές περιοχές. β) Η σειρά (α) σε οριζόντιο επίπεδο. Με διακεκομμένες γραμμές φαίνεται η κατεύθυνση των οπτικών αξόνων. γ) Η σειρά (α) σε πλευρική οπτική στο ύψος των κατακόρυφα προσανατολισμένων ισημερινών. Η γραμμή κάτω από το κεφάλι του πελαργού υποδεικνύει τη κλίση του κατά τη διάρκεια της πτήσης (Martin 2011).

Αντίστοιχα το οπτικό πεδίο και η κατεύθυνση της πλευρικής όρασης του όρνιου φαίνεται στο σχέδιο της εικόνας 7.



Εικόνα 7 Το οπτικό πεδίο του όρνιου

Όσον αφορά τη περίπτωση των ΑΣΠΗΕ η άμεση θανάτωση των πτηνών μπορεί να οφείλεται στη πρόσκρουση με τις πτερωτές των Α/Γ, τους πυλώνες, τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος ή τη συμπαράσυρση τους από τον στρόβιλο των πτερωτών.

Ο κίνδυνος της πρόσκρουσης εξαρτάται από πολλούς ετερογενείς παράγοντες οι οποίοι σχετίζονται με το είδος και τον αριθμό των πουλιών που χρησιμοποιούν μια περιοχή, το ηλικιακό τους στάδιο, τις καιρικές συνθήκες, τη τοπογραφία και τη χωροθέτηση του ΑΣΠΗΕ. Όσον αφορά τις βιομηχανικές εγκαταστάσεις σημαντικό ρόλο παίζουν και τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Α/Γ που τις απαρτίζουν, όπως το μέγεθος των πτερωτών και του πυλώνα αλλά και η ταχύτητα περιστροφής του ρότορα. Επιπλέον ο νυχτερινός φωτισμός μπορεί να προσελκύει και να αποπροσανατολίζει τα πουλιά κατά τη διάρκεια της νύχτας, ιδίως όταν επικρατούν δυσμενείς καιρικές συνθήκες οι οποίες μπορεί να μειώνουν είτε την ορατότητα είτε την ικανότητα ελιγμών των πουλιών. Τέτοιες είναι η ομίχλη, η βροχή, οι πολύ ισχυροί αλλά και οι πολύ ασθενείς άνεμοι κλπ. (Erickson et al. 2001, Drewitt & Langston 2006, Madders, & Whitfield 2006, Johnson et al. 2000a,b, Percival 2000, Erickson et al. 2002, Langston & Pullan 2003, Barrios & Rodriguez 2004, Smallwood & Thelander 2004, Hoover & Morrison 2005).

Ο πιο καθοριστικός παράγοντας φαίνεται να είναι η ακριβής χωροθέτηση του ΑΣΠΗΕ καθώς η γεωμορφολογία της εκάστοτε περιοχής καθορίζει σε μεγάλο βαθμό και τον τρόπο χρήσης της από την ορνιθοπανίδα. Για παράδειγμα ορισμένα τοπογραφικά

χαρακτηριστικά μπορεί να χρησιμοποιούνται από τα είδη που ανεμοπορούν για να κερδίσουν ύψος μέσω των θερμικών ανοδικών ρευμάτων ενώ άλλα ρεύματα αέρα μπορεί να είναι εκμεταλλεύσιμα από τα μεταναστευτικά πουλιά κατά τις μετακινήσεις τους. Προφανώς η επικινδυνότητα είναι αυξημένη σε περιοχές τροφοληψίας, φωλιάσματος ή κουρνιάσματος, σε πτητικούς διαδρόμους που συνδέουν ενδιαίτηματα διαφορετικών μεταξύ τους χρήσεων ή σε μεταναστευτικά μονοπάτια.

Σε μεγαλύτερο κίνδυνο βρίσκονται τα είδη με μικρή ικανότητα ελιγμών όπως τα αρπακτικά, οι χήνες κλπ και τα πουλιά που δραστηριοποιούνται κατά το σούρουπο ή την αυγή και πιθανόν δυσκολεύονται να εντοπίσουν και επομένως να αποφύγουν τις Α/Γ. Συγκεκριμένα όσον αφορά τα αρπακτικά φαίνεται να είναι πιο πιθανό να προσκρούσουν σε σχέση με άλλα είδη εξ' αιτίας της μορφολογίας τους, της πτητικής αλλά και της τροφικής τους συμπεριφοράς (μεγάλο βάρος, ανεμοπορία, προσήλωση στο θήραμα κλπ). Το πρόβλημα με τα αρπακτικά επιδεινώνεται καθώς το πρότυπο ζωής τους ακολουθεί τη Κ-στρατηγική καθιστώντας τα ευαίσθητα ακόμα και σε μικρές αλλαγές στο ρυθμό της θνησιμότητας (Brown *et al.* 1992, Janss 2000, Larsen *et al.* 2002, Drewitt & Langston 2006, Kikuchi 2008, Garvin *et al.* 2011).

2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η ανάπτυξη της τεχνολογίας για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας αποτελεί ένα από τα βασικότερα στοιχεία της ευρωπαϊκής πολιτικής για την επίτευξη του ενεργειακού της στόχου δηλ. την αύξηση του ποσοστού της ενέργειας που παρέχεται από ανανεώσιμες πηγές συμβάλλοντας στη μείωση της εκπομπής των αερίων του θερμοκηπίου. Ωστόσο είναι ένας ενεργειακός τομέας που έχει επιπτώσεις στο περιβάλλον και ο σημερινός ρυθμός και η κλίμακα των προτάσεων ανάπτυξης σε συνδυασμό με την ελλιπή κατανόηση των επιπτώσεων τους αποτελούν αιτία ανησυχίας.

Προσπαθήσαμε λοιπόν μέσα από τη συγκεκριμένη εργασία να εκτιμήσουμε σε ένα ευρύτερο πλαίσιο τις αθροιστικές επιπτώσεις των αιτήσεων για ΑΣΠΗΕ που έχουν κατατεθεί στη ΡΑΕ για τη περιοχή της Κρήτης. Ειδικότερα ασχοληθήκαμε με τις επιπτώσεις των ΑΣΠΗΕ στους γύπες και συγκεκριμένα στο πληθυσμό του Όρνιου (*Gyps fulvus*) στο νησί της Κρήτης με απώτερο σκοπό την ορθότερη χωροταξία των ΑΠΕ στο νησί. Η εργασία αυτή αποτελεί το πρώτο βήμα για μία πιο ολοκληρωμένη διαχειριστική προσέγγιση, με βάση την ορνιθοπανίδα, της ταχύτατα αναπτυσσόμενης βιομηχανίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από αιολικούς σταθμούς. Συγκεκριμένα είναι η πρώτη φορά που γίνεται η προσπάθεια να εκτιμηθούν οι αθροιστικές επιπτώσεις των ΑΣΠΗΕ σε τόσο μεγάλη κλίμακα. Ο τρόπος επεξεργασίας των δεδομένων είχε ως στόχο να δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας διαφόρων υποθέσεων και εκτίμησης του αντίστοιχου αποτελέσματος. Για παράδειγμα μπορούμε να ελέγξουμε κατά πόσο θα διαφοροποιηθεί ο αριθμός των προσκρούσεων εάν από τις αιτήσεις που έχουν κατατεθεί στη ΡΑΕ αφαιρεθούν όσες βρίσκονται στα όρια προστατευόμενων περιοχών ή εάν αφαιρεθούν οι αιτήσεις που βρίσκονται στο ζωτικό χώρο των αποικιών με το μεγαλύτερο αριθμό αναπαραγωγικών ζευγαριών και μεγαλύτερη αναπαραγωγική επιτυχία. Ένα άλλο σενάριο το οποίο θα μπορούσε να ελεγχθεί είναι η αλλαγή του ρυθμού με τον οποίο τα όρνια αποφεύγουν τις Α/Γ για να καλυφθούν όσο το δυνατό περισσότερες περιπτώσεις.

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από αυτή την εργασία μπορούν σε επόμενο στάδιο να χρησιμοποιηθούν για να ελεγχθεί η πιθανή πορεία του πληθυσμού χρησιμοποιώντας καμπύλες αύξησης ή και να συνδυαστούν με πληθυσμιακά μοντέλα ώστε οι διαχειριστικές προτάσεις των περιβαλλοντικών μελετών να βασίζονται στις αθροιστικές, μακροχρόνιες επιπτώσεις των ΑΣΠΗΕ σε επίπεδο πλέον πληθυσμού, και όχι μόνο αποικίας ή ατόμων όπως συνηθίζεται, για μία πιο ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του ζητήματος.

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.1 Περιοχή μελέτης

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το πέμπτο σε έκταση στη Μεσόγειο καταλαμβάνοντας μία έκταση 8261 km². Η απόσταση της από το ανατολικό έως το δυτικό της άκρο είναι ίση με 256 km, και το πλάτος της κυμαίνεται από τα 12 έως τα 56 km (μέσο πλάτος τα 40 km) (Χιρouchakis & Mylonas 2011).

Η γεωμορφολογία του νησιού διαφοροποιείται έντονα με κύρια χαρακτηριστικά το σχηματισμό μεγάλου αριθμού φαραγγίων αλλά και οροπεδίων. Οι ορεινές περιοχές καλύπτουν παραπάνω από το 60% της επιφάνειας του νησιού με τρεις κύριους ορεινούς όγκους, τα Λευκά Όρη (2452 m), τον Ψηλορείτη (2456 m) και τη Δίκητη (2148 m) ενώ οι πεδινές εκτάσεις είναι περιορισμένες.

Το κλίμα της χαρακτηρίζεται ως τυπικό μεσογειακό με ήπιους χειμώνες και ξηρές, ζεστές τις υπόλοιπες εποχές. Διαφοροποιήσεις παρατηρούνται ως προς την ποσότητα των βροχοπτώσεων με αυξητικές τάσεις από τα παράλια προς τις ορεινές περιοχές και από τα ανατολικά προς τα δυτικά ενώ το 80-95% των κατακρημνισμάτων πέφτουν τη περίοδο Οκτωβρίου-Μαρτίου (Grove *et al.* 1991). Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται τους μήνες Ιανουάριο-Φεβρουάριο ενώ οι υψηλότερες τον Ιούλιο-Αύγουστο (Pennas 1977). Η μέση ταχύτητα των ανέμων είναι 4-5 Beaufort και πνέουν κυρίως το καλοκαίρι.

Οι πεδινές και οι ημι-ορεινές περιοχές καλύπτονται από φρύγανα (π.χ *Sarcopoterium spinosum*, *Cistus spp.*, *Euphorbia spp.*, *Plhomis fruticosa*, *Satureja thymbra*) και σε μικρότερο βαθμό από μακία βλάστηση (π.χ *Quercus coccifera*, *Pistacia lentiscus*, *Ceratonia siliqua*, *Erica arborea*, *Juniperus spp.*). Στην ορεινή ζώνη συναντώνται χαμηλοί θάμνοι όπως ο πρίνος (*Quercus coccifera*) αλλά και σφενδάμια (*Acer sempervirens*). Τα δάση καλύπτουν μόνο ένα μικρό ποσοστό του νησιού (5%) και περιορίζονται κυρίως στις ορεινές και ημι-ορεινές περιοχές. Σε υψόμετρα 1800-2200 m συναντώνται βότανα και βολβοί.

3.2 Εργασία πεδίου

Στόχος της εργασίας πεδίου ήταν η καταμέτρηση του πληθυσμού και η εκτίμηση της παραγωγικότητάς του. Συγκεκριμένα το Φεβρουάριο πραγματοποιήθηκαν επισκέψεις με σκοπό τη καταμέτρηση των ζευγαριών που βρίσκονταν στο στάδιο της επώασης και τον Ιούνιο έλαβε χώρα η καταγραφή των αναπαραγωγικών επιτυχιών. Οι τιμές τις

αναπαραγωγικής επιτυχίας εκφράζονται ως το ποσοστό των επιτυχημένων ζευγαριών στο σύνολο των φωλεάζοντων. Η παραγωγικότητα αναφέρεται στον αριθμό των νεοσσών που πτερώνονται κάθε χρόνο με επιτυχία στο σύνολο των αναπαραγωγικών ζευγαριών και αποτελεί μία καλή προσέγγιση του ρυθμού αντικατάστασης του αναπαραγωγικού πληθυσμού.

3.3 Χωρική αποτύπωση ΑΣΠΗΕ

Στις αρχές της δεκαετίας του '80, η ανάγκη για αξιόπιστες και ενημερωμένες πληροφορίες γύρω από την κοινωνία και το περιβάλλον οδήγησαν στην εξαιρετικά μεγάλη ανάπτυξη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ακρωνύμιο GIS των λέξεων *Geographic Information Systems*).

Υπάρχουν πάρα πολλοί ορισμοί, για το τι είναι ένα ΓΣΠ. Κατά τον Burrough (1983), τα ΓΣΠ αντιπροσωπεύουν «ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάληψη ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου».

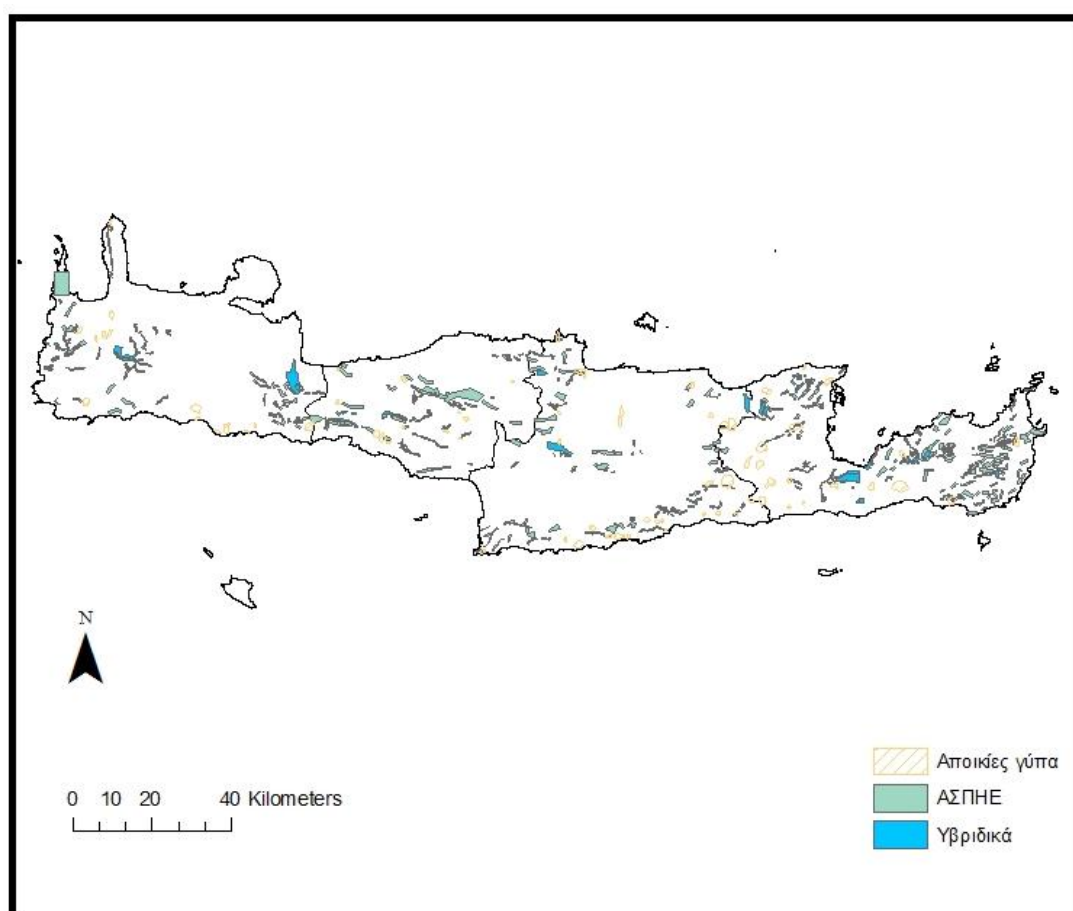
Σήμερα, η οικολογία στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό στα πολυπαραγοντικά, χωρικά μοντέλα. Αυτά περιλαμβάνουν αναλύσεις βιωσιμότητας πληθυσμών (Akçakaya Atwood και 1997), αξιολόγηση του ρίσκου απώλειας της βιοποικιλότητας (Akçakaya και Raphael 1998), τη διαχείριση του τοπίου για τα απειλούμενα είδη (Sanchez-Zarata και Calvo 1999) και την αποκατάσταση του οικοσυστήματος (Mladenoff et al. 1995, 1997). Οι μελέτες αυτές συχνά χρησιμοποιούν τη δύναμη των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) και τα πολυμεταβλητά στατιστικά μοντέλα. Κατά τη διάρκεια του τρέχοντος έργου όλα τα δεδομένα υποβλήθηκαν σε επεξεργασία στο ΓΣΠ, ώστε να είναι έτοιμα ως αρχεία εισόδου για το μοντέλο Band και μεταφέρθηκαν επίσης σε ψηφιακούς χάρτες.

Το πρώτο βήμα για τη μελέτη των επιπτώσεων των ΑΣΠΗΕ στον πληθυσμό του όρνιου ήταν η μεταφορά των γεωδαιτικών δεδομένων των αιολικών σταθμών από την ιστοσελίδα της Ρυθμιστικής Αρχής Ενέργειας (<http://www.rae.gr/geo/>) στο πρόγραμμα ArcGIS 9.3. (Εικόνα 8).

Συγκεκριμένα χρησιμοποιήσαμε τις πληροφορίες σημείου του γεωπληροφοριακού χάρτη σώζοντάς τες με τη μορφή πίνακα στο Excel. Έπειτα από την ιστοσελίδα της ESRI (<http://arcscripsts.esri.com/disclaimer.asp>) «κατεβάσαμε» ένα εργαλείο-toolbox, το *Generic Tools- Points to Polygons*, με το οποίο μας δίνεται η δυνατότητα να μετατρέψουμε τις πληροφορίες των σημείων σε πολύγωνα, και το προσθέσαμε στα *Arctoolboxes*

(*Arctoolboxes* → *Add Toolbox* → *Point to Polygon*). Συνοπτικά η διαδικασία κατασκευής των πολυγώνων η οποία επαναλαμβανόταν για κάθε αίτηση ΑΣΠΗΕ περιελάμβανε τα εξής στάδια: πρόσθεση των δεδομένων κάθε ΑΣΠΗΕ από το Excel στο *ArcMap* ακολουθώντας τα βήματα: *Add Data* → *Display XY Data* → *Export to Shapefile*. Έπειτα προσθέσαμε ένα νέο πεδίο (*Add Fields*) στο *Attribute table* του νέου *Shapefile* στα κελιά του οποίου βάζαμε τη μονάδα επιλέγοντας το *Field calculator*. Τέλος συμπληρώναμε τα πεδία του εργαλείου *Points to Polygons*: Στο *Input* επιλέγαμε το *Shapefile* που κατασκευάσαμε και στο *Polygon Field* το πεδίο με τη μονάδα που προσθέσαμε στο *Attribute Table* του νέου *Shapefile*.

