



Σύγχρονες τεχνολογίες για τον μετριασμό των επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στη βιοποικιλότητα

Τεχνικό Φυλλάδιο



WindFarms
& Wildlife

LIFE12 BIO/GR/000554



Το πρόγραμμα LIFE+ Βιοποικιλότητα «Επίδειξη καλών πρακτικών με στόχο τον περιορισμό των επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στη βιοποικιλότητα στην Ελλάδα» (LIFE12 BIO/GR/000554) υλοποιείται από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών και Εξοικονόμησης Ενέργειας, ΚΑΠΕ σε συνεργασία με την εταιρεία περιβαλλοντικών συμβούλων NCC ΕΠΕ, με τη συνεισφορά του χρηματοδοτικού μέσου LIFE της Ευρωπαϊκής Ένωσης και του Πράσινου Ταμείου.

Οι στόχοι του προγράμματος είναι η επιδεικτική εφαρμογή σύγχρονων μεθόδων και προσεγγίσεων για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στη βιοποικιλότητα στην Ελλάδα, η βελτίωση της συμβατότητας της ανάπτυξης αιολικών πάρκων με τους στόχους διατήρησης βιοποικιλότητας της ΕΕ και η ανάπτυξη προδιαγραφών και οδηγιών που θα επιτρέψουν στους ενδιαφερόμενους φορείς στην Ελλάδα τον καλύτερο σχεδιασμό, εφαρμογή και αξιολόγηση των μεθόδων μείωσης των πιθανών επιπτώσεων των αιολικών έργων στη βιοποικιλότητα.

Κείμενα: Jakob Fric, Μαργαρίτα Τζάλη / NCC, Ευτυχία Τζεν / ΚΑΠΕ

Συμβολή: Κυριάκος Ρώσσης / ΚΑΠΕ, Αναστάσιος Δημαλέξης / NCC

Εξώφυλλο: Φωτογραφικό αρχείο ΚΑΠΕ, κεντρική φωτογραφία: CreativeNature

www.windfarms-wildlife.gr

© ΚΑΠΕ, 2018

Το περιεχόμενο και οι απόψεις που περιλαμβάνονται στο Τεχνικό φυλλάδιο βασίζονται σε ανεξάρτητη έρευνα και δεν αντικατοπτρίζουν απαραίτητα τη θέση του προγράμματος LIFE και των εμπλεκόμενων φορέων που συνεργάστηκαν για τη συγγραφή του.

Προτεινόμενη αναφορά του Τεχνικού Φυλλαδίου στη βιβλιογραφία: Fric J., Τζεν Ε. & Τζάλη Μ., 2018. Σύγχρονες τεχνολογίες για τον μετριασμό των επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στη βιοποικιλότητα LIFE12 BIO/GR/000554.

Πίνακας περιεχομένων

Εισαγωγή	1
Σύγχρονες Τεχνολογίες για τον μετριασμό των επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στη βιοποικιλότητα	3
Μετριασμός/Αποτροπή Επιπτώσεων	4
Η Εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών σε έργα αιολικής ενέργειας	5
A. Ορνιθολογικό ραντάρ.....	5
B. Οπτικά συστήματα.....	7
Γ. Συστήματα βιοακουστικής.....	10
Συμπεράσματα - Προτάσεις.....	13
Παράρτημα	14
Βιβλιογραφικές αναφορές	16

Εισαγωγή

Σύμφωνα με τις Διεθνείς αναφορές η κλιματική αλλαγή και οι επιπτώσεις της γίνονται όλο και πιο ορατές με αποτέλεσμα ο μετριασμός της και η διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος και της βιοποικιλότητας να αποτελούν βασικές προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) και της Διεθνούς Κοινότητας.

Σύμφωνα με τα τελευταία στοιχεία του International Energy Agency (IEA) μετά από τρία χρόνια στασιμότητας, το 2017, το παγκόσμιο ενεργειακό επίπεδο CO₂ αυξήθηκε κατά 1,4% φτάνοντας στο υψηλότερο επίπεδο όλων των εποχών. Το 2017 η παγκόσμια ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας αυξήθηκε κατά επιπλέον 3%, με την Κίνα και την Ινδία να αντιπροσωπεύουν το 70% αυτής της αύξησης [1].

Η ανάπτυξη των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και ιδιαίτερα της αιολικής ενέργειας είναι καθοριστικής σημασίας για την κάλυψη της συνεχώς αυξανόμενης ζήτησης ενέργειας με τον πιο βιώσιμο τρόπο και για την αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής. Σύμφωνα με τις προβλέψεις του IEA (2018) η δυναμικότητα των χερσαίων αιολικών πάρκων αναμένεται να αυξηθεί κατά 323 GW τα επόμενα 5 έτη και να φθάσει σχεδόν τα 839 GW έως το 2023. Επιπλέον η δυναμικότητα των υπεράκτιων αιολικών πάρκων αναμένεται να φθάσει τα 52 GW έως το 2023, από 18 GW που ήταν το 2017 με παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια της τάξης των 55TWh. Παρόλα αυτά, η ραγδαία αύξηση της αιολικής ενέργειας δημιουργεί προκλήσεις σχετικά με τις πιθανές επιπτώσεις της στη φύση και την άγρια ζωή, που λόγω της προβλεπόμενης κλίμακας ανάπτυξης δεν μπορούν να αγνοηθούν. Οι πιθανές επιπτώσεις των αιολικών έργων στη βιοποικιλότητα αφορούν στα παρακάτω:

1. Κίνδυνος πρόσκρουσης στα πτερύγια της ανεμογεννήτριας ή βαροτραύματος, με αποτέλεσμα την άμεση θνησιμότητα ή τραυματισμό πουλιών και νυχτερίδων.
2. Όχληση ή/και εκτοπισμός ευαίσθητων ειδών, μέσω έμμεσης απώλειας βιοτόπων με τα πουλιά να αποφεύγουν την περιοχή εγκατάστασης του αιολικού πάρκου.
3. Απώλεια βιοτόπων ή υποβάθμισή τους, μέσω της κατασκευής ενός αιολικού έργου.
4. Δημιουργία φραγμών, που προκαλούν αλλαγές στις πορείες πτήσης των πουλιών.
5. Έμμεσες επιπτώσεις στους βιοτόπους και τα θηράματα των ειδών

Οι επιπτώσεις που πιθανόν να προκληθούν από ένα αιολικό πάρκο μπορούν να εκτιμηθούν, να προληφθούν ή και να μετριαστούν μέσω της καταγραφής της παρουσίας και της κίνησης της ιπτάμενης πανίδας. Η παρακολούθηση της ιπτάμενης πανίδας επιτρέπει την καλύτερη χωροθέτηση του συνόλου ή τμημάτων του αιολικού πάρκου, αλλά και τη λήψη κατάλληλων μέτρων για τον περιορισμό των επιπτώσεων της λειτουργίας του.

