



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ  
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Αναπαραγωγική οικολογία του είδους *Calonectris diomedea*  
(Aves, Procellariiformes) στις νήσους Στροφάδες»



Γεώργιος Καρρής

Βιολόγος MSc

Πάτρα

Μάρτιος 2014



**UNIVERSITY OF PATRAS**  
**SCHOOL OF NATURAL SCIENCES**  
**DEPARTMENT OF BIOLOGY**

THESIS submitted for the title of Doctor of Philosophy  
«Breeding ecology of *Calonectris diomedea* (Aves, Procellariiformes)  
on Strofades island group»



**Georgios Karris**

**Biologist MSc**

**Patra, Greece**

**March 2014**

Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Βιολογίας Ζωικών Οργανισμών του Τομέα Ζωολογίας, στο Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών κατά την περίοδο 2008 – Μαρτίου 2014.

Μέλη της συμβουλευτικής και εξεταστικής επιτροπής διετέλεσαν οι:

<sup>α,β</sup>Σ. Γκιώκα (Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Βιολογίας Πανεπιστημίου Πατρών, Επιβλέπων Καθηγητής)

<sup>β</sup>Σ. Σφενδουράκης (Αναπληρωτής Καθηγητής Τμήματος Βιολογικών Σπουδών Πανεπιστημίου Κύπρου, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής)

<sup>β</sup>Σ. Φραγγεδάκη-Τσώλη (Καθηγήτρια Τμήματος Βιολογίας Πανεπιστημίου Πατρών, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής)

Β. Γκούτνερ (Καθηγητής Τμήματος Βιολογίας Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης)

Β. Χονδρόπουλος (Καθηγητής Τμήματος Βιολογίας Πανεπιστημίου Πατρών)

Τ. Ακριώτης (Επίκουρος Καθηγητής Τμήματος Περιβάλλοντος Πανεπιστημίου Αιγαίου)

Σ. Καζαντζίδης (Αναπληρωτής Ερευνητής Ινστιτούτου Δασικών Ερευνών Θεσσαλονίκης)

<sup>α</sup> Επιβλέπων Καθηγητής

<sup>β</sup> Μέλη Συμβουλευτικής Επιτροπής

Το κείμενο, καθώς και η εκπόνηση του έργου της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής, αποτελεί πρωτότυπη εργασία του συγγραφέα, εκτός από τις περιπτώσεις που δηλώνεται και περιγράφεται η συμμετοχή τρίτων. Βεβαιώνεται ότι η χρήση δηλώσεων άλλων προσώπων ή δημοσιευμένων πληροφοριών γίνεται, σε όλες τις περιπτώσεις, με την εισαγωγή των στοιχείων του προσώπου ή της βιβλιογραφικής αναφοράς, αντίστοιχως.

Το παρόν κείμενο αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του συγγραφέα. Η χρήση και επαναδημοσίευση των πρωτότυπων πληροφοριών που περιλαμβάνονται στην παρούσα Διδακτορική Διατριβή θα πρέπει να γίνεται με την άδεια του συγγραφέα και να αναφέρει ως βιβλιογραφική πηγή την παρούσα Διδακτορική Διατριβή.

Η έγκριση της διατριβής για την απόκτηση Διδακτορικής Διατριβής από το Τμήμα Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών δεν υποδηλώνει την αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα (Ν. 5343/1392, άρθρο 202).

Γεώργιος Καρρής

Μάρτιος 2014



Μέρος της εκπόνησης της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής χρηματοδοτήθηκε από την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία (Ε.Ο.Ε.), με την οικονομική υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και του Ιδρύματος Λεβέντη μέσω του προγράμματος LIFE-ΦΥΣΗ «Υλοποίηση δράσεων διατήρησης για τον Θαλασσοκόρακα και τον Αιγαιόγλαρο και αναγνώριση Θαλάσσιων Σημαντικών Περιοχών για τα Πουλιά της Ελλάδος» (LIFE07 NAT/GR/000285).



Επίσης το ΤΕΙ Ιονίων Νήσων με την οικονομική υποστήριξη του προγράμματος ΕΣΠΑ 2007-2013 «Ανάδειξη του Τεχνολογικού Ιδρύματος Ιονίων Νήσων ως διεθνούς πόλου εκπαίδευσης και καινοτομίας» χρηματοδότησε μέρος της εκπόνησης της παρούσας Διατριβής στο πλαίσιο του Υποέργου 11 με τίτλο «Ψηφιακή διαχείριση της παράκτιας και νησιωτικής ορνιθοπανίδας».



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ  
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Με την ολοκλήρωση της παρούσας Διδακτορικής Διατριβής θα ήθελα να ευχαριστήσω μια μεγάλη ομάδα ανθρώπων, που με διάφορους τρόπους βοήθησαν στην υλοποίησή της. Κατ' αρχήν θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στα μέλη της Συμβουλευτικής Επιτροπής για την καθοδήγηση τους σε κρίσιμα στάδια της Διατριβής καθώς και για την αρμονική συνεργασία που είχαμε. Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει αρχικά στους Σταύρο Ξηρουχάκη, Κωνσταντίνο Γρίβα και Μάριο-Δημήτρη Βούλγαρη για τη συνεχή συνδρομή τους στις εργασίες πεδίου όλα αυτά τα χρόνια. Αρκετοί ήταν επίσης οι συνάδελφοι που λειτούργησαν επικουρικά στη συλλογή των δεδομένων: Κώστας Γαγάνης, Δημήτρης Τζιερτζίδης, Ζωή Κίτσου, Γιάννα Καλφοπούλου, Martin Plappert, Doriane Petrella, Thord Fransson, Roger Mellroth, Κώστας Παπακωνσταντίνου (captain) και Νίκος Κουλαμάς. Η συνδρομή της Αθηνάς Κόκκαλη, του Jakob Fric, της Ίριδας Μάινα και της Δανάης Πορτόλου ήταν σημαντική στον σχεδιασμό των απαραίτητων χαρτών, όπως και της Εύης Θάνου στις μοριακές αναλύσεις των δειγμάτων αίματος.

Η συνδρομή της Διεύθυνσης Αλιείας της Νομαρχίας Ζακύνθου και ειδικότερα του Προϊσταμένου της Γιώργου Αρμένη ήταν καταλυτική στη διάχυση των ερωτηματολογίων στους ντόπιους επαγγελματίες ψαράδες, οι οποίοι και ανταποκρίθηκαν στο σύνολο τους. Επιπλέον, η εξυπηρέτηση του Φορέα Διαχείρισης του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου (ΕΘΠΖ), του Λιμεναρχείου Ζακύνθου και της Ιεράς Μητρόπολης Ζακύνθου και Στροφάδων τόσο στην χρήση πλωτών μέσων για τη μετάβαση στα νησιά όσο και στην αδειοδότηση των ερευνητικών εργασιών κρίνεται εξόχως σημαντική.

Ιδιαίτερη αναφορά θα πρέπει να γίνει στην υποστήριξη (ηθική και υλική) της εκπόνησης της Διδακτορικής Διατριβής στα Στροφάδια από τον Σεβασμιώτατο Μητροπολίτη Δωδώνης κ. Χρυσόστομο καθώς και στη φιλοξενία των ερευνητών πεδίου από τη Μονή Στροφάδων και Αγίου Διονυσίου, και ειδικά από τον Πατέρα Γρηγόριο που αποτελεί και τον μοναδικό κάτοικο των νησιών. Τέλος το προσωπικό επίτευξης του ΕΘΠΖ καθώς και οι συνεργάτες της Μητρόπολης Ζακύνθου αποτέλεσαν πάντα ένα σημαντικό «χέρι» βοήθειας όποτε χρειάστηκε και μία ζεστή παρέα σε αυτήν την απομονωμένη νησιωτική γωνιά της Ελλάδας. Μεγάλη ευγνωμοσύνη οφείλω και στην οικογένεια μου για τη στήριξη της όλα αυτά τα χρόνια προκειμένου να φτάσω εδώ που βρίσκομαι τώρα.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ .....	9
SUMMARY .....	16
A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	21
A1. Τα θαλασσοπούλια ως βιολογικοί δείκτες των θαλάσσιων οικοσυστημάτων .....	21
A.2 Περιοχή μελέτης – Στροφάδες Νήσοι .....	24
A.3 Τα θαλασσοπούλια του νότιου Ιονίου .....	29
A.4 Το είδος μελέτης <i>Calonectris diomedea</i> (γενικές πληροφορίες) .....	30
A.4.1 Ταξινόμηση του είδους .....	30
A.4.2 Παγκόσμια κατανομή του είδους .....	32
A.4.3 Πληθυσμιακά δεδομένα .....	33
A.4.4 Τροφικές προτιμήσεις .....	34
A.4.5 Απειλές .....	35
A.4.6 Καθεστώς προστασίας .....	36
A.5 Σκοπός της έρευνας .....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. Εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού του Αρτέμη στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Στροφάδων .....	41
1.1 Εισαγωγή .....	42
1.2 Μεθοδολογία .....	45
1.2.1 Γενικές πληροφορίες για την απογραφή θαλασσοπουλιών ...	45
1.2.2 Απογραφή Αρτέμη στις Στροφάδες .....	47
1.3 Αποτελέσματα .....	54
1.3.1 Καταμέτρηση Εμφανώς Κατελημμένων Θέσεων (ΕΚΘ) ....	54
1.3.2 Μετρήσεις «σχεδίων» (raft counts) .....	57
1.4 Συζήτηση .....	60
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. Μελέτη της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη στις Στροφάδες και εκτίμηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας στα διάφορα στάδια της αναπαραγωγής .....	63
2.1 Εισαγωγή .....	64
2.2 Μεθοδολογία .....	67
2.2.1 Αναπαραγωγική επιτυχία .....	67
2.2.2 Μέγεθος-διαστάσεις αυγών .....	69

2.3 Αποτελέσματα .....	71
2.3.1 Φαινολογία της αναπαραγωγής .....	71
2.3.2 Αναπαραγωγική επιτυχία .....	74
<i>Γενικά αποτελέσματα</i> .....	74
<i>Επίδραση της θηρευτικής πίεσης από αρουραίους</i> .....	77
<i>Τύπος φωλιών και αναπαραγωγική επιτυχία</i> .....	79
2.3.3 Μέγεθος-διαστάσεις αυγών .....	81
<i>Γενικά αποτελέσματα</i> .....	81
<i>Σύγκριση της μορφομετρίας των αυγών με εκείνα άλλων</i> <i>αποικιών</i> .....	82
<i>Αναπαραγωγική επιτυχία και διαστάσεις των αυγών</i> .....	83
<i>Επίδραση άλλων παραμέτρων</i> .....	84
2.4 Συζήτηση .....	86
2.4.1 Φαινολογία της αναπαραγωγής .....	86
2.4.2 Αναπαραγωγική επιτυχία .....	87
2.4.3 Μέγεθος-διαστάσεις αυγών .....	90
Παράρτημα 2Α .....	92
Παράρτημα 2Β .....	93
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. Το μεταναστευτικό πρότυπο του Αρτέμη στην αποικία των Στροφάδων .....	94
3.1 Εισαγωγή .....	95
3.2 Μεθοδολογία .....	100
3.3 Αποτελέσματα .....	106
3.3.1 Πρότυπο μετανάστευσης .....	106
3.3.2 Επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας στα πεδία δαχείμασης	118
3.4 Συζήτηση .....	120
3.4.1 Μεταναστευτικό πρότυπο .....	120
<i>Γενική περιγραφή</i> .....	120
<i>Φθινοπωρινή μετανάστευση</i> .....	121
<i>Εαρινή μετανάστευση</i> .....	123
3.4.2 Επίδραση της επιφανειακής θερμοκρασίας θάλασσας των πεδίων διαχείμασης .....	124
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. Προσδιορισμός των περιοχών τροφοληψίας του Αρτέμη	

κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών .....	127
4.1 Εισαγωγή .....	128
4.2 Μεθοδολογία .....	131
4.3 Αποτελέσματα .....	135
4.3.1 Γενική περιγραφή του προτύπου τροφοληψίας .....	135
4.3.2 Βαθυμετρία στην περιοχή κατανομής του είδους .....	141
4.3.3 Πρωτογενής παραγωγικότητα στα πεδία τροφοληψίας .....	143
4.3.4 Επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας στα πεδία τροφοληψίας .....	144
4.3.5 Επιφανειακοί άνεμοι στα πεδία τροφοληψίας .....	146
4.4 Συζήτηση .....	148
4.4.1 Γενική περιγραφή του προτύπου τροφοληψίας .....	148
4.4.2 Βαθυμετρία στο εύρος κατανομής του είδους .....	150
4.4.3 Πρωτογενής παραγωγικότητα στα πεδία τροφοληψίας .....	151
4.4.4 Επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας στα πεδία τροφοληψίας .....	152
4.4.5 Επιφανειακοί άνεμοι στα πεδία τροφοληψίας .....	152
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Συσχέτιση μορφομετρικών δεδομένων με το φύλλο των πτερωμένων νεοσσών .....	154
5.1 Εισαγωγή .....	155
5.2 Μεθοδολογία .....	158
5.2.1 Περιοχή μελέτης .....	158
5.2.2 Δειγματοληψία και συλλογή δεδομένων .....	159
5.2.3 Αναγνώριση φύλου με χρήση μοριακών μεθόδων.....	161
5.2.4 Διακριτική-διαχωριστική ανάλυση (Discriminant analysis) ..	163
5.3 Αποτελέσματα .....	165
5.3.1 Αναλογία φύλου .....	165
5.3.2 Μορφομετρικά δεδομένα .....	165
5.3.3 Ανάλυση διάκρισης (Discriminant analysis) .....	167
5.4 Συζήτηση .....	170
Παράρτημα 5Α .....	173
Παράρτημα 5Β .....	174
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. Αξιολόγηση της παρεμπόρουσας παγίδευσης	



θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία ως απειλή για τη διατήρηση των πληθυσμών τους στο νότιο Ιόνιο .....	175
6.1 Εισαγωγή .....	176
6.2 Μεθοδολογία .....	179
6.2.1 Γενικός σχεδιασμός .....	179
6.2.2 Εν πλω καταγραφές .....	180
6.2.3 Χρήση ερωτηματολογίου .....	182
6.3 Αποτελέσματα .....	186
6.3.1 Εν πλω καταγραφές .....	186
6.3.2 Χρήση ερωτηματολογίου .....	189
<i>Αλιευτική δραστηριότητα</i> .....	189
<i>Παρεμπίπτουσα παγίδευση θαλασσοπουλιών</i> .....	192
6.4 Συζήτηση .....	196
Παράρτημα 6Α .....	203
Παράρτημα 6Β .....	204
Β. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....	206
Γ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....	216

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι ωκεανοί και γενικότερα οι θάλασσες όπως η Μεσόγειος αποτελούν πολυπαραγοντικά και δυναμικά οικοσυστήματα με ακανόνιστες και πολλές φορές μη προβλέψιμες τροφικές πηγές, γεγονός που επιβάλλει στα θαλασσοπούλια μία στρατηγική στενούς συνεργασίας με τις διακυμάνσεις των ωκεανογραφικών παραμέτρων και της επακόλουθης διακύμανσης των αποθεμάτων τροφής. Η γνώση και πλήρης κατανόηση των μεταβολών που συμβαίνουν στα θαλάσσια οικοσυστήματα, επιβάλλει τη συλλογή και επεξεργασία χωροχρονικών πληροφοριών σχετικά με φυσικές και βιολογικές διεργασίες-αλλαγές που συμβαίνουν στα διάφορα τροφικά επίπεδα. Η συλλογή όλης αυτής της πληροφορίας αποτελεί από τη φύση της ένα πολύ δύσκολο και δαπανηρό εγχείρημα και για το λόγο αυτό ακολουθείται η χρήση ανώτερων θαλάσσιων καταναλωτών που μπορούν να αποτελέσουν βιοδείκτες των διακυμάνσεων στη σύνθεση και διαθεσιμότητα τροφής, και κατ' επέκταση της πρωτογενούς παραγωγικότητας.

Ο Αρτέμης (*Calonectris diomedea*), πρόσφατα αναγνωρισμένος ως μονοτυπικό είδος, αποτελεί ένα από τα πιο χαρακτηριστικά θαλασσοπούλια του Ιονίου Πελάγους. Αυτός ο κορυφαίος καταναλωτής είναι ένα πελαγικό, μακρόβιο, μεταναστευτικό είδος της οικογένειας Procellariidae, το οποίο και παρουσιάζει ευρεία κατανομή στο χώρο. Αναπαράγεται κατά αποικίες σε όλη τη Μεσόγειο, με τη διαχείμαση του να εντοπίζεται σε θαλάσσιες περιοχές του ανατολικού Ατλαντικού και κυρίως σε γεωγραφικά πλάτη κοντά στον Ισημερινό. Οι αποικίες του είδους εντοπίζονται συνήθως σε μικρά βραχώδη νησιά και νησίδες, παρέχοντας κατάλληλες και ασφαλείς θέσεις για φώλιασμα μέσα σε λαγούμια, σχισμές και φυσικές κοιλότητες κάτω από μεγάλους βράχους. Τα Στροφάδια (37° 15' N, 21° 00' E) φιλοξενούν μια από τις πιο σημαντικές και μεγάλες αποικίες Αρτέμη στην Ελλάδα. Τα δύο νησιά των Στροφάδων που ονομάζονται Σταμφάνι και Άρπυια, καταλαμβάνουν συνολική έκταση 4 km<sup>2</sup>, ανήκουν στο Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Ζακύνθου και εντοπίζονται περίπου 30 n.m. νοτίως της Ζακύνθου και 26 n.m. δυτικά της Πελοποννήσου.

Από το 2007 ξεκίνησε μία συστηματική μελέτη της αποικίας Αρτέμη στα Στροφάδια, με στόχο την εκτίμηση της κατάστασης του πληθυσμού, την παρακολούθηση της αναπαραγωγικής προσπάθειας, τη γνώση του μεταναστευτικού προτύπου και της τροφοληπτικής συμπεριφοράς του είδους κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής, καθώς

και την αξιολόγηση της παρεμπόρουσας παγίδευσης του είδους σε αλιευτικά εργαλεία ως απειλή για τη διατήρηση του πληθυσμού του. Ειδικότερα, η παρούσα εργασία παρουσιάζει τα αποτελέσματα από τη μελέτη της αποικίας του Αρτέμη στα Στροφάδια σχετικά με: (1) την εκτίμηση του (αναπαραγωγικού και συνολικού) πληθυσμού του είδους στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Στροφάδων, (2) τη μελέτη της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη στα Στροφάδια και την εκτίμηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας στα διάφορα στάδια της αναπαραγωγής, (3) την ολοκληρωμένη γνώση του προτύπου μετανάστευσης του Αρτέμη, βασισμένη στη χρήση συσκευών γεωεντοπισμού (GLS), (4) τον προσδιορισμό των περιοχών τροφοληψίας του πελαγικού Αρτέμη κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών μετά την εκκόλαψη, με χρήση συσκευών με ενσωματωμένο παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS loggers), (5) την αναγνώριση του φύλου των πτερωμένων νεοσσών Αρτέμη με συνδυασμό χρήσης μοριακών μεθόδων και μορφομετρικών δεδομένων, και (6) την εκτίμηση των επιπτώσεων της παρεμπόρουσας παγίδευσης στον πληθυσμό του είδους, βασισμένη σε εν πλω καταγραφές από αλιευτικά σκάφη και διανομή ερωτηματολογίων στους επαγγελματίες ψαράδες της Ζακύνθου.

- (1) Ο συνολικός πληθυσμός του Αρτέμη εκτιμήθηκε και στα δύο νησιά των Στροφάδων από την ακτή κατά τις απογευματινές ώρες και κυρίως το σούρουπο, με τη βοήθεια εξοπλισμού για παρατήρηση από απόσταση. Οι καταμετρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τρεις ομάδες πεδίου που εργάζονταν ταυτόχρονα κατά τη διάρκεια των αναπαραγωγικών περιόδων του 2009 και του 2013. Ο συνολικός πληθυσμός εκτιμήθηκε στα 17.000 με 18.000 άτομα, ενώ η πληθυσμιακή πυκνότητα στο Σταμόφάνι και στην Άρπυια ήταν 3.068 άτομα και 2.723 άτομα ανά χιλιόμετρο κατάλληλης (για φώλιασμα) ακτογραμμής αντίστοιχα. Για την απογραφή του αναπαραγωγικού πληθυσμού στα Στροφάδια έγινε χρήση της καταμέτρησης Εμφανώς Κατειλημμένων Θέσεων (ΕΚΘ) σε 30 δειγματοληπτικά τετράγωνα-επαναλήψεις, δειγματοληπτικής επιφάνειας ίσης με  $100\text{m}^2$  ( $10\text{m} \times 10\text{m}$ ). Η καταγραφή κατειλημμένων φωλιών από ενεργά ζευγάρια πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο της τυχαίας στρωματοποιημένης δειγματοληψίας προκειμένου να συμπεριληφθούν οι δύο τύποι κατάλληλων ενδιαιτημάτων για φώλιασμα Αρτέμη κι έτσι να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα στην εκτίμηση του πληθυσμού.

Ο αναπαραγωγικός πληθυσμός εκτιμήθηκε λαμβάνοντας υπόψη την πυκνότητα των ΕΚΘ (μέσος όρος ανά δειγματοληπτική επιφάνεια) και το μέγεθος της επιφάνειας των νησιών η οποία θεωρείται κατάλληλη για φώλιασμα, και εκτιμήθηκε στα 5.500 ζευγάρια (C.I. 95%: 3.463 - 7.626) εκ των οποίων τα 3.561 ζευγάρια (C.I. 95%: 2.220 – 4.894) εκτιμάται πως βρίσκονται στο Σταμφάνι και τα 1.989 ζευγάρια (C.I. 95%: 1.242 – 2.732) στην Άρπυια.

- (2) Μέρος της παρούσας Διατριβής εστίασε στην μελέτη της φαινολογίας της αναπαραγωγής του Αρτέμη στα Στροφάδια, συμπεριλαμβάνοντας την παρακολούθηση της αναπαραγωγικής προσπάθειας του είδους, τον έλεγχο επιδράσεων οικολογικών παραγόντων (π.χ. εμπειρία γεννητόρων και τύπος φωλιάς) στην αναπαραγωγική επιτυχία, καθώς και την ανίχνευση των παραγόντων που επηρεάζουν τις διαστάσεις των αυγών. Στην αποικία των Στροφάδων καταγράφηκε υψηλός βαθμός συγχρονισμού στα στάδια της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη, καθώς και σημαντικά επίπεδα φιλοπατρίας. Ο έλεγχος της αναπαραγωγικής επιτυχίας του Αρτέμη πραγματοποιήθηκε σε ένα σύνολο 516 φωλιών επί πέντε συνεχόμενες αναπαραγωγικές περιόδους (2008-2012). Το ποσοστό της μέσης αναπαραγωγικής επιτυχίας (αριθμός περωμένων νεοσσών ανά αριθμό ενεργών φωλιών), της μέσης επιτυχίας εκκόλαψης (αριθμός αυγών με επιτυχημένη εκκόλαψη ανά αριθμό αυγών που γεννήθηκαν) και της μέσης επιτυχίας πτέρωσης (αριθμός περωμένων νεοσσών ανά αριθμό αυγών με επιτυχημένη εκκόλαψη) ήταν  $65,37 \pm 12,25 \%$ ,  $75,62 \pm 7,98 \%$  και  $86,22 \pm 8,59 \%$  αντίστοιχα για το σύνολο των πέντε αναπαραγωγικών περιόδων. Το επίπεδο της αναπαραγωγικής επιτυχίας φάνηκε να επηρεάζεται θετικά όσο η εμπειρία των γεννητόρων αυξανόταν. Επιπλέον, ο τύπος των κατειλημμένων φωλιών από άτομα Αρτέμη και ο προσανατολισμός της κύριας εισόδου τους δεν φάνηκε να έχει επίδραση στην αναπαραγωγική επιτυχία.

Η συλλογή μορφομετρικών δεδομένων (μήκος και πλάτος) και του βάρους σε ένα σύνολο τριάντα αυγών Αρτέμη στο Σταμφάνι, έδειξε ότι το μέσο μήκος τους ήταν  $6,75 \pm 0,19$  cm, το μέσο πλάτος  $4,55 \pm 0,14$  cm και το μέσο βάρος  $76,40 \pm 4,69$  g. Ο έλεγχος συσχέτισης μεταξύ του βάρους και του μήκους των αυγών καθώς και μεταξύ του βάρους και πλάτους τους έδειξε ότι αυτή είναι

θετική και στατιστικώς σημαντική, ενώ δεν φάνηκε να υπάρχει συσχέτιση μεταξύ μήκους και πλάτους. Επιπλέον η ανίχνευση πιθανών επιδράσεων αβιοτικών παραγόντων στις διαστάσεις των αυγών ανέδειξε μία σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας στο εσωτερικό των φωλιών και βάρους αυγών. Τόσο ο τύπος των κατειλημμένων φωλιών όσο και ο προσανατολισμός της κύριας εισόδου τους δεν βρέθηκε να έχουν σημαντική επίδραση στις διαστάσεις των αυγών.

- (3) Η τοποθέτηση συσκευών γεωντοπισμού σε πέντε ενήλικα άτομα Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων έδωσε για πρώτη φορά ολοκληρωμένα στοιχεία για το ετήσιο πρότυπο μετανάστευσης ατόμων που φωλιάζουν στην ανατολική Μεσόγειο. Τα πουλιά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν γεννήτορες, πιάστηκαν σε φωλιές στη νήσο Σταμφάνι και παρακολούθηθηκαν μεταξύ τριών συνεχόμενων αναπαραγωγικών περιόδων (2009, 2010 & 2011). Τα άτομα που παρακολουθούνταν ταξίδεψαν κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής μετανάστευσης ευθεία απόσταση της τάξης των  $5.960 \pm 723,19$  km και κατά την επιστροφή τους από τα πεδία διαχείμασης στην αποικία των Στροφάδων  $9.640 \pm 3915,10$  km. Η φθινοπωρινή μετανάστευση διήρκεσε  $15,4 \pm 3,2$  ημέρες, ενώ η εαρινή μετανάστευση είχε διάρκεια  $14 \pm 5,3$  ημέρες. Η διάρκεια της μη αναπαραγωγικής περιόδου ήταν περίπου 4 μήνες ( $114,6 \pm 11,74$  μέρες). Η ταχύτητα της εαρινής μετανάστευσης υπολογίστηκε στα  $28,9 \pm 3,88$  km/h και ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη φθινοπωρινή που υπολογίστηκε στα  $16,6 \pm 3,63$  km/h. Τα τέσσερα από τα πέντε άτομα χρησιμοποίησαν τα τροπικά θαλάσσια ύδατα κοντά στις ακτές της δυτικής Αφρικής κατά την περίοδο διαχείμασης, ενώ το πέμπτο κατά τη ίδια χρονική περίοδο δραστηριοποιήθηκε νοτιότερα και, πιο συγκεκριμένα, στα θαλάσσια πεδία κοντά στον Ισημερινό, στον ανατολικό Ατλαντικό. Οι εκτάσεις των περιοχών τροφοληψίας σε Ιόνιο και Αδριατική κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου, ήταν συγκρίσιμες ως προς την έκταση τους με τις αντίστοιχες περιοχές τροφοληψίας στον Ατλαντικό κατά την περίοδο διαχείμασης. Τα δεδομένα τηλεμετρίας ανέδειξαν μία αρκετά συγχρονισμένη έναρξη της φθινοπωρινής μετανάστευσης (24<sup>η</sup> έως 25<sup>η</sup> Οκτωβρίου) και ένα μεγαλύτερο εύρος ημερομηνιών αναχώρησης (1<sup>η</sup> έως 26<sup>η</sup> Φεβρουαρίου) από τα πεδία διαχείμασης.



(4) Οι καινοτόμες τηλεμετρικές μέθοδοι έχουν δώσει σημαντικές και έγκυρες πληροφορίες σε σχέση με την παρακολούθηση των μετακινήσεων των θαλασσοπουλιών στα ωκεάνια οικοσυστήματα και της χρήσης του θαλάσσιου χώρου. Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο της Διατριβής παρουσιάζονται τα πρώτα δεδομένα από καταγραφές μετακινήσεων ενήλικων ατόμων Αρτέμη στη νήσο Σταμφάνι, κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών. Σε ένα σύνολο 19 ατόμων τοποθετήθηκαν συσκευές με ενσωματωμένο παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS loggers, βάρος μονάδας 20g, <5% του βάρους των πουλιών στα οποία προσαρμόστηκαν), κατά τη διάρκεια των αναπαραγωγικών περιόδων 2009 έως και 2013. Από αυτές τις συσκευές, 12 (ποσοστό επιτυχίας 63%) έδωσαν διαφορετικό βαθμό πληροφοριών σχετικά με τις πτήσεις των ατόμων του Αρτέμη. Τα αποτελέσματα από τις καταγραφές των πορειών που έκαναν οι γεννήτορες, έδειξαν ότι η πλειονότητα των πουλιών πραγματοποιεί μικρές σχετικά μετακινήσεις οι οποίες διαρκούν μια ημέρα, προκειμένου να επιστρέψουν στη φωλιά τους και να ταΐσουν τους νεοσσούς τους. Η χωρική ανάλυση των καταγραφών, έδειξε ότι οι γεννήτορες χρησιμοποιούν δύο περιοχές ως κύρια πεδία τροφοληψίας κατά τα πρώτα στάδια ανατροφής των νεοσσών, οι οποίες εντοπίζονται στην παράκτια και πελαγική ζώνη μεταξύ Ζακύνθου και δυτικής Πελοποννήσου καθώς και γύρω από τα Στροφάδια. Η μελέτη παρέχει επίσης πιθανές ερμηνείες των καταγεγραμμένων δεδομένων τροφοληπτικής συμπεριφοράς του Αρτέμη, κάνοντας χρήση μετεωρολογικών και ωκεανογραφικών δεδομένων της περιοχής, προκειμένου να εκτιμηθεί η επίδραση αβιοτικών παραμέτρων στην κατανομή του είδους στο χώρο.

(5) Σε αρκετές ομάδες πουλιών και κυρίως θαλασσοπουλιών όπως τα Ρινοτροπόμορφα παρουσιάζονται σημαντικές δυσκολίες στην αναγνώριση του φύλου νεοσσών με βάση εξωτερικά μορφολογικά γνωρίσματα. Στη συγκεκριμένη ενότητα της Διατριβής εξετάστηκε η διακύμανση της αναλογίας φύλου σε πτερωμένους νεοσσούς ( $n=135$ ) Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων μεταξύ των αναπαραγωγικών περιόδων 2007 έως 2011. Η βασική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του φύλου σε κάθε δείγμα αίματος ήταν η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης-polymerase chain reaction (PCR). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το 52,6% των πτερωμένων

νεοσσών ήταν αρσενικοί στην περίοδο των πέντε διαδοχικών αναπαραγωγικών περιόδων που μελετήθηκαν. Επιπλέον, η ανάλυση των δεδομένων για το σωματικό βάρος και έξι μορφομετρικές μεταβλητές (ολικό μήκος ράμφους, το πλάτος του ράμφους στο ύψος των αλαταδένων, το μήκος του ράμφους από την άκρη του έως την έναρξη των αλαταδένων, το συνολικό μήκος του ολικού ράμφους μαζί με του κεφαλιού, το μήκος του κεφαλιού και το μήκος του ταρσού) των πτερωμένων νεοσσών, έδειξε ότι τα αρσενικά είναι μεγαλύτερα από τα θηλυκά για όλες τις μεταβλητές που εξετάστηκαν. Η συνδυασμένη χρήση των μεταβλητών που αναφέρθηκαν προηγουμένως στην πρόβλεψη του φύλου έδωσε μία συνολική αποτελεσματικότητα διάκρισης των δύο φύλων της τάξεως του 81,2%, ενώ μέσω της βηματικής ανάλυσης διάκρισης πραγματοποιήθηκε και η ταξινόμηση των μεταβλητών με βάση το βαθμό συνεισφοράς τους στην εξίσωση διάκρισης. Πιο συγκεκριμένα την υψηλότερη τιμή διάκρισης για την αναγνώριση του φύλου σε πτερωμένους νεοσσούς Αρτέμη είχε το ολικό μήκος ράμφους, ακολουθούμενο από το πλάτος του ράμφους, το μήκος του κεφαλιού και το σωματικό βάρος.

- (6) Πολυάριθμες μελέτες σε διεθνές επίπεδο έχουν δείξει ότι η παρεμπόμπουσα σύλληψη (by-catch) θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη διατήρηση των πληθυσμών τους. Παρόλα αυτά, τα αξιόπιστα δεδομένα της τυχαίας παγίδευσης των θαλασσοπουλιών είναι αποσπασματικά και καθίσταται αναγκαία η ολοκλήρωση της σχετικής έρευνας στα αλιευτικά πεδία της Ευρώπης. Η παρούσα μελέτη αποτελεί μία πρώτη συστηματική προσπάθεια αξιολόγησης των επιπέδων παρεμπόμπουσας σύλληψης-θανάτωσης θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στο νότιο Ιόνιο. Μία πρώτη αξιολόγηση του φαινομένου πραγματοποιήθηκε με εν πλω καταγραφές σε αλιευτικά σκάφη που δραστηριοποιούνταν σε διάφορα αλιευτικά πεδία του Ιονίου, την περίοδο από Μάιο έως και Οκτώβριο του 2009 και 2010. Κατά τη διάρκεια των καταγραφών ελέγχθηκαν συνολικά 30.000 αγκίστρια βυθοπαράγαδου και 190 km δικτύων, και δεν παρατηρήθηκε κάποια παγίδευση-θανάτωση πουλιού τόσο σε παραγάδι όσο και σε δίχτυα που χρησιμοποιούσαν τα μισθωμένα για την έρευνα σκάφη. Η απώλεια των δολωμάτων από τα αγκίστρια των παραγαδιών οφειλόταν κυρίως στις επιθέσεις του Αρτέμη και δευτερευόντως του Ασημόγλαρου (*Larus*

*michahellis*). Οι επιχειρήσεις των αλιευτικών σκαφών πραγματοποιήθηκαν σε διαφορετικές ώρες της ημέρας, προκειμένου να ανιχνευθούν πιθανές διακυμάνσεις στα επίπεδα του κινδύνου που διατρέχουν τα θαλασσοπούλια.

Πρόσθετα δεδομένα συλλέχθηκαν μέσω της χρήσης ειδικού ερωτηματολογίου το οποίο διανεμήθηκε στους επαγγελματίες ψαράδες της Ζακύνθου. Κατά την περίοδο Ιουλίου-Δεκεμβρίου 2010, ένα σύνολο 150 ερωτηθέντων ψαράδων (κάτοχοι του 90% του τοπικού επαγγελματικού αλιευτικού στόλου) ανταποκρίθηκε στην έρευνα που περιελάμβανε μία μεθοδολογική προσέγγιση βασισμένη σε ατομικές συνεντεύξεις. Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν έδειξαν ότι το παραγάδι και (σε ένα μικρότερο βαθμό) το απλάδι, προκαλούν παρεμπόμπουσες συλλήψεις θαλασσοπουλιών με κύριους εκπροσώπους τον Αρτέμη και τον Θαλασσοκόρακα (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*). Η ανάλυση των δεδομένων στην κλίμακα του χρόνου έδειξε ότι τα θαλασσοπούλια είναι περισσότερο ευάλωτα στην τυχαία σύλληψη σε αλιευτικά εργαλεία κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, και ειδικότερα τις ώρες γύρω από τη ανατολή του ηλίου. Η χωρική ανάλυση των πληροφοριών σχετικά με τα περιστατικά παγίδευσης θαλασσοπουλιών εμφάνισε επίσης διακυμάνσεις.

Η γνώση που αποκτήθηκε από την παρούσα Διατριβή αναμένεται να συνδράμει διαχειριστικά στη διατήρηση και προστασία τόσο της αποικίας του είδους στα Στροφάδια, όσο και της ευρύτερης θαλάσσιας περιοχής. Σε αυτό συνηγορεί το γεγονός ότι τα θαλασσοπούλια (αποτελούμενα από 400 περίπου είδη παγκοσμίως) αποτελούν κορυφαίους καταναλωτές και κατά συνέπεια είναι τρωτοί σε απειλές που έχουν ευρεία κατανομή στο χώρο, όπως η παρεμπόμπουσα παγίδευση σε αλιευτικά εργαλεία, η ρύπανση της θάλασσας και η χωροθέτηση και λειτουργία παράκτιων αιολικών πάρκων. Για παράδειγμα η αναγνώριση και οριοθέτηση των σημαντικών παράκτιων και πελαγικών περιοχών του Ιονίου που χρησιμοποιούνται από θαλασσοπούλια όπως ο Αρτέμης, και για τις οποίες δεν υπάρχει επαρκής πληροφορία, θεωρείται ζωτικής σημασίας. Τέτοιες βασικές πληροφορίες για τα θαλασσοπούλια μπορούν να συνδράμουν επίσης στην κατανόηση της δυναμικής των θαλάσσιων οικοσυστημάτων σε Ιόνιο και Αδριατική.

## SUMMARY

Oceans and Seas (e.g. Mediterranean) constitute dynamic and multifunctional ecosystems with seasonal changes in oceanographic or physical features as well as in weather patterns which both affect the availability of resources. As a consequence, seabirds are forced to cope with variations in oceanographic parameters and fluctuations in prey availability. The adequate knowledge of marine ecosystems could be based only on spatial and temporal information about physical and biological changes which occur at all different trophic levels. Collection of the above information would be a non realistic task, although aspects of seabirds' ecology can be useful tools for the evaluation of alterations in lower levels of the food web since they can be used as bioindicators of fluctuations in prey composition and availability.

Scopoli's Shearwater (*Calonectris diomedea*), recently recognized as a monotypic species, constitutes one of the most important seabirds in the Ionian Sea (eastern Mediterranean). This top marine predator is a long-lived migrant and colonial Procellariid species well-known for its pelagic and wide-ranging distribution. The breeding areas are located in the Mediterranean basin whereas the species winters in pelagic and coastal equatorial areas of the eastern Atlantic. It breeds colonially, usually on small rocky islands and islets, which may provide burrows on the ground usually in rock crevices and as a result possible safe nests. Strofades Islands (37° 15' N, 21° 00' E) host a significant Scopoli's Shearwater (*Calonectris diomedea*) colony, one of the largest in Greece. These two small islands named Stamfani and Arpyia, which cover an area of 4 km<sup>2</sup>, belong to the National Marine Park of Zakynthos and are located about 30 n.m. south of Zakynthos and 26 n.m. west of the Peloponnese.

A seabird study was initiated in 2007 aims at evaluating the species' status, breeding biology, migration pattern, foraging behaviour, and by-catch threat. More specifically, the current work presents the results of the study of Scopoli's Shearwater colony on Strofades regarding: (1) the population (total and breeding) size of the Scopoli's Shearwater colony, (2) the aspects of breeding performance and the possible abiotic and biotic factors that may affect it, (3) the entire annual migration pattern of Scopoli's Shearwater breeders, based on an application of Global Location Sensing (GLS) units, (4) the GPS tracking of foraging strategy of Scopoli's Shearwater during the early stages of chick rearing, (5) the sex determination of Scopoli's Shearwater

juveniles by using a combined molecular and morphometric approach, and (6) the evaluation of by-catch as a threat for the conservation of seabird populations in the southern Ionian Sea based on onboard observations as well as on a questionnaire-based survey of local fisheries.

- (1) The total population was estimated on both islands via coastal surveys by counting rafts which can comprise thousands of birds, 1-2 hours before dawn. Fieldwork involved three experienced teams working simultaneously during the breeding seasons of 2009 and 2013. Total population size was estimated to be between 17,000 to 18,000 individuals whereas the population density in Stamfani and Arpyia were 3,068 inds/km and 2,723 inds/km of suitable nesting coastline respectively. The survey of the breeding population was based on assessing the Apparently Occupied Sites (AOS) in 30 square sampling units of 100 m<sup>2</sup> (10m x 10m) each. Stratified sampling was made in 2009 in order to combine the simplicity of random sampling with the potential increase of survey reliability since two nesting habitats of different quality were identified. The total breeding population was estimated from the density of nests (average over the sample units) and the size of the suitable nesting habitat of the colony, and was found about 5,550 pairs (C.I. 95%: 3,463 – 7,626) from which 3,561 pairs (C.I. 95%: 2,220 – 4,894) were in Stamfani Isl. and 1,989 pairs (C.I. 95%: 1,242 – 2,732) in Arpyia Isl.
- (2) This study describes the chronology of main events in the breeding cycle of Scopoli's Shearwater colony on Stamfani Island, including the evaluation of breeding performance, the influence of ecological factors (e.g. experience of breeders and nest site characteristics) on breeding success and the factors affecting egg dimensions. The colony of Srofades revealed a high degree of breeding synchrony and nest site tenacity of Scopoli's Shearwater. The data obtained by monitoring 516 nests during five consecutive years (2008-2012), showed a breeding success up to  $0.65 \pm 0.12$  fledging per nest per year. In addition, hatching success (chick hatched successfully per egg laid) was  $75.62 \pm 7.98$  % and fledging success (fledging young per chick hatched successfully) was found  $86.22 \pm 8.59$  %. These results seemed to be influenced positively as the breeding experience of the pair is increasing. Furthermore, no correlation



was revealed between the rate of breeding success and the type of nest site as well as the orientation and the dimensions of the main entrance of each nest.

A total sample of 30 eggs laid in different sub-colonies of Stamfani Island were examined and the length, width and weight scores (mean  $\pm$  s.d.) were estimated at  $6.75 \pm 0.19$  cm,  $4.55 \pm 0.14$  cm and  $76.40 \pm 4.69$  grams respectively. In addition, significant correlations have been observed between weight and both egg length and width but not between length and width. Moreover, the study of possible effects of abiotic factors on egg dimensions revealed a significant negative correlation between temperature and egg weight. No significant correlations between the egg dimensions and the nest type as well as the orientation of nest entrance were found.

- (3) In this work, we provide data on the entire annual migration pattern of Scopoli's Shearwaters, breeding in the eastern Mediterranean. It is the first time that an entire migratory cycle has been recorded. Geolocators (Global Location Sensing units based on ambient light) were attached to five adult individuals, caught at their nesting sites on Stamfani, and tracked between three consecutive breeding seasons (2009, 2010 & 2011). The tracked birds travelled a straight-line migratory distance of  $5,960 \pm 723.19$  km and  $9,640 \pm 3915.10$  km during autumn and spring migration, spending an average of  $15.4 \pm 3.2$  days to reach the wintering grounds, and  $14 \pm 5.3$  days to return at the breeding area. The individuals remained away from their colony for approximately 4 months ( $114,6 \pm 11,74$  days) and travelled faster during the spring migration ( $28,9 \pm 3,88$  km/h) than during the autumn one ( $16,6 \pm 3,63$  km/h). Four of the birds wintered in tropical waters off the coast of West Africa whereas the fifth spent winter mainly in the equatorial waters of the eastern Atlantic. The foraging area in the Ionian and the Adriatic Seas during breeding season was of comparable size to that in the wintering area in the Atlantic. Telemetric evidence revealed an almost synchronised departure from the breeding site on the 24<sup>th</sup> and the 25<sup>th</sup> of October, but a significant spread of departure dates (1<sup>st</sup> to 26<sup>th</sup> of February) from the wintering areas.
- (4) Nowadays, modern telemetry tools give information of high level of accuracy regarding seabird foraging movements at sea. Here, we report the first data of

tracked breeding Scopoli's Shearwaters during the early stages of chick rearing period on one of the Strofades islands (southern Ionian Sea). Global Positioning System (GPS) loggers (20g, <5% of the bird's body mass) storing tracking information were used on 19 breeders between 2009 and 2012. A total number of 12 individual foraging trips of varying degrees of completeness were obtained, showing a success rate of up to 63% per deployment. The stored tracks revealed that the majority of Scopoli's Shearwaters made short foraging movements for food provision to their chicks which lasted one day. Spatial analysis of recordings showed that breeders use mainly two different foraging areas in western Peloponnese and Zakynthos as well as around Strofades. The study provides also possible explanations of the tracked foraging activity by using data on meteorological factors so as to evaluate the influence of abiotic parameters on the seabird dispersion at sea.

- (5) The absence of juvenile sexual dimorphism in birds often impedes sex determination using external morphology. We examined sex ratio variation in Scopoli's Shearwater fledglings ( $n = 135$ ) on a Strofades island (southern Ionian Sea) between 2007 and 2011. We determined sex by using a polymerase chain reaction-based methodology on blood samples. The molecular technique revealed a slightly male-biased sex ratio (52.6%) during the five consecutive breeding seasons. In addition, morphological analysis using six morphometric variables (bill length, bill width, nalospi, bill-head length, head length, tarsus length) and body weight indicated that males were significantly larger than females for all the tested variables. The combined use of those variables correctly classified 81.2% of known-sex fledglings, and the stepwise discriminant analysis pointed out that bill length was the most discriminating variable followed by bill width, head length, and body weight.
- (6) A significant number of studies worldwide have shown that incidental catches (by-catch) of seabirds in fishing gear might pose a considerable risk for the conservation of their populations. Nevertheless, reliable data on by-catch rates of seabirds in European marine ecosystems are patchy and need to be improved. This study constitutes a first attempt at the evaluation of by-catch rates in the southern Ionian Sea. An assessment of the by-catch problem was undertaken from May to October 2009 and 2010 in major fishing areas in the

Ionian Sea, The research team assessed possible effects of two different fishing gears (gillnet and demersal longline) on seabird mortality. The total on-board observations, checking a total length of 190 km of gillnets and 30,000 hooks of bottom longline, showed no incidents of accidentally trapped seabirds. Bait loss was mainly due to Scopoli's Shearwaters and in a less extent to Yellow Legged Gulls (*Larus michahellis*). Setting gears took place in different hours during the day, looking for possible differences on by-catch risk.

Additional data were obtained by distributing a specific questionnaire to the fishers of Zakynthos Island. 150 professional fishers (representing 90% of the local fishing fleet) participated in the survey, and were interviewed during July- December 2010. The information collected showed that commercial longline (mainly) and gillnet fishery gears caused incidental catches mostly of Scopoli's Shearwater and Mediterranean Shag (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*). The temporal analysis of incidental bird mortality showed that seabirds were more susceptible to be trapped in fishery gears set around sunrise during spring and summer whereas spatial analysis of by-catch data indicated variations in the number of seabirds caught in different fishery areas.

It is assumed that the gained information will be essential for management and conservation aims, given that seabirds (comprised of nearly 400 species) are particularly vulnerable as top marine predators, endangered by spatially explicit threats, such as longline and gillnet fisheries, oil spills and offshore wind farms. For instance, it is of vital importance to identify the most important coastal and pelagic areas that are used from seabirds such as Scopoli's Shearwater in the Ionian Sea where data for their distribution and more specifically for their main foraging areas are still not adequate. This baseline information for seabirds should also contribute to the understanding of the highly dynamic marine ecosystems in the Ionian and the Adriatic Sea.

# **Α. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

## A. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### A.1 Τα θαλασσοπούλια ως βιολογικοί δείκτες των θαλάσσιων οικοσυστημάτων

Τα θαλάσσια οικοσυστήματα και ειδικότερα οι κλειστές θάλασσες όπως η Μεσόγειος αποτελούν πολυπαραγοντικά και δυναμικά συστήματα με ακανόνιστες και πολλές φορές μη προβλέψιμες τροφικές πηγές (Ashmole 1971, Weimerskirch 2007), γεγονός που επιβάλλει στα θαλασσοπούλια μία στρατηγική στενής απόκρισης με τις διακυμάνσεις των ωκεανογραφικών παραμέτρων και της επακόλουθης διακύμανσης των αποθεμάτων τροφής (Fauchald 2009). Η γνώση και πλήρης κατανόηση των μεταβολών που συμβαίνουν στα θαλάσσια οικοσυστήματα, επιβάλλει τη συλλογή και επεξεργασία χωροχρονικών πληροφοριών σχετικά με φυσικές και βιολογικές διεργασίες-αλλαγές που συμβαίνουν στα διάφορα τροφικά επίπεδα (Botsford *et al.* 1997). Η συλλογή όλης αυτής της πληροφορίας αποτελεί από τη φύση της ένα πολύ δύσκολο και δαπανηρό εγχείρημα και για το λόγο αυτό ακολουθείται η χρήση ανώτερων θαλάσσιων καταναλωτών που μπορούν να αποτελέσουν βιοδείκτες των διακυμάνσεων στη σύνθεση και διαθεσιμότητα τροφής και κατ' επέκταση της πρωτογενούς παραγωγικότητας (Cury *et al.* 2000, Piatt *et al.* 2007, Einoder 2009).

Στις ημέρες μας τα θαλασσοπούλια θεωρούνται όλο και περισσότερο βασικά συστατικά του θαλάσσιου περιβάλλοντος με πολύ μεγάλη διαχειριστική, εργαλειακή αξία (Schreiber & Burger 2002). Έχοντας το ρόλο κορυφαίων θηρευτών μπορούν να αποτελέσουν άριστους δείκτες για την υγεία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων αλλά και για τις επιδράσεις των παγκόσμιων κλιματικών αλλαγών στη ζώσα ύλη (Schreiber 2002, Sandvik & Erikstad 2008). Τις τελευταίες τρεις δεκαετίες αρκετές κλασσικές μελέτες σχετικά με τα ιχθυαποθέματα ή τα αλιευτικά εργαλεία λαμβάνουν υπόψη τους και τους πληθυσμούς των πουλιών. Επιπλέον τα θαλασσοπούλια λόγω των μεταναστεύσεων τους, αποτελούν τους κυριότερους μεταφορείς βιομάζας από τη μία περιοχή στην άλλη. Έχει καταγραφεί για παράδειγμα ότι η υπεραλίευση ορισμένων σαρκοφάγων ειδών ιχθυοπανίδας, οδηγεί στην αύξηση των ειδών διατροφής με άμεσες θετικές συνέπειες στα πουλιά οι οποίες αποτυπώθηκαν στις αποικίες τους είτε ως πληθυσμιακή αύξηση είτε ως ενίσχυση της αναπαραγωγικής επιτυχίας. Ταυτόχρονα, ωκεανογραφικές (π.χ. φαινόμενα El Niño & La Niña) ή κλιματικές αλλαγές και των δύο ημισφαιρίων ανιχνεύτηκαν από τις διακυμάνσεις των πληθυσμών διαφόρων ειδών θαλασσοπουλιών στις αναπαραγωγικές αποικίες (Ristow *et al.* 1990, Boano *et al.* 2010).



Η μελέτη της οικολογίας των θαλασσοπουλιών και της δυναμικής των πληθυσμών τους καταλήγει ουσιαστικά στη μελέτη του συστήματος θηρευτή-θηράματος δηλαδή στη μελέτη των ιχθυαποθεμάτων. Η σύνδεση των θαλασσοπουλιών με τα είδη διατροφής, πέρα από την ταυτοποίηση τους, βασίζεται κυρίως στις αλληλεπιδράσεις των πληθυσμών τους στο χώρο και το χρόνο (Shealer 2002). Εν κατακλείδι μπορεί να γνωρίζουμε την κατανομή π.χ. του είδους *Calonectris diomedea* στο χερσαίο και το ευρύτερο θαλάσσιο χώρο του Ιονίου αλλά υπάρχει έντονη ανάγκη για τον εντοπισμό των περιοχών έντονης δραστηριότητας στη θάλασσα (θερμές περιοχές - “hot spot areas”) και τον καθορισμό του βαθμού χρήσης τους από το εν λόγω είδος που είναι κοινό στο Ιόνιο και ιδιαίτερα στη Ζάκυνθο και στα Στροφάδια. Επίσης, οι εποχικές μετακινήσεις των θαλασσοπουλιών (διάδρομοι μετανάστευσης), η διασπορά τους στο θαλάσσιο χώρο, η οριοθέτηση των περιοχών αναζήτησης τροφής και ο υπολογισμός της ακτίνας έντονης τροφοληψίας είναι βασικά τμήματα της οικολογίας των θαλασσοπουλιών τα οποία παραμένουν μερικώς άγνωστα και τα οποία θα μπορούσαν να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες για τη δυναμική του θαλάσσιου οικοσυστήματος στο Ιόνιο αλλά και την Αδριατική.

## A.2 Περιοχή μελέτης – Στροφάδες Νήσοι

Σε μία απόσταση περίπου 27 n.m. από το νοτιότερο σημείο της Ζακύνθου, (42 n.m. από το Λιμάνι της Ζακύνθου) και 22 n.m. περίπου από τα δυτικά παράλια της Πελοποννήσου, εντοπίζονται δύο μικρά νησιά που υπάγονται στο Δήμο Ζακύνθου και τα οποία χαρακτηρίζονται από τεράστια ιστορική, θρησκευτική και πολιτισμική σημασία καθώς επίσης και από ανεκτίμητη περιβαλλοντική αξία. Τα Στροφάδια (37°14'N, 21°00'E) ή όπως αλλιώς αποκαλούνται τα Γκαλάπαγκος του Ιονίου, αποτελούν μέρος του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου και ο χερσαίος καθώς και θαλάσσιος χώρος τους βρίσκεται υπό τη διαχειριστική εποπτεία του Φορέα Διαχείρισης του Θαλάσσιου Πάρκου. Παράλληλα αποτελούν Καταφύγιο Άγριας Ζωής και έχουν ενταχθεί στον αρχικό κατάλογο Τόπων Κοινοτικής Σημασίας του Δικτύου ΦΥΣΗ 2000 (κωδικός: GR2210003), για τη Μεσογειακή Βιογεωγραφική Περιοχή σύμφωνα με την Οδηγία 92/43/ΕΟΚ λόγω των σημαντικών οικοσυστημάτων που υπάρχουν στην επιφάνειά τους (Ε.Ε 2006). Επιπλέον, χαρακτηρίζονται ως Ζώνη Ειδικής Προστασίας (κωδικός: GR2210004, ΦΕΚ 1495B'/6-9-2010) για τα πουλιά σε συμφωνία με τις Οδηγίες 79/409/ΕΟΚ και 2009/147/ΕΚ «Περί της διατήρησης των άγριων πτηνών». Τα Στροφάδια ανήκουν επίσης στο Δίκτυο των Σημαντικών Περιοχών για τα Πουλιά (Important Bird Areas –IBAs) της Ελλάδας με κωδικό GR087, ενώ από το 2008 η περιοχή παρακολουθείται συστηματικά από την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία στο πλαίσιο της επικαιροποίησης των ελληνικών IBAs (Πορτόλου κ.α. 2009).

Τα Στροφάδια ή αλλιώς Πλωτές λόγω της επίπεδης γεωμορφολογίας τους, δίνουν την εντύπωση ενός συμπλέγματος από δύο έρημα, μικρά, απομονωμένα νησιά και μερικές ξέρες συνολικής έκτασης 4 km<sup>2</sup>, που καλύπτονται στο μεγαλύτερο ποσοστό τους από μακία βλάστηση (Εικόνα 1). Το Σταμφάνι αποτελεί το μεγαλύτερο νησί του πολύνησου με εμβαδόν 1,18 km<sup>2</sup>, συνολικό μήκος ακτογραμμής 5,1 km και μέγιστο υψόμετρο 22 m ενώ βορειοδυτικά αυτού βρίσκεται η Άρπυια<sup>1</sup> με εμβαδόν 0,163 km<sup>2</sup>, μήκος ακτογραμμής 2,37 km και μέγιστο υψόμετρο 10 m. Στο Σταμφάνι δεσπόζει το

---

<sup>1</sup> Οι Άρπυιες στην ελληνική μυθολογία αποτελούσαν φτερωτές γυναικείες μορφές που υπηρετούσαν τον Άδη προκαλούσαν το κακό και έσπερναν τον πανικό στους θαλασσοπόρους με τα φρενιασμένα χτυπήματα των φτερούγων τους. Πιθανολογείται ότι η ύπαρξη της αποικίας των Αρτέμηδων (*Calonectris diomedea*) στην περιοχή, η επάνοδος στα ενδαιτήματα αναπαραγωγής το βράδυ σε συνθήκες απόλυτου σκότους και τα καλέσματα τους για να ανταποκριθεί το ταίρι τους και να βρουν τη φωλιά τους, έδωσαν τροφή στη φαντασία των αρχαίων Ελλήνων, ώστε αυτά τα θαλασσοπούλια να ταυτιστούν με τις Άρπυιες και τα απόκοσμα και λυσσασμένα ουρλιαχτά τους.

επιβλητικό Καστρομονάστηρο της Θεοτόκου της Παντοχαράς (Εικόνα 2) το οποίο έχτισε στο πρώτο μισό του 13ου αιώνα η Ειρήνη, θυγατέρα του Αυτοκράτορα της Νίκαιας Θεοδώρου Λασκάρως, και το οποίο ανακαινίστηκε από τον Αυτοκράτορα Ιωάννη Ε' γύρω στα 1440 μ.Χ. Σύμφωνα με τη Θεοδοροπούλου (2006) υπάρχουν και άλλες εκδοχές σχετικά με το χτίσιμο της Μονής με κύρια αυτή που αναφέρει ότι κατά το πρώτο μισό του 13ου αιώνα ο Αυτοκράτορας της Νίκαιας Θεόδωρος ο Α' Λάσκαρις (1204 – 1222) και η γυναίκα του Ειρήνη ίδρυσαν την Ιερά Μονή Στροφάδων, αφιερωμένη στο Σωτήρα Χριστό (όπως συνήθιζαν οι βυζαντινοί Αυτοκράτορες). Τόσο το συνολικό κτιριακό συγκρότημα του Μοναστηριού των Στροφάδων όσο και οι δύο νησίδες ανήκουν διοικητικά και ιδιοκτησιακά στην Ιερά Μονή Στροφάδων και Αγίου Διονυσίου Ζακύνθου.



**Εικόνα 1** Χάρτης ΓΥΣ του πολύνησου των Στροφάδων.

Το νησιωτικό σύμπλεγμα διαθέτει συνολικά τέσσερα αγκυροβόλια τα οποία εντοπίζονται ανά δύο σε καθένα από τα κυρίως νησιά. Στο Σταμφάνι, το βορεινό αγκυροβόλιο βρίσκεται μπροστά στο Καστρομονάστηρο και διαθέτει μικρό μόλο ενώ σχετικά σύντομα αναμένονται να ξεκινήσουν τα έργα για την κατασκευή λιμενοβραχίονα στην εν λόγω θέση. Το νότιο αγκυροβόλιο (περιοχή Σιών) βρίσκεται στη νότια ακτή και περίπου σε αντιδιαμετρική θέση ως προς το βόρειο. Η μικρή εσοχή της θάλασσας στη βραχώδη ακτή και τα αβαθή νερά με τις ξέρες επιτρέπουν μόνο την πρόσβαση σε φουσκωτά σκάφη. Στην Άρπυια τα αγκυροβόλια βρίσκονται στη νοτιοδυτική ακτή του νησιού, ακριβώς απέναντι από το Σταμφάνι και στη δυτική πλευρά του νησιού (θέση Ταβερνιάρης). Ο όρμος στην τελευταία θέση είναι ιδιαίτερα

προστατευόμενος από τις άσχημες καιρικές συνθήκες και συχνά φιλοξενεί τα σκάφη επαγγελματιών ψαράδων, τουριστών αλλά και το πλωτό μέσο της Μονής Στροφάδων και Αγίου Διονυσίου.



**Εικόνα 2** Άποψη του Καστρομοναστηρου στο Σταμφάνι.

Στα Στροφάδια παρατηρείται μωσαϊκότητα ενδιαιτημάτων. Αυτή συνθέτεται από τη συνύπαρξη καλλιεργειών με σιτηρά, εποχικών υγροτοπικών εκτάσεων, αδιατάρακτων βιοτόπων όπως το μοναδικό αιωνόβιο πυκνό κεδροδάσος (*Juniperus phoenicea*), θαμνωδών εκτάσεων αειφύλλων με κυρίαρχα είδη το Σχίνο (*Pistacia lentiscus*), το Πουρνάρι (*Quercus coccifera*), τη Δάφνη (*Laurus nobilis*), το Φιλλύκι (*Phillyrea media*) και τη Μυρτιά (*Myrtus communis*) καθώς και την παρουσία φυτοκοινωνιών με *Euphorbia dendroides* και *Sarcopoterium spinosum*.

Η οικολογική αξία των νησιών κατά τη μεταναστευτική περίοδο, και ιδιαίτερα κατά την εαρινή θεωρείται ιδιαίτερος σημαντική, αφού αποτελούν έναν ενδιάμεσο σταθμό ξεκούρασης και τροφοληψίας για δεκάδες είδη πουλιών (Εικόνα 3), τα οποία διασχίζουν κάθε χρόνο την έρημο της Σαχάρας και τη Μεσόγειο Θάλασσα προς και από τις περιοχές αναπαραγωγής στην Παλαιαρκτική και τις περιοχές διαχείμασης στην τροπική Αφρική (Barboutis *et al.* 2009). Από τα πιο σημαντικά μεταναστευτικά είδη ορνιθοπανίδας που παρατηρούνται σε μεγάλους αριθμούς στα νησιά, περίοπτη θέση κατέχουν τα Τρυγόνια (*Streptopelia turtur*) τα οποία φτάνουν στην Ελλάδα τον

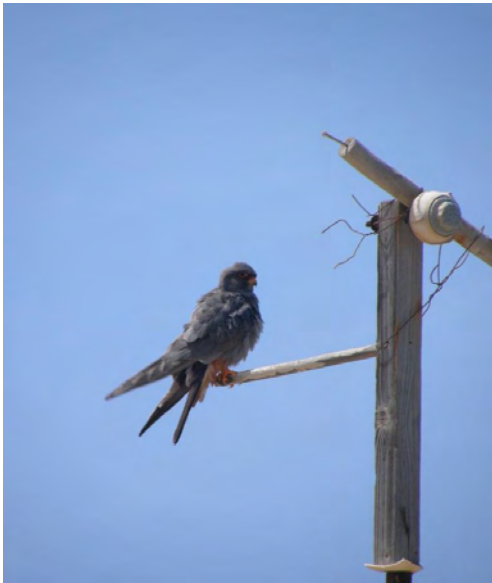
Αύγουστο με Σεπτέμβριο κατερχόμενα από πιο βόρειες χώρες, στις οποίες είχαν πάει περνώντας πάλι από τη χώρα μας, όταν έρχονται από την Αφρική τους ανοιξιάτικους μήνες προκειμένου να αναπαραχθούν. Τα Στροφάδια αποτελούν σημαντικό πέρασμα για το είδος αυτό το οποίο δυστυχώς αποτελεί δημοφιλές θήραμα για λαθροθήρες που δραστηριοποιούνται στην περιοχή.



**Εικόνα 3** Κύριοι μεταναστευτικοί διάδρομοι πτηνών στην Ελλάδα (πηγή: Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία).

Άλλα σημαντικά μεταναστευτικά είδη (Εικόνες 4 & 5) που παρατηρούνται στην περιοχή κατά την εαρινή μετανάστευση είναι το Μαυροκιρκίνεζο (*Falco vespertinus*), ο Τσαλαπετεινός (*Upupa epops*), ο Μελισσοφάγος (*Merops apiaster*), ο Συκοφάγος (*Oriolus oriolus*), ο Αετομάχος (*Lanius collurio*), ο Κούκος (*Cuculus canorus*), ο Κοκκινοκεφαλός (*Lanius senator*), ο Κηποτσιροβάκος (*Sylvia borin*) ο Μαυροτσιροβάκος (*Sylvia melanocephala*), ο Θαμνοτσιροβάκος (*Sylvia communis*), ο Καστανολαίμης (*Saxicola rubetra*) ο Θαμνοφυλλοσκόπος (*Phylloscopus trochilus*) ο Φλώρος (*Carduelis chloris*) και ο Σταχτομυγοχάφτης (*Muscicapa striata*). Η παρουσία επίσης μεγάλων πληθυσμών θαλασσοπουλιών σε συνδυασμό με την παρατήρηση αρκετών ειδών κητωδών στην ευρύτερη περιοχή όπως Φυσητήρες (*Physeter macrocephalus*), Ζιφιοί (*Ziphius cavirostris*), Δελφίνια (*Delphinus delphis*), Ζωνοδέλφια (*Stenella coeruleoalba*), Σταχτοδέλφια (*Grampus griseus*) και

Ρινοδέλφια (*Tursiops truncatus*), τεκμηριώνουν τη μεγάλη παραγωγικότητα του θαλάσσιου οικοσυστήματος στην περιοχή (Frantzis *et al.* 2003).



**Εικόνα 4** Περστικό αρσενικό Μαυροκικίνεζο (*Falco vespertinus*) κατά τη διάρκεια της ανοιξιάτικης μετανάστευσης, στο Σταμφάνι.



**Εικόνα 5** Ο Σταχτομυγοχάφτης (*Muscicapa striata*) στα Στροφάδια αποτελεί ένα από τα αφθονότερα είδη στρουθιόμορφων κατά την εαρινή μετανάστευση.



### A.3 Τα θαλασσοπούλια του νότιου Ιονίου

Στην περιοχή μελέτης το κύριο είδος της ορνιθοπανίδας που ανήκει στη θαλάσσια τροφική αλυσίδα είναι ο Αρτέμης (*Calonectris diomedea*). Το πελαγικό αυτό θαλασσοπούλι με μέγεθος 45-56 cm και άνοιγμα φτερών 112-126 cm αποτελεί κοινό είδος της Μεσογείου (Εικόνα 6). Η αποικία του Αρτέμη στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Στροφάδων Νήσων παρακολουθείται συστηματικά από το 2007 και αποτελεί ίσως τη μεγαλύτερη αποικία του είδους στην ανατολική Μεσόγειο και αναμφίβολα τη μεγαλύτερη στο Ιόνιο (Karris *et al.* 2009). Στον ελλαδικό χώρο συστηματική μελέτη για το είδος έχει πραγματοποιηθεί επίσης στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Διονυσάδων στη ΒΑ Κρήτη και μάλιστα για μια μακρά περίοδο 35 περίπου ετών (Ristow and Wink 1980, Ristow *et al.* 1991).



Εικόνα 6. Αρτέμης (*Calonectris diomedea*) στο Σταμφάνι.

Σύμφωνα με τα παραπάνω ο Αρτέμης αποτελεί αναπόσπαστο και σημαντικό κομμάτι του θαλάσσιου οικοσυστήματος του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου. Άλλα σημαντικά ή/και κοινά είδη θαλάσσιας ορνιθοπανίδας στο Ιόνιο είναι ο Θαλασσοκόρακας (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), ένας δεινός δύτες και χαρακτηριστική φιγούρα σε παράκτια οικοσυστήματα, ο Αιγαιόγλαρος (*Larus audouinii*), ο Μύχος (*Puffinus yelkouan*) και ο Πετρίλος (*Hydrobates pelagicus*) που αποτελούν πελαγικά είδη και ο πιο κοινός Ασημόγλαρος (*Larus michahellis*) που χαρακτηρίζεται ως ομορτυνιστικό είδος με έντονη πληθυσμιακή αυξητική τάση τα τελευταία χρόνια.

#### A.4 Το είδος μελέτης *Calonectris diomedea* (γενικές πληροφορίες)

##### A.4.1 Ταξινόμηση του είδους

Ο Αρτέμης όπως προαναφέρθηκε αποτελεί έναν πολύ σημαντικό ανώτερο θηρευτή στο θαλάσσιο οικοσύστημα του Ιονίου. Η ταξινόμηση αυτού του στενού συγγενή των Άλμπατρος αναπτύσσεται στον Πίνακα 1 αν και οι αλλαγές σε αυτό το επίπεδο υφίστανται μία αέναη ζύμωση<sup>2</sup>.

**Πίνακας 1** Ταξινόμηση του είδους *Calonectris diomedea* (BirdLife International 2009)

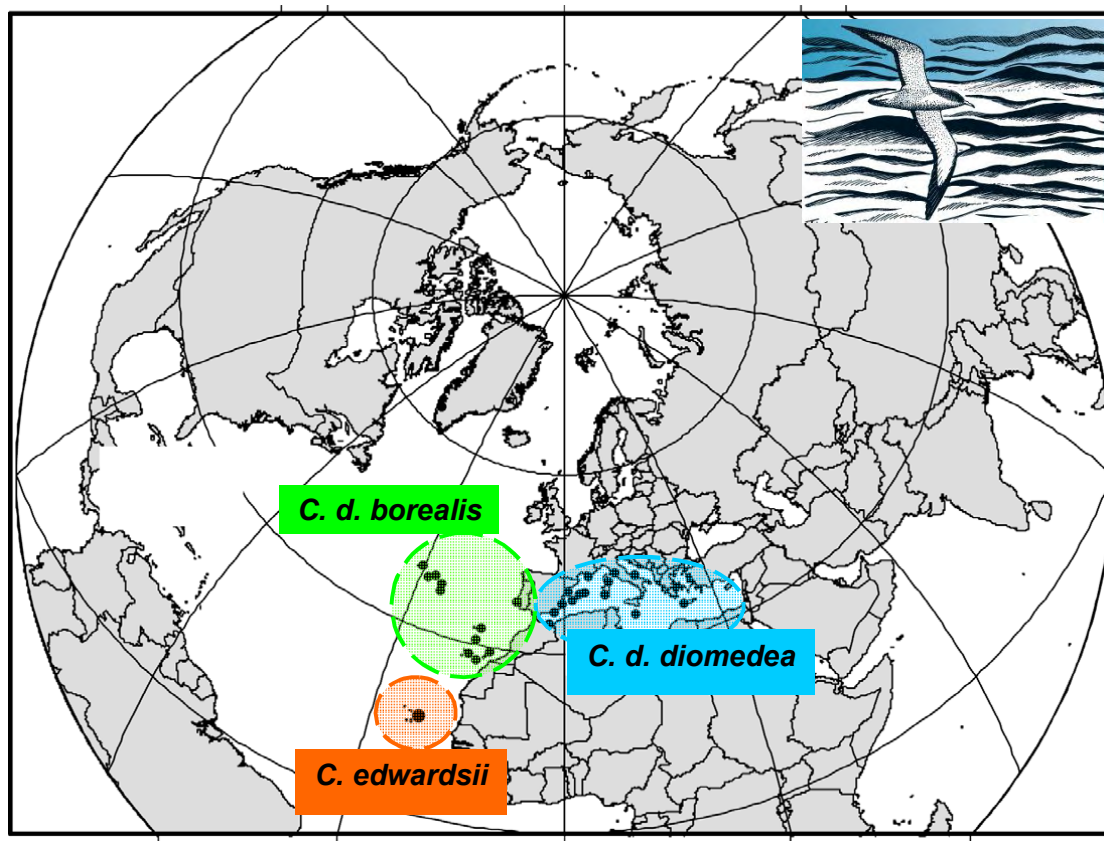
Λατινικό όνομα			Κοινό όνομα (Ελληνικό)	Κοινό όνομα (Αγγλικό)
<i>Calonectris diomedea</i> (Scopoli, 1769)			Αρτέμης (Αρτίνα στο Νότιο Ιόνιο)	Cory's Shearwater
Βασίλειο (Kingdom)	Φύλο (Phylum)	Κλάση (Class)	Τάξη (Order)	Οικογένεια (Family)
<b>ZΩΑ</b> (ANIMALIA)	ΧΟΡΔΩΤΑ (CHORDATA)	ΠΤΗΝΑ (AVES)	PINOTΡΥΠΟΜΟΡΦΑ (PROCELLARIIFORMES)	(PROCELLARIIDAE)

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ταξινόμηση του είδους *Calonectris diomedea*, (Aves, Procellariiformes - Scopoli 1769) έχει τροποποιηθεί τις τελευταίες τρεις δεκαετίες με βάση νέα δεδομένα που έχουν προκύψει από εφαρμογές γενετικών αναλύσεων σε δείγματα διαφορετικών πληθυσμών και την επακόλουθη συσσώρευση μορφομετρικών χαρακτηριστικών (Granadeiro 1993). Μέχρι και τα μέσα της δεκαετίας του 90' ήταν αναγνωρισμένα τρία διαφορετικά υποείδη, αναδεικνύοντας έτσι το είδος *Calonectris diomedea* ως πολυτυπικό (Mougin 1998). Τα υποείδη αυτά ήταν το Ατλαντικό *Calonectris d. borealis* που αποτελούσε το πιο μεγάλωμο από τα τρία υποείδη και η κατανομή του αναπαραγωγικού πληθυσμού του εστιαζόταν στο θαλάσσιο χώρο του ανατολικού Ατλαντικού, το ενδιάμεσου μεγέθους Μεσογειακό υποείδος *C.d. diomedea* η πληθυσμιακή κατανομή του οποίου κατά την αναπαραγωγική περίοδο περιορίζεται αυστηρά στη λεκάνη της Μεσογείου, και το

<sup>2</sup> Πρόσφατη μελέτη των Sangster *et al.* (2012) προτείνει την ταξινόμηση του μεσογειακού πληθυσμού του Αρτέμη ως ξεχωριστό είδος με κοινή Αγγλική ονομασία Scopoli's Shearwater, ως αποτέλεσμα συσσώρευσης γενετικών, μορφολογικών και οικολογικών ιδιαιτεροτήτων που αφορούν π.χ. στην τροφοληψία.



μικρότερο σε σωματικές διαστάσεις *C.d. edwardsii* το οποίο εθεωρείτο ενδημικό του νησιωτικού συμπλέγματος του Πράσινου Ακρωτηρίου όπου και φιλοξενούνται οι αποικίες του (Cramp & Simmons 1977, Thibault *et al.* 1997) (Εικόνα 7).



**Εικόνα 7** Γεωγραφική κατανομή του γένους *Calonectris* σε Μεσόγειο και Ατλαντικό κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου.

Σύμφωνα με νεότερες μελέτες (Bretagnolle & Lequette 1990, Hazevoet 1995) που έδειξαν διαφορετικά μορφολογικά γνωρίσματα στον πληθυσμό των νησιών του Πράσινου Ακρωτηρίου, ο γεωγραφικά απομονωμένος πληθυσμός σε αυτό το τελευταίο σύμπλεγμα του Βόρειου Ατλαντικού αναγνωρίζεται σήμερα ως ξεχωριστό είδος με την επιστημονική ονομασία *Calonectris edwardsii*, (Aves, Procellariiformes - Oustalet 1883). Ο διαχωρισμός αυτός σε επίπεδο είδους αποτελεί επί της ουσίας προϊόν της αλλοπάτριας γεωγραφικής ειδογένεσης ως αποτέλεσμα οικολογικής διαφοροποίησης λόγω απομόνωσης, με μορφολογικό «αποτύπωμα» κυρίως στο μέγεθος (μικρότερο σώμα) και σχετικά μακρύτερο και πιο σκουρόχρωμο ράμφος αλλά και τις συχνότερες εκπομπές των καλεσμάτων.

Αναφορικά με τα άλλα δύο υποείδη, το Ατλαντικό και το Μεσογειακό παρουσιάζουν σχεδόν όμοιο αναπαραγωγικό κύκλο αλλά και κάποιες μορφομετρικές διαφορές (π.χ. μέγεθος) και σε συνδυασμό με την κατανομή τους στο θαλάσσιο χώρο στη διάρκεια της περιόδου διαχείμασης, μπορεί εύκολα να διαχωριστούν κατά την παρατήρηση τους στο πεδίο (Camphuysen & Van der Meer 2011).

#### A.4.2 Παγκόσμια κατανομή του είδους

Ο Αρτέμης αποτελεί ένα από τα πιο χαρακτηριστικά είδη ορνιθοπανίδας τόσο του Αιγαίου όσο και του Ιονίου Πελάγους για τα οποία μπορεί να αποτελέσει βιοδείκτη της κατάστασης τους π.χ. των επιπέδων παραγωγικότητας. Πρόκειται για ένα πελαγικό, μακρόβιο (αγγίζει τα 30 χρόνια), μονογαμικό, μεταναστευτικό θαλασσοπούλι, με ιδιαίτερα υψηλό δείκτη φιλοπατρίας (Thibault 1993a). Το Μεσογειακό υποείδος αναπαράγεται κατά αποικίες στη Μεσόγειο, ενώ το Ατλαντικό υποείδος σχηματίζει αποικίες σε νησιά του ΒΑ Ατλαντικού όπως στη Μαδέιρα, στις Αζόρες που φιλοξενούν το 65% του παγκόσμιου πληθυσμού, στα Κανάρια νησιά και στο Selvagem Grande. Η διαχείμαση του είδους λαμβάνει χώρα σε θαλασσινά πεδία του Ατλαντικού στη δυτική Αφρική και κυρίως σε γεωγραφικά πλάτη κοντά στον Ισημερινό, (Ristow *et al.* 2000) καθώς και κοντά σε δυτικές και νότιες ακτές της νοτίου Αφρικής (Ryan 1997, Camphuysen & Van Der Meer 2001) ενώ η επιστροφή στις περιοχές αναπαραγωγής ξεκινά στα τέλη χειμώνα με αρχές άνοιξης (Εικόνα 8). Νεότερα δεδομένα από χρήση καινοτόμων μεθόδων τηλεμετρίας (Karris *et al.* 2011) έδειξαν ότι ο Αρτέμης της ανατολικής Μεσογείου έχουν πιο βόρεια κατανομή από αυτούς της δυτικής Μεσογείου. Πιο συγκεκριμένα φαίνεται πως κατά την περίοδο της διαχείμασης τους χρησιμοποιούν τα τροπικά θαλάσσια ύδατα σε παράκτιες περιοχές της δυτικής Αφρικής και τα θαλάσσια πεδία του Ισημερινού στο νότιο Ατλαντικό ενισχύοντας τα ευρήματα των González-Solís *et al.* (2007).

Η έρευνα για τον μεσογειακό πληθυσμό του Αρτέμη απαιτεί επίπονη όσο και αυστηρών προδιαγραφών ασφαλή εργασία πεδίου, μιας και οι αποικίες βρίσκονται κατά κύριο λόγο σε απομονωμένα και ακατοίκητα νησιά, ενώ οι φωλιές εντοπίζονται σε πολύ βαθιές σχισμές βράχων, κυρίως σε δύσκολα προσβάσιμες ακτογραμμές ή κάτω από πυκνή μακία βλάστηση. Στον ελλαδικό χώρο συστηματική μελέτη για το είδος έχει πραγματοποιηθεί από τον Dr Ristow στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Διονυσάδων στη ΒΑ Κρήτη και μάλιστα για μια μακρά περίοδο και πιο συγκεκριμένα από τη δεκαετία του 70 έως και τα τέλη αυτής του 90.

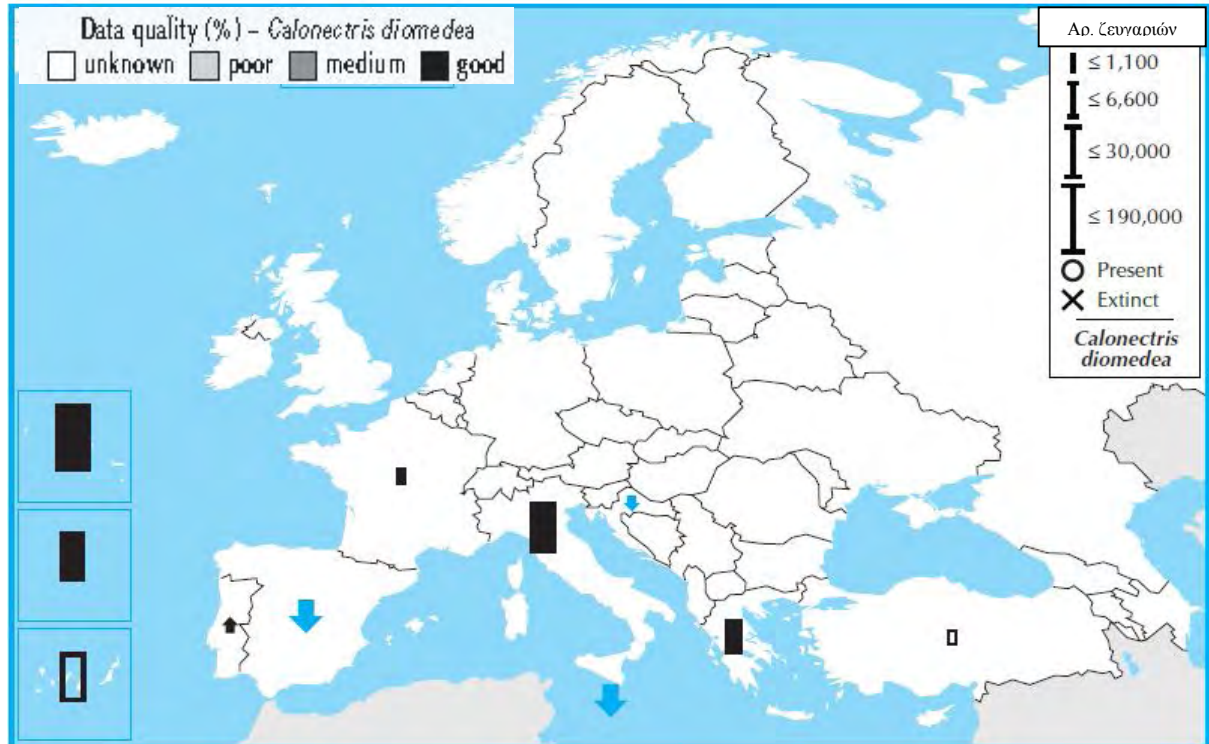


**Εικόνα 8** Γεωγραφική κατανομή του είδους *Calonectris diomedea* καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (αναπαραγωγική και μη αναπαραγωγική περίοδος).

#### A.4.3 Πληθυσμιακά δεδομένα

Σύμφωνα με το BirdLife International (2004), ο αναπαραγωγικός πληθυσμός του Αρτέμη στην Ευρώπη, ο οποίος και αντιστοιχεί στο 75-94% του παγκόσμιου του, εκτιμάται στα 270.000-290.000 αναπαραγωγικά ζευγάρια, τα οποία με τη σειρά τους μπορούν να αντιστοιχηθούν σε συνολικό πληθυσμό 810.000-870.000 αναπαραγωγικών και μη αναπαραγωγικών ατόμων (Εικόνα 9). Το Ατλαντικό υποείδος έχει μεγαλύτερο πληθυσμό από το αντίστοιχο της Μεσογείου μια και με βάση εκτιμήσεις της δεκαετίας του 90' (del Nevo, 1994, Thibault *et al*, 1997) αλλά και της πρόσφατης εργασίας των Camphuysen & Van der meer (2011) για το πληθυσμό των Αζόρων, εκτιμάται στα 200.000–240.000. Αντίστοιχα το Μεσογειακό υποείδος σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία εκτιμάται στα 60.000-80.000 ζευγάρια (Thibault, 1993, del Nevo, 1994).

Πρέπει να σημειωθεί ότι στο γένος *Calonectris* ανήκει κι ένα τρίτο είδος, το *Calonectris leucomelas* (Aves, Procellariiformes - Temminck, 1835). Το είδος αυτό επιδεικνύει ένα μεγάλο εύρος κατανομής στον Ειρηνικό Ωκεανό και χαρακτηρίζεται από ένα μεγάλο πληθυσμιακό μέγεθος μια και σύμφωνα με τον Brooke (2004) εκτιμάται παγκοσμίως στα 3.000.000 ώριμα άτομα (Birdlife International 2009).



**Εικόνα 9** Πληθυσμιακή κατανομή του Αρτέμη στις περιοχές αναπαραγωγής. Τα βέλη δείχνουν τις πληθυσμιακές τάσεις από το 1970 έως το 2000 (BirdLife 2004).

#### A.4.4. Τροφικές προτιμήσεις

Η τροφή του Αρτέμη αποτελείται κατά κύριο λόγο από μικρά σε μέγεθος ψάρια (Εικόνα 10) όπως το Μαυροσαύριδο (*Trachurus picturatus*), η Κότα (*Capros aper*), η Ζαργάνα (*Belone belone gracilis*), η Λουτσοζαργάνα (*Scomberesox saurus*), κεφαλόποδα με κύριο εκπρόσωπο τα καλαμάρια καθώς και από πελαγικά καρκινοειδή (Monteiro *et al.* 1996, Granadeiro *et al.* 1998a, Xavier *et al.* 2011, Karris *προσ. παρ.*). Η τροφοληψία αποτελεί μία από τις χαρακτηριστικές επιδεξιότητες του είδους και λαμβάνει χώρα συνήθως σε ομαδικό επίπεδο και κυρίως στην επιφάνεια της θάλασσας ή σε μικρά βάθη κατά τη διάρκεια σύντομων καταδύσεων (Monteiro *et al.* 1996, Mougin & Mougin 1998). Συχνά παρατηρείται η παρουσία Αρτέμηδων κοντά σε αλιευτικά σκάφη όπως τράτες προκειμένου να καρπωθούν από τα παρεμπίπτοντα αλιεύματα ενώ επιτίθενται και στα δολώματα παραγαδιών κατά τη διάρκεια των αλιευτικών επιχειρήσεων (Belda & Sanchez 2001, Sanchez & Belda 2003, Karris *et al.* 2013).





**Εικόνα 10** Ζαργάνες (*Belone belone gracilis*) σε έμεσμα γονέα κατά το τάϊσμα νεοσσού στο Σταμφάνι.

Ο Αρτέμης όπως και όλα τα θαλασσοπούλια προσλαμβάνει μέσω της τροφής του περίσσεια άλατος την οποία και πρέπει να αποβάλλει ώστε να διατηρεί χαμηλότερες συγκεντρώσεις αλάτων στο αίμα και τα υγρά του σώματος του από αυτές του περιβάλλοντος θαλασσινού νερού. Η αποβολή της περίσσεια του άλατος γίνεται μέσω εξειδικευμένων αλατογόνων αδένων (Nybakken & Bertness 2005). Οι εξειδικευμένες αυτές λειτουργικές δομές εντοπίζονται στους οφθαλμικές κόγχες και η τελική αποβολή της περίσσειας του άλατος γίνεται από τα σωληνωτά ρουθούνια που είναι εμφανή στο ράμφος του είδους.

#### A.4.5 Απειλές

Οι Anselme & Durand (2012) ταξινομούν τις βασικές απειλές για το είδος σε δύο κύριες κατηγορίες:

- ✓ Σε απειλές που δρουν εκτός των αναπαραγωγικών περιοχών κι έχουν άμεση ή έμμεση συσχέτιση με αλιευτικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται στα πεδία τροφοληψίας, με ακανόνιστες τροφικές πηγές που συχνά μπορούν να θέσουν ισχυρούς περιορισμούς στο πληθυσμιακό μέγεθος και με εντατικοποίηση των φαινομένων που σχετίζονται με κλιματικές αλλαγές και περιστατικά τυχαίας ρύπανσης στο θαλάσσιο οικοσύστημα,
- ✓ Σε in situ απειλές, δηλαδή εντός των βιοτόπων αναπαραγωγής, με βασική τη θήρευση από χερσαίους εισβολείς όπως είναι κατά κύριο λόγο οι άγριες γάτες (*Felix silvestris*), οι Μαυροποντικοί (*Rattus rattus*), τα Αγριοκούνελα (*Oryctolagus cuniculus*) και τα Δεντροκούναβα (*Martes martes*). Επίσης θηρευτική πίεση τόσο σε αυγά και νεοσσούς όσο και σε ενήλικα άτομα Αρτέμη μπορούν να ασκήσουν είδη πουλιών όπως ο Ασημόγλαρος που

διεκδικεί επιπλέον και το βιότοπο αναπαραγωγής, ο Μπούφος (*Bubo bubo*) και ο Πετρίτης (*Falco peregrinus*). Αξιοσημείωτη είναι και η αρνητική επίδραση που έχουν ανθρωπογενείς δραστηριότητες όπως η όχληση από την ανθρώπινη παρουσία, η ανεξέλεγκτη τουριστική ανάπτυξη και τα αναμμένα φώτα κατά τις βραδινές ώρες που λειτουργούν αποτρεπτικά για τα ενήλικα αναφορικά με την επίσκεψη στις φωλιές τους, καθώς και η συσσώρευση πλαστικών ουσιών στο στομαχικό περιεχόμενο σύμφωνα με τα νέα ευρήματα σχετικής μελέτης (Codina-García *et al.* 2013).

Πρόσφατες μελέτες (Petrella 2011, Karris *et al.* 2013) που πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή έδειξαν ότι κυρίως η τυχαία παγίδευση των Αρτέμηδων σε αλιευτικά εργαλεία όπως το παραγάδι και δευτερευόντως το απλάδι, και σε λιγότερο βαθμό η θήρευση από Μαυροποντικούς και Ασημόγλαρους σε αυγά και νεοσσούς, αποτελούν απειλές για το πληθυσμό του Αρτέμη στην αποικία των Στροφάδων.

