



**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΔΙΧΤΥΩΝ ΚΑΙ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΕΣ
ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΦΙΛΙΚΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ**

της

ΚΑΣΙΤΣΚΑ ΑΝΔΡΟΜΑΧΗΣ

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Χρυσή Παπαδημητρίου

Σίνδος, Φεβρουάριος 2023

**Ανάλυση κύκλου ζωής πλαστικών διχτυών και πιθανότητες
επαναχρησιμοποίησης σε περιβαλλοντικές φιλικές τεχνολογίες**

της

Κασίτσα Ανδρομάχης

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

Χρυσή Παπαδημητρίου Επιβλέπουσα

Σοφία Γαληνού-Μητσούδη Μέλος

Φανή Αντωνίου Μέλος

Σίνδος, Φεβρουάριος 2023



Περίληψη

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ανάπτυξη της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, δυο δραστηριότητες στις οποίες χρησιμοποιούνται μεγάλοι όγκοι πλαστικών δικτύων και εργαλείων. Μετά τη χρήση τους, η απόρριψη τους είναι ανεξέλεγκτη. Δυστυχώς στην Ελλάδα δεν υπάρχει νομοθετικό πλαίσιο ή ένα διαχειριστικό πλάνο για τα συγκεκριμένα απόβλητα. Η ανάλυση του κύκλου ζωής αποτελεί το πρωταρχικό κομμάτι για την εξέλιξη οποιουδήποτε τύπου διαχειριστικού πλάνου. Σε ορισμένες χώρες υπάρχουν ορθές πρακτικές για την απόρριψη τους και περίπτωσης επαναχρησιμοποίησής τους.

Για τον λόγο αυτό, η παρούσα διπλωματική εργασία, διεξάγοντας διαδικτυακή έρευνα με έμφαση σε μελέτες περίπτωσης, αναλύει τον κύκλο ζωής των πλαστικών αλιευτικών δικτύων από την παραγωγή τους μέχρι το τέλος ζωής τους δηλαδή την απόρριψή τους. Εξετάστηκαν επίσης οι τρόποι απόρριψης τους καθώς τα προβλήματα του προκύπτουν απ' αυτήν. Αναλύονται οι πρακτικές διαχείρισης που χρησιμοποιούνται σε όλο τον κόσμο και η ανάκτηση, ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίησή τους. Τέλος προτείνεται ένα σχέδιο για την διαχείριση των πλαστικών αλιευτικών δικτύων στην Ελλάδα μετά την απόρριψή τους.

Λέξεις-κλειδιά: Πλαστικά θαλάσσια απορρίμματα, αλιευτικά δίχτυα, δίχτυα-φαντάσματα, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, πρακτικές διαχείρισης

Summary

In recent years there has been growth in fishing and aquaculture (or fishing farming), two activities in which large volumes of plastic nets and gear are used. After their use, the disposal is uncontrolled. Unfortunately, in Greece there is no legislative framework or a management plan for the specific waste type. The life cycle analysis is the key part for the development of any type of management plan. In some countries there are good practices for their disposal and if they can be reused.

For this reason, this thesis, conducting online research with an emphasis on case studies, analyzes the life cycle of plastic fishing nets from their production to their end of life i.e. their disposal. The ways of rejecting them were also examined as its problems arise from it. Management practices used around the world and their recovery, recycling and reuse are analyzed. Finally, a plan is proposed for the management of plastic fishing nets in Greece after their disposal.

Keywords: Plastic marine litter, fishing nets, ghost nets, recycling, reuse, management practices

Περιεχόμενα

1.	ΓΕΝΙΚΑ	1
1.1	Εισαγωγή	1
1.2	Τύποι διχτυών και αλιευτικών εργαλείων	1
1.3	Χημική σύσταση διχτυών	8
1.4	Οι τρόποι απόρριψης των πλαστικών διχτυών και τα δίχτυα φαντάσματα.....	11
1.5	Οι επιπτώσεις των πλαστικών διχτυών αλιείας στο θαλάσσιο οικοσύστημα	16
2.	ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	42
2.1	Πλαστικά θαλάσσια απορρίμματα στην Ελλάδα	42
2.2	Έρευνες - μελέτες για τα θαλάσσια απορρίμματα - πλαστικά δίχτυα αλιείας που απορρίπτονται στις θάλασσες της Ελλάδας.....	46
2.3	Τα μικροπλαστικά στο θαλάσσιο περιβάλλον της Ελλάδας	57
2.4	Οι τρόποι απόρριψης των πλαστικών θαλάσσιων απορριμμάτων - εγκαταλελειμμένων διχτυών αλιείας στην Ελλάδα και νομοθεσία.....	62
2.5	Οι μη κερδοσκοπικές οργανώσεις (ΜΚΟ) στην Ελλάδα για τον καθαρισμό των θαλασσών και οι σταθμοί συλλογής των πλαστικών θαλάσσιων απορριμμάτων - εγκαταλελειμμένων διχτυών αλιείας στην Ελλάδα	66
3.	ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ	72
3.1	Πρακτικές διαχείρισης των πλαστικών θαλάσσιων απορριμμάτων – εγκαταλελειμμένων πλαστικών διχτυών αλιείας.....	72
3.2	Σήμανση των αλιευτικών εργαλείων πριν από τη χρήση τους	85
3.3	Αλιευτικά εργαλεία νέας γενιάς.....	90
3.4	Ένα αυτόνομο ρομποτικό σύστημα, το IRIS για το πρόβλημα των χαμένων αλιευτικών διχτυών - εργαλείων στα πλαίσια του έργου NetTag μετά τη χρήση τους. 94	
4.	ΑΝΑΚΤΗΣΗ, ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ	98
4.1	Τι γίνονται τα πλαστικά δίχτυα αλιείας στο τέλος ζωής τους; Η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση τους.....	98
4.2	Παραδείγματα ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης απορριπτόμενων διχτυών αλιείας	102
4.3	Ανακυκλωμένες νάιλον ίνες από δίχτυα αλιείας ως ενίσχυση τσιμεντοκονίας	118
5.	ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ	122
5.1	Συμπέρασμα: Προτεινόμενο σχέδιο για την διαχείριση των πλαστικών διχτυών αλιείας που απορρίπτονται στην Ελλάδα.	122
	Βιβλιογραφία	128

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

Συντομογραφία	Έννοια
ALDFG	Abandoned, lost, discarded fishing gear (εγκαταλελειμμένα, χαμένα, πεταμένα αλιευτικά εργαλεία)
GF	Ghost fishing (δίχτυα-φαντάσματα)
FG	Fishing gear (αλιευτικά εργαλεία)
WWF	World Wildlife Fund (Παγκόσμιο Ταμείο για τη Φύση)
USVI	United States Virgin Islands (Αμερικανικές Παρθέρες Νήσοι)
DFTs	Discarded fishing traps (εγκαταλελειμμένες αλιευτικές παγίδες)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration (Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας)
MP	MicroPlastics (μικροπλαστικά)
UNEP	United Nations Environment Programme (Πρόγραμμα των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον)
IMO	International Maritime Organization (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός)
EE	Ευρωπαϊκή Ένωση
ML	Marine Litter (Θαλάσσια απορρίμματα)
FAO	Food and Agriculture Organization (Διεθνής Οργάνωση Τροφίμων και Γεωργίας)
EPR	Extended Producer Responsibility (Εκτεταμένη Ευθύνη Παραγωγού)
EOL	End of Life (Τέλος της ζωής)
GGGI	Global Ghost Gear Initiative (Παγκόσμια πρωτοβουλία για τα εργαλεία φαντάσματα)
FFL	Fishing for Litter (Ψάρεμα για απορρίμματα)
IUU fishing	Illegal, Unreported and Unregulated (Παράνομη, λαθραία και άναρχη αλιεία)
FAD	Fish aggregation device (συσσκευή συγκέντρωσης ψαριών)
PBS	Πολύ-ηλεκτρικός βουτυλεστέρας
PBAT	Polybutylene adipate terephthalate (αδιπικό-συντερεφθαλικό πολυβουτυλενίο)
PP	Polypropylene (πολυπροπυλενίο)
PE	Polyethylene (πολυαιθυλενίο)
BCE	Blue Circular Economy (Γαλάζια Κυκλική Οικονομία)
3DP	3D Printing (3D εκτύπωση)
FFF	Fused Filament Fabrication (Κατασκευή συντηγμένου νήματος)
SLS	Selective Laser Sintering (Επιλεκτική πυροσυσσώματωση με λέιζερ)
FNR	Fishing Net & Rope (Δίχτυα & Σχοινιά Ψαρέματος)
SSS	Side Scan Sonar (Βυθόμετρο πλευρικής σάρωσης)

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κυρία Παπαδημητρίου Χρυσή, για την καθοδήγηση, την βοήθεια και τις συμβουλές που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της διπλωματικής εργασίας μου. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την συμπαράσταση και την υπομονή τους καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

1. ΓΕΝΙΚΑ

1.1 Εισαγωγή

Περίπου το 70 % του πλανήτη μας είναι καλυμμένο από ωκεανούς και είναι γεμάτο από θαλάσσια απορρίμματα. Τα θαλάσσια απορρίμματα, και κυρίως τα πλαστικά, αποτελούν απειλή όχι μόνο για την υγεία των θαλασσών και των ακτών μας αλλά και για την οικονομία και τις κοινότητές μας (Lebreton et al., 2018). Τα πλαστικά απορρίμματα είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα στους ωκεανούς του κόσμου. Η παγκόσμια ετήσια κατανάλωση πλαστικού έχει φτάσει πλέον τους 320 εκατομμύρια τόνους με περισσότερο πλαστικό να παράγεται τα τελευταία χρόνια. Το μεγαλύτερο ποσοστό των πλαστικών απορριμμάτων αποτελείται από εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) (Lebreton et al., 2018). Τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) αποτελούνται από απορριφθέντα ή απολεσθέντα απλάδια, πετονιές, δίχτυα τράτας, παραγάδια, παγίδες, σημαντήρες και άλλα είδη εργαλείων που χρησιμοποιούνται από τον κλάδο της αλιείας (Suka et al., 2020). Τις τελευταίες δεκαετίες, αυτό το πρόβλημα έχει επιδεινωθεί κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950, οι περισσότερες αλιευτικές βιομηχανίες του κόσμου αντικατέστησαν τα δίχτυα και τα εργαλεία από φυσικές ίνες, όπως το βαμβάκι, με εκείνα που κατασκευάζονται από συνθετικά υλικά, όπως το νάιλον, το πολυαιθυλένιο και το πολυπροπυλένιο σε αντίθεση με τις φυσικές ίνες, τα συνθετικά αλιευτικά εργαλεία είναι λειτουργικά ανθεκτικά στην υποβάθμιση του νερού και μόλις αφαιρεθούν ή χαθούν, αυτά τα εργαλεία μπορούν να παραμείνουν στο θαλάσσιο περιβάλλον για δεκαετίες (USOAP, 2004), επηρεάζοντας αρνητικά τις οικονομίες και τα περιβάλλοντα παγκοσμίως (UNEP, 2005). Τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) παραμένουν στο θαλάσσιο περιβάλλον για χρόνια. Έχουν εμπλακεί στον θάνατο αμέτρητων θαλάσσιων θηλαστικών, θαλάσσιων πτηνών και ασπόνδυλων ετησίως, και η σχετική θνησιμότητα μπορεί να έχει παγκόσμιο αντίκτυπο στη βιωσιμότητα της αλιείας (Good et al., 2010).

1.2 Τύποι δικτύων και αλιευτικών εργαλείων

Ιστορικά έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές μέθοδοι και τεχνικές αλιείας. Στην αρχή, δεν υπήρχαν αλιευτικά εργαλεία και χρησιμοποιούνταν τα χέρια, ενώ σιγά-σιγά άρχισαν να κατασκευάζονται απλά εργαλεία για να βελτιωθεί η αποδοτικότητα της αλιείας και να αυξηθεί η αλιευόμενη ποσότητα. Η αρχαιοελληνική λέξη για το αλιευτικό εργαλείο (μάλλον για το δίχτυ) είναι σαγήνη, που προέρχεται από το ρήμα σαγηνεύω που σήμαινε σε ελεύθερη απόδοση «περικλείω στα δίχτυα μου και τραβώ

προς το μέρος μου». Σήμερα υπάρχουν σύνθετες και εξειδικευμένες αλιευτικές κατασκευές, ικανές να συλλάβουν οργανισμούς με πολλούς τρόπους (Gabriel et al., 2005).

Αλιευτικό εργαλείο (fishing gear) είναι το όργανο με το οποίο συλλέγονται οι υδρόβιοι οργανισμοί, ενώ αλιευτική μέθοδος είναι ο τρόπος που χρησιμοποιείται ένα αλιευτικό εργαλείο (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015).

Διακρίνονται σε:

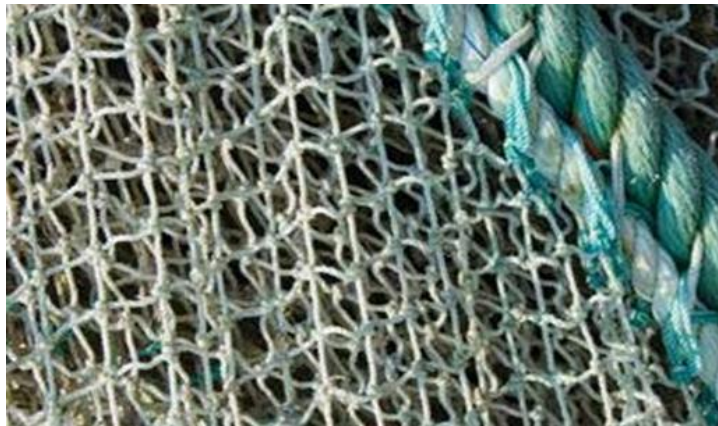
- παθητικά εργαλεία, (παγίδες, βραγχιόδικτυα κλπ.) τα οποία δεν μετακινούνται, αλλά οι οργανισμοί περισυλλέγονται σε αυτά
- ενεργητικά εργαλεία, τα οποία σύρονται και περισυλλέγουν μετακινούμενα τους οργανισμούς (Fisheries Management & Fisheries Acoustics Laboratory, 2022).

Δίκτυα (nets) ονομάζονται τα αλιευτικά εργαλεία τα οποία αποτελούνται από διχτυωτό τμήμα δηλαδή κατασκευή από συνθετικά νήματα που σχηματίζουν πλέγματα (Εικόνα 1). Το άνοιγμα των πλεγμάτων ή αλλιώς μάτι (mesh) του διχτυωτού τμήματος παρουσιάζει μεγάλη ποικιλία σε σχήμα και σε μέγεθος. Τα δίκτυα αποτελούνται από το διχτυωτό τμήμα και από την αρματωσιά, καθώς συνδέονται στο πάνω και κάτω τμήμα τους με σχοινιά (το πάνω σχοινί, το σχοινί πλωτήρων, ονομάζεται καλαμέτο, ενώ το κάτω σχοινί, το σχοινί μολυβιών, ονομάζεται γραντί). Τα σχοινιά φέρουν εξοπλισμό που βοηθά στην επίπλευση και σταθεροποίηση του εργαλείου. Τα τεχνικά τους χαρακτηριστικά ποικίλουν ανάλογα με τον οργανισμό-στόχο, τον τρόπο χρήσης τους και τη μορφολογία του βυθού (Brandt, 1984, Gabriel et al., 2005). Το παραδοσιακό δίχτυ έχει πλέγμα σε σχήμα ρόμβου.



Εικόνα 1: Δίχτυ με κόμπους (GhostNets Australia, 2021)

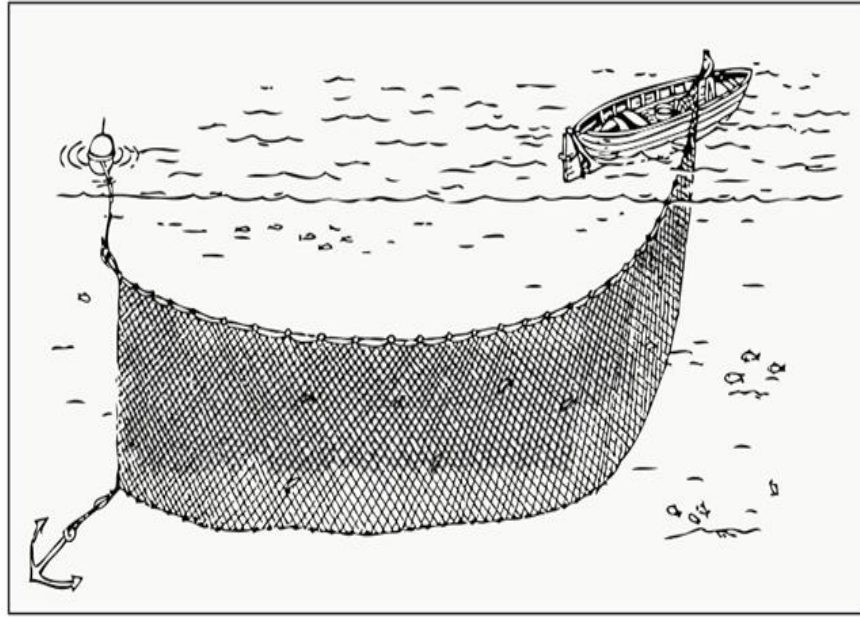
Η μοντέρνα εναλλακτική λύση για το δίχτυ είναι το τετράγωνο πλέγμα (Εικόνα 2), όπου τα πλέγματα παραμένουν ανοιχτά. Φαίνονται το ίδιο με όποιον τρόπο και αν τραβιέται το πλέγμα. Εκτός από τα απλάδια δίχτυα, τα δίχτυα με τετράγωνο πλέγμα, χρησιμοποιούνται στους σάκους των σύγχρονων διχτυών τράτας, καθώς επιτρέπουν τη διαφυγή μικρών ανεπιθύμητων ειδών (GhostNets Australia, 2021).



Εικόνα 2: Ένα σύγχρονο δίχτυ με τετράγωνο πλέγμα (GhostNets Australia, 2021)

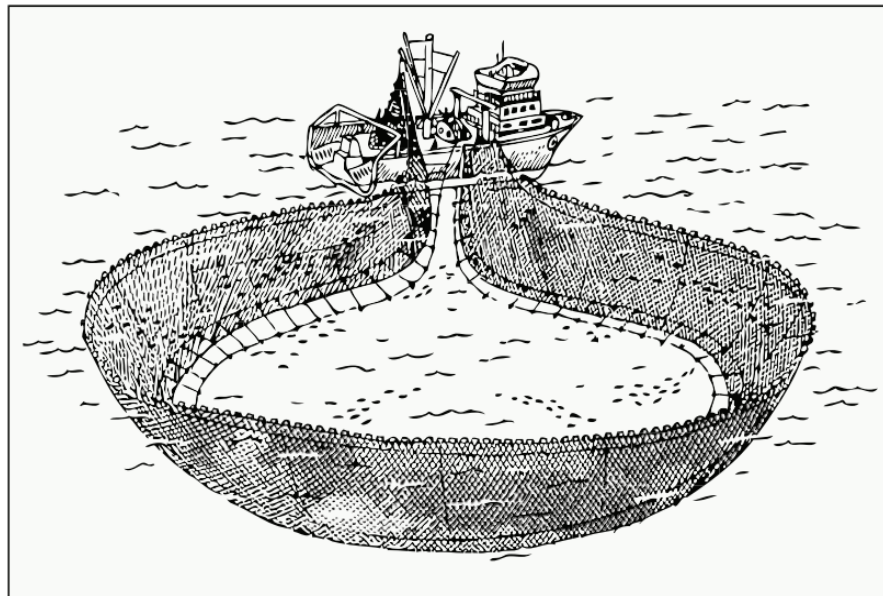
Παρακάτω παρουσιάζονται οι κυριότερες ομάδες αλιευτικών εργαλείων και διχτυών (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015):

- Τα βραγχιόδιχτυα (entangling nets) είναι τα κοινά δίχτυα τα οποία αποτελούνται από ένα ή περισσότερα φύλλα διχτυώματος και συλλέγουν οργανισμούς που περιπλέκονται σε αυτά ή πιάνονται στα βράγχια. Περιλαμβάνουν τα απλάδια (gillnets) (Εικόνα 3), τα μανωμένα (trammel nets), καθώς και οι συνδυασμοί τους, που ονομάζονται σύνθετα δίχτυα (καρτέρια, κλαμπανόδιχτα ή μισομανωμένα, καλαμωτά, κουλούρα) και τα παρασυρόμενα αφρόδιχτα (driftnets). Στην Ελλάδα απαγορεύεται η αλιεία με παρασυρόμενα αφρόδιχτα. Τα απλάδια είναι κατασκευασμένα από ένα μόνο ενιαίο φύλλο διχτυού (μονόφυλλα δίχτυα) που τοποθετείται κατακόρυφα στο νερό. Η βασική διαφορά των μανωμένων από τα απλάδια δίχτυα είναι ότι τα μανωμένα δίχτυα αποτελούνται από τρία παράλληλα τοποθετημένα φύλλα διχτυού που αρματώνονται μαζί και τοποθετούνται κατακόρυφα στο νερό: ένα εσωτερικό φύλλο διχτυού (πυκνό ή κυρίως δίχτυ) και δύο φύλλα διχτυού όμοια μεταξύ τους με μεγαλύτερο άνοιγμα ματιού (μανός) τα οποία τοποθετούνται πάνω κ κάτω από το εσωτερικό φύλλο διχτυού.