Για να κατασκευάσουμε τους χάρτες και τα υπομνήματα χρησιμοποιήσαμε το *ArcMap Layout*. Με τη βοήθεια του *ArcGIS9.3* έγιναν όλοι οι απαραίτητοι υπολογισμοί για τη διεκπεραίωση της εργασίας.



Εικόνα 8 Χωρική αποτύπωση των αιτήσεων ΑΣΠΗΕ στο *ArcGIS 9.3* (www.rae.gr)

3.4 Κίνδυνος πρόσκρουσης

Στη παρούσα εργασία επιχειρήσαμε να υπολογίσουμε τον θεωρητικό κίνδυνο πρόσκρουσης και την αναμενόμενη θνησιμότητα του είδους *Gyps fulvus* εφαρμόζοντας ένα μοντέλο επικινδυνότητας (*collision risk model*, Band *et al.* 2005) που έχει εκπονηθεί από το Ινστιτούτο Φυσικής Κληρονομιάς της Σκωτίας (*Scottish Nature Heritage*), γνωστό και ως *BAND model*, από το όνομα του ερευνητή που το ανέπτυξε. Ο υπολογισμός έγινε βάσει του αριθμού των επικίνδυνων πτήσεων εντός των ορίων των ΑΣΠΗΕ και λαμβάνοντας υπόψη τα μορφομετρικά χαρακτηριστικά του είδους, τη πτητική του συμπεριφορά, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Α/Γ και τις διαστάσεις του εκάστοτε αιολικού σταθμού.

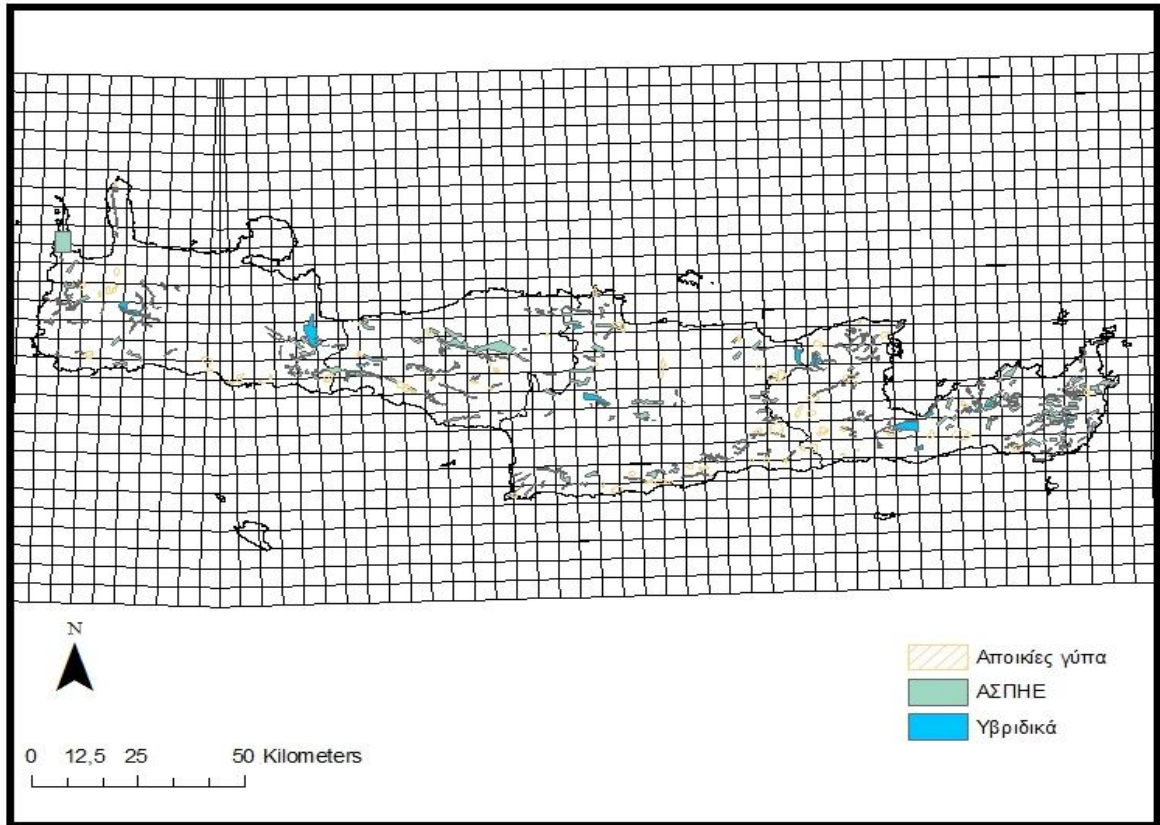
Συγκεκριμένα η μέθοδος περιλαμβάνει δύο στάδια υπολογισμού. Στο πρώτο εκτιμάται ο αριθμός των επικίνδυνων πτήσεων μέσα από τις πτερωτές θεωρώντας ότι τα πουλιά δεν αποφεύγουν τις Α/Γ και στο δεύτερο στάδιο εφαρμόζεται το μοντέλο πρόσκρουσης με το οποίο εκτιμάται η πιθανότητα να σκοτωθεί ένα πουλί που θα περάσει μέσα από τη πτερωτή. Ο τελικός στόχος είναι η εκτίμηση του αριθμού των ατόμων που θα προσκρούσουν στις Α/Γ σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Στη προκειμένη περίπτωση το διάστημα για το οποίο εφαρμόσαμε το μοντέλο ήταν η μία ημέρα.

Ο αριθμός πουλιών που συγκρούονται/ημέρα =

Αριθμός πουλιών που περνούν μέσα από πτερωτές (στάδιο 1) Χ

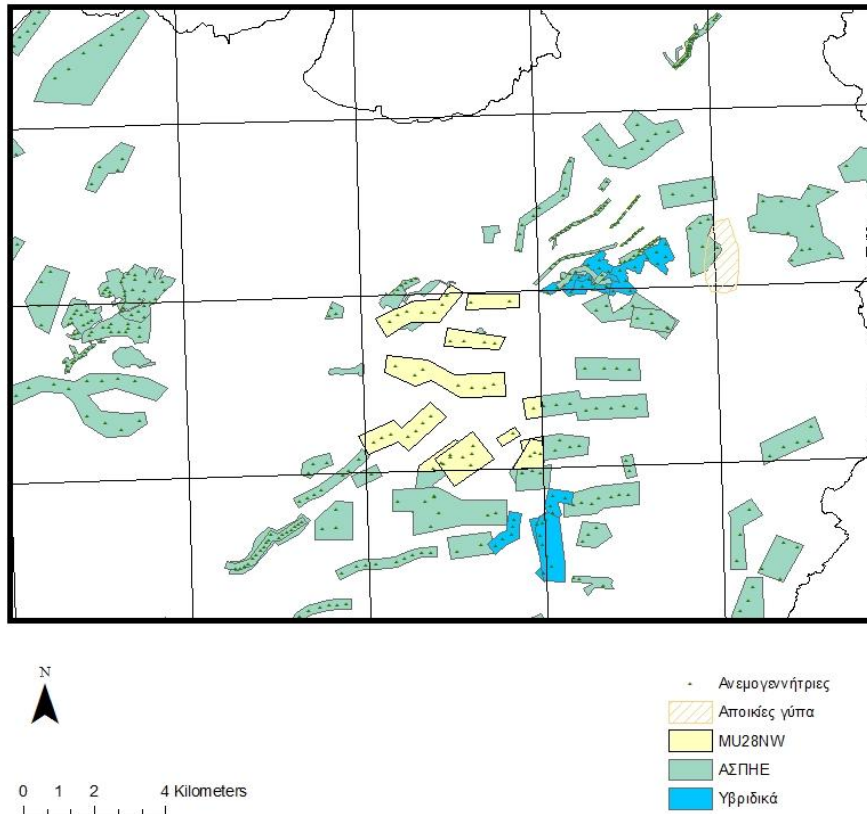
Πιθανότητα να χτυπηθεί ένα πουλί που περνάει μέσα από πτερωτές (στάδιο 2)

Στην πράξη διαχωρίσαμε αρχικά τον χάρτη της εικόνας 8 με βάση ένα πλέγμα επιφάνειας 25 km² ανά εικονοστοιχείο (*pixel*) (5x5 km) ώστε να μπορέσουμε να υπολογίσουμε τον κίνδυνο πρόσκρουσης σε μεγάλη κλίμακα (Εικόνα 9).



Εικόνα 9 Χωρική αποτύπωση των αιτήσεων με πλέγμα 25 km².

Ουσιαστικά επεξεργάζομασταν κάθε εικονοστοιχείο ξεχωριστά όπου εφαρμόζονταν τα στάδια του μοντέλου για κάθε μία αίτηση ή τμήμα αίτησης που βρίσκονταν εντός των ορίων του (Εικόνες 9 και 10). Προτιμήθηκε αυτός ο τρόπος επεξεργασίας των δεδομένων διότι η σχετική παρουσία των όρνιων διαφοροποιείται ανάμεσα στα εικονοστοιχεία ανάλογα με τα εποχιακά πρότυπα κατανομής του είδους.



Εικόνα 10 Παράδειγμα επεξεργασίας δεδομένων ανά εικονοστοιχείο. Με κίτρινο χρώμα φαίνεται το «υπό μελέτη» εικονοστοιχείο (ArcGIS 9.3).

Βασιζόμενοι στους εποχικούς χάρτες κατανομής του πληθυσμού των όρνιων της Κρήτης (Εικόνες 3 και 4) υπολογίσαμε τη σχετική παρουσία των ατόμων κάθε αποικίας ανά εικονοστοιχείο:

$$p_i = n_i / Nh_i$$

όπου

n_i , ο αριθμός των ατόμων που έχει παρατηρηθεί σε κάθε εικονοστοιχείο

Nh_i , ο αριθμός των ατόμων της αποικίας που χρησιμοποιούν το ζωτικό χώρο

Οι εποχές ορίστηκαν σύμφωνα με τη διάρκεια των βροχοπτώσεων και το χρονικό διάστημα κάλυψης των ορεινών περιοχών (>800 m) με χιόνι. Με αυτό τον τρόπο προκύπτει ότι ο χειμώνας διαρκεί 150 ημέρες (15 Νοεμβρίου- 14 Απριλίου) και το καλοκαίρι 210 (15 Απριλίου- 14 Νοεμβρίου) (Χιρouchakis & Μγlonas 2004).

Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε στο ArcMap όπου αρχικά κατασκευάσαμε δύο πίνακες, ένα για κάθε εποχή, στους οποίους περιέχονταν όλες οι αποικίες. Στη συνέχεια υπολογίσαμε τη σχετική παρουσία των ατόμων κάθε αποικίας σε κάθε εικονοστοιχείο του ζωτικού τους χώρου.

Ο αριθμός των επικίνδυνων πτήσεων εντός του ΑΣΠΗΕ (Στάδιο 1)

Το πρώτο στάδιο υπολογισμού της θνησιμότητας διαφοροποιείται ανάλογα με το είδος που μελετάται, τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Α/Γ και τις διαστάσεις του ΑΣΠΗΕ.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση επειδή η επεξεργασία των δεδομένων γινόταν ανά εικονοστοιχείο το πρώτο βήμα για να υπολογίσουμε τον αριθμό των επικίνδυνων πτήσεων εντός του αιολικού σταθμού ήταν να εκτιμήσουμε πόσες φορές επισκέπτεται κάθε άτομο το κάθε ένα εικονοστοιχείο του ζωτικού χώρου της αποικίας (*home range*) (r_{pc}).

Αναλυτικότερα, γνωρίζοντας τη ταχύτητα πτήσης και το χρόνο που διαρκεί η εξόρμησή του κάθε ατόμου για αναζήτηση τροφής υπολογίσαμε τη μέγιστη απόσταση που διανύει κάθε όρνιο στη διάρκεια μίας ημέρας:

$$f_d = f_t * f_v$$

όπου

f_t , η χρονική διάρκεια αναζήτησης τροφής ανά ημέρα και

f_v , η ταχύτητα πτήσης.

Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο χρόνος αναζήτησης τροφής (f_t) διαφοροποιείται ανάλογα με τις διαθέσιμες ώρες φωτός οι οποίες καθορίζουν τη μέγιστη χρονική διάρκεια που είναι διαθέσιμη για αναζήτηση τροφής λόγω ορατότητας και το χρονικό διάστημα που διαρκούν οι κατάλληλες συνθήκες για το σχηματισμό των αέριων ρευμάτων που εκμεταλλεύονται κατά τη πτήση τους. Οι προσπάθειες των όρνιων για εύρεση θηραμάτων εντείνονται κατά τη περίοδο χαμηλής διαθεσιμότητας τροφής (χειμώνας) η οποία συμπίπτει και με καιρικές συνθήκες οι οποίες δεν ευνοούν το σχηματισμό θερμικών ανοδικών ρευμάτων (ομίγλη, βροχή κλπ). Έτσι εξηγείται το γεγονός ότι κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού η αναζήτηση τροφής διαρκεί 8,4 ώρες ανά ημέρα ενώ το χειμώνα περιορίζεται στις 6,8 ώρες. Η ταχύτητα πτήσης, f_v , για τον πληθυσμό της Κρήτης έχει υπολογιστεί στα 43

km/h (Xirouchakis & Andreou 2009). Στη συνέχεια αντιστοιχίσαμε αυτές τις τιμές σε αριθμό εικονοστοιχείων που επισκέπτεται ένα άτομο σε κάθε εξόρμηση ($n_p = f_d/5 \text{ km}$). Οι τιμές που προέκυψαν είναι 58,48 pixels ανά ημέρα κατά τη διάρκεια του χειμώνα και 72,24 το καλοκαίρι.

Τέλος λαμβάνοντας υπόψη την έκταση που καλύπτει ο ζωτικός χώρος κάθε αποικίας (692 km²) και αντιστοιχίζοντας και αυτή τη τιμή σε αριθμό εικονοστοιχείων (δηλ. $h_p = 692 \text{ km}^2/25 \text{ km}^2 \sim 28 \text{ pixels}$) μπορέσαμε να υπολογίσουμε ότι τα όρνια επισκέπτονται το κάθε εικονοστοιχείο του ζωτικού τους χώρου 2 φορές το χειμώνα και 3 το καλοκαίρι σύμφωνα με τον τύπο $r_{pc} = n_p/h_p$.

Όμως προκειμένου να λάβει χώρα μια πρόσκρουση θα πρέπει να συμπίπτουν ορισμένες συνθήκες. Συγκεκριμένα το όρνιο θα πρέπει εκτός του να βρεθεί σε ένα εικονοστοιχείο στο οποίο θα έχουν εγκατασταθεί Α/Γ, να βρεθεί εντός των ορίων του ΑΣΠΗΕ αλλά και να πετάξει στο ύψος των Α/Γ. Εάν περάσει ανάμεσα τους και δεν προσπαθήσει να τις αποφύγει ενεργά θα χτυπηθεί από τη πτερωτή. Αυτές τις συνθήκες λάβαμε υπ' όψιν ώστε να κατασκευάσουμε έναν παράγοντα διόρθωσης του αριθμού των επισκέψεων ενός εικονοστοιχείου (*correction factor (Cf) για τη τιμή r_{pc}*).

Επομένως το επόμενο βήμα για τον προσδιορισμό του αριθμού των επικίνδυνων πτήσεων ήταν να υπολογίσουμε το λόγο της επιφάνειας του εκάστοτε ΑΣΠΗΕ σε σχέση με την επιφάνεια του εικονοστοιχείου (25km²). Η επεξεργασία αυτή έγινε με τη βοήθεια του ArcMap όπου από τα Analysis Tools χρησιμοποιήσαμε το εργαλείο Intersect ούτως ώστε να κατασκευάσουμε πίνακες για κάθε ένα εικονοστοιχείο του χάρτη ξεχωριστά (Εικόνα 10) οι οποίοι να περιλαμβάνουν δεδομένα μόνο για τα τμήματα των ΑΣΠΗΕ που βρίσκονται εντός του εικονοστοιχείου. Ο υπολογισμός της επιφάνειας των τμημάτων αυτών έγινε με το Calculate Geometry.

Στη συνέχεια χρησιμοποιήσαμε ένα απλουστευμένο γενικό πρότυπο πτήσης των όρνιων συνυπολογίζοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά των Α/Γ του εκάστοτε ΑΣΠΗΕ. Γι' αυτό το λόγο θεωρήσαμε ότι η πτήση του όρνιου έχει τη γεωμετρία ορθογώνιου τριγώνου με διάμεσο ύψους πτήσης τα 190 m (Εικόνα 11) (Xirouchakis & Andreou 2009). Με αυτό το σκεπτικό ο παράγοντας διόρθωσης που προέκυψε ήταν ο εξής:

$$Cf = (h/H) * (a_w/A_T)$$

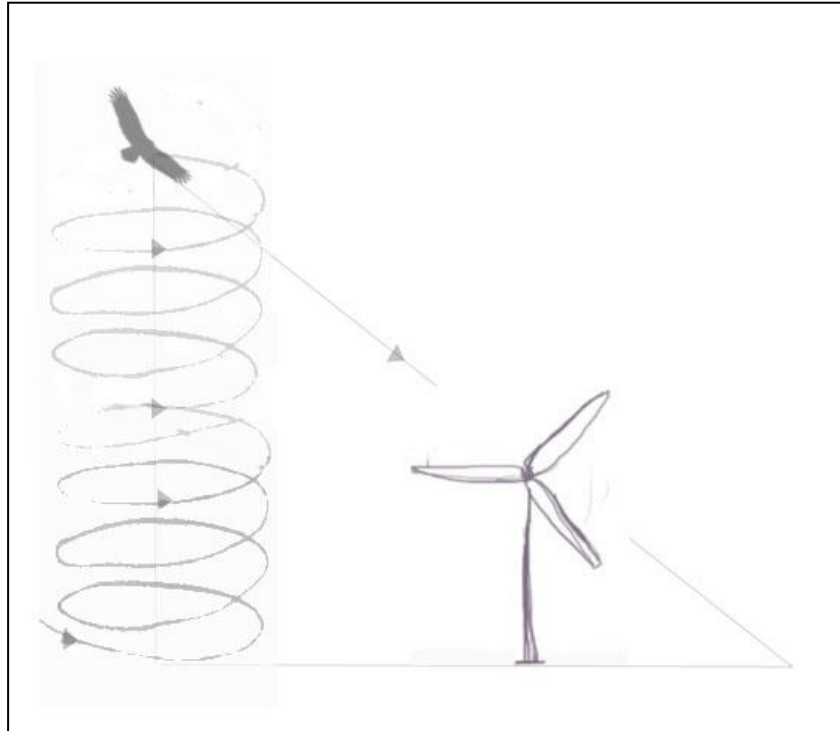
όπου

h = το ύψος της Α/Γ

H = ο διάμεσος ύψους πτήσης όρνιων (190 m,)

a_w = η επιφάνεια του ΑΣΠΗΕ

A_T = η επιφάνεια του εικονοστοιχείου (25 km²)



Εικόνα 11 Γενικευμένο πρότυπο της πτητικής συμπεριφοράς του όρνιου.

