



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Αποκατάσταση, καθαρισμός και ανάλυση του σκελετού του
οδοντοκήτους *Physeter macrocephalus*»**

**Ειρήνη Καραθάνου
Παντελεήμων Χρήστου**

ΒΟΛΟΣ 2018

Διμελής εξεταστική επιτροπή:

1) Δημήτριος Βαφείδης, Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπόνδυλων και άμεση - έμμεση χρηστικότητα τους, Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπων.

2) Μαριάνθη Χατζηιωάννου, Επίκουρη Καθηγήτρια Εκτροφή Σαλιγκαριών και Βατράχων, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καθηγητή μας και υπεύθυνο της πτυχιακής εργασίας, κύριο Δημήτριο Βαφείδη για τη συμβολή του στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας. Επίσης, ευχαριστούμε θερμά τους καθηγητές μας για τις συμβουλές και για τις ενδιαφέρουσες συζητήσεις καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μας που πολλές φορές γίνονταν πηγές έμπνευσης χωρίς να το γνωρίζουν.

Ευχαριστούμε κάθε άνθρωπο που έδειξε ενδιαφέρον για την εργασία μας και θέλησε να συμβάλει με τον τρόπο του. Επιπλέον, ευχαριστούμε τους συμφοιτητές και φίλους που βοήθησαν στη δύσκολη διαδικασία της εκταφής της φάλαινας. Το μεγαλύτερο ευχαριστώ ανήκει στους γονείς μας, για την αμέριστη στήριξη, κατανόηση και συμπαράσταση όλα αυτά τα χρόνια. Τέλος, ευχαριστούμε ο ένας τον άλλον για την υπομονή, την κατανόηση και την υπέροχη συνεργασία μας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αρχικά, στην παρούσα εργασία γίνεται μια αναφορά στα γενικά χαρακτηριστικά του είδους *Physeter macrocephalus* και τη βιολογία του. Πέραν του πειραματικού μέρους πραγματοποιήθηκε μια έρευνα όλων των πιθανών τρόπων καθαρισμού ενός κυτώδους και των προσπαθειών ανασύστασης που έχουν γίνει παγκοσμίως. Το 2006 ξεβράστηκε ένας Φυσητήρας στη περιοχή Χορευτό του δήμου Ζαγοράς μήκους 10,8 μέτρων. Πρόκειται για μια περιοχή στο βορειοανατολικό άκρο του Πηλίου που βρέχεται από το Αιγαίο Πέλαγος. Πιθανό αίτιο του θανάτου η πρόσκρουση με κάποιο σκάφος και η απώλεια του προσανατολισμού. Το συμβάν αυτό κινητοποίησε όλους τους εμπλεκόμενους φορείς: λιμενικές αρχές, Δήμο Ζαγοράς, πρωτίστως όμως το τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας. Ανέσυραν το κήτος στην ακτή και ακολούθησε υγειονομική ταφή στην παραλία της Παρίσαινας. Τον Οκτώβριο του 2016, δέκα χρόνια μετά, η ομάδα μας ανέλαβε την εκταφή της και την συγκομιδή των οστών της. Τα οστά μεταφέρθηκαν στη σχολή Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και ακολούθησε η επεξεργασία τους. Ύστερα από μια σειρά προσπαθειών καθαρισμού των οστών βρέθηκε η πιο αποτελεσματική μέθοδος, η οποία είναι μείγμα ακετόνης, αιθανόλης και νερού σε αναλογίες 1:1:1. Στη συνέχεια έγινε ταυτοποίηση του κάθε οστού και μέτρηση των βιομετρικών τους στοιχείων. Τέλος τα στοιχεία συγκρίθηκαν με αυτά άλλων φαλαινών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
1.1) Συστηματική κατάταξη	7
1.2) Κητώδη και βιολογική εξέλιξη	7
1.3) Γενικά χαρακτηριστικά <i>Physeter macrocephalus</i>	9
1.3.1) Γεωγραφική κατανομή στην και πληθυσμιακές τάσεις	11
1.3.2) Ηχοεντοπισμός και διατροφή	15
1.3.3) Αναπαραγωγή	17
1.3.4) Θήρευση-κίνδυνοι	17
1.4) Ανατομία <i>Physeter macrocephalus</i>	19
1.5) Σκοπός	21
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	22
2.1) Πρωτόκολλο εκσκαφής	22
2.2) Πεδίο έρευνας και διαδικασία εκσκαφής	22
2.3) Τρόποι καθαρισμού οστών	25
2.3.1) Διαδικασία καθαρισμού	26
2.3.1.1) Πρώτο εγχείρημα καθαρισμού	27
2.3.1.2) Δεύτερο εγχείρημα καθαρισμού	28
2.3.1.3) Τρίτο εγχείρημα καθαρισμού	28
2.3.2) Αποικοδόμηση ελαίων φάλαινας	29
2.4) Μέτρηση βιομετρικών στοιχείων	30
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
3.1) Αποτελέσματα μετρήσεων	32
3.2) Σύγκριση βιομετρικών στοιχείων	33

3.3) Συσχέτιση απώλειας λίπους με ημέρες	34
3.4) Αξιολόγηση μεθόδων καθαρισμού	34
4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ	37
4.1) Σύγκριση διαφορετικών μεθόδων καθαρισμού φάλαινας σε διάφορα μέρη του κόσμου	37
4.2) Ανασύσταση σκελετού φάλαινας στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Οξφόρδης	41
4.2.1) Βήματα σύνδεσης των οστών	42
4.2.2) Επιλογή μεθόδου καθαρισμού	43
4.2.3) Εκτίμηση μεθόδων	46
4.2.4) Κίνδυνοι για τους συντηρητές και τα δείγματα	47
4.2.5) Σύγκριση μεθόδων καθαρισμού	48
4.2.5.1) Διαβροχή με ζεστό νερό	48
4.2.5.2) Σκαθάρια <i>Dermastidae</i>	48
4.2.5.3) Υδατική αμμωνία	49
4.3) Αναφορές <i>Physeter macrocephalus</i> ανά τον κόσμο	49
5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56
6. ABSTRACT	64

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Συστηματική κατάταξη

Η συστηματική κατάταξη είναι:

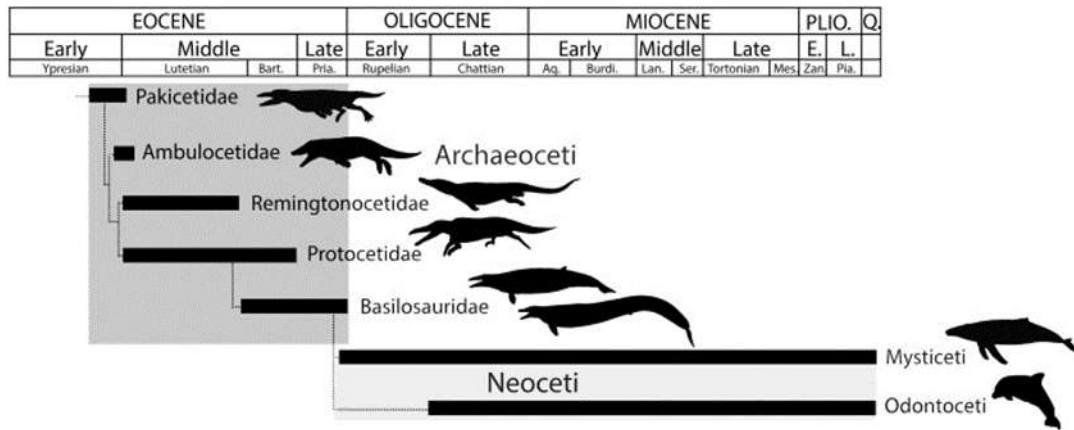
Βασίλειο:	Ζώα (Animalia)
Συνομοταξία:	Χορδωτά (Chordata)
Ομοταξία:	Θηλαστικά (Mammalia)
Τάξη:	Κητώδη (Cetacea)
Υπόταξη:	Οδοντοκήτη (Odontoceti)
Οικογένεια:	Φυσητηρίδες (Physeteridae)
Γένος:	Physeter
Είδος:	<i>P. macrocephalus</i>

1.2 Κητώδη και βιολογική εξέλιξη

Τα κητώδη είναι μια ιδιαίτερη κατηγορία ζώων, γιατί παρ' όλο που βρίσκονται και ζουν στο νερό δεν θυμίζουν τα ψάρια. Είναι δευτερογενή υδρόβια αμνιωτά που υπέστησαν μετάβαση από τη στεριά στη θάλασσα κατά τη διάρκεια της Ηώκαινου περιόδου (γεωλογική περίοδος, περίπου 55-57 εκ. χρόνια πριν) , όταν τα πρώτα απολιθώματα έγιναν γνωστά στην νοτιοδυτική Ασία.. Είναι πρωτόγονες μορφές, αποκαλούμενες ως αρχαιοκήτη και περιλαμβάνουν πέντε οικογένειες. Την Pakicetidae, Ambulocetidae, Remingtonocetidae, Protocetida και Basilosauridae. (Houssaye A. et al., 2015).

Σε αντιδιαστολή οι Thewissen J. G. M. and Williams E. M. (2002) αναφέρουν ότι τα αρχαιοκήτη χωρίζονται σε έξι οικογένειες που διαφέρουν σημαντικά ως προς τα ενδιαίτημά τους όσο και για τον τρόπο μετάβασής τους από τη στεριά στη θάλασσα. Στο τέλος της Ηώκαινου περιόδου, σχηματίστηκε το σύγχρονο σώμα των κητωδών

καθώς αυτό το σχέδιο σώματος παρέμεινε σχεδόν ίδιο μέχρι τη μεταγενέστερη εξέλιξη (Thewissen J. G. M. and Williams E. M., 2002).



Εικόνα 1. Εξέλιξη κητωδών (Alexandra Houssaye et al., 2015)

Οι φάλαινες φυσητήρες είχαν μια ιδιαίτερη, ενδιαφέρουσα και αμφιλεγόμενη ιστορική εξέλιξη, αλλά όλοι συμφωνούν ότι ανήκουν στην τάξη των κητωδών (Whitehead, 1993). Τα κητώδη εξελίχθηκαν σε ζώα, τα οποία επέστρεψαν στους ωκεανούς περίπου πριν 60 εκ. χρόνια. Περίπου 25-35 εκ. χρόνια, τα μυστακοκητώδη διαχωρίστηκαν από τα οδοντοκήτη, (Berta and Sumich 1999). Οι Milinkovitch et. al. (1993) χρησιμοποίησαν δεδομένα από μοριακές μελέτες για να κάνουν τη ριζική δήλωση ότι οι φάλαινες φυσητήρες είναι συγγενικά πιο κοντά με τις μπαλενόπτερες παρά με τις οδοντωτές φάλαινες. Πιο πρόσφατες μορφολογικές και μοριακές αναλύσεις, του Heyning (1997) και των Nikaido et al. (2001), υποστηρίζουν ότι οι φάλαινες φυσητήρες ανήκουν στις οδοντωτές φάλαινες. Οι μορφολογικές αποδείξεις και μερικές πρόσφατες μοριακές αναλύσεις (Nikaido et al. 2001) υποδεικνύουν ότι ο διαχωρισμός των μυστακοκητών και όλων των εξαφανισμένων κητωδών αποτελεί τον παλαιότερο διαχωρισμό στο φυλογενετικό δέντρο.

Σε κάθε περίπτωση, όχι πολύ καιρό μετά τον διαχωρισμό οδοντοκητών-μυστακοκητών, οι φάλαινες φυσητήρες ξεκίνησαν το δικό τους εξελικτικό μονοπάτι. Είδη που κατέχουν χαρακτηριστικά φυσητήρων (οικογένεια *Physeteridae*) απαντώνται ~25 εκ. χρόνια πριν (Berra and Sumich 1999) και σύντομα απέκτησαν εξειδικευμένα χαρακτηριστικά (Mchedlize 2002). Οι φυσητήρες εξαπλώθηκαν σε μεγάλο αριθμό ειδών ~15 εκ. χρόνια (Rice 1998) (Kazar 2002), αλλά μόνο τρία είδη υπάρχουν μέχρι σήμερα: η φάλαινα φυσητήρας (*Physeter macrocephalus*), ο πυγμαίος φυσητήρας (*Kogia breviceps*) και ο νάνος φυσητήρας (*Kogia simus*). Οι *Kogiidae* φαίνεται να είχαν χωριστεί από την γενεαλογική γραμμή, η οποία οδήγησε στη φάλαινα φυσητήρα τουλάχιστον 8 εκ. χρόνια πριν (Berta and Sumich 1999), κάνοντας τη φάλαινα φυσητήρα την πιο φυλογενετικά ιδιαίτερη από όλα τα οδοντοκήτη.

1.3 Γενικά χαρακτηριστικά *P. macrocephalus*

Η φάλαινα *Physeter macrocephalus* είναι ένα θαλάσσιο θηλαστικό με μήκος που κυμαίνεται ανάμεσα σε 15 και 18 μέτρα και πρόκειται για το τρίτο μεγαλύτερο ζώο του πλανήτη. Το σώμα των φυσητήρων είναι ιδιαίτερο και σχεδόν απίθανο να μπερδευτεί με άλλα είδη. Το κεφάλι μιας φάλαινας φυσητήρα αποτελεί το 1/4 έως το 1/3 του συνολικού μήκους της (Φρατζής, 2003). Ενώ είναι από τα μεγαλύτερα κητώδη είναι πολύ ευέλικτα (Carwardine Mark, 1994). Η φάλαινα φυσητήρας έχει το μεγαλύτερο εγκέφαλο από κάθε άλλο ζώο, ζυγίζοντας ~7,8 kg (NOAA, 2008) (Fields R, 2008). Το βάρος της μπορεί να είναι 35-45 τόνοι. Ζει έως 70 χρόνια και ίσως να τα ξεπερνάει (Φρατζής, 2003). Έχουν την ικανότητα να καταδύονται μέχρι και δυο χιλιόμετρα βάθος και να κρατούν την ανάσα τους για 90 λεπτά. Συνηθίζει να σχηματίζει κοπάδια αποτελούμενα από 15-20 άτομα.

Τα κοπάδια περιλαμβάνουν θηλυκά και μικρά, καθώς τα αρσενικά μπορεί να κινούνται μόνο τους αλλά επιστρέφουν στο κοπάδι για την αναπαραγωγή. Η ταχύτητα τους φτάνει τα 23 μίλια/ώρα.

Όσον αφορά τον σκελετό, οι νευρώσεις συνδέονται με τη σπονδυλική στήλη με εύκαμπτο χόνδρο, γεγονός που επιτρέπει την κατάρρευση του νωτιαίου μυελού παρά την ασφυξία υπό υψηλή πίεση (NOAA, 2013). Ενώ είναι καλά προσαρμοσμένες στις καταδύσεις, οι επαναλαμβανόμενες καταδύσεις σε μεγάλα βάθη έχουν μακροπρόθεσμες επιπτώσεις. Τα οστά παρουσιάζουν τις ίδιες παραμορφώσεις που σηματοδοτούν την ασθένεια αποσυμπίεσης, παρόμοια με αυτής στους ανθρώπους. Οι παλαιότεροι σκελετοί έδειξαν πιο εκτεταμένα τραύματα, ενώ η κνήμη δεν έδειξε καμία βλάβη. Αυτή η βλάβη μπορεί να υποδηλώνει ότι είναι ευαίσθητες στην ασθένεια αποσυμπίεσης και η απότομη ανάδυση μπορεί να είναι θανατηφόρα (Moore MJ, Early GA, 2004).

