



Πανεπιστήμιο Αιγαίου

Σχολή Περιβάλλοντος

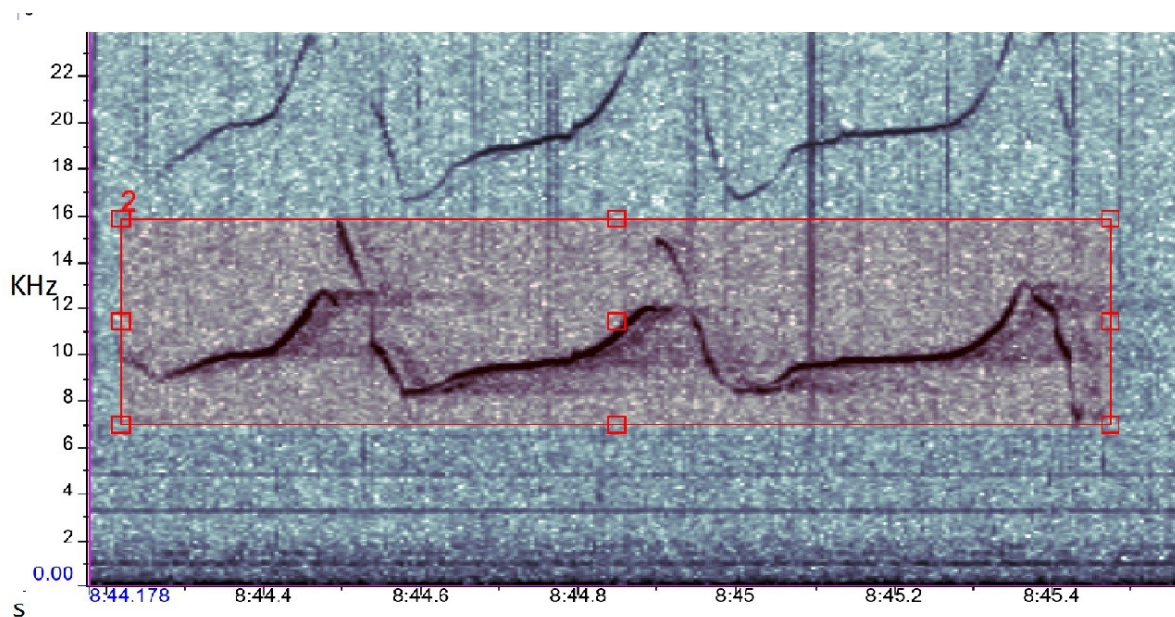
Τμήμα Ωκεανογραφίας και Θαλασσιών βιοεπιστημών

Το ακουστικό ρεπερτόριο και τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων των δελφινιών στην Ελλάδα

Διπλωματική για το μεταπτυχιακό Διαχείριση Παράκτιων Περιοχών

Μυρτώ Τουργέλη Προβατά

Φεβρουάριος 2021



Ευχαριστίες

Τα δεδομένα για την παρούσα εργασία παραχωρήθηκαν από τον οργανισμό Marine Conservation Research (MCR) και από το Ινστιτούτο Κητολογικών Ερευνών Πέλαγος (ΙΚΕΠ), και αποτελούν πνευματική ιδιοκτησία αυτών.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον οργανισμό Marine Conservation Research (MCR) για τη συλλογή και παροχή των δεδομένων, τη συνεχή βοήθεια στην ταξινόμηση και ερμηνεία αυτών, και για τα υλικά έρευνας πεδίου. Ευχαριστώ όλο το προσωπικό της MCR για ό,τι μοιραστήκαμε σε αυτή την δουλειά και ειδικότερα τον Senior Research Scientist από την MCR Dr. Oliver Boisseau.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω το Ινστιτούτο Κητολογικών Ερευνών Πέλαγος που παρείχε την τεχνογνωσία σχετικά με τον εντοπισμό κητωδών στο πεδίο και τη συλλογή και την παροχή δεδομένων, την επιστημονική γνώση ερμηνείας αυτών, την εκπαίδευση και την παροχή υλικών στο πεδίο. Ειδικά ευχαριστώ τον επιστημονικό υπεύθυνο του Ινστιτούτου Κητολογικών Ερευνών Πέλαγος Δρ. Αλέξανδρο Φραντζή για όλη του τη συμβολή στην παρούσα εργασία.

Επίσης ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου Βασίλη Τρυγόνη για την καθοδήγησή του στην υλοποίηση και συγγραφή της εργασίας, και για την επιστημονική γνώση που μου έδωσε στη βιοακουστική.

Πίνακας περιεχομένων

1. Abstract.....	5
1. Περίληψη.....	6
2. Εισαγωγή.....	7
2.1 Οικολογικά στοιχεία δελφινιών.....	9
2.1.1 Ρινοδέλφινο (<i>Tursiops truncatus</i>).....	13
Συστηματική Κατάταξη.....	13
Καθεστώς προστασίας.....	13
Περιγραφή είδους.....	13
Ενδιαίτημα.....	14
Οικολογία.....	14
Απειλές.....	14
Κατανομή στα ελληνικά ύδατα.....	15
2.1.2 Ζωνοδέλφινο (<i>Stenella coeruleoalba</i>).....	16
Συστηματική Κατάταξη.....	16
Καθεστώς προστασίας.....	16
Περιγραφή.....	16
Ενδιαίτημα.....	17
Οικολογία.....	17
Απειλές.....	17
Κατανομή στα ελληνικά ύδατα.....	17
2.1.3 Σταχτοδέλφινο (<i>Grampus griseus</i>).....	19
Συστηματική Κατάταξη.....	19
Καθεστώς προστασίας.....	19
Περιγραφή.....	19
Ενδιαίτημα.....	20
Οικολογία.....	20
Απειλές.....	21
Κατανομή στα ελληνικά ύδατα.....	21
2.1.4 Κοινό δελφίνι (<i>Delphinus delphis</i>).....	22
Συστηματική Κατάταξη.....	22
Καθεστώς προστασίας.....	23
Περιγραφή.....	23
Ενδιαίτημα.....	23
Οικολογία.....	23
Απειλές.....	24
Κατανομή στα ελληνικά ύδατα.....	24
2.2 Σφυρίγματα δελφινιών.....	25
2.2.1 Σφυρίγματα ρινοδέλφινων.....	25
2.2.2. Σφυρίγματα ζωνοδέλφινων.....	26
2.2.3. Σφυρίγματα σταχτοδέλφινων.....	28
2.2.4. Σφυρίγματα κοινών δελφινιών.....	29
2.3 Κατηγοριοποίηση σφυριγμάτων.....	29
3. Μεθοδολογία.....	31
3.1. Αποστολή 2003, 2007.....	31
3.1.1. Ακουστική παρακολούθηση.....	31
3.2. Αποστολή 2013.....	32
3.2.1. Ακουστική παρακολούθηση.....	33

3.3 Προκαταρκτική ανάλυση δεδομένων.....	34
3.4. Δείκτες περιγραφής.....	37
4. Αποτελέσματα.....	42
4.1 Χωρική αποτύπωση παρατηρήσεων.....	42
4.2. Είδη σφυριγμάτων.....	43
4.3. Περιγραφικά χαρακτηριστικά σφυριγμάτων.....	49
4.3.1. Έλεγχος κανονικότητας.....	55
4.3.2. Kruskal Wallis test.....	56
4.3.3. Mann Whitney Wilcoxon U test.....	57
4.3.4 Διαφοροποίηση κατά το 24ωρο.....	59
5. Συζήτηση.....	62
6. Βιβλιογραφία.....	67

1. Abstract

Four species of dolphins are found permanently in the Greek seas. These are the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*), the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*), the common dolphin (*Delphinus delphis*) and the rissos dolphins (*Grampus griseus*), as well as another cetacean belonging to the family phocoenidae, harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). However, despite the presence of 4 species of dolphins and the frequency of their observation, there is no extensive description of the sounds they use to communicate, such as whistles and clicks they use to ecolocate.

A whistle list could be used to indicate possible variations in acoustic characteristics between different populations in the Mediterranean or Atlantic. It could also contribute to the recognition of dialects in different parts of Greece, which could possibly be linked to genetic differences. In addition, such an analysis would be an important step in exploring these sounds in terms of their functionality, their possible geographical differentiation and their social significance. Finally, it could be a first step in creating algorithms for the automatic detection of whistles, as to do so it is necessary to describe the local repertoire of dolphins.

For the present study, was performed an analysis of simultaneous visual and acoustic data provided by Marine Conservation Research (MCR) for the years 2003, 2007 and by MCR and the Cetacean Research Institute Pelagos for 2013. Initially, an evaluation of the quality of the recordings was performed, from which it emerged that from the total data the 2540 minutes of recording were of good quality with low environmental noise. A total of 4834 whistles were detected in the recordings, of which 1509 were of medium quality (low signal / noise ratio or SNR) and thus not suitable for analysis in terms of their spectral content, and 3325 were of good quality (high ratio signal/noise, SNR) and acceptable for analysis.

The results showed that there is a significant difference between the four species in terms of specific descriptive indicators. It was also found that the rate of whistle production for all species changes in relation to the time of the day. It is increased in the early morning hours for the bottlenose dolphins, while for the other species a high number of whistles was recorded in the noon and early afternoon hours. Finally, the characteristics of the whistles from the populations of Greece seem to differ in relation to the characteristics from other populations of the Eastern Mediterranean. It is important for future research, in addition to the collection of additional acoustic data, to investigate the division of whistles into categories by species and to examine the chronological sequence of their production, so as to better describe the acoustic repertoire of dolphins in Greece.

1. Περίληψη

Τέσσερα είδη δελφινιών απαντώνται μόνιμα στις ελληνικές θάλασσες. Αυτά είναι το ζωνοδέλφιο (*Stenella coeruleoalba*), το ρινοδέλφιο (*Tursiops truncatus*), το κοινό δελφίνι (*Delphinus delphis*) και το σταχτοδέλφιο (*Grampus griseus*), καθώς και ένα κητώδες που ανήκει στην οικογένεια των *phocoenidae*, η φώκαινα (*Phocoena phocoena*). Παρά όμως την παρουσία 4 ειδών δελφινιών και παρά την συχνότητα παρατήρησης τους, δεν έχει γίνει εκτεταμένη περιγραφή των ήχων που χρησιμοποιούν για την επικοινωνία τους, όπως είναι τα σφυρίγματα (whistles) και τα κλικ που χρησιμοποιούν για ηχοεντοπισμό.

Ένας κατάλογος σφυριγμάτων θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να δείξει πιθανές παραλλαγές των ακουστικών χαρακτηριστικών μεταξύ των διαφόρων πληθυσμών στην Μεσόγειο Θάλασσα ή τον Ατλαντικό. Θα μπορούσε να συμβάλει επίσης και στην αναγνώριση διαλέκτων σε διαφορετικές περιοχές της Ελλάδας, που θα μπορούσαν πιθανά να συνδέονται και με γενετικές διαφοροποιήσεις. Επιπλέον, μια τέτοια ανάλυση θα ήταν ένα σημαντικό βήμα στη διερεύνηση αυτών των ήχων ως προς την λειτουργικότητά τους, την πιθανή τους γεωγραφική διαφοροποίηση και την κοινωνική τους σημασία. Τέλος, θα μπορούσε να είναι ένα πρώτο βήμα για τη δημιουργία αλγορίθμων για τον αυτόματο εντοπισμό σφυριγμάτων, καθώς για να πραγματοποιηθεί κάτι τέτοιο είναι απαραίτητη η περιγραφή του τοπικού ρεπερτορίου των δελφινιών.

Για την παρούσα μελέτη πραγματοποιήθηκε ανάλυση ταυτόχρονων οπτικών και ακουστικών δεδομένων που παραχωρήθηκαν από την εταιρεία Marine Conservation Research (MCR) για τα έτη 2003, 2007 και από την MCR και το Ινστιτούτο Κητολογικών ερευνών Πέλαγος για το 2013. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε εκτίμηση της ποιότητας των ηχογραφήσεων, από την οποία προέκυψε ότι από το σύνολο των δεδομένων τα 2540 λεπτά ηχογραφήσεων ήταν καλής ποιότητας με χαμηλό περιβαλλοντικό θόρυβο. Στις ηχογραφήσεις εντοπίστηκαν συνολικά 4834 σφυρίγματα, από τα οποία τα 1509 ήταν μέτριας ποιότητας (χαμηλός λόγος σήμα/ θόρυβο ή signal to noise ratio ή SNR) και έτσι όχι κατάλληλα για ανάλυση ως προς το φασματικό τους περιεχόμενο, και 3325 ήταν καλής ποιότητας (υψηλός λόγος σήμα/ θόρυβο, SNR) και αποδεκτά για ανάλυση.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μεταξύ των τεσσάρων ειδών υπάρχει σημαντική διαφορά ως προς συγκεκριμένους δείκτες περιγραφής. Επίσης βρέθηκε ότι ο ρυθμός παραγωγής σφυριγμάτων για όλα τα είδη αλλάζει ανάλογα με την ώρα της ημέρας. Είναι αυξημένος κατά τις πρώτες πρωινές ώρες για τα ρινοδέλφια, ενώ για τα υπόλοιπα είδη υψηλός αριθμός σφυριγμάτων καταγράφηκε τις μεσημεριανές και πρώτες απογευματινές ώρες. Τέλος, τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων από τους πληθυσμούς της Ελλάδας φαίνεται να διαφοροποιούνται σε σχέση με τα χαρακτηριστικά από άλλους πληθυσμούς της Ανατολικής Μεσογείου. Είναι σημαντικό για μελλοντικές έρευνες, παράλληλα με τη συλλογή επιπλέον ακουστικών δεδομένων, να διερευνηθεί και ο επιμερισμός των σφυριγμάτων σε κατηγορίες ανά είδος και να εξεταστεί και η χρονική αλληλουχία παραγωγής αυτών, έτσι ώστε να περιγραφεί καλύτερα το ακουστικό ρεπερτόριο των δελφινιών της Ελλάδας.

2. Εισαγωγή

Τα ζώα ανταλλάσσουν πληροφορίες και συντονίζουν τη συμπεριφορά τους χρησιμοποιώντας διάφορα αισθητηριακά μέσα. Στο θαλάσσιο περιβάλλον, τα οπτικά σήματα είναι διαθέσιμα μόνο για μικρές αποστάσεις και τα χημικά σήματα διαδίδονται αργά. Ο ήχος, από την άλλη πλευρά, διαδίδεται γρήγορα σε μεγάλες αποστάσεις, δίνοντας ένα επιλεκτικό πλεονέκτημα στη χρήση της ακουστικής για την πλοήγηση, την αναζήτηση φαγητού και την επικοινωνία. Γενικά, οι ήχοι χαμηλής συχνότητας έχουν μικρή απορρόφηση και διαδίδονται σε μεγάλες αποστάσεις, ενώ οι υψηλότερες συχνότητες από την ίδια πηγή θα είναι πιο κατευθυντικές και θα έχουν μεγαλύτερη απορρόφηση. Αυτό μπορεί να εξηγήσει γιατί πολλά οδοντοκίτη, που είναι ενεργοί θηρευτές, χρησιμοποιούν ένα πλούσιο ρεπερτόριο υψηλών συχνοτήτων, όπως τα κλικ (Johnson, 1967; Au, 1993) για πλοήγηση και εντοπισμό της λείας τους. Οι φάλαινες, από την άλλη πλευρά, χρησιμοποιούν ήχους χαμηλότερης συχνότητας για να επικοινωνούν σε μεγάλες αποστάσεις (Tyack & Miller, 2002).

Οι ήχοι που παράγουν τα οδοντοκίτη ταξινομούνται γενικά σε τρεις τύπους: σύντομοι παλμοί, ευρέος φάσματος, που χρησιμοποιούνται για ηχοεντοπισμό και που ονομάζονται κλικς (click). Λιγότερο διακριτοί παλμικοί ήχοι, που ονομάζονται μπαζ (buzzes) και είναι στην ουσία πολλά κλικ ανά δευτερόλεπτο, που ακούγονται ως ένας ενιαίος ήχος. Τα μπαζ χρησιμοποιούνται και αυτά για ηχοεντοπισμό. Τέλος, ο τρίτος τύπος είναι τα σφυρίγματα (whistles), που αποτελούν ήχους στενού εύρους συχνοτήτων και ακούγονται σαν σφύριγμα στον άνθρωπο (Richardson et al., 1995, Gordon and Tyack, 2001, Dudzinski et al., 2009, Frankel, 2009). Τα σφυρίγματα χρησιμοποιούνται για επικοινωνία.

Οι περισσότερες μελέτες έχουν επικεντρωθεί στα σφυρίγματα παρά στα κλικς, επειδή τα σφυρίγματα βρίσκονται σε μεγάλο βαθμό στην περιοχή της ανθρώπινης ακοής και είναι ευκολότερο να καταγραφούν και να αναλυθούν (Au, 2000).

Τα σφυρίγματα των δελφινιών είναι ήχοι στενού εύρους συχνοτήτων, με διάρκεια έως και λίγα δευτερόλεπτα και η θεμελιώδης τους συχνότητα κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 5 και 20 kHz. Χαρακτηρίζονται από διαμόρφωση συχνότητας και συνήθως περιγράφονται με βάση τα προφίλ χρόνου και συχνότητας στο φασματογράφημα (Richardson et al., 1995). Οι συνηθέστερα χρησιμοποιούμενες κατηγορίες περιγράμματος (contour) των σφυρίγματος κατατάσσονται σε λίγες στερεοτυπικές κατηγορίες ανά είδος (Lopez, 2011). Ωστόσο, τα ρεπερτόρια είναι συχνά πιο περίπλοκα και μπορεί να περιλαμβάνουν ενδιάμεσους τύπους μεταξύ αυτών των κατηγοριών, καθώς και σφυρίγματα που αποτελούνται από επαναλαμβανόμενους τύπους ή έναν συνδυασμό διαφορετικών τύπων. Επίσης, το περίγραμμα των σφυριγμάτων μπορεί να μην είναι συνεχές, αλλά μπορεί να περιέχει διαλείμματα και/ή άλματα συχνότητας (Richardson et al., 1995). Τα ρεπερτόρια των οδοντοκίτων παρουσιάζουν μια μεγάλη ποικιλία μεταξύ των διαφορετικών

ειδών, των γεωγραφικά χωριστών πληθυσμών, των διαφορετικών ομάδων εντός των πληθυσμών ή ακόμη και των ατόμων (Rendell et al., 1999).

Δεκατρία είδη κητωδών έχουν εντοπιστεί εντός των ορίων των Ελληνικών Θαλασσών (Frantzis, 2009, Notarbartolo di Sciara & Bearzi, 2010, Frantzis, 2018). Συγκεκριμένα, τα είδη που παρατηρούνται συχνότερα στα ελληνικά ύδατα είναι το ρινοδέλφιο (*Tursiops truncatus*), το ζωνοδέλφιο (*Stenella coeruleoalba*), το κοινό δελφίνι (*Delphinus delphis*), το σταχτοδέλφιο (*Grampus griseus*), ο φυσητήρας (*Physeter macrocephalus*), ο ζιφίος (*Ziphius cavirostris*), η φώκαινα (*Phocoena phocoena relicta*) και η πτεροφάλαινα (*Balaenoptera physalus*). Τα είδη που παρατηρούνται περιστασιακά είναι τα εξής: η ρυγχοφάλαινα (*Balaenoptera acutorostrata*), η megάρπτερη φάλαινα (*Megaptera novaeangliae*), το στενόρυγχο δελφίνι (*Steno bredanensis*) και η ψευδόρκα (*Pseudorca crassidens*). Ενώ πρόσφατα εντοπίστηκε και το ξενικό είδος *Sousa plumbea* με προέλευση από τον Ινδο-Ειρηνικό Ωκεανό (Frantzis, 2018). Τέσσερα από τα συχνά παρατηρούμενα είδη είναι είδη δελφινιών. Τα είδη των δελφινιών που είναι παρόντα όλο το χρόνο σε όλες ή πολλές από τις ελληνικές θάλασσες, είναι τα εξής: ζωνοδέλφιο (*Stenella coeruleoalba*), το ρινοδέλφιο (*Tursiops truncatus*) (Frantzis et al., 2009, Bearzi et al., 2008a, Giannoulaki et al., 2016), το κοινό δελφίνι (*Delphinus delphis*) (Frantzis et al., 2009, Giannoulaki et al., 2016) και το σταχτοδέλφιο (*Grampus griseus*). Τέλος, ένα είδος που ανήκει στην οικογένεια των *phocoenidae*, η φώκαινα του Αιγαίου και της Μαύρης Θάλασσας, που αποτελεί υποείδος του είδους *Phocoena phocoena*, με όνομα *Phocoena phocoena relicta* (Viaud-Martínez et al, 2007) έχει καταγραφεί κυρίως τοπικά στο βόρειο Αιγαίο (Frantzis, 2009, Cucknell et al., 2016).

Από αυτά τα 4 είδη δελφινιών στην Ελλάδα έχει περιγραφεί μόνο το ρεπερτόριο των ζωνοδέλφινων από τους Azzolin et al. (2013). Στην εργασία τους διαπιστώθηκε ότι η διάρκεια του σήματος, η μέγιστη συχνότητα και το εύρος συχνοτήτων, που μετρήθηκαν στα δείγματα της Μεσογείου ήταν σημαντικά χαμηλότερες σε σύγκριση με εκείνες που μετρήθηκαν στον Ατλαντικό. Διαπίστωσαν πως οι παράμετροι συχνότητας των σφυριγμάτων έχουν σημαντική επίδραση στον διαχωρισμό του Ατλαντικού και του Μεσογειακού πληθυσμού (Azzolin et al., 2013).

Επίσης, για τα ρινοδέλφια έχουν δημοσιευτεί κάποια στοιχεία σχετικά με το ηχητικό τους ρεπερτόριο στην Ελλάδα (Sciancalepore et al., 2018, Kyriakou et al., 2019), που όμως παραμένουν επικεντρωμένες σε περιορισμένη γεωγραφική έκταση. Η πρώτη έρευνα μελέτησε το ρεπερτόριο των ρινοδέλφινων στον Κόλπο του Αμβρακικού και η δεύτερη το ρεπερτόριο του είδους κοντά σε περιοχή ιχθυοκαλλιέργειας στην Μυτιλήνη.

Ωστόσο, για τα άλλα 2 δελφίνια (κοινό δελφίνι και σταχτοδέλφιο) που υπάρχουν στα ελληνικά νερά, δεν υπάρχει περιγραφή του ηχητικού ρεπερτορίου και καμία ανάλυση των χαρακτηριστικών των σφυριγμάτων τους και των κλικς ηχοεντοπισμού.

Επομένως, η παρούσα μελέτη στοχεύει στην πρώτη συνολική ανάλυση των σφυριγμάτων των ειδών δελφινιών από τα ελληνικά ύδατα, χρησιμοποιώντας δεδομένα από ταυτόχρονες

ακουστικές και οπτικές έρευνες, όπου τα καταγεγραμμένα είδη παρατηρήθηκαν και επιβεβαιώθηκαν οπτικά. Ένας τέτοιος κατάλογος θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να δείξει παραλλαγές των ακουστικών χαρακτηριστικών των τοπικών πληθυσμών από άλλους πληθυσμούς στη Μεσόγειο Θάλασσα ή τον Ατλαντικό (Papale et al., 2014, Lopez, 2009, Gannier et al., 2008, Azzolin et al., 2019) και επιπλέον θα μπορούσε να είναι η βάση για περαιτέρω έρευνα σχετικά με τη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων από στατικά υδρόφωνα και την αυτόματη αναγνώριση των ήχων των δελφινιών. Επιπλέον, μια τέτοια ανάλυση θα μπορούσε να είναι ένα σημαντικό βήμα στη διερεύνηση των λειτουργιών αυτών των σημάτων, της πιθανής γεωγραφικής τους διαφοροποίησης καθώς και, της κοινωνικής τους σημασίας και των χρήσεων τους για την ανάπτυξη διαλέκτων και συμπεριφορών (Boisseau et al., 2005).

2.1 Οικολογικά στοιχεία δελφινιών

Στον Πίνακα 1 συνοψίζονται τα χαρακτηριστικά 8 κητωδών που απαντώνται συστηματικά στις Ελληνικές θάλασσες (Frantzis et al., 2009).

Τα δεδομένα οπτικών παρατηρήσεων που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια ερευνών πεδίου κατά την περίοδο 1991-2001 και τα στοιχεία που συλλέχθηκαν από ιστορικά αρχεία μεταξύ των ετών 1840-1991 και από το Εθνικό Δίκτυο εκβρασμών, κατά την ίδια περίοδο, έδειξαν ότι το πιο άφθονο είδος στις ελληνικές θάλασσες είναι το ζωνοδέλφινο και το ρινοδέλφινο και η κατανομή αυτών των ειδών καλύπτει μια μεγάλη περιοχή των παράκτιων και πελαγικών υδάτων της χώρας. Το κοινό δελφίνι βρίσκεται κυρίως σε συγκεκριμένες περιοχές (Εσωτερικό Ιόνιο, Νοτιοδυτική Κρήτη και Βόρειο Ιόνιο Πέλαγος) και διαβιεί κυρίως σε παράκτια ύδατα. Το σταχτοδέλφινο δεν παρατηρείται συχνά και έχει εντοπιστεί σε όλα τα ελληνικά ύδατα. Ζιφιοί και φυσητήρες εντοπίζονται κυρίως κατά μήκος της Ελληνικής Τάφρου και της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου, ειδικά όπου βρίσκονται οι απόκρημνες πλαγιές και τα βαθιά ύδατα. Τέλος, η πτεροφάλαινα έχει παρατηρηθεί κυρίως στα πελαγικά ύδατα του Βορείου Ιονίου (Frantzis et al., 2009).

Τα θαλάσσια θηλαστικά σε όλες σχεδόν τις μεσογειακές χώρες προστατεύονται από τη συμφωνία για τη διατήρηση των κητωδών της Μαύρης Θάλασσας, της Μεσογείου και της γειτονικής περιοχής του Ατλαντικού, γνωστή και ως ACCOBAMS (Μονακό 1996). Πρόκειται για ειδική συμφωνία στο πλαίσιο της Σύμβασης της Βόννης.

Πίνακας 1. Τα συχνά παρατηρούμενα κητώδη στις ελληνικές θάλασσες (Frantzis, 2009).

Είδος	Οικότοπος			Γεωγραφική κατανομή	Κύριες απειλές	IUCN	
	Τύπος	Βάθος	Απόσταση από την ακτή			Μεσόγειος	Παγκοσμίως
<i>Balaenoptera physalus</i> (πτεροφάλαινα)	Πελαγικά ύδατα και σπανίως παράκτια	81 m (παράκτιο) 670 m (50-1337 m)	2.9 km (παράκτιο) 14.7 km (0.1-22.8 km)	Παρουσία στο Ν. Ιόνιο Πέλαγος και ιδιαίτερα ΒΔ. της Νήσου Λευκάδας και βορειότερα ως την Κέρκυρα. Ενίοτε στο Σαρωνικό. Κυρίως κατά μήκος της Ελληνικής Τάφρου από την Κεφαλλονιά έως τη Ρόδο και σε βαθιές λεκάνες του Αιγαίου Πελάγους (Μυρτώο, Κρητικό, Ν. Ικάριο, ΒΔ Αιγαίο)	Συγκρούσεις με πλοία στην Δ. Μεσόγειο, ανθρωπογενής θόρυβος	Ανεπαρκώς γνωστό	Κινδυνεύον
<i>Physeter macrocephalus</i> (φυσητήρας)	Κατωφέρεια και πελαγικά	1235 m (510-2933 m)	8.1 km (1.6-25.2 km)	Κυρίως κατά μήκος της Ελληνικής Τάφρου από την Κεφαλλονιά έως το Α. Ρόδο και στις βαθιές λεκάνες του Αιγαίου Πελάγους (Μυρτώο, Κρητικό, Ν. Ικάριο, ΒΔ Αιγαίο)	Συγκρούσεις με πλοία, πλαστικά απορρίμματα, ανθρωπογενής θόρυβος	Κινδυνεύον	Τρωτό
<i>Ziphius cavirostris</i> (ζιφιός)	Κατωφέρεια, πιθανά και πελαγικά	1066 m (491-2279 m)	8.6 km (2.1-26.5 km)	Παρόν τοπικά (Κρήτη, Λευκάδα) κοινό σε όλη την Ελλάδα. Παρόν ή συνηθισμένο σε απότομες καταβυθίσεις του Αιγαίου (π.χ. Ν. Σποράδες)	Σόναρ, πλαστικά απορρίμματα, ανθρωπογενής θόρυβος		Μειωμένου ενδιαφέροντος

<i>Grampus griseus</i> (σταχτοδέλφινιο)	Κατωφέρεια, πιθανά στα πιο ρηχά σημεία	737 m (165-1717 m)	8.2 km (0.5-28.3 km)	Κοινό στο Μυρτώο Πέλαγος, νότια της ΒΔ. Κρήτης, παρόν ή κοινό στις Ν. Σποράδες και τη Χαλκιδική παρόν ή σπάνιο ή εποχιακό σε όλες τις άλλες περιοχές του Αιγαίου και του Ιονίου	Παρεμπίπτον αλίευμα σε παραγάδια, πλαστικά απορρίμματα	Ανεπαρκώς γνωστό	Μειωμένου ενδιαφέροντος
<i>Tursiops truncatus</i> (ρινοδέλφινιο)	Κυρίως παράκτια	121 m (1-1504 m)	3.0 km (0.0-26.0 km)	Παρόν σε όλες τις παράκτιες περιοχές, τους κόλπους, τα στενά και μεταξύ των νησιών σε ολόκληρο το Ιόνιο, το Αιγαίο και το Κρητικό Πέλαγος	Υπεραλίευση της λείας τους, άμεση θανάτωση, παρεμπίπτον αλίευμα, θόρυβος	Τρωτό	Μειωμένου ενδιαφέροντος
<i>Stenella coeruleoalba</i> (ζωνοδέλφινιο)	Πελαγικά και στην ηπειρωτική κατωφέρεια	1024 m (75-2920 m)	8.7 km (0.6-37.1 km)	Κοινό σε όλες τις περιοχές με βάθη πάνω από > 500 m (παρόν σε > 200 m) συμπεριλαμβανομένου του Κορινθιακού κόλπου Απουσία/σπάνιο σε βάθος <200 m	Ρύπανση, άμεση θανάτωση, παρεμπίπτον αλίευμα στα παρασυρόμενα δίχτυα	Τρωτό	Μειωμένου ενδιαφέροντος
<i>Delphinus delphis</i> (κοινό δελφίνι)	Παράκτια και στα ρηχά πελαγικά. Σε βαθιά νερά μόνο στον κόλπο της Κορίνθου	86 m (11-274 m) Κορινθιακός κόλπος: 713 m (275-935)	4.3 km (0.2-20.8 km) Κορινθιακός κόλπος: 5.9 km (1.2-10.4)	Θρακικό Πέλαγος, Θερμαϊκός Κόλπος, Βόρειες Σποράδες, Παγασητικός Κόλπος, ΝΑ. Αιγαίο Πέλαγος, Κυκλάδες, Ευβοϊκός Κόλπος, Δωδεκάνησα, Κορινθιακός κόλπος, εσωτερικό Ιόνιο Πέλαγος και στον Ν. Ευβοϊκό	Άμεση θανάτωση, υπεραλίευση της λείας τους, παρεμπίπτον αλίευμα, θόρυβος	Κινδυνεύον	Μειωμένου ενδιαφέροντος

<p><i>Phocoena phocoena</i> (φώκαινα)</p>	<p>Παράκτια και ρηγά νερά</p>	<p>Μέσο βάθος οπτικής παρατήρησ ης 43 m (μέγιστο 150 m) (Cucknell et al., 2016)</p>	<p>Μέση απόσταση από ακτή 3.3 Km (Cucknell et al., 2016)</p>	<p>Θρακικό Πέλαγος πιθανόν να υπάρχει στον Θερμαϊκό κόλπο και στη χερσόνησο της Χαλκιδικής. Εκβρασμοί έχουν σημειωθεί και σε νοτιότερες περιοχές, όπως στο Σαρωνικό Κόλπο, στην Εύβοια και στην Τήνο.</p>	<p>Παρεμπίπτον αλίευμα, μείωση της τροφής, ανθρωπογενής θόρυβος</p>	<p>Κινδυνεύον</p>	<p>Μειωμένου ενδιαφέροντος</p>
---	-----------------------------------	---	--	---	---	-------------------	--------------------------------

2.1.1 Ρινοδέλφινο (*Tursiops truncatus*)



Εικόνα από: Watkins Marine Mammal Sound Database

Εικόνα 1 Χαρακτηριστικά και δομή σώματος του ρινοδέλφινου (Πηγή: Watkins Marine mammal Sound Database)

Συστηματική Κατάταξη

Βασίλειο: *Animalia*, Φύλο: *Chordata*, Ομοταξία: *Mammalia*, Τάξη: *Cetacea*, Υποτάξη: *Odontocetes*
Οικογένεια: *Delphinidae*, Γένος: *Tursiops*, Είδος: *truncatus*.