Η πιθανότητα πρόσκρουσης (Στάδιο 2)

Στο δεύτερο στάδιο του μοντέλου εκτιμάται η πιθανότητα να χτυπηθεί ένα άτομο που θα περάσει μέσα από τη πτερωτή (ρ_{col}) (Εικόνα 12). Αυτή εξαρτάται από τις διαστάσεις του υπό μελέτη είδους (μήκος και άνοιγμα φτερούγων), το μήκος και τη κλίση των πτερωτών των Α/Γ (*pitch*), τη ταχύτητα περιστροφής του ρότορα και τη ταχύτητα πτήσης του πουλιού. Οι τιμές των μορφομετρικών που χρησιμοποιήθηκαν στο μοντέλο είναι αυτές που αναφέρονται για το είδος στη Κρήτη δηλαδή βάρος σώματος 7.6 kg, άνοιγμα φτερούγων 2.56 m και επιφάνεια φτερούγων 0.880 m² (Χιρουχάκης & Ρουλακάκης 2008). Τα δεδομένα που αφορούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ΑΣΠΗΕ αντλήθηκαν από τη ΡΑΕ και από τις κατασκευαστικές εταιρείες των Α/Γ (Πίνακας 1). Στην Εικόνα 12 φαίνεται η μορφή που έχει το μοντέλο πρόσκρουσης *BAND*.

Πίνακας 1 Δεδομένα για τον υπολογισμό της αναμενόμενης θνησιμότητα όρνιων λόγω πρόσκρουσης με τις Α/Γ χρησιμοποιώντας το μοντέλο Band

Μορφομετρία όρνιου και τεχνικά χαρακτηριστικά ΑΣΠΗΕ		
Τύπος πτήσης (0:ενεργητική, 1: ανεμοπορία)	F/G	1
Μήκος όρνιου	l	1,1 m
Άνοιγμα φτερούγων	WS	2,56 m
Παράγων μείωσης ανοίγματος φτερούγων	WSrf	0,676
Ταχύτητα πτήσης	u	12 m/sec
Αριθμός πτερούγων	NoBlades	3
Μέγιστο μήκος χορδής πτερωτών	MaxChord	2,3 – 4 m
Διάμετρος ρότορα	D	33 - 112
Περίοδος περιστροφής ρότορα (sec)	RotPeriod	
Κλίση πτερωτής (pitch)	2R/3	
Πιθανότητα πρόσκρουσης	p_{col}	

CALCULATION OF COLLISION RISK FOR BIRD PASSING THROUGH ROTOR AREA

Only enter input parameters in blue. W Band 21/05/00

K: [1D or [3D] (0 or 1)		Calculation of alpha and p(collision) as a function of radius									
Parameter	Value	Unit	r/R	c/C	?	Upwind:	Downwind:	contribution	contribute	contribution	contribution
			radius	chord	alpha	length	p(collision)	from radius r	length	p(collision)	from radius r
NoBlades	3										
MaxChord	2.431	m									
Pitch (degrees)	30										
BirdLength	0.82	m	0.025	0.575	9.45	24.90	1.00	0.00125	23.50	1.00	0.00125
Wingspan	2.12	m	0.075	0.575	3.15	8.77	0.68	0.00511	7.37	0.57	0.00429
F: Flapping (0) or gliding (+1)	1		0.125	0.702	1.89	6.20	0.48	0.00602	4.49	0.35	0.00436
Bird speed	13	m/sec	0.175	0.880	1.35	5.31	0.41	0.00723	3.22	0.25	0.00438
			0.225	0.994	1.05	4.83	0.37	0.00844	2.41	0.19	0.00421
RotorDiam	52	m	0.275	0.947	0.86	4.02	0.31	0.00860	1.72	0.13	0.00368
RotationPeriod	2.97	sec	0.325	0.899	0.73	3.45	0.27	0.00871	1.27	0.10	0.00319
			0.375	0.851	0.63	3.01	0.23	0.00878	0.95	0.07	0.00275
			0.425	0.804	0.56	2.67	0.21	0.00881	0.79	0.06	0.00260
			0.475	0.756	0.50	2.38	0.19	0.00879	0.80	0.06	0.00295
Bird aspect ratio: ?	0.39		0.525	0.708	0.45	2.14	0.17	0.00873	0.80	0.06	0.00325
			0.575	0.660	0.41	1.93	0.15	0.00862	0.79	0.06	0.00351
			0.625	0.613	0.38	2.05	0.16	0.00997	1.08	0.08	0.00523
			0.675	0.565	0.35	1.92	0.15	0.01009	1.09	0.08	0.00572
			0.725	0.517	0.33	1.80	0.14	0.01016	1.09	0.08	0.00616
			0.775	0.470	0.30	1.69	0.13	0.01019	1.09	0.08	0.00656
			0.825	0.422	0.29	1.59	0.12	0.01018	1.08	0.08	0.00691
			0.875	0.374	0.27	1.49	0.12	0.01011	1.06	0.08	0.00722
			0.925	0.327	0.26	1.39	0.11	0.01001	1.04	0.08	0.00748
			0.975	0.279	0.24	1.30	0.10	0.00986	1.02	0.08	0.00770
Overall p(collision) =						Upwind 17.0%	Downwind 9.3%				

GUIDANCE NOTE SERIES © SCOTTISH NATURAL HERITAGE 2000

Εικόνα 12 Το μοντέλο πρόσκρουσης (*Band model*, Band et al. 2005).

Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι για να υπολογιστεί η πιθανότητα πρόσκρουσης γίνονται εξ αρχής κάποιες παραδοχές. Σύμφωνα με αυτές θεωρείται ότι τα πουλιά δεν αποφεύγουν τις Α/Γ, έχουν σχήμα σταυρού και οι πτερωτές της Α/Γ δεν έχουν πάχος ενώ λαμβάνονται υπόψη μόνο οι προσκρούσεις με το ρότορα των Α/Γ υποθέτοντας ότι κάθε πρόσκρουση ισοδυναμεί με θανάτωση. Επιπλέον η έκταση του ΑΣΠΗΕ υπολογίζεται θεωρώντας ότι οι Α/Γ είναι στοιχισμένες σε μία σειρά (Band *et al.* 2005).

Τέλος στους υπολογισμούς της θνησιμότητας συμπεριλάβαμε και το βαθμό αποφυγής (*avoidance rate, Av*) των Α/Γ ο οποίος δε λαμβάνεται υπόψη στο μοντέλο. Στη πράξη η ενσωμάτωσή του έγινε πολλαπλασιάζοντας τη προβλεπόμενη τιμή πρόσκρουσης με τη πιθανότητα να μην αποφύγουν τα πουλιά τις Α/Γ, $(1 - Av)$. Ο υπολογισμός του κανονικά απαιτεί εργασία πεδίου μεγάλης χρονικής διάρκειας σε ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις Α/Γ συγκρίνοντας τη πτητική συμπεριφορά του είδους πριν και μετά την κατασκευή του ΑΣΠΗΕ ή τουλάχιστον την ύπαρξη επαρκούς βιβλιογραφίας που να αφορά το υπό μελέτη είδος (Band *et al.* 2005). Επειδή για το πρώτο δεν υπήρχε ο διαθέσιμος χρόνος και για το δεύτερο η επαρκής βιβλιογραφία επιλέξαμε να υπολογίσουμε τις επικίνδυνες πτήσεις θεωρώντας ότι τα όρνια αποφεύγουν τις Α/Γ σε ποσοστό 25% βασιζόμενοι σε προηγούμενη μελέτη του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης που είχε ως στόχο τη παρακολούθηση των επιπτώσεων ενός ΑΣΠΗΕ που βρίσκεται στο νομό Ηρακλείου (Ξηρουχάκης 2009).

3.5 Υπολογισμός της ετήσιας θνησιμότητας

Συνοψίζοντας, για να υπολογίσουμε τον αριθμό προσκρούσεων ανά ημέρα για ένα άτομο στα όρια του ζωτικού χώρου της αποικίας χρησιμοποίησαμε τον τύπο:

$$\sum_{i=1}^{28} Q = (rpc * Cf) * pi * pcol * (1 - Av)$$

όπου

Q , η θνησιμότητα ενός ατόμου στα όρια του ζωτικού χώρου της αποικίας στη διάρκεια μίας ημέρας

i η αρίθμηση των εικονοστοιχείων του ζωτικού χώρου της αποικίας για τα οποία έχει προταθεί η εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ

- r_{pc} , οι φορές που επισκέπτεται ένα όρνιο κάθε εικονοστοιχείο του ζωτικού χώρου της αποικίας
- Cf , ο παράγοντας διόρθωσης του αριθμού των επικίνδυνων πτήσεων εντός του ΑΣΠΗΕ
- ρ_i , η σχετική παρουσία των ατόμων κάθε αποικίας ανά εικονοστοιχείο
- ρ_{col} , η πιθανότητα πρόσκρουσης
- $(1 - Av)$, η πιθανότητα να μην αποφύγει τις Α/Γ το όρνιο

Στη συνέχεια αναγάγαμε αυτή τη τιμή σε επίπεδο αριθμού προσκρούσεων όλων των ατόμων της αποικίας σε μία ημέρα σύμφωνα με την εξίσωση:

$$D_j = N_j * Q,$$

όπου

- N_j , ο αριθμός ατόμων της αποικίας
- Q , η θνησιμότητα ενός ατόμου στα όρια του ζωτικού χώρου της αποικίας στη διάρκεια μίας ημέρας

Έπειτα υπολογίσαμε τον αριθμό των θανάτων κατά τη διάρκεια του χειμώνα και του καλοκαιριού πολλαπλασιάζοντας τα αποτελέσματα της προηγούμενης εξίσωσης με τον αριθμό των ημερών που διαρκεί ή κάθε εποχή:

$$Dw_j = D_j * N_w,$$

όπου

- D_j , ο αριθμός των προσκρούσεων αριθμού προσκρούσεων όλων των ατόμων της αποικίας σε μία ημέρα
- N_w , η διάρκεια του χειμώνα σε ημέρες

Αντίστοιχα για το καλοκαίρι:

$$Ds_j = D_j * N_s$$

όπου

- D_j , ο αριθμός των προσκρούσεων αριθμού προσκρούσεων όλων των ατόμων της αποικίας σε μία ημέρα

N_w , η διάρκεια του καλοκαιριού σε ημέρες

Τέλος προσθέτοντας τις τιμές που προέκυπταν από τις δύο τελευταίες εξισώσεις υπολογίζαμε την ετήσια θνησιμότητα για κάθε αποικία στη διάρκεια ενός έτους

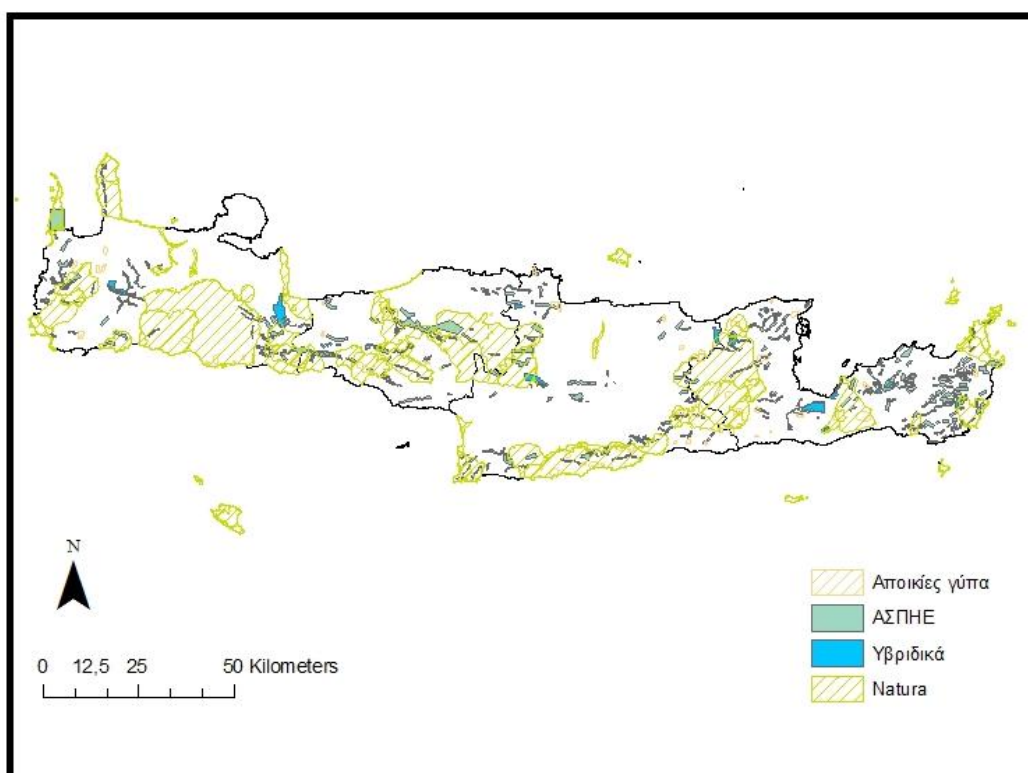
$$D_{tot} = DW_j + Ds_j.$$

Οι όροι και οι εξισώσεις που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της ετήσια θνησιμότητας κάθε αποικίας φαίνονται συνοπτικά στον πίνακα 2.

Πίνακας 2 Επεξήγηση των όρων που χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό της θνησιμότητας κάθε αποικίας στη διάρκεια ενός έτους. (Οι όροι που έχουν δύο τιμές διαφοροποιούνται ανάλογα με την εποχή (χειμώνα/ καλοκαίρι))

Υπολογισμός θνησιμότητας ανά αποικία στη διάρκεια ενός έτους			
Αριθμός εικονοστοιχείου	π_i		
Μήκος πλευράς εικονοστοιχείου	α	5 km	
Χρονική διάρκεια αναζήτησης τροφής ανά ημέρα	f_t	6,8 hr	8,4 hr
Ταχύτητα πτήσης	f_v	43 km/hr	
Μέγιστη απόσταση ανά εξόρμηση	$f_d = f_t * f_v$	292,4 km	361,2 km
Ζωτικός χώρος αποικίας	h	692 km ²	
Ζωτικός χώρος σε αριθμό pixel	$h_p = h / A_T$	~ 28 pixels	
Αριθμός των pixels που επισκέπτεται σε κάθε εξόρμηση	$n_p = f_d / \alpha$	58,48	72,24
Ο αρ. επισκέψεων κάθε pixel του ζωτικού χώρου σε μία ημέρα	$r_{pc} = n_p / h_p$	2	3
Επιφάνεια εικονοστοιχείου	A_T	25 km ²	
Το ύψος της Α/Γ	h	37 – 84 m	
Η επιφάνεια του ΑΣΠΗΕ	a_w		
Ύψος πτήσης όρνιου (διάμεσος όρος)	H	190 m	
Παράγοντας διόρθωσης των επικίνδυνων πτήσεων	$C_f = (h/H) * (a_w / A_T)$		
Διάρκεια χειμώνα (ημέρες)	N_w	150	
Διάρκεια καλοκαιρού (ημέρες)	N_s	210	
Αρ. ατόμων ανά pixel (π_i)	n_i		
Μέγεθος πληθυσμού της αποικίας j	N_j		
Αρ. ατόμων της αποικίας που χρησιμοποιούν το ζωτικό χώρο	Nh_j		
Σχετική παρουσία ατόμων της αποικίας j στο εικονοστοιχείο i	$p_i = n_i / Nh_j$		
Αρ. θανάτων ανά ημέρα ανά πουλί στα όρια του ζωτικού χώρου	$Q_w = (r_{pc} * C_f * p_i * p_{col} * (1 - A_v))$		
Αρ. θανάτων ανά ημέρα ανά αποικία	$D_j = N_j * Q$		
Αρ. θανάτων ανά αποικία τον χειμώνα	$Dw_j = D_j * N_w$		
Αρ. θανάτων ανά αποικία το καλοκαίρι	$Ds_j = D_j * N_s$		
Πτήσεις αποφυγής Α/Γ	A_v	25%	

Ο λόγος που επεξεργαστήκαμε τα δεδομένα μας με αυτό το τρόπο ήταν επειδή έτσι μας δίνεται η δυνατότητα να κατασκευάσουμε μία σειρά υποθέσεων προκειμένου να εκτιμήσουμε τον αριθμό των προσκρούσεων υπό διαφορετικές συνθήκες. Ο διαθέσιμος χρόνος μας επέτρεψε να εξετάσουμε μόνο ένα σενάριο και συγκεκριμένα επιλέξαμε να δούμε πόσο θα διαφοροποιηθούν οι τιμές της θνησιμότητας εάν θεωρήσουμε ότι δε θα κατασκευαστεί κανένα ΑΣΠΗΕ εντός των περιοχών Natura 2000 (Εικόνα 13).



Εικόνα 13 Χάρτης της Κρήτης με τις περιοχές Natura 2000.