Όπως προαναφέρθηκε η φάλαινα φυσητήρας ανήκει στην υπόταξη των Οδοντοκητών. Έτσι η κάτω γνάθος της φάλαινας φυσητήρα είναι αρκετά στενή και χαμηλά στο κεφάλι (Jefferson T.A et al., 2008). Έχουν περίπου 18 με 26 ζευγάρια δοντιών στην κάτω γνάθο, ενώ η πάνω γνάθος αποτελείται από θήκες, στις οποίες μπαίνουν τα δόντια (Jefferson T.A et al., 2008). Τα δόντια είναι κωνικού σχήματος και ζυγίζουν ~1 kg το καθένα (American Cetacean Society, 2010). Τα δόντια τους είναι λειτουργικά, αλλά δεν φαίνεται να είναι απαραίτητα για την σύλληψη ή την κατανάλωση τροφής, καθώς υπάρχουν αναφορές για φάλαινες με γεμάτο στομαχικό περιεχόμενο χωρίς όμως να έχουν δόντια ή ακόμη και να παρουσιάζουν παραμορφώσεις στις σιαγόνες. Μια υπόθεση για τη χρήση των δοντιών είναι για τον ανταγωνισμό και την επιθετικότητα των αρσενικών. Η ανάλυση των δοντιών είναι η προτιμώμενη μέθοδος για τον προσδιορισμό της ηλικίας των φαλαινών. Όπως λειτουργούν με παρόμοιο

τρόπο και οι δακτύλιοι ηλικίας ενός δέντρου, έτσι και τα δόντια δημιουργούν ξεχωριστά στρώματα οδοντίνης καθώς μεγαλώνουν (Perrin et. al., 2002).

1.3.1 Γεωγραφική κατανομή και πληθυσμιακές τάσεις

Οι φάλαινες φουσητήρες κατοικούν σε όλους τους ωκεανούς του κόσμου. Συναντώνται και στα δύο ημισφαίρια και είναι επίσης κοινά κατά μήκος του ισημερινού, ειδικά στον Ειρηνικό. Επίσης βρίσκονται σε ολόκληρη την επιφάνεια των ωκεανών του πλανήτη σε βαθιά νερά μεταξύ περίπου 60 ° Β και 60 ° Ν γεωγραφικού πλάτους. Η κατανομή τους εξαρτάται από την πηγή τροφής και τις κατάλληλες συνθήκες αναπαραγωγής και ποικίλλει ανάλογα με τη φύση και την ηλικιακή σύνθεση της ομάδας. Οι μεταναστεύσεις δεν είναι τόσο προβλέψιμες ούτε κατανοητές όπως οι μεταναστεύσεις των περισσότερων φάλαινών. Σε ορισμένα μεσαία γεωγραφικά πλάτη, φαίνεται να υπάρχει μια γενική τάση να μεταναστεύουν βόρεια και νότια ανάλογα με τις εποχές (οι φάλαινες κινούνται προς το νότιο ημισφαίριο το καλοκαίρι). Ωστόσο, σε τροπικές και εύκρατες περιοχές, δεν φαίνεται να υπάρχει προφανής εποχιακή μετανάστευση (NOAA).

Υπάρχουν δύο θεωρίες όσον αφορά τις φάλαινες του είδους *Physeter macrocephalus*. Είτε πρόκειται για πληθυσμούς του Β. Ατλαντικού είτε για πληθυσμούς που έχουν γεννηθεί και κατοικήσει τα νερά της Μεσογείου εδώ και χρόνια. Τα γενετικά δεδομένα υποδηλώνουν ότι οι φάλαινες φουσητήρα στη Μεσόγειο αποτελούν ξεχωριστό υποπληθυσμό. Οι Drouot et al. (2004), συγκρίνοντας τα δείγματα του ανατολικού Βόρειου Ατλαντικού με 13 άτομα που ελήφθησαν από το Τυρρηνικό Πέλαγος, το Ιόνιο Πέλαγος, τη βορειοδυτική λεκάνη της Μεσογείου και τη Βαlearίδα, διαπίστωσαν σημαντικές διαφορές στις συχνότητες των απλοτύπων μιτοχονδριακού DNA (mtDNA), υποδεικνύοντας ότι οι φάλαινες φουσητήρες στον Ατλαντικό και στη

Μεσόγειο ανήκουν σε ξεχωριστά συμπλέγματα (από την πλευρά της μητέρας, μητρογραμμικό). Τα μεσογειακά αυτά ζώα διαφοροποιήθηκαν σημαντικά από τα ζώα του Βόρειου Ατλαντικού τόσο στην περιοχή ελέγχου του mtDNA όσο και στους διάφορους τύπους του DNA, αν και η επίδραση ήταν πολύ ισχυρότερη για το mtDNA, υποδηλώνοντας ότι η Μεσόγειος φιλοξενεί έναν φιλοπατρικό πληθυσμό (Engelhaupt et al., 2009). Όλες οι ηλικιακές κατηγορίες των φαλαινών φυσητήρων βρίσκονται στη Μεσόγειο και η εμφάνιση νεογνών (Gannier et al., 2002, Frantzis et al., 2003, Moulins and Würtz 2005) επιβεβαιώνει ότι η γέννηση γίνεται στην ευρύτερη περιοχή του Γιβραλτάρ. Στην ανατολική Μεσόγειο, τόσο κοινωνικές ομάδες όσο και μοναχικά ενήλικα αρσενικά είναι παρόντες όλο το χρόνο.

Στη Μεσόγειο θάλασσα οι φάλαινες φυσητήρες είναι ευρέως κατανεμημένες από το στενό του Γιβραλτάρ στα δυτικά μέχρι και τη θάλασσα της Λεβαντίνης στα ανατολικά. Το είδος αναμένεται να το συναντήσουμε στο στενό του Γιβραλτάρ, στις Βαlearίδες Νήσους, στη λεκάνη της Αλγερίας-Λιγουρίας, στο Τυρρηνικό Πέλαγος, στα βαθιά νερά στα βόρεια, ανατολικά και νοτιοανατολικά της Σικελίας, στο Ιόνιο Πέλαγος και σε μέρη του Αιγαίου (Red list).



Εικόνα 2 Χάρτης της κατανομής της φάλαινας του είδους *Physeter macrocephalus* στη Μεσόγειο Θάλασσα 1: Στενό του Μεσίνα, 2: Χερσόνησος Γκαργκάνο, 3: Ελληνική Τάφρος, 4: Χερσόνησος της Χαλκιδικής, 5: Κορσική, 6: Στενό του Γιβραλτάρ, 7: Κύπρος, 8: Ζάκυνθος, 9: Αιγαίο Πέλαγος, 10: Κρήτη, 11: Αδριατική θάλασσα, 12: Ατλαντικός Ωκεανός, 13: Σικελία, 14: Αφρική, 15: Λιγουρία, 16: Κυανή Ακτή, 17: Ελλάδα, 18: Ιόνιο Πέλαγος, 19: Ιταλία, 20: Γαλλία, 21: Ισπανία, 22: Στενό της Σικελίας, 23: Μαγιόρκα και Βαlearίδες Νήσοι, 24: Θεσσαλονίκη, 25: Θάλασσα του Αλμποράν (Zagzebski, Kathy N.d., ACS National Board & Staff).

Όπως οι περισσότεροι κάτοικοι μεσογειακών χωρών, όλοι οι έλληνες πίστευαν μέχρι πρόσφατα πως η Μεσόγειος και βέβαια οι ελληνικές θάλασσες είναι πολύ μικρές για να φιλοξενήσουν μεγάλα κητώδη. Μέχρι τα τέλη του περασμένου αιώνα, κανείς στην Ελλάδα δεν μπορούσε να πιστέψει ότι τα ζώα αυτά κατοικούν μόνιμα στις θάλασσές μας. Στα μέσα της δεκαετίας του '90, η επιστημονική ομάδα του Ινστιτούτου Κητολογικών Ερευνών Πέλαγος άρχισε να συγκεντρώνει κάθε διαθέσιμη πληροφορία σχετικά με την πιθανή παρουσία φυσητήρων στα ελληνικά νερά. Με βάση μερικές περιστασιακές παρατηρήσεις στην ΝΔ Κρήτη, καθώς και το εξαιρετικό ανάγλυφο του βυθού στην περιοχή, το Ινστιτούτο Κητολογικών Ερευνών Πέλαγος ξεκίνησε το 1998 ένα ερευνητικό πρόγραμμα, που οδήγησε στην ανακάλυψη του μονιμότερου πληθυσμού φυσητήρων σε ολόκληρη τη Μεσόγειο. Τα πρώτα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι φυσητήρες βρίσκονται στην περιοχή της Δ-ΝΔ Κρήτης όλο το χρόνο, ενώ αργότερα διαπιστώθηκε ότι το σύνολο της Ελληνικής Τάφρου (που εκτείνεται από τα

νησιά του Ιονίου μέχρι την Ρόδο) είναι το σημαντικότερο ενδιαίτημα των φυσητήρων σε όλη την Ανατολική Μεσόγειο. Η προτίμηση των φυσητήρων για την Ελληνική Τάφρο συνδέεται με την ύπαρξη υποβρυχίων γκρεμών πολύ κοντά στις ακτές. Είναι πολύ πιθανό ότι εκεί αφθονούν τα μέσο- και βαθύ-πελαγικά καλαμάρια, που αποτελούν την αποκλειστική τροφή των μεσογειακών φυσητήρων (Φρατζής 2009).



Εικόνα 3. Ελληνικές τάφροι (ΠΕΛΑΓΟΣ, Ινστιτούτο Κητολογικών Ερευνών)

Οι φάλαινες φυσητήρες φαίνεται να προτιμούν περιοχές που το βάθος είναι μεγαλύτερο των 600 m και σπάνια απαντώνται σε νερά βάθους 300 m (NOAA). Τα θηλυκά και τα νεαρά άτομα περιορίζονται συνήθως σε ύδατα με γεωγραφικά πλάτη μικρότερα από 40-50° και σε περιοχές που η θερμοκρασία της επιφάνειας της θάλασσας είναι μεγαλύτερη από 15 °C (Rise, 1989). Επίσης, συναντώνται και σε περιοχές με σχετικά υψηλή πρωτογενή παραγωγικότητα (Jaquet et al., 1996) αν και υπάρχουν μερικές εξαιρέσεις όπως η θάλασσα των Σαργάσσων και η γύρα του κεντρικού βόρειου Ειρηνικού (Barlow and Taylor 2005).



Εικόνα 4. Παρατηρήσεις και εκβρασμοί του είδους *P. macrocephalus* στις Ελληνικές ακτές (Φραντζής 2003)

1.3.2 Ηχοεντοπισμός και διατροφή

Το είδος *Physeter macrocephalus* τρέφεται με μεσοπελαγικά κεφαλόποδα (γιγάντια καλαμάρια, *Architeuthis sp*), μερικά βενθοπελαγικά ψάρια (π.χ. σαλάχι, *Squatina aculeata*) ακόμα και με μικρούς βενθικούς καρχαρίες (*Squatina squatina*). Κατά την αναζήτηση της κύριας πηγής τροφής τους (τα κεφαλόποδα), καταδύονται 300-600 μέτρα και παραμένουν βυθισμένα για 20-50 λεπτά. Ωστόσο, υπάρχουν κάποιες αναφορές για άτομα που φθάνουν σε βάθη άνω των 1000 m, επιστρέφοντας στην επιφάνεια για τον αέρα μετά από μια ώρα (NOAA).

Οι φάλαινες φυσητήρες είναι γνωστές επίσης για τους ήχους που παράγουν, οι οποίοι πιθανόν τις βοηθούν στην επικοινωνία και στον ηχοεντοπισμό. Είναι πλέον ξεκάθαρο

ότι ο βασικός σκοπός του πρόσθιου τμήματος της κεφαλής της φάλαινας φουσητήρα είναι για την παραγωγή δυνατών ήχων τύπου «κλικ» και σχεδόν όλοι οι ήχοι που προέρχονται από τις φάλαινες αυτές, είναι τέτοιου τύπου. Ο τρόπος έκφρασης τέτοιων ήχων δεν αποτελούν μόνο το κλειδί για το πως επικοινωνούν οι φάλαινες φουσητήρες μεταξύ τους καθώς και με το περιβάλλον τους, αλλά επίσης είναι κι ένα απαραίτητο εργαλείο που μπορεί να μας δώσει στοιχεία για την συμπεριφορά και την βιολογία των πληθυσμών τους (Whitehead 2003).

Τα «κλικ» της φάλαινας φουσητήρα έχουν ένα απότομο ξεκίνημα με μεγάλη ενέργεια ανάμεσα σε 5 και 25 kHz (Madsen et al., in press). Τα «κλικ» μπορεί να είναι πολύ δυνατά – μέχρι και 223 dB (Møhl et al., 2000), ο υψηλότερος βιολογικός ήχος που έχει καταγραφεί (Madsen et al., 2002) – και είναι έντονα κατευθυντήριος (Møhl et al., 2000) (Thode et al., 2002).

Οι φάλαινες φουσητήρες διατάσσουν τα «κλικ» με διάφορα μοτίβα και τα χρησιμοποιούν σε ποικίλες καταστάσεις. Οι δυο ευρείες κλάσεις λειτουργίας των «κλικ» είναι ο ηχοεντοπισμός και η επικοινωνία. Αν και είναι πιθανό ότι κάθε μοτίβο «κλικ» έχει μια από αυτές τις λειτουργίες, είναι πολύ πιθανό μερικά από αυτά να επιτελούν και τις δυο λειτουργίες (Backus and Schevill,). Κάθε μοτίβο ακούγεται συνήθως κάτω από ένα σύνολο περιπτώσεων, και ως εκ τούτου τα σύνολα των «κλικ» κατηγοριοποιούνται. Επιστήμονες κατηγοριοποίησαν τα μοτίβα με διάφορους τρόπους, δίνοντας σε κάθε μοτίβο διαφορετικό ονόμα. Ωστόσο, μερικά μοτίβα, είναι ιδιαίτερα και οι πλειονότητα των επιστημών θα συμφωνούσαν με την παρακάτω κατηγοριοποίηση:

- «Κοινά κλικ»
- Τριξίματα
- Παλμικό κάλεσμα (παρόμοια των σημάτων Morse)

1.3.3 Αναπαραγωγή

Οι φάλαινες φυσητήρες είναι γνωστό ότι δείχνουν εμφανή φυλετικό διμορφισμό όσον αφορά το μέγεθος (Whitehead, 2002). Τα αρσενικά πιστεύεται ότι φτάνουν σε αναπαραγωγική ωρίμανση σε ηλικίες μεταξύ 18 με 21 και σε μήκος 11-12 m, φτάνοντας το μέγιστο μήκος των 15-18 m (Gore MA et al., 2007). Σε αντίθεση, τα θηλυκά πιστεύεται ότι φτάνουν στην αναπαραγωγική τους ωρίμανση σε ηλικίες μεταξύ 7 με 13 και μήκος ~8,3-9,2 m, με μέγιστο μήκος να κυμαίνεται από 11-12 m. Τα θηλυκά άτομα έρχονται σε οίστρο κάθε 3-5 χρόνια. Η αναπαραγωγική τους περίοδος παρατηρείται στην Ελλάδα από τον μήνα Ιανουάριου έως τον Αύγουστο. Η περίοδος κυοφορίας διαρκεί 14-16 μήνες. Κατά τη διάρκεια της γέννας οι φάλαινες φυσητήρες παρουσιάζουν μια ενδιαφέρουσα κοινωνική συμπεριφορά ως προς την προστασία της μητέρας από ενδεχόμενες επιθέσεις άλλων θηρευτών (Whitehead 2003). Όσον αφορά τα αρσενικά αναπαράγουν για πρώτη φορά μετά τα 30 τους χρόνια. Γενικά οι Φυσητήρες έχουν διάρκεια ζωής από 70 χρόνια και πάνω (Φραντζής 2003).