#### A.4.6 Καθεστώς προστασίας

Το μεσογειακό υποείδος του Αρτέμη τόσο σε διεθνές όσο και σε εθνικό επίπεδο παρουσιάζει μία φθίνουσα πληθυσμιακή τάση, ο ρυθμός της οποίας δεν επιβάλλει το χαρακτηρισμό του ως Τρωτό (Vulnerable) σύμφωνα και με τις πιο πρόσφατες εκτιμήσεις του πληθυσμιακού του μεγέθους (Anselme L. & Durand 2012, BirdLife International 2004). Για το λόγο αυτό σε επίπεδο IUCN και Ελλάδας (Λεγάκης & Μαραγκού 2009) χαρακτηρίζεται ως μειωμένου ενδιαφέροντος (Least Concern). Στον Πίνακα 2 που ακολουθεί περιγράφεται το καθεστώς προστασίας και σπανιότητας του Αρτέμη σε Εθνικό, Κοινοτικό και Διεθνές επίπεδο.

**Πίνακας 2** Παρουσία, καθεστώς προστασίας και σπανιότητας του είδους *Calonectris diomedea*

			ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ				ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΑΠΕΙΛΗΣ		
							ΣΠΑΝΙΟΤΗΤΑ		
Επιστημονικό όνομα	Ελληνική Ονομασία	Παρουσία	Οδηγίες ΕΕC 79/409 & 2009/147	Σύμβαση Βέρνης	Συνθήκη Βαρκελώνης	Κατηγορία SPEC	Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο 2009	Καθεστώς Απειλής στην Ε.Ε.	IUCN Κόκκινη Λίστα
<i>Calonectris diomedea</i>	Αρτέμις	B, P	I	II	II	2	LC	VU	LC

**ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΠΙΝΑΚΑ**

**Παρουσία**

**B:** χρησιμοποιεί τον τόπο για να φωλιάζει και να ανατρέφει τους νεοσσούς, **R:** βρίσκεται στον τόπο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, **P:** περαστικός (μετανάστης)

**Καθεστώς προστασίας**

**79/409/EEC:** Κοινοτική Οδηγία περί διατήρησης των αγρίων ειδών πτηνών και των βιοτόπων τους.

**Παράρτημα I:** είδη ειδικής προστασίας για τη διατήρηση των ενδιαιτημάτων τους και τη διασφάλιση της επιβίωσης και αναπαραγωγής τους εντός των περιοχών κατανομής τους. Θα πρέπει επίσης να λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα προστασίας στους βιοτόπους αναπαραγωγής, αλλαγής περσώματος, ξεχειμωνιάσματος και σταθμούς μετανάστευσης.

**Σύμβαση της Βέρνης:** Δίνει οδηγίες στα μέλη να πάρουν κατάλληλα νομοθετικά και διοικητικά μέτρα για την προστασία βιοτόπων αναπαραγωγής και ανάπαυσης προστατευόμενων ειδών.

**Παράρτημα II:** είδη αυστηρά προστατευόμενα, **Παράρτημα III:** είδη προστατευόμενα.

**Σημ.:** Οι χώρες που υπέγραψαν αυτήν την σύμβαση πρέπει να προσοθούν την έρευνα για τα αποδημητικά πουλιά, να συνάπτουν συμφωνίες για την διαχείριση και την προστασία τους καθώς και για τον σημαντικών ενδιαιτημάτων κατά μήκος των μεταναστευτικών οδών.

**Καθεστώς σπανιότητας**

**SPEC** (Species of European Conservation Concern): Κατάταξη σε μια από τις κατηγορίες κινδύνου σύμφωνα με τα πρόσφατα δεδομένα του BirdLife International (BirdLife International, 2004), ως εξής:

**1:** Απειλείται με εξαφάνιση παγκοσμίως,

**2:** Πληθυσμός συγκεντρωμένος στην Ευρώπη, σε δυσμενές καθεστώς διατήρησης (απειλείται ή μειώνεται στην Ευρώπη όπου είναι συγκεντρωμένος ο μεγαλύτερος πληθυσμός του είδους),

**3:** Πληθυσμός μη συγκεντρωμένος στην Ευρώπη, σε δυσμενές καθεστώς διατήρησης (απειλείται ή μειώνεται στην Ευρώπη αλλά έχει μεγαλύτερη γεωγραφική κατανομή),

**Non Spec:** Πληθυσμός μη συγκεντρωμένος στην Ευρώπη σε ευνοϊκό καθεστώς διατήρησης (είδος που δεν παρουσιάζει άμεσες απειλές).

**Non Spec<sup>E</sup>:** Πληθυσμός συγκεντρωμένος στην Ευρώπη σε ευνοϊκό καθεστώς διατήρησης (είδος που δεν παρουσιάζει άμεσες απειλές).

**Ελληνικό Κόκκινο Βιβλίο Απειλούμενων Ζώων Ελλάδας:**

**NE:** μη αξιολογηθέν (Not evaluated), **DD:** Ανεπαρκώς γνωστό, **LC:** μειωμένος ενδιαφέροντος (Least concern), **VU:** Τρωτό (Vulnerable), **NT:** σχεδόν απειλούμενο (Near threatened), **EN:** κινδυνεύον (Endangered), **CR:** Κρίσιμως κινδυνεύον (Critically endangered)

**Καθεστώς Απειλής στην Ε.Ε.:**

**CR** (Critically Endangered): Κρίσιμα Κινδυνεύον, **EN** (Endangered): Κινδυνεύον, **VU** (Vulnerable): Τρωτό, **D** (Declining): Μειούμενο, **R** (Rare): Σπάνιο, **H** (Depleted): Μειωμένο, **L** (Localized): Με Τοπική Κατανομή, **S** (Secure): Ασφαλές

## A.5 Σκοπός της έρευνας

Η μελέτη και έρευνα για τον Αρτέμη στην περιοχή των Στροφάδων είχε έξι βασικούς πυλώνες-ερωτήματα τα οποία και αναμενόταν μέσω των απαντήσεων τους, να βοηθήσουν στην καλύτερη κατανόηση της οικολογικής λειτουργίας του νησιωτικού συμπλέγματος για το εν λόγω είδος. Αυτοί ήταν:

- 1) Εκτίμηση του αναπαραγωγικού και συνολικού πληθυσμού του είδους στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Στροφάδων,
- 2) Μελέτη της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη στα Στροφάδια και εκτίμηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας στα διάφορα στάδια της αναπαραγωγής,
- 3) Ολοκληρωμένη γνώση του προτύπου μετανάστευσης του Αρτέμη και συσχετίσή του με ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά,
- 4) Προσδιορισμός των περιοχών τροφοληψίας του πελαγικού Αρτέμη κατά τη διάρκεια του σταδίου εκκόλαψης των νεοσσών και της ανατροφής τους,
- 5) Συσχέτιση μορφομετρικών δεδομένων με το φύλο των πτερωμένων νεοσσών
- 6) Εκτίμηση των επιπτώσεων της αλιείας στο πληθυσμό του είδους αφού άνθρωποι και θαλασσοπούλια ανταγωνίζονται για τις ίδιες τροφικές πηγές,

Η μελέτη συγκεκριμένων τμημάτων της οικολογίας του είδους μπορεί να προτείνει άμεσες διαχειριστικές εφαρμογές στην περιοχή μελέτης οι οποίες θα βασίζονται σε πρωτογενή δεδομένα και επαρκή επιστημονική τεκμηρίωση. Όλες οι παραπάνω παράμετροι παρέμεναν σχεδόν άγνωστες για το είδος στη συγκεκριμένη περιοχή. Ειδικότερα μέχρι πρότινος δεν γνωρίζαμε απολύτως τίποτα για τις θαλάσσιες διαδρομές του συγκεκριμένου πληθυσμού την περίοδο εκτός αναπαραγωγικής δραστηριότητας (τέλη Οκτωβρίου – τέλη Μαρτίου) καθώς και τις περιοχές διαχείμασης, όπου μπορεί άλλοι ωκεανογραφικοί παράγοντες να επηρεάζουν πολύ περισσότερο το είδος από ότι οι αβιοτικοί και βιοτικοί παράγοντες ή οι ανθρώπινες δραστηριότητες στην περιοχή του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου.

Επίσης, η οριοθέτηση των θαλάσσιων πεδίων τροφοληψίας και ξεκούρασης καθώς και των προτύπων μετανάστευσης για τα θαλασσοπούλια με τηλεμετρικές μεθόδους,



κρίνεται ιδιαίτερα σημαντική παράμετρος από άποψη έρευνας και διαχείρισης, αφού μπορεί να δώσει πολύτιμα στοιχεία στην προσπάθεια ανίχνευσης των Σημαντικών Θαλάσσιων Περιοχών για τα Πουλιά (Marine Important Bird Areas) της χώρας μας αλλά και γενικότερα της Ε.Ε. (BirdLife 2007, European Commission 2007). Ειδικά η μελέτη των προτύπων μετανάστευσης αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση ώστε να υπάρχει ολοκληρωμένη γνώση για την οικολογία του Αρτέμη, την ανίχνευση πιθανών επιπτώσεων από τις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές και το σχεδιασμό μίας ανάλογης διαχειριστικής προσέγγισης όσον αφορά τη διατήρηση και προστασία του είδους τόσο στις περιοχές αναπαραγωγής όσο και σε αυτές της διαχείμασης.

Αναφορικά με τον μεσογειακό πληθυσμό του Αρτέμη θα πρέπει να σημειωθεί ότι μέχρι πριν 2-3 χρόνια, η μοναδική σχετική πληροφορία για αποικία της Ανατολικής Μεσογείου προερχόταν από τη δορυφορική παρακολούθηση τεσσάρων ατόμων από την αποικία του νησιωτικού συμπλέγματος των Διονυσάδων (βορειοανατολική Κρήτη) τα οποία έφτασαν μέχρι τις ακτές της Σενεγάλης στον Ατλαντικό (Ristow *et al.* 2000). Δεδομένου ότι το είδος παρουσιάζει έντονη φιλοπατρία και οι αποικίες του αποτελούν διακριτούς πληθυσμούς (γενετικά) οι ακριβείς χώροι διαχείμασης θεωρούνται μοναδικοί και ίσως αρκετά εντοπισμένοι. Συνεπώς το κενό στη γνώση για τα μεταναστευτικά πρότυπα των Αρτέμηδων που φωλιάζουν στην απομονωμένη αποικία των Στροφάδων στο νότιο Ιόνιο, αποτελούσε ερευνητική προτεραιότητα για τη μελέτη της μεγαλύτερης ίσως αποικίας (5.000-6.000 ζευγάρια) του είδους στη Μεσόγειο (Karris *et al.* 2009).

Η απογραφή του πληθυσμιακού μεγέθους με ένα συστηματικό τρόπο ο οποίος να δύναται να επαναληφθεί και από άλλους ερευνητές στο μέλλον, μπορεί να δώσει όχι μόνο ποσοτικά στοιχεία για το συνολικό ή/και τον αναπαραγωγικό πληθυσμό του είδους στην περιοχή αλλά και να αποτελέσει το θεμέλιο για την ανίχνευση πληθυσμιακών τάσεων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την παρακολούθηση της αναπαραγωγικής προσπάθειας του είδους και την εκτίμηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας σε διαφορετικά στάδια, μπορούν μεταξύ άλλων να αποτελέσουν δείκτες τόσο της βιωσιμότητας του πληθυσμού, όσο και της υγείας των θαλάσσιων οικοσυστημάτων με τα οποία σχετίζεται. Επιπλέον, ο προσδιορισμός του φύλου των πτερωμένων νεοσσών με βάση κατάλληλα επιλεγμένους μορφομετρικούς δείκτες, είναι σε θέση να εκτιμήσει επιπρόσθετες παραμέτρους της αναπαραγωγής (π.χ. αναλογία φύλου) με την ελάχιστη δυνατή όχληση και καταπόνηση των νεοσσών.

Τέλος, η εκτίμηση της παρεμπίπτουσας παγίδευσης (by-catch) του Αρτέμη στην ευρύτερη περιοχή μελέτης και πιο συγκεκριμένα στο χώρο του νοτίου Ιονίου, όπου τα άτομα της αποικίας των Στροφάδων δραστηριοποιούνται κυρίως κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής τους (Μάιος-Οκτώβριος), μπορεί να αποδώσει το μέγεθος της απειλής από την παγίδευση, συσχετίζοντας τα αποτελέσματα με τα πληθυσμιακά δεδομένα της υπό μελέτη αποικίας. Τα πρότυπα της παρεμπίπτουσας παγίδευσης του είδους σε χωροχρονική κλίμακα, θα μπορέσουν επίσης να αποτελέσουν τη βάση για την κατάρτιση μίας λίστας διαχειριστικών μέτρων για τον περιορισμό των περιστατικών τυχαίας θανάτωσης.

# **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.**

**Εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού του Αρτέμη στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Στροφάδων**

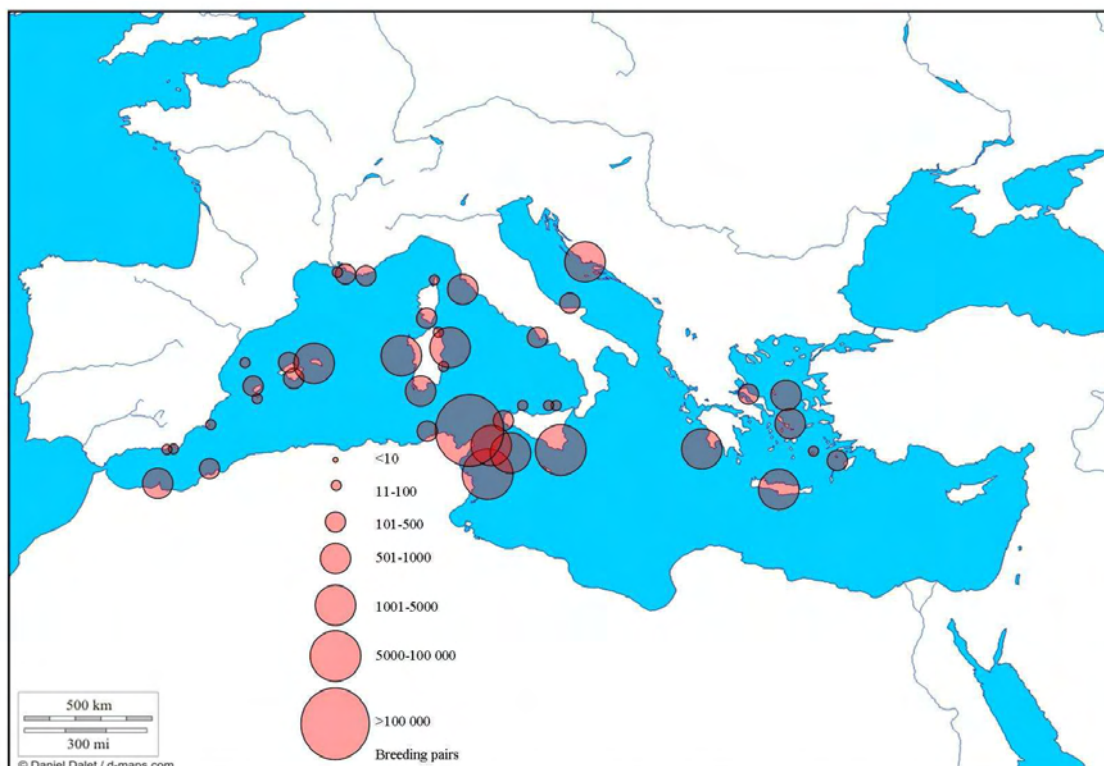
## **1. Εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού του Αρτέμη στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Στροφάδων**

### **1.1 Εισαγωγή**

Μία από τις πρωταρχικές και βασικές προτεραιότητες στη μελέτη, έρευνα και διαχείριση ενός είδους άγριας ορνιθοπανίδας, αποτελεί η γνώση ή εκτίμηση του πληθυσμιακού του μεγέθους σε όλο το εύρος της κατανομής του αλλά και σε επιμέρους βασικές περιοχές και αποικίες του. Η επαναλαμβανομένη ανά τακτά χρονικά διαστήματα απογραφή του πληθυσμού με χρήση της ίδιας μεθοδολογικής προσέγγισης, μπορεί να εξασφαλίσει συγκρισιμότητα δεδομένων και να επιτρέψει την ανίχνευση πληθυσμιακών τάσεων σε μία περιοχή ή/και παγκοσμίως. Οι πληθυσμιακές τάσεις μπορούν με τη σειρά τους να εξυπηρετήσουν την αναθεώρηση ενός προγράμματος παρακολούθησης σε μία συγκεκριμένη προστατευόμενη περιοχή ή ακόμα και την ανανέωση του ίδιου του Σχεδίου Δράσης για το συγκεκριμένο είδος, συμβάλλοντας ενδεχομένως και στην εκ νέου ιεράρχηση των προτεραιοτήτων διατήρησης και προστασίας του (Gregory *et al.* 2005, Massa 2006).

Η απογραφή ή εκτίμηση του πληθυσμού ενός είδους ορνιθοπανίδας μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για την αξιολόγηση μίας περιοχής όσον αφορά την ένταξή της σε κάποιο καθεστώς προστασίας από τις αρμόδιες υπηρεσίες και φορείς του κράτους. Τέτοιοι χαρακτηρισμοί σε συνδυασμό με τα επακόλουθα συνοδά εξειδικευμένα μέτρα διαχείρισης και προστασίας μπορούν να αποτελέσουν την ασφαλιστική δικλείδα προστασίας για τη βιωσιμότητα τοπικών πληθυσμών αλλά και γενικότερα της βιοποικιλότητας σε επίπεδο κράτους ή ζώνης χωρών όπως της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Massa 2006). Επιπλέον, η προσπάθεια συστηματικής απογραφής ενός πληθυσμού μπορεί να επιτρέψει και την παράλληλη συλλογή σημαντικών πληροφοριών, συσχετίζοντας για παράδειγμα την παρουσία ή απουσία των ατόμων με το είδος των ενδιαιτημάτων που προτιμούν για φώλιασμα, παρέχοντας κατ' αυτόν τον τρόπο μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα για την οικολογία του εκάστοτε είδους με ιδιαίτερη διαχειριστική αξία (Bourgeois & Vidal 2007, Kassara *et al.* 2012). Ανάλογες προσεγγίσεις έχουν ακολουθηθεί και για τον Αρτέμη σε σημαντικές αποικίες τόσο στον Ατλαντικό (Mougin 1999, Furness *et al.* 2000, Lecoq *et al.* 2010) όσο και στη Μεσόγειο (Ristow *et al.* 1990, Thibault 1994).

Όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο ο μεσογειακός πληθυσμός του Αρτέμη, σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, εκτιμάται στα 60.000-80.000 ζευγάρια (Thibault 1993b, Zotier *et al.* 1999). Οι Derhé (2012) και Anselme & Durand (2012) με νεότερες εκτιμήσεις τους ανεβάζουν το μέγεθος του μεσογειακού πληθυσμού στα 140.000-230.000 ζευγάρια, στηριζόμενοι στα νέα δεδομένα που αντλήθηκαν από την επιστημονική κοινότητα για όλο σχεδόν το εύρος κατανομής του είδους στη Μεσόγειο (Εικόνα 1.1). Η αύξηση κατά 300% περίπου των επιπέδων της προηγούμενης εκτίμησης ως αποτέλεσμα κυρίως της εργασίας των Defos du Rau *et al.* (2012) στο νησί Zembra της Τυνησίας, τονίζουν την ανάγκη ανανέωσης της πληροφορίας ανά περιόδους ακολουθώντας κατά το δυνατόν την ίδια μεθοδολογία, τουλάχιστον σε ό,τι αφορά τις πιο πολυπληθείς αποικίες στη Μεσόγειο. Σύμφωνα μάλιστα με την Derhé (2012) η εκτίμηση για τον αναπαραγωγικό πληθυσμό της Ελλάδας, βασισμένη σε στοιχεία από την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία για την περίοδο 1995-2011, ανέρχεται στα 5.200 με 8.300 αναπαραγωγικά ζεύγη και κάποιες λίγες εκατοντάδες μη αναπαραγωγικών ατόμων.



**Εικόνα 1.1** Η γεωγραφική κατανομή των αποικιών Αρτέμη και τα αντίστοιχα αναπαραγωγικά πληθυσμιακά μεγέθη στη Μεσόγειο [πηγή: Anselme & Durand 2012].

Τα Στροφάδια (Εικόνα 1.2) αποτελούν μία από τις πιο σημαντικές περιοχές στην ανατολική Μεσόγειο για τον Αρτέμη ο οποίος και συνιστά το είδος κριτήριο στο

χαρακτηρισμό τους ως Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά της Ελλάδας (Πορτόλου κ.α. 2009). Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με το ότι βρίσκονται υπό τη διαχειριστική εποπτεία του Φορέα Διαχείρισης του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου, καθιστούσε την εκτίμηση του πληθυσμιακού μεγέθους του Αρτέμη πρωταρχικής σημασίας πληροφορία για το σχεδιασμό και υλοποίηση στοχευμένων μέτρων προστασίας και διατήρησης του πληθυσμού του. Εντούτοις, μέχρι και το 2007 η γνώση για τον αναπαραγωγικό και το συνολικό πληθυσμό του είδους θεωρείτο ελλιπής αφού στηριζόταν ως επί το πλείστον σε αποσπασματικές εκτιμήσεις χωρίς παράθεση μεθοδολογικής προσέγγισης, κάνοντας λόγο για 50-100 ζευγάρια (ΕΟΕ 2000). Η προκαταρκτική επίσκεψη που πραγματοποιήθηκε το 2007 κατά την αναπαραγωγική περίοδο του είδους, και η πιλοτική προσπάθεια εκτίμησης της αναπαραγωγικής επιτυχίας σε 67 φωλιές εντοπισμένες μόνο στη νήσο Σταμφάνι (Εικόνα 1.3) ανέδειξε την υποεκτίμηση των παλαιότερων σχετικών αναφορών και τόνισε την αναγκαιότητα μιας συστηματικής προσπάθειας εκτίμησης του αναπαραγωγικού και, κατά δεύτερο λόγο, του συνολικού πληθυσμού του είδους στην περιοχή ενδιαφέροντος.



**Εικόνα 1.2** Οι Στροφάδες νήσοι όπως φαίνονται από την οροφή του Καστρομονάστηρου στο Σταμφάνι. Στο βάθος διακρίνονται η Άρπυια και οι ξέρες μεταξύ των δύο νησιών.



**Εικόνα 1.3** Φωλιά Αρτέμη στη νήσο Σταμφάνι. Η φωλιά εντοπίστηκε κατά την προκαταρκτική έρευνα το 2007 και πιο συγκεκριμένα κατά την περίοδο της εκκόλαψης ενώ διακρίνονται και τα δύο άτομα του ζεύγους.

## 1.2 Μεθοδολογία

### 1.2.1 Γενικές πληροφορίες για την απογραφή θαλασσοπουλιών

Με βάση τη διεθνή εμπειρία για την απογραφή πληθυσμών ειδών Ρινοτροπόμορφων, όπως ο Αρτέμης, ακολουθούνται τρεις βασικοί τύποι μεθοδολογικών προσεγγίσεων με διάφορες παραλλαγές. Οι τρεις βασικές διαφορετικές μέθοδοι περιλαμβάνουν (Gilbert *et al.* 1998, Mitchell *et al.* 2004, HOS 2007, Πορτόλου προσωπ. επικ.):

i. Καταμέτρηση Εμφανώς Κατειλημμένων Θέσεων (ΕΚΘ) - Survey of Apparently Occupied Nests

Η καταμέτρηση εμφανώς κατειλημμένων θέσεων για την εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού Αρτέμη δύναται να χρησιμοποιηθεί σε περιπτώσεις που υπάρχουν αμιγείς αποικίες του είδους και όχι μεικτές (π.χ. με Μύχους – *Puffinus yelkouan*) ή όπου υπάρχουν κουνέλια (*Oryctolagus cuniculus*), καθώς η καταγραφή των φωλιών τους μπορεί να περιείχε μεγάλο σφάλμα. Ως εμφανώς κατειλημμένες θέσεις από φωλεάζοντα άτομα χαρακτηρίζονται τα λαγούμια, οι φυσικές κοιλότητες κάτω από βράχους ή μακκία βλάστηση, οι σχισμές κλπ, όπου στην είσοδό τους ή και βαθύτερα καταγράφονται ενδείξεις παρουσίας Αρτέμηδων, όπως φτερά, κουτσουλιές, τσόφλια από αυγά αλλά και έντονη οσμή. Η χρήση ενδοσκοπίου (burrowscope) θεωρείται επιπρόσθετη λύση για την αποφυγή σφαλμάτων όταν μία αποικία δεν είναι αμιγής ή όταν είναι έντονη και η παρουσία κουνελιών.

Η μέθοδος γίνεται προβληματική ως προς τη χρήση της όταν μέρος ή ολόκληρος ο πληθυσμός αναπαράγεται σε βαθιές σχισμές ή κάτω από ογκόλιθους όπου καθίσταται αδύνατος ο περαιτέρω έλεγχος των επιμέρους εισόδων πιθανών φωλιών. Σε περιπτώσεις που ο πληθυσμός σε μία αποικία εντοπίζεται σε δυσπρόσιτες περιοχές με αποτέλεσμα να είναι αδύνατη η καταμέτρηση, θα πρέπει να επισημαίνεται ο κίνδυνος για το μη αντιπροσωπευτικό χαρακτήρα της απογραφής.

ii. Ηχητική αναπαραγωγή καλεσμάτων σε δειγματοληπτικές επιφάνειες ή συνολικά στην εκάστοτε νησίδα όπου φιλοξενείται αποικία του είδους

Ο Αρτέμης, όπως και τα περισσότερα Ρινοτροπόμορφα είδη, είναι συνήθως σιωπηλός. Τα πουλιά καλούν ενώ πετούν και σχεδόν πάντα μετά τη δύση του ήλιου και μόλις υπάρξει απόλυτο σκοτάδι. Καλέσματα καταγράφονται επίσης με το απόλυτο σκοτάδι και μέσα από τη φωλιά, όταν ο γονιός που επωάζει το αυγό ή απλά προσέχει τον νεοσσό, προσπαθεί να βοηθήσει το «έτερον ήμισυ» να προσανατολιστεί

στη ανεύρεση της εισόδου φωλιάς καθώς επιστρέφει στην αποικία μετά την τροφοληψία (Cure *et al.* 2009). Κατόπιν της άφιξης των πουλιών στη χέρσο και στις φωλιές τους η αποικία ησυχάζει για την υπόλοιπη νύχτα με τα καλέσματα να ξαναρχίζουν την ώρα που χαράζει, όταν πολλά πουλιά πετάνε ξανά προς το ανοικτό πέλαγος για να κυνηγήσουν τη λεία τους. Συνεπώς, τα καλέσματα είναι πιο έντονα αμέσως μετά το σούρουπο και την αυγή.

Σύμφωνα με όσα προαναφέρθηκαν για την καταγραφή ενεργών φωλιών με χρήση αναπαραγωγής ήχων, συνιστάται η εκ των προτέρων ηχογράφιση καλεσμάτων αρσενικών ατόμων ή μεικτών αρσενικών-θηλυκών ατόμων από την αποικία ενδιαφέροντος. Στην αναγκαιότητα αυτή συνηγορούν έρευνες που έχουν ανιχνεύσει διαφορετικά επίπεδα απόκρισης σε καλέσματα ανάλογα με το φύλο αλλά και την περιοχή-αποικία προέλευσης των καλεσμάτων σε Ρινοτροπόμορφα, όπως ο Αρτέμης, οι Μύχοι του Ατλαντικού και της Μεσογείου και ο Υδροβάτης (Brooke 1978, Gregory *et al.* 2005, Cure *et al.* 2009). Επιπλέον οι Ratcliffe *et al.* (1998) έδειξαν σε αντίστοιχη μελέτη τους ότι οι πιθανότητες απόκρισης ατόμων Υδροβάτη (*Hydrobates pelagicus*) στην αναπαραγωγή καλεσμάτων διαφέρει μεταξύ αναπαραγωγικών περιόδων και αποικιών και ως εκ τούτου η εκτίμηση του πληθυσμού μπορεί να επιτευχθεί μέσω της εκτίμησης ενός παράγοντα διόρθωσης της καταγραφής των αποκρίσεων ανά χρονιά και ανά αποικία. Συνήθως προτείνεται η αναπαραγωγή των καλεσμάτων σε φυσική ένταση, σε συχνότητα που δεν ξεπερνά τα 15 δευτερόλεπτα και σε απόσταση 0,3m από την είσοδο της στοάς-φωλιάς ενώ για τον Αρτέμη ιδανική περίοδος καταγραφής θεωρείται αυτή της επώασης έως και την περίοδο την εκκόλαψης (μέσα Ιουνίου – μέσα Ιουλίου), οπότε και τουλάχιστον ένας από τους γονείς εντοπίζεται στη φωλιά. Μάλιστα αν και τα Ρινοτροπόμορφα καλούν κυρίως και αποκρίνονται περισσότερο στην αναπαραγωγή ήχων την νύχτα, θεωρείται πιο αποτελεσματικό να εφαρμόζεται αυτή η μέθοδος κατά την διάρκεια της ημέρας όταν λιγότερα μη-αναπαραγόμενα άτομα (prospectors) βρίσκονται στην αποικία.

### *iii. Δραστηριότητα των πουλιών πριν και αμέσως μετά τη δύση*

Ο Αρτέμης είναι έντονα κοινωνικό είδος κατά την διάρκεια της προ-αναπαραγωγικής περιόδου αλλά και κατά την περίοδο της αναπαραγωγής (τέλη Μαΐου - μέσα Οκτωβρίου) οπότε και σχηματίζει, όπως και άλλα είδη θαλασσοπουλιών, πολυάριθμες συγκεντρώσεις ατόμων (κοπάδια). Οι συγκεντρώσεις αυτές αρχίζουν να σχηματίζονται αργά το απόγευμα, έχουν τη μορφή μεγάλης «σχεδίας» στην επιφάνεια



της θάλασσας και ως επί το πλείστον εντοπίζονται στην παράκτια ζώνη και σε κοντινή απόσταση από τις αναπαραγωγικές αποικίες τους. Με την πάροδο του χρόνου και όσο το φως μετά τη δύση του ηλίου γίνεται ασθενέστερο, μετακινούνται σε μεγάλα κοπάδια προς τη στεριά, την οποία και επισκέπτονται μόνο στο απόλυτο σκοτάδι (μέχρι να πέσει και το φεγγάρι) προκειμένου να επιστρέψουν στις φωλιές τους για τη θρέψη των νεοσσών ή για την παρατήρηση και ανίχνευση κατάλληλων θέσεων φωλιάσματος από τους prospectors.

Ο εναλλακτικός τρόπος εκτίμησης του πληθυσμού (αναπαραγωγικού και μη) Αρτέμη από την ακτή κατά τις απογευματινές ώρες και κυρίως το σούρουπο, με τη βοήθεια εξοπλισμού για παρατήρηση από απόσταση (επίγειο τηλεσκόπιο, κιάλια και κιάλια νυκτός), στηρίζεται ακριβώς πάνω στη συγκεκριμένη συμπεριφορά που επιδεικνύει το είδος. Πιστεύεται ότι η συμπεριφορά αυτή που χαρακτηρίζει το σύνολο των ειδών της οικογένειας Procellariidae αποτελεί απόκριση στρατηγικής του είδους στη θηρευτική πίεση που ασκούν χερσαίοι θηρευτές (π.χ. αρουραίοι) όχι μόνο των αυγών ή των νεοσσών αλλά και των ενήλικων ατόμων (Mougeot & Bretagnolle 2000, Keitt *et al.* 2004, Wilson *et al.* 2008).

### 1.2.2 Απογραφή Αρτέμη στις Στροφάδες

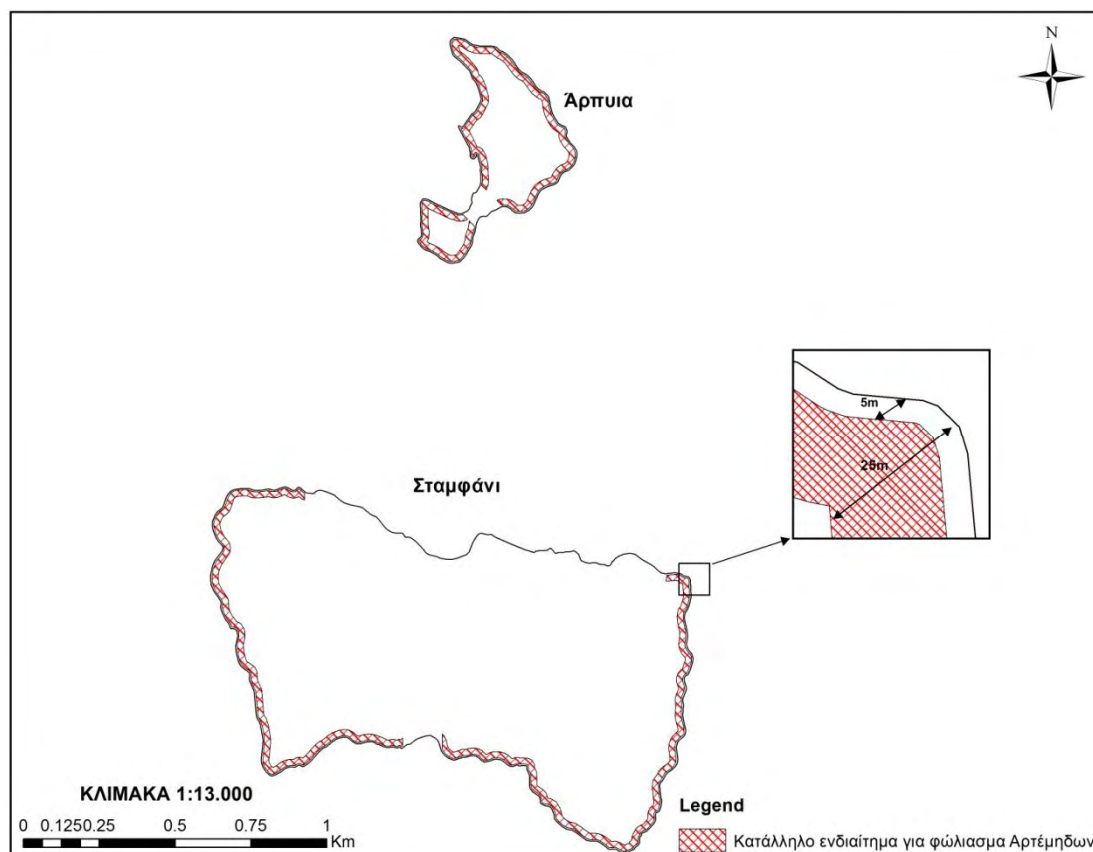
Για την απογραφή του αναπαραγωγικού και συνολικού πληθυσμού στα Στροφάδια έγινε χρήση τόσο της καταμέτρησης Εμφανώς Κατειλημμένων Θέσεων (ΕΚΘ) όσο και της καταγραφής των ατόμων που σχημάτιζαν συγκεντρώσεις γύρω από την αποικία κατά τη διάρκεια των απογευματινών ωρών. Η ηχητική αναπαραγωγή καλεσμάτων σε δειγματοληπτικές επιφάνειες της αποικίας δεν χρησιμοποιήθηκε διότι οι πρώτες δοκιμαστικές προσπάθειες σε επιφάνειες με γνωστό αριθμό ενεργών φωλιών παρουσίασαν μεγάλο σφάλμα εκτίμησης, όπως φάνηκε από το μικρό βαθμό απόκρισης των Αρτέμηδων μέσα από τις φωλιές τους. Στη συνέχεια αναφέρεται αναλυτικά η μεθοδολογία που αναπτύχθηκε σε κάθε μία από τις δύο προσεγγίσεις πληθυσμιακής εκτίμησης.

#### *i. Καταμέτρηση Εμφανώς Κατειλημμένων Θέσεων (ΕΚΘ)*

Η απογραφή του αναπαραγωγικού πληθυσμού στα Στροφάδια πραγματοποιήθηκε στις νήσους Σταμφάνι και Άρπυια. Η μεθοδολογία περιελάμβανε την καταγραφή φωλιών που είναι κατειλημμένες από ενεργά ζευγάρια με τη μέθοδο της τυχαίας στρωματοποιημένης δειγματοληψίας προκειμένου να συμπεριληφθούν όλοι οι τύποι

κατάλληλων ενδιαιτημάτων για φώλιασμα Αρτέμη κι έτσι να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα στην εκτίμηση του πληθυσμού. Τα στάδια που ακολουθήθηκαν για την οργάνωση και πραγματοποίηση των δειγματοληψιών ήταν τα εξής:

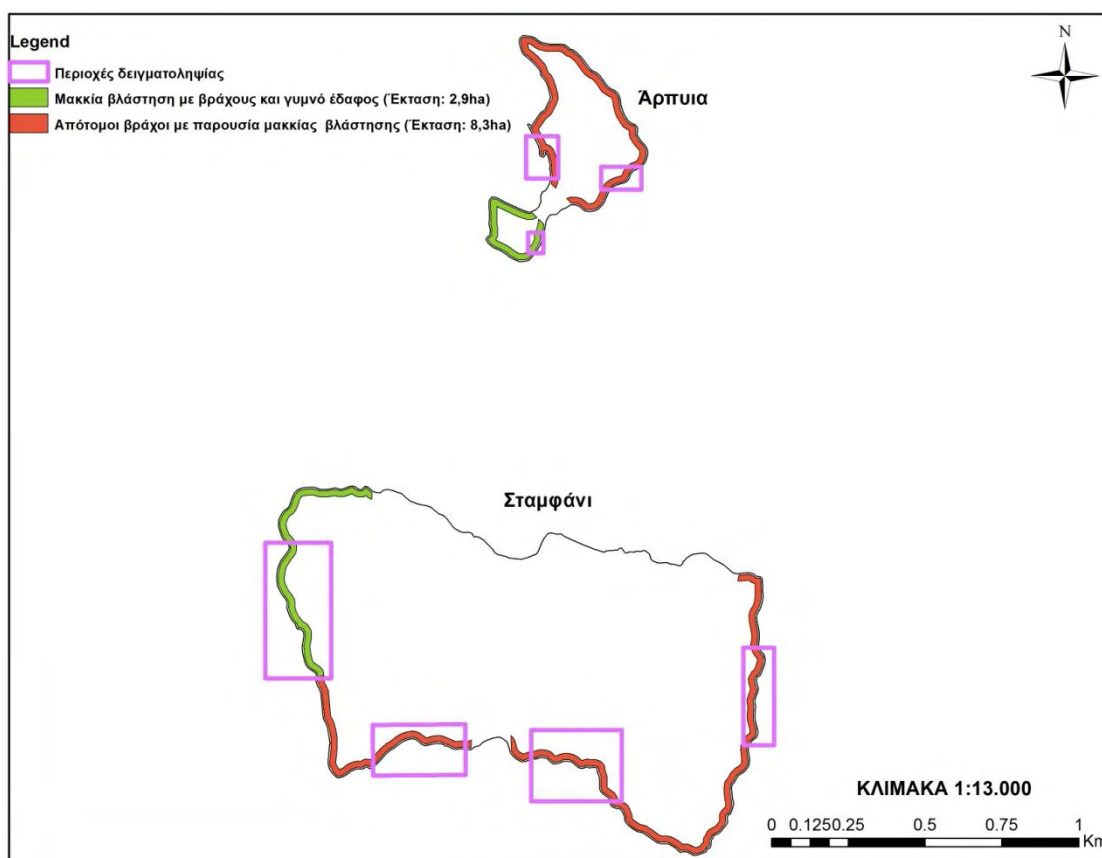
1. Αρχικά έγινε προσδιορισμός των ευκρινών ορίων της περιοχής έρευνας που καλύπτεται από φωλιές Αρτέμη σε χάρτη με χρήση φορητής συσκευής GPS και Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS) καθώς και υπολογισμός του εμβαδού της με τη μέγιστη δυνατή ακρίβεια. Σύμφωνα με τις προκαταρκτικές καταγραφές των ορίων του κατάλληλου βιότοπου για φώλιασμα που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο 2007-2008, εκτιμάται ότι η συντριπτική πλειονότητα (90-95%) του αναπαραγωγικού πληθυσμού του είδους φωλιάζει σε μία περιμετρική ζώνη πλάτους 20m και απόστασης 5m από την ακτογραμμή των δύο νησιών στα Στροφάδια (Εικόνα 1.4).



Εικόνα 1.4 Οριοθέτηση κατάλληλου βιότοπου για φώλιασμα Αρτέμη στα Στροφάδια.

2. Ως δειγματοληπτική μέθοδος ακολουθήθηκε η τυχαία στρωματοποιημένη δειγματοληψία με βάση το χάρτη της αποικίας, λαμβάνοντας υπόψη τους διακριτούς τύπους ενδιαιτημάτων που είναι κατάλληλοι για αναπαραγωγή. Ειδικότερα, η αποικία φάνηκε να είναι διαιρεμένη ευκρινώς σε δύο περιοχές με βάση τις διαφορές που εμφανίζονταν στην πυκνότητα της βλάστησης και το είδος του υπόβαθρου και οι

οποίες ενδεχομένως ευθύνονταν για διαφοροποίηση στην αντίστοιχη πυκνότητα φωλιών (Εικόνα 1.5). Για το λόγο αυτόν, κάθε περιοχή αντιμετωπίστηκε ως μια ξεχωριστή υπο-αποικία στην οποία εξετάστηκαν τυχαία επιλεγμένες δειγματοληπτικές επιφάνειες. Ο συνολικός αριθμός των δειγματοληπτικών επιφανειών ήταν 30 (15 για κάθε τύπο ενδιαιτήματος) ακολουθώντας τον προτεινόμενο σε ανάλογες περιπτώσεις δειγματοληπτικό σχεδιασμό των Gilbert *et al.* (1998). Πρέπει να σημειωθεί ότι για λόγους ασφαλείας, όποιες επιλεγμένες δειγματοληπτικές επιφάνειες μπορεί να μην ήταν προσβάσιμες εγκαταλείπονταν και στην περίπτωση αυτή επιλεγόταν μια άλλη επιφάνεια με τυχαίο πάντα τρόπο.



**Εικόνα 1.5** Οριοθέτηση τύπων κατάλληλων βιότοπων για φώλιασμα Αρτέμη στα Στροφάδια με εμφανή τη θέση δειγματοληψιών για την εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού.

**3.** Οι θέσεις των δειγματοληπτικών επιφανειών στα επιλεγμένα σημεία καταγράφονταν από τον ερευνητή πεδίου με χρήση GPS προκειμένου με ακρίβεια να μπορεί να αποτυπωθεί η θέση τους σε χάρτη (Εικόνα 1.5). Οι θέσεις αυτές μπορεί έτσι να επαναχρησιμοποιηθούν πιστά στο μέλλον (ιδανικά από τον ίδιο ερευνητή), ώστε να είναι δυνατή η εκτίμηση τάσεων στην πυκνότητα φωλιών ανά τύπο

ενδιαιτήματος και κατ' επέκταση στην πληθυσμιακή πυκνότητα των αναπαραγόμενων ζευγαριών.

4. Το μέγεθος και το σχήμα των δειγματοληπτικών επιφανειών έπρεπε να είναι τέτοιο ώστε να περιλαμβάνει το σύνολο των χαρακτηριστικών τύπων ενδιαιτήματος και άρα να εξυπηρετείται η αντιπροσωπευτικότητα της αποικίας. Οι κυκλικές επιφάνειες των 20m<sup>2</sup> ή 30m<sup>2</sup> που οριοθετούνται με χρήση ενός σκοινιού των 2,52m (για τα 20m<sup>2</sup>) ή 2.96m (για τα 30m<sup>2</sup>) το οποίο και μπορεί να περιστραφεί γύρω από σταθερό πάσσαλο προκειμένου να καταμετρηθεί ο αριθμός των ΕΚΘ μέσα στην ακτίνα, χρησιμοποιούνται αρκετά σε περιπτώσεις αποικιών θαλασσοπουλιών όπου η πυκνότητα είναι μεγάλη (π.χ. σε νησιά του Ατλαντικού) ή όταν υπάρχουν έντονες κλίσεις του ανάγλυφου οπότε μπορεί να ανιχνευθεί και ο συσχετισμός του βαθμού κλίσης με την πυκνότητα των φωλιών (Gilbert *et al.* 1998). Στην περίπτωση των Στροφάδων, όπου το ανάγλυφο της περιοχής δεν χαρακτηρίζεται από υψομετρικές διακυμάνσεις, επιλέχθηκε η χρήση 30 δειγματοληπτικών τετραγώνων-επαναλήψεων, δειγματοληπτικής επιφάνειας ίσης με 10m x 10m=100m<sup>2</sup>. Το μεγαλύτερο μέγεθος στη δειγματοληπτική επιφάνεια επιλέχθηκε διότι ήταν πολύ πιθανό η πυκνότητα φωλιών στα Στροφάδια να είναι μικρότερη από αντίστοιχες αποικίες στον Ατλαντικό ακολουθώντας το γενικό πρότυπο των αποικιών θαλασσοπουλιών της ανατολικής Μεσογείου, όπου και εμφανίζουν μικρότερα πληθυσμιακά μεγέθη και πυκνότητες. Ανάλογες διαφοροποιήσεις στο μέγεθος της δειγματοληπτικής επιφάνειας ανά αποικία έχει υιοθετηθεί στο παρελθόν από διάφορους ερευνητές, ειδικά όταν πιλοτικές μετρήσεις διαπιστώνουν έντονες διακυμάνσεις στην εκτιμώμενη τάξη μεγέθους πυκνότητας φωλιών ανά τύπο ενδιαιτήματος (Gibbons and Vaughan 1998, Burger & Lawrence 2001). Επιπλέον, το μεγαλύτερο μέγεθος των δειγματοληπτικών επιφανειών επιτρέπει συνήθως τη βελτιστοποίηση στον υπολογισμό μέσου όρου και διακύμανσης αναφορικά με την εκτίμηση πυκνότητας του αναπαραγωγικού πληθυσμού ή των φωλιών (Burger & Lawrence 2000). Η οριοθέτηση των δειγματοληπτικών περιοχών στα Στροφάδια γινόταν με τη χρήση σκοινιού ενώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι όταν μια φωλιά εντοπιζόταν με πάνω από τη μισή της κύρια είσοδο μέσα στην επιφάνεια δειγματοληψίας, καταγραφόταν (Εικόνα 1.6).



**Εικόνα 1.6** Οριοθέτηση δειγματοληπτικής επιφάνειας με χρήση σχοινού στη νήσο Σταμφάνι

5. Το επόμενο στάδιο περιελάμβανε την καταμέτρηση όλων των ΕΚΘ οι οποίες μπορούσαν να αναγνωριστούν από πρόσφατα ίχνη σκαψίματος, σχετικά φρέσκιες κουτσουλιές, υπολείμματα από τσόφλια αυγού στην είσοδο, εμέσματα και παρουσία φτερών από ώριμα άτομα. Η έντονη μυρωδιά πιστοποιούσε ακόμη περισσότερο την παρουσία ενεργούς φωλιάς σε μία κοιλότητα ή σχισμή. Η καταμέτρηση πραγματοποιήθηκε από τα μέσα της περιόδου επώασης (15 Ιουνίου) έως και τις πρώτες δύο εβδομάδες μετά την εκκόλαψη των αυγών (10 Αυγούστου), οπότε αναμενόταν ένας τουλάχιστον από τους γονείς να εντοπίζεται στη φωλιά. Όλες οι καταμετρήσεις έγιναν ημέρα και με τη χρήση ενδοσκοπίου (Εικόνα 1.7) ώστε να αποφεύγονται σφάλματα όσον αφορά π.χ. της παρουσία prospectors σε πιθανές μελλοντικές θέσεις αναπαραγωγής, οι οποίες όμως επί της ουσίας δεν είναι ενεργές φωλιές.

6. Η εκτίμηση του συνολικού πληθυσμού στηρίχθηκε στον υπολογισμό του μέσου αριθμού των ΕΚΘ σε κάθε δειγματοληπτική επιφάνεια ανά τύπο ενδιαιτήματος. Η εκτίμηση αυτή διαιρέθηκε με το εμβαδόν κάθε επιφάνειας ( $100\text{m}^2$ ) ώστε να υπολογιστεί η πυκνότητα των ΕΚΘ. Για την τελική τιμή, πολλαπλασιάστηκε η μέση πυκνότητα ανά τύπο ενδιαιτήματος με το αντίστοιχο συνολικό εμβαδόν και το άθροισμα των δύο υπο-αποικιών έδωσε την τελική εκτίμηση των αναπαραγωγικού πληθυσμού στην περιοχή μελέτης.



**Εικόνα 1.7** Χρήση ενδοσκοπίου για την ανίχνευση ενεργών φωλιών κατά την απογραφή των ΕΚΘ Αρτέμηδων στα Στροφάδια

ii. Δραστηριότητα των πουλιών πριν και αμέσως μετά τη δύση (raft counts)

Οι μετρήσεις «σχεδιών» κοντά στις αναπαραγωγικές αποικίες Αρτέμη μπορούν να παρέχουν συμπληρωματικά στοιχεία αναφορικά με την εκτίμηση του συνολικού πληθυσμού (αναπαραγόμενα και μη-αναπαραγόμενα άτομα). Αν και θα πρέπει να τονιστεί ότι στις περισσότερες περιπτώσεις νησιωτικών συμπλεγμάτων, όπως στο Αιγαίο, οι «σχεδίες» θαλασσοπουλιών αποτελούν ένδειξη αναπαραγωγικών περιοχών για το είδος και όχι πληθυσμιακή εκτίμηση συγκεκριμένης αναπαραγωγικής αποικίας. Στην περιοχή των απομονωμένων Στροφάδων, όμως, μπορεί το αριθμητικό τους μέγεθος να αποδοθεί ανεπιφύλακτα στην εν λόγω αποικία. Το γεγονός ότι στα Στροφάδια εντοπίζεται αμιγής αποικία Αρτέμηδων χωρίς την παρουσία άλλων ειδών θαλασσοπουλιών με παρόμοια οικολογία (π.χ. Μύχοι), αποτελεί επίσης βασικό πλεονέκτημα στην εκτίμηση του συνολικού πληθυσμιακού μεγέθους ειδικά αν αναλογιστεί κανείς πόσο δύσκολο είναι να διακρίνει ο παρατηρητής παρόμοια είδη σε μεικτές συγκεντρώσεις και με χαμηλά επίπεδα φυσικού φωτισμού ή/και συνθήκες έντονου κυματισμού.

Στην περίπτωση των Στροφάδων πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των Αρτέμηδων που δημιουργούσαν συννευρέσεις κατά τις απογευματινές ώρες της ημέρας και λίγο πριν από τη δύση του ήλιου. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη διάρκεια των τελευταίων ημερών Απριλίου και των πρώτων πέντε ημερών του Μαΐου (προαναπαραγωγική περίοδος) για τα έτη 2009 και 2013, έγιναν τέσσερα σύνολα καταμετρήσεων σε πέντε διαφορετικές ημέρες με τη χρήση τηλεσκοπίου και κιαλιών από τρία διαφορετικά σημεία (δυτικά, βορειοανατολικά και νότια) της ακτογραμμής του Σταμφανίου



(Εικόνα 1.8). Επαναληπτικές διπλές μετρήσεις από τις ίδιες θέσεις πραγματοποιήθηκαν αρχές Οκτωβρίου του 2009 οπότε και είχε σχεδόν ολοκληρωθεί η πτέρωση των νεοσσών. Οι μετρήσεις έγιναν από τρεις ομάδες πεδίου των 1-2 ερευνητών οι οποίες κατέγραφαν σχεδόν ταυτόχρονα τον αριθμό των ατόμων Αρτέμη.

Η ανοιξιάτικη περίοδος που επιλέχθηκε να γίνουν οι καταμετρήσεις κρίνεται ως η πλέον σημαντική γιατί μπορεί να δώσει αρκετά αξιόπιστες ενδείξεις σχετικά με τον πληθυσμό της αποικίας μια και δεν έχει αρχίσει ακόμα το στάδιο της επώασης, και τα πουλιά (ενήλικα και μη) είναι αρκετά δραστήρια γύρω από τις περιοχές αναπαραγωγής τους τις οποίες και επισκέπτονται μόνο με απόλυτο σκοτάδι. Οι μετρήσεις τον Οκτώβριο χρησιμοποιήθηκαν ως μέτρο σύγκρισης μια και τη δεδομένη περίοδο οι γεννήτορες αλλά και τα μη αναπαραγόμενα άτομα (prospectors) έχουν αρχίσει να εγκαταλείπουν την αποικία. Όλες οι καταμετρήσεις πραγματοποιήθηκαν 1,5h περίπου πριν από τη δύση του ήλιου και μέχρι αυτή να ολοκληρωθεί, με την ένταση των ανέμων να μην ξεπερνά τα 5 Beaufort αφού ο έντονος κυματισμός μπορεί να επιφέρει μεγάλο σφάλμα στην πληθυσμιακή εκτίμηση των εν πλω συνευρέσεων θαλασσοπουλιών (Furness *et al.* 2000). Οι καταμετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν προκειμένου να εκτιμηθεί στη συνέχεια μία πληθυσμιακή πυκνότητα ανά μονάδα μήκους ακτογραμμής.



**Εικόνα 1.8** Καταγραφή συνευρέσεων («σχεδιών») των Αρτέμηδων από την ΝΔ ακτογραμμή στο Σταμφάνι (Μάιος 2009)

### 1.3 Αποτελέσματα

#### 1.3.1 Καταμέτρηση Εμφανώς Κατειλημμένων Θέσεων (ΕΚΘ)

Κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2009 και πιο συγκεκριμένα την περίοδο 15 Ιουνίου με 10 Αυγούστου πραγματοποιήθηκε η συστηματική προσπάθεια απογραφής του αναπαραγωγικού πληθυσμού του Αρτέμη στα Στροφάδια. Τα αποτελέσματα έδειξαν πληθυσμιακή πυκνότητα της τάξης περίπου των 0,054 φωλιών/m<sup>2</sup>, με μέγιστο και ελάχιστο αριθμό καταγεγραμμένων εμφανώς κατειλημμένων θέσεων ανά δειγματοληπτική επιφάνεια τις 15 και 1 αντίστοιχα (Πίνακας 1.1). Επιπροσθέτως, η ταξινόμηση των δειγματοληπτικών επαναλήψεων με βάση τις καταγεγραμμένες ενεργές φωλιές Αρτέμη ανέδειξε τις 5 φωλιές ως τη συχνότερη τιμή (23,3% ) όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.2 που ακολουθεί.

**Πίνακας 1.1** Περιγραφική στατιστική στο σύνολο των δειγματοληψιών για την καταμέτρηση ΕΚΘ από άτομα Αρτέμη στα Στροφάδια

	N	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη Τιμή	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση
Δείγματα	30	1	15	5,367	3,358

**Πίνακας 1.2** Συχνότητα αριθμού ΕΚΘ από άτομα Αρτέμη ανά δειγματοληπτική επιφάνεια στα Στροφάδια

Αριθμός ΕΚΘ ανά δειγματοληπτική επιφάνεια	Συχνότητα	Ποσοστό %
1	4	13,3
2	3	10,0
3	3	10,0
4	1	3,3
5	7	23,3
6	2	6,7
7	3	10,0
8	3	10,0
10	2	6,7
11	1	3,3
15	1	3,3

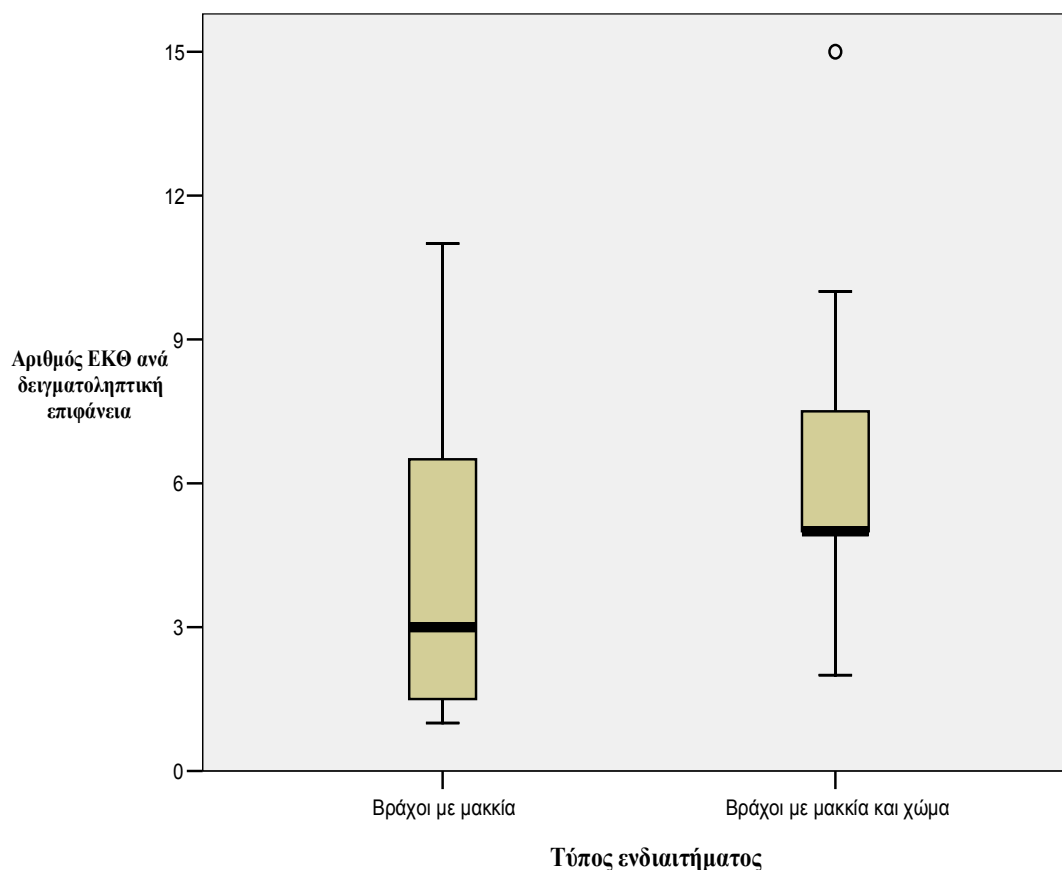
Προκειμένου να επιτευχθεί μεγαλύτερος βαθμός αξιοπιστίας αναφορικά με την εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού του Αρτέμη στα Στροφάδια, επιχειρήθηκε σε δεύτερο επίπεδο ανάλυσης των πρωτογενών δεδομένων, η εύρεση της πυκνότητας των ΕΚΘ στους δυο βασικούς διαφορετικούς τύπους ενδιαιτήματος που είναι



κατάλληλοι για φώλιασμα. Τα αποτελέσματα από τη στατιστική ανάλυση των 15 επαναλήψεων-δειγματοληψιών για κάθε τύπο ενδιαιτήματος, παρουσιάζονται αναλυτικά στον Πίνακα 1.3 που ακολουθεί. Οι τιμές των ΕΚΘ ανά τύπο ενδιαιτήματος δεν είχαν κανονική κατανομή αφού η διασπορά των δεδομένων που συλλέχθηκαν ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη μέση τιμή. Επιπλέον, στην Εικόνα 1.9 συνοψίζονται τα προαναφερθέντα δεδομένα με απεικόνιση του διάμεσου, του εύρους εκατοστιαίων σημείων καθώς και του αντίστοιχου εύρους τιμών.

**Πίνακας 1.3** Περιγραφική στατιστική των πρωτογενών δεδομένων των δειγματοληψιών ανά τύπο ενδιαιτήματος για την καταμέτρηση ΕΚΘ από άτομα Αρτέμη στα Στροφάδια

Τύπος ενδιαιτήματος	N	Εύρος τιμών	Μέγιστη τιμή	Ελάχιστη Τιμή	Μέσος όρος (διάστημα εμπιστοσύνης)	Τυπική απόκλιση
Βράχοι με μακκία βλάστηση	15	10	11	1	4,467 (2,584-6,349)	3,399
Βράχοι με μακκία βλάστηση και γυμνό έδαφος	15	13	15	2	6,267 (4,510-8,024)	3,173



**Εικόνα 1.9** Σύνοψη των δεδομένων από την καταγραφή των Εμφανώς Κατελιημμένων Θέσεων από άτομα Αρτέμη στα Στροφάδια ανά τύπο ενδιαιτήματος.

Για τον έλεγχο του αν ο τύπος κατάλληλου βιότοπου αναπαραγωγής επηρεάζει την πυκνότητα των ΕΚΘ επιλέχθηκε η εφαρμογή του Mann-Whitney U test αφού τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν κανονική κατανομή και χαρακτηρίζονται από ακραίες τιμές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά στην πυκνότητα των ΕΚΘ ανά τύπο ενδιαιτήματος ( $U=77,500$ ,  $P=0,148$ ).

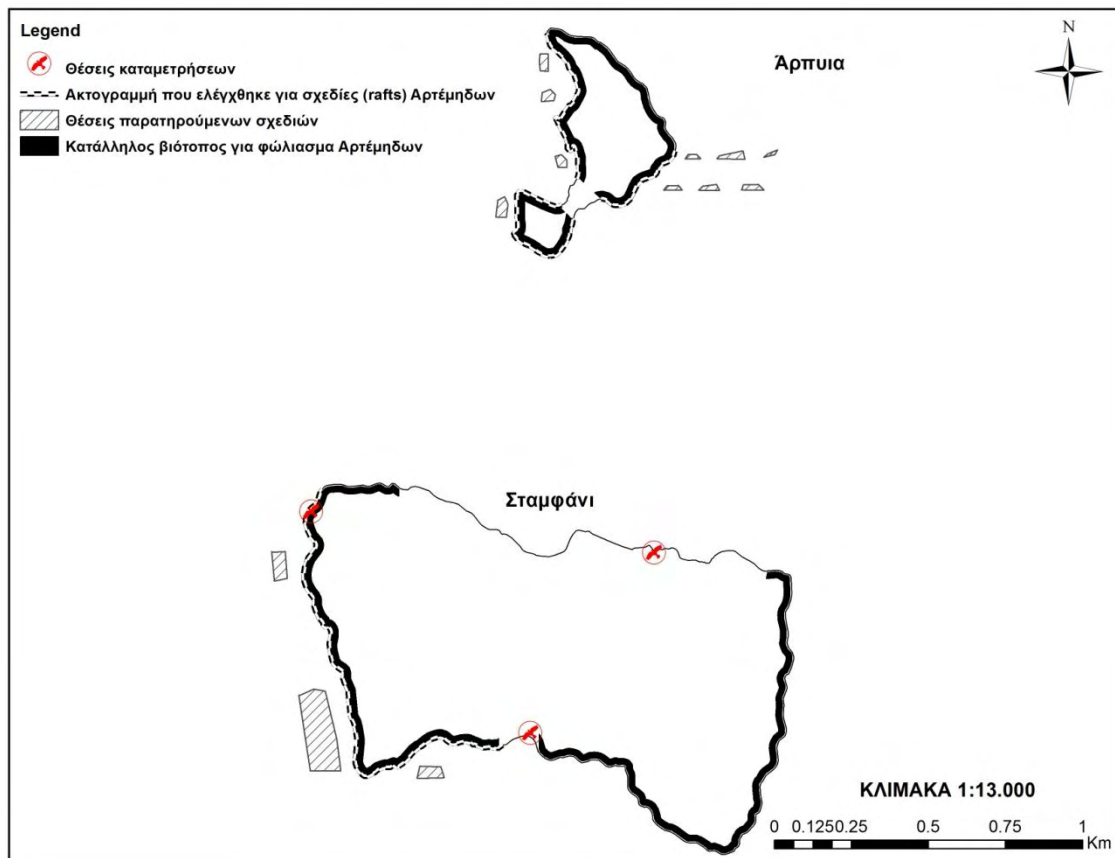
Η έκταση του κατάλληλου βιότοπου για φώλιασμα στα Στροφάδια υπολογίστηκε με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών έτσι ώστε να εκτιμηθεί ο συνολικός αναπαραγωγικός πληθυσμός στην περιοχή μελέτης. Ο κατάλληλος βιότοπος για φώλιασμα Αρτέμη στο Σταμφάνι και στην Άρπυια εκτιμήθηκε στα  $72.186\text{m}^2$  και  $40.253\text{m}^2$  αντίστοιχα. Ειδικότερα στο Σταμφάνι ο κατάλληλος βιότοπος ταξινομείται σε  $53.617\text{m}^2$  βράχων με μακκία βλάστηση (Ενδιαιτήμα Α) και σε  $18.569\text{m}^2$  βράχων με μακκία βλάστηση όπου υπάρχει και μαλακό χώμα για σκάψιμο από τον Αρτέμη (Ενδιαιτήμα Β). Τα αντίστοιχα μεγέθη για την Άρπυια ανέρχονται στα  $29.720\text{m}^2$  και  $10.533\text{m}^2$ . Η σημαντική πυκνότητα των ΕΚΘ σε συνδυασμό με τη μεγάλη συνολικά επιφάνεια του νησιωτικού συμπλέγματος ( $112.439\text{m}^2$ ) η οποία θεωρείται κατάλληλη για φώλιασμα, εκτοξεύει τον αναπαραγωγικό πληθυσμό στα 5.550 ζευγάρια (C.I. 95%: 3.463 - 7.626) εκ των οποίων τα 3.561 ζευγάρια (C.I. 95%: 2.220 – 4.894) εκτιμάται πως βρίσκονται στο Σταμφάνι και τα 1.989 ζευγάρια (C.I. 95%: 1.242 – 2.732) στην Άρπυια, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 1.4.

**Πίνακας 1.4** Εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού Αρτέμη στις Στροφάδες νήσους. Σε παρένθεση οι εκτιμήσεις των ζευγαριών με βάση τα αντίστοιχα διαστήματα εμπιστοσύνης (Confidence Intervals-C.I. 95%).

	Ενδιαιτήμα Α				Ενδιαιτήμα Β				ΣΥΝΟΛΟ ζευγάρια (C.I.)
	Έκταση ( $\text{m}^2$ )	Αριθμός ΕΚΘ / $100\text{m}^2$ (C.I.)	Πυκνότητα αρ. ΕΚΘ/ $\text{m}^2$	Ζευγάρια Αρτέμηδων (C.I.)	Έκταση ( $\text{m}^2$ )	Αριθμός ΕΚΘ / $100\text{m}^2$ (C.I.)	Πυκνότητα αρ. ΕΚΘ/ $\text{m}^2$	Ζευγάρια Αρτέμηδων (C.I.)	
Σταμφάνι	53.617	4,47 (2,58-6,35)	0,0447	2.397 (1.383-3.405)	18.569	6,27 (4,51-8,02)	0,0627	1.164 (837-1.489)	3.561 (2.220-4.894)
Άρπυια	29.720			1.329 (767-1.887)	10.533			660 (475-845)	1.989 (1.242-2.732)
ΣΥΝΟΛΟ	83.337			3.725 (2.150-5.292)	29.102			1.825 (1.313-2.334)	5.550 (3.463-7.626)

### 1.3.2 Μετρήσεις «σχεδιών» (raft counts)

Όπως αναφέρθηκε και στη μεθοδολογική προσέγγιση, οι μετρήσεις «σχεδιών» Αρτέμη πραγματοποιήθηκαν από τρεις διαφορετικές ομάδες πεδίου στα τέλη Απριλίου έως αρχές Μαΐου για δύο έτη (2009 και 2013). Στην Εικόνα 1.10 που ακολουθεί φαίνονται οι ακριβείς θέσεις από τις οποίες γινόταν η ταυτόχρονη καταγραφή των σχεδιών καθώς και η ακτογραμμή των Στροφάδων που ελεγχόταν και σχετιζόταν με κατάλληλο βιότοπο αναπαραγωγής.



**Εικόνα 1.10** Οι θέσεις παρατηρήσεων των «σχεδιών» Αρτέμη γύρω από τα Στροφάδια. Σημειώνεται το μήκος της ακτογραμμής που μπορούσε να ελεγχθεί ταυτόχρονα από τις τρεις ομάδες πεδίου για την καταμέτρηση των αντίστοιχων συγκεντρώσεων ατόμων του είδους στη θάλασσα.

Ο μέγιστος αριθμός ατόμων Αρτέμη ανά ημέρα που καταγράφηκαν στο σύνολο των σχεδιών ανήλθε στα 8.910 άτομα και ο ελάχιστος στα 2.630 άτομα. Σε σύνολο τεσσάρων συνόλων καταμετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν από τις ίδιες ομάδες πεδίου κατά την προ-αναπαραγωγική περίοδο (τέλη Απριλίου με αρχές Μαΐου) για τα έτη 2009 και 2013, εκτιμήθηκε ότι περίπου 10.000 άτομα σχηματίζουν «σχεδίες» στην ευρύτερη περιοχή των Στροφάδων κατά τη δεδομένη χρονική περίοδο (Πίνακας 1.5). Θα πρέπει να τονιστεί ωστόσο ότι παρουσιάστηκε μεγάλη διακύμανση των

τιμών στις καταγραφές, η οποία αποδίδεται κυρίως σε σφάλματα που προκύπτουν από την επίδραση αβιοτικών παραμέτρων όπως ο κυματισμός (ακόμα και σε επίπεδο 2-3 Beaufort) και τα επίπεδα ορατότητας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι στις 29 Απριλίου 2013, οπότε και πραγματοποιήθηκε το τελευταίο σύνολο καταμετρήσεων, επικρατούσε στην περιοχή μελέτης πλήρης άπνοια και πολύ καλές συνθήκες φυσικού φωτισμού που επέτρεψε στις ομάδες πεδίου να εργαστούν με επίπεδα ορατότητας 100%. Τη συγκεκριμένη μέρα η συνολική καταμέτρηση έδωσε το μεγαλύτερο πληθυσμιακό μέγεθος (8.910 άτομα) στο 52,2 % της ακτογραμμής που ελέγχθηκε και όπου εντοπίζεται ο κατάλληλος βιότοπος για αναπαραγωγή (Εικόνα 1.11). Με αναγωγή στο 100% της κατάλληλης ακτογραμμής υπολογίζεται ότι ο συνολικός πληθυσμός στην περιοχή των Στροφάδων ανέρχεται περίπου στα 17.000-18.000 άτομα, με το 50% αυτών να θεωρούνται ως μη αναπαραγωγικά σύμφωνα και με την παραδοχή που κάνει ο Furness *et al.* (2000) για την ίση ποσόστωση αναπαραγωγικών και μη αναπαραγωγικών ατόμων στην εκάστοτε αποικία του είδους.

**Πίνακας 1.5** Περιγραφική στατιστική των πρωτογενών δεδομένων των δειγματοληψιών ανά τύπο ενδιαίτηματος για τις μετρήσεις «σχεδιών» από άτομα Αρτέμη στα Στροφάδια κατά την προαναπαραγωγική περίοδο (έτη 2009 & 2013)

				Άτομα Αρτέμη ( <i>Calonectris diomedea</i> )				
Περιοχή	N	Κατάλληλη ακτογραμμή για φώλιασμα (m)	Ακτογραμμή που ελέγχθηκε για rafts m (%)	Μέγιστη Τιμή	Ελάχιστη Τιμή	Μέσος όρος	Τυπική απόκλιση	Σύνολο στο 100% της κατάλληλης ακτογραμμής
Σταμφάνι	4	3.702	1.548 (41,8%)	4.750	1.570	3.017,5	1.310,05	7.218,90
Άρπυια	4	2.192	1.528 (69,7%)	4.160	1.060	2.022,5	1.436,39	2.901,72
Στροφάδες	4	5.894	3.076 (52,2%)	8.910	2.630	5.040	2.700,59	10.120,62

Στηριζόμενοι επιπλέον σε δεδομένα τηλεμετρίας προηγούμενων ερευνών που δείχνουν ότι τα θαλασσοπούλια τείνουν να σχηματίζουν «σχεδιές» ακριβώς απέναντι από την ακτογραμμή όπου εντοπίζονται οι φωλιές τους (Furness *et al.* 2000, Wilson *et al.* 2008), μπορεί να επιχειρηθεί μία αδρή εκτίμηση της πληθυσμιακής πυκνότητας ανά μονάδα μήκους κατάλληλης ακτογραμμής για φώλιασμα. Αναγνωρίζοντας ως πιο ρεαλιστικά τα δεδομένα που προέκυψαν από τις καταγραφές στις 29 Απριλίου 2013,

οπότε και επικρατούσαν ιδανικές συνθήκες για την παρατήρηση «σχεδιών» (Εικόνα 1.11), εκτιμάται ότι στα Στροφάδια η πυκνότητα του πληθυσμού είναι 2.897 άτ./km ενώ οι αντίστοιχες τιμές για το Σταμφάνι και την Άρπυια είναι 3.068 άτ./km και 2.723 άτ./km.



**Εικόνα 1.11** Παρατηρούμενη «σχεδία» ατόμων Αρτέμη απέναντι από τη δυτική ακτογραμμή του Σταμφανίου στις 29 Απριλίου 2013.

## 1.4 Συζήτηση

Σε διεθνές επίπεδο ο Αρτέμης αναγνωρίζεται ως είδος Μειωμένου Ενδιαφέροντος (Least Concern) από την IUCN (2012) παρά το γεγονός ότι σε συγκεκριμένες περιοχές αναπαραγωγής της δυτικής Μεσογείου εμφανίζει μη ικανοποιητική κατάσταση διατήρησης του πληθυσμού του, με πτωτική τάση της τάξεως του 5-15% κατά την περίοδο 2000-2010 (Iguar *et al.* 2009, Sanz-Aguilar *et al.* 2011, Derhé 2012). Νεότερες εκτιμήσεις σε χώρες της Μεσογείου δείχνουν τον πληθυσμό να διατηρείται γενικά σε σταθερά επίπεδα ή/και να εμφανίζει μικρή πτώση, συγκρίνοντας δεδομένα από χώρες όπου υπάρχει επαρκής πληροφορία για την αναγνώριση πληθυσμιακών τάσεων (Derhé 2012). Εξάιρεση αποτελεί η Τυνησία και κυρίως το νησί Zembra, όπου η διαφορετική μεθοδολογική προσέγγιση που ακολούθησαν οι Defos du Rau *et al.* (2012) για την απογραφή του τοπικού πληθυσμού κατέγραψε 141.780 ζευγάρια (C.I. 95%: 113.720 - 176.750), δηλαδή πολύ περισσότερα από τα 15.000-25.000 ζευγάρια των παλαιότερων αντίστοιχων εκτιμήσεων. Ωστόσο, η μεγάλη αυτή διαφορά στο πληθυσμιακό μέγεθος της αποικίας στην Τυνησία θεωρείται ότι είναι προϊόν της πιο συστηματικής απογραφής παρά δηλωτική έντονης αυξητικής τάσης. Τονίζει παράλληλα τη σημασία επικαιροποίησης της σχετικής πληροφορίας ανά τακτά χρονικά διαστήματα ακολουθώντας ίδιες μεθόδους, οι οποίες όμως θα πρέπει να χαρακτηρίζονται και από το μέγιστο δυνατό βαθμό ακρίβειας στην εκτίμηση του πληθυσμού ανά περιοχή μελέτης.

Στα Στροφάδια, η εκτίμηση του αναπαραγωγικού και του συνολικού πληθυσμού με τη χρήση διαφορετικών μεθοδολογικών προσεγγίσεων έδωσε συμπληρωματικά και συγκρίσιμα δεδομένα για τη θεμελίωση μίας βάσης αναφοράς για τον Αρτέμη (Πίνακας 1.6). Ειδικά για τη συγκεκριμένη περιοχή μελέτης, η καταμέτρηση Εμφανώς Κατειλημμένων Θέσεων ενδείκνυται ως η βασική μέθοδος εκτίμησης του αναπαραγωγικού πληθυσμού αφού οι φωλιές είναι αρκετά προσβάσιμες και δεν εντοπίζονται σε απόκρημνες ακτογραμμές. Με τον τρόπο αυτόν επιτυγχάνεται σχετικά καλή εκτίμηση του αναπαραγωγικού πληθυσμού. Παράλληλα αποτελεί σχετικά ακριβή και εύκολο τρόπο δειγματοληψίας, τουλάχιστον σε ό,τι αφορά τη δυνατότητα επανάληψης και άρα απόκτησης συγκρίσιμων δεδομένων, ενώ δεν υπόκειται σε σφάλματα λόγω αβιοτικών συνθηκών όπως ισχύει με τις καταγραφές «σχεδιών» (Furness *et al.* 2000, Brooke 2004, Riou & Hamer 2008).

**Πίνακας 1.6** Σύγκριση μεγεθών του αναπαραγωγικού πληθυσμού των Αρτέμηδων (*Calonectris diomedea*) στη λεκάνη της Μεσογείου, την Ελλάδα και τα Στροφάδια

<b>Αναπαραγωγικός πληθυσμός Αρτέμη στη Μεσόγειο</b>	142.478-222.886 ζευγάρια (Derhé 2012) 50.000 ζευγάρια (BirdLife International 2004) 60.000-80.000 ζευγάρια (Thibault 1993b, Zotier <i>et al.</i> 1999)
<b>Αναπαραγωγικός πληθυσμός στην Ελλάδα</b>	6.663-12.926 ζευγάρια (παρούσα εργασία 2014) 5.200 - 8.300 ζευγάρια (HOS 2011, Derhé 2012) 5.000 ζευγάρια (BirdLife International 2004)
<b>Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά της Ελλάδας (Important Bird Area) GR087: Στροφάδες Νήσοι</b>	5.500 ζευγάρια (C.I. 95%: 3.463 - 7.626) (παρούσα εργασία 2014) 2.000-3.000 ζευγάρια (Πορτόλου κ.α. 2009, προσ. παρατηρήσεις) 50-100 ζευγάρια (EOE 1995)
<b>Συνολικός πληθυσμός Στροφάδων</b>	17.000-18.000 άτομα (παρούσα εργασία 2014) 5.000-8.000 άτομα (Πορτόλου κ.α. 2009) 1.500-1.600 άτομα (EOE 1995)

Αξίζει να αναφερθεί ότι το σύνολο καταγραφών των «σχεδιών» ατόμων Αρτέμη που πραγματοποιήθηκε στις αρχές Οκτώβρη του 2009 στα Στροφάδια έδωσε ένα σύνολο 520 ατόμων. Το σύνολο αυτό σαφώς και θεωρείται υποεκτίμηση σε σύγκριση με τα 5.040 άτομα που κατά μέσο όρο παρατηρήθηκαν με την ίδια ακριβώς μέθοδο τον Απρίλη και το Μάη του 2013, μια και τα ενήλικα άτομα από τα μέσα Σεπτεμβρη έχουν αρχίσει να εγκαταλείπουν την αποικία αφού προετοιμάζονται για το ταξίδι της μετανάστευσης στα πεδία διαχείμασης. Σε κάθε περίπτωση πάντως η καταγραφή των «σχεδιών» στο χώρο και στο χρόνο όσο και η παρακολούθηση της συμπεριφοράς του Αρτέμη κατά τη διάρκεια σχηματισμού αυτών των συγκεντρώσεων, μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες τόσο σε επίπεδο οριοθέτησης, διαχείρισης και προστασίας θαλάσσιων περιοχών (Camphuysen *et al.* 2012, Grecian *et al.* 2012) όσο και σε επίπεδο κατανόησης της χρηστικής αξίας που διαθέτει η έκφανση αυτού του τύπου κοινωνικότητας για τα θαλασσοπούλια (Warham 1996, Weimerskirch *et al.* 2010).

Σε εθνικό επίπεδο και μέχρι πριν από λίγα χρόνια, η γνώση για τα πληθυσμιακά δεδομένα του Αρτέμη στο Ιόνιο και ειδικότερα στα Στροφάδια θεωρείτο αποσπασματική και ελλιπής με μοναδική επίσημη αναφορά να γίνεται από την ΕΟΕ (1995) κατά την αρχική μελέτη των Σημαντικών Περιοχών για τα Πουλιά της Ελλάδας και την επικαιροποίηση των αντίστοιχων στοιχείων που ακολούθησε σχεδόν μετά μία δεκαπενταετία (Πορτόλου κ.α. 2009). Η παρούσα συστηματική προσπάθεια απογραφής του αναπαραγωγικού αλλά και του συνολικού πληθυσμιακού μεγέθους της αποικίας του Αρτέμη στα Στροφάδια, αυξάνει σημαντικά τα πληθυσμιακά δεδομένα του είδους στην Ελλάδα αλλά και στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου αφού υπήρχε σαφής υποεκτίμηση σύμφωνα και με τα ευρήματα άλλων αντίστοιχων πρόσφατων ερευνών. Τόσο η πυκνότητα των φωλιών όσο και ο αριθμός των αναπαραγωγικών ζευγαριών δείχνουν πως τα Στροφάδια αποτελούν μία πολύ σημαντική αποικία του είδους στη ανατολική Μεσόγειο, με πληθυσμιακά δεδομένα που από άποψη μεγεθών ταιριάζουν περισσότερο σε αποικίες Αρτέμη στον Ατλαντικό.

Σε τοπικό επίπεδο η αποικία των Στροφάδων αποτελεί τη μεγαλύτερη της Ελλάδας και κατ' επέκταση της ανατολικής Μεσόγειου, και μία από τις πιο σημαντικές περιοχές αναπαραγωγής σε όλο το εύρος κατανομής του είδους στη Μεσόγειο. Ειδικότερα εκτιμάται ότι τα Στροφάδια φιλοξενούν 5.500 ζευγάρια που αντιστοιχούν στο 52-59% του ελληνικού αναπαραγωγικού πληθυσμού μια και σύμφωνα με τα νέα δεδομένα ο τελευταίος ανέρχεται στα 6.663-12.926 ζευγάρια (Πίνακας 1.6). Το γεγονός αυτό, καθιστά την εν λόγω νησιωτική περιοχή ως την πιο σημαντική για την αναπαραγωγή του είδους σε εθνική κλίμακα και επιβάλλει τη σε βάθος έρευνα για την ιεράρχηση των προτεραιοτήτων διαχείρισης και προστασίας των Στροφάδων και κατ' επέκταση του είδους.



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.**

**Μελέτη της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη στις  
Στροφάδες και εκτίμηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας στα  
διάφορα στάδια της αναπαραγωγής**

## 2. Μελέτη της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη στις Στροφάδες και εκτίμηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας στα διάφορα στάδια της αναπαραγωγής

### 2.1 Εισαγωγή

Τα θαλασσοπούλια χαρακτηρίζονται γενικότερα ως μακρόβια ζώα, επιδεικνύοντας καθυστερημένη αναπαραγωγική ωρίμανση και περιορισμένο αριθμό αυγών ανά έτος. Συγκεκριμένα, πολλά είναι τα είδη που ξεπερνούν τα 30 χρόνια επιβίωσης με τα ενήλικα άτομα να εμφανίζουν ποσοστά θνησιμότητας χαμηλότερα από 10% σε ετήσια βάση και την αναπαραγωγική προσπάθεια να ξεκινά μετά τη συμπλήρωση του τρίτου έτους της ηλικίας (Hamer *et al.* 2002). Αξιοσημείωτος είναι επίσης ο αριθμός των αυγών, που δεν ξεπερνούν τα 1-3 ανά φωλιά για την πλειονότητα των θαλασσοπουλιών, όπως επίσης και η μεγάλης διάρκειας αναπαραγωγική περίοδος που πολλές φορές υπερβαίνει τους 5-6 μήνες, ενώ σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να αγγίζει και το ένα έτος όπως στην περίπτωση του είδους *Diomedea exulans* (Hamer *et al.* 2002).

Η αναπαραγωγική προσπάθεια των θαλασσοπουλιών, οι διαστάσεις των αυγών, καθώς και ο αριθμός τους ανά φωλιά καθορίζεται από ένα σύνολο αβιοτικών και βιοτικών περιβαλλοντικών παραμέτρων (π.χ. θρεπτικά στοιχεία, τύποι φωλιών, πρωτογενής παραγωγικότητα, θήρευση, ανταγωνισμός) (Εικόνα 2.1). Σημαντικό ρόλο στην περίπτωση των βιοτικών παραμέτρων φαίνεται να κατέχει η ηλικία των γεννητόρων, αφού παρατηρείται σταθερή βελτίωση των επιπέδων αναπαραγωγικής επιτυχίας με την αύξηση της ηλικίας, έως ότου η γήρανση επιφέρει υποχώρησή της (Weimerskirch 1990, Wooller *et al.* 1990, Hamer & Furness 1991, Ratcliffe *et al.* 1998). Το γενικό αυτό πρότυπο της βελτίωσης των επιπέδων αναπαραγωγικής επιτυχίας με την αύξηση της ηλικίας και κατ' επέκταση με την εμπειρία των ενήλικων ατόμων, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως η θερμοκρασία επιφάνειας θαλασσών, η συγκέντρωση χλωροφύλλης, το βάθος των γειτονικών θαλάσσιων πεδίων τροφοληψίας καθώς και την ένταση και κατεύθυνση των επικρατούντων ανέμων που με τη σειρά τους καθορίζουν τα τροφικά αποθέματα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Furness 1984, Hamer & Furness 1991, Ratcliffe *et al.* 1998, Nevoux *et al.* 2007). Οι πιθανές αρνητικές συνέπειες σε αυτές τις περιπτώσεις μπορούν να αποτυπωθούν στα επίπεδα της αναπαραγωγικής επιτυχίας και να

«δοκιμάσουν» τις αντοχές βιωσιμότητας τοπικών πληθυσμών, εφόσον οι μη ευνοϊκές περιβαλλοντικές συνθήκες έχουν διάρκεια.



**Εικόνα 2.1** Θηρευμένο αυγό Αρτέμη από αρουραίο (*Rattus rattus*) στις Στροφάδες.

Ο σχηματισμός αποικιών από τα θαλασσοπούλια κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής αποτελεί επίσης μια στρατηγική απόκρισης στις προκλήσεις που το περιβάλλον θέτει στη βιωσιμότητα των πληθυσμών των ανώτερων αυτών καταναλωτών. Η δημιουργία αποικίας και η σχεδόν ταυτόχρονη έναρξη των σταδίων αναπαραγωγής από τα ζεύγη αυτής, επιτρέπει τόσο την επιτυχημένη υπεράσπιση των αυγών και των νεοσσών (Jones 1986, Hamer & Read 1987, Catry *et al.* 2009), όσο και την αποτελεσματικότερη εκμετάλλευση των ακανόνιστων θαλάσσιων τροφικών πηγών, μέσα από ένα πλαίσιο κοινωνικής δικτύωσης και ανταλλαγής πληροφοριών που παρατηρείται όχι μόνο εντός του βιότοπου αναπαραγωγής αλλά και στις κοντινές θαλάσσιες περιοχές γύρω από αυτόν (Weimerskirch *et al.* 2010). Οι Mougin *et al.* (2001) έδωσαν μια διαφορετική εξήγηση στα αίτια της συγχρονισμένης απόπειρας αναπαραγωγής, ισχυριζόμενοι ότι με τον τρόπο αυτόν εξυπηρετείται η ανάγκη σχηματισμού νέων ζευγαριών από άτομα που είχαν προηγούμενη σχετική εμπειρία αλλά για κάποιο λόγο δεν επέδειξαν πιστότητα στο ζευγάρι.

Στα είδη Ρινοτροπόμορφων, όπως ο Αρτέμης, η παραγωγή ενός αυγού ανά ζεύγος (Εικόνα 2.2) αποτελεί επί της ουσίας εξελικτική προσαρμογή των πελαγικών αυτών θαλασσοπουλιών στις απρόβλεπτες και μη σταθερές τροφικές πηγές των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, από τις οποίες και εξαρτώνται ενεργειακά. Τα είδη αυτά μπορούν ακόμη και να απέχουν από την αναπαραγωγική προσπάθεια για μία τουλάχιστον χρονιά (sabbatical year), πιθανότατα ως απόκριση στα φτωχά ενεργειακά αποθέματά τους, τα οποία και δεν διασφαλίζουν μεγάλες πιθανότητες αναπαραγωγικής επιτυχίας

(Mougin *et al.* 2000). Το φαινόμενο αυτό μπορεί να ποικίλει, όπως έχει αποδειχθεί και για τον Αρτέμη, λαμβάνοντας υπόψη το επίπεδο εμπειρίας των γεννητόρων (Mougin *et al.* 2002), τον χρόνο άφιξης των ατόμων από τις περιοχές διαχείμασης στην περιοχή αναπαραγωγής (Catry *et al.* 2013), όσο και τις ιδιαιτερότητες των διαφορετικών αποικιών στην περιοχή κατανομής του είδους (Ristow *et al.* 1992a).