Καθεστώς προστασίας

Τα ρινοδέλφια (Εικόνα 1) όπως όλα τα θαλάσσια θηλαστικά προστατεύονται από την οδηγία για τους οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ, 1992) και από την Συμφωνία για τη Διατήρηση των Κητωδών στη Μαύρη Θάλασσα, τη Μεσόγειο Θάλασσα και την Περιοχή Ατλαντικού (ACCOBAMS, 2002). Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων ειδών της IUCN θεωρεί το είδος αυτό παγκοσμίως ως μειωμένου ενδιαφέροντος και στη Μεσόγειο Θάλασσα ως τρωτό (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009). Αναφέρονται επίσης στο Παράρτημα II της Σύμβασης CITES (Σύμβαση για το Διεθνές Εμπόριο Απειλούμενων Ειδών).

Περιγραφή είδους

Το βάρος των ενήλικων ατόμων κυμαίνεται 135-635 kg, ενώ το μήκος τους είναι μεταξύ 2-4 m. Το είδος έχει μέγιστη διάρκεια ζωής τα 40-50 έτη και η σεξουαλική του ωριμότητα ποικίλλει ανάλογα με τον πληθυσμό αλλά κυμαίνεται από 5 έως 14 έτη. Τέλος, το είδος έχει ακουστικό εύρος συχνοτήτων 0.2 έως 150 kHz και παράγει σφυρίγματα μεταξύ 7 kHz και πάνω από 20 kHz.

Ενδιαίτημα

Τα ρινοδέλφια βρίσκονται σε εύκρατα και τροπικά νερά σε όλο τον κόσμο (Wells, 2009). Υπάρχουν παράκτιοι πληθυσμοί που μεταναστεύουν σε όρμους, εκβολές ποταμών, ημίκλειστους κόλπους καθώς και υπεράκτιοι πληθυσμοί, που διαβιούν σε πελαγικά ύδατα κατά μήκος της υφαλοκρηπίδας και σε βάθη μεταξύ 1-1500 m (Jefferson, 2015).

Οικολογία

Συχνά απαντώνται σε ομάδες των 2 έως 15 ατόμων. Τα ρινοδέλφια τρέφονται με διάφορα είδη θηραμάτων και κυνηγούν είτε μεμονωμένα, είτε σε συνεργασία. Όπως και τα άλλα δελφίνια, τα ρινοδέλφια χρησιμοποιούν ηχοεντοπισμό υψηλών συχνοτήτων για να εντοπίσουν και να συλλάβουν τα θηράματά τους. Τα παράκτια ζώα τρέφονται κυρίως με βενθικά ασπόνδυλα και ψάρια, ενώ τα υπεράκτια ζώα τρέφονται με πελαγικά ψάρια και κοπάδια ψαριών και καλαμάρια (Wells, 2009, Jefferson, 2015). Η σεξουαλική ωριμότητα αλλάζει ανάλογα με τον πληθυσμό και κυμαίνεται από 5-13 έτη για τα θηλυκά και 9-14 έτη για τα αρσενικά. Τα νεογνά γεννιούνται μετά από περίοδο κύησης 12 μηνών και απογαλακτίζονται σε 18 έως 20 μήνες. Κατά μέσο όρο ο τοκετός γίνεται κάθε 3 έως 6 χρόνια.

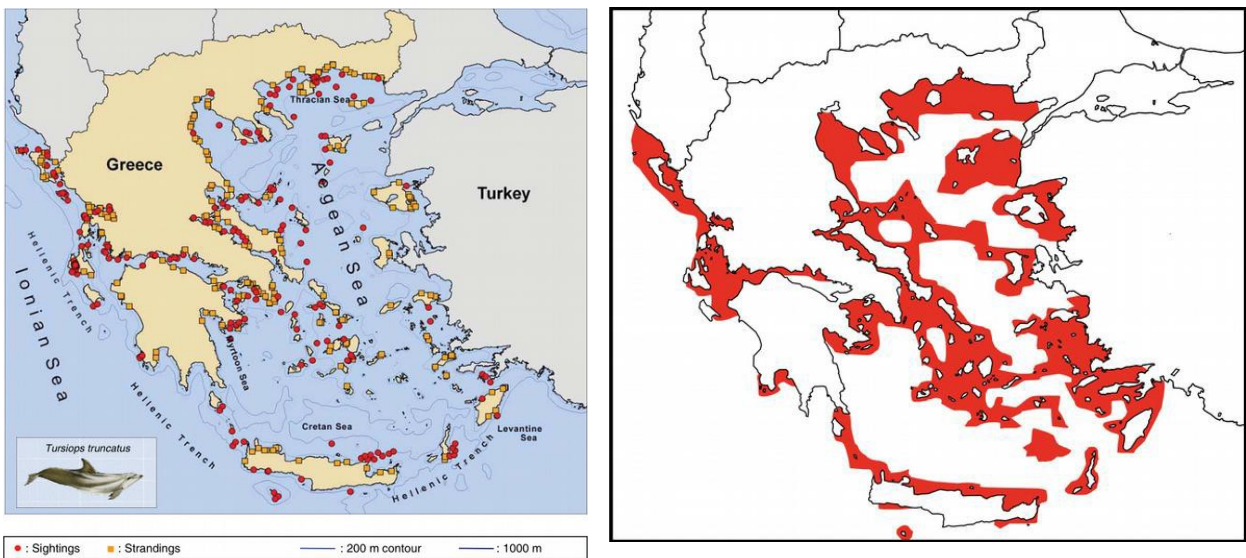
Απειλές

Τα ρινοδέλφια υφίστανται πολλές ανθρωπογενείς πιέσεις. Μια από τις κύριες πηγές θνησιμότητας είναι η παρεμπόριστα αλιεία και η τυχαία εμπλοκή στα αλιευτικά εργαλεία (Amir et al., 2002, Friedlaender et al., 2001, Lopez, 2006, Van Waerebeek, 2016). Επίσης, σημαντική επίδραση έχουν και η ψυχαγωγική αλιεία και η ηθελημένη θανάτωση (Wells, 2008). Σε βιομηχανικές, γεωργικές και πυκνά κατοικημένες περιοχές είναι σημαντική η επίδραση από τις υψηλές συγκεντρώσεις ρύπων στους παράκτιους πληθυσμούς (Adams et al., 2008, Hansen et al., 2004, Pompe-Gotal et al., 2009, Shoham-Frider et al., 2009), γεγονός που έχει συνδεθεί με υψηλά ποσοστά θανάτου μεταξύ των νεογέννητων, που δέχονται υψηλά φορτία ρύπων στο μητρικό γάλα (Wells, 2004). Οι θάνατοι των ρινοδέλφινων έχουν επίσης συνδεθεί με ανθίσεις επιβλαβών φυκών, που ονομάζονται «κόκκινες παλίρροιες». Μπορούν να εμφανιστούν φυσικά, αλλά μερικές φορές συνδέονται με απορροές από πυκνοκατοικημένες ή καλλιεργημένες περιοχές και προκαλούν μεγάλες συγκεντρώσεις βιοτοξινών στο σώμα των ζώων (Fire et al., 2011, 2015).

Σημαντική απειλή είναι επίσης η μείωση τροφής, λόγω εντατικής αλιείας από τον άνθρωπο των ειδών διατροφής τους, αλλά και η υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων τους και, τέλος, η ρύπανση από τον θόρυβο (Nowacek et al., 2007, Buckstaff, 2004), πετρελαιοκηλίδες κ.α.

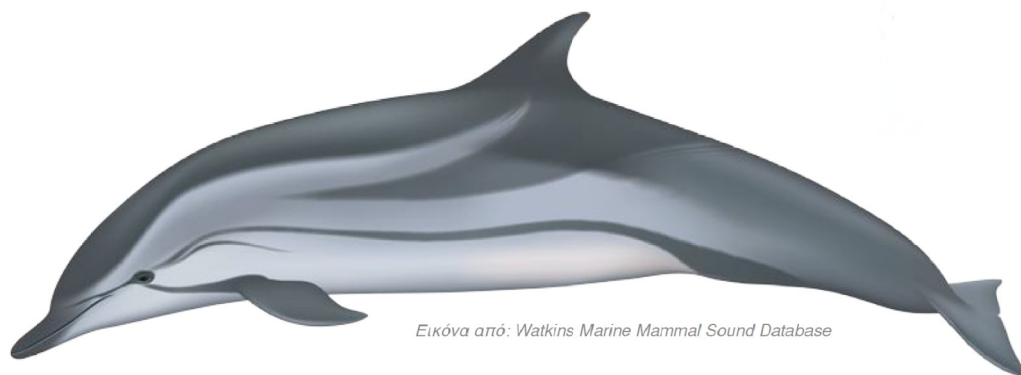
Κατανομή στα ελληνικά ύδατα

Τα ρινοδέλφια είναι από τα πιο συνηθισμένα είδη στα παράκτια ύδατα της Ελλάδας. Είναι το δεύτερο πιο άφθονο δελφίνι μετά το ζωνοδέλφιο. Έχουν παρατηρηθεί σε όλες τις παράκτιες περιοχές, στους κόλπους, στα στενά και μεταξύ των νησιών. Έχουν βρεθεί σε κλειστούς χώρους όπως ο Αμβρακικός κόλπος, όπου είναι το μοναδικό είδος κητωδών και αποτελούν έναν απομονωμένο πληθυσμό. Βρίσκονται συνήθως σε βάθη 2-200 m (Εικόνα 2) (Frantzis 2009, Giannoulaki et al., 2016). Σημαντική περίοδος για την αναπαραγωγή τους είναι από τον Απρίλιο έως τον Σεπτέμβριο. Στην Εικόνα 2 παρουσιάζεται ο χάρτης εξάπλωσης του είδους σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο Των Απειλούμενων Ζώων Της Ελλάδας (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009).



Εικόνα 2 Αριστερά: Παρατηρήσεις και εκβρασμοί ρινοδέλφινων (Frantzis, 2009). Κόκκινοι κύκλοι είναι οι παρατηρήσεις και κίτρινα τετράγωνα οι εκβρασμοί. Δεξιά: Περιοχή εξάπλωσης του *Tursiops truncatus* στα ελληνικά ύδατα (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009).

2.1.2 Ζωνοδέλφινο (*Stenella coeruleoalba*)



Εικόνα 3 Χαρακτηριστικά και δομή σώματος του ζωνοδέλφινου (Πηγή: Watkins Marine mammal Sound Database)

Συστηματική Κατάταξη

Βασίλειο: *Animalia*, Φύλο: *Chordata*, Ομοταξία: *Mammalia*, Τάξη: *Cetacea*, Υποτάξη: *Odontocetes*, Οικογένεια: *Delphinidae*, Γένος: *Stenella*, Είδος: *coeruleoalba*.

Καθεστώς προστασίας

Τα ζωνοδέλφια (Εικόνα 3) όπως όλα τα θαλάσσια θηλαστικά προστατεύονται από την οδηγία για τους οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ, 1992) και από την Συμφωνία για τη Διατήρηση των Κητωδών στη Μαύρη Θάλασσα, τη Μεσόγειο Θάλασσα και την Περιοχή Ατλαντικού (ACCOBAMS, 2002). Ο υποπληθυσμός της Μεσογείου έχει εκτιμηθεί ως ευάλωτος (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009). Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων ειδών της IUCN θεωρεί το είδος αυτό παγκοσμίως ως Μειωμένου ενδιαφέροντος.

Περιγραφή

Το βάρος των αρσενικών ατόμων φτάνει τα 160 kg και των θηλυκών 150 kg. Το μήκος των αρσενικών είναι 2.7 m και των θηλυκών 2.4 m. Η διάρκεια ζωής του είδους εκτιμάται έως 58 χρόνια. Οι διατροφικές συνήθειες ποικίλουν, από κοπάδια ψαριών έως και καλαμάρια και χταπόδια. Τέλος, το είδος έχει ακουστικό εύρος συχνοτήτων: 150 Hz-160 kHz και παράγει

σφυρίγματα από 7 kHz έως περισσότερο από 20 kHz, με διάρκεια συνήθως μικρότερη του ενός δευτερολέπτου και κλικ ηχοεντοπισμού με μέγιστη ενέργεια μεταξύ 50 και 150 kHz.

Ενδιαίτημα

Τα ζωνοδέλφια έχουν κοσμοπολίτικη κατανομή. Βρίσκονται κυρίως σε όλα τα τροπικά και θερμά, εύκρατα νερά και προτιμούν υπεράκτια και βαθιά ύδατα. Αυτά τα δελφίνια συνδέονται συχνά με ζώνες ανάβλυσης βαθύτερων υδάτων (Archer, 2009, Ballance et al., 2006)

Οικολογία

Τα ζωνοδέλφια είναι από τα πιο άφθονα και ευρέως διαδεδομένα δελφίνια στον κόσμο. Αυτά τα δελφίνια μπορούν να φτάσουν τα μήκη περίπου 2,7 m και ζυγίζουν μέχρι 160 kg τα αρσενικά και 2,4 και 150 kg τα θηλυκά. Εντοπίζονται συνήθως σε συνεκτικές ομάδες με μέσο όρο μεγέθους μεταξύ 25 και 100 ατόμων. Σε αυτές τις ομάδες υπάρχει ένα πολύπλοκο σύστημα που μπορεί να οργανώνεται ανάλογα με την ηλικία, το φύλο και την κατάσταση αναπαραγωγής. Τρέφονται με μια ποικιλία τροφής που αποτελείται από διάφορα είδη ψαριών και κεφαλόποδα (π.χ. καλαμάρια) σχετικά μικρά και σε ολόκληρη τη στήλη νερού. Είναι ικανά να καταδύονται σε τουλάχιστον 700 m (Archer, 2009, Aguilar et al, 2000).

Απειλές

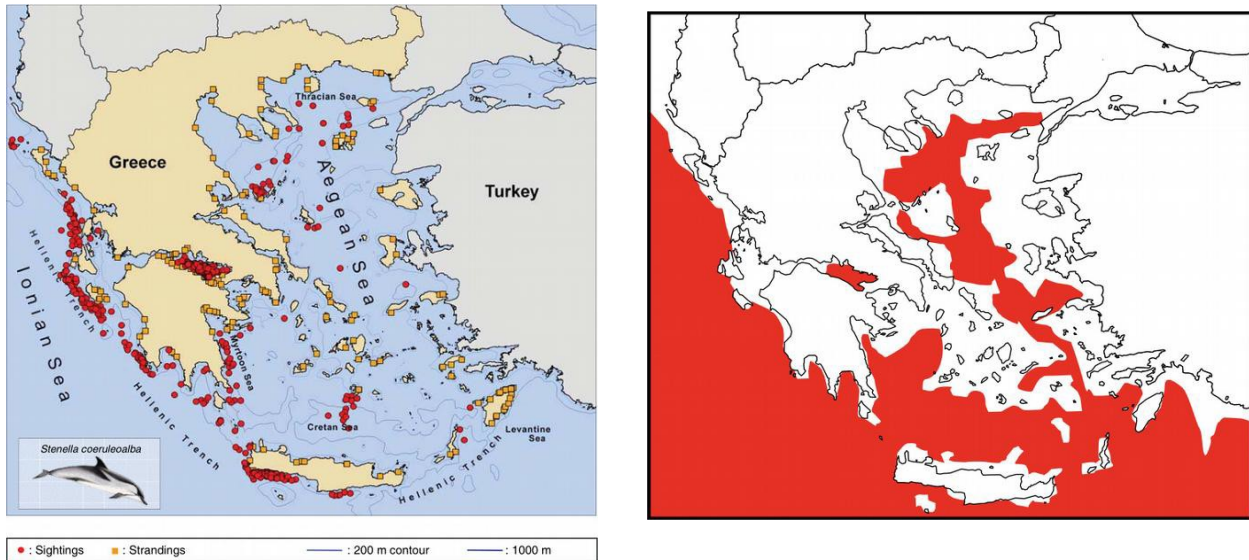
Όπως και τα υπόλοιπα μικρά κητώδη, τα ζωνοδέλφια επηρεάζονται σημαντικά από την εμπλοκή με διάφορους τύπους αλιευτικών εργαλείων (Aguilar et al., 2000). Επίσης επηρεάζονται σημαντικά από την ρύπανση και τη μειωμένη αφθονία της λείας τους. Στο παρελθόν, στη Μεσόγειο το είδος υπέστη μαζική θνησιμότητα λόγω του ιού morbillivirus, που συνδέεται με την αυξημένη παρουσία ρύπων και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων που προκαλούν ιογενείς λοιμώξεις (Aguilar et al. 2000, Irwin, 2005, Van Bresse, 2001). Τέλος, όπως και τα υπόλοιπα κητώδη, απειλούνται και από τα υψηλά επίπεδα θορύβου (Weilgart, 2007).

Κατανομή στα ελληνικά ύδατα

Τα ζωνοδέλφια είναι κυρίως πελαγικά και είναι είδος βαθέων υδάτων, που σπανίως βρίσκεται κοντά στην ακτή και στα ρηχά νερά. Κατανέμονται ευρέως σε όλες τις ελληνικές θάλασσες και είναι το πιο συνηθισμένο και παρατηρούμενο κητώδες (Frantzis et al., 2003). Συνήθως,

παρατηρούνται σε μεγάλους αριθμούς στο Ιόνιο και το Αιγαίο και η μόνη περιοχή από την οποία υπάρχουν περιορισμένες παρατηρήσεις και δεδομένα είναι το βόρειο Θρακικό πέλαγος. Λόγω της απότομης κατωφέρειας πολλών ελληνικών ακτών, ζωνοδέλφια έχουν παρατηρηθεί και κοντά στην ακτή. Συστηματικά συναντώνται στον κόλπο της Κορίνθου και φαίνεται ότι αυτός ο πληθυσμός είναι απομονωμένος από τους γειτονικούς πληθυσμούς του Ιονίου (Frantzis et al., 2003) (Εικόνα 4).

Στην Ελλάδα, τα ζωνοδέλφια απαντώνται τυπικά σε πελαγικά νερά και κατωφέρειες, με μέσο βάθος τα 1024 m (75-2920 m) και μέση απόσταση από την ακτή 8,7 km (0,6-37,1 km). Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται ο χάρτης εξάπλωσης του είδους σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο Των Απειλούμενων Ζώων Της Ελλάδας (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009).



Εικόνα 4 Αριστερά: Παρατηρήσεις και εκβρασμοί των ζωνοδέλφινων (Frantzis, 2009). Κόκκινοι κύκλοι είναι οι παρατηρήσεις και κίτρινα τετράγωνα οι εκβρασμοί.. Δεξιά: Περιοχή εξάπλωσης του είδους (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009)

2.1.3 Σταχτοδέλφινο (*Grampus griseus*)



Εικόνα 5 Χαρακτηριστικά και δομή σώματος του σταχτοδέλφινου (Πηγή: Watkins Marine mammal Sound Database)

Συστηματική Κατάταξη

Βασίλειο: *Animalia*, Φύλο: *Chordata*, Ομοταξία: *Mammalia*, Τάξη: *Cetacea*, Υποτάξη: *Odontocetes*, Οικογένεια: *Delphinidae*, Γένος: *Grampus*, Είδος: *griseus*.

Καθεστώς προστασίας

Τα σταχτοδέλφια (Εικόνα 5), όπως όλα τα θαλάσσια θηλαστικά, προστατεύονται από την οδηγία για τους οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ, 1992) και από την Συμφωνία για τη Διατήρηση των Κητωδών στη Μαύρη Θάλασσα, τη Μεσόγειο Θάλασσα και την Περιοχή Ατλαντικού (ACCOBAMS, 2002). Ο υποπληθυσμός της Μεσογείου έχει εκτιμηθεί ως Ανεπαρκώς Γνωστός (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009). Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων ειδών της IUCN θεωρεί το είδος αυτό παγκοσμίως ως Μειωμένου Ενδιαφέροντος.

Περιγραφή

Το σταχτοδέλφινο (Εικόνα 5) έχει σχετικά μεγάλο πρόσθιο σώμα και ραχιαίο πτερύγιο, ενώ στο πίσω μέρος του σώματος έχει σχετικά στενή ουρά. Βασικό χαρακτηριστικό του είναι το

στρογγυλεμένο ρύγχος (Baird et al., 2009). Τα νεογέννητα έχουν ραχιαίο γκρι έως καφέ και κοιλιακό χρώμα, με μια λευκή απόχρωση σε σχήμα άγκυρας μεταξύ των θωρακικών πτερυγίων και γύρω από το στόμα. Σε μεγαλύτερα άτομα το ραχιαίο χρώμα εξασθενεί με πολλές έντονες γραμμές και γρατζουνιές (MacLeod, 1998) Τα μεγαλύτερα άτομα είναι τελικά σχεδόν λευκά. Το μήκος τους κυμαίνεται μεταξύ 2-4 m (American Cetacean Society Fact Sheet, 2007) Αυτό το είδος ζυγίζει 300–500 kg. Η διάρκεια ζωής του είναι τα 35 χρόνια.

Ενδιαίτημα

Τα σταχτοδέλφια έχουν κοσμοπολίτικη κατανομή σε ωκεανούς και θάλασσες σε όλο τον κόσμο από γεωγραφικά πλάτη 60 °B έως 60 °N. Στο βόρειο ημισφαίριο, το εύρος εξάπλωσής τους περιλαμβάνει τον Κόλπο της Αλάσκας, τον Κόλπο του Μεξικού, τη Νέα Γη, τη Νορβηγία, τον Περσικό Κόλπο και την Ερυθρά Θάλασσα (Braid et al., 2009). Είναι γνωστό ότι διαβιούν στη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα (Dede et al., 2013). Στο νότιο ημισφαίριο, το εύρος τους περιλαμβάνει την Αργεντινή, την Αυστραλία, τη Χιλή, τη Νότια Αφρική και τη Νέα Ζηλανδία. Λίγα στοιχεία είναι γνωστά για τα μεταναστευτικά τους πρότυπα ή μετακινήσεις, αλλά ενδέχεται να επηρεαστούν από τις κινήσεις και την ωτοκία των καλαμαριών και των ωκεανογραφικών συνθηκών.

Τα σταχτοδέλφια βρίσκονται σε εύκρατα, υποτροπικά και τροπικά ύδατα με θερμοκρασίες 10-30 °C που είναι γενικά βαθύτερα από 1.000 μέτρα. Στα ύδατα της Β. Ευρώπης απαντώνται και σε ρηχότερες παράκτιες περιοχές.

Οικολογία

Τα σταχτοδέλφια βρίσκονται σε ομάδες των 5-50 ατόμων, αλλά οι ομάδες συνήθως έχουν μέσο όρο μεγέθους μεταξύ 10-30 ατόμων. Έχουν αναφερθεί μοναχικά άτομα, ζεύγη ή χαλαρές συγκεντρώσεις από εκατοντάδες και χιλιάδες. Είναι ικανά να καταδύονται σε βάθη τουλάχιστον 300 m και να κρατούν την αναπνοή τους για 30 min, αλλά συνήθως κάνουν μικρότερες καταδύσεις 1-2 min. Τρέφονται με ψάρια (π.χ. γαύρο), κριλ και κεφαλόποδα (π.χ. καλαμάρια, χταπόδι και σουπιές) (Braid et al., 2009) κυρίως τη νύχτα όταν το θήραμά τους είναι πιο κοντά στην επιφάνεια. Η πλειοψηφία της διατροφής τους αποτελείται από καλαμάρια και είναι γνωστό ότι μετακινούνται στα ύδατα της υφαλοκρηπίδας όταν ακολουθούν το θήραμά τους. Η αναπαραγωγή και ο τοκετός μπορεί να συμβούν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους και η περίοδος κύησης είναι περίπου 13-14 μήνες. Η κορύφωση της εποχής αναπαραγωγής και γέννησης μπορεί να ποικίλει γεωγραφικά (ειδικά στον Βόρειο Ειρηνικό) (Braid et al., 2009). Το είδος

παράγει κυρίως κλικ ηχοεντοπισμού και λιγότερο συχνά παράγει σφυρίγματα σε εύρος συχνοτήτων από μερικά kHz (~4) έως ~ 20 kHz (Neves, 2013).

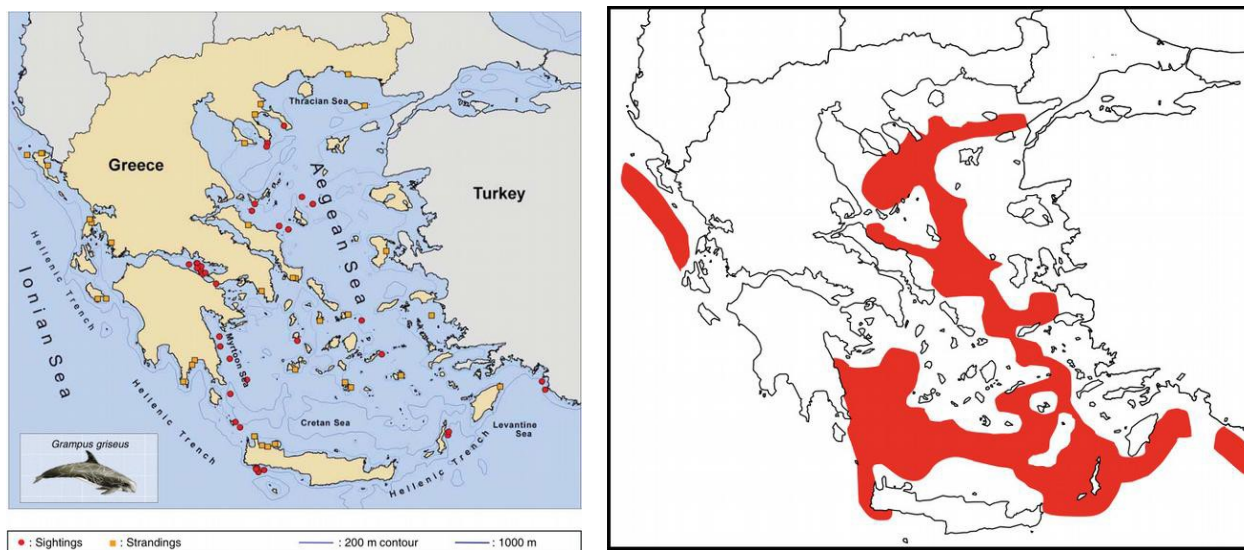
Απειλές

Όπως και άλλα δελφίνια, σημαντική απειλή για το είδος αποτελεί η αλιεία καθώς συχνά αποτελούν παρεμπόδιον αλίευμα καθώς παγιδεύονται σε δίχτυα σε όλο τον κόσμο (Braid, 2008). Πολλά από αυτά τα περιστατικά έχουν οδηγήσει σε θάνατο. Η ρύπανση έχει επίσης επηρεάσει πολλά άτομα που έχουν καταναλώσει πλαστικό. Δείγματα από αυτά τα ζώα δείχνουν μόλυνση στον ιστό τους (Braid, 2008). Και σε αυτό το είδος ο ανθρωπογενής θόρυβος έχει πολύ σημαντική επίδραση.

