

Τα χειρόπτερα των ελληνικών νησιών: παρόντα είδη, κατανομές και υπεράκτιες μετακινήσεις

Ιωάννης Εκκλησιάρχος

Επιβλέπων: Νικόλαος Πουλακάκης



Περίληψη

Από τα 36 είδη χειροπτέρων που απαντώνται στην Ελλάδα, τα 30 έχουν βρεθεί σε κάποιο νησί. Μεταξύ των ευρημάτων παρατηρείται μεγάλη ετερογένεια τόσο στον αριθμό των ειδών ανά νησί, όσο και στην δειγματοληπτική προσπάθεια. Στόχοι της παρούσας μελέτης είναι η συμπλήρωση των κενών γνώσης στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Σποράδων με επιτόπιες εργασίες πεδίου, καθώς και η αναζήτηση προτύπων σχετικά με τον αριθμό των ειδών χειροπτέρων στη νησιωτική χώρα με τη χρήση πιθανών μεταβλητών πρόβλεψης. Στην ανάλυση έγινε χρήση δεδομένων ποικιλότητας χειροπτέρων από τις εργασίες πεδίου που πραγματοποιήθηκαν, καθώς και από υπάρχοντα δεδομένα της Βάσης Δεδομένων του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Πανεπιστημίου Κρήτης για τα Χειρόπτερα στην Ελλάδα. Οι μεταβλητές πρόβλεψης που χρησιμοποιήθηκαν αφορούν την έκταση των νησιών, την ποικιλομορφία του τοπίου και την απομόνωση. Η ανάλυση και η αξιολόγηση των μοντέλων γραμμικής παλινδρόμησης ανέδειξαν τη δασική κάλυψη των νησιών και την απόσταση τους από την κοντινότερη ακτή (ηπειρωτική χώρα ή νησί) ως τις σημαντικότερες μεταβλητές πρόβλεψης. Τα αποτελέσματα υπογραμμίζουν το σημαντικό ρόλο της σύνθεσης του τοπίου και της απομόνωσης στην παρουσία ειδών νυχτερίδων στα νησιά. Ταυτόχρονα, αναδεικνύεται η αξία των δασικών ενδιαιτημάτων, ενθαρρύνοντας τη προστασία τους, ιδίως στα νησιωτικά συστήματα της Μεσογείου, όπου ο κίνδυνος υποβάθμισης και καταστροφής τους είναι υψηλός.

Εισαγωγή

Νησιωτικά συστήματα και νυχτερίδες

- Τα νησιωτικά συστήματα συνεισφέρουν δυσανάλογα στην παγκόσμια βιοποικιλότητα, καθώς αποτελούν μόλις το 3,5% της χερσαίας έκτασης της γης, ενώ φιλοξενούν το 15-20% όλων των χερσαίων ειδών (Whittaker et al. 2017).
- Τα νησιά του Αιγαίου και του Ιονίου Πελάγους εξαιτίας των πολύπλοκων διαδικασιών σχηματισμού και των ιδιαίτερων μικροκλιματικών συνθηκών τους εμφανίζουν μεγάλο πλούτο ειδών, συμπεριλαμβανομένων και ειδών χειροπτέρων (Georgiakakis et al., 2023).
- Οι νυχτερίδες είναι τα μοναδικά θηλαστικά με ικανότητα παρατεταμένης πτήσης, και συχνά οι μόνοι εκπρόσωποι της ομάδας των θηλαστικών στα νησιά, διαδραματίζοντας ποικίλους και ζωτικούς ρόλους (Kunz et al., 2011).
- Τα ελληνικά νησιά έχουν πλούσια βιοποικιλότητα νυχτερίδων, αφού από τα 36 είδη χειροπτέρων στην Ελλάδα, τα 30 έχουν βρεθεί σε κάποιο νησί (Georgiakakis et al., 2023).