**Εικόνα 2.2** Ενήλικο άτομο Αρτέμη επωάζει το μοναδικό αυγό που γεννά ανά αναπαραγωγική περίοδο σε φωλιά στο Σταμφάνι.

Όπως αναφέρθηκε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, οι Στροφάδες αποτελούν μία από τις σημαντικότερες αποικίες του Αρτέμη στην ανατολική Μεσόγειο, με βάση το μέγεθος του πληθυσμού που φιλοξενούν. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με άλλες άμεσες (π.χ. θήρευση) ή έμμεσες (π.χ. τροφικά αποθέματα) πληροφορίες που μπορεί να εξαχθούν από την εκτίμηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας, αλλά και τη μελέτη άλλων παραμέτρων αναπαραγωγής (π.χ. διαστάσεις αυγών) του είδους, έθεσε ως προτεραιότητα την παρακολούθηση της αναπαραγωγικής προσπάθειας του στις Στροφάδες. Τα αποτελέσματα από την παρακολούθηση της αναπαραγωγής για μια σειρά ετών μπορούν να παρέχουν αξιόπιστες πληροφορίες με σημαντική διαχειριστική αξία, όχι μόνο για τη συγκεκριμένη αποικία του Αρτέμη αλλά και για τη διατήρηση της δυναμικής ισορροπίας στο απομονωμένο νησιωτικό οικοσύστημα των Στροφάδων και στις θαλάσσιες περιοχές στις οποίες το είδος δραστηριοποιείται. Στην παραδοχή αυτή συνηγορούν και αρκετές μελέτες που έχουν στο παρελθόν υλοποιηθεί σε αρκετές αποικίες του είδους στη Μεσόγειο, αναδεικνύοντας τα διαχειριστικά οφέλη από τη συστηματική παρακολούθηση της αναπαραγωγικής προσπάθειας (Ristow *et al.* 1992b, Thibault 1995, Igual *et al.* 2006, Zino *et al.* 2008).

## 2.2 Μεθοδολογία

### 2.2.1 Αναπαραγωγική επιτυχία

Η παρακολούθηση της αναπαραγωγικής προσπάθειας πραγματοποιήθηκε στο Σταμφάνι ακολουθώντας τις προδιαγραφές που επιβάλλει η ελαχιστοποίηση της όχλησης των πουλιών, η οποία και μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις σε αυτό το κρίσιμο στάδιο της ζωής τους (Carey 2009). Μεθοδολογικά βασίστηκε στην εκτεταμένη διεθνή έρευνα σε αποικίες στον Ατλαντικό και στη Μεσόγειο σχετικά με τον αναπαραγωγικό κύκλο του είδους (Zino 1971, Round & Swann 1977, Ristow & Wink 1980, Zammit & Borg 1987, Zino *et al.* 1987, Ristow *et al.* 1990, Granadeiro 1991, Ristow *et al.* 1991, Mougin *et al.* 1996, Thibault *et al.* 1997), αλλά και στην επιτόπια πιλοτική έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην αποικία κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2007. Ειδικότερα παρακολούθηθηκαν συγκεκριμένες παράμετροι της αναπαραγωγικής προσπάθειας ανά έτος και πιο συγκεκριμένα η αναπαραγωγική επιτυχία εκφρασμένη, ως ο αριθμός πτερωμένων νεοσσών ανά αριθμό φωλιών με ωαπόθεση (% ποσοστό πτερωμένων νεοσσών ανά αριθμό ενεργών φωλιών), η επιτυχία εκκόλαψης, ως ο αριθμός των νεοσσών που εκκολάφθηκαν προς τον αριθμό των αυγών που γεννήθηκαν (% ποσοστό αυγών με εκκόλαψη νεοσσών) και η επιτυχία πτέρωσης, ως ο αριθμός πτερωμένων νεοσσών ανά αριθμό νεοσσών που εκκολάφθηκαν (% ποσοστό νεοσσών που πτερώθηκαν). Επιπλέον, συλλέχθηκαν μορφομετρικά στοιχεία ενήλικων ατόμων για το μήκος και πλάτος του ράμφους, το μήκος της κεφαλής και το σωματικό βάρος, βιοδηλωτικά δεδομένα (π.χ. περιττώματα, ενδείξεις θήρευσης σε αυγά και νεοσσούς Αρτέμη) για τη δραστηριότητα των αρουραίων σε διαφορετικούς τομείς παρακολούθησης της ακτογραμμής, καθώς επίσης και στοιχεία για αβιοτικές παραμέτρους, όπως ο τύπος της φωλιάς, ο προσανατολισμός και οι διαστάσεις της κύριας εισόδου των φωλιών, η θερμοκρασία και η υγρασία στο εσωτερικό των φωλιών.

Όπως στην περίπτωση της απογραφής του αναπαραγωγικού πληθυσμού, έτσι και στην παρακολούθηση της αναπαραγωγής του είδους επιλέχθηκε η τυχαία στρωματοποιημένη δειγματοληψία, λαμβάνοντας υπόψη τους διακριτούς τύπους ενδιαιτημάτων που είναι κατάλληλοι για αναπαραγωγή. Επιπλέον κριτήριο για την επιλογή των φωλιών προς παρακολούθηση ήταν η ασφαλής προσέγγιση της ομάδας πεδίου για τον έλεγχο. Αυτός πραγματοποιήθηκε σε πέντε διαφορετικούς τύπους φωλιών που περιλάμβαναν:

- ✓ φυσικές κοιλότητες περιορισμένου βάθους κάτω από πέτρες,
- ✓ βραχώδεις κοιλότητες που σχηματίστηκαν ανάμεσα σε λίθους μετά από σχετική μετακύλιση-πτώση,
- ✓ φυσικά σχηματισμένες βαθιές κοιλότητες με κρημνώδη οροφή,
- ✓ σχισμές και λαγούμια που σκάβονται από τα ίδια τα πουλιά (Εικόνα 2.3), και
- ✓ κοιλότητες κάτω από φυτική κάλυψη μακκίας βλάστησης.



**Εικόνα 2.3** Φωλιά Αρτέμη σε λαγούμι στη δυτική ακτή στο Σταμφάνι.

Το πρότυπο εργασιών πεδίου που ακολουθήθηκε σχετικά με τη μελέτη της φαινολογίας της αναπαραγωγής και τον έλεγχο της αναπαραγωγικής επιτυχίας του είδους για τις περιόδους 2008, 2009, 2010, 2011 και 2012, περιλάμβανε τρεις επισκέψεις για κάθε έτος, όπως περιγράφεται στη συνέχεια:

- ♦ Πρώτη επίσκεψη: Η πρώτη επίσκεψη πραγματοποιείτο μέσα στο 1<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Ιουνίου, με στόχο την καταγραφή των ενεργών φωλιών με ενήλικο άτομο να επωάζει. Η καταγραφή περιλάμβανε την αρίθμηση και σηματοδότηση της φωλιάς κοντά στην είσοδό της με ανεξίτηλο χρώμα, την καταγραφή της ακριβούς θέσης της με χρήση φορητής συσκευής GPS και τον έλεγχο της ωαπόθεσης μέσω της χρήσης ενδοσκοπίου (Εικόνα 2.4). Εκτός από τις συντεταγμένες των φωλιών καταγράφονταν σε κατάλληλο πρωτόκολλο (Παράρτημα 2.A) επιπρόσθετες πληροφορίες σχετικά με τον τύπο (λαγούμι, σχισμή, κάτω από βλάστηση κ.λπ.), την έκθεση και το υψόμετρο της φωλιάς.
- ♦ Δεύτερη επίσκεψη: Η δεύτερη επίσκεψη γινόταν μέσα στο 2<sup>ο</sup> δεκαπενθήμερο του Ιουλίου για τον έλεγχο της επιτυχίας εκκόλαψης. Κατά τη διάρκεια αυτής της επίσκεψης καταγράφονταν τα αποτελέσματα της αναπαραγωγικής προσπάθειας στο στάδιο της εκκόλαψης, ενώ παράλληλα γίνονταν και δακτυλιώσεις με



μεταλλικά δακτυλίδια<sup>3</sup> ενηλίκων-γονιών προκειμένου να εξυπηρετηθεί η σχεδιαζόμενη προσπάθεια μελλοντικού ελέγχου του βαθμού φιλοπατρίας μέσα από επανασυλλήψεις σε επόμενες αναπαραγωγικές περιόδους.

- ♦ *Τρίτη επίσκεψη:* Η τρίτη επίσκεψη πραγματοποιείται κυρίως στο 1<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Οκτωβρίου ή εναλλακτικά το 3<sup>ο</sup> δεκαήμερο του Σεπτεμβρίου για τον έλεγχο της επιτυχίας πτέρωσης των νεοσσών. Κατά τη διάρκεια αυτής της τρίτης επίσκεψης-ελέγχου γίνονται εκτεταμένες δειγματοληψίες αίματος, συλλογή μορφομετρικών δεδομένων, καθώς και δακτυλιώσεις πτερωμένων νεοσσών, με καταγραφή των στοιχείων που συλλέγονταν σε πρωτόκολλα πεδίου.



**Εικόνα 2.4** Έλεγχος ωαπόθεσης σε φωλιά Αρτέμη. Φαίνεται ο αριθμός της ελεγχθείσας φωλιάς.

Ο έλεγχος συσχέτισης των επιπέδων αναπαραγωγικής επιτυχίας ανά στάδιο και ανά έτος πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του δείκτη Spearman που αποτελεί τον μη-παραμετρικό ανάλογο έλεγχο του Pearson product-moment correlation. Η συσχέτιση των επιπέδων επιτυχίας ανά στάδιο αναπαραγωγικής προσπάθειας ανά έτος και ανά τομέα παρακολούθησης με παραμέτρους όπως ο τύπος των φωλιών και η θηρευτική πίεση από αρουραίους, καθώς και ο έλεγχος του βαθμού φυλετικού διμορφισμού στους γεννήτορες, πραγματοποιήθηκαν με χρήση του δείκτη Pearson (Two-tailed) και της ανάλυσης διασποράς (one-way ANOVA) μέσω του λογισμικού SPSS (Version 17.1).

### 2.2.2 Μέγεθος-διαστάσεις αυγών

Η συλλογή των δεδομένων για τις διαστάσεις (μήκος και πλάτος) και το βάρος των αυγών πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών ωαπόθεσης της αναπαραγωγικής περιόδου του 2011 και πιο συγκεκριμένα από 2-5 Ιουνίου,

<sup>3</sup> Η παροχή των δακτυλιδιών γινόταν από το Ελληνικό Κέντρο Δακτυλίωσης

προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί το σφάλμα στις μετρήσεις του βάρους των αυγών αφού αυτό μειώνεται με την πάροδο των ημερών (Ristow & Wink 1980). Συνολικά χρησιμοποιήθηκε ένα δείγμα 30 αυγών από τρεις διαφορετικές υποαποικίες στο Σταμφάνι. Οι φωλιές από τις οποίες τα αυγά συλλέχθηκαν κατανέμονταν και στις πέντε κατηγορίες, όπως αυτές παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα.

Ειδικότερα, οι μετρήσεις έγιναν από έναν μόνο ερευνητή πεδίου προκειμένου να υπάρχει το ελάχιστο πιθανό σφάλμα που θα προέκυπτε από τη σύγκριση μετρήσεων διαφορετικών ερευνητών, με τα πρωτογενή δεδομένα να καταγράφονται σε κατάλληλα διαμορφωμένο πρωτόκολλο (Παράρτημα 2.B). Για τις μετρήσεις των διαστάσεων των αυγών χρησιμοποιήθηκε παχύμετρο (με δυνατότητα ανάγνωσης σε 0,05 mm), ενώ για το βάρος έγινε χρήση ηλεκτρονικού ζυγού (με ακρίβεια 0,01 g) για τη ζύγιση των αυγών (Εικόνα 2.5). Ταυτόχρονα με τη λήψη των μετρήσεων για τα αυγά καταγράφηκαν με χρήση φορητών συσκευών οι τιμές της σχετικής υγρασίας (%) και της θερμοκρασίας (°C) από το εσωτερικό της εκάστοτε φωλιάς, ο τύπος της φωλιάς, καθώς και οι διαστάσεις και η έκθεση (προσανατολισμός) της κύριας εισόδου της φωλιάς. Ακολουθήθηκε η χρήση στατιστικών αναλύσεων, όπως ο δείκτης Pearson (Two-tailed) και η ανάλυση διασποράς (one-way ANOVA και Kruskal-Wallis) μέσω του λογισμικού SPSS (Version 17.1). Οι αναλύσεις αυτές έγιναν για να ανιχνευθούν πιθανές συσχετίσεις μεταξύ των διαστάσεων και του βάρους των αυγών με το αποτέλεσμα της αναπαραγωγικής προσπάθειας, αλλά και με άλλες παραμέτρους (π.χ. τύπος φωλιάς, προσανατολισμός και διαστάσεις της κύριας εισόδου, θερμοκρασία και υγρασία στο εσωτερικό των φωλιών), καθώς και για τη σύγκριση των διαστάσεων των αυγών ανάμεσα σε αποικίες Αρτέμη σε Μεσόγειο και Ατλαντικό.



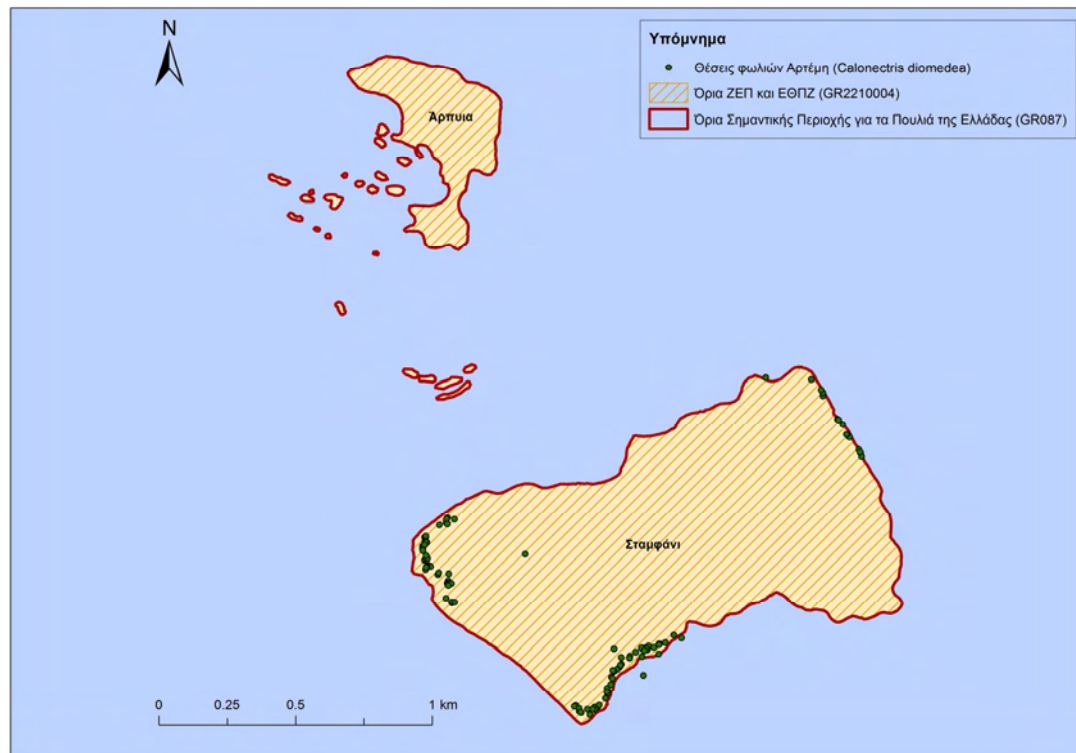
**Εικόνα 2.5** Μέτρηση διαστάσεων αυγού Αρτέμη στη νήσο Σταμφάνι με χρήση παχυμέτρου.



## 2.3 Αποτελέσματα

### 2.3.1 Φαινολογία της αναπαραγωγής

Κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2007 πραγματοποιήθηκε πιλοτική έρευνα στο Σταμφάνι. Σκοπός αυτής της πρώτης ερευνητικής εξόρμησης ήταν η εξοικείωση με τις ιδιαιτερότητες της αποικίας του είδους, η καταγραφή σχετικά προσβάσιμων φωλιών με τη χρήση φορητών συσκευών GPS και η σήμανση τους με χρώμα, καθώς και η πρώτη συλλογή στοιχείων για την αναπαραγωγική προσπάθεια και τα διάφορα στάδια αυτής. Με τον τρόπο αυτόν επιχειρήθηκε και η ταυτοποίηση της φαινολογίας της αναπαραγωγής του Αρτέμη στην περιοχή μελέτης, προκειμένου να επιβεβαιωθεί το γενικό πρότυπο των σταδίων αναπαραγωγής σε όλο το εύρος κατανομής του είδους με βάση την εκτεταμένη διεθνή βιβλιογραφία. Συνολικά σε αυτήν την πιλοτική φάση της έρευνας καταγράφηκαν και παρακολούθηθηκαν 65 φωλιές. Τα δεδομένα για τις θέσεις των φωλιών (συντεταγμένες) χρησιμοποιήθηκαν για την πρώτη αποτύπωση σχετικών με την αποικία χαρτών με τη χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (GIS). Ο σταδιακός εμπλουτισμός του αριθμού των φωλιών προς παρακολούθηση μέχρι και το 2012 αποτυπώνεται στην Εικόνα 2.6.



**Εικόνα 2.6** Θέσεις φωλιών Αρτέμη στο Σταμφάνι στις οποίες πραγματοποιήθηκε παρακολούθηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας την περίοδο 2008-12. Οι φωλιές εντοπίζονται σε τρεις τομείς (δυτικός, νότιος και ανατολικός)

Η ανίχνευση του φύλου των γονέων στηρίχθηκε στην αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης (PCR) με ανίχνευση του γονιδίου CHD1, όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 5. Από τον Πίνακα 2.1 φαίνεται ότι τα αρσενικά άτομα είναι μεγαλύτερα ως προς όλες τις παραμέτρους που εξετάστηκαν, με εξαίρεση το μήκος της κεφαλής. Εντούτοις στατιστικά σημαντικός φυλετικός διμορφισμός ανιχνεύθηκε μόνο για το ολικό μήκος τους ράμφους, αν και τα αποτελέσματα στο σύνολό τους θα πρέπει να αντιμετωπιστούν με επιφυλακτικότητα λόγω του μικρού μεγέθους του δείγματος.

**Πίνακας 2.1.** Σύγκριση των τιμών βασικών μορφομετρικών παραμέτρων μεταξύ των φύλων αναπαραγωγικών ατόμων του Αρτέμη στο Σταμφάνι. Αναφέρονται επίσης τα αποτελέσματα ( $F$ ) της ανάλυσης one-way ANOVA (N: ο αριθμός του δείγματος, \*:  $P < 0,05$ , n.s.: στατιστικώς μη σημαντική διαφορά).

Παράμετρος	Φύλο	N	Μέση τιμή $\pm$ SD	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	$F$
Σωματικό βάρος (g)	Θ	3	623,8 $\pm$ 73,66	515	770	0,11 n.s.
	A	13	764,9 $\pm$ 98,84	520	770	
	Σύνολο	16	620,3 $\pm$ 84,42	515	770	
Ολικό μήκος ράμφους (mm)	Θ	2	47,1 $\pm$ 0,85	46,5	47,7	11,18 *
	A	9	51,3 $\pm$ 1,69	49,3	54,1	
	Σύνολο	11	50,6 $\pm$ 2,30	46,5	54,1	
Πλάτος ράμφους (mm)	Θ	2	12,5 $\pm$ 0,71	12,4	12,5	1,74 n.s.
	A	9	13,2 $\pm$ 0,79	11,7	14,3	
	Σύνολο	11	13,1 $\pm$ 0,78	11,7	14,3	
Μήκος κεφαλής (mm)	Θ	2	61,5 $\pm$ 4,60	58,2	64,7	1,29 n.s.
	A	9	57,3 $\pm$ 4,73	51,5	64,6	
	Σύνολο	11	58,0 $\pm$ 4,78	51,5	64,7	

Ο Αρτέμης έχοντας περάσει περίοδο 4,5 μηνών στα πεδία διαχείμασής του στη δυτική Αφρική, επιστρέφει κάθε χρόνο στις Στροφάδες την περίοδο από 15 Φεβρουαρίου έως και τέλη του Μαρτίου, με βάση τα πρόσφατα δεδομένα τηλεμετρίας που έχουν προκύψει από τη μελέτη του μεταναστευτικού του προτύπου (Karris *et al.* 2011). Η περίοδος που ακολουθεί μέχρι τις 20-25 Μαΐου φαίνεται να εξυπηρετεί, σύμφωνα και με σχετικές παρατηρήσεις στο πεδίο, διάφορες ανάγκες του είδους όπως:

- ✓ την ενεργειακή αναπλήρωση από το ταξίδι της μετανάστευσης μέσω της έντονης τροφοληπτικής δραστηριότητας
- ✓ την κοινωνικοποίηση που μπορεί να οδηγήσει στο ζευγάρισμα
- ✓ την υπεράσπιση επιθυμητών θέσεων φωλιάσματος με παρουσία έμπειρων αρσενικών ατόμων σε αυτές κατά τη διάρκεια της νύχτας.

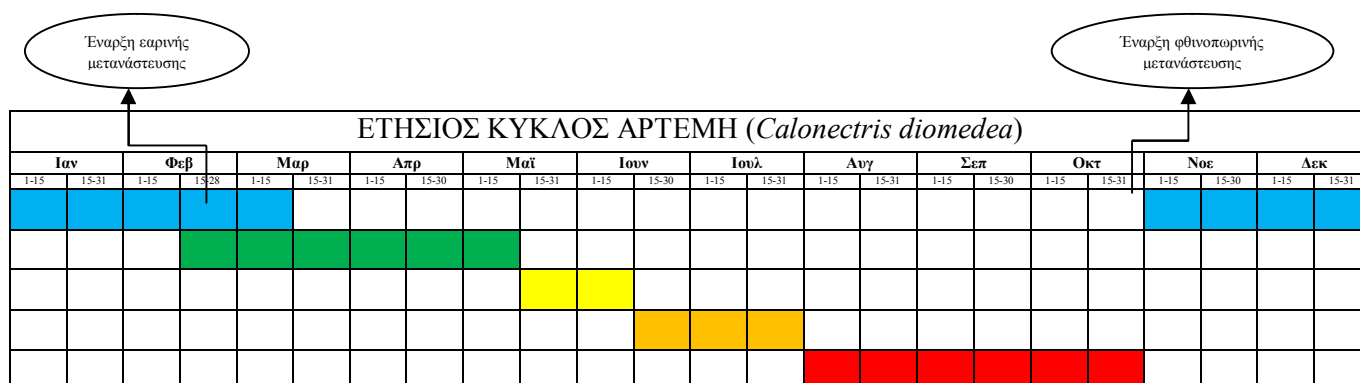
Η έρευνα της ωαπόθεσης έδειξε ότι αυτή συμβαίνει μεταξύ 25 Μαΐου και 15 Ιουνίου, με το 80% των ζευγαριών ανά έτος να γεννά μέχρι και τις 5 Αυγούστου. Η εκκόλαψη των αυγών αρχίζει στις 12 του Ιουλίου και ολοκληρώνεται μέχρι και τα τέλη του ίδιου μήνα. Εντούτοις υπολογίσθηκε ότι το 90-95% των αυγών εκκολάπτονται στην αποικία των Στροφάδων μέχρι και τις 15 Ιουλίου. Στη συνέχεια ακολουθεί η ανατροφή των νεοσσών και από τους δύο γονείς μέχρι και την πτέρωσή τους η οποία ολοκληρώνεται στις 15-25 Οκτωβρίου (Εικόνα 2.7).

#### Στάδια αναπαραγωγικής προσπάθειας



**Εικόνα 2.7** Τα σημαντικά στάδια του κύκλου αναπαραγωγής του Αρτέμη στις Στροφάδες. (1): Ζεύγος Αρτέμη πριν από την ωαπόθεση, (2): Γονιός επωάζει αυγό, (3): Νεοσσός ηλικίας 5-6 ημερών, (4): Νεοσσός ηλικίας 3 εβδομάδων, (5): Πτερωμένος νεοσσός.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η συχνότητα επίσκεψης των γονιών για την παροχή τροφής στους νεοσσούς είναι σχεδόν καθημερινή κατά τις πρώτες δυο εβδομάδες της ζωής τους (Karris *et al.* 2013a) και μειώνεται αρκετά όσο προχωρά η ανάπτυξη τους μέχρι και τα τελευταία στάδια της πτέρωσης. Με τον τρόπο αυτόν αναγκάζονται οι πτερωμένοι πλέον νεοσσοί να αναζητήσουν μόνοι την τροφή τους και να ξεκινήσουν το μεταναστευτικό ταξίδι τους για τις περιοχές διαχείμασης στη δυτική Αφρική από τις 20 έως 25 Οκτωβρίου και μετά. Σχηματικά ο ετήσιος κύκλος του Αρτέμη που περιλαμβάνει και τη φαινολογία αναπαραγωγής του είδους με βάση τα ευρήματα στην περιοχή μελέτης, παρουσιάζεται στην Εικόνα 2.8 που ακολουθεί.



**ΥΠΟΜΝΗΜΑ**

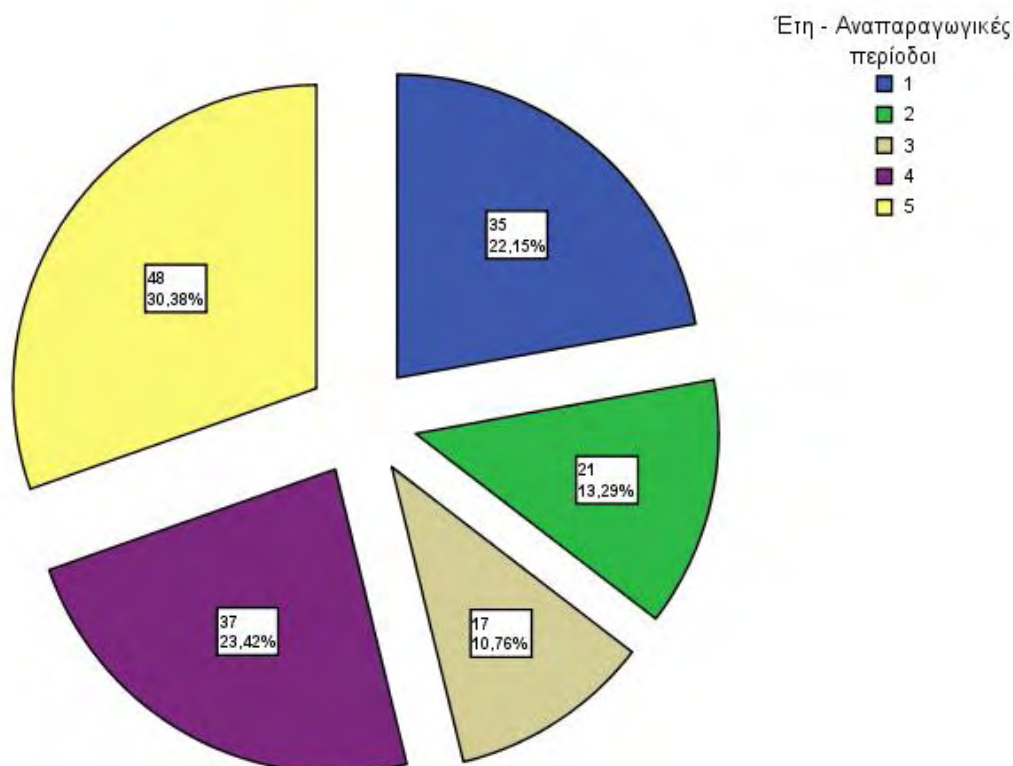
- Περίοδος διαχείμασης
- Προαναπαραγωγική περίοδος
- Περίοδος ωαπόθεσης
- Περίοδος επώασης
- Περίοδος πτέρωσης

**Εικόνα 2.8** Τα σημαντικά στάδια του ετήσιου κύκλου του Αρτέμη στις Στροφάδες. Τα στοιχεία έχουν προκύψει μέσα από τη μελέτη της αποικίας του είδους για την περίοδο 2008-2012.

**2.3.2 Αναπαραγωγική επιτυχία**

Γενικά αποτελέσματα

Ο έλεγχος της αναπαραγωγικής επιτυχίας του Αρτέμη στο Σταμφάνι πραγματοποιήθηκε σε ένα σύνολο 516 φωλιών επί πέντε συνεχόμενες αναπαραγωγικές περιόδους (2008-2012). Από το σύνολο των φωλιών οι 48 (30,38%) παρακολούθηθηκαν και στις πέντε αναπαραγωγικές περιόδους, οι 37 (23,42%) σε τέσσερις αναπαραγωγικές περιόδους, οι 17 (10,76%) σε τρεις, οι 21 (13,29%) σε δύο και οι υπόλοιπες 35 (22,15%) παρακολούθηθηκαν μόνο κατά τη διάρκεια ενός έτους (Εικόνα 2.9).

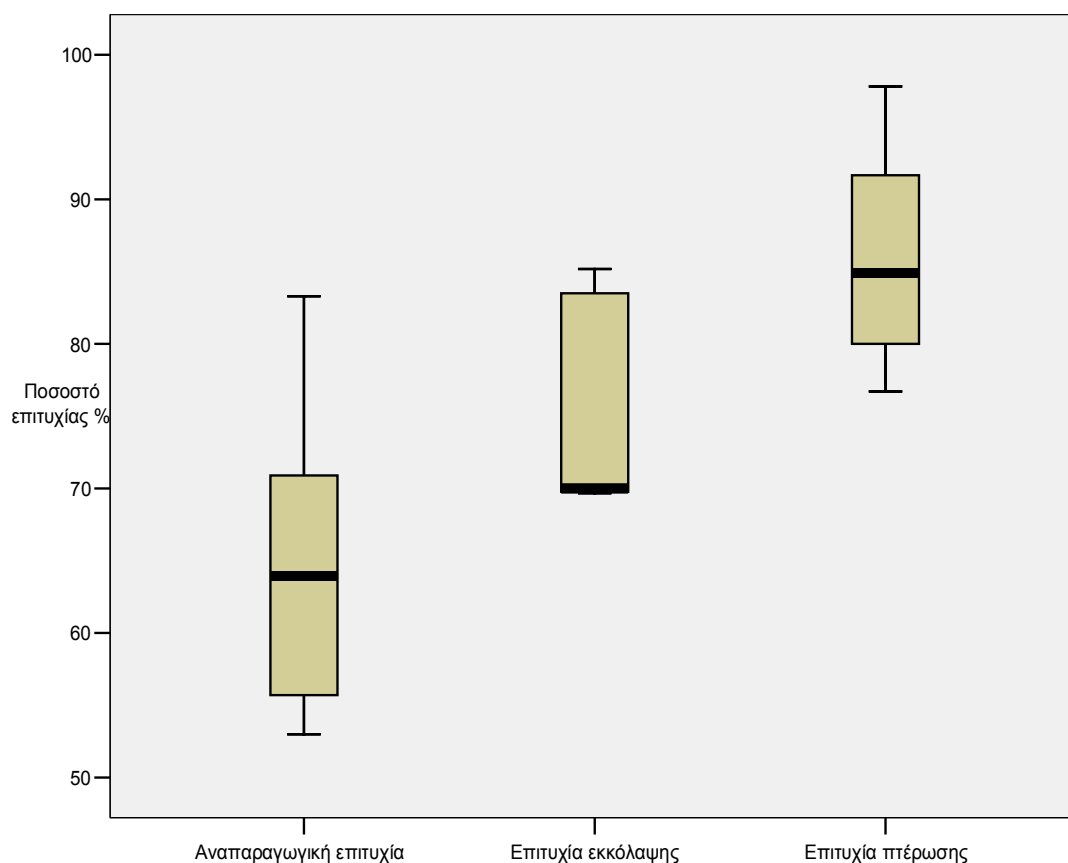


**Εικόνα 2.9** Ο αριθμός των φωλιών (N, %) που παρακολούθηθηκαν συστηματικά ανά αριθμό αναπαραγωγικών περιόδων μεταξύ των ετών 2008-2012.

Το ποσοστό της μέσης αναπαραγωγικής επιτυχίας (αριθμός περωμένων νεοσσών ανά αριθμό ενεργών φωλιών), της μέσης επιτυχίας εκκόλαψης (αριθμός νεοσσών με επιτυχημένη εκκόλαψη ανά αριθμό αυγών που γεννήθηκαν) και της μέσης επιτυχίας πτέρωσης (αριθμός περωμένων νεοσσών ανά αριθμό νεοσσών με επιτυχημένη εκκόλαψη) ήταν  $65,37 \pm 12,25 \%$ ,  $75,62 \pm 7,98 \%$  και  $86,22 \pm 8,59 \%$  αντίστοιχα για το σύνολο των πέντε αναπαραγωγικών περιόδων (Πίνακας 2.2 & Εικόνα 2.10). Θα πρέπει εδώ να σημειωθεί ότι το επίπεδο της αναπαραγωγικής επιτυχίας στις φωλιές που ήταν ενεργές και κατά τις πέντε αναπαραγωγικές περιόδους βρέθηκε υψηλότερο από εκείνες που δεν ήταν, φθάνοντας συνολικά στο 77,5% (N=240).

**Πίνακας 2.2** Η αναπαραγωγική επιτυχία του Αρτέμη ανά στάδιο αναπαραγωγικής προσπάθειας για το σύνολο των πέντε (5) συνεχόμενων αναπαραγωγικών περιόδων (2008-2012, N=516 φωλιές).

Αναπαραγωγική παράμετρος	N	Εύρος τιμών	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Αναπαραγωγική επιτυχία	516	30,30	53,00	83,30	65,37	12,25
Επιτυχία εκκόλαψης	516	15,51	69,67	85,18	75,62	7,98
Επιτυχία πτέρωσης	516	21,11	76,71	97,82	86,22	8,59



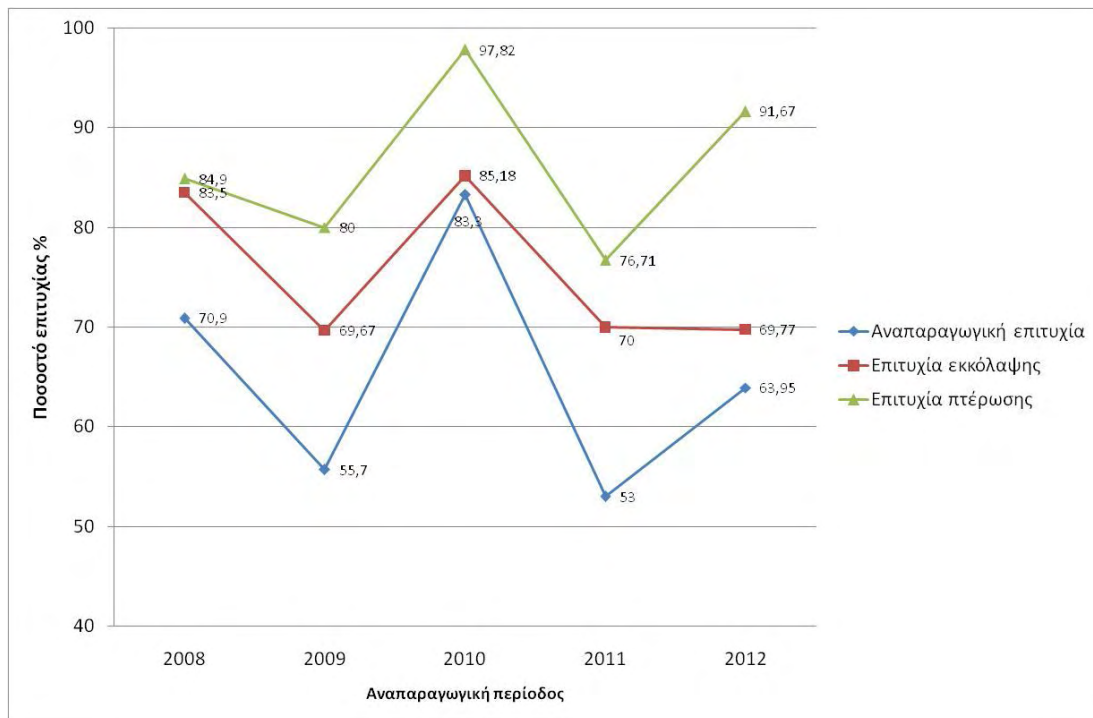
**Εικόνα 2.10** Σύνοψη των επιπέδων (%) της αναπαραγωγικής επιτυχίας, της επιτυχίας εκκόλαψης και της επιτυχίας πτέρωσης του Αρτέμη στις Στροφάδες για την περίοδο 2008-2012. Διακρίνεται η διάμεσος (median), το εύρος των εκατοστιαίων σημείων και το εύρος των τιμών.

Τα αντίστοιχα αποτελέσματα για την αναπαραγωγική επιτυχία ανά στάδιο αναπαραγωγής και για κάθε εξεταζόμενη αναπαραγωγική περίοδο εμφανίζονται στον Πίνακα 2.3 και στην Εικόνα 2.11 που ακολουθούν.

**Πίνακας 2.3** Η αναπαραγωγική επιτυχία του Αρτέμη ανά στάδιο αναπαραγωγικής προσπάθειας και ανά έτος.

Αναπαραγωγική παράμετρος	2008	2009	2010	2011	2012
Αριθμός φολιών	103	119	108	100	86
Αναπαραγωγική επιτυχία	70,90	55,70	83,30	53,00	63,95
Επιτυχία εκκόλαψης	83,50	69,67	85,18	70,00	69,77
Επιτυχία πτέρωσης	84,90	80,00	97,82	76,71	91,67





**Εικόνα 2.11** Γραφική απεικόνιση των δεδομένων από την παρακολούθηση της αναπαγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη στις Στροφάδες ανά στάδιο αναπαγωγής για τα έτη 2008 έως και 2012.

Ο έλεγχος συσχέτισης των επιπέδων αναπαγωγικής επιτυχίας ανά στάδιο και ανά έτος έδειξε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μόνο μεταξύ των επιπέδων αναπαγωγικής επιτυχίας και επιτυχίας πτέρωσης ανά χρονιά ( $r_s = 0,900$   $p < 0,05$ ). Τα αποτελέσματα από τον προαναφερθέν στατιστικό έλεγχο μπορεί να οφείλονται στο μικρό δείγμα των πέντε αναπαγωγικών περιόδων, με τις τιμές πάντως να συµμεταβάλλονται αρκετά καλά, µε χαρακτηριστική χρονιά αυτή του 2010 (Εικόνα 2.11). Επίσης, φαίνεται ότι σε όλα τα έτη οι απώλειες-αποτυχίες στην αναπαγωγική προσπάθεια συµβαίνουν κυρίως την περίοδο της επώασης-εκκόλαψης και λιγότερο κατά την περίοδο της πτέρωσης των νεοσσών.

#### Επίδραση της θηρευτικής πίεσης από αρουραίους

Μια άλλη θεώρηση των παραπάνω αποτελεσµάτων επιχειρήθηκε λαµβάνοντας υπόψη το βαθµό θηρευτικής πίεσης, την οποία ασκούν οι αρουραίοι (*Rattus sp.*) σε αυγά και νεοσσούς Αρτέμη στους τρεις διαφορετικούς τοµείς παρακολούθησης (δυτικός, νότιος, ανατολικός) της αναπαγωγικής προσπάθειας. Με βάση επιτόπιες παρατηρήσεις καθ' όλη τη διάρκεια των εργασιών πεδίου (π.χ. άµεσες παρατηρήσεις αρουραίων και περιττωµάτων τους, καθώς και καταγραφή περιστατικών θήρευσης

αυγών και νεοσσών), επιχειρήθηκε μια ταξινόμηση των τριών τομέων. Αυτή στηρίχθηκε στον βαθμό παρουσίας και κατ' επέκταση στην εν δυνάμει όχληση και θηρευτική πίεση που μπορεί να ασκηθεί από τους αρουραίους στον Αρτέμη κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής του. Ειδικότερα ο δυτικός τομέας αξιολογήθηκε ως περιοχή με έντονη παρουσία αρουραίων (Εικόνες 2.12 & 2.13), ο νότιος με περιορισμένη παρουσία και ο ανατολικός τομέας με ελάχιστη, ως απύρρεια των διαφορετικών δυνατοτήτων πρόσβασης και δραστηριοποίησης των χερσαίων αυτών θηρευτών στους τομείς παρακολούθησης (Petrella *et al.* 2012).



**Εικόνα 2.12** Περιττώματα μαύρων αρουραίων (*Rattus rattus*) στον δυτικό τομέα παρακολούθησης της αναπαραγωγής του Αρτέμη στο Σταμφάνι.

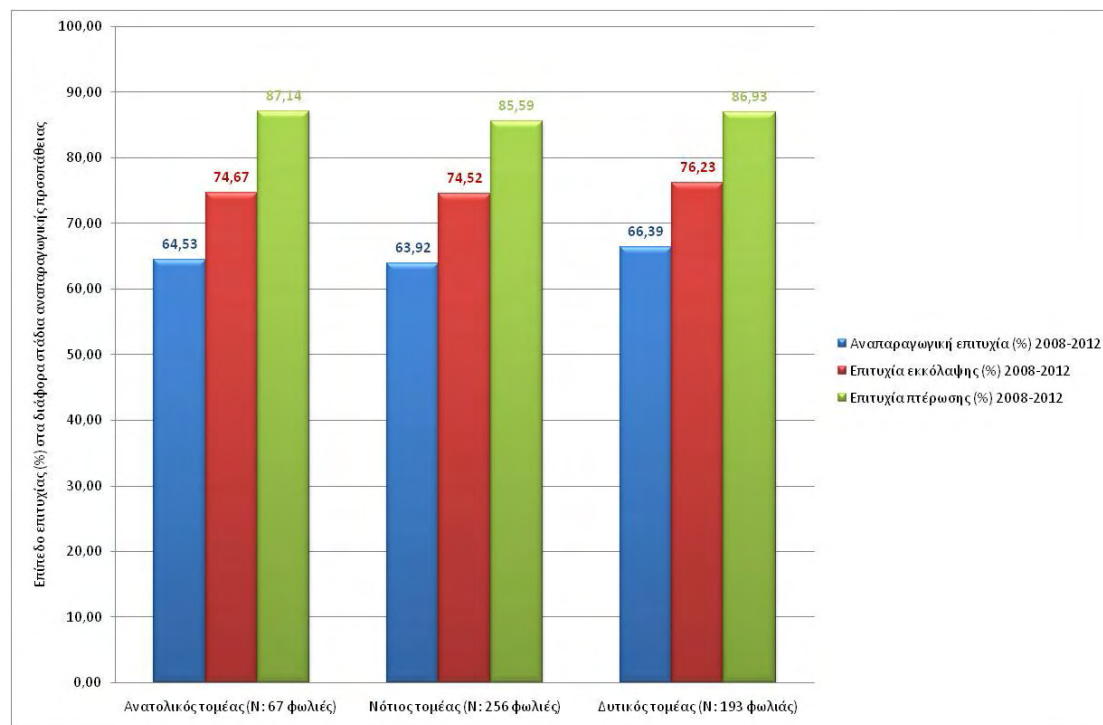


**Εικόνα 2.13** Νεκρός νεοσσός Αρτέμη από επίθεση αρουραίου στον δυτικό τομέα παρακολούθησης της αναπαραγωγής του Αρτέμη στο Σταμφάνι.

Τα συγκριτικά αποτελέσματα της αναπαραγωγικής επιτυχίας του Αρτέμη ανά τομέα παρακολούθησης για το σύνολο των ετών από το 2008 έως το 2012, παρουσιάζονται στην Εικόνα 2.14 που ακολουθεί. Παρά την καταγεγραμμένη θήρευση αυγών και νεοσσών Αρτέμη από αρουραίους στην περιοχή μελέτης, η ανάλυση των δεδομένων



έδειξε ότι τα διαφορετικά επίπεδα παρουσίας αρουραίων ανά τομέα δεν επηρεάζουν την έκβαση της αναπαραγωγικής προσπάθειας του είδους ( $\chi^2= 0,117$ ,  $df=2$ ,  $P=0,943$ ).



**Εικόνα 2.14** Επίπεδα αναπαραγωγικής επιτυχίας του Αρτέμη σε διαφορετικούς τομείς στο Σταμφάνι για τα έτη 2008 έως και 2012.

### Τύπος φωλιών και αναπαραγωγική επιτυχία

Προκειμένου να ανιχνευθούν τυχόν διαφορές στην τελική έκβαση της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη ανάλογα με τον τύπο φωλιάς, καθώς και τον προσανατολισμό της κύριας εισόδου των φωλιών που παρακολουθήθηκαν, έγινε χρήση του Chi-squared test. Στους Πίνακες 2.4 & 2.5 που ακολουθούν δίνονται τα αποτελέσματα της αναπαραγωγικής προσπάθειας ανά τύπο φωλιάς και ανά έκθεση-προσανατολισμό της κύριας εισόδου της φωλιάς αντίστοιχα. Ο στατιστικός έλεγχος έδειξε ότι δεν υπάρχουν διαφορές στα επίπεδα της αναπαραγωγικής επιτυχίας μεταξύ των διαφορετικών τύπων φωλιάς ( $\chi^2= 1,234$ ,  $df=4$ ,  $P=0,872$ ), αλλά ούτε και μεταξύ του διαφορετικού προσανατολισμού της κύριας εισόδου της φωλιάς ( $\chi^2= 3,500$ ,  $df=3$ ,  $P=0,321$ ).

**Πίνακας 2.4** Η αναπαραγωγική επιτυχία του Αρτέμη ανά τύπο φωλιάς για την περίοδο 2008-2012.

Τύπος φωλιάς	Αναπαραγωγή		Σύνολο
	Επιτυχημένη	Αποτυχημένη	
Λαγούμι	75	38	113
Κάτω από λίθο (κουλότητα)	75	33	108
Κάτω από βράχο	88	52	140
Σχισμή	43	21	64
Κάτω από βλάστηση (μακκία)	35	18	53
<b>Σύνολο</b>	<b>316</b>	<b>162</b>	<b>478</b>

**Πίνακας 2.5** Η αναπαραγωγική επιτυχία του Αρτέμη ανά προσανατολισμό της κύριας εισόδου των φωλιών για την περίοδο 2008-2012.

Έκθεση κύριας εισόδου φωλιάς	Αναπαραγωγή		Σύνολο
	Επιτυχημένη	Αποτυχημένη	
Ανατολική	68	34	102
Δυτική	104	41	145
Βόρεια	27	17	44
Νότια	112	67	179
<b>Σύνολο</b>	<b>311</b>	<b>159</b>	<b>470</b>

Στον Πίνακα 2.6 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι διαστάσεις της κύριας εισόδου των φωλιών που παρακολούθηθηκαν κατά την περίοδο 2008-2012. Το μέσο πλάτος και το μέσο ύψος της εισόδου ήταν  $27,32 \pm 15,02$  cm και  $17,73 \pm 12,29$  cm αντίστοιχα, με τον δείκτη επιμήκυνσης (πλάτος/ύψος) της εισόδου να είναι  $2,11 \pm 2,23$ . Η χρήση της one-way ANOVA κατόπιν ελέγχου των διασπορών των τιμών (Levene's Test for Equality of Variances,  $P > 0,05$ ), έδειξε ότι οι διαστάσεις της κύριας εισόδου των φωλιών που καταγράφηκε αναπαραγωγική επιτυχία δεν διαφέρουν σημαντικά από τις αντίστοιχες διαστάσεις των φωλιών στις οποίες παρατηρήθηκε αναπαραγωγική αποτυχία (Πίνακας 2.7).

**Πίνακας 2.6** Τα χαρακτηριστικά της κύριας εισόδου των φωλιών Αρτέμη που παρακολούθηθηκαν κατά την περίοδο 2008-2012 στο Σταμφάνι (N=379 φωλιές).

Παράμετρος κύριας εισόδου	N	Εύρος τιμών	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Πλάτος (cm)	379	71,30	4,00	75,00	27,32	15,02
Ύψος (cm)	379	63,00	4,00	67,00	17,73	12,29
Σχήμα (Πλάτος/Ύψος)	379	18,46	0,29	18,75	2,11	2,23

**Πίνακας 2.7** Σύγκριση των τιμών των διαστάσεων των εισόδων μεταξύ των επιτυχημένων και αποτυχημένων φωλιών του Αρτέμη στο Σταμφάνι κατά την περίοδο 2008-2012, με χρήση της one-way ANOVA.

Παράμετρος κύριας εισόδου	Αναπαραγωγικό αποτέλεσμα	N	Μέση τιμή ± SD	F	p
Πλάτος (cm)	Επιτυχία	268	28,2 ± 15,01	0,585	0,445
	Αποτυχία	111	26,9 ± 15,04		
Ύψος (cm)	Επιτυχία	268	18,5 ± 13,04	0,612	0,435
	Αποτυχία	111	17,4 ± 11,97		
Δείκτης επιμήκυνσης (Πλάτος/Ύψος)	Επιτυχία	268	2,2 ± 2,5	0,261	0,610
	Αποτυχία	111	2,1 ± 2,10		

### 2.3.3 Μέγεθος-διαστάσεις αυγών

#### Γενικά αποτελέσματα

Η συλλογή μορφομετρικών δεδομένων (μήκος και πλάτος) και του βάρους σε ένα σύνολο τριάντα αυγών Αρτέμη στο Σταμφάνι, έδειξε ότι το μέσο μήκος τους (L) ήταν  $6,75 \pm 0,19$  cm, το μέσο πλάτος (B)  $4,55 \pm 0,14$  cm και το μέσο βάρος (W)  $76,40 \pm 4,69$  g (Πίνακας 2.8). Ο έλεγχος συσχέτισης μεταξύ του βάρους και του μήκους των αυγών ( $r = 0,548$   $p < 0,01$ ) καθώς και μεταξύ του βάρους και πλάτους τους ( $r = 0,789$   $p < 0,01$ ) έδειξε ότι αυτή είναι θετική και στατιστικώς σημαντική.

**Πίνακας 2.8** Διαστάσεις και βάρος των αυγών Αρτέμη στο Σταμφάνι. Η συλλογή των δεδομένων έγινε την περίοδο 1-5 Ιουνίου 2011.

	N	Εύρος τιμών	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Μήκος αυγών (cm)	30	0,83	6,31	7,14	6,7520	0,18825
Πλάτος αυγών (cm)	30	0,78	4,05	4,83	4,5507	0,14042
Βάρος αυγών (g)	30	19,28	67,78	87,06	76,3960	4,68953

### Σύγκριση της μορφομετρίας των αυγών με εκείνα άλλων αποικιών

Λόγω της μείωσης του βάρους των αυγών με την πάροδο των ημερών, και επειδή αντίστοιχες μετρήσεις έχουν πραγματοποιηθεί σε διαφορετικές χρονικές περιόδους κατά την επώαση σε άλλες αποικίες Αρτέμη σε Ατλαντικό και Μεσόγειο, επιλέχθηκε η χρήση του δείκτη μεγέθους ( $L \cdot B^2$ ) των αυγών ως ο ασφαλέστερος τρόπος για τη σύγκριση των δεδομένων με τα αντίστοιχα από τις Στροφάδες (Mougin 1998). Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 2.9 που ακολουθεί, η μέση τιμή του δείκτη μεγέθους των αυγών στην περιοχή έρευνας ήταν  $139,9 \pm 14,2$  ενισχύοντας ευρήματα προηγούμενων ερευνών που δείχνουν ότι οι διαστάσεις των αυγών αυξάνονται από τη Μεσόγειο προς τον Ατλαντικό. Ειδικότερα, ο στατιστικός έλεγχος με χρήση του ελέγχου Kruskal-Wallis<sup>4</sup> έδειξε ότι ο δείκτης μεγέθους διαφέρει σημαντικά μεταξύ των αποικιών σε Ατλαντικό και Μεσόγειο ( $H' = 5,762$ ,  $df = 1$ ,  $P < 0,05$ ).

**Πίνακας 2.9** Διαστάσεις αυγών από διάφορες αποικίες Αρτέμη σε Ατλαντικό και Μεσόγειο (Α: Ατλαντικός, Μ: Μεσόγειος).

	Μήκος (mm) L Εύρος τιμών (αρ. αυγών)	Πλάτος (mm) B Εύρος τιμών (αρ. αυγών)	Δείκτης Μεγέθους $L \cdot B^2$ Εύρος τιμών (αρ. αυγών)	Πηγές
<i>C. borealis</i>				
-Selvagens (A)	75,1± 2,8 64,4- 84,8(1018)	49,4± 1,5 43,3- 54,6(1018)	183,5±13,5 125,8-234,9(1018)	1
-Berlengas (A)	73,6± 3,0 67,3- 79,5(37)	48,4± 1,6 45,2- 51,5(37)	172,4	2, 3
-Azores (A)	74,3± 3,2 62,1- 81,1(153)	49,7± 1,5 45,3- 59,3(153)	183,5	4-8
<i>C. diomedea</i>				
-Crete (M)	67,8± 2,8(40)	45,5± 0,8(40)	140,4	9
-Νήσος Σταμφάνι (Στροφάδες) (M)	67,5± 1,8 63,1-71,4(30)	45,5± 1,4 40,5- 48,3(30)	139,9±14,23 183,6-230,9(30)	17
-Linosa (M)	69,0± 2,9 61,2- 78,9(226)	45,9± 1,4 42,6- 49,3(226)	145,4	10
-Zembra (M)	68,2± 3,4 62,0- 73,5(124)	45,8± 2,2 42,0- 48,4(124)	143,1	11, 12
-Marseille I. (M)	67,0 61,5± 70,0(43)	45,5 41,0- 48,0(43)	138,7	13
-Cabrera (M)	68,1± 5,4 63,0- 73,7(47)	45,5± 1,6 41,3- 49,0(47)	141,0	14
-Columbretes (M)	69,9± 2,2 67,0- 73,3(9)	44,2± 1,2 42,0- 45,6(9)	136,6	15
<i>C. edwardsii</i>				
-Capo Verde I. (A)	63,3± 4,2 57,0- 69,0(10)	44,4± 1,6 41,0- 46,0(10)	124,8	16

**Πηγές:** 1: Mougin 1998; 2: Granadeiro (1988); 3: Granadeiro (1991); 4: Bannerman & Bannerman (1966); 5: Chavigny & Mayaud (1932); 6: Hartert & Ogilvie Grant (1905); 7: Monteiro *et al.* (1996); 9: Ristow & Wink (1980); 10: Iapichino *et al.* (1983); 12: Jouanin (1976); 13: Fernandez (1984); 14: Araujo *et al.* (1977); 15: Servent (1987); 16: Bannerman & Bannerman (1968), 17: Παρούσα εργασία (2014)

<sup>4</sup> Επιλέχθηκε ο μη παραμετρικός έλεγχος έναντι της παραμετρικής one-way ANOVA λόγω των ακραίων τιμών που εμφάνιζαν οι δύο ομάδες δεδομένων, σύμφωνα και με τα αποτελέσματα του Levene's Test for Equality of Variances.

### Αναπαραγωγική επιτυχία και διαστάσεις των αυγών

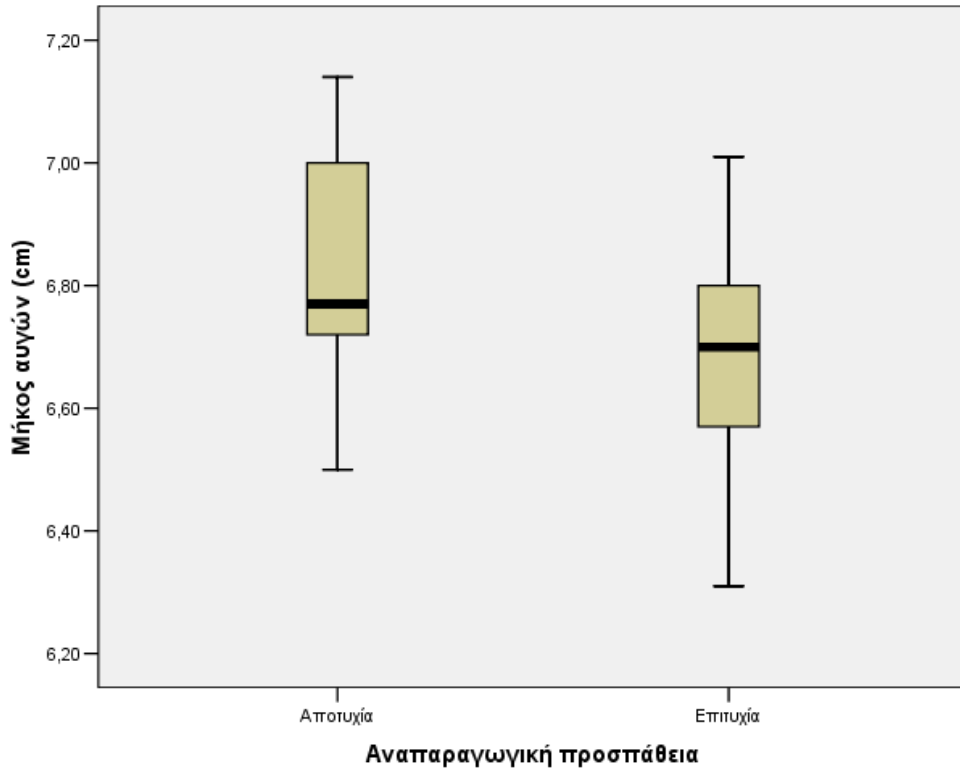
Οι διαστάσεις και το βάρος των αυγών σε σχέση με τα αποτελέσματα από την παρακολούθηση της αναπαραγωγής του Αρτέμη παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.10. Η χρήση της one-way ANOVA κατόπιν ελέγχου των διασπορών τιμών (Levene's Test for Equality of Variances,  $P > 0,05$ ), έδειξε ότι μόνο το μήκος των αυγών διαφέρει ανάμεσα στα αυγά στα οποία παρατηρήθηκε αναπαραγωγική επιτυχία και σε αυτά που καταγράφηκε αναπαραγωγική αποτυχία (Πίνακας 2.11). Πιο συγκεκριμένα και όπως φαίνεται στην Εικόνα 2.15, τα μικρότερα σε μήκος αυγά φάνηκε να έχουν περισσότερες πιθανότητες αναπαραγωγικής επιτυχίας σε σχέση με τα αυγά που είχαν μεγαλύτερο μήκος.

**Πίνακας 2.10** Διαστάσεις αυγών Αρτέμη (Μέση τιμή  $\pm$  Τυπική απόκλιση) σε σχέση με το αποτέλεσμα της αναπαραγωγικής προσπάθειας (N: μέγεθος δείγματος).

Χαρακτήρας αυγών	Πτερωμένοι νεοσσοί	Νεκροί νεοσσοί	Μη εκκολαφθέντα αυγά
Μήκος (cm)	6,69 $\pm$ 0,18 (N=17)	6,81 $\pm$ 0,14 (N=4)	6,83 $\pm$ 0,20 (N=9)
Πλάτος (cm)	4,53 $\pm$ 0,16 (N=17)	4,58 $\pm$ 0,10 (N=4)	4,58 $\pm$ 0,11 (N=9)
Βάρος (g)	7,54 $\pm$ 0,48 (N=17)	7,74 $\pm$ 0,23 (N=4)	7,79 $\pm$ 0,51 (N=9)
Δείκτης Μεγέθους	137,48 $\pm$ 10,78 (N=17)	142,88 $\pm$ 5,97 (N=4)	143,46 $\pm$ 9,30 (N=9)

**Πίνακας 2.11** Έλεγχος της επίδρασης των διαστάσεων και του βάρους των αυγών του Αρτέμη στην αναπαραγωγική προσπάθεια, με χρήση της one-way ANOVA.

Χαρακτήρας αυγών	df	F	p
Μήκος	1, 28	4,400	0,045
Πλάτος	1, 28	0,896	0,352
Βάρος	1, 28	1,979	0,170
Δείκτης Μεγέθους	1, 28	2,604	0,118



**Εικόνα 2.15** Σύνοψη του μήκους των αυγών σε σχέση με το αποτέλεσμα της αναπαραγωγής του Αρτέμη στις Στροφάδες (αναπ. περίοδος 2011, N=30). Διακρίνεται η διάμεσος (median), το εύρος των εκατοστιαίων σημείων και το εύρος των τιμών του μήκους των αυγών.

### Επίδραση άλλων παραμέτρων

Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία στο εσωτερικό των φωλιών κατά τη διάρκεια της λήψης των μορφομετρικών δεδομένων των αυγών ήταν  $27,97 \pm 4,6$  °C και  $57,73 \pm 11,7$  % αντίστοιχα (Πίνακας 2.12). Ο στατιστικός έλεγχος ανίχνευσης πιθανής συσχέτισης των επιπέδων θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό των φωλιών ανέδειξε μία ισχυρή αρνητική συσχέτιση μεταξύ των δύο αβιοτικών παραμέτρων του περιβάλλοντος ( $r = -0,856$   $p < 0,01$ ). Για την εκτίμηση της σχέσης ανάμεσα στις διαστάσεις των αυγών με τα προαναφερθέντα αβιοτικά χαρακτηριστικά στο εσωτερικό των φωλιών έγινε χρήση της ανάλυσης μερικής συσχέτισης (partial correlation), τα αποτελέσματα της οποίας ανέδειξαν μία αρνητική συσχέτιση του βάρους των αυγών με τη θερμοκρασία ( $r = -0,377$   $p < 0,5$ ).

**Πίνακας 2.12** Τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας στο εσωτερικό φωλιών κατά την ώρα της συλλογής των μορφομετρικών δεδομένων αυγών (N=30 φωλιές).

Αβιοτικές παράμετροι	N	Εύρος τιμών	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Θερμοκρασία (°C)	30	17	22	39	27,97	4,575
Υγρασία (%)	30	44	30	74	57,73	11,747

Σε αντίθεση με τα προηγούμενα ευρήματα, η χρήση της one-way ANOVA κατόπιν ελέγχου των διασπορών των τιμών (Levene's Test for Equality of Variances,  $P > 0,05$ ) έδειξε ότι τόσο ο τύπος των φωλιών όσο και ο προσανατολισμός της κύριας εισόδου τους (παράγοντες που επηρεάζουν το μικροκλίμα στο εσωτερικό των φωλιών) δεν έχουν σημαντική επίδραση στις διαστάσεις των αυγών (Πίνακας 2.13 & Πίνακας 2.14).

**Πίνακας 2.13** Έλεγχος της επίδρασης του τύπου φωλιάς στις διαστάσεις και το βάρος των αυγών του Αρτέμη στο Σταμφάνι, με χρήση one-way ANOVA.

Χαρακτήρας αυγών	df	F	p
Μήκος	4, 25	0,179	0,947
Πλάτος	4, 25	0,290	0,882
Βάρος	4, 25	0,238	0,914

**Πίνακας 2.14** Έλεγχος της επίδρασης του προσανατολισμού της κύριας εισόδου της φωλιάς στις διαστάσεις και το βάρος των αυγών του Αρτέμη στο Σταμφάνι, με χρήση one-way ANOVA.

Χαρακτήρας αυγών	df	F	p
Μήκος	3, 26	0,179	0,910
Πλάτος	3, 26	0,803	0,504
Βάρος	3, 26	0,707	0,556

## 2.4 Συζήτηση

### 2.4.1 Φαινολογία της αναπαραγωγής

Η μελέτη της φαινολογίας της αναπαραγωγής των θαλασσοπουλιών και ειδικότερα η εκτίμηση της αναπαραγωγικής επιτυχίας επιλεγμένων αποικιών σε βάθος χρόνου χρησιμοποιούνται συχνά ως δείκτες για την κατάσταση του θαλάσσιου περιβάλλοντος (Furness & Camphuysen 1997). Οι τάσεις που παρουσιάζουν αναπαραγωγικές παράμετροι σε αποικιακά είδη θαλασσοπουλιών αλλά και έκτακτα περιστατικά που μπορεί να καταγραφούν κατά την εκτίμηση των επιπέδων της αναπαραγωγικής επιτυχίας σε συγκεκριμένες περιόδους, μπορούν να αποτελέσουν τη βάση για την ερμηνεία της επίδρασης περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως η κατάσταση των ιχθυοαποθεμάτων, η θαλάσσια ρύπανση, η εκδήλωση κλιματικών φαινομένων παγκόσμιας κλίμακας, ο ανταγωνισμός, καθώς και η θήρευση από εισβλητικά είδη (Monaghan *et al.* 1989, Wanless *et al.* 2005, Fauchald 2009, Kipling 2013).

Η πρώτη συστηματική παρακολούθηση της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη στο Σταμφάνι έδωσε βασικές πληροφορίες για τον αναπαραγωγικό κύκλο του είδους στην περιοχή έρευνας. Τα συγχρονισμένα, σε μεγάλο βαθμό, γεγονότα του αναπαραγωγικού κύκλου που περιλαμβάνουν:

- ✓ την ωαπόθεση μεταξύ 25 Μαΐου και 15 Ιουνίου,
- ✓ την εκκόλαψη των νεοσσών που συμβαίνει μετά 50 έως 55 μέρες και κυρίως μεταξύ 12 και 20 Ιουλίου,
- ✓ την πτέρωση των νεοσσών μέχρι τις 15-25 Οκτωβρίου, οπότε και έχουν μεσολαβήσει 85-95 μέρες από την εκκόλαψη των νεοσσών

έρχονται σε χρονική συμφωνία με αντίστοιχες μελέτες σε άλλες αποικίες του είδους στη Μεσόγειο (Round & Swann 1977, Ristow *et al.* 1991, Triay & Capó 1996, Borg 1999). Διαφορές παρατηρούνται κυρίως με την αντίστοιχη περίοδο επώασης των αυγών σε αποικίες Αρτέμη στον Ατλαντικό, όπου το φαινόμενο καταγράφεται αργότερα και κορυφώνεται στο τελευταίο δεκαήμερο του Ιουλίου (Zino 1971, Granadeiro 1991, Mougin *et al.* 2000).

Η επώαση των αυγών αποτελεί «καθήκον» και των δύο γονέων, αφού σύμφωνα και με τα δεδομένα από τις καταγραφές που έχουν γίνει με τη χρήση πομπών γεωεντοπισμού, τα άτομα του ζεύγους εναλλάσσουν το σχετικό ρόλο συνήθως ανά 8 έως 9 ημέρες (βλ. Κεφάλαιο 3). Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν τα ευρήματα



προηγούμενης μελέτης σε αποικία του είδους στον Ατλαντικό (Mougin *et al.* 2000), αναδεικνύοντας με τον τρόπο αυτόν τη σημασία της συνεχούς επώασης του αυγού αλλά και της ανάγκης αναπλήρωσης των αναπόφευκτων ενεργειακών απωλειών των γεννητόρων. Τα καθήκοντα των γονιών στην ανατροφή των νεοσσών εξακολουθούν να είναι ιδιαίτερος αυξημένα κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους και κυρίως στις πρώτες δύο εβδομάδες μετά την εκκόλαση των αυγών, αφού σχεδόν κάθε βράδυ οι γονείς επισκέπτονται τη φωλιά τους για παροχή τροφής (Karris *et al.* 2013a). Οι επισκέψεις αυτές σταδιακά αραιώνουν, με την απουσία των γονέων να είναι αισθητή κατά τα τελευταία στάδια πτέρωσης των νεοσσών και ειδικότερα μετά τις 20 του Σεπτεμβρίου.

#### 2.4.2 Αναπαραγωγική επιτυχία

Η μέση αναπαραγωγική επιτυχία του είδους στην περιοχή έρευνας για περίοδο πέντε συνεχόμενων ετών (2008-2012) εκτιμήθηκε στο  $65,37 \pm 12,25$  %. Το ποσοστό αυτό είναι συγκρίσιμο με αντίστοιχες τιμές από άλλες αποικίες στη Μεσόγειο και τον Ατλαντικό και πιο συγκεκριμένα με το 77% στις Διονυσάδες (Ristow *et al.* 1991), το 79-82% στα νησιά της Μασσαλίας (Fernandez 1985), το 64% σε νησιά της Μάλτας (Borg & Sultana 2000) και το 50-61% στο Selvagem Grande της Πορτογαλίας (Mougin 1999). Το μικρότερο ποσοστό επιτυχίας στο Selvagem Grande αποδίδεται κυρίως στη μεγάλη θηρευτική πίεση από αρουραίους, σε συνδυασμό με το γεγονός ότι οι φωλιές βρίσκονται εκτεθειμένες σε ανοικτούς χώρους, σε αντίθεση με τις αντίστοιχες θέσεις φωλιάσματος στις αποικίες της Μεσογείου που είναι πιο προφυλαγμένες και κατά συνέπεια περισσότερο δυσπρόσιτες σε χερσαίους θηρευτές. Οι αναπαραγωγικές απώλειες στο Σταμφάνι και σε συμφωνία με τα προαναφερθέντα δεν φαίνεται να συσχετίζονται με τα επίπεδα παρουσίας-δραστηριότητας των αρουραίων. Από την άλλη πλευρά, τα νέα δεδομένα που προκύπτουν από την εκτίμηση της τυχαίας παγίδευσης ατόμων Αρτέμη σε αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην ευρύτερη περιοχή του νότιου Ιονίου, επιβάλλουν περαιτέρω έρευνα σχετικά με την πιθανή επίδραση αυτών των απωλειών στην επιτυχία αναπαραγωγής (Karris *et al.* 2013b).

Η αποικία των Στροφάδων αναφορικά με τα επίπεδα επιτυχίας ανά στάδιο αναπαραγωγής, παρουσιάζει το γενικό πρότυπο που έχει ανιχνευθεί και σε άλλες αντίστοιχες περιπτώσεις, με τις περισσότερες απώλειες να καταγράφονται κατά το στάδιο της επώασης των αυγών σε σύγκριση με το στάδιο της πτέρωσης των

νεοσσών. Οι απώλειες αυτές αποδίδονται κατά κύριο λόγο στην εγκατάλειψη των αυγών από τους γονείς και λιγότερο στη θήρευσή τους από τους αρουραίους και τους Ασημόγλους (Εικόνα 2.16). Οι περιπτώσεις εγκατάλειψης που καταγράφηκαν μετά την εκκόλαψη των αυγών και την έναρξη ανατροφής των νεοσσών ήταν περιορισμένες και ενδεχομένως να σχετίζονται με το βαθμό εμπειρίας των γεννητόρων. Την υπόθεση αυτή ενισχύουν τα ευρήματα της υψηλής αναπαραγωγικής επιτυχίας (77,5%) που εμφάνισαν οι συνεχώς κατειλημμένες φωλιές από γεννήτορες κατά την περίοδο 2008-2012. Πιθανολογείται ότι οι συγκεκριμένες φωλιές ήταν κατειλημμένες από τα πιο έμπειρα άτομα, με βάση και την υψηλότερη συχνότητα επανεύρεσης δακτυλιωμένων γονιών σε αυτές, γεγονός που μπορεί να ερμηνεύσει το τελικό αποτέλεσμα της αυξημένης αναπαραγωγικής επιτυχίας όπως έχει αποδειχθεί ότι συμβαίνει σε άλλες αποικίες (Thibault 1994, Mougin 1999, Mougin *et al.* 2002).



**Εικόνα 2.16** Θηρευμένο αυγό Αρτέμη από Ασημόγλοιο (*Larus michahellis*) στο Σταμφάνι.

Οι τιμές των επιπέδων αναπαραγωγικής επιτυχίας την περίοδο 2008-2012 παρουσιάζουν κανονική κατανομή (One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test,  $p > 0.05$ ), επιδεικνύοντας αυξομειώσεις από έτος σε έτος. Η συλλογή περισσότερων συγκρίσιμων δεδομένων στις επόμενες αναπαραγωγικές περιόδους αλλά και η εντατικοποίηση του ελέγχου φιλοπατρίας σε δακτυλιωμένα ενήλικα και νεαρά άτομα, μπορούν να στοιχειοθετήσουν πιθανές ερμηνείες στις διακυμάνσεις των επιπέδων αναπαραγωγικής επιτυχίας. Για παράδειγμα, φαινόμενα κλιματικών επιδράσεων σε πλανητική κλίμακα με κύρια αυτό της Νότιας Ταλάντωσης El Niño / La Niña καθώς και της ταλάντωσης του Βόρειου Ατλαντικού μπορούν να έχουν επιπτώσεις σε αβιοτικούς παράγοντες, όπως η επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας, τα κατακρημνίσματα και η συχνότητα των καταιγίδων (Cane 1983, Ottersen *et al.* 2001). Οι αλληλεπιδράσεις των παραπάνω σχεδίων τηλεσυνδέσεων μπορούν να επηρεάσουν

την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και τη διαθεσιμότητα των ιχθυοαποθεμάτων με αρνητικές συνέπειες για τους πληθυσμούς των θαλασσοπουλιών (Grosbois & Thompson 2005). Πρόσφατα οι Boano *et al.* (2010) έδειξαν ότι το φαινόμενο La Niña σχετίζεται με μειωμένα επίπεδα επιβίωσης του Αρτέμη στα πεδία διαχείμασης και επακόλουθη επίπτωση στην αναπαραγωγή του πληθυσμού αποικίας στην κεντρική Μεσόγειο.

Ο τύπος των κατειλημμένων φωλιών από άτομα Αρτέμη στο Σταμφάνι δεν φάνηκε να έχει επίδραση στην αναπαραγωγική επιτυχία, αν και η πλειονότητά τους (57,3%) έδειξε να προτιμούν φωλιές όπως λαγούμια και βαθιές κοιλάτητες κάτω από λίθους και από μακκία βλάστηση. Οι φωλιές αυτές έχουν ως κοινό χαρακτηριστικό την ύπαρξη μαλακού χώματος και άρα υποστρώματος για σκάψιμο που επιτρέπει τη μεγαλύτερη προστασία αυγών και νεοσσών, μειώνοντας την πιθανότητα εντοπισμού τους από πιθανούς θηρευτές (Warham 1990, Ramos *et al.* 1997). Ο προσανατολισμός της κύριας εισόδου των κατειλημμένων φωλιών επίσης δεν φάνηκε να έχει επίδραση στην αναπαραγωγική προσπάθεια, αν και μόλις το 9,7% των φωλιών είχε βόρεια έκθεση και κατά συνέπεια αυτές ήταν περισσότερο εκτεθειμένες σε ψυχρούς ανέμους. Ίσως αυτή η έλλειψη επίδρασης του προσανατολισμού της φωλιάς σε επίπεδο αναπαραγωγικής προσπάθειας να ερμηνεύεται και από το γεγονός ότι η ακτογραμμή στο Σταμφάνι δεν εμφανίζει υψομετρικές διαφορές με έντονες κλίσεις, γεγονός που θα μπορούσε να επηρεάζει περισσότερο τις μικροκλιματικές συνθήκες στο εσωτερικό των φωλιών σε συνδυασμό με τους επικρατούντες ανέμους στην περιοχή.

Οι διαστάσεις της κύριας εισόδου των κατειλημμένων φωλιών που παρακολούθηθηκαν κατά την περίοδο 2008-2012 στο Σταμφάνι είχαν μέσο πλάτος και ύψος 0,27 m και 0,18 m, αντίστοιχα, και ήταν συγκρίσιμες με τα δεδομένα των Bourgeois & Vidal (2007) και Ramos *et al.* (1997) για φωλιές του είδους σε νησιά που ανήκουν στο Εθνικό Πάρκο Port-Cros της Γαλλίας (0,22 m και 0,19 m), καθώς και σε αποικία στο Vila Islet των Αζορών (0,25 m και 0,33 m). Αντιθέτως, η μη συσχέτιση των διαστάσεων της κύριας εισόδου των φωλιών με το αποτέλεσμα της αναπαραγωγής έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα των Ramos *et al.* (1997), όπου φαίνεται ότι η αύξηση των εν λόγω διαστάσεων επηρεάζει αρνητικά την επιτυχία εκκόλαψης, ίσως ως αποτέλεσμα της μεγαλύτερης έκθεσης των αυγών στις περιβαλλοντικές συνθήκες ή/και στους θηρευτές.

### 2.4.3 Μέγεθος-διαστάσεις αυγών

Το μέσο μήκος (6,75 cm), το μέσο πλάτος (4,55 cm) και ο δείκτης μεγέθους (139,9) των αυγών του Αρτέμη στο Σταμφάνι έχουν όμοιες τιμές με τις αντίστοιχες διαστάσεις που οι Ristow & Wink (1980) βρήκαν σε αποικία του είδους στο Αιγαίο και πιο συγκεκριμένα στις Διονυσάδες. Επιπλέον, όπως αναφέρθηκε και στα αποτελέσματα, οι διαστάσεις των αυγών στις Στροφάδες έρχονται σε συμφωνία με τα ευρήματα ανάλογων ερευνών που δείχνουν ότι οι διαστάσεις των αυγών του είδους παρουσιάζουν τάση αύξησης με τη μείωση του γεωγραφικού μήκους στο εύρος κατανομής των αποικιών του. Οι μεγαλύτερες διαστάσεις των αυγών αποικιών του Ατλαντικού σε σύγκριση με αυτές στη Μεσόγειο σχετίζονται με τα διαφορετικά επίπεδα παραγωγικότητας των δύο θαλάσσιων οικοσυστημάτων που αποτυπώνονται και στις μορφομετρικές διαφορές των γεννητόρων (Zino 1971, Ristow & Wink 1980). Οι διαφορές αυτές ενίσχυσαν τις πρόσφατες προτάσεις των Sangster *et al* (2012) περί αναγνώρισης του ατλαντικού και του μεσογειακού υποείδους ως διαφορετικά είδη.

Οι διαστάσεις των αυγών δεν έδειξαν να έχουν σχέση με την αναπαραγωγική επιτυχία στο Σταμφάνι, με εξαίρεση το μήκος τους που επηρεάζει αρνητικά την έκβαση της αναπαραγωγικής προσπάθειας. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα αντίστοιχα ευρήματα του Mougín (1998) σε αποικία του είδους στο νησί Μαδέρα, όπου όσο μεγαλύτερα ήταν τα αυγά τόσο περισσότερες ήταν και οι πιθανότητες αυτά να εκκολαφθούν επιτυχώς και να δώσουν πτερωμένους νεοσσούς. Η σχέση των διαστάσεων των αυγών και της αναπαραγωγικής επιτυχίας ερμηνεύεται εναλλακτικά από την τάση που δείχνουν τα μη ώριμα άτομα των θαλασσοπουλιών να γεννούν μικρότερα σε διαστάσεις αυγά και όχι ως άμεση επίδραση αυτών καθ' αυτών των διαστάσεων στην αναπαραγωγική επιτυχία (Ollason & Dunett 1986). Από τα παραπάνω γίνεται εμφανής η ανάγκη για περαιτέρω διερεύνηση της σχέσης μεταξύ των διαστάσεων των αυγών, της εμπειρίας των γεννητόρων και της αναπαραγωγικής επιτυχίας στην περιοχή μελέτης, με χρήση μεγαλύτερου δείγματος.

Η θερμοκρασία και η υγρασία των φωλιών, ο τύπος των φωλιών, καθώς και ο προσανατολισμός της κύριας εισόδου τους διαμορφώνουν το μικροκλίμα στο εσωτερικό των φωλιών και κατ' επέκταση μπορούν να επηρεάσουν την αναπαραγωγική επιτυχία σε θαλασσοπούλια (Bourgeois & Vidal 2007). Παρόλ' αυτά το διαφορετικό επίπεδο επίδρασης των παραγόντων αυτών στις διαστάσεις των

αυγών, όπως αποκαλύφθηκε από τους σχετικούς στατιστικούς ελέγχους, επιβάλλουν περαιτέρω έρευνα για την επίδραση των αβιοτικών χαρακτηριστικών των θέσεων φωλιάσματος στην αναπαραγωγή του είδους στις Στροφάδες.

## Παράρτημα 2.Α

### Πρωτόκολλο καταγραφής αναπαραγωγικών παραμέτρων για την αναπαραγωγική περίοδο του 2009 από την αποικία του Αρτέμης στα Στροφάδια

DATE (1st)		5/6/2011	DATE (2nd)		19&20&21/7/11	DATE (3rd)		27/9/2011	DATE (4th)			DATE (5th)														
GPS file (P):			GPS file (P):			GPS file (P):			GPS file (P):			GPS file (P):														
Region / Islet Ref code:			ZAKSTAS			Comments																				
Colony Code			ZAKSTAS 002			Adults max:																				
Method of approach:			2			Juveniles max:																				
Nest #	WPT	Nest type	Nest Asp.	Egg					Chick					Fledged chick					Evid. use	Hab. Type	Pred. [†]	Ringing	Comments (eg Method of nest marking, Predation details, Ringing Ad / Juvs, recoveries, etc.)			
				1st	2nd	3rd	4th	5th	1st	2nd	3rd	4th	5th	1st	2nd	3rd	4th	5th								
23	32			?																						Κάτω από λίθο - Ανατολική έκθεση (Δεν φαίνεται να είναι ενεργή)
68	75			?																						Σχισμή (σε ύψωμα συνδασμός βλάστησης, βράχου) - Νότια έκθεση Πιο πάνω από εκεί που δείχνει το WPT
42	52			?						X																Κάτω από πέτρα - Βόρεια έκθεση
69	76			?						?																Σχισμή με βλάστηση (Δεν είναι ενεργή φωλιά)
50	41			1						1				1												Κάτω από λίθο (καλή φωλιά, όχι πολύ βαθειά) - Δυτική έκθεση Εκκόλαψη πριν τις 19/7 χωρίς γονιό
70	77			X						X																Σχισμή (Δεν είναι φωλιά) - Βόρεια έκθεση
25	34			?						1				1												Κάτω από πέτρα - Δυτική έκθεση (Δεν έχει κάνει ακόμα αυγό) Βρέθηκε το GLK1487 P003703 στις 11/8/11 Εκκόλαψη πριν τις 19/7
26	35			1						1				1												Κάτω από πέτρα - Δυτική έκθεση Βρέθηκε το GLK1540 P003692 στις 10/8/11 Εκκόλαψη πριν τις 19/7
48	57			?						X																Κάτω από πέτρα - Δυτική έκθεση (Δεν έχει ακόμα αυγό)
71	78			?						X																Σχισμή - Δυτική έκθεση
27	36			1						1				1												Λαγούμι (πολύ καλή για monitoring) - Δυτική έκθεση Εκκόλαψη πριν τις 19/7 με γονιό
46	55			1						1				1												Λαγούμι (πολύ καλή για monitoring) - Νότια έκθεση Εκκόλαψη πριν τις 19/7 χωρίς γονιό
123	131			1						X																Κάτω από πέτρα (πολύ καλή για monitoring) - Δυτική έκθεση παρατημένο αυγό
49	58			?						X																Σχισμή - Νότια έκθεση
125	533			1						1				1												Κάτω από βράχο - Βόρεια έκθεση Εκκόλαψη πριν τις 19/7 χωρίς γονιό
51	60			1						?				1												Λαγούμι - Δυτική έκθεση

KEY		NEST TYPES	
Method of approach: 1= vessel, 2= foot, 3= other		A: Under bush	
Aspect of nest: N, NE, E, SE, S, SW, W, NW		B: Under boulder	
Chick: # & A: Alive, D: Dead (eg. 1A, 1D)		C: On ledge and in small caves of high cliffs	
Samples taken: E= Eggshell, P1= prey item, P= Pellet, DC= Dead Chick, BP= Bird Part, WB= Whole Bird, O= Other		D: In potholes and cliffs	
Evidence of nest use: D= droppings, PE= Pellets, S= smell, O= other		E: Cliff tops and caves, ledges & pigeonholes of highly weathered cliff	
Nesting habitat type: 1= vertical cliffs, 2=gentle rocky coast, 3=screes, 4=slope with vegetation, 5= Other (in comments)		F: In cave of accessible sites	
Ringing: Date of ringing (Adult / Juvenile in comments)		G: Under bush and boulder	
Predation (in comments): E= eggs, C= chicks, A= adult & number of each (eg. 2E, 1C, etc)		H: On open ground	
		I: In burrow	
		J: Other (description in comments)	

## Παράρτημα 2.Β

### Πρωτόκολλο καταγραφής των διαστάσεων αυγών από την αποικία του Αρτέμη στα Στροφάδια κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2011

Ημερ/νια: 6/06/2011 Έναρξη: 11:30 π.μ. Λήξη: 4:00 μ.μ. Περιοχή: Σταμφάνι (δυτικός τομέας) Παρατηρητές: Γ. Καρρής, Μ.Δ. Βούλγαρης									
A/A	Φωλιά	Τύπος φωλιάς	Έκθεση φωλιάς	Υγρασία φωλιάς (%)	Θερμοκρασία φωλιάς (°C)	Μήκος αυγού (cm)	Πλάτος αυγού (cm)	Βάρος αυγού (gr)	ΣΧΟΛΙΑ
1	26	Κάτω από βράχο	δυτική	71	22	6,80	4,58	80,26	Επιτυχημένη φωλιά
2	128	Κάτω από βράχο	δυτική	39	34	6,58	4,55	74,17	Επιτυχημένη φωλιά
3	123	Κάτω από βράχο	δυτική	36	37	7,00	4,52	76,75	Αποτυχημένη εκκόλαψη
4	45	Λαγούμι	δυτική	30	39	6,56	4,54	74,55	Επιτυχημένη φωλιά
5	28	Κάτω από βλάστηση	δυτική	34	37	6,80	4,05	71,73	Επιτυχημένη φωλιά
6	32	Λαγούμι	δυτική	37	36	6,65	4,36	67,89	Επιτυχημένη φωλιά
7	35	Κάτω από βράχο	δυτική	74	33	6,46	4,41	67,78	Επιτυχημένη φωλιά
8	65	Λαγούμι	Νότια	62	26	6,72	4,56	77,29	Αποτυχημένη εκκόλαψη
9	96	Κάτω από βράχο	Βόρεια	59	28	6,91	4,64	81,88	Αποτυχημένη εκκόλαψη
10	11 A	Κάτω από λίθο	Νότια	61	27	6,80	4,56	76,65	Επιτυχημένη φωλιά
11	99	Λαγούμι	Νότια	58	26	6,73	4,69	79,15	Επιτυχημένη φωλιά
12	12	Λαγούμι	Νότια	67	26	6,31	4,61	76,44	Επιτυχημένη φωλιά
13	62	Σχισμή	δυτική	63	25	6,91	4,83	86,98	Επιτυχημένη φωλιά
14	13	Σχισμή	Νότια	65	25	6,68	4,58	77,72	Αποτυχημένη εκκόλαψη
15	105 A	Κάτω από βράχο	Νότια	70	25	6,77	4,46	74,05	Αποτυχημένη πτέρωση
16	105 B	Κάτω από λίθο	Νότια	63	25	6,80	4,50	75,10	Αποτυχημένη εκκόλαψη
Ημερ/νια: 7/06/2011 Έναρξη: 4:00 π.μ. Λήξη: 8:00 μ.μ. Περιοχή: Σταμφάνι (νότιος τομέας) Παρατηρητές: Γ. Καρρής, Μ.Δ. Βούλγαρης									
A/A	Φωλιά	Τύπος φωλιάς	Έκθεση φωλιάς	Υγρασία φωλιάς (%)	Θερμοκρασία φωλιάς (°C)	Μήκος αυγού (cm)	Πλάτος αυγού (cm)	Βάρος αυγού (gr)	ΣΧΟΛΙΑ
17	51	Κάτω από λίθο	Νότια	61	26	7,05	4,78	87,06	Αποτυχημένη εκκόλαψη
18	3	Κάτω από βλάστηση	Νότια	55	27	6,70	4,49	73,35	Επιτυχημένη φωλιά
19	81	Κάτω από βλάστηση	Βόρεια	62	26	6,72	4,68	79,07	Αποτυχημένη εκκόλαψη
20	6	Σχισμή	Νότια	65	25	6,68	4,56	74,48	Επιτυχημένη φωλιά
21	57	Κάτω από λίθο	Ανατολική	62	26	6,73	4,70	79,09	Αποτυχημένη πτέρωση
22	91	Κάτω από βλάστηση	Νότια	67	25	6,90	4,46	72,74	Επιτυχημένη φωλιά
23	92	Λαγούμι	Νότια	64	25	6,57	4,57	76,0	Επιτυχημένη φωλιά
24	93	Κάτω από βράχο	Νότια	64	25	7,02	4,55	78,46	Αποτυχημένη πτέρωση
25	58	Λαγούμι	Ανατολική	61	24	6,56	4,51	70,91	Επιτυχημένη φωλιά
26	138	Σχισμή	δυτική	64	24	6,75	4,68	80,70	Επιτυχημένη φωλιά
27	139	Κάτω από βλάστηση	Ανατολική	66	24	7,01	4,55	77,34	Επιτυχημένη φωλιά
Ημερ/νια: 8/06/2011 Έναρξη: 4:00 π.μ. Λήξη: 7:00 μ.μ. Περιοχή: Σταμφάνι (ανατολικός τομέας) Παρατηρητές: Γ. Καρρής, Μ.Δ. Βούλγαρης									
A/A	Φωλιά	Τύπος φωλιάς	Έκθεση φωλιάς	Υγρασία φωλιάς (%)	Θερμοκρασία φωλιάς (°C)	Μήκος αυγού (cm)	Πλάτος αυγού (cm)	Βάρος αυγού (gr)	ΣΧΟΛΙΑ
28	110	Λαγούμι	Ανατολική	47	30	6,50	4,42	67,93	Αποτυχημένη εκκόλαψη
29	16	Κάτω από βράχο	Ανατολική	57	31	6,75	4,60	77,97	Αποτυχημένη πτέρωση
30	140	Σχισμή	Ανατολική	48	30	7,14	4,53	78,39	Αποτυχημένη εκκόλαψη

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.**

**Το μεταναστευτικό πρότυπο του Αρτέμη στην αποικία των  
Στροφάδων**



### 3. Το μεταναστευτικό πρότυπο του Αρτέμη στην αποικία των Στροφάδων

#### 3.1 Εισαγωγή

Μετά το πέρας της αναπαραγωγικής περιόδου, ακολουθεί για πολλά πουλιά, μεταξύ των οποίων και για θαλασσοπούλια, η περίοδος της μετανάστευσης προς τις περιοχές διαχείμασης. Τα μεταναστευτικά πρότυπα μπορεί να διαφέρουν αισθητά και να χαρακτηρίζονται από την κάλυψη πολύ μεγάλων αποστάσεων, όπως συμβαίνει στις περιπτώσεις των ειδών *Sterna paradisaea* και *Catharacta maccormicki* που ταξιδεύουν κάθε χρόνο από το Νότιο προς τον Βόρειο Πόλο (Salomonsen 1967, Furness 1987), έως τη μικρή διασπορά στον χώρο γύρω από την αποικία που παρατηρείται σε αρκετά είδη γλάρων και κορμοράνων (Fric *et al.* 2012a). Πιθανολογείται ότι ο κύριος λόγος για την εγκατάλειψη των αποικιών σχετίζεται με τη διαθεσιμότητα της τροφής, αν και σε πολλές περιπτώσεις η ερμηνεία των μετακινήσεων είναι λιγότερο σαφής.