Κατανομή στα ελληνικά ύδατα

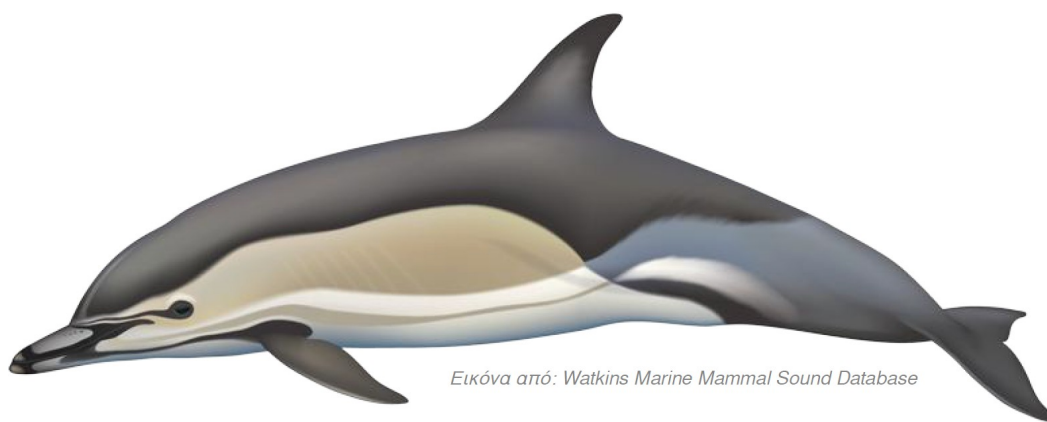
Στα ελληνικά ύδατα το είδος κατανέμεται ομοιογενώς. Φαίνεται ότι είναι παρόν σε όλες τις γεωγραφικές περιοχές των βαθέων υδάτων. Έχει παρατηρηθεί στον κόλπο της Κορίνθου σε ομάδες μικτών ειδών (ζωνοδέλφια και κοινά δελφίνια) και στη νοτιοδυτική Κρήτη. Το είδος παρατηρείται συχνά στο Μυρτώο και μπορεί να βρεθεί σε απόσταση 0,5-32 km από την ακτή και σε βάθη 200-1700 m.

Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται ο χάρτης εξάπλωσης του είδους σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο Των Απειλούμενων Ζώων Της Ελλάδας (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009), καθώς και οι θέσεις των παρατηρήσεων και οι εκβρασμοί των σταχτοδέλφινων (Frantzis, 2009).



Εικόνα 6 Αριστερά: Παρατηρήσεις και εκβρασμοί σταχτοδέλφινων (Frantzis, 2009). Κόκκινοι κύκλοι είναι οι παρατηρήσεις και κίτρινα τετράγωνα οι εκβρασμοί. Δεξιά: Περιοχή εξάπλωσης του είδους (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009)

2.1.4 Κοινό δελφίνι (*Delphinus delphis*)



Εικόνα από: Watkins Marine Mammal Sound Database

Εικόνα 7 Χαρακτηριστικά και δομή σώματος του κοινού δελφινιού (Πηγή: Watkins Marine mammal Sound Database)

Συστηματική Κατάταξη

Βασίλειο: *Animalia*, Φύλο: *Chordata*, Ομοταξία: *Mammalia*, Τάξη: *Cetacea*, Υποτάξη: *Odontocetes*, Τάξη: *Cetacea*, Οικογένεια: *Delphinidae*, Γένος: *Delphinus*, Είδος: *delphis*.

Καθεστώς προστασίας

Το κοινό δελφίνι (Εικόνα 7) προστατεύεται από την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τους Οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ, 1992) και από την Συμφωνία για τη Διατήρηση των Κητωδών στη Μαύρη Θάλασσα, τη Μεσόγειο Θάλασσα και την Περιοχή Ατλαντικού (ACCOBAMS, 2002). Το είδος περιλαμβάνεται στο Παράρτημα Ι στην σύμβαση για το Διεθνές Εμπόριο Απειλούμενων Ειδών Άγριας Πανίδας και Χλωρίδας, CITES .Το κόκκινο βιβλίο των απειλούμενων ειδών της IUCN θεωρεί το είδος αυτό παγκοσμίως ως Μειωμένου Ενδιαφέροντος αλλά ο μεσογειακός πληθυσμός θεωρείται Κινδυνεύων (IUCN, 2017, Λεγάκις & Μαραγκού, 2009)

Περιγραφή

Το βάρος των ατόμων του είδους φτάνει τα 200 kg περίπου και το μήκος τους 1.5-2.7 m. Είναι εύκολα αναγνωρίσιμα από το εντυπωσιακό τους πλευρικό σχήμα κλεψύδρας ή σταυροειδούς μοτίβου σε κιτρινωπό χρώμα. Το είδος έχει ακουστική συμπεριφορά παρόμοια με τα ζωνοδέλφια και παράγει σφυρίγματα που φτάνουν άνω των 20 kHz, αλλά και κλικ ηχοεντοπισμού.

Ενδιαίτημα

Τα κοινά δελφίνια, παγκοσμίως έχουν ευρεία εξάπλωση σε τροπικά και εύκρατα νερά και μπορούν να βρεθούν τόσο σε κοντινά όσο και σε υπεράκτια περιβάλλοντα. Προτιμούν ζεστά τροπικά έως δροσερά εύκρατα νερά (10-28 °C). Είναι κυρίως ωκεάνια και υπεράκτια και μπορούν να βρεθούν κατά μήκος της ηπειρωτικής κατωφέρειας σε βάθη 200-2.000 m.

Οικολογία

Τα κοινά δελφίνια βρίσκονται συνήθως σε μεγάλες κοινωνικές ομάδες κατά μέσο όρο εκατοντάδες άτομα, αλλά στην Ελλάδα βρίσκονται σε μικρές ομάδες μερικών δεκάδων. Η κύηση εκτιμάται ότι διαρκεί 10-12 μήνες και τα θηλυκά παράγουν νεαρά μία φορά κάθε δύο έως τρία χρόνια. Τα νεαρά απογαλακτίζονται μεταξύ 5 και 6 μηνών στη Μαύρη Θάλασσα, αλλά πιθανώς αργότερα σε άλλες περιοχές. Η μέγιστη εκτιμώμενη ηλικία για το είδος είναι 30 έτη (Perrin, 2017). Η δίαιτα του είδους είναι κυρίως επιπελαγικά ψάρια και κεφαλόποδα.

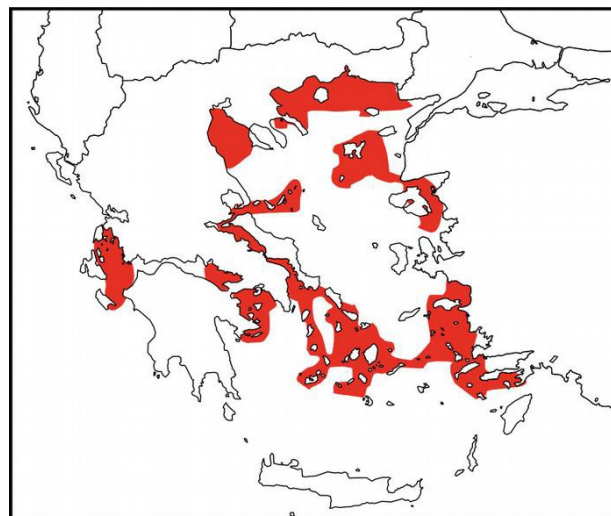
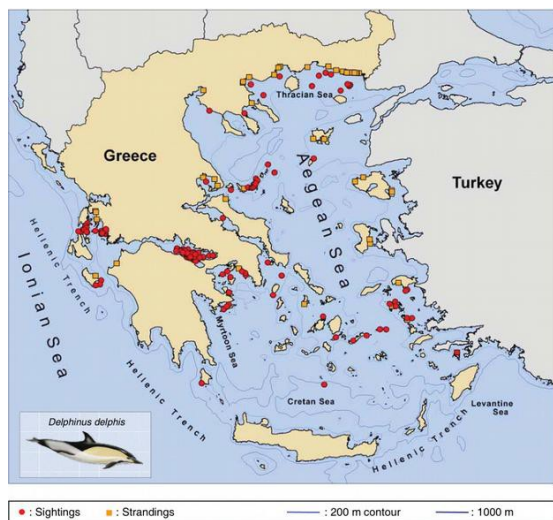
Απειλές

Παγκοσμίως, το είδος απειλείται από την αλιεία με απλάδια και γριγκρί για την σύλληψη τονοειδών καθώς αποτελεί σημαντικό παρεμπόπτον αλίευμα (Anderson, 2014, Perrin 2017). Μεγαλύτερο ρόλο όμως στην τεκμηριωμένη μείωση του πληθυσμού των υποπληθυσμών της Μαύρης Θάλασσας και της Μεσογείου (Bearzi et al., 2003, 2008, 2017, Birkun, 2008, 2017) φαίνεται να παίζουν η υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων, η μόλυνση και η υπεραλίευση. Τέλος ο ανθρωπογενής θόρυβος αποτελεί σημαντική απειλή για το είδος, όπως και για τα υπόλοιπα κητώδη (Nowacek et al., 2007, Goold, 1996).

Κατανομή στα ελληνικά ύδατα

Το είδος καταγράφηκε στις ελληνικές θάλασσες κυρίως σε ρηχά και παράκτια ύδατα. Παρατηρήθηκαν συχνά στο εσωτερικό Ιόνιο μέχρι το 2003 περίπου (Frantzis et al., 2003), αλλά η συχνότητα παρατήρησης μειώθηκε τα επόμενα χρόνια. Τέλος ο πληθυσμός βρέθηκε αργότερα στο Βόρειο Ιόνιο μεταξύ της νότιας ακτής της Κέρκυρας και των Παξών. Μερικά άτομα έχουν βρεθεί σε μεικτές ομάδες ειδών στον κλειστό Κόλπο της Κορίνθου. Το είδος έχει βρεθεί επίσης σε ορισμένες περιοχές του Αιγαίου, του Θρακικού και των Δωδεκανήσων. Ο βιότοπος τους εντοπίζεται μεταξύ 2-200 m βάθους και πολύ κοντά στην ακτή.

Στην Εικόνα 8 παρουσιάζεται ο χάρτης εξάπλωσης του είδους σύμφωνα με το Κόκκινο Βιβλίο Των Απειλούμενων Ζώων Της Ελλάδας (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009) καθώς και οι εκβρασμοί και οι παρατηρήσεις του είδους στα ελληνικά ύδατα (Frantzis, 2009).



Εικόνα 8 Αριστερά: Παρατηρήσεις και εκβρασμοί κοινών δελφινιών (Frantzis, 2009). Κόκκινοι κύκλοι είναι οι παρατηρήσεις και κίτρινα τετράγωνα οι εκβρασμοί. Δεξιά: Περιοχή εξάπλωσης και εύρος εξάπλωσης του είδους (Λεγάκις & Μαραγκού, 2009)

2.2 Σφυρίγματα δελφινιών

2.2.1 Σφυρίγματα ρινοδέλφινων

Το ρινοδέλφιο έχει μελετηθεί πολύ, καθώς βρίσκεται για χρόνια σε αιχμαλωσία αλλά και λόγω των μαθησιακών του ικανοτήτων και των φωνητικών του συμπεριφορών, έχει γίνει πρότυπο μελετών σχετικά με την πιθανή επικοινωνία ανθρώπου και δελφινιού. Είναι επίσης το είδος στο οποίο οι δυνατότητες ηχοεντοπισμού είναι οι περισσότερο μελετημένες και ως εκ τούτου αντιπροσωπεύει το παράδειγμα μέσω του οποίου μελετώνται τα άλλα είδη (Πηγή:http://www-9.uniprv.it/cibra/edu_dolphins_uk.html). Μπορεί να εκπέμπει μεγάλη ποικιλία σημάτων, μπορεί να μιμείται ήχους που ακούει και να μαθαίνει να χρησιμοποιεί ήχους για συγκεκριμένες καταστάσεις, καθώς και να παράγει σφυρίγματα και κλικ ταυτόχρονα. Τα ζώα στην φύση έχουν επίσης μεγάλο ρεπερτόριο, παράγουν σφυρίγματα διαμορφωμένα σε συχνότητες μεταξύ λίγων kHz και άνω των 20 kHz, συστοιχιών κλικ και κλικ ηχοεντοπισμού. Στο ρεπερτόριό του υπάρχει επίσης το "jaw-clap" (ένας ήχος που παράγεται με το κλείσιμο της γνάθου), ένας ήχος που μοιάζει με "πυροβόλο όπλο" (Πηγή:http://www-9.uniprv.it/cibra/edu_dolphins_uk.html).

Τα ρινοδέλφια έχει βρεθεί ότι παράγουν σφυρίγματα υπογραφές ενδεικτικές του κάθε ατόμου (Caldwell and Caldwell, 1967, Caldwell et al., 1990, Sayigh et al., 2010). Αυτή η συμπεριφορά είναι σημαντική, όπως φαίνεται, για τις κοινωνικές αλληλεπιδράσεις και συμβάλλει στην συνοχή

της ομάδας (Janik & Slater, 1998). Λειτουργεί λοιπόν σαν μέσο αναγνώρισης των ατόμων (Sayigh et al., 1999). Τα υπόλοιπα σφυρίγματα που δεν έχουν συγκεκριμένες συχνότητες για το κάθε άτομο δεν είναι σφυρίγματα υπογραφές (Watwood et al., 2004) και φαίνεται να χρησιμοποιούνται όταν η ομάδα είναι συγκεντρωμένη, όμως όταν κάποιο άτομο διαχωρίζεται χρησιμοποιούν τα σφυρίγματα υπογραφές. Τουλάχιστον έτσι έχουν δείξει πειράματα σε αιχμαλωσία (Janik and Slater, 1998). Από μελέτες στην ΝΑ. Σαρδηνία βρέθηκε ότι ο πληθυσμός της περιοχής παράγει σφυρίγματα με μέση μέγιστη συχνότητα (mean Max frequency) $13,086 \pm 222$ Hz και μέση διάρκεια 621 ± 31 ms (Πίνακας 2).

Στην Ελλάδα έχουν πραγματοποιηθεί κάποιες μελέτες σχετικά με το ηχητικό ρεπερτόριο των ρινοδέλφινων. Οι μελέτες αυτές αφορούν πληθυσμούς σε στενά γεωγραφικά όρια (Sciancalepore et al., 2018, Kyriakou et al., 2019) όπως τον Αμβρακικό (Sciancalepore et al., 2018) και την Μυτιλήνη (Kyriakou et al., 2019). Τα αποτελέσματα από αυτές τις μελέτες έχουν δείξει ότι τα ρινοδέλφια που εντοπίστηκαν κοντά σε ιχθυοκαλλιέργεια στην Νοτιοανατολική Μυτιλήνη, και κυρίως κατά τις βραδινές ώρες παρουσίαζαν σφυρίγματα κεντρικής συχνότητας 9.5 kHz και μέσης διάρκειας 0.6 s. (Kyriakou et al., 2019).

Πίνακας 2 Περιγραφικά στατιστικά της θεμελιώδους αρμονικής των σφυριγμάτων ρινοδέλφινων, που καταγράφηκαν στα Νοτιοανατολικά της Σαρδηνίας μεταξύ του 2006 και του 2008. Παρουσιάζονται μέσες τιμές για δείκτες περιγραφής των κύριων τύπων σφυριγμάτων. Στις τιμές συμπεριλαμβάνεται και το τυπικό σφάλμα (SE, Standard error) (Lopez, 2011).

Μέσες τιμές παραμέτρων σφυριγμάτων ρινοδέλφινων							
Σύνολο (N=600)	Διάρκεια (s)	Αρχική συχνότητα (Hz)	Τελική συχνότητα (Hz)	Ελάχιστη συχνότητα (Hz)	Μέγιστη συχνότητα (Hz)	Εύρος συχνοτήτων (Hz)	Αριθμός σημείων καμπής
Mean+ SE	621±31	9070±173	11,356±271	7855±149	13,086±222	5312±183	1.6±0.1
Min-max	36-4239	2882-21,985	3094-21,516	2882-17,738	3094-21,985	0-13 313	0-22

2.2.2. Σφυρίγματα ζωνοδέλφινων

Το ζωνοδέλφιο ενώ είναι ένα διαδεδομένο είδος, δεν έχει μελετηθεί καλά ως προς την ακουστική του. Παράγει ως επί το πλείστον σφυρίγματα υψηλής συχνότητας, που μπορεί να εκτείνονται από λίγα kHz σε περισσότερα από 20 kHz, με διάρκεια τυπικά κάτω από 1 δευτερόλεπτο, καθώς και κλικς ηχοεντοπισμού με μέγιστη ενέργεια μεταξύ 50 και 150 kHz. Μπορεί επίσης να παράγει σφυρίγματα και κλικ ταυτόχρονα. Τέλος, παράγει επίσης σειρά κλικ σε με γρήγορο ρυθμό, που ονομάζονται ριπές, που ακούγεται ως ενιαίος ήχος στο ανθρώπινο αυτί. Στη βιβλιογραφία, ποικίλα ονόματα δίνονται σε αυτούς τους ήχους: howling, meows, κ.λ.π.

Οι επιστήμονες έχουν επίσης εντοπίσει μια ιδιαιτερότητα του ηχητικού ρεπερτορίου του είδους, καθώς παράγουν κλικς διαφορετικά από τα συνήθη για τον ηχοεντοπισμό. Τα κλικς αυτά έχουν υψηλή ενέργεια κυρίως στις χαμηλές συχνότητες και γι' αυτό έχουν έναν πολύ ιδιαίτερο τόνο. Αυτά τα κλικς οι επιστήμονες τα ονόμασαν “nacchere” και παρατήρησαν ότι τα παράγουν σχεδόν αποκλειστικά την νύχτα (Pavan et al., 2003), ενώ συνήθως συνδέονται με σφυριγμάτα υψηλής συχνότητας και με τυπικές συστοιχίες κλικς ηχοεντοπισμού και μπαζ (buzzes) που τυπικά παράγονται από τα δελφίνια (Manghi et al., 2003).

Στην Ελλάδα έχουν γίνει κάποιες έρευνες για την ακουστική του είδους (Papale et al., 2013, Azzolin et al., 2013) αλλά τα δεδομένα ήταν γεωγραφικά περιορισμένα, προέρχονταν από το Ιόνιο. Έγιναν όμως σημαντικές συγκρίσεις με ήχους από πληθυσμούς από άλλες περιοχές της Μεσογείου (Πίνακας 3).

Πίνακας 3 Περιγραφικά στατιστικά των θεμελιωδών αρμονικών των σφυριγμάτων ζωνοδέλφινων, που καταγράφηκαν σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου. Παρουσιάζονται μέσες τιμές για δείκτες περιγραφής των κύριων τύπων σφυριγμάτων (Azzolin et al., 2013)

Μέσες τιμές παραμέτρων σφυριγμάτων ζωνοδέλφινων							
Περιοχή	Διάρκεια (s)	Αρχική συχνότητα (Hz)	Τελική συχνότητα (Hz)	Ελάχιστη συχνότητα (Hz)	Μέγιστη συχνότητα (Hz)	Εύρος συχνοτήτων (Hz)	Αριθμός σημείων καμπής
Μεσόγειος θάλασσα	0.84	10700	11310	7910	15030	7110	1.39
Δυτική Μεσόγειος	0.75	10330	11250	7740	14140	6410	1.23
Ανατολική Μεσόγειος (Ιόνιο Πέλαγος)	1	11360	11430	8230	16620	8370	1.68
Θάλασσα του Άλμποραν και Βαλεαρίδες	0.82	10270	12170	7680	15330	7650	1.1
Αλγερινή λεκάνη Τυρρηνική Θάλασσα	0.71	10370	10640	7780	13370	5590	1.31

2.2.3. Σφυρίγματα σταχτοδέλφινων

Το σταχτοδέλφιο έχει μελετηθεί ελάχιστα και ιδιαίτερα ως προς την ακουστική του συμπεριφορά. Από μελέτες στο εξωτερικό έχει φανεί ότι τα κλικ των σταχτοδέλφινων έχουν μέγιστη συχνότητα 65 kHz, εύρος συχνοτήτων 3-dB, 72 kHz και διάρκεια 40 έως 100 ms. Έχουν και μια ιδιαιτερότητα, καθώς μπορούν να εκπέμπουν κλικ ηχοεντοπισμού στο νερό, ενώ μεγάλο μέρος του μετώπου τους είναι έξω από το νερό. Εκτός από τα κλικ μεγάλου εύρους συχνοτήτων, τα σταχτοδέλφια παράγουν επίσης πολλούς διαφορετικούς ήχους όπως οι εξής: “γαυγίσματα” (“barks”), “μπαζ” (“buzzes”), “γρυλίσματα” (“grunts”), σφυρίγματα (“whistles”), και ταυτόχρονα σφυρίγματα και παλμικούς ήχους μαζί. Δεν έχουν αναφερθεί ταυτόχρονοι ήχοι σφυριγμάτων και παλμοί (“pulse”) σε άλλα κητώδη και πιστεύεται ότι είναι μοναδικά σε αυτό το είδος (Corkeron & Van Parijs, 2001, Pawloski, et al., 2003).

Από την διδακτορική διατριβή της Silvana Neves (2013) φαίνεται ότι τα σταχτοδέλφια παράγουν κυρίως σφυρίγματα, παλμούς και συστοιχίες κλικ. Η συγκεκριμένη μελέτη σύγκρινε πρότυπα συμπεριφοράς με τα χαρακτηριστικά των ήχων τους. Ενώ έκανε επίσης συγκρίσεις του ρεπερτορίου σφυριγμάτων από τα Κανάρια και από άλλες τέσσερις τοποθεσίες και φάνηκε ότι ως προς τις παραμέτρους της συχνότητας τα σφυρίγματα αλλάζουν ανάλογα με την περιοχή. Γεγονός που πιθανά οφείλεται στην γεωγραφική απομόνωση (Neves, 2013). Τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων των σταχτοδέλφινων από την Αυστραλία, τις Αζόρες, την Καλιφόρνια, την Αίγυπτο και τα Γκραν Κανάρια, όπως τα κατέγραψε η Neves (2013) παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 4

Πίνακας 4 Περιγραφικά στατιστικά των θεμελιωδών αρμονικών των σφυριγμάτων σταχτοδέλφινων, που καταγράφηκαν στις περιοχές Αυστραλία, Αζόρες, Καλιφόρνια, Αίγυπτο, Γκραν Κανάρια. Σημειώνεται ότι οι τιμές από τις Αζόρες μπορεί να μην είναι αντιπροσωπευτικές γιατί ήταν μικρό το δείγμα. (Neves, 2013)

Μέσες τιμές παραμέτρων σφυριγμάτων σταχτοδέλφινων							
Περιοχή	Αρχική συχνότητα (Hz)	Τελική συχνότητα Frequency (Hz)	Μέγιστη συχνότητα (Hz)	Ελάχιστη συχνότητα (Hz)	Εύρος συχνοτήτων (Hz)	Διάρκεια (s)	Μέση συχνότητα (Hz)
Αυστραλία	7160	16170	16200	6880	9320	0.45	12050
Αζόρες	9380	8320	9840	7220	2630	0.4	8110
Καλιφόρνια	8620	9060	13100	5960	7140	0.64	9310
Αίγυπτος	5350	5930	6020	4910	1110	0.36	5210
Γκραν Κανάρια	11460	12810	15210	10090	5110	0.51	12470

2.2.4. Σφυρίγματα κοινών δελφινιών

Η ακουστική συμπεριφορά των κοινών δελφινιών δεν είναι πολύ γνωστή, αν και είναι πολύ παρόμοια με εκείνη των ζωνοδέλφινων, με σφυρίγματα με κορυφαία συχνότητα μεγαλύτερη από 20 kHz και κλικ ηχοεντοπισμού. Οι διαθέσιμες γνώσεις δεν επιτρέπουν τη διάκριση κοινών δελφινιών και ζωνοδέλφινων μόνο με τα στοιχεία των ήχων τους.

Από μελέτη που έχει πραγματοποιηθεί σε διάφορες περιοχές της Μεσογείου στην ανατολική και δυτική πλευρά της λεκάνης (Azzolin et al., 2019) καταγράφηκαν τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων όπως περιγράφονται στον Πίνακα 5.

Πίνακας 5 Περιγραφικά στατιστικά των θεμελιωδών αρμονικών των σφυριγμάτων των κοινών δελφινιών, που καταγράφηκαν στις περιοχές της ανατολικής και δυτικής Μεσογείου (Azzolin et al., 2019)

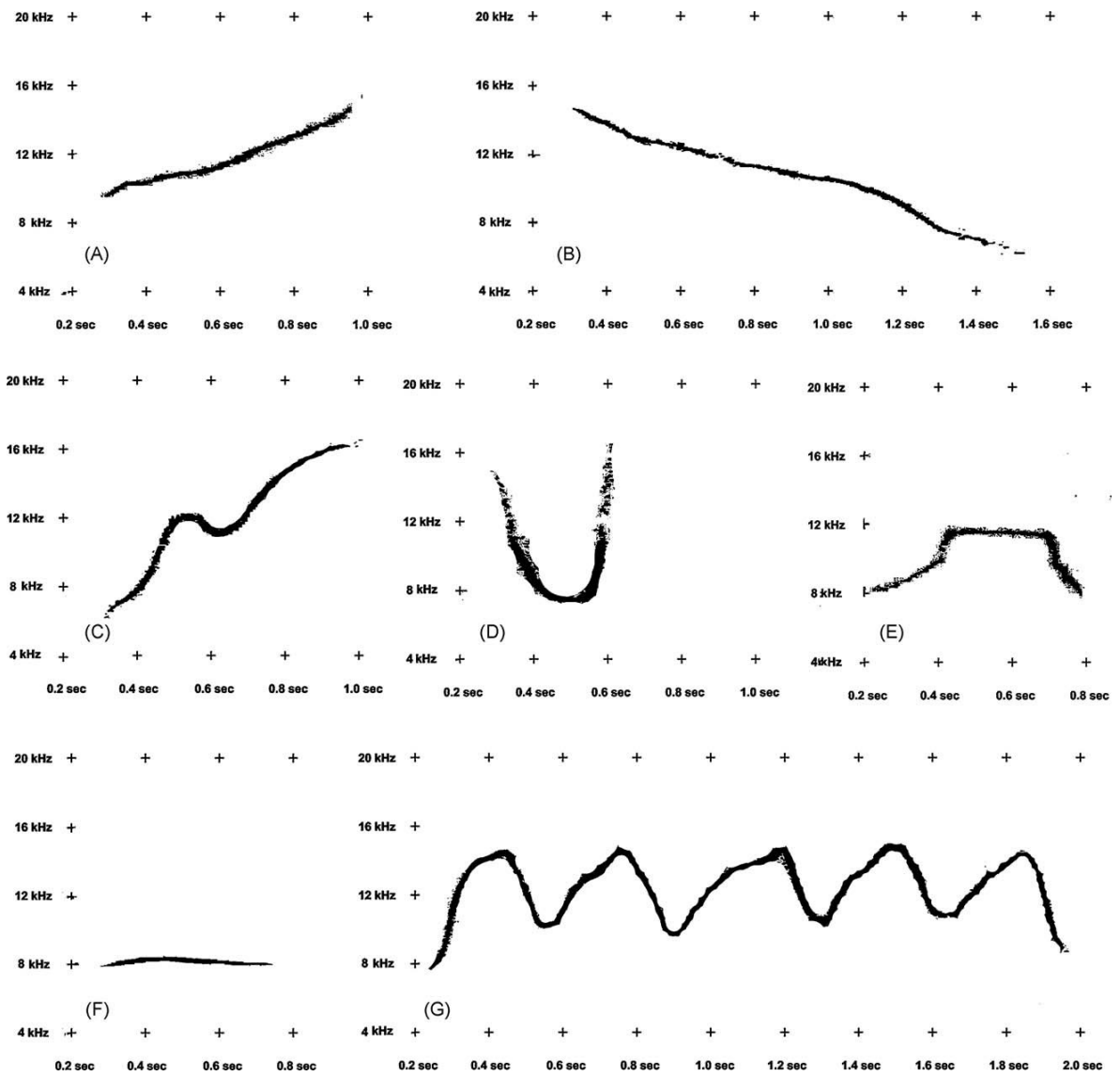
Μέσες τιμές παραμέτρων σφυριγμάτων κοινών δελφινιών							
Περιοχή	Αρχική συχνότητα (Hz)	Τελική συχνότητα (Hz)	Ελάχιστη συχνότητα (Hz)	Μέγιστη συχνότητα (Hz)	Διάρκεια (s)	Εύρος συχνοτήτων (Hz)	Αριθμός σημείων καμπής
Α. Μεσόγειος	11.647	11551	8089	15894	0.81	7805	1.66
Δ. Μεσόγειος	11.603	11962	8264	15393	0.91	7135	2.04

2.3 Κατηγοριοποίηση σφυριγμάτων

Τα σφυρίγματα των δελφινιών έχουν κατανεμηθεί σε ομάδες από διάφορους επιστήμονες ανάλογα με το περίγραμμά στα φασματογραφήματα, δηλαδή στην απεικόνιση τους ως προς τη συχνότητά τους ως συνάρτηση του χρόνου (Dreher, 1961). Τα σφυρίγματα όπως έχει προαναφερθεί είναι ήχοι διαμορφωμένοι ως προς την συχνότητα με θεμελιώδη συχνότητα συνήθως κάτω από 20 kHz και αρμονικές έως και 100 kHz (Lammers et al., 2003) και διάρκεια από 0,05 s έως και περισσότερα των 3,2 s (Wang et al., 1995a, Bazúa-Durán & Au 2002). Τα σφυρίγματα θεωρούνται σήματα που χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της οργάνωσης και της λειτουργίας της ομάδας (Norris et al., 1994, Janik & Slater, 1998)

Η μελέτη των σφυριγμάτων των δελφινιών περιλαμβάνει την κατηγοριοποίηση των περιγραμμάτων τους (Janik, 1999, Bazúa-Durán & Au 2002) και την εξαγωγή ακουστικών παραμέτρων από κάθε περίγραμμα σφυριγματος (Wang et al. 1995a, Bazúa Durán 2001). Μια μέθοδος κατηγοριοποίησης που χρησιμοποιείται από τον Lopez (2011) παρουσιάζεται στην

παρακάτω Εικόνα 9. Τα σφυρίγματα χωρίζονται για το ρινοδέλφινο ανάλογα με το περίγραμμά τους σε Rise ή Upsweep, Fall ή downsweep, Sine, U-shape, Wave ή Hat, Flat, and Multi-looped.



Εικόνα 9 Παραδείγματα τύπων σφυριγμάτων ρινοδέλφινου. (A) Rise, (B) Fall, (C) Sine, (D) U-shape, (E) Wave, (F) Flat, and (G) Multi-looped. FFT = 1024, διάρκεια παραθύρου=2ms (Lopez 2011).