1.3.4 Θηρευτές - Κίνδυνοι

Κύριοι θηρευτές των φυσητήρων είναι κάποια μεγάλα πελαγικά είδη και κυρίως ο καρχαρίας και η όρκα.

Οι φυσικές απειλές για τις φάλαινες φυσητήρες περιλαμβάνουν φάλαινες δολοφόνους, για τις οποίες έχει καταγραφεί η θανάτωση τουλάχιστον μιας φάλαινας στην Καλιφόρνια. Ωστόσο, πιστεύεται ότι οι περισσότερες επιθέσεις φαλαινών δολοφόνων είναι ανεπιτυχείς. Οι μεγάλοι καρχαρίες μπορεί επίσης να αποτελούν απειλή, ειδικά για τις μικρές φάλαινες (NOAA).

Το κυνήγι φαλαινών αποτέλεσε έναν από τους κυριότερους λόγους μείωσης πολλών πληθυσμών φάλαινας (κυρίως το 1800-1987). Στην περίοδο αυτή εκτιμάται ότι τουλάχιστον 436,000 φάλαινες φυσητήρες θανατώθηκαν, αλλά πιθανό μέχρι και 1,000,000. Το 1970-80 απαγορεύτηκε το κυνήγι φάλαινων φυσητήρων και σταμάτησε ουσιαστικά με την εφαρμογή της αναστολής του κυνηγιού από την International Whaling Commission (IWC) το 1988.

Όσον αφορά τη Μεσόγειο θάλασσα, οι απειλές επικεντρώνονται κυρίως στην ανθρωπογενή παρέμβαση, είτε άμεσα είτε έμμεσα, και όχι σε επιθέσεις από άλλους οργανισμούς. Παρακάτω αναγράφονται οι σημαντικότεροι λόγοι:

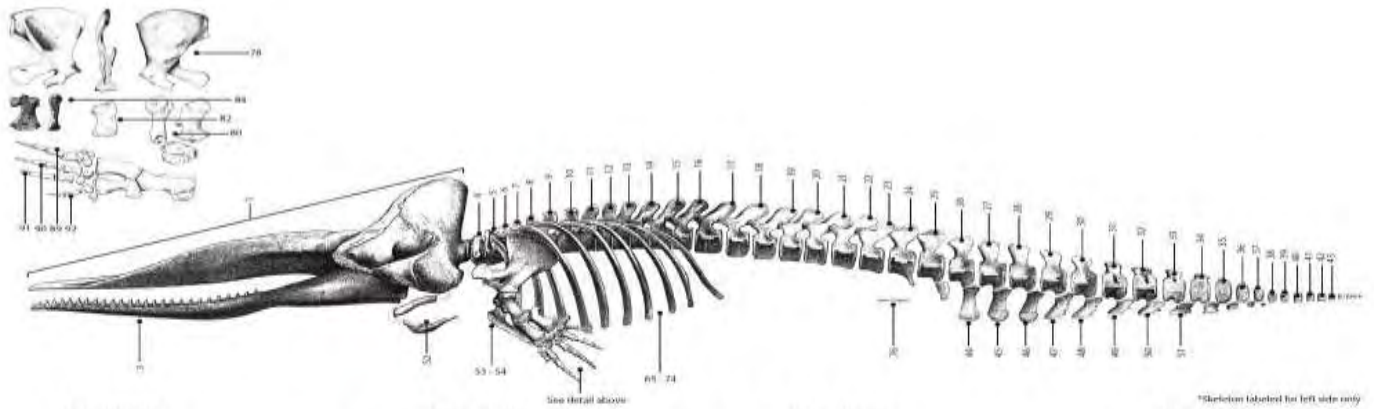
- Πρόσκρουση με πλοία
- Αλιευτικός εξοπλισμός (δεν είναι τόσο μεγάλη απειλή για τις φάλαινες φυσητήρες αλλά για περισσότερα παράκτια κητοειδή)
- Διαταραχή από τον ανθρωπογενή «θόρυβο», ιδίως σε τομείς δραστηριοτήτων πετρελαίου και φυσικού αερίου ή όπου η ναυτιλιακή δραστηριότητα είναι υψηλή
- Ρύποι (π.χ. πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB), χλωριωμένα παρασιτοκτόνα (DDT, DDE κ.λπ.), πολυκυκλικοί αρωματικοί υδρογονάνθρακες (PAH) και βαρέα μέταλλα).

Η πιο πιθανή απειλή για τα φάλαινα φυσητήρα στη Μεσόγειο είναι η εμπλοκή τους σε ξιφία μεγάλου μήκους και παρασυρόμενα δίχτυα τόνου, που καθιστά πιθανή αιτία τη θνησιμότητα από τα μέσα της δεκαετίας του '80, όταν άρχισε να χρησιμοποιείται αυτός ο τρόπος αλιείας σε μεγάλη κλίμακα (Notarbartolo di Sciara 1990) (Διεθνής Επιτροπή Φαλαινοθηρίας (IWC) 1994). Το μεγαλύτερο μέρος των θανάτων στην Ιταλία και στην Ισπανία προκλήθηκε από εμπλοκή φαλαινών φυσητήρων σε παρασυρόμενα δίχτυα, όπως προκύπτει από την αναφερθείσα παρουσία θραυσμάτων ή

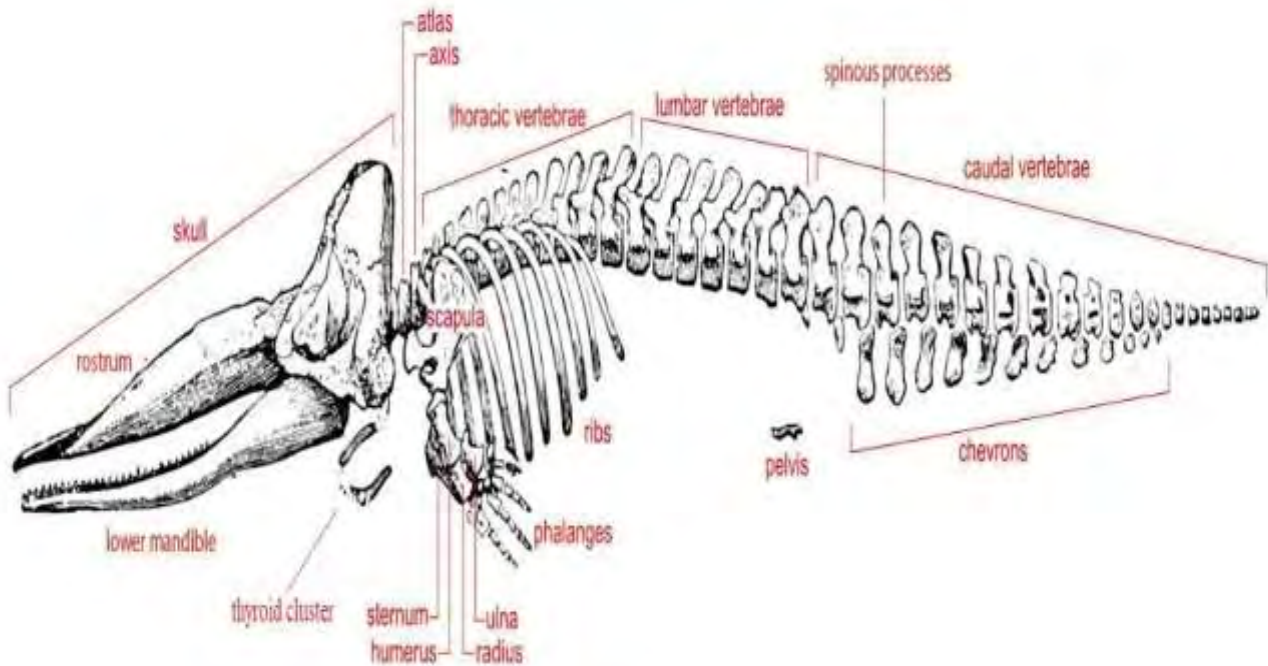
χαρακτηριστικών τραυματισμών στα σώματα των φαλαινών (Podestà and Magnaghi 1989, Lazaro και Martin 1999). Παρά τις διεθνείς και εθνικές ρυθμίσεις που απαγορεύουν τα παρασυρόμενα δίχτυα στη Μεσόγειο, συνεχίζεται η παράνομη ή σχεδόν νόμιμη χρήση σε οικοτόπους φαλαινών φυσητήρων, όχι μόνο στη δυτική Μεσόγειο (π.χ. Γαλλία, Ιταλία και Μαρόκο, Oceana 2007), αλλά πρόσφατα και στην Ελλάδα και Τουρκία (Akyol et al., 2005), συνεχίζοντας έτσι να απειλούν την επιβίωση των ειδών στην περιοχή.

1.4 ANATOMIA *P. macrocephalus*

Ο σκελετός του είδους αποτελείται από 240-244 οστά. Συγκεκριμένα αποτελείται από: το κρανίο, άνω και κάτω γνάθο, πρώτος αυχενικός σπόνδυλος, δεύτερος αυχενικός σπόνδυλος, 11 θωρακικούς σπονδύλους, 8 οσφυϊκούς σπονδύλους, 19 ουραίους σπονδύλους, 8 οστά της κάτω κοιλιακής περιοχής της ουράς (Chevrons) (Gore M. A. et al. 2007), 2 οστά θυρεοειδούς αδένα, στέρνο (δεξιά και αριστερή πλευρά), 10 ζεύγη πλευρών, λεκάνη (δεξιά και αριστερή πλευρά), ωμοπλάτη (δεξιά και αριστερή πλευρά), βραχίονας (δεξιά και αριστερή πλευρά), κερκίδα (δεξιά και αριστερή πλευρά), ωλένη (δεξιά και αριστερή πλευρά) και 8 φάλαγγες.



- Size (detail above)
- *Skeleton labelled for left side only
- | | | | |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> ■ 1 Skull ■ 2 Mandible right ■ 3 Mandible left ■ 4 Atlas (C1) ■ 5 Axis (cervical block) ■ 6 Thoracic Vertebra (T1) ■ 7 Thoracic Vertebra (T2) ■ 8 Thoracic Vertebra (T3) ■ 9 Thoracic Vertebra (T4) ■ 10 Thoracic Vertebra (T5) ■ 11 Thoracic Vertebra (T6) ■ 12 Thoracic Vertebra (T7) ■ 13 Thoracic Vertebra (T8) ■ 14 Thoracic Vertebra (T9) ■ 15 Thoracic Vertebra (T10) ■ 16 Thoracic Vertebra (T11) ■ 17 Lumbar Vertebra (L1) ■ 18 Lumbar Vertebra (L2) ■ 19 Lumbar Vertebra (L3) ■ 20 Lumbar Vertebra (L4) ■ 21 Lumbar Vertebra (L5) ■ 22 Lumbar Vertebra (L6) ■ 23 Lumbar Vertebra (L7) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 24 Lumbar Vertebra (L8) ■ 25 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 26 Caudal Vertebrae (CD2) ■ 27 Caudal Vertebrae (CD3) ■ 28 Caudal Vertebrae (CD4) ■ 29 Caudal Vertebrae (CD5) ■ 30 Caudal Vertebrae (CD6) ■ 31 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 32 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 33 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 34 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 35 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 36 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 37 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 38 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 39 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 40 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 41 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 42 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 43 Caudal Vertebrae (CD1) ■ 44 Chevron (CV1) ■ 45 Chevron (CV2) ■ 46 Chevron (CV3) | <ul style="list-style-type: none"> ■ 47 Chevron (CV4) ■ 48 Chevron (CV5) ■ 49 Chevron (CV6) ■ 50 Chevron (CV7) ■ 51 Chevron (CV8) ■ 52 Hyoid Cluster ■ 53 Sternum Right ■ 54 Sternum Left ■ 55 Rib R-1 ■ 56 Rib R-2 ■ 57 Rib R-3 ■ 58 Rib R-4 ■ 59 Rib R-5 ■ 60 Rib R-6 ■ 61 Rib R-7 ■ 62 Rib R-8 ■ 63 Rib R-9 ■ 64 Rib R-10 ■ 65 Rib L-1 ■ 66 Rib L-2 ■ 67 Rib L-3 ■ 68 Rib L-4 ■ 69 Rib L-5 | <ul style="list-style-type: none"> ■ 70 Rib L-6 ■ 71 Rib L-7 ■ 72 Rib L-8 ■ 73 Rib L-9 ■ 74 Rib L-10 ■ 75 Pelvis Right ■ 76 Pelvis Left ■ 77 Scapula Right ■ 78 Scapula left ■ 79 Humerus Right ■ 80 Humerus left ■ 81 Radius Right ■ 82 Radius Left ■ 83 Ulna Right ■ 84 Ulna Left ■ 85 Phalange Block R-1 ■ 86 Phalange Block R-2 ■ 87 Phalange Block R-3 ■ 88 Phalange Block R-4 ■ 89 Phalange Block L-1 ■ 90 Phalange Block L-2 ■ 91 Phalange Block L-3 ■ 92 Phalange Block L-4 |
|--|--|--|--|



Εικόνα 6. Τμήματα σκελετού φάλαινας
https://onceinawhale.com.files.wordpress.com/2013/05/sperm_whale_skeleton_labelled1.jpg

1.5 Σκοπός

Τον Οκτώβριο του 2016, δέκα χρόνια μετά τον εκβρασμό, η ομάδα μας ανέλαβε την εκταφή της και την συγκομιδή των οστών της. Ήταν η πρώτη φορά που έγινε μια τέτοια προσπάθεια στην Ελλάδα. Δυσάρεστο, ωστόσο, ήταν το γεγονός ότι πολλά από τα οστά έλειπαν. Ύστερα από επικοινωνία με τις τοπικές αρχές ανακαλύψαμε ότι κάποια οργάνωση είχε παράνομα παρέμβει και πάρει κάποια από τα οστά. Αφού πάρθηκαν τα εναπομείναντα οστά, μεταφέρθηκαν στο προαύλιο της σχολής μας και ακολουθήθηκαν συγκεκριμένες διαδικασίες καθαρισμού και μετρήσεων. Χρησιμοποιήσαμε πρωτόκολλα καθαρισμού με κύριο στόχο την καταπολέμηση του λίπους και εν συνεχεία, πήραμε μετρήσεις των βιομετρικών χαρακτηριστικών του κάθε οστού. Σκοπός της έρευνας μας ήταν η εύρεση μια μεθόδου κατάλληλης για τον καθαρισμό οστών φάλαινας.



Εικόνα 7. Αριστερά: σημείο ταφής και εκβρασμού της φάλαινας. **Δεξιά:** σημείο εκβρασμού της φάλαινας.