Από τα μέσα του περασμένου αιώνα η μελέτη της μετανάστευσης έχει αποτελέσει βασικό πυλώνα στην κατανόηση της οικολογίας των πουλιών και πιο πρόσφατα γίνεται προσπάθεια να ανιχνευθούν πιθανές συσχετίσεις αλλαγών των προτύπων μετανάστευσης με την παγκόσμια κλιματική αλλαγή. Στην προσπάθεια αυτή αναπτύχθηκαν διάφορες μεθοδολογικές προσεγγίσεις, οι βασικότερες των οποίων είναι (Γκούτνερ 2008):

- ✓ Παρατηρήσεις κατά την εαρινή και τη φθινοπωρινή μετανάστευση σε επιλεγμένες περιοχές-σταθμούς ανάπαυσης και ανεφοδιασμού. Τέτοιες περιοχές στη νησιωτική Ελλάδα εντοπίζονται στη Γαύδο, τα Αντικύθηρα, τις Στροφάδες, τη Λέσβο και τη Μήλο.
- ✓ Σύλληψη πουλιών και δακτυλίωσή τους με μεταλλικά δακτυλίδια και μοναδικούς κωδικούς που δείχνουν τη χώρα στην οποία έγινε η σήμανση, προκειμένου μέσω της επανασύλληψής τους να αντληθούν πληροφορίες για τις περιοχές διαχείμασης κ.ά. (Εικόνα 3.1). Εναλλακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν πλαστικά έγχρωμα δακτυλίδια προκειμένου να επιτυγχάνεται ο εντοπισμός τους από απόσταση με χρήση διόπτρας και τηλεσκοπίου, ώστε να μην είναι αναγκαία η επανασύλληψη των πουλιών.

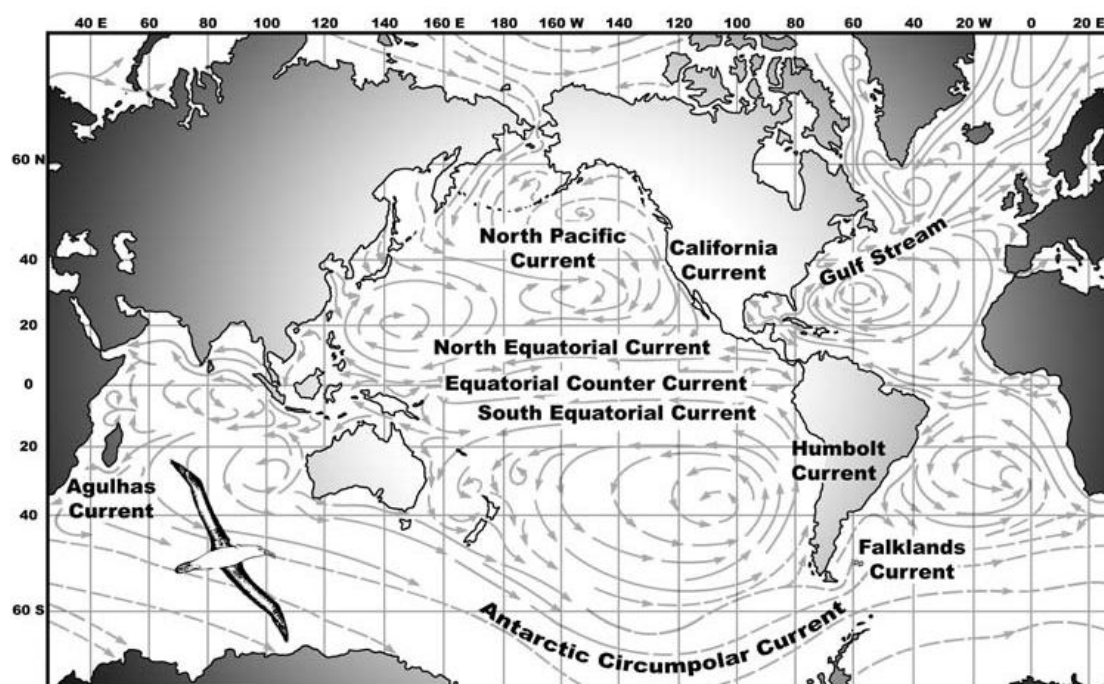
- ✓ Συλλογή πουλιών που βρήκαν τον θάνατο έπειτα από σύγκρουσή τους με ανθρώπινες κατασκευές, π.χ. ανεμογεννήτριες και αεροσκάφη, αλλά και με τη χρήση στοιχείων από τις βάσεις δεδομένων που διατηρούν Κέντρα Περιθαλψής Άγριων Ζώων.
- ✓ Χρήση διαφορετικών τύπων ραντάρ (π.χ. στρατιωτικά) με τα οποία μπορούν να καταγραφούν και να παρακολουθηθούν μετακινήσεις σμηνών πουλιών και συνδυασμός αυτών των στοιχείων με παρατηρήσεις στο πεδίο, ώστε να γίνει δυνατός ο προσδιορισμός των ομάδων στις οποίες αυτά ανήκουν, αλλά και η ανίχνευση χωροχρονικών προτύπων μετανάστευσης μεγάλης κλίμακας.
- ✓ Νυχτερινή αναπαραγωγή καλεσμάτων με χρήση ηχητικών συσκευών και καταγραφή των αποκρίσεων των μεταναστευτικών πουλιών με ευαίσθητα μικρόφωνα κατά τη μεταναστευτική περίοδο και σε κατάλληλα επιλεγμένες περιοχές, έτσι ώστε να εξασφαλιστούν αυξημένες πιθανότητες ανταπόκρισης. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να γίνει χρήση λογισμικών που δίνουν τη δυνατότητα ανάλυσης των καταγεγραμμένων καλεσμάτων σε επίπεδο είδους.
- ✓ Εφαρμογή μεθόδων τηλεμετρίας με καινοτόμα μέσα, τα οποία μπορούν να καταγράψουν με διαφορετικό επίπεδο ακρίβειας τη θέση ενός μεταναστευτικού πουλιού. Στις περιπτώσεις αυτές απαιτείται η σύλληψη του ατόμου, η τοποθέτηση του πομπού ώστε να είναι δυνατή η λήψη της πληροφορίας (π.χ. στίγμα) και η απελευθέρωσή του. Ανάλογα με τον τύπο του πομπού, όπως θα αναλυθεί και στη συνέχεια, το πουλί μπορεί να χρειάζεται να επανασυλληφθεί προκειμένου να γίνει η συλλογή του πομπού και η λήψη των δεδομένων.



**Εικόνα 3.1** Χρήση δικτύων (mist nets) για μελέτη της εαρινής μετανάστευσης στις Στροφάδες. Στα δίχτυα φαίνεται ένας παγιδευμένος Συκοφάγος (*Oriolus oriolus*), είδος χαρακτηριστικό της μετανάστευσης στην περιοχή.

Οι πελαγικοί θαλάσσιοι θηρευτές, όπως διάφορα είδη ιχθυοπανίδας, τα κητώδη και τα θαλασσοπούλια, πραγματοποιούν μεγάλες μεταναστευτικές πορείες μήκους αρκετών χιλιάδων χιλιομέτρων. Παρά το μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον και τις σχετικές εντατικές έρευνες που υλοποιούνται τις τελευταίες δεκαετίες, δεν έχει ακόμα αποσαφηνιστεί ποιοι είναι οι παράγοντες και οι διεργασίες που καθορίζουν τα πρότυπα αυτών των μεγάλων μεταναστευτικών πορειών.

Αναφορικά με τα θαλασσοπούλια, εκτιμάται ότι η μετανάστευση αποτελεί απόκριση στη διαφοροποίηση βιοτικών και αβιοτικών στοιχείων των επιφανειακών θαλάσσιων μαζών (Shealer 2002). Για παράδειγμα, η εκμετάλλευση των επικρατούντων ανέμων μπορεί να προσδώσει ενεργειακά σημαντικό πλεονέκτημα σε θαλασσοπούλια για την κάλυψη μεγάλων αποστάσεων όταν αυτή γίνεται επιτακτική ανάγκη (Mateos-Rodriguez & Bruderer 2012) (Εικόνα 3.2).



**Εικόνα 3.2** Τα πρότυπα των ρευμάτων σε παγκόσμια κλίμακα τα οποία καθορίζονται από τους κατά τόπους επικρατούντες ανέμους και επηρεάζουν με τη σειρά τους την κατανομή των ειδών των θαλασσοπουλιών (Schreiber & Burger 2002).

Οι ενεργειακές απαιτήσεις μπορούν να μειωθούν αισθητά μέσω της βοήθειας των ανέμων και της υιοθέτησης ενός παθητικού τρόπου πτήσης, διατηρώντας ανοιχτές τις πτέρυγες, όπως συμβαίνει στην περίπτωση του Αρτέμη (González-Solís *et al.* 2009, Mateos-Rodriguez & Bruderer 2012) (Εικόνα 3.3). Ανάλογη εξελικτική προσαρμογή αποτελεί και η στρατηγική τροφοληψίας κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής

περιόδου, ώστε να εξυπηρετείται η ενεργειακά απαιτητική μετακίνηση από τις αποικίες στα πεδία διαχείμασης και αντίστροφα. Η περίπτωση του Αρτέμη αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα επειδή οι γεννήτορες διαφοροποιούν τις αρχικές μικρές και σύντομες διαδρομές τους για την εξεύρεση τροφής για τους νεοσσούς τους κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών μετά την εκκόλαψη, με μεγαλύτερες διαδρομές και πολυήμερες εξορμήσεις στα πεδία τροφοληψίας. Αυτές οι μεγαλύτερες χρονικά αναζητήσεις τροφής από τους γεννήτορες έχουν ως πρωταρχικό στόχο να αναπληρωθούν οι ενεργειακές τους απώλειες λόγω της προγενέστερης επένδυσης στην ανατροφή των νεοσσών και κατά συνέπεια να προετοιμαστούν καλύτερα για το επίπονο ταξίδι της μετανάστευσης (Granadeiro *et al.* 1998b).



**Εικόνα 3.3** Αρτέμης στην περιοχή της Λευκάδας. Διακρίνεται το χαρακτηριστικό πρότυπο πτήσης (πλανάρισμα) με εκμετάλλευση των επικρατούντων ανέμων στο επίπεδο της θάλασσας.

Σήμερα η συλλογή στοιχείων για τη μελέτη των προτύπων μετανάστευσης στα θαλασσοπούλια πραγματοποιείται με χρήση καινοτόμων μεθόδων τηλεμετρίας και, σε μικρότερο βαθμό, με εν πλω καταγραφές των μετακινήσεών τους. Η συγκέντρωση ακριβούς πληροφορίας με χρήση τηλεμετρικών μεθόδων μπορεί να δώσει σημαντικά στοιχεία για τη δυναμική των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, την εξέλιξη των μεταναστευτικών προτύπων και την ανίχνευση μεταπληθυσμιακών φαινομένων. Επίσης μπορεί να βοηθήσει στην εφαρμογή διαχειριστικών μέτρων για την προστασία σημαντικών ειδών θαλασσοπουλιών από απειλές, όπως φαινόμενα ρύπανσης από πετρελαιοκηλίδες, εκτεταμένη χρήση παραγαδιών και χωροθέτηση παράκτιων αιολικών πάρκων (Alerstam 1990, Brooke 2004).

Τα πρότυπα μετανάστευσης του Αρτέμη έχουν μελετηθεί μόλις μία φορά στην Ελλάδα, με αποτέλεσμα να υπάρχει γενικότερη έλλειψη γνώσης για τις θαλάσσιες διαδρομές του συγκεκριμένου είδους θαλασσοπουλιού εκτός αναπαραγωγικής δραστηριότητας (τέλη Οκτωβρίου – τέλη Απριλίου), καθώς και για τις περιοχές

διαχείμασης όπου μπορεί άλλοι παράγοντες να επηρεάζουν πολύ περισσότερο το είδος απ' ό,τι οι αβιοτικοί και βιοτικοί παράγοντες ή οι ανθρώπινες δραστηριότητες στην περιοχή αναπαραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, στην ανατολική Μεσόγειο η μοναδική πληροφορία γι' αυτό το είδος προέρχεται από τη δορυφορική παρακολούθηση δύο ατόμων από την αποικία του νησιωτικού συμπλέγματος των Διονυσάδων (βορειοανατολικά της Κρήτης), τα οποία έφτασαν μέχρι τις ακτές της Σενεγάλης στον Ατλαντικό (Ristow *et al.* 2000) χωρίς να ολοκληρωθεί η καταγραφή της επιστροφής τους στην αποικία.

Δεδομένου ότι σύμφωνα με τους Rabouam *et al.* (1998) το είδος παρουσιάζει έντονη φιλοπατρία και οι αποικίες του αποτελούν γενετικά διακριτούς πληθυσμούς, οι ακριβείς χώροι διαχείμασης θεωρούνται μοναδικοί και ίσως αρκετά εντοπισμένοι. Με βάση τα παραπάνω, στόχοι της παρούσας έρευνας ήταν η απόκτηση καλής γνώσης του προτύπου μετανάστευσης του Αρτέμη από την αποικία των Στροφάδων, μέσω της χρήσης καινοτόμων τηλεμετρικών μεθόδων, και η συσχέτιση αυτού του προτύπου με τα ωκεανογραφικά χαρακτηριστικά των περιοχών διαχείμασης και αναπαραγωγής.

### 3.2 Μεθοδολογία

Οι τηλεμετρικές μέθοδοι αποτελούν καινοτόμες προσεγγίσεις στον προσδιορισμό και την κατανόηση των προτύπων κατανομής των ειδών άγριας ορνιθοπανίδας στο χώρο και τον χρόνο. Για τη μελέτη των αποικιακών ειδών θαλασσοπουλιών μπορεί να επιλεγεί ο κατάλληλος κάθε φορά συνδυασμός τηλεμετρικών μεθόδων έτσι ώστε να εξυπηρετηθούν διαφορετικά ερωτήματα, όπως η γνώση του μεταναστευτικού προτύπου και η στρατηγική τροφοληψίας κατά τη διάρκεια διαφορετικών σταδίων του κύκλου ζωής τους (Εικόνα 3.4). Με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία οι πιο ενδεδειγμένες τεχνικές τηλεμετρίας και τύποι πομπών που εφαρμόζονται και χρησιμοποιούνται παγκοσμίως, ανάλογα με το διαθέσιμο προϋπολογισμό και τα υπάρχοντα κενά στην επιστημονική γνώση, είναι:

- α. Απλοί δορυφορικοί πομποί (PTTs: Platform Transmitter Terminals) ή με ενσωματωμένο παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (PTT/ GPS).
- β. Συσκευές γεωεντοπισμού (GLS: Geolocators - Global Location Sensing units based on ambient light)
- γ. Συσκευές πυξίδας-κατεύθυνσης (Compass loggers),
- δ. Πομποί ραδιοκυμάτων υψηλής συχνότητας (transmitters VHF: Very High Frequency)
- ε. Συσκευές με ενσωματωμένο παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS loggers).

Για τρεις από τις παραπάνω μεθόδους (β, γ και ε) απαιτείται η επανασύλληψη των σημασμένων ατόμων και η ανάκτηση των συσκευών για τη λήψη των δεδομένων (downloading). Οι δορυφορικοί πομποί χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της μετανάστευσης ή των μετακινήσεων σε μεγάλες αποστάσεις ( $\geq 100\text{km}$ ) με ακρίβεια που κυμαίνεται από 350-3000m. Μειονέκτημα της μεθόδου δεν είναι ωστόσο η ακρίβεια όσο η ανταποδοτικότητα, αφού η χρονοχρέωση του δορυφόρου δεν σχετίζεται με την ποιότητα του σήματος. Ο δορυφόρος είναι προγραμματισμένος να «ανοίγει» και να «ψάχνει» μια συγκεκριμένη συχνότητα, δηλαδή τον πομπό, χωρίς πολλές φορές να τον εντοπίσει. Λύση σε αυτό το πρόβλημα έδωσε η κατασκευή δορυφορικών πομπών με ενσωματωμένο miniGPS, το οποίο λαμβάνει στίγματα βάσει προγραμματισμού και τα δεδομένα στέλνονται με e-mail στον ερευνητή μέσω του ευρωπαϊκού δορυφόρου Argos και των σταθμών βάσης. Οι συσκευές αυτές

ενδείκνυνται για τον ακριβή προσδιορισμό των διαδρομών του Αρτέμη κατά τις ετήσιες μετακινήσεις του από την αποικία των Στροφάδων προς τις περιοχές διαχείμασης. Με αυτόν τον τρόπο μπορεί να γίνει και ο εντοπισμός της ακριβούς θέσης των πουλιών το χειμώνα, αλλά και του χρόνου παραμονής τους σε αυτές. Ωστόσο, το εν λόγω δείγμα δεν μπορεί να υπερβαίνει τα 8-10 άτομα καθαρά για λόγους κόστους. Εναλλακτική μέθοδος στην περαιτέρω μελέτη της μετανάστευσης του είδους είναι οι συσκευές γεωεντοπισμού (GLS). Ο εντοπισμός της θέσης των πουλιών γίνεται με βάση τη θέση του Ήλιου (κλίση γωνίας φωτός) οι οποίες αποθηκεύονται σε μνήμη της συσκευής. Αν και σύμφωνα με τους Phillips *et al.* (2004), οι αποκλίσεις εκτιμώνται στα  $186 \pm 114$  km, η τεχνική ενδείκνυται και είναι ανταποδοτική. Με αυτές τις συσκευές απαιτείται η σύλληψη και η σήμανση 15-20 ατόμων, αφού οι απώλειες GLS βάσει της βιβλιογραφίας είναι της τάξης του 50%.

Για μετακινήσεις μικρότερης κλίμακας που θα έδιναν απαντήσεις σχετικά με τη χρήση του θαλάσσιου χώρου στην ευρύτερη περιοχή του νησιωτικού συμπλέγματος των Στροφάδων θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν οι συσκευές πυξίδας. Πλεονέκτημά τους είναι το σχετικά χαμηλό κόστος και το μικρό βάρος. Ο εντοπισμός της θέσης του πουλιού γίνεται με βάση την ταχύτητά του και την αλλαγή κατεύθυνσης πτήσης. Κύριο μειονέκτημα τους είναι το χρονικό «βήμα» των εντοπισμών που θα πρέπει να είναι αρκετά μικρό (μερικά δευτερόλεπτα), διαφορετικά οι αποκλίσεις ενδέχεται να είναι μεγάλες και οι εντοπισμοί ανακριβείς. Παράλληλα, περιοριστικός παράγοντας είναι η διάρκεια της μπαταρίας. Οι συσκευές αυτές έχουν χρησιμοποιηθεί κυρίως λόγω της δυνατότητας να φέρουν καταγραφικά θερμοκρασίας, δίνοντας έμμεσα από τις μεταβολές της (χαμηλές θερμοκρασίες σε περίπτωση κατάδυσης) πληροφορία για τις περιοχές τροφοληψίας των πουλιών. Με 10 συσκευές και εναλλαγές τοποθέτησης σε διαφορετικά άτομα το δείγμα μπορεί να είναι αρκετά μεγάλο.

Οι ραδιοπομποί VHF χρησιμοποιούνται εδώ και τρεις δεκαετίες στη μελέτη των θαλασσοπουλιών, αλλά απαιτούν την παρακολούθηση των σημασμένων ατόμων ανά τακτά χρονικά διαστήματα διά θαλάσσης ή από αέρος. Πλεονέκτημά τους είναι η μεγάλη ακτίνα δράσης εάν δεν υπάρχουν εμπόδια μεταξύ ερευνητή και πομπού (line of sight: 30-40km), πράγμα σχετικά εύκολο στη θάλασσα. Ο εντοπισμός της θέσης γίνεται με τριγωνισμό ή άμεση παρατήρηση του ατόμου (homing), δηλαδή ακολουθώντας την ένταση του σήματος μέχρι να παρατηρηθεί το σημασμένο άτομο.



Πλεονεκτήματα της μεθόδου είναι το μικρό κόστος των πομπών και η συλλογή συμπληρωματικών δεδομένων κατά τον εντοπισμό των πουλιών (συμπεριφορά, καιρικές συνθήκες κ.λ.π.). Ωστόσο βασικά μειονεκτήματα είναι το κόστος της εργασίας πεδίου, η μη συστηματική δειγματοληψία στη θάλασσα λόγω καιρού και οι αποκλίσεις του σήματος στην επιφάνεια του νερού.

Εναλλακτική λύση δίνουν και οι πομποί με καταγραφικά GPS, στους οποίους τα δεδομένα συλλέγονται και αποθηκεύονται μαζί με πληροφορίες θέσης. Ανάλογα με τη διάρκεια της μπαταρίας και τις ανάγκες της μελέτης, η συσκευή προγραμματίζεται να «παίρνει» στίγματα ανά μικρά χρονικά διαστήματα (sec), ενώ ένα ικανοποιητικό δείγμα είναι τα 10-15 άτομα. Τα κύρια πλεονεκτήματα των πομπών αυτών, εκτός από το μικρό μέγεθος (και το βάρος), είναι η μεγάλη ακρίβεια ( $\pm 5m$  σε 90% των περιπτώσεων) και η δυνατότητα εκτίμησης της ταχύτητας του πουλιού. Περιοριστικός παράγοντας είναι η κατανάλωση ενέργειας για τη λήψη, την αποθήκευση και την αποστολή των στιγμάτων στον δορυφόρο, αφού το μικρό μέγεθος του πομπού επιτυγχάνεται εις βάρος της διάρκειας ζωής της μπαταρίας.



**Εικόνα 3.4** Τηλεμετρικές μέθοδοι για τη μελέτη της κατανομής των ειδών της ορνιθοπανίδας στο χώρο και στο χρόνο.



Αναφορικά με τη μελέτη των προτύπων μετανάστευσης των Αρτέμηδων που φωλιάζουν στις Στροφάδες, επιλέχθηκε η χρήση συσκευών γεωεντοπισμού (Geolocators), η οποία και εμφανίζει αρκετές εφαρμογές παγκοσμίως (González-Solis *et al.* 2007, Harris *et al.* 2010, Dunn *et al.* 2011, Militão *et al.* 2013, Stach *et al.* 2013). Στον Πίνακα 3.1 που ακολουθεί αναφέρονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά του τύπου πομπών που χρησιμοποιήθηκε. Έμφαση θα πρέπει να δοθεί στο βάρος των συσκευών, το οποίο δεν ξεπερνά το 5% του βάρους του ενήλικου ατόμου και που σε συνδυασμό με τον κατάλληλο τρόπο πρόσδεσης των πομπών δεν επηρεάζει τη συμπεριφορά ή τη βιωσιμότητα των πουλιών (Phillips *et al.* 2003, Magalhães *et al.* 2008).

**Πίνακας 3.1** Τεχνικά χαρακτηριστικά των πομπών γεωεντοπισμού που τοποθετήθηκαν σε άτομα Αρτέμη στην αποικία των Στροφάδων

Τεχνικά χαρακτηριστικά	Συσκευές γεωεντοπισμού (LAT 2500, LOTEK wireless)
Διαστάσεις	8mm x 35mm
Βάρος	3,6 g
Μνήμη	512kb
Διάρκεια ζωής μπαταρίας	> 2 χρόνια
Χρονικό βήμα καταγραφής	10 min
Λογισμικό	Ναι

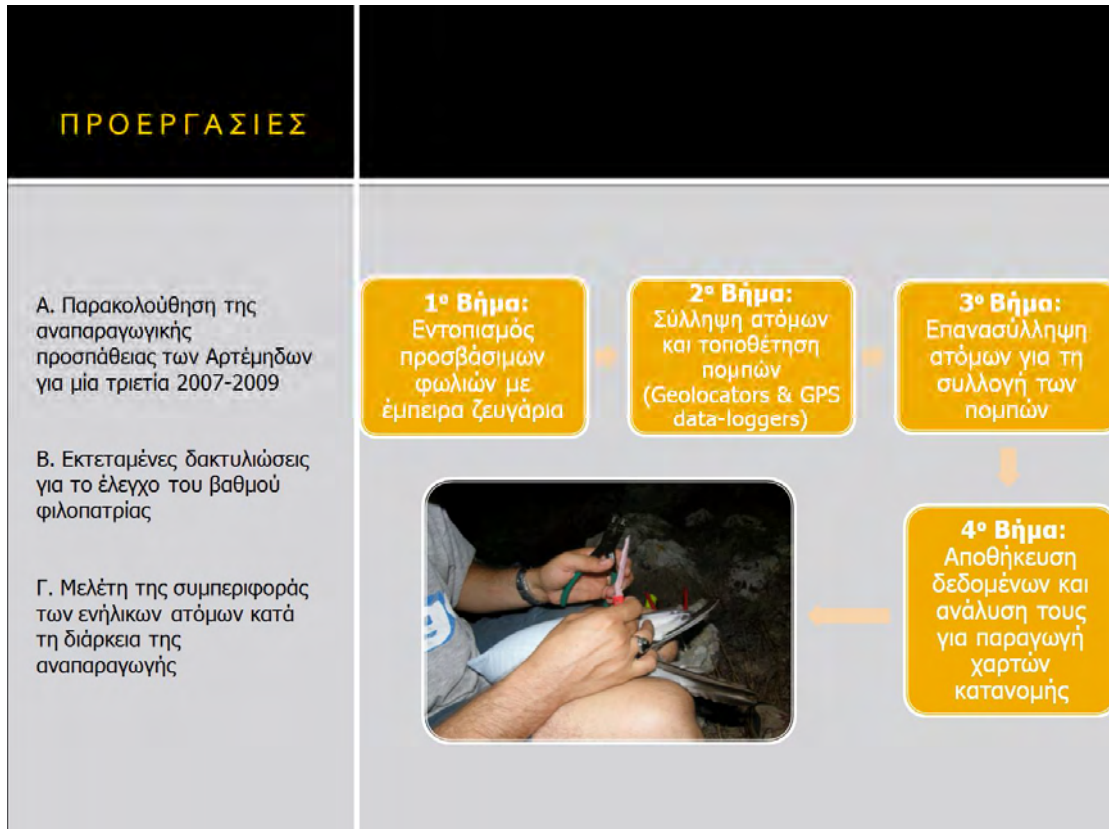
Ο εντοπισμός της θέσης των πουλιών με χρήση συσκευών γεωεντοπισμού επιτυγχάνεται βάσει των θέσεων του Ήλιου (κλίση γωνίας προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας), οι οποίες αποθηκεύονται σε μνήμη της συσκευής και με τη χρήση κατάλληλου λογισμικού μετατρέπονται σε γεωγραφικές συντεταγμένες (Wilson *et al.* 1992). Αν και οι αποκλίσεις μπορεί να είναι της τάξης μερικών χιλιομέτρων, η τεχνική ενδείκνυται και είναι ανταποδοτική λόγω χαμηλού κόστους. Τα βασικά μειονεκτήματα της χρήσης αυτών των πομπών είναι η ανάγκη για επανασύλληψη των σημασμένων ατόμων για την ανάκτηση των πομπών και τη λήψη των δεδομένων, καθώς επίσης και οι απώλειες των χρησιμοποιούμενων πομπών που με βάση τη διεθνή βιβλιογραφία αγγίζουν το 50%.

Οι πληροφορίες θέσης συλλέγονται με την ανάκτηση των συσκευών και τη σύνδεσή τους σε φορητό υπολογιστή στο πεδίο. Τα αρχεία (text) διαβάζονται με τη βοήθεια σχετικού λογισμικού το οποίο διατίθεται από την κατασκευάστρια εταιρεία. Στη συνέχεια, τα δεδομένα καταχωρούνται σε βάση δεδομένων (MS Access) ή οποία συνδέεται με χάρτη της περιοχής σε Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών. Με αυτόν τον τρόπο οι μετακινήσεις των πουλιών αποτυπώνονται σε συντεταγμένες UTM στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ). Επίσης δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού του ζωτικού χώρου (home range) των πουλιών από τα διαθέσιμα εργαλεία του λογισμικού (π.χ. ArcGIS/ Animal movement), και τους πιο διαδεδομένους αλγόριθμους εκτίμησης, όπως της μεθόδου Kernel (ADK: Adaptive Kernel) και της διωνυμικής κατανομής (BIN: Bivariate Normal). Παράλληλα στους ίδιους χάρτες μπορούν να αποτυπωθούν συμπληρωματικά δεδομένα για βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες, ώστε αυτοί να εμπλουτιστούν με τα ανάλογα υπόβαθρα (π.χ. SST: θερμοκρασία επιφανείας θάλασσας, BAT: ισοβαθείς, CHL: χλωροφύλλη ως δείκτης παραγωγικότητας), τα οποία θα μπορούν να υποστούν επεξεργασία με τα εργαλεία του συστήματος (π.χ. ArcGIS/ spatial analyst).

Τα βασικά κριτήρια επιλογής των ενήλικων ατόμων για τοποθέτηση πομπών στην περιοχή έρευνας προκειμένου να αυξηθούν οι πιθανότητες επανασύλληψής τους ήταν (Εικόνα 3.5):

- A) η εύκολη πρόσβαση στις φωλιές για την παρακολούθηση των ενηλίκων-γονέων ώστε να μπορούν να επανασυλληφθούν,
- B) η εμπειρία των ενηλίκων, όπως αυτή «μεταφράστηκε» μέσω της αναπαραγωγικής επιτυχίας στις φωλιές τους για τις περιόδους 2007, 2008 και 2009 (έως το στάδιο της εκκόλαψης), και
- Γ) ο υψηλός βαθμός φιλοπατρίας που τεκμηριώθηκε μέσα από εκτεταμένες δακτυλιώσεις.

Για τη μετατροπή των δεδομένων που αφορούσαν στην ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας και τα οποία καταγράφονταν σε ειδικό αισθητήρα του πομπού, χρησιμοποιήθηκε κατάλληλο λογισμικό (LAT Tag Talk, ver. 1.9.20) το οποίο παρέχει μαζί με το αντίστοιχο εγχειρίδιο (<http://www.lotek.com/manuals.htm>) η εταιρεία κατασκευής τους (LOTEK Wireless).



**Εικόνα 3.5** Στάδια μεθοδολογικής προσέγγισης για τη μελέτη του μεταναστευτικού προτύπου με χρήση-τοποθέτηση πομπών γεωεντοπισμού σε Αρτέμηδες στην περιοχή μελέτης. Η ίδια μεθοδολογία ακολουθήθηκε και στην ανίχνευση των στρατηγικής τροφοληγίας των γονέων κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής, με χρήση καταγραφικών GPS (βλ. Κεφάλαιο 4).

### 3. 3 Αποτελέσματα

#### 3.3.1 Πρότυπο μετανάστευσης

Από τους εννιά πομπούς γεωντοπισμού που τοποθετήθηκαν τον Ιούλιο του 2009 και του 2010 βρέθηκαν οι τέσσερις κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2010 και οι δύο κατά την αναπαραγωγική περίοδο του 2011, αντίστοιχα (Εικόνες 3.6 & 3.7). Πέντε από αυτούς έδωσαν ολοκληρωμένες καταγραφές, ο έκτος λειτούργησε μέχρι τον Οκτώβριο του 2009, ενώ οι υπόλοιποι τρεις δεν συλλέχθηκαν ως αποτέλεσμα της αναπαραγωγικής αποτυχίας κατά το στάδιο εκκόλαψης που καταγράφηκε το 2010 και 2011 στις φωλιές των ατόμων στα οποία είχαν τοποθετηθεί οι πομποί.

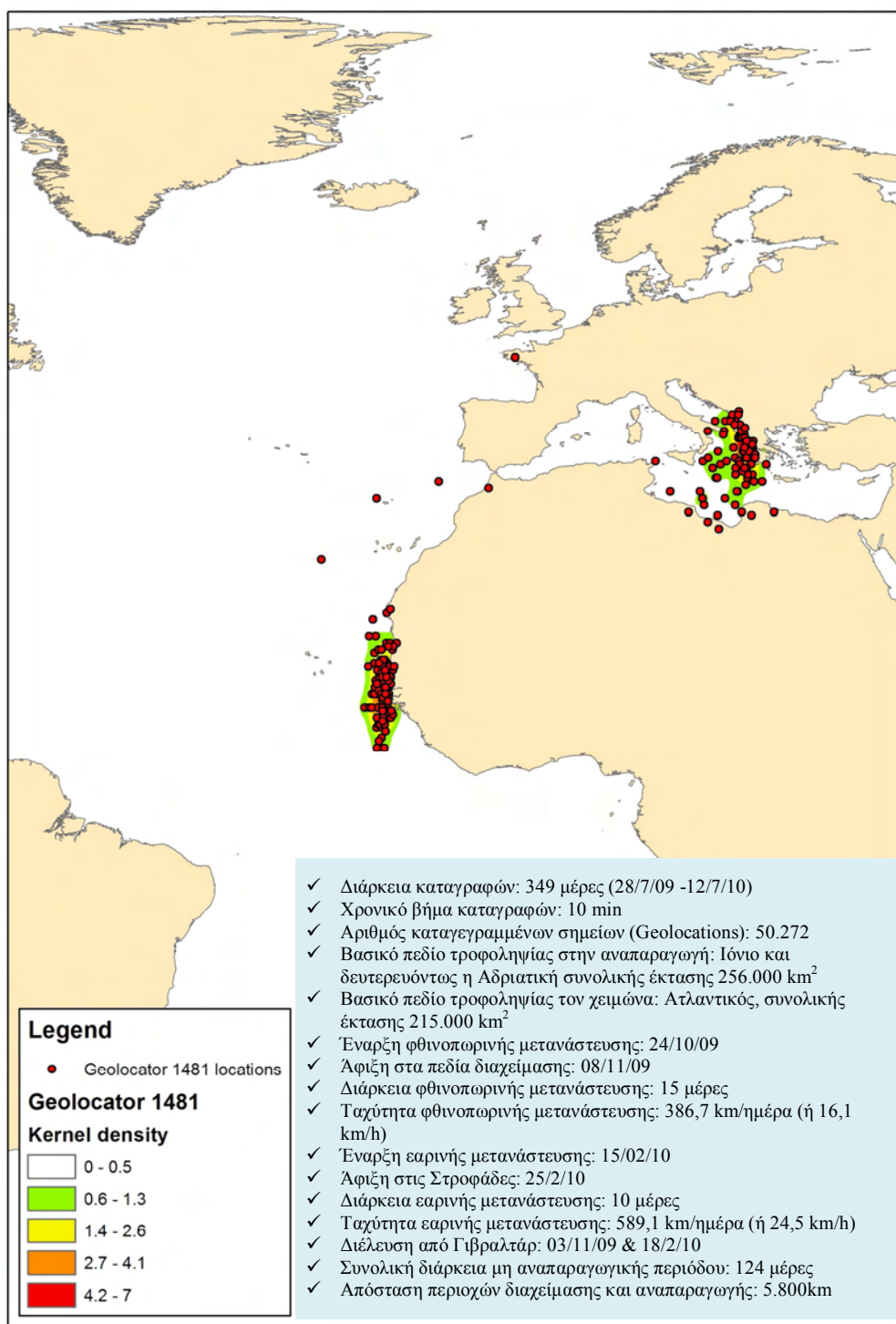


**Εικόνα 3.6** Τοποθέτηση πομπού γεωντοπισμού σε ενήλικο Αρτέμη στις Στροφάδες



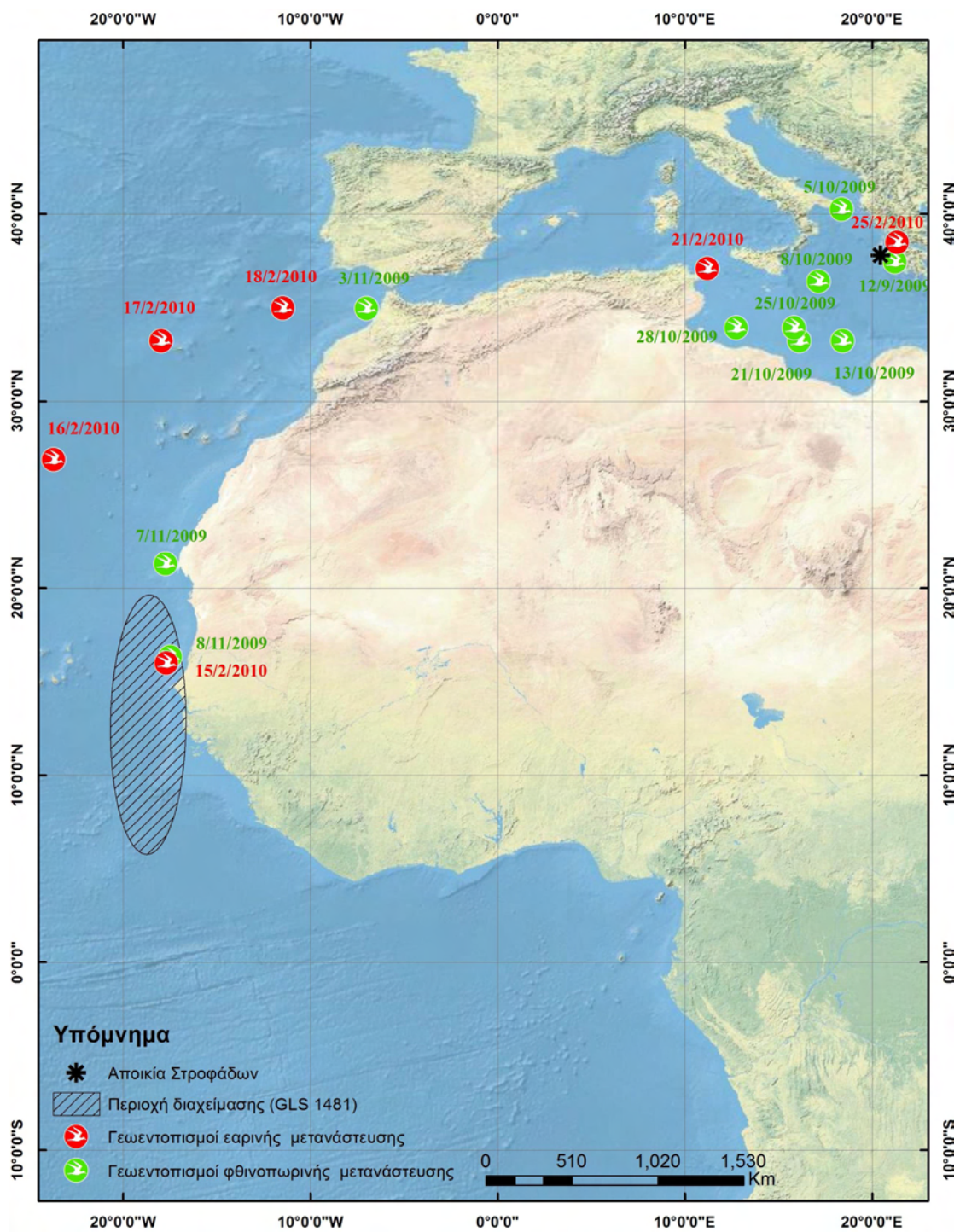
**Εικόνα 3.7** Επανασύλληψη ενήλικου Αρτέμη για τη συλλογή του πομπού γεωντοπισμού και τη λήψη των στοιχείων τηλεμετρίας

Τα δεδομένα από τους πέντε πομπούς (κωδ. 1481, 1541, 1483, 2821 και 2825) και η χωρική αποτύπωση των μετακινήσεων καθ' όλη τη διάρκεια του έτους φαίνονται στους αντίστοιχους χάρτες (Εικόνες 3.8 έως 3.17). Για την αποτύπωση της κατανομής του είδους στις περιοχές διαχείμασης και τροφοληψίας κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου, έγινε χρήση του ευρέως χρησιμοποιούμενου Kernel Density Tool (Horne & Garton 2006, Paiva *et al.* 2010a) μέσα από το λογισμικό Arc GIS 9.3 των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών.

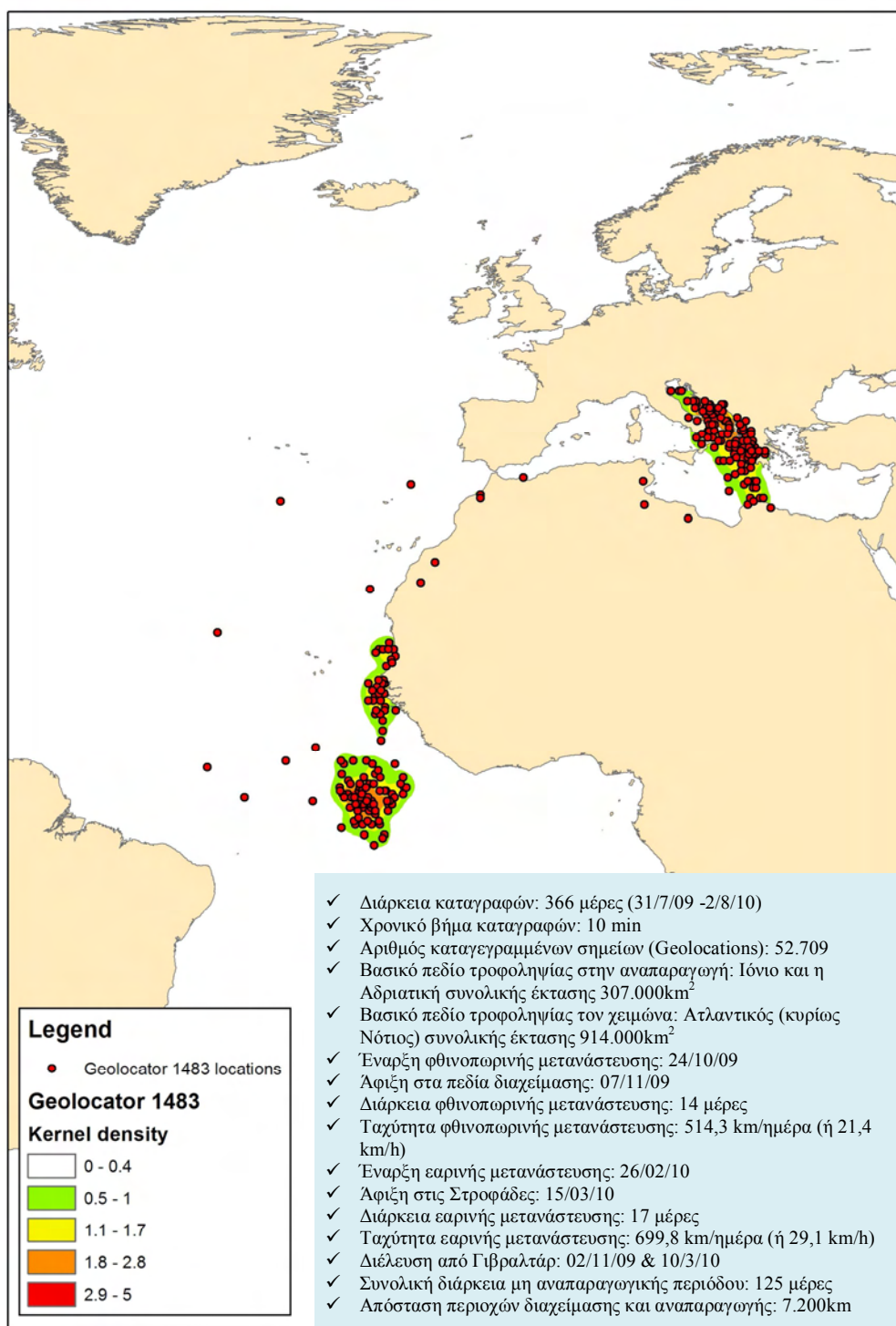


**Εικόνα 3.8** Πεδία διαχείμασης και τροφοληψίας κατά την περίοδο αναπαραγωγής ενήλικου Αρτέμη των Στροφάδων, στον οποίο τοποθετήθηκε πομπός γεωεντοπισμού [Κωδ πομπού: 1481, περίοδος 2009-10]. Η χωροθέτησή τους έγινε με χρήση της μη παραμετρικής ανάλυσης Kernel density που περιγράφει την πιθανότητα εύρεσης του ατόμου σε κάθε μία θέση στο εύρος κατανομής του.



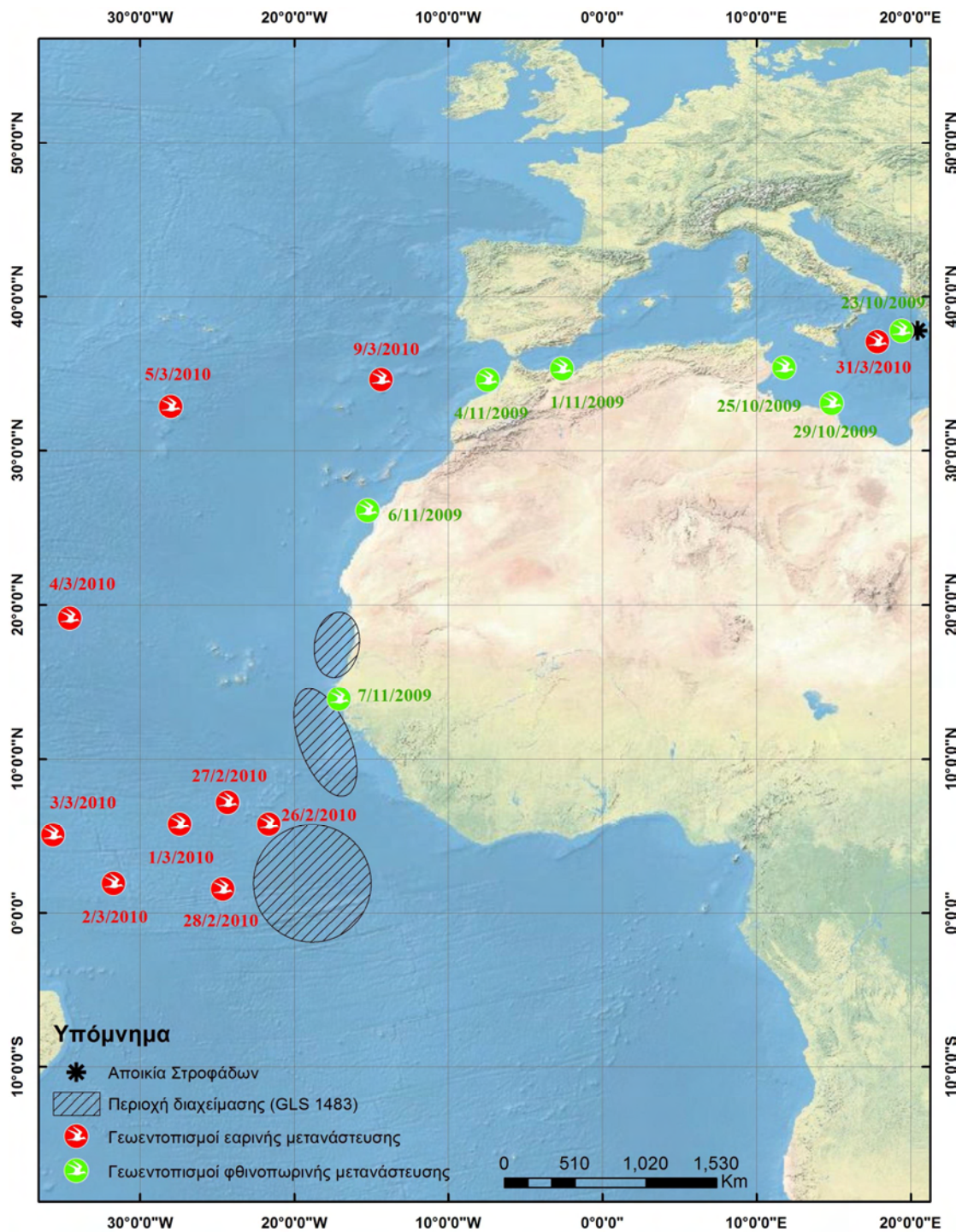


**Εικόνα 3.9** Θέσεις γεωντοπισμού κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής και εαρινής μετανάστευσης ενήλικου Αρτέμη των Στροφάδων [Κωδ πομπού: 1481, περίοδος 2009-10].



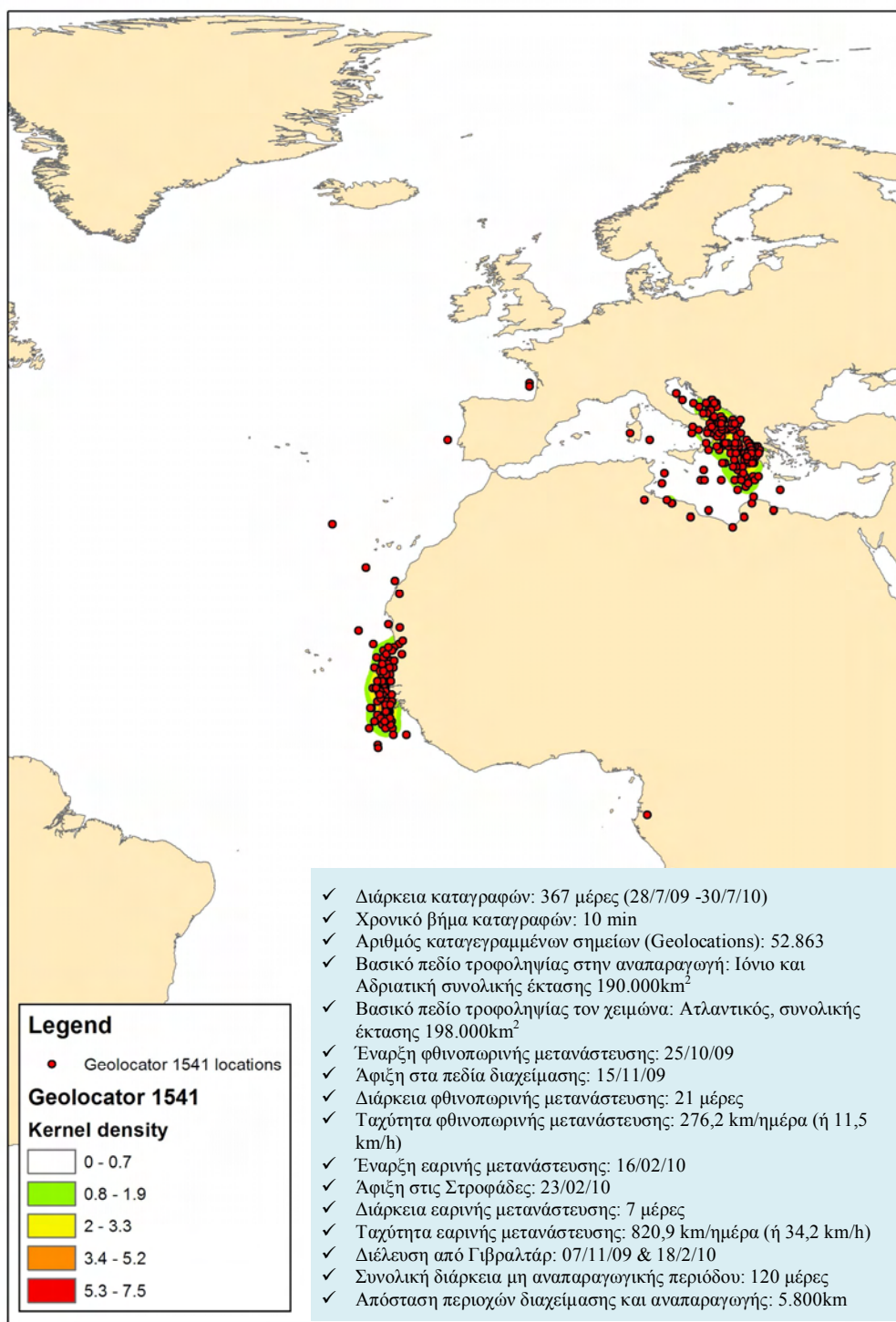
Εικόνα 3.10 Όπως Εικόνα 3.8 για τον πομπό 1483, περίοδος 2009-10.



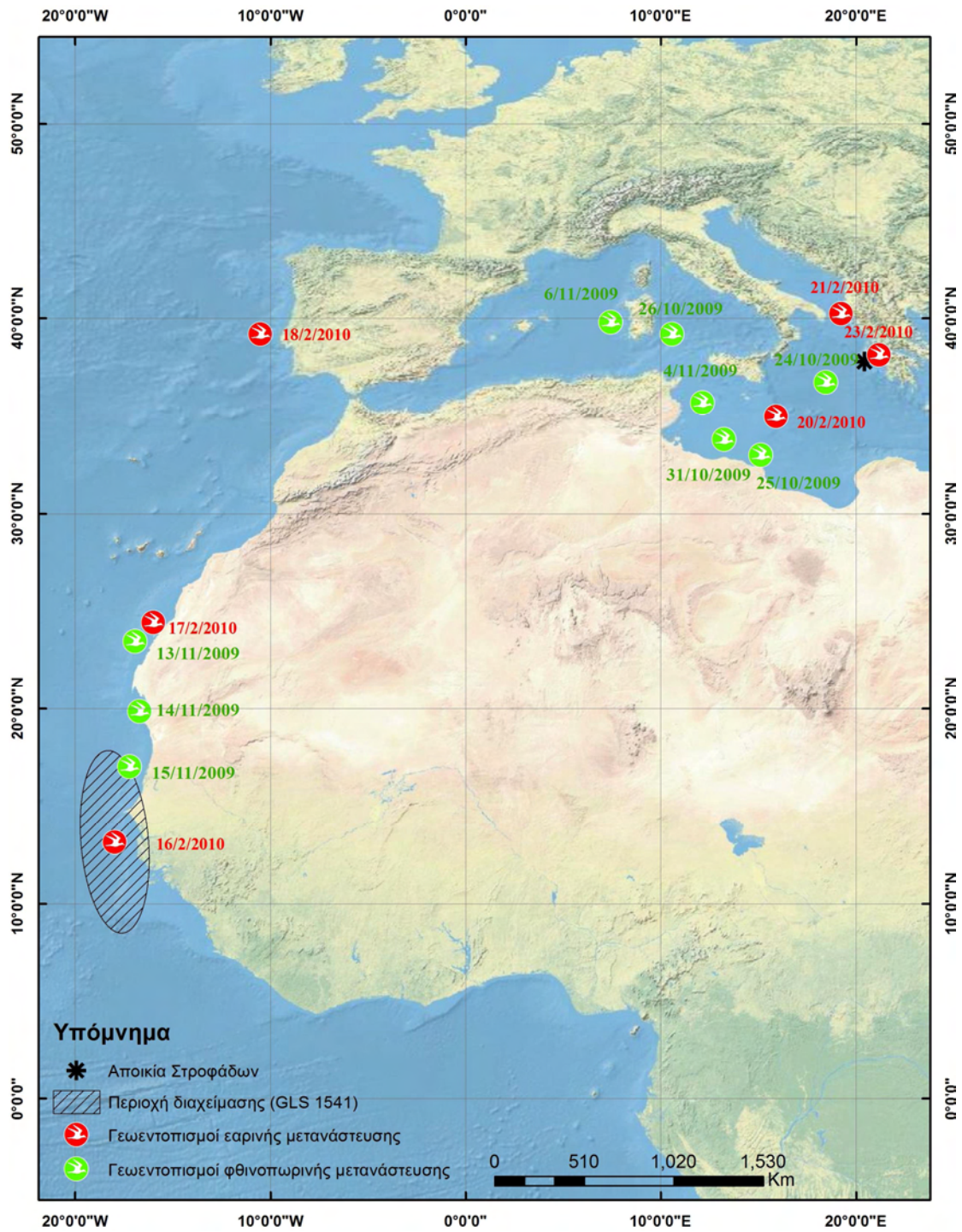


**Εικόνα 3.11** Θέσεις γεωντοπισμού κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής και εαρινής μετανάστευσης ενήλικου Αρτέμη των Στροφάδων [Κωδ πομπού: 1483, περίοδος 2009-10].

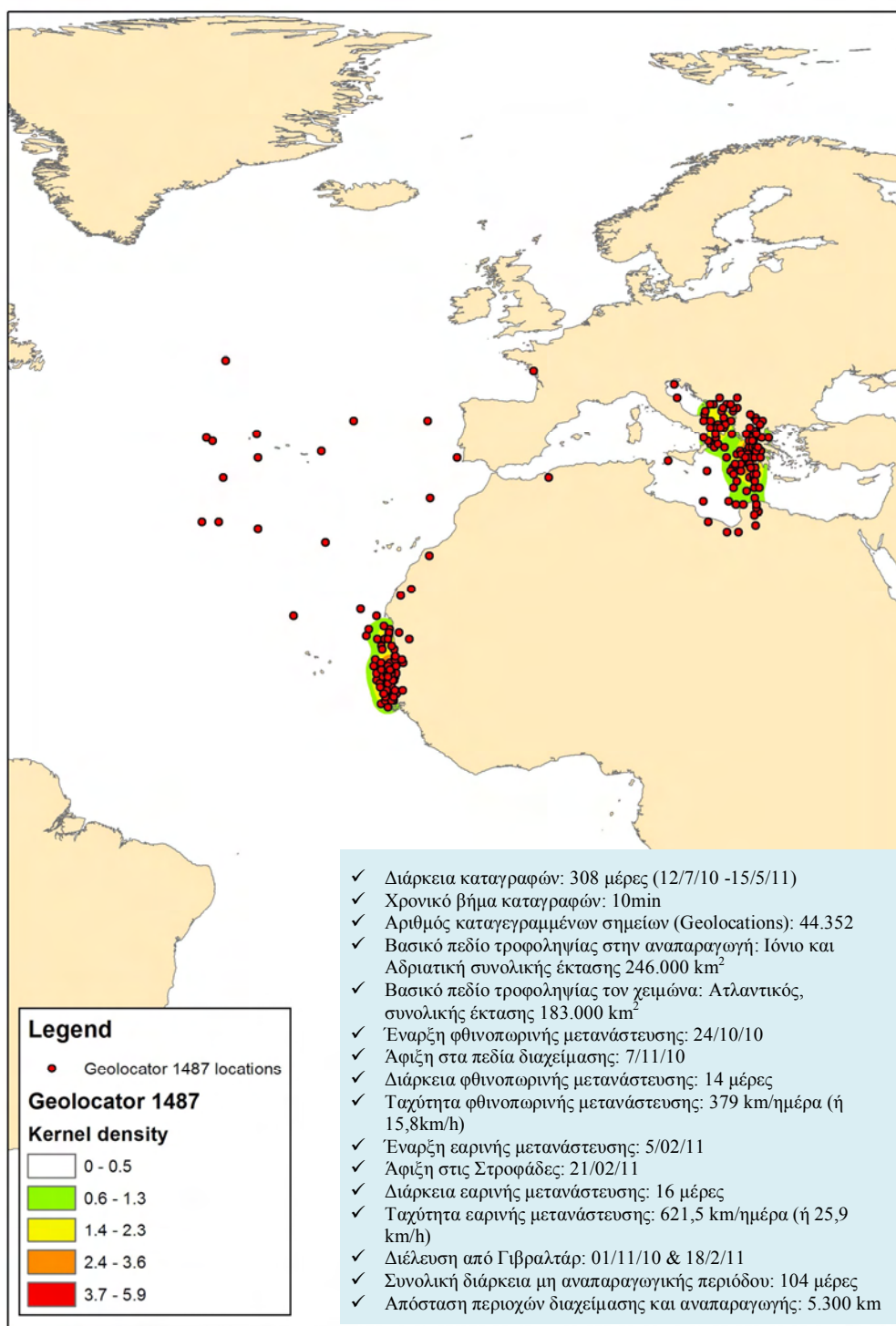




Εικόνα 3.12 Όπως Εικόνα 3.8 για τον πομπό 1541, περίοδος 2009-10.

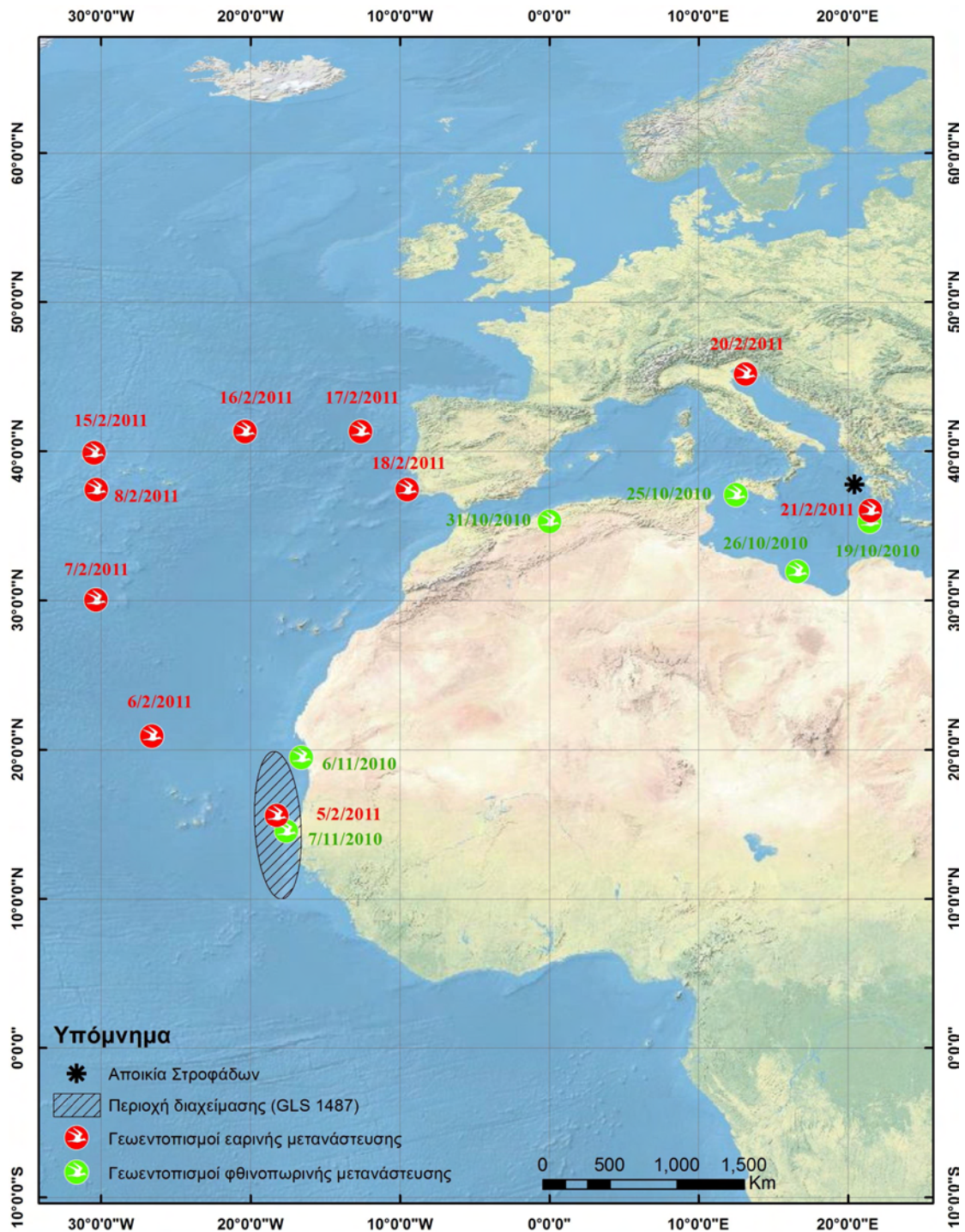


**Εικόνα 3.13** Θέσεις γεωντοπισμού κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής και εαρινής μετανάστευσης ενήλικου Αρτέμη των Στροφάδων [Κωδ πομπού: 1541, περίοδος 2009-10].

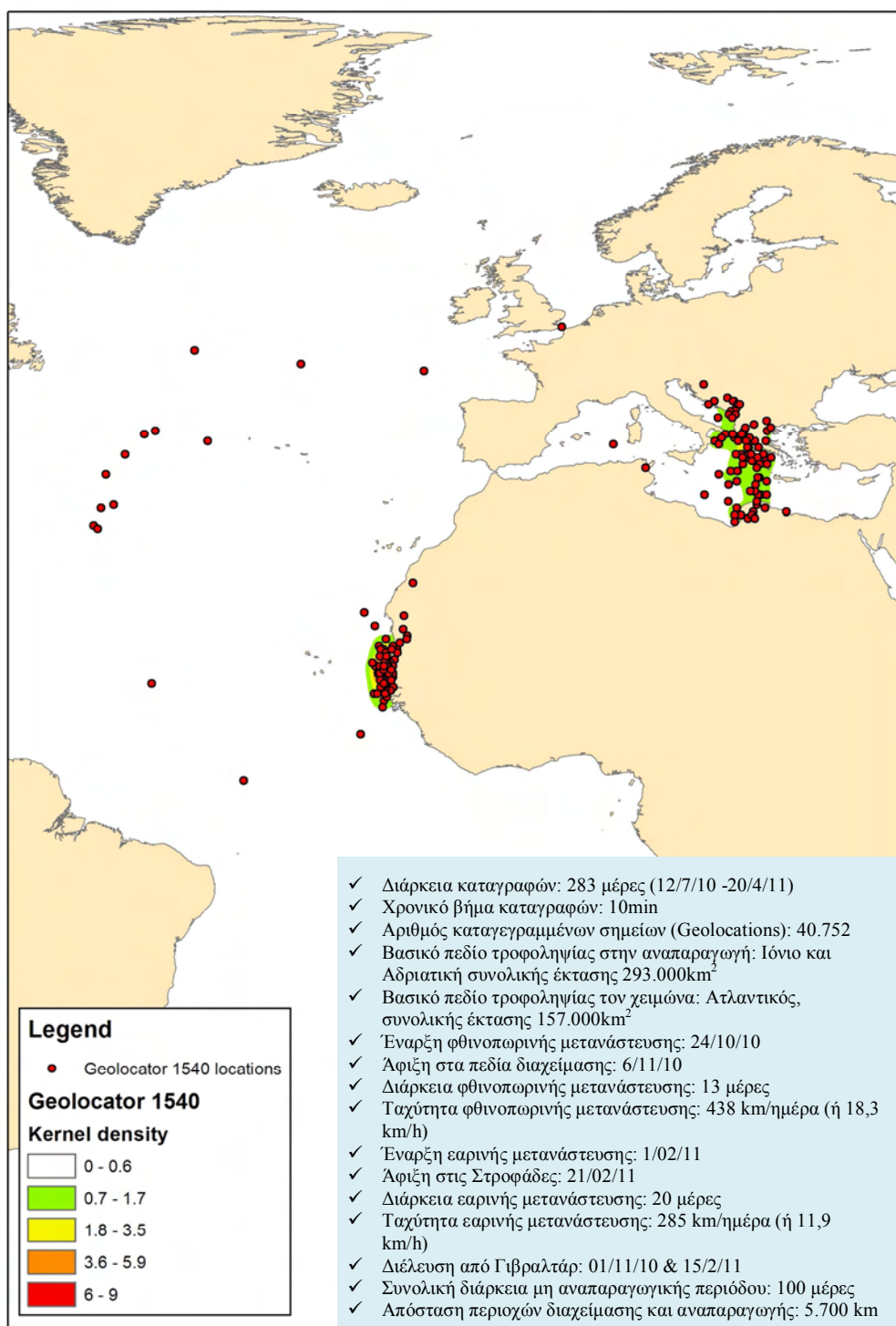


Εικόνα 3.14 Όπως Εικόνα 3.8 για τον πομπό 1487, περίοδος 2010-11.



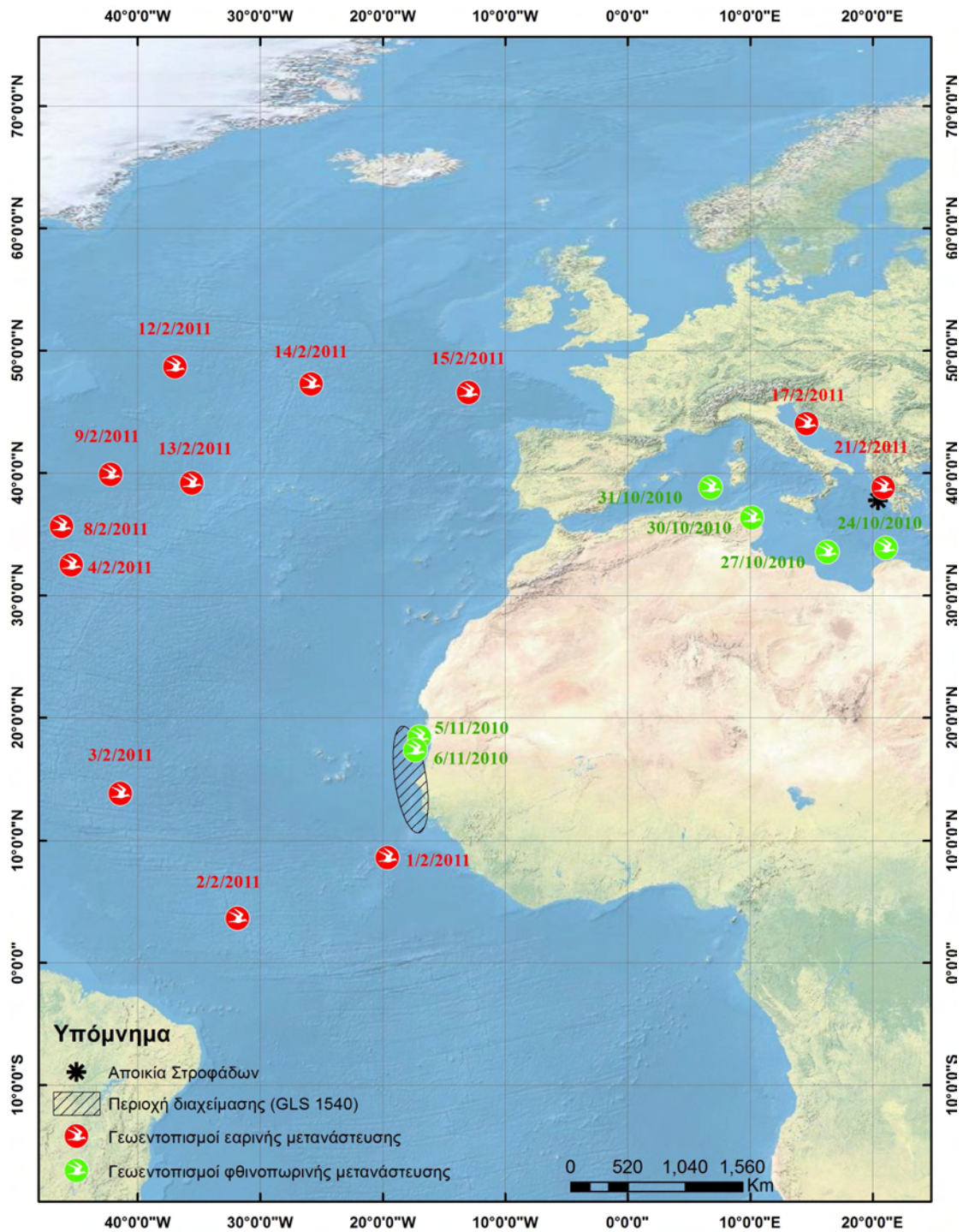


**Εικόνα 3.15** Θέσεις γεωεντοπισμού κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής και εαρινής μετανάστευσης ενήλικου Αρτέμης των Στροφάδων [Κωδ πομπού: 1487, περίοδος 2010-11].



Εικόνα 3.16 Όπως Εικόνα 3.8 για τον πομπό 1540, περίοδος 2009-10.





**Εικόνα 3.17** Θέσεις γεωντοπισμού κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής και εαρινής μετανάστευσης ενήλικου Αρτέμη των Στροφάδων [Κωδ πομπού: 1540, περίοδος 2010-11].

Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα από τους πέντε πομπούς γεωεντοπισμού καθώς, και η σύγκριση των δεδομένων ανά χρονική περίοδο αναφοράς περιγράφονται στους Πίνακες 3.2 και 3.3, αντίστοιχα. Συνολικά καταγράφηκαν 240.948 γεωεντοπισμοί σε συνολικά 1673 ημέρες λειτουργίας των πέντε πομπών. Η φθινοπωρινή μετανάστευση διήρκεσε από τις 24 Οκτωβρίου έως τις 15 Νοεμβρίου ( $15,4 \pm 3,2$  ημέρες), ενώ η εαρινή μετανάστευση είχε διάρκεια από την 1 Φεβρουαρίου έως τις 15 Μαρτίου ( $14 \pm 5,3$  ημέρες). Η κατανομή του Αρτέμη κατά την αναπαραγωγική περίοδο εντοπιζόταν κυρίως στο Ιόνιο και στην Αδριατική, ενώ οι περιοχές διαχείμασης του είδους εντοπίστηκαν στον Ατλαντικό και στην παράκτια ζώνη της δυτικής Αφρικής (νοτιώς των Νήσων του Πράσινου Ακρωτηρίου). Οι εκτάσεις των περιοχών τροφοληψίας κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου και της διαχείμασης ήταν  $258,4 \pm 45,82 \text{ km}^2$  και  $333,4 \pm 325,26 \text{ km}^2$ , αντίστοιχα. Η ταχύτητα της εαρινής μετανάστευσης υπολογίστηκε στα  $28,9 \pm 3,88 \text{ km/h}$  και ήταν μεγαλύτερη από την αντίστοιχη φθινοπωρινή που υπολογίστηκε στα  $16,6 \pm 3,63 \text{ km/h}$ , ενώ η διάρκεια της μη αναπαραγωγικής περιόδου ήταν περίπου 4 μήνες ( $114,6 \pm 11,74$  μέρες), εμφανίζοντας όμως απόκλιση μεταξύ των δύο διαφορετικών περιόδων. Έμφαση μπορεί να δοθεί στο γεγονός ότι τα ενήλικα άτομα του Αρτέμη των Στροφάδων δεν δραστηριοποιούνται καθόλου στο Αρχιπέλαγος του Αιγαίου κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου. Το δεδομένο αυτό ενισχύει την υπόθεση γενετικής απομόνωσης των ελληνικών πληθυσμών του είδους.

**Πίνακας 3.2** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των πομπών γεωεντοπισμού που τοποθετήθηκαν σε άτομα του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων κατά την περίοδο 2009-2011.

	N	Εύρος τιμών	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Θέσεις γεωεντοπισμού	5	12.111	40.752	52.863	48.189,6	5.400,16
Διάρκεια καταγραφών (ημέρες)	5	84	283	367	334,6	37,46
Διάρκεια φθινοπ. μετανάστευσης (ημέρες)	5	8	13	21	15,4	3,21
Ταχύτητα φθινοπ. μετανάστευσης (km/h)	5	9,9	11,5	21,4	16,6	3,63
Διάρκεια εαρινής μετανάστευσης (ημέρες)	5	13	7	20	14,0	5,34
Ταχύτητα εαρινής μετανάστευσης (km/h)	5	9,6	24,6	34,2	28,9	3,88
Μη αναπαραγωγική περίοδος (ημέρες)	5	25	100	125	114,6	11,74
Περιοχή τροφοληψίας στη διαχείμαση ( $\text{km}^2$ )	5	757	157	914	333,4	325,26
Περιοχή τροφοληψίας αναπ. περιόδου ( $\text{km}^2$ )	5	117	190	307	258,4	45,82

**Πίνακας 3.3** Συγκριτικά αποτελέσματα των καταγραφών από τους πομπούς γεωεντοπισμού που τοποθετήθηκαν σε άτομα του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων κατά τις περιόδους 2009-2010 και 2010-11.

	N		Εύρος τιμών		Μέση τιμή		Τυπική απόκλιση	
	2009-10	2010-11	2009-10	2010-11	2009-10	2010-11	2009-10	2010-11
Θέσεις γεωεντοπισμού	3	2	2.591	3.600	51.948,0	42.552,0	1.453,50	2545,58
Διάρκεια καταγραφών (ημέρες)	3	2	18	25	361,0	295,5	10,11	17,68
Διάρκεια φθινοπ. μετανάστευσης (ημέρες)	3	2	7	1	16,7	13,5	3,78	0,71
Ταχύτητα φθινοπ. μετανάστευσης (km/h)	3	2	9,9	2,5	16,3	17,1	4,95	1,77
Διάρκεια εαρινής μετανάστευσης (ημέρες)	3	2	10	4	11,3	18,0	5,13	2,83
Ταχύτητα εαρινής μετανάστευσης (km/h)	3	2	9,65	5,01	29,3	28,4	4,83	3,54
Μη αναπαραγωγική περίοδος (ημέρες)	3	2	5	4	123,0	102,0	2,64	2,83
Περιοχή τροφοληψίας στη διαχείμαση (km <sup>2</sup> )	3	2	716	26	442,3	170,0	408,56	18,38
Περιοχή τροφοληψίας αναπ. περιόδου ( km <sup>2</sup> )	3	2	117	47	251,0	269,5	58,66	33,23

### 3.3.2 Επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας στα πεδία διαχείμασης

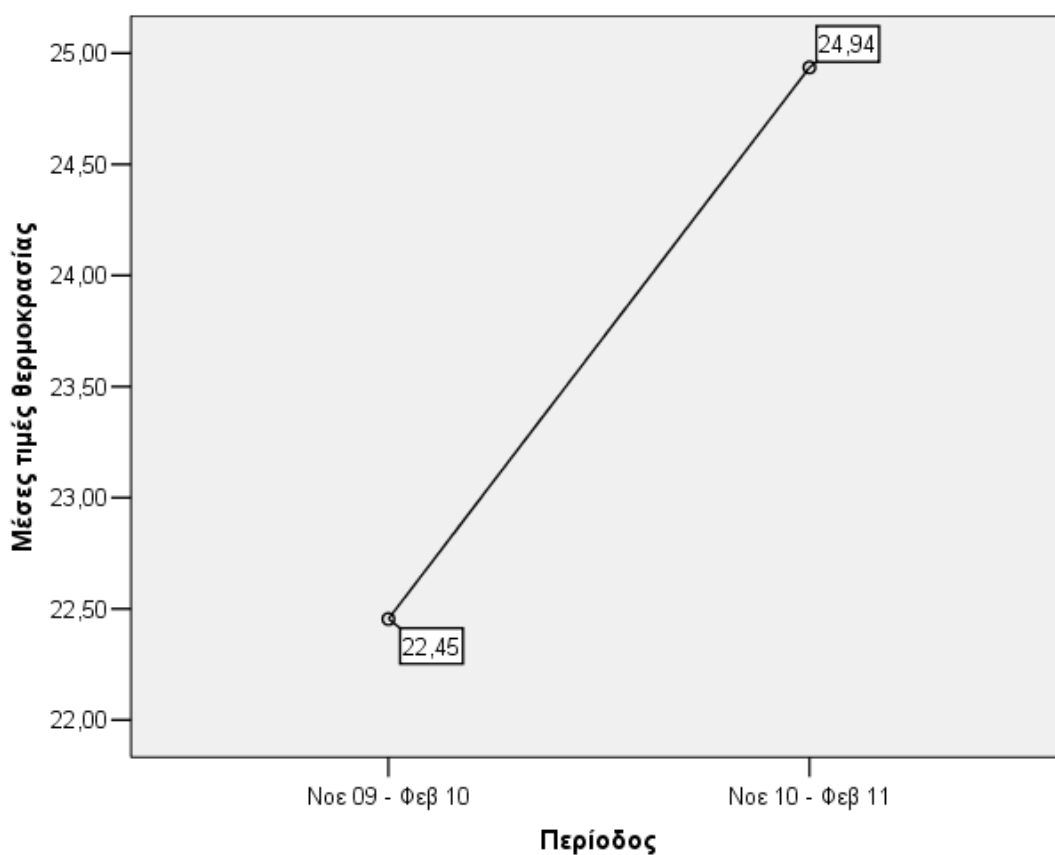
Οι πομποί γεωεντοπισμού που ήταν προσαρμοσμένοι χαμηλά στο πόδι των πουλιών κατέγραφαν με ειδικούς αισθητήρες τις θερμοκρασιακές τιμές του περιβάλλοντος με χρονικό βήμα τα 10 min. Στη συγκεκριμένη περίπτωση των πελαγικών ατόμων του Αρτέμη που γλιστρούν ακριβώς επάνω από τα κύματα, έγινε η παραδοχή ότι οι καταγεγραμμένες τιμές ταυτίζονται με αυτές της επιφανειακής θερμοκρασίας στη θάλασσα για την ίδια χρονική περίοδο.

Στον Πίνακα 3.4 παρουσιάζονται τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα ανά πομπό γεωεντοπισμού των θερμοκρασιακών τιμών (°C) που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια της παραμονής των πουλιών στις περιοχές διαχείμασης της δυτικής Αφρικής. Η μέση τιμή θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας στα πεδία διαχείμασης ήταν 22,45°C και 24,95°C για τις περιόδους 2009-10 και 2010-11 αντίστοιχα. Για τον έλεγχο του αν οι θερμοκρασιακές τιμές είχαν τον ίδιο διάμεσο επιλέχθηκε η εφαρμογή του Mann-Whitney U test, αφού τα δεδομένα δεν παρουσιάζουν κανονική κατανομή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχει σημαντική διαφορά στην επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας μεταξύ των δύο χρονικών περιόδων (Mann-Whitney test: U= 227194000, P<0,001), όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.18.



**Πίνακας 3.4** Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των θερμοκρασιακών τιμών (°C), όπως καταγράφηκαν από αισθητήρες των πομπών γεωεντοπισμού κατά τη διάρκεια της παραμονής των πουλιών στις περιοχές διαχείμασης της δυτικής Αφρικής.

	Περίοδος	N	Εύρος τιμών	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
GLS 1541	Νοε 2009 – Φεβ 2010	11.233	10,49	18,96	29,45	21,85	1,24
GLS 1483	Νοε 2009 – Φεβ 2010	16.992	10,18	17,34	27,52	23,33	1,33
GLS 1481	Νοε 2009 – Φεβ 2010	11.520	7,97	17,49	25,46	21,74	1,21
GLS 1487	Νοε 2010 – Φεβ 2011	13.104	19,34	16,98	36,32	24,93	3,10
GLS 1540	Νοε 2010 – Φεβ 2011	12.671	15,76	17,74	33,50	24,94	2,48



**Εικόνα 3.18** Μέσες τιμές θερμοκρασίας (°C) στην επιφάνεια της θάλασσας κατά τη διάρκεια παραμονής των ατόμων των Αρτέμηδων στα πεδία διαχείμασης. Οι τιμές καταγράφονταν από ειδικούς αισθητήρες των πομπών γεωεντοπισμού ανά 10 min.

### 3.4 Συζήτηση

#### 3.4.1 Μεταναστευτικό πρότυπο

##### Γενική περιγραφή

Η τοποθέτηση των πομπών γεωντοπισμού σε ενήλικα άτομα του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων έδωσε για πρώτη φορά ολοκληρωμένα στοιχεία για το ετήσιο πρότυπο μετανάστευσης ατόμων που φωλιάζουν στην ανατολική Μεσόγειο. Τα πουλιά που παρακολουθούνταν ταξίδεψαν κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής μετανάστευσης ευθεία απόσταση της τάξης των  $5.960 \pm 723,19$  km, γλιστρώντας πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας με ανοιχτές πτέρυγες, ώστε να έχουν τις ελάχιστες ενεργειακές δαπάνες για ένα τόσο μεγάλο ταξίδι. Η αντίστοιχη απόσταση που καλύφθηκε από τα πουλιά κατά την επιστροφή τους από τα πεδία διαχείμασης στην αποικία των Στροφάδων ήταν  $9.640 \pm 3915,10$  km.

Η έναρξη της φθινοπωρινής μετανάστευσης ήταν σχεδόν συγχρονισμένη (από 24 έως 25 Οκτωβρίου) ενώ υπήρχε μεγαλύτερη διασπορά στις ημερομηνίες αναχώρησης από τα πεδία διαχείμασης στη δυτική Αφρική (από 1 έως 26 Φεβρουαρίου). Η διέλευση των πουλιών από το Γιβραλτάρ κατά τη φθινοπωρινή μετανάστευση καταγράφηκε την περίοδο 1 έως 7 Νοεμβρίου, ενισχύοντας παρόμοια ευρήματα του Tellería (1980). Αντίστοιχα, το πέρασμα από τον Ατλαντικό στη Μεσόγειο μέσω του Γιβραλτάρ εντοπίστηκε χρονικά μεταξύ 15 Φεβρουαρίου και 10 Μαρτίου. Επιπλέον, το ταξίδι από τις Στροφάδες, που αποτελούν την περιοχή αναπαραγωγής, στα πεδία διαχείμασης διήρκεσε κατά μέσον όρο 15,5 ημέρες, ενώ αντίστροφα το ταξίδι της επιστροφής στο Ιόνιο ήταν πιο σύντομο και είχε μία συνολική διάρκεια 14 ημερών κατά μέσο όρο. Οι διακυμάνσεις στις ταχύτητες πτήσης έδειξαν να έχουν εποχιακή εξάρτηση, όπως φάνηκε από τα δεδομένα κατά τη φθινοπωρινή και την εαρινή μετανάστευση (16,6 km/h και 28,9 km/h αντίστοιχα), συμφωνώντας με αντίστοιχη έρευνα (Ristow *et al.* 2000). Επιπλέον, ενδιαφέρον παρουσιάζουν και τα ευρήματα των Mateos-Rodríguez & Bruderer (2012) που έδειξαν ότι οι κυρίαρχοι άνεμοι στο Γιβραλτάρ κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής μετανάστευσης των ατόμων του Αρτέμη ήταν τόσο ανατολικής όσο και δυτικής κατεύθυνσης, ενώ κατά τη διάρκεια της εαρινής μετανάστευσης ήταν δυτικοί ευνοώντας την πτήση των πουλιών προς τις περιοχές αναπαραγωγής στη Μεσόγειο. Τα δεδομένα αυτά, σε συνάρτηση με τον απόλυτο συγχρονισμό που χαρακτήρισε την αναχώρηση από την αποικία στα Στροφάδια, ενισχύει την άποψη ότι τα πρότυπα των ανέμων που επικρατούν στις

περιοχές τις οποίες διασχίζουν τα πουλιά κατά τη διάρκεια της μεταναστευτικής τους πορείας αποτελούν βασικό ρυθμιστή της πτήσης τους (Εικόνα 3.2).