Αφού εξάγαμε τα αποτελέσματα του μοντέλου πρόσκρουσης ελέγξαμε τον ρυθμό αύξησης του πληθυσμού χρησιμοποιώντας δεδομένα των τελευταίων δεκαέξι ετών. Σύμφωνα με τον Caughley (1977) ο ρυθμός αύξησης ενός πληθυσμού υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\lambda = N_{t+1} / N_t = e^r$$

όπου

λ , ο πεπερασμένος ρυθμός αύξησης

N_t , το μέγεθος του πληθυσμού

e , η βάση του φυσικού Νεπέριου λογάριθμου και
 r , ο εκθετικός ρυθμός αύξησης

Ο πεπερασμένος ρυθμός αύξησης είναι το απλούστερο μέτρο του ρυθμού αύξησης ενός πληθυσμού και πρόκειται για την αναλογία τιμών σε δυο διαδοχικά έτη. Όταν το r δηλ. η κλίση της ευθείας, είναι θετικό ο πληθυσμός αυξάνεται και αντίθετα όταν η τιμή του r είναι μικρότερη του μηδενός ο πληθυσμός μειώνεται.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Μέγεθος πληθυσμού

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων της εργασίας πεδίου παρατίθενται στον πίνακα 3.

Πίνακας 3 Η παραγωγικότητα και ο αριθμός ατόμων των αποικιών της Κρήτης

Κωδικός αποικίας	Επώαση	Πτέρωση
	Αρ ατόμων	Αρ. ατόμων
GFA1	2	2
GFB1	2	2
GFB2	2	2
GFB4	10	10
GFB3	4	4
GFB5	6	6
GFD10	2	2
GFD5	2	2
GFD7	8	8
GFD9	4	4
GFD8	14	14
GFE4	4	4
GFE2	4	4
GFF1	18	18
GFF2	14	14
GFG1	0	0
GFG3	8	2
GFG4	16	16
GFH1	28	24
GFH2	8	8
GFH3	6	4
GFH8	8	6
GFK1	4	4
GFH10	0	0
GFH9	0	0
GFK3	6	6
GFK4	24	22
GFL5A	28	24
GFL6	6	4
GFL8	10	8
GFL11	4	4
GFK5	12	8

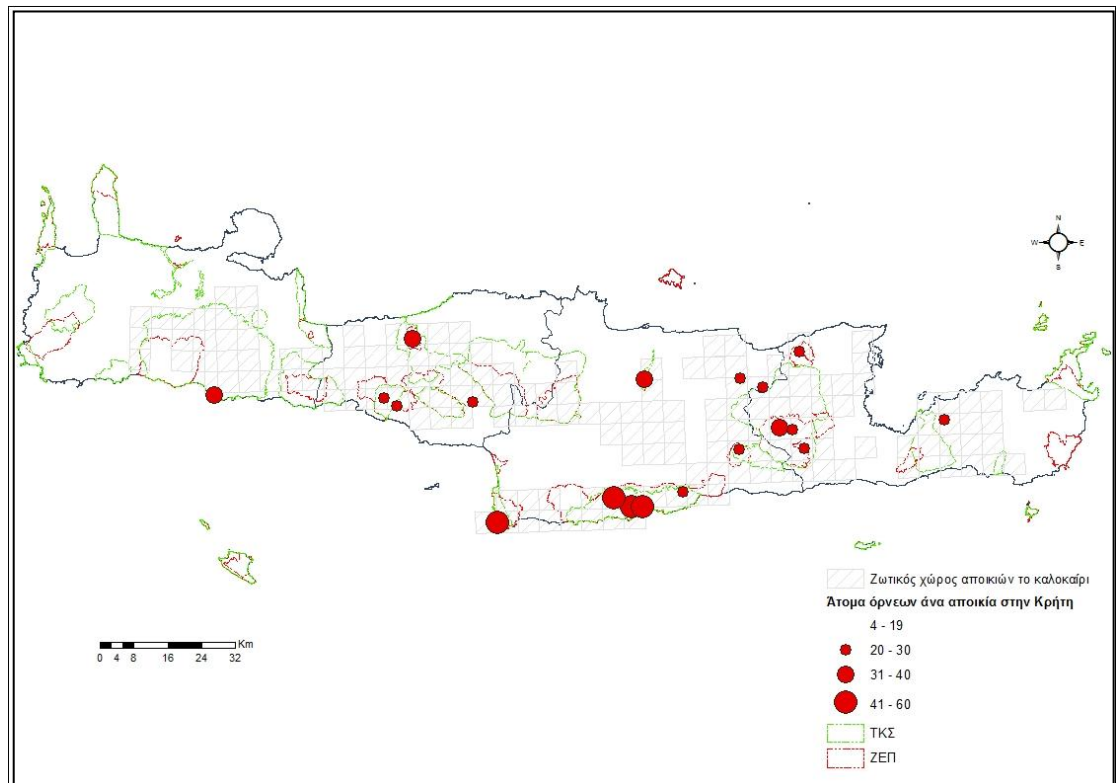
GFK6	4	2
GFM2	20	20
GFM12	10	8
GFM15	8	6
GFM13	10	8
GFM14	44	34
GFM3A	40	40
GFM10	26	22
GFM4	2	2
GFM5	4	4
GFM20	2	2
GFN7	6	6
GFN1	12	12
GFN4	10	10
GFB6	12	12
GFD12	2	2
GFE5	0	0
GFE2	4	4
GFL2	4	4
GFL1	4	4
GFM15	4	4
GFM3	4	2
Σύνολο	468	416

Από τα αποτελέσματα της εργασίας πεδίου προκύπτει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των αναπαραγωγικών ζευγαριών συγκεντρώνεται σε έναν περιορισμένο αριθμό ενεργών αποικιών. Η παρατήρηση αυτή μπορεί να είναι γόνιμη διαχειριστικά με δύο τρόπους. Σύμφωνα με τον πρώτο ένα σημαντικό κομμάτι του πληθυσμού θα μπορούσε να προστατευθεί εάν αποκλείονταν εξ αρχής ο ζωτικός χώρος αυτών των αποικιών από τις περιοχές όπου θα μπορούσαν να εγκατασταθούν ΑΣΠΗΕ. Η δεύτερη διαχειριστική πρακτική μπορεί να βασιστεί στην αλληλοεπικάλυψη του ζωτικού χώρου αυτών των ενεργών θέσεων με το δίκτυο διαχείρισης Natura 2000 ορίζοντας περιοχές προτεραιότητας.

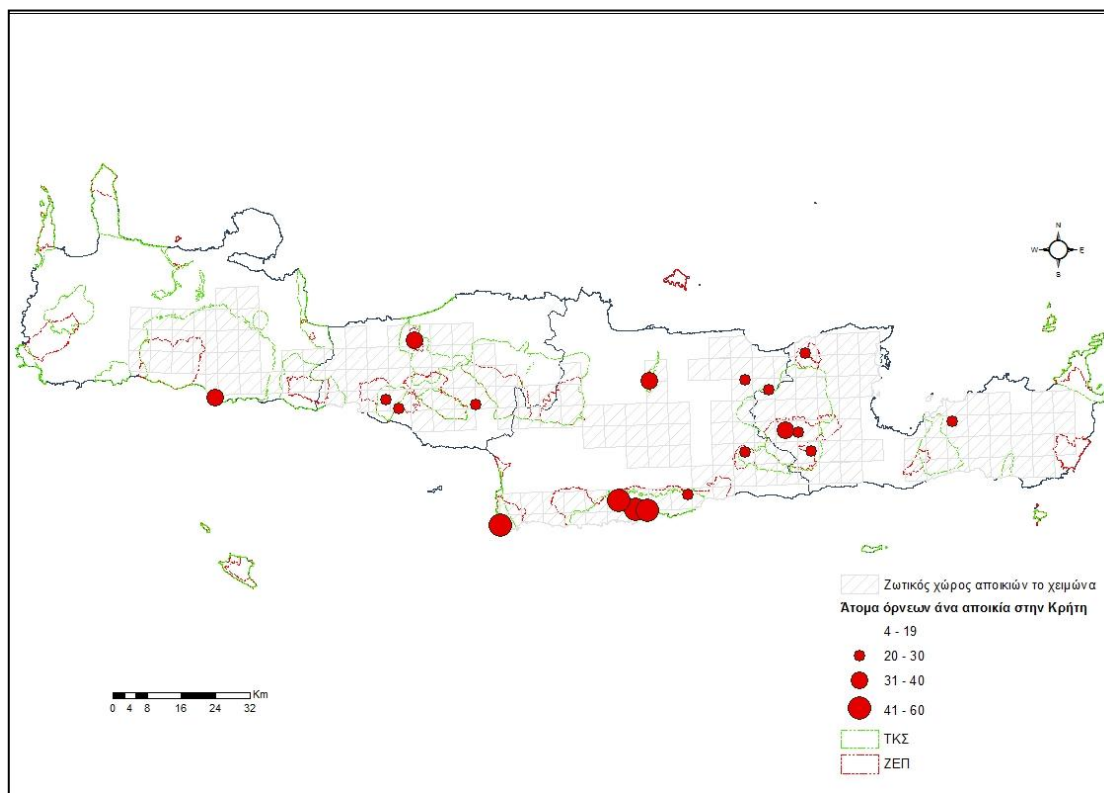
Περιοχές προτεραιότητας

Στους χάρτες των εικόνων 14 και 15 και τους πίνακες 4 έως 7 απεικονίζονται οι περιοχές προτεραιότητας σύμφωνα με την αλληλοεπικάλυψη του ζωτικού χώρου των

αποικιών και των κούρνιων που συγκεντρώνουν τα περισσότερα άτομα (>20) με τις προστατευόμενες περιοχές (Τόποι Κοινωνικής Σημασίας, ΤΚΣ ή SCI και Ζώνες Ειδικής προστασίας (ΖΕΠ ή SPA)).



Εικόνα 14 Περιοχές προτεραιότητας με βάση των αριθμού ατόμων ανά αποικία ή κούρνια (καλοκαίρι)



Εικόνα 15 Περιοχές προτεραιότητας βάσει του αριθμού ατόμων ανά αποικία ή κούρνια (χειμώνας)

Πίνακας 4 Αλληλοεπικάλυψη (σε αριθμό εικονοστοιχείων) των ΤΚΣ με τις μεγαλύτερες αποικίες και κούρνιες (σε αριθμό ατόμων) σύμφωνα με το ζωτικό τους χώρο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Συνολικός αριθμός εικονοστοιχείων ΤΚΣ που αλληλεπικαλύπτονται: 53)

Τόποι Κοινοτικής Σημασίας	Αρ. εικονοστοιχείων που αλληλεπικαλύπτονται
GR4340008	23
GR4320002	20
GR4330005	15
GR4310005	10
GR4330004	8
GR4320005	7
GR4310006	6
GR4330002	6
GR4340012	6
GR4310004	3
GR4320004	3
GR4330003	3
GR4310002	2
GR4340005	1

Πίνακας 5 Αλληλοεπικάλυψη (σε αριθμό εικονοστοιχείων) των ΤΚΣ με τις μεγαλύτερες αποικίες και κούρνιες σύμφωνα με το ζωτικό τους χώρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Συνολικός αριθμός εικονοστοιχείων ΤΚΣ που αλληλεπικαλύπτονται: 66)

Τόποι Κοινοτικής Σημασίας	Αρ. εικονοστοιχείων που αλληλεπικαλύπτονται
GR4340008	24
GR4320002	21
GR4330005	15
GR4310005	11
GR4320005	8
GR4330004	8
GR4310006	6
GR4330002	6
GR4340012	6
GR4320004	4
GR4330003	4
GR4310004	3
GR4310002	2
GR4340005	1
GR4340010	1

Πίνακας 6 Αλληλοεπικάλυψη (σε αριθμό εικονοστοιχείων) των ΖΕΠ με τις μεγαλύτερες αποικίες και κούρνιες σύμφωνα με το ζωτικό τους χώρο κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (Συνολικός αριθμός εικονοστοιχείων ΖΕΠ που αλληλεπικαλύπτονται: 80)

Ζώνες Ειδικής Προστασίας	Αρ. εικονοστοιχείων που αλληλεπικαλύπτονται
GR4310013	20
GR4320010	13
GR4330009	10
GR4330006	9
GR4340014	7
GR4310009	6
GR4330007	4
GR4340019	4
GR4310011	3
GR4320014	3
GR4330008	3
GR4310010	2
GR4320013	2

Πίνακας 7 Αλληλοεπικάλυψη (σε αριθμό εικονοστοιχείων) των ΖΕΠ με τις μεγαλύτερες αποικίες και κούρνιας σύμφωνα με το ζωτικό τους χώρο κατά τη διάρκεια του χειμώνα (Συνολικός αριθμός εικονοστοιχείων ΖΕΠ που αλληλεπικαλύπτονται: 91)

Ζώνες Ειδικής Προστασίας	Αρ. εικονοστοιχείων που αλληλεπικαλύπτονται
GR4310013	21
GR4320010	14
GR4330009	10
GR4330006	9
GR4340014	8
GR4310009	6
GR4330007	5
GR4320013	4
GR4320014	4
GR4340019	4
GR4310011	3
GR4330008	3
GR4310010	2
GR4320016	2

Από τα δεδομένα αυτά προκύπτει πως για τους ΤΚΣ οι σημαντικότερες περιοχές με αύξουσα σειρά προτεραιότητας είναι τα Λευκά όρη, η Δίκτη, τα Αστερούσια, η Ίδη και το Πρασσανό Φαράγγι. Για τη περίοδο του χειμώνα το Όρος Θρύπη εμφανίζει την ίδια αλληλοεπικάλυψη με το Πρασσανό Φαράγγι. Όσον αφορά τις ΖΕΠ η αύξουσα σειρά προτεραιότητας δε διαφοροποιείται καθόλου ανάμεσα στις δύο εποχές και η κατάταξη των σημαντικών περιοχών ξεκινά με τα Αστερούσια τα οποία υπερिशύουν σημαντικά έναντι της Δίκτης, της Ίδης και της ΖΕΠ που καλύπτει τις περιοχές Σώρος – Αγκάθι –Κέδρος (η περιοχή που βρίσκεται νότια από το Πρασσανό φαράγγι) και τέλος το φαράγγι της Σαμαριάς.

Άμεση απώλεια βιοτόπου

Στην κατηγορία των έμμεσων επιπτώσεων των ΑΣΠΗΕ στην ορνιθοπανίδα ανήκει όπως έχει ήδη αναφερθεί και η άμεση απώλεια βιοτόπου. Θεωρώντας τις προστατευόμενες περιοχές ως ζώνες υψηλής προστασίας ελέγξαμε το ποσοστό αλληλοεπικάλυψης των περιοχών αυτών με τις αιτήσεις που εμπίπτουν στα όρια τους. Τα αποτελέσματα παρατίθενται στον πίνακα 8.

Πίνακας 8 Ποσοστό απώλειας βιοτόπου ως προς τις περιοχές Natura 2000.

	Ζώνες Ειδικής Προστασίας	Τόποι Κοινοτικής Σημασίας
ΑΣΠΗΕ	8%	7%
Υβριδικοί σταθμοί	1%	1,5%

Προκειμένου να εκτιμηθεί το μέγεθος των επιπτώσεων από την απώλεια βιοτόπου θα πρέπει να προσδιοριστεί ο τρόπος χρήσης των περιοχών αυτών από τα ορνιθοπανίδα της εκάστοτε περιοχής.

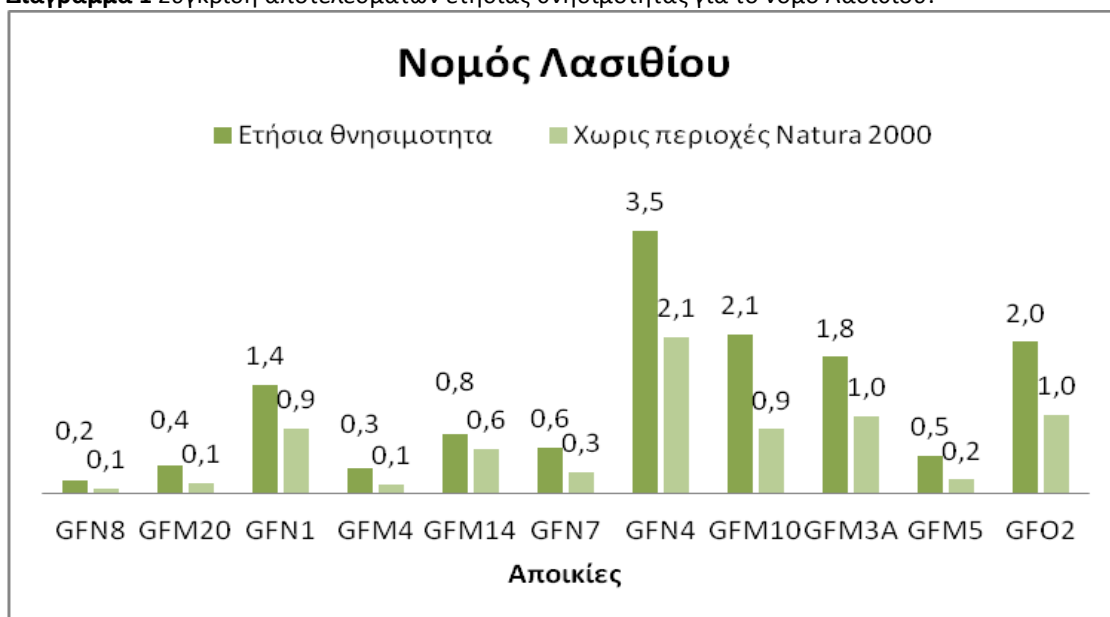
4.2 Θνησιμότητα

Τα αποτελέσματα του μοντέλου πρόσκρουσης παρατίθενται στους πίνακες 9 έως 12 και τα διαγράμματα 1 έως 4 για κάθε νομό της Κρήτης ξεχωριστά. Σε αυτά φαίνεται ο συνολικός αριθμός των ατόμων κάθε αποικίας, η θεωρητική ετήσια θνησιμότητα βάσει των αιτήσεων που είχαν κατατεθεί στη ΡΑΕ μέχρι και τις 17 Ιανουαρίου του 2012 και η πρόβλεψη του ετήσιου αριθμού θανάτων εάν αφαιρεθούν από τους αρχικούς υπολογισμούς οι αιτήσεις οι οποίες βρίσκονται στα όρια των προστατευόμενων περιοχών Natura 2000.

Πίνακας 9 Αποτελέσματα της ετήσιας θνησιμότητας για το νομό Λασιθίου (οι στρογγυλοποιημένες και οι δεκαδικές τιμές).