Τα τελευταία χρόνια η τεχνολογία όσον αφορά στην παρακολούθηση και καταγραφή της ιπτάμενης πανίδας έχει εξελιχθεί σημαντικά με αποτέλεσμα να είναι διαθέσιμα στην αγορά σύγχρονα συστήματα και μέθοδοι που επιτρέπουν τη συλλογή σημαντικών και μεγαλύτερης ποσότητας και ποιότητας δεδομένων, σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους καταγραφής, για τις μετακινήσεις και τη χρήση του εναέριου χώρου από την ιπτάμενη πανίδα, καθώς και την αυτοματοποίηση καταγραφών και ενεργοποίησης μέτρων για τον περιορισμό των επιπτώσεων στη βιοποικιλότητα από τα αιολικά πάρκα.



Οι σύγχρονες αυτές τεχνολογίες για την παρακολούθηση, καταγραφή και την έγκαιρη προειδοποίηση/αποτροπή πρόσκρουσης της ιπτάμενης πανίδας περιγράφονται στο παρόν φυλλάδιο μαζί με παραδείγματα και αναφορές.

Σύγχρονες Τεχνολογίες για τον μετριασμό των επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στη βιοποικιλότητα

Τα διαθέσιμα εργαλεία για τον μετριασμό των πιθανών επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στην ιπτάμενη πανίδα αφορούν στην παρακολούθηση πριν και μετά την κατασκευή του αιολικού πάρκου και στη λήψη μέτρων, εφόσον αυτά απαιτηθούν, για τον μετριασμό ή/και την αποτροπή των αρνητικών επιπτώσεων στην ιπτάμενη πανίδα.

Οι σύγχρονες τεχνολογίες όπως τα ραντάρ, τα συστήματα βιντεοπαρακολούθησης, οι ανιχνευτές νυχτερίδων, και οι θερμικές κάμερες αποτελούν βασικά εργαλεία για τους μελετητές-συμβούλους και τους επενδυτές της αιολικής ενέργειας κατά τη σχεδίαση - χωροθέτηση και κατά τη λειτουργία ενός αιολικού πάρκου.

Η παρακολούθηση της ιπτάμενης πανίδας στην περιοχή ενδιαφέροντος και τα μέτρα αποτροπής και πρόληψης, σε περίπτωση που θεωρηθούν απαραίτητα, αποτελούν τη βάση για τη σωστή χωροθέτηση και τη λειτουργία ενός αιολικού έργου.

Παρακολούθηση

Η παρακολούθηση αφορά στην καταγραφή, επεξεργασία και αξιολόγηση στοιχείων για την κίνηση της ιπτάμενης πανίδας στον εναέριο χώρο του αιολικού πάρκου, και τη χρήση του χώρου από αυτήν, καθώς και των τυχόν επιπτώσεων του έργου στην ιπτάμενη πανίδα. Η παρακολούθηση μπορεί να πραγματοποιηθεί:

- με την παρουσία ερευνητών πεδίου στην περιοχή και την συνδυασμένη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών με συμβατικές μεθόδους παρακολούθησης και
- με τη χρήση αυτοματοποιημένων ή μη σύγχρονων τεχνολογιών παρακολούθησης της ιπτάμενης πανίδας (όπως συστήματα ραντάρ, βιντεοπαρακολούθησης, νυχτερινής όρασης, θερμικής απεικόνισης και βιοακουστικής), όπου η επεξεργασία των δεδομένων που συλλέγονται πραγματοποιείται σε δεύτερο χρόνο από ερευνητές.

Η εκτίμηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης της εκάστοτε τεχνολογίας, ειδικά της αυτοματοποιημένης, για την παρακολούθηση μιας περιοχής απαιτείται να ελέγχεται με πραγματοποίηση ταυτόχρονων καταγραφών με συμβατικές μεθόδους.





Μετριάσμος/Αποτροπή Επιπτώσεων

Ο μετριάσμος και η αποτροπή των αρνητικών επιπτώσεων στην ιπτάμενη πανίδα με τη χρήση σύγχρονων τεχνολογιών αφορούν στη μείωση ή/και στην αποφυγή τραυματισμού και απώλειας ατόμων και μπορούν να πραγματοποιηθούν με τους παρακάτω τρόπους.

Συμβατικές μέθοδοι μετριάσμου/αποτροπής: τεχνικές πρόληψης της ιπτάμενης πανίδας, όπως απώθηση μέσω ακουστικών ερεθισμάτων.

Σύγχρονες τεχνολογίες για την έγκαιρη προειδοποίηση/αποτροπή πρόσκρουσης της ιπτάμενης πανίδας.

Οι τεχνολογίες αυτές κατά κύριο λόγο αποσκοπούν στην

- παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο της ιπτάμενης πανίδας στην περιοχή ενδιαφέροντος, μέσω συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης, ραντάρ ή βιντεοπαρακολούθησης,
- παρακολούθηση των νυχτερίδων, μέσω ανιχνευτών νυχτερίδων,
- απώθηση ιπτάμενης πανίδας και αλλαγή πορείας της για την αποφυγή πρόσκρουσης στην/στις ανεμογεννήτρια/ες. Η αποτροπή επιτυγχάνεται κυρίως μέσω εκπομπής ηχητικών σημάτων,
- ακινητοποίηση/παύση λειτουργίας της ανεμογεννήτριας (α/γ) σε πραγματικό χρόνο μέσω SCADA, βάσει πληροφορίας για την παρουσία και κίνηση σε πορεία πρόσκρουσης της ιπτάμενης πανίδας στην/στις ανεμογεννήτρια/ιες,
- καθορισμό προδιαγραφών ρύθμισης λειτουργίας των ανεμογεννητριών κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας/ ανέμου ή περιόδου του έτους, όταν η παρουσία των νυχτερίδων και ο κίνδυνος πρόσκρουσης/βαροτραύματος είναι αυξημένα.