3. Μεθοδολογία

3.1. Αποστολή 2003, 2007

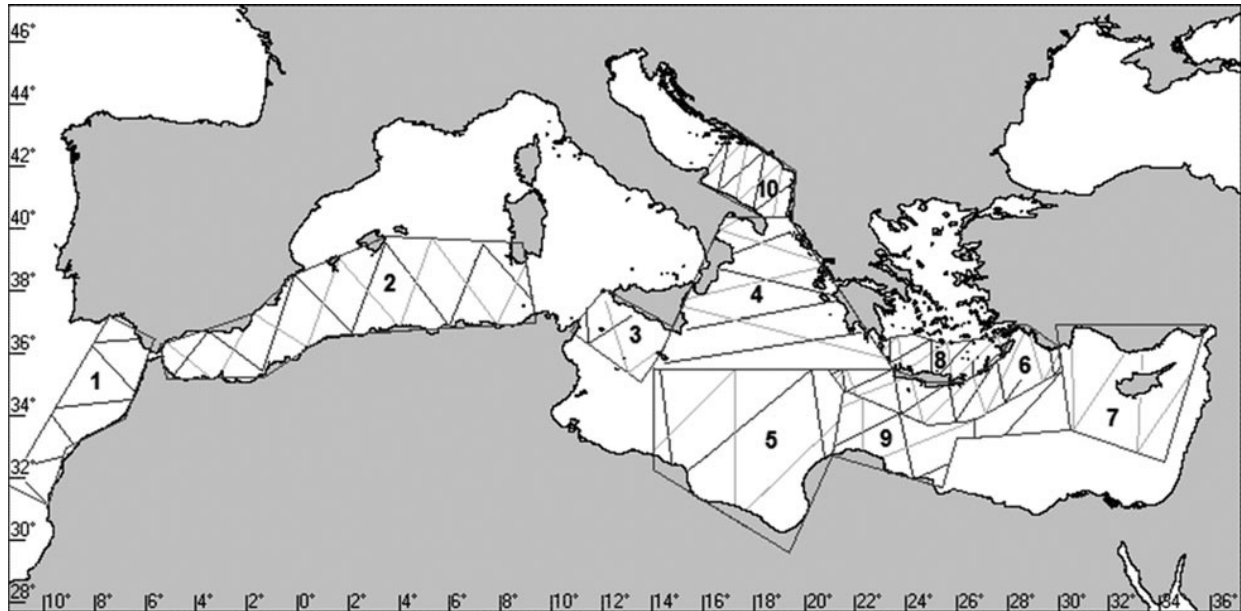
Το 2003 πραγματοποιήθηκε έρευνα από το International Fund for Animal Welfare's (IFAW) με ένα ιστιοφόρο σκάφος 14 m το RV «Song of the Whale» (SOTW). Οι βασικές περιοχές μελέτης ήταν το Ιόνιο Πέλαγος, το κανάλι της Σικελίας και της Μάλτας, αλλά για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν μόνο τα δεδομένα που συλλέχθηκαν στο Ιόνιο Πέλαγος.

Μια δεύτερη έρευνα πραγματοποιήθηκε το 2007 στο ανατολικό τμήμα της Μεσογείου με το νέο ειδικά σχεδιασμένο ιστιοπλοϊκό σκάφος 21 m που ονομάζεται και πάλι «Song of the Whale» (Boisseau et al., 2010). Η ευρύτερη περιοχή της έρευνας και οι πορείες φαίνονται στην Εικόνα 10. Ήταν προκαθορισμένες γραμμικές πορείες με τυχαία σημεία εκκίνησης με σχήμα ζιγκ-ζαγκ, που ισαπέειχαν μεταξύ τους (Buckland et al., 2001). Δύο παρατηρητές κατά τη διάρκεια της ημέρας παρακολουθούσαν σε πλατφόρμα περίπου 5,3 m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Οι παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν υπό καλές καιρικές συνθήκες έως και 3 Beaufort (Boisseau et al., 2010).

Οι παρατηρητές σάρωναν με γυμνό μάτι, εκτιμώντας οπτικά τις αποστάσεις των παρατηρούμενων ζώων. Οι παρατηρήσεις καταγράφονταν απευθείας από τρίτο άτομο. Επιπλέον, συλλέγονταν δεδομένα περιβάλλοντος και GPS που καταγράφονταν σε μια βάση δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της θέσης του σκάφους, της θερμοκρασίας της θάλασσας, του βάθους και της κατάστασης της θάλασσας. Οι οπτικές έρευνες διεξήχθησαν με ταχύτητες 7 κόμβων (Boisseau et al., 2010).

3.1.1. Ακουστική παρακολούθηση

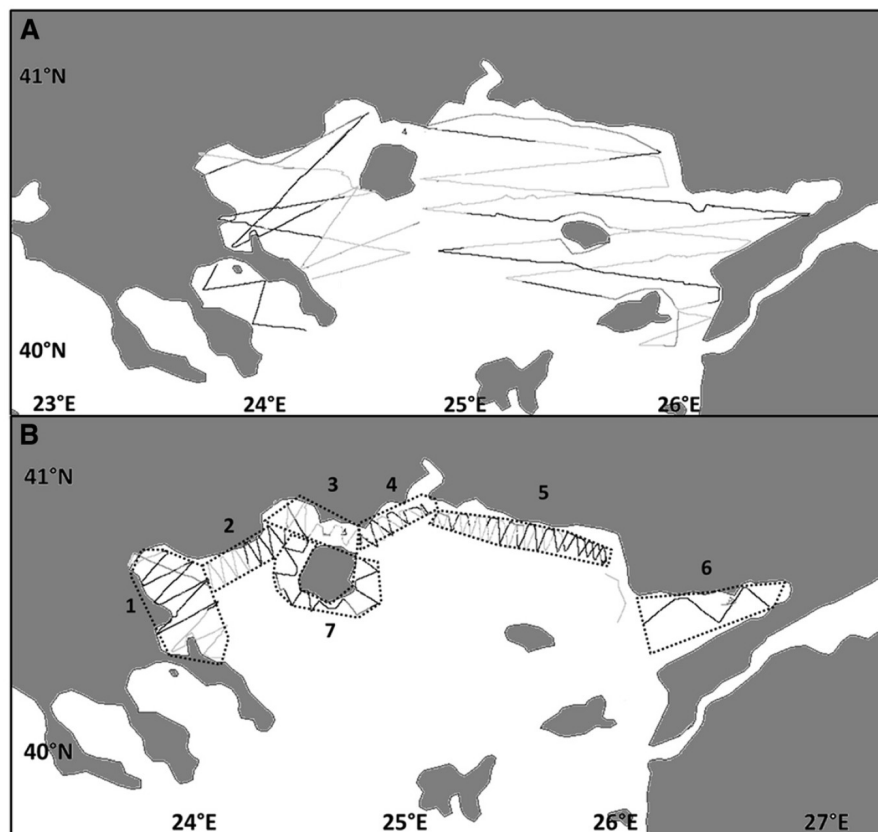
Η ακουστική παρακολούθηση πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας μια συστοιχία που αποτελούταν από δύο υδρόφωνα ευρέως φάσματος 10 Hz-40 kHz, που ρυμουλκούνταν 200 m πίσω από το σκάφος. Τα ηχητικά σήματα σαρώνονταν αυτόματα στο πεδίο για πιθανά κλικ οδοντοκτητών και σφυρίγματα χρησιμοποιώντας λογισμικό παθητικού εντοπισμού της IFAW (www.ifaw.org/sotw) (Boisseau et al., 2010)



Εικόνα 10 Πολύγωνα έρευνας και γραμμές παρακολούθησης που ακολουθήθηκαν στις τέσσερις έρευνες της IFAW. Από δυτικά προς ανατολικά: το 2005 βορειοδυτικό Μαρόκο (1) το 2004 η δυτική λεκάνη (2) το 2003 το κανάλι της Σικελίας (3) και το Ιόνιο Πέλαγος (4) το 2007 πέντε μπλοκ στην ανατολική λεκάνη (5–9) και ένα τελευταίο μπλοκ στην Αδριατική (10) (Boisseau et al., 2010). Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν στην τρέχουσα μελέτη συλλέχθηκαν στα τετράγωνα 4, 6 και 8.

3.2. Αποστολή 2013

Το 2013 η Marine Conservation Research (MCR) σε συνεργασία με το Ινστιτούτο Κητολογικών Ερευνών Πέλαγος (ΙΚΕΠ) πραγματοποίησε οπτική και ακουστική έρευνα στο Θρακικό και το υπόλοιπο Αιγαίο. Η έρευνα πραγματοποιήθηκε μεταξύ 7 και 26 Ιουλίου 2013 από το ερευνητικό σκάφος Song of the Whale (SOTW). Οι γραμμές παρακολούθησης είχαν προκαθοριστεί χρησιμοποιώντας το λογισμικό Distance (Thomas et al., 2010) και η περιοχή της έρευνας υποδιαιρέθηκε σε δύο τμήματα (Εικόνα 11) την παράκτια έρευνα μικρής κλίμακας και την υπεράκτια έρευνα ευρείας κλίμακας.



Εικόνα 11 Περιοχές έρευνας που δείχνουν τις πορείες που πραγματοποιήθηκαν κατά την δειγματοληψία στο Θρακικό πέλαγος Α) Έρευνα υπεράκτιας ευρείας κλίμακας, Β) παράκτια περιοχή μελέτης (Cucknell et al, 2016).

3.2.1. Ακουστική παρακολούθηση

Η ακουστική δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε χρησιμοποιώντας δύο συστοιχίες υδροφώνων που η καθμία περιείχε ένα ζεύγος στοιχείων με μεγάλο εύρος συχνοτήτων, 2 kHz έως 200 kHz. Το υδρόφωνο ρυμουλκούνταν 200 m πίσω από το σκάφος. Αρχεία δύο καναλιών 16-bit wav καταγράφονταν συνεχώς με ρυθμό δειγματοληψίας 500 kHz χρησιμοποιώντας το Ramguard (Gillespie et al., 2009) και πραγματοποιήθηκαν επίσης έλεγχοι ρουτίνας του λογισμικού (για 2 λεπτά ανά 15 λεπτά). Τα σήματα καταγράφηκαν σε εσωτερικές κάρτες ήχου NI 6251 (Ryan et al., 2014).

Οι οπτικές παρατηρήσεις πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της ημέρας και σε κατάλληλες συνθήκες θάλασσας (κατάσταση της θάλασσας ≤ 3 beaufort). Δύο «κύριοι παρατηρητές» τοποθετήθηκαν σε εξέδρα στην πρόσθια πλευρά του σκάφους (ύψος οφθαλμού 3,5 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας) και δύο ακόμη σε μια εξέδρα ψηλότερα (ύψος ματιού 5,5 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας). Όταν πραγματοποιούνταν παρατήρηση, ο παρατηρητής κατέγραφε την γωνία από το σκάφος χρησιμοποιώντας έναν πίνακα για την

εκτίμηση της γωνίας, ενώ η απόσταση μετρούνταν χρησιμοποιώντας ένα ραβδί εύρεσης απόστασης φτιαγμένο ειδικά για τον κάθε παρατηρητή ανάλογα με το ύψος των ματιών και το μήκος του βραχίονα χρησιμοποιώντας τον τύπο Heinenmann (1981). Κατά την παρατήρηση ενός θαλάσσιου θηλαστικού οι πληροφορίες που καταγράφονταν ήταν η απόσταση από το ζώο, η κατεύθυνση ταξιδιού (π.χ. δεξιά προς τα αριστερά/αριστερά προς τα δεξιά), η σχετική γωνία ταξιδιού (σε σχέση με τον παρατηρητή) και ο αριθμός των ζώων. Αυτές οι πληροφορίες εισήχθησαν στο λογισμικό Logger (IFAW, 2010) από έναν τρίτο άτομο που κατέγραφε τα δεδομένα στον υπολογιστή. Τα δεδομένα περιβάλλοντος και οι θέσεις GPS καταγράφονταν αυτόματα στη βάση δεδομένων Logger συνεχώς (κάθε 10 s), συμπεριλαμβανομένης της ημερομηνίας, ώρας, θέσης σκάφους (γεωγραφικό πλάτος, γεωγραφικό μήκος), κατεύθυνση κίνησης, θερμοκρασία στην επιφάνεια θάλασσα (°C), ταχύτητα ανέμου (κόμβοι) και κατεύθυνση. Η καταγραφή των εκτιμώμενων περιβαλλοντικών μεταβλητών (όπως η κατάσταση της θάλασσας, το κύμα και το ύψος κύματος) και η προσπάθεια έρευνας (αριθμοί και θέσεις των παρατηρητών) καταγράφονταν ανά ώρα (Ryan et al., 2014).

Τα ακουστικά δεδομένα συλλέχθηκαν χρησιμοποιώντας το λογισμικό Pamguard. Διεξήχθησαν σταθμοί ακρόασης δύο λεπτών σε διαστήματα 15 λεπτών κατά τη διάρκεια των οποίων καταγράφθηκαν κλικ ή σφυρίγματα κητωδών από έναν χειριστή (σε επίπεδο ειδών όταν είναι δυνατόν) (Ryan et al., 2014) Οι ηχογραφήσεις έγιναν με ρυθμό δειγματοληψίας 48 kHz για τα οδοντοκίτη μεσαίων συχνοτήτων (Ryan et al., 2014). Συνολικά οι περιοχές συλλογής των δεδομένων για τα τρία έτη, που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα έρευνα παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 6.

Πίνακας 6 Οι περιοχές μελέτης και οι φορείς που τα συνέλλεξαν για τα τρία έτη 2003, 2007, 2013. Παρουσιάζονται μόνο όσα χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία.

Έτος	Περιοχή μελέτης	Συλλογή δεδομένων
2003	Ιόνιο Πέλαγος	IFAW
2007	Κρητικό και Λιβυκό Πέλαγος, Θάλασσα της Λεβαντίνης	IFAW
2013	Ιόνιο, Β. και Ν. Αιγαίο, Θάλασσα της Λεβαντίνης	MCR, ΙΚΕΠ

3.3 Προκαταρκτική ανάλυση δεδομένων

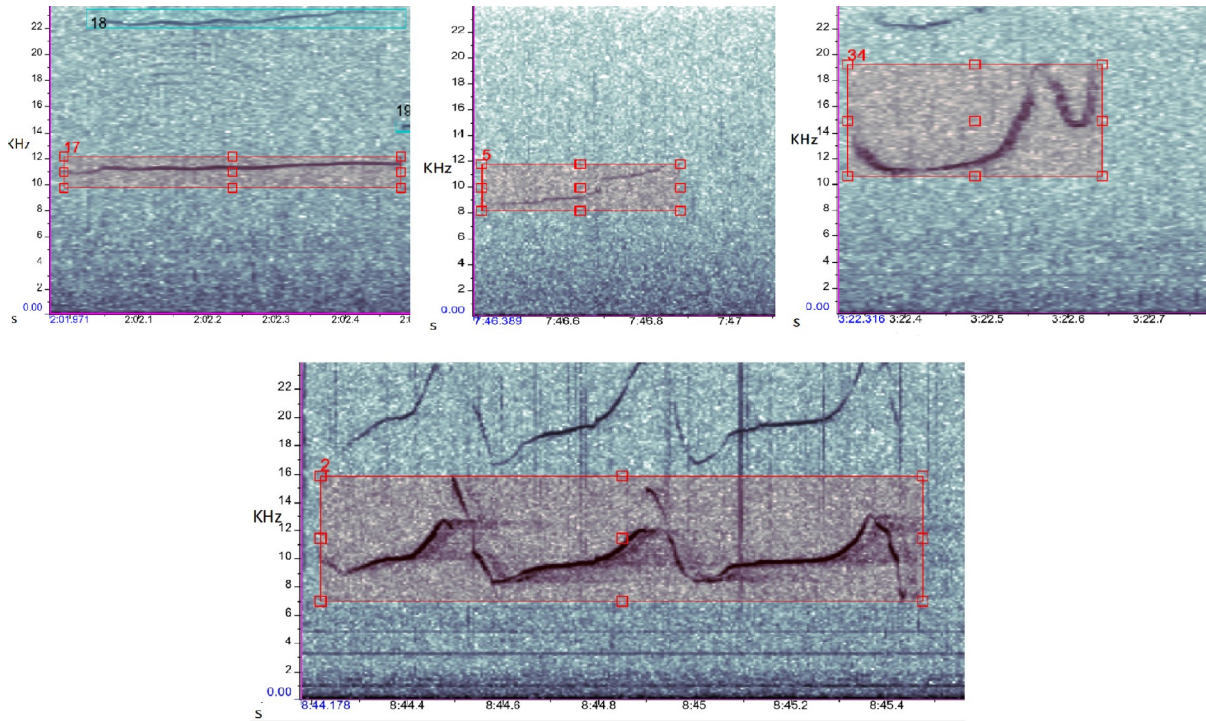
Αρχικά έγινε μια επιλογή των οπτικών δεδομένων για τον διαχωρισμό των παρατηρήσεων των 4 ειδών δελφινιών που ενδιαφέρουν. Οι οπτικές παρατηρήσεις στη συνέχεια συγκρίθηκαν με τις ταυτόχρονες ηχογραφήσεις από κάθε έρευνα πεδίου. Έτσι όλα τα αρχεία ήχου που

συνοδεύονται από μια σύγχρονη οπτική παρατήρηση επιλέχθηκαν και για τις οπτικές παρατηρήσεις που δεν συμπίπτουν με ένα ακουστικό αρχείο, επιλέχθηκε η εγγραφή με τον πλησιέστερο χρόνο. Συχνά επιλέχθηκαν 2 ή ακόμα και 3 ηχογραφήσεις, όταν έγινε η οπτική παρατήρηση ανάμεσα τους.

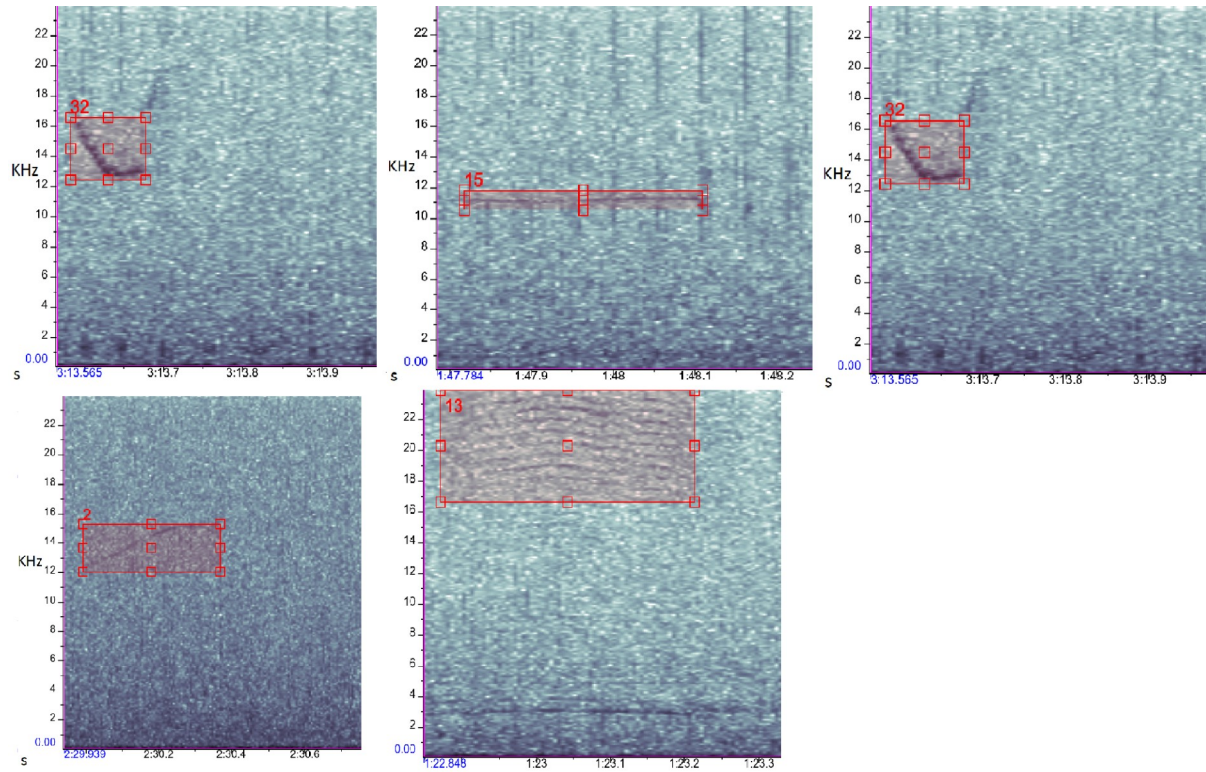
Τα τελικά επιλεγμένα αρχεία wav ταξινομήθηκαν επιπλέον σε 3 κατηγορίες με βάση την ποιότητα (λόγος σήματος προς θόρυβο) και την καταλληλότητά τους για ανάλυση ως προς το φασματικό τους περιεχόμενο. Κάθε αρχείο wav ταξινομήθηκε με έναν δείκτη ποιότητας μεταξύ 0 και 2. Η βαθμολογία που ανατέθηκε ήταν (0) όταν δεν εντοπιστήκαν καθόλου σφυρίγματα. Όταν η χαμηλή ένταση ή/και το χαμηλό λόγο σήματος προς θόρυβο (Signal to noise ratio ή SNR) εμπόδισαν την αναγνώριση του πλήρους περιγράμματος ή όταν το πλήρες περίγραμμα χρόνου-συχνότητας του σφυρίγματος ήταν αδύναμο, λόγω επικάλυψης με άλλους ήχους ή χαμηλής έντασης, ταξινομήθηκε με δείκτη ποιότητας (1). Τέλος δόθηκε ο δείκτης (2) όταν το πλήρες περίγραμμα μπορούσε να αναγνωριστεί αλλά η ένταση ήταν χαμηλή και όταν η ένταση ήταν υψηλή και το περίγραμμα χρόνου-συχνότητας ήταν καλά καθορισμένο. Μόνο αρχεία που ταξινομήθηκαν ως 2 θεωρήθηκαν υψηλής ποιότητας και χρησιμοποιήθηκαν στην ανάλυση συχνοτήτων και χρόνου, ενώ τα αρχεία που ταξινομήθηκαν ως (1) χρησιμοποιήθηκαν μόνο για ανάλυση ως προς τον χρόνο (call timing analysis) (διαστήματα μεταξύ σφυριγμάτων, σφυρίγματα ανά λεπτό κ.λπ.)

Εξετάστηκαν 47 ακουστικά αρχεία. Από τα φασματογραφήματα διαχωρίστηκαν τα σφυρίγματα που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση και χρησιμοποιώντας δείκτες περιγραφής που παρέχονται από πρόγραμμα Raven Pro. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα έχει φτιαχτεί από το Cornell Lab of Ornithology και χρησιμοποιείται για την ανάλυση ηχητικών σημάτων πουλιών, θηλαστικών και άλλων οργανισμών. Μόνο τα αρχεία wav με δείκτη ποιότητας (2) έχουν αναλυθεί σε αυτήν τη μελέτη.

Τα εντοπιζόμενα σφυρίγματα σε κάθε αρχείο wav αξιολογήθηκαν περαιτέρω χρησιμοποιώντας επιπλέον δείκτη ποιότητας (1,2) (Εικόνες 12 & 13). Τα δυνατά και καθαρά σφυρίγματα, που δεν αλληλεπικαλύπτονται εκτενώς από άλλα σφυρίγματα και εντοπίστηκαν εύκολα ακουστικά και με τον οπτικό έλεγχο των φασματογραφημάτων εξετάστηκαν για τη μέτρηση παραμέτρων και αξιολογήθηκαν με τον δείκτη ποιότητας (2). Τα σφυρίγματα που δεν καλύπτουν αυτά τα κριτήρια αξιολογήθηκαν με τον δείκτη ποιότητας (1). Για παράδειγμα, τα σφυρίγματα που περιείχαν διακοπές εντός του περιγράμματος, ή έχουν χαμηλό SNR (Signal per noise ratio ή λόγο σήματος προς θόρυβο), ή αυτά που αλληλεπικαλύπτονται. Γενικά εάν ένα διάστημα μεταξύ δύο σφυριγμάτων ήταν μεγαλύτερο από 200 ms, θεωρούνταν ως δύο ξεχωριστά (Bazua-Duran & Au, 2002). Για κατά την εκτίμηση των χαρακτηριστικών των σφυριγμάτων χρησιμοποιήθηκαν τα σφυρίγματα ποιότητας (2), ενώ τα ποιότητας (1) και (2) χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση του ρυθμού παραγωγής σφυριγμάτων στις διάφορες ώρες του 24ωρου κύκλου.



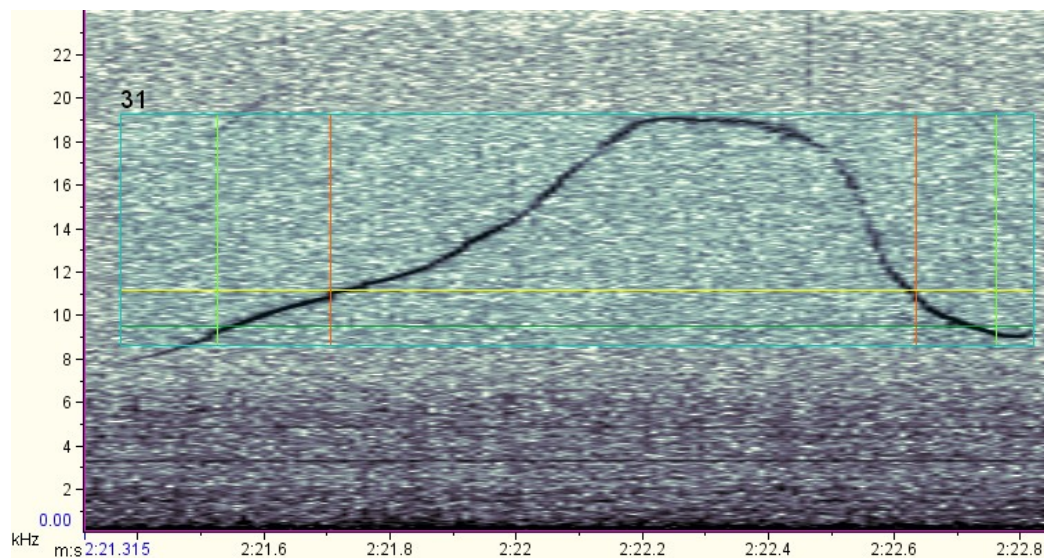
Εικόνα 12 Σφυρίγματα ποιότητας 2 κατάλληλα για ανάλυση ως προς την συχνότητα και τον χρόνο. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming



Εικόνα 13 Σφυρίγματα ποιότητας 1 ακατάλληλα για ανάλυση ως προς την συχνότητα. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming

3.4. Δείκτες περιγραφής

Οι δείκτες περιγραφής που εκτιμήθηκαν με το λογισμικό Raven pro ελήφθησαν για κάθε σφύριγμα μέσω χειροκίνητων μετρήσεων (Εικόνα 14 & 15). Αυτοί οι δείκτες τεκμηριώνονται αναλυτικά στον Πίνακα 7 και είναι οι εξής: (1) ελάχιστη συχνότητα (minimum frequency), (2) μέγιστη συχνότητα (maximum frequency), (3) κεντρική συχνότητα (center (or fundamental) frequency), (4) κορυφαία συχνότητα (peak frequency), (5) συχνότητα 5% (frequency 5%), (6) συχνότητα 25% (frequency 25%), (7) συχνότητα 75% (frequency 75%), (8) συχνότητα 95% (frequency 95%), (9) εύρος ζώνης (bandwidth), (10) εύρος ζώνης 90% (bandwidth 90%), (11) εύρος ζώνης 50% (bandwidth 50%), (12) διάρκεια (duration), (13) διάρκεια 50% (duration 50%), (14) διάρκεια 90% (duration 90%), (15) κεντρικός χρόνος (center time), (16) σχετικός κεντρικός χρόνος (center time relative), (17) κορυφαίος χρόνος (peak time), (18) κορυφαίος σχετικός χρόνος (peak time relative), (19) σχετικός χρόνος 5% (time 5% relative), (20) σχετικός χρόνος 95% (time 95% relative), (21) σχετικός χρόνος 25% (time 25% relative), (22) σχετικός χρόνος 5% (time 75% relative), (23) χρόνος 5% (time 5%), (24) χρόνος 95% (time 95%), (25) συνολική εντροπία (aggregate entropy), (26) μέση εντροπία (average entropy), (27) αρχική συχνότητα (start frequency), (28) τελική συχνότητα (end frequency), (29) σημεία καμπής (inflection points).



Εικόνα 14 Περιγράμμα σφυρίγματος ζωνοδέλφινου από τις ηχογραφήσεις του 2007 (IFAW, Boisseau et al., 2010). Κάποιοι δείκτες περιγραφής που φαίνονται σημειώνονται με τα διαφορετικά χρώματα πάνω στην εικόνα και είναι με κίτρινο φαίνεται η κεντρική (fundamental) συχνότητα. Οι πράσινες γραμμές οριοθετούν το 90% του εύρους ζώνης και οι πορτοκαλί γραμμές οριοθετούν το 50% του εύρους ζώνης.

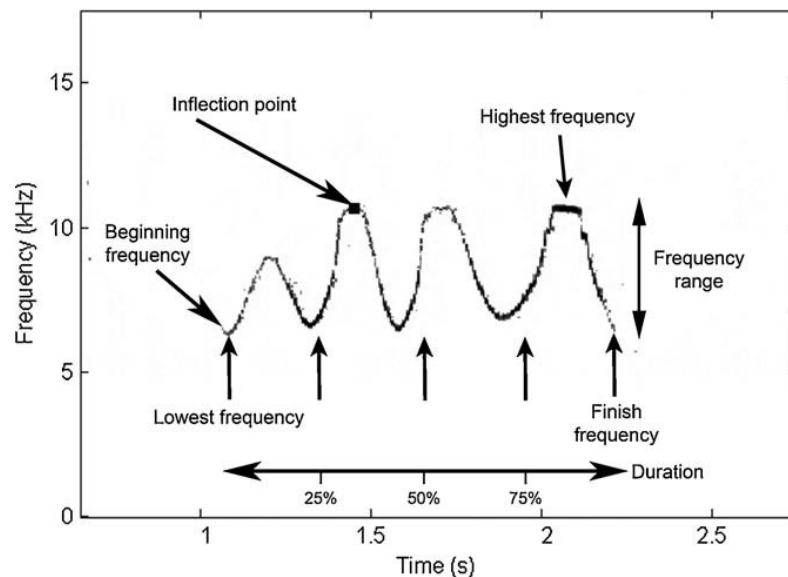
Πίνακας 7 Λίστα δεικτών περιγραφής περιγραφής φασματογραφήματος που εξάγονται από το λογισμικό Raven Pro v.1.5 και χρησιμοποιήθηκαν για την περιγραφή των σφυριγμάτων (Charif et al.,2010).