Εικόνα 9. Παγασητικός κόλπος



Εικόνα 8. Χορευτό (περιοχή Πηλίου), όπου πραγματοποιήθηκε η εκταφή

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πρωτόκολλο εκσκαφής

Ένα ολοκληρωμένο πρωτόκολλο εκσκαφής σπονδυλωτών περιλαμβάνει τα εξής στάδια (Esperante et al., 2009):

1. Γίνεται λήψη φωτογραφιών από το πεδίο καθ' όλη τη διάρκεια της εκσκαφής.
2. Χρησιμοποιούνται διάφορα εργαλεία όπως μαχαίρια, σμίλες και φτυάρια για την αφαίρεση του ιζήματος και την διεύρυνση της τάφρου. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται κατά την απομάκρυνση ιζήματος ώστε να μη διαταραχθεί η σταθερότητα.
3. Με μεγάλη προσοχή και λεπτομέρεια αφαιρούμε όλο το υπολειπόμενο ίζημα από το σκελετό.
4. Ο προσανατολισμός του σκελετού εντοπίζεται με τη βοήθεια πυξίδας Brunton.
5. Πραγματοποιείται καταμέτρηση των οστών και μια προσπάθεια αντιστοίχισης κάθε οστού με έναν πρότυπο σκελετό ώστε να διευκολυνθούμε κατά την ανακατασκευή.
6. Τα οστά μεταφέρονται σε εργαστηριακό χώρο και ακολουθεί λεπτομερής μελέτη, καθαρισμός και ποικίλες μετρήσεις.

2.2 Πεδίο έρευνας και διαδικασία εκσκαφής

Όπως προαναφέρθηκε, η εκταφή της φάλαινας πραγματοποιήθηκε τον Οκτώβριο του 2016 και συγκεκριμένα στις 10-10-2016 με 13-10-2016. Καθημερινά η ομάδα μας μεταφερόταν από τον χώρο του Πανεπιστημίου. Οι αντίξοες συνθήκες, όπως ο άστατος καιρός και η έντονη δυσοσμία έκαναν πιο δύσκολη την υλοποίηση του έργου.

Με τη βοήθεια ενός εκσκαφέα του Δήμου Ζαγοράς καταφέραμε να ανασύρουμε τα κόκαλα, τα οποία καταγράψαμε και φωτογραφήσαμε.

Την πρώτη ημέρα (10-10-2016) αρχικός μας στόχος ήταν ο εντοπισμός της ακριβούς τοποθεσίας που είχε θαφτεί η φάλαινα. Το σημείο βρισκόταν πάνω από το ύψος της παλίρροιας και απείχε περίπου 8 μέτρα από τη θάλασσα και αποτελούνταν από αδρό υλικό. Με τον εκσκαφέα έφυγαν τα πρώτα στρώματα άμμου και βρέθηκαν τα πρώτα κόκαλα. Εκείνη την ημέρα φτάσαμε στα 3 μέτρα βάθος.



Εικόνα 10. Άνοιγμα τρύπας με τη βοήθεια εκσκαφέα στο σημείο ταφής



Εικόνα 11. Εύρεση πρώτου οστού (σπόνδυλος)

Τη δεύτερη μέρα (11-10-2016) αποκαλύφθηκε η φάλαινα σε βάθος 4,5 μέτρων με τη βοήθεια του εκσκαφέα. Από εκεί και έπειτα, φοβούμενοι μήπως ο εκσκαφέας προκαλέσει κάποια ζημιά στο σκελετό, αναλάβαμε εμείς δράση. Με τη χρήση διαφόρων εργαλείων (φυτάρι, τσάπα, τσουγκράνα, σκούπα) προσπαθήσαμε να ξεθάψουμε με προσοχή κάθε οστό. Το πιο σημαντικό εύρημα της ημέρας ήταν η άνω και κάτω γνάθος.



Εικόνα 12. Ομαδική προσπάθεια για την εύρεση οστών με τη χρήση διαφόρων εργαλείων

Την τρίτη μέρα (12-10-2016) βρέθηκαν τα υπόλοιπα κόκαλα. Τα τοποθετήσαμε όλα μαζί με σκοπό τη φωτογράφιση και την καταμέτρησή τους. Συνολικά μετρήθηκαν περίπου 50 οστά. Ένα μεγάλο μέρος του σκελετού απουσίαζε καθώς μια οργάνωση είχε παράνομα πάρει κάποια από αυτά.



Εικόνα 13. Άποψη οστών που συνολικά βρέθηκαν

Την τέταρτη μέρα (13-10-2016) καλύψαμε ξανά τον λάκκο και με τη χρήση ενός φορτηγού μεταφέραμε τα κόκαλα στο εργαστήριο βενθικών της σχολής.



Εικόνα 14. Μεταφορά οστών στο Τμήμα Γεωπονίας, Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος



Εικόνα 15. Αποψη σημείου ταφής της φάλαινας, αφού τελείωσε η διαδικασία και η περιοχή καλύφθηκε εκ νέου με άμμο

2.3 Τρόποι καθαρισμού οστών

Το 2013 το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Οξφόρδης εφάρμοσε ποικίλους τρόπους καθαρισμού οστών φάλαινας φουσητήρα. Οι πιο ευρέως διαδεδομένοι και εφαρμόσιμοι είναι οι παρακάτω:

1. Τα οστά μπορούν να τοποθετηθούν σε μεγάλα δοχεία με χημικά απολυμαντικά, όπως ακετόνη και άλλα πιο ισχυρά. Απαιτούνται τεράστιες ποσότητες γι' αυτό και η συγκεκριμένη μέθοδος είναι πολύ ακριβή.

2. Μια άλλη μέθοδος είναι η τοποθέτηση των οστών σε μεγάλα δοχεία γεμάτα με διαλύματα νερού των ειδικών ενζύμων (λιπάσες), τα οποία αντιδρούν με το λίπος και όχι με τα άλλα οργανικά υλικά που δίνουν στα οστά ανθεκτικότητα. Τα προϊόντα αυτά είναι ακριβά και απαιτούν κάποια διεργασία κατά τη χρήση τους (ανάδευση του νερού, διατηρώντας μια σταθερή θερμοκρασία).

3. Η διαβροχή είναι μία χρονοβόρα διαδικασία, με την οποία τα οστά τοποθετούνται σε δοχεία με νερό και σε θερμοκρασία κοντά στη θερμοκρασία περίπου 36°C. Τα βακτήρια που θα αναπτυχθούν στο νερό και με αποικοδομητικές διαδικασίες θα διασπάσουν το λίπος. Για ένα μεγάλο λιπαρό σκελετό, μπορεί να χρειαστούν

αρκετοί μήνες. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι δεν χρησιμοποιούνται χημικά προϊόντα (δαπανηρά και επικίνδυνα). Τα μειονεκτήματα είναι ο χρόνος και οι οσμές. Αυτά μπορούν να περιοριστούν σε κάποιο βαθμό με την συχνή αλλαγή του νερού. Συνήθως δεν προτιμάται αυτή η μέθοδος, αλλά σε χώρες με εύκρατο κλίμα και κρύους χειμώνες, η φάλαινα μπορεί να ταφεί στην κοπριά ή στο έδαφος. Εάν το ζώο είναι αρκετά μεγάλο, ο κίνδυνος θραύσης των οστών κατά την ταφή και την εκταφή είναι μεγάλος και είναι εύκολο να χαθούν μικρά οστά. Μόλις καθαριστεί ο σκελετός, μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία της λεύκανσης με τη χρήση του υπεροξειδίου του υδρογόνου. Μόλις καθαριστεί ο σκελετός, μπορεί να λευκανθεί. Το υπεροξείδιο του υδρογόνου είναι πολύ καλό για αυτό. Χρειάζεται προσοχή στον τρόπο χρήσης του. Είναι ένας ισχυρός παράγοντας οξειδώσεως και μπορεί να προκαλέσει σοβαρά εγκαύματα.

2.3.1 Διαδικασία καθαρισμού

Αφού τα οστά μεταφέρθηκαν στο προαύλιο καλύφθηκαν με ασβέστη (CaO) για να αποφευχθεί η εξάπλωση της κακοσμίας στην ευρύτερη περιοχή. Αυτό έγινε με σκοπό την αποφυγή τυχόν παρατηρήσεων από τους κατοίκους. Επιπλέον, ο ασβέστης λόγω της καυστικότητας του επιταχύνει την αποικοδόμηση του λίπους.

Έπειτα τοποθετήθηκε επαρκής ποσότητα χώματος από πάνω, κυρίως για λόγους αισθητικής και υγιεινής. Τα οστά παρέμειναν εκεί μέχρι τον Ιούλιο του 2017 για συνολικό διάστημα οκτώ μηνών.

2.3.1.1 Πρώτο εγχείρημα καθαρισμού

Τον Ιούλιο του 2017 τρία κόκαλα εξήχθησαν για να εφαρμοστεί μια πειραματική διαδικασία καθαρισμού. Τα υπόλοιπα κόκαλα ωστόσο παρέμειναν θαμμένα. Τα τρία αυτά κόκαλα μεταφέρθηκαν σε εργαστηριακό χώρο της σχολής μας και τοποθετήθηκαν σε ξεχωριστές πλαστικές δεξαμενές. Την 1^η Ιουλίου 2017 εφαρμόσαμε ένα πρωτόκολλο καθαρισμού σε καθένα από αυτά. Χρησιμοποιήσαμε διάφορους οργανικούς διαλύτες, τόσο πολικούς όσο και μη πολικούς:

1. Κυκλοεξάνιο: C_6H_{12}
2. Ξυλόλιο: C_8H_{10}
3. Τολουόλιο: C_7H_8
4. Μεθυλενοχλωρίδιο: CH_2CL_2
5. Ακετόνη: C_3H_6O
6. Ισοπροπυλική αλκοόλη: C_3H_8O
7. Αιθανόλη: C_2H_6O
8. Νερό: H_2O

Αν και αναμένεται ότι τα έλαια και τα λίπη είναι διαλυτά σε μη πολικούς διαλύτες (π.χ. διαλύτες αλειφατικών υδρογονανθράκων όπως κυκλοεξάνιο, αρωματικά όπως τολουόλιο και ξυλόλιο ή χλωριωμένοι διαλύτες όπως μεθυλενοχλωρίδιο), αυτοί οι διαλύτες αποδείχθηκαν αρκετά αποτελεσματικοί στον καθαρισμό των επιφανειών των οστών. Συνολικά έγιναν τρεις αλλαγές κάθε δέκα ημέρες λόγω της ιδιότητας της ακετόνης να έχει διάρκεια ζωής δέκα ημερών. Η πρώτη αλλαγή του μίγματος διαλυμάτων και νερού πραγματοποιήθηκε στις 10-07-2017, δεύτερη στις 20-07-2017 και η τελευταία 30-07-2017. Εκείνη την ημέρα η πρώτη δοκιμαστική πειραματική διαδικασία έλαβε τέλος.



Εικόνα 16. Οστό ύστερα από το πρώτο εγχείρημα καθαρισμού με οργανικούς διαλύτες

2.3.1.2 Δεύτερο εγχείρημα καθαρισμού

Εφόσον η παραπάνω μέθοδος αποδείχτηκε αποτελεσματική στις 21 Οκτωβρίου 2017 βγάλαμε τα εναπομείναντα οστά και τα μεταφέραμε στο εργαστήριο για να εφαρμοστεί η ίδια διαδικασία. Αυτά τοποθετήθηκαν σε μια δεξαμενή μεγάλων διαστάσεων και αφέθηκαν με τα διαλύματα για διάστημα είκοσι ημερών.

2.3.1.3 Τρίτο εγχείρημα καθαρισμού

Πειραματικά σε δύο οστά εφαρμόστηκε μια μέθοδος καθαρισμού με τη χρήση χαρτοπολτού υγροποιημένου με μίγμα ακετόνης, αιθανόλης και ύδατος σε αναλογίες 1:1:1. Η προσθήκη λίγης επί τοις εκατό κατά βάρος (w/w %) υδατικής αμμωνίας αύξησε σημαντικά την αποτελεσματικότητα καθαρισμού και διεξήχθησαν δοκιμές για να αξιολογηθούν χρησιμοποιώντας καθαρά υδατικές μεθόδους (χωρίς οργανικούς διαλύτες) για τη διάλυση και απομάκρυνση των λιπαρών υπολειμμάτων.

Η υδατική αμμωνία χρησιμοποιείται στην σαπωνοποίηση ορισμένων φυσικών ρητινών και ελαίων. Γενικά, οι δραστικές ουσίες που παράγονται από την αντίδραση λιπαρών οξέων με αμμωνία έχουν χαμηλότερη επιφανειακή τάση από αυτές που χρησιμοποιούν νατρίου και καλίου (Averko-Antonovich et al., 2004) και αυτό θα πρέπει να διευκολύνει την απομάκρυνσή τους από πορώδη υποστρώματα.

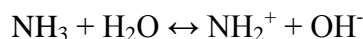


Εικόνα 17. Καθαρισμός με τη χρήση χαρτοπολτού υγροποιημένου με μίγμα ακετόνης, αιθανόλης και ύδατος

2.3.2 Αποικοδόμηση ελαίων φάλαινας

Γενικά, καθώς αυξάνεται η περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα, το χρώμα γίνεται πιο σκούρο. Από την αρχική περιεκτικότητα των οστών σε έλαια, τα λιπαρά οξέα, οι αλδεϋδες και άλλα προϊόντα διάσπασης, καθώς και τα μη αποικοδομημένα έλαια μπορούν να προκαλέσουν δυσκολίες στον εκ νέου καθαρισμό των οστών της φάλαινας.

Η υδατική αμμωνία αντιδρά με λιπαρά οξέα των οστών για να σχηματίσει ένα ιοντικό διάλυμα μέσω μιας αντίδρασης σαπωνοποίησης.



Αυτή είναι μια αντίδραση ισορροπίας και η αμμωνία διαλυμένη στο νερό υδρολύεται μόνο ασθενώς για να δώσει ιόντα υδροξυλίου (OH⁻). Σε θερμοκρασία δωματίου, ένα διάλυμα 25% (~13 M) έχει τιμή pH περίπου 12,5, αλλά μόνο ένα μικρό ποσοστό (<1%) της αμμωνίας υδρολύεται. Όταν διασκορπιστεί σε μια ανοικτή επιφάνεια, το pH πέφτει γρήγορα κάτω από 11,0 καθώς αέρια αμμωνία διαφεύγει από το υγρό. Καθώς μειώνεται το pH, η αναλογία αμμωνίας υπό τη μορφή NH₄⁺ αυξάνεται σύμφωνα με την αρχή του Le Chatelier.

Βαθμός	Χρώμα	Περιεκτικότητα λιπαρών οξέων (%)
0	ωχρό κίτρινο	0,5
1	ωχρό κίτρινο	1
2	σκούρο κίτρινο	6
3	ανοιχτό καφέ	15
4	σκούρο καφέ	30

Πίνακας 1: Εμπειρική μέθοδος εκτίμησης της περιεκτικότητας λιπαρών οξέων βάση του χρώματος του οστού

2.4 Μέτρηση βιομετρικών στοιχείων

Αφού αφέθηκαν οι σπόνδυλοι να στεγνώσουν απλώθηκαν σε μια επιφάνεια με σκοπό να παρθούν τα βιομετρικά τους στοιχεία. Συγκεκριμένα στις 9 Νοεμβρίου 2017 μετρήσαμε το πλάτος, το μήκος, το ύψος και το βάρος με τη χρήση μέτρου και ζυγαριάς ακριβείας. Από τη μέτρηση βάρους εξαιρέθηκε τα κρανίο λόγω του μεγάλου του μεγέθους και της επακόλουθης δυσκολίας εύρεσης της κατάλληλης ζυγαριάς.