Η «κατά παραγγελία παύση λειτουργίας» (“shut down on demand”) μιας ή περισσότερων ανεμογεννητριών, μπορεί να πραγματοποιείται αυτόματα, σε πραγματικό χρόνο από τα συστήματα έγκαιρης προειδοποίησης και αποφυγής πρόσκρουσης, όπως τα συστήματα βιντεοπαρακολούθησης ή ραντάρ, ή από ερευνητές πεδίου, κυρίως σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα όπως κατά τη μεταναστευτική περίοδο.

Η εφαρμογή μεθόδων μετριάσμου/αποτροπής απαιτεί παρακολούθηση της αποτελεσματικότητάς τους, μέσω αναζήτησης τραυματισμένων και νεκρών ατόμων ιπτάμενης πανίδας.



Η Εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών σε έργα αιολικής ενέργειας

A. Ορνιθολογικό ραντάρ

Το ορνιθολογικό ραντάρ έχει τη δυνατότητα να σαρώνει τρισδιάστατα τον εναέριο χώρο γύρω του για την καταγραφή (α) των πουλιών που διέρχονται από την περιοχή, (β) του ύψους στο οποίο κινούνται, (γ) των διαδρομών που ακολουθούν. Τα συστήματα ραντάρ ποικίλουν και αφορούν είτε ναυτικά ραντάρ που σαρώνουν τμήματα του εναέριου χώρου, είτε αυτοματοποιημένα συστήματα ναυτικού τύπου ραντάρ ή μετεωρολογικά ραντάρ ή συνδυασμό δύο ή περισσότερων ραντάρ σε σύστημα για τη σάρωση του συνόλου του εναέριου χώρου.

Ιπτάμενη πανίδα: Ορνιθοπανίδα/Χειρόπτερα (νυχτερίδες)



Χωροθέτηση/Λειτουργία:

Το ορνιθολογικό ραντάρ τοποθετείται σε συγκεκριμένη θέση του αιολικού πάρκου, ώστε να προσφέρεται η βέλτιστη κάλυψη του εναέριου χώρου. Σε έντονο ανάγλυφο ή μεγάλης έκτασης αιολικό ενδέχεται να απαιτείται η χρήση περισσότερων του ενός συστημάτων. Η λειτουργία τους μπορεί να είναι ενεργειακά αυτόνομη, για περιορισμένα χρονικά διαστήματα, ή και εξαρτώμενη από το αιολικό πάρκο μέσω παροχής ενέργειας

από αυτό, για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα. Η λειτουργία του μπορεί να είναι συνεχής. Για μη αυτοματοποιημένα συστήματα ραντάρ απαιτείται η επεξεργασία των καταγεγραμμένων δεδομένων από ειδικό ερευνητή πεδίου, ώστε να προσδιοριστούν οι βιολογικοί ιπτάμενοι στόχοι και οι διαδρομές τους. Υπάρχουν συστήματα ραντάρ με αυτοματοποίηση στον εντοπισμό και την καταχώρηση των στοιχείων, ωστόσο για την αναγνώριση είδους σε αυτοματοποιημένα και μη συστήματα ραντάρ απαιτείται ορνιθολογική οπτική παρατήρηση.

Παρακολούθηση:

Το σύστημα επιτρέπει την συνεχόμενη και ταυτόχρονη παρακολούθηση μεγάλου αριθμού πουλιών σε μεγάλες αποστάσεις και σε καταστάσεις χαμηλής ή μηδενικής ορατότητας. Επιπλέον, επιτρέπει την εκτίμηση του κατακόρυφου προφίλ των μετακινήσεων πουλιών και νυχτερίδων, ιδιαίτερα χρήσιμο κατά την εκτίμηση της νυχτερινής μετανάστευσης πουλιών, όπου το ραντάρ είναι το πιο ισχυρό διαθέσιμο εργαλείο. Η παρακολούθηση μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση:



- αυτοματοποιημένου συστήματος καταγραφής, με τη σε μεταγενέστερη χρόνο αξιολόγηση και επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν από ειδικούς, και σε επίπεδο αναγνώρισης είδους την πραγματοποίηση οπτικών παρατηρήσεων στο πεδίο ταυτόχρονα με την καταγραφή.
- μη αυτοματοποιημένου συστήματος καταγραφής, όπου ειδικοί επεξεργάζονται και καταγράφουν στοιχεία σε πραγματικό χρόνο, και σε επίπεδο αναγνώρισης είδους την πραγματοποίηση οπτικών παρατηρήσεων στο πεδίο ταυτόχρονα με την καταγραφή.
- συνδυασμού ορνιθολογικού ραντάρ και δικτύου ερευνητών πεδίου, όπου το σύστημα λειτουργεί συμπληρωματικά κατευθύνοντας την εστίαση των οπτικών καταγραφών για πιο έγκαιρο και πλήρη εντοπισμό της ορνιθοπανίδας.

Μετριάσμος:

Ο μετριάσμος των επιπτώσεων στην περίπτωση της χρήσης ορνιθολογικού ραντάρ σχετίζεται άμεσα με την ακινητοποίηση μιας ή περισσότερων ανεμογεννητριών, όπου με βάση τις πληροφορίες του ραντάρ



υπάρχει αυξημένος κίνδυνος πρόσκρουσης. Για τον σκοπό αυτό απαιτείται σε πραγματικό χρόνο καταγραφή κίνησης της ιπτάμενης πανίδας και λήψη αποφάσεων για την ακινητοποίηση.

Αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση των παρακάτω:

- Αυτοματοποιημένου συστήματος ορνιθολογικού ραντάρ, το οποίο διαθέτει λογισμικό λήψης αποφάσεων ανάλογα με το εάν εντοπίζονται ή όχι πουλιά με πορεία πρόσκρουσης, και είναι άμεσα συνδεδεμένο με το SCADA για την παροχή εντολής ακινητοποίησης.