Στόχοι

- Η συμπλήρωση των κενών γνώσης για τα χειρόπτερα στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Σποράδων με επιτόπιες εργασίες πεδίου.
- Η αναζήτηση προτύπων σχετικά με τον αριθμό των ειδών χειροπτέρων στη νησιωτική χώρα με τη χρήση πιθανών μεταβλητών πρόβλεψης.

Υλικά και Μέθοδοι

Πλούτος ειδών στις Σποράδες

Εργασίες πεδίου 18-30 Αυγούστου 2023

- Επιθεώρηση και συλλογή πληροφοριών σχετικά με καταφύγια νυχτερίδων
 - Εγκαταλελειμμένα κτίσματα
 - Σπήλαια (χερσαία και ενάλια)
- Χειροκίνητες ακουστικές καταγραφές
 - Περπατώντας
 - Με όχημα σε πολύ χαμηλή ταχύτητα (<20 χλμ/ώρα)
- Τοποθέτηση αυτόματων καταγραφικών υπερήχων
 - Έξω από πιθανά καταφύγια
 - Σε μέρη που αναμένεται υψηλή δραστηριότητα νυχτερίδων (εσωτερικά ύδατα, δασωμένες εκτάσεις)

Ανάλυση αρχείων ήχου

- Επεξεργασία των αρχείων ήχου σε κατάλληλα λογισμικά και ανάλυση των δεδομένων με κατάλληλους αλγόριθμους αναγνώρισης

Νυχτερίδες στα ελληνικά νησιά

Πλούτος ειδών νυχτερίδων στα νησιά

- Επεξεργασία δημοσιευμένης και δημοσιευτής πληροφορίας (Βάση δεδομένων για τα Χειρόπτερα της Ελλάδας) & δεδομένων πεδίου.
- 53 νησιά με καταγεγραμμένη πληροφορία για νυχτερίδες -> Αξιολόγηση δεδομένων -> Τελικό σύνολο δεδομένων με παρουσία – απουσία ειδών σε 28 νησιά με επαρκή δειγματοληπτική προσπάθεια (5 νησιά στο Ιόνιο, 23 νησιά στο Αιγαίο).

Υπολογισμός πιθανών μεταβλητών πρόβλεψης

- Συνολική έκταση (km²) κάθε νησιού (predictor 1),
- Διαφορετικοί τύποι χρήσης γης Corine2018 (Corine Land Cover) (predictor 2).
- Έκταση (km²) διαφορετικών τύπων κάλυψης γης ESA Worldcover (predictors 3, 4 and 5).
- Απόσταση από την ηπειρωτική χώρα – LandDist (km) (predictor 6).
- Απόσταση από την κοντινότερη ακτή – AnyLandDist (km) (predictor 7).