Εικόνα 18. Μέτρηση βιομετρικών στοιχείων σε καθορισμένα οστά

3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αποτελέσματα Μετρήσεων

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων των βιομετρικών στοιχείων των οστών που βρέθηκαν. Πιο συγκεκριμένα είχαμε 12 πλευρά (RIB), 16 σπονδύλους (VERTABRAE) και το κρανίο.

Πίνακας 2: Μέτρηση βιομετρικών στοιχείων των πλευρών

	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΜΗΚΟΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)
1.RIB	4,2	0,89	0,054	0,69
2.RIB	4,7	0,95	0,046	0,75
3.RIB	3,8	1,30	0,028	1,15
4.RIB	4,4	1,34	0,026	1,19
5.RIB	3,5	1,24	0,038	1,05
6.RIB	2,8	1,37	0,034	1,21
7.RIB	2,4	0,68	0,06	0,48
8.RIB	2,1	0,88	0,031	0,66
9.RIB	2	0,77	0,043	0,55
10.RIB	1,8	0,80	0,027	0,60
11.RIB	1,5	0,55	0,022	0,35
12.RIB	1	0,48	0,020	0,27

Πίνακας 3: Μέτρηση των βιομετρικών στοιχείων του κρανίου

	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΜΗΚΟΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)
SKULL	-	1,8	0,76	0,81

Πίνακας 4: Μέτρηση των βιομετρικών στοιχείων των σπονδύλων

	ΒΑΡΟΣ (kg)	ΜΗΚΟΣ (m)	ΠΛΑΤΟΣ (m)	ΥΨΟΣ (m)
1.VERTEBRAE	6,3	0,47	0,20	0,12
2.VERTEBRAE	6,7	0,53	0,17	0,15
3.VERTEBRAE	6,5	0,43	0,15	0,13
4.VERTEBRAE	6,1	0,49	0,19	0,11
5.VERTEBRAE	6,9	0,40	0,22	0,16
6.VERTEBRAE	6,2	0,38	0,16	0,14
7.VERTEBRAE	7,1	0,42	0,25	0,11
8.VERTEBRAE	7,5	0,49	0,18	0,13
9.VERTEBRAE	7	0,44	0,14	0,12
10.VERTEBRAE	6,8	0,41	0,21	0,15
11.VERTEBRAE	7,3	0,45	0,13	0,14
12.VERTEBRAE	6	0,43	0,23	0,16
13.VERTEBRAE	7,2	0,40	0,18	0,12
14.VERTEBRAE	7	0,46	0,16	0,15
15.VERTEBRAE	6,5	0,39	0,20	0,18
16.VERTEBRAE	6,9	0,48	0,15	0,21

3.2 Σύγκριση βιομετρικών στοιχείων

Στο βιβλίο του Willian Henry Flower (1867) αναφέρονται οι αντίστοιχες μετρήσεις για μια αρσενική φάλαινα Φυσητήρα που ξεβράστηκε το 1864 στις ακτές της Τασμανίας. Το μήκος εκείνης ήταν 60 πόδια (18,29 μέτρα). Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των μετρήσεων των αντίστοιχων οστών των δύο φαλαινών συμπεράναμε ότι οι μετρήσεις μας κυμαίνονταν σε λογικά πλαίσια. Λόγω του μεγαλύτερου μεγέθους της φάλαινας της Τασμανίας οι μετρήσεις μας ήταν κατά λίγο μικρότερες από τις αντίστοιχες δικές του.

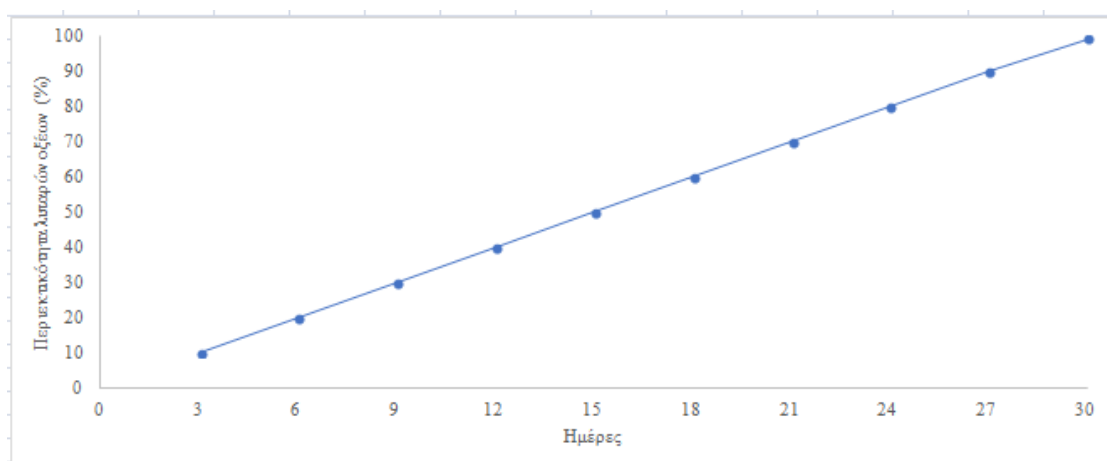
Πιο συγκεκριμένα, το μικρότερο σε βάρος πλευρό που βρήκαμε εμείς ζύγιζε ένα κιλό, ενώ στην φάλαινα της Τασμανίας 3,8 κιλά. Το μήκος αυτού του πλευρού της φάλαινάς μας ήταν 0,48μ., το πλάτος του 0,02μ. και το ύψος του 0,27μ., ενώ το μήκος της άλλης ήταν 1,4 μέτρα. Το μεγαλύτερο πλευρό στις δικές μας μετρήσεις βρέθηκε να έχει βάρος 4,7 κιλά, μήκος 0,95 μ., πλάτος 0,046 μ. και ύψος 0,75μ. και στην φάλαινα του βιβλίου του Willian Henry Flower (1867) το βάρος του ήταν 12,43 κιλά.

Η φάλαινα εκείνης της ομάδας ήταν σαφώς μεγαλύτερη της δικής μας και συνεπώς το κρανίο είχε μεγάλες διαφορές στις μετρήσεις. Στο δικό μας, όπως προαναφέρθηκε, δεν πραγματοποιήθηκε μέτρηση του βάρους. Το μήκος του ήταν 1,8 μ., το πλάτος του 0,76 μ. και το ύψος του 0,81 μ. Συγκριτικά το μήκος του κρανίου της φάλαινας της εργασίας ήταν 3,7μ., το πλάτος 1,54μ. και το ύψος 1,65μ..

Οι σπόνδυλοι που βρήκαμε εμείς ήταν 16 σε αριθμό. Υπήρχε σαφής έλλειψη σπονδύλων στην φάλαινά μας σε σύγκριση με τον κανονικό αριθμό σπονδύλων που έχει μια φάλαινα φυσητήρας. Στη δική μας ο μεγαλύτερος σπόνδυλος είχε βάρος 7,5 κιλά, μήκος 0,49μ., πλάτος 0,18μ. και ύψος 0,13μ.. Στην άλλη φάλαινα ο μεγαλύτερος σπόνδυλος που βρέθηκε ήταν ουραίος και είχε βάρος 29 κιλά, μήκος 0,3μ., πλάτος 0,58μ. και ύψος 0,71μ.

3.3 Συσχέτιση απώλειας λίπους με ημέρες

Στο παρακάτω διάγραμμα γίνεται συσχέτιση των ημερών που παρατηρούνταν απώλεια του λίπους και συγκεκριμένα σε διάστημα τριών ημερών με το ποσοστό του λίπους που χανόταν στο διάστημα αυτό. Το ποσοστό του λίπους που χανόταν ήταν της τάξης του 10%.



Σχήμα 1. Διάγραμμα συσχέτισης απώλειας λίπους με ημέρες

3.4 Αξιολόγηση μεθόδων καθαρισμού

Η διαδικασία καθαρισμού με οργανικούς διαλύτες αποδείχθηκε αρκετά αποτελεσματική. Επιπλέον η δεύτερη πειραματική μέθοδος που εφαρμόστηκε με τη χρήση χαρτοπολτού υγροποιημένου με μίγμα ακετόνης, αιθανόλης και ύδατος σε αναλογίες 1:1:1 απέφερε ακόμα καλύτερα αποτελέσματα. Η προσθήκη λίγης επί τοις εκατό κατά βάρος (w/w %) υδατικής αμμωνίας αύξησε σημαντικά την αποτελεσματικότητα καθαρισμού και διεξήχθησαν δοκιμές για να αξιολογηθούν χρησιμοποιώντας καθαρά υδατικές μεθόδους (χωρίς οργανικούς διαλύτες) για τη διάλυση και απομάκρυνση των λιπαρών υπολειμμάτων.



Εικόνα 19. Αριστερά: οστά πριν το καθαρισμό. Δεξιά: οστά μετά τον καθαρισμό

Στην αριστερή στήλη τοποθετήθηκαν φωτογραφίες πριν από την επεξεργασία που εφαρμόσαμε για τον καθαρισμό των οστών. Υπάρχει εμφανής παρουσία λίπους, αίματος και σάρκας τα οποία δημιουργούν μία αποκρουστική όψη. Αντίθετα στη δεξιά στήλη τοποθετήθηκαν φωτογραφίες μετά την επεξεργασία των οστών. Αυτά φαίνεται να είναι απαλλαγμένα από λίπος και υπολείμματα σάρκας. Σε κάποια η παρουσία λευκού χρώματος υποδεικνύει την ύπαρξη ασβέστη, ο οποίος χρησιμοποιήθηκε έτσι ώστε να επιταχύνει την διαδικασία απολίπανσης και τη μείωση της δυσοσμίας.



Εικόνα 20. Οστά καθαρισμένα κατά το ήμισυ

Ορισμένα κόκαλα τοποθετήθηκαν μέχρι τη μέση μέσα στο διάλυμα του καθαρισμού, με αποτέλεσμα να υπάρχει διαφορά στην εμφάνιση και το χρωματισμό τους.

4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Σύγκριση διαφορετικών μεθόδων καθαρισμού φάλαινας σε διάφορα μέρη του κόσμου

Για την ανασύσταση του σκελετού της φάλαινας δυστυχώς δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες ούτε στα βιβλία ούτε στο διαδίκτυο. Στα χέρια μας βρέθηκε το βιβλίο “The sperm whale engineering manual vol. 2 building a big whale skeleton, includes gray whale engineering too”, του Lee Post, το οποίο γράφτηκε για αυτόν τον σκοπό. Παρακάτω αναφέρονται διαδικασίες καθαρισμού που έχουν πραγματοποιηθεί σε φάλαινες σε διαφορετικές περιοχές της Αμερικής.

1. Η πρώτη φάλαινα βρέθηκε από ένα νησί στην Αλάσκα 20 μίλια από την κοντινότερη ανθρώπινη κατοικία. Τα κόκαλα της φάλαινας φορτώθηκαν σε ένα αποβατικό σκάφος και πάρθηκαν στην πόλη όπου τοποθετήθηκαν σε μια περιφραγμένη αυλή στη μέση από μια μεγάλη ιδιοκτησία και αφέθηκαν να σαπίσουν για δύο χρόνια πάνω στο έδαφος. Τα περισσότερα από αυτά κατέληξαν αρκετά καθαρά με λίγη μούχλα και γλίτσα εξωτερικά σε κάποια, από τα λάδια που διέρρεαν έξω από τα κόκαλα. Λίγα τμήματα είχαν τυλιχθεί με καθαρό πλαστικό και αφέθηκαν έτσι. Αυτά ήταν τα λιγότερο καθαρά μετά από δύο χρόνια καθώς χρειάζονταν επιπλέον καθαρίσμα. Τα σαγόνια με τα δόντια δέθηκαν οριζόντια σε έναν φράχτη με τα δόντια πάνω. Όταν η σάρκα είχε σαπίσει, τα δόντια μετακινήθηκαν ένα τη φορά και ετικετοποιήθηκαν και τοποθετήθηκαν σε φελιζόλ στην σωστή σειρά. Τα κόκαλα μετά καθαρίστηκαν με ατμό με ένα εμπορικό μηχάνημα. Ο ατμός σε υψηλή πίεση έκανε καλή δουλειά απομακρύνοντας τα εναπομείναντα λάδια, λίπη, μούχλα, κρέας, κλπ., που βρίσκονταν σε κάποια κόκαλα. Τα κόκαλα φορτώθηκαν σε ένα επίπεδο τρέιλερ και μεταφέρθηκαν στο τοπικό καθαριστήριο αυτοκινήτων όπου καθαρίστηκαν ξανά, αυτή τη φορά με

ζεστό, σαπωνώδες νερό και σκληρές βούρτσες. Μετά αφέθηκαν έξω σε μια περιφραγμένη περιοχή για έναν ακόμη χρόνο, για να αποχρωματιστούν και να στεγνώσουν πριν τοποθετηθούν στο υπόγειο του μουσείου. Μετά από χρόνια εκχωματίστηκαν και μαθητές έκαναν τον τελευταίο αποχρωματισμό και καθάρισμα στα κόκαλα. Κάποια κόκαλα είχαν μούχλα, η οποία είχε λεκιάσει την επιφάνεια του κόκαλου. Αυτός ο πρασινωπός λεκές ήταν απρόθυμος να αποχρωματιστεί και τελικά απομακρύνθηκε χρησιμοποιώντας συρμάτινες βούρτσες για να τριφτούν τα επιφανειακά στρώματα. Άλλα κόκαλα καθαρίστηκαν με διαλύτες, σαπωνώδη διαλύματα και σκληρές βούρτσες. Κάποια αποχρωματίστηκαν τοπικά εφαρμόζοντας μια κρέμα από ισχυρό υπεροξειδίο του υδρογόνου αναμειγμένο με ανθρακικό μαγνήσιο στις λεκιασμένες περιοχές. Αυτό καλύφθηκε ή τυλίχθηκε με λεπτή πλαστική μεμβράνη για να μείνει νωπό περισσότερο καιρό και αφέθηκε μέχρι να στεγνώσει η κρέμα. Μετά σκουπίσαμε τη σκόνη, αφήνοντας λευκά κόκαλα από κάτω της. Όσο καλά κι αν πήγε αυτό, τμήματα του κρανίου είχαν ακόμα λάδια και λεκέδες τόσο σκούρα που τίποτα δεν έκανε μεγάλη διαφορά.