No	Συνομογραφία δείκτη περιγραφής στο Raven Pro	Σύμβολο	Όνομα δείκτη περιγραφής	Λεπτομέρειες
1.	Low Freq (Hz)	f_{min}	Ελάχιστη συχνότητα (Minimum frequency)	Το κατώτερο όριο της επιλογής στον άξονα της συχνότητας του φασματογραφήματος
2.	High Freq (Hz)	f_{max}	Μέγιστη συχνότητα (Maximum frequency)	Το ανώτερο όριο της επιλογής άξονα της συχνότητας του φασματογραφήματος.
3.	Center Freq (Hz)	f_c	Κεντρική συχνότητα (Center (or fundamental) frequency)	Η συχνότητα που χωρίζει την επιλογή σε δύο διαστήματα ίσης ενέργειας
4.	Peak Freq (Hz)	f_{peak}	Κορυφαία συχνότητα (Peak frequency)	Η συχνότητα στην οποία η επιλογή έχει τη μέγιστη ισχύ
5.	Freq 5% (Hz)	$f_{5\%}$	Συχνότητα 5% (Frequency 5%)	Η συχνότητα που περιέχει το 5% της συνολικής ενέργειας του ήχου, μετρώντας από το κατώτατο όριο της επιλογής
6	Freq 25 % (Hz)	$f_{25\%}$	Συχνότητα 25% (Frequency 25%)	Η συχνότητα που περιέχει το 25% της συνολικής ενέργειας του ήχου, μετρώντας από το κατώτατο όριο της επιλογής
7	Freq 75 % (Hz)	$f_{75\%}$	Συχνότητα 75% (Frequency 75%)	Η συχνότητα που περιέχει το 75% της συνολικής ενέργειας του ήχου, μετρώντας από το κατώτατο όριο της επιλογής
8	Freq 95% (Hz)	$f_{95\%}$	Συχνότητα 95% (Frequency 95%)	Η συχνότητα που περιέχει το 5% και το 95% της συνολικής ενέργειας του ήχου, μετρώντας από το κατώτατο όριο της επιλογής
9	Delta Freq (Hz)	B	Εύρος ζώνης (Bandwidth)	Η διαφορά μεταξύ της μέγιστης και της ελάχιστης συχνότητας ($f_{max} - f_{min}$)
10	BW 90% (Hz)	$B_{90\%}$	Εύρος ζώνης 90% (Bandwidth 90 %)	Η διαφορά μεταξύ των συχνοτήτων 5% και 95% ($f_{95\%} - f_{5\%}$)
11	BW 50% (Hz)	$B_{50\%}$	Εύρος ζώνης 50% (Bandwidth 50%)	Είναι η διαφορά των συχνοτήτων 75 και 25 ($f_{75\%} - f_{25\%}$)
12	Delta Time (s)	Δt	Διάρκεια (Duration)	Συνολική διάρκεια της επιλογής

13	Dur 50% (s)	$\Delta t_{50\%}$	Διάρκεια 50% duration	Η διαφορά μεταξύ του χρόνου 75% ($t_{95\%}$) και 25% ($t_{75\%} - t_{25\%}$), όπου $t_{75\%}$ και $t_{25\%}$ είναι οι χρονικές στιγμές που ορίζουν το 75% και το 25% της ενέργειας του σφυρίγματος, αντίστοιχα.
14	Dur 90% (s)	$\Delta t_{90\%}$	Διάρκεια 90% duration	Η διαφορά μεταξύ του χρόνου 95% ($t_{95\%}$) και 5% ($t_{95\%} - t_{5\%}$), όπου $t_{5\%}$ και $t_{95\%}$ είναι οι χρονικές στιγμές που ορίζουν το πρώτο και τελευταίο 5% της ενέργειας του σφυρίγματος, αντίστοιχα.
15	Center Time	t_c	Κεντρικός χρόνος (Center Time)	Κεντρικός χρόνος είναι η χρονική στιγμή που χωρίζει την επιλογή σε δύο περιοχές ίσης ενέργειας.
16	Center Time Rel.	$t_{c,rel}$	Σχετικός κεντρικός χρόνος (Center time relative)	«Κεντρικός σχετικός χρόνος» Η σχετική θέση του t_c ως προς τη συνολική διάρκεια της επιλογής. Λαμβάνει τιμές μεταξύ 0-1, όπου 0 είναι η αρχή του σφυρίγματος, και 1 το τέλος αυτού.
17	Peak Time	t_{peak}	Κορυφαίος χρόνος (Peak Time)	Η χρονική στιγμή που λαμβάνει χώρα η f_{peak} .
18	Peak Time Relative	$t_{peak,rel}$	Κορυφαίος σχετικός χρόνος (Peak time relative)	Το "Peak time relative" είναι η σχετική θέση του t_{peak} ως προς τη συνολική διάρκεια της επιλογής. Λαμβάνει τιμές μεταξύ 0-1, όπου 0 είναι η αρχή του σφυρίγματος, και 1 το τέλος αυτού.
19	Time 5% Rel.	$t_{5\%,rel}$	Σχετικός χρόνος 5% (Time 5% relative)	Όπως ο «Κεντρικός σχετικός χρόνος», αλλά για το 5%.
20	Time 95% Rel.	$t_{95\%,rel}$	Σχετικός χρόνος 95% (Time 95% relative)	Όπως ο "Κεντρικός σχετικός χρόνος", αλλά για το 95%.
21	Time 25 % Rel	$t_{25\%,rel}$	Σχετικός χρόνος 25% (Time 25% relative)	Όπως ο "Κεντρικός σχετικός χρόνος", αλλά για το 25%.
22	Time 75 % Rel	$t_{75\%,rel}$	Σχετικός χρόνος 75% (Time 75% relative)	Όπως ο "Κεντρικός σχετικός χρόνος", αλλά για το 75%.
25	Time 5 %	$t_{5\%}$	Χρόνος 5% (Time 5%)	Η χρονική στιγμή που περιέχει το 5% της συνολικής ενέργειας της επιλογής, μετρώντας από την αρχή του ήχου.
26	Time 95 %	$t_{95\%}$	Χρόνος 95% (Time 95%)	Η χρονική στιγμή που περιέχει το 95% της συνολικής ενέργειας της επιλογής, μετρώντας από την αρχή του ήχου.
27	Agg Entropy (bits)	h_{agg}	Συνολική εντροπία (Aggregate entropy)	Συνολική αταξία στη φασματική δομή ενός ήχου. Είναι 0 για καθαρό τόνο μιας συχνότητας και αυξάνεται με την αύξηση της αταξίας στην επιλογή. Βλέπε Chariff et al (2010) για εξίσωση υπολογισμού.

28	Avg Entropy (bits)	h_{ave}	Μέση εντροπία (Average entropy)	Μέση αταξία φασματικής δομής ενός ήχου. Είναι η μέση τιμή της εντροπίας κάθε χρονικού διαστήματος (FFT bin) της επιλογής, στο σύνολο της διάρκειας του ήχου.
----	--------------------	-----------	---------------------------------	--

Μετά την επιλογή των σφυριγμάτων από τις ηχογραφήσεις και αφού εφαρμόστηκαν οι προαναφερόμενοι δείκτες περιγραφής, προστέθηκαν επιπλέον δείκτες όπως το είδος, οι συντεταγμένες, ο αριθμός των ατόμων, η αρχική συχνότητα και η τελική συχνότητα του σφυρίγματος καθώς και τα σημεία καμπής τους. Τέλος, οι ανωτέρω δείκτες περιγραφής συγκεντρώθηκαν σε έναν κεντρικό πίνακα που χρησιμοποιήθηκε για τις στατιστικές αναλύσεις.



Εικόνα 15 Περίγραμμα σφυρίγματος ρινοδέλφινου από την Ιταλία (Σαρδηνία). Στο σχήμα παρουσιάζονται επτά δείκτες περιγραφής που χρησιμοποιήθηκαν από τον (Lopez, 2011) και αντιστοιχούν στους δείκτες περιγραφής της παρούσας μελέτης.

Για κάθε σφύριγμα όπως ορίστηκε από το διακριτό περίγραμμα των συχνοτήτων του, χρησιμοποιήθηκε η πρώτη (θεμελιώδης) αρμονική για την εξαγωγή των δεικτών, σχεδιάζοντας μια ορθογώνια περιοχή γύρω από τον κάθε ήχο ενδιαφέροντος, που περιελάμβανε ακριβώς τα αυστηρά όρια του. Το χαμηλότερο και το ανώτερο όριο συχνότητας του πλαισίου γύρω από τον κάθε ήχο ήταν η ελάχιστη και μέγιστη συχνότητα της θεμελιώδους αρμονικής, ενώ ο χρόνος έναρξης και ο χρόνος λήξης των σφυριγμάτων καθορίστηκαν από τα αντίστοιχα όρια στον χρονικό άξονα.

Με τη χρήση της γλώσσας προγραμματισμού R εξήχθησαν τα περιγραφικά στατιστικά και δημιουργήθηκαν box plots. Η ανάλυση έγινε για επιλεγμένους δείκτες περιγραφής, και συγκεκριμένα επιλέχθηκαν δείκτες που αφορούν την μέση εντροπία (average Entropy) και τη συνολική εντροπία (aggregate entropy). Επίσης, επιλέχθηκαν δείκτες σχετικοί με τη συχνότητα, που είναι οι εξής: μέγιστη συχνότητα (high frequency), κορυφαία συχνότητα (peak frequency), ελάχιστη συχνότητα (low frequency). Επιλέχθηκαν και δείκτες σχετικοί με τον χρόνο που είναι οι: διάρκεια και διάρκεια 90% (duration 90%). Τέλος, οι δείκτες που επιλέχθηκαν ως προς το εύρος συχνοτήτων ήταν οι εξής: εύρος ζώνης 90% (bandwidth 90%) και το εύρος ζώνης (delta frequency).

Με σκοπό την σύγκριση μεταξύ των ειδών για όλους τους επιλεγμένους δείκτες περιγραφής έγιναν αρχικά εκτιμήσεις για την κανονικότητα του δείγματος, ώστε να επιλέγει το σωστότερο τεστ (παραμετρικό ή μη παραμετρικό) για την σύγκριση των δεδομένων. Η κανονικότητα μπορεί να ελεγχθεί εμπειρικά (π.χ. Q-Q plot (quantile-quantile plot) ή με τεστ σημαντικότητας).

Για τον έλεγχο κανονικότητας των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το τεστ Shapiro-Wilk, που συγκρίνει την κατανομή του δείγματος με την κανονική προκειμένου να εξακριβωθεί εάν τα δεδομένα δείχνουν ή όχι μια σημαντική στατιστικά απόκλιση από την κανονικότητα.

Μετά τον έλεγχο κανονικότητας φάνηκε ότι κάποια από τα δεδομένα δεν ακολουθούν κανονική κατανομή, οπότε επιλέχθηκε το μη-παραμετρικό τεστ Kruskal Wallis (one-way ANOVA on ranks) για τον έλεγχο διαφοροποίησης των ειδών ως προς επιλεγμένους δείκτες περιγραφής: ελάχιστη συχνότητα (Hz), μέγιστη συχνότητα (Hz), κορυφαία συχνότητα (Hz), συνολική εντροπία (bits), μέση εντροπία (bits), εύρος ζώνης 90% (Hz), εύρος ζώνης (Hz), διάρκεια (s), διάρκεια 90% (s). Σε όλους τους δείκτες διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ειδών, επιλέχθηκε να γίνει και σύγκριση ανά ζεύγη ώστε να εντοπιστούν τα είδη που παρουσιάζουν την διαφοροποίηση. Έτσι επιλέχθηκε μη παραμετρικό τεστ σύγκρισης ανά δύο είδη, το Mann Whitney Wilcoxon U test.

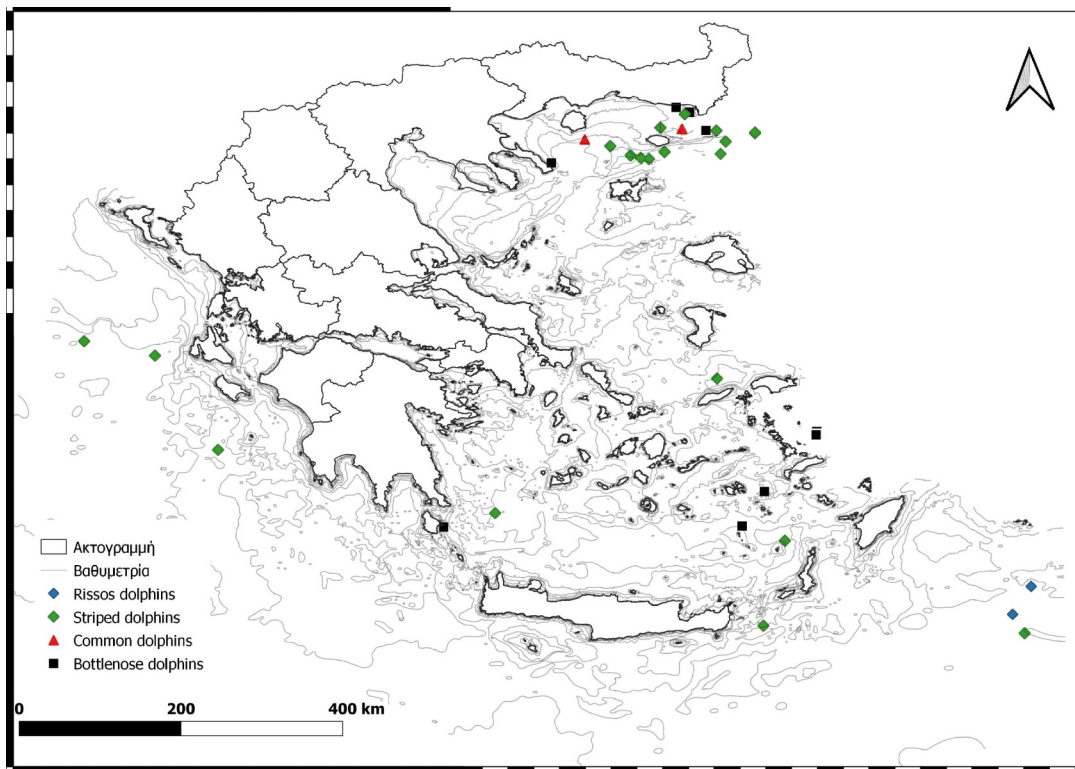
Τέλος, για την μελέτη της ηχητικής συμπεριφοράς των ειδών σε σχέση με την ώρα της ημέρας πραγματοποιήθηκε εκτίμηση του αριθμού των σφυριγμάτων ανά λεπτό ηχογράφησης, κατά την διάρκεια του 24ώρου. Έτσι θα μπορούσαμε να εξάγουμε κάποια πολύ πρωταρχικά στοιχεία για πιθανά ημερήσιους ρυθμούς που μπορεί να σχετίζονται και με εναλλαγή συμπεριφορών κατά την διάρκεια της ημέρας. Για την εκτίμηση της εναλλαγής του ρυθμού των σφυριγμάτων κατά την διάρκεια του 24ωρου μετρήθηκε ο αριθμός των σφυριγμάτων ανά ηχογράφηση και έγινε η αναγωγή ανά ανά λεπτό ηχογράφησης. Οι ώρες που έγινε η κάθε παρατήρηση μετατράπηκαν σε δεκαδικές ώρες “decimal hours”, ώστε να είναι συνεχής η μεταβλητή. Για τον υπολογισμό του ρυθμού των σφυριγμάτων χρησιμοποιήθηκαν σφυρίγματα ποιότητας 1 και 2. Αρχικά φτιάχτηκαν

με την χρήση της R, γραφήματα ανά είδος που απεικονίζουν τον αριθμό των σφυριγμάτων κατά την διάρκεια του 24ωρου κύκλου, ενώ στην συνέχεια έγινε εκτίμηση της συσχέτισης μεταξύ του αριθμού των ατόμων ανά είδος, του αριθμού των σφυριγμάτων ανά λεπτό ηχογράφησης (ρυθμός σφυριγμάτων), καθώς και μεταξύ της ώρας της ημέρας και ρυθμού σφυριγμάτων. Αυτό έγινε με σκοπό να μπορέσουμε να εξάγουμε πιο ασφαλή συμπεράσματα, καθώς είναι σημαντικό να ληφθεί υπόψιν ο αριθμός των ατόμων που υπήρχαν κατά την ηχογράφηση. Ο αριθμός των ατόμων είναι πιθανό να επιδρά στον αριθμό των σφυριγμάτων που παράγονται. Τέλος, διερευνήθηκε η συσχέτιση αριθμού ατόμων με ρυθμό σφυριγμάτων και ώρα της ημέρας με ρυθμό σφυριγμάτων για τα ρινοδέλφια και τα ζωνοδέλφια τα καθώς είναι τα είδη με τα περισσότερα δεδομένα. Τα κοινά δελφίνια και τα σταχτοδέλφια είχαν πλήθος $N=2$ και συνεπώς ο έλεγχος συσχέτισης δεν είναι εύκολο να γίνει.

4. Αποτελέσματα

4.1 Χωρική αποτύπωση παρατηρήσεων

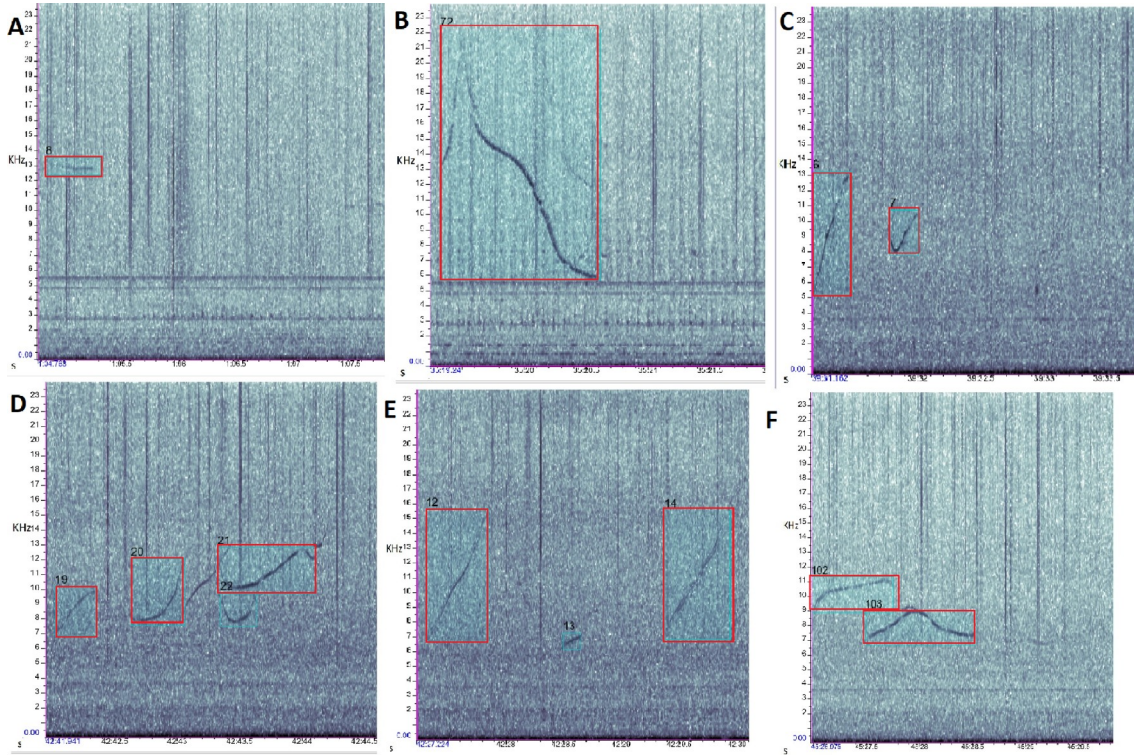
Αρχικά πραγματοποιήθηκε χωρική αποτύπωση των παρατηρήσεων ως προς τα είδη των ηχητικών και οπτικών καταγραφών και άρα και των επιλεγμένων σφυριγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση. Ο παρακάτω χάρτης (Εικόνα 16) παρουσιάζει τις περιοχές που πραγματοποιήθηκαν οι παρατηρήσεις ανά είδος, κατά την έρευνα πεδίου. Φαίνεται ότι οι περισσότερες καταγραφές πραγματοποιήθηκαν στο Θρακικό Πέλαγος, μιας και οι έρευνα πεδίου ήταν επικεντρωμένη στη περιοχή αυτή. Παρατηρήσεις ζωνοδέλφινων υπήρξαν και στο Ιόνιο, ενώ οι παρατηρήσεις των σταχτοδέλφινων περιορίζονται στην θάλασσα της Λεβαντίνης. Οι περιοχές που δεν έγιναν πολλές παρατηρήσεις δεν είναι ενδεικτικές της κατανομής των ειδών, αλλά η διασπορά αυτή των δεδομένων αντανακλά περισσότερο το ότι η έρευνα ήταν κυρίως επικεντρωμένη στο Θρακικό και λιγότερο στο Αιγαίο, το Ιόνιο και την θάλασσα της Λεβαντίνης.



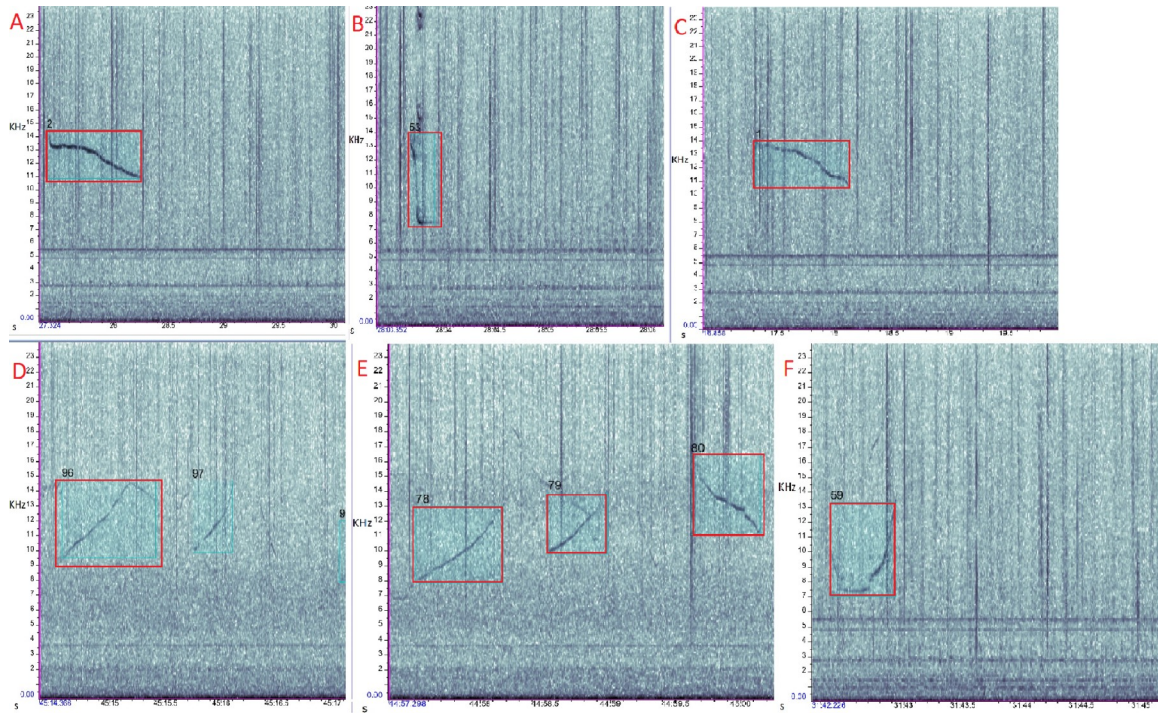
Εικόνα 16 Χάρτης των παρατηρήσεων από τις οποίες έγινε και η ανάλυση των σφουριγμάτων.

4.2. Είδη σφουριγμάτων

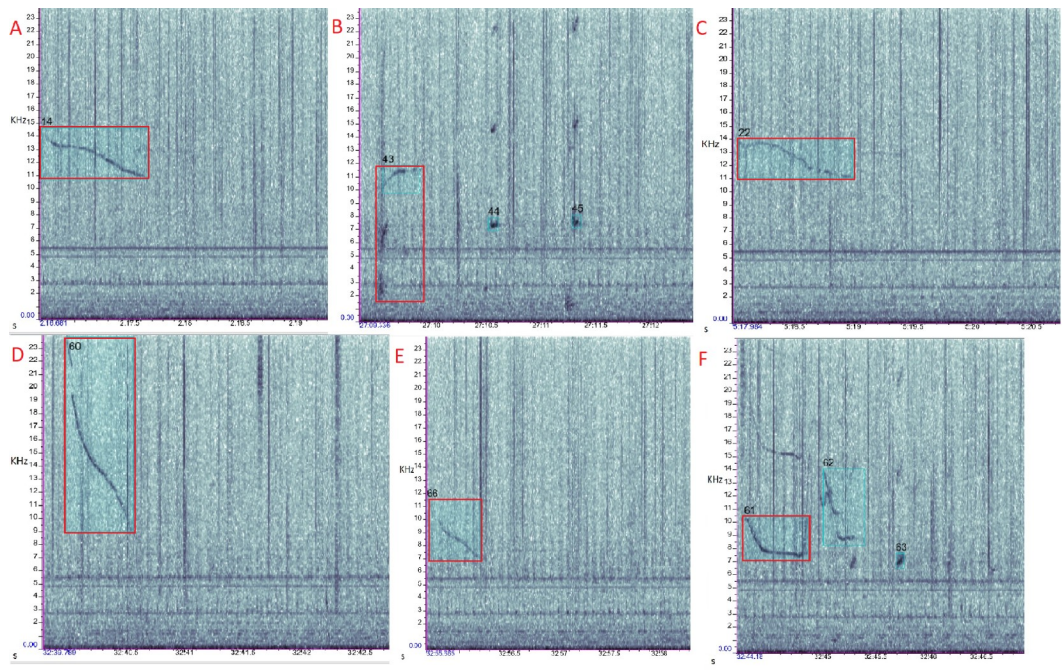
Παραδείγματα από τις ηχογραφήσεις στην Ελλάδα και τα σφουρίγματα των ρινοδέλφινων στα ελληνικά ύδατα παρουσιάζονται στις Εικόνες 17-19. Το δείγμα συνολικά των ηχογραφημένων σφουριγμάτων ήταν 738 και από αυτά τα καλής ποιότητας που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση ήταν 538 σφουρίγματα.



Εικόνα 17 Παραδείγματα σφυριγμάτων ρινοδέλφινων. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.

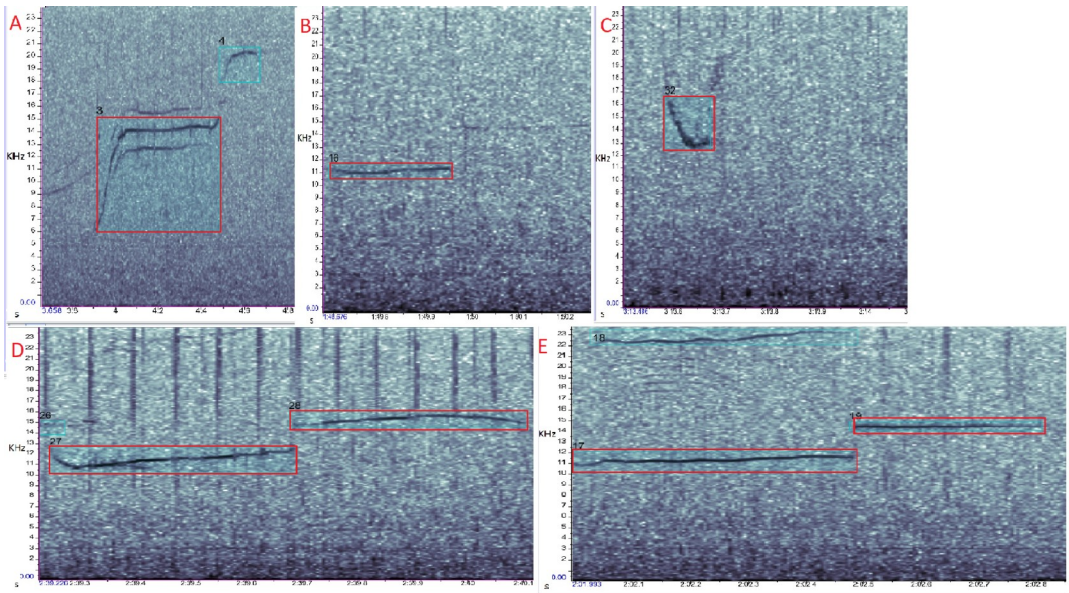


Εικόνα 18 Παραδείγματα σφυριγμάτων ρινοδέλφινων. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.

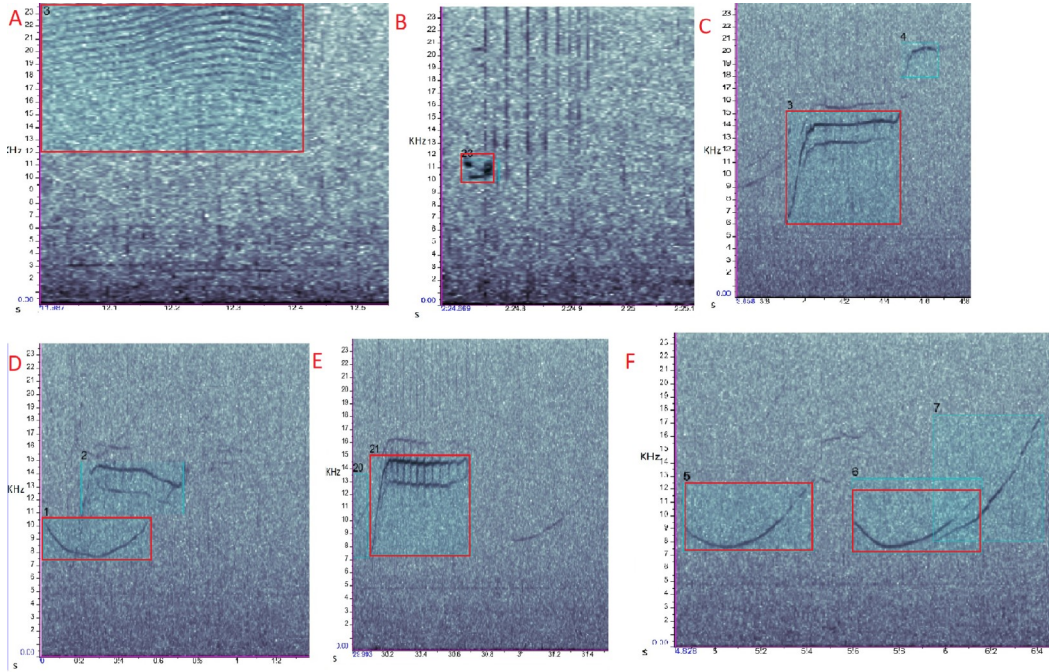


Εικόνα 19 Παραδείγματα σφυριγμάτων ρινοδέλφινων. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.