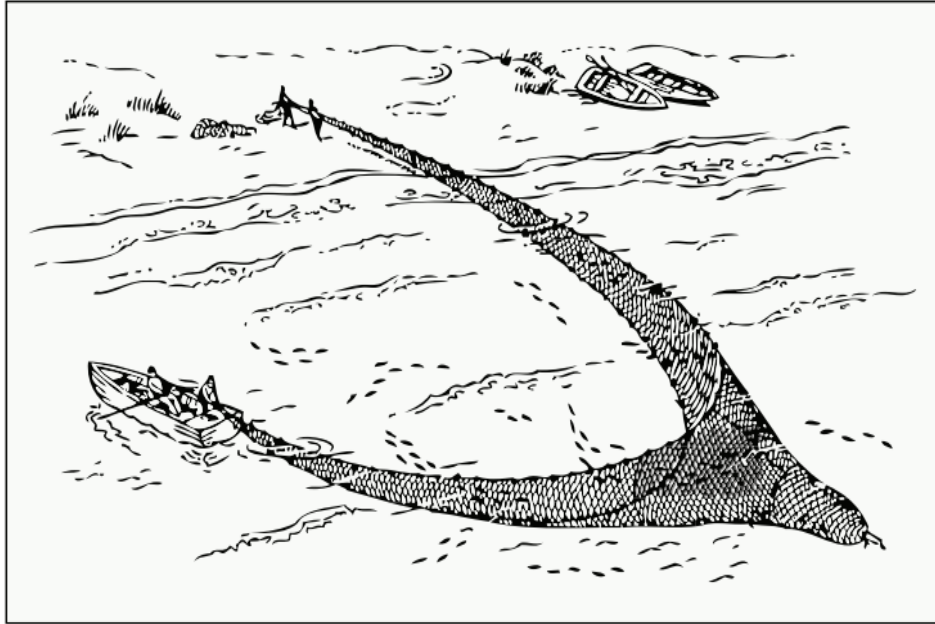
Εικόνα 3: Απλό δίχτυ (απλάδι) (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015)

- Τα κυκλικά διχτυωτά εργαλεία (surrounding nets) περικυκλώνουν κοπάδια ψαριών τόσο πλευρικά, όσο και από κάτω. Σε αυτά περιλαμβάνονται τα εργαλεία με στίγκα όπως το γρι-γρι (purse seine), και χωρίς στίγκα, όπως η λαμπάρα (lampara nets). Το γρι-γρι (Εικόνα 4) που είναι το κυριότερο κυκλικό δίχτυ, χωρίζεται σε δύο κατηγορίες που παρουσιάζουν αρκετές διαφορές ως προς την κατασκευή και τη χρήση τους: το γρι-γρι νύχτας και το γρι-γρι ημέρας.



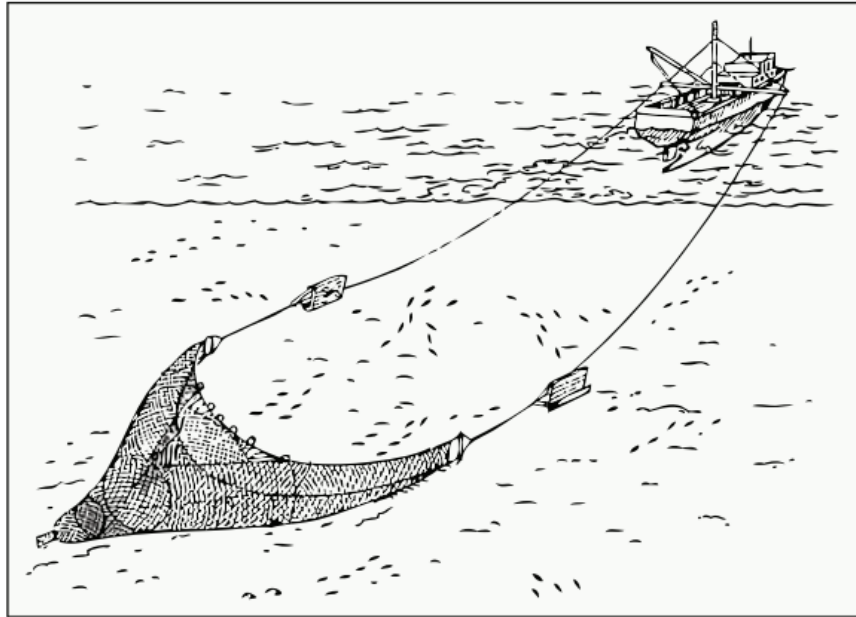
Εικόνα 4: Γρι-γρι (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015)

- Οι γρίποι (seine nets) χρησιμοποιούν δίχτυα και σχοινιά για να περιβάλλουν μια υδάτινη περιοχή και στη συνέχεια έλκονται από τη στεριά ή από το σκάφος. Στην κατηγορία αυτή ανήκει η πεζότρατα (beach seine) (Εικόνα 5), που έλκεται από την ακτή και η βιντζότρατα ή τράτα (boat seine) που έλκεται από το σκάφος.



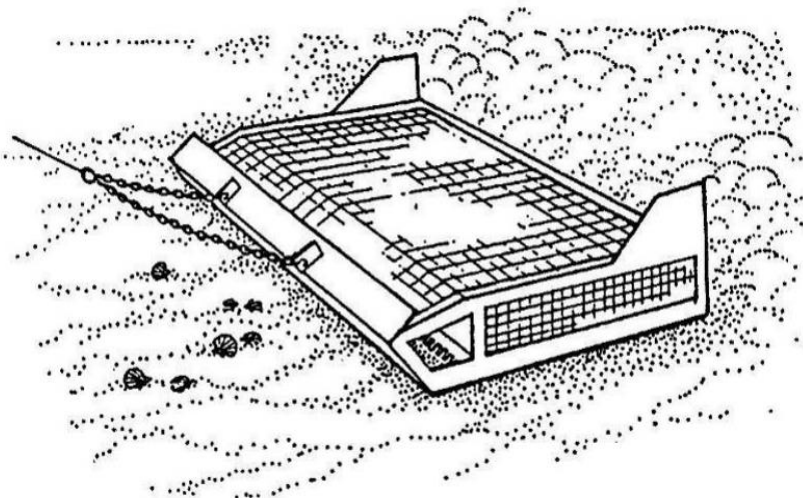
Εικόνα 5: Πεζότρατα (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015)

- Τα δίχτυα που ρίπτονται (falling gear) σκεπάζουν μια περιοχή, φιλτράρουν το νερό και μαζεύουν τα ψάρια. Ρίχνονται κυρίως σε ρηχές θαλάσσιες περιοχές και λίμνες.
- Τα συρόμενα διχτυωτά εργαλεία (trawl nets) είναι εύκαμπτα και σύρονται πίσω από σκάφος. Χωρίζονται σε αυτά που σύρονται πάνω στο βυθό, όπως η τράτα βυθού (bottom trawl) (Εικόνα 6), και αυτά που σύρονται στα μεσόνερα, όπως η μεσοπελαγική τράτα (midwater trawl).



Εικόνα 6: Τράτα βυθού (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015)

- Τα δίχτυα που ανασηκώνονται (lift nets) βυθίζονται σε οριζόντια θέση (παράλληλα προς την επιφάνεια και το βυθό), ανασηκώνονται φιλτράροντας το νερό και συγκεντρώνουν τα ψάρια που βρίσκονται από πάνω τους. Τοποθετούνται από σκάφος ή από την ακτή.
- Οι δράγες (dredges) (Εικόνα 7) σύρονται πάνω στο βυθό, αλλά είναι άκαμπτες και χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συλλογή δίθυρων και καρκινοειδών.

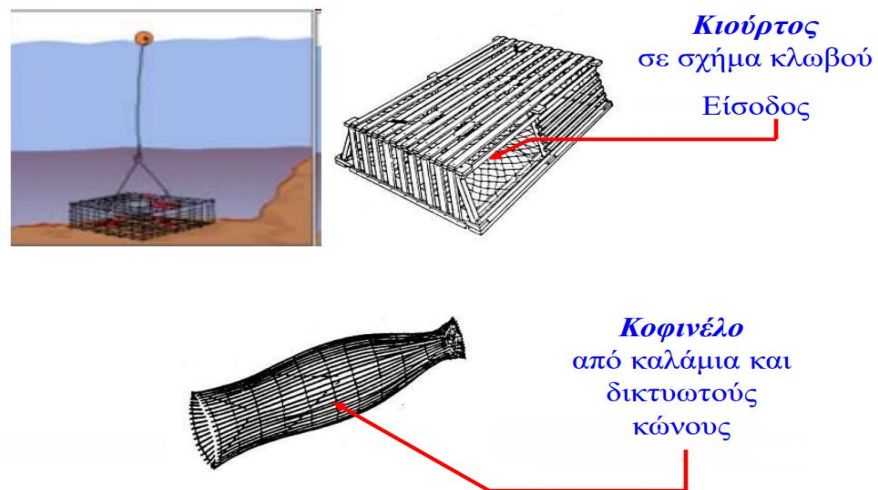


Εικόνα 7: Δράγα για τη συλλογή δίθυρων (Fisheries Management & Fisheries Acoustics Laboratory, 2022)

- Οι παγίδες (traps) είναι αλιευτικά εργαλεία που χρησιμοποιούν δόλωμα για να προσελκύσουν τον οργανισμό ο οποίος εύκολα θα εισέλθει μέσα στις παγίδες αλλά θα δυσκολευτεί να αποδράσει από το εργαλείο. Οι παγίδες που χρησιμοποιούν οι ψαράδες είναι ο κιούρτος, το κοφινέλο, η αστακοπαγίδα (Εικόνα 8), ο βολκός (fykenets) και τα κιούπια (pots). Οι αστακοπαγίδες χρησιμοποιούνται για το ψάρεμα του αστακού. Οι κιούρτοι χρησιμοποιούνται για ψάρια του βυθού και τα κοφινέλα για ψάρεμα λίγο πιο πάνω από το βυθό, με τα ανάλογα δολώματα για τα διάφορα είδη ψαριών (Εικόνα 9) .



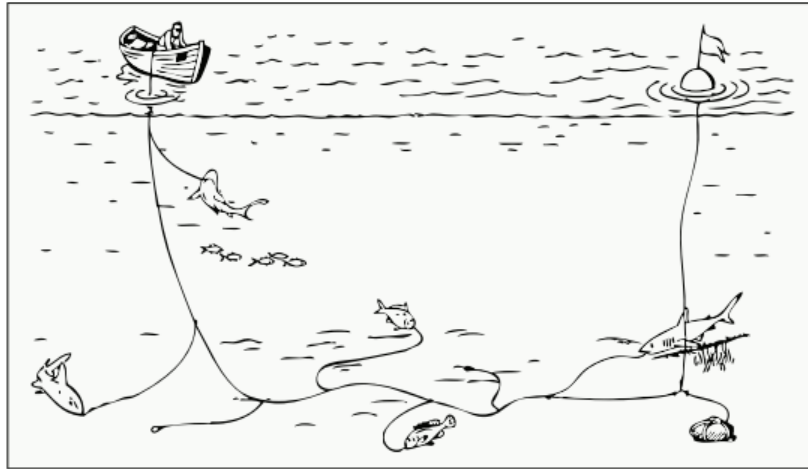
Εικόνα 8: Αστακοπαγίδα (ΜΟΦΙ, 2021)



Εικόνα 9: Κιούρτος και κοφινέλο (Fisheries Management & Fisheries Acoustics Laboratory, 2022)

- Τα αγκιστρωτά εργαλεία (hooks & lines) χρησιμοποιούν δόλωμα για να δελεάσουν τον οργανισμό στόχο που πιάνεται στο αγκίστρι μόλις καταπιεί το δόλωμα.

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα παραγάδια (longlines) (Εικόνα 10), η συρτή (trolling line) και η καθετή (jigline).



Εικόνα 10: Παραγάδι βυθού (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015)

- Στα εργαλεία που αρπάζουν και τραυματίζουν (grappling & wounding gear) περιλαμβάνονται τα καμάκια φαλινοθηρικών (harpoon), τα ψαροτούφεκα και τα καμάκια (spear fishing) και τις τσουγκράνες (rake).
- Οι μηχανές συγκομιδής (harvesting machines) αφαιρούν με μηχανικό τρόπο τους οργανισμούς από το νερό και περιλαμβάνουν αντλίες (pumps) και βυθοκόρους (suction dredge).
- Τέλος, στα λοιπά εργαλεία σύλληψης (all other fish capture gear) περιλαμβάνονται τα θυννεία (drive-in nets) που είναι σταθερή κατασκευή από δίχτυα, τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο, ώστε να σχηματίζουν λαβύρινθους, μέσα στους οποίους παγιδεύονται κοπάδια ψαριών, η σύλληψη με χρήση τοξικών (stupifying materials) και εκρηκτικών (explosives) ουσιών, η ηλεκτραλιεία (electrofishing) και η σύλληψη με το χέρι (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015)

1.3 Χημική σύσταση δικτύων

Η ποικιλία των σπάγκων που χρησιμοποιούνται στο δίχτυ εξαρτάται από την επιλογή των ινών που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή του δικτυού. Πριν από τη δεκαετία του 1950, το σχοινί και το κορδόνι που χρησιμοποιούνταν σε όλες τις θαλάσσιες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης και της αλιείας, κατασκευάζονταν από φυσικές ίνες συνήθως κάνναβη και βαμβάκι και συχνά ενισχύονταν με επίστρωση πίσσας ή λωρίδες φθαρμένου καμβά. Αυτά τα υλικά χάνουν την ανθεκτικότητά τους

στη χρήση και αν χαθούν ή απορριφθούν στη θάλασσα τείνουν να αποσυντίθενται γρήγορα (Gregory, 2009).

Τα τελευταία χρόνια αυτές οι φυσικές ίνες έχουν αντικατασταθεί από νάιλον και άλλα συνθετικά υλικά που είναι γενικά πλεούμενα και πιο ανθεκτικά. Οι ίδιες οι ιδιότητες που η ανθρωπότητα βρίσκει τόσο επιθυμητές στα πλαστικά υλικά είναι επίσης εκείνες που ευθύνονται για την πληθώρα προβλημάτων που δημιουργούν (σε παγκόσμιο επίπεδο) στα θαλάσσια περιβάλλοντα (Gregory, 2009). Οι περισσότερες ίνες που χρησιμοποιούνται στο ψάρεμα σήμερα είναι διάφορες μορφές πλαστικού, αν και οι φυσικές ίνες (κυρίως βαμβάκι) εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται αλλά σπάνια πλέον. Το βαμβάκι απορροφά το νερό κάνοντάς το πολύ βαρύ. Ως εκ τούτου, χρησιμοποιείται κυρίως στα βραγχιακά δίχτυα βυθού για τη σύλληψη μεγάλων θαλάσσιων οργανισμών, όπως καρχαρίες. Ο πλαστικός σπάγκος είναι κατασκευασμένος από μακριές χορδές νημάτων μαζεμένα σε κλώνους και στριμμένα σαν σχοινί ή πλεγμένα σαν κορδόνι για να του δώσουν επιπλέον αντοχή. Ο σπάγκος που κατασκευάζεται από ένα μόνο νήμα ονομάζεται μονόινο νήμα.

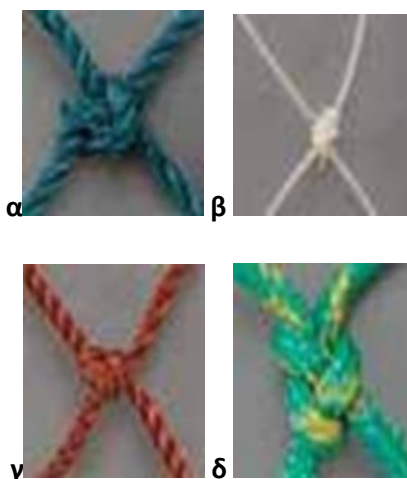
Ο σπάγκος διατίθεται σε μια ολόκληρη σειρά χρωμάτων και αποχρώσεων. Το χρώμα δεν είναι πάντα μια ιδιότητα του νήματος που ορίζουν οι αλιείς, εκτός από μεμονωμένες περιπτώσεις. Αυτό που είναι σημαντικό για τους αλιείς είναι η αντοχή, η ανθεκτικότητα και το κόστος του σπάγκου. Στα κυκλικά δίχτυα, φωτεινά χρώματα όπως το κόκκινο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να «τρομάξουν» τα ψάρια στο κέντρο του δακτυλίου. Εναλλακτικά η έλλειψη χρώματος π.χ. ανοιχτά πράσινα και μπλε, μπορούν να βοηθήσουν ένα δίχτυ να «εξαφανιστεί» στο περιβάλλον του. Τα χρώματα που κυριαρχούν είναι αυτά που είναι πιο ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία, δηλαδή το μπλε και το πράσινο. Αυτό μειώνει την ταχύτητα που αποσυντίθεται ένα δίχτυ γιατί, λόγω του υψηλού κόστους τους, οι αλιείς θέλουν τα δίχτυα τους να έχουν διάρκεια (GhostNets Australia, 2021).

Δεν έχουν όλα τα πλαστικά την ίδια χημική σύσταση. Η σύνθεση καθορίζει τις συγκεκριμένες ιδιότητες που απαιτούνται, όπως η άνωση, η αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία, η αντοχή στην τριβή και το κόστος για την αλιευτική λειτουργία.

Δυστυχώς η χημική σύνθεση του πλαστικού είναι δεν είναι εύκολο να διακριθεί με γυμνό μάτι, αλλά υπάρχουν τέσσερις διακριτές ομάδες πλαστικών σύμφωνα με έρευνα που έκανε ο οργανισμός GhostNets Australia (GNA):

- ◆ Το PET (Εικόνα 11α) είναι το πιο κοινό πλαστικό που χρησιμοποιείται για κάθε είδους ψάρεμα με τράτα. Αυτό το πλαστικό μπορεί να στρίψει σε σκληρό σπάγκο (GhostNets Australia, 2021).
- ◆ Το Nylon 6 (Εικόνα 11β) είναι διακριτικό καθώς είναι πάντα μονόινο και μοιάζει με τρίχες οδοντόβουρτσας. Συνήθως βρίσκονται σε καθαρά ή πολύ ανοιχτά χρώματα. Επειδή το νάιλον έχει αρνητική άνωση, χρησιμοποιείται συχνότερα σε στερεωμένα απλάδια δίχτυα (GhostNets Australia, 2021).
- ◆ Το Nylon 6.6 (Εικόνα 11γ) είναι ένα πολύ λεπτό νήμα (χρησιμοποιείται και στις νάιλον κάλτσες) που κάνει ένα μαλακό, εξαιρετικά εύκαμπτο δίχτυ μερικές φορές σε σύγκριση με το μετάξι. Χρησιμοποιείται σε μικρά δίχτυα γρι-γρι (GhostNets Australia, 2021).
- ◆ Τα Spectra™ (Εικόνα 11δ) και Dyneema™, αν και ακριβά, είναι δημοφιλή στις αλιευτικές δραστηριότητες της Αυστραλίας που χρησιμοποιούν πολλή δύναμη (π.χ. βενθοπελαγική τράτα). Έχουν λιγότερο τέντωμα από το PET και είναι ισχυρά και ανθεκτικά στην τριβή. Είναι διακριτικά γιατί συχνά είναι πολύχρωμα και πλεγμένα (GhostNets Australia, 2021).

Υπάρχουν και άλλα είδη, αν και είναι λιγότερο εύκολο να διακριθούν (GhostNets Australia, 2021).



Εικόνα 11: α PET, β Nylon 6, γ Nylon 6.6, δ Spectra™ (GhostNets Australia, 2021)

1.4 Οι τρόποι απόρριψης των πλαστικών δικτύων και τα δίκτυα φαντάσματα

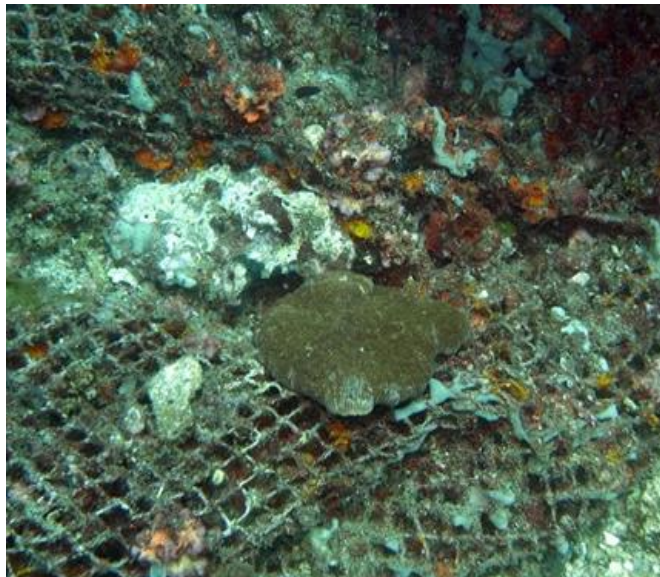
Η αλιεία και άλλες διάφορες θαλάσσιες δραστηριότητες σε παράκτιες περιοχές οδηγούν αναπόφευκτα στη ρύπανση των θαλάσσιων υδάτων (Εικόνα 12). Επιπλέον, τέτοιες θαλάσσιες δραστηριότητες αντιπροσωπεύουν μεγάλο ποσοστό παράκτιας ρύπανσης. Τα πλαστικά θαλάσσια απορρίμματα παραμένουν στη θάλασσα για μεγάλο χρονικό διάστημα, βλάπτουν το θαλάσσιο περιβάλλον, προκαλούν προβλήματα στην αλιεία και απειλούν την ασφάλεια στη θάλασσα (Cho, 2011). Υπάρχουν πολλά ακατάλληλα αλιευτικά εργαλεία στον πυθμένα αλιευτικών περιοχών, που προκαλούν αναποτελεσματικότητα στην αλιεία. Η αλιευτική πίεση στον πυθμένα χρησιμοποιώντας απλάδια δίκτυα, παγίδες και τράτες έχει αυξήσει τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία. Τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία συνήθως δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των αλιευτικών δραστηριοτήτων. Η αλιεία γίνεται κυρίως με απλάδια δίκτυα και μερικές φορές τα δίκτυα αυτά εγκαταλείπονται, χάνονται ή απορρίπτονται με αποτέλεσμα να έχουμε τα δίκτυα φαντάσματα (ALDFG) (Cho, 2011).