Επεξεργασία και ανάλυση δεδομένων – Μοντέλο γραμμικής Παλινδρόμησης

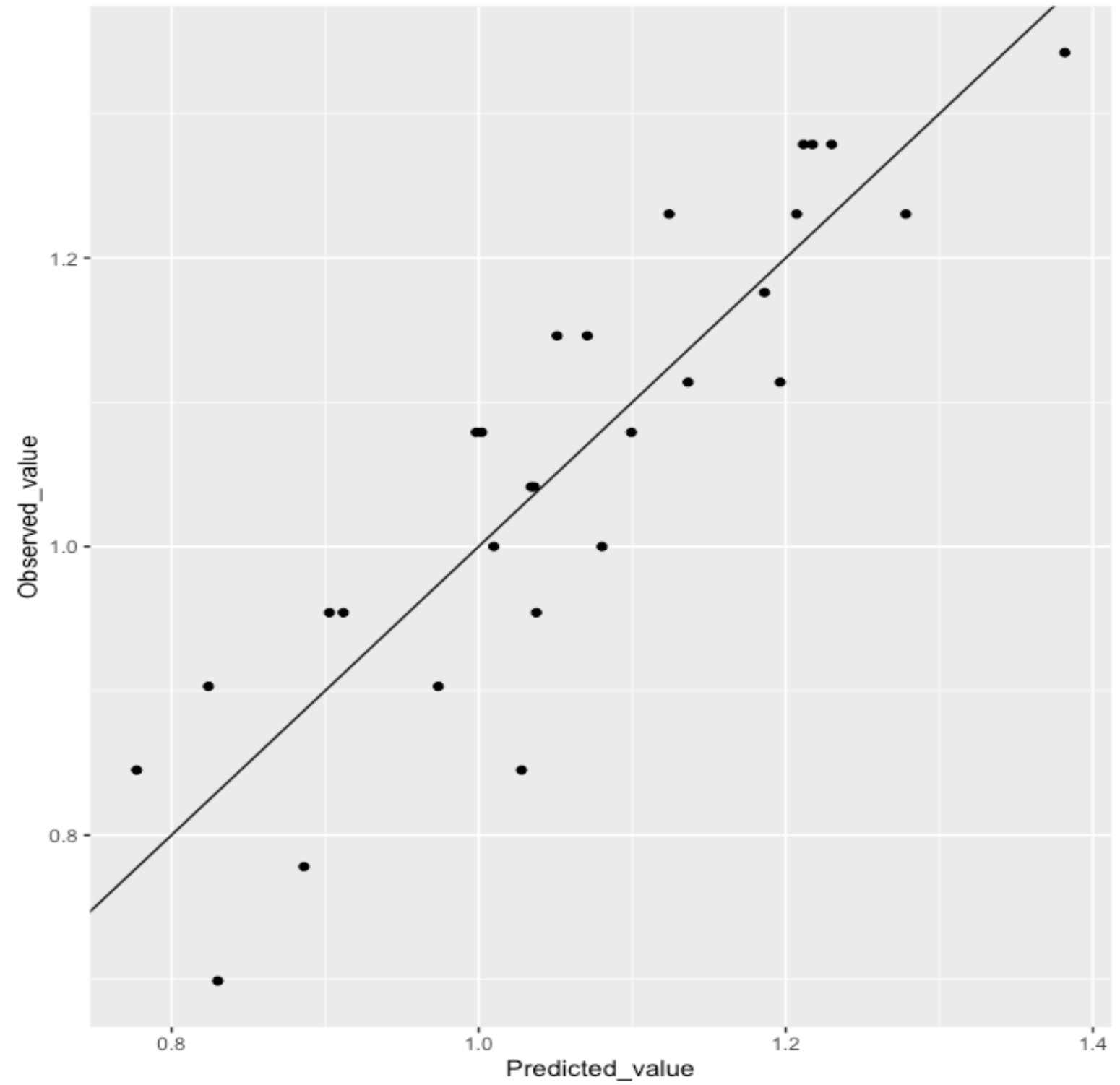
- Λογαριθμικός μετασχηματισμός μεταβλητών (log10).
- Συντελεστές συσχέτισης Spearman για τις ανεξάρτητες μεταβλητές.
- Εκτίμηση σχετικής ποιότητας μοντέλων με AIC (Akaike's information criterion, Burnham & Anderson, 2004).
- ANOVA μεταξύ αναβαθμισμένου - απλού μοντέλου.
- Output: προβλεπόμενες τιμές ειδών σε κάθε νησί.

Αποτελέσματα και Συζήτηση

Πίνακας 1. Είδη νυχτερίδων που καταγράφηκαν στα νησιά της Σκιάθου (Skiathos), της Σκοπέλου (Skopelos) και της Αλόνησσου (Alonnisos). Παρατίθενται το καθεστώς διατήρησης για κάθε είδος στην Ελλάδα σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας (Λεγάκις & Μαργακού, 2009).