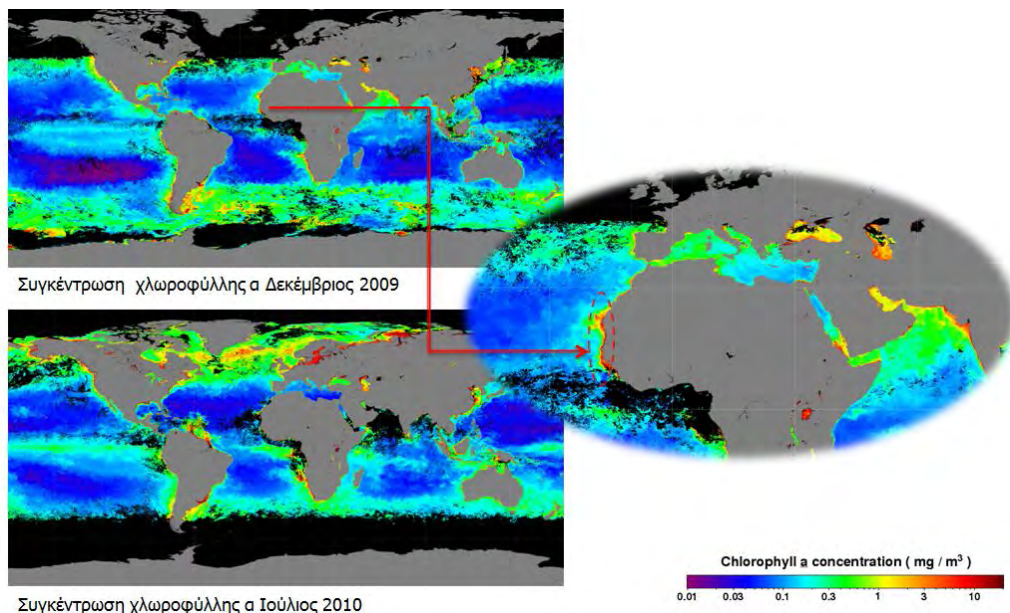
Τα πουλιά παρέμειναν στα πεδία διαχείμασης επί περίπου 4 μήνες, κάτι που σημαίνει παραμονή για περισσότερο χρόνο στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Στροφάδων. Το γεγονός αυτό εξηγείται από τη διευρυμένη αναπαραγωγική περίοδο που επιδεικνύουν τα θαλασσοπούλια στο σύνολό τους, σε σύγκριση με άλλα είδη ορνιθοπανίδας όπως τα στρουθιόμορφα (Schreiber & Burger 2002).

Σε σύγκριση με τα πεδία διαχείμασης του Αρτέμη, όπως αυτά οριοθετήθηκαν από πρόσφατες μελέτες σε άτομα των αποικιών του Ατλαντικού και των Νήσων του Πράσινου Ακρωτηρίου, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει σαφής διαφοροποίηση από τα αντίστοιχα θαλάσσια πεδία του Ατλαντικού όπου και καταγράφεται η παρουσία των ατόμων της ανατολικής Μεσογείου. Ειδικότερα, τα βασικά πεδία διαχείμασης του Αρτέμη από αποικίες του Ατλαντικού που φιλοξενούνται στις Αζόρες και στα Κανάρια Νησιά εντοπίζονται στο νότιο Ατλαντικό, πιο συγκεκριμένα στην παράκτια ζώνη της Ναμίμπια και της Νοτίου Αφρικής, καθώς και στις ακτές της Βραζιλίας στο νοτιοδυτικό Ατλαντικό, με την τελευταία παράκτια ζώνη να χρησιμοποιείται και από τους πληθυσμούς των Νήσων του Πράσινου Ακρωτηρίου (González-Solis *et al.* 2009, Dias *et al.* 2011). Τα άτομα του Αρτέμη από την αποικία των Στροφάδων στην ανατολική Μεσόγειο έδειξαν πιο βόρεια κατανομή (από 00°00'N έως 20°00'N και από 10°00'W έως 20°00'W) κατά την περίοδο διαχείμασης. Τα άτομα αυτά χρησιμοποιούν κυρίως την παράκτια περιοχή απέναντι από τη Σενεγάλη και δευτερευόντως τα νερά του Ατλαντικού στο ύψος του Ισημερινού νοτίως των Νήσων του Πράσινου Ακρωτηρίου, όπου και ενδεχομένως να αναμειγνύονται με άτομα από αποικίες της δυτικής Μεσογείου, σύμφωνα με τα ευρήματα των Genovart *et al.* (2013).

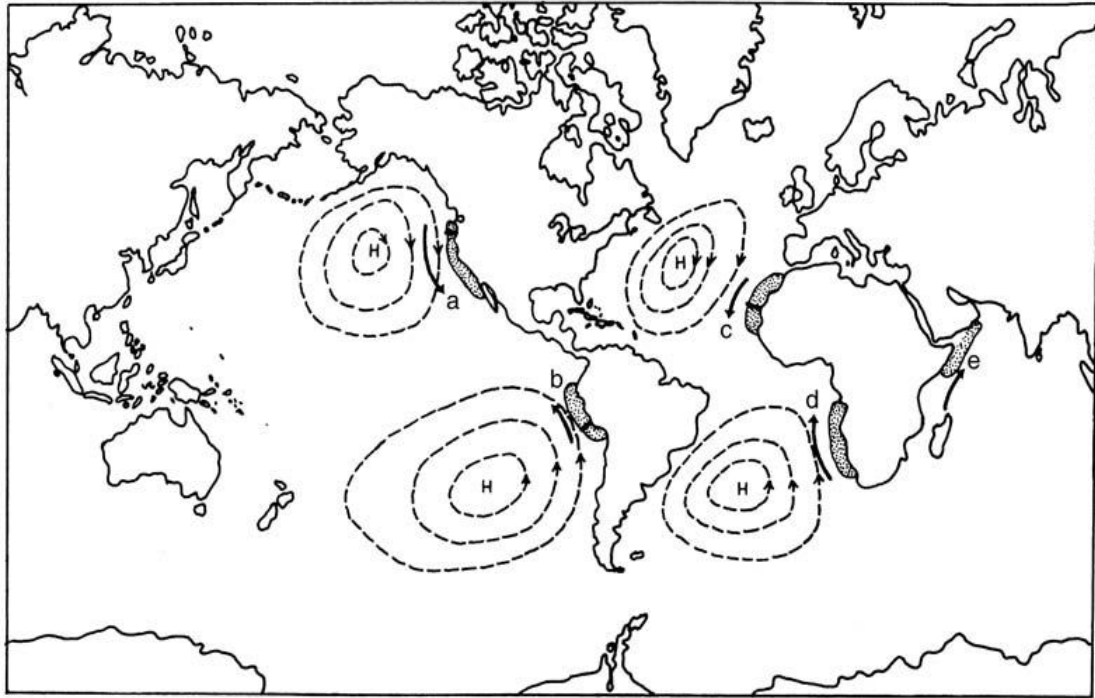
#### Φθινοπωρινή μετανάστευση

Η φθινοπωρινή μετανάστευση από τα μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη προς τα μικρότερα καθορίζεται κατά κύριο λόγο από τη μείωση της θερμοκρασίας, την ελάττωση των τροφικών αποθεμάτων, καθώς και από το μήκος της ημέρας. Μετακινούμενα τα είδη προς μικρότερα γεωγραφικά πλάτη αναζητούν περισσότερο παραγωγικά οικοσυστήματα και καλύτερες συνθήκες που θα βελτιώσουν τις συνθήκες χειμερινής επιβίωσής τους (Newton 2010).

Στην περίπτωση του Αρτέμη φάνηκε ότι κατά τη διάρκεια του χειμώνα, τα τέσσερα από τα πέντε άτομα χρησιμοποίησαν τα τροπικά θαλάσσια ύδατα κοντά στις ακτές της δυτικής Αφρικής, ενώ το πέμπτο δραστηριοποιήθηκε νοτιότερα και, πιο συγκεκριμένα, στα θαλάσσια πεδία κοντά στον Ισημερινό, στο νοτιοανατολικό Ατλαντικό, ενισχύοντας ευρήματα ανάλογων ερευνών (Ristow *et al.* 2000, González-Solis *et al.* 2007, Péron & Grémillet 2013). Η παραγωγικότητα στα προαναφερθέντα πεδία διαχείμασης χαρακτηρίζεται από υψηλές τιμές καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και μεγιστοποιείται τους χειμερινούς μήνες. Για παράδειγμα, και με βάση τα επίσημα στοιχεία της NASA, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης α τον Δεκέμβριο του 2010, που συμπίπτει με την περίοδο παρουσίας του Αρτέμη στη δυτική Αφρική, βρέθηκε μεγαλύτερη από  $10 \text{ mg/m}^3$  (Εικόνα 3.19). Τα επίπεδα συγκέντρωσης της χλωροφύλλης α αποτελούν δείκτη της πρωτογενούς παραγωγικότητας στο θαλάσσιο οικοσύστημα και δηλώνουν έμμεσα την αφθονία τροφής για τους ανώτερους καταναλωτές, όπως τα θαλασσοπούλια. Στις περιοχές διαχείμασης του Αρτέμη είναι σχεδόν μόνιμη κατάσταση η ανοδική κίνηση των βαθύτερων και πλούσιων σε θρεπτικά στοιχεία υδάτινων μαζών που προκαλείται από το Ρεύμα των Καναρίων Νήσων και επηρεάζεται από αντικυκλώνες στην ευρύτερη παράκτια περιοχή της δυτικής Αφρικής, όπως έχουν δείξει σχετικές έρευνες (Longhurst 1981, Shealer 2002, Shreiber 2002, González-Solis *et al.* 2007) (Εικόνα 3.20).



**Εικόνα 3.19** Η παράκτια ζώνη που αποτελεί περιοχή διαχείμασης του Αρτέμη χαρακτηρίζεται από υψηλό δείκτη παραγωγικότητας λόγω της επίδρασης του Ρεύματος των Καναρίων Νήσων και της επακόλουθης ανάβλυσης θρεπτικών στοιχείων, όπως αυτή αποτυπώνεται στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α [Πηγή: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>].



**Εικόνα 3.20** Παράκτιες περιοχές με σημαντικά παγκόσμια συστήματα ανάβλυσης θρεπτικών (σκιασμένες περιοχές) και βασικά συστήματα αντικυκλώνων που τα επηρεάζουν. Οι διακεκομμένοι κύκλοι παρουσιάζουν τη μέση ιδεατή θέση των ισοβαρών κατά τη διάρκεια της μέγιστης εκδήλωσης των φαινομένων ανάβλυσης θρεπτικών με παγκόσμια σημασία. Τα βέλη δείχνουν τις θέσεις των εξής ρευμάτων: (a) Καλιφόρνιας, (b) Περού, (c) Καναρίων, (d) Μπενγκουέλα, και (e) Σομαλίας (Schreiber & Burger 2002).

Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δοθεί και στο πρότυπο της μετακίνησης του Αρτέμη από τη Μεσόγειο προς τα πεδία διαχείμασης. Η συγχρονισμένη έναρξη της μετανάστευσης πιθανότατα μπορεί να αποτελεί απόκριση των πουλιών στους επικρατούντες ανέμους στη λεκάνη της Μεσογείου, όπως έχει αποδειχθεί ότι συμβαίνει και σε άλλες ομάδες πουλιών (Schaub *et al.* 2004). Ενδιαφέρον προκαλεί επίσης η πορεία του Αρτέμη μετά τη διέλευση από το Γιβραλτάρ, επιλέγοντας να ακολουθήσει μια διαδρομή αρκετά κοντά στην παράκτια ζώνη της ΒΔ. Αφρικής. Τα δεδομένα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τα αντίστοιχα ευρήματα των Raine *et al.* (2011) για άτομα του Αρτέμη από τη Μάλτα, αλλά και των Ristow *et al.* (2000) για τον Αρτέμη της Κρήτης, καθιστώντας σημαντική την περαιτέρω έρευνα για την ερμηνεία αυτού του προτύπου μετακίνησης ενός πελαγικού είδους θαλασσοπουλιού.

#### Εαρινή μετανάστευση

Η πορεία των πουλιών κατά την εαρινή μετανάστευση προκειμένου αυτά να επιστρέψουν στην αποικία των Στροφάδων φαίνεται να διαφέρει από την αντίστοιχη πορεία κατά τη φθινοπωρινή μετανάστευση. Πιο συγκεκριμένα, τα άτομα του Αρτέμη κάλυπταν μεγαλύτερη απόσταση διασχίζοντας πελαγικές περιοχές του Ατλαντικού με

φορά σύμφωνη με αυτή των δεικτών του ωρολογίου (Εικόνες 3.11, 3.13, 3.15 & 3.17). Αν και η πρώτη ανάγνωση αυτού του προτύπου μπορεί να δημιουργεί προβληματισμούς για τις ενεργειακές απαιτήσεις της μακρύτερης και πιο επίπονης πτήσης σε σχέση με μια πορεία που θα χαρασσόταν κοντά στην παράκτια ζώνη της ΒΔ. Αφρικής, εντούτοις αποκαλύπτει συνέργεια των ανέμων στις ανάγκες της εαρινής μετανάστευσης. Πράγματι, τα πρότυπα των ανέμων που επικρατούν την περίοδο αυτή στην περιοχή έχουν δεξιόστροφη πορεία και ταυτίζονται με τις μετακινήσεις των πουλιών στις πελαγικές περιοχές του Ατλαντικού κατά τη διάρκεια της πτήσης τους για την επιστροφή στη Μεσόγειο και τις περιοχές αναπαραγωγής (Εικόνα 3.2). Τα ευρήματα αυτά ενισχύουν τα ευρήματα ανάλογης έρευνας για την πορεία που ακολουθούν τα άτομα του Αρτέμη στις μετακινήσεις τους μεταξύ των δύο ημισφαιρίων (González-Solis *et al.* 2007).

Η επάρκεια των δεδομένων για τα μεταναστευτικά πρότυπα του Αρτέμη των Στροφάδων αναμένεται να συμπληρωθεί μέσα στην επόμενη διατροφή, με δεδομένα και άλλων πομπών που έχουν ήδη τοποθετηθεί σε διαφορετικά ενήλικα άτομα κατά τη διάρκεια των επόμενων αναπαραγωγικών περιόδων. Παρόλ' αυτά η γνώση που έχει αποκτηθεί για τη μεταναστευτική διαδρομή, τις περιοχές διαχείμασης αλλά και τις περιοχές τροφοληψίας κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής, συνδυασμένη με πρωτογενή δεδομένα ωκεανογραφικών παραμέτρων οι οποίες επηρεάζουν την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων και την κατανομή των θαλασσοπουλιών στον χώρο, αναμένεται να δώσουν σημαντικές πληροφορίες με τοπική αλλά και παγκόσμια διαχειριστική αξία. Ειδικότερα, μπορούν να συμβάλουν στην οριοθέτηση των Σημαντικών Θαλάσσιων Περιοχών για τα Πουλιά, στη χωροθέτηση των παράκτιων αιολικών πάρκων, αλλά και στον χωρικό προσδιορισμό των μέτρων μείωσης της υπεραλίευσης και των περιστατικών τυχαίας παγίδευσης (by-catch) θαλασσοπουλιών σε χρησιμοποιούμενα αλιευτικά εργαλεία, όπως το παραγάδι και το απλάδι (Belda & Sanchez 2001).

#### 3.4.2 Επίδραση της επιφανειακής θερμοκρασίας θάλασσας των πεδίων διαχείμασης

Η κλιματική κρίση που βιώνει ο πλανήτης μας τα τελευταία 40-50 χρόνια έχει ήδη προκαλέσει σημαντικές διαταραχές στα οικοσυστήματα, και οι σχετικές προβλέψεις κάνουν λόγο για συνέχιση της αύξησης της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας μέχρι και τα τέλη του 21<sup>ου</sup> αιώνα (Easterling *et al.* 2000). Η επίδραση της κλιματικής

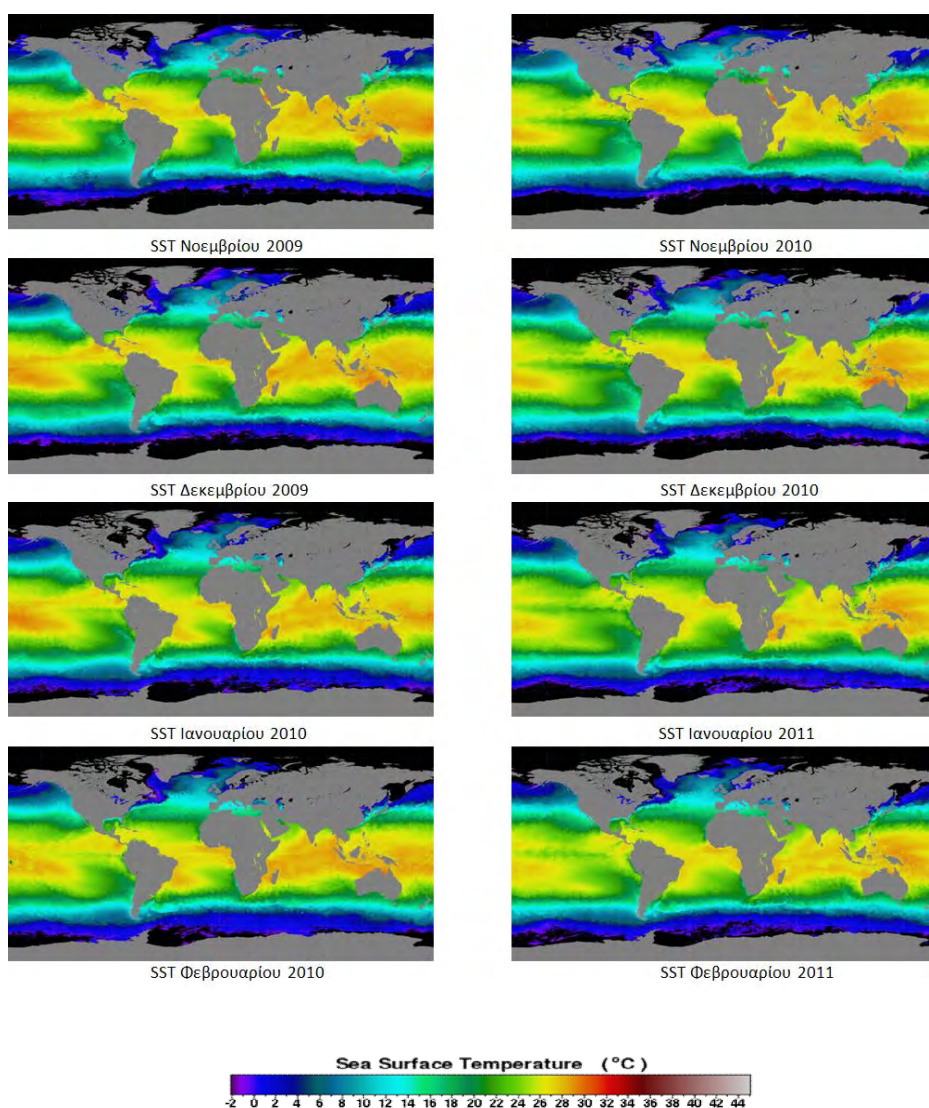
αλλαγής στα ωκεάνια οικοσυστήματα αποτυπώνεται με έντονες διακυμάνσεις στην ένταση και τη συχνότητα φυσικών ατμοσφαιρικών φαινομένων, όπως το El Niño, το οποίο και σχετίζεται με την κατά τόπους αύξηση της μέσης θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας. Η αύξηση αυτή μπορεί να επιφέρει σημαντικές μεταβολές σε ευαίσθητα υδάτινα οικοσυστήματα (Hoegh-Guldberg 1999).

Είναι ευρέως αποδεκτό ότι οι υψηλές επιφανειακές θερμοκρασίες της θάλασσας μειώνουν την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων στα χαμηλά τροφικά επίπεδα (π.χ. φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν) και κατά συνέπεια μπορούν να επηρεάσουν αρνητικά το βαθμό επιτυχούς τροφοληψίας των ανώτερων καταναλωτών, όπως τα θαλασσοπούλια (Peck *et al.* 2004, Erwin & Congdon 2007, Ramos *et al.* 2012, Weeks *et al.* 2013). Όπως έχει ήδη αναφερθεί οι θερμοκρασιακές τιμές στην επιφάνεια της θάλασσας στα πεδία διαχείμασης του Αρτέμη με βάση τα δεδομένα που κατέγραψαν οι πομποί γεωεντοπισμού κατά τις περιόδους 2009-10 και 2010-11 ήταν 22,45°C και 24,95°C αντίστοιχα. Η σημαντική αυτή διαφορά στην επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας μεταξύ των δύο αυτών χρονικών περιόδων, η οποία και επαληθεύεται από τα αντίστοιχα στοιχεία της NASA (Εικόνα 3.21) ειδικά για το μήνα Δεκέμβριο, συνοδεύτηκε από επίσης σημαντική διαφορά στα επίπεδα της αναπαραγωγικής επιτυχίας στην αποικία των Στροφάδων, η οποία για το 2010 και το 2011 εκτιμήθηκε στο 83,3% και 53,0%, αντίστοιχα (Εικόνα 2.11, Κεφάλαιο 2). Μια υπόθεση ερμηνείας που μπορεί να διατυπωθεί είναι ότι αυτή η αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας κατά την περίοδο Νοεμβρίου 2010 – Φεβρουαρίου 2011 στα πεδία διαχείμασης του Αρτέμη, μπορεί να επηρέασε αρνητικά όχι μόνο τη διάρκεια και την ένταση της τροφοληψίας των ενήλικων ατόμων κατά τους προαναφερθέντες μήνες, αλλά και την επίδοσή τους ως γεννητόρων κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου που ακολούθησε. Σε κάθε περίπτωση αυτή η υπόθεση μπορεί να εξεταστεί ως προς την ορθότητά της μέσα από συμπληρωματικά στοιχεία, όπως ο έλεγχος του βάρους των γεννητόρων από έτος σε έτος και η παρακολούθηση του ποσοστού αποχής τους από την αναπαραγωγή (sabbatical years). Ανάλογες πάντως επιδράσεις έχουν παρατηρηθεί και σε άλλες περιπτώσεις ερευνών, τόσο στον Αρτέμη όσο και σε άλλα είδη θαλασσοπουλιών (Kitaysky & Golumbola 2000, Durant *et al.* 2003, Boano *et al.* 2010, Genovart *et al.* 2013).

Αν και το μικρό δείγμα δεν επιτρέπει την εξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων, οι ενδείξεις για συσχέτιση των επιπέδων επιφανειακής θερμοκρασίας στα πεδία



τροφοληψίας του Αρτέμη κατά την περίοδο διαχείμασης με τα επίπεδα αναπαραγωγικής επιτυχίας στην αποικία των Στροφάδων, θέτουν ως προτεραιότητα τη συνέχιση της παρακολούθησης αναπαραγωγικών και ωκεανογραφικών παραμέτρων σε όλο το εύρος κατανομής του είδους. Πιο συγκεκριμένα, τα δύο φαινόμενα (επιφανειακή θερμοκρασία και αναπαραγωγική επιτυχία) φαίνεται να μεταβλήθηκαν παράλληλα για δύο χρονιές, κάτι που αξίζει να μελετηθεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, αφού μπορεί να χρησιμεύσει στη μελέτη των πιθανών επιδράσεων της κλιματικής αλλαγής στη βιολογία του είδους.



**Εικόνα 3.21** Πρότυπο μεταβολής των τιμών της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας, σε παγκόσμιο επίπεδο, κατά τη διάρκεια των περιόδων Νοεμβρίου 2009 – Φεβρουαρίου 2010 και Νοεμβρίου 2010 – Φεβρουαρίου 2011 [Πηγή : <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>].



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.**

**Προσδιορισμός των περιοχών τροφοληψίας του Αρτέμη κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών**

## **4. Προσδιορισμός των περιοχών τροφοληψίας του Αρτέμη κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών**

### **4.1 Εισαγωγή**

Όπως έχει ήδη αναφερθεί στο προηγούμενο κεφάλαιο, η θεώρηση και χρήση των θαλασσοπουλιών ως δεικτών της υγείας των θαλάσσιων οικοσυστημάτων αλλά και της επίδρασης των παγκόσμιων κλιματικών αλλαγών στους θαλάσσιους οργανισμούς έχει ευρεία εφαρμογή τις τελευταίες δεκαετίες (Barbraud & Weimerskirch 2001, Crick 2004, Crawford *et al.* 2008). Συνέπεια των προηγούμενων είναι οι κορυφαίοι αυτοί θαλάσσιοι θηρευτές να χρησιμοποιούνται ως σημαντικοί δείκτες στη διαχείριση και προστασία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Schreiber 2002). Πρέπει να σημειωθεί ότι τα θαλασσοπούλια συγκεντρώνονται σε μεγάλους αριθμούς προκειμένου να τραφούν σε περιοχές που εμφανίζουν υψηλή διαθεσιμότητα τροφής, με αποτέλεσμα η μελέτη της διασποράς τους τόσο στον χρόνο όσο και στον χώρο να συνδέεται με τη διαθεσιμότητα τροφής και κατ' επέκταση με τα επίπεδα παραγωγικότητας που επιδεικνύουν οι διάφορες θαλάσσιες περιοχές, τόσο κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής όσο και κατά τη διάρκεια της διαχείμασης (Fauchald 2009).

Πρόσφατες μελέτες εξέτασαν τους παράγοντες που θεωρούνται υπεύθυνοι για τη συγκέντρωση μεγάλων πληθυσμών ειδών λείας, προκειμένου να ανιχνευθεί αν τέτοιου είδους φαινόμενα είναι τυχαία ή μπορεί να παρουσιάζουν μια περιοδικότητα και συνεπώς μπορούν να προβλεφθούν. Σε αρκετές περιπτώσεις, τόσο φυσικά ωκεανογραφικά γεγονότα όσο και η δραστηριότητα των ανώτερων καταναλωτών στα θαλάσσια οικοσυστήματα, μπορούν να καθορίσουν τη συγκέντρωση μεγάλης ποσότητας λείας (π.χ. ιχθυοαποθεμάτων) σε ένα μεγάλο εύρος χωρικών και χρονικών κλιμάκων (Shealer 2002). Για τον λόγο αυτόν είναι ιδιαίτερος κρίσιμο να αναγνωριστούν οι πλέον σημαντικές παράκτιες και πελαγικές περιοχές που χρησιμοποιούνται από τα θαλασσοπούλια, κάνοντας χρήση καινοτόμων τηλεμετρικών μεθόδων. Οι μέθοδοι αυτές μπορούν να παρέχουν πληροφορία με μεγάλο βαθμό ακρίβειας για τις μετακινήσεις των θαλασσοπουλιών σε όλο το εύρος κατανομής τους στο θαλάσσιο χώρο.

Έρευνες παρακολούθησης των μετακινήσεων γεννητόρων Αρτέμη σε αποικίες του Ατλαντικού και της δυτικής Μεσογείου έδειξαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στο

πρότυπο της τροφοληπτικής συμπεριφοράς καθ' όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγής. Ειδικότερα, η καταγραφή των πτήσεων με χρήση διαφορετικών μεθόδων τηλεμετρίας, έδειξαν ότι τα πελαγικά αυτά θαλασσοπούλια ακολουθούν ως γεννήτορες δύο διαφορετικά πρότυπα μετακινήσεων για να αναζητήσουν τη λεία τους (Magalhães *et al.* 2008, Louzao *et al.* 2009, Paiva *et al.* 2010b). Το ένα από τα δύο πρότυπα περιλαμβάνει μικρές διαδρομές τόσο σε διάρκεια (1-4 ημέρες) όσο και σε απόσταση, η οποία κυμαίνεται μεταξύ λίγων δεκάδων χιλιομέτρων από την αποικία (Εικόνα 4.1), ενώ το άλλο χαρακτηρίζεται από διάρκεια 7-15 ημερών και διαδρομές αρκετών εκατοντάδων χιλιομέτρων από την αποικία. Θεωρείται ότι οι δύο αυτοί διαφορετικοί τύποι μετακινήσεων εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες του είδους, αφού οι μικρότερες διαδρομές παρατηρούνται ως επί το πλείστον κατά τη διάρκεια των πρώτων δέκα ημερών από την εκκόλαψη των αυγών, οπότε οι νεοσσοί είναι αρκετά μικροί και η διατροφή τους από τους γονείς επιβάλλεται να είναι καθημερινή. Από την άλλη μεριά, οι μεγαλύτερες σε διάρκεια και απόσταση πτήσεις των γεννητόρων καταγράφονται με ολοένα και αυξανόμενη συχνότητα όσο προχωρά η ανάπτυξη των νεοσσών πλησιάζοντας προς την πτέρωσή τους. Το γεγονός αυτό ερμηνεύεται ως απόκριση των ενήλικων ατόμων στην κάλυψη των δικών τους ενεργειακών αναγκών μετά μια επίπονη περίοδο ως γεννήτορες, αφού οι νεοσσοί μπορούν εντωμεταξύ να επιβιώσουν και με αραιότερη συχνότητα παροχής τροφής (Granadeiro *et al.* 1998b, Magalhães *et al.* 2008).



**Εικόνα 4.1** Αρτέμης αναζητεί την τροφή του κατά την περίοδο αναπαραγωγής στη θαλάσσια περιοχή μεταξύ Στροφάδων και ακτών Ζακύνθου.

Λίγες ερευνητικές εργασίες έχουν εκπονηθεί μέχρι σήμερα στην κεντρική και την ανατολική Μεσόγειο με αντικείμενο την οριοθέτηση των σημαντικών θαλάσσιων περιοχών για τα θαλασσοπούλια κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου

(Dell' Ariccia *et al.* 2010, Fric *et al.* 2012b, Cecere *et al.* 2013). Ειδικά στην Ελλάδα δεν είχε πραγματοποιηθεί μέχρι πρότινος συστηματική έρευνα με τη χρήση μεθόδων τηλεμετρίας, σχετικά με τα πρότυπα τροφοληψίας που ακολουθεί ο Αρτέμης κατά τη διάρκεια των διαφορετικών φάσεων της αναπαραγωγής τους, είτε σε αποικίες του Αιγαίου είτε σε αποικίες του Ιονίου. Στην παρούσα εργασία γίνεται η παρουσίαση των πρώτων δεδομένων που έχουν καταγραφεί ποτέ σε αποικία της ανατολικής Μεσογείου αναφορικά με τη διασπορά και χρήση του θαλάσσιου χώρου από τα ενήλικα άτομα Αρτέμη κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών τους, αμέσως μετά την εκκόλαψη των αυγών.

## 4.2 Μεθοδολογία

Η παρούσα έρευνα υλοποιήθηκε στη νήσο Σταμφάνι. Οι εργασίες πεδίου επικεντρώθηκαν στη δυτική ακτογραμμή του νησιού όπου και εντοπίζονται οι πιο προσιτές θέσεις φωλιάσματος αλλά και πολλά έμπειρα ζευγάρια Αρτέμη (Εικόνα 4.2). Με την επιλογή αυτή διασφαλιζόταν στο μέγιστο δυνατό βαθμό τόσο η ασφάλεια της τριμελούς ομάδας εργασίας, όσο και η επιτυχής καταγραφή και παρακολούθηση της στρατηγικής τροφοληψίας του είδους, αφού μπορούσε πιο εύκολα να ελεγχθεί άμεσα η άφιξη των γεννητόρων κατά τη διάρκεια της νύχτας λόγω της σχετικά κοντινής απόστασης των φωλιών.



**Εικόνα 4.2** Άποψη της δυτικής ακτογραμμής της νήσου Σταμφάνι όπου πραγματοποιήθηκε σύλληψη ατόμων Αρτέμη και τοποθέτηση καταγραφικών GPS.

Η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε κατά τη διάρκεια των αναπαραγωγικών περιόδων των ετών 2009, 2011, 2012 και 2013. Τα πουλιά που χρησιμοποιήθηκαν για την καταγραφή των μετακινήσεων ήταν ενεργοί γεννήτορες και η σύλληψή τους στις φωλιές έγινε κατά την περίοδο 17-31 Ιουλίου. Τη συγκεκριμένη περίοδο η συντριπτική πλειονότητα των αυγών έχει εκκολαφθεί, όπως είναι γνωστό με βάση τα στοιχεία της φαινολογίας της αναπαραγωγής για το είδος στη συγκεκριμένη αποικία, και οι νεοσσοί έχουν ηλικία από λίγες ημέρες έως δύο εβδομάδες. Όλα τα άτομα που χρησιμοποιήθηκαν για την τοποθέτηση των πομπών δακτυλιώθηκαν, ενώ παράλληλα έγινε λήψη των μορφομετρικών στοιχείων τους.

Για το σκοπό της έρευνας επιλέχθηκε η χρήση συσκευών με ενσωματωμένο παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS loggers). Οι συσκευές αυτές, όπως αναφέρθηκε στο Κεφάλαιο 4, παρέχουν πληροφορίες για τον εντοπισμό της θέσης των πουλιών με μεγάλη ακρίβεια, αλλά η μέθοδος προϋποθέτει την επανασύλληψη των ατόμων για τη συλλογή του πομπού και την αποθήκευση των δεδομένων. Στην

περίπτωση των Στροφάδων, χρησιμοποιήθηκαν δύο διαφορετικοί τύποι καταγραφικών GPS, και πιο συγκεκριμένα των εταιριών Earth & Ocean Technologies και CatTraQ™ (Εικόνες 4.3 & 4.4). Οι πομποί αυτοί τοποθετήθηκαν σε 19 γεννήτορες και ρυθμίστηκαν έτσι ώστε να λαμβάνουν το σήμα του κάθε πουλιού με σταθερό χρονικό βήμα (συνήθως ανά 2 min), ενώ παράλληλα υπολογιζόταν και η ταχύτητα ανάμεσα σε δύο διαδοχικές καταγραφές θέσης. Οι μικρές σχετικές διαστάσεις των πομπών (45 x 32 x 18 mm), αλλά και το περιορισμένο βάρος τους, που ήταν 20-23 g και δεν ξεπερνούσε το 3% του βάρους των πουλιών στα οποία προσαρμόστηκαν, διασφάλιζαν την εκμηδένιση πιθανών αρνητικών επιδράσεων στη συμπεριφορά τους και κατ' επέκταση στη βιωσιμότητά τους (Phillips *et al.* 2003). Περιοριστικός παράγοντας ήταν η κατανάλωση ενέργειας για τη λήψη, την αποθήκευση και την αποστολή των στιγμάτων στον δορυφόρο, αφού το μικρό μέγεθος του πομπού δεν επέτρεπε καλύτερες επιδόσεις διάρκειας ζωής της μπαταρίας του.



**Εικόνα 4.3** Αρτέμης με πομπό GPS της Earth & Ocean προσαρμοσμένο στην ουρά, λίγο πριν από την απελευθέρωση του πουλιού.

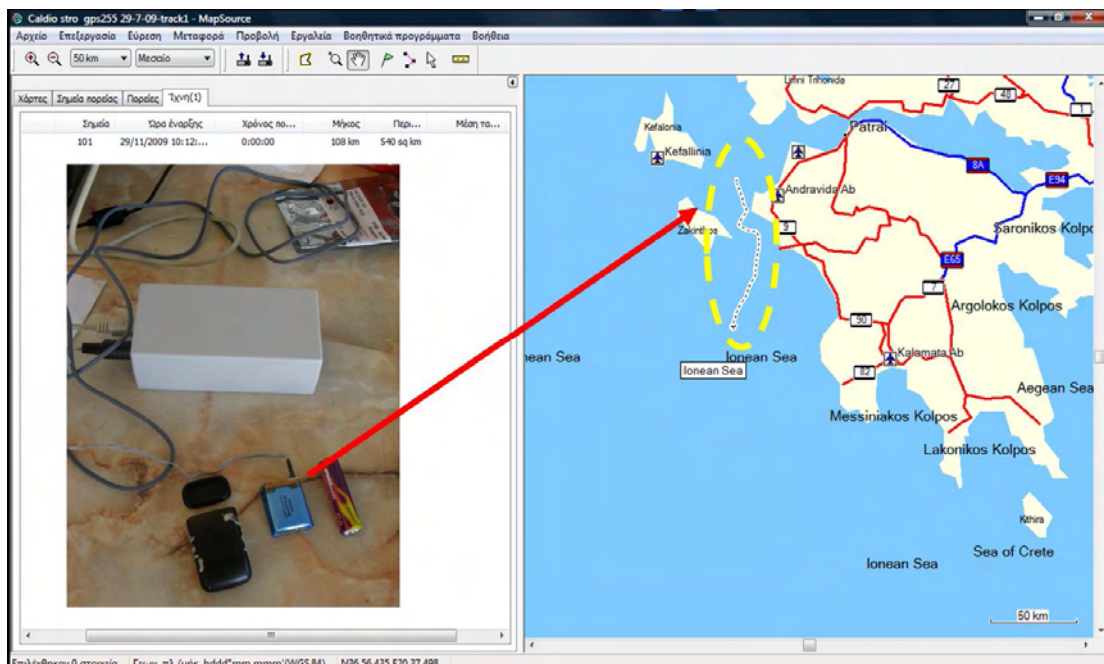


**Εικόνα 4.4** Αρτέμης με πομπό GPS της CatTraQ™ κατά τη φάση της επανασύλληψής του, προκειμένου να ληφθεί ο πομπός και να αποθηκευτούν τα καταγεγραμμένα δεδομένα.

Οι πομποί πριν από τη χρήση τους αδιαβροχοποιήθηκαν μέσω μιας πλαστικής θήκης σφραγισμένης με σιλικόνη, η οποία όμως επέτρεπε τη λήψη του σήματος από το δορυφόρο για την καταγραφή της εκάστοτε θέσης του πουλιού. Η τοποθέτηση των πομπών περιλάμβανε την προσαρμογή τους στη βάση των τεσσάρων κεντρικών φτερών της ουράς του πουλιού, και για τη στερέωσή τους χρησιμοποιήθηκε ταινία τύπου TESA. Η επανασύλληψη του πουλιού κατά τη διάρκεια των αμέσως επόμενων νυχτών γινόταν αφού μεσολαβούσε κάποιο χρονικό διάστημα μετά την είσοδο του γονέα στη φωλιά, προκειμένου να μη διακοπεί η παροχή τροφής στους νεοσσούς. Στη συνέχεια γινόταν η προσεκτική αποκόλληση του πομπού από το ενήλικο άτομο ώστε να μην υποστούν ζημιά τα φτερά, και αφηνόταν πάλι ο γονέας εντός της φωλιάς ή στην είσοδό της. Τόσο η τοποθέτηση του πομπού όσο και η επανασύλληψή του πουλιού γίνονταν με συντονισμένες κινήσεις των μελών της ομάδας πεδίου και πάντα σε χρόνο που δεν ξεπερνούσε τα 10 min προκειμένου να μην υπάρξει σημαντική καταπόνηση των πουλιών. Ο τρόπος πρόσδεσης του πομπού με την ταινία TESA διασφάλιζε επίσης τη σταδιακή χαλάρωσή της έπειτα από 2 με 3 εβδομάδες και την τελική απελευθέρωση του πομπού από τα φτερά σε περίπτωση που το πουλί θα επέστρεφε στη φωλιά αφού είχε αναχωρήσει η ομάδα πεδίου από το νησί και δεν καθίστατο εφικτή η ανάκτησή του.

Όπως στην περίπτωση των πομπών γεωεντοπισμού, έτσι και στην περίπτωση των πομπών GPS, οι θέσεις των πουλιών κατά τη διάρκεια της τροφοληπτικής συμπεριφοράς και των πτήσεων συλλέγονται με την ανάκτηση των συσκευών και τη σύνδεσή τους σε φορητό υπολογιστή. Τα αρχεία (text ή bin) διαβάζονται με τη βοήθεια σχετικών λογισμικών τα οποία διατίθενται από τις κατασκευάστριες εταιρείες (Εικόνα 4.5 & 4.6). Στη συνέχεια, τα δεδομένα καταχωρούνται σε βάση δεδομένων (MS Access), η οποία συνδέεται με χάρτη της περιοχής σε γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών. Με αυτόν τον τρόπο οι μετακινήσεις των πουλιών αποτυπώνονται σε συντεταγμένες UTM στο Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (ΕΓΣΑ), ενώ δίνεται η δυνατότητα υπολογισμού του ζωτικού χώρου (Home Range) των πουλιών, καθώς και των βασικών πεδίων τροφοληψίας του είδους από τα διαθέσιμα εργαλεία του λογισμικού (ArcGIS / Animal movement) και τη χρήση ενός από τους πιο διαδεδομένους αλγορίθμους εκτίμησης, όπως αυτός της μεθόδου Kernel (Worton 1989).





**Εικόνα 4.5** Χρήση λογισμικού (Map Source) για την αποτύπωση της καταγεγραμμένης πορείας Αρτέμη με χρήση πομπού GPS της Earth & Ocean. Στην αριστερή φωτογραφία φαίνεται η σύνδεση του πομπού για τη λήψη και την αποθήκευση των δεδομένων, καθώς και οι διαστάσεις του συγκριτικά με μπαταρία μεγέθους AA.



**Εικόνα 4.6** Χρήση λογισμικού (@trip PC) για την αποτύπωση της καταγεγραμμένης πορείας Αρτέμη με χρήση πομπού GPS της CatTraQ™. Οι συγκεκριμένες μετακινήσεις πραγματοποιήθηκαν σε δύο ημέρες συνεχών καταγραφών.

### 4.3 Αποτελέσματα

#### 4.3.1 Γενική περιγραφή του προτύπου τροφοληψίας

Σε σύνολο 19 ατόμων στα οποία τοποθετήθηκαν πομποί, 14 άτομα (73,7 %) επανασυλλήφθηκαν. Από τους 14 πομπούς μόνο οι 2 δεν μπόρεσαν να καταγράψουν δεδομένα, πιθανότατα λόγω ατελειών στην αδιαβροχοποίησή τους. Οι υπόλοιποι 12 πομποί έδωσαν διαφορετικό βαθμό πληροφοριών σχετικά με τις πτήσεις των ατόμων του Αρτέμη (Πίνακας 4.1). Πιθανολογείται ότι τα 5 άτομα με πομπούς που δεν συλλήφθηκαν εκ νέου, δεν επέστρεψαν στις φωλιές τους πριν από την αναχώρηση της ομάδας πεδίου από το Σταμφάνι, μια και οι φωλιές τους ελέγχονταν με μεγάλη συχνότητα κάθε βράδυ.

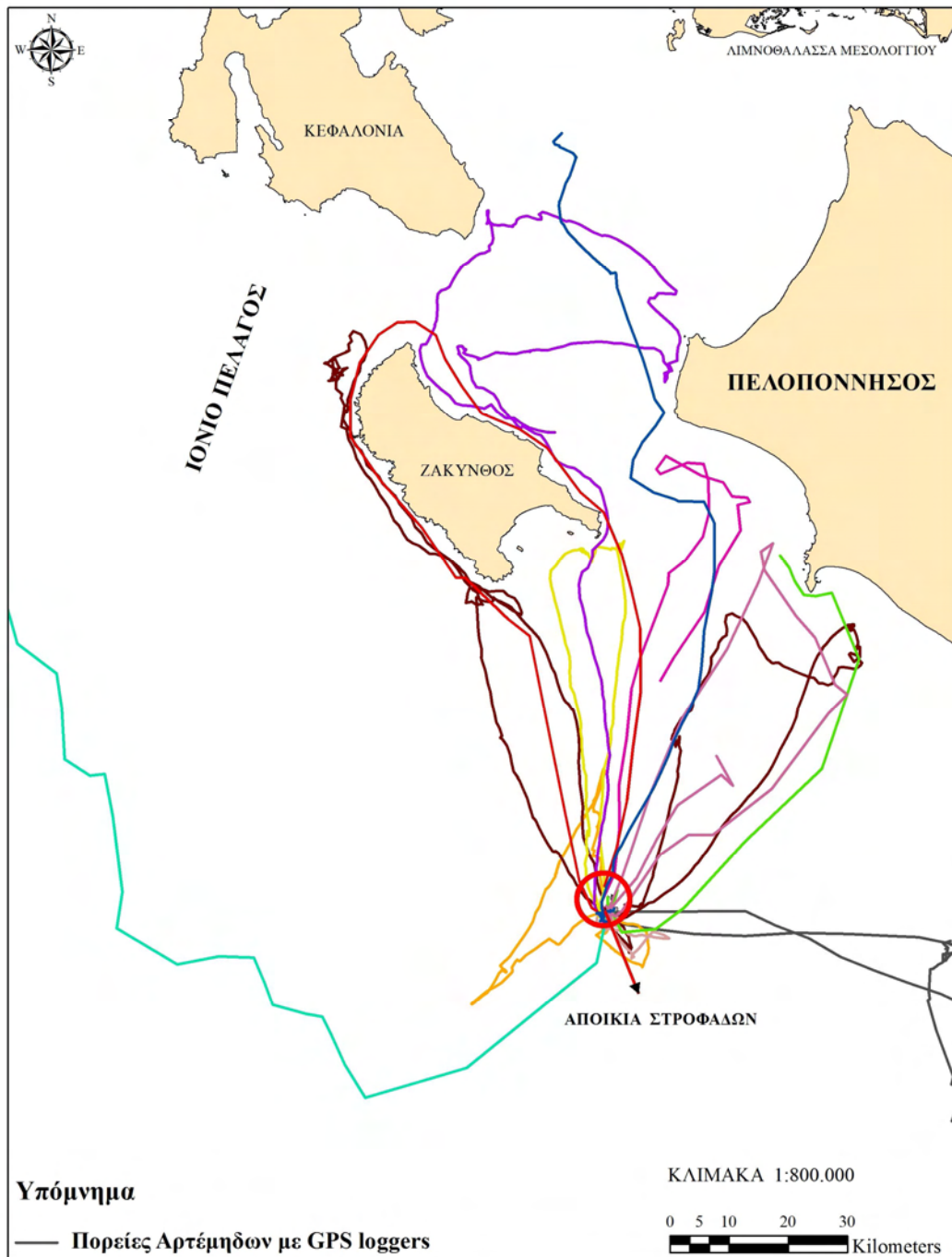
**Πίνακας 4.1** Χαρακτηριστικά των πτήσεων ενήλικων ατόμων του Αρτέμη κατά τα αρχικά στάδια ανατροφής των νεοσσών, όπως αυτές καταγράφηκαν με χρήση πομπών GPS. **Θέσεις εντοπισμού:** αριθμός καταγεγραμμένων θέσεων, **Ώρα τοποθέτησης πομπού:** ώρα απελευθέρωσης ατόμου στο οποίο προσαρμόστηκε πομπός, **Κατεύθυνση:** θέση-προσανατολισμός της καταγεγραμμένης πορείας σε σχέση με τη θέση της αποικίας, **Μέγιστη απόσταση:** μέγιστη καταγεγραμμένη απόσταση, **Συνολικός χρόνος:** συνολικός απαιτούμενος χρόνος για την κάλυψη της μέγιστης καταγεγραμμένης απόστασης, **Μέση ταχύτητα:** μέση ταχύτητα για κάθε καταγεγραμμένη πορεία, **Έκταση:** έκταση περιοχής στην οποία δραστηριοποιήθηκε το άτομο, σύμφωνα με την καταγεγραμμένη πορεία του, **Διάρκεια ταξιδιού:** ημέρες που διήρκησε η εκάστοτε πορεία-πτήση από και προς την αποικία.

N	Έτος	Ημερ/νία	Θέσεις εντοπισμού	Ώρα τοποθέτησης πομπού	Κατεύθυνση	Μέγιστη απόσταση (km)	Συνολικός χρόνος (h)	Μέση ταχύτητα (km/h)	Έκταση (km <sup>2</sup> )	Διάρκεια ταξιδιού
1	2009	29 Ιουλ	149	00:40	B	142,4	11,9	12,0	577,7	4
2	2011	24 Ιουλ	1363	22:12	ΒΔ-ΒΑ	419,0	49,3	8,5	663,0	2
3	2011	20 Ιουλ	653	00:45	B-ΒΔ	200,8	21,8	9,2	1.259,0	1
4	2011	20 Ιουλ	699	01:12	NA	71,1	25,4	2,8	1,3	1
5	2011	24 Ιουλ	683	22:46	NA-ΝΔ-B	124,0	23,7	5,2	137,0	1
6	2011	19 Ιουλ	366	23:55	B	132,0	12,2	10,8	186,0	1
7	2012	23 Ιουλ	626	22:43	B	137,0	24,2	5,7	229,0	1
8	2012	23 Ιουλ	183	00:53	ΝΔ-ΒΔ	189,0	13,8	13,7	3.978,0	1
9	2012	23 Ιουλ	369	01:04	ΒΔ	205,6	35,5	5,8	837,0	2
10	2012	23 Ιουλ	9383	01:29	ΒΔ	109,0	14,5	7,5	675,0	3
11	2012	24 Ιουλ	549	01:55	B	283,8	18,3	15,5	1.180,0	1
12	2013	17 Ιουλ	110	00:04	A-NA	159,0	23,8	6,7	0,8	1

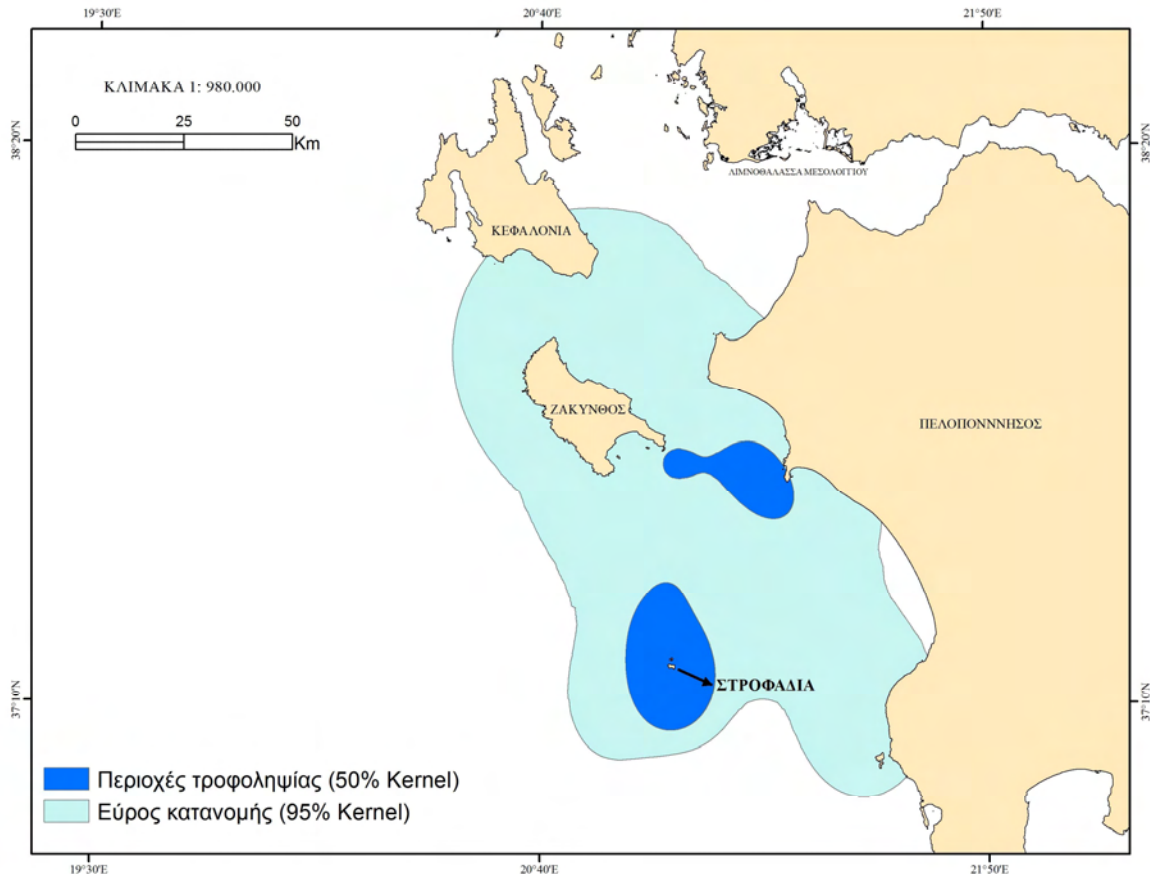
Η πλειονότητα των ατόμων (67%) αποκάλυψαν παρόμοιο πρότυπο όσον αφορά στη χωρική κατανομή της τροφοληπτικής δραστηριότητας, με τις καταγεγραμμένες πορείες να εντοπίζονται βορειότερα σε σχέση με την αποικία των Στροφάδων (Εικόνα 4.7). Η μέση διάρκεια των 12 καταγεγραμμένων διαδρομών ήταν  $1,6 \pm 0,99$  ημέρες, με την ελάχιστη διάρκεια διαδρομής να είναι 1 ημέρα και τη μέγιστη 4 ημέρες. Η καταγεγραμμένη μέση απόσταση που κάλυψαν τα άτομα του Αρτέμη ήταν  $181,1 \pm 92,98$  km και ο αντίστοιχος χρόνος που χρειάστηκε ήταν  $22,9 \pm 10,77$  h. Ο έλεγχος συσχέτισης μεταξύ της απόστασης που καλύφθηκε και του χρόνου που χρειάστηκε, βάσει των καταγραφών των πομπών, έδειξε ότι είναι θετική και στατιστικώς σημαντική ( $r= 0,652$ ,  $P< 0,05$ ). Η μέση ταχύτητα των καταγεγραμμένων πτήσεων με τις ενδιάμεσες στάσεις τους ήταν  $8,6 \pm 3,77$  km/h και η συνολική έκταση που χρησιμοποιήθηκε - εξερευνήθηκε από κάθε ένα από τα πουλιά έδειξε μεγάλες διακυμάνσεις τιμών και εκτιμήθηκε στα  $810 \pm 1.085,35$  km<sup>2</sup>. Και σε αυτήν την περίπτωση ο έλεγχος συσχέτισης μεταξύ της ταχύτητας και της έκτασης στην οποία δραστηριοποιήθηκε το κάθε σημασμένο άτομο Αρτέμη έδειξε ότι είναι θετική και στατιστικώς σημαντική ( $r= 0,602$ ,  $P< 0,05$ ).

Η χωρική ανάλυση των καταγραφών με χρήση της ανάλυσης Kernel ακολουθώντας τη μεθοδολογική προσέγγιση πρόσφατων ερευνών (Hamer *et al.* 2007, Paiva *et al.* 2010a), έδειξε ότι το εύρος κατανομής των γεννητόρων εντοπίζεται σε μια περιοχή με συντεταγμένες μεταξύ  $20^{\circ} 40' E - 21^{\circ} 50' E$  και  $37^{\circ} 10' N - 38^{\circ} 20' N$ , και συνολικής έκτασης  $8.630$  km<sup>2</sup> (95% Kernel density: home range). Οι περιοχές που χρησιμοποιούνταν ως κύρια πεδία τροφοληψίας κατά τα πρώτα στάδια ανατροφής των νεοσσών, σύμφωνα με τη χρήση του Kernel Density Tool (50% Kernel density: main foraging areas), ήταν δύο (Εικόνα 4.8). Είχαν συνολική έκταση  $830$  km<sup>2</sup> καταλαμβάνοντας το 9,6% του συνολικού εύρους κατανομής του είδους και τοποθετούνταν στην παράκτια και πελαγική ζώνη μεταξύ Ζακύνθου και δυτικής Πελοποννήσου καθώς και γύρω από τα Στροφάδια. Τα καταγεγραμμένα δεδομένα με τη χρήση των πομπών GPS loggers επιβεβαίωσαν τη συνήθεια των ατόμων του Αρτέμη να σταματούν για κάποιες ώρες μπροστά από την αποικία τους (στη συγκεκριμένη περίπτωση ΝΔ. της νήσου Σταμφάνι), πριν ξεκινήσουν την αναζήτηση τροφής. Παρόμοια συμπεριφορά διαπιστώθηκε και κατά την επιστροφή των πουλιών από τα πεδία τροφοληψίας στην αποικία, αφού παρέμεναν στη θάλασσα και σε

κοντινή απόσταση από την ακτογραμμή της νήσου Σταμφάνι, έως ότου πέσει απόλυτο σκοτάδι και επισκεφτούν τις φωλιές τους για να ταΐσουν τους νεοσσούς.



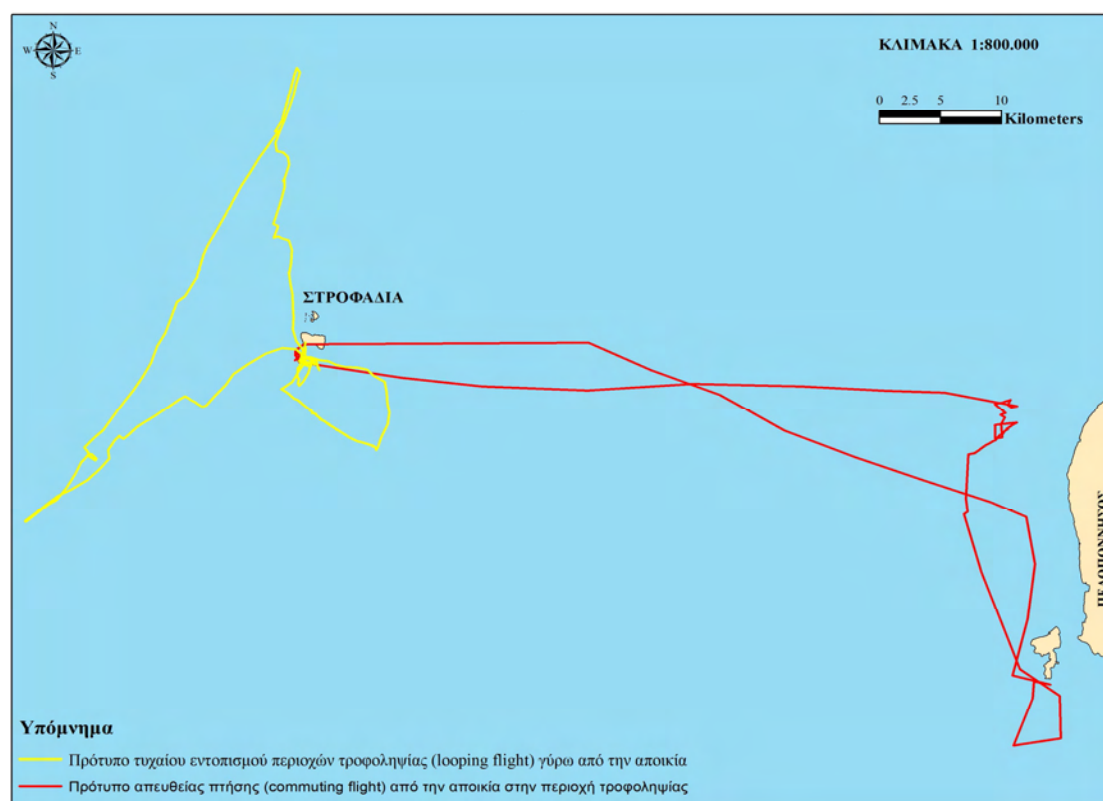
**Εικόνα 4.7** Το σύνολο των καταγεγραμμένων πορειών ενήλικων ατόμων του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων κατά τα πρώτα στάδια ανατροφής των νεοσσών (δεύτερο δεκαπενθήμερο Ιουλίου για τα έτη 2009, 2011, 2012, 2013), με χρήση πομπών GPS.



**Εικόνα 4.8** Εύρος κατανομής (home range) και βασικά πεδία τροφοληψίας ενήλικων ατόμων του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων κατά τα πρώτα στάδια ανατροφής των νεοσσών (δεύτερο δεκαπενθήμερο Ιουλίου για τα έτη 2009, 2011, 2012, 2013).

Η προσπάθεια ανίχνευσης προτύπων μετακίνησης του Αρτέμη από την αποικία των Στροφάδων στα πεδία τροφοληψίας και επιστροφής τους στις φωλιές αποκάλυψε δύο διακριτά πρότυπα, όπως έχει παρατηρηθεί και σε άλλες ανάλογες έρευνες για είδη θαλασσοπουλιών (Weimerskirch 2007, Paiva *et al.* 2010b, Riotte-Lambert & Weimerskirch 2013). Το ένα από αυτά τα πρότυπα που ήταν και το κυρίαρχο, αφού καταγράφηκε σε 8 από τις 10 διαδρομές (εξαιρέθηκαν οι 2 διαδρομές για τις οποίες δεν υπήρχε σαφής εικόνα λόγω μη επάρκειας τηλεμετρικών δεδομένων), χαρακτηριζόταν από απευθείας πτήση (commuting flight) από την αποικία προς τις περιοχές τροφοληψίας, με την επιστροφή των πουλιών να ακολουθεί σχεδόν την ίδια πορεία αλλά με αντίθετη κατεύθυνση. Το άλλο πρότυπο μετακίνησης που καταγράφηκε σε ποσοστό 20%, περιλάμβανε πτήση σε σχήμα βρόχου (looping flight), με τα πουλιά να φαίνεται ότι ακολουθούσαν μια στρατηγική συνεχούς αναζήτησης πιθανών πεδίων τροφοληψίας κατά τη διάρκεια της πτήσης, η οποία και

συνοδευόταν από χάραξη διαφορετικών πορειών κατά την επιστροφή τους στην αποικία (Εικόνα 4.9).



**Εικόνα 4.9** Βασικά πρότυπα πτήσεων για την ανεύρεση τροφής ενήλικων ατόμων του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων, με χρήση πομπών GPS.

Ο περαιτέρω έλεγχος της συμπεριφοράς των ατόμων κατά τη διάρκεια του καταγεγραμμένου ταξιδιού τους στηρίχθηκε στη μεθοδολογία των Louzao *et al.* (2009). Πιο συγκεκριμένα, η συμπεριφορά των πουλιών ταξινομήθηκε σε 4 κατηγορίες, με βάση τις τιμές ταχύτητάς τους (km/h) μεταξύ διαδοχικών καταγεγραμμένων θέσεών τους και σταθερό βήμα τα 10 min: α) ανάπαυση πάνω στο νερό (ταχύτητα <2 km/h), β) τροφοληψία (ταχύτητα 2-10 km/h), γ) ανίχνευση τροφής (ταχύτητα 10-15 km/h) και δ) πτήση (ταχύτητα >15 km/h). Στη συνέχεια ομαδοποιήθηκαν οι κατηγορίες συμπεριφορών σε 2 κλάσεις: «τροφοληψία» και «μη τροφοληψία», όπου στην τελευταία συμπεριλαμβάνονταν ως συμπεριφορές η ανάπαυση, η ανίχνευση της τροφής και η πτήση.

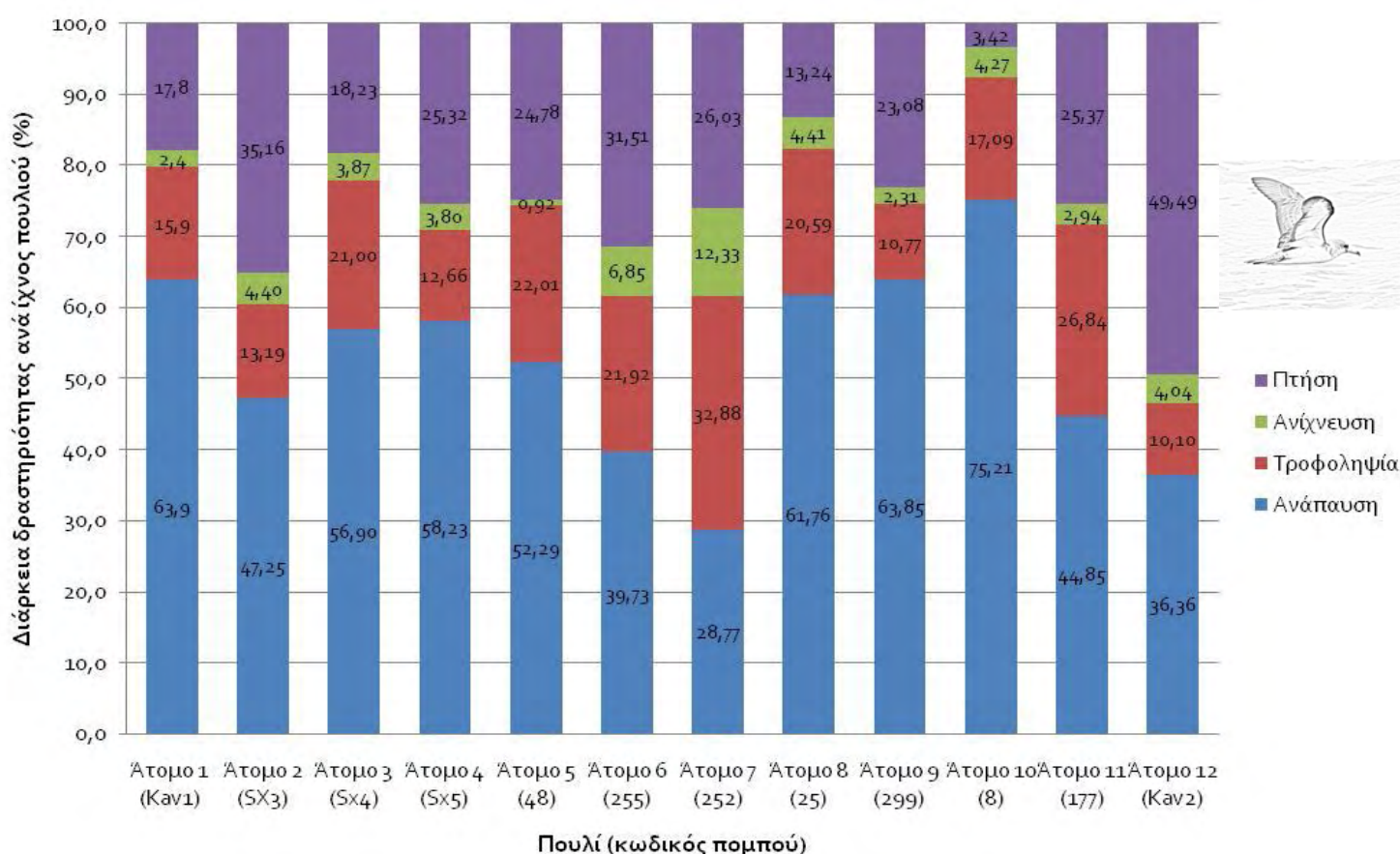
Τα αποτελέσματα ανέδειξαν την ανάπαυση ως κύρια συμπεριφορά κατά τη διάρκεια του συνόλου των πορειών που διέγραψαν τα σημασμένα άτομα σε ποσοστό  $52,42 \pm 13,43$  % του συνολικού χρόνου καταγραφής, ακολουθούμενη από την πτήση με ποσοστό  $24,45 \pm 11,47$  %, την τροφοληψία με ποσοστό  $18,74 \pm 6,82$  % και την



αναζήτηση τροφής με ποσοστό  $4,38 \pm 2,90$  % (Πίνακας 4.2). Το ίδιο πρότυπο συμπεριφοράς ανιχνεύθηκε και σε ατομικό επίπεδο, με την πτήση και την ανίχνευση τροφής να αποτελούν σχεδόν πάντα τη συχνότερη και πιο αραιά καταγεγραμμένη συμπεριφορά, αντίστοιχα (Εικόνα 4.10). Η μη τροφοληπτική συμπεριφορά του Αρτέμη αντιπροσώπευε το  $81,26 \pm 6,82$  % του συνολικού χρόνου των καταγραφών, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.11.

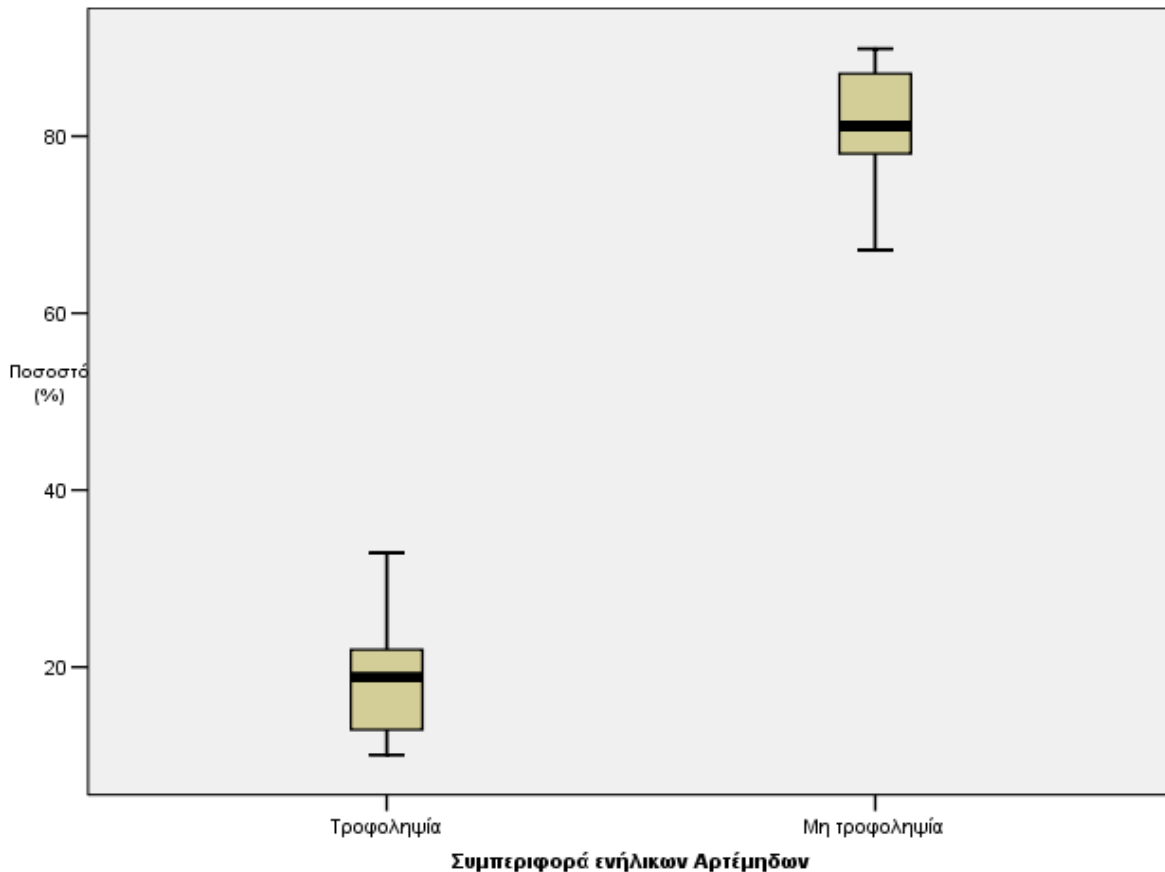
**Πίνακας 4.2** Το προφίλ της δραστηριότητας του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων με κριτήριο την ταχύτητά του βάσει των καταγεγραμμένων ιχνών του με χρήση πομπών GPS κατά τα αρχικά στάδια ανατροφής των νεοσσών.

	N	Εύρος τιμών	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Τυπική απόκλιση
Πτήση (% του συνολικού ίχνους)	12	46,07	3,42	49,49	24,45	11,47
Ανίχνευση τροφής (% του συνολικού ίχνους)	12	11,41	0,92	12,33	4,38	2,90
Τροφοληψία (% του συνολικού ίχνους)	12	22,78	10,10	32,88	18,74	6,82
Ανάπαυση (% του συνολικού ίχνους)	12	46,44	28,77	75,21	52,42	13,43



**Εικόνα 4.10** Το πρότυπο της δραστηριότητας του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων με κριτήριο την ταχύτητά του βάσει των καταγεγραμμένων ιχνών του με χρήση πομπών GPS.

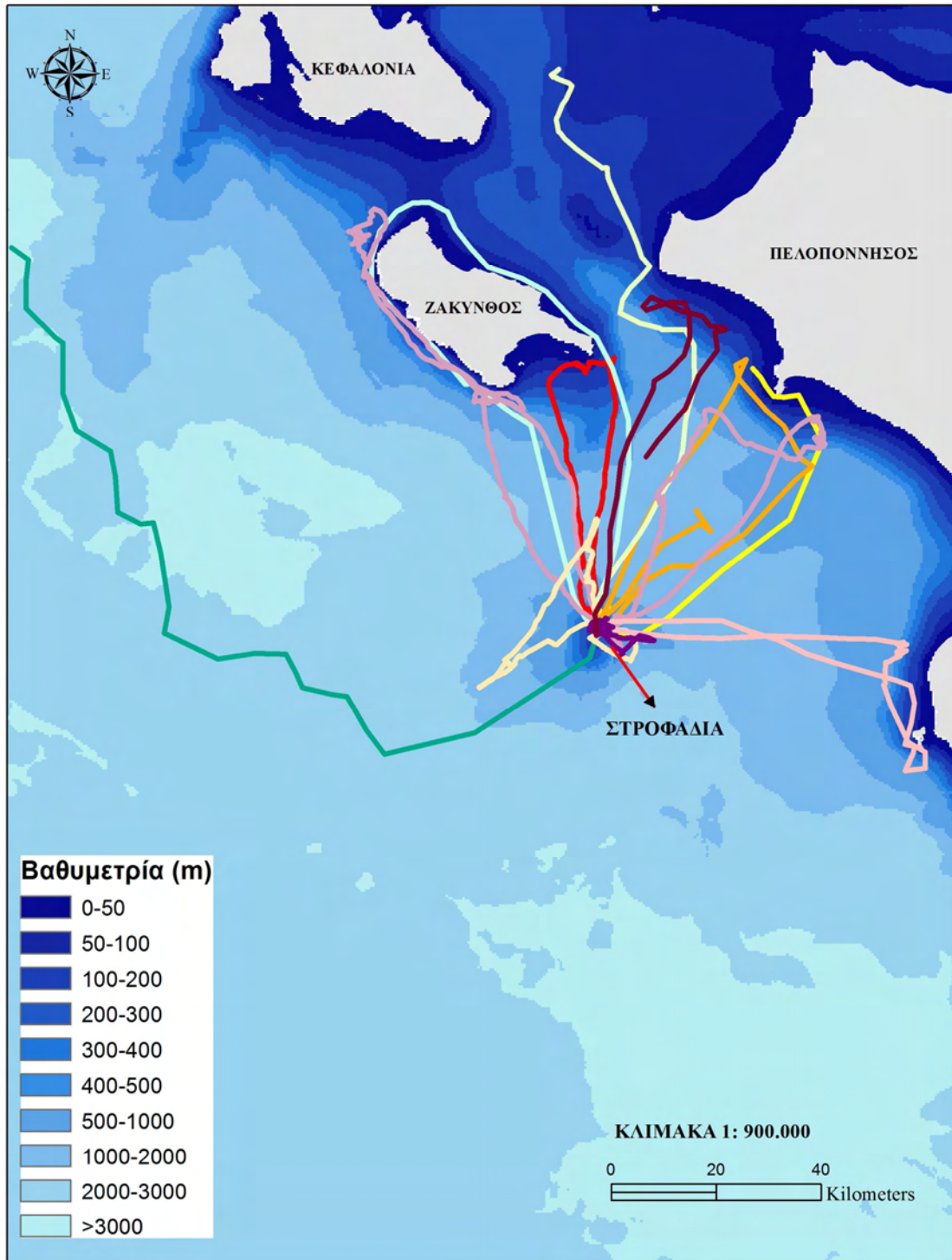




**Εικόνα 4.11** Σύνοψη των δεδομένων αναφορικά με τη συμπεριφορά ενήλικων ατόμων του Αρτέμη στα Στροφάδια κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών. Διακρίνεται η διάμεσος, το εύρος των εκατοστιαίων σημείων και το εύρος των τιμών.

#### 4.3.2 Βαθυμετρία στην περιοχή κατανομής του είδους

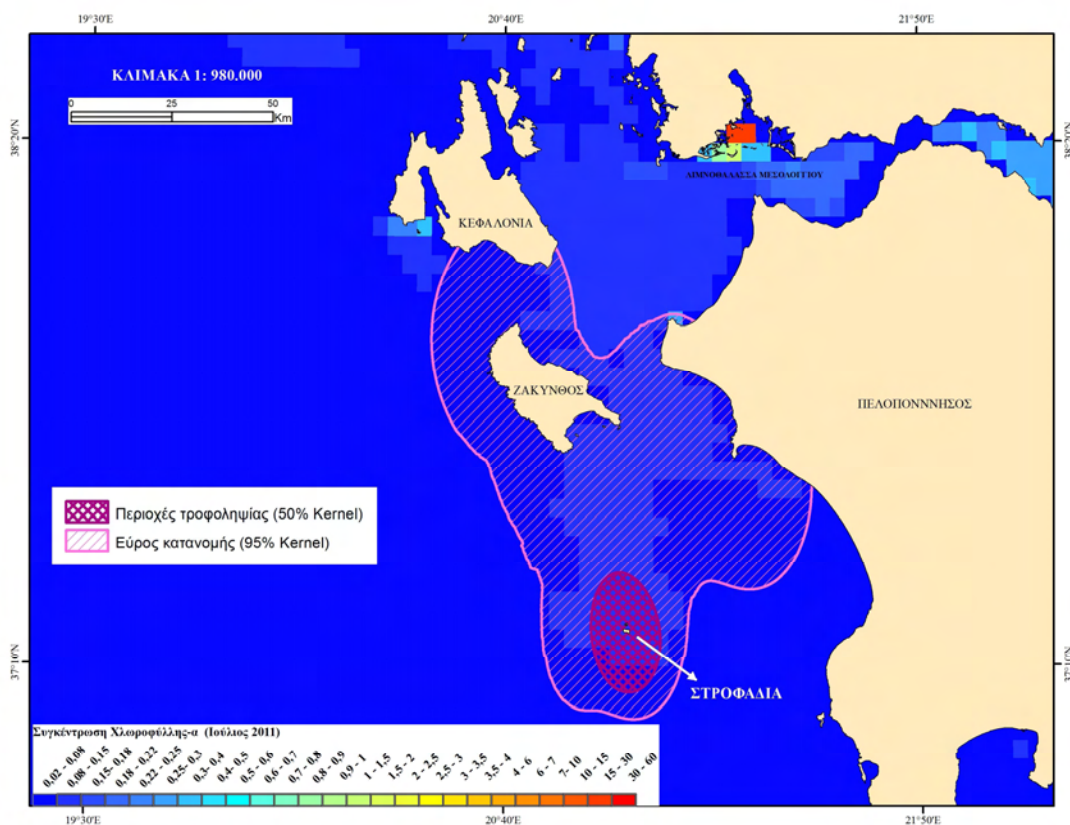
Μία από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές παραμέτρους που φαίνεται ότι καθορίζει τη χρήση του θαλάσσιου χώρου ως πεδίου τροφοληψίας από τα θαλασσοπούλια είναι το βάθος της θάλασσας (Louzao *et al.* 2009, Dias *et al.* 2012, Ramos *et al.* 2013). Με βάση τα διαθέσιμα βαθυμετρικά δεδομένα για τη λεκάνη της Μεσογείου (πηγή: <http://portal.emodnet.hydrography.eu>), διαπιστώθηκε ότι ο Αρτέμης δραστηριοποιείται για την αναζήτηση τροφής σε παράκτιες ζώνες που έχουν βάθος από 50 έως 400 m, αν και η περιοχή κατανομής του είδους περιελάμβανε θαλάσσια πεδία με βάθη έως και 3.000 m (Εικόνα 4.12). Οι προαναφερθείσες περιοχές εντοπίζονται κυρίως Β.-ΒΔ. της αποικίας των Στροφάδων και πιο συγκεκριμένα στον θαλάσσιο χώρο μεταξύ της δυτικής Πελοποννήσου και της ΝΑ. Ζακύνθου, αλλά και σε μια στενή θαλάσσια ζώνη περιμετρικά των Στροφάδων, ακτίνας περίπου 3 n.m.



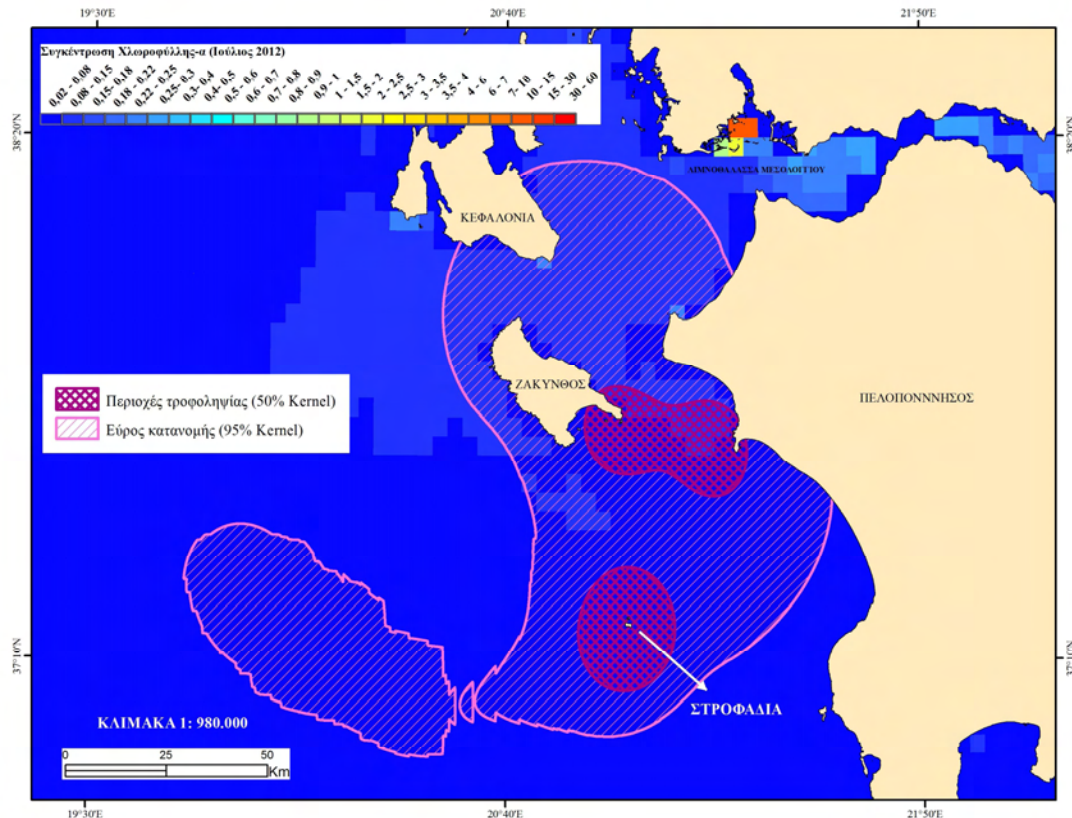
**Εικόνα 4.12** Το σύνολο των καταγεγραμμένων πορειών ενήλικων ατόμων του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων στον θαλάσσιο χώρο, με χρήση πομπών GPS, κατά τα αρχικά στάδια ανατροφής των νεοσσών (2<sup>ο</sup> δεκαπενθήμερο Ιουλίου), σε σχέση με τη βαθυμετρία των πεδίων τροφοληψίας. Ως πηγή βαθυμετρικών δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το EMODnet Hydrography Portal (<http://portal.emodnet.hydrography.eu>).

### 4.3.3 Πρωτογενής παραγωγικότητα στα πεδία τροφοληψίας

Για την ανίχνευση πιθανής συσχέτισης των κύριων πεδίων τροφοληψίας κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών με τα επίπεδα συγκέντρωσης χλωροφύλλης α, η οποία και αποτυπώνει έμμεσα την πρωτογενή παραγωγικότητα του θαλάσσιου οικοσυστήματος, χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα τηλεμετρικά δεδομένα των ετών 2011 και 2012, για τα οποία υπήρχε σχετική επάρκεια δεδομένων (από πέντε πομπούς σε κάθε χρονιά). Η σύγκριση των δεδομένων συγκέντρωσης χλωροφύλλης α ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) για τους μήνες Ιούλιο 2011 και Ιούλιο 2012 (πηγή: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>) με τις αντίστοιχες διαδρομές που κατέγραψαν τα άτομα στα οποία είχαν προσαρμοστεί πομποί, έδειξαν ότι τα σημαντικότερα βασικά τροφοληπτικά πεδία κατά την περίοδο των δύο πρώτων εβδομάδων μετά την εκκόλαψη των αυγών εντοπίζονται σε παράκτιες περιοχές της Δ. Πελοποννήσου και της ΝΑ. Ζακύνθου, καθώς και σε μια στενή θαλάσσια ζώνη γύρω από τα Στροφάδια με συγκέντρωση χλωροφύλλης α από 0,15 έως 0,25  $\text{mg}/\text{m}^3$  (Εικόνες 4.13 & 4.14).



**Εικόνα 4.13** Η περιοχή κατανομής και η βασική περιοχή τροφοληψίας στο σύνολο των καταγεγραμμένων πορειών ενήλικων ατόμων του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων κατά τα αρχικά στάδια ανατροφής των νεοσσών το έτος 2011 (2<sup>ο</sup> δεκαπενθήμερο Ιουλίου), σε σχέση με τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) στο θαλάσσιο οικοσύστημα (Πηγή βαθυμετρικών δεδομένων: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>).

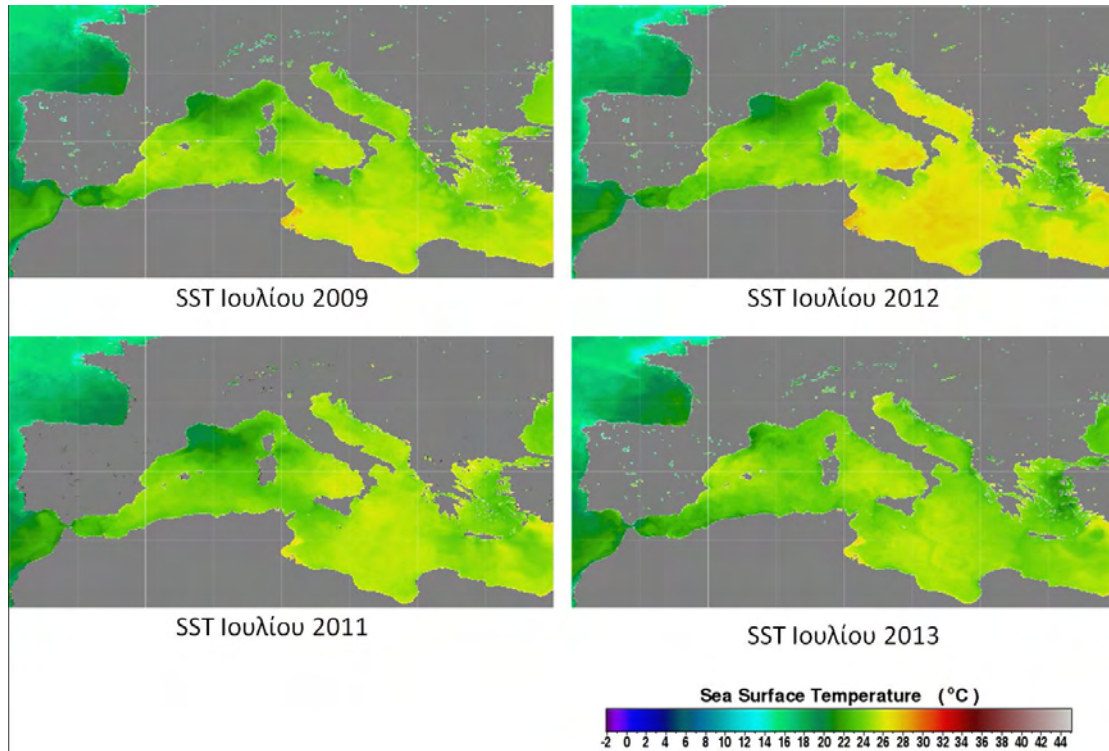


**Εικόνα 4.14** Η περιοχή κατανομής και η βασική περιοχή τροφοληψίας στο σύνολο των καταγεγραμμένων πορειών ενήλικων ατόμων του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων κατά τα αρχικά στάδια ανατροφής των νεοσσών το έτος 2012 (2<sup>ο</sup> δεκαπενθήμερο Ιουλίου), σε σχέση με τη συγκέντρωση της χλωροφύλλης α ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) στο θαλάσσιο οικοσύστημα (Πηγή βαθυμετρικών δεδομένων: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>).

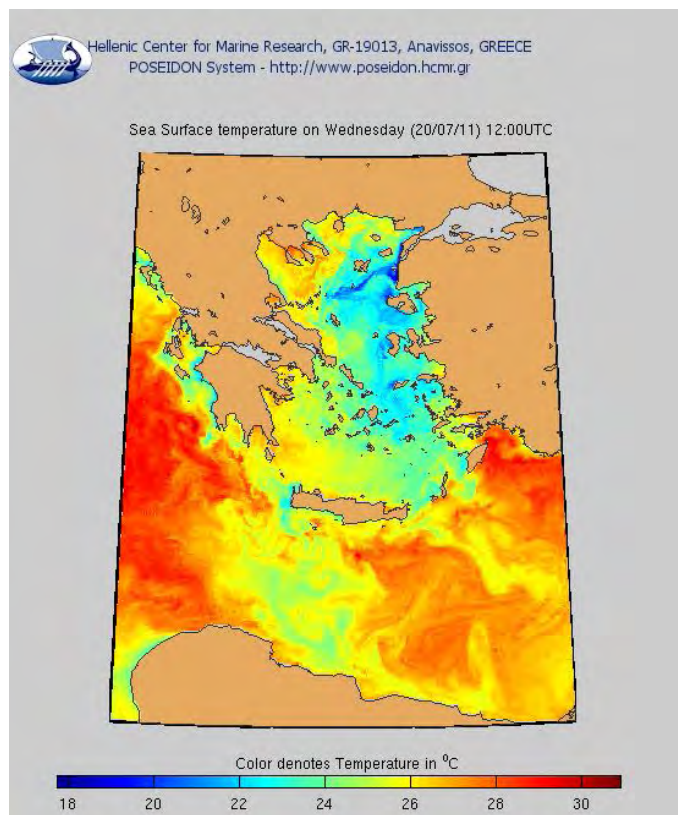
#### 4.3.4 Επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας στα πεδία τροφοληψίας

Τα δεδομένα επιφανειακής θερμοκρασίας της θάλασσας το μήνα Ιούλιο για τα έτη 2009, 2011, 2012 και 2013 (που προέρχονται από NASA, Εικόνα 4.15) έδειξαν ότι η περιοχή κατανομής του Αρτέμη κατά την περίοδο των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών χαρακτηρίζεται από εύρος θερμοκρασιών μεταξύ 22 και 26 °C, κατά προσέγγιση. Η διασταύρωση αυτών των στοιχείων με τα αντίστοιχα δεδομένα από το Σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ του Ελληνικού Κέντρου Θαλάσσιων Ερευνών-ΕΛΚΕΘΕ (<http://www.poseidon.hcmr.gr>) που προσφέρει μεγαλύτερη χωρική και χρονική ανάλυση της εν λόγω αβιοτικής παραμέτρου, έδειξε ότι για την ίδια περίοδο οι θερμοκρασιακές τιμές στις κύριες περιοχές τροφοληψίας του Αρτέμη, όπως αυτές ανιχνεύθηκαν βάσει των τηλεμετρικών δεδομένων, είναι χαμηλότερες και κυμαίνονται περίπου στους 22-24 °C (Εικόνα 4.16).