- Μη αυτοματοποιημένου συστήματος ορνιθολογικού ραντάρ, όπου η καταγραφή και σε πραγματικό χρόνο λήψη αποφάσεων πραγματοποιείται από ερευνητές πεδίου. Η επικοινωνία για εντολή ακινητοποίησης πραγματοποιείται με τον διαχειριστή του αιολικού πάρκου στο κέντρο ελέγχου.

Αποτελέσματα χρήσης για την Ελλάδα:

Στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE12 BIO/GR/000554 χρησιμοποιήθηκε ναυτικό ραντάρ για την παρακολούθηση και καταγραφή της ιπτάμενης πανίδας σε περιοχές ενδιαφέροντος. Το σύστημα έχει χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε νησιωτικές, λοφώδεις και ορεινές περιοχές με περιορισμένη και χαμηλή βλάστηση, καθώς και σε πεδινές περιοχές γύρω από μεγάλους υγροτόπους. Ωστόσο, σε περιοχές με άφθονη ψηλή βλάστηση, όπως δάση, ή και έντονο ανάγλυφο, όπως πολλές κοντινές κορυφές ή ράχες λόφων και βουνών, οι «τυφλές περιοχές» του ραντάρ μπορεί να είναι τόσο πολλές που να μην επιτρέπουν την αποτελεσματική παρακολούθηση του εναέριου χώρου γύρω από την περιοχή ενδιαφέροντος.

Σε περιοχές όπου η χρήση του ναυτικού τύπου ραντάρ είναι εφικτή, το σύστημα αυτό αποδείχθηκε ιδιαίτερα αποτελεσματικό στον εντοπισμό πουλιών σε μεγάλη ακτίνα, από 1 km -1,5 km για πουλιά μικρού μεγέθους (π.χ. στρουθιόμορφα) και, σε ακτίνα έως και 6 km για μεγαλόσωμα είδη (π.χ. πελεκάνοι, κύκνοι).

Σε σύγκριση με την συμβατική οπτική καταγραφή πουλιών το ραντάρ καταγράφει 5 έως 10 φορές περισσότερα πουλιά, λόγω μεγαλύτερης ακτίνας ανίχνευσης και παρακολούθησης 360° γύρω από τη θέση του ραντάρ. Επίσης, το ραντάρ είναι το μοναδικό μέσο παρακολούθησης νυχτερινής μετανάστευσης σε μεγάλη ακτίνα έως και 2 km.

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Ταυτόχρονη καταγραφή κίνησης πολλών πουλιών σε μεγάλη ακτίνα και εύρος υψομέτρου • Παρακολούθηση σε συνθήκες χαμηλής ή μηδενικής ορατότητας • Ιδανικό συνοδευτικό εργαλείο για συμβατικές οπτικές καταγραφές σε συγκεκριμένες περιορισμένες περιόδους, όπως η μετανάστευση • Ιδανικό για περιπτώσεις νυχτερινής μετανάστευσης πουλιών. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ακατάλληλο για περιοχές με έντονο ανάγλυφο και ψηλή βλάστηση • Σε κάποιες περιπτώσεις απαιτείται σειρά συστημάτων καταγραφής για την αποτελεσματική κάλυψη του χώρου του αιολικού πάρκου • Απαιτείται οπτική αναγνώριση είδους • Μεγάλο κόστος λειτουργίας για παρατεταμένα χρονικά διαστήματα • Υψηλό κόστος αυτοματοποιημένου συστήματος

Κατά τη διάρκεια της προ-κατασκευής ενός αιολικού πάρκου, τα ραντάρ χρησιμοποιούνται ως αξιόπιστο και μακροπρόθεσμο εργαλείο μέτρησης, συλλέγοντας επιστημονικά δεδομένα σχετικά με τις μετακινήσεις πουλιών στην περιοχή, καθώς και δραστηριότητες μετανάστευσης (βλέπε Διάγραμμα 1). Ανιχνεύουν και καταγράφουν αυτόματα εκατοντάδες πουλιά ταυτόχρονα, συμπεριλαμβανομένου του μεγέθους, της ταχύτητας, της κατεύθυνσης και της διαδρομής πτήσης τους. Ένας μη εξαντλητικός κατάλογος εταιρειών που κατασκευάζουν αυτοματοποιημένα ή μη συστήματα ραντάρ δίνεται στο Παράρτημα.

B. Οπτικά συστήματα

Τα οπτικά συστήματα βασίζονται στην ανάλυση εικόνων υψηλής ευκρίνειας και αναγνώρισης στόχων. Τα συστήματα αυτά έχουν τη δυνατότητα να καλύπτουν οπτικά όλο τον εναέριο χώρο της ανεμογεννήτριας στην οποία έχουν τοποθετηθεί (βλέπε Παράρτημα).

Ιπτάμενη πανίδα: Ορνιθοπανίδα.

Χωροθέτηση/Λειτουργία:

Τα οπτικά συστήματα μπορούν να τοποθετηθούν στον πύργο της ανεμογεννήτριας χωρίς καμία παρέμβαση σ' αυτόν και με κάμερες υψηλής ευκρίνειας να καλύψουν επιφάνεια παρακολούθησης εύρους



360° γύρω από αυτήν. Τα συστήματα αυτά έχουν εμβέλεια από μερικές δεκάδες μέχρι λίγες εκατοντάδες μέτρα, ανάλογα με το μέγεθος των υπό παρακολούθηση ειδών πουλιών. Ένα σύστημα συνήθως μπορεί να καλύψει από μια έως και τρεις ανεμογεννήτριες ανάλογα με τη χωροθέτηση του αιολικού πάρκου και τον τύπο των ανεμογεννητριών. Η λειτουργία είναι συνεχής και με παροχή ενέργειας από την ανεμογεννήτρια.