Εικόνα 12: Εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία που ανυψώνονται από ένα βαρούλκο σε πλοία από τον βυθό της Ανατολικής Θάλασσας (Cho, 2011)

Η μετάβαση από το φυσικό ή βιοδιασπώμενο υλικό που χρησιμοποιήθηκε παραδοσιακά για αιώνες στα συνθετικά αλιευτικά εργαλεία οδήγησε σε αύξηση της ποσότητας εγκαταλελειμμένων δικτύων αλιείας (ALDFG) που συσσωρεύεται στους ωκεανούς του κόσμου (Stelfox et al., 2016). Τα συνθετικά δίκτυα δημιουργούν

μεγαλύτερο πρόβλημα αποβλήτων από τα δίχτυα φυσικών ινών, επειδή τα συνθετικά δίχτυα τείνουν να είναι μακρύτερα και παραμένουν πολύ περισσότερο χρόνο από τα δίχτυα που κατασκευάζονται από οργανικά υλικά, όπως η κάνναβη, τα οποία υποβαθμίζονται πιο γρήγορα (Macfadyen et al., 2009). Έτσι, το πλαστικό δίχτυ έχει ως αποτέλεσμα μια αυξημένη απειλή για την θαλασσιά ζωή, η οποία εκτείνεται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, όταν τα απολεσθέντα ή εγκαταλελειμμένα δίχτυα παραμένουν στο ωκεάνιο ρεύμα (Gunn et al., 2010). Τα αίτια της ALDFG περιλαμβάνουν: εμπλοκή στο βυθό (Εικόνα 13), καταιγίδες ή κακές καιρικές συνθήκες, λειτουργικές ζημιές, ακατάλληλη χρήση εργαλείων, συγκρούσεις εργαλείων, υψηλό κόστος που σχετίζεται με την κατάλληλη διάθεση, έλλειψη εγκαταστάσεων απόρριψης, έλλειψη χώρου στα αλιευτικά σκάφη και υλικοτεχνικές δυσκολίες ανάκτησης εργαλείων (Stelfox et al., 2016).



Εικόνα 13: Εγκαταλελειμμένο πλαστικό δίχτυ κολλημένο πάνω σε νεκρά κοραλλιά στο Στενό Lembeh (Hoeksema & Hermanto, 2018)

Οι ακατάλληλες μέθοδοι αλιείας μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια αλιευτικών εργαλείων, όπως για παράδειγμα οι νέοι αλιείς που θέτουν παθητικά εργαλεία σε περιοχές όπου είναι πιθανό να βρουν εμπόδια στον βυθό. Τοποθετώντας εργαλεία σε περιοχές όπου υπάρχει μεγάλη πιθανότητα αλληλεπίδρασης με ενεργών εργαλεία σε μεγάλες περιόδους παραμονής τους στο νερό κατά τις οποίες ένα συρόμενο εργαλείο κινείται από την αρχική του θέση και προς όπου κυριαρχούν ισχυρά ρεύματα (Gilman, 2015). Τα παθητικά εργαλεία περιλαμβάνουν απλάδια

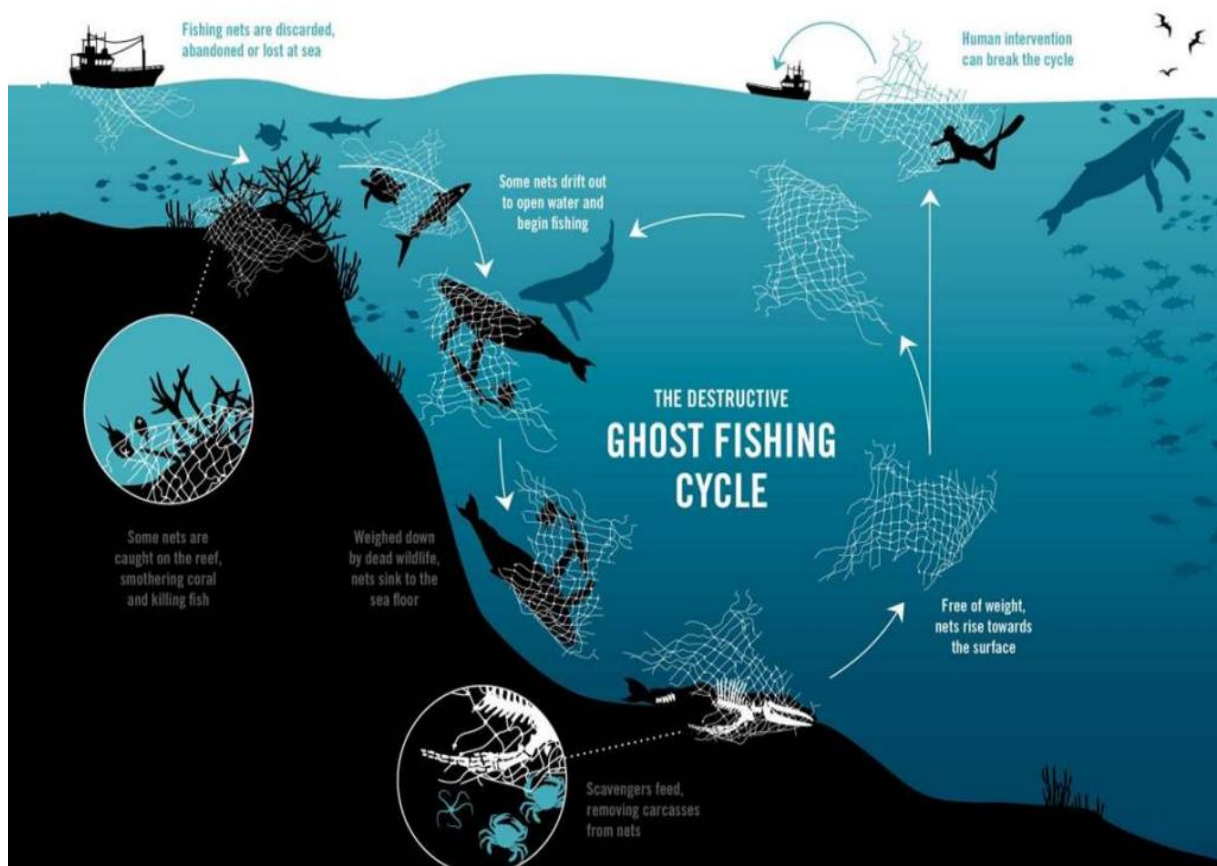
δίχτυα, μανωμένα δίχτυα, πελαγικά και βενθοπελαγικά παραγάδια, κιούρτους και άλλα εργαλεία παγίδευσης, όπου η διαδικασία σύλληψης βασίζεται στην μετακίνηση των θαλάσσιων οργανισμών προς το εργαλείο. Η διαδικασία αλίευσης των ενεργών εργαλείων παύει συνήθως όταν τα εργαλεία καταστρέφονται κατά την απόσπαση από το σκάφος (Gilman, 2015). Σε ορισμένους τύπους αλιείας, ένας κοινός λόγος για μόνιμες απώλειες φαίνεται να είναι ένας συνδυασμός από τραχύ πυθμένα και ισχυρά ρεύματα που έχουν ως αποτέλεσμα το μπλοκάρισμα (ή «αγκίστρωση») των διχτύων και στο κάτω μέρος (Macfadyen et al., 2009).

Η παρουσία διχτύων-φαντάσματος (Εικόνα 14) στο θαλάσσιο περιβάλλον μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, και η απώλεια διχτύων μπορεί να διαφέρει μεταξύ των τύπων αλιείας. Για παράδειγμα, εκτιμάται ότι περισσότερα από δύο χιλιάδες δίχτυα χάνονται ετησίως σε ένα αλιευτικό απλάδι της Βόρειας Ισπανίας, ενώ ένα άλλο είδος απλάδι στην ίδια περιοχή αναφέρει ετήσιες καθαρές απώλειες περίπου εκατό διχτύων (Macfadyen et al., 2009). Σε κακές καιρικές συνθήκες, τα εργαλεία μπορεί να χαθούν στη θάλασσα, οι συγκρούσεις αλιευτικών εργαλείων μπορούν να οδηγήσουν σε απώλεια διχτύων, η παράνομη αλιεία μπορεί να οδηγήσει σε θαλάσσια απόρριψη διχτύων και βανδαλισμό ή κλοπή. Επιπλέον, η κακή πρόσβαση στις εγκαταστάσεις συλλογής στην ξηρά έχει σημειωθεί ως αιτία για τον αυξημένο αριθμό χαμένων ή πεταμένων διχτύων (Gunn et al., 2010).



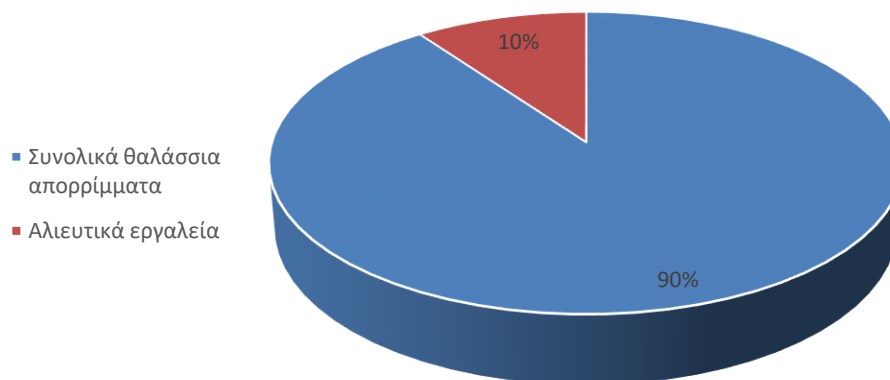
Εικόνα 14: Ανάκτηση απλαδιών διχτύων φαντασμάτων στο Puget Sound, WA, ΗΠΑ (Lively & Good, 2019)

Το Ghost fishing (GF) είναι ο όρος που δίνεται στη συνεχιζόμενη αλιεία με αλιευτικά εργαλεία που έχουν χαθεί ή εγκαταλειφθεί στον υδάτινο βιότοπο. Περιορίζεται σε μεγάλο βαθμό σε παθητικά εργαλεία όπως απλάδια, δίχτυα, δίχτυα ναυαγίων και παγίδες (Masomrou et al., 2018). Εκτός από την απώλεια των νόμιμων αλιευτικών εργαλείων από τους επαγγελματίες αλιείς, η ποσότητα των δίχτυων-φαντασμάτων αυξάνεται λόγω των παράνομων αλιευτικών δραστηριοτήτων. Τα παράνομα δίχτυα αλιείας τοποθετούνται κυρίως στους τόπους αναπαραγωγής τόσο των οικολογικά όσο και των οικονομικά σημαντικών ειδών ψαριών. Οι παράνομοι αλιείς βρίσκονται σε μια κατάσταση όπου αλιεύουν ρίχνοντας τα αλιευτικά εργαλεία στις θάλασσες για να αποκρύψουν τα αποδεικτικά στοιχεία. Τα σύγχρονα απλάδια είναι κατασκευασμένα από συνθετικό υλικό και είναι πολύ ανθεκτικά. Είτε είναι παράνομης προέλευσης ή όχι, τα δίχτυα-φαντάσματα δεν είναι μόνο πλαστική ρύπανση του περιβάλλοντος, αλλά μερικά από αυτά συνεχίζουν να αλιεύουν και να τραυματίζουν ή και να σκοτώνουν ψάρια για κάποιο χρονικό διάστημα (Zoran Spirkovski, 2018). Τα παρασυρόμενα αλιευτικά εργαλεία προκαλούν την αλιεία με δίχτυα-φαντάσματα και αναποτελεσματικότητα της αλιείας μέσω της εμπλοκής τους με απλάδια δίχτυα, παγίδες και δίχτυα τράτας (Cho, 2011). Μετά την απόρριψή τους, τα δίχτυα-φαντάσματα συνεχίζουν να παγιδεύουν αλιεύματα με μειωμένη απόδοση. Τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία μπορεί να συνεχίσουν να αλιεύουν ψάρια για αρκετά χρόνια μετά την απώλεια του ελέγχου των εργαλείων και ως εκ τούτου μπορεί να προκαλέσουν σημαντική ανεξιχνίαστη αλιευτική θνησιμότητα (Masomrou et al., 2018). Για τα θαλάσσια φαντάσματα απλάδια, έχει αναφερθεί διάρκεια αλιείας από λιγότερο από τρεις μήνες έως και δύο χρόνια (Gilman, 2015). Τα «δίχτυα-φαντάσματα» συνεχίζουν να αλιεύουν θαλάσσιους οργανισμούς ακόμα και αν βυθιστούν ή χαθούν στον βυθό (Εικόνα 15) (Derraik, 2002). Η μείωση των ποσοστών αλιευμάτων εξαρτάται από τον τύπο του οικοτόπου, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τον βιοτικό αποικισμό (Pawson, 2003).



Εικόνα 15: Ο κύκλος ζωής των δικτύων φαντάσματος (MEdIES, 2020)

Η πραγματική ποσότητα των εγκαταλελειμμένων, χαμένων ή με άλλο τρόπο απορριφθέντων αλιευτικών εργαλείων (ALDFG) είναι εξαιρετικά δύσκολο να υπολογιστεί ποσοτικά. Ωστόσο, έχει υπολογιστεί ότι κάθε χρόνο χάνονται πάνω από 640.000 τόνοι εργαλείων παγκοσμίως, πράγμα που σημαίνει ότι τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία αντιπροσωπεύουν πάνω από το 10% των συνολικών θαλάσσιων απορριμμάτων (Εικόνα 16) που επιπλέουν στους ωκεανούς μας (Stelfox et al., 2016).



Εικόνα 16: Ετήσιο ποσοστό εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων (Stelfox et al., 2016)

1.5 Οι επιπτώσεις των πλαστικών δικτύων αλιείας στο θαλάσσιο οικοσύστημα

Τα θαλάσσια απορρίμματα είναι ένα πολυδιάστατο παγκόσμιο πρόβλημα και μια αυξανόμενη απειλή για το παράκτιο και θαλάσσιο περιβάλλον (UNEP, 2009). Θαλάσσια απορρίμματα ορίζονται ως οποιοδήποτε μόνιμο κατασκευασμένο ή επεξεργασμένο στερεό υλικό που απορρίπτεται ή εγκαταλείπεται στο θαλάσσιο και παράκτιο περιβάλλον (Löhr et al., 2017), έχει επισημανθεί ως ρύπος της παγκόσμιας περιβαλλοντικής και οικονομικής ανησυχίας. Υπάρχουν διάφοροι τύποι θαλάσσιων απορριμμάτων, συμπεριλαμβανομένου για παράδειγμα του πλαστικού, του μετάλλου και του γυαλιού τα οποία επιπλέουν στο νερό ή βρίσκονται στον βυθό της θάλασσας. Τα πλαστικά αντιπροσωπεύουν έως και το 70% των θαλάσσιων απορριμμάτων που ξεβράζονται στις ακτές σε παραλίες ή μπορούν επίσης να βρεθούν σε απομακρυσμένες πολιτικές περιοχές (Galgani et al., 2015). Ο πολλαπλασιασμός της πλαστικής παραγωγής έχει οδηγήσει στη συσσώρευση θαλάσσιων απορριμμάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον. Στη συσσώρευση τόσο μεγάλης ποσότητας πλαστικού στο θαλάσσιο περιβάλλον βοηθάει και η ανθεκτικότητα του πλαστικού έναντι της υποβάθμισης (Agamuthu et al., 2019). Πέρα από την αισθητική ρύπανση, τα θαλάσσια απορρίμματα έχουν σημαντικές περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις και ενέχουν σοβαρούς κινδύνους για τους υδρόβιους οργανισμούς και την ανθρώπινη υγεία

(Anastasopoulou et al., 2013). Στον παρακάτω πίνακα 1 φαίνονται τα ποσοστά από τα θαλάσσια απορρίμματα που βρεθήκαν σε μελέτες σε όλο τον κόσμο (Agamuthu et al., 2019).

Πίνακας 1: Ποσοστό πλαστικών σε διάφορες μελέτες θαλάσσιων απορριμμάτων παγκοσμίως (Agamuthu et al., 2019)

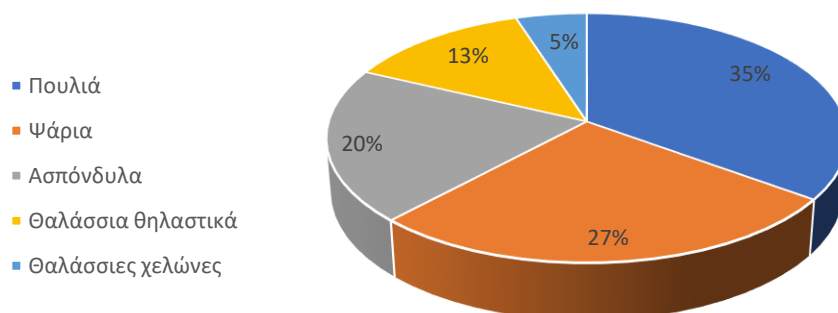
Χώρα	Περιοχή	Ποσοστό πλαστικών απορριμμάτων %	Πηγές - Αναφορές
Ταϊβάν	Kaohsiung	77	(Liu, et al., 2013)
Κίνα	Rizhao City	48	(Zhou, et al., 2015)
ΗΠΑ	Monterey	68	(Rosevelt, et al., 2013)
Βραζιλία	Santa Catarina	90	(Widmer & Hennemann, 2010)
Αυστραλία	Charlesworth Bay	91	(Smith & Markic, 2013)
Παπούα Νέα Γουινέα	Bootless Bay	89	(Smith, 2012)

Τα δίχτυα αλιείας και τα πλαστικά απορρίμματα που απορρίπτονται στους ωκεανούς έχουν προκαλέσει σημαντικά αρνητικές επιπτώσεις στο θαλάσσιο οικοσύστημα (Truong et al., 2021). Τα πλαστικά απορρίμματα που είναι τα πιο επικίνδυνα για τη θαλάσσια ζωή είναι τα δίχτυα αλιείας και τα θραύσματα δικτύων, πλαστικές σακούλες, συνθετικό σχοινί και πετονιά, μικρά πλαστικά αντικείμενα, όπως πλαστικά ποτήρια, τα οποία διασπώνται σε μικρά επιπλέοντα θραύσματα και μικροπλαστικά. Ορισμένοι τύποι πλαστικών απορριμμάτων, ιδιαίτερα τα δίχτυα αλιείας, αποτελούν σοβαρές απειλές για τα θαλάσσια θηλαστικά, τα ψάρια, τα θαλασσοπούλια, τις χελώνες και τα καρκινοειδή (Gregory, 2009). Τα αλιευτικά δίχτυα και εργαλεία που χάνονται ή εγκαταλείπονται από τους αλιείς απειλούν τον κύκλο της θαλάσσιας ζωής, με την εμπλοκή, την κατάποση ή ακόμα και τη θανάτωση θαλάσσιων οργανισμών (Laist, 1987). Θαλάσσια θηλαστικά (Εικόνα 17), όπως οι μεγάλες φάλαινες, οι φώκιες και οι χελώνες έχουν υποστεί τραυματισμό ή πνιγμό (Kim et al., 2014).



Εικόνα 17: : Τα θαλάσσια απορρίμματα έχουν σημαντικό αντίκτυπο στα μεγάλα σπονδυλωτά, καθώς συχνά μπλέκονται σε πεταμένα σχοινιά και δίχτυα (Valavanidis, 2014)

Τα εγκαταλελειμμένα πλαστικά δίχτυα – δίχτυα φαντάσματα (ALDFG), οι πετονιές και γενικά τα αλιευτικά εργαλεία προκαλούν το 65% των παγιδεύσεων των θαλάσσιων οργανισμών στη Μεσόγειο. Η απειλούμενη με εξαφάνιση Μεσογειακή φώκια είναι ένα από τα θύματα των διχτυών φαντασμάτων (WWF Greece, 2019). Σε όλο τον κόσμο έχουν βρεθεί 344 είδη θαλάσσιων οργανισμών παγιδευμένα σε πλαστικά δίχτυα. Στη Μεσόγειο, οι περισσότεροι παγιδευμένοι οργανισμοί είναι πουλιά (35%), ψάρια (27%), ασπόνδυλα (20%), θαλάσσια θηλαστικά (13%) και θαλάσσιες χελώνες(5%) (Εικόνα 18) (WWF Greece, 2019).



Εικόνα 18: Ποσοστά παγιδευμένων οργανισμών στη Μεσόγειο από εγκαταλελειμμένα πλαστικά δίχτυα (WWF Greece, 2019)

Από τις 403 διαπλεκόμενες βόρειες φώκιες που παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο 1981-1984 σε εμπορικές συγκομιδές φώκιας στο Pribilof Islands στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής, οι 268 φώκιες ήταν μπλεγμένες σε θραύσματα διχτυών (κυρίως δίχτυα τράτας) σύμφωνα με έρευνα που έκανε ο David Laist το 1987 (Laist, 1987). Τα πλέγματα ή αλλιώς το μάτι των διχτυών καθώς μεγαλώνουν τα ζώα μπορεί να σφίξουν και να τεμαχιστούν, δημιουργώντας «θανατηφόρα περιδέραια» που τελικά οδηγούν σε πνιγμό.