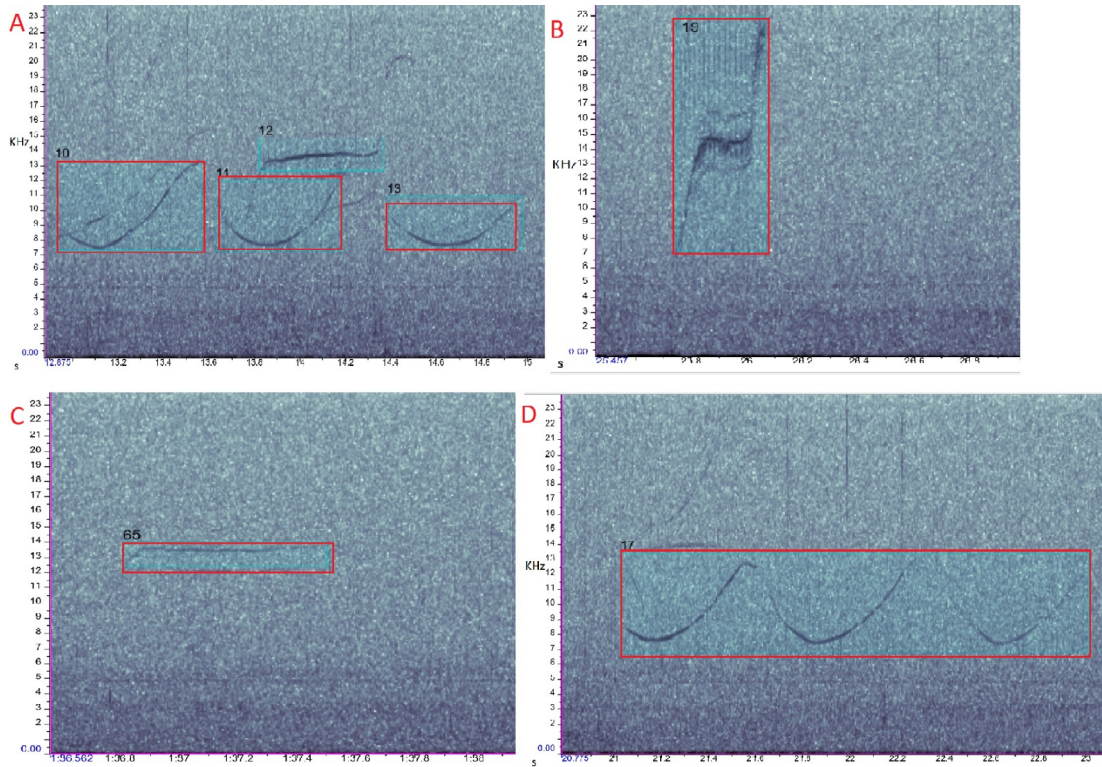
Παραδείγματα από τις ηχογραφήσεις στην Ελλάδα και τα σφυρίγματα των ζωνοδέλφινων στα ελληνικά ύδατα παρουσιάζονται στις Εικόνες 20-22. Το δείγμα συνολικά των ηχογραφημένων σφυριγμάτων ήταν 2479 και από αυτά τα καλής ποιότητας που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση ήταν 1666 σφυρίγματα.



Εικόνα 20 Παραδείγματα σφυριγμάτων ζωνοδέλφινων από τις ηχογραφήσεις στα ελληνικά ύδατα. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.

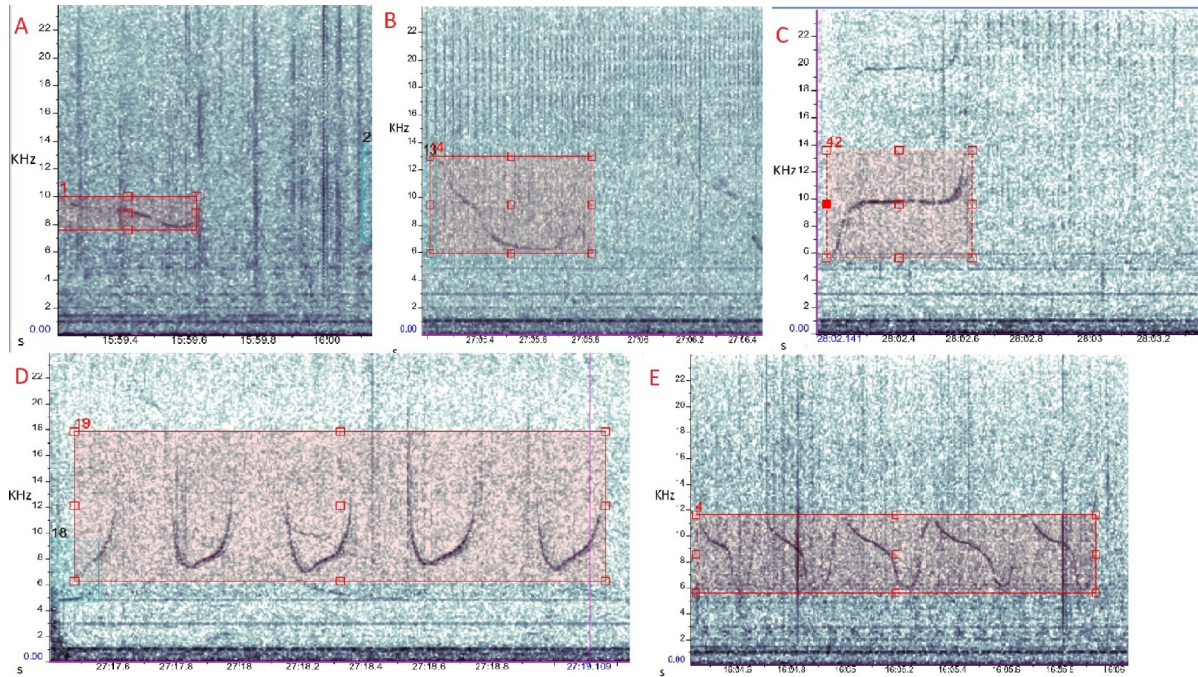


Εικόνα 21 Παραδείγματα σφυριγμάτων ζωνοδέλφινων απο τις ηχογραφήσεις στα ελληνικά ύδατα. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.

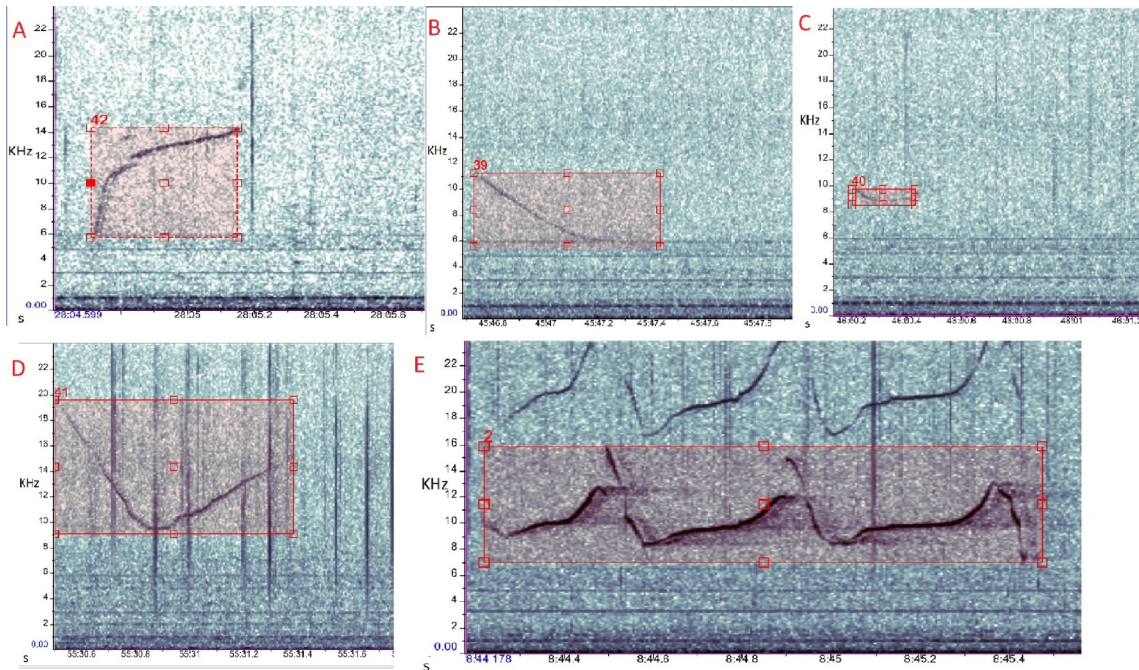


Εικόνα 22 Παραδείγματα σφυριγμάτων ζωνοδέλφινων απο τις ηχογραφήσεις στα ελληνικά ύδατα. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.

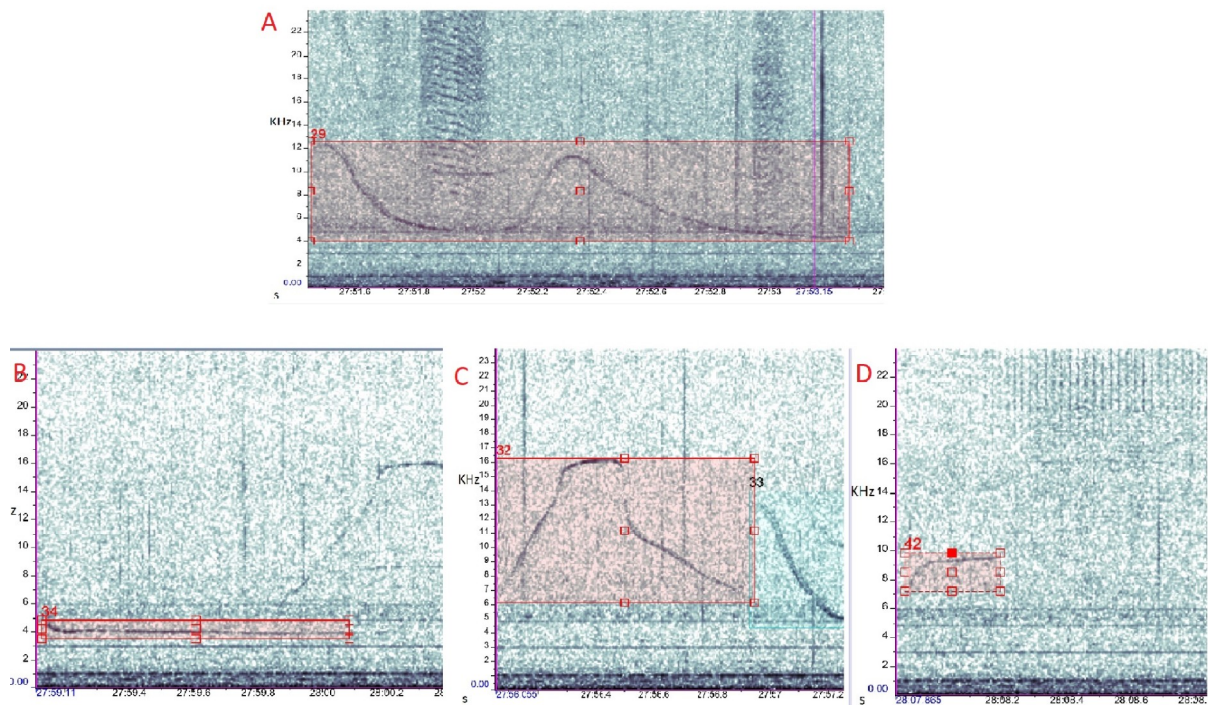
Παραδείγματα από τις ηχογραφήσεις στην Ελλάδα και τα σφυρίγματα των κοινών δελφινιών στα ελληνικά ύδατα παρουσιάζονται στις Εικόνες 23-25. Το δείγμα συνολικά των ηχογραφημένων σφυριγμάτων ήταν 44 και από αυτά τα καλής ποιότητας που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση ήταν 29.



Εικόνα 23 Παραδείγματα σφυριγμάτων κοινών δελφινιών από τις ηχογραφήσεις στα ελληνικά ύδατα. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.



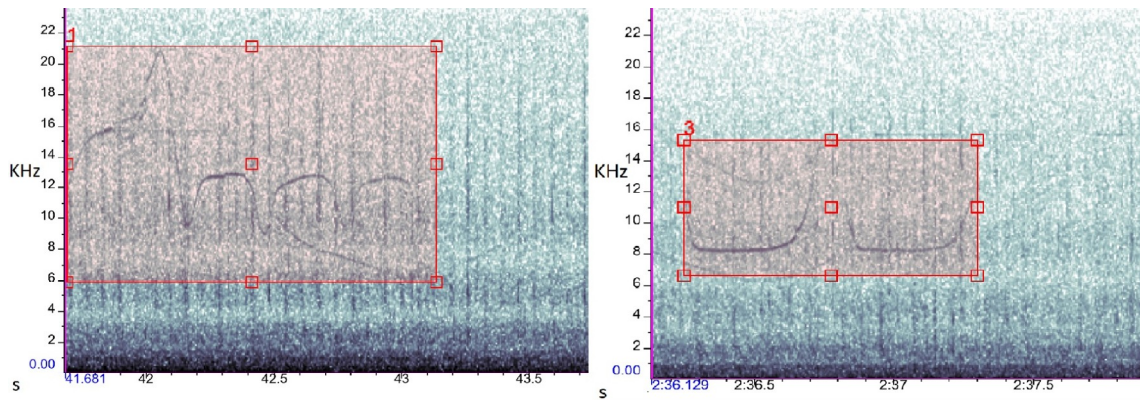
Εικόνα 24 Παραδείγματα σφυριγμάτων κοινών δελφινιών από τις ηχογραφήσεις στα ελληνικά ύδατα. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.



Εικόνα 25 Παραδείγματα σφυριγμάτων κοινών δελφινιών από τις ηχογραφήσεις στα ελληνικά ύδατα. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.

Παραδείγματα από τις ηχογραφήσεις στην Ελλάδα και τα σφυρίγματα των σταχοδέλφινων στα ελληνικά ύδατα παρουσιάζονται στην Εικόνα 26. Το δείγμα είναι αρκετά μικρό, λόγω του

περιορισμένου αριθμού των παρατηρήσεων, που ήταν μόνο δύο και των ηχογραφημένων σφυριγμάτων που ήταν 6. Τα καλής ποιότητας σφυρίγματα, που χρησιμοποιήθηκαν για ανάλυση, ήταν 6. Σε αυτό λοιπόν το δείγμα εντοπίστηκαν σφυρίγματα παρόμοια με τα Multiloop σφυρίγματα των ρινοδέλφινων όπως κατηγοριοποιήθηκαν και από τον Lopez (2011).



Εικόνα 26 Παραδείγματα σφυριγμάτων σταχτοδέλφινων από τις ηχογραφήσεις στα ελληνικά ύδατα. Για την απεικόνιση οι παράμετροι του φασματογραφήματος είναι 1024 δείγματα στο FFT και παράθυρο hamming.

4.3. Περιγραφικά χαρακτηριστικά σφυριγμάτων

Η ανάλυση της ποιότητας των δεδομένων έδειξε ότι για τα δεδομένα της MCR και για τα έτη 2003, 2007 και της MCR και του ΙΚΕΠ για το έτος 2013 από τις 169 ταυτόχρονες οπτικές παρατηρήσεις και ακουστικές εγγραφές δελφινιών (με ρυθμό δειγματοληψίας 48 kHz), οι 103 εγγραφές δεν περιείχαν σφυρίγματα, οι 19 περιείχαν σφυρίγματα με χαμηλή αναλογία σήματος προς θόρυβο (SNR) και μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν μόνο για ανάλυση χρονικής αλληλουχίας ενώ μόνο 47 από αυτές είναι κατάλληλες για την ανάλυση των φασματικών χαρακτηριστικών των σφυριγμάτων. Συνολικά 2540 λεπτά ηχογραφήσεων διαχωρίστηκαν από το σύνολο, μιας και ήταν καλής ποιότητας με χαμηλό περιβαλλοντικό θόρυβο. Στις ηχογραφήσεις που αναλύθηκαν συνολικά εντοπίστηκαν 4834 σφυρίγματα, από τα οποία 1509 ήταν ποιότητας 1 και 3325 ήταν ποιότητας 2, που είναι αυτά που χρησιμοποιήθηκαν και για ανάλυση ως προς την συχνότητα.

Τα βασικά περιγραφικά στοιχεία για κάθε είδος παρουσιάζονται στους Πίνακες 8 & 9. Επίσης έγιναν και box plot (θηκογράμματα) για τους επιλεγμένους δείκτες περιγραφής που σχετίζονται με τον χρόνο, την συχνότητα, την εντροπία και το εύρος (bandwidth). Τα box plots παρουσιάζονται στις Εικόνες 27-30. Τα ονόματα των ειδών δίνονται στα blox plots στα αγγλικά και σε συντομογραφία ως εξής: BO= bottlenose dolphin, CO= common dolphin, RI=risso's dolphin, ST= striped dolphin, UN= unidentified dolphin. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τα σφυρίγματα που αναλύθηκαν για τα σταχτοδέλφια είναι μικρού πλήθους (6 σφυρίγματα καλής

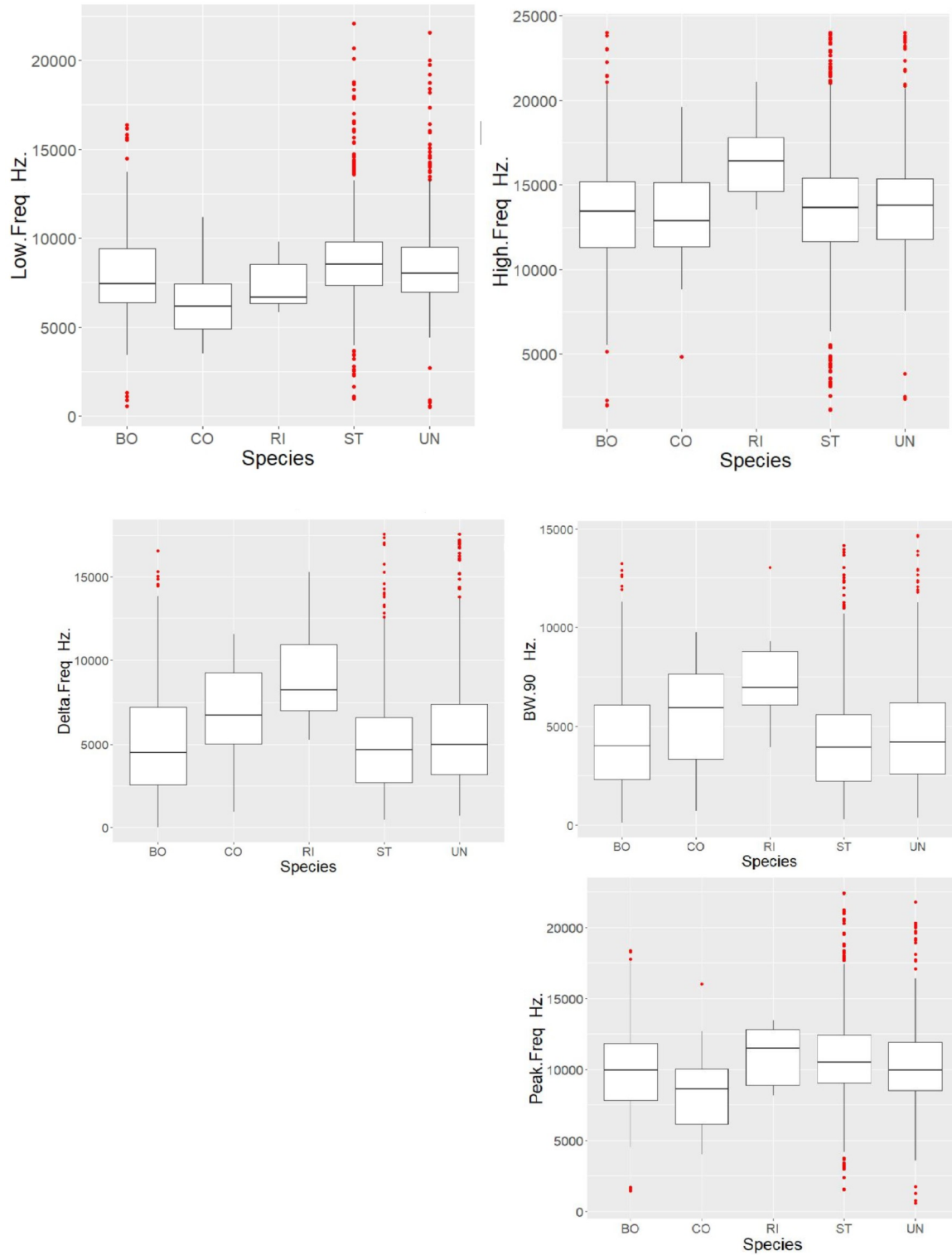
ποιότητας) και γι' αυτό τον λόγο θα πρέπει να αντιμετωπίζονται με προσοχή, καθώς χρήζουν εμπλουτισμού με περισσότερα δεδομένα.

Πίνακας 8 περιγραφικά στοιχεία για τα σφυρίγματα των 4 ειδών δελφινιών ως προς τους δείκτες περιγραφής

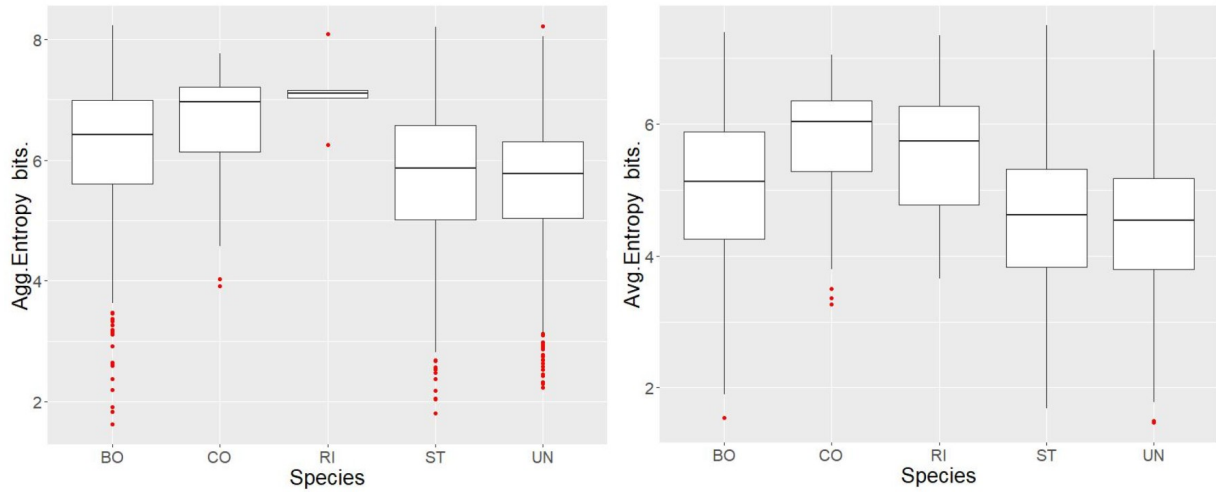
Είδη	Δείκτες περιγραφής										
	Πλήθος		Ελάχιστη συχ/τα (Hz)	Μέγιστη συχ/τα. (Hz)	Κορυφαία συχ/τα (Hz)	Συνολική εντροπία (bits)	Μέση εντροπία (bits)	Εύρος ζώνης 90% (Hz)	Εύρος ζώνης (Hz)	Διάρκεια (s)	Διάρκεια 90% (s)
Ρινοδέλφια	538	Min	554.9	1942	1453	1.63	1.55	93.75	0.13	0.07	0.04
		Max	16369.9	24000	18375	8.22	7.39	13218.75	16578.0 4	2.43	2.17
		Mean	7984.4	13287	10020	6.18	5.05	4482.05	5001.85	0.58	0.49
		SD	2367.6	3313.2	2759	1.2	1.09	2834.9	3308.6	0.39	0.34
Ζωνοδέλφια	1666	Min	989.5	1683	1500	1.81	1.68	281.2	452.8	0.04	0.03
		Max	22057.8	24000	22406	8.2	7.49	14156.2	17553.7	3.93	3.4
		Mean	8735	13674	10785	5.72	4.57	4160.4	4938.7	0.55	0.47
		SD	2188.5	3023.6	2519.5	1.1	1	2429.4	2783.3	0.33	0.28
Σταχτοδέλφια	6	Min	5827	13526	8203	6.26	3.65	3938	5277	0.89	0.62
		Max	9780	21105	13453	8.09	7.34	13031	15279	1.45	1.29
		Mean	7388	16632	10977	7.12	5.56	7680	9244	1.11	0.94
		SD	1637.3	2790.8	2335	0.6	1.3	3148.7	3649.1	0.2	0.2
Κοινά Δελφίνια	29	Min	3504	4826	3984	3.91	3.27	703.1	925.6	0.18	0.203
		Max	11174	19598	16031	7.77	7.05	9750	11570	1.82	1.6
		Mean	6479	13161	8426	6.62	5.68	5696.1	6682.4	0.88	0.7779
		SD	2103.58	3041.73	2818.2	1.1	1.13	2847.13	3183.54	0.46	0.3932

Πίνακας 9 περιγραφικά στοιχεία για τα σφυρίγματα των 4 ειδών δελφινιών ως προς τους δείκτες περιγραφής αρχική και τελική συχνότητα(Start, End frequency) και σημεία καμπής (inflection point).

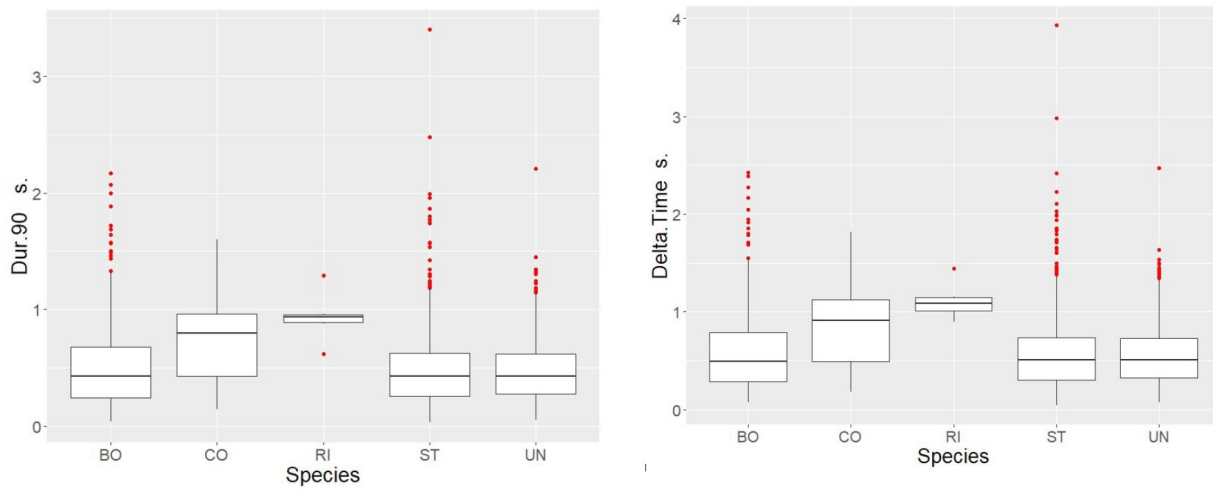
Είδη	Πλήθος		Αρχική συχνότητα (Hz)	Τελική συχνότητα(Hz)	Αριθμός σημείων καμπής
Ρινοδέλφια	538	Min	1457	1457	0
		Max	23861	20740	12
		Mean	9881	11139	1.112
Ζωνοδέλφια	1666	Min	1121	1289	0
		Max	23625	25074	17
		Mean	10877	11333	0.9439
Κοινά Δελφίνια	29	Min	5112	4033	0
		Max	19598	15692	9
		Mean	10491	8220	2.5
Σταχτοδέλφια	6	Min	6798	6590	0
		Max	12832	14383	9
		Mean	10258	10085	3



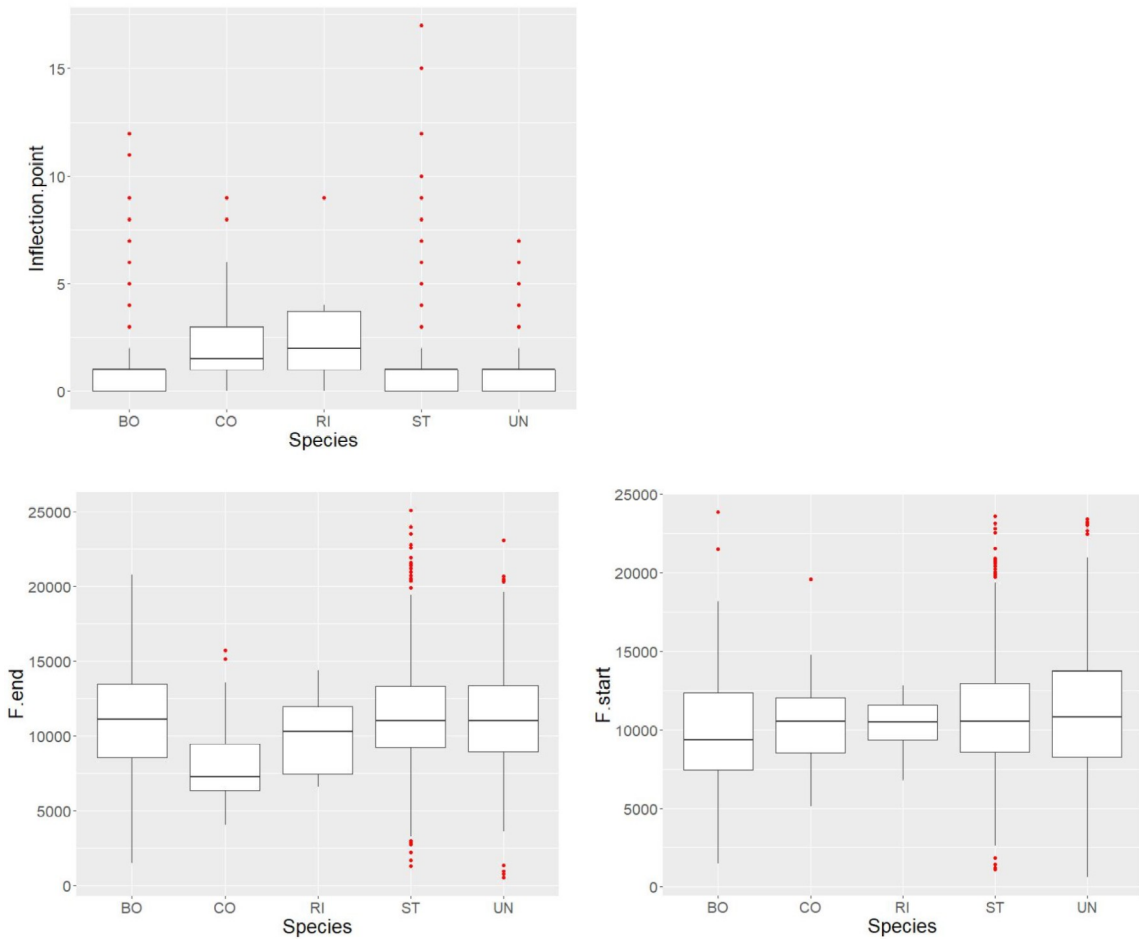
Εικόνα 27 box-plots των δεικτών που σχετίζονται με την συχνότητα των σφυριγμάτων όλων των ειδών. Οι δείκτες που παρουσιάζονται είναι ελάχιστη συχνότητα, μέγιστη συχνότητα, κορυφαία συχνότητα, εύρος ζώνης, εύρος ζώνης 90%, (High and Low frequency, Peak Frequency, Delta frequency, Bandwidth 90%)



Εικόνα 28 box-plots των δεικτών που σχετίζονται με την εντροπία των σφυριγμάτων όλων των ειδών. Οι δείκτες που παρουσιάζονται είναι η συνολική και η μέση εντροπία (aggregate entropy, average entropy).