Species	RD Book, GR 2009	Skiathos	Skopelos	Alonnisos
<i>Eptesicus serotinus</i> (Schreber, 1774)	LC		✓	
<i>Hypsugo savii</i> (Bonaparte, 1837)	LC	✓	✓	✓
<i>Miniopterus schreibersii</i> (Kuhl, 1817)	NT	✓	✓	✓
<i>Myotis blythii</i> / <i>Myotis myotis</i> (Tomes, 1857 / Borkhausen, 1797)	LC / NT	✓		✓
<i>Myotis capaccinii</i> / <i>Myotis davidii</i> (Bonaparte, 1837 / Peters, 1869)	NT / -	✓	✓	✓
<i>Myotis emarginatus</i> / <i>Myotis nattereri</i> (Geoffroy, 1806 / Kuhl, 1817)	NT / NT		✓	
<i>Nyctalus leisleri</i> (Kuhl, 1817)	LC	✓	✓	
<i>Pipistrellus kuhlii</i> (Kuhl, 1817)	LC	✓	✓	✓
<i>Pipistrellus pipistrellus</i> (Schreber, 1774)	LC	✓	✓	✓
<i>Pipistrellus pygmaeus</i> (Leach, 1825)	LC		✓	
<i>Plecotus sp.</i>	-	✓	✓*	✓
<i>Rhinolophus blasii</i> (Peters, 1866)	NT		✓*	
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i> (Schreber, 1774)	LC		✓	
<i>Rhinolophus hipposideros</i> (André, 1797)	LC	✓*	✓*	✓*
<i>Tadarida teniotis</i> (Rafinesque, 1814)	LC	✓	✓	✓
Total Species : 15		10	14	9

*Είδη που πιάστηκαν ή παρατηρήθηκαν σε καταφύγια.



Διάγραμμα 1. Διαγραμματική απεικόνιση μεταξύ των παρατηρούμενων (observed) και των προβλεπόμενων (predicted) τιμών για τα είδη νυχτερίδων (LogSpecies) με βάση το βέλτιστο μοντέλο. Φαίνεται η ευθεία $y=x$ που σε περίπτωση τέλειας συσχέτισης όλες οι βούλες (y,x) θα έπεφταν ακριβώς πάνω της. Τα σημεία (y,x) είναι συγκεντρωμένα γύρω από την ευθεία, υπάρχει εμφανής τάση, ελάχιστες ακραίες τιμές και καλή εφαρμογή (fit).

Αποτελέσματα - Πλούτος ειδών στις Σποράδες

Αλόνησος

- Ηχογραφήθηκαν 9 είδη νυχτερίδων σε 18 διαφορετικά σημεία.
- Εντοπίστηκαν νυχτερίδες σε 3 καταφύγια.

Σκόπελος

- Ηχογραφήθηκαν 14 είδη νυχτερίδων σε 14 διαφορετικά σημεία.
- Εντοπίστηκαν νυχτερίδες σε 5 καταφύγια και 1 καταφύγιο είχε μόνο κόπρانا.

Σκιάθος

- Ηχογραφήθηκαν 10 είδη νυχτερίδων σε 15 διαφορετικά σημεία.
- Εντοπίστηκαν νυχτερίδες σε 1 καταφύγιο.

Αποτελέσματα - Νυχτερίδες στα ελληνικά νησιά

Το βέλτιστο μοντέλο (χαμηλότερη τιμή AIC) περιλαμβάνει 2 ανεξάρτητες μεταβλητές $\text{LogSpecies} \sim \text{LogTree} + \text{LogAnyLandDist}$

- Δασική κάλυψη (LogTree), περισσότερα είδη νυχτερίδων στα νησιά με υψηλότερη δασική κάλυψη.
- Απόσταση από τη κοντινότερη ακτή (LogAnyLandDist), σημαντική (αρνητική) επίδραση με την υψηλότερη απόσταση να οδηγεί σε σχετικά μικρότερο αριθμό νυχτερίδων.

Συζήτηση - Πλούτος ειδών στις Σποράδες

Σκόπελος περισσότερα είδη σε σχέση με Σκιάθο και Αλόνησσο

- Το μεγαλύτερο από τα 3 νησιά.
- Μεγαλύτερη κάλυψη από δέντρα.