Τα συρόμενα και παρασυρόμενα δίχτυα είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα (Gregory, 2009). Η αποτελεσματικότητα σύλληψης των διχτυών θα εξαρτηθεί από τη δομή του διχτυού και αυτό μπορεί να επηρεαστεί από την παρουσία ή απουσία εμποδίων όπως ναυάγια ή βραχώδεις πυθμένες έναντι λείων αμμωδών πυθμένων ή βαθέων υδάτων. Ένα δίχτυ έχει μεγαλύτερη πιθανότητα να πιαστεί επί τόπου σε ένα εμπόδιο, όπως ένας βραχώδης βυθός ή ένας κοραλλιογενής ύφαλος, ο οποίος μπορεί να σκίσει το πλέγμα δημιουργώντας μεγαλύτερες τρύπες με αποτέλεσμα να μπορούν να μπλεχτούν και μεγαλύτερα ζώα (Stelfox et al., 2016). Αντίθετα, εάν ένα δίχτυ κολλήσει και χαθεί σε έναν ρηχό αμμώδη βυθό, θα συνεχίσει να ψαρεύει ως δίχτυ-φάντασμα μέχρι το βάρος του αλιεύματος να μειώσει το κατακόρυφο ύψος του διχτυού και να καταλήξει στον πυθμένα της θάλασσας με ελάχιστη ή και χωρίς αλιευτική ικανότητα (Baeta et al., 2009).

Η θολότητα του νερού έχει ως αποτέλεσμα τα απορρίμματα και τα αλιευτικά εργαλεία καθώς και τα δίχτυα-φαντάσματα να γίνονται λιγότερο ορατά. Η παρουσία οργανισμών μέσα ή κοντά στα δίχτυα αλιείας, είναι παράγοντες που μπορεί να συμβάλουν στην εμπλοκή ή τον στραγγαλισμό θαλάσσιων οργανισμών από εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία, με αποτέλεσμα τον τραυματισμό μέχρι και τη θανάτωση τους. Τα βενθικά ασπόνδυλα, όπως τα καβούρια και τα εχινόδερμα, μπορεί να εμπλακούν σε δίχτυα, παγίδες ή άλλα είδη πλαστικών απορριμμάτων που βρίσκονται στον βυθό της θάλασσας (Good et al., 2010). Με τον τρόπο αυτό, τα αλιευτικά εργαλεία-φαντάσματα μπορούν να συνεχίσουν να αλιεύουν για μεγάλο χρονικό διάστημα μια μεγάλη ποικιλία θαλάσσιων οργανισμών (Angiolillo & Fortibuoni, 2020). Η αδυναμία μετακίνησης και αναπνοής, που θέτει σε κίνδυνο την ικανότητα απόκτησης τροφής και διαφυγής από τους θηρευτές, μπορεί τελικά να οδηγήσει σε θάνατο, πείνα ή πνιγμό (Ayaz et al., 2006, Brown & Macfadyen, 2007,

Enrichetti et al., 2019). Επιπλέον, η εμπλοκή, η τριβή και οι περιορισμένες κινήσεις μπορούν να οδηγήσουν σε βλάβες που διατρέχουν κίνδυνο λοιμώξεων και ακρωτηριασμού (Angiolillo & Fortibuoni, 2020).

Η πιο ολοκληρωμένη ανασκόπηση των επιπτώσεων των θαλάσσιων απορριμμάτων παγκοσμίως, συμπεριλαμβανομένου και του χαμένου αλιευτικού εξοπλισμού, είναι ίσως αυτή που έκανε ο Laist (1997). Θεωρήθηκε η εμπλοκή των θαλάσσιων οργανισμών (Εικόνα 19α,β) στα πλαστικά δίχτυα η πιο πιθανή αιτία θνησιμότητας παρά η κατάποση (Laist, 1997). Τα εργαλεία αλιείας (πετονιά, δίχτυα και σχοινιά) είναι η πιο σημαντική πηγή εμπλοκών σε όλα τα τεκμηριωμένα αρχεία σχετικά με θαλάσσιες χελώνες, παράκτια και θαλάσσια πτηνά, θαλάσσια θηλαστικά και ψάρια και καβούρια (Laist, 1987). Η μεγαλύτερη πηγή αυτού του υλικού θεωρήθηκε ότι ήταν εμπορικές αλιευτικές δραστηριότητες, αν και εξετάστηκαν επίσης τα ερασιτεχνικά πλοία και τα φορτηγά πλοία ως πιθανές πηγές (Macfadyen et al., 2009).



α



β

Εικόνα 19α,β: Τα δίχτυα αλιείας που χάνονται από τους ψαράδες δίχτυα-φαντάσματα μπορούν να μπερδευτούν σε δελφίνια, θαλάσσιες χελώνες κ.λπ., προκαλώντας ασιτία, ρήξεις, μόλυνση και ασφυξία. (Valavanidis, 2014)

Όλες οι θαλάσσιες χελώνες ταξινομούνται παγκοσμίως ως απειλούμενα είδη και προστατεύονται από τις περισσότερες μεσογειακές χώρες. Στο παρελθόν συνήθιζαν τα θηλυκά να φωλιάζουν σε αρκετές ακτές της Μεσογείου. Σύμφωνα με έρευνες που έχουν γίνει μπορεί να υπάρχουν περίπου 2.000 θηλυκές χελώνες (*Caretta caretta*), που αφήνουν ακόμα τα αυγά τους στην περιοχή της Μεσογείου (Groombridge, 1989) με την Ελλάδα, την Τουρκία και την Κύπρο να δέχονται τις μεγαλύτερες συγκεντρώσεις θηλυκών (Venizelos, 1991).

Η χελώνα *Caretta caretta* (Εικόνα 20), θεωρείται το πρώτο παγκοσμίως απειλούμενο είδος, παρόλο που είναι η πιο κοινή θαλάσσια χελώνα. Η κατάσταση της χελώνας είναι ευάλωτη και υψηλή προτεραιότητα δίνεται στην προστασία της (UNEP, 1989). Τις τελευταίες δεκαετίες, πολλά έργα που υποστηρίζονται από εθνικούς καθώς και διεθνείς οργανισμούς όπως η WWF, έχουν πραγματοποιηθεί στη Μεσόγειο Θάλασσα. Ο κύριος στόχος τους ήταν η προστασία των παραλιών ωτοκίας, ο βιότοπος όπου βρίσκονται οι περισσότερες χελώνες που είναι ευάλωτες. Υψηλή προτεραιότητα δόθηκε στην παρακολούθηση ωτοκίας, επισήμανση θηλυκών χελωνών στις παραλίες που φωλιάζουν και ευαισθητοποίηση του κοινού προκειμένου

να αποφευχθούν ενοχλήσεις κατά τη διάρκεια της φωλεοποίησης στις παραλίες και πλήρης απώλεια ενδιαιτημάτων φωλεοποίησης μέσω συνεχώς αυξανόμενων ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ιδιαίτερα του τουρισμού. Μία από τις σημαντικότερες παραλίες ωτοκίας για την χελώνα *Caretta caretta* σε όλη τη Μεσόγειο βρίσκεται στον κόλπο του Λαγανά Ζακύνθου, νότιο Ιόνιο Πέλαγος, Ελλάδα (Ραπου et al., 1992).



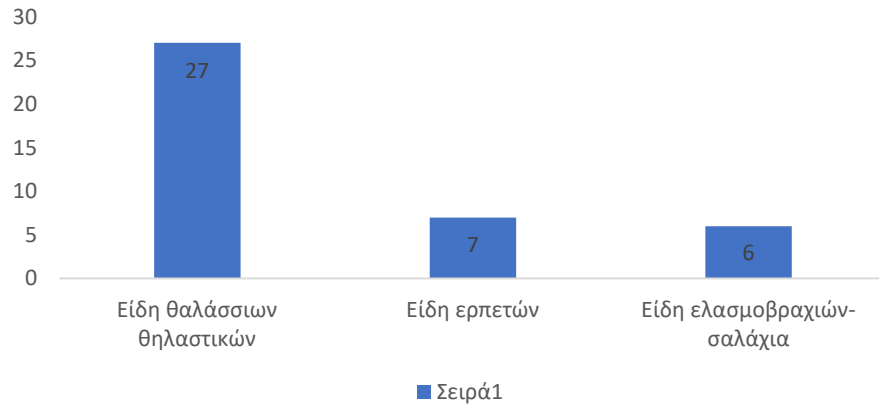
Εικόνα 20: Η χελώνα *Caretta caretta* της Μεσογείου (medasset, 2022)

Τα μπλεγμένα ζώα μπορούν να πνιγούν, να τραυματιστούν ή να έχουν μειωμένη ικανότητα σύλληψης τροφής ή και να γίνουν δόλωμα για άλλους θαλάσσιους οργανισμούς. Το υλικό που καταπίνεται μπορεί να μπλοκάρει και να βλάψει το πεπτικό σύστημα και να μειώσει τη σίτιση τους.

Τα χαμένα ή εγκαταλειμμένα δίχτυα έχουν ως αποτέλεσμα μια σειρά από κρούσεις. Το ψάρεμα με δίχτυα-φαντάσματα εξαντλεί τα αποθέματα ιχθύων που οδηγεί σε οικονομικές απώλειες για την αλιεία και το κόστος αντικατάστασης των χαμένων δικτυών επηρεάζει τα κέρδη από την αλιεία (Gunn et al., 2010). Άλλες επιπτώσεις των εγκαταλελειμμένων δικτυών περιλαμβάνουν τη συνεχιζόμενη αλίευση μη στοχευόμενων ειδών, όπως οι χελώνες, τα θαλασσοπούλια και τα θαλάσσια θηλαστικά. Επιπλέον, το ψάρεμα με δίχτυα-φαντάσματα μπορεί να αλλάξει και το βενθικό περιβάλλον και να εισάγει ξένα είδη (Gunn et al., 2010).

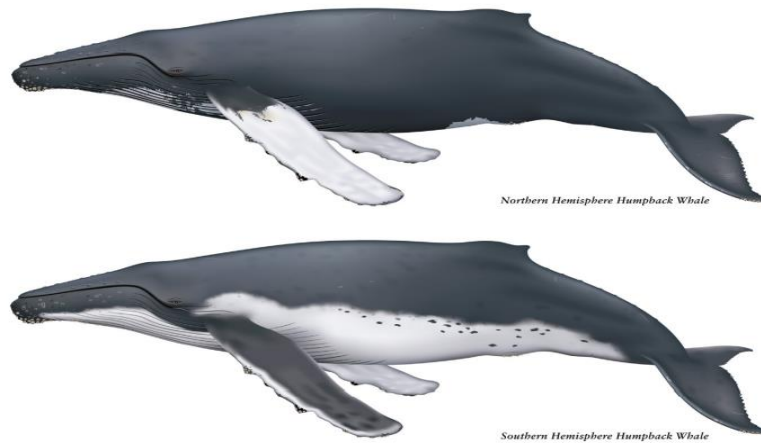
Σύμφωνα με την ανασκόπηση που έκανε ο Martin Stelfox (2016) καταγράφηκαν 40 διαφορετικά είδη θαλάσσιων οργανισμών που βρέθηκαν μπλεγμένα σε χαμένα ή εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) (27 είδη

θαλάσσιων θηλαστικών, επτά είδη ερπετών και έξι είδη ελασμοβραχιών - σαλάχια) (Εικόνα 21). Τα θαλάσσια θηλαστικά αντιπροσώπευαν το 70% όλων των μπλεγμένων θαλάσσιων οργανισμών στα αλιευτικά εργαλεία (Stelfox et al., 2016).



Εικόνα 21: Αριθμός ειδών θαλάσσιων οργανισμών που βρέθηκαν μπλεγμένα σε χαμένα ή εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) (Stelfox et al., 2016)

Οι μεγάπτερες ή καμπούρες φάλαινες (*Megaptera novaeangliae*) (Εικόνα 22) ήταν από τα πρώτα είδη θαλάσσιων οργανισμών που βρέθηκαν μπλεγμένα σε εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία με αριθμό μπλεγμένων φαλαινών 670, ακολουθεί η φάλαινα του Βορείου Ατλαντικού (*Eubalaena glacialis*) με αριθμό 648 (Stelfox et al., 2016). Οι καμπούρες φάλαινες και οι φάλαινες του Βορείου Ατλαντικού έλαβαν μεγάλη προσοχή στη βιβλιογραφία, καθώς και τα δυο αυτά είδη αντιπροσωπεύουν το 24% όλων των μπλεγμένων θαλάσσιων οργανισμών στα δίχτυα αλιείας που εντοπίστηκαν σε αυτήν την ανασκόπηση (Stelfox et al., 2016). Σε ορισμένες μελέτες περίπου οι μισές (48-57%) από τις καμπούρες φάλαινες που αξιολογήθηκαν έδειξαν σημάδια κάποιας μορφής προηγούμενης εμπλοκής (Robbins & Mattila, 2004).



Εικόνα 22: Μεγάπτερα ή καμπούρα φάλαινα (*Megaptera novaeangliae*) (Clapham, 2018)

Ο υψηλότερος αριθμός εμπλεκόμενων ειδών για όλα τα πτερυγιόποδα στην καταγραφή ήταν μια από τις οκτώ φώκιες που ανήκουν στο γένος *Arctocephalus* της Ανταρκτικής (*Arctocephalus gazelle*) με αριθμό μπλεγμένων 492 ατόμων και στη συνέχεια ακολουθεί το θαλάσσιο λιοντάρι της Καλιφόρνιας (*Zalophus californianus*) (Εικόνα 23) με αριθμό 443 ατόμων (Adimey et al., 2014).

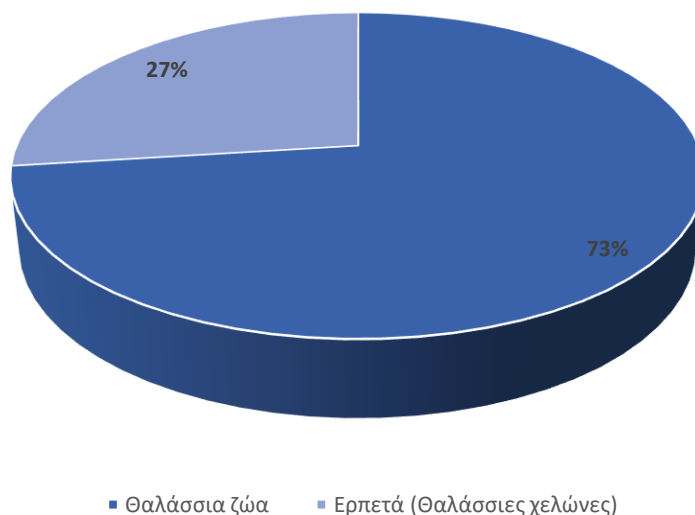


Εικόνα 23: Το θαλάσσιο λιοντάρι της Καλιφόρνιας (*Zalophus californianus*) (Heath & Perrin, 2009)

Τα ερπετά αντιπροσώπευαν το 27% (Εικόνα 25) όλων των ζώων που μπλέχτηκαν. Με εξαίρεση έναν κροκόδειλο θαλασσινού νερού (*Crocodylus porosus*) που μπλέκεται στην Αυστραλία, όλα τα ερπετά που καταγράφηκαν ήταν θαλάσσιες χελώνες. Η χελώνα *Olive Ridley* (*Lepidochelys olivacea*) (Εικόνα 24) αντιπροσώπευε την πλειοψηφία των ταυτοποιημένων θαλάσσιων χελωνών (Stelfox et al., 2016).

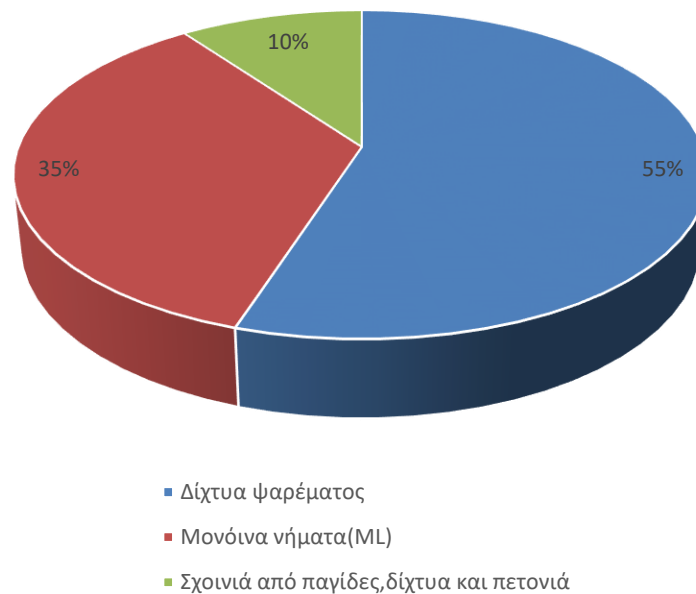


Εικόνα 24: Η χελώνα Olive Ridley (*Lepidochelys olivacea*) (Ariano-Sánchez et al., 2020)



Εικόνα 25: Ποσοστό ερπετών που βρέθηκαν μπλεγμένα σε δίχτυα αλιείας (Stelfox et al., 2016)

Το 55% όλων των χαμένων ή εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων (ALDFG) ήταν δίχτυα φαντάσματα και το 35% ήταν μονόκλινα νήματα (ML) που εμπλέκουν εξωτερικά το ζώο (Stelfox et al., 2016). Τα σχοινιά από παγίδες και κιούρτους (RTP) και ο συνδυασμός διχτού και πετονιάς (NL) αντιπροσώπευαν συνολικά μόνο το 10% των εργαλείων εμπλοκής (Εικόνα 26). Ωστόσο, τα μονόκλινα νήματα και οι κιούρτοι ήταν οι κυριότεροι τύποι εργαλείων που μπλέκονται τα κητώδη. Από τις 12 δημοσιεύσεις για ερπετά που μπορούσαν να προσδιορίσουν τον τύπο εργαλείων, μόνο οι δύο ανέφεραν μονόκλινα νήματα και οι υπόλοιπες ανέφεραν τα δίχτυα-φαντάσματα ως το κύριο υλικό εμπλοκής. Τα δίχτυα-φαντάσματα επισημαίνονται ως ένας από τους κύριους τύπους διχτύων που επηρεάζουν τους πτερυγιόποδες. Το 56% των πτερυγίων τους ήταν μπλεγμένα σε δίχτυα αλιείας (Stelfox et al., 2016).

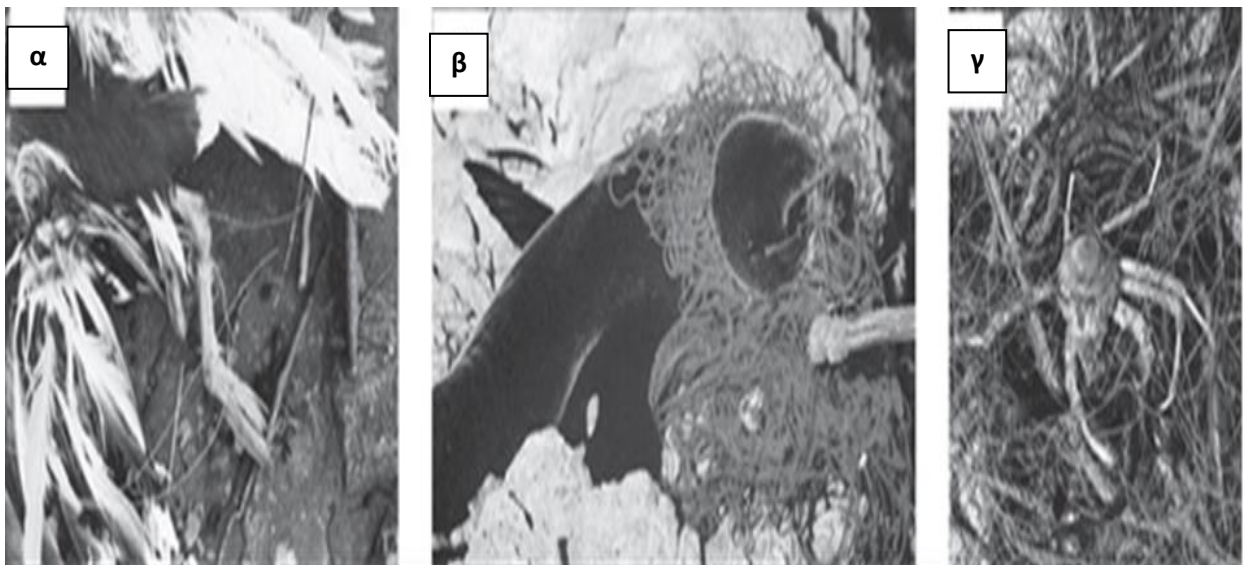


Εικόνα 26: Το ποσοστό των ειδών των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων (ALDFG) (Stelfox et al., 2016)

Οι επιδράσεις που περιγράφονται παραπάνω έχουν παρατηρηθεί τόσο με ενεργά (νόμιμα αναπτυσσόμενα για σκοπούς εμπορικής ή ψυχαγωγικής συγκομιδής) όσο και με εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία στο θαλάσσιο περιβάλλον. Μόνο στα βορειοδυτικά νησιά της Χαβάης, υπολογίζεται ότι συσσωρεύονται ετησίως περίπου 52 τόνοι εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων (Dameron et al., 2007).

Τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία γενικά πιστεύεται ότι είναι η μεγαλύτερη ανθρωπογενής απειλή για την απειλούμενη με εξαφάνιση φώκια της Χαβάης (Boland & Donohue, 2003). Τα ετήσια ποσοστά της φώκιας της Χαβάης που βρέθηκε μπλεγμένη στα αλιευτικά εργαλεία κυμαίνονταν από 4% έως 78% (Dau et al., 2009).

Εκτός από την εμπλοκή(Εικόνα 27), προβλήματα δημιουργούνται και από την κατάποση πλαστικών αλιευτικών εργαλείων και γενικά πλαστικών αντικειμένων στο θαλάσσιο περιβάλλον. Αυτά τα προβλήματα μπορεί να είναι εσωτερική αιμορραγία, πληγές (εσωτερικές και εξωτερικές), πυώδεις δερματικές αλλοιώσεις και ελκωτικές πληγές καθώς και απόφραξη της πεπτικής οδού ακολουθούμενη από κορεσμό, διακοπή δραστηριότητας σίτισης και γενική εξασθένηση που συχνά οδηγεί σε θάνατο. Αρκετά, αν όχι τα περισσότερα, είδη θαλάσσιων χελωνών απειλούνται σοβαρά από τη κατάποση με πλαστικά και άλλα θαλάσσια συντρίμια (Gregory, 2009).



Εικόνα 27: Παραδείγματα εμπλοκής σε εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) από τη Νέα Ζηλανδία (α) Καγορο (νότιος γλάρος με μαύρη πλάτη, *Larus dominicanus*) πιάστηκε και αγκιστρώθηκε σε πετονιά από νάιλον νήματα. (β) μια φώκια της Νέας Ζηλανδίας παγιδευμένη σε πεταμένα δίχτυα και (γ) Παγίδευση σε δίχτυα φαντάσματα — εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία στο Otago (Gregory, 2009).

Μια 4ετής μελέτη της αυστραλιανής φώκιας (*Arctocephalus pusillus doriferus*) σε νερά της Τασμανίας εξέτασε τις αποικίες αναπαραγωγής και μη αναπαραγωγής στο Στενό Μπας και στη νότια Τασμανία (Jones, 1995). Το δίχτυ τράτας ήταν αυτό που βρέθηκε μπλεγμένο στις περισσότερες φώκιες και αποδίδεται σε δραστηριότητες αλιείας με τράτες. Αυτό προέρχεται από αλιευτικά εργαλεία από άλλους τύπους αλιείας που περιλαμβάνουν μονόινα δίχτυα (αναψυχής και επαγγελματικά απλάδια), ταινίες συσκευασίας δολωμάτων και σχοινί. Οι περισσότερες φώκιες που μπλέκονται σε δίχτυ τράτας πεθαίνουν (Jones, 1995). Βρέθηκαν επίσης μπλεγμένες αυστραλιανές φώκιες σε αλιευτικά εργαλεία στη Βικτώρια. Το 1991, ερευνητές που μελετούν την αποικία αναπαραγωγής στο νησί Phillip βρήκαν 45 φώκιες μπλεγμένες σε κομμάτια δικτυού (O'Callaghan, 1993).

Και οι φώκιες λεοπαρδάλεις του είδους (*Hydrurga leptonyx*) (Εικόνα 28) έχουν βρεθεί μπλεγμένες σε αλιευτικά εργαλεία στα νερά της Τασμανίας και της Νότιας Αυστραλίας. Μια νεκρή φώκια λεοπάρδαλη βρέθηκε στην ανατολική ακτή της Τασμανίας τον Αύγουστο 1990 μπλεγμένη σε μαύρου μονόινα παραγάδι με προσαρτημένους γάντζους (Slater, 1991a). Στα δυτικά Αυστραλία κατά την περίοδο 1986-1992 υπήρξε μια αναφορά θανάτου φώκιας λεοπάρδαλης από αγκίστρια ψαριών. Το αυστραλιανό θαλάσσιο λιοντάρι (*Neophoca cinerea*) στα ύδατα της Δυτικής Αυστραλίας έχει το δεύτερο υψηλότερο ποσοστό εμπλεκόμενων θαλάσσιων οργανισμών μετά την Αυστραλιανή φώκια στο στενό Bass και σε νερά στα νότια Τασμανία. Κατά την περίοδο 1986-1992 υπήρξαν 14 αναφορές για μπερδεμένα θαλάσσια λιοντάρια στη Δυτική Αυστραλία λόγω αλιευτικών δραστηριοτήτων. Αυτά τα περιλαμβάνουν εμπλοκή σε δίχτυα, παραγάδια, κιούρτους για αστακούς και άγκιστρα. Το 1992-1993 υπήρξε μία αναφορά για θαλάσσιο λιοντάρι στη Νότια Αυστραλία μπλεγμένο σε πετονιά (Jones, 1995).



Εικόνα 28: Η φώκια λεοπάρδαλης (*Hydrurga leptonyx*) (Krause & Rogers, 2019)

Από την έναρξη των προσπαθειών για την προστασία της μεσογειακής φώκιας, έχουν βρεθεί διάφορες απειλές που θέτουν σε κίνδυνο την επιβίωσή της (Israëls, 1992, Johnson & Lavigne, 1998). Οι μεσογειακές φώκιες (*Monachus monachus*) απειλούνται σήμερα με εξαφάνιση. Μεταξύ της σειράς απειλών που θέτουν σε κίνδυνο την επιβίωσή τους, η τυχαία εμπλοκή και ο πνιγμός σε πλαστικά αλιευτικά εργαλεία κατατάσσεται ως μία από τις σημαντικότερες.

Στην Ελλάδα, η μεσογειακή φώκια (*Monachus monachus*) είναι ακόμη ευρέως διαδεδομένη (Adamantopoulou et al., 1999) και επιβιώνει στη βορειοανατολική Μεσόγειο, κυρίως σε απομακρυσμένες τοποθεσίες στο Ιόνιο και το Αιγαίο Πέλαγος και τη Λεκάνη της Κιλικίας (Güçlüsoy et al., 2004, Gucu et al., 2004, Karamanlidis et al., 2008).

Οι Karamanlidis et al. (2008) από το 1991 έως το 2007, αναφέρουν ότι βρέθηκαν 200 νεκρές φώκιες στην Ελλάδα. Σε 96 περιπτώσεις πραγματοποιήθηκαν πλήρεις νεκροτομές. Στις υπόλοιπες δεν πραγματοποιήθηκε νεκροψία επειδή τα ανακτηθέντα σώματα ήταν ήδη σε προχωρημένη αποσύνθεση. Τα στάδια ανάπτυξης προσδιορίστηκαν σύμφωνα με τους (Samaranch & González, 2000) και τα αίτια θανάτου κατατάχθηκαν στις ακόλουθες κατηγορίες:

- ◆ Μη ανθρωπογενής θάνατος: δεν υπάρχουν ενδείξεις ανθρώπινης συμμετοχής στο θάνατο του ζώου (π.χ. ασθένεια, πνιγμός λόγω κακών καιρικών συνθηκών)

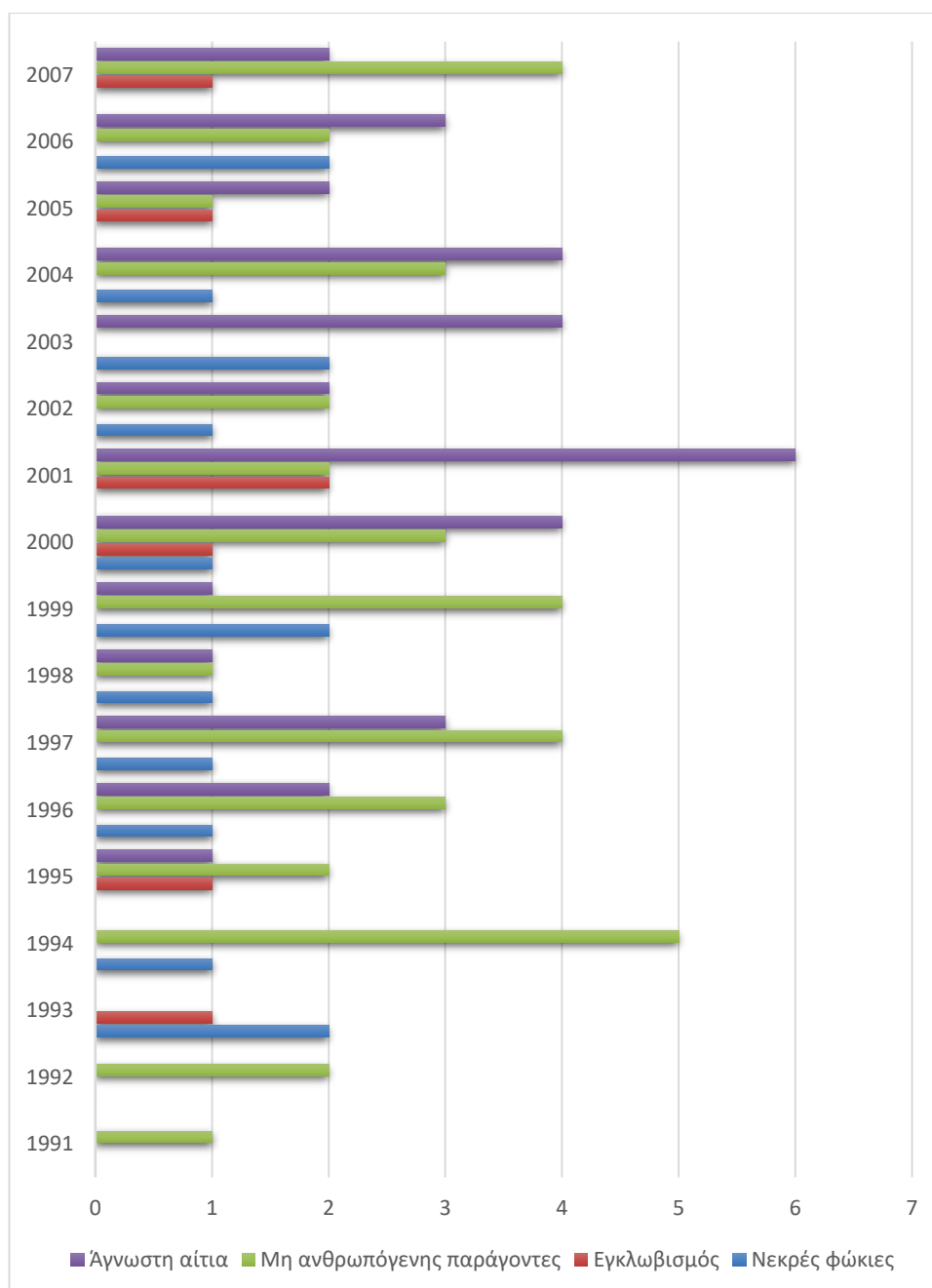
- ◆ Σκόπιμη θανάτωση: αδιαμφισβήτητη απόδειξη ότι ο θάνατος ήταν αποτέλεσμα σκόπιμης ανθρώπινης δράσης (π.χ. τραύμα από πυροβολισμό, καμάκι ή δυναμίτη)
- ◆ Εγκλωβισμός (τυχαία παγίδευση): αδιαμφισβήτητη απόδειξη ότι ο θάνατος προκλήθηκε από μη εσκεμμένη ανθρώπινη ενέργεια (π.χ. εμπλοκή σε αλιευτικά εργαλεία)
- ◆ Άγνωστη αιτία θανάτου: όλες οι περιπτώσεις όπου δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστεί η αιτία θανάτου.

Ο εγκλωβισμός σε αλιευτικά εργαλεία προσδιορίστηκε ως αιτία θανάτου σε 7 θηλυκές μη ενήλικες μεσογειακές φώκιες, που βρέθηκαν από 2 στη Ζάκυνθο και Εύβοια και από μια στη Νάξο, στη Σάμο και στο Λαύριο. Ήταν η δεύτερη πιο συχνά καταγεγραμμένη αιτία θνησιμότητας που σχετίζεται με τον άνθρωπο και η 4η συνολικά. Η τυχαία εμπλοκή φάνηκε να επηρεάζει κυρίως φώκιες που δεν είναι ενήλικες με ποσοστό 46%. Αντίθετα, η πιο συχνά καταγεγραμμένη αιτία θνησιμότητας στις ενήλικες φώκιες ήταν η σκόπιμη θανάτωση (Karamanlidis et al., 2008). Στα Ιόνια νησιά της Ελλάδας στις αρχές της δεκαετίας του 1990 έδειξε ότι η τυχαία παγίδευση αντιπροσώπευε το 23% των 34 θανάτων (Εικόνα 29) που καταγράφηκαν στην περιοχή (Ραπου et al., 1993). Στον παρακάτω πίνακα 2 φαίνονται συγκεντρωτικά όλα τα στοιχεία της μελέτης.

Πίνακας 2: Μεσογειακή φώκια (Μονάχους μονάχους). Νεκροτομές που πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα (1991–2007) και προσδιορίστηκαν τα αίτια θανάτου. Εγκλωβισμός: τυχαία παγίδευση σε αλιευτικά εργαλεία (Karamanlidis et al., 2008)

Χρονολογία	Σκόπιμη θανάτωση	Εγκλωβισμός (τυχαία παγίδευση)	Μη ανθρωπογενής παράγοντες	Άγνωστη αιτία
1991	0	0	1	0
1992	0	0	2	0
1993	2	1	0	0
1994	1	0	5	0
1995	0	1	2	1
1996	1	0	3	2
1997	1	0	4	3
1998	1	0	1	1
1999	2	0	4	1
2000	1	1	3	4
2001	0	2	2	6
2002	1	0	2	2

2003	2	0	0	4
2004	1	0	3	4
2005	0	1	1	2
2006	2	0	2	3
2007	0	1	4	2
Σύνολο	15	7	39	35

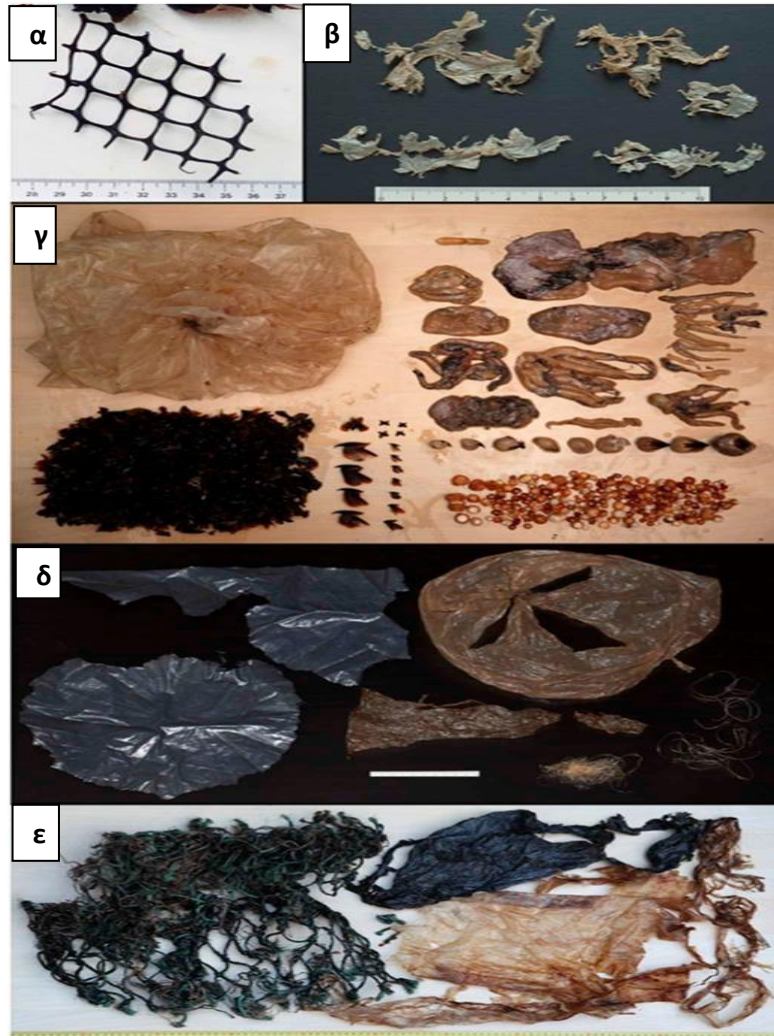


Εικόνα 29: Μεσογειακή φώκια (*Monachus monachus*). Προσδιορίστηκαν οι αιτίες θανάτου από 1991 έως το 2007. Εγκλωβισμός: τυχαία παγίδευση σε αλιευτικά εργαλεία (Karamanlidis et al., 2008)

Όσον αφορά τον τύπο των αλιευτικών εργαλείων που επηρεάζουν περισσότερο τις μεσογειακές φώκιες στην Ελλάδα, τα στοιχεία μας δείχνουν ότι τα στατικά δίκτυα αποτελούν την υψηλότερη απειλή, καθώς όλα τα ζώα που αναφέρθηκαν ότι πιάστηκαν σε παραγάδια κατάφεραν στη συνέχεια να απελευθερωθούν (Harwood, 1987, Israëls, 1992).

Η μελέτη των Alexiadou et al. (2019) αναδεικνύει το πρόβλημα της κατάποσης αναλύοντας το περιεχόμενο του στομάχου 34 φαλαινών (οδοντοκυττάρων) από επτά είδη οδοντοκυττάρων που έχουν αποκλειστεί στην Ελλάδα (Εικόνα 30). Αυτή η μελέτη έδειξε μέσω ανάλυσης περιεχομένου στομάχου ότι το πλαστικό που καταπίνεται από τουλάχιστον τα μισά είδη κητωδών που εμφανίζονται τακτικά στις ελληνικές θάλασσες έχει αρκετές φορές θανατηφόρες συνέπειες. Μεταξύ των φαλαινών που εξετάστηκαν, η πλαστική ρύπανση μπορεί να είναι μια σοβαρή απειλή για τις σπερματοφάλαινες που βρίσκονται ήδη σε μεγάλο κίνδυνο (Notarbartolo di Sciarra et al., 2012) λόγω κρούσεων πλοίων (Frantzis et al., 2019) και ρύπανσης από την εξερεύνηση πετρελαίου και φυσικού αερίου (Madsen et al., 2006).

Αντικείμενα που σχετίζονται με την αλιεία (δίκτυα και σχοινιά) βρέθηκαν σε τρεις σπερματοφάλαινες με το συνολικό μήκος των κομματιών δικτυού να είναι 7,4, 0,8 και 1,8 m αντίστοιχα. Τρία από τα έξι κομμάτια δικτυών ήταν από γρι-γρι, ενώ η προέλευση των υπόλοιπων τριών δεν ήταν δυνατό να προσδιοριστεί. Το διάμεσο μέγεθος ματιών και η διάμετρος αυτών των τεμαχίων ($n = 6$) ήταν $82,55 \text{ m}^2$ και $3,25 \text{ m}^2$ αντίστοιχα, ενώ η μέση διάμετρος των σχοινιών ($n = 10$) ήταν 5 m^2 (Alexiadou et al., 2019).



Εικόνα 30: Πλαστικά υπολείμματα που βρέθηκαν στο περιεχόμενο του στομάχου πέντε σπερματοφάλαινες που είχαν αποκλειστεί στην Ελλάδα από το 2001 έως το 2014. (α) Μαύρο πλαστικό πλέγμα (β) Κομμάτια πλαστικής σακούλας (γ) Πλαστική σακούλα μαζί με κεφαλόποδα, ράμφη και φακούς ματιών (δ) Κομμάτια από πλαστικές σακούλες, μικρά σχοινιά και πλαστική μεμβράνη (ε) Πλαστικές σακούλες, κλωστές και ένα κομμάτι δίχτυ (Alexiadiou et al., 2019)

Έχουν παρατηρηθεί τακτικά κοπάδια των απειλούμενων φαλαινών που ταξιδεύουν προς τα βόρεια κατά μήκος της ανατολικής ακτής του νότιου νησιού της Νέας Ζηλανδίας και στο ετήσιο πέρασμά τους μεταξύ των υδάτων της Ανταρκτικής και των τροπικών υδάτων προς τα βόρεια. Τουλάχιστον επτά φάλαινες βρέθηκαν μπλεγμένες κατά τη ρυμούλκηση μιας μάζας από δίχτυα αλιείας και άλλα συντρίμια (Gregory, 2009).

Βρέθηκε επίσης ότι η ρύπανση από πλαστικό ήταν υψηλή στους αστακούς της Νορβηγίας (*Nephrops*) (Εικόνα 31) , όπου το 83% των ζώων που πήραν δείγμα περιείχε πλαστικά (κυρίως νήματα από δίχτυα αλιείας) στο στομάχι τους. Βρέθηκαν ακόμα σφιχτά μπλεγμένες μπάλες από πλαστικά νήματα στο 62% των οργανισμών που μελετήθηκαν (Murray & Cowie, 2011). Δεν παρατηρήθηκε σημαντική διαφορά στο πλαστικό που υπήρχε στο στομάχι μεταξύ των αρσενικών και των θηλυκών. Η φασματοσκοπία Raman έδειξε ότι ορισμένα από τα μικρονήματα που προσδιορίζονται από το περιεχόμενο του εντέρου θα μπορούσαν να προέρχονται από απόβλητα αλιείας. Η αλιεία για τον αστακό της Νορβηγίας, *Nephrops norvegicus*, είναι η πιο πολύτιμη στη Σκωτία και η συχνή εμφάνιση πλαστικών στον αστακό της Νορβηγίας (*Nephrops*) μπορεί να έχει σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του (Murray & Cowie, 2011).