Εικόνα 29 box-plots των δεικτών που σχετίζονται με τον χρόνο των σφυριγμάτων διάρκεια και διάρκεια 90% (Delta time, Duration 90%).



Εικόνα 30 box-plots των δεικτών που σχετίζονται με τους δείκτες σημεία καμπής, αρχική συχνότητα, τελική συχνότητα (inflection points, start frequency, end frequency) των σφυριγμάτων.

Από τα box-plots παρατηρείται ότι τα σταχτοδέλφια παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές σε σχέση με τα υπόλοιπα είδη, κυρίως ως προς την μέγιστη συχνότητα, το εύρος ζώνης 90%(Hz) και την ολική εντροπία. Τα κοινά δελφίνια από την άλλη παρουσιάζουν την χαμηλότερη μέγιστη και ελάχιστη συχνότητα, ενώ παρουσιάζουν την υψηλότερη μέση εντροπία.

Τα περιγραφικά στατιστικά και τα box-plots (Πίνακας 8) (Εικόνες 27-29) έδειξαν ότι ως προς το εύρος ζώνης τα σταχτοδέλφια παρουσιάζουν σημαντική διαφοροποίηση από τα υπόλοιπα είδη και ακολουθούν τα κοινά. Τα ρινοδέλφια και τα ζωνοδέλφια έχουν χαμηλότερες μέσες τιμές που είναι κοντινές μεταξύ τους, ενώ τα ζωνοδέλφια έχουν και κάποιες ακραίες τιμές προς υψηλότερες συχνότητες. Σχετικά με την μέγιστη συχνότητα σημαντική διαφοροποίηση με τα υπόλοιπα είδη παρουσιάζουν τα σταχτοδέλφια, ενώ τα ρινοδέλφια και τα ζωνοδέλφια έχουν κοντινές, χαμηλότερες μέσες τιμές. Τα ζωνοδέλφια έχουν κάποιες ακραίες τιμές προς υψηλότερες συχνότητες. Ως προς την ελάχιστη συχνότητα σημαντική διαφοροποίηση από τα υπόλοιπα είδη έχουν τα ζωνοδέλφια που έχουν την υψηλότερη μέση τιμή, ενώ τα κοινά

δελφίνια έχουν την χαμηλότερη μέση τιμή. Για την κορυφαία συχνότητα σημαντική διαφοροποίηση παρουσιάζουν τα σταχτοδέλφια που έχουν την υψηλότερη μέση τιμή, καθώς και τα ζωνοδέλφια, που έχουν και αυτά υψηλή μέση τιμή. Τα κοινά δελφίνια από την άλλη έχουν την χαμηλότερη μέση τιμή. Για το εύρος ζώνης 90% διαφοροποιούνται σημαντικά τα σταχτοδέλφια που παρουσιάζουν υψηλότερες μέσες τιμές και ακολουθούν τα κοινά δελφίνια τα ρινοδέλφια και τα ζωνοδέλφια που έχουν κοντινές μέσες τιμές. Μεγαλύτερη ολική εντροπία έχουν τα σφυρίγματα των κοινών δελφινιών και ακολουθούν τα σταχτοδέλφια ενώ την χαμηλότερη παρουσιάζουν τα ζωνοδέλφια. Υψηλότερη μέση εντροπία έχουν τα σφυρίγματα των κοινών δελφινιών και των σταχτοδέλφινων και την χαμηλότερη έχουν τα σφυρίγματα των ζωνοδέλφινων.

Τα περιγραφικά στατιστικά για τα είδη ως προς τους δείκτες περιγραφής του χρόνου έδειξαν ότι για τον δείκτη διάρκεια 90% την χαμηλότερη μέση τιμή έχουν τα σφυρίγματα των ρινοδέλφινων και ζωνοδέλφινων και την υψηλότερη παρουσιάζουν τα σταχτοδέλφια. Σχετικά με εύρος ζώνης ισχύει ότι χαμηλότερη μέση τιμή παρουσιάζουν τα ζωνοδέλφια.

Τέλος από τα περιγραφικά στατιστικά από τον Πίνακα 9 και τα box-plots Εικόνα 30 φαίνεται ότι για όλα τα είδη ως προς αρχική συχνότητα η μέση τιμή είναι κοντινή και διαφοροποιούνται κάπως τα ρινοδέλφια με χαμηλότερη μέση τιμή. Για τον δείκτη τελική συχνότητα ισχύει ότι την χαμηλότερη μέση τιμή παρουσιάζουν τα κοινά δελφίνια και τα σταχτοδέλφια, ενώ τα ρινοδέλφια και τα ζωνοδέλφια έχουν κοντινές και υψηλότερες μέσες τιμές. Τέλος αναφορικά με τον δείκτη σημεία καμπής φαίνεται ότι μεγαλύτερο αριθμό παρουσιάζουν τα σταχτοδέλφια και ακολουθούν τα κοινά δελφίνια, ενώ τα ζωνοδέλφια και τα ρινοδέλφια έχουν τις χαμηλότερες μέσες τιμές.

4.3.1. Έλεγχος κανονικότητας

Το Shapiro Wilk's test έδειξε ότι κανονική κατανομή δεν ακολουθούν τα δεδομένα των ρινοδέλφινων και των ζωνοδέλφινων ενώ επιβεβαιώνεται η κανονικότητα για τα σταχτοδέλφια και τα κοινά δελφίνια (Πίνακας 10) (Για p -value >0.05 συνεπάγεται κανονικότητα των δεδομένων).

Συνεπώς εφόσον τα δεδομένα μας δεν παρουσιάζουν στο σύνολό τους κανονικότητα επιλέγεται ένα μη-παραμετρικό τεστ για την σύγκριση των μέσω τιμών τους ως προς το είδος και τους δείκτες περιγραφής. Έτσι χρησιμοποιήθηκε το Kruskal Wallis (one-way ANOVA on ranks).

Πίνακας 10 αποτελέσματα από το Shapiro Wilk's test κανονικότητας.

		Shapiro-Wilk's test								
		Ελάχιστη συχ/τα (Hz)	Μέγιστη συχ/τα. (Hz)	Κορυφαία συχ/τα (Hz)	Συνολική εντροπία (bits)	Μέση εντροπία (bits)	Εύρος ζώνης 90% (Hz)	Εύρος ζώνης (Hz)	Διάρκεια (s)	Διάρκεια 90%
Ρινοδέλφια	w	0.962	0.988	0.985	0.936	0.982	0.950	0.957	0.889	0.895
	P-values	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	< 2.2e-16	< 2.2e-16
Κοινά Δελφίνια	w	0.925	0.976	0.961	0.836	0.852	0.933	0.931	0.958	0.961
	P-values	0.042	0.723	0.352	0.000	0.001	0.067	0.057	0.290	0.346
Ζωνοδέλφια	w	0.944	0.983	0.976	0.978	0.995	0.958	0.953	0.898	0.899
	P-values	< 2.2e-16	0.000	0.000	0.000	0.000	<2.2E-016	<2.2E-016	<2.2E-016	<2.2E-016
Σταχτοδέλφια	w	0.838	0.944	0.857	0.884	0.984	0.946	0.933	0.924	0.901
	P-values	0.125	0.695	0.178	0.288	0.971	0.708	0.604	0.533	0.379

4.3.2. Kruskal Wallis test

Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Kruskal Wallis (one-way ANOVA on ranks) για την σύγκριση των διαμέσων των δειγμάτων. Μηδενική υπόθεση είναι ότι οι πληθυσμοί είναι πανομοιότυποι. (p-values >0.05 συνεπάγεται αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης)

Τα αποτελέσματα του τεστ (Πίνακας 11) έδειξαν ότι μεταξύ των 4 ειδών υπάρχει σημαντική διαφορά ως προς τους δείκτες περιγραφής ελάχιστη, μέγιστη, κορυφαία συχνότητα, διάρκεια και εύρος ζώνης και Εύρος ζώνης 90% (Hz). Τέλος τα είδη έχουν πανομοιότυπη συνολική και μέση εντροπία, καθώς και διάρκεια 90%.

Πίνακας 11 αποτελέσματα από το Kruskal wallis test για όλους τους δείκτες περιγραφής ως προς τα είδη.

Kruskal wallis test										
		Ελάχιστη συχ/τα (Hz)	Μέγιστη συχ/τα. (Hz)	Κορυφαί α συχ/τα (Hz)	Συνολική εντροπία (bits)	Μέση εντροπία (bits)	Εύρος ζώνης 90% (Hz)	Εύρος ζώνης (Hz)	Διάρκεια (s)	Διάρκεια 90%
	Chi- squared	2577.00	2546.00	473.30	2346.00	2294.00	497.50	2968.00	2241.00	450.70
Είδη	df	1708.00	1902.00	307.00	2275.00	2240.00	256.00	2583.00	2118.00	248.00
	P-value	<2.2E- 016	< 2.2e-16	0.00	0.14	0.21	< 2.2e-16	0.00	0.03	0.61

4.3.3. Mann Whitney Wilcoxon U test

Τα αποτελέσματα του τεστ Kruskal Wallis (one-way ANOVA on ranks) (Πίνακας 11) έδειξαν ότι μεταξύ των τεσσάρων ειδών υπάρχει σημαντική διαφορά ως προς τους δείκτες περιγραφής ελάχιστη, μέγιστη, κορυφαία συχνότητα, διάρκεια και εύρος ζώνης. Για την περαιτέρω διερεύνηση των διαφοροποιήσεων ανάμεσα στα είδη και για τους συγκεκριμένους δείκτες περιγραφής, πραγματοποιήθηκε μη παραμετρικό τεστ σύγκρισης ανά δύο είδη, το Mann Whitney Wilcoxon U test και τα αποτελέσματα του παρουσιάζονται στον Πίνακα 12. Η μηδενική υπόθεση είναι ότι οι πληθυσμοί είναι πανομοιότυποι και έχουν ίσες διάμεσους (p-values >0.05 συνεπάγεται αποδοχή της μηδενικής υπόθεσης).

Πίνακας 12 αποτελέσματα απο pairwise comparison

Mann Whitney Wilcoxon U test						
Ζεύγη ειδών		Ελάχιστη συχν/τα	Μέγιστη συχν/τα	Κορυφαία συχν/τα	Εύρος ζώνης	Διάρκεια
Ρινοδέλφια vs Ζωνοδέλφια	W	350359	424784	374415	446138	467488
	p	3.97E-15	0.03582	2.03E-09	0.6547	0.1319
Ρινοδέλφια vs Κοινά δελφίνια	W	10647	7961	10098	5365	4557
	p	0.0002227	0.6115	0.002363	0.01023	0.0004224
Ρινοδέλφια vs Σταχτοδέλφια	W	1890	664.5	1212.5	585.5	429
	p	0.4718	0.01319	0.2949	0.007256	0.001978
Κοινά δελφίνια vs Ζωνοδέλφια	W	9714	20852	11982	31030	34659
	p	9.62E-08	0.3026	8.28E-06	0.003716	1.01E-05
Κοινά δελφίνια vs Σταχτοδέλφια	W	53	28	42	52	56
	p	0.1682	0.01215	0.06076	0.1547	0.2141
Ζωνοδέλφια vs Σταχτοδέλφια	W	2970.5	7772.5	5295	8565.5	9364.5
	p	0.0822	0.02173	0.8307	0.003065	0.000217

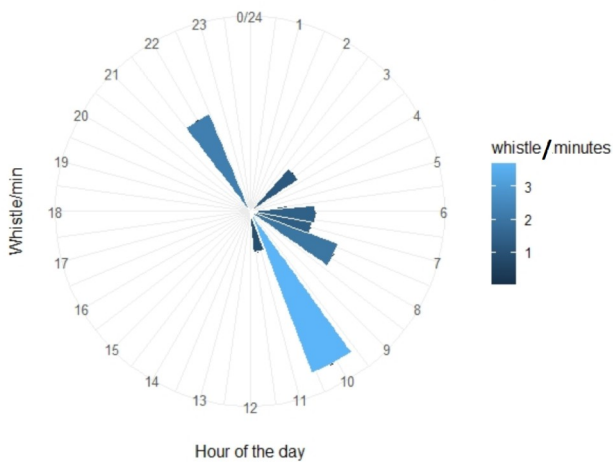
Από τα αποτελέσματα των συγκρίσεων ανά δύο είδη φαίνεται ότι υπάρχει σημαντική διαφοροποίηση στην ελάχιστη συχνότητα μεταξύ ρινοδέλφινων και ζωνοδέλφινων, κοινών και ρινοδέλφινων, και κοινών και ζωνοδέλφινων. Ως προς την μέγιστη συχνότητα υπάρχει διαφοροποίηση μεταξύ ρινοδέλφινων και ζωνοδέλφινων, ρινοδέλφινων και σταχτοδέλφινων, κοινών και σταχτοδέλφινων και τέλος ζωνοδέλφινων και σταχτοδέλφινων. Ως προς την κορυφαία συχνότητα διαφοροποιούνται μεταξύ τους τα είδη ρινοδέλφια με ζωνοδέλφια, ρινοδέφια και κοινά δελφίνια και τέλος τα κοινά δελφίνια με τα ζωνοδέλφια. Ως προς τον δείκτη διάρκεια διαφοροποιούνται τα είδη ρινοδέλφια με κοινά, ρινοδέλφια με σταχτοδέλφια, ζωνοδέλφια με σταχτοδέλφια και τέλος κοινά με ζωνοδέλφια. Τέλος ως προς το εύρος ζώνης σημαντική διαφοροποίηση υπάρχει ανάμεσα στα ρινοδέλφια με τα κοινά δελφίνια, τα ρινοδέλφια με τα σταχτοδέλφια, ζωνοδέλφια και σταχτοδέλφια και τέλος κοινά και ζωνοδέλφια.

4.3.4 Διαφοροποίηση κατά το 24ωρο.

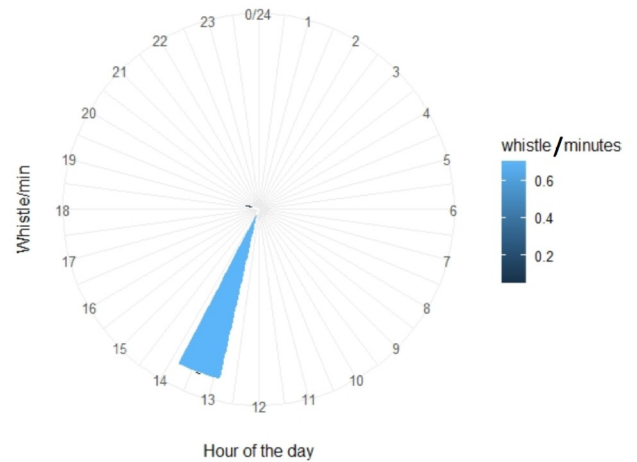
Από τα διαγράμματα (Εικόνα 31) φαίνεται ότι ο αριθμός των σφυριγμάτων είναι υψηλός για τα ρινοδέλφια κατά τις 10:00 και κατά τις 22:00 και σημαντικό είναι το γεγονός ότι καταγράφηκαν συνολικά οι μεγαλύτεροι αριθμοί σφυριγμάτων κυρίως τις πρωινές 6-8. Οι ηχογραφήσεις που χρησιμοποιήθηκαν ήταν κατά τις ώρες 10 το βράδυ με τις 11 το πρωί.

Για τα ζωνοδέλφια οι ηχογραφήσεις είναι κυρίως κατά τις ώρες 5-18 και οι μεγαλύτεροι αριθμοί σφυριγμάτων ανά λεπτό ηχογράφησης παρατηρούνται τις απογευματινές ώρες 14-16. Για τα σταχτοδέλφια έχουμε λίγες ηχογραφήσεις και άρα τα αποτελέσματα αυτά πρέπει να αντιμετωπίζονται με προσοχή. Από αυτές τις ηχογραφήσεις προκύπτει ότι ο μεγαλύτερος αριθμός είναι στις 13 το απόγευμα. Οι ηχογραφήσεις από κοινά δελφίνια έγιναν μεταξύ των ωρών 13-19 και από αυτές φαίνεται ότι κατά τις 13 το απόγευμα είναι ο μεγαλύτερος αριθμός σφυριγμάτων. Θα πρέπει βέβαια να ληφθεί υπόψιν ότι οι εντοπισμοί των δελφινιών ήταν κατά τις συγκεκριμένες ώρες και άρα οι αριθμοί είναι ενδεικτικοί μόνο για τις συγκεκριμένες ώρες. Ενώ επίσης χρειάζονται επιπλέον ηχογραφήσεις για κάποια από τα είδη (κοινά δελφίνια και σταχτοδέλφια) καθώς ο αριθμός τους ήταν περιορισμένος.

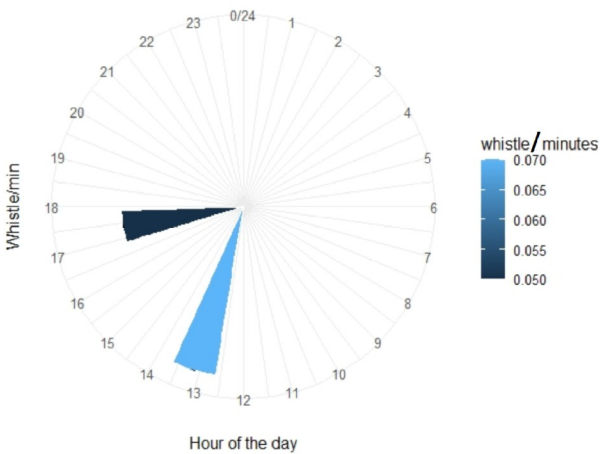
Bottlenose dolphins Whistle/minutes during the day



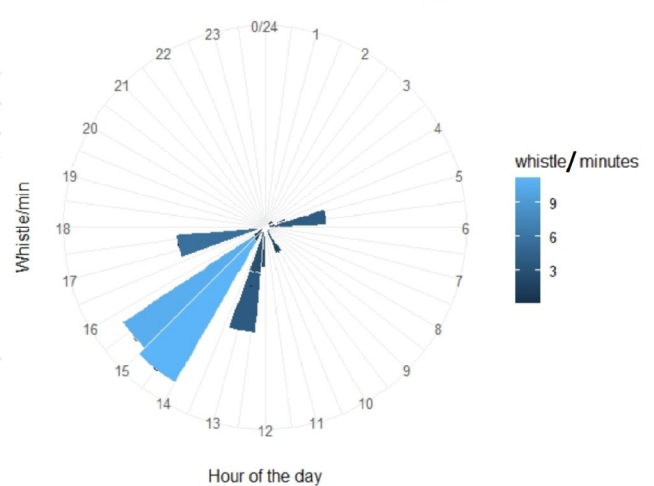
Common dolphins Whistle/minutes during the day



Rissos dolphins Whistle/minutes during the day

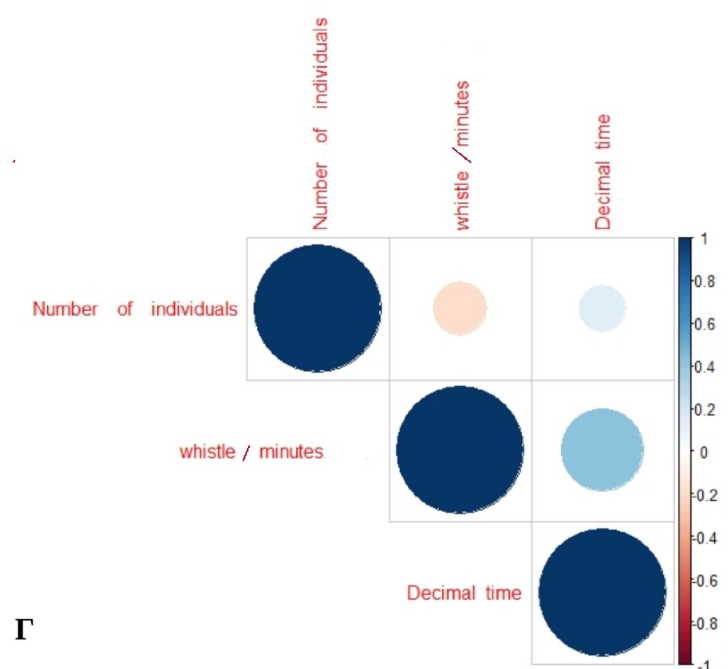
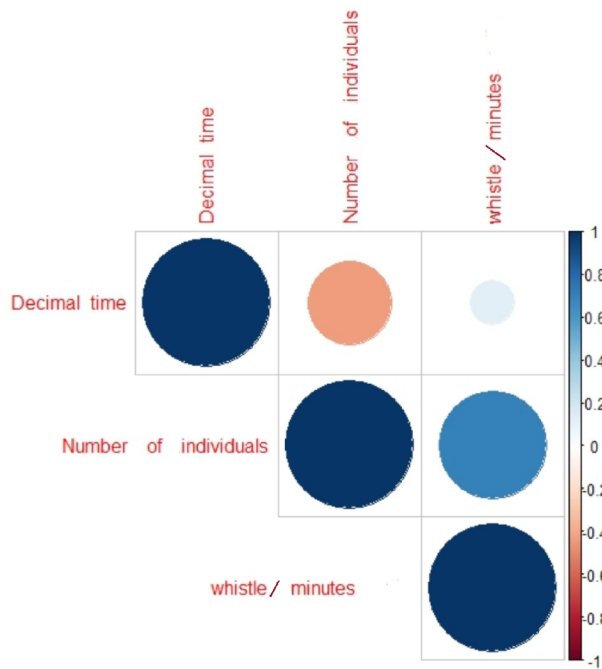
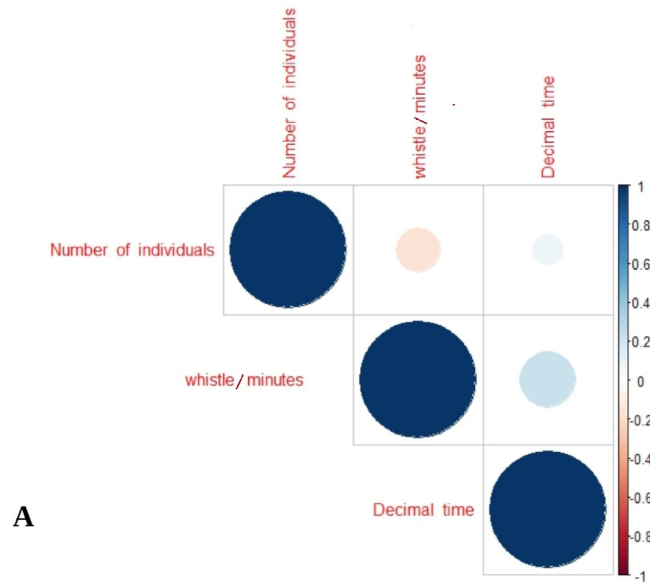


Striped dolphins Whistle/minutes during the day



Εικόνα 31 radar plots του αριθμού των σφυριγμάτων/ λεπτό ηχογράφησης, ανά είδος, σε σχέση με την ώρα της ημέρας. Παρουσιάζονται τα σφυρίγματα και για τις 24 ώρες.

Από τα διαγράμματα συσχέτισης στην Εικόνα 32 φαίνεται ότι ο αριθμός των σφυριγμάτων ανά λεπτό ηχογράφησης για τα όλα τα είδη (A) συσχετίζεται θετικά με την ώρα της ημέρας. Ειδικά Στα ρινοδέλφια φαίνεται από το διάγραμμα ότι υπάρχει ισχυρή θετική συσχέτιση του αριθμού των σφυριγμάτων ανά λεπτό με τον αριθμό των ατόμων και μια χαμηλότερη θετική συσχέτιση με την ώρα της ημέρας. Τέλος για τα ζωνοδέλφια υπάρχει θετική συσχέτιση του αριθμού των σφυριγμάτων ανά λεπτό με την ώρα της ημέρας, ενώ χαμηλή αρνητική συσχέτιση υπάρχει με τον αριθμό των ατόμων. Επιλέχθηκαν αυτά τα δύο είδη για την διερεύνηση της συσχέτισης καθώς είναι τα είδη με τα περισσότερα δεδομένα.



Εικόνα 32 διαγράμματα συσχέτισης αριθμός σφυριγμάτων ανά ώρα της ημέρας για τα όλα τα είδη (A) και ρινοδέλφια(B) και τα ζωνοδέλφια (Γ).

5. Συζήτηση

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης μας έδειξαν τα γενικά χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων τεσσάρων δελφινιών στα ελληνικά ύδατα. Είναι η πρώτη ανάλυση που πραγματοποιείται στην Ελλάδα και που συγκρίνει τα 4 είδη δελφινιών από δεδομένα που συλλέχθηκαν από ελεύθερα μετακινούμενους πληθυσμούς σε ολόκληρη την επικράτεια.

Η συγκριτική ανάλυση των σφυριγμάτων με παλαιότερες μελέτες από την Ανατολική Μεσόγειο, Ιόνιο, Αίγυπτο, Σαρδηνία (Πίνακας 13) έδειξε ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις σε σχέση με τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων που καταγράφηκαν στην παρούσα μελέτη. Πιο συγκεκριμένα για τα ρινοδέλφια φάνηκε ότι σε σύγκριση με την μελέτη του Lopez (2011) σε πληθυσμό κοντά σε ιχθυοκαλλιέργεια στην Σαρδηνία, τα ρινοδέλφια στην Ελλάδα παρουσιάζουν κατά μέσο όρο μικρότερη διάρκεια σφυριγμάτων, υψηλότερη αρχική συχνότητα, χαμηλότερη τελική συχνότητα, ελάχιστη και μέγιστη συχνότητα υψηλότερη και τέλος λιγότερα σημεία καμπής.

Για τα ζωνοδέλφια φαίνεται ότι σε σύγκριση με παλαιότερη έρευνα στο Ιόνιο (Azzolin et al., 2013) τα δεδομένα από την παρούσα μελέτη δείχνουν ότι κατά μέσο όρο τα σφυρίγματά τους έχουν μικρότερη διάρκεια, χαμηλότερη αρχική συχνότητα και ελάχιστα μικρότερη τελική συχνότητα, υψηλότερη ελάχιστη συχνότητα και μέγιστη χαμηλότερη και τέλος λιγότερα σημεία καμπής.

Για τα σταχτοδέλφια σε σύγκριση με τα δεδομένα από την Αίγυπτο (Neves, 2013) φαίνεται ότι τα σφυρίγματα που καταγράφηκαν στην Ελλάδα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια, υψηλότερη αρχική και τελική συχνότητα, υψηλότερη ελάχιστη και μέγιστη συχνότητα. Τα δεδομένα όμως είναι λίγα και για πιο ασφαλή συμπεράσματα χρειάζεται συλλογή επιπλέον ηχογραφήσεων. Τέλος για τα κοινά δελφίνια στην συγκεκριμένη μελέτη φάνηκε ότι σε σύγκριση με τα δεδομένα από την Ανατολική Μεσόγειο (Azzolin et al., 2019) τα σφυρίγματα στην Ελλάδα έχουν υψηλότερη διάρκεια, χαμηλότερη αρχική, τελική, ελάχιστη και μέγιστη συχνότητα αλλά έχουν μεγαλύτερο αριθμό σημείων καμπής.

Πίνακας 13 χαρακτηριστικά σφυριγμάτων για τα 4 είδη δελφινιών από παλιότερες μελέτες και από την παρούσα μελέτη.