2. Η δεύτερη φάλαινα, μία γκρι 36 ποδιών, βρέθηκε σε σχέση με την πρώτη πιο κοντά σε πολιτισμό σε μια παραλία κοντά στο Homer, στην Αλάσκα. Τα κόκαλα μετά καθαρίστηκαν με ατμό με ένα εμπορικό μηχάνημα. Ο ατμός σε υψηλή πίεση έκανε καλή δουλειά απομακρύνοντας τα εναπομείναντα λάδια, λίπη, μούχλα, κρέας, κλπ., που βρίσκονταν σε κάποια κόκαλα. Η όλη διαδικασία πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια μιας ομάδας εθελοντών και ολοκληρώθηκε σε περίοδο τριών ημερών. Ύστερα τα κόκαλα τοποθετήθηκαν σε τρία πιθάρια (το καθένα 7,5x 7,5 x 3 πόδια) και βυθίστηκαν στη θάλασσα για 8 μήνες. Τα κόκαλα κατέληξαν καθαρά εκτός από κάποιους χόνδρους που παρέμειναν ανάμεσα στη

σπονδυλική στήλη. Πολλά από τα κόκαλα ήταν μαλακά, που ίσως να οφείλεται στο γεγονός ότι η φάλαινα ήταν νεαρής ηλικίας. Το κρανίο μετακινήθηκε από το νερό μετά από έντεκα μήνες. Ήταν πολύ καθαρό εκτός από κάποιους ρινικούς χόνδρους που χρειάζονταν να μετακινηθούν. Τα κόκαλα αυτά ήταν απαλλαγμένα από λάδια καθώς επίσης και πολύ μαλακά, ειδικά το κομμάτι της σπονδυλικής στήλης. Σε μερικά σημεία τα κόκαλα ήταν τόσο μαλακά που το δάχτυλο μπορούσε σχεδόν να εισχωρήσει σε αυτά. Περιοχές των κοκάλων που πιθανόν είχαν επαφή με τον λασπώδη πυθμένα του ωκεανού, με το πέρασμα του χρόνου ανέπτυξαν έναν σκούρο λεκέ. Τα πτερύγια (127 κιλά το καθένα) μεταφέρθηκαν στο μουσείο και τοποθετήθηκαν σε ένα ξύλινο πλαίσιο. Αυτό το πλαίσιο ήταν γεμάτο με κοπριά αλόγου και καλυμμένο με πλαστικό. Σε μεγαλύτερη κλίμακα, το θάψιμο ενός σκελετού απαλλαγμένου από σάρκα σε κοπριά αλόγου είναι μια πολύ καλή μέθοδος για καθάρισμα κοκάλων φάλαινας και έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία σε ολόκληρες φάλαινες.

3. Μία τρίτη φάλαινα (54 ποδιών), βυθίστηκε σε 120 πόδια σε έναν αμμώδη πυθμένα στα νησιά San Juan στην Ουάσιγκτον, για 18 μήνες. Τα κόκαλα βρέθηκαν σε κακή κατάσταση, ανοιγμένα από τρύπες μυρμηγκιών.
4. Τα οστά μιας ακόμη γκρι φάλαινας που βρέθηκε κοντά στο Portage, στην Αλάσκα, τοποθετήθηκαν σε μια τρύπα και καλύφθηκαν με κοπριά αλόγου και σκεπάστηκαν με λάσπη. Ξεθάφτηκαν τέσσερα χρόνια μετά και αφού καθαρίστηκαν με σαπωνώδες νερό αφέθηκαν να στεγνώσουν για ένα ολόκληρο καλοκαίρι. Η διαδικασία αυτή αποδείχτηκε αρκετά αποτελεσματική καθώς ήταν καθαρά και απαλλαγμένα από λίπη και τα λάδια.
5. Μια γκρι φάλαινα 37 ποδιών από το Kodiak, στην Αλάσκα θάφτηκε ολόκληρη σε αμμώδες έδαφος πάνω από την παλιρροϊκή γραμμή, σε βάθος 10-12 ποδιών. Μετά

από τέσσερα χρόνια τα κόκκαλα βρέθηκαν απαλλαγμένα από λάδια και ο μαλακός ιστός της φάλαινας είχε φύγει εντελώς. Το θάψιμο ολόκληρης της φάλαινας μπορεί να είναι αποτελεσματικό αλλά εξαρτάται από το είδος εδάφους και το βάθος στο οποίο είναι θαμμένη.

6. Το 1987 μια μπλε φάλαινα 85 ποδιών θάφτηκε σε βάθος 20 ποδιών σε έδαφος αργίλου, στο νησί Prince Edward. Μετά από 21 χρόνια, είχε παραμείνει άθικτη σε μεγάλο βαθμό. Αυτό συνέβη γιατί το έδαφος στο οποίο θάφτηκε ήταν κρύο, υγρό και με μεγάλη έλλειψη οξυγόνου, με αποτέλεσμα τη δραστική μείωση της αποσύνθεσης της σάρκας. Για να απομακρυνθεί ο μαλακός ιστός, απαιτείται ένας πληθυσμός μικροβίων και ξηρό έδαφος. Συμπερασματικά, για να επιφέρει το επιθυμητό αποτέλεσμα η διαδικασία της αποσύνθεσης, κρίνεται αναγκαίος ο έλεγχος των περιβαλλοντικών συνθηκών.
7. Ακόμη μία φάλαινα του είδους φουσητήρας (55 – 60 πόδια), βρέθηκε στο Μεξικό. Το Μεξικό ανήκει στην τροπική ζώνη, στην οποία η αποσύνθεση της σάρκας είναι ταχύτερη λόγω των καιρικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή. Έτσι με τη βοήθεια της ζέστης και της υγρασίας τα κόκκαλα χρειάστηκαν μόνο 2 χρόνια για να απαλλαχθούν από τα λίπη και τα έλαια χωρίς να χρειαστεί κάποια ταφή.
8. Μια άλλη μικρότερη φάλαινα φουσητήρας στην ίδια περιοχή, που είχε θαφτεί ολόκληρη στην άμμο, ξεθάφτηκε 9 χρόνια μετά. Τα κόκκαλα ήταν μαλακά, σπασμένα και σαπισμένα χωρίς ίχνος ιστού.
9. Μια μπλε φάλαινα 70 ποδιών θάφτηκε σε βάθος 10 ποδιών σε άμμο με compost στη βόρεια Καλιφόρνια. Η πλειοψηφία των οστών ήταν απαλλαγμένα από λίπη και έλαια εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων αφού ξεθάφτηκε μετά την πάροδο 4 ετών.

4.2 Ανασύσταση σκελετού φάλαινας στο Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Οξφόρδης

Το 2013 το Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Οξφόρδης αποφάσισε να αναλάβει τη συντήρηση επτά φαλαινών τα οποία ήδη βρίσκονταν στο μουσείο για περισσότερα από 100 χρόνια. Υπήρχε ποικιλία στη μορφή τους ενώ κάποια από αυτά ήταν αρκετά εύθραυστα, γεγονός που οφείλεται σε πληθώρα παραγόντων συμπεριλαμβανομένου την ηλικία και τη μέθοδο προετοιμασίας που είχε χρησιμοποιηθεί στο παρελθόν.

Στις πιο εύθραυστες επιφάνειες εφαρμόστηκε PVB σε αιθανόλη. Αυτή η μέθοδος επιλέχθηκε για την αποδοτικότητα σύνδεσης σε συνδυασμό με την προσαρμοστικότητα. Επιπλέον, επειδή τα δείγματα βρίσκονταν στην οροφή του κτιρίου το PVB θεωρήθηκε το πλέον κατάλληλο λόγω της υψηλής θερμοκρασίας υαλώδους μετάβασης (T_g) στους 62-68°C και αντοχής στην υπεριώδη ακτινοβολία, στο φως και στην θερμότητα. Ένα άλλο πλεονέκτημα αυτού είναι ότι προσδίδει μια φυσική εικόνα στα κόκαλα και θα διασφαλίσει τη συντήρηση των σκελετών για πολλές δεκαετίες ακόμα. Το παρασκεύασμα εφαρμόζεται είτε με παρέγχυση στους πόρους του οστού είτε βάφοντας απευθείας την επιφάνειά του.

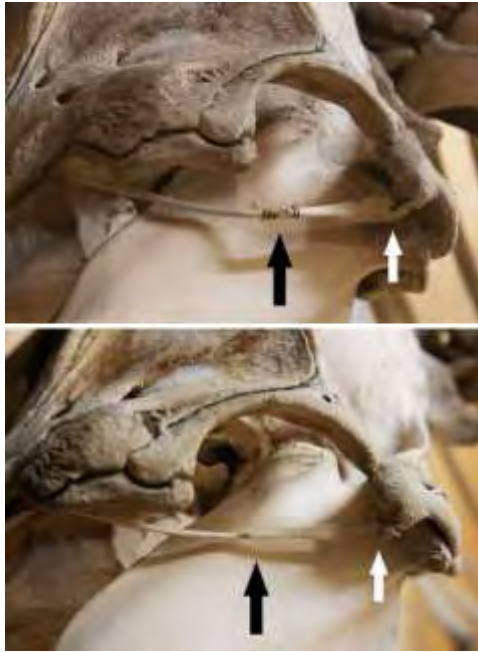
Οι ρωγμές που υπήρχαν συγκολλήθηκαν με Paraloid B44 (ethyl methacrylate copolymer resin) σε ακετόνη.

Το Paraloid B72 απορρίφθηκε λόγω του ότι είχε T_g μόνο 40°C παρ' όλο που είχε μεγάλη αντοχή στο χρόνο. Για το σκοπό αυτό οι ερευνητές προτίμησαν το Paraloid B44 λόγω μιας μικρής διακύμανσης στις αναλογίες των συστατικών. Η ανάλογη T_g ήταν 60°C (Horie 2010) και συνεπώς ήταν πιο αποτελεσματική για το περιβάλλον του μουσείου.

Τα διαβρωμένα χάλκινα σύρματα αποτελούσαν μια πρόκληση καθώς είχαν κολλήσει στους χόνδρους, με αποτέλεσμα να σπάνε στην προσπάθεια να αφαιρεθούν. Για να αντιμετωπίσουν αυτό το πρόβλημα ζέσταιναν το χάλκινο σύρμα και έλιωναν ελαφρώς τον χόνδρο, επιτρέποντας την απελευθέρωση του σύρματος.

4.2.1 Βήματα σύνδεσης των οστών

1. Εύρεση φυσικής θέσης των οστών για να ενωθούν
2. Εύρεση ενός ισχυρού σημείου του οστού για το άνοιγμα τρύπας ώστε να στηρίζει την άρθρωση από το σύρμα προσέχοντας να είναι ένα σημείο που να μην φαίνεται άσχημο στο μάτι το σύρμα
3. Σημείωση με το μολύβι του σημείου που θα μπει και θα βγει το σύρμα
4. Άνοιγμα οπής απαλά με το κατάλληλο μέγεθος τρυπανιού προσέχοντας για τυχόν ζημιά στο οστό που είναι εύθραυστο
5. Ακολουθείται η ίδια διαδικασία για το οστό που πρόκειται να ενωθεί με το πρώτο
6. Για την καλωδίωση , στριφογύρισμα των δύο άκρων από τα σύρματα για να ενωθούν τα δύο οστά χρησιμοποιώντας μια πένσα
7. Δημιουργία θηλιών στις άκρες του σύρμα με τη βοήθεια μιας πένσας με λεπτή μύτη



Εικόνα 22. Δομή οστού και σύρματος πριν και μετά τη διαδικασία (Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Οξφόρδης)



Εικόνα 23. Ζέσταμα συρμάτων ώστε να αφαιρεθούν με ευκολία με μια πένσα (Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Οξφόρδης)

4.2.2 Επιλογή μεθόδου καθαρισμού



Εικόνα 24. Επιφάνεια οστού υπό την εφαρμογή τριών διαφορετικών επεξεργασιών, στην πρώτη σκουπισμένο με ηλεκτρική σκούπα, στη δεύτερη με αιθανόλη και στην τρίτη με αμμωνία (Μουσείο Φυσικής Ιστορίας της Οξφόρδης)

Η ομάδα του μουσείου θέλησε να βρει μεθόδους καθαρισμού και συντήρησης που να αντιμετωπίζουν τους κινδύνους στους οποίους ενδέχεται να έχουν εκτεθεί τα δείγματα στο παρελθόν, αλλά και εκείνους τους οποίους ενδέχεται να αντιμετωπίσουν στο μέλλον, καθώς και να παρατείνουν τη διάρκεια ζωής αυτών. Πριν παρθεί η τελική απόφαση σχετικά με τις επιλογές θεραπείας, η ίδια η θεραπεία αξιολογείται με βάση τον κίνδυνο και εφαρμόζονται πιθανές στρατηγικές διαχείρισης κινδύνου. Στον παρακάτω πίνακα παρατίθενται οι θεραπείες που εφαρμόστηκαν, η χρησιμότητά τους και τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν.

Πίνακας 5: Θεραπείες που εφαρμόστηκαν από το Μουσείο Φυσικής ιστορίας της Οξφόρδης, ο λόγος που αυτές εφαρμόστηκαν και τα αντικείμενα που χρησιμοποιήθηκαν

Θεραπευτικοί σκοποί	Χρησιμότητα	Αντικείμενα
αφαίρεση όξινης ελαιούχου σκόνης	Η οξύτητα βλάπτει τα οστά, η αφαίρεση βελτιώνει την αισθητική	Σκούπα και βούρτσα
Μείωση των κατάλοιπων ελαίου της επιφάνειας του οστού	Η οξύτητα βλάπτει τα οστά, προσέλκυση σκόνης, η αφαίρεση βελτιώνει την αισθητική	διάλυμα αμμωνίας
μείωση των λεκέδων νερού και των υπολειμμάτων των	η αφαίρεση βελτιώνει την	διάλυμα αμμωνίας

χρωμάτων στην επιφάνεια του οστού	αισθητική	
Σταθεροποίηση/ένωση των εύθραυστων και φθαρμένων περιοχών του οστού	παρατείνει τη διατήρηση της επιφάνεια του οστού	Οστεοσυντηρητικό TBC
Συγκόλληση των σπασμένων τμημάτων των οστών	ο σκελετός παραμένει όσο το δυνατόν πληρέστερος	Συγκολλητικό TBC
Αντιμετώπιση προηγούμενων επισκευών	Ενίσχυση των επισκευών και βελτίωση της αισθητικής	Συγκολλητικό TBC
Ασφάλιση των χαλαρών δοντιών	Βεβαίωση ότι τα σύνολα των δοντιών θα παραμείνουν όσο το δυνατόν πληρέστερα	Συγκολλητικό TBC
Άρθρωση σκελετών	Παράταση της διατήρησης των στοιχείων στερέωσης, βελτίωση της	Αντικατάσταση της μεταλλικής σπείρας TBC, διόρθωση ανατομίας

	αισθητικής και της επιστημονικής ακρίβειας	
Αντικατάσταση των χαμένων φαλάγγων	Βελτίωση της αισθητικής	Γύψινο/εποξεικό/τροπικό ξύλο, διαμόρφωση TBC

4.2.3 Εκτίμηση μεθόδων

Η πρώτη προτεραιότητα είναι να αφαιρεθούν τα υπολείμματα ελαίου και η παγιδευμένη σκόνη από την επιφάνεια των οστών κι έτσι έγιναν κάποιες δοκιμές ακολουθώντας συμβουλές από τους συντηρητές στο University Museum of Bergen (Turner-Walker 2012).

Οι δοκιμές διεξήχθησαν και με πολικούς και με μη-πολικούς διαλύτες. Η επιφάνεια που είχε εμποτιστεί με έλαιο τρίφτηκε απαλά. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του μουσείου, διαπιστώθηκε ότι οι μη πολικοί διαλύτες, όπως η τουρπεντίνη δεν μπόρεσαν να αφαιρέσουν με επιτυχία τα αλλοιωμένα υπολείμματα ελαίου (καθώς υφίστανται οξείδωση και τα αλλοιωμένα υπολείμματα ελαίου είναι προϊόντα πολικών διαλυμάτων) (Turner-Walker 2012). Πολικοί διαλύτες, όπως η αιθανόλη, βοήθησαν στην αφαίρεση των άνω στρωμάτων ελαίων και της σκόνης στις περιοχές αυτές. Ωστόσο, δεν επιτεύχθηκε ικανοποιητική μείωση των υπολειμμάτων ελαίου.