<i>Κωδικοί αποικιών</i>	<i>Συνολικός αριθμός ατόμων αποικίας</i>	<i>Ετήσια θνησιμότητα</i>		<i>Χωρίς περιοχές Natura 2000</i>	
GFN8	4	0	0,2	0	0,1
GFM20	7	0	0,4	0	0,1
GFN1	10	1	1,4	1	0,9
GFM4	6	0	0,3	0	0,1
GFM14	15	1	0,8	1	0,6
GFN7	12	1	0,6	0	0,3
GFN4	24	3	3,5	2	2,1
GFM10	30	2	2,1	1	0,9
GFM3A	30	2	1,8	1	1,0
GFM5	8	1	0,5	0	0,2
GFO2	14	2	2,0	1	1,0
Σύνολο	160	14	13,7	7	7,3

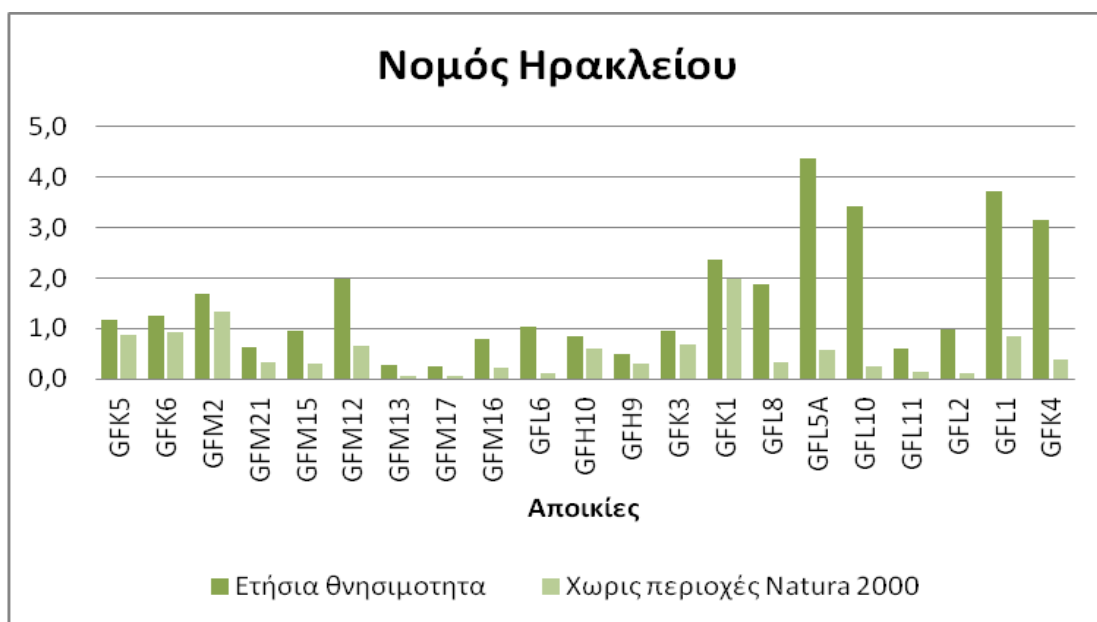
Διάγραμμα 1 Σύγκριση αποτελεσμάτων ετήσιας θνησιμότητας για το νομό Λασιθίου.



Πίνακας 10 Αποτελέσματα ετήσιας θνησιμότητας για το νομό Ηρακλείου (παρατίθενται οι στρογγυλοποιημένες και οι δεκαδικές τιμές)

Κωδικός αποικίας	Συνολικός αριθμός ατόμων αποικίας	Ετήσια θνησιμότητα		Χωρίς περιοχές Natura 2000	
		Αριθμός θανάτων	Ρυθμός θνησιμότητας	Αριθμός θανάτων	Ρυθμός θνησιμότητας
GFK5	18	1	1,2	1	0,9
GFK6	15	1	1,3	1	0,9
GFM2	28	2	1,7	1	1,3
GFM21	10	1	0,6	0	0,3
GFM15	14	1	1,0	0	0,3
GFM12	30	2	2,0	1	0,6
GFM13	5	0	0,3	0	0,1
GFM17	4	0	0,2	0	0,1
GFM16	12	1	0,8	0	0,2
GFL6	17	1	1,0	0	0,1
GFH10	12	1	0,8	1	0,6
GFH9	8	0	0,5	0	0,3
GFK3	15	1	0,9	1	0,7
GFK1	18	2	2,4	2	2,0
GFL8	24	2	1,9	0	0,3
GFL5A	55	4	4,4	1	0,6
GFL10	45	3	3,4	0	0,2
GFL11	7	1	0,6	0	0,1
GFL2	12	1	1,0	0	0,1
GFL1	50	4	3,7	1	0,8
GFK4	39	3	3,1	0	0,4
Σύνολο	438	33	32,7	11	11,1

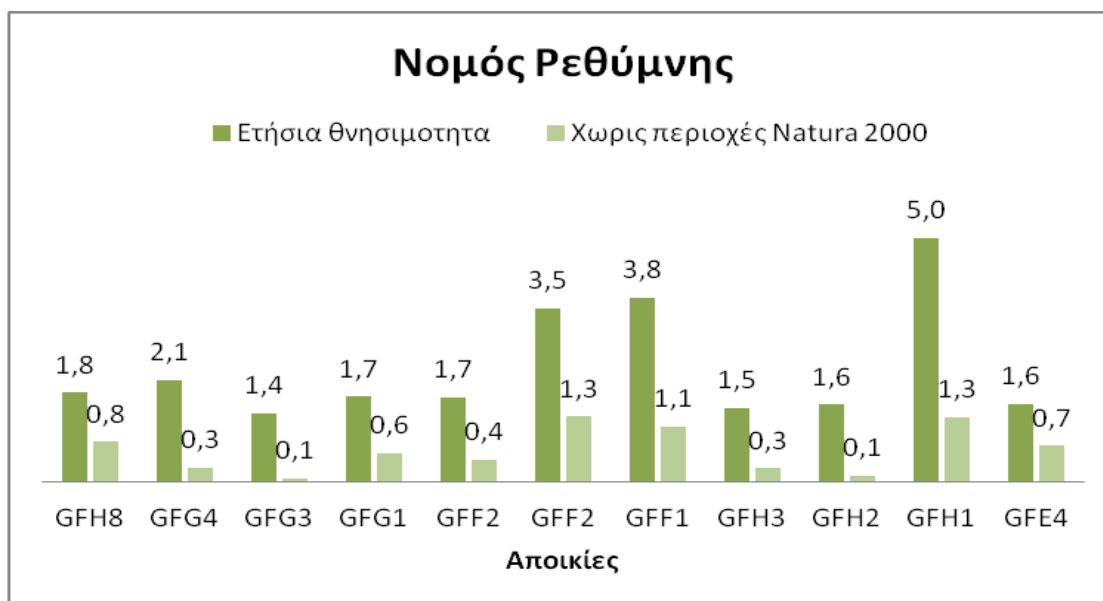
Διάγραμμα 2 Σύγκριση αποτελεσμάτων ετήσιας θνησιμότητας για το νομό Ηρακλείου



Πίνακας 11 Αποτελέσματα ετήσιας θνησιμότητας για το νομό Ρεθύμνης (παρατίθενται οι στρογγυλοποιημένες και οι δεκαδικές τιμές)

Κωδικός αποικίας	Αριθμός ατόμων αποικίας	Ετήσια θνησιμότητα		Χωρίς περιοχές Natura 2000	
		Αριθμός θανάτων	Μέση τιμή	Αριθμός θανάτων	Μέση τιμή
GFH8	15	2	1,8	1	0,8
GFG4	20	2	2,1	0	0,3
GFG3	12	1	1,4	0	0,1
GFG1	12	2	1,7	1	0,6
GFF2	12	2	1,7	0	0,4
GFF2	24	4	3,5	1	1,3
GFF1	26	4	3,8	1	1,1
GFH3	16	2	1,5	0	0,3
GFH2	15	2	1,6	0	0,1
GFH1	35	5	5,0	1	1,3
GFE4	16	2	1,6	1	0,7
Σύνολο	203	26	25,8	7	7,2

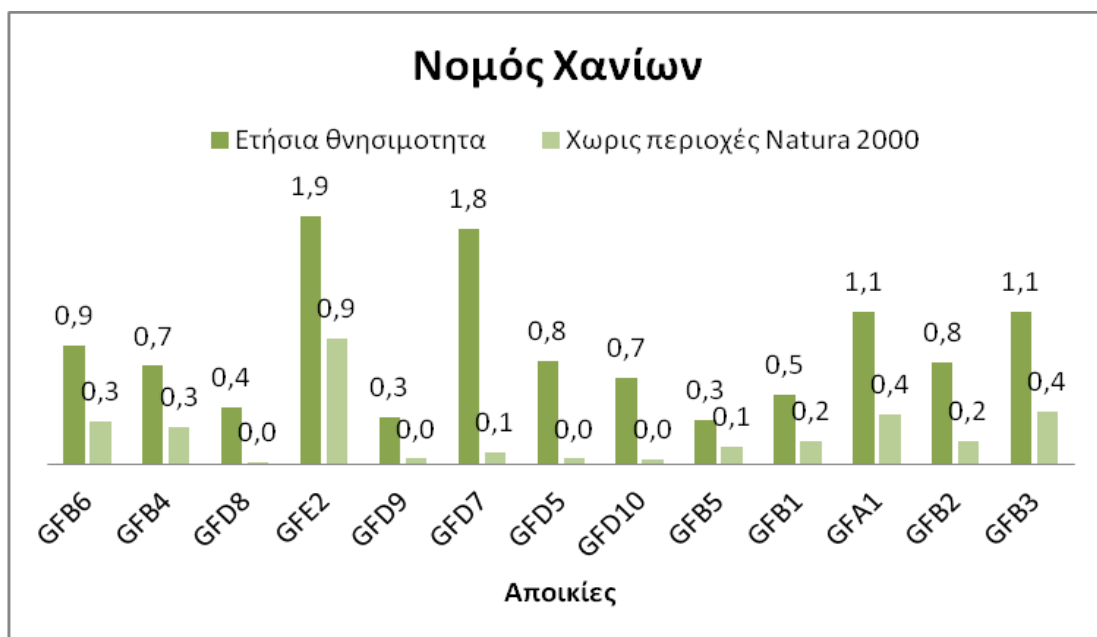
Διάγραμμα 3 Σύγκριση αποτελεσμάτων ετήσιας θνησιμότητας για το νομό Ρεθύμνης



Πίνακας 12 Αποτελέσματα ετήσιας θνησιμότητας για το νομό Χανίων (παρατίθενται και οι στρογγυλοποιημένες και οι δεκαδικές τιμές)

Κωδικός αποικίας	Συνολικός αριθμός ατόμων αποικίας	Ετήσια θνησιμότητα		Χωρίς περιοχές Natura 2000	
		Απόκλιση	Μέση τιμή	Απόκλιση	Μέση τιμή
GFB6	15	1	0,9	0	0,3
GFB4	11	1	0,7	0	0,3
GFD8	12	0	0,4	0	0,0
GFE2	18	2	1,9	1	0,9
GFD9	15	0	0,3	0	0,0
GFD7	35	2	1,8	0	0,1
GFD5	15	1	0,8	0	0,0
GFD10	13	1	0,7	0	0,0
GFB5	5	0	0,3	0	0,1
GFB1	7	1	0,5	0	0,2
GFA1	15	1	1,1	0	0,4
GFB2	12	1	0,8	0	0,2
GFB3	16	1	1,1	0	0,4
Σύνολο	189	11	11,4	3,0	3,0

Διάγραμμα 4 Σύγκριση αποτελεσμάτων ετήσιας θνησιμότητας για το νομό Χανίων



Από τα αποτελέσματα του μοντέλου πρόσκρουσης είναι εμφανής η διαφορά στον αριθμό θανάτων ανάμεσα στη περίπτωση όπου συνυπολογίζονται όλες οι αιτήσεις (84 προσκρούσεις ανά έτος) και την υπόθεση που κάναμε αφαιρώντας όσες από αυτές βρίσκονται εντός των ορίων των προστατευόμενων περιοχών (28 προσκρούσεις ανά έτος). Οι προτάσεις που παραμένουν έγκυρες με αυτό το σενάριο ξεπερνούν τις 255 σε αριθμό και τα 2.500 MW σε ισχύ (χωρίς να υπολογίζονται στις τιμές αυτές τα υβριδικά συστήματα).

4.3 Ρυθμός αύξησης του πληθυσμού

Από τα δεδομένα του πίνακα 13 και γνωρίζοντας πως για τον εκθετικό ρυθμό αύξησης ισχύει ότι:

$$r = \ln(N_{t+1}) - \ln(N_t) / (t+1) - (t) \text{ και}$$

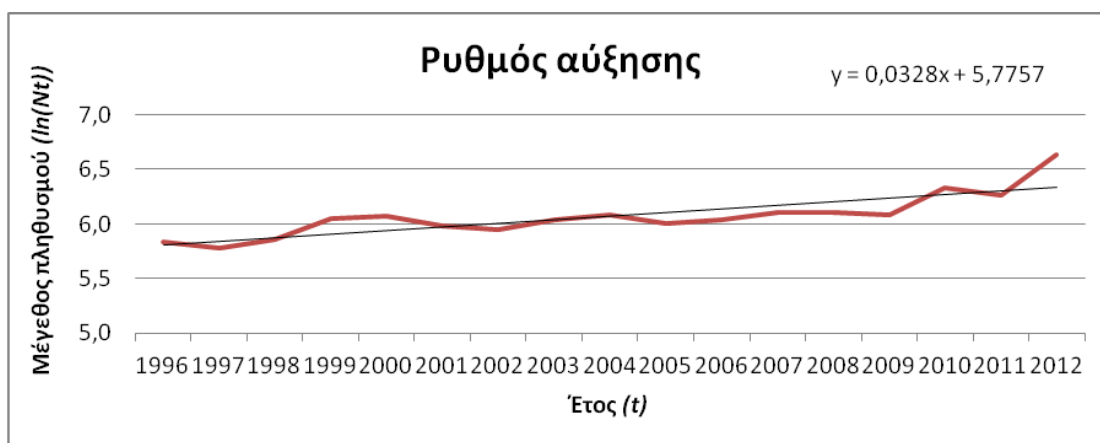
$$\ln(N_t) = a + rt$$

υπολογίσαμε το r χρησιμοποιώντας τη γραμμική παλινδρόμηση για τα έτη 1996- 2012 και 2008 – 2012 (Διαγράμματα 5 και 6) (Caughley, 1977).

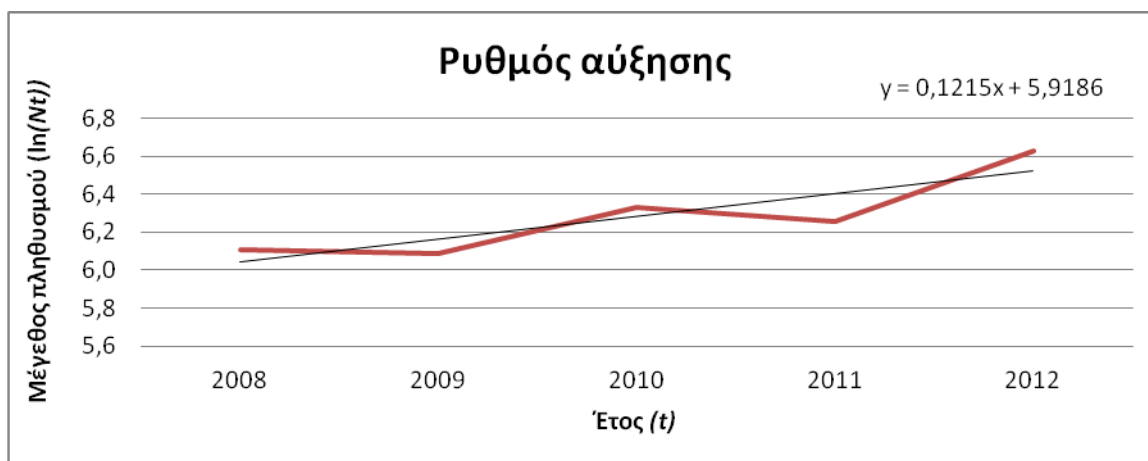
Πίνακας 13 Το μέγεθος το πληθυσμού τα έτη 1996-2012

Έτος (t)		Μέγεθος πληθυσμού(N_t)	$\ln(N_t)$
1996	N_t	343	5,83773
1997	N_{t+1}	324	5,780744
1998	N_{t+2}	349	5,855072
1999	N_{t+3}	424	6,049733
2000	N_{t+4}	435	6,075346
2001	N_{t+5}	396	5,981414
2002	N_{t+6}	383	5,947099
2003	N_{t+7}	418	6,035481
2004	N_{t+8}	437	6,079933
2005	N_{t+9}	405	6,003887
2006	N_{t+10}	421	6,043108
2007	N_{t+11}	449	6,107023
2008	N_{t+12}	450	6,109248
2009	N_{t+13}	439	6,084499
2010	N_{t+14}	563	6,33328
2011	N_{t+15}	523	6,259581
2012	N_{t+16}	757	6,629363

Διάγραμμα 5 Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού του όρνιου της Κρήτης από το 1996 μέχρι το 2012



Διάγραμμα 6 Ο ρυθμός αύξησης του πληθυσμού του όρνιου της Κρήτης τα τελευταία τέσσερα χρόνια



Πίνακας 14 Υπολογισμός του εκθετικού και του πεπερασμένου ρυθμού αύξησης (r και λ αντίστοιχα)

1996-2012	2008-2012
r1	r2
0,033	0,12
λ1	λ2
1,034	1,127
%	%
3,4	12,7
Αριθμός ατόμων	Αριθμός ατόμων
25	97

Από το 1996 έως το 2012 ο πληθυσμός των όρνιων αυξανόταν με ρυθμό $r=0,033$. Μετατρέποντας τον εκθετικό ρυθμό αύξησης (r) σε πεπερασμένο (λ) υπολογίσαμε πως η ετήσια αύξηση του πληθυσμού τα τελευταία 16 χρόνια είναι ίση με 3,4%. Άρα θεωρητικά, βάσει της τελευταίας καταμέτρησης του πληθυσμού (2012) ο μέγιστος θεωρητικός αριθμός που θα προστεθεί στον πληθυσμό το επόμενο έτος είναι ίσος με 25. Εστιάζοντας όμως στα τελευταία έξι χρόνια παρατηρούμε ότι ο πληθυσμός αυξάνεται με ακόμα μεγαλύτερο ρυθμό ($r=0,12$), δηλ. κατά 12,7%. Επομένως το θεωρητικό ανώτατο όριο απωλειών αγγίζει τα 97 άτομα. Αυτή η διαφοροποίηση των τελευταίων χρόνων ενδεχομένως να οφείλεται στην οικονομική κρίση η οποία συνεπάγεται λιγότερη φροντίδα των κοπαδιών των αιγοπροβάτων εκ μέρους του κτηνοτρόφου.