Παρακολούθηση:

Το σύστημα επιτρέπει την παρακολούθηση του εναέριου χώρου που καλύπτει κατά τη διάρκεια της ημέρας και υπό καλές συνθήκες ορατότητας. Η ανιχνευσιμότητα της ιπτάμενης πανίδας μπορεί να βελτιωθεί με την προσαρμογή των κριτηρίων εντοπισμού με βάση επιπλέον πληροφορίες για την εκάστοτε περιοχή. Το σύστημα επιτρέπει την παρακολούθηση της πτητικής δραστηριότητας πουλιών κοντά στις ανεμογεννήτριες και συνεπώς μπορεί να αποτελέσει μια συμπληρωματική μέθοδο της τηλεμετρίας με GPS και του ορνιθολογικού ραντάρ για τον προσδιορισμό της χρήσης χώρου της ιπτάμενης πανίδας σε αιολικά πάρκα. Η παρακολούθηση πραγματοποιείται με χρήση αυτοματοποιημένου συστήματος καταγραφής και τη μεταγενέστερη αξιολόγηση - επεξεργασία των βιντεοσκοπήσεων που έχουν συλλεχθεί, τόσο για τον προσδιορισμό των ειδών, όσο και για την απόρριψη άλλων ιπτάμενων στόχων που έχουν καταγραφεί, όπως αεροσκάφη και έντομα. Μέσω του συστήματος μπορούν να καταγραφούν και περιστατικά προσκρούσεων, που όμως απαιτούν επιτόπια επιβεβαίωση.

Μετριάσμος:

Ο μετριάσμος των επιπτώσεων στην περίπτωση της χρήσης οπτικού συστήματος σχετίζεται με την απώθηση των πουλιών ή/και την ακινητοποίηση μιας ή περισσότερων ανεμογεννητριών σε περιπτώσεις που τα πουλιά έχουν πορεία πρόσκρουσης σ'αυτές. Για τον σκοπό αυτό απαιτείται η σε πραγματικό χρόνο καταγραφή κίνησης της ιπτάμενης πανίδας και η λήψη αποφάσεων. Αυτό πραγματοποιείται με χρήση λογισμικού λήψης αποφάσεων και άμεση σύνδεσή του με σύστημα SCADA για ενεργοποίηση της ακινητοποίησης της α/γ, ενώ για την εντολή απώθησης είναι συνδεδεμένο με σύστημα ηχείων που εκπέμπουν ηχητικά σήματα κυμαινόμενης έντασης ανάλογα με τον εκτιμώμενο κίνδυνο πρόσκρουσης.

Αποτελέσματα χρήσης για την Ελλάδα:

Το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε όλους τους τύπους ανάγλυφου γης, υπό συνθήκες επαρκούς ορατότητας. Επιπλέον, σε περιοχές με μεγάλη κίνηση άλλων ιπτάμενων στόχων, όπως για παράδειγμα αεροπλάνα, απαιτείται ειδική προσαρμογή για την αποφυγή των λανθασμένα θετικών καταγραφών. Σε σύγκριση με την συμβατική οπτική καταγραφή πουλιών, το οπτικό σύστημα καταγράφει περισσότερα πουλιά όταν υπάρχει ικανός αριθμός συστημάτων, καθώς υπάρχει καλύτερη οπτική κάλυψη της περιοχής.

Κατά την πειραματική λειτουργία οπτικού συστήματος στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE, η εκτίμηση της απώλειας ενέργειας λόγω των εντολών ακινητοποίησης της α/γ (shut down on demand), είναι της

τάξης του 0,12%-0,24% της συνολικής ετήσιας παραγόμενης ενέργειας της ανεμογεννήτριας. Οι εντολές ακινητοποιήσεις ενεργοποιήθηκαν κατά μέσο όρο περίπου 0.6 φορές της ημέρα για περίπου 1.5 λεπτό.

+	-
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Συνεχής καταγραφή κίνησης πουλιών κατά τη διάρκεια της ημέρας στη ζώνη καταγραφής. ▪ Σχετικά χαμηλό κόστος εγκατάστασης και λειτουργίας. ▪ Δυνατότητα εστιασμένης παρακολούθησης σε περιπτώσεις που υπάρχει εντοπισμένη κινητικότητα πουλιών. 	<ul style="list-style-type: none"> • Σε περιπτώσεις μεγάλων αιολικών απαιτείται σειρά συστημάτων καταγραφής για την αποτελεσματική κάλυψή τους. • Αδυναμία ανίχνευσης σε συνθήκες χαμηλής ορατότητας ή κατά τη διάρκεια της νύχτας. • Περιορισμένη εμβέλεια ανίχνευσης πουλιών (κατάλληλα για πουλιά μεγάλου ή μεσαίου μεγέθους).



Εγκατάσταση οπτικού συστήματος βιντεοπαρακολούθησης σε α/γ ονομαστικής ισχύος 750kW με ύψος πύργου 45 m, στο πλαίσιο του έργου LIFE12 BIO/GR/000554

Τοποθετήθηκαν 4 κάμερες υψηλής ευκρίνειας σε απόσταση 4 m από τη βάση της α/γ και 4 μεγάφωνα εκπομπής ήχων σε απόσταση 13 m από τη βάση της α/γ.

Για τη στήριξη του εξοπλισμού χρησιμοποιήθηκαν ειδικοί μαγνήτες.

Το σύστημα περιλαμβάνει μικρή καμπίνα με το σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου η οποία τοποθετήθηκε εσωτερικά στη βάση του πύργου της α/γ.



Πηγή: ΚΑΠΕ



Πηγή: ΚΑΠΕ

Εγκατάσταση συστήματος οπτικού βιντεοπαρακολούθησης σε α/γ ονομαστικής ισχύος 2 MW με ύψος πύργου 80 m, στο πλαίσιο του έργου LIFE12 BIO/GR/000554

Τοποθετήθηκαν 4 κάμερες υψηλής ευκρίνειας σε απόσταση 15 m από τη βάση της α/γ, 10 μεγάφωνα εκπομπής ήχων, 6 σε ύψος 25m και 4 σε ύψος 65m από τη βάση της α/γ.

Για τη στήριξη του εξοπλισμού χρησιμοποιήθηκαν ειδικοί μαγνήτες.

Το σύστημα περιλαμβάνει μικρή καμπίνα με το σύστημα παρακολούθησης και ελέγχου η οποία τοποθετήθηκε εσωτερικά στη βάση του πύργου της α/γ.

Γ. Συστήματα βιοακουστικής

Τα συστήματα βιοακουστικής των νυχτερίδων (bat detectors) βασίζονται στην καταγραφή των υπερήχων. Ένα σύστημα βιοακουστικής ή ανιχνευτής νυχτερίδων, είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της παρουσίας των νυχτερίδων, καταγραφή παρουσίας/δραστηριότητάς τους και αναγνώριση ειδών από τους υπέρηχους που εκπέμπουν.