Ως συμπληρωματική δοκιμή έγινε εφαρμογή διαλύματος NH_3 (5% v/v) σε απιονισμένο νερό στην περιοχή του οστού που πρέπει να αφαιρεθούν τα στίγματα ελαίων. Εν συνεχεία, επιτεύχθηκε σαπωνοποίηση, παράγοντας αφρώδες διαλυτό σαπούνι, το οποίο μπορεί να αφαιρεθεί με ευκολία. Αυτή η μέθοδος (χρησιμοποιώντας χαμηλής περιεκτικότητας NH_3) αποδείχθηκε αποτελεσματική όσον αφορά τη μείωση

των προϊόντων ελαίου στην επιφάνεια των οστών. Στις περιοχές που ήταν εμποτισμένες από έλαιο και από σκόνη στην επιφάνεια του κοκάλου, εφαρμόστηκε αρχικά αιθανόλη που βοήθησε στην αφαίρεση της σκόνης. Ακολουθώντας την θεραπεία με την αμμωνία, τα υπολείμματα αφρού μπορούσαν να τριφτούν ή να σκουπιστούν.

4.2.4 Κίνδυνοι για τους συντηρητές και τα δείγματα

Η NH_3 είναι τοξική για τους ανθρώπους. Για να αποφευχθούν τα προβλήματα στην υγεία, οι συντηρητές πρέπει να φορέσουν προστατευτικό εξοπλισμό και να δουλεύουν σε αίθουσες με καλό αερισμό. Σε περίπτωση επαφής με τα διαλύματα, η περιοχή πρέπει να ξεπλυθεί με άφθονο νερό.

Το ρίσκο να εμποτιστεί σε υπερβολικό βαθμό το κόκαλο, αποφεύγεται δουλεύοντας σε μικρούς χώρους ανά περιόδους, εφαρμόζοντας υδατική NH_3 με βούρτσα (όχι απευθείας στο κόκαλο), ακολουθώντας γρήγορο καθάρισμα. Η περιοχή που δέχεται μεταχείριση μπορεί να ξηραθεί περαιτέρω με σκούπισμα της επιφάνειας με αιθανόλη.

Για να αποφευχθεί η τριβή της οστικής επιφάνειας κατά τη διάρκεια της θεραπείας, χρησιμοποιούνται οδοντόβουρτσες μαλακών τριχών ή υφασμάτινα μαντηλάκια, επιτρέποντας την προσαρμογή της πίεσης. Σε περίπτωση που παρατηρηθούν επιζήμιες επιδράσεις, η θεραπεία πρέπει να διακόπτεται στην πληγείσα περιοχή. Δεν πρέπει να αντιμετωπίζονται περιοχές με ορατά αδύναμα ή αποφλοιωτικά οστά.

Ο κίνδυνος διόγκωσης υδατικής αμμωνίας (αλκαλίων) ή εξασθενημένων δομών χόνδρου, υποδηλώνει ότι η έκθεση σε αμμωνία στις περιοχές αυτές θα πρέπει να περιοριστεί / να αποφευχθεί. Μετά την επαφή με NH_3 , οι περιοχές χόνδρου μπορούν να επωφεληθούν από το σκούπισμα με ένα ύφασμα βρεγμένο με διάλυμα απιονισμένου ύδατος / αιθανόλης για την απομάκρυνση αλκαλικών υπολειμμάτων

4.2.5 Σύγκριση μεθόδων καθαρισμού

4.2.5.1 Διαβροχή με ζεστό νερό

Αυτή η τεχνική περιλαμβάνει την τοποθέτηση του σκελετού της φάλαινας σε δεξαμενές (ζεστού νερού) (επιτρέποντας την ανάπτυξη βακτηριδίων) για αρκετούς μήνες, αλλάζοντας περιστασιακά το νερό σε μια προσπάθεια καθαρισμού και απολίπανσης των οστών, με τη βοήθεια βακτηριακών δράσεων (που διασπούν δεσμούς πρωτεϊνών με απελευθέρωση πρωτεασών).

Ενώ το Smithsonian Institution θεώρησε ότι η μέθοδος αυτή ήταν αποτελεσματική σε κάποιο βαθμό (κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '80 και του '90), τελικά βρέθηκαν λιπίδια συσσωρευμένα και ισχυρά προσκολλημένα στην επιφάνεια του οστού μετά από διαβροχή (Ososky 2012). Η διαβροχή του θερμού ύδατος μπορεί να είναι επικίνδυνη, καθώς μπορεί ενδεχομένως να διαλύσει τον χόνδρο και οποιοδήποτε μη ενοποιημένο οστό.

4.2.5.2 Σκαθάρια Dermestidae

Η εναπόθεση των οστών των φαλαινών σε ένα ζεστό, υγρό "θάλαμο εντόμων" με σκαθάρια ήταν μια δημοφιλής πρακτική στο Smithsonian Institution (True, 1892) και εξακολουθεί να είναι μια κοινή μέθοδος αφαίρεσης σάρκας από οστά. Η τεχνική ταχύ καθαρισμού μερικές φορές ακολουθείται από εμβάπτιση των οστών σε ένα διάλυμα αμμωνίας (π.χ. 3%), πριν από την ξήρανση των δειγμάτων (Ososky 2012). Είναι δυνατόν να διατηρηθεί ο χόνδρος και οι σύνδεσμοι με αυτή τη μέθοδο, καθώς τα σκαθάρια καταναλώνουν τις σκληρότερες περιοχές που είναι πλούσιες σε πρωτεΐνες.

4.2.5.3 Υδατική αμμωνία

Οι ερευνητές στο Πανεπιστημιακό Μουσείο του Μπέργκεν προχώρησαν έπειτα στον καθαρισμό των οστών φαλαινών χρησιμοποιώντας ένα διάλυμα αμμωνίας 25%, βουρτσίζοντας την επιφάνεια με νερό, πριν αφαιρεθούν τα υπολείμματα αφρού με ένα υγρό καθαριστικό. Αυτή η μέθοδος αποδείχθηκε πολύ επιτυχημένη στην απολίπανση των επιφανειών των οστών (Turner-Walker 2012). Η αμμωνία, που είναι ένα υδατικό αλκάλιο, είναι ικανή να διαλύει ομάδες μορίων εστέρα στα λίπη σε στοιχεία γλυκερόλης και λιπαρών οξέων, παράγοντας άλατα νατρίου ή καλίου (διαλυτά σαπούνια) μέσω σαπωνοποίησης (Mills and White 1999). Ο αφρός μπορεί να σκουπιστεί από την επιφάνεια, ενώ η περίσσεια αμμωνίας και τα χαμηλού μοριακού αμμωνίου άλατα αναμένεται να απομακρυνθούν από τη δομή των οστών μέσω εξάχνωσης (Turner-Walker 2012).

4.3 Αναφορές για *Physeter macrocephalus* ανά τον κόσμο

Το είδος της φάλαινας που μελετάμε έχει κατά καιρούς εντοπιστεί σε διάφορα μέρη του κόσμου και έχει επεξεργαστεί με ποικίλους τρόπους. Συλλέξαμε στοιχεία από όλο τον κόσμο και βρήκαμε ότι οι φάλαινες Φυσητήρες που ξεβράστηκαν και επεξεργάστηκαν ήταν έντεκα στις Ηνωμένες Πολιτείες, τρεις στον Καναδά, δύο στη Λατινική Αμερική, μία στις Μπαχάμες, τέσσερις στο Ηνωμένο Βασίλειο, έντεκα στην Ευρώπη, δεκατρείς στην Ασία, δύο στην Αφρική και οκτώ σε Νέα Ζηλανδία και Αυστραλία. Παρακάτω παρατίθεται ένας πίνακας με τις τοποθεσίες και κάποιες παραπάνω λεπτομέρειες, όπου ήταν δυνατό, για την κάθε φάλαινα.

Πίνακας 6: Αναφορές για φάλαινα Φυσητήρα σε όλο τον κόσμο, τοποθεσίες στην οποία πραγματοποιήθηκε η ανασύσταση του σκελετού, το μήκος τους και κάποιες λεπτομέρειες (Post 2004).

ΗΝΩΜΕΝΕΣ ΠΟΛΙΤΕΙΕΣ (11)	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΜΕΓΕΘΟΣ	ΣΗΜΕΙΩΣΕΙΣ
Alaska- Homer	Homer High School	41 πόδια (12,5 μέτρα)	Αρσενική, συλλέχθηκε 30 Ιουλίου 1988, ανακατασκευάστηκε το 1995
Hawaii- Honolulu	Bishop Museum	55,7 πόδια (17 μέτρα)	Ανακατασκευάστηκε το 1898-1901 από Ward's Scientific Company
Hawaii- Honolulu	Sea Life Park	30 πόδια (9,14 μέτρα)	Ανακατασκευάστηκε το 1989 από τον Lou Eisenberg και τον Judith Ellis
Hawaii- Maui	Lahaina (in haler's Village)	30 πόδια (9,14 μέτρα)	Εξωτερική έκθεση, ανακατασκευάστηκε το 1969 , επανεκδόθηκε το 1986
Mass. - Camdridge	Peabody Museum	40 πόδια (12,2 μέτρα)	Εντοπίστηκε στα τέλη του 1800 από το Ward's Scientific Company
Mass. - Nantucket	Nantucket Whaling Museum	46 πόδια (14 μέτρα)	Συλλέχθηκε από τον Ricky Morcom το 1999
Mass. - New Bedford	New Bedford Whaling Museum	48 πόδια (14,65 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 2002, ολόκληρος ο σκελετός ζύγιζε 45 τόνους
NC – Raleigh	NC St. Museum of Natural History	54,2 πόδια (16,5 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 1928 , ανακατασκευάστηκε το 1930 από τον H.H. Brimley , επανεκδόθηκε από τον Paul Nader πρόσφατα
NC – Raleigh	NC Veterinary School	34,5 πόδια (10,5 μέτρα)	Ανακατασκευάστηκε το 1986 από τον Steve Holiday
NC – St. Beaufort	NC Maritime Museum	33,5 πόδια	Αρσενική , βρέθηκε τον Ιανουάριο του 2004 , ανακατασκευάστηκε το 2013 από την Keith Rittmaster
Oregon - Newport	Newport Aquarium, Hatfield Marine Center	31 πόδια (9,44 μέτρα)	Νεαρής ηλικίας
PA - Philadelphia	Franklin	28 πόδια	

	Institute	(8,53 μέτρα)	
ΚΑΝΑΔΑΣ (3)			
BC – Telegraph Cove	The Whale Interpretive Centre	47 πόδια (14,32 μέτρα)	Αρσενική , συλλέχθηκε το 1997
Newfoundland - Port au Choix	Museum of Whales and Things	46 πόδια (14 μέτρα)	Ξεβράστηκε το 1998
Newfoundland - Triton	Sperm Whale Pavilion	40 πόδια (2,2 μέτρα)	Ολοκληρώθηκε το 2008 από τον Polco Prep
Tadoussac - Quebec	Marine Mammal Interpretive Centre	44,25 πόδια (13,5 μέτρα)	2003
ΛΑΤΙΝΙΚΗ ΑΜΕΡΙΚΗ (2)			
Brazil - Santa Catarina	Island of Santa Anhatomirim		
Dominican Republic–Roseau	Anchorage Hotel Whale Watch and Dive Center	30 πόδια (9,5 μέτρα)	Συγκρούστηκε με πλοίο το 2001 , ανακατασκευάστηκε το 2004 από τον Guenther Behrmann
Mexico - Guerrero	El Refugio De Potosi	55 πόδια	Συλλέχθηκε από τον Laurel Patrick
Peru- Lema	Museum of Natural History University of San Marcos		
Μπαχάμες(1)			
Wanderick Wells	Exuma Gays Land & Sea Park		
ΗΝΩΜΕΝΟ ΒΑΣΙΛΕΙΟ (4)			
England-London	London Museum of Natural History	59 πόδια (17,9 μέτρα)	Αρσενική , συλλέχθηκε 1937
England- Manchester	Manchester Museum	Μωρό	1898, αγοράστηκε από την Αμερική για το Owens Collage
England – Yorkshire	Burton Constable Hall	58,5 πόδια (17,83 μέτρα)	Αρσενική , βρέθηκε στην παραλία Tumstall , Yorkshire της Αγγλίας το 1825 , ανακατασκευάστηκε το 1836
Scotland- Edinburgh	National	40 πόδια	Συλλέχθηκε από ένα

	Museum of Edinburgh	(12.2 μέτρα)	ποτάμι στο Fourth to 1997
ΕΥΡΩΠΗ (11)			
Albania-Tirana	Museum of Natural Science		Σε έκθεση
Belgium-Brussels	Museum of Royal Belgan Institute of Natural Science		Αρσενική φάλαινα
Fuerventura Island			Εξωτερικού χώρου έκθεμα
Denmark-Copenhagen	Zoological Museum University of Copenhagen	40 πόδια (12,19 μέτρα)	
Denmark - Esbjerg	Fisheries and Maritime Museum		Ξεβράστηκε το 1996
Denmark – Gram	Mid – South Jutland Museum	46 πόδια (14 μέτρα)	Βρέθηκε το 1984 , εκτέθηκε 2005
Denmark - Kerteminde	Fjord and Baelt Center		
Denmark-Kommandorgard	National Museum		
Denmark - Nymindegad	Whalehouse	40 πόδια (12 μέτρα)	Βρέθηκε το 1990
France – Lille	National Museum of History		
Germany- Balje	Open-Air Nature Museum		Ολοκληρωμένος σκελετός
Germany - Borkum	Hometown Museum at Dyke House		
Germany - Bremerhaven	North Sea Museum (Nordsee)		
Germany - Bremerhaven	German Maritime Museum	59 πόδια (18 μέτρα)	Ολοκληρωμένος σκελετός
Germany - Dusseldorf	Dusseldorf Aqua Zoo	46 πόδια (14,02 μέτρα)	Συλλέχθηκε στην Ιαπωνία στις αρχές του 1868
Germany–Cottingen	Zoological Museum	59 πόδια (18 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 1998 στη Βόρεια Θάλασσα της Γερμανίας ,
Germany –Hamburg	Zoological		

	Museum		
Germany –Kiel	Zoologicam Museum of Kiel		
Germany–Leipzig	School of Visual Arts		Συλλέχθηκε το 2002 και ανακατασκευάστηκε το 2004
Germany –Lubeck	Museum of Nature and the Environment		
Germany –Muenster	Natural History Museum		Συλλέχθηκε το 2011
Germany –N. Norddeich	Seal Rearing and Research Station	49 πόδια (15 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 2003 , εκτέθηκε το 2006
Germany – Spiekeroog	Wittbulten Environmental Center	49 πόδια (15 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 2003, εκτέθηκε το 2006
Germany – Stralsund	German Museum of Oceanography and Fisheries		Τρεις(3) ολοκληρωμένοι σκελετοί
Germany –Tonning	Multimar Wattforum	57,5 πόδια (17,5 μέτρα)	Συλλέχθηκε στην Δανία το 1997
Germany - Wilhelmshaven	Coastal Museum	49 πόδια (15 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 1994
Iceland- Husavik	Husavik Whale Center	56 πόδια (17 μέτρα)	Αρσενική, απομονώθηκε στην Νότια ακτή νησιών το 1997
Italy – Milan	Natural History Museum of Milan	39 πόδια (12 μέτρα)	
Italy- Pisa	Natural History Museum of Pisa		
Monaco-Monte Carlo	Monaco Oceanographic Museum	30 πόδια (9,15 μέτρα)	
Netherland – Helder	Fort Kijkduin Museum and Aquarium	42,5 πόδια (13 μέτρα)	βρέθηκε το 1997
Netherland – Leeuwarden	Fries Nature Museum	49 πόδια (15 μέτρα)	Αρσενική, συλλέχθηκε το 1994 μεταξύ Ameland και Terschelling
Netherland – Rotterdam	Natural History Museum of Rotterdam	49,21 πόδια (15 μέτρα)	Αρσενική, βρέθηκε σε παραλία της Βόρειας Θάλασσα ανατολικά στην Χάγη το 1995 σε ηλικία 30 ετών