Αν και τα αποτελέσματα του ρυθμού αύξησης μας δείχνουν πως θεωρητικά ο πληθυσμός της Κρήτης ίσως και να μπορεί να αντέξει οριακά τις απώλειες που προκύπτουν από το μοντέλο πρόσκρουσης, η μέθοδος υπολογισμού του ρυθμού αύξησης που χρησιμοποιήσαμε μας δίνει τη δυνατότητα να κάνουμε μόνο μία χονδρική εκτίμηση για τη πορεία του πληθυσμού και τον μέγιστο θεωρητικό αριθμό των απωλειών που μπορεί να «απορροφήσει» ώστε ο πληθυσμός να παραμένει στα ανεπηρέαστος. Αυτό οφείλεται στο γεγονός πως οι πληθυσμιακές επιπτώσεις της θνησιμότητας δεν εξαρτώνται μόνο από τον απόλυτο αριθμό των απωλειών αλλά διαφοροποιούνται και από άλλους παράγοντες όπως είναι για παράδειγμα η ηλικιακή κλάση των ατόμων που προσκρούουν στις Α/Γ. Ειδικότερα εξαιτίας του μεγάλου αναπαραγωγικού κύκλου και του χαμηλού παραγωγικού ρυθμού του είδους, οι απώλειες γεννητόρων είναι δυσκολότερο να αντισταθμιστούν σε σχέση με τις απώλειες των ανώριμων ατόμων. Σε είδη όπως τα όρνια, με μικρή φυσική θνησιμότητα και χαμηλό αναπαραγωγικό δυναμικό ακόμα και μία μικρή αύξηση της θνησιμότητας είναι πιθανό να έχει πολύ μεγαλύτερες επιπτώσεις από μία αντίστοιχη αύξηση σε είδη που ακολουθούν την r- στρατηγική. Επομένως η επιπρόσθετη θνησιμότητα είναι πιθανό να προκαλέσει απότομη πτώση του αριθμού των ατόμων του είδους στη περιοχή, ειδικότερα εάν οι απώλειες αφορούν γεννήτορες (Chamberlain *et al.* 2006, Whitfield *et al.* 2004, Fox *et al.* 2006). Σύμφωνα με την εργασία των Barrios & Rodríguez (2004) οι αναπαραγωγικά ανώριμοι γύπες φαίνεται πως δεν ήταν ιδιαίτερα επιρρεπείς στις προσκρούσεις σε σχέση με τα αναπαραγωγικά ώριμα άτομα. Επειδή όμως ο χρόνος διεξαγωγής της εργασίας ήταν μικρός (ένα έτος) δεν αναφέρονται καθόλου στις επιπτώσεις αυτών των απωλειών σε επίπεδο πληθυσμού.

Για ένα πιο αξιόπιστο αποτέλεσμα θα πρέπει να κατασκευαστεί ένα πληθυσμιακό μοντέλο (*Population Viability Analysis*) ώστε να προβλεφθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η πορεία του πληθυσμού. Στις παραμέτρους του μπορούν να προστεθούν δημογραφικά δεδομένα για το είδος, περιβαλλοντικές παράμετροι, η θνησιμότητα λόγω πρόσκρουσης με τις Α/Γ αλλά και άλλες πιθανές αιτίες θνησιμότητας ώστε το αποτέλεσμα να προσεγγίζει κατά το δυνατό τις πραγματικές συνθήκες. Επιπλέον με την εφαρμογή των πληθυσμιακών μοντέλων μας δίνεται η δυνατότητα να προβλέψουμε τις πληθυσμιακές επιπτώσεις ως αποτέλεσμα των αλλαγών στην επιβίωση και την αναπαραγωγική επιτυχία συνοδευόμενες από τη μειωμένη πρόσληψη ή/και την αυξημένη κατανάλωση ενέργειας εξαιτίας της ενόχλησης από τους ΑΣΠΗΕ (εκτόπιση, φράγμα ανάσχεσης). Τα μοντέλα αυτά προσομοιώνουν ετήσιους κύκλους αναπαραγωγής του πληθυσμού σε ορισμένο χρόνο και επομένως μπορεί να υπολογιστεί ένα κατώφλι κινδύνου εξαφάνισης κάτω από το οποίο οι επιπτώσεις των προσκρούσεων θα είναι «αποδεκτές».

Η μόνη δημοσιευμένη εργασία που να αφορά την εφαρμογή του μοντέλου επικινδυνότητας πρόσκρουσης σε μεγάλη κλίμακα είναι των Eichorn *et al.* (2012) οι οποίοι κατασκεύασαν ένα μοντέλο στο οποίο προσομοιώνεται η πτητική συμπεριφορά του Ψαλιδιάρη (*Milvus milvus*) χρησιμοποιώντας τέσσερις διαφορετικές πιθανότητες αποφυγής και συνδυάζοντας τα χαρακτηριστικά της δομής του εδάφους. Το σκεπτικό με το οποίο προσέγγισαν το πρόβλημα της εφαρμογής του μοντέλου σε μεγάλη κλίμακα είναι ίδιο με αυτό στο οποίο βασιστήκαμε και στη συγκεκριμένη εργασία με τη διαφορά ότι η ερευνητική ομάδα του Eichorn μελέτησε ένα είδος χωροκρατικό στη συμπεριφορά. Αυτό το χαρακτηριστικό τους έδωσε τη δυνατότητα να ελέγξουν τη συσχέτιση της απόστασης των Α/Γ από τη φωλιά ενός ατόμου με τη πιθανότητα πρόσκρουσης κάτι το οποίο δε θα μπορούσε να εφαρμοστεί στη περίπτωση του όρνιου, ενός είδους αποικιακού, με αγελαία συμπεριφορά κατά την αναζήτηση τροφής.

Οι περισσότερες δημοσιευμένες μελέτες, σε Ευρώπη και Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, αφορούν τον υπολογισμό της θνησιμότητας μετά την κατασκευή των ΑΣΠΗΕ χωρίς να υπάρχουν στοιχεία για τη χρήση της περιοχής από τα πουλιά πριν από τη λειτουργία του αιολικού σταθμού. Συνήθως οι εργασίες αυτές αναφέρονται σε αριθμό προσκρούσεων ανά Α/Γ κατά τη διάρκεια ενός έτους. Σε ορισμένες από αυτές προκύπτει ότι δεν υπάρχουν προσκρούσεις (Strickland *et al.* 2011) ή ότι ο ρυθμός θνησιμότητας είναι μικρός όπως 0,04 αρπακτικά ανά Α/Γ ανά έτος (0,03 για το όρνιο) (de Lucas *et al.* 2008) ή 0,065 αρπακτικά ανά Α/Γ ανά έτος (Erickson 2003). Από άλλες μελέτες προκύπτει ότι ο ρυθμός θνησιμότητας είναι μεγαλύτερος όπως από την ομάδα εργασίας του Ferrer (2011) σύμφωνα με τους

οποίους η θνησιμότητα αγγίζει τα 1,33 άτομα ανά Α/Γ το χρόνο με το ρυθμό θνησιμότητας του όρνιου να ξεπερνά αυτή των άλλων ειδών (0,41 προσκρούσεις ανά Α/Γ ανά έτος). Ομοίως μεγάλος αριθμός προσκρούσεων για το όρνιο υπολογίζεται και από άλλες εργασίες 0,0186 άτομα ανά Α/Γ ανά έτος (de Lucas *et al.* 2012). Το ενδιαφέρον στην εργασία των de Lucas (2012) παρουσιάζεται στο γεγονός ότι έλεγξαν την αποτελεσματικότητα που έχει ένα μέτρο άμβλυνσης των επιπτώσεων σύμφωνα με το οποίο υπήρχαν παρατηρητές που διέκοπταν στοχευμένα τη λειτουργία όποιος Α/Γ πλησίαζαν τα πουλιά. Το αποτέλεσμα αυτού του μέτρου ήταν να μειωθεί η θνησιμότητα των όρνιων κατά το ήμισυ ενώ η συνολική παραγωγή ενέργειας μειώθηκε μόνο κατά 0,07% κατά τη διάρκεια ενός έτους. Το συμπέρασμα που εξάγεται από το εύρος των πορισμάτων των ερευνών ενισχύει την άποψη ότι ο ρυθμός θνησιμότητας για κάθε ΑΣΠΗΕ διαφοροποιείται έντονα λόγω του πλήθους των παραγόντων από τους οποίους εξαρτάται.

Επιπλέον μελετώντας την υπάρχουσα βιβλιογραφία διαπιστώνεται η απουσία μακροχρόνιων μελετών και επομένως η αδυναμία εύρεσης στοιχείων που να αφορούν τη πορεία των πληθυσμών των αρπακτικών για τις χρονολογίες που ακολουθούν την έντονη ανάπτυξη της Βιομηχανίας των ΑΣΠΗΕ.

4.4 Παράμετροι μοντέλου πρόσκρουσης – Προτάσεις βελτιστοποίησης

Θα πρέπει εξ αρχής να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας αποτελούν ένα «χονδρικό δείκτη» (*crude index*) της θεωρητικής θνησιμότητας των όρνιων καθώς ο στόχος μας ήταν να πραγματοποιήσουμε το πρώτο βήμα για την εκτίμηση των αθροιστικών επιπτώσεων των ΑΣΠΗΕ σε πληθυσμιακό επίπεδο. Όμως επειδή όπως έχει ήδη αναφερθεί ο κάθε ΑΣΠΗΕ αποτελεί ιδιαίτερη περίπτωση και επομένως χρήζει διαφορετικής αντιμετώπισης, τα αποτελέσματα θα είναι ακριβέστερα εάν κάποια από τα δεδομένα που αναλύονται παρακάτω διαφοροποιηθούν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της εκάστοτε περιοχής ή εάν προστεθούν στο μοντέλο επιπλέον παράγοντες ή εάν γίνουν περισσότερες υποθέσεις για τους συντελεστές για τους οποίους δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία καλύπτοντας με αυτό τον τρόπο περισσότερα ενδεχόμενα .

Έρευνα πεδίου- συλλογή δεδομένων

Σε γενικές γραμμές η αξιοπιστία των μοντέλων πρόσκρουσης περιορίζεται από τις παραδοχές που προϋποθέτει εξ αρχής η χρήση του μοντέλου και τις δυσκολίες που προκύπτουν κατά τη συλλογή δεδομένων στο πεδίο. Ωστόσο μέχρι στιγμής δεν έχουν προταθεί αποτελεσματικότερες εναλλακτικές μέθοδοι πρόβλεψης και επομένως η βελτιστοποίηση των μοντέλων πρόσκρουσης φαίνεται να αποτελεί την εγκυρότερη οδό για την εκτίμηση των επιπτώσεων σε τοπικό και περιφερειακό επίπεδο (Madders & Whitfield 2006, Chamberlain *et al.* 2006)

Η αξιοπιστία των μοντέλων επικινδυνότητας μπορεί να ενισχυθεί εάν για κάθε περιοχή όπου σχεδιάζεται η εγκατάσταση ενός ΑΣΠΗΕ η έρευνα πεδίου διαρκεί κατ' ελάχιστο 12 μήνες και παρέχει πληροφορίες για τη κατανομή και τις μετακινήσεις των πτηνών, για τους πληθυσμούς που χρησιμοποιούν το χώρο, την ένταση των μετακινήσεων, το ύψος, τον προσανατολισμό και τη γωνία προσέγγισης της περιοχής όπου σχεδιάζεται η τοποθέτηση των Α/Γ και όλα αυτά υπό διαφορετικές καιρικές συνθήκες. Όταν είναι πιθανό να επηρεαστούν νυχτόβια είδη θα πρέπει να διεξάγονται και νυχτερινές καταγραφές με χρήση εξοπλισμού νυκτερινής όρασης για κοντινές παρατηρήσεις και όταν είναι εφικτό να χρησιμοποιούνται ραντάρ ή συστήματα θερμικής ανίχνευσης (*Thermal animal detection systems*) (Drewitt & Langston 2006). Το ραντάρ επιτρέπει τη συνεχή και ταυτόχρονη δειγματοληψία των μετακινήσεων των πουλιών σε μία μεγάλη περιοχή ανεξάρτητα από την ώρα της ημέρας και τις συνθήκες ορατότητας ενώ τα συστήματα ανίχνευσης θερμικής ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται για την απόκτηση εξειδικευμένων πληροφοριών όσον αφορά τους πραγματικούς αριθμούς προσκρούσεων και την παραμετροποίηση των μοντέλων πρόβλεψης. Για τα είδη που εμφανίζουν σημαντικές ετήσιες διακυμάνσεις σε αριθμό και κατανομή θεωρείται απαραίτητη η εκπόνηση τουλάχιστον διετούς έρευνας. Τα στοιχεία που προκύπτουν από τέτοιας διάρκειας έρευνες αυξάνουν την αξιοπιστία τους αφού καλύπτουν μεγαλύτερο αριθμό παρατηρήσεων υπό διαφορετικές καιρικές συνθήκες. Με αυτό το τρόπο δίνεται η δυνατότητα αξιολόγησης των πιθανών επιπτώσεων του προτεινόμενου ΑΣΠΗΕ και παρέχεται η βάση σύγκρισης για τις μελλοντικές έρευνες περιβαλλοντικής παρακολούθησης κατά τη φάση λειτουργίας του έργου.

Τα αποτελέσματα του μοντέλου επικινδυνότητας πρόσκρουσης μπορούν να συνδυαστούν με πληθυσμιακά μοντέλα προκειμένου να χρησιμοποιηθούν διαχειριστικά για την εκτίμηση των αθροιστικών επιπτώσεων των ΑΣΠΗΕ σε επίπεδο πληθυσμού. Με αυτό τον τρόπο η λήψη αποφάσεων για τη χωροθέτηση των Α/Γ μπορεί να βασίζεται στη

διαχείριση ολόκληρου του πληθυσμού και όχι μεμονωμένων ατόμων ή αποικιών. Επιπλέον με την εφαρμογή των πληθυσμιακών μοντέλων μπορούν να συνυπολογιστούν οι επιπτώσεις θνησιμότητας που οφείλονται και σε άλλους παράγοντες όπως για παράδειγμα τα δηλητηριασμένα δολώματα.

Βαθμός αποφυγής

Στο αρχικό μοντέλο πρόσκρουσης θεωρείται ότι τα πουλιά δεν κάνουν καμία προσπάθεια να αποφύγουν τις Α/Γ οπότε η ενσωμάτωση του βαθμού αποφυγής έγινε πολλαπλασιάζοντας την προβλεπόμενη τιμή πρόσκρουσης με τον παράγοντα (1- ποσοστό αποφυγής).

Στην πράξη οι ορνιθολογικές μελέτες συνήθως πραγματοποιούνται υπό ευνοϊκές συνθήκες παρατήρησης. Ωστόσο ο βαθμός αποφυγής μεταβάλλεται όταν περιορίζεται η ικανότητα ελιγμών των ατόμων (π.χ. λόγω πολύ ισχυρών ή πολύ ασθενών ανέμων) ή λόγω χαμηλής ορατότητας (π.χ. εναλλαγές ημέρας-νύχτας ή κακές καιρικές συνθήκες (βροχή, ομίχλη κλπ.)). Η συμπεριφορά αυτή μπορεί από τη μία μεριά να αντισταθμίζεται από την παρουσία λιγότερων ατόμων στη περιοχή ακριβώς λόγω των δυσχερών συνθηκών (αφορά κυρίως αρπακτικά) (Madders 2004), από την άλλη όμως υπό αυτές τις συνθήκες τα πτηνά φαίνεται πως προσελκύνονται από τον φωτισμό των Α/Γ αυξάνοντας τη πιθανότητα πρόσκρουσης (e.g. Gauthreaux & Belser 1999, Manville 2000). Επειδή υπάρχουν πολύ λίγες μελέτες από όπου θα μπορούσαμε να αντλήσουμε στοιχεία για το όρνιο καθώς αυτές που έχουν δημοσιευθεί μέχρι στιγμής αφορούν μικρό αριθμό ειδών (Drewitt & Langston 2006), επιλέξαμε να χρησιμοποιήσουμε το ποσοστό αποφυγής που έχει παρατηρηθεί για τα όρνια στα πλαίσια μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων εκ μέρους του ΜΦΙΚ σε ήδη υπάρχουσες εγκαταστάσεις ΑΣΠΗΕ στη Κρήτη.

Ωστόσο ακόμα κι αν αγνοήσουμε τους προαναφερθέντες παράγοντες ο ρυθμός αποφυγής αλλάζει ακόμα και ανάμεσα στις Α/Γ του ίδιου ΑΣΠΗΕ (Garvin *et al.* 2011). Επομένως τα αποτελέσματα των περιβαλλοντικών μελετών θα είναι εγκυρότερα εάν δε γίνονται όπως συνηθίζεται σε επίπεδο ολόκληρων αιολικών εγκαταστάσεων αλλά μεμονωμένων Α/Γ εφόσον η θνησιμότητα των πουλιών εξαρτάται και από τα φυσικά-τοπογραφικά χαρακτηριστικά γύρω από τις Α/Γ (Ferrer *et al.* 2011).

Επιπλέον θα ήταν ωφέλιμο να υπολογίζουμε και το γεγονός ότι πολλά είδη μπορεί να προσελκυσθούν κοντά στις εγκαταστάσεις των ΑΣΠΗΕ και από άλλους παράγοντες που θα

πρέπει να λαμβάνονται υπόψη κατά περίπτωση όπως για παράδειγμα η παρουσία νερού σε φυσικά οικοσυστήματα ή τεχνητές δεξαμενές και θηραμάτων.

Όσον αφορά τη συνέχεια της συγκεκριμένης εργασίας, το θέμα της αποφυγής θα μπορούσε να προσεγγιστεί με δύο τρόπους. Ο ένας είναι η εφαρμογή καλά τεκμηριωμένων θεωρητικών σεναρίων που να σχετίζονται με τα ποσοστά αποφυγής για το πληθυσμό του είδους στη Κρήτη. Ο άλλος τρόπος θα μπορούσε να εφαρμοστεί υπό την προϋπόθεση ότι έχουν ελεγχθεί ή υπολογιστεί με εργασία πεδίου τα ποσοστά αποφυγής για το συγκεκριμένο είδος και έχουν κατηγοριοποιηθεί ανάλογα με τη τοπογραφία της περιοχής παρατήρησης. Επομένως για τη κλίμακα στην οποία δουλεύουμε θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν τα παρατηρηθέντα ποσοστά αποφυγής συνδυάζοντας τα με δεδομένα από βάσεις εδαφοκάλυψης-χρήσεων γης προκειμένου να προσδιοριστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η πτητική συμπεριφορά του είδους στην εκάστοτε περιοχή.