Αλόνησος 1 λιγότερο είδος σε σύγκριση με τη μικρότερη Σκιάθο

- Όσον αφορά την κοντινότερη ακτή (AnyLandDist) έχουν παρόμοιες τιμές.
- Σκιάθος έχει όμως μεγαλύτερη συνδεσιμότητα με την ηπειρωτική χώρα.

Υψηλό ποσοστό ομοιότητας στα είδη, αφού 8 είδη ήταν κοινά και στα 3 νησιά

- Ίδιο σύμπλεγμα.
- Μεγάλος βαθμός συνδεσιμότητας.

Συζήτηση - Νυχτερίδες στα ελληνικά νησιά

Επίδραση δασοκάλυψης

- Θετική συσχέτιση έκτασης δασών και πυκνότητας δέντρων με πλούτο ειδών (Meyer et al., 2019).
- Τα δέντρα δρουν ως καταφύγια, τροφοληπτικά πεδία και δρόμοι επικοινωνίας για τις νυχτερίδες (Lacki et al., 2007).

Επίδραση απομόνωσης

- Αρνητική επίδραση της απομόνωσης ακόμη και σε κοντινά στην ακτή αρχιπελάγη (Ahlen, 1983; Johansson & de Jong, 1996; Frick et al., 2008).
- Οι κοινότητες χειροπτέρων ενδέχεται να επηρεάζονται αρνητικά ακόμη και από σχετικά μεσαίες αποστάσεις (ίσως και < 10 km) απομόνωσης.

Συμπεράσματα

- Αξία των δασικών ενδιαιτημάτων – Διαχείριση και προστασία.**
- Αιγαίο και Ιόνιο προσφέρουν ευκαιρίες για την κατανόηση του μηχανισμού και της κλίμακας που ατομικές υπεράκτιες μετακινήσεις νυχτερίδων θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη βιοποικιλότητα ολόκληρων νησιών.**
- Δεδομένα παρουσίας-απουσίας ειδών: τόσο σαν σημαντικό μέτρο της βιοποικιλότητας στη νησιωτική βιογεωγραφία, όσο και σαν δείκτης για τον σχεδιασμό διαχειριστικών πλάνων με στόχο τη προστασίας τους.**

Αναφορές

- Ahlen, I. (1983). The bat fauna of some isolated islands in Scandinavia. *Oikos*, 352-358.
- Burnham, K. P., & Anderson, D. R. (2004). Model selection and multimodel inference. A practical information-theoretic approach, 2.
- Frick, W. F., Hayes, J. P., & Heady III, P. A. (2008). Patterns of island occupancy in bats: influences of area and isolation on insular incidence of volant mammals. *Global Ecology and Biogeography*, 17(5), 622-632.
- Georgiakakis, P., Kafkaleto Diez, A., Salvarina, I., Benda, P., Billington, G., Dietz, C., ... & Papadatou, E. (2023). The Bats of Greece: An Updated Review of Their Distribution, Ecology and Conservation. *Animals*, 13(15), 2529.
- Johansson, M., & De Jong, J. (1996). Bat species diversity in a lake archipelago in central Sweden. *Biodiversity & Conservation*, 5, 1221-1229.
- Kunz, T. H., Braun de Torrez, E., Bauer, D., Lobova, T., & Fleming, T. H. (2011). Ecosystem services provided by bats. *Annals of the New York academy of sciences*, 1223(1), 1-38.
- Lacki, M. J., Hayes, J. P., & Kurta, A. (Eds.). (2007). *Bats in forests: conservation and management*. JHU Press.
- Meyer, C. F., Strubbig, M. J., & Willig, M. R. (2016). Responses of tropical bats to habitat fragmentation, logging, and deforestation. *Bats in the Anthropocene: conservation of bats in a changing world*, 63-103.
- Whittaker, R. J., Fernández-Palacios, J. M., Matthews, T. J., Borregaard, M. K., & Triantis, K. A. (2017). Island biogeography: taking the long view of nature's laboratories. *Science*, 357(6354), eaam8326.