Εικόνα 31: Ο αστακός της Νορβηγίας, *Nephrops norvegicus* (wikipedia, 2022)

Άλλο ένα παράδειγμα των επιπτώσεων της κατάποσης θαλάσσιων πλαστικών κυρίως πλαστικών δικτυών αλιείας είναι και η μελέτη των Anastasopoulou et al. (2013) που μας πρόσφερε την ευκαιρία συλλογής πληροφοριών σχετικά με την κατάποση θαλάσσιων συντριμμιών από διάφορα είδη ψαριών που αλιεύονται στα βαθιά νερά του Ανατολικού Ιονίου.

Συνολικά, 37 είδη υπολειμμάτων εντοπίστηκαν στα δείγματα ψαριών που εξετάστηκαν. Τα συντρίμια έχουν ταξινομηθεί σε τρεις κατηγορίες: πλαστικά, μέταλλα και ξύλο. Η πιο κοινή κατηγορία ήταν τα πλαστικά, που αντιπροσώπευαν το 86,5% των συνολικών θαλάσσιων απορριμμάτων (Anastasopoulou et al., 2013). Τα

πλαστικά σωματίδια ήταν κυρίως μπλε (τσάντες), καφέ (σκληρό πλαστικό), μαύρο (τσάντες) και διαφανή πράσινα χρώματα (εργαλεία ψαρέματος) (Anastasopoulou et al., 2013).

Τα απορρίμματα από τις αλιευτικές δραστηριότητες αποτελούσαν ένα αρκετά υψηλό ποσοστό πλαστικών (19%) (Anastasopoulou et al., 2013). Αυτός ο τύπος απορριμμάτων σχετιζόταν μόνο με το *G. melastomus* ένα είδος μικρού καρχαρία που πιθανώς καταβροχθίζει περισσότερα υπολείμματα αλιευτικών εργαλείων από άλλα είδη (Εικόνα 32). Ένα χαμηλό ποσοστό απορριμμάτων από αλιευτικά εργαλεία περίπου 2% για τις παραλίες της Μεσογείου έχει αναφερθεί από τους Gabrielides et al. (1991) και τους Stefatos et al. (1999) για τον βυθό του Ανατολικού Ιονίου. Ωστόσο, θα πρέπει να σημειώσουμε ότι κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας τους, χάθηκε το 5% των αγκιστριών και των πετονιών γεγονός που υποδεικνύει το πόσο εύκολο είναι να εισαχθούν κατά λάθος υπολείμματα αλιευτικών εργαλείων στο περιβάλλον του βυθού (Anastasopoulou et al., 2013).



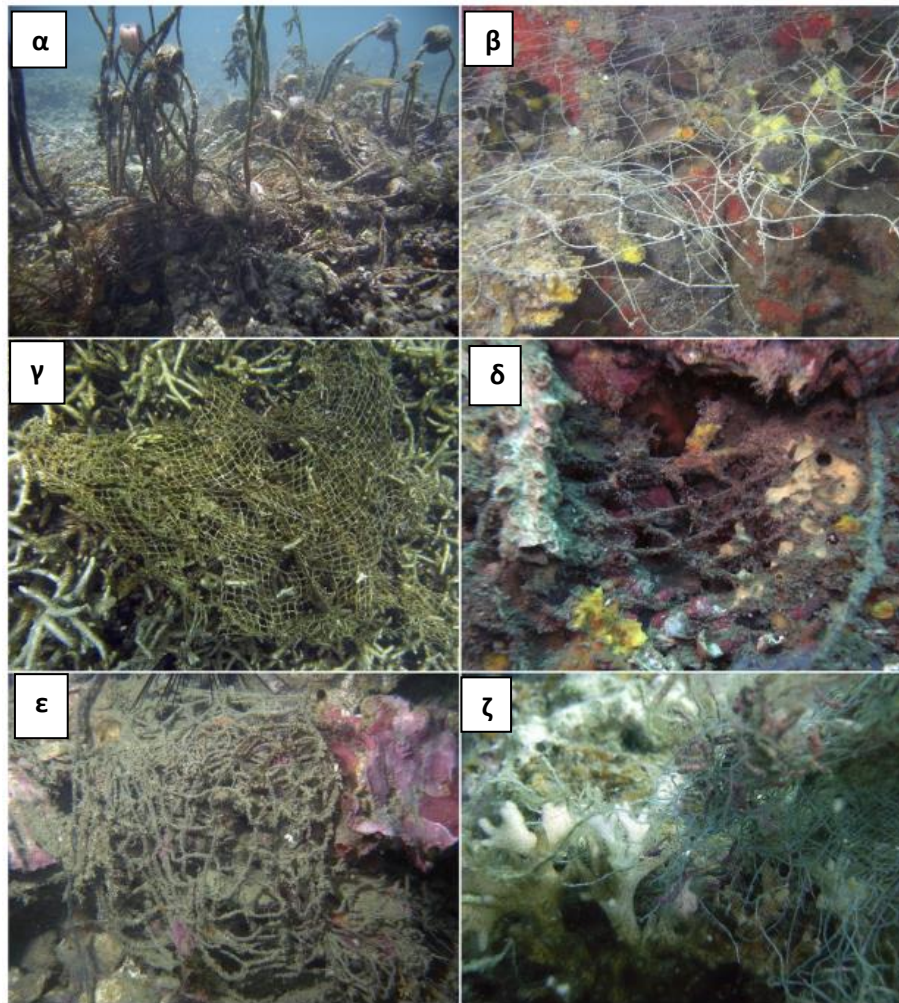
Εικόνα 32: Είδος μικρού καρχαρία το *G. melastomus* (Henry et al., 2013)

Το δίχτυ που πιάνεται κατά τη διέλευση από τον βυθό της θάλασσας μπορεί να προκαλέσει σημαντική ζημιά στο περιβάλλον του βυθού (Gregory, 2009). Επιπλέον, μικρά πλάσματα όπως το πλαγκτόν και τα φύκια, τα οποία διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη θαλάσσια τροφική αλυσίδα, επηρεάζονται αρνητικά από τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία και τα πλαστικά απορρίμματα, τα οποία

δημιουργούν ένα πλέγμα ειδών στην επιφάνεια του νερού, εμποδίζοντας την έκθεση στο ηλιακό φως (Truong et al., 2021).

Σε ορισμένες μελέτες έχει παρατηρηθεί ότι τα απλάδια δίχτυα έχουν μικρή επίδραση στη βενθική πανίδα και την πανίδα στο υπόστρωμα (Huse et al., 2002) καθώς η κατώτατη γραμμή των απλαδιών είναι σχετικά ελαφριά και η πίεση στα ιζήματα του πυθμένα είναι πολύ χαμηλή. Ωστόσο, τα απλάδια μπορούν να παρασυρθούν κατά μήκος του πυθμένα από ισχυρά ρεύματα και άνεμο κατά την ανάκτηση και ενδεχομένως να βλάψουν τους εύθραυστους οργανισμούς όπως τα σφουγγάρια και τα κοράλλια. Σε πολλές περιοχές όπου υπάρχουν απλάδια δίχτυα, το νερό είναι βαθύ ή το ρεύμα είναι περιοδικά ισχυρό, κάτι που απαιτεί τη χρήση από βαριές άγκυρες (>100 kg) που μπορεί επίσης να προκαλέσουν τοπική πρόσκρουση.

Οι επιπτώσεις των χαμένων απλαδιών στους κοραλλιογενείς υφάλους μπορεί να είναι αρκετά σοβαρές (Εικόνα 33). Υστέρα από έρευνα των Al-Jufaili et al. (1999) διαπιστώθηκε ότι τα εγκαταλελειμμένα δίχτυα αλιείας (ALDFG) επηρέαζαν τους κοραλλιογενείς υφάλους στο 49% των περιοχών που ερευνήθηκαν σε όλο το Σουλτανάτο του Ομάν και αντιπροσώπευε το 70% όλων των σοβαρών ανθρώπινων επιπτώσεων (Al-Jufaili et al., 1999). Οι Donohue et al. (2001) επιβεβαίωσαν την απειλή των ALDFG στους κοραλλιογενείς υφάλους στα βορειοδυτικά νησιά της Χαβάης, όπου τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία απειλούν τα κοράλλια, τα οικοσυστήματα των υφάλων με την απόξεση και την αλλαγή της δομής των υφάλων μέσω της μεγάλης καταστροφής της βάσης στους κοραλλιογενούς σκελετούς των υφάλων (Macfadyen et al., 2009).



Εικόνα 33: Παραδείγματα δικτύων και ζημιών από κοράλλια που παρατηρήθηκαν γύρω από το Koh Tao: (α) δίκτυ με σχοινιά και σημαδούρες κολλημένες σε ρηχό ύφαλο στο Shark Bay (β) λεπτό νάιλον δίκτυ με μεγάλο (γ) Μέγεθος ματιών στο Sail Rock χοντρό δίκτυ με μικρό μέγεθος ματιών σε μικρό βάθος στο Chalok Ban Kao (δ) κομμάτι παλιού δικτυού με σπασμένο κλαδί νεκρού *Tubastraea micranthus* στο SW Pinnacle (ε) κομμάτι από το παλιό δίκτυ στο Chumphon Pinnacle (ζ) κομμάτι δίκτυ πιασμένο σε νεκρό κοράλλι *Pocillopora damicornis* στο Red Rock (Ballesteros et al., 2018).

Οι άνθρωποι θα μπορούσαν επίσης να υποστούν δυσμενείς επιπτώσεις στην υγεία λόγω της έκθεσης σε μικροπλαστικά μέσω της ακούσιας κατάποσης μέσω της τροφικής αλυσίδας ή της εισπνοής (Karkanorachaki et al., 2018).

Άλλες επιπτώσεις που λαμβάνουν περιορισμένη προσοχή αλλά δεν έχουν μικρότερη σημασία είναι οι βλάβες στις προπέλες των σκαφών αναψυχής (Εικόνα 34),

η επίδραση πλαστικών δικτύων αλιείας στα μαλακά ιζήματα, στους υφάλους και στα βραχώδη υποστρώματα (Uperutty & Evansh, 1997) καθώς και ανοξία και υποξία που προκαλούνται από την αναστολή της ανταλλαγής αερίων μεταξύ των πόρων και του υπερκείμενου θαλάσσιου νερού (Gregory, 2009).



Εικόνα 34: Ζημιές στις προπέλες των σκαφών υστέρα από εμπλοκή των δικτύων αλιείας με αυτές (Macfadyen et al., 2009)

Τέλος εκτός από τα εγκαταλελειμμένα δίκτυα αλιείας υπάρχουν και οι εγκαταλελειμμένες παγίδες που θα μπορούσαν ενδεχομένως να επηρεάσουν τον αναπαραγωγικό πληθυσμό των θαλάσσιων οργανισμών. Επιπλέον, σε πολλές περιπτώσεις οι νεκροί οργανισμοί χρησιμεύουν ως δόλωμα που προσελκύει άλλους οργανισμούς (που ονομάζεται «αυτό-δόλωμα») στις εγκαταλελειμμένες παγίδες αλιείας έως ότου η παγίδα φάντασμα, σταματήσει το ψάρεμα (Havens et al., 2008). Οι εκτιμήσεις υποδηλώνουν ότι το αυτό-δόλωμα μπορεί να διπλασιάσει τα ποσοστά αλιευμάτων των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων σε ορισμένες περιπτώσεις (Havens et al., 2008).

Οι εγκαταλελειμμένες παγίδες επηρεάζουν επίσης τα είδη που δεν αποτελούν στόχο. Στη Βόρεια Καρολίνα, για παράδειγμα, παγίδες έπιασαν 45 είδη θαλάσσιων οργανισμών, συμπεριλαμβανομένων των γαρίδων, των ψαριών και των αχινών (Voss et al., 2012). Στη Βιρτζίνια, πάνω από 5000 ψάρια (33 είδη) βρέθηκαν σε εγκαταλελειμμένες παγίδες συμπεριλαμβανομένων εμπορικά σημαντικών ειδών όπως ο κρόκος του Ατλαντικού (*Micropogonias undulatas*) και το λαβράκι (*Centropristis striata*) (Bilkovic et al., 2014). Οι εγκαταλελειμμένες παγίδες αλιείας μπορούν επίσης να πιάσουν απειλούμενα είδη. Οι Voss et al. (2012) διαπίστωσαν ότι τουλάχιστον 5

χελώνες σκοτώθηκαν από τις εγκαταλελειμμένες παγίδες αλιείας στην περιοχή μελέτης τους (Voss et al., 2012). Αν και ο αριθμός των απειλούμενων ειδών που αλιεύονται σε εγκαταλελειμμένες παγίδες αλιείας μπορεί να είναι σχετικά μικρός, η απώλειά τους μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στον πληθυσμό επειδή αυτά τα είδη έχουν μικρούς πληθυσμούς και αργούν να φτάσουν στην αναπαραγωγική ωριμότητα (Arthur et al., 2020).

Οι άθικτες εγκαταλελειμμένες παγίδες μπορούν να μετακινηθούν κατά μήκος του βυθού και να επηρεάσουν αρνητικά τους ευαίσθητους θαλάσσιους οικοτόπους. Έρευνες για αλιευτικές παγίδες και εργαλεία που σχετίζονται με το ψάρεμα στη Florida Keys προσδιόρισαν ότι ο άνεμος και τα έντονα καιρικά φαινόμενα συσσωρεύσαν περισσότερα υπολείμματα από παγίδες αλιείας στους πιο ευαίσθητους βιότοπους, τα κοράλλια. Η έρευνα αυτή έχει δείξει ότι οι παγίδες μειώνουν τον βιότοπο του χελιού και των αλμυρών ελών μέσω τριβής και πνιγμού (Uhrin et al., 2005, Uhrin & Schellinger, 2011). Στο Puget Sound σημειώθηκε μια βελτίωση 30% στην κάλυψη του χελιού μέσα σε ένα χρόνο από την αφαίρεση της παγίδας καβουριών και μια παρόμοια μελέτη στην παράκτια Βόρεια Καρολίνα βρέθηκε πλήρης ανάκαμψη της *Spartina alterniflora* ή αλλιώς ομαλό χορτάρι στις 22 εβδομάδες μετά την αφαίρεση της παγίδας καβουριών (Arthur et al., 2014). Στη Φλόριντα, το Πουέρτο Ρίκο και το νησιωτικό σύμπλεγμα των Παρθένων Νήσων (USVI), τα δεδομένα υποδεικνύουν ότι η απόξεση και το σπάσιμο που προκλήθηκε από παγίδες ερειπωμένων αστακών ήταν σε γοργονίες (κοράλλια) και σφουγγάρια, όπως και σε διάφορα άλλα είδη κοραλλιών (Sheridan et al., 2005). Το βάθος του νερού και η ταχύτητα του ανέμου επηρεάζουν επίσης την κίνηση της παγίδας και τον αντίκτυπο της στον οικοτόπο. Για παράδειγμα, στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Παρθένων Νήσων (USVI), οι παγίδες σε ρηχά νερά μετακινήθηκαν μεταξύ 20 και 155 m από τις αρχικές τοποθεσίες αφού πέρασε ένας τυφώνας κοντά στην περιοχή μελέτης, ενώ οι παγίδες σε βαθύτερα νερά ήταν λιγότερο πιθανό να μετακινηθούν σε μεγάλες αποστάσεις (Clark et al., 2012). Αυτά τα ευρήματα υποδηλώνουν ότι τα παράκτια και θαλάσσια ενδιαίτηματα θα μπορούσαν να ωφεληθούν από στοχευμένα προγράμματα απομάκρυνσης καθώς και από εκτεταμένη έρευνα σχετικά με την κίνηση και τη συμπεριφορά των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών παγίδων (DFTs) σε διαφορετικά φυσικά περιβάλλοντα.

Μπορεί να υπάρχουν ορισμένες θετικές επιπτώσεις των εγκαταλελειμμένων παγίδων αλιείας (DFTs), όπως όταν η παγίδα φάντασμα σταματά το ψάρεμα, αναμειγνύεται με τον περιβάλλοντα βιότοπο στον πυθμένα της θάλασσας. Οι παγίδες σε κάθε τοποθεσία έδειξαν ότι αρκετή ρύπανση εμφανίζεται μέσα σε λίγους μήνες έως ένα χρόνο και περιλαμβάνει διάφορες θαλάσσιες κοινότητες που χρησιμοποιούν τις παγίδες ως υπόστρωμα (Clark et al., 2012). Στη Βιρτζίνια, 868 από τις σχεδόν 32.000 παγίδες που ανακτήθηκαν είχαν σημαντική ανάπτυξη στρειδιών, συμπεριλαμβανομένων ορισμένων παγίδων με περισσότερα από 100 στρείδια (Bilkovic et al., 2014). Οι DFTs μπορούν επίσης να χρησιμεύσουν ως καταφύγια για ορισμένα είδη όπως οι ακανθώδεις αστακοί στο νησιωτικό σύμπλεγμα των Παρθένων Νήσων (USVI). Είναι δύσκολο να εκτιμηθεί η σημασία των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών παγίδων (DFT) ως πρόσθετου σκληρού υποστρώματος, αλλά εάν οι DFT παρέχουν υπόστρωμα σε μια διαφορετική θαλάσσια κοινότητα, τα συστήματα διαχείρισης μπορεί να εξετάσουν το ενδεχόμενο να καταστήσουν τις παγίδες ανενεργές και να τις αφήσουν να λειτουργήσουν ως βιότοπος, εάν η αφαίρεσή τους θα προκαλούσε μεγαλύτερη καταστροφή παρά όφελος (Arthur et al., 2014).

Τέλος θα πρέπει να αναφέρουμε πως τα δίχτυα-φαντάσματα δεν είναι μόνο πρόβλημα της θάλασσας, αλλά μπορεί να μολύνουν και τις λίμνες γλυκού νερού. Παρόμοια με τα θαλάσσια περιβάλλοντα, συνεχίζουν να πιάνουν ψάρια, καρκινοειδή και καταδυόμενα πτηνά.

Κατά τη διάρκεια αρκετών ερευνητικών έργων του Υδροβιολογικού Ινστιτούτου ΗΙΟ (Οχρίδα, Βόρεια Μακεδονία), είδαν ότι μεγάλες ποσότητες δικτυών-φαντάσματα υπάρχουν στη λίμνη και ότι πιθανόν να αποτελούν διαρκή απειλή για τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα σ' αυτή (Εικόνα 35). Παγκόσμια, διεθνή, περιφερειακά ή εθνικά όργανα και φορείς ασχολούνται με τη διαχείριση των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων (ALDFG) άμεσα ή ως ένα ειδικό είδος θαλάσσιων απορριμμάτων (Spirkovski & Ritterbusch, 2018).

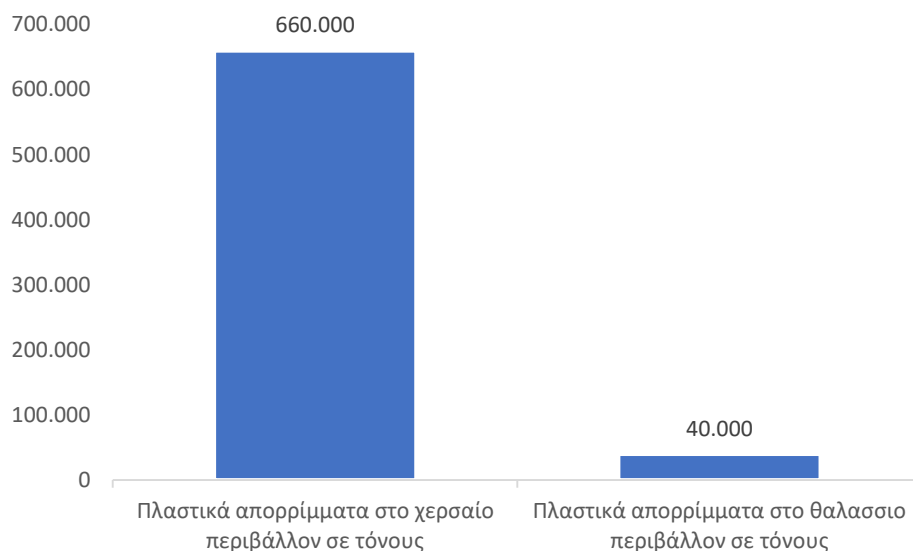


Εικόνα 35: Δύτες που δένουν δίχτυα φαντασμάτων σε σχοινιά για αφαίρεση στη Λίμνη Οχρίδα (Zoran Spirkovski, 2018)

2. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

2.1 Πλαστικά θαλάσσια απορρίμματα στην Ελλάδα

Η Ελλάδα σύμφωνα με έρευνες της WWF παράγει περίπου 700.000 τόνους πλαστικών απορριμμάτων ετησίως, σχεδόν 68 κιλά πλαστικών ανά άτομο. Εκτιμάται ότι κάθε χρόνο στο θαλάσσιο περιβάλλον απορρίπτονται περίπου 40.000 τόνοι πλαστικών απορριμμάτων (Εικόνα 36) (WWF Greece, 2019). Από αυτά οι 11.500 τόνοι καταλήγουν στη Μεσόγειο, εκ των οποίων το 28% (3.200 τόνοι) προκύπτει από θαλάσσιες πηγές, όπως τα πεταμένα ή εγκαταλελειμμένα αλιευτικά δίκτυα (δίκτυα-φαντάσματα) και άλλα προϊόντα αλιευτικού εξοπλισμού (WWF Greece, 2019). Η Ελλάδα έχει την τέταρτη υψηλότερη ποσότητα πλαστικών απορριμμάτων στη Μεσόγειο που προέρχονται από θαλάσσιες πηγές (WWF Greece, 2019).