Ιπτάμενη πανίδα: Χειρόπτερα

Χωροθέτηση/Λειτουργία:

Τα συστήματα τοποθετούνται συνήθως στην ανεμογεννήτρια, το μικρόφωνο στη βάση της ατράκτου και το σύστημα συλλογής δεδομένων στο εσωτερικό της ανεμογεννήτριας. Η λειτουργία είναι συνεχής με παροχή ενέργειας από την ανεμογεννήτρια. Τα δεδομένα που καταγράφονται αποθηκεύονται στη μονάδα καταγραφής εντός της ανεμογεννήτριας. Τα συστήματα μπορούν να τοποθετηθούν και σε μετεωρολογικό ιστό, πριν από την κατασκευή του αιολικού πάρκου, αλλά και να χρησιμοποιηθούν ως συστήματα χειρός. Όλα τα συστήματα βιοακουστικής απαιτούν μεταγενέστερη επεξεργασία δεδομένων από ειδικό σε χειρόπτερα για τον προσδιορισμό των ειδών.

Παρακολούθηση:

Το σύστημα επιτρέπει την παρακολούθηση του άμεσου χώρου του ρότορα μιας ανεμογεννήτριας όλο το 24ωρο, ενώ η λειτουργία του μπορεί να προσαρμοστεί για πραγματοποίηση καταγραφών μόνο τις ώρες που είναι δραστήριες οι νυχτερίδες. Η παρακολούθηση πραγματοποιείται με χρήση αυτοματοποιημένου συστήματος καταγραφής και την, σε δεύτερο χρόνο, αξιολόγηση και επεξεργασία των στοιχείων που συλλέχθηκαν από ειδικούς με τη χρήση εξειδικευμένου προγράμματος επεξεργασίας υπερήχων χειρόπτερων.

Μετριάσμός:

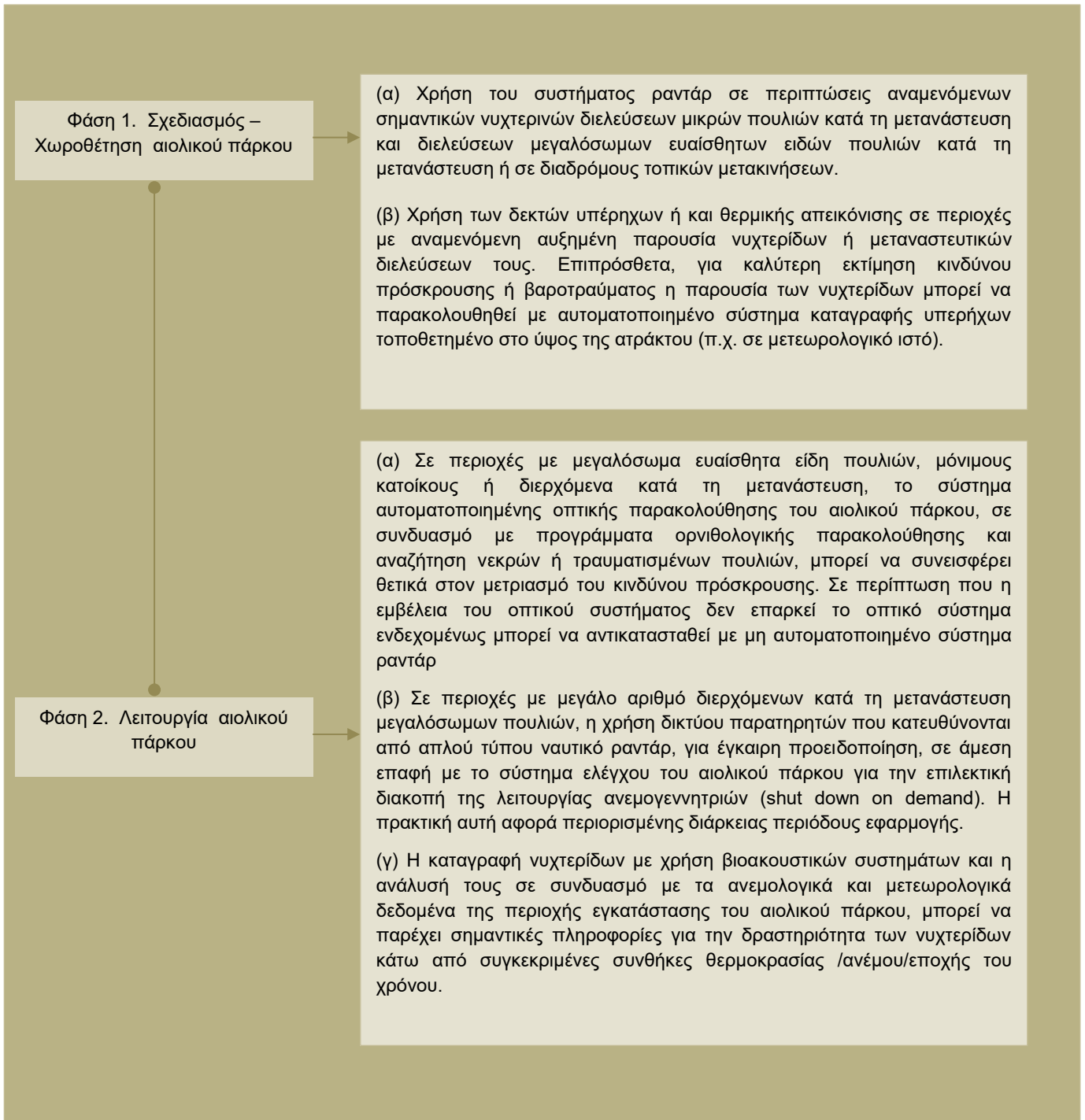
Ο μετριάσμός των επιπτώσεων στην περίπτωση της χρήσης συστήματος βιοακουστικής σχετίζεται άμεσα με τη ρύθμιση της λειτουργίας των ανεμογεννητριών κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες θερμοκρασίας/ανέμου και περιόδου του έτους, με την ακινητοποίηση συγκεκριμένων ανεμογεννητριών ορισμένες περιόδους του έτους, όταν η παρουσία των νυχτερίδων είναι αυξημένη, ή, δυνητικά, με τη ρύθμιση της ταχύτητας εκκίνησης (cut-in speed), εάν αυτό είναι τεχνικά εφικτό. Κάθε επέμβαση στη λειτουργία της α/γ απαιτεί την ενημέρωση και σύμφωνη γνώμη του κατασκευαστή της.