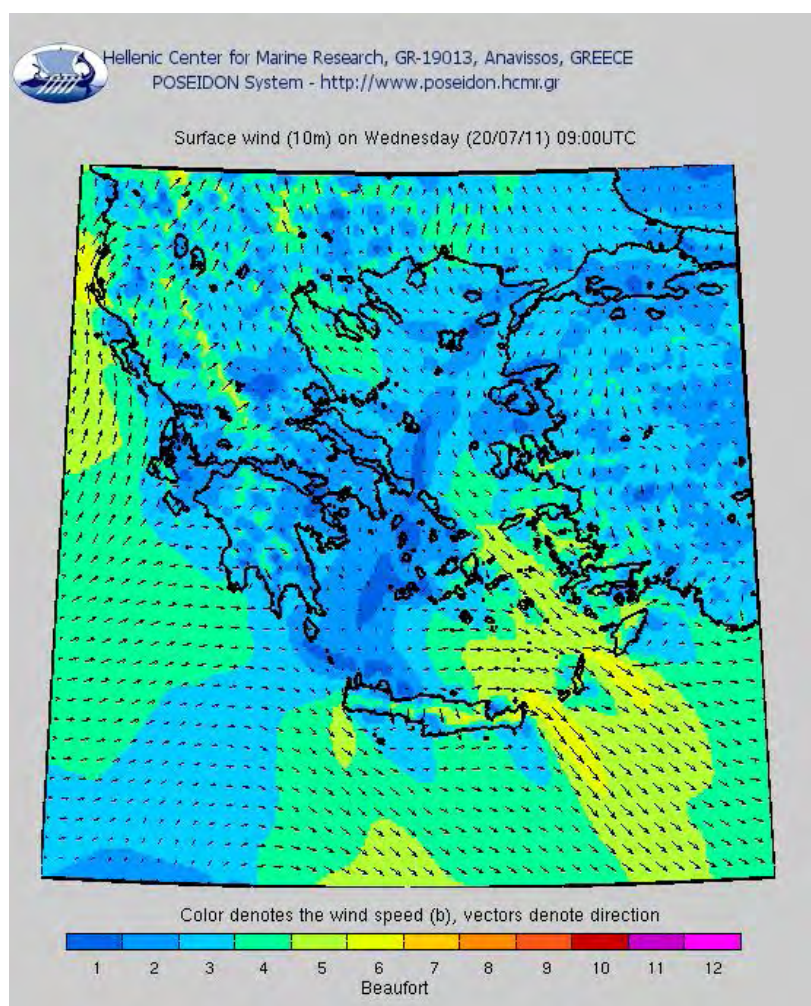
**Εικόνα 4.15** Απεικόνιση των τιμών θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας στη λεκάνη της Μεσογείου κατά τη διάρκεια του Ιουλίου για τα έτη 2009, 2011, 2012 και 2013 [Πηγή: <http://oceancolor.gsfc.nasa.gov>].



**Εικόνα 4.16** Απεικόνιση των τιμών θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας στην ανατολική Μεσόγειο στις 20 Ιουλίου 2011 και ώρα 12:00. Την ίδια ημέρα έγινε παρακολούθηση της τροφοληπτικής συμπεριφοράς τριών ατόμων του Αρτέμη από την αποικία των Στροφάδων με χρήση πομπών GPS [Πηγή: <http://www.poseidon.hcmr.gr>].

#### 4.3.5 Επιφανειακοί άνεμοι στα πεδία τροφοληγίας

Η ανίχνευση πιθανής συσχέτισης μεταξύ της κατεύθυνσης της καταγεγραμμένης πορείας ατόμων του Αρτέμη και της έντασης και κατεύθυνσης των επιφανειακών ανέμων που επικρατούσαν τις ημέρες που διεξήχθη η έρευνα, πραγματοποιήθηκε με χρήση των αντίστοιχων δεδομένων για τους ανέμους από το Σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ του ΕΛΚΕΘΕ (<http://www.poseidon.hcmr.gr>). Ειδικότερα, έγινε χρήση των δεδομένων που αφορούσαν τους επιφανειακούς ανέμους (10 m από την επιφάνεια της θάλασσας) τις συγκεκριμένες ημέρες που έγινε παρακολούθηση των μετακινήσεων των πουλιών, με εξαίρεση τον μήνα Ιούλιο του 2012, οπότε λόγω τεχνικών προβλημάτων δεν πραγματοποιήθηκε η λήψη και αποθήκευση των πρωτογενών δεδομένων από το Σύστημα ΠΟΣΕΙΔΩΝ (Εικόνα 4.17).



**Εικόνα 4.17** Απεικόνιση της έντασης και της κατεύθυνσης των επιφανειακών ανέμων στην ανατολική Μεσόγειο στις 20 Ιουλίου 2011 και ώρα 09:00 π.μ. Την ίδια μέρα έγινε παρακολούθηση της τροφοληπτικής συμπεριφοράς τριών ατόμων του Αρτέμη από την αποικία των Στροφάδων με χρήση πομπών GPS. [Πηγή: <http://www.poseidon.hcmr.gr>].

Τα στοιχεία που συλλέχθηκαν αφορούσαν την παρακολούθηση των μετακινήσεων των πουλιών κατά τη διάρκεια του 2009, 2011 και 2013 και αναφέρονται στον Πίνακα 4.3 που ακολουθεί. Από τη σύγκριση των δεδομένων φαίνεται ότι η κατεύθυνση των ανέμων μπορεί να επηρεάσει την κατεύθυνση της πτήσης των γεννητόρων όταν απομακρύνονται από την αποικία προκειμένου να εξασφαλίσουν την τροφή τους. Παρόλ' αυτά, τα πουλιά έδειξαν ότι μπορούν να μετακινούνται και ενάντια στους ανέμους, ειδικά όταν αυτοί δεν είναι ισχυροί και η έντασή τους δεν ξεπερνά τα 4 Beaufort.

**Πίνακας 4.3** Η ένταση των επικρατούντων επιφανειακών ανέμων και η κατεύθυνσή τους, καθώς και η κατεύθυνση-προσανατολισμός της καταγεγραμμένης πορείας των ατόμων του Αρτέμη σε σχέση με τη θέση της αποικίας των Στροφάδων.

N	Έτος	Ημερομηνία	Κατεύθυνση πουλιού	Ένταση ανέμου (κλίμακα Beaufort)	Κατεύθυνση ανέμου
1	2009	29 Ιουλ	B	3-4	N
2	2011	24 Ιουλ	BΔ-BA	2-3	N-NA
3	2011	20 Ιουλ	B-BΔ	4-6	B-BA
4	2011	20 Ιουλ	NA	4-6	B-BA
5	2011	24 Ιουλ	NA-NΔ-B	2-3	N-NA
6	2011	19 Ιουλ	B	4-6	B-BA
7	2013	17 Ιουλ	A-NA	2-4	N-NA



## 4.4 Συζήτηση

### 4.4.1 Γενική περιγραφή του προτύπου τροφοληψίας

Η συμπεριφορά των θαλασσοπουλιών κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου αποτελεί στην ουσία τον σύνδεσμο μεταξύ της διαθεσιμότητας τροφής και της αναπαραγωγικής επιτυχίας. Η πλαστικότητα στην τροφοληπτική συμπεριφορά των ανώτερων αυτών καταναλωτών μπορεί να αποτελέσει ισχυρό πλεονέκτημα, επειδή υπάρχει μεγάλη διακύμανση στην κατανομή και την αφθονία της λείας τους (οπότε σε πολλές περιπτώσεις χρειάζεται η κάλυψη μεγάλων αποστάσεων μέχρι τα πεδία τροφοληψίας), αλλά και επειδή υπάρχει η υποχρέωση τους ως γονείς στην τακτική τροφοδοσία των νεοσσών τους (Wilson *et al.* 2005, Hamer *et al.* 2007). Τέτοια ευκαμψία στο πρότυπο της τροφοληψίας εμφανίζουν τα άτομα του Αρτέμη, αφού ανάλογα με το στάδιο της αναπαραγωγικής περιόδου μπορούν να υιοθετούν μικρές ή/και μεγάλες διαδρομές σε διάρκεια και απόσταση από την αποικία τους (Granadeiro *et al.* 1998b). Οι καινοτόμες τηλεμετρικές μέθοδοι έχουν δώσει σημαντικές λύσεις στην παρακολούθηση των μετακινήσεων των θαλασσοπουλιών στα ωκεάνια οικοσυστήματα και της χρήσης του θαλάσσιου χώρου. Επίσης έχουν επιτρέψει την ανίχνευση των προτύπων συμπεριφοράς, τόσο σε σχέση με την ηλικία και το φύλο των πουλιών όσο και σε σχέση με τα διαφορετικά στάδια αναπαραγωγής αλλά και την περίοδο διαχείμασης (Wakefield *et al.* 2009, Machovsky-Capuska *et al.* 2013, Péron & Grémillet 2013, Riotte-Lambert & Weimerskirch 2013).

Η τοποθέτηση των πομπών GPS σε ενήλικα άτομα του Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων, έδωσε για πρώτη φορά στοιχεία για τις περιοχές τροφοληψίας που χρησιμοποιούν αυτά τα πουλιά στο Ιόνιο και γενικότερα στην ανατολική Μεσόγειο κατά τα πρώτα στάδια ανατροφής των νεοσσών και πιο συγκεκριμένα για τις πρώτες δύο εβδομάδες μετά την εκκόλαψη των νεοσσών, η οποία λαμβάνει χώρα περίπου στα μέσα Ιουλίου. Τα αποτελέσματα από τις καταγραφές των πορειών που έκαναν τα ενήλικα άτομα, έδειξαν ότι οι γονείς τείνουν να επιστρέφουν στη φωλιά τους σχεδόν κάθε βράδυ, προκειμένου να ταΐσουν τους νεοσσούς σε αυτή την κρίσιμη για την επιβίωση και την ανάπτυξη τους περίοδο. Αν και η καταγεγραμμένη απόσταση που κάλυψαν τα άτομα του Αρτέμη ήταν  $181,1 \pm 92,98$  km, με τον αντίστοιχο απαιτούμενο χρόνο να υπολογίζεται σε  $22,9 \pm 10,77$  h, η απόσταση μεταξύ της αποικίας των Στροφάδων και της πιο απομακρυσμένης κύριας περιοχής τροφοληψίας των πουλιών, που εντοπίζεται μεταξύ δυτικής Πελοποννήσου και νοτιοανατολικής

Ζακύνθου, είναι περίπου 50-60 km. Η απόσταση αυτή είναι συγκρίσιμη με τα αντίστοιχα ευρήματα για την αποικία του είδους στις Αζόρες, όπου η μέση απόσταση που διήνυαν τα πουλιά για να φτάσουν σε πεδία τροφοληψίας κατά την ίδια φάση της αναπαραγωγής ήταν 75 km (Magalhães *et al.* 2008). Το γενικό αυτό πρότυπο συμφωνεί με αντίστοιχα αποτελέσματα πρόσφατων μελετών σε αποικίες του είδους στην κεντρική και τη δυτική Μεσόγειο (Navarro *et al.* 2009, Dell' Ariccia *et al.* 2010), όπου φάνηκε επίσης ότι οι περιοχές τροφοληψίας κατά τη διάρκεια των πρώτων ημερών ανατροφής των νεοσσών εντοπίζονται σε σχετικά κοντινές αποστάσεις από τις περιοχές αναπαραγωγής. Πιθανολογείται ότι το πρότυπο των μετακινήσεων των γεννητόρων στα Στροφάδια διαφοροποιείται όσο η περίοδος ανατροφής και η πτέρωση των νεοσσών προχωρεί, με τα μεγάλα ταξίδια σε διάρκεια και σε απόσταση να αποτελούν τον κανόνα. Σε αυτό συνηγορούν και τα δεδομένα από τις μετακινήσεις των πουλιών με χρήση πομπών γεωεντοπισμού, όπως περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, με το εύρος κατανομής του είδους καθ' όλη τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου να εκτείνεται από τις θαλάσσιες περιοχές της Αδριατικής μέχρι τις παράκτιες ζώνες στην περιοχή της Βεγγάζης στη Λιβύη.

Αρκετές έρευνες έχουν δείξει ότι οι σημαντικές περιοχές τροφοληψίας κοντά στην εκάστοτε αποικία χρησιμοποιούνται με συνέπεια από τους γεννήτορες, ως αποτέλεσμα πιθανότατα της γνώσης που αποκτούν αναφορικά με τα πρότυπα χωροχρονικής κατανομής πελαγικών ειδών ψαριών που αποτελούν τη βάση της διαίτας τους (Weimerskirch 2007, Louzao *et al.* 2009, Navarro & González-Solis 2009). Το κυρίαρχο πρότυπο μετακίνησης των ατόμων του Αρτέμη από την αποικία των Στροφάδων στα πεδία τροφοληψίας και επιστροφής τους στις φωλιές, περιλάμβανε απευθείας πτήση από την αποικία προς τις περιοχές τροφοληψίας, γεγονός που ενισχύει τα ευρήματα των εργασιών που προαναφέρθηκαν. Ο δεύτερος και λιγότερο καταγεγραμμένος τύπος μετακίνησης που περιλάμβανε πτήση σε σχήμα βρόχου, ακολουθώντας κατ' αυτόν τον τρόπο μια στρατηγική συνεχούς αναζήτησης πιθανών πεδίων τροφοληψίας κατά τη διάρκεια της πτήσης, ενδεχομένως να σχετίζεται με το επίπεδο εμπειρίας του κάθε γεννήτορα. Και αυτό επειδή γενικότερα έχει παρατηρηθεί ότι τα πιο άπειρα άτομα καλύπτουν μεγαλύτερες αποστάσεις και εξερευνούν περισσότερες περιοχές για την αναζήτηση τροφής (Péron & Grémillet 2013). Η ανάλυση της συμπεριφοράς των έμπειρων ατόμων του Αρτέμη κατά τη διάρκεια των καταγεγραμμένων πορειών τους με τη χρήση των πομπών GPS έρχεται

σε συμφωνία με τον κυρίαρχο τύπο μετακίνησης, αφού η αναζήτηση τροφής κάλυπτε μόλις το  $4,38 \pm 2,90$  % του συνολικού χρόνου καταγραφής και η τροφοληψία τους το  $18,74 \pm 6,82$  % αντίστοιχα, φανερώνοντας επάρκεια γνώσης των πιο σημαντικών πεδίων τροφοληψίας γύρω από την αποικία των Στροφάδων.

Η πρόσφατη εργασία των Soanes *et al.* (2013) κατέδειξε την ανάγκη επαρκούς πληροφορίας, όπως αυτή πηγάζει από τη χρήση τηλεμετρικών μεθόδων, για την οριοθέτηση του εύρους κατανομής των θαλασσοπουλιών στις διάφορες φάσεις του ετήσιου κύκλου τους, έτσι ώστε να μην καταγράφονται μεγάλα σφάλματα στην ανίχνευση των σημαντικών θαλάσσιων περιοχών για το εκάστοτε είδος. Κατά συνέπεια, τα προηγούμενα αποτελέσματα θα πρέπει να αντιμετωπιστούν ως προκαταρκτικά και εστιασμένα σε μια πολύ στενή χρονικά περίοδο κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγής του Αρτέμη στα Στροφάδια.

#### 4.4.2 Βαθυμετρία στο εύρος κατανομής του είδους

Το βάθος των θαλάσσιων βιοτόπων αποτελεί βασικό ωκεανογραφικό παράγοντα που καθορίζει τα σημαντικά πεδία τροφοληψίας του Αρτέμη κι εμμέσως τη διασπορά του στον χώρο (Ραίνα *et al.* 2010a). Τα τηλεμετρικά δεδομένα για την αποικία των Στροφάδων έδειξαν ότι τα βασικά πεδία τροφοληψίας του Αρτέμη εντοπίζονται σε ρηχά νερά. Μία από τις βασικότερες περιοχές τροφοληψίας οριοθετήθηκε στην παράκτια ζώνη γύρω από το ακρωτήριο του Κατάκολου στη δυτική Πελοπόννησο, η οποία και εκτείνεται από τη μέση χαμηλή στάθμη της παλίρροιας ως το βάθος των 200 m και αντιστοιχεί, γενικά, στην ηπειρωτική κρηπίδα ή υφαλοκρηπίδα. Παρόμοια βάθη χαρακτήριζαν τόσο το πεδίο τροφοληψίας στην περιοχή γύρω από το ακρωτήριο Γέρακας στη νοτιοανατολική Ζάκυνθο όσο και σε μια θαλάσσια ζώνη που περιβάλλει τα Στροφάδια σε ακτίνα 3n.m.

Οι παράκτιες περιοχές αποτελούν αποδέκτες σημαντικών ποσοτήτων θρεπτικών στοιχείων (π.χ.  $\text{NO}_3^-$  και  $\text{PO}_4^{3-}$ ) που προέρχονται κυρίως από την έκπλυση της γειτονικής χέρσου, με αποτέλεσμα η συγκέντρωση των θρεπτικών να μην αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για τους παραγωγούς. Επιπλέον, η επάρκεια φωτός που αποτελεί προϋπόθεση για τη φωτοσύνθεση, καθώς και το γεγονός ότι τα ρηχά νερά σπάνια διαθέτουν μόνιμο θερμοκλινές που θα παρεμπόδιζε την ανοδική ροή των θρεπτικών από τα αποθέματα στα πιο μεγάλα βάθη της θάλασσας, συνθέτουν ιδανικές συνθήκες για να παραμένει η παραγωγικότητα υψηλή σε όλη τη διάρκεια του

καλοκαιριού, οπότε και λαμβάνουν χώρα τα κρίσιμα στάδια της εκκόλαψης και της ανατροφής των νεοσσών (Nybakken & Bertness 2005).

#### 4.4.3 Πρωτογενής παραγωγικότητα στα πεδία τροφοληψίας

Όπως αποτυπώθηκε και στην Εικόνα 4.8, κύρια πεδία τροφοληψίας για τον Αρτέμη εντοπίστηκαν στους κόλπους Χελωνίτη και Κυπαρισσιακό στα δυτικά της Πελοποννήσου, όπου και εκβάλλουν σημαντικοί ποταμοί. Πιο συγκεκριμένα, ο Χελωνίτης κόλπος εντοπίζεται στα δυτικά της Πελοποννήσου, στα παράλια της Ηλείας, και οριοθετείται μεταξύ του ακρωτηρίου Χελωνίτης στα νότια και τη χερσόνησο της Κυλλήνης στα βόρεια. Εντός του κόλπου εκβάλλει ο Πηνεϊός που σχηματίζει μεγάλο δέλτα βορειοδυτικά της Γαστούνης. Ο Κυπαρισσιακός είναι επίσης ένας μεγάλος ανοικτός κόλπος της δυτικής Πελοποννήσου και ορίζεται μεταξύ του ακρωτηρίου του Κατάκολου στα βόρεια και του ακρωτηρίου του Κούνελου στα νότια. Τα σημαντικότερα ποτάμια που εκβάλλουν στον Κυπαρισσιακό κόλπο είναι ο Αλφειός και η Νέδα. Λόγω των φερτών υλικών που μεταφέρονται από τους προαναφερθέντες ποταμούς, στις εκβολές τους δημιουργούνται συνθήκες κατάλληλες για την τοπική αύξηση της παραγωγικότητας του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με τη σχετικά μικρή απόσταση που χρειάζεται να διανύσουν τα άτομα του Αρτέμη από τα Στροφάδια για να προσεγγίσουν την εν λόγω περιοχή, ερμηνεύει πιθανότατα την οριοθέτηση ενός από τα σημαντικότερα πεδία τροφοληψίας για το είδος, στην περιοχή γύρω από το ακρωτήριο του Κατάκολου, κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων ανατροφής των νεοσσών.

Η σημασία της περιοχής αυτής, όπως και της θαλάσσιας ζώνης γύρω από τα Στροφάδια, ως περιοχής τροφοληψίας ενδέχεται να υποβαθμίζεται όσο οι νεοσσοί μεγαλώνουν, οπότε οι γεννήτορες έχουν τη δυνατότητα να λείπουν περισσότερες μέρες από τις φωλιές τους, επισκεπτόμενοι παράκτιες ζώνες που είναι πιο απομακρυσμένες και εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές πρωτογενούς παραγωγικότητας. Τέτοιες περιοχές είναι η λιμνοθάλασσα Μεσολογγίου, οι εκβολές του Αχελώου και ο Αμβρακικός κόλπος, αφού μπορούν θεωρητικά να διασφαλίσουν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τις ιδιαίτερα αυξημένες ατομικές τους ενεργειακές ανάγκες κατά τη διάρκεια μιας μακράς και επίπονης αναπαραγωγικής περιόδου. Ενδείξεις για τη στήριξη της υπόθεσης αυτής παρέχουν τόσο τα δεδομένα των πομπών γεωεντοπισμού για το εύρος κατανομής του είδους στη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου

(Κεφάλαιο 3), όσο και τα ευρήματα αντίστοιχης έρευνας που πραγματοποιήθηκε πρόσφατα σε άλλες αποικίες του Αρτέμη στη Μεσόγειο (Cecere *et al.* 2013).

#### 4.4.4 Επιφανειακή θερμοκρασία θάλασσας στα πεδία τροφοληψίας

Όπως είχε αναφερθεί και στο προηγούμενο κεφάλαιο, τα επίπεδα θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας επηρεάζουν την παραγωγικότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων στα χαμηλά τροφικά επίπεδα (π.χ. φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν) και κατ' επέκταση το επίπεδο επιτυχούς τροφοληψίας των ανώτερων καταναλωτών όπως είναι τα θαλασσοπούλια (Peck *et al.* 2004, Erwin & Congdon 2007, Ramos *et al.* 2013, Weeks *et al.* 2013). Η επιφανειακή θερμοκρασία της θάλασσας στην περιοχή μελέτης έδειξε ότι τα ρηγά νερά, στα οποία εντοπίζονται τα βασικά πεδία τροφοληψίας, χαρακτηρίζονται από χαμηλότερες τιμές συγκριτικά με τα αντίστοιχα πελαγικά ύδατα στο εύρος κατανομής του είδους. Τα ψυχρά νερά στις παράκτιες ζώνες της δυτικής Πελοποννήσου και της νοτιοανατολικής Ζακύνθου ευνοούν την ύπαρξη υψηλών επιπέδων παραγωγικότητας, η οποία μάλιστα διατηρείται και κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, αφού όπως αναλύθηκε και προηγουμένως η παράκτια ζώνη δεν χαρακτηρίζεται από μόνιμο θερμοκλινές επιτρέποντας την ανάβλυση των ψυχρών υδάτων που είναι πλούσια σε θρεπτικά από τα μεγαλύτερα βάθη της θάλασσας. Εντούτοις, η παρατηρούμενη αύξηση της επιφανειακής θερμοκρασίας στη Μεσόγειο τα τελευταία χρόνια και οι συνέπειες που έχει αυτή στη φαινολογία αναπαραγωγής και στα επίπεδα της αναπαραγωγικής επιτυχίας θαλάσσιων οργανισμών, όπως η χελώνα *Caretta caretta* που φωλιάζει στη Ζάκυνθο (Mazaris *et al.* 2009), επιβάλλουν την παρακολούθηση της επίδρασης του φαινομένου και στα πεδία τροφοληψίας του Αρτέμη.

#### 4.4.5 Επιφανειακοί άνεμοι στα πεδία τροφοληψίας

Οι άνεμοι παίζουν σημαντικό ρόλο στις μετακινήσεις των θαλασσοπουλιών, τόσο κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης όσο και κατά τη δραστηριότητά τους στα πεδία τροφοληψίας την περίοδο της αναπαραγωγής (Suryan *et al.* 2008, Mateos-Rodríguez & Bruderer 2012). Πρόσφατα, οι Paiva *et al.* (2010c) έδειξαν ότι ο προσανατολισμός του σώματος των ατόμων του Αρτέμη σε σχέση με την κατεύθυνση του ανέμου μπορεί να δώσει ενεργειακό πλεονέκτημα κατά τη διάρκεια της εύρεσης των πεδίων τροφοληψίας. Ειδικότερα, όταν ο άνεμος έρχεται με φορά από την ουρά του θαλασσοπουλιού κατά τη διάρκεια της πτήσης του, τότε η ταχύτητα πτήσης μπορεί να

αυξηθεί σημαντικά μειώνοντας τόσο το χρόνο ανάχνευσης τροφικών πεδίων όσο και τις αντίστοιχες ενεργειακές δαπάνες. Η καταγραφή περιστατικών που τα άτομα του Αρτέμη δεν συνεργάστηκαν με τους επικρατούντες ανέμους κατά την τροφοληψία τους αφορά περιπτώσεις που οι άνεμοι δεν ήταν ιδιαίτερος ισχυροί (<4 Beaufort), οπότε οι ενεργειακές δαπάνες δεν καθίστανται απαγορευτικές για την εκδήλωση αυτή της συμπεριφοράς. Σε κάθε περίπτωση, η έλλειψη επαρκούς πληροφορίας δεν μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.**

**Συσχέτιση μορφομετρικών δεδομένων με το φύλο των πτερωμένων νεοσσών**



## 5. Συσχέτιση μορφομετρικών δεδομένων με το φύλο των πτερωμένων νεοσσών

### 5.1 Εισαγωγή

Η αναγνώριση του φύλου των πτερωμένων νεοσσών και η εκτίμηση της αναλογίας φύλου κατά την αναπαραγωγική περίοδο, αποτελούν αναπόσπαστα τμήματα μιας ολοκληρωμένης προσέγγισης αναφορικά με την παρακολούθηση της αναπαραγωγικής προσπάθειας στις αποικίες των θαλασσοπουλιών (Griffiths 1992, Bretagnolle & Thibault 1995). Σε πολλά είδη ορνιθοπανίδας όπως στον Μαυροσκούφη, (*Sylvia atricapilla*), στο Μαυροκιρκινέζο (*Falco vespertinus*), στη Χουλιάρόπαπια (*Anas chyreata*) και στο Φερεντίνι (*Netta rufina*), είναι πολύ εύκολη η αναγνώριση του φύλου με βάση εξωτερικά μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως το χρωματικό πρότυπο του φτερώματος (Εικόνα 5.1). Εντούτοις σε άλλες ομάδες πουλιών και κυρίως θαλασσοπουλιών όπως τα Ρινοτρυπόμορφα παρουσιάζονται σημαντικές δυσκολίες στην αναγνώριση του φύλου με βάση εξωτερικά μορφολογικά γνωρίσματα, τόσο σε επίπεδο νεοσσών όσο και σε επίπεδο ενήλικων ατόμων.



**Εικόνα 5.1** Θηλυκός Μαυροσκούφης (*Sylvia atricapilla*) σε αρμυρίκια στην περιοχή των Αλυκών Κατασταρίου. Το φύλο διακρίνεται από το χρώμα του «καπέλου» στο κεφάλι του πουλιού αφού στα θηλυκά είναι καφέ ενώ στα αρσενικά μαύρο.

Ο Αρτέμης, αποτελεί ένα είδος με όμοια φαινοτυπικά χαρακτηριστικά πτερώματος μεταξύ των αρσενικών και θηλυκών ατόμων. Το γεγονός αυτό καθιστά αδύνατη την άμεση φαινοτυπική αναγνώριση του φύλου τόσο στα ώριμα άτομα όσο και στους πτερωμένους νεοσσούς (Bretagnolle & Thibault 1995). Ωστόσο το είδος του πελαγικού αυτού θαλασσοπουλιού χαρακτηρίζεται από ένα μεγάλο βαθμό φυλετικού διμορφισμού, βασισμένο σε έναν αριθμό μορφομετρικών παραμέτρων, όπως προέκυψε από αρκετές επιστημονικές εργασίες στο παρελθόν (Ristow & Wink 1980, Massa & Lo Valvo 1986, Granadeiro 1993). Ως συνέπεια των προαναφερθέντων,

αρκετοί είναι οι μελετητές που έχουν χρησιμοποιήσει μετρήσεις σωματικών παραμέτρων προκειμένου να αναπτύξουν προβλεπτικές εξισώσεις για τον προσδιορισμό του φύλου με εφαρμογή τόσο σε ενήλικα άτομα όσο και σε πτερωμένους νεοσσούς (Granadeiro 1993, Bretagnolle & Thibault 1995, Lo Valvo 2001).

Συνήθως, σε πρωτογενή δεδομένα εφαρμόζονται διακριτικές-διαχωριστικές εξισώσεις (discriminant functions), οι οποίες αποτελούν γραμμικούς συνδυασμούς συγκεκριμένων χαρακτήρων-μεταβλητών, και αυξάνουν την ακρίβεια σχετικά με την εκτίμηση του φύλου σε είδη άγριας ορνιθοπανίδας. Παρόλ' αυτά σε είδη όπου καταγράφεται σχετική γεωγραφική ποικιλότητα στο σωματικό μέγεθος και στη γενετική διαφοροποίηση των αποικιών τους, καθώς και ιδιαιτερότητες της οικολογίας του είδους όπως ο μεγάλος βαθμός φιλοπατρίας, πιστότητας στη θέση φωλιάσματος και μονογαμίας, ενισχύεται η υπόθεση για ποικίλες επιδράσεις της περιοχής αναπαραγωγής στα μορφομετρικά πρότυπα και στην ένταση του φυλετικού διμορφισμού. Για το λόγο αυτό η επιστημονική κοινότητα συστήνει αυστηρά την αποφυγή επέκτασης της χρήσης διακριτικών εξισώσεων για την αναγνώριση φύλου από μία αποικία ενός είδους σε μία άλλη, όπως εξάλλου προτείνεται και για την περίπτωση των αποικιών του Αρτέμη που εντοπίζονται σε απομονωμένα νησιωτικά οικοσυστήματα της Μεσογείου. (Randi *et al.* 1989, Ristow *et al.* 1990, Granadeiro 1993, Thibault 1993a, Thibault 1994, Evans *et al.* 1995, Rabouam *et al.* 1998, Anselme & Durand 2012). Εντούτοις, η αναγνώριση του φύλου τόσο σε ενήλικα άτομα όσο και σε πτερωμένους νεοσσούς Αρτέμη σε αποικίες του είδους και σε όλο το εύρος εξάπλωσης του, αποτελεί σημαντική παράμετρο στις προσπάθειες για να κατανοηθεί η πληθυσμιακή οικολογία του και σε επόμενο στάδιο να προσδιοριστούν ακόμα και μέτρα διαχείρισης για τη βιωσιμότητα του εκάστοτε πληθυσμού του.

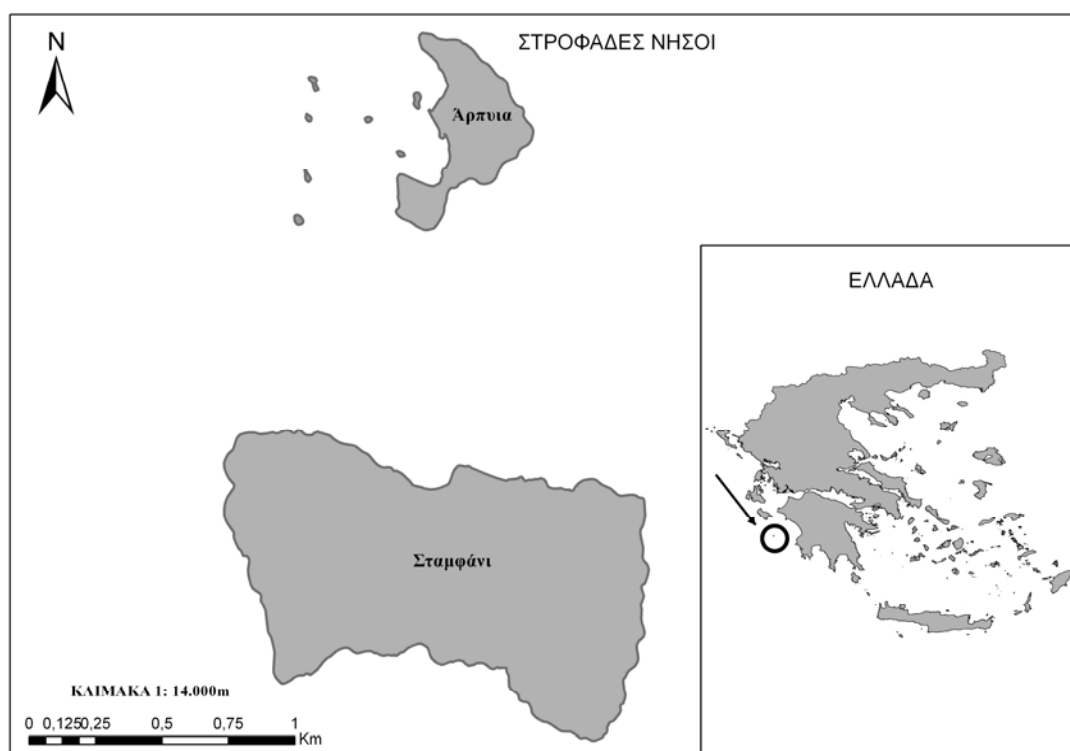
Ο προσδιορισμός του φύλου με χρήση μοριακών τεχνικών έχει ήδη χρησιμοποιηθεί ευρέως για τον υπολογισμό της αναλογίας φύλου πτερωμένων νεοσσών σε αποικίες Αρτέμη (Genovart *et al.* 2005) και θεωρείται ως μία τεχνική αναγνώρισης φύλου υψηλής ακρίβειας και μάλιστα εφαρμοσμένης σε πολλές άλλες αντίστοιχες μελέτες για διαφορετικά είδη πτηνών (Fridolfsson & Ellegren 1999, Robertson & Gemmill 2006, Bourgeois *et al.* 2007, Thanou *et al.* 2013). Αν και ο προσδιορισμός του φύλου με χρήση μορφομετρικών παραμέτρων απαιτεί λιγότερο χρόνο και είναι φθηνότερη από την αντίστοιχη μοριακή τεχνική αναγνώρισης, επιβάλλεται ο έλεγχος της

αποτελεσματικότητας και αξιοπιστίας των διακριτικών εξισώσεων προκειμένου να ακολουθηθεί η μία ή η άλλη μέθοδος στην αναγνώριση του φύλου. Στην παρούσα εργασία, πραγματοποιήθηκε για πρώτη φορά προσδιορισμός του φύλου πτερωμένων νεοσσών στην αποικία των Στροφάδων, χρησιμοποιώντας ένα συνδυασμό μεθοδολογικών προσεγγίσεων που περιελάμβανε τόσο μοριακές τεχνικές όσο και την ανάπτυξη διακριτικών εξισώσεων οι οποίες βασίζονταν σε μία σειρά μορφομετρικών μεταβλητών. Απώτερος σκοπός ήταν η εκτίμηση του φυλετικού διμορφισμού στο στάδιο της πτέρωσης των νεοσσών του Αρτέμη και η θεμελίωση ενός εύκολου, φθηνού και αξιόπιστου τρόπου φυλετικής αναγνώρισης των νεοσσών με την ελάχιστη δυνατή όχληση τους. Παράλληλα επιχειρήθηκε η αξιολόγηση όσο και η διατύπωση υποθέσεων ερμηνείας των ευρημάτων, σχετικά με την αναλογία φύλου των πτερωμένων νεοσσών της αποικίας, σε ένα διάστημα πέντε συνεχόμενων αναπαραγωγικών περιόδων, λαμβάνοντας για παράδειγμα υπόψη τα οικολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης.

## 5.2 Μεθοδολογία

### 5.2.1 Περιοχή μελέτης

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στη νήσο Σταμφάνι που όπως έχει ήδη αναφερθεί βρίσκεται υπό τη διαχειριστική εποπτεία του Φορέα Διαχείρισης του Εθνικού Θαλάσσιου Πάρκου Ζακύνθου (Εικόνα 5.2). Το εν λόγω νησί χαρακτηρίζεται ως μία από τις σημαντικές περιοχές αναπαραγωγής του Αρτέμη στην Ανατολική Μεσόγειο με τις φωλιές του είδους να εντοπίζονται κοντά στις δυτικές, νότιες και ανατολικές ακτές του νησιού. Οι φωλιές στο νησί μπορούν να κατανεμηθούν σε πέντε βασικούς τύπους και πιο συγκεκριμένα σε: α) φυσικές κοιλότητες περιορισμένου βάθους κάτω από πέτρες, β) βραχώδεις κοιλότητες που σχηματίστηκαν ανάμεσα σε λίθους μετά από σχετική μετακύλιση-πτώση, γ) φυσικά σχηματισμένες βαθιές κοιλότητες με κρημνώδη οροφή, δ) σχισμές και λαγούμια τα σκάβονται από τα ίδια τα πουλιά και ε) κοιλότητες κάτω από φυτική κάλυψη μακκίας βλάστησης.

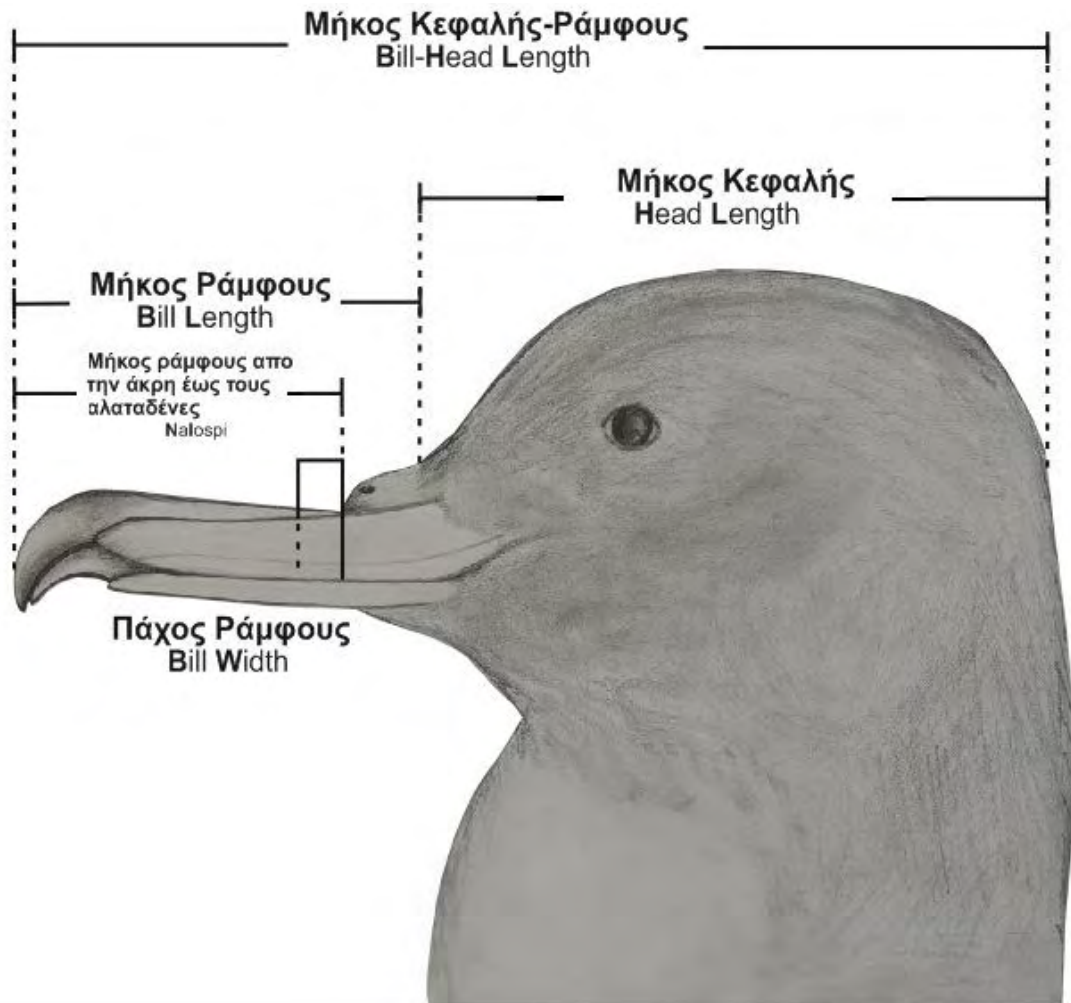


**Εικόνα 5.2** Η νήσος Σταμφάνι αποτελεί το μεγαλύτερο και νοτιότερο νησί των Στροφάδων με ακτογραμμή που φτάνει περίπου τα 5km.

### 5.2.2 Δειγματοληψία και συλλογή δεδομένων

Οι εργασίες πεδίου πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια πέντε συνεχόμενων αναπαραγωγικών περιόδων και πιο συγκεκριμένα από το 2007 έως και το 2011. Η συλλογή δεδομένων γινόταν κάθε χρόνο την πρώτη με δεύτερη εβδομάδα του Οκτωβρίου, όταν έχουν περωθεί πάνω από το 80% των νεοσσών του Αρτέμη. Συνολικά για τους σκοπούς της έρευνας χρησιμοποιήθηκε ένας αριθμός 161 περωμένων νεοσσών, γεννημένων σε διάφορους τύπους φωλιών. Πιο συγκεκριμένα κάθε νεοσσός που συλλαμβανόταν, δακτυλιωνόταν και στη συνέχεια γίνονταν μετρήσεις συγκεκριμένων μορφομετρικών χαρακτήρων καθώς και αιμοληψίες. Για την αποτελεσματικότερη συστηματοποίηση του τρόπου εργασίας χρησιμοποιείτο ειδικά σχεδιασμένο πρωτόκολλο συλλογής πρωτογενών δεδομένων (Παράρτημα Α), ενώ την ομάδα πεδίου στελέχωναν τουλάχιστον τρία έμπειρα άτομα για την επίτευξη των εργασιών προκειμένου να υπάρχει η λιγότερη δυνατή όχληση-καταπόνηση των νεοσσών.

Στις φωλιές της αποικίας ακολουθήθηκε η τυχαία στρωματοποιημένη δειγματοληψία ώστε να συνδυαστεί η απλότητα της τυχαίας δειγματοληπτικής προσέγγισης με τη δυνατότητα αύξησης της αξιοπιστίας-αντιπροσωπευτικότητας των δεδομένων ελέγχοντας όλους τους διαφορετικούς τύπους αναπαραγωγικών ενδιαιτημάτων της αποικίας (Levy & Lemeshow 2008). Για την πλειονότητα των περωμένων νεοσσών που εξετάστηκαν ( $N = 139$ , 86,3%), συλλέχθηκαν δεδομένα για το σωματικό βάρος-body weight (W) και έξι μορφομετρικές μεταβλητές οι οποίες ήταν το ολικό μήκος ράμφους-bill length (BL), το πλάτος του ράμφους στο ύψος των αλαταδένων-bill width (BW), το μήκος του ράμφους από την άκρη του έως την έναρξη των αλαταδένων-nalospri (NL), το συνολικό μήκος του ολικού ράμφους μαζί με του κεφαλιού-bill & head length (BHL) και το μήκος του κεφαλιού-head length (HL) (Εικόνα 5.3). Επίσης μετρήθηκε το μήκος του ταρσού-tarsus length (TL), μετρημένο από το άκρο του ταρσομεταταρσού μέχρι τη βάση της τελευταίας ολοκληρωμένης φάλαγγας οπότε και αρχίζει να αποκλίνει το τέταρτο δάχτυλο του ποδιού.



**Εικόνα 5.3** Απεικόνιση των μετρήσεων παραμέτρων της κεφαλής και του ράμφους σε πτερωμένους νεοσσούς Αρτέμη.

Οι μετρήσεις στο πεδίο έγιναν από δύο μόνο ερευνητές ώστε να ελαχιστοποιηθεί το πιθανό σφάλμα που θα προέκυπτε από την σύγκριση των μετρήσεων σε επόμενο στάδιο, ενώ τα πρωτογενή δεδομένα καταγράφονταν σε ειδικό πρωτόκολλο (Παράρτημα 5Α). Για τις μετρήσεις χρησιμοποιήθηκε παχύμετρο Vernier Calliper (με δυνατότητα ανάγνωσης σε 0,05 mm) καθώς και μία ηλεκτρονική ζυγαριά ακριβείας 5 kg (με ακρίβεια 5 g) για τις ζυγίσεις των νεοσσών (Εικόνα 5.4). Τα δείγματα αίματος ποσότητας περίπου 50 μl το καθένα, ελήφθησαν από το πόδι ή από τη φλέβα του φτερού μέσα από μία οπή που δημιουργείται με βελόνα ινσουλίνης ενώ τα δείγματα συλλέγονταν με τη χρήση τριχοειδών αγγείων και αποθηκεύονταν τελικώς σε πλαστικά φιαλίδια erpendorf που περιείχαν 95-100% αλκοόλη.



**Εικόνα 5.4** Ζύγισμα πτερωμένου νεοσσού Αρτέμη στη νήσο Σταμφάνη με χρήση ζυγού τύπου pesola.

### 5.2.3 Αναγνώριση φύλου με χρήση μοριακών μεθόδων

Τα δείγματα αίματος που ελήφθησαν από τους πτερωμένους νεοσσούς αποθηκεύτηκαν σε συνθήκες κατάψυξης ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) έως ότου χρησιμοποιηθούν για τον προσδιορισμό του φύλου, με τη χρήση μοριακών μεθόδων ανίχνευσης. Οι αναλύσεις πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Ζωολογίας του Τμήματος Βιολογίας του Πανεπιστημίου Πατρών, την περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου 2011. Αναλυτικότερα η βασική μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του φύλου σε κάθε δείγμα ήταν η αλυσιδωτή αντίδραση πολυμεράσης-polymerase chain reaction (PCR) με την οποία γίνεται προσπάθεια να αυξηθεί ο αριθμός των αντιγράφων μιας συγκεκριμένης αλληλουχίας στο DNA in vitro. Η διαδοχική παραγωγή ενός τμήματος μορίου DNA σε πολυάριθμα αντίγραφα πραγματοποιείται σε σύντομο χρονικό διάστημα με τη χρήση του ενζύμου DNA πολυμεράση. Στη συγκεκριμένη περίπτωση το μελετηθέν γονίδιο ήταν το CHD1<sup>5</sup> το οποίο και διαφέρει ως προς το παραγόμενο πρωτεϊνικό προϊόν ανάμεσα στα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα ειδών ορνιθοπανίδας (Fridolfsson & Ellegren 1999, Dubiec & Zagalska-Neubauer 2006).

<sup>5</sup> Avian sex-specific chromodomain helicase DNA binding protein gene (CHD1)

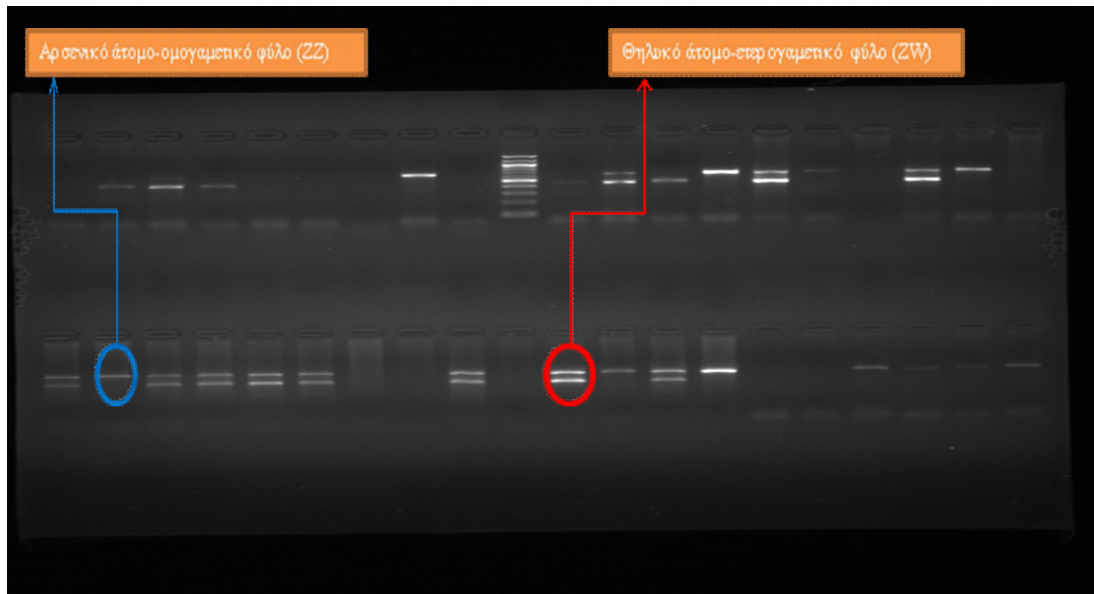


Το τεχνικό κομμάτι της ανάλυσης των δειγμάτων περιελάμβανε σε ένα αρχικό στάδιο την αποτροπή επίδρασης της αλκοόλης στη φάση αύξησης του αριθμού των επιθυμητών αντιγράφων γενετικού υλικού μέσω της PCR. Για το σκοπό αυτό έγινε χρήση μίας μικρής ποσότητας (5-10  $\mu$ l) από κάθε δείγμα αίματος για σχολαστική πλύση με διαλύματα όπως το TE9 (500 mM Tris-HCl, 20 mM EDTA, 10 mM NaCl, pH = 9.0) και το PBS (50 mM  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ , 150 mM NaCl, pH = 7.2), ακριβώς πριν το στάδιο εξαγωγής του πυρηνικού DNA. Για την εξαγωγή του DNA έγινε χρήση του πρωτοκόλλου DNeasy Blood & Tissue Extraction Kit της εταιρείας QIAGEN ενώ ακολούθησε η περαιτέρω επεξεργασία των δειγμάτων για την ενίσχυση αντιγραφής του γονιδίου CHD1. Για την έναρξη της διαδικασίας αντιγραφής του γενετικού υλικού στόχου με τη βοήθεια της PCR, χρησιμοποιήθηκαν τόσο το πυρηνικό DNA όσο και δύο ολιγονουκλεοτιδικοί εκκινητές ή μόρια έναρξης (primers). Πιο συγκεκριμένα έγινε χρήση του ευρέως χρησιμοποιούμενου συνόλου εκκινητών 2550F/2718R (Fridolfsson and Ellegren 1999), σύμφωνα και με τη μεθοδολογική προσέγγιση των Genovart *et al.* (2005). Σε 10  $\mu$ L διαλύματος αντίδρασης για κάθε δείγμα αίματος περιέχονταν 8 ng/ $\mu$ L πυρηνικού DNA, 1,0 mM από κάθε εκκινητή και 2,5 U της Taq DNA πολυμεράσης στο ρυθμιστικό διάλυμα (buffer) του κατασκευαστή, συμπεριλαμβάνοντας 1,75 mM  $\text{MgCl}_2$  και 0,25 mM για κάθε ένα από τα τέσσερα τριφωσφορικά δεοξυνουκλεοτίδια (dNTPs) για τη σύνθεση της συμπληρωματικής αλυσίδας κατά τη διάρκεια του πολυμερισμού. Οι αντιδράσεις της PCR ξεκίνησαν με το στάδιο της μετουσίωσης για 2 min στους 94 °C ακολουθούμενες από 45 κύκλους με το εξής πρόγραμμα:

- ✓ μετουσίωση για 30 sec στους 94 °C
- ✓ αναδιάταξη για 45 sec στους 48 °C
- ✓ επιμήκυνση για 45 sec στους 72 °C
- ✓ επιπλέον τελικό στάδιο επιμήκυνσης για 10 min στους 72 °C

Τα προϊόντα των αντιδράσεων PCR εμβαπτίζονταν στη συνέχεια σε διάλυμα βρωμιούχου αιθιδίου το οποίο προσδένεται στο DNA και το καθιστά ορατό κάτω από UV φωτισμό και αναλύονταν σε πήκτωμα αγαρόζης 2% για περίπου 1h. Με τον τρόπο αυτό επιτυγχάνονταν ανά δείγμα, σαφής διάκριση μεταξύ των CHD1Z and W ζωνών, με βάση την ηλεκτροφορητική κινητικότητα που αυτές επιδείκνυαν. Για την οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της ηλεκτροφόρησης το κάθε πήκτωμα «διαβαζόταν» κάτω από υπέρυθρο φωτισμό και με τη βοήθεια του βρωμιούχου

αιθιδίου τα τμήματα του DNA γίνονταν ορατά ενώ υπήρχε και η δυνατότητα για λήψη αντίστοιχων φωτογραφιών (Εικόνα 5.5 & Παράρτημα 5B). Οι νεοσσοί κατατάσσονταν στη συνέχεια ως αρσενικοί όταν είχαν μία ζώνη λόγω του ότι στα πτηνά αποτελούν το ομογαμετικό φύλο (ZZ) και ως θηλυκοί όταν παρουσίαζαν δύο ζώνες μια και είναι το ετερογαμετικό φύλο (ZW) (Fridolfsson & Ellegren 1999, Genovart *et al.* 2005).



**Εικόνα 5.5** Οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων της ηλεκτροφόρησης για πήκτωμα με δύο σειρές δειγμάτων αίματος μετά από ανάλυση PCR.

#### 5.2.4 Διακριτική-Διαχωριστική ανάλυση (Discriminant analysis)

Η ανίχνευση φυλετικής διαφοροποίησης για κάθε μία μορφομετρική παράμετρο που εξετάστηκε, πραγματοποιήθηκε με εφαρμογή της μονόδρομης ανάλυσης διακύμανσης (one-way ANOVA), αφού προηγουμένως τα αντίστοιχα δεδομένα που συλλέχθηκαν στο πεδίο εξετάστηκαν ως προς υποθέσεις κανονικότητας και ομοιογένειας της διακύμανσης, χρησιμοποιώντας τους ελέγχους Kolmogorov-Smirnov και Levene αντιστοίχως. Οι προαναφερθέντες έλεγχοι δεν έδειξαν σημαντική απόκλιση (σε επίπεδο 5%) από την κανονικότητα και στην ομοιογένεια της διακύμανσης των τιμών του δείγματος. Επιπλέον διενεργήθηκε έλεγχος πιθανού φυλετικού διμορφισμού στους πτερωμένους νεοσσούς, με την εκτίμηση των επί τοις εκατό (%) επιπέδων του για κάθε γνώρισμα να υπολογίζεται βάσει του τύπου:

$$[(\bar{x}_m - \bar{x}_f) / \bar{x}_f] \times 100,$$

όπου με  $\bar{x}_m$  και  $\bar{x}_f$  αντιπροσωπεύονται οι μέσες τιμές για τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα αντίστοιχα.

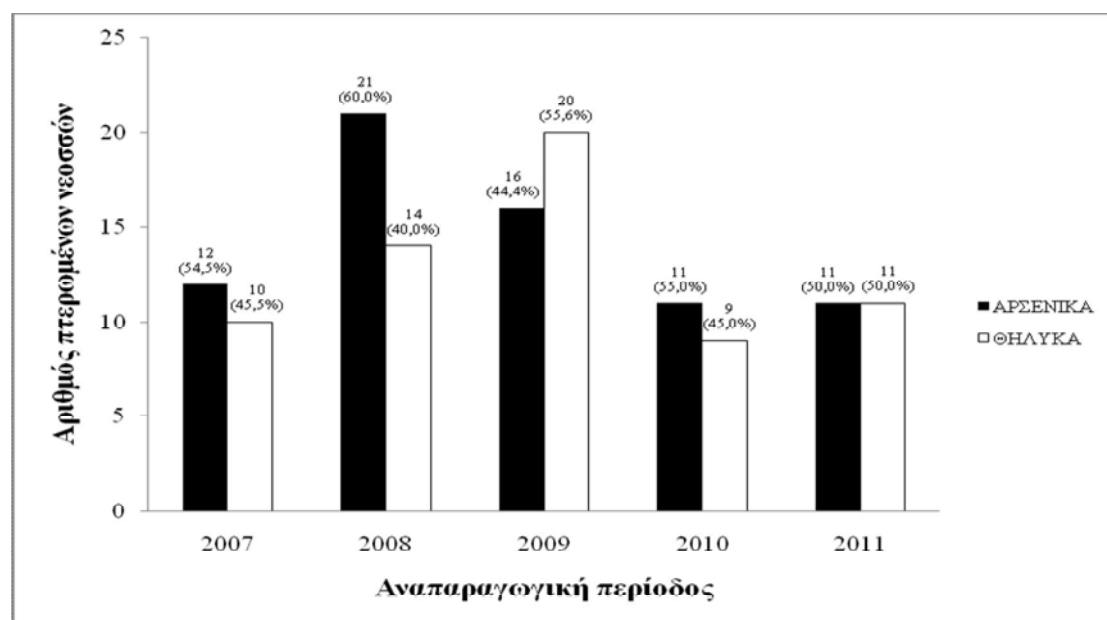
Η βηματική ανάλυση διάκρισης (stepwise Discriminant Function Analysis-DFA) εφαρμοσμένη στα μορφομετρικά δεδομένα πτερωμένων νεοσσών, για τους οποίους η αναγνώριση του φύλου είχε επιτευχθεί με ακρίβεια ακολουθώντας τις μοριακές μεθόδους που αναλύθηκαν προηγουμένως, παρείχε τη δυνατότητα ταξινόμησης όλων των εξεταζόμενων παραμέτρων σύμφωνα με την διαχωριστική δυνατότητα τους, κάνοντας χρήση του δείκτη Wilks' Lambda (Field 2005). Στην ανάλυση συμπεριλήφθηκαν 122 πτερωμένοι νεοσσοί για τους οποίους υπήρχε όλη η ομάδα των μορφομετρικών δεδομένων και για τους οποίους το φύλο είχε αναγνωριστεί μοριακά.

Από το τελικό στάδιο της DFA ανάλυσης, προέκυψε η πιο ακριβής εξίσωση διάκρισης για τη φυλετική αναγνώριση των πτερωμένων νεοσσών, αφού πρώτα εξαιρέθηκαν δύο μεταβλητές και πιο συγκεκριμένα το μήκος του ράμφους από την άκρη του έως την έναρξη των αλαταδένων (NL) καθώς και το συνολικό μήκος του ολικού ράμφους και του κεφαλιού (BHL), διότι παρουσίαζαν υψηλό βαθμό συσχέτισης με το μήκος του ράμφους (BL) ( $r = 0,75$ ) και το μήκος του κεφαλιού (HL) ( $r = 0,89$ ) αντίστοιχα. Η αποτελεσματικότητα της παραγόμενης εξίσωσης όσον αφορά την πρόβλεψη του φύλου εξετάστηκε με τη μέθοδο cross-validation (διασταυρωμένης επαλήθευσης). Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό SPSS (Version 17.1).

## 5.3 Αποτελέσματα

### 5.3.1 Αναλογία φύλου

Από τα 161 δείγματα αίματος που αναλύθηκαν, μόνο σε 26 δεν ήταν δυνατός ο πολλαπλασιασμός του αριθμού των επιθυμητών αντιγράφων γενετικού υλικού μέσω της PCR προκειμένου στη συνέχεια να επιτευχθεί η αναγνώριση του φύλου. Όλα τα υπόλοιπα δείγματα (N=135) αναγνωρίστηκαν φυλετικά με τη χρήση της μοριακής μεθόδου, η οποία αναλύθηκε στην προηγούμενη ενότητα, και η οποία θεωρείται ακριβής ως προς τα αποτελέσματα της. Ειδικότερα ανιχνεύτηκε ότι το 52,6% των πτερωμένων νεοσσών ήταν αρσενικοί στην περίοδο των πέντε διαδοχικών αναπαραγωγικών περιόδων που μελετήθηκαν. Εντούτοις, η μικρή αριθμητική υπεροχή των αρσενικών έναντι των θηλυκών νεοσσών δεν ήταν στατιστικώς σημαντική ( $\chi^2 = 0,363$ ,  $P = 0,547$ ). Εξετάζοντας την αναλογία φύλου από έτος σε έτος φάνηκε ότι μόνο το 2008 υπήρχε μια σαφής αριθμητική υπεροχή των αρσενικών, ενώ το 2007, 2010 και 2011 οι αριθμητικές διαφορές μεταξύ των αρσενικών και των θηλυκών νεοσσών ήταν πάρα πολύ μικρές με το 2009 να ανατρέπεται το πρότυπο και να υπερισχύουν οι θηλυκοί νεοσσοί (Εικόνα 5.6).



**Εικόνα 5.6** Αναλογία φύλου σε *n* πτερωμένους νεοσσούς Αρτέμη (% αναλογία ανά αναπαραγωγική περίοδο) στη νήσο Σταμφάνι (χρονικό διάστημα: 2007-2011).

### 5.3.2 Μορφομετρικά δεδομένα

Οι τιμές των μορφομετρικών παραμέτρων (μέση τιμή  $\pm$  τυπική απόκλιση), οι ελάχιστες και μέγιστες τιμές για 135 θηλυκούς και αρσενικούς πτερωμένους

νεοσσούς Αρτέμη που ταυτοποιήθηκαν φυλετικά με τη μέθοδο PCR καθώς και για το σύνολο των θηλυκών και αρσενικών περωμένων νεοσσών στη νήσο Σταμφάνι, όπως επίσης και τα επίπεδα φυλετικού διμορφισμού ανά παράμετρο παρουσιάζονται στον Πίνακα 5.1 που ακολουθεί. Το επίπεδο του φυλετικού διμορφισμού (%) στους περωμένους νεοσσούς ήταν υψηλότερο για το βάρος (W), ακολουθούμενο από τις αντίστοιχες τιμές για το πλάτος του ράμφους (BW), το μήκος του ράμφους μέχρι τους αλαταδένες (NL), το ολικό μήκος του ράμφους (BL), το συνολικό μήκος ράμφους και κεφαλής (BHL), το μήκος της κεφαλής (HL) και τα μήκος του ταρσού (TL). Όλες οι παράμετροι που εξετάστηκαν έδειξαν να έχουν σημαντικά υψηλότερες τιμές στα αρσενικά από τα θηλυκά άτομα σύμφωνα με τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA (Πίνακας 5.1).

**Πίνακας 5.1** Σύγκριση των τιμών των επτά μορφομετρικών παραμέτρων μεταξύ των φύλων περωμένων νεοσσών Αρτέμη στη νήσο Σταμφάνι, όπου αναφέρονται και τα αποτελέσματα της ανάλυσης ANOVA (\*\*:  $P < 0,05$  \*\*\*:  $P < 0,001$ ) καθώς και το % ποσοστό του φυλετικού διμορφισμού ανά μεταβλητή.

Παράμετρος	Φύλο	N	Μέση τιμή ± SD	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	F	% φυλετικού διμορφισμού
Σωματικό βάρος (g)	Θ	64	697,3 ± 91,27	450	880	7,99 **	9,7
	A	70	764,9 ± 98,84	490	1000		
	Σύνολο	134	732,6 ± 100,81	450	1000		
Μήκος ταρσού (mm)	Θ	54	52,3 ± 2,20	46,6	59,3	49,38 ***	2,4
	A	57	53,6 ± 2,74	41,6	58,6		
	Σύνολο	111	53,0 ± 2,56	41,6	59,3		
Ολικό μήκος ράμφους (mm)	Θ	54	47,7 ± 2,01	42,0	52,1	27,10 ***	6,2
	A	58	50,7 ± 1,88	46,7	54,8		
	Σύνολο	112	49,3 ± 2,45	42,0	54,8		
Μήκος ράμφους έως αλαταδένες (mm)	Θ	54	36,5 ± 1,81	32,8	40,2	7,12 **	6,7
	A	58	39,0 ± 1,77	31,3	42,5		
	Σύνολο	112	37,8 ± 2,16	31,3	42,5		
Πλάτος ράμφους (mm)	Θ	54	12,3 ± 1,03	10,4	14,7	9,28 **	7,0
	A	57	13,1 ± 0,93	11,1	16,5		
	Σύνολο	111	12,7 ± 1,07	10,4	16,5		
Συνολικό μήκος ράμφους - κεφαλής (mm)	Θ	54	100,2 ± 3,83	94,0	115,0	72,65 ***	6,0
	A	58	106,2 ± 4,55	99,0	123,0		
	Σύνολο	112	103,3 ± 5,18	94,0	123,0		
Μήκος κεφαλής (mm)	Θ	54	52,4 ± 2,92	46,7	63,3	57,88 ***	5,8
	A	58	55,5 ± 3,87	45,9	72,2		
	Σύνολο	112	54,0 ± 3,76	45,9	72,2		

### 5.3.3 Ανάλυση διάκρισης (Discriminant analysis)

Η ανάλυση διάκρισης επεξεργάζεται τα πρωτογενή δεδομένα με παρόμοιο τρόπο όπως και η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (Principal Component Analysis - PCA) με τη μόνη διαφορά ότι, η στάθμιση των εξεταζόμενων μεταβλητών για να παρασχεθεί η δυνατότητα μέγιστης διάκρισης μεταξύ ατόμων συμβαίνει όταν αυτά προηγουμένως έχουν ομαδοποιηθεί σε δύο ομάδες (στην περίπτωση μας σε αρσενικά και θηλυκά). Κατόπιν υπολογίζονται τα βάρη των μεταβλητών που μεγιστοποιούν τις διαφορές μεταξύ των ομάδων και όχι μεταξύ ατόμων όπως στην PCA ενώ επιτρέπεται και ο εντοπισμός των μεταβλητών που διαφέρουν περισσότερο μεταξύ των ομάδων με παράλληλη απόρριψη αυτών που δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ των ομάδων (π.χ. των φύλων).

Στην παρούσα ερευνητική εργασία ένα συνολικό δείγμα 122 πτερωμένων νεοσσών συμπεριλήφθηκε στην ανάλυση διάκρισης αφού πληρούσαν δύο βασικά κριτήρια:

- ✓ της προηγηθείσας φυλετικής αναγνώρισης μέσω της μοριακής μεθόδου PCR, και
- ✓ της διαθεσιμότητας πρωτογενών δεδομένων για όλες τις μορφομετρικές παραμέτρους που είχαν εξαρχής σχεδιαστεί να εξεταστούν και να μελετηθούν.

Η εξαγωγή εξίσωσης διάκρισης (standardized canonical discriminant) επέτρεψε τη διάκριση του φύλου σε πτερωμένους νεοσσούς Αρτέμη στην περιοχή των Στροφάδων με υψηλό βαθμό ακρίβειας, κάνοντας χρήση μόνο μορφομετρικών μεταβλητών. Η εξίσωση στηρίχθηκε στη χρήση των βαρών που δόθηκαν σε κάθε εξεταζόμενη μεταβλητή μέσω της ανάλυσης διάκρισης προκειμένου να μεγιστοποιηθούν οι διαφορές μεταξύ των ομάδων-φύλων. Οι συσχετίσεις (pooled within groups correlations) μεταξύ των μεταβλητών και της παραγόμενης εξίσωσης αναπτύχθηκαν όπως φαίνεται και στον Πίνακα 5.2 που ακολουθεί, όπου γίνεται μία ταξινόμηση των μεταβλητών με βάση το βαθμό συνεισφοράς τους στην εξίσωση διάκρισης. Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι την υψηλότερη τιμή διάκρισης για την αναγνώριση του φύλου σε πτερωμένους νεοσσούς Αρτέμη είχε το BL (0,814) ακολουθούμενο από το BW (0,459), το HL (0,400), το W (0,321), ενώ το TL (0,177) εμφάνισε τη χαμηλότερη επίδραση διάκρισης και ως εκ τούτου δεν έγινε χρήση αυτής της παραμέτρου στην ανάπτυξη της αντίστοιχης εξίσωσης διάκρισης.

**Πίνακας 5.2** Πίνακας δομής (Structure matrix) για την ανάπτυξη εξίσωσης διάκρισης όπου παρουσιάζονται τα βάρη που έχουν δοθεί σε κάθε μεταβλητή προκειμένου να μεγιστοποιηθούν οι διαφορές μεταξύ των φύλων.

Μεταβλητές	Τιμή βάρους στην εξίσωση διάκρισης
Ολικό μήκος ράμφους (BL)	0,814
Πλάτος ράμφους (BW)	0,459
Μήκος κεφαλής (HL)	0,400
Σωματικό βάρος (W)	0,321
Μήκος ταρσού (TL) <sup>a</sup>	0,177

<sup>a</sup> Η συγκεκριμένη παράμετρος δεν χρησιμοποιήθηκε στην ανάπτυξη της εξίσωσης διάκρισης

Στον Πίνακα 5.3 περιγράφεται επίσης η μέση θέση των φύλων στον άξονα στην ίδια λογική που δρα και η Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών. Στη συγκεκριμένη περίπτωση όπου είχαμε δύο μόνο ομάδες (τα φύλα) άνισου μεγέθους (56 θηλυκά και 66 αρσενικά) ήταν αναμενόμενο να μην απέχουν το ίδιο από το 0. Πρακτικά αυτό σημαίνει ότι κάθε νεοσσός με τιμή μεγαλύτερη από το 0 θα καταχωρείται στην ομάδα των αρσενικών και με τιμή μικρότερη από το 0 θα καταχωρείται στην ομάδα των θηλυκών.

**Πίνακας 5.3** Πίνακας (Group Centroids) για μέση θέση των φύλων στον άξονα

Φύλο	Εξίσωση διάκρισης
Θηλυκό	-1,050
Αρσενικό	0,904

Ως αποτέλεσμα των προαναφερθέντων, η τελική μορφή της εξίσωσης διάκρισης (D) στηρίχθηκε στις τέσσερις μεταβλητές BL, BW, HL και W, σύμφωνα με τον τύπο:

$$D = 0,003 * W + 0,386 * BL + 0,431 * BW + 0,077 * HL - 30,701$$

όπου για τιμές  $D > 0$  αναγνωρίζεται το άτομο ως αρσενικό ενώ για τιμές  $D < 0$  το άτομο αναγνωρίζεται ως θηλυκό.



Αυτή η εξίσωση διάκρισης μετά από εφαρμογή της σε 122 πτερωμένους νεοσσούς γνωστού φύλου, επαναπροσδιόρισε σωστά σε επίπεδο φύλου το 82,6% του δείγματος. Πιο αναλυτικά το επίπεδο ορθού φυλετικού επαναπροσδιορισμού ήταν υψηλότερο στα αρσενικά από τα θηλυκά άτομα με ποσοστά 84,8% και 80,4% αντίστοιχα (Wilk's lambda = 0,509,  $\chi^2 = 79,036$ ,  $P < 0,01$ ) ενώ η πρόβλεψη του φύλου με τη μέθοδο cross-validation έδωσε μία συνολική αποτελεσματικότητα διάκρισης των δύο φύλων της τάξεως του 81,2% (Πίνακας 5.4). Αυτό το ποσοστό επιτυχίας σωστής καταχώρισης αποτελεί το μέτρο ισχύος της ανάλυσης να διακρίνει πραγματικά άγνωστους νεοσσούς σε επίπεδο φύλου.

**Πίνακας 5.4** Αποτελέσματα ελέγχου (cross validation) σωστής καταχώρισης νεοσσών Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων σε επίπεδο φύλου με χρήση της εξίσωσης διάκρισης και εφαρμογής της σε τιμές μορφομετρικών παραμέτρων

	Φύλο	Πρόβλεψη φύλου		
		Θηλυκό	Αρσενικό	Σύνολο
Original	Θηλυκό ( <i>n</i> )	45	11	56
	Αρσενικό ( <i>n</i> )	10	56	66
	Θηλυκό (%)	80,4	19,6	100
	Αρσενικό (%)	15,2	84,8	100
Cross-validated	Θηλυκό ( <i>n</i> )	44	12	56
	Αρσενικό ( <i>n</i> )	11	55	66
	Θηλυκό (%)	78,6	21,4	100
	Αρσενικό (%)	16,7	83,3	100

## 5.4 Συζήτηση

Ο προσδιορισμός του φύλου σε περωμένους νεοσσούς στηρίχθηκε στη μοριακή μέθοδο με τη χρήση της PCR η οποία και χαρακτηρίζεται ως πιο ακριβής σε σύγκριση με την ανάλυση ηχογράμματος που ανιχνεύει φυλετικά διμορφικά χαρακτηριστικά στα καλέσματα των νεοσσών και την οποία σαν μέθοδο ακολούθησαν οι Bretagnolle & Thibault (1995). Στην παρούσα εργασία έγινε επιτυχής χρήση της ομάδας εκκινητών 2550F/2718R (Fridolfsson & Ellegren 1999) για την αναγνώριση του φύλου στους εξεταζόμενους περωμένους νεοσσούς. Ειδικότερα 135 νεοσσοί μπόρεσαν να αναγνωρισθούν φυλετικά από τους 161 που συνολικά εξετάστηκαν από την αποικία των Στροφάδων με τη μοριακή μέθοδο ανίχνευσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν μια ανεπαίσθητη, στατιστικώς μη σημαντική επικράτηση των αρσενικών έναντι των θηλυκών περωμένων νεοσσών, με την αναλογία του φύλου να κυμαίνεται σε ετήσια βάση με μικρή απόκλιση γύρω από την αναλογία 1:1. Πρέπει να σημειωθεί ότι οι Bretagnolle & Thibault (1995) εντόπισαν επίσης μία ελαφρά αριθμητική υπεροχή των αρσενικών έναντι των θηλυκών νεοσσών στην αποικία της νήσου Lavezzi μετά από πολύχρονη έρευνα στην περιοχή, ενώ οι Genovart *et al.* (2005) μελετώντας δύο άλλες μεσογειακές αποικίες του είδους δεν εντόπισαν αποκλίσεις από μία απολύτως ισορροπημένη κατάσταση στην αναλογία φύλου των νεοσσών.

Μία από τις αρχικές υποθέσεις ερμηνείας για την αριθμητική υπεροχή των αρσενικών έναντι των θηλυκών νεοσσών σε μια αποικία, στηρίχθηκε σε προσωπικές παρατηρήσεις που διαπίστωναν ότι τα αρσενικά άτομα είναι περισσότερο επιθετικά και συνάμα πιο αποτελεσματικά στην απόθεση χερσαίων θηλαστικών εισβολέων που ασκούν θηρευτική πίεση, όπως είναι οι αρουραίοι (Bretagnolle & Thibault 1995). Ωστόσο, στη συγκεκριμένη αποικία στο Σταμφάνι δεν ανιχνεύθηκε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση της αναπαραγωγικής επιτυχίας (αριθμός περωμένων νεοσσών ανά ενεργή φωλιά ανά έτος) και της αντίστοιχης αναλογίας φύλου των περωμένων νεοσσών κατά τη διάρκεια της περιόδου 2007-2011. Επιπροσθέτως δεν ανιχνεύθηκε στατιστικώς σημαντική συσχέτιση μεταξύ της αναπαραγωγικής επιτυχίας του Αρτέμη και των διαφορετικών επιπέδων δραστηριότητας αρουραίων σε διαφορετικούς τομείς της αποικίας στο Σταμφάνι (Petrella 2011). Τα αποτελέσματα αυτά ενισχύουν την εκτίμηση ότι οι αρουραίοι δεν αποτελούν ένα βιοτικό παράγοντα που επηρεάζει την αναλογία φύλου στους περωμένους νεοσσούς του Αρτέμη ανά έτος στην εν λόγω

αποικία. Παρόλ' αυτά προτείνεται η παρακολούθηση των επιπέδων διακύμανσης της αναλογίας φύλου για μεγαλύτερη χρονική περίοδο από αυτή των πέντε ετών, αφού μπορεί να επηρεάζεται και από πολλούς άλλους οικολογικούς παράγοντες. Έτσι είναι δυνατόν η διακύμανση ως προς την αναλογία φύλου να επηρεάζεται από τη γονική παροχή τροφής σε νεοσσούς κατά τη διάρκεια αναπαραγωγικών περιόδων με φτωχή διαθεσιμότητα θρεπτικών στοιχείων και συνεπακόλουθη πτώση της παραγωγικότητας στο θαλάσσιο οικοσύστημα, όπως οι Torres & Drummond (1999) και οι Alonso-Alvarez & Velando (2003) έδειξαν ότι ισχύει για τα θαλασσοπούλια *Sula nebouxii* και *Larus cachinnans* αντίστοιχα.

Όπως φάνηκε από την παρούσα εργασία, δεδομένα βιομετρίας μπορούν εύκολα να συλλεχθούν στο πεδίο από έμπειρο επιστημονικό προσωπικό χωρίς να προκαλείται ιδιαίτερη όχληση στους νεοσσούς ενώ οι μετρήσεις μορφολογικών παραμέτρων εμφανίζουν υψηλό βαθμό σταθερότητας, ειδικά όταν αυτές πραγματοποιούνται από τον ίδιο ερευνητή. Ορισμένες από τις ελεγχόμενες μεταβλητές που επιλέχθηκαν στην περίπτωση των Στροφάδων έχουν ευρέως χρησιμοποιηθεί σε παλαιότερες σχετικές μελέτες και έχουν αποδειχθεί πολύτιμα εργαλεία στην αξιοποίηση τους για τον προσδιορισμό του φύλου σε πολλά είδη άγριας ορνιθοπανίδας (Coulson *et al.* 1983, Evans *et al.* 1995, Lo Valvo 2001, Genovart *et al.* 2003, Martínez-Abraín *et al.* 2006, Copello *et al.* 2006, Einoder *et al.* 2008, Liordos & Goutner 2008, Bugoni & Furness 2009). Σύμφωνα με την παρούσα μελέτη οι αρσενικοί πτερωμένοι νεοσσοί βρέθηκαν σημαντικά μεγαλύτεροι σε σχέση με τους αντίστοιχους θηλυκούς για όλες τις εξεταζόμενες μεταβλητές. Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με προηγηθείσες παρόμοιες εργασίες που εφαρμόστηκαν σε Ρινοτρυπόμορφα είδη (Lo Valvo 2001, Genovart *et al.* 2003, Copello *et al.* 2006, Bugoni & Furness 2009, Navarro *et al.* 2009).

Οι Mougín *et al.* (1986) έδειξαν ότι η επικάλυψη των διακριτικών τιμών στην ανίχνευση του φύλου των Αρτέμηδων με χρήση του συνδυασμού των τιμών μήκους και πλάτους ράμφους όπως προτείνεται από τους Ristow & Wink (1980), αυξάνει με την αύξηση του μεγέθους του δείγματος και αρχίζει να σταθεροποιείται όταν τα δειγματοληπτικό μέγεθος φτάνει τα 300 άτομα. Η εξίσωση που αναπτύχθηκε από την ανάλυση διάκρισης στην παρούσα εργασία βρέθηκε να ταξινομεί σωστά το 81,2% των πτερωμένων νεοσσών σε ένα δείγμα 112 νεοσσών που εξετάστηκαν. Αυτό το ποσοστό ορθής ταξινόμησης κρίνεται ελαφρώς χαμηλότερο από αντίστοιχες τιμές σε

προηγούμενες εργασίες (Bretagnolle & Thibault 1995, Lo Valvo 2001). Το αποτέλεσμα αυτό μπορεί να αποδοθεί στο μεγαλύτερο δείγμα που χρησιμοποιήθηκε στην περίπτωση των Στροφάδων καθώς και στην επίδραση διακριτών περιβαλλοντικών χαρακτηριστικών σε κάθε επιμέρους βióτοπο-τομέα αναπαραγωγής της αποικίας, η οποία και μπορεί να αυξάνει με τη σειρά της την ποικιλότητα των μορφομετρικών χαρακτηριστικών και να οδηγεί κατ' αυτόν τον τρόπο στη μεγαλύτερη επικάλυψη μορφομετρικών τιμών μεταξύ των φύλων.

Το μήκος του ράμφους αποτέλεσε την παράμετρο με τη μεγαλύτερη τιμή διάκρισης φύλου μεταξύ των πτερωμένων νεοσσών του Αρτέμη στη νήσο Σταμφάνι. Το αποτέλεσμα αυτό ενισχύει τα αντίστοιχα ευρήματα παλαιότερων ερευνών για το εν λόγω είδος (Ristow & Wink 1980, Triay & Capó 1996) καθώς και σε άλλα είδη Ρινοτρυπόμορφων (Copello *et al.* 2006). Ο εμφανής φυλετικός διμορφισμός στο συγκεκριμένο μορφομετρικό χαρακτήρα μπορεί να συνδεθεί με πιθανές διαφορές οικολογίας αναφορικά με την τροφοληψία σε αρσενικά και θηλυκά άτομα, όπως για παράδειγμα η στρατηγική τροφοληψίας που ακολουθείται από κάθε φύλο και οι διατροφικές προτιμήσεις (Martínez-Abraín *et al.* 2006, Ballance 2007). Εντούτοις σε πρόσφατη εργασία των Navarro *et al.* (2009) που πραγματοποιήθηκε στην αποικία των Αρτέμηδων στα Κανάρια Νησιά, δεν εντοπίστηκαν φυλετικές διαφοροποιήσεις στη στρατηγική τροφοληψίας όπως αυτή ελέγχθηκε με μεθόδους τηλεμετρίας και ανάλυση ισοτόπων<sup>6</sup> σε δείγματα αίματος. Επιπλέον, ο αξιοσημείωτος φυλετικός διμορφισμός σε χαρακτηριστικά του ράμφους όπως το μήκος, το πλάτος και το ύψος μπορούν να αποδοθούν σε φυλετική επιλογή που έχει τη βάση της στην ύπαρξη ενδοειδικού ανταγωνισμού μεταξύ των αρσενικών ατόμων τόσο στην αναζήτηση συντρόφου όσο και στη χωροκρατική συμπεριφορά για την υπεράσπιση των καταλληλότερων θέσεων φωλιάσματος (Bull *et al.* 2005, Bugoni & Furness 2009, Navarro *et al.* 2009).

---

<sup>6</sup> Η αναλογία ισοτόπων, κυρίως άνθρακα και αζώτου ( $^{12}\text{C}$  &  $^{13}\text{C}$  καθώς και  $^{14}\text{N}$  &  $^{15}\text{N}$ ) σε δείγματα φτερών, αίματος ακόμα και νυχιών θαλασσοπουλιών αποτελεί μία νέα μεθοδολογική προσέγγιση στην ανίχνευση διατροφικών προτιμήσεων-συνηθειών καθώς και στη γνώση της στρατηγικής τροφοληψίας που ακολουθούν (Bond & Jones 2009).

## Παράρτημα 5Α

### Πρωτόκολλο καταγραφής μορφομετρικών δεδομένων πετρωμένων νεοσσών του Αρτέμη

DATE: 3-10-10			Comments: Field team was S. Xirouchakis and G. Karris										
Region/Islet Ref code:			ZAK/STA Southern sector										
Metal Ring #	Nest #	Ad / Juv	Weight (gr)	Tarsus length (mm)	Bill length (mm)	Bill depth (mm)	Head length (mm)	Wing length (mm)	Tail length (mm)	Sample	Recov.	Ringer	Comments
P003894	51	JUV	720	51,9	45,9 35,4	10,6	97,5			B		GK	Sample: DNA
P003895	1	JUV	820	55,6	48,1 38,6	12,6	102,3			B		SX	Sample: DNA
P003896	2	JUV	780	55,8	50,6 38,8	13,5	109,1			B		SX	Sample: DNA
P003897	80	JUV	790	55,1	50,2 38,1	13,2	104,1			B		SX	Sample: DNA
P003898	78	JUV	690	52,8	47,7 37,2	12,2	104			B		SX	Sample: DNA
P003899	3	JUV	650	48,6	44,2 32,8	12,3	94,5			B		SX	Sample: DNA
P003700	6	JUV	830	54,8	47,8 36,2	13,3	103,2			B		SX	Sample: DNA
P003811	119	JUV	840	56,8	49,2 38,2	13,4	108,4			B		SX	Sample: DNA
P003812	54	JUV	700	52,3	50,6 38,5	11,5	104,6			B		SX	Sample: DNA
P003813	120	JUV	790	53,8	48,5 36,2	13,2	103,7			B		SX	Sample: DNA
P003814	57	JUV	680	50	49,7 39,0	11,2	99			B		SX	Sample: DNA
P003815	91	JUV	810	55,5	52,9 41,0	13,4	104			B		SX	Sample: DNA
P003816	91	AD	700	54,3	52,2 41,0	12,6	105,2			B		SX	Sample: DNA
P003817	92	JUV	920	54,3	49,1 37,4	12,5	106,1			B		SX	Sample: DNA
P003818	92	AD	580	55,3	51,8 38,4	12,7	107,3			B		SX	Sample: DNA
P003819	93	JUV	760	51,3	47,8 37,8	12,2	102,2			B		SX	Sample: DNA
<b>KEY</b>													
Ringer Name KEY:										Sample Name KEY:			
Weight: I= at incubation, E= before egg-laying										Sample			
Tarsus length: The tarsometatarsus should be measured from the beginning of the bone inside the flexed (90°) intertarsal joint to the end of the bone inside the flexed (90°) tarsal joint.										B= Blood			
The partial bone of the tarsometatarsus is measured from the beginning of the hypotarsus to the end of the bone inside the flexed (90°) tarsal joint.										F= Feather			
Bill length: Callipers; start at the sharp point of the beak measuring the way to the beginning of the cere in a direct line										C= Cloacal swab			
Bill depth: At nostril										O= Other sample			
Wing length: Maximum WL measured from the wrist (carpal joint) to the tip of the longest feather (P10)										<b>NB: On Blood Samples write Ring #, Date &amp; RefCode</b>			
Tail length: distance from the point where the central tail feathers emerge from the skin to the tip of the longest feather													

## Παράρτημα 5B

Πρωτόκολλο καταγραφής αποτελεσμάτων για την αναγνώριση του φύλου ανά δείγμα με τη χρήση PCR

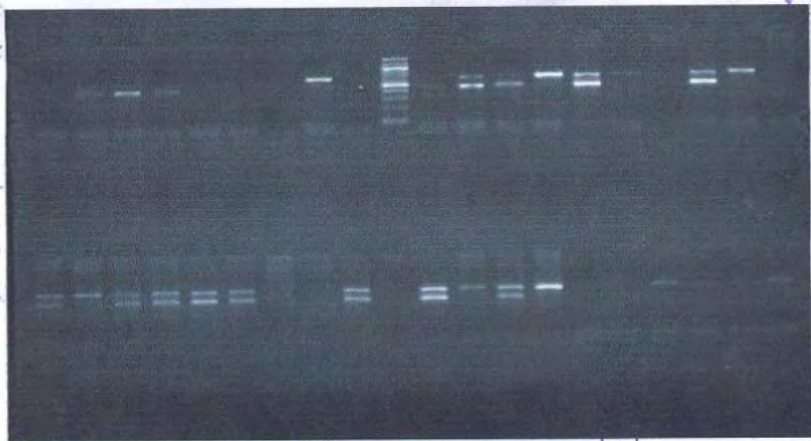
Number of PCR: (Γ. Κορριά 1) & επανάληψη EYH Date: 9/9/2011

Description (locus): CHD Sexing

PCR MEGA-MIX				mix		Composition of Cycles		
	STOCK	Concentration	One reaction (10 µL)	Total reactions	Volume	Stage	°C	Time
Taq buffer	10X	(15 µL)	1	30	15	Pro-incubation	94°	11'
MgCl <sub>2</sub>	25 or 50mM	(15 mM)	0.3	9	4.5	Denaturation	94°	30"
dNTP's	10mM		0.2	6	3	Annealing	50°	30"
Primer A	10µM		0.2	6	3	Extension	72°	1'
Primer B	10µM		0.2	6	3	Another Step	79°	5"
Taq polymerase	5u/L		0.08	2.4	1.2	Number of cycles		40
Detergent W	1%		—			Standby temp.		4°
BSA	0,01 g/ml		—			Programme		EYH
ddH <sub>2</sub> O			5,02	152,6	153			
TOTAL MIX								
DNA								

Primer A 2550 F  
Primer B 2F18 R

Samples			
1	1	25	YG 12
2	2	26	YG 13
3	3	27	YG 14
4	4	28	YG 15
5	5	29	YG 16
6	6	30	YG 17
7	7	31	YG 20
8	8	32	YG 21
9	9	33	YG 33
10	10	34	YG 34
11	11	35	YG 35
12	12	36	YG 26
13	13	37	YG 38
14	14	38	YG 36
15	15	39	blank
16	16	40	
17	17	41	
18	18	42	
19	19	43	
20	20	44	
21	21	45	
22	22	46	
23	23	47	
24	24	48	



blank ↑  
mix 1. ↑    mix 2. ↑

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.**

**Αξιολόγηση της παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία ως απειλή για τη διατήρηση των πληθυσμών τους στο νότιο Ιόνιο**



## **6. Αξιολόγηση της παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία ως απειλή για τη διατήρηση των πληθυσμών τους στο νότιο Ιόνιο**

### **6.1 Εισαγωγή**

Η αλιευτική δραστηριότητα και τα θαλασσοπούλια θεωρούνται σε γενικές γραμμές ανταγωνιστές στην προσπάθεια να καρπωθούν όσο γίνεται περισσότερη τροφή από τα θαλάσσια οικοσυστήματα, με τα ετήσια επίπεδα της αλιείας και της κατανάλωσης από θαλασσοπούλια να εκτιμώνται σε  $120 \times 10^6$  και  $96 \times 10^6$  tn αντίστοιχα (Karpouzi *et al.* 2007). Αναλυτικότερα, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ αλιείας και θαλασσοπουλιών μπορεί να έχουν αρνητικές συνέπειες, όπως είναι η μείωση της λείας των θαλασσοπουλιών λόγω υπεραλίευσης, όσο και θετικές μέσω π.χ. της ετήσιας παροχής  $7,3 \times 10^6$  tn μη εμπορεύσιμων-παρεμπιπτόντων αλιευμάτων (Kelleher 2005) ως τροφή στους πληθυσμούς της θαλάσσιας ορνιθοπανίδας (Tasker *et al.* 2000, Montevecchi 2002, Louzao *et al.* 2011). Η παρεμπίπτουσα παγίδευση των θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία αποτελεί μία από τις (πρόσφατα μελετημένες) σημαντικές αρνητικές επιδράσεις της παγκόσμιας αλιευτικής βιομηχανίας στη βιοποικιλότητα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Στο γεγονός αυτό συνηγορούν πολυάριθμες μελέτες σε διεθνές επίπεδο οι οποίες αναφέρουν ότι η παρεμπίπτουσα σύλληψη θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία μπορεί να θέσει σε κίνδυνο τη διατήρηση των πληθυσμών τους (Weimerskirch & Jouventin 1987, Brothers *et al.* 1999, Croxall *et al.* 2012).