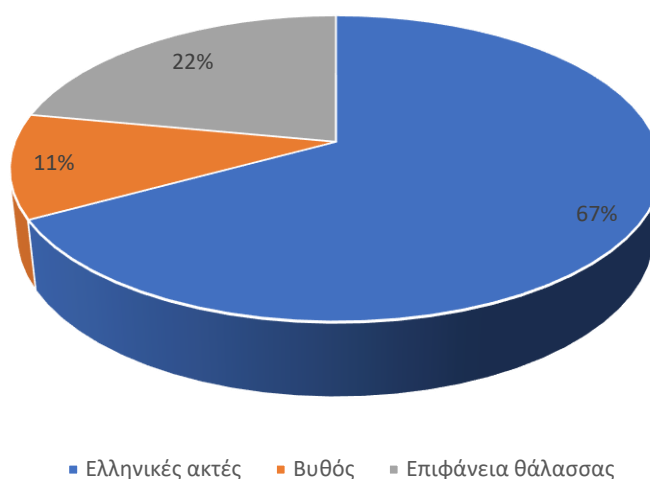
Εικόνα 36: Πλαστικά απορρίμματα σε θαλάσσιο και χερσαίο περιβάλλον ετησίως σε τόνους (WWF Greece, 2019)

Οι πηγές της πλαστικής ρύπανσης των θαλασσών μπορεί να είναι τα πλαστικά απορρίμματα που εισέρχονται στη θάλασσα από χερσαίες δραστηριότητες, από θαλάσσιες και από παράκτιες δραστηριότητες. Οι παράκτιες δραστηριότητες προκαλούν το 68% (7.800 τόνοι) των εισροών του πλαστικού στη θάλασσα, λόγω των ελλιπών πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων των πόλεων, του τουρισμού και των δραστηριοτήτων αναψυχής (WWF Greece, 2019). Οι θαλάσσιες δραστηριότητες (αλιεία, υδατοκαλλιέργεια και ναυτιλία) ευθύνονται για το 28% των πλαστικών απορριμμάτων που εισέρχονται στη θάλασσα (Εικόνα 37) (WWF Greece, 2019).



Εικόνα 37: Ποσοστά από τις πηγές της πλαστικής ρύπανσης (WWF Greece, 2019)

Το 67% της πλαστικής ρύπανσης που εισέρχεται στη Μεσόγειο, γυρίζει στις ελληνικές ακτές μέσα σε ένα έτος (Εικόνα 38) (WWF Greece, 2019). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η Ελλάδα έχει τη μεγαλύτερη ακτογραμμή στη Μεσόγειο και τα θαλάσσια ρεύματα οδηγούν τα απορρίμματα στους όρμους και τις ακτές. Τελικά το 80% όλων των απορριμμάτων θα καταλήξει στις ακτές της Μεσογείου (WWF Greece, 2019). Σχεδόν το 70% αυτών των πλαστικών απορριμμάτων κάθε χρόνο ρυπαίνει τις ελληνικές ακτές. Σε ένα έτος το 22% των πλαστικών που εισέρχονται στη θάλασσα παραμένει στην επιφάνεια (Εικόνα 39) ενώ το 11% βρίσκεται στον βυθό της θάλασσας (WWF Greece, 2019). Τα θαλάσσια πλαστικά απορρίμματα που βρίσκονται στον βυθό δεν είναι εύκολο να καθαριστούν.



Εικόνα 38: Ποσοστό της πλαστικής ρύπανσης στη Μεσόγειο σε ένα έτος (WWF Greece, 2019)



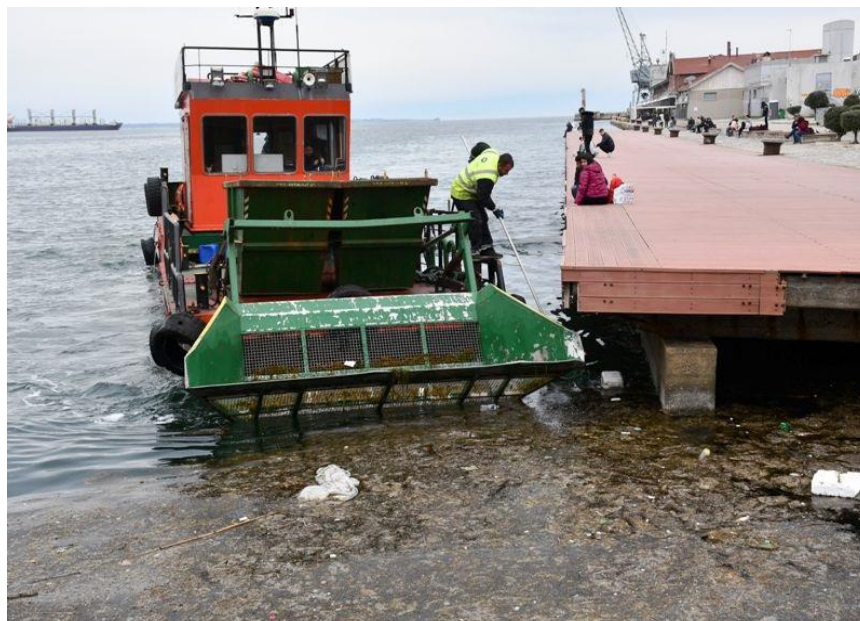
Εικόνα 39: Τα πεταμένα δίχτυα αλιείας έχουν γίνει σοβαρό περιβαλλοντικό πρόβλημα σε πολλές περιοχές της Μεσογείου (Valavanidis, 2014)

Η ελλιπής διαχείριση των απορριμμάτων είναι μια κύρια πηγή της πλαστικής ρύπανσης στην Ελλάδα. Σήμερα στην Ελλάδα θάβεται το 81% των σκουπιδιών κι ανακυκλώνεται μόνο το 18,9% (WWF Greece, 2019). Οι ελάχιστες υποδομές που υπάρχουν για τη συλλογή των απορριμμάτων και οι πολλές ανοιχτές χωματερές συντελούν στη διαρροή πλαστικών από χερσαίες δραστηριότητες στη θάλασσα. Ο

Σαρωνικός έχει περιορισμένα θαλάσσια ρεύματα, γεγονός που οδηγεί σε υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης πλαστικών. Η ρύπανση του Θερμαϊκού (Εικόνα 40) οφείλεται στα σκουπίδια από την πόλη της Θεσσαλονίκης. Το λιμάνι της πόλης συγκεντρώνει τα περισσότερα πλαστικά απορρίμματα (Εικόνα 41). Η περιοχή επιβαρύνεται επίσης από το ρυπαντικό φορτίο που εισχωρεί στη θάλασσα από τον Αξιό, ένα από τα μεγαλύτερα ποτάμια της Ελλάδας που πηγάζει από τη Βόρεια Μακεδονία. Αντιθέτως, η νότια Κρήτη αναγνωρίστηκε ως περιοχή σχετικά χαμηλής ρύπανσης, εξαιτίας του «φιλτραρίσματος» που προκαλείται από το ανάγλυφο της ακτογραμμής, που αποτελείται από κολπίσκους, όρμους και νησίδες. Η ελληνική οικονομία υπολογίζεται ότι χάνει περίπου 26 εκατ. ευρώ ετησίως εξαιτίας της πλαστικής ρύπανσης, καθώς αυτή επηρεάζει την τουριστική, τη ναυτιλιακή αλλά και την αλιευτική οικονομία (WWF Greece, 2019).



Εικόνα 40: : Ρύπανση του Θερμαϊκού κόλπου στη Θεσσαλονίκη (thes.gr, 2022)



Εικόνα 41: Φωτογραφία από ενέργειες καθαρισμού του Θερμαϊκού κόλπου στη Θεσσαλονίκη (seleo.gr, 2022)

2.2 Έρευνες - μελέτες για τα θαλάσσια απορρίμματα - πλαστικά δίκτυα αλιείας που απορρίπτονται στις θάλασσες της Ελλάδας

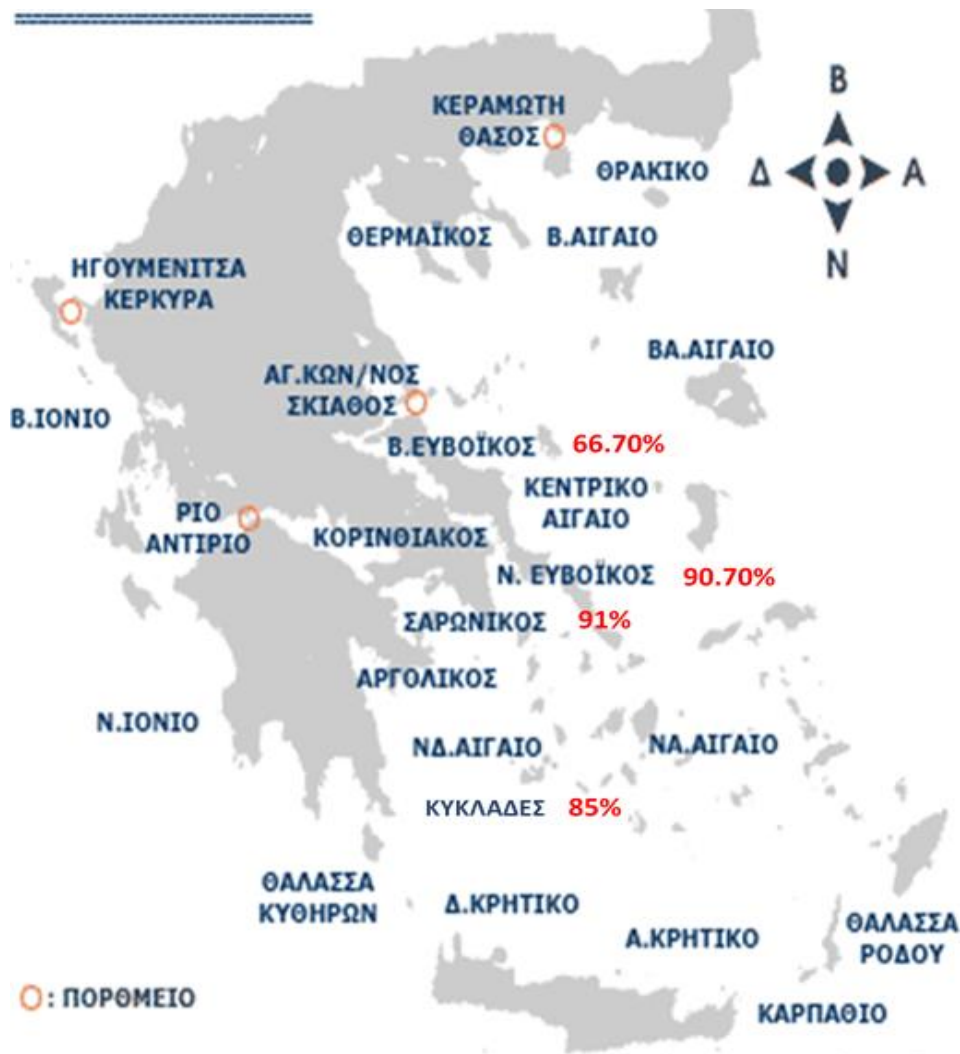
Τα θαλάσσια απορρίμματα είναι μία από τις σημαντικότερες περιβαλλοντικές απειλές του εικοστού πρώτου αιώνα (UNEP, 2011). Οι αυξανόμενες ποσότητες παραγόμενων απορριμμάτων και ο αργός ρυθμός υποβάθμισης έχουν ως αποτέλεσμα τη συσσώρευση απορριμμάτων στους ωκεανούς, αποτελώντας σοβαρή απειλή για τους υγιείς ωκεανούς. Πράγματι, τα απορρίμματα έχουν βρεθεί να είναι ευρέως διαδεδομένα στο θαλάσσιο περιβάλλον (Galvani et al., 2000). Τα θαλάσσια απορρίμματα που βρίσκονται στον βυθό τείνουν να παγιδεύονται σε περιοχές χαμηλής κυκλοφορίας νερού, υψηλής συσσώρευσης ιζημάτων και βολικής μορφολογίας του πυθμένα της θάλασσας σε αντίθεση με τα επιπλέοντα απορρίμματα (Eriksen et al., 2014). Τα απορρίμματα που φτάνουν στον πυθμένα της θάλασσας μπορεί να έχουν ήδη μεταφερθεί σε σημαντικές αποστάσεις, βυθίζονται μόνο όταν βαρύνουν από εμπλοκή και ρύπανση (Barnes & Milner, 2005, Goldstein et al., 2012).

Η πιο κοινή προσέγγιση για την αξιολόγηση της κατανομής απορριμμάτων στον πυθμένα της θάλασσας στα ρηχά νερά (0–25 m), είναι η διεξαγωγή υποβρύχιων οπτικών ερευνών με καταδύσεις (Katsanevakis & Katsarou, 2004). Ο Lundqvist (2013) πρότεινε και χρησιμοποίησε μια ρυμουλκούμενη βιντεοκάμερα για έρευνες θαλάσσιων απορριμμάτων σε ρηχά νερά όταν η κατάδυση ήταν ακατάλληλη, δύσκολη

ή αδύνατη λόγω ανεπαρκών συνθηκών (π.χ. μεγάλη θαλάσσια κυκλοφορία, θερμοκρασία κρύου νερού). Στο θαλάσσιο περιβάλλον, η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη τεχνική για την αποτύπωση και την αξιολόγηση των απορριμμάτων που βρίσκονται στον πυθμένα της θάλασσας είναι η εποχιακή δειγματοληψία με τράτες, με αρκετές μελέτες να χρησιμοποιούν αυτή τη μέθοδο (Stefatos et al., 1999, Galgani et al., 2000, Koutsodendris et al., 2008, Ioakeimidis et al., 2014). Τα τελευταία χρόνια, έχει εισαχθεί και η χρήση εργαλείων απομακρυσμένης παρατήρησης (Remote Operated Vehicles, ROV) σε βαθιά ύδατα (Schluning et al., 2013, Debrot et al., 2014, Vieira et al., 2015).

Αν και έχουν γίνει αρκετές μελέτες για τα απορρίμματα που βρίσκονται στον βυθό στα ελληνικά ύδατα π.χ. (Stefatos et al., 1999, Katsanevakis et al., 2007, Koutsodendris et al., 2008, Lefkaditou et al., 2013, Ioakeimidis et al., 2014) η κάλυψη στο σύνολο του ελλαδικού χώρου εξακολουθεί να είναι περιορισμένη.

Οι Παπαδοπούλου et al. (2016) συγκρίνουν τα απορρίμματα που βρέθηκαν μεταξύ των αλιευμάτων με δίχτυα τράτας κατά την πειραματική αλιεία σε τέσσερις αλιευτικές περιοχές του Ν. Αιγαίου (Ν. Ευβοϊκός, Β. Ευβοϊκός, Σαρωνικός και Κυκλάδες) (Εικόνα 42) και από 82 πειραματικές ανασύψεις το διάστημα Σεπτέμβριος-Οκτώβριος 2014. Από τις συνολικά 82 ανασύψεις μόνο 4 δεν είχαν απορρίμματα. Τα περισσότερα απορρίμματα συλλέχθηκαν στον Σαρωνικό και στα ανοιχτά των Κυκλάδων, αν και ως προς το βάρος υψηλότερες τιμές βρέθηκαν στον Ν. Ευβοϊκό και στον Σαρωνικό. Τα πλαστικά, ήταν παρόντα σε όλες σχεδόν τις ανασύψεις, ακολουθούν τα υφάσματα και μέταλλα. Είδη που σχετίζονται με την αλιεία, τα τρόφιμα και το κάπνισμα καταγράφηκαν και στις 4 περιοχές.

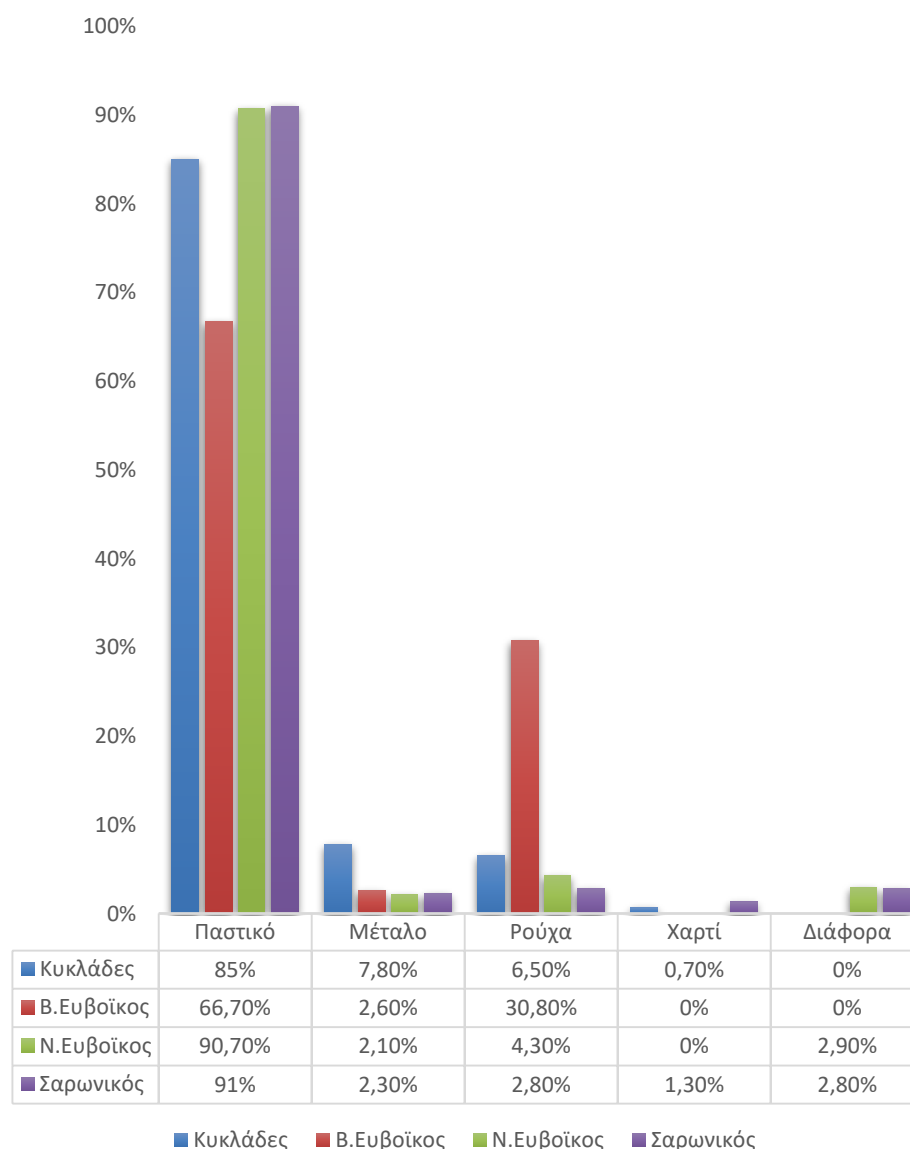


Εικόνα 42: Χάρτης των 4 περιοχών με τα ποσοστά των θαλάσσιων απορριμμάτων που βρέθηκαν (meteo, 2022) (Paradourou et al., 2016)

Τα απορρίμματα κάθε ανάσυρσης αναγνωρίστηκαν, καταγράφηκαν, ζυγίστηκαν και φωτογραφήθηκαν. Οκτώ κατηγορίες απορριμμάτων χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη, συμπεριλαμβανομένων πλαστικών, υφασμάτων, μετάλλων, χαρτιών, καουτσούκ, ξύλου, φυσικών υλικών και άλλων/διφορούμενων (Paradourou et al., 2016). Κάθε μία από τις κατηγορίες περιλάμβανε πολλές υποκατηγορίες, για παράδειγμα τα πλαστικά περιλαμβάνουν 16 υποκατηγορίες όπως πλαστικές σακούλες, πλαστικά φύλλα, πλαστικά δοχεία τροφίμων, δίχτυα ψαρέματος, διχτυωτές σακούλες, πετονιές/μονόκλινα νήματα, σχοινί/κορδόνι/σπάγγος, κονσέρβες, μπουκάλια, φλιτζάνια, περιτυλίγματα τσιγάρων, πολυστερίνη και άλλα. Όπου ήταν δυνατόν, καταγράφηκαν πληροφορίες σχετικά με την προέλευση του είδους και εάν αφορούσε το ψάρεμα ή το κάπνισμα.

Συνολικά 1.063 τεμάχια θαλάσσιων απορριμμάτων βάρους 37.703g συλλέχθηκαν από τους 4 ψαρότοπους κατά τις 82 σύρσεις με τράτα. Τα δύο τρίτα του συνόλου των απορριμμάτων αλιεύθηκαν στον Σαρωνικό (38%) και στις Κυκλάδες (29%) (Papadopoulou et al., 2016). Κατά μέσο όρο συλλέχθηκαν 130 είδη απορριμμάτων αν και οι αριθμοί διέφεραν μεταξύ των περιοχών. Ο Σαρωνικός είχε τον μεγαλύτερη ποσότητα θαλάσσιων απορριμμάτων με 222 είδη και αμέσως μετά είναι οι Κυκλάδες με 146 είδη (Papadopoulou et al., 2016).