Αποτελέσματα χρήσης για την Ελλάδα:

Από τα αποτελέσματα της πειραματικής λειτουργίας βιοακουστικών συστημάτων στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE, διαπιστώθηκε ότι η κύρια δραστηριότητα των νυχτερίδων παρατηρείται σε θερμοκρασίες άνω των 15°C και σε χαμηλές ταχύτητες ανέμου (την άνοιξη $\leq 3\text{m/s}$ και το φθινόπωρο $\leq 5\text{m/s}$), με την πιο έντονη δραστηριότητα από τον Μάιο μέχρι και τον Οκτώβριο.

+	-
<ul style="list-style-type: none"> • Επιτρέπουν την καταγραφή της δραστηριότητας των νυχτερίδων στο ύψος του ρότορα, που αποτελεί και την πιο επικίνδυνη ως προς την πρόσκρουση ή βαροτραύμα ζώνη για αυτές. • Επιτρέπουν τη συνεχή καταγραφή δεδομένων. 	<ul style="list-style-type: none"> • Απαιτείται χρονοβόρα επεξεργασία δεδομένων από ειδικό. • Δεν υπάρχει δυνατότητα μετριάσμού πρόσκρουσης ή βαροτραύματος σε πραγματικό χρόνο, λόγω μικρής εμβέλειας ανίχνευσης.



Διάγραμμα 1. Προτεινόμενες χρήσεις των σύγχρονων τεχνολογιών για τη μείωση των επιπτώσεων των αιολικών έργων κατά τη φάση σχεδιασμού και λειτουργίας τους

Συμπεράσματα - Προτάσεις

Με βάση την εμπειρία που αποκτήθηκε από το έργο Life αλλά και τη βιβλιογραφία από τη διεθνή εμπειρία [3,4,5,6,10,11,12], οι σύγχρονες τεχνολογίες για την παρακολούθηση /καταγραφή και έγκαιρη προειδοποίηση/αποτροπή πρόσκρουσης της ιπτάμενης πανίδας αποτελούν σημαντικά εργαλεία για τη μείωση των επιπτώσεων των αιολικών έργων στη βιοποικιλότητα στη φάση σχεδιασμού-χωροθέτησης και λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου.

Θεωρώντας ότι η βασική αρχή της σωστής χωροθέτησης του αιολικού έργου έχει ικανοποιηθεί, η χρήση των σύγχρονων τεχνολογιών και η αξιολόγηση των συλλεγόμενων στοιχείων, καθώς και η εφαρμογή των μέτρων/σύγχρονων τεχνολογιών, όπου αυτά απαιτηθούν, μπορούν να συμβάλουν σε μεγάλο βαθμό στη μείωση των επιπτώσεων των αιολικών πάρκων στη βιοποικιλότητα.

Η εφαρμογή των σύγχρονων τεχνολογιών θα πρέπει να εξετάζεται κατά περίπτωση και λαμβάνοντας υπόψη τόσο τα χαρακτηριστικά του αιολικού έργου, όσο και την ευαισθησία της περιοχής, τη σύνθεση της ευαίσθητης σε αυτά πανίδας και των οικολογικών της απαιτήσεων, καθώς και τις δυνατότητες και τους περιορισμούς της κάθε τεχνολογίας. Κατά τη φάση λειτουργίας ενός αιολικού πάρκου απαιτείται η παρακολούθηση και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των τεχνολογιών που επιλέγονται καθ' όλη τη διάρκεια λειτουργίας του έργου. Σε όλα τα στάδια σχεδιασμού, λειτουργίας και παρακολούθησής τους απαιτείται η εμπλοκή καταρτισμένων ειδικών για την ορθή επιλογή και χωροθέτηση τους, αλλά και αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς τους.

Η σύγκριση και αξιολόγηση των στοιχείων που συλλέγονται πριν την κατασκευή του αιολικού έργου και κατά τη λειτουργία αποτελούν σημαντικό παράγοντα στην αξιολόγηση των πιθανών επιπτώσεων του αιολικού έργου στη βιοποικιλότητα.

Η συνεχής εξέλιξη των συστημάτων αυτών θα βοηθήσει στη βελτιστοποίηση της λειτουργίας τους ως προς την εμβέλεια και απόδοση των λειτουργιών και υπηρεσιών που προσφέρουν, στη μείωση του κόστους τους, τη μικρότερη δυνατή παρέμβαση στη λειτουργία των α/γ, και στη βέλτιστη απόδοση τους για την προστασία της ιπτάμενης πανίδας.

Παράρτημα

Εταιρεία / ιστοσελίδα	Αυτοματοποιημένη παρακολούθηση με ραντάρ σε πραγματικό χρόνο	Μη αυτοματοποιημένο σύστημα ναυτικού ή μετεωρολογικού ραντάρ	Λογισμικό ανάλυσης δεδομένων ραντάρ	Αυτοματοποιημένη βίντεο παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο	Μη αυτοματοποιημένο σύστημα νυχτερινή όραση ή θερμικής απεικόνισης	Λογισμικό ανάλυσης θερμικής απεικόνισης	Αυτοματοποιημένη παρακολούθηση νυχτερίδων	Λογισμικό ανάλυσης καταγραφών υπέρηχων	Παρακολούθηση προσκρούσεων	Απίωθηση πουλιών	SCADA / αυτοματοποιημένη ακινητοποίηση
Accipiter Radar www.accipiterradar.com	X									X	
Avisoft Bioacoustics www.avisoft.com							X				
Bat Bio Acoustic Technology GmbH www.bioacoustictechnology.de							X				
Biodiversity Research Institute / HiDef Aerial Surveying Limited www.briloon.org				X					X		
Biotope www.biotope.fr								X			X
BirdsVision Ltd www.birdsvision-solutions.com				X						X	X
Boulder Imaging www.boulderimaging.com				X							X
Bushnell www.bushnell.com					X						
Calidris www.calidris.fr									X		
Carbon Trust www.carbontrust.com					X				X		
DeTech Inteligent Sensors www.detect-inc.com	X		X							X	X
DHI www.dhigroup.com		X									
ECN www.ecn.nl				X					X		
ecoObs GmbH www.ecoobs.com							X	X			
Elekon AG www.batlogger.com							X	X			
FLIR Systems www.flir.com					X	X					
Furuno www.furuno.com		X									
IfAO - Institute for Applied Ecosystem Research www.ifaoe.de				X							
Liquen Consultoria Ambiental www.dtbird.com				X			X			X	X
Normandea Associates Inc. www.normandea.com					X		X				
Pettersson Elektronik www.batsound.com							X				
Pulsar www.pulsar-nv.com					X						
radR project www.radr-project.org			X								
Robin Radar Systems www.robinradar.com	X		X								X