Μέσες τιμές παραμέτρων σφυριγμάτων ρινοδέλφινων						
Περιοχή/μελέτη	Διάρκεια	Αρχική συχνότητα (Hz)	Τελική συχνότητα (Hz)	Ελάχιστη συχνότητα (Hz)	Μέγιστη συχνότητα (Hz)	Αριθμός σημείων καμπής
Σαρδηνία/Lopez, 2011	0.621±0.031	9070±173	11,356±271	7855±149	13,086±222	1.6±0.1
Ελληνικά ύδατα/Παρούσα μελέτη	0.58	9881	11139	7984.40	13287.00	1.112
Μέσες τιμές παραμέτρων σφυριγμάτων ζωνοδέλφινων						
A. Μεσόγειος (Ιόνιο Πέλαγος)/Azzolin et al., 2013	1	11360	11430	8230	16620	1.68
Ελληνικά ύδατα/Παρούσα μελέτη	0.55	10877	11333	8735.00	13674.00	0.9439
Μέσες τιμές παραμέτρων σφυριγμάτων σταχτοδέλφινων						
Αίγυπτος/Neves, 2013	0.36	5350	5930	4910	6020	NA
Ελληνικά ύδατα/Παρούσα μελέτη	1.11	10258	10085	7388.00	16632.00	3
Μέσες τιμές παραμέτρων σφυριγμάτων κοινών δελφινιών						
A. Μεσόγειος/Azzolin et al., 2019	0.81	11647	11551	8089	15894	1.66
Ελληνικά ύδατα/Παρούσα μελέτη	0.88	10491	8220	6479.00	13161.00	2.5

Οι διαφοροποιήσεις που εντοπίζονται στην παρούσα μελέτη πιθανά συνίστανται στην γενετική διαφοροποίηση των πληθυσμών στις διάφορες περιοχές της Ανατολικής Μεσογείου και της Ελλάδας. Από έρευνα για τα ζωνοδέλφια, που έγινε από τους Azzolin et al (2013), ώστε να εντοπιστεί η γεωγραφική παραλλαγή των ακουστικών χαρακτηριστικών των σφυριγμάτων που παράγονταν από το είδος στον Ατλαντικό Ωκεανό (Αζόρες και Κανάριοι Νήσοι) και τη Μεσόγειο, διαπιστώθηκε ότι για τα μεσογειακά ζωνοδέλφια (από το Ιόνιο Πέλαγος στην Ελλάδα) Azzolin

(2008) οι περισσότερες παράμετροι των σφυριγμάτων τους αλλάζουν σταδιακά από το στενό του Γιβραλτάρ και προς τα ανατολικά κατά μήκος της λεκάνης.

Η γεωγραφική αυτή ποικιλότητα αποδίδεται σε πιθανή γενετική διαφοροποίηση των πληθυσμών, κάτι που έχει αποδειχθεί από την μελέτη των Bourret et al. (2007), που εντόπισαν σημαντική γενετική διαφοροποίηση μεταξύ των πληθυσμών του Ατλαντικού και της Μεσογείου χρησιμοποιώντας πέντε μικρο-δορυφορικούς τόπους. Και επιπλέον από τους Garcia-Martinez et al. (1999) που υποστήριξαν ότι πιθανώς μια πολύ περιορισμένη ποσότητα γονιδίων ρέει από το Στενό του Γιβραλτάρ.

Επιπλέον από άλλες μελέτες για τα σταχτοδέλφια, όπως αυτή της Neves (2013), που σύγκρινε πρότυπα συμπεριφοράς με τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων τους σε διάφορες περιοχές στον κόσμο, φάνηκε ότι ως προς τις παραμέτρους της συχνότητας τα σφυρίγματα αλλάζουν ανάλογα με την περιοχή. Γεγονός που πιθανά οφείλεται στην γεωγραφική απομόνωση. Η ίδια μελέτη έδειξε ότι τα σταχτοδέλφια, ενώ παράγουν σφυρίγματα φαίνεται να προτιμούν τους *bust rulses* για να επικοινωνούν και να διατηρούν την συνοχή της ομάδας μετά από βαθιές καταδύσεις. Η μελέτη έδειξε επίσης διαφοροποίηση των παραγόμενων ήχων ανάλογα με την συμπεριφορά. Τα σφυρίγματα και οι μεμονωμένοι δυνατοί παλμοί ευρέου φάσματος (*burst-rulses*) παράγονται κυρίως σε κοινωνικά πλαίσια. Τα κλικ παράγονται συνήθως κατά τη διάρκεια της διατροφής, αλλά επίσης τα ζώα παράγουν κλικ και κατά την διάρκεια άλλων συμπεριφορών. Γενικά η παραγωγή σφυριγμάτων είναι μικρή σε σύγκριση με τους άλλους δύο τύπους ήχων. Η ίδια μελέτη επίσης εντόπισε ότι τα σταχτοδέλφια ήταν πολύ ομιλητικά στα βαθύτερα ύδατα. Συνολικά, τα ζώα περνούσαν τον περισσότερο χρόνο τους σε κοινωνικοποίηση και μετακίνηση. Τα περισσότερα σφυρίγματα τα παρήγαγαν ενώ κοινωνικοποιούνταν και κατά την διατροφή. Επίσης όταν βρίσκονταν σε ρηχά νερά μείωναν την παραγωγή των σφυριγμάτων. Άτομα σε ομάδες κάτω των 8 ζώων παρήγαγαν περισσότερα σφυρίγματα από ό, τι σε μεγαλύτερες ομάδες.

Για τα ρινοδέλφια έχει επίσης εντοπιστεί μεταβολή προς τις υψηλότερες συχνότητες όταν πραγματοποιούνται βουτιές, που δεν συμπεριλάμβαναν ξεκούραση (Heiler, et al., 2016). Επίσης η σύνθεση και το μέγεθος της ομάδας έχει φανεί ότι παίζει μεγάλο ρόλο στα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων (Heiler, et al., 2016; Hernandez, et al., 2010; Quick & Janik, 2008). Για παράδειγμα, οι μεταβολές στα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων συσχετίστηκαν με την παρουσία νεογέννητων και νεαρών σε μια ομάδα.

Τα σφυρίγματα των δελφινιών όμως, όπως έχουν δείξει έρευνες στο παρελθόν, μπορούν επίσης να παρουσιάζουν διαφορετικά ακουστικά χαρακτηριστικά ανάλογα με το περιβάλλον και την δραστηριότητα των ατόμων. Μπορούν να διαφέρουν για παράδειγμα ως προς την συχνότητα

και την διάρκεια (Marley et al., 2017). Όταν για παράδειγμα τα δελφίνια κοινωνικοποιούνται, τότε τα άτομα παράγουν πιο πολλά σφυριγμάτα (Jones et al., 2002). Φαίνεται επίσης ότι και τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων ποικίλουν ανάλογα με την δραστηριότητα της ομάδας (Heiler, et al., 2016, Hernandez, et al., 2010, May-Collado & Quiñones, 2014, Quick & Janik, 2008, López, 2011).

Οι διαφορές των πληθυσμών ως προς τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων εμφανίζονται επίσης στη μικρο- και μακρο-γεωγραφική κλίμακα. Αυτή η παραλλαγή μπορεί να αντικατοπτρίζει τη γεωγραφική απόσταση ή τις γενετικές διαφορές μεταξύ των πληθυσμών του ίδιου είδους. Οι περιβαλλοντικές συνθήκες σε διάφορες τοποθεσίες, όπως τα επίπεδα θορύβου περιβάλλοντος, θα μπορούσαν επίσης να επηρεάσουν τα χαρακτηριστικά των σφυριγμάτων. Το υποβρύχιο ηχητικό τοπίο έχει χωροχρονικές παραλλαγές στα ακουστικά χαρακτηριστικά του, ως αποτέλεσμα αβιοτικών, βιοτικών και ανθρωπογενών πηγών ήχου. Τα δελφίνια έχουν παρατηρηθεί ότι μεταβάλλουν τα χαρακτηριστικά σφύριγμάτων τους σε συνθήκες αυξημένου θορύβου ή με την παρουσία τουριστικών σκαφών . Έχουν επίσης αναφερθεί αλλαγές στη διάρκεια του σφυριγματος καθώς και αύξηση στα ποσοστά παραγωγής σφυριγμάτων. Αυτές οι αλλαγές δείχνουν πιθανά, ότι τα δελφίνια αντισταθμίζουν την επίδραση από την «επικάλυψη» των ήχων τους λόγω του ανθρωπογενούς θορύβου (Marley et al., 2017).

Από τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης μελέτης φαίνεται ότι ο ρυθμός παραγωγής σφυριγμάτων για όλα τα είδη έχει θετική συσχέτιση με την ώρα της ημέρας και συγκεκριμένα για τα ρινοδέλφια και τα ζωνοδέλφια βρέθηκε θετική συσχέτιση και για τα δύο είδη, αλλά ο αριθμός των σφυριγμάτων για τα ρινοδέλφια καθορίζεται πολύ και από τον αριθμό των ατόμων. Είναι σημαντικό βέβαια να σημειωθεί ότι η συλλογή των δεδομένων για την συγκεκριμένη μελέτη επικεντρώθηκε κυρίως κατά την διάρκεια της μέρας, ώστε να γίνεται και οπτική παρακολούθηση των κητωδών. Η κύρια προσπάθεια πραγματοποιήθηκε από την αυγή έως την δύση του ηλίου. Κατά τις βραδυνές ώρες, όμως, συλλέγονταν επίσης δεδομένα, αλλά κυρίως ακουστικά, καθώς οι οπτικές παρατηρήσεις ήταν περιορισμένες σε μικρές αποστάσεις από το σκάφος και περιστασιακές. Συνεπώς αναμένεται και τα δεδομένα να είναι κάπως μεροληπτικά ως προς την ώρα.

Συμπερασματικά φαίνεται ότι ο ρυθμός παραγωγής σφυριγμάτων καθορίζεται από την ώρα της ημέρας, γεγονός που έχει επιβεβαιωθεί και από άλλες έρευνες στο παρελθόν. Ερευνητές έχουν δείξει ότι οι εποχές έχουν καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή των ήχων (Jacobs et al., 1993), εφόσον μπορεί να είναι εποχή αναπαραγωγής, διατροφής, κοινωνικοποίησης. Επίσης και η ώρα της ημέρας είναι καθοριστική για την παραγωγή των σφυριγμάτων και επηρεάζεται από την δραστηριότητα των ζώων. Όταν τα δελφίνια κυνηγούν, μετακινούνται και τρέφονται, όπως το απόγευμα και το βράδυ, είναι και πιο ενεργά φωνητικά (Stienessen, 1998 ;Norris et al., 1994). Οι

Evan & Awdrey (1998) εντόπισαν διαφοροποιήσεις μεταξύ ημέρας και νύχτας στην παραγωγή ήχων από τα κοινά δελφίνια. Κατά την ημέρα παρήγαγαν κυρίως σφυρίγματα, συστοιχίες κλικ, και άλλους ήχους ενώ την νύχτα παρήγαγαν κυρίως συστοιχίες κλικ. Η μελέτη επίσης των Oswald & Barlow (2008) που επικεντρώνονταν σε είδη δελφινιών και συμπεριλάμβανε τα ζωνοδέλφια, κοινά δελφίνια και ρινοδέλφια στον Νότιο Ανατολικό Ειρηνικό στην θαλάσσια περιοχή του Όρεγκον, στην Καλιφόρνια και την Ουάσιγκτον, το 2001, εντόπισε μείωση του αριθμού των σφυριγμάτων από το πρωί προς το απόγευμα. Τα αποτελέσματα τους έδειξαν ότι τουλάχιστον για κάποια είδη η ώρα της ημέρας επηρεάζει σημαντικά την παραγωγή σφυριγμάτων.

6. Βιβλιογραφία

- ACCOBAMS MOP Resolution 3.22 ("Marine Protected Areas for cetaceans") as "areas of special importance for the common dolphin and other cetaceans".
- Acevedo-Gutierrez, A. & Stienessen, S. C., 2004. Bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) increase number of whistles when feeding. *Aquatic Mammals* 30, 357-362.
- Adams, J. et al. , 2008. Land use and the spatial distribution of perfluoroalkyl compounds as measured in the plasma of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Marine Environmental Research* 66, 430–437.
- Aguilar, A., 2000. Population biology, conservation threats and status of Mediterranean striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). *J. Cetacean Res. Manag.*,2(1): p. 17-26.
- Alexandre Gannier, Sandra Fuchs, Julie N. Oswald, 2008. Conference paper PELAGIC DELPHINIDS OF THE MEDITERRANEAN SEA HAVE DIFFERENT WHISTLES
- American Cetacean Society Fact Sheet – Risso's Dolphin Archived 11 July 2007 at the Wayback Machine
- Amir, O. A., Berggren, P. & Jiddawi, N. S., 2002. The incidental catch of dolphins in gillnet fisheries in Zanzibar, Tanzania. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science* 1, 155-162 .
- Anderson, R. C., 2014. Cetaceans and tuna fisheries in the Western and Central Indian Ocean. *International Pole and Line Federation Technical Report* 2, 133.
- Archer, F.I., Striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in *Encyclopedia of Marine Mammals*, W. Perrin, B. Wursig, and J.G.M. Thewissen, Editors. 2009, Elsevier: San Francisco. p. 1127-1129.
- Au, W. W. 2000: Echolocation in Dolphins. In: *Hearing by Whales and Dolphins*. (Au, W. W., Popper, A. N. & Fay, R. R., eds). Springer-Verlag, New York. pp. 365-408.
- Au, W. W. L., 1993. *The Sonar of Dolphins* ~Springer-Verlag, New York.
- Azzolin Marta, Gannier Alexandre, Papale Elena, Buscaino Giuseppa, Mussi Barbara, Ardizzone Giandomenico, Giacomina Cristina, Silvia Pace Daniela, 2019. Whistle variability of the Mediterranean short beak common dolphin. *Aquatic Conserv: Mar Freshw Ecosyst.* 2019;1–15. DOI: 10.1002/aqc.3168
- Azzolin, M., 2008. "Identificazione acustica dei cetacei del Mediterraneo come prerequisito per il loro monitoraggio acustico passivo" ("Acoustics identification of Mediterranean odontocetes as a prerequisite for their passive acoustic monitoring"), Ph.D. dissertation, University of Torino, Italy, 203 pp.
- Azzolin, M., Papale, E., Lammers, M. O., Gannier, A., and Giacomina C.,2013. "Geographic variation of whistles of the striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*) within the Mediterranean Sea," *J. Acoust. Soc. Am.* 134(1), 694–705.
- Baird, Robin, 2008. *Encyclopedia of Marine Mammals* 2nd edition. Academic Press. pp. 975–976. ISBN 9780123735539.
- Baird, Robin W., 2009. Perrin, William F.; Wursig, Bernd; Thewissen, J. G. M. (eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals* (2nd ed.). Burlington Ma.: Academic Press. p. 975. ISBN 978-0-12-373553-9. Archived from the original on 9 November 2009.
- Ballance, L.T., R.L. Pitman, and P.C. Fiedler, 2006. Oceanographic influences on seabirds and cetaceans in the eastern tropical Pacific: A review. *Progress in Oceanography*.69: p. 360-390
- Bazúa-Durán C, Au WW. 2002. The whistles of Hawaiian spinner dolphins. *J Acoust Soc Am.*Dec;112(6):3064-72. doi: 10.1121/1.1508785. PMID: 12509029.
- Bazúa-Durán, Carmen,2004. Differences in the whistle characteristics and repertoire of Bottlenose and Spinner Dolphins. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*,76(2), 386-392. <https://doi.org/10.1590/S0001-37652004000200030>
- Bearzi, G. *Delphinus delphis* Mediterranean subpopulation in The IUCN Red List of Threatened Species (<http://www.iucnredlist.org/det>. Consulted October 2017)
- Bearzi, G. et al. 2003. Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review* 33, 224-252, doi:10.1046/j.1365-2907.2003.00032.x .

- Bearzi, G. et al., 2008. Overfishing and the disappearance of short-beaked common dolphins from western Greece. *Endangered Species Research* 5, 1 - 12 .
- Bearzi, G., Agazzi, S., Bonizzoni, S., Costa, M., Azzellino, A., 2008a. Dolphins in a bottle: abundance, residency patterns and conservation of common bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* in the semi-closed eutrophic Amvrakikos Gulf. Greece. *Aquat. Conserv.* 18, 130–146.
- Birkun Jr, A. *Delphinus delphis* spp. *ponticus* in The IUCN Red List of Threatened Species (<http://www.iucnredlist.org/det>. Consulted October 2017, 2008).
- Boisseau Oliver, 2005. Quantifying the acoustic repertoire of a population: The vocalizations of free-ranging bottlenose dolphins in Fiordland, New Zealand *The Journal of the Acoustical Society of America* 117, 2318; <https://doi.org/10.1121/1.1861692>
- Boisseau Oliver, Lacey Claire, Lewis Tim, Moscrop Anna, Danbolt Magnus And McInaghan Richard, 2010. Encounter rates of cetaceans in the Mediterranean Sea and contiguous Atlantic Area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(8), 1589–1599. *Marine Biological Association of the United Kingdom*, 2010, doi:10.1017/S0025315410000342)
- Bourret, V. J. R., Mace, M. R. J. M., and Crouau-Roy, B. ,2007. “Genetic variation and population structure of western Mediterranean and northern Atlantic *Stenella coeruleoalba* populations inferred from microsatellite data,” *J. Mar. Biol. Assoc. U.K.* 87, 265–269.
- Buckland S., Anderson D., Burnham K.P., Laake J., Borchers D.L. and Thomas L.,2001. *Introduction to distance sampling*. Oxford: Oxford University Press.
- Buckstaff, K.C. 2004. Effects of watercraft noise on the acoustic behavior of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in Sarasota bay. *Florida Marine Mammal Science*, 20, 709–725.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K., 1967. Intraspecific transfer of information via the pulsed sound in captive odontocete cetaceans. In: Busnel, R.G. (Ed.), *Animal Sonar Systems: Biology and Bionics* Laboratoire de Physiologie Acoustique, Jouyen- Josas, pp. 879–936.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K., Tyack, P.L., 1990. A review if the signature-whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin. In: Leatherwood, S., Reeves, R.R. (Eds.), *The Bottlenose Dolphin*. Academic Press, New York, pp. 199–233.
- Corkeron, P., S. Van Parijs. 2001. Vocalizations of eastern Australian Risso's dolphins, *Grampus griseus*. *Canadian Journal of Zoology*, 79/1: 160-164.
- Cucknell, AC., Frantzis, A., Boisseau, O. et al. 2016. Harbour porpoises in the Aegean Sea, Eastern Mediterranean: the species' presence is confirmed. *Mar Biodivers Rec* 9, 72. <https://doi.org/10.1186/s41200-016-0050-5>
- Dede Ayhan, Tonay Arda M., Öztürk Hakkı Bayar, Ayaka A, 2013. First stranding record of a Risso's Dolphin (*Grampus griseus*) in the Marmara Sea, Turkey *J. Black Sea/Mediterranean Environment* Vol. 19, No. 1: 121-126
- Díaz López, B., 2011. Whistle characteristics in free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in the Mediterranean Sea: Influence of behaviour. *Mamm. Biol.* 76, 180–189 .
- Dreher JJ. 1961. Linguistic aspects of porpoise sounds. *J Acoust Soc Am* 33: 1799-1800.
- Dudzinski, KM; Thomas, JA & Douaze, E,2009. Communication in marine mammals in Perrin, WF; Würsig, B & Thewissen, JGM (eds), *Encyclopedia of Marine Mammals*, 2nd Ed. pp 260-268. Academic Press, USA.
- Evans, W. E., & Awbrey, F. T.,1988. Natural history aspects of marine mammal echolocation: Feeding strategies and habitat. In P. E. Nachtigall & P. W. B. Moore (Eds.), *Animal sonar: Processes and performance* (pp. 521- 534). New York: Plenum Press.
- Fire, S. E. et al., 2011. Co-occurrence of multiple classes of harmful algal toxins in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) stranding during an unusual mortality event in Texas, USA. *Harmful Algae* 10, 330–336.
- Fire, S. E. et al., 2015. Brevetoxin-associated mass mortality event of bottlenose dolphins and manatees along the east coast of Florida, USA. *MEPS* 526, 241-251
- Frankel, A.S., 2009. Sound production in Perrin, WF; Würsig, B & Thewissen, JGM (eds), *Encyclopedia of Marine Mammals*, 2nd Ed. pp 1056-1071. Academic Press, USA.

- Frantzis A, 2018. A long and deep step in range expansion of an alien marine mammal in the Mediterranean: First record of the Indian Ocean humpback dolphin *Sousa plumbea* (G. Cuvier, 1829) in the Greek Seas. *Bioinvasions Records* 7, 83–87.
- Frantzis A., 2009. Cetaceans in Greece: Present status of knowledge. Initiative for the Conservation of Cetaceans in Greece, Athens, Greece, 94 pp
- Frantzis A., Alexiadou P., Paximadis G., Politi E., Gannier A., Corsini-Foka M., 2003. Current knowledge of the cetacean fauna of the Greek Seas. *The Journal of Cetacean Research Management* 5(3): 219-232
- Friedlaender, A. S., McLellan, W. A. & Pabst, D. A., 2001. Characterising an interaction between coastal bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and the spot gillnet fishery in southeastern North Carolina, USA. *Journal of Cetacean Research and Management* 3, 293-304.
- Garcia-Martinez, J., Moya, A., Raga, J. A., and Latorre, A., 1999. "Genetic differentiation in the striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) from European waters according to mitochondrial DNA (mtDNA) restriction analysis," *Mol. Ecol.* 8, 1069–1073.
- Giannoulaki M., Markoglou E., Valavanis V. D., Alexiadou P., Cucknell A., Frantzis A., 2016. Linking small pelagic fish and cetacean distribution to model suitable habitat for coastal dolphin species, *Delphinus delphis* and *Tursiops truncatus*, in the Greek Seas (Eastern Mediterranean). *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems*. DOI: 10.1002/aqc.2669
- Gillespie D., Mellinger D.K., Gordon J., McLaren D., Redmond P., McHugh R., Trinder P., Deng X-Y., 2009. PAMGUARD: Semi-automated, open source software for real-time acoustic detection localisation of cetaceans. *Journal of the Acoustical Society of America* 125(4): 2547-2547.
- Goold, J.C., 1996. Acoustic assessment of populations of common dolphin *Delphinus delphis* in conjunction with seismic surveying. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 76, 811–820.
- Gordon, J. & Tyack, P., 2001. Sound and cetaceans in Evans, PGH & Raga, JA (eds) *Marine Mammals: Biology and Conservation*. Pp. 139-196 Kluwer Academic/Plenum Press, New York & London.
- Hansen, L. J. et al., 2004. Geographic Variation in Polychlorinated Biphenyl and Organochlorine Pesticide Concentrations in the Blubber of Bottlenose Dolphins from the U.S. Atlantic Coast. *Science of the Total Environment* 319, 147-172.
- Heiler, J., Elwen, S. H., Kriesell, H. J. & Gridley, T., 2016. Changes in bottlenose dolphin whistle parameters related to vessel presence, surface behaviour and group composition. *Anim. Behav.* 117, 167–177.
- Heinemann, D., 1981. A range finder for pelagic bird censusing. *Journal of Wildlife Management* 45(2): 489 – 493.
- Hernandez, E. N., Solangi, M. & Kuczaj, S. A., 2010. Time and frequency parameters of bottlenose dolphin whistles as predictors of surface behavior in the Mississippi Sound. *J. Acoust. Soc. Am.* 127, 3232–3238.
- Irwin, L.-J., 2005. Marine Toxins: Adverse Health Effects and Biomonitoring with Resident Coastal Dolphins. *Aquatic Mammals*, 31(2): p. 195-225.
- Janik, V., Slater, P., 1998. Context-specific use suggests that bottlenose dolphin signature whistles are cohesion calls. *Anim. Behav.* 56, 829–838.
- Janik, V.M., 2009. Acoustic communication in Delphinids. In: Marc Naguib, Vincent, M., Janik (Eds.), *Advances in the Study of Behavior*, vol. 40. Academic Press, Burlington, pp. 123–157.
- Jefferson, T. A., Webber, M. A. & Pitman, R. L., 2015. *Marine Mammals of the World: a Comprehensive Guide to their Identification*. Second Edition. San Diego: Academic Press.
- Johnson, S. C., 1967. Sound detection thresholds in marine mammals. *Marine Bioacoustics*, edited by W. N. Tavolga (Pergamon, New York), Vol. 2. pp. 247–260.
- Jones, G. J. & Sayigh, L. S., 2002. Geographic Variation in Rates of Vocal Production of Free-Ranging Bottlenose Dolphins. *Mar. Mammal Sci.* 18, 374–393.
- Kyriakou K, Katsanavakis S, Trygonis V, 2019. Quantitative analysis of the acoustic repertoire of free-ranging bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in N Aegean, Greece, recorded in the vicinity

- of aquaculture net pens. 14th International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Regions (ICZEGAR), June 27–30, 2019, Thessaloniki, Greece.
- Lopez B, 2011. "Whistle characteristics in free-ranging bottlenose dolphins in the Mediterranean Sea: influence of behavior". *Mammalian Biology*. 76 (2): 180–189. doi:10.1016/j.mambio.2010.06.006.
 - Lopez, B. D., 2006. Interactions between Mediterranean bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and gillnets off Sardinia, Italy. *ICES Journal Marine Science* 63, 946–951 (2006).
 - López, B.D., 2009. The bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* foraging around a fish farm: effects of prey abundance on dolphins' behaviour. *Curr. Zool.* 55 (4), 243–248.
 - MacLeod, Colin D., 1998. "Intraspecific scarring in odontocete cetaceans: an indicator of male 'quality' in aggressive social interactions?". *Journal of Zoology*. 244 (1): 71–77. doi:10.1111/j.1469-7998.1998.tb00008.x. ISSN 0952-8369.
 - Manghi, M., Pavan, G., Fossati, C. and Priano, M., 2003. Mapping and analyzing acoustic surveys' results: a GIS approach. *European Research on Cetaceans*, 16: 38-40.
 - Marley, S., Erbe, C. & Kent, C., 2017. Underwater recordings of the whistles of bottlenose dolphins in Fremantle Inner Harbour, Western Australia. *Sci Data* 4, 170126. <https://doi.org/10.1038/sdata.2017.12>
 - May-Collado, L. J. & Quiñones-Lebrón, S. G., 2014. Dolphin changes in whistle structure with watercraft activity depends on their behavioral state. *J. Acoust. Soc. Am.* 135, EL193–EL198.
 - Oswald Julie N., Rankin Shannon, and Barlow Jay, 2008. To Whistle or Not to Whistle? Geographic Variation in the Whistling Behavior of Small Odontocetes. *Aquatic Mammals* 2008, 34(3), 288-302, DOI 10.1578/AM.34.3.2008.288
 - Pompe-Gotal, J., Srebocan, E., Gomercic, H. & Prevendar Crnic, A., 2009. Mercury concentrations in the tissues of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) stranded on the Croatian Adriatic coast. *Veterinarni Medicina* 54, 598-604.
 - Quick, N. J. & Janik, V. M., 2008. Whistle rates of wild bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*): Influences of group size and behaviour. *J. Comp. Psychol.* 122, 305–311 (2008).
 - Rendell, L. E., Matthews, J. N., Gill, A., Gordon, J. C. D. & Macdonald, D. W., 1999: Quantitative analysis of tonal calls from five odontocete species, examining interspecific and intraspecific variation. *Journal of Zoology* 249, 403-410.
 - Richardson, W.J., Greene, C.R. Jr, Malme, C.I. & Thomson, D.H., 1995. *Marine mammals and noise*. San Diego: Academic Press.
 - Ryan, C., Cucknell, A.C., Romagosa, M., Boisseau, O., Moscrop, A., Frantzis, A. and McLanaghan, R., 2014. Final report. A Visual and Acoustic Survey for Marine Mammals in the Eastern Mediterranean Sea during Summer 2014
 - Sayigh, L.S., Esch, H.C., Wells, R.W., Janik, V.M., 2010. Facts about signature whistles of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Anim. Behav.* 74, 1631–1642.
 - Sayigh, L.S., Tyack, P.L., Wells, R.S., Solow, A.R., Scott, M.D., Irvine, A.B., 1999. Individual recognition in wild bottlenose dolphins: a field test using playback experiments. *Anim. Behav.* 57, 41–50.
 - Sciancalepore G, Gonzalvo J, Pierantonio N, Griggio M, Bonato M., 2018. First characterization of whistles produced by common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) of the Gulf of Ambracia, Greece. Poster presented at the 32nd Annual Conference of the European Cetacean Society. La Spezia, Italy, 8-10 April, 2018.
 - Shoham-Frider, E. et al., 2009. Persistent organochlorine pollutants and heavy metals in tissues of common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) from the Levantine Basin of the Eastern Mediterranean. *Chemosphere* 7, 621–627 .
 - Silvana Neves, 2013. Acoustic behaviour of risso's dolphins, *Grampus griseus*, in the canary islands, Spain A Thesis submitted for the degree of phd At the University of St Andrews.
 - Thomas, L., Buckland, S.T., Rexstad, E.A., Laake, J.L., Strindberg, S., Hedley, S.L., Bishop, J.R., Marques, T.A. & Burnham, K.P., 2010. Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology* 47: 5–14.

- Tyack, P. L. & Miller, E. H., 2002: Vocal anatomy, Acoustic and Communication and Echolocation. In: Marine Mammal Biology, An Evolutionary Approach. (Hoelzel, A. R., ed). Blackwell, Durhan. pp. 142-184.
- Van Bresseem, M.-F., et al., 2001. An insight into the epidemiology of dolphin morbillivirus worldwide Veterinary Microbiology,(81): p. 287-304.
- Van Waerebeek, K. et al., 2016. On the status of the common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* in western Africa, with emphasis on fisheries interactions, 1947-2015. 20 (2016).
- Viaud-Martínez KA, Vergara MM, Gol'din PE, Ridoux V, Öztürk B, Rosel PE, Frantzis A, Komnenou A, Bohonak AJ, 2007. Morphological and genetic differentiation of the Black Sea harbour porpoise *Phocoena phocoena*. Marine Ecology Progress Series 338, 281–294.
- Wang, D., Würsig, B., Evans, W.E., 1995. Whistles of bottlenose dolphins: comparisons among populations. Aquat. Mamm. 21, 65–77.
- Weilgart L.S., 2007. The impacts of anthropogenic ocean noise on cetaceans and implications for management. Canadian Journal of Zoology. 85(11): 1091-1116. <https://doi.org/10.1139/Z07-101>
- Wells, R. S. & Scott, M. D., 2009. Common bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus*, in Encyclopedia of Marine Mammals (eds W. Perrin, B. Wursig, & J.G.M. Thewissen) 249-255..
- Wells, R. S. et al., 2004. Bottlenose dolphins as marine ecosystem sentinels: Developing a health monitoring system. EcoHealth 1, 246-254.
- Wells, R. S. et al., 2008. Consequences of injuries on survival and reproduction of common bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) along the west coast of Florida. Marine Mammal Science 24, 774-794, doi:10.1111/j.1748-7692.2008.00212.x.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Λεγάκις Α, Μαραγκού Π, 2009. Το Κόκκινο Βιβλίο των απειλούμενων ζώων της Ελλάδας. Ελληνική Ζωολογική Εταιρεία, Αθήνα, 528 σελ.