Ειδικότερα, σχετικές έρευνες των τελευταίων τριών δεκαετιών έχουν δείξει ότι το πρόβλημα της παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών κατά τη διάρκεια της άσκησης επαγγελματικών αλιευτικών δραστηριοτήτων (κυρίως με χρήση παραγαδιού και διχτύων) είναι ιδιαίτερος οξύ στα ωκεάνια οικοσυστήματα του Νότιου Ημισφαιρίου και επηρεάζει κυρίως την ομάδα των Ρινοτροπύομορφων πελαγικών θαλασσοπουλιών όπως τα Άλμπατρος, τους Μύχους και τους Αρτέμηδες (Brothers 1991, Favero *et al.* 2003). Παράλληλα η τυχαία σύλληψη θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία μειώνει την αποτελεσματικότητα των αλιευτικών δραστηριοτήτων, όπως συμβαίνει με το παραγάδι λόγω των απωλειών σε δολώματα από τις ληστρικές επιθέσεις των πουλιών, και οδηγεί σε γενικότερη μείωση των επιπέδων των αλιευμάτων καθώς έχει παρατηρηθεί ότι τα παγιδευμένα θαλασσοπούλια μπορούν να παρασύρουν μακριά το παραγάδι από το επιθυμητό αλιευτικό πεδίο ή ακόμη και να το κόψουν στην προσπάθεια τους να αφαιρέσουν το

δόλωμα από το αγκίστρι (Sánchez & Belda 2003). Ως συνέπεια των προαναφερθέντων η παρεμπόδιση παγίδευση μπορεί να έχει και σημαντικές αρνητικές οικονομικές συνέπειες στους ίδιους τους αλιείς όπως έδειξε και πρόσφατη σχετική μελέτη στα αλιευτικά πεδία της Παταγονίας (Gandini & Frere 2012), καθιστώντας το πρόβλημα πολύπλευρο.

Παρόλα αυτά, τα διαθέσιμα δεδομένα για την παρεμπόδιση παγίδευση και θνησιμότητα των θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία τα οποία χρησιμοποιούνται στα θαλάσσια οικοσυστήματα εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ειδικότερα στην ανατολική Μεσόγειο, χαρακτηρίζονται ως αποσπασματικά και ελλειμματικά αναφορικά με την εκτίμηση των επιπέδων της απειλής σε επίπεδο είδους και τοπικών πληθυσμών (Cooper *et al.* 2002, E.E. 2010). Στη λεκάνη της Μεσογείου, είδη θαλασσοπουλιών τα οποία έχουν αναγνωρισθεί ως ευάλωτα στην παρεμπόδιση παγίδευση είναι ο Αρτέμης (*Calonectris diomedea*), ο Μύχος (*Puffinus yelkouan*), ο Μύχος των Βαλεαρίδων (*Puffinus mauretanicus*), ο Θαλασσοκόρακας (*Phalacrocorax aristotelis desmarestii*), ο Αιγιάογλαρος (*Larus audouinii*) (Εικόνα 6.1) και ο Ασημόγλαρος (*Larus michahellis*) (ICES 2008, Dimech *et al.*, 2009). Τα περισσότερα από αυτά τα είδη είναι μακρόβια και χαρακτηρίζονται:

- α) από υψηλά επίπεδα βιωσιμότητας στο στάδιο των ενήλικων ατόμων,
- β) καθυστερημένη ενηλικίωση ώστε να φτάσουν σε ηλικία αναπαραγωγής,
- γ) χαμηλό ρυθμό αναπαραγωγής (συνήθως 1-2 αυγά ανά ζευγάρι),
- δ) χαμηλά επίπεδα αναπαραγωγικής επιτυχίας που πολλές φορές κυμαίνονται γύρω στο 50%, και
- ε) παρατεταμένη σε διάρκεια αναπαραγωγική περίοδο η οποία μπορεί να φτάσει τους 5-6 μήνες και η οποία απαιτεί εντατική γονική φροντίδα και από τους δύο γονείς, ώστε ο νεοσσός (ή οι νεοσσοί) να φτάσουν επιτυχώς στο στάδιο της πτέρωσης.

Αυξημένη θνησιμότητα λόγω παρεμπόδισης παγίδευσης των ενήλικων ατόμων σε είδη θαλασσοπουλιών με τα οικολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά που προαναφέρθηκαν, μπορούν να θέσουν σταδιακά σε κίνδυνο τη σταθερότητα και κατ' επέκταση τη βιωσιμότητα των πληθυσμών τους σε τοπικό επίπεδο (FAO 2008). Για το λόγο αυτό καθίσταται αναγκαία η εκτίμηση του βαθμού απειλής που συνιστά η παρεμπόδιση παγίδευση των θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία, συσχετίζοντας τον αριθμό των περιστατικών τυχαίας παγίδευσης ανά είδος με

αντίστοιχα πληθυσμιακά δεδομένα από αποικίες της ευρύτερης εξεταζόμενης περιοχής. Ως επιμέρους στόχος αυτής της προσπάθειας μπορεί να θεωρηθεί και η υπόδειξη και προώθηση μέτρων περιορισμού του φαινομένου τόσο σε τοπικό όσο και σε εθνικό ή διεθνές (σε επίπεδο βιογεωγραφικής ζώνης) επίπεδο ώστε να μειωθούν οι πιθανές αρνητικές επιδράσεις από την αλιευτική δραστηριότητα.



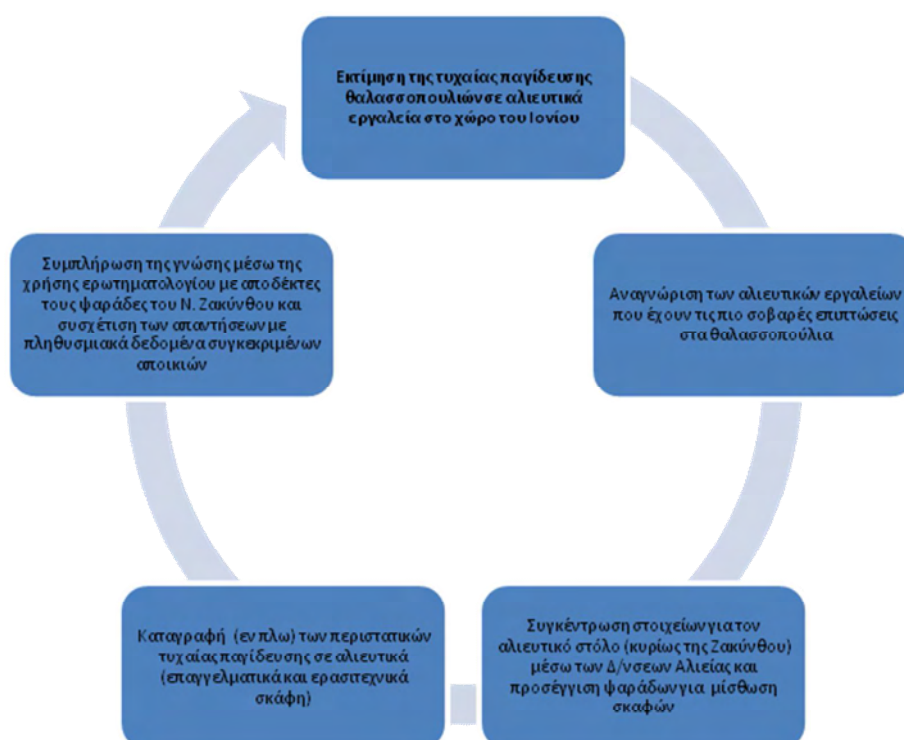
**Εικόνα 6.1** Αιγαιόγλαρος πιασμένος σε αγκίστρι παραγαδιού στην περιοχή των Δωδεκανήσων (Αρχείο Ελληνικής Ορνιθολογικής Εταιρείας).

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο πλαίσιο του προγράμματος LIFE07/NAT/GR/000285 με τίτλο «Υλοποίηση δράσεων διατήρησης για τον Θαλασσοκόρακα και τον Αιγαιόγλαρο και αναγνώριση Θαλάσσιων Σημαντικών Περιοχών για τα πουλιά της Ελλάδας». Αποτελεί στην ουσία την πρώτη συστηματική προσπάθεια α) στην κατανόηση του φαινομένου της παρεμπόμπουσας παγίδευσης των θαλασσοπουλιών στο νότιο Ιόνιο και πιο συγκεκριμένα στην ευρύτερη παράκτια και πελαγική ζώνη της Ζακύνθου και των Στροφάδων Νήσων, και β) στην αναγνώριση των κύριων τύπων αλιευτικών εργαλείων τα οποία είναι υπεύθυνα για την παγίδευση, καθώς και των επακόλουθων αρνητικών επιδράσεων στους τοπικούς πληθυσμούς των θαλασσοπουλιών που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I της Οδηγίας 2009/147/ΕΕ για τη διατήρηση των άγριων πτηνών.

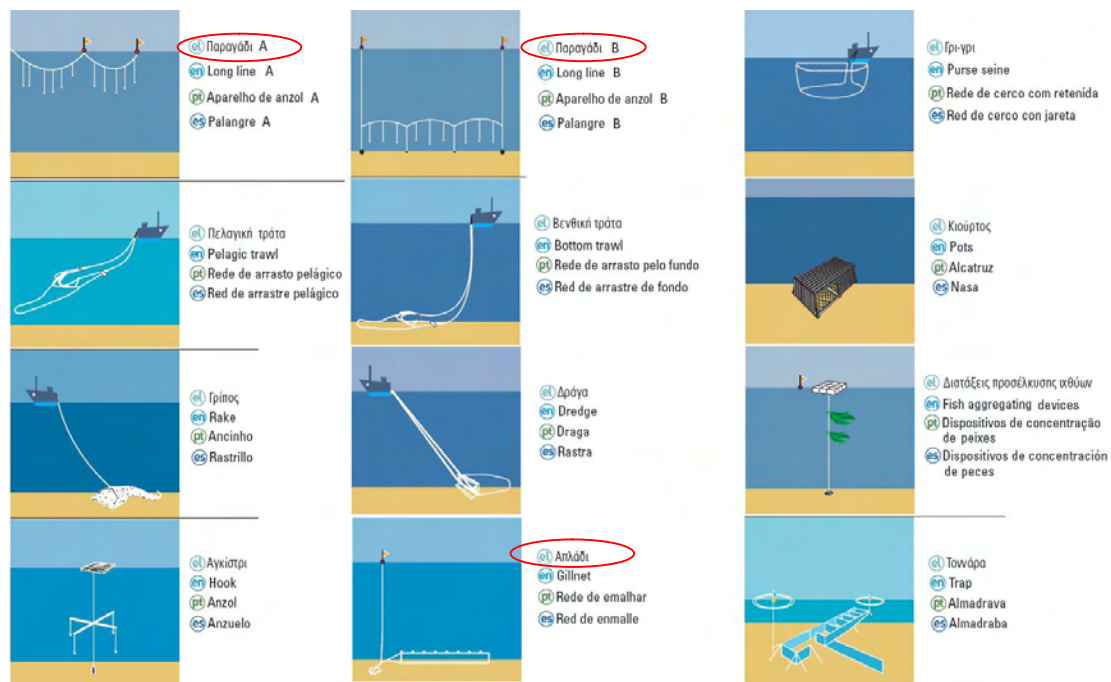
## 6.2 Μεθοδολογία

### 6.2.1 Γενικός σχεδιασμός

Η μεθοδολογική προσέγγιση για την εκτίμηση της τυχαίας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στο νότιο Ιόνιο, ακολούθησε τα διαδοχικά βήματα που φαίνονται στην Εικόνα 6.2. Ειδικότερα, την περίοδο Φεβρουαρίου - Μαρτίου 2009 πραγματοποιήθηκε προκαταρκτική έρευνα με χρήση όχι μόνο βιβλιογραφικών πηγών αλλά και πληροφοριών. Οι πληροφορίες αυτές συλλέχθηκαν από επαγγελματίες ψαράδες της περιοχής, μέσω προσωπικών συνεντεύξεων σχετικά με τα αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη λεκάνη της Μεσογείου και για τα οποία έχει καταγραφεί ότι ευθύνονται για την τυχαία παγίδευση θαλασσοπουλιών. Οι σχετικές προκαταρκτικές έρευνες «έδειξαν» ως υπεύθυνα εργαλεία για την παρεμπόρουσα θανάτωση ειδών θαλασσοπουλιών στο Νότιο Ιόνιο το παραγάδι βυθού, το αφροπαράγαδο αλλά και το απλάδι (Εικόνα 6.3) και κατά συνέπεια η κυρίως έρευνα που ακολούθησε εστίασε την προσοχή της σε αυτά.



**Εικόνα 6.2** Στάδια μεθοδολογικής προσέγγισης για την εκτίμηση της παρεμπόρουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών στο νότιο Ιόνιο.



**Εικόνα 6.3** Τα βασικά αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στη λεκάνη της Μεσογείου από τον επαγγελματικό αλιευτικό στόλο των χωρών της Ε.Ε. Σε πλαίσιο περικλείονται τα εργαλεία που θεωρούνται υπεύθυνα για την παρεμπόδιση παγίδευση θαλασσοπουλιών στο Νότιο Ιόνιο που αποτελεί και την περιοχή έρευνας (πηγή: European Commission 2005).

Τον Απρίλιο του ίδιου έτους, ακολούθησε η συγκέντρωση επίσημων στοιχείων (ποιοτικών και ποσοτικών) για τον επαγγελματικό αλιευτικό στόλο της Ζακύνθου, σε συνεργασία με τον Προϊστάμενο της τοπικής Διεύθυνσης Αλιείας η οποία εκείνη την περίοδο ήταν υπό την εποπτεία της αντίστοιχης Νομαρχίας. Παράλληλα πραγματοποιήθηκαν και οι επαφές για τη μίσθωση των αλιευτικών σκαφών με τα οποία θα πραγματοποιούνταν οι εν πλω καταγραφές για την εκτίμηση της τυχαίας παγίδευσης των θαλασσοπουλιών στα χρησιμοποιούμενα εργαλεία αλιείας. Η συλλογή των δεδομένων κατά τις εν πλω καταγραφές που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο από Μάιο έως τον Οκτώβριο του 2009 και 2010, συνδυάστηκαν με τη γνώση που αποκτήθηκε μέσω της έρευνας που διεξήχθη στο σύνολο των επαγγελματιών αλιέων της Ζακύνθου, με χρήση κατάλληλου ερωτηματολογίου αναφορικά με το φαινόμενο της τυχαίας παγίδευσης. Η μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε σε κάθε μία από τις δύο συμπληρωματικές προσεγγίσεις παρουσιάζεται αναλυτικά στη συνέχεια.

### 6.2.2 Εν πλω καταγραφές

Οι εν πλω καταγραφές στο χώρο του Ιονίου (κυρίως του νοτίου) και πιο συγκεκριμένα στην ευρύτερη θαλάσσια περιοχή γύρω από τη Ζάκυνθο και τις

Στροφάδες Νήσους, υλοποιήθηκαν όπως προαναφέρθηκε, την περίοδο από Μάιο έως Οκτώβριο των ετών 2009 και 2010. Η συγκεκριμένη χρονική περίοδος των καταγραφών επιλέχθηκε ως η καταλληλότερη για την εκτίμηση του κινδύνου που διατρέχουν τα θαλασσοπούλια αφού τότε είναι παρόντα ή δραστηριοποιούνται περισσότερο στο θαλάσσιο χώρο της υπό έρευνα περιοχής, αλλά και η δραστηριότητα των επαγγελματιών ψαράδων γίνεται πιο έντονη.

Για τις ανάγκες των καταγραφών χρησιμοποιήθηκαν συνολικά δύο αλιευτικά σκάφη που χρησιμοποιούσαν τόσο δίχτυα όσα και παραγάδια βυθού ενώ η ομάδα εργασίας αποτελείτο κάθε φορά από 2-3 ερευνητές (Εικόνα 6.4). Η συλλογή των στοιχείων γινόταν με καταγραφή τους σε δύο τύπους πρωτοκόλλων, ένα σε σχέση με γενικές πληροφορίες της εκάστοτε αλιευτικής δραστηριότητας κι ένα σε σχέση με πληροφορίες αναφορικά με την καταγραφή περιστατικού παρεμπόμπουσας παγίδευσης (Παράρτημα 6Α). Τα γενικά στοιχεία ανά αλιευτική δραστηριότητα (ρίξιμο-καλάρισμα και μάζεμα δικτύων ή παραγαδιού) που καταγράφονταν αφορούσαν, τον αριθμό και τον τύπο των αγκιστριών, το μήκος των δικτύων καθώς και το βάθος στο οποίο αυτά ρίχνονταν, την ώρα έναρξης και λήξης των αλιευτικών δραστηριοτήτων στη διάρκεια της ημέρας, τον αριθμό, το είδος και τη συμπεριφορά των θαλασσοπουλιών που προσελκύνονταν από την αλιευτική δραστηριότητα καθώς και την οριοθέτηση των αλιευτικών πεδίων που παρακολούθηθηκαν. Τα αλιευτικά πεδία οριοθετήθηκαν με τη χρήση φορητής συσκευής GPS προκειμένου στη συνέχεια να γίνει αποτύπωση τους σε χάρτη με τη χρήση GIS. Στο πρωτόκολλο για την καταγραφή περιστατικών παρεμπόμπουσας παγίδευσης είχε προβλεφθεί η καταγραφή:

α) του είδους θαλασσοπουλιού και η ηλικιακή του κλάση (ενήλικο ή ανήλικο) που θα παγιδευόταν,

β) του υπεύθυνου αλιευτικού εργαλείου,

γ) της περιοχής που θα εντοπιζόταν η τυχαία παγίδευση και

δ) της ημερομηνίας και ακριβούς ώρας του συμβάντος.



**Εικόνα 6.4** Εν πλω καταγραφές στην περιοχή των Παζών-Αντίπαζων κατά τη διάρκεια ριζίματος απλαδιού (Ιούλιος 2009).

### 6.2.3 Χρήση Ερωτηματολογίου

Για τη συλλογή των πρωτογενών δεδομένων επιλέχθηκε η χρήση ειδικού ερωτηματολογίου το οποίο διανεμήθηκε κατά την περίοδο Ιουλίου-Δεκεμβρίου 2010, στους επαγγελματίες ψαράδες της Ζακύνθου σε συνεργασία με την τοπική Διεύθυνση Αλιείας της Νομαρχίας. Το ερωτηματολόγιο αποτελείτο από ανοιχτές και κλειστές ερωτήσεις και συμπληρωνόταν κατά τη διάρκεια ατομικών συνεντεύξεων που πραγματοποιούνταν στα γραφεία της Διεύθυνσης Αλιείας. Τα πεδία των ερωτηματολογίων συμπληρώνονταν σε κάθε περίπτωση από τον ερευνητή για λογαριασμό του συνεντευξιζόμενου σε μία προσπάθεια εξάλειψης σφαλμάτων από τυχόν παρερμηνείες στις ερωτήσεις.

Το ερωτηματολόγιο (Παράρτημα 6B) περιελάμβανε ερωτήσεις σχετικά με γενικές πληροφορίες για την ασκούμενη ετήσια αλιευτική δραστηριότητα από κάθε συνεντευξιζόμενο ψαρά, καθώς και από ειδικές πληροφορίες που αφορούσαν στο φαινόμενο της παρεμπόρουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία. Ειδικότερα, οι πληροφορίες για τις ασκούμενες αλιευτικές δραστηριότητες ανά ψαρά, κάτοχο αλιευτικού σκάφους, περιελάμβαναν τεχνικά χαρακτηριστικά του σκάφους, τύπο αλιευτικών εργαλείων, μήνες άσκησης αλιείας ανά αλιευτικό εργαλείο, σε περίπτωση που χρησιμοποιούνταν παραπάνω από ένα, κύριες περιοχές αλιείας, μέσο όρο ημερών αλιευτικής προσπάθειας ανά μήνα και μέσο όρο έντασης ημερήσιας αλιευτικής προσπάθειας (εκφρασμένης σε αριθμό αγκιστριών ανά ημέρα για το παραγάδι και μήκους διχτύων για το απλάδι). Τα δεδομένα που σχετιζόταν με το φαινόμενο της παρεμπόρουσας παγίδευσης σε ετήσια βάση, περιελάμβαναν τις κύριες περιόδους-εποχές καταγραφής περιστατικών, τις θαλάσσιες περιοχές στις



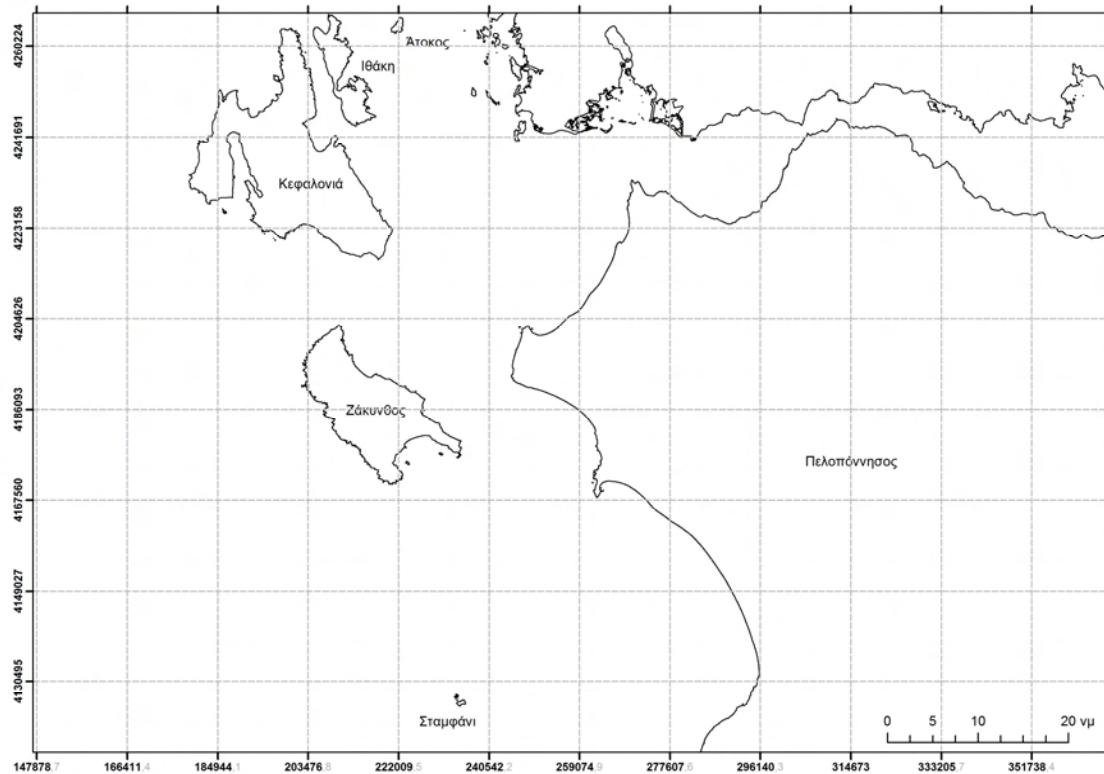
οποίες παρατηρείται το φαινόμενο καθώς και τον ετήσιο αριθμό ατόμων ειδών θαλασσοπουλιών που θανατώνονται ανά αλιευτικό εργαλείο και ανά εποχή. Οι ερωτήσεις που σχετίζονταν με την εκτίμηση της παρεμπίπτουσας παγίδευσης ανά αλιευτικό εργαλείο συνοδεύονταν από έγχρωμα σκίτσα αναγνώρισης των πιο κοινών θαλασσοπουλιών στην περιοχή έρευνας (Παράρτημα Β), προκειμένου να αυξηθεί η αξιοπιστία της λαμβανόμενης από τους ψαράδες πληροφορίας.

Για τη χωροχρονική ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν με τη χρήση του ερωτηματολογίου ακολουθήθηκαν οι βασικές αρχές που αναπτύσσονται στη συνέχεια παράλληλα με κάποιες παραδοχές όπου αυτό γινόταν απαραίτητο λόγω μη επάρκειας δεδομένων:

- ✓ Η ετήσια αλιευτική προσπάθεια ανά τύπο αλιευτικού εργαλείου εκτιμήθηκε από την αναγνώριση των μηνών που ασκείτο η εν λόγω αλιεία, το μέσο μηνιαίο όρο ημερών άσκησης αλιείας, καθώς και τη μέση ημερήσια ανάπτυξη αλιευτικής δραστηριότητας.
- ✓ Η ετήσια αναλογία των ημερών αλιείας ανά τύπο αλιείας για επαγγελματικά σκάφη που χρησιμοποιούσαν παραπάνω από ένα αλιευτικό εργαλείο και για την οποία ο εκάστοτε ιδιοκτήτης-ψαράς δεν μπορούσε να δώσει μία σχετική εκτίμηση, θεωρήθηκε η ίδια. Για παράδειγμα, σε περίπτωση που ένα αλιευτικό σκάφος χρησιμοποιούσε τόσο βυθοπαράγαδο όσο και απλάδι κατά τη διάρκεια ενός συγκεκριμένου μήνα και ο συνολική αλιευτική προσπάθεια ήταν 20 μέρες, 10 από αυτές αποδίδονταν σε ψάρεμα με παραγάδι βυθού και οι υπόλοιπες 10 μέρες σε ψάρεμα με δίχτυα.
- ✓ Η εποχικότητα της αλιευτικής δραστηριότητας εκτιμήθηκε προσθέτοντας τη μηνιαία αλιευτική προσπάθεια για τους αντίστοιχους μήνες κάθε εποχής του έτους.
- ✓ Η παρεμπίπτουσα παγίδευση ειδών θαλασσοπουλιών θεωρείτο ίδια σε επίπεδο αριθμού ατόμων και για όλες τις εποχές όπου καταγράφονταν αντίστοιχα περιστατικά χωρίς οι ψαράδες όμως να μπορούσαν να δώσουν μια ακριβή εποχική ποσόστωση.
- ✓ Η χωροθέτηση της συνολικής ετήσιας αλιευτικής προσπάθειας υλοποιήθηκε με τη χρήση σχετικών χωρικών δεδομένων που έδιναν-σχεδιάζαν οι ψαράδες πάνω σε χάρτες με μάτι κάνναβου 10X10 ναυτικών μιλίων και οι οποίοι τους

παρέχονταν κατά τις συνεντεύξεις, έτσι ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη ακρίβεια (Εικόνα 6.5) στην επακόλουθη ανάλυση.

Χάρτης 1:800.000: Περιοχή Ν. Ιονίου



**Εικόνα 6.5** Δείγμα χάρτη με χρήση ΓΣΠ και μάτι κάναβου 10x10nm ο οποίος χρησιμοποιήθηκε κατά τις συνεντεύξεις με τους ψαράδες προκειμένου να γίνει χωρική ανάλυση δεδομένων που αφορούσαν την αλιευτική δραστηριότητα και τα περιστατικά παρεμπόδισης παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε ετήσια βάση.

Αρχικά, ο μέσος όρος των θαλασσοπουλιών που πιάνονται ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας (εκφρασμένη σε άτομα ανά 1.000 αγκίστρια για παραγάδι και σε άτομα ανά χιλιόμετρο δικτυών για απλάδι) υπολογίστηκε ως ο λόγος της ετήσιας παγίδευσης σε άτομα ανά είδος θαλασσοπουλιού προς τη συνολική ετήσια αλιευτική προσπάθεια ανά είδος αλιείας. Τα συνολικά ετήσια επίπεδα παγίδευσης των θαλασσοπουλιών εκτιμήθηκαν με αναγωγή των επιπέδων παρεμπόδισης παγίδευσης (βάσει των ερωτηματολογίων) στο σύνολο των 189 καταγεγραμμένων επαγγελματικών αλιευτικών σκαφών της Ζακύνθου. Προκειμένου να ανιχνευθούν τυχόν διαφορές στον αριθμό των ατόμων ανά είδος θαλασσοπουλιού που παγιδεύεται ανά εποχή και να γίνει μία αδρή εκτίμηση της εποχικότητας του φαινομένου, πραγματοποιήθηκε περαιτέρω ανάλυση των δεδομένων που συλλέχθηκαν. Για το σκοπό αυτό

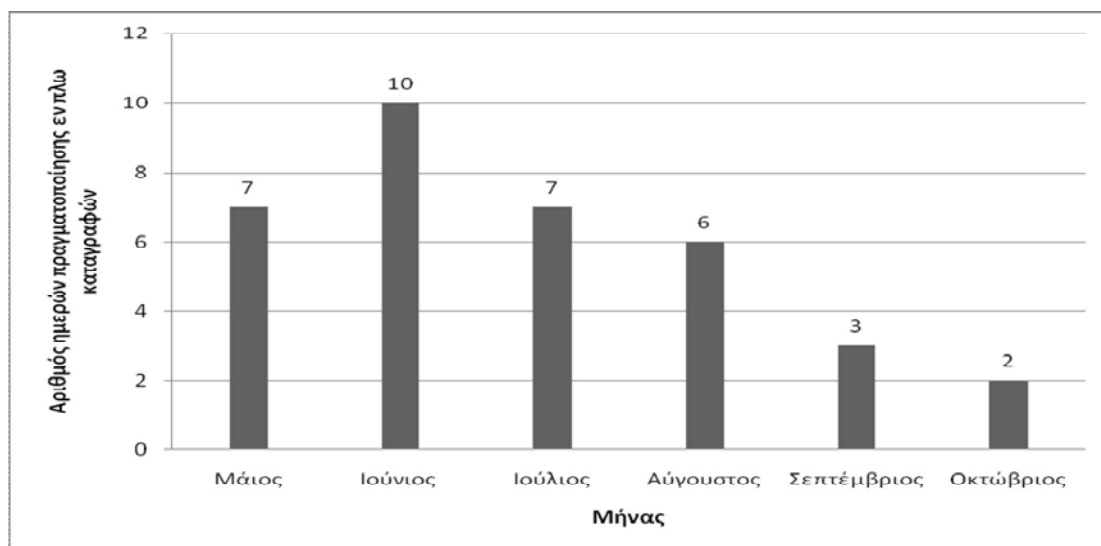
χρησιμοποιήθηκαν συγκριτικά οι πληροφορίες που αντλήθηκαν από τα ερωτηματολόγια, αναφορικά με την εκτιμώμενη εποχική αλιευτική προσπάθεια ανά αλιευτικό εργαλείο καθώς και με τα επίπεδα εποχικής θνησιμότητας πουλιών σε αλιευτικά εργαλεία όπου αυτά καταγράφονταν από τους ψαράδες ή όπου ακολουθείτο η παραδοχή που αναπτύχθηκε προηγουμένως. Η χωρική ανάλυση του φαινομένου της παρεμπίπτουσας παγίδευσης στηρίχθηκε κατά αναλογία στις διακυμάνσεις της έντασης της αλιευτικής προσπάθειας ανά εργαλείο και ανά περιοχή σε ετήσια βάση. Κατά συνέπεια η συνολική εκτίμηση της τυχαίας παγίδευσης των θαλασσοπουλιών συνυπολόγιζε τόσο τις εποχικές διακυμάνσεις της έντασης αλιευτικής προσπάθειας ανά εργαλείο όσο και το ετήσιο χωρικό πρότυπο της αλιευτικής δραστηριότητας ανά εργαλείο στο Νότιο Ιόνιο προκειμένου να ανιχνευθούν οι περιοχές με τη μεγαλύτερη επικινδυνότητα και τη συχνότερη καταγραφή περιστατικών θανάτωσης.

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν αποθηκεύτηκαν ακολούθως σε μία βάση δεδομένων, ο σχεδιασμός της οποίας πραγματοποιήθηκε μέσω του λογισμικού MS Access, ενώ για την περαιτέρω χωρική ανάλυση έγινε χρήση του ArcGIS 9.3. Οι παραγόμενοι χάρτες από τη χρήση του ArcGIS έδωσαν τη δυνατότητα απεικόνισης στο Νότιο Ιόνιο τόσο των κύριων θαλάσσιων περιοχών που χρησιμοποιούνται από τους ντόπιους ψαράδες ως αλιευτικά πεδία όσο και των σημαντικότερων θαλάσσιων περιοχών όπου κυρίως εντοπίζονται-καταγράφονται περιστατικά παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών.

## 6.3 Αποτελέσματα

### 6.3.1 Εν πλω καταγραφές

Οι εν πλω καταγραφές περιστατικών παρεμπόπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία πραγματοποιήθηκαν σε ένα σύνολο 35 ημερών την περίοδο 2009-2010, με τη χρονική κατανομή της έρευνας πεδίου να εντοπίζεται κυρίως στους καλοκαιρινούς μήνες (ποσοστό 65,7% επί του συνόλου των ημερών πεδίου) όπως παρουσιάζεται και στην Εικόνα 6.6. Τα δύο αλιευτικά σκάφη που χρησιμοποιήθηκαν για τους σκοπούς της έρευνας ανήκαν στον αλιευτικό στόλο της Ζακύνθου και πραγματοποίησαν-ελέγχθηκαν συνολικά 120 επιχειρήσεις με παραγάδι και άλλες 150 με απλάδι (Εικόνες 6.7 & 6.8).



**Εικόνα 6.6** Χρονική κατανομή των εν πλω καταγραφών με χρήση αλιευτικών σκαφών στην περιοχή του Ιονίου (περίοδος 2009-2010).



**Εικόνα 6.7** Το καΐκι ΕΛΠΙΣ, ένα από τα δύο αλιευτικά σκάφη που χρησιμοποιήθηκαν στις εν πλω καταγραφές, αραγμένο στην Άρπυια κατά την ανάπαυλα επιχειρήσεων (Αύγουστος 2009).



**Εικόνα 6.8** Βυθοπαράγαδο 300 αγκιστριών με δόλωμα σαρδέλα και καλαμαρία.

Το σύνολο των επιχειρήσεων υλοποιήθηκε ως επί το πλείστον στο χώρο των ΒΔ ακτών της Ζακύνθου, στα Στροφάδια, στη θαλάσσια περιοχή του κόλπου Λαγανά, ανοιχτά των ανατολικών παράλιων της Ζακύνθου στην περιοχή Βασιλικός και Γέρακας, στη θαλάσσια περιοχή μεταξύ Ζακύνθου και Κεφαλονιάς και δευτερευόντως στη θαλάσσια περιοχή γύρω από τους Παξούς και Αντίπαξους όπου και εκτιμάται ότι μπορεί να υπάρχει μία μικρή αποικία από Αρτέμηδες (Εικόνα 6.9).



**Εικόνα 6.9** Χωρική αποτύπωση των εν πλω καταγραφών περιστατικών παρεμπόδισης παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε παραγάδι και απλάδι στο χώρο του Ιονίου, κατά την περίοδο 2009-2010. Σημειώνονται τα όρια των Ζωνών Ειδικής Προστασίας (ΖΕΠ) στην ευρύτερη περιοχή μελέτης σύμφωνα με το Δίκτυο ΦΥΣΗ 2000.

Η μέση διάρκεια κάθε επιχείρησης (είτε ρήξιμο είτε μάζεμα παραγαδιού και δικτυών) ήταν περίπου 30 min, με τον αριθμό των παραγαδιών και το μήκος των δικτυών ανά επιχείρηση να κυμαίνεται στα 200-400 αγκίστρια και στα 0,2-3 km για παραγάδι και

απλάδι αντίστοιχα. Όλες οι επιχειρήσεις πραγματοποιήθηκαν από τις 06:00 έως τις 20:00 για κάθε ημέρα πεδίου ώστε να υπάρχει δυνατότητα συλλογής αξιόπιστων και συγκρίσιμων πληροφοριών.

Κατά τη διάρκεια των καταγραφών ελέγχθηκαν συνολικά 30.000 αγκίστρια βυθοπαράγαδου και 190 km δικτύων σε σύνολο 270 επιχειρήσεων και δεν παρατηρήθηκε κάποια παγίδευση-θανάτωση πουλιού τόσο σε παραγάδι όσο και σε δίχτυα που χρησιμοποιούσαν τα μισθωμένα για την έρευνα σκάφη. Εντούτοις ήταν ιδιαίτερα αισθητή η παρουσία ατόμων Αρτέμη, και σε μικρότερο βαθμό ατόμων Ασημόγλαρου (Εικόνα 6.10) κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των αλιευτικών δραστηριοτήτων, οπότε και πλησίαζαν αρκετά τα σκάφη επιχειρώντας να καρπωθούν από τα δολώματα ή/και από τα παρεμπίπτοντα, χωρίς εμπορική αξία, αλιεύματα. Πιο αναλυτικά και όπως φαίνεται από τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των καταγραφών παρουσίας θαλασσοπουλιών στη διάρκεια των αλιευτικών δραστηριοτήτων (Πίνακας 6.1), καταγράφηκαν συνολικά 1.903 άτομα εκ των οποίων 1.819 (95,6% του συνόλου) ήταν άτομα Αρτέμη, 83 ήταν άτομα Ασημόγλαρου (4,3% του συνόλου) ενώ καταγράφηκε και ένας (1) Μύχος. Ο Αρτέμης ήταν το πιο επιθετικό και συχνά εμφανιζόμενο θαλασσοπούλι καθώς σε σύνολο 270 αλιευτικών επιχειρήσεων καταγράφηκε στις 187, ανεβάζοντας το αντίστοιχο ποσοστό παρουσίας του στο 69,26%. Δεύτερο σε εμφάνιση θαλασσοπούλι, αλλά σε πολύ μικρότερη συχνότητα εμφάνισης, ήταν ο Ασημόγλαρος ο οποίος και καταγράφηκε στις 21 από τις 270 επιχειρήσεις (ποσοστό παρουσίας 7,77%), ενώ ο Μύχος καταγράφηκε μόνο κατά τη διάρκεια μίας αλιευτικής προσπάθειας (ποσοστό παρουσίας 0,37%). Η εκτίμηση μάλιστα για τον πιο επιθετικό Αρτέμη έδειξε ότι το είδος αυτός ευθύνεται για την απώλεια του 15-20% δολώματος στο παραγάδι, το οποίο και συνήθως αποσπών κατά το καλάρισμα.



**Εικόνα 6.10** Ασημόγλαρος πετώντας κοντά σε αλιευτικό σκάφος προσπαθώντας να επωφεληθεί από παρεμπίπτοντα αλιεύματα.

**Πίνακας 6.1** Είδη θαλασσοπουλιών που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια των εν πλω καταγραφών και εκδήλωσαν ληστρικές συμπεριφορές στα αλιευτικά εργαλεία.

Είδος θαλασσοπουλιού	Παρουσία στο σύνολο των αλιευτικών επιχειρήσεων (N=270)		Παρατηρούμενα άτομα	
	Παρουσία σε αλιευτικές επιχειρήσεις	Συχνότητα παρουσίας %	N	Μέσος όρος ± Τυπική απόκλιση
Αρτέμις <i>Cal. diomedea</i>	187	69,26	1.819	9,72 ± 21,63
Ασημόγλαρος <i>Lar. michahellis</i>	21	7,77	83	3,95 ± 3,76
Μύχος <i>Puf. yelkouan</i>	1	0,37	1	0

### 6.3.2 Χρήση ερωτηματολογίου

#### Αλιευτική δραστηριότητα

Η πληροφορία σχετικά με την ασκούμενη αλιευτική δραστηριότητα στην περιοχή μελέτης αποτελούσε προϋπόθεση προκειμένου να εκτιμηθεί το επίπεδο της παρεμπόπτουσας παγίδευσης των θαλασσοπουλιών. Αν και περιστατικά παγίδευσης-θνησιμότητας θαλασσοπουλιών έχουν καταγραφεί σε διάφορους τύπους αλιείας (Davoren 2007, Καρrouzi *et al.* 2007), η προσπάθεια στην παρούσα έρευνα εστιάστηκε στο παραγάδι και στο απλάδι. Αυτά αποτελούν τους βασικούς τύπους ψαρέματος για τον επαγγελματικό αλιευτικό στόλο της Ζακύνθου που το 2010 αριθμούσε 189 σκάφη κυρίως βενθοπελαγικής και παράκτιας αλιείας σύμφωνα με τα στοιχεία της τοπικής Δ/σης Αλιείας.

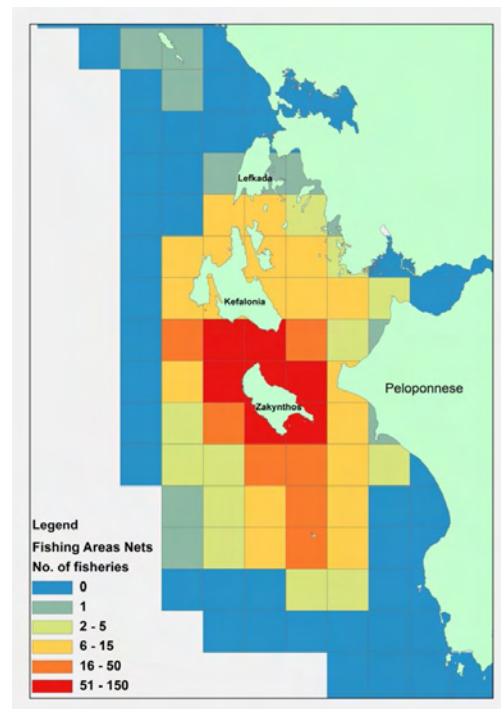
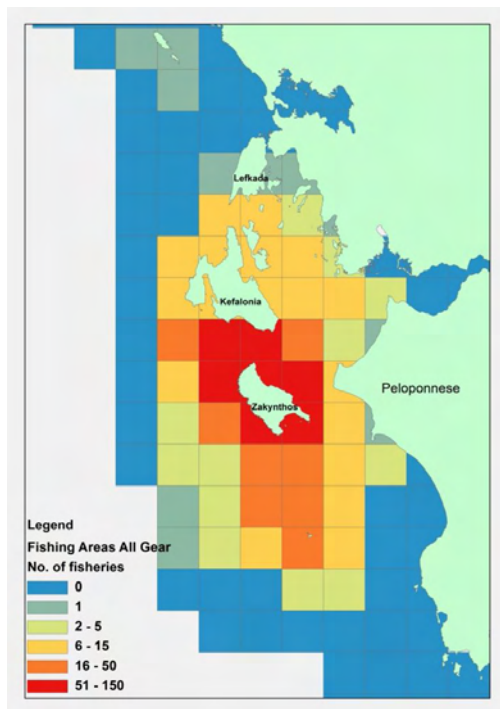
Κατά την περίοδο Ιουλίου-Δεκεμβρίου 2010, ένα σύνολο 150 ψαράδων (κάτοχοι του 79% του τοπικού επαγγελματικού αλιευτικού στόλου) ανταποκρίθηκε στην έρευνα που περιελάμβανε τη διανομή ειδικού ερωτηματολογίου σχετικά με την εκτίμηση της παρεμπόπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε διάφορους τύπους αλιείας, και τη συμπλήρωσή του βασισμένη σε ατομικές συνεντεύξεις. Όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, τα βασικά εργαλεία των αλιευτικών σκαφών για τα οποία συλλέχθηκαν δεδομένα, ήταν το απλάδι, το παραγάδι βυθού καθώς και το παραγάδι επιφανείας. Η συνολική ετήσια αλιευτική δραστηριότητα για το σώμα των ψαράδων που συμπλήρωσε το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε:

- ✓ 31.420,897 km δικτύων, με ετήσιο μέσο όρο μήκους δικτύων ανά αλιευτικό σκάφος της τάξεως των 225,312 km,



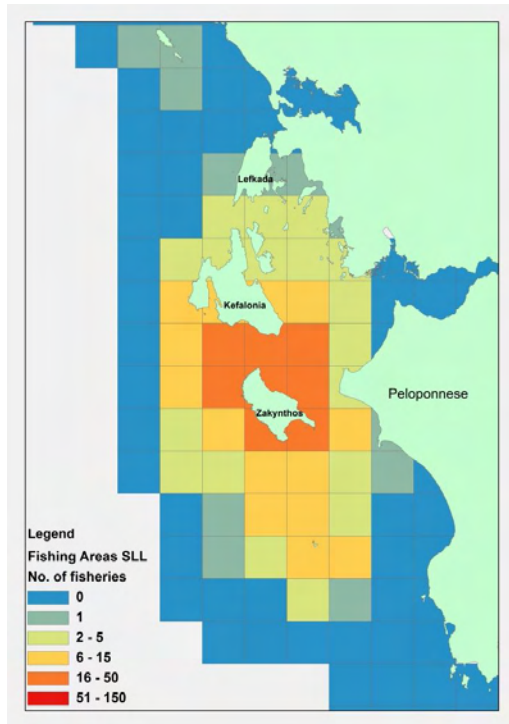
- ✓ 5.902.030 αγκίστρια βυθοπαράγαδου, με ετήσιο μέσο όρο αριθμού αγκιστριών ανά αλιευτικό σκάφος της τάξεως των 42.158, και
- ✓ 602.048 αγκίστρια αφροπαράγαδου, με μέσο όρο αριθμού αγκιστριών ανά αλιευτικό σκάφος της τάξεως των 13.088

Το σύνολο των αλιευτικών σκαφών δραστηριοποιείται καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου με μέσο όρο 15,3 ημέρες ανά μήνα. Οι κύριες περιοχές αλιευτικής δραστηριότητας τοποθετούνται κυρίως στις παράκτιες περιοχές της Ζακύνθου και των γύρω νησιών (Κεφαλονιά, Εχινάδες, Ιθάκη, Στροφάδια) όπως φαίνεται και στις Εικόνες 6.11, 6.12, 6.13 και 6.14.

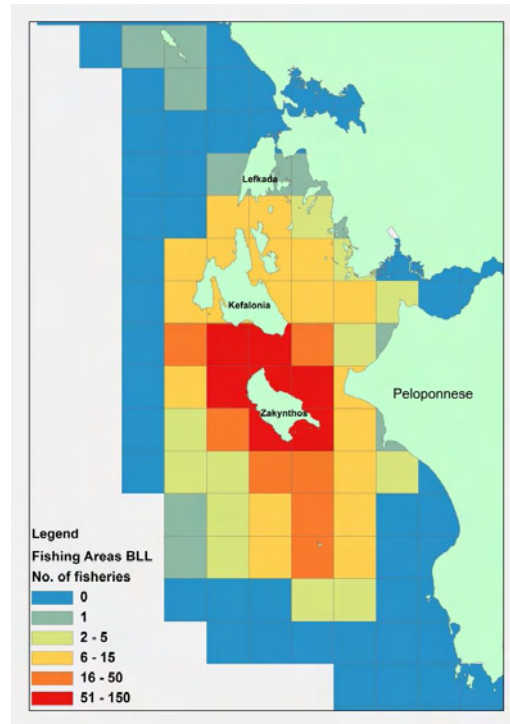


**Εικόνα 6.11** Βασικά αλιευτικά πεδία στο νότιο Ιόνιο με βάση τον αριθμό των αλιευτικών σκαφών που δραστηριοποιούνται στην περιοχή.

**Εικόνα 6.12** Βασικά αλιευτικά πεδία στο νότιο Ιόνιο με βάση τον αριθμό των αλιευτικών σκαφών που χρησιμοποιούν απλάδι.



**Εικόνα 6.13** Βασικά αλιευτικά πεδία στο νότιο Ιόνιο με βάση τον αριθμό των αλιευτικών σκαφών που χρησιμοποιούν βυθοπαράγαδο.



**Εικόνα 6.14** Βασικά αλιευτικά πεδία στο νότιο Ιόνιο με βάση τον αριθμό των αλιευτικών σκαφών που χρησιμοποιούν αφροπαράγαδο.

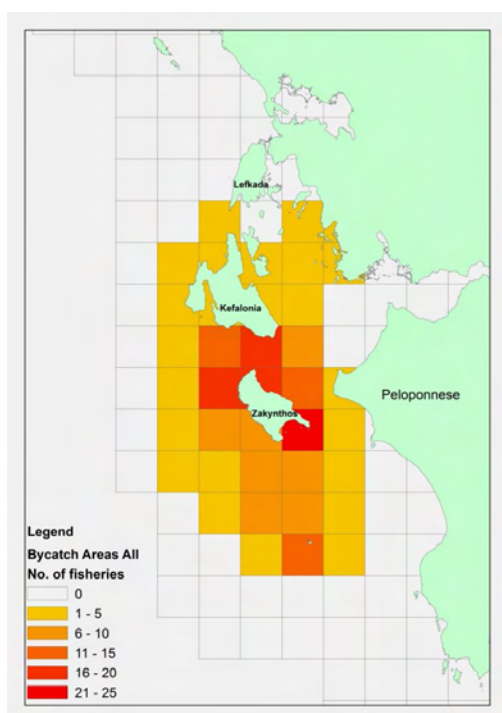
Η εκτίμηση της αλιευτικής πίεσης στις παραπάνω παράκτιες και θαλάσσιες περιοχές αποτυπώνεται στον Πίνακα 6.2. Η εκτιμώμενη αλιευτική πίεση διαφέρει σε ετήσια βάση μεταξύ βυθοπαράγαδου και αφροπαράγαδου με την πρώτη αλιευτική πρακτική να προτιμάται περισσότερο από τους τοπικούς ψαράδες ( $t=56,606$ ,  $df = 3$ ,  $p<0,001$ ), ενώ επίσης δεν υπάρχει ένδειξη για άνισες διασπορές των αντίστοιχων τιμών τους σύμφωνα με το Levene's Test for Equality of Variances (Sig. = 0,991).

**Πίνακας 6.2** Εκτίμηση αλιευτικής δραστηριότητας ανά εποχή και ανά τύπο αλιείας.

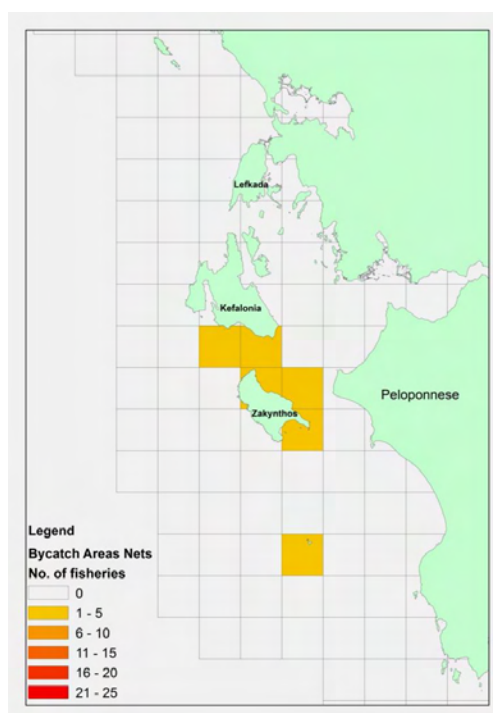
Εποχή	Δίχτυα [km]	Αριθμός αλιευτικών σκαφών	Παραγάδι βυθού [αγκίστρια]	Αριθμός αλιευτικών σκαφών	Παραγάδι επιφανείας [αγκίστρια]	Αριθμός αλιευτικών σκαφών
Άνοιξη	7.552,441	137	1.462.196	124	196.368	38
Καλοκαίρι	6.985,941	135	1.597.282	124	225.875	40
Φθινόπωρο	8.264,297	135	1.421.276	105	110.380	30
Χειμώνας	8.618,218	117	1.421.276	70	69.425	8
Έτος	31.420,897	139	5.902.030	133	602.048	48

### Παρεμπίπτουσα παγίδευση θαλασσοπουλιών

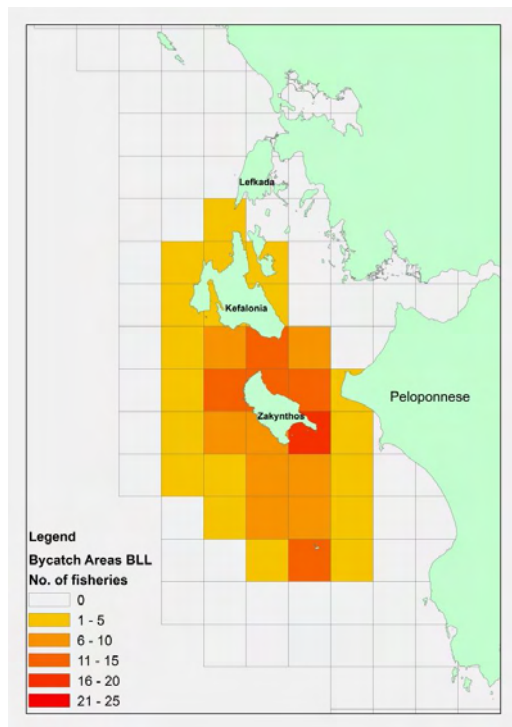
Η σε ετήσια βάση καταγραφή των περιστατικών παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών στους εξεταζόμενους τύπους αλιείας έδειξε ότι, στο σύνολο τους παρατηρούνται κυρίως στις παράκτιες περιοχές της Ζακύνθου, στην παράκτια ζώνη νοτιώς της Κεφαλονιάς και στη θαλάσσια περιοχή γύρω από το νησιωτικό σύμπλεγμα των Στροφάδων Νήσων (Εικόνες 6.15, 6.16, 6.17 και 6.18). Η αρχική εκτίμηση των επιπέδων της παρεμπίπτουσας παγίδευσης βασίστηκε στο συνδυασμό των δεδομένων αναφορικά με την αποτύπωση της ετήσιας αλιευτικής προσπάθειας-έντασης και τον αριθμό των ατόμων ανά είδος θαλασσοπουλιού που παγιδεύονται ετησίως τόσο στο σύνολο των εξεταζόμενων αλιευτικών εργαλείων όσο και σε κάθε τύπο αλιείας ξεχωριστά.



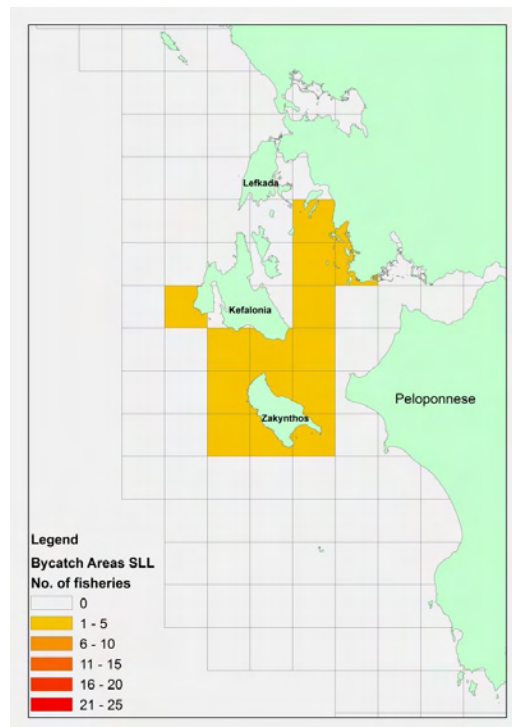
**Εικόνα 6.15** Βασικά αλιευτικά πεδία στο νότιο Ιόνιο όπου παρατηρούνται περιστατικά παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών με χρήση όλων των εξεταζόμενων τύπων αλιείας.



**Εικόνα 6.16** Βασικά αλιευτικά πεδία στο νότιο Ιόνιο όπου παρατηρούνται περιστατικά παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε απλάδι.



**Εικόνα 6.17** Βασικά αλιευτικά πεδία στο νότιο Ιόνιο όπου παρατηρούνται περιστατικά παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε βυθοπαράγαδο



**Εικόνα 6.18** Βασικά αλιευτικά πεδία στο νότιο Ιόνιο όπου παρατηρούνται περιστατικά παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε αφροπαράγαδο.

Τα αποτελέσματα (Πίνακας 6.3) ανέδειξαν τον Αρτέμη ως το περισσότερο ευάλωτο είδος θαλασσοπουλιού στην παρεμπίπτουσα θανάτωση σε αλιευτικά εργαλεία και ειδικότερα στο παραγάδι βυθού (0,0626 άτομα/1.000 αγκίστρια) καθώς και στο αφροπαράγαδο (0,06976 άτομα/1.000 αγκίστρια). Ο Θαλασσοκόρακας καταγράφηκε επίσης ως ένα είδος που συλλαμβάνεται και θανατώνεται σε αλιευτικά εργαλεία όπως το βυθοπαράγαδο (0,00071 άτομα/1.000 αγκίστρια) και το απλάδι (0,00003 άτομα/km δικτύων) που χρησιμοποιείται σε παράκτιες περιοχές όπως π.χ. στον κόλπο του Λαγανά, και οι οποίες φιλοξενούν μικρές αποικίες του είδους (Drechsel *et al.* 2012). Από την άλλη μεριά δεν καταγράφηκε παρεμπίπτουσα παγίδευση Μύχων και Αιγαιόγλαρων στην ευρύτερη περιοχή του νοτίου Ιονίου παρά το γεγονός ότι η παρουσία ειδικά του Μύχου είναι αρκετά συχνά καταγεγραμμένη στην περιοχή μελέτης και ειδικά προς τα τέλη καλοκαιριού με αρχές φθινοπώρου.

**Πίνακας 6.3** Ετήσια εκτίμηση της παρεμπίπτουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών στο νότιο Ιόνιο.

Είδος	Απλάδι [ατ./1000m]	Σύνολο ατόμων	Βυθοπαράγαδο [ατ./1000αγκ.]	Σύνολο ατόμων	Αφροπαράγαδο [ατ./1000αγκ.]	Σύνολο ατόμων
Αρτέμις	0	0	0,0626	351	0,06976	42
Θαλασσοκόρακας	0,00003	1	0,00071	4	0	0
Αιγαιόγλαρος	0	0	0	0	0	0
Μύχος	0	0	0	0	0	0

Μία άλλη θεώρηση των αποτελεσμάτων σχετικά με το βαθμό τυχαίας παγίδευσης των θαλασσοπουλιών, αφορούσε στην ανίχνευση προτύπων εποχικότητας του φαινομένου σε επίπεδο είδους ανά αλιευτικό εργαλείο. Σχετικά με το απλάδι αυτό φάνηκε να έχει κάποιες μικρές αρνητικές συνέπειες μόνο στον Θαλασσοκόρακα και πιο συγκεκριμένα την περίοδο άνοιξης-καλοκαιριού. Ως αποτέλεσμα της πολύ χαμηλής ετήσιας παγίδευσης Θαλασσοκοράκων στο απλάδι με μόλις ένα καταγεγραμμένο άτομο στο σύνολο των ερωτηθέντων ψαράδων, δεν καταγράφηκε εποχικότητα στα επίπεδα τυχαίας παγίδευσης μια και αυτή κυμάνθηκε μεταξύ  $1 \times 10^{-5}$  έως  $3 \times 10^{-5}$  άτομα/km (Πίνακας 6.4).

**Πίνακας 6.4** Εκτίμηση της εποχικότητας στην παρεμπίπτουσα παγίδευση θαλασσοπουλιών σε απλάδι (άτομα/km δικτύων) στο νότιο Ιόνιο.

Είδος	Σύνολο ατόμων	Έτος	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας
Αρτέμις	0	0	0	0	0	0
Θαλασσοκόρακας	1	0,00001	0,00003	0,00003	0	0
Αιγαιόγλαρος	0	0	0	0	0	0
Μύχος	0	0	0	0	0	0

Το βυθοπαράγαδο αναδείχθηκε ως ο βασικός τύπος αλιείας που ευθύνεται για το μεγαλύτερο ποσοστό παρεμπίπτουσας παγίδευσης στην περιοχή ενδιαφέροντος. Με βάση τα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τις απαντήσεις των επαγγελματιών ψαράδων εκτιμήθηκε ότι 351 άτομα Αρτέμηδων πιάνονται ετησίως σε παραγάδι βυθού με το αντίστοιχο ποσοστό να εκτιμάται σε 0,0576 άτομα/1.000 αγκίστρια. Αν και τα περιστατικά παγίδευσης-θανάτωσης Αρτέμηδων σε βυθοπαράγαδο έχουν ανιχνευθεί καθ' όλη σχεδόν τη διάρκεια του χρόνου, αυτά συμβαίνουν κυρίως τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες με τα επίπεδα να ανέρχονται στα 0,061 και

0,153 άτομα/1.000 αγκίστρια αντίστοιχα. Επιπροσθέτως σε βυθοπαράγαδο συλλαμβάνονται και Θαλασσοκόρακες την περίοδο άνοιξης-καλοκαιριού με τα αντίστοιχα ποσοστά να ανέρχονται στα 0,00017άτομα/1.000 αγκίστρια και 0,0042 άτομα/1.000 αγκίστρια (Πίνακας 6.5).

**Πίνακας 6.5** Εκτίμηση της εποχικότητας στην παρεμπύπτουσα παγίδευση θαλασσοπουλιών σε βυθοπαράγαδο (άτομα/1.000 αγκίστρια) στο νότιο Ιόνιο.

Είδος	Σύνολο ατόμων	Έτος	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας
Αρτέμης	351	0,05749	0,06175	0,15307	0,00405	0,00078
Θαλασσοκόρακας	4	0,00091	0,00017	0,0042	0	0
Αιγαιόγλαρος	0	0	0	0	0	0
Μύχος	0	0	0	0	0	0

Από τα θαλασσοπούλια μόνο ο Αρτέμης (42 άτομα σε ετήσια βάση) καταγράφηκε να παγιδεύεται σε αφροπαράγαδο με το αντίστοιχο ποσοστό να εκτιμάται σε 0,0576 άτομα/1.000 αγκίστρια. Τα επίπεδα παγίδευσης παρουσιάζουν εποχικότητα όπως φαίνεται και στον Πίνακα 6.6 που ακολουθεί, μια και τα περιστατικά λαμβάνουν χώρα κυρίως το καλοκαίρι (0,375 άτομα/1.000 αγκίστρια) και σε μικρότερο βαθμό την άνοιξη (0,0365 άτομα/1.000 αγκίστρια).

**Πίνακας 6.6** Εκτίμηση της εποχικότητας στην παρεμπύπτουσα παγίδευση θαλασσοπουλιών σε αφροπαράγαδο (άτομα/1.000 αγκίστρια) στο νότιο Ιόνιο.

Είδος	Σύνολο ατόμων	Έτος	Άνοιξη	Καλοκαίρι	Φθινόπωρο	Χειμώνας
Αρτέμης	42	0,04163	0,03655	0,375	0	0
Θαλασσοκόρακας	0	0	0	0	0	0
Αιγαιόγλαρος	0	0	0	0	0	0
Μύχος	0	0	0	0	0	0

## 6.4 Συζήτηση

Η παρεμπόδιση παγίδευση σε αλιευτικά εργαλεία αποτελεί μία από τις σημαντικότερες αρνητικές επιδράσεις της αλιείας στα θαλασσοπούλια σε παγκόσμιο επίπεδο (Tasker *et al.* 2000). Ενδεικτικό της εν λόγω απειλής αποτελεί το πόρισμα της πρόσφατης μελέτης των Anderson *et al.* (2011), όπου εκτιμάται ότι παγκοσμίως ένα σύνολο 160.000 έως 320.000 θαλασσοπουλιών θανατώνονται σε ετήσια βάση κατά τη διάρκεια αλιευτικών δραστηριοτήτων με χρήση παραγαδιού. Εν πλω παρατηρήσεις του φαινομένου, συλλογή πληροφοριών από κέντρα περίθαλψης άγριας πανίδας καθώς και διανομή σχετικών ερωτηματολογίων σε ψαράδες και αρμόδιες δημόσιες υπηρεσίες αλιείας έχουν προκριθεί σαν βασικές μεθοδολογικές προσεγγίσεις στην εκτίμηση της απειλής που συνιστά η τυχαία παγίδευση σε αλιευτικά εργαλεία για τη θαλάσσια ορνιθοπανίδα (Belda & Sánchez 2001, Dimech *et al.* 2009). Στις περισσότερες περιπτώσεις μάλιστα προτιμάται η συμπλήρωση της γνώσης με τη χρήση τόσο των εν πλω καταγραφών όσο και των ερωτηματολογίων προκειμένου να υπάρξει μία πιο ρεαλιστική αποτύπωση της διάστασης του προβλήματος.

Τα βασικά είδη θαλασσοπουλιών στο νότιο Ιόνιο είναι πέντε και πιο συγκεκριμένα ο Αρτέμης, ο Θαλασσοκόρακας, ο Ασημόγλαρος, ο Μύχος και ο Αιγιάογλαρος. Όλα τα προαναφερθέντα είδη έχουν καταγραφεί σε περιστατικά παρεμπόδιστες παγίδευσης σε αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στην ανατολική Μεσόγειο (ICES 2008), αν και μόνο τα δύο πρώτα είδη καταγράφηκαν να συλλαμβάνονται σε σημαντικούς αριθμούς στην περιοχή μελέτης σύμφωνα με την παρούσα έρευνα. Τα αποτελέσματα αυτά ανταποκρίνονται και στα πληθυσμιακά δεδομένα των θαλασσοπουλιών στο νότιο Ιόνιο το οποίο φιλοξενεί σημαντικές αποικίες κυρίως Αρτέμη και δευτερευόντως Θαλασσοκόρακα.

Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν έδειξαν ότι το βυθοπαράγαδο και σε ένα μικρότερο βαθμό το παραγάδι επιφανείας προκαλούν τη συντριπτική πλειονότητα περιστατικών παρεμπόδιστες σύλληψης τόσο Αρτέμη όσο και Θαλασσοκόρακα. Σε γενικές γραμμές, είδη θαλασσοπουλιών που είναι περισσότερο ευάλωτα στο παραγάδι είναι αυτά που προσελκύονται από τα παρεμπόδιοντα αλιεύματα που πετιούνται στη θάλασσα και προσεγγίζουν σε πρώτη φάση τα αλιευτικά σκάφη, συνηθίζουν να κυνηγούν τη λεία τους στην επιφάνεια της θάλασσας και εξειδικεύονται στην



απόσπαση του δολώματος από το αγκίστρι κατά το καλάρισμα του παραγαδιού (Montevecchi 2002). Το γεγονός αυτό μπορεί να εξηγήσει τη συχνή καταγραφή Αρτέμη κατά τη διάρκεια των εν πλω καταγραφών όπου κατά τη χρήση βυθοπαράγαδου πολλά άτομα προσπαθούσαν με επιδέξιες κινήσεις να αποσπάσουν δόλωμα από τα αγκίστρια κατά τη ρίψη τους στο νερό και πριν αυτά βουλιάξουν, μια και το βάθος στο οποίο μπορούν να βουτήξουν δεν ξεπερνά το 1,5m (Monteiro *et al.* 1996, Burger 2001). Το υψηλό επίπεδο παγίδευσης-θανάτωσης σε παραγάδι που διαπιστώθηκε για το εν λόγω είδος μέσα από τη χρήση του ερωτηματολογίου επιβεβαιώνει επίσης τις αρχικές υποθέσεις. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε συμφωνία με προηγούμενες σχετικές μελέτες που έχουν υλοποιηθεί στη λεκάνη της Μεσογείου όπου ο πελαγικός Αρτέμης εμπλέκεται κατά κόρον σε περιστατικά τυχαίας παγίδευσης με παραγάδι (Belda & Sánchez 2001, Sánchez & Belda 2003, Dimech *et al.* 2009). Επιπλέον η επίθεση του Αρτέμη στα δολώματα του παραγαδιού όπως καταγράφηκε στις εν πλω παρατηρήσεις, εντοπίστηκε χρονικά κατά τη διάρκεια της ανατολής του ηλίου και αργά το απόγευμα κατά τη δύση του. Τα δεδομένα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τα αντίστοιχα ευρήματα από τα ερωτηματολόγια η ανάλυση των οποίων έδειξε ότι ο Αρτέμης, αλλά και ο Θαλασσοκόρακας, είναι περισσότερο ευάλωτοι στην τυχαία σύλληψη σε παραγάδι στις προαναφερθείσες ώρες του ημερήσιου κύκλου.

Σε επίπεδο είδους και με αναγωγή των επιπέδων παρεμπίπτουσας παγίδευσης για τον Αρτέμη (σύμφωνα και με τα δεδομένα της έρευνας με χρήση των ερωτηματολογίων) στο σύνολο των 189 καταγεγραμμένων επαγγελματικών αλιευτικών σκαφών της Ζακύνθου, εκτιμάται ότι 495 άτομα Αρτέμη πιάνονται σε παραγάδι. Το μέγεθος αυτό είναι μεγαλύτερο αναλογικά με τα 129 άτομα Αρτέμη που καταγράφηκαν να πιάνονται ετησίως σε σύνολο 146 ψαράδων στην περιοχή της Μάλτας βάσει σχετικής έρευνας που βασίστηκε σε ερωτηματολόγιο, και όπου ο τοπικός πληθυσμός εκτιμάται στα 6.000-7.000 ζευγάρια (Dimech *et al.* 2009), αλλά σαφώς μικρότερο από εκτιμήσεις του φαινομένου βάσει εν πλω καταγραφών στα νησιά Columbretes στη Δυτική Μεσόγειο όπου γίνεται λόγος για ετήσια παγίδευση 656-2.869 ατόμων (Belda & Sánchez 2001). Η μηδενική καταγραφή περιστατικών παγίδευσης σε βυθοπαράγαδο κατά τις εν πλω παρατηρήσεις στο νότιο Ιόνιο μπορεί να ερμηνευθεί ως αποτέλεσμα του περιορισμένου ελέγχου μια και εξετάστηκαν περίπου 30.000 αγκίστρια, και με βάση το επίπεδο παγίδευσης από τις απαντήσεις των

ερωτηματολογίων (0,0576 άτομα/1.000 αγκίστρια) αναμενόταν να βρεθούν μόλις 1 έως 2 άτομα παγιδευμένα. Αν και θεωρείται πιθανό κάποια από τα άτομα Αρτέμη που πιάνονται αρχές Μαΐου, δηλαδή κατά την προ-αναπαραγωγική περίοδο, να αφορούν σε άτομα που διέρχονται από το νότιο Ιόνιο κατευθυνόμενοι σε αποικίες του είδους στο Αιγαίο, εκτιμάται ότι το σύνολο των παγιδευμένων πουλιών που καταγράφονται προέρχεται από την αποικία των Στροφάδων. Την υπόθεση αυτή ενισχύουν τα πρόσφατα δεδομένα τηλεμετρίας με χρήση πομπών GPS και γεω-εντοπισμού, σχετικά με τις μετακινήσεις των ατόμων Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων στο θαλάσσιο χώρο του Ιονίου κατά τη διάρκεια των πρώτων σταδίων εκκόλαψης των αυγών, δηλαδή κατά το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουλίου (Καρρής αδημ. δεδ.). Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πληθυσμός των Στροφάδων Νήσων ανέρχεται σε 5.000-6.000 αναπαραγωγικά ζευγάρια (Karris *et al.* 2009) και ότι ο συνολικός πληθυσμός εκτιμάται στα 17.000-18.000 άτομα (αναπαραγωγικά και μη), τότε υπολογίζεται ότι ένα ποσοστό της τάξεως του 2,7-2,9% του συνολικού πληθυσμού θανατώνεται ετησίως σε παραγάδι.

Είναι προφανές ότι σύμφωνα και με τις παραπάνω εκτιμήσεις η θανάτωση ατόμων Αρτέμη λόγω της χρήσης παραγαδιού στο νότιο Ιόνιο και η οποία κυρίως συμπίπτει με την αναπαραγωγική του περίοδο (Μάιος-Οκτώβριος), μπορεί να αποτελέσει μία εν δυνάμει απειλή για τη βιωσιμότητα της μεγαλύτερης αποικίας του είδους στον Ελλαδικό χώρο αν συνυπολογιστεί ότι αυτός ο κορυφαίος θαλάσσιος θηρευτής:

α) Παρουσιάζει μεγάλο βαθμό μονογαμίας-πιστότητας και μοιράζεται εξίσου με το ταίρι του τα ιδιαιτέρως αυξημένα καθήκοντα στην επώαση αλλά και στην ανατροφή του νεοσσού. Κατά συνέπεια η απώλεια ενός γονέα λόγω παρεμπόπτουσας παγίδευσης μπορεί να αποβεί μοιραία και για την έκβαση της συνολικής αναπαραγωγικής προσπάθειας.

β) Δεν αποτελεί ένα από τα κατεξοχήν είδη που στηρίζονται τροφικά στα παρεμπόπτοντα αλιεύματα (Camphuysen *et al.* 1995), όπως συμβαίνει για παράδειγμα με τον Αιγαιόλαρο στη δυτική Μεσόγειο (Ogo 1996).

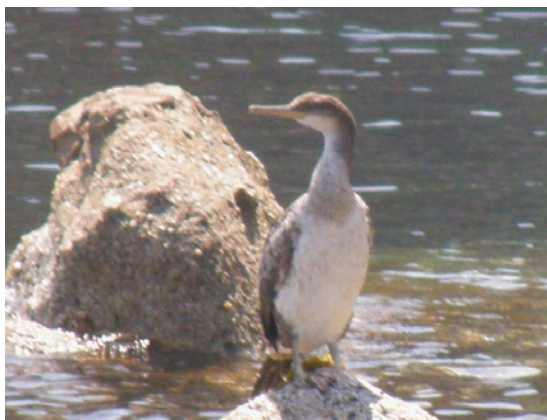
γ) Δέχεται θηρευτική πίεση όχι μόνο από αρουραίους αλλά και από Ασημόγλους που τα τελευταία 5 χρόνια εμφανίζουν αυξητική τάση στον αριθμό των ζευγαριών που φωλιάζουν στα Στροφάδια (Καρρής προσ. παρ.) εκμεταλλεζόμενοι και τα παρεμπόπτοντα αλιεύματα από σκάφη που

δραστηριοποιούνται στην ευρύτερη περιοχή. Το πρόβλημα μπορεί να οξυνθεί για τη βιωσιμότητα της αποικίας του Αρτέμη στα Στροφάδια αφού αντίστοιχες μελέτες έχουν δείξει πως η μείωση της διάθεσης των παρεμπιπτόντων αλιευμάτων λόγω διαχειριστικών μέτρων σε ένα θαλάσσιο οικοσύστημα μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική διαφοροποίηση των τροφικών προτιμήσεων σε οπορτουνιστικά είδη θαλασσοπουλιών, με εκδήλωση εντονότερης θηρευτικής πίεσης σε αυγά, νεοσσούς αλλά και ενήλικα άτομα μικρότερων και λιγότερο επιθετικών ειδών θαλασσοπουλιών (Heubeck *et al.* 1999, Votier *et al.* 2004)

Επιπροσθέτως το εκτιμώμενο μέγεθος της απειλής για τον Αρτέμη στο νότιο Ιόνιο επισημαίνει την ανάγκη άμεσης λήψης διασυνοριακών μέτρων περιορισμού του φαινομένου της παρεμπίπτουσας παγίδευσης (κυρίως σε παραγάδι βυθού), μια και ο συνολικός παγκόσμιος πληθυσμός του εκτιμάται μόλις στα 50.000 ζευγάρια ενώ θεωρείται ήδη τρωτό είδος κυρίως ως αποτέλεσμα της συνεχούς φθίνουσας πληθυσμιακής τάσης του κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών (BirdLife International 2004).

Ο επιδημητικός Θαλασσοκόρακας (Εικόνα 6.19) αποτέλεσε το δεύτερο βασικό είδος που πλήττεται από την παρεμπίπτουσα παγίδευση σε αλιευτικά εργαλεία στο νότιο Ιόνιο. Με αναγωγή στο σύνολο των 189 καταγεγραμμένων σκαφών του επαγγελματικού αλιευτικού στόλου στη Ζάκυνθο, υπολογίζεται ότι ετησίως 6,3 άτομα Θαλασσοκόρακα πιάνονται σε παραγάδι βυθού και απλάδι. Τα άτομα αυτά θεωρείται ότι προέρχονται από τις τοπικές αποικίες και όχι από περαστικά πουλιά μια και το είδος δείχνει φιλοπατρία στις περιοχές αναπαραγωγής (Nelson 2005), εκτιμώντας κατ' αυτόν τον τρόπο τα επίπεδα παγίδευσης στο 3,0 έως 5,0% του τοπικού πληθυσμού, ο οποίος συνολικά αριθμεί 31-53 ζευγάρια (Fric *et al.* 2012a). Αξίζει να αναφερθεί ότι τα περισσότερα περιστατικά παγίδευσης για το είδος αποδίδονται, σύμφωνα με την έρευνα με ερωτηματολόγια, στο παραγάδι βυθού και λιγότερο στο απλάδι. Το αποτέλεσμα αυτό έρχεται σε αντίθεση με τα ευρήματα άλλης σχετικής μελέτης που εκτιμά ότι το απλάδι συνιστά τη σημαντικότερη απειλή για ένα είδος που αποτελεί άριστο δύτη, χρησιμοποιώντας τα πόδια του σαν προπέλα ώστε κατά τις καταδύσεις του να κινείται εύκολα και γρήγορα ακόμη και σε βάθη 60m (Muntaner-Yangüela 2004). Η ικανότητα αυτή μπορεί να εξυπηρετήσει τον Θαλασσοκόρακα στην προσπάθειά του να καρπώνεται από τα παγιδευμένα αλιεύματα στα δίχτυα και γι' αυτό το λόγο θεωρείται το απλάδι ως το πιο επικίνδυνο εργαλείο και κυρίως στις

παράκτιες ζώνες αλιείας. Αν και η γενική θεώρηση των επιπέδων παγίδευσης-θανάτωσης του Θαλασσοκόρακα στην περιοχή μελέτης εκτιμάται ως χαμηλή, το φαινόμενο θα πρέπει να ερευνηθεί περισσότερο σε σχέση με την επίπτωση που μπορεί να έχει στον πληθυσμό του είδους αφού το τελευταίο αριθμεί μόλις 1.000-1.200 ζευγάρια στον Ελλαδικό χώρο (BirdLife International 2004), και θεωρείται από την Ε.Ε. ως είδος προτεραιότητας για διατήρηση και προστασία.



**Εικόνα 6.19** Νεαρός Θαλασσοκόρακας σε ξέρα

Ο Ασημόγλαρος ήταν επίσης ένα είδος το οποίο παρατηρήθηκε να προσεγγίζει τα αλιευτικά σκάφη κατά τις εν πλω καταγραφές προσπαθώντας όμως κυρίως να καρπωθεί από τα παρεμπύπτοντα είδη ψαριών και όχι να αποσπάσει δολώματα από παραγάδι ή αλιεύματα από το απλάδι. Αποτελώντας το πιο κοινό είδος γλάρου στην Ελλάδα μια και μπορεί να καταγραφεί από τις πελαγικές ζώνες μέχρι σε χώρους απόθεσης αστικών απορριμμάτων σε νησιά καθώς και στην ηπειρωτική χώρα, χαρακτηρίζεται από υψηλά επίπεδα οικολογικής και δημογραφικής επιτυχίας. Σε αυτό συμβάλλει σύμφωνα και με τον Furness (2000) η θετική επίδραση των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων όπως οι ανεξέλεγκτες χωματερές και τα παρεμπύπτοντα αλιεύματα από τους ψαράδες, έχοντας οδηγήσει σε πληθυσμιακή «έκρηξη» και εξάπλωση του πορτοουνιστικού αυτού είδους στο χώρο της Ανατολικής Μεσογείου, με τον Ελληνικό πληθυσμό να ξεπερνά τα 100.000 άτομα (ΕΟΕ αδημ. δεδ.).

Συμπερασματικά θα πρέπει να τονιστεί ότι τα αποτελέσματα της εκτίμησης τυχαίας παγίδευσης ειδών θαλασσοπουλιών στο νότιο Ιόνιο θα πρέπει να ληφθούν υπόψη με μεγάλη προσοχή καθώς στηρίζονται κυρίως σε δεδομένα που προέκυψαν από τη χρήση ερωτηματολογίου και λιγότερο σε απευθείας καταγραφές από επαγγελματικά αλιευτικά σκάφη, χωρίς ταυτόχρονα να ελεγχθούν και οι τυχόν επιπτώσεις από τη

δράση του ερασιτεχνικού αλιευτικού στόλου. Ωστόσο τα αποτελέσματα αυτά που προέρχονται από την πρώτη προσπάθεια συστηματικής παρακολούθησης και μελέτης του φαινομένου στο Ιόνιο, δείχνουν ότι υπάρχει άμεση ανάγκη να εκτιμηθεί και να παρακολουθηθεί το συνολικό θέμα σε όλον τον Ελληνικό θαλάσσιο χώρο. Επιπροσθέτως αναδεικνύει τις ιδιαιτερότητες κάθε θαλάσσιας περιοχής όπως φάνηκε και στο νότιο Ιόνιο όπου, η ύπαρξη της μεγάλης αποικίας Αρτέμη στα Στροφάδια δημιουργεί μία ισχυρή δυναμική στις αλληλεπιδράσεις των ψαράδων με το συγκεκριμένο θαλασσοπούλι (π.χ. αξιοσημείωτο επίπεδο θανάτωσης, σημαντική απώλεια δολώματος). Η διαχειριστική αξία των δεδομένων της παρούσας εργασίας έχει ήδη αναδειχθεί τόσο από τη χρήση τους στη σύνταξη του Σχεδίου Δράσης της Ε.Ε. (2011) για την αντιμετώπιση της τυχαίας παγίδευσης θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία όσο και από την αξιοποίησή τους σε οικοσυστημικές προσεγγίσεις για τη διαχείριση του θαλάσσιου χώρου στο Ιόνιο (Issaris *et al.* 2012).

Λύση στο πρόβλημα αποτελεί η άμεση εφαρμογή μέτρων περιορισμού των απωλειών θαλασσοπουλιών στα αλιευτικά εργαλεία που κατά προτεραιότητα μπορεί να περιλαμβάνουν τα εξής (Fric *et al.* 2011):

- Τα παραγάδια πρέπει να βυθίζονται όσο το δυνατόν ταχύτερα και όπου χρειάζεται θα πρέπει να προστίθενται βαρίδια για την επιτάχυνση της βύθισης.
- Το ριζιμο θα πρέπει να γίνεται ως επί το πλείστον τις νυχτερινές ώρες με αποφυγή ρίψης υπολειμμάτων ψαριών κατά τη διάρκεια των επιχειρήσεων οπότε και μπορεί να προσελκύσουν θαλασσοπούλια. Εξάλλου πρόσφατη μελέτη των Grémillet *et al.* (2008) έδειξε ότι τα παρεμπίπτοντα αλιεύματα δεν έχουν ιδιαίτερη θρεπτική αξία για είδη όπως η Σούλα (*Morus bassanus*), επιδρώντας αρνητικά στην ανάπτυξη των νεοσσών που σιτίζονται με αυτά.
- Κατά τη ρίψη δικτύων και παραγαδιού θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ειδικές ταινίες που τρομάζουν τα πουλιά και τα αποθαρρύνουν στο να πλησιάσουν τα αλιευτικά εργαλεία (Εικόνα 6.20).
- Οι ψαράδες θα πρέπει να ενημερώνονται, να ειδικεύονται σχετικά με την παροχή πρώτων βοηθειών σε παγιδευμένα πουλιά και να ενθαρρύνονται ώστε να τα απελευθερώνουν π.χ. αφαιρώντας το αγκίστρι, χωρίς να θέτουν σε κίνδυνο το ίδιο το θαλασσοπούλι.

Τα μέτρα αυτά αφορούν σε πολύ απλές και φθηνές τεχνικές με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα από την εφαρμογή των περισσότερων από αυτά στη δυτική Μεσόγειο, όπως έχει δείξει και η σχετική εργασία των Belda & Sánchez (2001). Ήδη στο περιθώριο των συνεντεύξεων της παρούσας έρευνας, αρκετοί ψαράδες της Ζακύνθου γνωστοποίησαν ότι ακολουθούν αυτοβούλως ανάλογες τεχνικές όπως το καλάρισμα τη νύχτα ή τη χρήση επιπλέον βαριδιών για την ελαχιστοποίηση των πιθανοτήτων επιδρομής από τα θαλασσοπούλια.



**Εικόνα 6.20** Χρήση ειδικών ταινιών (tori line) που τρομάζουν τα πουλιά και τα αποθαρρύνουν στο να πλησιάσουν αλιευτικά εργαλεία π.χ. παραγάδι (πηγή: <http://www.abcbirds.org>).





## Παράρτημα 6B

### Ερωτηματολόγιο εκτίμησης παρεμπόμπουσας παγίδευσης θαλασσοπουλιών

#### Ερωτηματολόγιο σελ. 1

##### Ερωτηματολόγιο για τα θαλασσοπούλια



##### A. Κατανομή των θαλασσοπουλιών

1. Ποια είδη θαλασσοπουλιών συναντάτε

Μύχους (Κέφφος)     Αρτέμηδες     Θαλασσοκόρακες (Καλικάτσουδες)     Αιγαιόγλαρους     Πετρίλους

Αν ναι

2. Σε ποιες περιοχές και ποιες περιόδους (π.χ. ποιο μήνα) του χρόνου συναντάτε τα κοπάδια των θαλασσοπουλιών (με περισσότερα από 10 άτομα);

Περιγράψτε παρακάτω τις τοποθεσίες και τις χρονικές περιόδους που έχετε δει τέτοια κοπάδια. Σημειώστε τις περιοχές στη θάλασσα στον συνοδευτικό χάρτη, με τα αρχικά τους όπως φαίνεται παρακάτω.

M: Μύχος (Κέφφος) .....  
 A: Αρτέμης .....  
 Θ: Θαλασσοκόρακας (Καλικάτσού) .....  
 ΑΙ: Αιγαιόγλαρος .....  
 Υ: Υδροβάτης(Πετρίλος) .....

3. Σε ποια νησιά ή νησίδες πιστεύετε ότι φωλιάζουν θαλασσοπούλια; Περιγράψτε τις τοποθεσίες παρακάτω και σημειώστε τις νησίδες και τα σημεία στα νησιά στον συνοδευτικό χάρτη. (Σημείωση: Οι φωνές που ακούγονται από τις φωλιές των Μύχων και των Αρτέμηδων τη νύχτα μοιάζουν με το κλάμα μωρών παιδιών.)

M: Μύχος (Κέφφος) .....  
 A: Αρτέμης .....  
 Θ: Θαλασσοκόρακας (Καλικάτσού) .....  
 ΑΙ: Αιγαιόγλαρος .....  
 Υ: Υδροβάτης(Πετρίλος) .....

Είδη θαλασσοπουλιών στην Ελλάδα:



#### Ερωτηματολόγιο σελ. 2

##### B. Συλλήψεις θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία



\* προαιρετικά πεδία

Σκάφος: ..... Είδος σκάφους<sup>1</sup>: .....

Λιμάνι\* .....  
 Επαγγελματικό     Ερασιτεχνικό

Μήκος σκάφους: ..... Ισποδύναμη κύριας μηχανής (HP): .....

Αλιευτικά εργαλεία<sup>2</sup>: .....