Εταιρεία / ιστοσελίδα	Αυτοματοποιημένη παρακολούθηση με ραντάρ σε πραγματικό χρόνο	Μη αυτοματοποιημένο σύστημα ναυτικού ή μετεωρολογικού ραντάρ	Λογισμικό ανάλυσης δεδομένων ραντάρ	Αυτοματοποιημένη βίντεο παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο	Μη αυτοματοποιημένο σύστημα νυχτερινή όραση ή θερμικής απεικόνισης	Λογισμικό ανάλυσης θερμικής απεικόνισης	Αυτοματοποιημένη παρακολούθηση νυχτερίδων	Λογισμικό ανάλυσης καταγραφών υπέρηχων	Παρακολούθηση προσκρούσεων	Απώθηση πουλιών	SCADA / αυτοματοποιημένη ακινητοποίηση
Sonobat www.sonobat.com								X			
Strix www.strix.pt	X		X								X
Swiss BirdRadar Solution AG www.swiss-birdradar.com	X		X								
Titley Scientific www.titley-scientific.com							X	X			
Wildlife Acoustics Inc. www.wildlifeacoustics.com							X	X			
WindBat www.windbat.techfak.fau.de											X
Yukon Advanced Optics Worldwide www.yukonopticsglobal.com					X						

Η λίστα είναι ενδεικτική και έχει προκύψει από έρευνα στη βιβλιογραφία και στο διαδίκτυο. Η πιθανή μη αναφορά κατασκευαστών σχετικού εξοπλισμού/συστημάτων είναι τυχαία και δεν οφείλεται σε σκοπιμότητα των συγγραφέων. Η λίστα περιλαμβάνει πρωτότυπα και εμπορικά διαθέσιμα συστήματα και τεχνολογίες. Οι πληροφορίες για το εκάστοτε σύστημα αντλήθηκαν από τις ιστοσελίδες των κατασκευαστών και των αναφορών χρήσης τους.

Βιβλιογραφικές αναφορές

- [1] Wind leading the clean energy transition Dr. Fatih Birol, Executive Director, International Energy Agency Wind Europe, 25 September 2018, Hamburg.
- [2] <https://www.iea.org/renewables2018>.
- [3] Coexistence of Eagles and Wind Power on Gotland, Upsala Universitet.
- [4] Review and guidance on use of “shutdown-on-demand” for wind turbines to conserve migrating soaring birds in the Rift Valley/Red Sea Flyway Migratory Soaring Birds Project
<http://www.migratorysoaringbirds.undp.birdlife.org>
- [5] Pawel Plonczkier. Using modern radar systems for bird studies on wind energy projects, Radar as a monitoring tool, Natural PowerL.
- [6] Wildlife Mitigation Tools of Wind Power Generation Impact in Birds & Bat Collisions in Isthmus of Tehuantepec, Mexico, Dr. Rafael Villegas Patraca Departamento de Ecología Aplicada Instituto de Ecología A.C..
- [7] DeTect Avian Radar Technologies for Wind Energy Projects Avian Radar Technologies: Wind Energy Project Applications Presented by: Gary W. Andrews General Manager DeTect, Inc.http://www.radarmeteo.com/documentazione/DeTect_Avian_Radar_Technologies_for_Wind.pdf.
- [8] WT BIRD Bird collision recording for offshore wind farms E.J. Wiggelinkhuizen L.W.M.M. Rademakers S.A.M. Barhorst H. den Boon (E-Connection Project) S. Dirksen (Bureau Waardenburg) H. Schekkerman (Alterra) , ECN-RX--04-12, ECN, 2004
- [9] E.J. Wiggelinkhuizen (ECN) L.W.M.M. Rademakers (ECN) S.A.M. Barhorst (ECN) H.J. den Boon (E-Connection Project BV). Bird collision monitoring system for multi-megawatt wind turbines WT-Bird® Prototype development and testing, ECN-E--06-027, <https://www.ecn.nl/publications>.
- [10] State of the Science: Technologies and Approaches for Monitoring Bird and Bat Collisions Offshore Jocelyn Brown-Saracino, 2U.S. Department of Energy Office of Energy Efficiency & Renewable Energy, November 13, 2018.
- [11] Roel May, Øyvind Hamre, Roald Vang, Torgeir Nygård. Evaluation of the DTBird video-system at the Smøla wind-power plant, Detection capabilities for capturing near-turbine avian behavior, Norwegian Institute for Nature Research, July 2018, ISBN: 978-82-426-2514-4.
- [12] State of the Science: Technologies and Approaches for Monitoring Bird and Bat Collisions Offshore Jocelyn Brown-Saracino, US Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, November 13, 2018



LIFE12 BIO/GR/000554)

«Επίδειξη καλών πρακτικών με στόχο τον περιορισμό των επιπτώσεων αιολικών πάρκων στη βιοποικιλότητα στην Ελλάδα»

www.windfarms-wildlife.gr



ΚΑΠΕ
19 χλμ Λεωφ. Μαραθώνος,
190 09 Πικέρμι
Τηλ.: +30 210 6603300
Φαξ: +30 210 6603301
e-mail: cres@cres.gr
www.cres.gr



ΝΣΣ ΕΠΕ
Γυθείου 4, 15231, Χαλάνδρι
Τηλ.: +30 210 6743044
Φαξ: +30 210 6743041
e-mail: info@n2c.gr
www.n2c.gr