Πτητική συμπεριφορά

Η τοπογραφία της περιοχής διαφοροποιεί εκτός από τον βαθμό αποφυγής και τη συνολικότερη πτητική συμπεριφορά των πουλιών καθώς ως γνωστόν χρησιμοποιούν στη πτήση τους συγκεκριμένα ρεύματα αέρα τα οποία σχετίζονται με το ανάγλυφο του εδάφους (κυρίως τα είδη που ανεμοπορούν). Θέλοντας όμως να ελέγξουμε σε ένα ευρύτερο πλαίσιο ποιες θα είναι οι επιπτώσεις των αιτήσεων που σχεδιάζονται για τη Κρήτη χρησιμοποιήσαμε ένα γενικευμένο πρότυπο πτήσης για τα όρνια το οποίο ισχύει ως ένα βαθμό σε κάθε περίπτωση αλλά δεν αναιρεί την ανάγκη για επιτόπια έρευνα (Barrios & Rodriguez 2004, de Lucas *et al.* 2008).

Μια διαφορετική υπόθεση που θα μπορούσε να ελεγχθεί σε σχέση με τη πτητική συμπεριφορά του όρνιου είναι να θεωρήσουμε ότι το πουλί πετάει κάθετα σε σχέση με τις Α/Γ. Σε αυτή τη περίπτωση για να υπολογιστεί ο επικίνδυνος όγκος του ΑΠΣΗΕ θα πρέπει να αφαιρεθούν από τη συνολική έκταση του οι αποστάσεις ανάμεσα από τις Α/Γ και ο χώρος ανάμεσα στο έδαφος και τις πτερωτές

Το γεγονός ότι τα πουλιά δεν κινούνται τυχαία αλλά ακολουθούν κάποια κύρια ρεύματα αέρα καθιστά τη τοποθέτηση Α/Γ σε συγκεκριμένα σημεία ιδιαίτερως επικίνδυνη ακόμα και όταν έχει παρατηρηθεί μικρή πυκνότητα ατόμων ενώ ισχύει και το ανάποδο δηλ. υπάρχει το ενδεχόμενο περιοχές με μεγάλη πυκνότητα ατόμων να είναι σχετικά ακίνδυνες. Γι' αυτό το λόγο παρατηρήθηκε στο παρελθόν κάποιες από τις *a priori* ασφαλείς για

εγκατάσταση περιοχές να έχουν τελικά κάποιες από τις υψηλότερες τιμές θνησιμότητας και αντίστροφα (Ferrer *et al.* 2011). Επομένως ανεξάρτητα από το καθεστώς προστασίας μίας περιοχής ο κάθε ΑΣΠΗΕ αποτελεί ξεχωριστή περίπτωση και θα πρέπει να εξετάζεται με βάση την ορνιθοπανίδα της περιοχής. Περιοχές που δεν είναι Ζώνες Ειδικής Προστασίας (σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό δίκαιο) μπορεί να παρουσιάσουν μεγαλύτερο πρόβλημα και να είναι πολύ πιο σημαντικές για τις μετακινήσεις των πουλιών οπότε η ανενδοίαστη εξαίρεση των αιτήσεων που βρίσκονται υπό καθεστώς προστασίας και σύμφωνα με το ίδιο σκεπτικό η αποδοχή όσων προτάσεων είναι εκτός αυτών των περιοχών δεν αποτελεί πανάκεια.

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ- ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

- ✓ Όπως όλα τα αναπτυξιακά έργα έτσι και οι ΑΠΕ έχουν επιπτώσεις στο περιβάλλον. Οι περιοχές με τη μεγαλύτερη αποδοτικότητα για τους ΑΣΠΗΕ συνήθως συμπίπτουν με περιοχές που είναι χρήσιμες στις μετακινήσεις των πουλιών καθώς και οι δύο εκμεταλλεύονται την ίδια πηγή ενέργειας, το αιολικό δυναμικό. Τα είδη που εκμεταλλεύονται σε μεγαλύτερο βαθμό τον άνεμο είναι τα μεγάλα αρπακτικά τα οποία μεταφέρονται παθητικά ανεμοπορώντας μεταξύ αέριων θερμικών ρευμάτων.
- ✓ Άσχετα με το καθεστώς προστασίας κάθε περιοχής θα πρέπει να εκπονείται ξεχωριστή ορνιθολογική μελέτη για κάθε ΑΣΠΗΕ. Περιοχές που γειτνιάζουν με αποικίες ή επικράτειες μεγάλων αρπακτικών θα πρέπει να εξετάζονται με μεγαλύτερη προσοχή και οι περιβαλλοντικές μελέτες θα πρέπει να διαρκούν τουλάχιστον ένα έτος. Με αυτό το τρόπο δίνεται το ελάχιστο χρονικό περιθώριο συλλογής δεδομένων για τον αναπαραγωγικό κύκλο των ειδών που βρίσκονται στη περιοχή σε όλη τη διάρκεια του έτους και των μεταναστευτικών περασμάτων ενώ δίνεται το χρονικό περιθώριο παρατήρησης της πτητικής συμπεριφοράς των ειδών σε διαφορετικές καιρικές συνθήκες.
- ✓ Οι επιπτώσεις μεμονωμένων ΑΣΠΗΕ είναι πιθανό να φαίνονται ασήμαντες για το πληθυσμό κάποιων αρπακτικών αλλά οι αθροιστικές συνέπειες είτε με άλλους αιολικούς σταθμούς είτε με άλλες αιτίες θνησιμότητας μπορεί να είναι βιολογικά σημαντικές. Επομένως στις περιβαλλοντικές μελέτες θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη και η δυναμική των πληθυσμών σε ένα ευρύτερο χωρικά πλαίσιο προκειμένου να προβλεφθούν οι επιπτώσεις σε επίπεδο πληθυσμού.
- ✓ Η περίοδος κατασκευής του ΑΣΠΗΕ θα πρέπει να οργανώνεται με τρόπο που να μη συμπίπτει με ευαίσθητες περιόδους για την ορνιθοπανίδα.
- ✓ Για να αποκτήσουμε πιο αξιόπιστα δεδομένα που να αφορούν τη συμπεριφορά των ειδών είναι προτιμότερο να χρησιμοποιούνται δεδομένα τηλεμετρίας τα οποία να ενσωματώνονται στα μοντέλα πρόβλεψης.
- ✓ Σημαντική είναι και η χαρτογράφηση των πτητικών διαδρόμων στη κλίμακα των προτεινόμενων Α/Γ . Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό με μοντέλα που θα προβλέπουν τις σχετικές επιπτώσεις της κάθε Α/Γ χρησιμοποιώντας δεδομένα από

μετεωρολογικούς σταθμούς και στατιστικά μοντέλα που χρησιμοποιούν υπάρχοντα ανεμολογικά και τοπογραφικά δεδομένα.

- ✓ Για να εκδοθούν νέες άδειες η πλέον ενδεδειγμένη διαχειριστική πρακτική είναι να λαμβάνεται υπόψη το μέγεθος των αθροιστικών επιπτώσεων των επιπλέον ανεμογεννητριών στην ορνιθοπανίδα. Για το λόγο αυτό η συνεισφορά της λειτουργίας των ΑΣΠΗΕ στην συνολική θνησιμότητα της ορνιθοπανίδας θα πρέπει να είναι σημαντική παράμετρος στο σχεδιασμό της σχετικής ενεργειακής πολιτικής.
- ✓ Από τα αποτελέσματα του μοντέλου πρόσκρουσης προκύπτει ότι ο θεωρητικός αριθμός προσκρούσεων για τον πληθυσμό της Κρήτης είναι εξαιρετικά υψηλός για ένα είδος όπως το όρνιο με μεγάλο αναπαραγωγικό κύκλο και χαμηλή παραγωγικότητα. Το ίδιο πρόβλημα ισχύει (σε μικρότερη βέβαια κλίμακα) εάν υπολογίσουμε τη θνησιμότητα των ατόμων χωρίς να συμπεριλάβουμε τις αιτήσεις που βρίσκονται σε περιοχές Natura 2000.
- ✓ Αν και ο ρυθμός αύξησης που υπολογίστηκε δίνει ένα περιθώριο ετήσιων απωλειών, παραβλέπονται σημαντικοί δημογραφικοί παράγοντες (π.χ η ηλικιακή κατανομή) και άλλες αιτίες θνησιμότητας πέραν των προσκρούσεων.
- ✓ Η παρακολούθηση των επιπτώσεων μετά την εγκατάσταση των ΑΣΠΗΕ θα πρέπει να διαρκεί αρκετά ώστε να καλύπτει τις μακροχρόνιες επιπτώσεις, με μεθόδους στανταρισμένες οι οποίες να μπορούν να επαναληφθούν ώστε να μπορεί να γίνεται σύγκριση δεδομένων ανάμεσα σε διάφορες περιοχές.
- ✓ Η λεπτομερής παρακολούθηση των πραγματικών επιπτώσεων είναι σημαντική για την αξιολόγηση των μέτρων άμβλυνσης των επιπτώσεων των ΑΣΠΗΕ, επειδή μπορεί να παρέχει πληροφορίες οι οποίες θα βοηθήσουν στη παραμετροποίηση των πληθυσμιακών μοντέλων και των μοντέλων πρόσκρουσης και επομένως θα βοηθήσει στη βελτίωση της συσχέτισης ανάμεσα στις προβλεπόμενες και τις πραγματικές τιμές θνησιμότητας συγκρίνοντας τις δύο τιμές στη πράξη.
- ✓ Οι μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων που στοχεύουν στην προστασία της ορνιθοπανίδας θα πρέπει να επικεντρώνονται περισσότερο στην σωστή χωροθέτηση των ανεμογεννητριών και όχι τόσο στην διατύπωση περιβαλλοντικών όρων λειτουργίας. Η διεθνής αλλά και η ελληνική πρακτική εμπειρία αποδεικνύουν δυστυχώς πως οι περιβαλλοντικοί όροι δύσκολα τηρούνται.
- ✓ Όπως έχει ήδη προταθεί για το δάσος της Δαδιάς (WWF Ελλάς, 2008) θα μπορούσαν να χαρτογραφηθούν ζώνες αποκλεισμού οι οποίες θα περιλαμβάνουν περιοχές όπου θα πρέπει να αποκλεισθεί η εγκατάσταση ΑΣΠΗΕ, και ζώνες

- αυξημένης προστασίας όπου θα περιλαμβάνονται περιοχές που θα επιτρέπεται η χωροθέτηση αιολικών σταθμών εφόσον πληρούνται συγκεκριμένες προϋποθέσεις.
- ✓ Η χωροθέτηση του συνόλου των ΑΣΠΗΕ θα πρέπει να γίνει με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί χωρική συνέχεια, συνδεσιμότητα και συνοχή επιμέρους ενδιαιτημάτων που είναι σημαντικά για την αναπαραγωγή και επιβίωση της ορνιθοπανίδας.
 - ✓ Ως μέτρο μείωσης του αριθμού των προσκρούσεων (χωρίς να μειώνεται σημαντικά η συνολική παραγωγή ενέργειας) έχει χρησιμοποιηθεί η διακοπή της λειτουργίας των επικίνδυνων Α/Γ όταν τις πλησιάζουν πουλιά.
 - ✓ Λαμβάνοντας υπόψη την όραση των πουλιών οδηγούμαστε στο συμπέρασμα πως ο ασφαλέστερος τρόπος να αποφευχθούν οι προσκρούσεις είναι η σωστή χωροθέτηση. Όμως στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν υψηλοί ρυθμοί προσκρούσεων ίσως θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν οπτικά ερεθίσματα τα οποία να δημιουργούν έντονη αντίθεση (άπρο-μαύρο), να είναι ευμεγέθη και να βρίσκονται σε κίνηση ώστε να είναι ευδιάκριτα. Με αυτό το σκεπτικό η εικόνα αυτή θα μπορούσε να γίνει αντιληπτή μέσω της μετωπικής όρασης η οποία επεξεργάζεται κυρίως οπτικές ροές αν και μέχρι στιγμής αυτού του είδους οι πρακτικές δε φαίνονται να είναι ιδιαίτερα αποτρεπτικές.
 - ✓ Τα πρότυπα των επικίνδυνων πτήσεων και τη θνησιμότητας θα πρέπει να περιλαμβάνουν το εποχιακό στοιχείο (αυξημένος αριθμός θανάτων σε συγκεκριμένες περιόδους), το χωρικό στοιχείο (συγκέντρωση προσκρούσεων σε συγκεκριμένα σημεία), ταξινομικό στοιχείο (ο μεγαλύτερος αριθμός προσκρούσεων αφορά λίγα είδη) και το μεταναστευτικό στοιχείο (οι περισσότερες απώλειες αφορούν είδη που χρησιμοποιούν τη περιοχή όλο το χρόνο παρά τα μεταναστευτικά)

6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Akçakaya, H.R., Atwood, J.L. (1997).** "A habitat-based metapopulation model of the California Gnatcatcher." *Conservat. Biol.* 11, 422–434.
- Akçakaya and Raphael (1998)** "Assessing human impact despite uncertainty: viability of the northern spotted owl metapopulation in the northwestern USA." *Biodiversity and Conservation* 7, 875-894.
- Avery, M.L., Springer, P.F. & Dailey, N.S. (1980). "Avian Mortality at Man-made Structures: An Annotated Bibliography". Washington, DC: US Fish and Wildlife Service
- Arroyo, B. (1994)** "Griffon Vulture *Gyps fulvus*. In: Tucker, G.M., Heath, M.F., eds. *Birds in Europe: their conservation status.*" BirdLife Conservation Series No. 3. BirdLife International, Cambridge, UK, pp. 156–157.
- Band, W., Madders, M. & D.P. Whitfield (2005).** "Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms". In M. de Lucas, G. Janss & M. Ferrer (eds). *Birds and Wind Farms, Risk Assessment and Mitigation*, pp: 259-275. Servicios Informativos Ambientales/Quercus, Barcelona.
- Barrios, L., Rodríguez, A., (2004).** "Behavioural and environmental correlates of soaring-bird mortality at on-shore wind turbines." *Journal of Applied Ecology* 41: 72-81.
- Bernis, F. (1983).** «Migration of the Common Griffon Vulture in the Western Palearctic.» Pp. 185-196 in S.R. Wilbur and J.A. Jackson (eds.), *Vulture biology and management*. University of California Press, Berkeley, CA
- Bevanger, K. (1998).** "Biological and conservation aspects of bird mortality caused by electricity power lines: a review". *Biol. Conserv.* 86: 67–76
- BirdLife International (2004)** *Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status*. Cambridge, UK: BirdLife International. (BirdLife Conservation Series No. 12).
- BirdLife International (2010)** , <http://www.birdlife.org/>
- 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: *The Eurasian Griffon Vulture (Gyps fulvus) in Europe and the Mediterranean*". Status report and Action plan. L. Slotta-Bachmayr, R. Bögel, C.A. Camina (Eds.): 48-56. EGVWG.
- Catt, DC, Dugan, D., Green, R.E., Moncrieff, R., Moss, R., Picozzi, N., Summers, R.W. & Caughley, G. (1977).** "Analysis of Vertebrate Populations". John Wiley and Sons, London

- Chamberlain, D., E., Rehfisch, M., R., Fox, A. D., Desholm, M., & Anthony, S. J. (2006).** The effect of avoidance rates on bird mortality predictions made by wind turbine collision risk models. *Ibis* 148, 198-202
- Cramp, S. and Simmons, K.E.L. (1980)** "Handbook of the Birds of Europe the Middle East and North Africa: The Birds of the Western Palearctic." Oxford University Press, Oxford.
- 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. *J. Appl. Ecol.* 45, 1695–1703.
- de Lucas, M., Ferrer, M., Bechard, M. J., Mupoz, A. R (2012).** Griffon vulture mortality at wind farms in southern Spain: Distribution of fatalities and active mitigation measures. *Biological Conservation* 147: 184–189
- del Hoyo, J., Elliott, A. and Sargatal, J. (1994)** "Handbook of the Birds of the World. Volume 2: New World Vultures to Guinea-fowl." Lynx Edicions, Barcelona.
- Doñazar, J.A. (1993)** "Los Buitres Ibericos, Biología y Conservación". Reoyo, J.M. (ed) Madrid
- Drewitt A. L., & Langston R. H. W., (2006).** "Assessing the impacts of wind farms on birds". *Ibis*, 148, 29–42
- Eichhorn, M., Johst, K., Seppelt, R., and Drechsler, M., (2012).** Model-Based Estimation of Collision Risks of Predatory Birds with Wind Turbines. *Ecology and Society* 17(2): 1.
- Erickson, W., Johnson, G., Young, D., Strickland, D., Good, R., Bourassa, M., Bay, K. & Sernka, K. (2002).** "Synthesis and Comparison of Baseline Avian and Bat Use, Raptor Nesting and Mortality Information from Proposed and Existing Wind Developments". Final report by WEST Inc. prepared for Bonneville Power Administration, Portland, Oregon.
- Erikson, W., Kronner, K., Griski, B., (2003).** Nine Canyon Wind Power Project Avian and Bat Monitoring Report. Nine Canyon Technical Advisory Committee and Energy Northwest. <http://west-inc.com/reports/nine_canyon_monitoring_final.pdf>
- Ferrer, M., de Lucas M., Janss G F. E., Casado E., Muñoz A. R., Bechard M. J., Calabuig C. P. (2011).** "Weak relationship between risk assessment studies and recorded mortality in wind farms". *Journal of Applied Ecology*, doi: 10.1111/j.1365-2664.2011.02054.x
- Fox, A.D., Desholm, M., Kahlert, J., Christensen, T.K. & Krag Petersen, I.B. (2006).** Information needs to support environmental impact assessment of the effects of European marine offshore wind farms on birds. In *Wind, Fire and Water: Renewable Energy and Birds*. *Ibis* 148 (Suppl. 1):129–144.
- Garvin, J. C., Jennelle, C.S., Drake, D., Grodsky, S. M. (2011).** "Response of raptors to a windfarm." *Applied Ecology* 48: 199-209.