Norway – Andenes	Whale Safari Whale Center and Museum	51,8 πόδια (15,8 μέτρα)	Αρσενική, συλλέχθηκε 1996 , ανακατασκευάστηκε το 1999
Norway – Ostfold	Rolvsoy Island	47 πόδια (14,32 μέτρα)	Συλλέχθηκε το Νοέμβριο του 2003
Russia– Kaliningrad / Konigsberg East Prussia		52 πόδια (16 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 1975
Spain – Santander	Museo Maritimo del Cantabrico		Θηλυκή
Sweden – Fribourg	Natural History Museum		Έκθεση μαζί με άλλους σκελετούς
Sweden – Goteborg	Goteborg Natural History Museum		Συλλέχθηκε το 1988
Sweden – Στοκχόλμη	Swedish Natural History Museum		
ΑΣΙΑ (13)			
China - Dalian	Natural History Museum		
China – Shanghai	Whale Museum Shanghai Fisheries University		Συλλέχθηκε το 2002
China– Gulangyu Island	Underwater World	61 πόδια (18,6 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 2000
Japan - Ashoro	Museum of Paleontology		
Japan - Nagoya	Nagoya Aquarium		
Japan- Tokyo	Natural Science Museum		
Oman – Muscat (Qurm suburb)	Natural History Museum		Εκβράστηκε στην ακτή του Omani το 1980
Philippines – David City	D.Bone Collector Museum	41 πόδια (12,49 μέτρα)	
Philippines - Manila	National Museum	43,5 πόδια (13,2588 μέτρα)	Αγοράστηκε το 1994
Philippines– Mati City	Davao Oriental Museum	50 πόδια (15,24 μέτρα)	Κυριάρχησαν κατά μήκος του San Isidro και Governor Generoso , Ανακατασκευάστηκε
Philippines - Silago			

- Leyte			
Singapore	Lee Kong Chian National History Museum	34,5 πόδια (10,6 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 2015 , εκτέθηκε το 2016
Vietnam – Phu Quy Island	Van an Thanh Cultural Center	49,21 πόδια (15 μέτρα)	\$ 86,000 για την αποκατάσταση
ΑΦΡΙΚΗ (2)			
Cape Town	Iziko South Africa Museum	43 πόδια (13 μέτρα)	Αρσενική
Kenya	National Museum of Kenya		
ΑΥΣΤΡΑΛΙΑ/ΝΕΑ ΖΗΛΑΝΔΙΑ (8)			
Adelaide - Australia	South Australian Museum	59 πόδια (18 μέτρα)	Ανακατασκευάστηκε και εκτέθηκε
Adelaide - Australia	South Australian Museum	35,10 πόδια (10,7 μέτρα)	Θηλυκό, ο σκελετός καθαρίστηκε το 2016
Albany – Australia	Whaleworld	51,8 πόδια (15,8 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 1978 , η τελευταία φάλαινα που σκοτώθηκε και έβαλε το τέλος της φαλινοθηρίας στην Αυστραλία
Darwin – Australia	Museum and Art Gallery of the Northern Territory	50 πόδια (15,2 μέτρα)	Ενήλικας αρσενικό ,το 1994 , Ανακατασκευάστηκε το 2001
Portland, Victoria - Australia	Portland Maritime Discovery Centre	49 πόδια (15 μέτρα)	Ήταν θαμμένη για 15 χρόνια και ξεθάφτηκε το 1999
Sydney – Australia	Australian Museum	56,75 πόδια (17,3 μέτρα)	Συλλέχθηκε το 1881 , εκτέθηκε το 1910
Wellington – New Zealand	Museum of New Zealand	33 πόδια (10 μέτρα)	Θηλυκή , ανακατασκευάστηκε από το Hans Rook , συλλέχθηκε το 1992
Wellington – New Zealand	Museum of New Zealand	58,3 πόδια (17,8 μέτρα)	Αρσενική , απομονώθηκε το 2003 κοντά στην Αυστραλία

ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Anonymous (1994) Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR), Toxicological profile for acetone. Atlanta, GA: U.S. Department of health and Human Services, Public Health Service.
- 2) Barlow J. and Taylor B. L. 2005, Estimates of sperm whale abundance in the Northeastern temperate Pacific from a combined acoustic and visual survey, *Marine Mammal Science*, 21(3):429–445
- 3) Berta A, Sumich J. L. 1999, *Marine Mammals: Evolutionary Biology*, p. 59 & 73
- 4) Buchholtz, E. A. (2001). Vertebral osteology and swimming style in living and fossil whales (Order: Cetacea). *Journal of Zoology*, 253(2), 175-190.
- 5) Carwardine M., (2000) *Whales, Dolphins and Porpoises*. Dorling Kindersley, London.
- 6) Cawardine M., Hoyt E., Fordyce R.E. and Gill P., (1998) *Whales and Dolphins*. Harper Collins Publishers, London.
- 7) CITES (2004)

- 8) Élodie Guilminot, Gwenaël Lemoine, Charlène Pele, Laurent Poisson and Michel Surbled. (2011) The Conservation of Fatty Bones: Research of a Degreasing Treatment for Whale Skeletons. 35: 201-202.

- 9) Engelhaupt D., Hoelzel R. A., Nicholson C., Frantzis A., Mesnick, S., Gero S., Whitehead H., Rendell L., Miller P., Stefanis R., Canadas A, Airoidi S. and Mignucci-Giannoni A. A. 2009, Female philopatry in coastal basins and male dispersion across the North Atlantic in a highly mobile marine species, the sperm whale (*Physeter macrocephalus*), *Molecular Ecology* (2009) 18, 4193–4205

- 10) Folkens, P., R.R. Reeves, B.S. Stewart, P.J. Clapham, and J.A. Powell. (2002) National Audubon Society Guide to the Marine Mammals of the World. Alfred A. Knopf, New York.

- 11) Guilminot, E., Lemoine, G., Pelé, C., Poisson, L., Surbled, M., Louvet, I., Mevellec J.Y. & Rémy, L. (2014). Re-treatment of whale bones—How to extract degraded fats from weakened bones. *Journal of Cultural Heritage*, 15(2), 128-135.

- 12) Heyning JE 1997. Sperm whale phylogeny revisited: analysis of the morphological evidence. *Marine Mammal Science* 13: 596–613

- 13) Horie, V. 2010. Materials for Conservation. Organic consolidants, adhesives and coatings. 2nd edition. London: Butterworth-Heinemann.

- 14) Houssaye A., Tafforeau P., Muizon, C. and Gingerich P. D. 2015, Transition of Eocene Whales from Land to Sea: Evidence from Bone Microstructure, PLOS
- 15) IUCN Red List (2009)
- 16) Jefferson T. A., Webber M. and Pitman R.L. 2008, Marine Mammals of the World: A Comprehensive Guide to Their Identification
- 17) Kazár E 2002. Revised phylogeny of the Physeteridae (Mammalia: Cetacea) in the light of Placoziphius Van Beneden, 1869 and Aulophyseter Kellogg, 1927. Bulletin de l'Institut des Sciences Naturelles de Belgique, Sciences de la Terre 72: 151–170
- 18) Kinze C.C. (2002) *Photographic Guide to the Mammals of the North Atlantic*. Oxford University Press, Oxford.
- 19) Laurent Poisson, Françoise Ergan, Gwenaël Lemoine, Elodie Guiminot (2012) Enzymatic degreasing of whale bones (*Balaenoptera physalus*). 2 Laboratoire Arc'Antique, 26 rue de la Haute Forêt, 44300 Nantes, France.
- 20) Leatherwood, S.L. and R.R. Reeves. (1983) *The Sierra Club Handbook of Whales and Dolphins*. Sierra Club Books, San Francisco.
- 21) Maptia, A. (1990) *Whales and Dolphins*. Salamander Books, London.

- 22) Milinkovitch M. C., Orti G, Meyer A 1993. Revised phylogeny of whales suggested by mitochondrial ribosomal DNA sequences, *Nature* 361: 346–348
- 23) Mills, J.S. and White, R. (1999) *The organic chemistry of museum objects*. 2nd edition. Oxon: Routledge.
- 24) Moulins A. and Maurizio W 2005, Occurrence of a herd of female sperm whales and their calves (*Physeter catodon*), off Monaco, in the Ligurian Sea, *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 85(01):213-214
- 25) Nikaido M, Matsuno F, Hamilton H, Brownell RL Jr, Cao Y, Ding W, Zuoyan Z, Shedlock A. M., Fordyce RE, Hasegawa M, Okada N. 2001, Retroposon analysis of major cetacean lineages: the monophyly of toothed whales and the paraphyly of river dolphins, *Proceedings of the National Academic of Science of the USA* 98: 7384–7389
- 26) Ososky, J. (2012) *History of collecting, preparing and degreasing whale skeletons at the Smithsonian Institution*.
- 27) Perrin W. F., Würsig B., Thewissen J. G. M. 2002, *Encyclopedia of Marine Mammals*. Academic Press, San Diego, California

- 28) Pierre-Henry Fontaine (2007) Whales and Seals, Biology and Ecology. p 270-290.
- 29) Podestà M. and Magnaghi L. 2005, Unusual number of cetacean bycatches in the Ligurian Sea
- 30) Post L. (2004) The Sperm Whale engineering manual. Bone building books, Homer.
- 31) Stephanis R., Cornulier T., Verborgh P. and Guinet C. 2008, Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context, Marine Ecology Progress Series 353:275-288
- 32) Thewissen J. G. M, Williams E. M., Roe L. J. & Hussain S. T. 2001, Skeletons of terrestrial cetaceans and the relationship of whales to artiodactyls, Macmillan Magazines Ltd (277-281)
- 33) Thewissen J. G. M. and Williams E. M. 2002, The Early Radiations of Cetacea (Mammalia): Evolutionary Pattern and Developmental Correlations, Annual Review of Ecology and Systematics Vol. 33:73-90
- 34) Turner-Walker G. (2012) The Removal of Fatty Residues from a Collection of Historic Whale Skeletons in Bergen: An Aqueous Approach to Degreasing. National Yunlin University of Science and Technology. The Natural History

Collections, University Museum of Bergen, University of Bergen, Postbox 7800,
5020 Bergen, Norway.

35) Turner-Walker, G. (2012) The nature of cleaning: Physical and chemical aspects
of removing dirt, stains and corrosion.

36) Whale and Dolphin Conservation Society (2004)

37) Whitehead, H. (2003) Sperm whales: social evolution in the ocean. Chicago, IL:
University of Chicago Press.

38) World Wildlife Fund (2004).

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1) Αλεξάνδρου Ν., Βάρβογλη Α., Νικολαΐδη Δ. (1985) Χημεία Ετεροχημικών
Ενώσεων, Θεσσαλονίκη.

2) Βάρβογλη Α. (1991) «Χημεία Οργανικών Ενώσεων», παρατηρητής, Θεσσαλονίκη.

3) Βάρβογλη Α. (1999) Schaum's outline series, Οργανική Χημεία.

- 4) Βάρβογλη Γ., Αλεξάνδρου Ν. (1972) Οργανική Χημεία, Αθήνα.
- 5) Δημήτριου Ν. (1983) Ειδικά μαθήματα Οργανικής Χημείας, Θεσσαλονίκη.
- 6) Δημήτριου Ν. (1983) Ειδικά μαθήματα Οργανικής Χημείας, Θεσσαλονίκη.
- 7) Πετάση Ν. Α. (1982) Ασκήσεις και προβλήματα Οργανικής Χημείας.
- 8) Φραντζής Α., Αλεξιάδου Π. (2003) Τα κητώδη των Ελληνικών θαλασσών, Αθήνα, σελ. 45-51.

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) “Sperm Whale | Cetacean Fact Sheet | American Cetacean Society.” 2010. June 13, 2010.
<https://web.archive.org/web/20100613015956/http://acsonline.org/factpack/spermw hl.htm>.
- 2) “Sperm Whale Facts.” n.d. Accessed March 11, 2018.
<http://www.whalefacts.org/sperm-whale-facts/>.
- 3) “Ινστιτούτο Κητολογικών Ερευνών Πέλαγος.” n.d. Accessed March 11, 2018.
http://www.pelagosinstitute.gr/gr/mouseio_kitodon/exelixa.html.

- 4) “Ινστιτούτο Κητολογικών Ερευνών Πέλαγος.” n.d. Accessed March 11, 2018.
http://www.pelagosinstitute.gr/gr/erevnitika_programmata/fysitiyes.html.
- 5) “ABIO | ABIO | Paraloid B-72 Αραιωμένο Με Καθαρό Ακετόνη (20% Ρητίνη) - 200 k.E.” n.d. Accessed March 11, 2018.
[https://www.abio.gr/index.php/el/component/eshop/catalog/item/restauro-\(sintirisi-ergon-tehnis,-apokatastasi-mnimeion\)/940-sinthetices-ritines/8845-paraloid-b-72-araiomeno-me-katharo-aketoni-\(40%25-ritini\)---200-ke](https://www.abio.gr/index.php/el/component/eshop/catalog/item/restauro-(sintirisi-ergon-tehnis,-apokatastasi-mnimeion)/940-sinthetices-ritines/8845-paraloid-b-72-araiomeno-me-katharo-aketoni-(40%25-ritini)---200-ke).
- 6) “Sperm Whales.” n.d. SEASWAP. Accessed March 11, 2018.
<http://seaswap.info/sperm-whales/>.
- 7) “Whale_certificate_back_sold.Jpg (1100×850).” n.d. Accessed March 11, 2018.
http://www.elrefugiodepotosi.org/images/graphics/whale_certificate_back_sold.jpg
- 8) “Comparative anatomy and evolution of the odontocete forelimb.” n.d. Accessed January 10, 2018.
http://www.bio.sdsu.edu/faculty/BERTA_files/Sanchez_Berta_in_press.pdf
- 9) “History and description of the skeleton of a new sperm whale” n.d. Accessed October 23, 2017.
https://australianmuseum.net.au/uploads/journals/16629/1526_complete.pdf

ABSTRACT

In this project, at first there is a general description and analysis of the characteristics and the biology of the *Physeter macrocephalus* species. Despite of the experimental part of this project a research was done to find out on a worldwide scale, all the possibilities and ways of cleaning and preserving a whale's skeleton. In 2006 a Sperm whale was washed up at the area of Chorefto of the municipality of Zagora, and its length was 10,8 meters. It is an area at the east coastline of Pelion, next to the Aegean Sea. Its death was probably caused by a collision with a ship and by the loss of its orientation. This event motivated all the related authorities: the port authority, the municipality of Zagora and mainly the department of Agriculture, Ichthyology and Aquatic Environment of the University of Thessaly. They dragged up the cetacean and buried it at the Parisaina coast. In October 2016, ten years after, our team undertook the excavation and the gathering of its bones. The bones were transferred at the Agriculture department of the University of Thessaly, which is located at the municipality of Volos, whereas further analysis and research were applied. After many efforts of cleaning the bones the best cleaning method was found, which consisted of acetone, ethanol and water in a ratio 1:1:1. Moreover, for each founded bone identification and biometrical measurements were applied. The data selected from this process was compared to those from other whale species.