Αλιευτική προσπάθεια<sup>3</sup>: ..... Αρ. μεροκαμάτων/μήνα<sup>4</sup>: .....

Δίχτυα:	Ιαν.	Φεβ	Μαρ	Απρ.	Μαί.	Ιουν.	Ιουλ.	Αυγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.
Παραγάδια βυθού:												
Αφροπαράγαδα:												
Άλλο:												

Δίχτυα\* ..... (μέτρα/ημέρα)  
 Παραγάδια βυθού\* ..... (αρ. αγκιστριών/ημέρα)  
 Αφροπαράγαδα\* ..... (αρ. αγκιστριών/ημέρα)

Περιοχές αλιείας<sup>5</sup>: .....  
 Απόσταση από την ακτή: ελάχιστη ..... μέγιστη: .....    Βάθος: ελάχιστο: ..... μέγιστο: .....

Απώλεια αλιευμάτων ή/και ζημιές σε αλιευτικά εργαλεία	Ετήσιο κόστος ζημιών (€): .....
Περιοχές: .....	Ένταση της ζημιάς:
Εποχές: .....	<input type="checkbox"/> ελάχιστη
Είδη θαλασσοπουλιών που προκαλούν τη ζημιά: .....	<input type="checkbox"/> μέτρια
Άλλα είδη θαλάσσιων πανίδας που προκαλούν ζημιά: .....	<input type="checkbox"/> μεγάλη

Συλλήψεις θαλασσοπουλιών ανά αλιευτικό εργαλείο

Είδος θαλασσοπουλιών που συλλαμβάνονται <sup>1</sup>	Είδος αλιευτικού εργαλείου <sup>2</sup>	Εποχές συλλήψεων του συγκεκριμένου είδους <sup>4</sup>	Περιοχές συλλήψεων του συγκεκριμένου είδους θαλασσοπουλιών	Αρ. συλλήψεων/ημέρα αλιείας	Αρ. συλλήψεων/μήνα αλιείας	Αρ. συλλήψεων/έτος

Σχόλια / Προτάσεις για την επίλυση του προβλήματος



Επεξηγήσεις

Είδος σκάφους <sup>1</sup>
Παραδοσιακό
Μοντέρνο
Καραβόσκασο
Τρεχαντήρι
Ταχύπλοο
Καταμαράν
Άλλο

Είδος αλιευτικού εργαλείου <sup>2</sup>	
Κωδικός	Εργαλείο
1	Μανωμένα δίχτυα
2	Απλάδια
3	Παραγάδια
4	Ξιφοπαράγδια
5	Βολκοί - Νταούλια
6	Ίχθυοπαγίδες
7	Συρτή
8	Πετονιές
9	Αργαλειός
10	Καλαμαριέρα
11	Ζαργανόδιχτο
12	Κουλούρα
13	Άλλα κυκλικά δίχτυα
14	Άλλα εργαλεία
15	Βιντζότρατα

Είδη θαλασσοπυλίων <sup>3</sup>
Θαλασσοκόρακας (Καλικάτσου)
Μύχος
Αρτέμης
Αιγιδόγλαρος
Ασμηόγλαρος
Υδροβάτης (Πετρίλος)

Εποχές <sup>4</sup>	
Κωδικός	Εποχή
I	Χειμώνας
II	Άνοιξη
III	Καλοκαίρι
IV	Φθινόπωρο
ή	
Ιαν	Ιανουάριος
Φεβ	Φεβρουάριος
Μαρ	Μάρτιος
Απρ	Απρίλιος
Μαι	Μάιος
Ιουν	Ιούνιος
Ιουλ	Ιούλιος
Αυγ	Αύγουστος
Σεπ	Σεπτέμβριος
Οκτ	Οκτώβριος
Νοε	Νοέμβριος
Δεκ	Δεκέμβριος

## **B. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή αποτελεί την πρώτη συστηματική μελέτη σε αποικία Αρτέμη στο Ιόνιο. Το γεγονός ότι, η αποικία των Στροφάδων στην οποία εστιάστηκε το ερευνητικό ενδιαφέρον αποτελεί τη μεγαλύτερη του είδους στην ανατολική Μεσόγειο, καθώς επίσης και ότι η περιοχή μελέτης ανήκει στο Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο Ζακύνθου ενισχύει τη σημασία των ευρημάτων. Τα ευρήματα αυτά που παρουσιάζονται στη συνέχεια ανά κεφάλαιο αναμένεται να αποτελέσουν όχι μόνο τη βάση αναφοράς για τη συγκεκριμένη αποικία του είδους στο Ιόνιο, αλλά και πρώτη ύλη για ολιστική προσέγγιση στη διαχείριση και προστασία ενός από τα δύο αναγνωρισμένα θαλάσσια πάρκα της Ελλάδας.

Ανακεφαλαιώνοντας, τα πιο βασικά αποτελέσματα από την παρούσα Διατριβή αναφέρονται στη συνέχεια (ταξινομημένα ανά κεφάλαιο):

### **1. Απογραφή πληθυσμού**

- ✓ Ο κατάλληλος βιότοπος για φώλιασμα Αρτέμη στο Σταμφάνι και στην Άρπυια εκτιμάται στα 72.186m<sup>2</sup> και 40.253m<sup>2</sup> αντίστοιχα.
- ✓ Στο Σταμφάνι ο κατάλληλος βιότοπος ταξινομείται σε 53.617m<sup>2</sup> βράχων με μακκία βλάστηση και σε 18.569m<sup>2</sup> βράχων με μακκία βλάστηση όπου υπάρχει και μαλακό χώμα για σκάψιμο από τον Αρτέμη. Τα αντίστοιχα μεγέθη για την Άρπυια ανέρχονται στα 29.720m<sup>2</sup> και 10.533m<sup>2</sup>.
- ✓ Η πληθυσμιακή πυκνότητα του αναπαραγωγικού πληθυσμού του Αρτέμη στα Στροφάδια είναι της τάξης περίπου των 0,054 φωλιών/m<sup>2</sup>. Ο τύπος κατάλληλου βιότοπου αναπαραγωγής δεν επηρεάζει την πυκνότητα των ΕΚΘ.
- ✓ Ο αναπαραγωγικός πληθυσμός στα Στροφάδια ανέρχεται στα 5.550 ζευγάρια (C.I. 95%: 3.463 - 7.626) που αντιστοιχούν στο 52-59% του ελληνικού αναπαραγωγικού πληθυσμού μια και σύμφωνα με τα νέα δεδομένα ο τελευταίος ανέρχεται στα 6.663-12.926 ζευγάρια. Από αυτά, τα 3.561 ζευγάρια (C.I. 95%: 2.220 – 4.894) εκτιμάται πως βρίσκονται στο Σταμφάνι και τα 1.989 ζευγάρια (C.I. 95%: 1.242 – 2.732) στην Άρπυια.

- ✓ Ο συνολικός πληθυσμός στην περιοχή των Στροφάδων ανέρχεται περίπου στα 17.000-18.000 άτομα, με το 50% αυτών να θεωρούνται ως μη αναπαραγωγικά.
- ✓ Στα Στροφάδια η πυκνότητα του συνολικού πληθυσμού είναι 2.897 άτ./km ακτογραμμής, ενώ οι αντίστοιχες τιμές για το Σταμόφани και την Άρπυια είναι 3.068 άτ./km και 2.723 άτ./km.

## 2. Αναπαραγωγή

- ✓ Στην αποικία των Στροφάδων καταγράφεται υψηλός βαθμός συγχρονισμού στα στάδια της αναπαραγωγικής προσπάθειας του Αρτέμη, καθώς και σημαντικά επίπεδα φιλοπατρίας.
- ✓ Η ωαπόθεση συμβαίνει μεταξύ 25 Μαΐου και 15 Ιουνίου, με το 80% των ζευγαριών ανά έτος να γεννά μέχρι και τις 5 Αυγούστου. Η εκκόλαψη των νεοσσών αρχίζει στις 12 του Ιουλίου και ολοκληρώνεται μέχρι και τα τέλη του ίδιου μήνα. Το 90-95% των νεοσσών εκκολάπτονται στην αποικία των Στροφάδων μέχρι και τις 15 Ιουλίου. Η ανατροφή των νεοσσών και από τους δύο γονείς μέχρι και την πτέρωσή τους ολοκληρώνεται στις 15-25 Οκτωβρίου.
- ✓ Το ποσοστό της μέσης αναπαραγωγικής επιτυχίας (αριθμός πτερωμένων νεοσσών ανά αριθμό ενεργών φωλιών), της μέσης επιτυχίας εκκόλαψης (αριθμός νεοσσών με επιτυχημένη εκκόλαψη ανά αριθμό αυγών που γεννήθηκαν) και της μέσης επιτυχίας πτέρωσης (αριθμός πτερωμένων νεοσσών ανά αριθμό νεοσσών με επιτυχημένη εκκόλαψη) ήταν  $65,37 \pm 12,25$  %,  $75,62 \pm 7,98$  % και  $86,22 \pm 8,59$  % αντίστοιχα για το σύνολο πέντε αναπαραγωγικών περιόδων (2008-2012).
- ✓ Η εμπειρία των γεννητόρων φαίνεται να επηρεάζει το επίπεδο αναπαραγωγικής επιτυχίας, αφού στις φωλιές που ήταν ενεργές και κατά τις πέντε αναπαραγωγικές περιόδους βρέθηκε υψηλότερο από εκείνες που δεν ήταν, φθάνοντας συνολικά στο 77,5% (N=240).
- ✓ Το μέσο μήκος (6,75 cm), το μέσο πλάτος (4,55 cm) και ο δείκτης μεγέθους (139,9) των αυγών του Αρτέμη στα Στροφάδια έχουν όμοιες τιμές με τις

αντίστοιχες διαστάσεις που βρέθηκαν σε αποικία του είδους στο Αιγαίο και πιο συγκεκριμένα στις Διονυσάδες. Επίσης οι διαστάσεις των αυγών είναι μικρότερες των αντίστοιχων διαστάσεων των αυγών αποικιών του Ατλαντικού.

- ✓ Οι διαστάσεις των αυγών δεν επηρεάζουν την αναπαραγωγική επιτυχία, με εξαίρεση το μήκος τους που επηρεάζει αρνητικά την έκβαση της αναπαραγωγικής προσπάθειας.
- ✓ Η θερμοκρασία και η υγρασία των φωλιών, ο τύπος των φωλιών, καθώς και ο προσανατολισμός της κύριας εισόδου τους που διαμορφώνουν το μικροκλίμα στο εσωτερικό των φωλιών μπορούν να επηρεάσουν την αναπαραγωγική επιτυχία του Αρτέμη. Παρόλ' αυτά το διαφορετικό επίπεδο επίδρασης των παραγόντων αυτών στις διαστάσεις των αυγών, όπως αποκαλύφθηκε από τους σχετικούς στατιστικούς ελέγχους, επιβάλλουν περαιτέρω έρευνα για την επίδραση των αβιοτικών χαρακτηριστικών των θέσεων φωλιάσματος στην αναπαραγωγή του είδους στις Στροφάδες.
- ✓ Η ανίχνευση πιθανών επιδράσεων αβιοτικών παραγόντων στις διαστάσεις των αυγών αναδεικνύει σημαντική αρνητική συσχέτιση μεταξύ θερμοκρασίας στο εσωτερικό των φωλιών και βάρους αυγών. Τόσο η υγρασία στο εσωτερικό των φωλιών όσο και ο τύπος των κατειλημμένων φωλιών αλλά και ο προσανατολισμός της κύριας εισόδου τους δεν φαίνεται να έχουν σημαντική επίδραση στις διαστάσεις των αυγών.

### **3. Μετανάστευση**

- ✓ Τα δεδομένα τηλεμετρίας με χρήση πομπών γεωεντοπισμού (geolocators) υποστηρίζουν για τον Αρτέμη των Στροφάδων ότι υπάρχει μια αρκετά συγχρονισμένη έναρξη της φθινοπωρινής μετανάστευσης (24<sup>η</sup> έως 25<sup>η</sup> Οκτωβρίου) και ένα μεγαλύτερο εύρος ημερομηνιών αναχώρησης (1<sup>η</sup> έως 26<sup>η</sup> Φεβρουαρίου) από τα πεδία διαχείμασης. Η συγχρονισμένη έναρξη της μετανάστευσης πιθανότατα μπορεί να αποτελεί απόκριση των πουλιών στους επικρατούντες ανέμους στη λεκάνη της Μεσογείου.

- ✓ Ο Αρτέμις των Στροφάδων χρησιμοποιεί τα τροπικά θαλάσσια ύδατα κοντά στις ακτές της δυτικής Αφρικής κατά την περίοδο διαχείμασης, και δευτερευόντως τα θαλάσσια πεδία κοντά στον Ισημερινό, στον ανατολικό Ατλαντικό (εύρος κατανομής: από 00°00'N έως 20°00'N και από 10°00'W έως 20°00'W), όπου και ενδεχομένως να αναμειγνύεται με άτομα από αποικίες της δυτικής Μεσογείου. Η παραγωγικότητα στα προαναφερθέντα πεδία διαχείμασης χαρακτηρίζεται από υψηλές τιμές καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και μεγιστοποιείται τους χειμερινούς μήνες.
- ✓ Οι εκτάσεις των περιοχών τροφοληψίας σε Ιόνιο και Αδριατική κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου, είναι συγκρίσιμες ως προς την έκταση τους με τις αντίστοιχες περιοχές τροφοληψίας στον Ατλαντικό κατά την περίοδο διαχείμασης. Πιο συγκεκριμένα, οι εκτάσεις των περιοχών τροφοληψίας κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου και της διαχείμασης ήταν  $258,4 \pm 45,82 \text{ km}^2$  και  $333,4 \pm 325,26 \text{ km}^2$ , αντίστοιχα.
- ✓ Ο Αρτέμις ταξιδεύει κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής μετανάστευσης ευθεία απόσταση της τάξης των  $5.960 \pm 723,19 \text{ km}$  και κατά την επιστροφή του από τα πεδία διαχείμασης στην αποικία των Στροφάδων διανύει μία απόσταση  $9.640 \pm 3915,10 \text{ km}$  αντίστοιχα
- ✓ Η φθινοπωρινή μετανάστευση διαρκεί  $15,4 \pm 3,2$  ημέρες, ενώ η εαρινή μετανάστευση έχει διάρκεια  $14 \pm 5,3$  ημέρες. Η ταχύτητα της εαρινής μετανάστευσης υπολογίζεται στα  $28,9 \pm 3,88 \text{ km/h}$  και είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη φθινοπωρινή που υπολογίζεται στα  $16,6 \pm 3,63 \text{ km/h}$ . Η διάρκεια της μη αναπαραγωγικής περιόδου είναι περίπου 4 μήνες ( $114,6 \pm 11,74$  μέρες).
- ✓ Ο Αρτέμις μετά τη διέλευση από το Γιβραλτάρ, επιλέγει να ακολουθήσει μια διαδρομή αρκετά κοντά στην παράκτια ζώνη της ΒΔ. Αφρικής. Η πορεία των πουλιών κατά την εαρινή μετανάστευση προκειμένου αυτά να επιστρέψουν στην αποικία των Στροφάδων φαίνεται να διαφέρει. Πιο συγκεκριμένα, τα άτομα του Αρτέμις καλύπτουν μεγαλύτερη απόσταση διασχίζοντας πελαγικές περιοχές του Ατλαντικού με φορά σύμφωνη με αυτή των δεικτών του ωρολογίου. Το πρότυπο της επίπονης ενεργειακά πτήσης κατά την εαρινή μετανάστευση αποκαλύπτει συνέργεια των ανέμων.

- ✓ Από τα δεδομένα τηλεμετρίας προκύπτει η αναγκαιότητα εξέτασης της ορθότητας μιας υπόθεσης ερμηνείας που μπορεί να διατυπωθεί και η οποία δηλώνει ότι η αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια της θάλασσας κατά την περίοδο Νοεμβρίου – Φεβρουαρίου στα πεδία διαχείμασης του Αρτέμη, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά όχι μόνο τη διάρκεια και την ένταση της τροφοληψίας των ενήλικων ατόμων κατά τους προαναφερθέντες μήνες, αλλά και την επίδοσή τους ως γεννητόρων κατά τη διάρκεια της αναπαραγωγικής περιόδου που ακολουθεί.

#### 4. Τροφοληψία

- ✓ Η χρήση συσκευών με ενσωματωμένο παγκόσμιο σύστημα προσδιορισμού θέσης (GPS loggers) δείχνει ότι η πλειονότητα των γεννητόρων (67%) ακολουθεί παρόμοιο πρότυπο όσον αφορά στη χωρική κατανομή της τροφοληπτικής δραστηριότητας κατά τα πρώτα στάδια ανατροφής των νεοσσών, με τις καταγεγραμμένες πορείες να εντοπίζονται βορειότερα σε σχέση με την αποικία των Στροφάδων.
- ✓ Η μέση διάρκεια των συνολικά 12 καταγεγραμμένων διαδρομών ήταν  $1,6 \pm 0,99$  ημέρες, με την ελάχιστη διάρκεια διαδρομής να είναι 1 ημέρα και τη μέγιστη 4 ημέρες. Η καταγεγραμμένη απόσταση που κάλυψαν τα άτομα του Αρτέμη ήταν  $181,1 \pm 92,98$  km και ο αντίστοιχος χρόνος που χρειάστηκε ήταν  $22,9 \pm 10,77$  h. Ο έλεγχος συσχέτισης μεταξύ της απόστασης που καλύφθηκε και του χρόνου που χρειάστηκε, βάσει των καταγραφών των πομπών, έδειξε ότι είναι θετική και στατιστικώς σημαντική.
- ✓ Η μέση ταχύτητα των καταγεγραμμένων πτήσεων με τις ενδιάμεσες στάσεις τους ήταν  $8,6 \pm 3,77$  km/h και η συνολική έκταση που χρησιμοποιήθηκε - εξερευνήθηκε από κάθε ένα από τα πουλιά έδειξε μεγάλες διακυμάνσεις τιμών και εκτιμήθηκε στα  $810 \pm 1.085,35$  km<sup>2</sup>. Και σε αυτήν την περίπτωση ο έλεγχος συσχέτισης μεταξύ της ταχύτητας και της έκτασης στην οποία δραστηριοποιήθηκε το κάθε σημασμένο άτομο Αρτέμη έδειξε ότι είναι θετική και στατιστικώς σημαντική.



- ✓ Η χωρική ανάλυση των καταγραφών, έδειξε ότι το εύρος κατανομής των γεννητόρων κατά τα πρώτα στάδια ανατροφής των νεοσσών εντοπίζεται σε μια περιοχή με συντεταγμένες μεταξύ 20° 40' E - 21° 50' E και 37° 10' N - 38° 20' N, και συνολικής έκτασης 8.630 km<sup>2</sup>.
- ✓ Οι περιοχές που χρησιμοποιούνται ως κύρια πεδία τροφοληψίας κατά τα πρώτα στάδια ανατροφής των νεοσσών είναι δύο, έχουν συνολική έκταση 830 km<sup>2</sup> καταλαμβάνοντας το 9,6% του συνολικού εύρους κατανομής του είδους και τοποθετούνται στην παράκτια και πελαγική ζώνη μεταξύ Ζακύνθου και δυτικής Πελοποννήσου καθώς και γύρω από τα Στροφάδια. Αυτά τα βασικά πεδία τροφοληψίας του Αρτέμη εντοπίζονται σε ρηχά και σχετικά ψυχρά νερά με βάθος έως 200 m, γεγονός που πιθανότατα ερμηνεύει τα σημαντικά επίπεδα της τοπικής πρωτογενούς παραγωγικότητας. Εντούτοις, η σημασία των περιοχών αυτών, ως περιοχές τροφοληψίας ενδέχεται να υποβαθμίζεται όσο οι νεοσσοί μεγαλώνουν, οπότε οι γεννήτορες έχουν τη δυνατότητα να λείπουν περισσότερες μέρες από τις φωλιές τους, επισκεπτόμενοι παράκτιες ζώνες που είναι πιο απομακρυσμένες και εμφανίζουν μεγαλύτερες τιμές πρωτογενούς παραγωγικότητας π.χ. λιμνοθάλασσα Μεσολογίου.
- ✓ Η ανάλυση της συμπεριφοράς των έμπειρων ατόμων του Αρτέμη κατά τη διάρκεια των καταγεγραμμένων πορειών τους, ανέδειξε ως κυρίαρχο πρότυπο μετακίνησης την απευθείας πτήση από την αποικία προς τις περιοχές τροφοληψίας και επιστροφής τους στις φωλιές. Επιπλέον, η ξεκούραση φάνηκε να είναι η κύρια συμπεριφορά κατά τη διάρκεια του συνόλου των πορειών που διέγραψαν τα σημασμένα άτομα σε ποσοστό 52,42 ± 13,43 % του συνολικού χρόνου καταγραφής, ακολουθούμενη από την πτήση με ποσοστό 24,45 ± 11,47 %, την τροφοληψία με ποσοστό 18,74 ± 6,82 % και την αναζήτηση τροφής με ποσοστό 4,38 ± 2,90 %.
- ✓ Από τα καταγεγραμμένα δεδομένα τηλεμετρίας επιβεβαιώνεται η συνήθεια των ατόμων του Αρτέμη να σταματούν για κάποιες ώρες μπροστά από την αποικία τους (στη συγκεκριμένη περίπτωση ΝΔ. της νήσου Σταμφάνι), πριν ξεκινήσουν την αναζήτηση τροφής. Παρόμοια συμπεριφορά διαπιστώνεται και κατά την επιστροφή των πουλιών από τα πεδία τροφοληψίας στην αποικία, αφού παραμένουν στη θάλασσα και σε κοντινή απόσταση από την

ακτογραμμή της νήσου Σταμφάνι, έως ότου πέσει απόλυτο σκοτάδι και επισκεφτούν τις φωλιές τους για να ταΐσουν τους νεοσσούς.

- ✓ Είναι πιθανό τα άτομα του Αρτέμη να συνεργάζονται σε κάποιο βαθμό με τους επικρατούντες ανέμους και ανάλογα με την ένταση τους κατά την τροφοληψία τους. Παρόλ' αυτά, η έλλειψη επαρκούς πληροφορίας δεν μπορεί να οδηγήσει σε ασφαλή συμπεράσματα.

## **5. Μορφομετρία και αναγνώριση φύλου πτερωμένων νεοσσών**

- ✓ Η επιτυχής αναγνώριση του φύλου στους εξεταζόμενους πτερωμένους νεοσσούς Αρτέμη στηρίχθηκε στη μοριακή μέθοδο της αλυσιδωτής αντίδρασης πολυμεράσης-polymerase chain reaction (PCR), κάνοντας χρήση της ομάδας εκκινητών 2550F/2718R.
- ✓ Ο προσδιορισμός της αναλογίας φύλου στους πτερωμένους νεοσσούς ( $n=135$ ) Αρτέμη της αποικίας των Στροφάδων μεταξύ των αναπαραγωγικών περιόδων 2007 έως 2011, έδειξε ότι το 52,6% των πτερωμένων νεοσσών ήταν αρσενικοί. Παρόλ' αυτά η μικρή αριθμητική υπεροχή των αρσενικών έναντι των θηλυκών νεοσσών δεν ήταν στατιστικώς σημαντική. Προτείνεται επίσης η παρακολούθηση των επιπέδων διακύμανσης της αναλογίας φύλου για μεγαλύτερη χρονική περίοδο από αυτή των πέντε ετών, προκειμένου να ανιχνευθεί η πιθανή επίδραση οικολογικών παραγόντων στη διακύμανση της αναλογίας φύλου ανά χρονιά.
- ✓ Η ανάλυση των δεδομένων για το σωματικό βάρος και έξι μορφομετρικές μεταβλητές (ολικό μήκος ράμφους, το πλάτος του ράμφους στο ύψος των αλαταδένων, το μήκος του ράμφους από την άκρη του έως την έναρξη των αλαταδένων, το συνολικό μήκος του ολικού ράμφους μαζί με του κεφαλιού, το μήκος του κεφαλιού και το μήκος του ταρσού) των πτερωμένων νεοσσών, έδειξε ότι τα αρσενικά είναι μεγαλύτερα από τα θηλυκά για όλες τις μεταβλητές που εξετάστηκαν. Επιπλέον, το ολικό μήκος του ράμφους αποτέλεσε την παράμετρο με τη μεγαλύτερη τιμή διάκρισης φύλου μεταξύ των πτερωμένων νεοσσών του Αρτέμη στη νήσο Σταμφάνι.

- ✓ Με βάση τη βηματική ανάλυση διάκρισης πραγματοποιήθηκε ταξινόμηση των μεταβλητών με βάση το βαθμό συνεισφοράς τους στην εξίσωση διάκρισης. Πιο συγκεκριμένα την υψηλότερη τιμή διάκρισης για την αναγνώριση του φύλου σε πτερωμένους νεοσσούς Αρτέμη είχε το ολικό μήκος ράμφους (0,814), ακολουθούμενο από το πλάτος του ράμφους (0,459), το μήκος του κεφαλιού (0,400) και το σωματικό βάρος (0,321), ενώ το μήκος του ταρσού (0,177) εμφάνισε τη χαμηλότερη επίδραση διάκρισης και ως εκ τούτου δεν έγινε χρήση αυτής της παραμέτρου στην ανάπτυξη της αντίστοιχης εξίσωσης διάκρισης.
- ✓ Η τελική μορφή της εξίσωσης διάκρισης (D) του φύλου σε πτερωμένους νεοσσούς στηρίχθηκε σε τέσσερις μεταβλητές και πιο συγκεκριμένα στο ολικό μήκος ράμφους, στο πλάτος του ράμφους, στο μήκος του κεφαλιού και στο σωματικό βάρος. Η συνδυασμένη χρήση των μεταβλητών που αναφέρθηκαν προηγουμένως στην πρόβλεψη του φύλου έδωσε μία συνολική αποτελεσματικότητα διάκρισης των δύο φύλων της τάξεως του 81,2%.

## **6. Παρεμπίπτουσα παγίδευση**

- ✓ Η πρώτη συστηματική προσπάθεια αξιολόγησης των επιπέδων παρεμπίπτουσας σύλληψης-θανάτωσης θαλασσοπουλιών σε αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούνται στο νότιο Ιόνιο στηρίχθηκε σε δύο μεθοδολογικές προσεγγίσεις. Πιο συγκεκριμένα, η συλλογή των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με εν πλω καταγραφές σε επαγγελματικά αλιευτικά σκάφη καθώς επίσης και με τη χρήση ειδικού ερωτηματολογίου το οποίο διανεμήθηκε στους επαγγελματίες ψαράδες της Ζακύνθου.
- ✓ Κατά τη διάρκεια των εν πλω καταγραφών ελέγχθηκαν συνολικά 30.000 αγκίστρια βυθοπαράγαδου και 190 km δικτύων, και δεν παρατηρήθηκε κάποια παγίδευση-θανάτωση πουλιού τόσο σε παραγάδι όσο και σε δίχτυα που χρησιμοποιούσαν τα μισθωμένα για την έρευνα σκάφη. Η απώλεια των δολωμάτων από τα αγκίστρια των παραγαδιών οφειλόταν κυρίως στις επιθέσεις του Αρτέμη και δευτερευόντως του Ασημόγλαρου, οι οποίες και καταγράφονταν συνήθως τις πρωινές ώρες με το χάραμα.

- ✓ Οι πληροφορίες που συλλέχθηκαν με τη χρήση του ερωτηματολογίου ανέδειξαν τον Αρτέμη ως το περισσότερο ευάλωτο είδος θαλασσοπούλιου στην παρεμπόπτουσα θανάτωση σε αλιευτικά εργαλεία και ειδικότερα στο παραγάδι βυθού (0,0626 άτομα/1.000 αγκίστρια) καθώς και στο αφροπαράγαδο (0,06976 άτομα/1.000 αγκίστρια). Ο Θαλασσοκόρακας καταγράφηκε επίσης ως ένα είδος που συλλαμβάνεται και θανατώνεται σε αλιευτικά εργαλεία όπως το βυθοπαράγαδο (0,00071 άτομα/1.000 αγκίστρια) και το απλάδι (0,00003 άτομα/km δικτυών) που χρησιμοποιείται σε παράκτιες περιοχές.
- ✓ Σε επίπεδο είδους εκτιμάται ότι 495 άτομα Αρτέμη πιάνονται σε παραγάδι στο σύνολο των 189 καταγεγραμμένων επαγγελματικών αλιευτικών σκαφών της Ζακύνθου. Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο πληθυσμός των Στροφάδων Νήσων ανέρχεται σε 5.000-6.000 αναπαραγωγικά ζευγάρια και ότι ο συνολικός πληθυσμός εκτιμάται στα 17.000-18.000 άτομα (αναπαραγωγικά και μη), τότε υπολογίζεται ότι ένα ποσοστό της τάξεως του 2,7-2,9% του συνολικού πληθυσμού θανατώνεται ετησίως σε παραγάδι.
- ✓ Ο επιδημικός Θαλασσοκόρακας αποτελεί το δεύτερο βασικό είδος που πλήττεται από την παρεμπόπτουσα παγίδευση σε αλιευτικά εργαλεία στο νότιο Ιόνιο. Με αναγωγή στο σύνολο των 189 καταγεγραμμένων σκαφών του επαγγελματικού αλιευτικού στόλου στη Ζάκυνθο, υπολογίζεται ότι ετησίως 6,3 άτομα Θαλασσοκόρακα πιάνονται σε παραγάδι βυθού και απλάδι. Τα άτομα αυτά θεωρείται ότι προέρχονται από τις τοπικές αποικίες και όχι από περαστικά πουλιά μια και το είδος δείχνει φιλοπατρία στις περιοχές αναπαραγωγής, εκτιμώντας κατ' αυτόν τον τρόπο τα επίπεδα παγίδευσης στο 3,0 έως 5,0% του τοπικού πληθυσμού, ο οποίος συνολικά αριθμεί 31-53 ζευγάρια.
- ✓ Η ανάλυση των δεδομένων στην κλίμακα του χρόνου έδειξε ότι τα θαλασσοπούλια είναι περισσότερο ευάλωτα στην τυχαία σύλληψη σε αλιευτικά εργαλεία κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού, και ειδικότερα τις ώρες γύρω από τη ανατολή του ηλίου. Η χωρική ανάλυση των πληροφοριών σχετικά με τα περιστατικά παγίδευσης θαλασσοπουλιών εμφάνισε επίσης διακυμάνσεις.

- ✓ Προτείνεται η λήψη άμεσων διαχειριστικών μέτρων για τον περιορισμό των απωλειών θαλασσοπουλιών στα αλιευτικά εργαλεία στο Ιόνιο, τα οποία θα αφορούν σε πολύ απλές και φθηνές τεχνικές με αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα (π.χ. ριξίμο παραγαδιού κατά τις νυχτερινές ώρες). Σημαντική θεωρείται και η υλοποίηση σχετικής εκστρατείας ενημέρωσης των τοπικών επαγγελματιών αλλά και ερασιτεχνών ψαράδων.

## Γ. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alerstam, T., 1990. Bird Migration. Cambridge University Press, Cambridge, New York, Melbourne.
- Alonso-Alvarez, C. & Velando, A., 2003. Female body condition and brood sex ratio in Yellow-legged Gulls *Larus cachinnans*. *Ibis*, 145: 220-226.
- Anderson, O.R.J., Small, C.J., Croxall, J.P., Dunn, E.K., Sullivan, B.J., Yates, O. & Black, A., 2011. Global seabird bycatch in longline fisheries. *Endangered Species Research*, 14: 91-106.
- Anselme, L. & Durand, J.P., 2012. The Cory's Shearwater *Calonectris diomedea diomedea*, Updated state of knowledge and conservation of the nesting populations of the small Mediterranean islands. Initiative PIM, 23p.
- Araujo, J., Munoz Cobos, J. & Purroy, F.J., 1977. Los rapaces y aves marinas del archipelago de Cabrera. *Naturalia Hispanica* 12: 1-94.
- Ashmole, N.P., 1971. Seabird ecology and the marine environment. In: Farner D.S., King J.R.(eds) *Avial Biology*, vol 1. Academic Press, London, pp. 223-286.
- Ballance, L.T., 2007. Understanding seabirds at sea: why and how? *Marine Ornithology*, 35: 127-135.
- Bannerman, D.A. & Bannerman, W.M., 1968. Birds of the Atlantic Islands. IV. History of the birds of the Cape Verde Islands. Edinburgh.
- Bannerman, D.A. & Bannerman, W.M., 1966. Birds of the Atlantic Islands. III. A history of the birds of the Azores. Edinburgh and London.
- Barboutis, C., Karris, G., Xirouchakis, S. & Fransson, T., 2009. Are migratory birds in the eastern Mediterranean affected by the distance of sea crossing in spring? In: Poulakakis N. & Vardinoyannis K. (Eds). Abstracts of the International Congress on the Zoography, Ecology and Evolution of Eastern Mediterranean, 11<sup>th</sup> ICZEGAR, 21-25 September 2009, Herakleion, Crete, Greece. Hellenic Zoological Society, 218 pages.
- Barbraud, C. & Weimerskirch, H., 2001. Emperor penguins and climate change. *Nature* 411: 183-186.
- Belda, E.J. & Sánchez, A., 2001. Seabird mortality on longline fisheries in the Western Mediterranean: factors affecting bycatch and proposed mitigation measures. *Biological Conservation*, 98: 357-363.

- Bibby, C.J. & Burgess, N.D., 1993. Bird Census Techniques. Academic Press (London), British Trust for Ornithology and Royal Society for the Protection of Birds.
- BirdLife International, 2004. Birds in Europe: Population estimates, trends and conservation status. Wageningen, The Netherlands: BirdLife International. (BirdLife Conservation Series No. 12), 374 pp.
- BirdLife International, 2007. Towards the identification of marine IBAs: Guidelines for identification and delineating marine Important Birds Areas (IBAs) for pelagic species.
- BirdLife International, 2009. *Calonectris diomedea*. In: IUCN 2011. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2011.2. <[www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org)>. Downloaded on 08 April 2012.
- Boano, G., Brichetti, P. & Foschi, U.F., 2010. “La Niña”-driven storms affect winter survival of Mediterranean Cory’s Shearwaters. Italian Journal of Zoology 77 (4): 460-468.
- Bond, A.L. & Jones, I.L., 2009. A practical introduction to stable-isotope analysis for seabird biologists: Approaches, cautions and caveats, 37: 183-189.
- Borg, J.J., 1999. Philopatry in Cory’s Shearwater *Calonectris diomedea* in Malta. I1-Merill 29: 11-15.
- Borg, J.J. & Sultana, J., 2000. Aspects on the breeding biology of Cory’s Shearwater (*Calonectris diomedea*) in the Maltese Islands. Die Vogelwarte 40: 258-264.
- Botsford, L.W., Castilla, J.C. & Peterson, C.H., 1997. The management of fisheries and marine ecosystems. Science 277: 509-515.
- Bourgeois, K., Curé, C., Legrand, J., Gómez-Díaz, E., Vidal, E., Aubin, T. & Mathevon, N., 2007. Morphological versus acoustic analysis: what is the most efficient method for sexing yelkouan shearwaters *Puffinus yelkouan*? Journal of Ornithology, 148: 261-269.
- Bourgeois, K. & Vidal, É., 2007. Yelkouan shearwater nest-cavity selection and breeding success. Comptes Rendus Biologies, 330: 205-214.
- Bretagnolle, V. & Lequette, B., 1990. Structural variation in the call of the Cory’s Shearwater (*Calonectris diomedea*, Aves, Procellariidae). Ethology 85: 313–323.
- Bretagnolle, V. & Thibault, J.C., 1995. Method for Sexing Fledglings in Cory’s Shearwaters and Comments on Sex-ratio Variation. Auk, 112: 785-790.



- Brooke, M. de L., 1978. Sexual differences in the voice and individual vocal recognition in the Manx Shearwater (*Puffinus puffinus*). *Animal Behaviour*, 26 (2): 622-629.
- Brooke, M., 2004. Albatrosses and petrels across the world. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Brothers, N., 1991. Albatross mortality and associated bait loss in the Japanese longline fishery. *Biological Conservation*, 55: 255-268.
- Brothers, N., Gales, R. & Reid, T., 1999. The influence of environmental variables and mitigation measures on seabird catch rates in the Japanese tuna longline fishery within the Australian Fishing Zone, 1991-1995. *Biological Conservation*, 88: 85-101.
- Bugoni, L. & Furness, R.W., 2009. Age composition and sexual size dimorphism of albatrosses and petrels off Brazil. *Marine Ornithology*, 37: 253-260.
- Bull, L.S., Bell, B.D. & Pledger, S., 2005. Patterns of size variation in the Shearwater Genus *Puffinus*. *Marine Ornithology*, 33: 27-39.
- Burger, A.E., 2001. Diving depths of Shearwaters. *The Auk* 118 (3): 755-759.
- Burger, A.E. & Lawrence, A.D., 2001. Census of Wedge-Tailed Shearwaters *Puffinus pacificus* and Audubon's Shearwaters *P. Lherminieri* on Cousin Island, Seychelles using call-playback. *Marine Ornithology*, 29: 57-64.
- Burger, A.E. & Lawrence, A.D., 2000. Seabird Monitoring Handbook for Seychelles. Suggested methods for censusing seabirds and monitoring their breeding performance. BirdLife Seychelles. ISBN: 99931 - 53 - 02 - 8.
- Camphuysen, C.J., Calvo, B., Durinck, J., Ensor, K., Follestad, A., Furness, R.W., Garthe, S., Leaper, G., Skov, H., Tasker, M.L. & Winter, C.J.N., 1995. Consumption of discards by seabirds in the North Sea. Final Report of EC DG XIV Research Contract BIOECO/93/10. NIOZ-Report 1995-5. Netherlands Institute for Sea Research, Texel. 202 pp.
- Camphuysen, K.(C.J.), Shamoun-Baranes, J., Bouten, W. & Garthe, S., 2012. Identifying ecologically important marine areas for seabirds using behavioural information in combination with distribution patterns. *Biological Conservation* 156: 22-29.
- Camphuysen, K. & Van Der Meer J., 2001. Pelagic distribution, moult and (sub-) specific status of Cory's Shearwaters *Calonectris [d]. diomedea/borealis* wintering off southern Africa. *Marine Ornithology* 29: 89-96.

- Cane, M.A., 1983. Oceanographic events during El Niño. *Science* 222: 1189-1195.
- Carey, M.J., 2009. The effects of investigator disturbance on procellariiform seabirds: a review. *New Zealand Journal of Zoology* 36: 367-377.
- Catry, P., Dias, M.P., Phillips, R.A. & Granadeiro, J.P., 2013. Carry-over effects from breeding modulate the annual cycle of a long-distance migrant: an experimental demonstration. *Ecology* 94 (6): 1230-1235.
- Catry, P., Matias, R., Vicente, L. & Granadeiro, J.P., 2009. Brood-guarding behaviour in Cory's Shearwaters *Calonectris diomedea*. *Journal of Ornithology* 150: 103-108.
- Cecere, J.G., Catoni, C., Maggini, I., Imperio, S. & Gaibani, G., 2013. Movement patterns and habitat use during incubation and chick-rearing of Cory's shearwaters (*Calonectris diomedea diomedea*) (Aves: Vertebrata) from Central Mediterranean: influence of seascape and breeding stage. *Italian Journal of Zoology* 80 (1): 82-89.
- Chavigny, J. de & Mayaud, N., 1932. Sur l'avifaune des Açores. Généralités et étude contributive. *Alauda* 4: 133-155, 304-348, 416-441.
- Codina-García, M., Militão, T., Moreno, J. & González-Solis, J., 2013. Plastic debris in Mediterranean seabirds. *Marine Pollution Bulletin*, In press.
- Cooper, J., Baccetti N., Belda, E.J., Borg, J.J., Oro, D., Papaconstantinou, C. & Sanchez, A., 2002. Seabird mortality from longline fishing in the Mediterranean Sea and Macaronesian waters: a review and a way forward. *Scientia Marina*, 67 (2): 57-64.
- Copello, S., Quintana, F. & Somoza, G., 2006. Sex determination and sexual size-dimorphism in Southern Giant-Petrels (*Macronectes giganteus*) from Patagonia, Argentina. *Emu*, 106: 141-146.
- Coulson, J.C., Thomas, C.S., Butterfield, J.E.L., Duncan, N., Monaghan, P. & Shedden, C., 1983. The use of head and bill length to sex live gulls Laridae. *Ibis*, 125: 549-557.
- Crawford, R.J.M., Tree, A.J., Whittington, P.A., Visagie, J., Upfold, L., Roxburg, K.J., Martin, A.P. & Dyer, B.M., 2008. Recent distributional changes of seabirds in South Africa: is climate having an impact? *African Journal of Marine Science* 30 (1): 189-193.
- Crick, H.Q.P., 2004. The impact of climate change on birds. *Ibis* 146 (Suppl. 1): 48-56.

- Croxall, J.P., Butchart, S.H.M., Lascelles, B., Stattersfield, A.J., Sullivan, B., Symes, A. & Taylor, P. 2012. Seabird conservation status, threats and priority actions: a global assessment. *Bird Conservation International*, 22: 1-34.
- Cure, C., Aubin, T. & Mathevon, N., 2009. Acoustic convergence and divergence in two sympatric burrowing nocturnal seabirds. *Biological Journal of the Linnean Society*, 96: 115-134.
- Davoren, G.K., 2007. Effects of gill-net fishing on marine birds in a biological hotspot in the northwest Atlantic. *Conservation Biology*, 21: 1032-1045.
- Defos du Rau, P., Bourgeois, K., Ruffino, L., Dromzée, S., Ouni, R., Abiadh, A., Estéve, R., Durand, J-P., Anselme, L., Faggio, G., Yahya, J.M., Peters, P., Rguibi, H., Renda, M., Miladi, B., Hamrouni, H., Alileh, S., Ben Dhafer, A., Nefla, A., Jaouadi, W., Agrebi, S., Renou, S. 2012. New assessment of the world largest colony of Scopoli's Shearwater *Calonectris diomedea* (pp. 26-28). In: Yésou P., Bacetti N. & Sultana J. (Eds.) *Ecology and Conservation of Mediterranean Seabirds and other bird species under the Barcelona Convention – Proceedings of the 13<sup>th</sup> Medmaravis Pan-Mediterranean Symposium, Alghero (Sardinia) 14-17 Oct. 2011. Medmaravis, Alghero.*
- Dell' Ariccia, G., Dell' Omo, G., Massa, B. & Bonadonna, F., 2010. First GPS-tracking of Cory's shearwater in the Mediterranean Sea. *Italian Journal of Zoology* 77 (3): 339-346.
- Derhé, M., 2012. Developing a population assessment for Scopoli's and Cory's Shearwaters *Calonectris diomedea/Calonectris borealis*. (Pp.29-38). In: Yésou P., Bacetti N. & Sultana J. (Eds.) *Ecology and Conservation of Mediterranean Seabirds and other bird species under the Barcelona Convention – Proceedings of the 13<sup>th</sup> Medmaravis Pan-Mediterranean Symposium, Alghero (Sardinia) 14-17 Oct. 2011. Medmaravis, Alghero.*
- Dias, M.P., Granadeiro J.P. & Catry P., 2012. Working the day or the night shift? Foraging schedules of Cory's shearwaters vary according to marine habitat. *Marine Ecology Progress Series* 467: 245-252.
- Dias, M.P., Granadeiro, J.P., Phillips, R.A., Alonso, H. & Catry, P., 2011. Breaking the routine: individual Cory's shearwaters shift winter destinations between hemispheres and across ocean basins. *Proceedings of the Royal Society B* 278: 1786-1793.

- Dimech, M., Darmanin, M., Caruana, R. & Raine, H., 2009. Preliminary data on seabird by-catch from the Maltese long line fishery (Central Mediterranean). Collective Volume of Scientific Papers. ICCAT, 64 (7): 2335-2341.
- Drechsel, F., Karris, G., Kokkali, A., Voulgaris M.D. & Poulicek, M. 2012. Spatio-temporal distribution and behaviour of three common seabird species in Laganas gulf and Argassi (SE Zakynthos, Ionian Sea, Western Greece). In: Book of Abstracts of the 19th Benelux Congress of Zoology, Integrative biology: From ecology to molecules. 19-20 October 2012, Brussels, Belgium. Université Libre de Bruxelles & Vrije Universiteit Brussel.
- Dubiec, A. & Zagalska-Neubauer, M., 2006. Molecular techniques for sex identification in birds. *Biological Letters*, 43(1): 3-12.
- Durant, J.M., Anker-Nilssen, T. & Stenseth, N.C., 2003. Trophic interactions under climate change fluctuations: the Atlantic puffin as an example. *Proceeding of Royal Society London B* 270: 1461-1466.
- Dunn, M.J., Silk, J.R.D. & Trathan, P.N., 2011. Post-breeding dispersal of Adélie penguins (*Pygoscelis adeliae*) nesting at Signy Island, South Orkney Islands. *Polar Biology* 34 (2): 205-214.
- Easterling D.R., Meehl, G.A., Parmesan, C., Changnon, Karl, T.R. & Mearns, L.O., 2000. Climate extremes: observations, modeling and impacts. *Science* 289: 2068-2074.
- E.C., 2011. Contribution to the preparation of a Plan of Action for Seabirds. Final Report. pp. 308 ([http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/studies/seabirds\\_2011\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/fisheries/documentation/studies/seabirds_2011_en.pdf), 9/11/11).
- E.E., 2006. ΑΠΟΦΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ της 19ης Ιουλίου 2006 σχετικά με την έγκριση, σύμφωνα με την οδηγία 92/43/ΕΟΚ του Συμβουλίου, του καταλόγου των τόπων κοινοτικής σημασίας για τη μεσογειακή βιογεωγραφική περιοχή [κοινοποιηθείσα υπό τον αριθμό E(2006) 3261] (2006/613/ΕΚ).
- E.E., 2010. Μια δημόσια διαβούλευση για τα θαλάσσια πτηνά. *Αλιεία και Υδατοκαλλιέργεια στην Ευρώπη*, 49: 10.
- Einoder, L.D., 2009. A review of the use of seabirds as indicators in fisheries and ecosystem management. *Fisheries Research* 95: 6-13.
- Einoder, L.D., Page, B. & Goldsworthy, S.D., 2008. Sexual size dimorphism and assortative mating in the Short-tailed Shearwater *Puffinus tenuirostris*. *Marine Ornithology*, 36: 167-173.

- EOE, 1995. Σημαντικές περιοχές για τα πουλιά της Ελλάδας, GR087: Νήσοι Στροφάδες. Διαθέσιμο στο: [http://ornithologiki.gr/page\\_iba.php?aID=87](http://ornithologiki.gr/page_iba.php?aID=87)
- Erwin, C.A. & Congdon, B.C., 2007. Day-to-day in sea surface temperature reduces sooty tern *Sterna fuscata* foraging success on the Great Barrier Reef, Australia. *Marine Ecology Progress Series* 331: 255-266.
- European Commission, 2007. Guidelines for the establishment of the Natura 2000 network in the marine environment. Application of the Habitats and Birds Directives.
- Evans, D.R., Cavanagh, P.M., French, T.W. & Blodget, B.G., 1995. Identifying the sex of Massachusetts Herring Gulls by linear measurements. *Journal of Field Ornithology*, 66(1): 128-132.
- FAO, 2008. Report of the Expert Consultation on Best Practice Technical Guidelines for IPOA/NPOA-Seabirds. Bergen Norway, 2-5 September 2008. FAO Fisheries and Aquaculture Report. No. 880. Rome, FAO. 2008. 37 pp.
- Fauchald, P., 2009. Spatial interaction between seabirds and prey: review and synthesis. *Marine Ecology Progress Series* 391: 139-151.
- Favero, M., Khatchikian, C.E., Arias, A., Rodriguez, M.P.S., Canete, G. & Jelich, R.M., 2003. Estimates of seabird by-catch along the Patagonian Shelf by Argentine longline fishing vessels, 1999-2001. *Bird Conservation International*, 13: 273-281.
- Fernandez, O., 1984. Synthèse des observations relatives à l'étude de la biologie de reproduction des Puffins cendrés nicheurs sur les îles de Marseille. Unpublished manuscript.
- Fernandez, O., 1985. Etude synoptique des observations relatives au nid du Puffin cendre *Calonectris diomedea* sur les isles de Marseille. *Alauda* 53: 147-148.
- Field, A., 2005. *Discovering Statistics Using SPSS*, 2<sup>nd</sup> ed. London: SAGE Publications Ltd.
- Frantzis, A., Alexiadou, P., Paximadis, G., Politi, E., Gannier, A. & Corsini-Foka, M., 2003. Current knowledge of the cetacean fauna of the Greek Seas. *Journal of Cetacean Research and Management* 5 (3): 219-232.
- Fric, J., Portolou, D., Manolopoulos, A. & Kastritis, T., 2012a. Important Areas for Seabirds in Greece. LIFE07 NAT/GR/000285 – Hellenic Ornithological Society (HOS / BirdLife Greece), Athens.
- Fric, J., Trigou, R., Dendrinou, P., Karris, G., Peristeraki, P., Kasapidis, P., Ramirez, I. & Dimalexis, T., 2012b. Conservation actions for the Mediterranean Shag

- Phalacrocorax aristotelis desmarestii* and Audouin's Gull *Larus audouinii* in Greece, including the inventory of relevant marine IBA's (pp. 223-228). In: Yésou P., Bacetti N. & Sultana J. (Eds.) Ecology and Conservation of Mediterranean Seabirds and other bird species under the Barcelona Convention – Proceedings of the 13<sup>th</sup> Medmaravis Pan-Mediterranean Symposium, Alghero (Sardinia) 14-17 Oct. 2011. Medmaravis, Alghero.
- Fric, J., Tzali, M., Karris, G. & Peristeraki, P., 2011. Assessment of seabird bycatch in the Aegean and Ionian Sea. Final Report for LIFE 07NAT/GR/000285. 66 p.p.
- Fridolfsson, A.K. & Ellegren, H., 1999. A simple and universal method for molecular sexing of non-ratire birds. *Journal of Avian Biology*, 30: 116-121.
- Furness, R.W., 1984. Influences of adult age and experience, nest location, clutch size and laying sequence on the breeding success of the Great Skua *Catharacta skua*. *Journal of Zoology London* 202: 565–576.
- Furness, R.W., 1987. The Skuas. T. and A. D. Poyser, London.
- Furness, R.W., 2000. Impacts of fisheries on seabird community stability. ICES CM 2000/Q:03.12 pp.
- Furness, R.W. & Camphuysen, K., 1997. Seabirds as monitors of the marine environment. *ICES Journal of Marine Science* 54 (4): 726-737.
- Furness, R.W., Hilton, G. & Monteiro, L.R., 2000. Influences of coastal habitat characteristics on the distribution of Cory's Shearwaters *Calonectris diomedea* in the Azores archipelago. *Bird Study*, 47: 257-265.
- Gandini, P. & Frere, E., 2012. The economic cost of seabird bycatch in Argentinean longline fisheries. *Bird Conservation International*, 22: 59-65.
- Gaultier, T., 1978. Contribution à l'étude de *Calonectris diomedea diomedea* de File de Zembra (Tunisie). *Instit. Rech. Sc. Tech. Tunis*.
- Genovart, M., McMinn, M. & Bowler, D., 2003. A Discriminant Function for Predicting Sex in the Balearic Shearwater. *Waterbirds*, 26(1): 72-76.
- Genovart, M., Oro, D., Forero, M.G., Igual, J.M., González-Solís, J. & Ruiz, X., 2005. Parental body condition does not correlate with offspring sex ratio in Cory's Shearwaters. *The Condor*, 107:161–167.
- Genovart, M., Sanz-Aguilar, A., Fernández-Chacón, A., Igual, J.M., Pradel, R., Forero, M.G. & Oro, D., 2013. Contrasting effects of climatic variability on the demography of a trans-equatorial migratory seabird. *Journal of Animal Ecology* 82: 121-130.

- Gibbons, D.W. & Vaughan, D., 1998. The population size of Manx Shearwater *Puffinus puffinus* on 'The Neck' of Skomer Island: a comparison of methods. *Seabird*, 20: 3–11.
- Gilbert, G., Gibbons, D.W. & Evans, J., 1998. Bird monitoring methods. The Royal Society for the Protection of Birds. The Lodge, Sandy, Bedfordshire SG19 2DL, GB.
- González-Solís, J., Croxall, J.P., Orueta, J.F & Oro, D., 2007. Trans-equatorial migration and mixing in the wintering areas of a pelagic seabird. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5 (6): 297–301.
- González-Solís, J., Felicísimo, A., Fox, J.W., Afanasyev, V., Kolbeinsson, Y., Muñoz, J., 2009. Influence of sea surface winds on shearwater migration detours. *Marine Ecology Progress Series* 391: 221–230.
- Γκούτνερ, Β., 2008. Ορνιθολογία. University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
- Granadeiro, J.P., 1988. Contribuição para o conhecimento da biologia da Pardela-de-bico-amarelo *Calonectris diomedea borealis* (Cory, 1881) nidificante na ilha da Berlenga. Relatório de estágio de licenciatura em biologia, Facultad de ciencias de Lisboa.
- Granadeiro, J.P., 1991. The breeding biology of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Berlenga Island, Portugal. *Seabird* 13: 30-39.
- Granadeiro, J.P., 1993. Variation in measurements of Cory's shearwater between populations and sexing by discriminant analysis. *Ringed & Migration* 14 (2): 103-112.
- Granadeiro, J.P., Dias, M.P., Rebelo, R., Santos, C.D. & Catry, P., 2006. Numbers and population trends of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* at Selvagem Grande, Northeast Atlantic. *Waterbirds* 29: 56-60.
- Granadeiro, J.P., Monteiro, L.R. & Furness R.W., 1998a. Diet and feeding ecology of *Calonectris diomedea* in the Azores, north-east Atlantic. *Marine Ecology Progress Series* 166: 267-276.
- Granadeiro, J.P., Nunes, M., Silva, M.C. & Furness, R.W., 1998b. Flexible foraging strategy of Cory's shearwater, *Calonectris diomedea*, during the chick-rearing period. *Animal Behaviour* 56: 1169-1176.
- Grosbois, V. & Thompson, P.M., 2005. North Atlantic climate variation influences survival in adult fulmars. *Oikos* 109: 273-290.
- Grecian, W.J., Witt, M.J., Attrill, M.J., Bearhop, S., Godley, B.J., Grémillet, D., Hamer, K.C. & Votier, S.C., 2012.



- A novel projection technique to identify important at-sea areas for seabird conservation: An example using Northern gannets breeding in the North East Atlantic. *Biological Conservation* 156: 43-52
- Gregory, R.D., Gibbons, D.W. & Donald, P.F., 2004. Bird census and survey techniques. (Pp. 17-55) In: Sutherland, W.J., Newton, I. & Green, R.E. (Eds.), *Bird ecology and conservation. A handbook of techniques*. Oxford University Press 2004 [reprinted 2005 (twice)].
- Grémillet, D., Pichegru, L., Kuntz, G., Woakes, A.G., Wilkinson, S., Crawford, R.J.M. & Ryan, P.G., 2008. A junk-food hypothesis for gannets feeding on fishery waste. *Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences*, 275: 1149-1156.
- Griffiths, R., 1992. Sex-biased mortality in the Lesser Black-backed Gull *Larus fuscus* during the nestling stage. *Ibis*, 134: 237-244.
- Hamer, K.C. & Furness, R.W., 1991. Age-specific breeding performance and reproductive effort in Great Skuas *Catharacta skua*. *Journal of Animal Ecology* 60: 693–704.
- Hamer, K.C., Humphreys, E.M., Garthe, S., Hennicke, J., Peters, G., Grémillet, D., Phillips, R.A., Harris, M.P., Wanless, S., 2007. Annual variation in diets, feeding locations and foraging behaviour of gannets in the North Sea: flexibility, consistency and constraint. *Marine Ecology Progress Series* 338: 295-305.
- Hamer, K. & Read, H., 1987. Patterns of return to land in a colony of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* on Selvagem Grande. *Seabird* 10: 3-11.
- Hamer, K.C., Schreiber, E.A. & Burger, J., 2002. Breeding Biology, Life Histories, and Life History–Environment Interactions in Seabirds. In: *Biology of marine birds* (E. A. Schreiber and J. Burger, Eds.)-Chapter 8. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Harris, M.P., Daunt, F., Newell, M., Phillips, R.A. & Wanless, S., 2010. Wintering areas of adult Atlantic puffins *Fratercula arctica* from a North Sea colony as revealed by geolocation technology. *Marine Biology* 157: 827–836.
- Hartert, E. & Ogilvie-Grant, W.R., 1905. On the birds of the Azores. *Nov. Zool.* 12: 80-128.
- Hazevoet, C.J., 1995. *The birds of the Cape Verde Islands*. Tring, UK: British Ornithologists' Union (Check-list 13).
- Hellenic Ornithological Society (HOS), 2011. LIFE project for the seabirds of Greece. Available at: [http://www.ornithologiki.gr/page\\_cn.php?fID=2574andaID=1046](http://www.ornithologiki.gr/page_cn.php?fID=2574andaID=1046)

- Hellenic Ornithological Society (HOS), 2007. Seabird Survey Methods. Unpublished report.
- Heubeck, M., Mellor, R.M., Harvey, P.V., Mainwood, A.R. & Riddington, R., 1999. Estimating the population size and rate of decline in kittiwakes *Rissa tridactyla* breeding in Shetland 1981–97. *Bird Study*, 46: 48–61.
- Hoegh-Guldberg, O., 1999. Climate change, coral bleaching and the future of the world's coral reefs. *Marine Freshwater Research* 50: 839-866.
- Horne, J.S. & Garton E.O., 2006. Likelihood Cross-Validation Versus Least Squares Cross-Validation for Choosing the Smoothing Parameter in Kernel Home-Range Analysis. *Journal of Wildlife Management* 7 (3): 641-648.
- Θεοδωροπούλου, Α., 2006. Η Μονή Στροφάδων: Αποτύπωση – Παθολογία- Προδιαγραφές Αποκατάστασης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
- Iapichino, C., Lo Valvo, F. & Massa, B., 1983. Biometria della Berta maggiore (*Calonectris diomedea*) dell'isola di Linosa (Pelagie). *Riv. Ital. Orn. Milano* 53: 145-152.
- ICES, 2008. Report of the Working Group on Seabird Ecology (WGSE), 10-14 March 2008, Lisbon, Portugal. ICES CM 2008/LRC:05. 99 pp.
- Igual, J.M., Forero, M.G., Gomez, T., Orueta, J.F. & Oro, D., 2006. Rat control and breeding performance in Cory's shearwater (*Calonectris diomedea*): effects of poisoning effort and habitat features. *Animal Conservation* 9: 59-65.
- Igual, J.M., Tavecchia, G., Jenouvrier, S., Forero, M.G. & Oro, D., 2009. Buying years to extinction: is compensatory mitigation for marine bycatch a sufficient conservation measure for long-lived seabirds? *PLoS One* 4: e4826.
- Issaris, Y., Katsanevakis, S., Pantazi, M., Vassilopoulou, V., Panayotidis, P., Kavadas, S., Kokkali, A., Salomidi, M., Frantzis, A., Panou, A., Damalas, D., Klaoudatos, D., Sakellariou, D., Drakopoulou, V., Kyriakidou, C., Maina, I., Fric, J., Smith, C., Giakoumi, S. & Karris, G. 2012. Greek Ionian Sea and the adjacent gulfs: Ecological mapping considering uncertainty for the needs of ecosystem-based marine spatial management. *Mediterranean Marine Science* 13 (2): 297-311.
- IUCN, 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). Downloaded on 16 May 2013.
- Jones, M.J., 1986. Breeding synchrony of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* on Selvagem Grande. *Ibis* 128: 423-426.

- Jouanin, C., 1976. Note sur la biométrie des Puffins cendrés de Tunisie. *L'Oiseau et R.F.O.* 46: 97-102.
- Karpouzi, V.S., Watson, R. & Pauly, D., 2007. Modelling and mapping resource overlap between seabirds and fisheries on a global scale: a preliminary assessment. *Marine Ecology Progress Series*, 343: 87-99.
- Karris, G., Fragedakis-Tsolis, S., Giokas, S., Sfenthourakis, S., Xirouchakis, S. & Fric J., 2009. Breeding performance and population size of the Cory's Shearwater colony on Strofades Island complex (Ionian Sea, Western Greece). In: Poulakakis, N. & Vardinoyannis, K. (Eds). Abstracts of the International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Regions, 11th ICZEGAR, 21-25 September 2009, Herakleion, Crete, Greece. Hellenic Zoological Society.
- Karris, G., Xirouchakis, S., Grivas, K., Fric, J., Dimalexis, T. & Sfenthourakis, S., 2011. Migratory behaviour of Cory's Shearwaters, *Calonectris diomedea*, from an Ionian Sea colony: An application of miniature geolocation technology. In: Fusani, L., Coppack, T. & Strazds, M. (eds) 2011. Abstracts of the 8th Conference of the European Ornithologists' Union, 27–30 August 2011, Riga, Latvia. Latvian Ornithological Society, 432 pp.
- Karris, G., Fric, J., Kitsou, Z., Kalfopoulou, J., Giokas, S., Sfenthourakis, S. & Poirazidis, K., 2013. Does by-catch pose a threat for the conservation of seabird populations in the southern Ionian Sea (eastern Mediterranean)? A questionnaire-based survey of local fisheries. *Mediterranean Marine Science* 14 (3): 19-25.
- Kassara, C., Dimalexis, A., Fric, J., Karris, G., Barboutis, C. & Sfenthourakis, S., 2012. Nest-site preferences of Eleonora's falcon (*Falco eleonora*) on uninhabited islets of the Aegean Sea with the use of GIS and species distribution models. *Journal of Ornithology*, 153 (3): 663-675.
- Keitt, B.S. Tershy, B.R. & Croll, D.A. 2004. Nocturnal behavior reduces predation pressure on Black-vented Shearwaters *Puffinus opisthomelas*. *Marine Ornithology* 32 (2): 173-178.
- Kelleher, K., 2005. Discards in the world's marine fisheries. An update. FAO Fisheries Technical Paper No. 470. FAO, Rome: 131 pp.
- Kipling, R.P., 2013. Measuring seabird productivity: Inter-plot differences in the effect of site openness on the breeding success of the Common Guillemot *Uria aalge*. *Journal of Ornithology* 154 (4): 1079-1085.

- Kitaysky, A.S. & Golubova, E.G., 2000. Climate change causes contrasting trends in reproductive performance of planktivorous and piscivorous alcids. *Journal of Animal Ecology* 69: 248-262.
- Lawton, K., Robertson, G., Kirkwood, R., Valencia, J., Schlatter, R. & Smith, D., 2006. An estimate of population sizes of burrowing seabirds at the Diego Ramirez archipelago, Chile, using distance sampling and burrow-scoping. *Polar Biology*, 29: 229-238.
- Λεγάκις, Α. & Μαραγκού, Π. (επιμ. εκδ.), 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα, 528 σελ.
- Lecoq, M., Catry, P. & Granadeiro, J.P., 2010. Population trends of Cory's Shearwaters *Calonectris diomedea borealis* breeding at Berlengas Islands, Portugal. *Airo* 20: 36-41.
- Lecoq, M., Ramírez, I., Geraldes, P. & Andrade, J., 2011. First complete census of Cory's Shearwaters *Calonectris diomedea borealis* breeding at Berlengas Islands (Portugal), including the small islets of the archipelago. *Airo* 21: 31-34.
- Levy, P.S. & Lemeshow, S., 2008. *Sampling of Populations: Methods and Applications*. 4<sup>th</sup> ed. New Jersey: J. Wiley & Sons, Inc.
- Liordos, V. & Goutner, V., 2008. Sex determination of Great Cormorants (*Phalacrocorax carbo sinensis*) using morphometric measurements. *Waterbirds*, 31(2): 203-210.
- Lo Valvo, M., 2001. Sexing Adult Cory's Shearwater by Discriminant Analysis of Body Measurements on Linosa Island (Sicilian Channel), Italy. *Waterbirds*, 24(2): 169-174.
- Longhurst, A., 1981. *Analysis of Marine Ecosystems*. Academic Press, New York.
- Lormé, H., Delord, K., Letournel, B. & Barbraud, C., 2012. Population survey of Leach's Storm-Petrels breeding at Grand Colombier Island, Saint-Pierre and Miquelon Archipelago. *The Wilson Journal of Ornithology* 124 (2): 245-252.
- Louzao, M., Arcos, J.M., Guijarro, B., Valls, M. & Oro, D., 2011. Seabird-trawling interactions: factors affecting species-specific to regional community utilization of fisheries waste. *Fisheries Oceanography*, 20 (4): 263-277.
- Louzao, M., Bécarea, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. & Arcos, J.M., 2009. Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 391: 183-197.

- Machovsky-Capuska, G.E., Hauber, M.E., Dassis, M., Libby, E., Wikelski, M.C., Schuckard, R., Melville, D.S., Cook, W., Houston, M. & Raubenheimer, D., 2013. Foraging behaviour and habitat use of chick-rearing Australasian Gannets in New Zealand. *Journal of Ornithology*, In press.
- Magalhães, M.C., Santos, R.S. & Hamer, K.C., 2008. Dual-foraging of Cory's shearwaters in the Azores: feeding locations, behaviour at sea and implications for food provisioning of chicks. *Marine ecology Progress Series* 359: 283-293.
- Martínez-Abraín, A., Oro, D., Velando, A., Genovart, M., Gerique, C., Bartolomé, M.A., Sarzo, B. & Villuendas, E., 2006. Morphometric similarities between central and peripheral populations of the European Shag *Phalacrocorax aristotelis*. *Marine Ornithology*, 34: 21–24.
- Massa, B., 2006. Biological significance and conservation of biogeographical bird populations as shown by selected Mediterranean species. *Avocetta* 30: 5-14.
- Massa, B. & Lo Valvo, M., 1986. Biometrical and biological considerations on the Cory's Shearwater *Calonectris diomedea*. In: *Mediterranean Marine Avifauna* (Medmaravis & Monbailliu, Eds.), Springer-Verlag Berlin, p. 293-313.
- Mateos-Rodríguez, M. & Bruderer, B., 2012. Flight speeds of migrating seabirds in the Strait of Gibraltar and their relation to wind. *Journal of Ornithology* 153: 881-889.
- Mazaris, A.D., Kallimanis, A.S., Tzanopoulos, J., Sgardelis, S.P. & Pantis, J.D., 2009. Sea surface temperature variations in core foraging grounds drive nesting trends and phenology of loggerhead turtles in the Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 379: 23-27.
- Militão, T., Bourgeois, K., Roscales, J.L. & Gonzáles-Solís, J., 2013. Individual migratory patterns of two threatened seabirds revealed using stable isotope and geolocation analyses. *Diversity and Distributions* 19: 317-329.
- Mitchell, P.I., Newton, S.F., Ratcliffe, N. & Dunn, T.E. (Eds.), 2004. *Seabird Populations of Britain and Ireland: results of the Seabird 2000 census (1998-2002)*. Published by T and A.D. Poyser, London.
- Monaghan, P., Uttley, J.D., Burns, M.D., Thaine, C. & Blackwood, J., 1989. The relationship between food supply, reproductive effort and breeding success in arctic terns *Sterna paradisaea*. *Journal of Animal Ecology* 58 (1): 261-274.

- Monteiro, L.R., Ramos, J.A., Furness, R.W. & Del Nevo, A.J., 1996. Movements, morphology, breeding, molt, diet and feeding of seabirds in the Azores. *Colonial Waterbirds* 19: 82-97.
- Montevecchi, W.A., 2002. Interactions between Fisheries and Seabirds. p. 527-558. In: Schreiber, E.A. & Burger, J. (Eds). *Biology of marine birds*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Mougeot, F. & Bretagnolle, V., 2000. Predation risk and moonlight avoidance in nocturnal seabirds. *Journal of Avian Biology* 31: 376-386.
- Mougin, J.-L., 1998. Factors affecting egg dimensions and breeding success in the Cory's Shearwater (*Calonectris diomedea*) of Selvagem Grande. *Journal of Ornithology* 139: 179-184.
- Mougin, J.-L., 1999. The influence of colony characteristics on some breeding parameters in the Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis*. *Ardeola*, 46 (1): 45-51.
- Mougin, J.-L., Despin, B. & Roux, F., 1986. La détermination du sexe par mensuration du bec chez le Puffin cendré *Calonectris diomedea borealis*. *Comptes Rendue Academie des Sciences Paris*, 302: 91-96.
- Mougin, J.-L., Jouanin, C. Mougin, M.-C. & Roux, F., 2001. The influence of neighbours on breeding synchrony in Cory's Shearwater *Calonectris diomedea*. *Marine Ornithology* 29: 51-56.
- Mougin, J.-L, Jouanin, C. & Roux, F., 1991. Le Puffin cendré *Calonectris diomedea* de Flores (archipel des Açores). *L'Oiseau et R.F.O.* 61: 54-62.
- Mougin, J.-L, Jouanin, C. & Roux, F., 1996. Variation of some demographical parameters as a function of the breeding numbers in the Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* of Selvagem Grande (30° 09'N, 15° 52'W). *Ringing & Migration* 17: 20-27.
- Mougin, J.-L., Jouanin, C. & Roux, F., 2000. The attendance cycle of the Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Selvagem Grande. *Comptes Rendus de l' Academie des Sciences – Serie III* 323 (4): 385-390.
- Mougin, J.-L., Jouanin, C. & Roux, F., 2002. Inexperienced birds and breeding in the Cory's Shearwater (*Calonectris diomedea*). *Journal of Ornithology* 143: 57-63.
- Mougin, J.L. & Mougin, M.C., 1998. Les profondeurs maximum atteintes en plongee par le puffin cendre *Calonectris diomedea* au cours de ses voyages alimentaires de la periode d'incubation = Maximum diving depths of Cory's Shearwater in the

- course of its feeding trips during incubation. *Revue d'écologie* vol. 53, no1, pp. 69-76 (1 p.1/4).
- Muntaner-Yangüela, J. 2004. Cormorán moñudo del Mediterráneo *Phalacrocorax aristotelis desmarestii*. p. 62–65. In: Madroño, A., González, C. & Atienza, J.C. (Eds). Libro Rojo de las Aves de España. Dirección General para la Biodiversidad-SEO/BirdLife, Madrid.
- Navarro, J. & González-Solís, J., 2009. Environmental determinants of foraging strategies in Cory's shearwaters *Calonectris diomedea*. *Marine Ecology Progress Series* 378: 259-267.
- Navarro, J., Kaliontzopoulou, A. & González-Solís, J., 2009. Sexual dimorphism in bill morphology and feeding ecology in Cory's shearwater (*Calonectris diomedea*). *Zoology*, 112: 128-138.
- Nelson, J.B., 2005. Pelicans, Cormorants and their relatives. Pelecanidae, Sulidae, Phalacrocoracidae, Anhingidae, Fregatidae, Phaethontidae. Oxford University Press, New York.
- Nevoux, M., Weimerskirch, H. & Barbraud C., 2007. Environmental variation and experience-related differences in the demography of the long-lived black-browed albatross. *Journal of Animal Ecology* 76: 159–167.
- Newton, I., 2010. Bird migration. Harper Collins, London. 400 pp.
- Nybakken, J.W. & Bertness, M.D., 2005. Marine biology: an ecological approach Pearson/Benjamin Cummings, 579 pp.
- Ollason, J.C. & Dunnet, G.M., 1986. Relative effects of parental performance and egg quality on breeding success of Fulmars *Fulmarus glacialis*. *Ibis* 128: 290-296.
- Oro, D. 1996. Interspecific kleptoparasitism in Audouin's gull *Larus audouinii* at the Ebro Delta, northeast Spain: a behavioural response to low food availability. *Ibis*, 138: 218-221.
- Ottersen, G., Planque, B., Belgrano, A., Post, E., Reid, P. & Stenseth, N., 2001. Ecological effects of the North Atlantic Oscillation. *Oecologia* 128: 1-4.
- Paiva, V.H., Geraldes, P., Ramirez, I., Meirinho, A., Garthe, S. & Ramos, J.A., 2010a. Oceanographic characteristics of areas used by Cory's shearwaters during short and long foraging trips in the North Atlantic. *Marine Biology* 157 (6): 1385-1399.
- Paiva, V.H., Geraldes, P., Ramirez, I., Garthe, S. & Ramos, J.A., 2010b. How area restricted search of a pelagic seabird changes while performing a dual foraging strategy. *Oikos* 119: 1423-1434.



- Paiva, V.H., Guilford, T., Meade, J., Geraldès, P., Ramos, J.A. & Garthe, S., 2010c. Flight dynamics of Cory's shearwater foraging in a coastal environment. *Zoology* 113: 47-56.
- Peck, D.R., Smithers, B.V., Krockenberger, A.K. & Congdon, B.C., 2004. Sea surface temperature constrains wedge-tailed shearwater foraging success within breeding seasons. *Marine Ecology Progress Series* 281: 259-266.
- Péron, C. & Grémillet, D., 2013. Tracking through life stages: adult, immature and juvenile Autumn Migration in a long-lived seabird. *PLOS one* 8 (8): e72713.
- Petrella, D., 2011. Impacts of rat predation on the breeding performance of the Cory's Shearwater colony *Calonectris diomedea diomedea* on Strofades island complex (Ionian Sea, Western Greece). MScThesis, TEI of the Ionian Islands & University of Liege.
- Petrella, D., Karris, G., Fric, J & Poulicek, M. 2012. Study of Black Rat population on Stamfani Island (Ionian Sea, Western Greece) and its impact on Cory's Shearwaters breeding performance. In: Legakis, A., Georgiadi, C. & Pafilis, P. (eds) 2012. Abstracts of the International Congress on the Zoogeography, Ecology and Evolution of Southeastern Europe and the Eastern Mediterranean, 18-22 June 2013, Athens, Greece. Hellenic Zoological Society 230 pp.
- Phillips, R.A., Silk, J.R.D., Croxall, J.P., Afanasyev, V. & Briggs, D.R., 2004. Accuracy of geolocation estimates for flying seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 266: 265-272.
- Phillips, R.A., Xavier, J.C. & Croxall, J.P., 2003. Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120: 1082-1090.
- Piatt, J.F., Sydeman, W.J. & Wiese, F., 2007. Introduction: a modern role for seabirds as indicators. *Marine Ecology Progress Series* 352: 199-204.
- Πορτόλου, Δ., Μπουρδάκης, Σ., Βλάχος, Χ., Καστρίτης, Θ. & Δημαλέξης, Τ. (επιμ. Εκδ.), 2009. Οι Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά της Ελλάδας: Περιοχές Προτεραιότητας για τη Διατήρηση της Βιοποικιλότητας. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία. Αθήνα.
- Rabouam, C., Thibault, J.C. & Bretagnolle, V., 1998. Natal Philopatry and Close Inbreeding in Cory's shearwater (*Calonectris diomedea*). *The Auk*, 115(2): 483-486.

- Raine, A., Borg, J.J. & Raine, H., 2011. First description of post-fledging migration of Maltese Cory's Shearwaters *Calonectris diomedea diomedea*. Ringing & Migration 26: 114-117.
- Ramos, R., Granadeiro, J.P., Rodriguez, B., Navarro, J., Paiva, V.H., Bécarea, J., Reyes-González, J.M., Fagundes, I., Ruiz, A., Arcos, P., González-Solís, J. & Catry, P., 2013. Meta-population feeding grounds of Cory's shearwater in the subtropical Atlantic Ocean: implications for the definition of Marine Protected Areas based on tracking studies. Diversity and Distributions 19: 1284-1298.
- Ramos, R., Granadeiro, J.P., Nevoux, M., Mougín, J-L., Dias, M.P. & Catry, P., 2012. Combined spatio-temporal impacts of climate and longline fisheries on the survival of a trans-equatorial marine migrant. PLOS one 7 (7): e40822.
- Ramos, J.A., Monteiro, L.R., Sola, E. & Moniz, Z., 1997. Characteristics and competition for nest cavities in burrowing Procellariiformes. The Condor 99: 634-641.
- Randi, E., Spina, F. & Massa, B., 1989. Genetic variability in Cory's Shearwater (*Calonectris diomedea*). Auk, 106: 411-417.
- Ratcliffe, N., Furness, R.W. & Hamer, K.C., 1998. The interactive effects of age and food supply on the breeding ecology of Great Skuas. Journal of Animal Ecology 67: 853-862.
- Riotte-Lambert, L. & Weimerskirch, H., 2013. Do naive juvenile seabirds forage differently from adults? Proceedings of the Royal Society B 280: 20131434.
- Riou, S. & Hamer, K.C., 2008. Predation risk and reproductive effort: impacts of moonlight on food provisioning and chick growth in Manx Shearwaters. Animal Behaviour, 76: 1743-1748.
- Ristow, D., Berthold, P., Hashmi, D. & Querner, U., 2000. Satellite tracking of Cory's shearwater migration. Condor 102: 696-699.
- Ristow, D., Feldmann, F., Scharlau, W. & Wink, M., 1990. Population structure, philopatry and mortality of Cory's Shearwater *Calonectris d. diomedea*. Die Vogelwelt, 111: 172-181.
- Ristow, D., Feldmann, F., Scharlau, W., Wink, C. & Wink, M., 1991. Population dynamics of Cory's Shearwater (*Calonectris diomedea*) and Eleonora's falcon (*Falco eleonora*) in Eastern Mediterranean. In: Seitz A, Loeschcke V (eds) Species conservation: a population-biological approach. Birkhauser, Basel, 199-212.

- Ristow, D., Swatschek, I. & Wink, M., 1992a. Does Cory's Shearwater breed every year or is there evidence for a sabbatical? *Avocetta* 16: 105-107.
- Ristow, D., Hädrich, J., Baum, F. & Wink, M., 1992b. Pesticide residues in Cory's Shearwater eggs. *Avocetta* 16: 102-104.
- Ristow, D. & Wink, M., 1980. Sexual dimorphism of Cory's Shearwater. *I1-Merill* 21: 9-12.
- Robertson, B.C. & Gemmel, N.J., 2006. PCR-based sexing in conservation biology: Wrong answers from an accurate methodology? *Conservation Genetics*, 7: 267-271.
- Rolland, V., Barbraud, C. & Weimerskirch, W., 2008. Combined effects of fisheries and climate on a migratory long-lived marine predator. *Journal of Applied Ecology* 45: 4-13.
- Round, P.D., & Swann, R.L., 1977. Aspects of the breeding of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* in Crete. *Ibis* 119: 350-353.
- Ryan, P.G., 1997. Order Procellariiformes, family Procellariidae: petrels, shearwaters and prions. In: Harison J.A., Allan D.G., Underhill L.G., Herremans M., Tree A.J., Parker V. & Brown C.J. (Eds). *The atlas of southern African birds, Vol. 1: Non-Passerines*. Johannesburg: BirdLife South Africa, pp. 16-20, 757-761.
- Salomonsen, F., 1967. Migratory movements of the Arctic Tern (*Sterna paradisaea*) in the Southern Ocean. *Biol. Medd., Danske Videnskabernes Selskab* 24: 1-42.
- Sánchez, A. & Belda, E.J., 2003. Bait loss caused by seabirds on longline fisheries in the northwestern Mediterranean: is night setting an effective mitigation measure? *Fisheries Research*, 60: 99-106.
- Sandvik, H. & Erikstad, K.E., 2008. Seabird life histories and climatic fluctuations: a phylogenetic-comparative time series analysis of North Atlantic seabirds. *Ecography* 31: 73-83.
- Sangster, G., Collinson, J.M., Crochet, P.A., Knox, A.G., Parkin, D.T. & Votier, S.C., 2012. Taxonomic recommendations for British birds: eighth report. *Ibis* 154: 874-883.
- Sanz-Aguilar, A., Tavecchia, G., Genovart, M., Igual, J.M., Oro, D., Rouan, L. & Pradel, R., 2011. Studying the reproductive skipping behaviour in long lived birds by adding nest inspection to individual-based data. *Ecological Applications* 21: 555-564.

- Schaub, M., Liechti, F. & Jenni, L., 2004. Departure of migrating European robins, *Erithacus rubecula*, from a stopover site in relation to wind and rain. *Animal Behaviour* 67: 229-237.
- Schreiber, E.A., 2002. Climate and Weather Effects on Seabirds. In: *Biology of marine birds* (E. A. Schreiber and J. Burger, Eds.)-Chapter 7. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Schreiber, E.A. & Burger J., 2002. Seabirds in the Marine Environment. In: *Biology of marine birds* (E. A. Schreiber and J. Burger, Eds.)-Chapter 6. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Schumann, N., Dann, P., Hoskins, A.J. & Arnould, J.P.Y., 2013. Optimizing survey effort for burrow-nesting seabirds. *Journal of Field Ornithology*, 84 (1): 69-85.
- Servent, A.G., 1987. La colonia de Pardela cenicienta mediterranea, *Calonectris diomedea* (Scopoli), de las islas Columbretes. In: Alonso Matilla, L.A., Carretero, J.L. & Garcia-Carrascosa, A.M. (eds.): *Islas Columbretes. Contribucion al estudio de su medio natural*: 223-240. Valencia.
- Shealer, D.A., 2002. Foraging behavior and food. In: *Biology of marine birds* (E. A. Schreiber and J. Burger, Eds.)-Chapter 1. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida, USA.
- Soanes, L.M., Arnould, J.P.Y., Dodd, S.G., Sumner, M.D. & Green, J.A., 2013. How many seabirds do we need to track to define home-range area? *Journal of Applied Ecology* 50: 671-679.
- Stach, R., Jakobsson, S., Kullberg, C. & Fransson, T., 2013. Geolocators reveal three consecutive wintering areas in the thrush nightingale. *Animal Migration* 1: 1-7.
- Stewart, F.M., Monteiro, L.R. & Furness, R.W., 1997. Heavy Metal Concentrations in Cory's Shearwater, *Calonectris diomedea*, Fledglings from the Azores, Portugal. *Environmental Contamination and Toxicology* 58: 115-122.
- Suryan, R.M., Anderson, D.J., Shaffer, S.A., Roby, D.D., Tremblay, Y., Costa, D.P., Sievert, P.R., Sato, F., Ozaki, K., Balogh, G.R. & Nakamura, N., 2008. Wind, waves, and wing loading: morphological specialization may limit range expansion of endangered albatrosses. *PLOS one* 3 (12): e4016.
- Tasker, M.L., Camphuysen, K., Cooper, J., Garthe, S., Leopold, M., Montevecchi, W.A. & Blaber, S., 2000. The impacts of fisheries on marine birds. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 531-547.

- Tellería, J.L., 1980. Autumn migration of Cory's Shearwater through the Straits of Gibraltar. *Bird Study* 27: 21-26.
- Thanou, E., Giokas, S., Goutner, V., Liordos, V. & Fraguedakis-Tsolis, S., 2013. Efficiency and accuracy of PCR-based sex determination methods in the European Phalacrocoracidae. *Annales Zoologici Fennici*, 50: 52-63.
- Thibault, J.C., 1993a. Natal philopatry in the Cory's shearwater (*Calonectris diomedea diomedea*) on Lavezzi Islands, Corsica. *Colonial Waterbirds* 16: 77-82.
- Thibault, J.C., 1993b. Breeding distribution and numbers of Cory's Shearwater in the Mediterranean. Status and conservation of seabirds, ecogeography and Mediterranean action plan (ed. by J.S. Aguilar, X. Monbailliu and A.M. Paterson) pp. 26-35. SEO, Madrid.
- Thibault, J.C., 1994. Nest-site tenacity and mate fidelity in relation to breeding success in Cory's Shearwater *Calonectris diomedea*. *Bird Study*, 41: 25-28.
- Thibault J.C., 1995. Effect of predation by Black Rat *Rattus rattus* on the breeding success of Cory's Shearwater in Corsica. *Marine Ornithology* 23 (1): 1-10.
- Thibault, J.C., Rabouam, C. & Bretagnolle, V., 1997. *Calonectris diomedea* Cory's shearwater. *Birds of the Western Palearctic, Update 1*: 75-98.
- Torres, R. & Drummond, H., 1999. Variably male-biased sex ratio in a marine bird with females larger than males. *Oecologia*, 118:16-22.
- Triay, R. & Capó, J., 1996. Biometria del Viroto *Calonectris diomedea* a l'illa de Menorca (illes Balears-Mediterrani Occidental). *Butlletí del Grup Català d'Anellament*, 13: 9-14.
- Votier, S.C., Furness, R.W., Bearhop, S., Crane, J.E., Caldow, R.W.G., Catry, P., Ensor, K., Hamer, K.C., Hudson, A.V., Kalmbach, E., Klomp, N.I., Pfeiffer, S., Phillips, R.A., Prieto, I. & Thompson, D.R., 2004. Changes in fisheries discard rates and seabird communities. *Nature*, 427: 727-730.
- Wakefield, E.D., Phillips, R.A. & Matthiopoulos, J., 2009. Quantifying habitat use and preferences of pelagic seabirds using individual movement data: a review. *Marine Ecology Progress Series*. 391: 165-182.
- Wanless, S, Harris, M.P., Redman, P. & Speakman, J.R., 2005. Low energy values of fish as a probable cause of a major seabird breeding failure in the North Sea. *Marine Ecology Progress Series* 294: 1-8.
- Warham, J., 1990. *The Petrels: Their Ecology and Breeding Systems*. Academic Press, London.

- Warham, J., 1996. The Behaviour, Population Biology and Physiology of the Petrels. Academic Press, London.
- Weeks, S.J., Steinberg, C. & Congdon, B.C., 2013. Oceanography and seabird foraging: within-season impacts of increasing sea surface temperature on the Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series* 490: 247-254.
- Weimerskirch, H., 1990. The influence of age and experience on breeding performance of the Antarctic Fulmar, *Fulmarus glacialisoides*. *Journal of Animal Ecology* 59: 867-875.
- Weimerskirch, H., 2007. Are seabirds foraging for unpredictable resources? *Deep-Sea Research (II)* 54: 211-223.
- Weimerskirch, H., Bertrand, S., Silva, J., Marques, J.C. & Goya, E., 2010. Use of social information in seabirds: Compass rafts indicate the heading of food patches. *PLoS ONE*, 5 (3), p. e9928.
- Weimerskirch, H. & Jouventin, P., 1987. Population dynamics of the wandering albatross *Diomedea exulans* of the Crozet Islands: causes and consequences of the population decline. *Oikos*, 49: 315-322.
- Wilson, R.P., Ducamp, J.J., Rees, G., Culik, B.M. & Niekamp, K., 1992. Estimation of location: global coverage using light intensity. In: *Wildlife telemetry: remote monitoring and tracking of animals* (eds I. M. Priede & S. M. Swift), Chichester, UK: Ellis Horward, pp. 131–134.
- Wilson, L.J., McSorley, C.A., Gray, C.M., Dean, B.J., Dunn, T.E., Webb, A. & Reid, J.B., 2008. Rafting behaviour of Manx Shearwaters *Puffinus puffinus*. *Seabird* 21: 85-93.
- Wilson, R.P., Scolaro, J.A., Grémillet, D., Kierspel, M.A.M., Laurenti, S., Upton, J., Gallelli, H., Quintana, F., Frere, E., Müller, G., Straten, M.T. & Zimmer, I., 2005. How do magellanic penguins cope with variability in their access to prey? *Ecological Monographs* 75: 379–401.
- Wooller, R.D., Bradley, J.S., Skira, I.J. & Serventy, D.L., 1990. Reproductive success of short-tailed shearwaters *Puffinus tenuirostris* in relation to their age and breeding experience. *Journal of Animal Ecology* 59:161-170.
- Worton, B.J., 1989. Kernel methods for estimating the utilization distribution in Home-Range studies. *Ecology* 70 (1): 164-168.
- Xavier, J.C., Magalhães, M.C., Mendonca, A.S., Antunes, M., Carvalho, N., Machete, M., Santos, R.S., Paiva, V. & Hamer, K.C., 2011. Changes in diet of Cory's

- Shearwaters *Calonectris diomedea* breeding in the Azores. *Marine Ornithology* 39: 129-134.
- Zammit, R.C. & Borg, J., 1987. On the breeding biology of the Cory's Shearwater in the Maltese Islands. *Il-Merill* 24:1-9.
- Zino, P.A., 1971. The breeding of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea* on the Selvage Islands. *Ibis* 113: 213-217.
- Zino, F., Hounsome, M.V., Buckle, A.P. & Biscoito, M., 2008. Was the removal of rabbits and house mice from Selvagem Grande beneficial to the breeding of Cory's shearwaters *Calonectris diomedea borealis*? *Oryx* 42 (1): 151-154.
- Zino, P.A., Zino, F., Maul, T. & Biscoito, J.M., 1987. The laying, incubation and fledging periods of Cory's Shearwater *Calonectris diomedea borealis* on Selvagem Grande in 1984. *Ibis* 129: 393-398.
- Zotier, R., Bretagnolle, V. & Thibault, J.C., 1999. Biogeography of the marine birds of a confined sea, the Mediterranean. *Journal of Biogeography*, 26 (2): 297-313.