Gauthreaux, S.A. (1995). "Standardized assessment and monitoring protocols". Proceedings of National Avian-Wind Power Planning Meeting, Denver, Colorado, 20–21 July 1994, 53–59. Report DE95004090. King City, Ontario, Canada: LGL Ltd; Washington, D.C. US: RESOLVE, Inc.

Global Raptor Information Network - Eurasian Griffon (November, 2010)
<http://www.globalraptors.org/grin/SpeciesResults.asp?specID=8264>

Glutz von Blotzheim, U., Bauer, K.M., Bezzel, E., (eds). (1971). "Handbuch Der Voegel Mitteleuropas. Vol. 4. Falconiformes." Akademische Verlagsgesellschaft. Frankfurt am Main, 944 pp

Grove, A.T., Mooney, J. & Rackham, O. (1991) "Crete and south Aegean islands: effects of changing climate on the environment." European Community, Contract-UK. Final Report

Handrinos, G. (1985). "The status of vultures in Greece". In Newton, I. & Chancellor, R.D. (eds) Conservation Studies in Raptors : 103–115. WWGBP, Salonica, Greece

Handrinos, G., & Akriotis, T., (1997) "The birds of Greece". C. Helm, A & C Black, London.

Hoover, S.I. & Morrison, M.L. (2005). "Behavior of Red-tailed Hawks in a wind turbine development". J. Wildl. Manage. 69: 150 –159.

Houston, D.C. (1976) "Breeding of the white - backed and Rueppel's Griffon vultures, *Gyps africanus* and *G. rueppellii*". Ibis 118: 14-40.

Houston, D. (1974) "Food searching in griffon vultures." East African Wildlife Journal 12: 63-77

Houston, D.C. (1983). " The adaptive radiation of the griffon vultures" pp. 135-152. In: Vulture biology and management, (eds.) Wilbur, S.R. & Jackson, J.A. University of California Press: Berkeley.

Iezekial, S., Bakaloudis, D. and Vlachos, C. (2008) "Conservation of Griffon Vulture "*Gyps fulvus*" in Cyprus." Cyprus Association of Professional Foresters, Cyprus.

Johnson, G.D., Erickson, W.P., Strickland, M.D., Shepherd, M.F. & Shepherd, D.A. (2000b). "Avian Monitoring Studies at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota: Results of a 4-Year Study". Technical report by WEST Inc. prepared for Northern States Power Co., Minneapolis, Minnesota.

Johnson, G.D., Young, D.P., Erickson, W.P., Clayton, E., Derby, C.E.M., Dale Strickland, M.D. & Good, R.E. (2000a). "Wildlife Monitoring Studies Seawest Windpower Project, Carbon County, Wyoming 1995 – 99". Final report by WEST Inc. prepared for Sea West Energy Corporation, San Diego, California & Bureau of Land Management, Rawlins District Office, Rawlins, Wyoming.

- Kelly, T.C., Buurma, L., O'Callaghan, M.J.A. & Bolger, R. (2000).** "Why do birds collide with aircraft? A behavioural approach". Int. Bird Strike Committee IBSC25/WP-054: 47-48.
- Kruuk, H. (1972)** "The Spotted Hyena: a Study of Predation and Social Behaviour." Chicago University Press, Chicago, 335 pp
- Langston, R.H.W. & Pullan, J.D. (2003).** "Wind farms and birds: an analysis of the effects of wind farms on birds, and. Guidance on Environmental Assessment Criteria and Site Selection Issues". Report by Birdlife International on behalf of the Bern Convention. Sandy, UK: RSPB
- Lekuona, J.M. (2001).** "Uso del espacio por la avifauna y control de la mortalidad de aves en los parques eólicos de Navarra" . Gobierno de Navarra, Pamplona.
- Lekuona, J.M. & Ursúa, C. (2007).** "Avian mortality in wind power plants of Navarra (Northern Spain)". In De Lucas, M., Janss, G.F.E. & Ferrer, M (eds) Birds and Wind Farms. Risk assessment and Mitigation : 177-192. Quercus, Madrid.
- Madders, M., & Whitfield, D. P. (2006).** "Upland raptors and the assessment of wind farm impacts." Ibis 148: 43- 56.
- Manville, A.M. (2005).** Bird Strikes and Electrocutions at Power Lines, Communication Towers, and Wind Turbines: State of the Art and State of the Science – Next Steps Toward Mitigation: USDA Forest Service General Technical Report PSW-GTR-191.
- Martin, G. R. (2011).** "Understanding bird collisions with man-made objects: a sensory ecology approach." Ibis 153: 239-254.
- Mebs, T. & Schmidt, D. (2006).** "Die Greifvögel Europas, Nordafrikas und Vorderasiens." Kosmos Verlag.
- Mladenoff, D.J., Haight, R.C., Sickley, T.A., Wydeven, A.P. (1997)** "Causes and implications of species restoration in altered ecosystems. A spatial landscape projection of wolf population recovery." Bioscience 47, 21-31.
- Newton, I. (2007).** "The Migration Ecology of Birds". Academic Press. London, UK.
- Newton, I. (1979).** "Population Ecology of Raptors". Buteo Books, Vermillion, SD.
- Parra, J. & Tellería, J.L. (2004)** . "The increase in the Spanish population of Griffon Vulture *Gyps fulvus* during 1989-1999: effects of food and nest site availability". Bird Con. Int. 14 : 33-41.
- Pennyquick, C.J. (1989):** "Bird Flight Performance". A practical Calculation Manual. Oxford University Press, Oxford, 153 pp.
- Percival, S.M. (2000).** "Birds and wind turbines in Britain". Br.Wildlife 12: 8-15

- Ratcliffe, D.A. (1990).** “Bird Life of Mountain and Upland”. Cambridge, UK: Cambridge University Press
- Rothery, P., Newton, I. & Little, B. (2009).** “Observations of seabirds at offshore wind turbines near Blyth in northeast England”. *Bird Study* 56: 1–14
- Sanchez-Zapata, J.A., Calvo, J.F. (1999)** "Raptor distribution in relation to landscape composition in semi-arid Mediterranean habitats." *J. Appl. Ecol.* 36, 254–262.
- Smallwood, K.S. & Thelander, C.G. (2004).** “Developing Methods to Reduce Bird Mortality in the Altamont Pass Wind Resource Area”. Final Report by to the California Energy Commission. Public Interest Energy Research-Environmental Area, Contract no. 500 – 01–019. California: BioResource Consultants
- Sodhi, N.S. (2002).** “Competition in the air: birds versus aircraft”. *Auk*119: 587–595
- Slotta-Bachmayr, L., R. Bögel, and A Camiña Cardenal (eds.). (2004).** “The Eurasian Griffon Vulture (*Gyps fulvus fulvus*); in Europe and the Mediterranean: status report and action plan.” East European/Mediterranean Vulture Working Group.
- Strickland, M.D., Arnett, E.B., Erickson, W.P., Johnson, D.H., Johnson, G.D., Morrison, M.L., Shaffer, J.A., Warren-Hicks, W., (2011).** Comprehensive Guide to Studying Wind energy/Wildlife Interactions. Prepared for the National Wind Coordinating Collaborative, Washington, DC, USA.
- Summers, R.W. & Dugan, D.(2001).** “An assessment of methods used to mark fences to reduce bird collisions in pine-woods”. *Scott. For.*55: 23–29
- Tellería, J. L. (2009).** "Overlap between wind power plants and Griffon Vultures *Gyps fulvus* in Spain." *Bird Study* 56(2): 268 — 271.
- Thorpe, J.(2003).** “Fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes, 1912–2002”. IBSC26 WPSA1.
- Tucker, G. M. & Heath M. F., (1994)** “Birds in Europe: Their conservation status”. Cambridge, UK.: BirdLife International (BirdLife Conservation Series No 3).
- Tyler, G.A.(1994).** “Collisions against fences by woodland grouse in Scotland.*Forestry*” 67: 105–118.
- Whitfield, D.P., Fielding, A.H., McLeod, D.R.A. & Howarth, P.F.(2004).** Modelling the effects of persecution on the population dynamics of golden eagles in Scotland. *Biol. Conservation* 119: 319–333.
- WWF Ελλάς 2008.** Πρόταση για την ορθή χωροθέτηση αιολικών πάρκων στη Θράκη. Κείμενο θέσης. Διαδιά– Αθήνα: Οκτώβριος.

- Xirouchakis, S.M & R. Tsiakiris (2009)** Status and population trends of vultures in Greece. In: Donazar, J.A. & Margalida, A. (Eds): Vulture conservation and carcass management (In press)
- Xirouchakis, S. (2010).** "Breeding biology and reproductive performance of Griffon Vultures *Gyps fulvus* on the island of Crete (Greece)" *Bird Study* 57(2): 213 — 225.
- Xirouchakis, S. M. (2007).** "Seasonal and daily activity pattern in Griffon vulture (*Gyps fulvus*) colonies on the island of Crete." *Ornis Fennica* 84: 39-46.
- Xirouchakis, S. M., & Mylonas, M. (2007).** "Breeding behaviour and parental care in the Griffon Vulture (*Gyps fulvus*) on the island of Crete (Greece)." *Ethology Ecology & Evolution* 19 1-26.
- Xirouchakis, S. M., & Mylonas, M. (2004).** "Griffon vulture (*Gyps fulvus*) distribution and density in Crete." *Israel Journal of Zoology* 50: 341–354.
- Xirouchakis, S. M., Andreou, G. (2009).** "Foraging behaviour and flight characteristics of Eurasian griffons (*Gyps fulvus*) in the island of Crete, Greece." *Wildlife Biology* 15: 37-52.
- Xirouchakis, S. M., Mylonas, M., (2005).** "Status and structure of the griffon vulture (*Gyps fulvus*) population in Crete." (*European Journal of Wildlife Research* 51: 223–231.
- Zuberogitia I., Martínez J.E., Margalida A., Gómez I., Azkona A. & Martínez J. A. (2010)** "Reduced food availability induces behavioural changes in Griffon Vulture, *Gyps fulvus*" *Ornis Fennica* 87:52–60.
- Πέννας, Ι. (1977)** «Το κλίμα της Κρήτης» Διατριβή επί διδακτορία. Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.
- Ξηρουχάκης Σ. (Συντάκτης) (2009)** Παρακολούθηση των επιπτώσεων στην ορνιθοπανίδα από τη λειτουργία του αιολικού πάρκου της "ΤΕΡΝΑ- ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ" στη θέση "Περδικοκορυφή", Δ Δ. Αγ. Βαρβάρας, Ν. ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Περιοχές Ειδικής Προστασίας

Οι Περιοχές Ειδικής Προστασίας καθορίζονται είτε στο πλαίσιο των εγκεκριμένων ή εκπονούμενων σχεδίων χρήσεων γης (EXM- ΖΟΕ, ΣΧΟΟΑΠ, ΓΠΣ), είτε στο πλαίσιο ειδικών νομικών καθεστώτων (Ν. 3028/2002, Ν. 998/1979, άρθρα 18-21 Ν. 1650/1986 κλπ), με σκοπό την προστασία περιοχών ή στοιχείων του φυσικού και πολιτιστικού περιβάλλοντος της χώρας. Από απόψεως συστηματικής κατατάξεως και σύμφωνα με τα ειδικά νομικά καθεστώτα που τις διέπουν, διακρίνονται στις εξής ειδικότερες κατηγορίες :

- Αρχαιολογικές περιοχές και ιστορικούς τόπους (Ν. 3028/2002)
- Δάση και δασικές εκτάσεις (Ν. 998/1979 και 3208/03)
- Καταφύγια άγριας ζωής (Ν. 2637/1998)
- Αιγιαλό και όχθες ρεμάτων και εσωτερικών υδάτινων επιφανειών (Ν. 2971/2001 και 3468/2006),
- Περιοχές προστασίας της φύσης και του τοπίου των άρθρων 18-21 Ν. 1650/1986 (Εθνικοί δρυμοί, Αισθητικά δάση, οικότοποι προτεραιότητας, ζώνες προστασίας των περιοχών Ramsar, περιοχές του δικτύου Natura 2000, ζώνες Ειδικής Προστασίας της Ορνιθοπανίδας (ΖΕΠ-SPA) και διάδρομοι μεταναστευτικών πουλιών, Τοπία Ιδιαίτερου Φυσικού Κάλλους, διατηρητέα μνημεία της φύσης).

Δίκτυο Natura 2000

Το Δίκτυο Natura 2000 αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αποτελείται από δύο κατηγορίες περιοχών: Τις «Ζώνες Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ)» (Special Protection Areas - SPA) για την Ορνιθοπανίδα, όπως ορίζονται στην Οδηγία 79/409/ΕΚ, και τους «Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (ΤΚΣ)» (Sites of Community Importance - SCI) όπως ορίζονται στην Οδηγία 92/43/ΕΟΚ. Η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ «για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας» θεσμοθετήθηκε από το Συμβούλιο των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων με σκοπό να συμβάλλει

στην προστασία της βιολογικής ποικιλότητας, μέσω της διατήρησης των φυσικών οικοτόπων, καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας στο ευρωπαϊκό έδαφος των κρατών μελών που εφαρμόζεται η συνθήκη. Η Οδηγία 79/409/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με τις Κοινές Υπουργικές Αποφάσεις 414985/29-11-85 (ΦΕΚ 757/Β/18-12-85), 366599/16-12-96 (ΦΕΚ 1188/Β/31-12-96), 294283/23-12-97 (ΦΕΚ 68/Β/4-2-98). Η Οδηγία 92/43/ΕΚ εναρμονίστηκε στο ελληνικό Δίκαιο με την Κοινή Υπουργική Απόφαση 33318/3028/11-12-98(ΦΕΚ1289/Β/28-12-98).

(<http://www.minenv.gr/1/12/121/12103/g1210300/g121030001.html>).

Η Ελλάδα περιλαμβάνει 239 Τόπους Κοινοτικής Σημασίας (Sites of Community Importance: SCI) σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ και έχει δηλώσει 151 Ζώνες Ειδικής Προστασίας της ορνιθοπανίδας (Special Protection Areas: SPA) σύμφωνα με την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ.

Νομοθεσία Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικά με τις Προστατευόμενες περιοχές

Σε σχέση με την περιβαλλοντική εκτίμηση, υπάρχουν δύο βασικά νομοθετήματα που εφαρμόζονται, ή θα εφαρμοστούν, στην Ευρωπαϊκή Ένωση:

- Οδηγία 85/337/ΕΟΚ για την Εκτίμηση των Επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων δημόσιων και ιδιωτικών έργων στο περιβάλλον (Οδηγία ΕΙΑ), όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 97/11/ΕΕ.
- Οδηγία 2001/42/ΕΚ για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ορισμένων σχεδίων και προγραμμάτων (Οδηγία SEA). Παίζει σημαντικό ρόλο στην κατεύθυνση της εκτίμησης των αθροιστικών και συνολικών περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ΑΣΠΗΕ. Επιπλέον, στην ΕΕ, οι ακόλουθες Οδηγίες ενημερώνουν για τις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για εκμεταλλεύσεις που έχουν επιπτώσεις σε περιοχές 'Natura 2000' (SPAs & SACs):
 - Οδηγία 92/43/ΕΕΚ για τη Διατήρηση των Φυσικών Οικοτόπων καθώς και της Άγριας Χλωρίδας και Πανίδας (Οδηγία των Οικοτόπων).
 - Οι διαδικασίες λήψης αποφάσεων σε σχέση με εκμεταλλεύσεις που είναι πιθανόν να έχουν «σημαντικές επιπτώσεις» σε ένα χώρο Natura 2000 προσδιορίζονται στα Άρθρα 6(3) και 6(4). (Για οδηγίες ως προς την ερμηνεία του Άρθρου 6 της Οδηγίας, βλ. το 'Managing Natura 2000' (Ευρωπαϊκή Επιτροπή 2000)).
 - Οδηγία 79/409/ΕΕΚ περί διατήρησης των Άγριων Πτηνών (Οδηγία για τα Πουλιά).

- Το Παράρτημα I της Οδηγίας για τα πουλιά και το Παράρτημα Annex IV(a) της Οδηγίας για τους Οικοτόπους αποτυπώνουν, ακόμα, τα είδη που λαμβάνουν ειδική προστασία εκτός δικτύου Natura 2000 σύμφωνα με τις Οδηγίες.
- Επίσης, οι Συμβάσεις για τη Διατήρηση των Μεταναστευτικών Ειδών Άγριων Ζώων (Σύμβαση της Βόννης), συμπεριλαμβανομένης της Αφρικανικής Ευρωπαϊκής Συμφωνίας για τα Υδρόβια Πτηνά (ΑΕWA), της Σύμβασης για τη Διατήρηση της Άγριας Ζωής της Ευρώπης και των Φυσικών Οικοτόπων (Σύμβαση της Βέρνης) και της Σύμβασης για τους Υγροτόπους Διεθνούς Σημασίας για τα υδρόβια πτηνά, γνωστή ως Σύμβαση Ραμσάρ, (όπως τροποποιήθηκε από το πρωτόκολλο του 1982), προβλέπουν συγκεκριμένες υποχρεώσεις για τα συμβαλλόμενα μέρη, σχετικές με την προστασία της ορνιθοπανίδας.

Μελέτες Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων

Τα στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνονται στις Μελέτες περιβαλλοντικών επιπτώσεων είναι τα εξής:

- Περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης του περιβάλλοντος με τα απαραίτητα στοιχεία και τις τεκμηριώσεις για την αξιολόγηση και την εκτίμηση των κυριότερων περιβαλλοντικών επιπτώσεων του έργου στον άνθρωπο, την πανίδα, τη χλωρίδα, το έδαφος, τα νερά, τον αέρα, το κλίμα, το τοπίο, τα υλικά αγαθά, την πολιτιστική κληρονομιά, καθώς και την αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων που αναφέρονται στις προηγούμενες περιπτώσεις.
- Εκτίμηση και αξιολόγηση άμεσων και έμμεσων, σωρευτικών και συνεργιστικών επιπτώσεων στο φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον.
- Συνοπτική περιγραφή των μέτρων που προβλέπεται να ληφθούν για την αποφυγή, τη μείωση και, εφόσον είναι δυνατόν, επανόρθωση σημαντικών δυσμενών επιπτώσεων στο περιβάλλον.
- Συνοπτική περιγραφή των κύριων εναλλακτικών λύσεων, συμπεριλαμβανομένης και της μηδενικής, που μελετά ο κύριος του έργου και υπόδειξη των κύριων λόγων της επιλογής τους, λαμβανομένων υπόψη των επιπτώσεών τους στο περιβάλλον.