Τα περισσότερα απορριμμάτων, που κυμαίνεται από 67 έως 91%, ήταν πλαστικά (Εικόνα 43) (Papadopoulou et al., 2016). Μόνο στον Ν. Ευβοϊκό ένα σημαντικό μέρος (31%) αποτελούνταν από υφασμάτινα/υφαντικά είδη, τα περισσότερα από τα οποία ήταν βαμβακερά σχοινιά και κορδόνια. Τα μέταλλα ήταν η τρίτη στη σειρά κατηγορία στις περισσότερες περιοχές εκτός από τις Κυκλάδες όπου κατέλαβε τη δεύτερη θέση, κυρίως λόγω των περιτυλίξεων από αλουμινόχαρτο/αναλώσιμων ειδών αλουμινόχαρτου, των κουτιών αλουμινίου και των καλωδίων που σχετίζονται με τρόφιμα. Σχοινιά και σπάγκοι που προσδιορίστηκαν ως σχετιζόμενα με την αλιεία συλλέχθηκαν και στις 4 περιοχές. Πετονιές/δίχτυα/μονόκλωνα αλιεύθηκαν σε όλες τις περιοχές εκτός από τον Ν. Ευβοϊκό. Απορρίμματα που σχετίζονται με τρόφιμα και ποτά, πλαστικά ή μεταλλικά συλλέχθηκαν επίσης και στις 4 περιοχές (Papadopoulou et al., 2016).

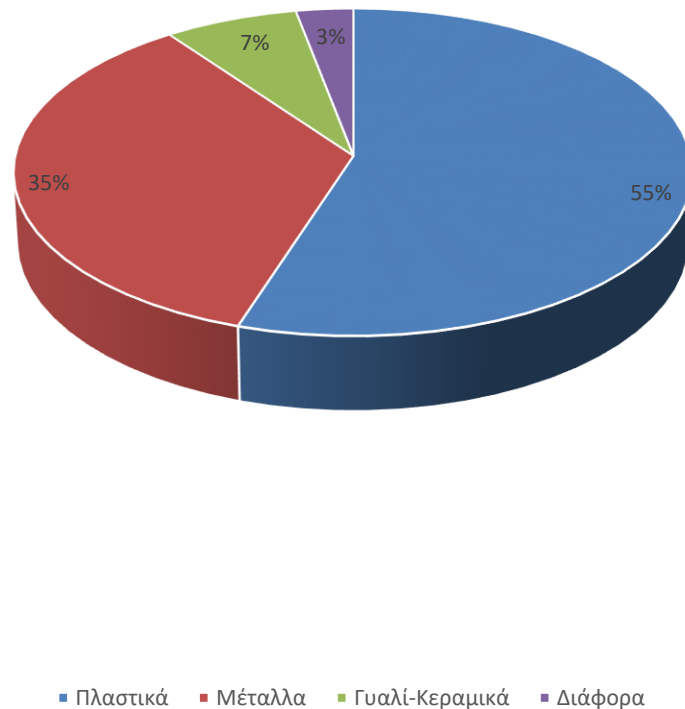


Εικόνα 43: Ποσοστά θαλάσσιων απορριμμάτων (%) ανά περιοχή (Paradourou et al., 2016)

Άλλη μια καταγραφή θαλάσσιων απορριμμάτων στον βυθό του Σαρωνικού Κόλπου (Ελλάδα) παρουσιάζεται στην εργασία των Ioakeimidis et al. (2015). Η αφθονία και η ποιοτική σύνθεση των απορριμμάτων που βρίσκονται στον πυθμένα της θάλασσας διερευνήθηκαν σε δύο επιλεγμένες τοποθεσίες του Σαρωνικού κόλπου με τηλεχειριζόμενο όχημα, όπου δεν μπορούσαν να εφαρμοστούν άλλες στρατηγικές δειγματοληψίας.

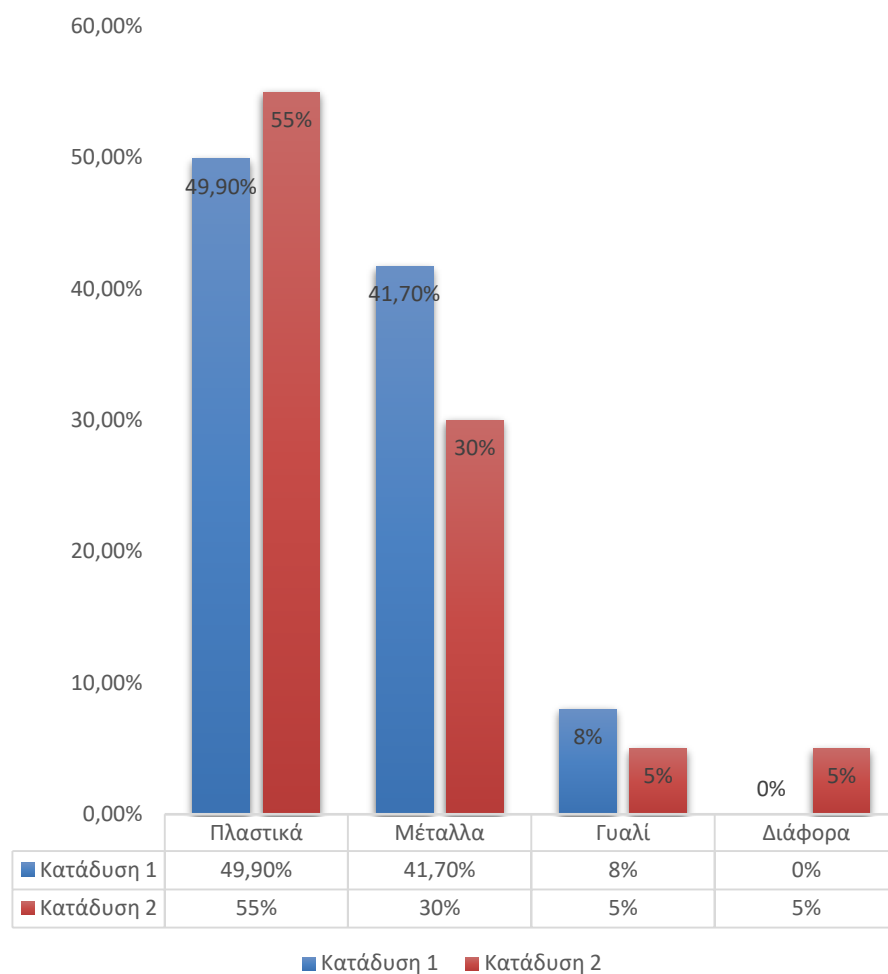
Τα θαλάσσια απορρίμματα κατηγοριοποιήθηκαν σε τέσσερις διαφορετικές κατηγορίες ανάλογα με τον τύπο υλικού τους και όπου ήταν δυνατόν, προσδιορίστηκε

και η πηγή των ειδών (Εικόνα 44). Τα πλαστικά με 55 % και τα μέταλλα με 35 % είχαν το μεγαλύτερο ποσοστό μεταξύ των καταγεγραμμένων θαλάσσιων απορριμμάτων. Το γυαλί - κεραμικά είχαν ποσοστό 7% και τέλος τα διάφορα είχαν ποσοστό 3% (Ioakeimidis et al., 2015).



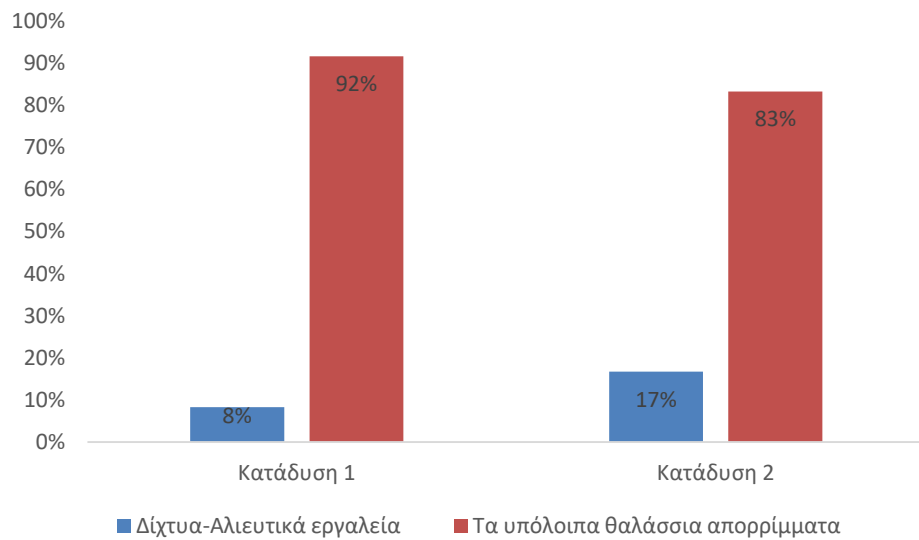
Εικόνα 44: Ποσοστό θαλάσσιων απορριμμάτων στον βυθό του Σαρωνικού Κόλπου (Ελλάδα) (Ioakeimidis et al., 2015)

Συνολικά βρέθηκαν 32 είδη θαλάσσιων απορριμμάτων. Δώδεκα είδη θαλάσσιων απορριμμάτων καταγράφηκαν κατά την πρώτη κατάδυση και 20 είδη κατά τη δεύτερη κατάδυση. Το μεγαλύτερο ποσοστό των θαλάσσιων απορριμμάτων ήταν τα πλαστικά και στις δύο καταδύσεις (Εικόνα 45) (Ioakeimidis et al., 2015). Το επόμενο στη σειρά ποσοστό ήταν τα μέταλλα. Γυαλί/Κεραμικά και Διάφορα είχαν μόνο ένα μικρό μερίδιο στη συνολική συλλογή θαλάσσιων απορριμμάτων (Ioakeimidis et al., 2015).



Εικόνα 45: Ποσοστό θαλάσσιων απορριμμάτων στην 1η και 2η κατάδυση στον βυθό του Σαρωνικού Κόλπου (Ελλάδα) (Ioakeimidis et al., 2015)

Όσον αφορά τις πηγές τα θαλάσσια απορρίμματα κατηγοριοποιήθηκαν σε είδη αλιείας και σε είδη που δεν σχετίζονται με την αλιεία (Εικόνα 46). Τα περισσότερα θαλάσσια απορρίμματα που σχετίζονται με την αλιεία που βρίσκονται στον πυθμένα της θάλασσας είναι: μονόνιες και μπλεγμένες πετονιές, συνθετικά σχοινιά, δίκτυα ψαρέματος, αλιευτικά εργαλεία και ελαστικά που επαναχρησιμοποιούνται στα αλιευτικά σκάφη. Στην πρώτη κατάδυση, το 8,3 % αφορούσε την αλιεία, ενώ το υπόλοιπο 91,7 % δεν αφορούσε την αλιεία (Ioakeimidis et al., 2015). Αντίστοιχα, στη δεύτερη κατάδυση, το 16,7 % αφορούσε την αλιεία και το υπόλοιπο 83,3 % δεν αφορούσε την αλιεία (Ioakeimidis et al., 2015).



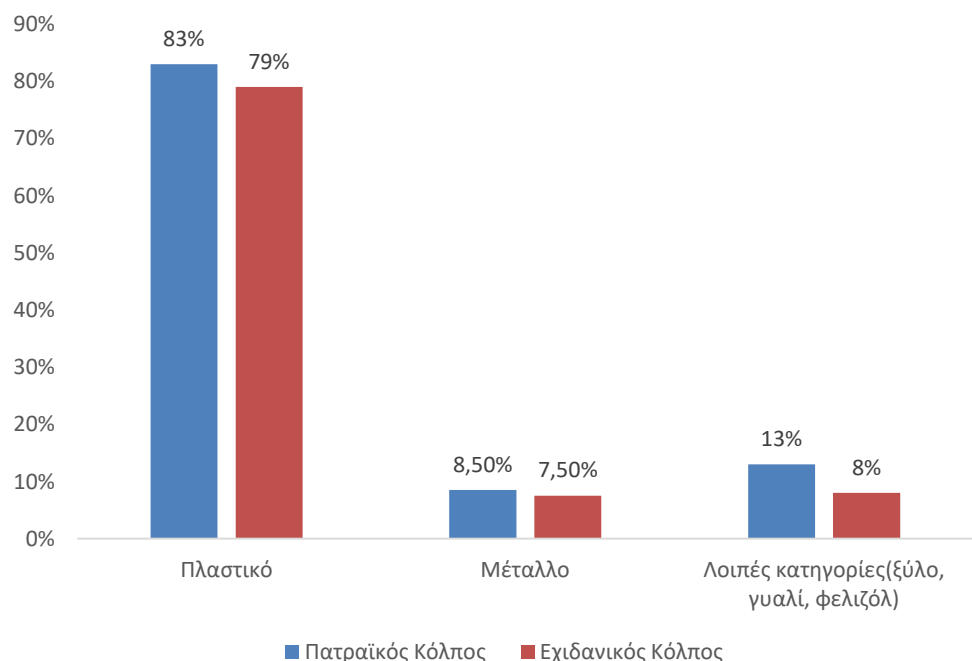
Εικόνα 46: Ποσοστό θαλάσσιων απορριμμάτων που αφορούν την αλιεία στην 1η και 2η κατάδυση στον βυθό του Σαρωνικού Κόλπου (Ελλάδα) (Ioakeimidis et al., 2015)

Κατά τη διάρκεια δύο ημερήσιων εξορμήσεων με αλιευτικά σκάφη, το ένα στον Πατραϊκό Κόλπο και το άλλο στον Κόλπο των Εχινάδων, εξετάστηκαν θαλάσσια απορρίμματα που συγκρατήθηκαν στα δίκτυα της τράτας (Stefatos et al., 1999). Η συγκέντρωση θαλάσσιων απορριμμάτων στον πυθμένα του Πατραϊκού και του Εχιναιδικού κόλπου είναι 240 και 89 αντικείμενα, αντίστοιχα. Τα περισσότερα θαλάσσια απορρίμματα ήταν από πλαστικό και ακολουθεί το μέταλλο (Stefatos et al., 1999).

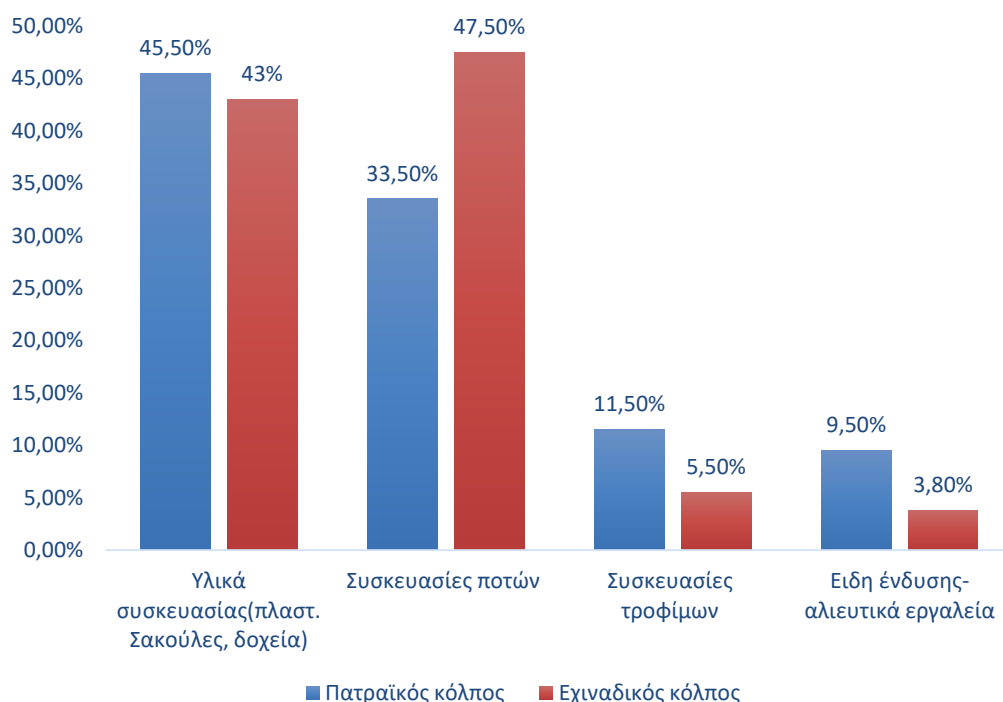
Τα θαλάσσια απορρίμματα που συλλέχθηκαν αρχικά ταξινομήθηκαν ανάλογα με το υλικό τους στις ακόλουθες 11 κατηγορίες: πλαστικά, ξύλο, μέταλλο, γυαλί, φελιζόλ, καουτσούκ, ρούχα, μπογιές, νάιλον, συνθετικά και άλλοι. Ταξινομήθηκαν επίσης σε επτά κατηγορίες ανάλογα με την αρχική του χρήση πριν μετατραπούν σε σκουπίδια και απορριφθούν: συσκευασίες τροφίμων, συσκευασίες ποτών, γενικές συσκευασίες, είδη καθαρισμού, ρούχα, αλιευτικά εργαλεία και άλλα (Stefatos et al., 1999).

Τόσο στον Εχιναιδικό όσο και στον Πατραϊκό κόλπο κυριαρχεί το πλαστικό με μέση αφθονία 79% και 83% αντίστοιχα (Εικόνα 47). Το δεύτερο υλικό είναι το μέταλλο που κυμαίνεται μεταξύ 7,5% στον Εχιναιδικό Κόλπο και 8,5% στον Πατραϊκό Κόλπο (Stefatos et al., 1999). Οι υπόλοιπες κατηγορίες (ξύλο, γυαλί, φελιζόλ κ.λπ.)

αντιπροσωπεύουν μόνο ένα μικρό συνολικό ποσοστό περίπου 8–13% . Το ποσοστό των πλαστικών ειδών πλησιάζει το 60– 80% των πλαστικών συστατικών που αναφέρεται ότι αποτελούν τα απορρίμματα σε παραλίες πέντε μεσογειακών χωρών (Gabrielides et al., 1991). Η ταξινόμηση των θαλάσσιων απορριμμάτων ως προς την αρχική τους χρήση (Εικόνα 48) δείχνει ότι στον Πατραϊκό Κόλπο τα γενικά υλικά συσκευασίας (πλαστικές σακούλες, δοχεία κ.λπ.) είναι τα πιο άφθονα με ποσοστό 45,5% και ακολουθούν οι συσκευασίες ποτών με ποσοστό 33,5% και οι συσκευασίες τροφίμων με ποσοστό 11,5% (Stefatos et al., 1999). Τα είδη ένδυσης και τα αλιευτικά εργαλεία αποτελούν το 9,5% των συνολικών ειδών. Στον Εχιναδικό Κόλπο η κατηγορία συσκευασίας ποτών με ποσοστό 47,5% είναι ελαφρώς υψηλότερη από τη γενική συσκευασία που έχει ποσοστό 43% (Stefatos et al., 1999). Οι συσκευασίες τροφίμων έχουν ποσοστό 5,5% ενώ τα είδη ένδυσης και τα αλιευτικά εργαλεία αντιπροσωπεύουν συνολικά το 3,8%. Τα απορρίμματα αλιευτικών εργαλείων είναι αρκετά σπάνια (1,1–2%) στον πυθμένα της θάλασσας, αν και οι δύο τοποθεσίες είναι περιοχές αλιείας (Stefatos et al., 1999). Το αυξημένο ποσοστό συσκευασίας ποτών στον Εχιναδικό Κόλπο σε σχέση με τον Πατραϊκό Κόλπο μπορεί να αποδοθεί στη ναυτιλία.



Εικόνα 47: Ποσοστό θαλάσσιων απορριμμάτων στον βυθό του Πατραϊκού Κόλπου και του Εχιναδικού Κόλπου (Ελλάδα) (Stefatos et al., 1999)

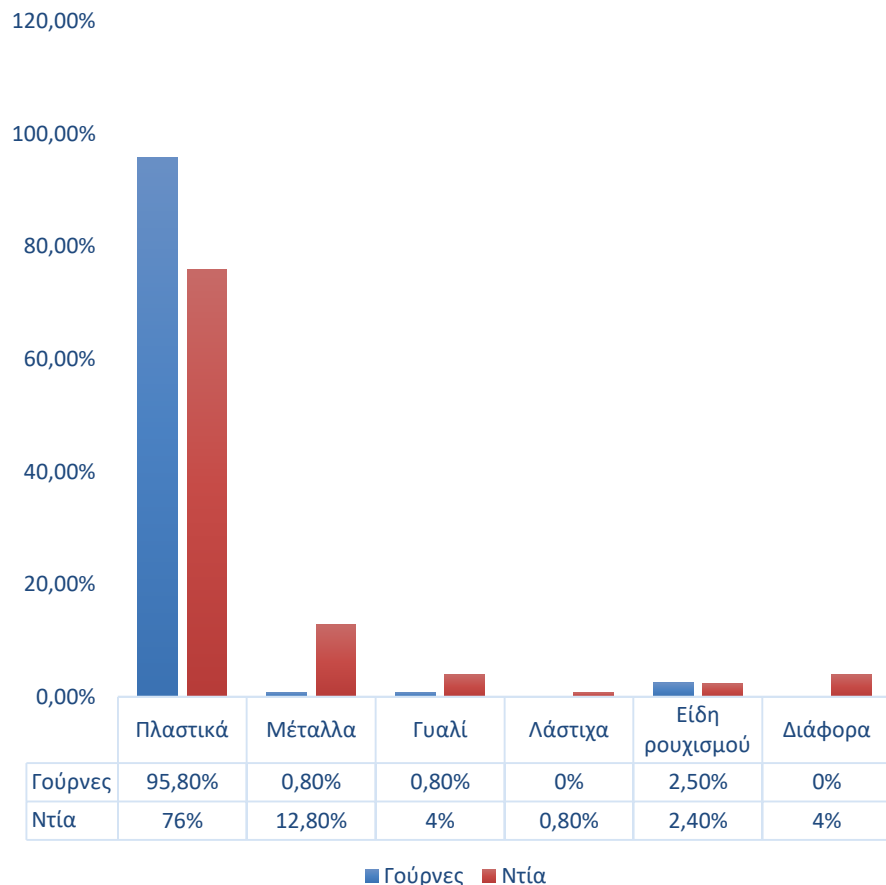


Εικόνα 48: Ποσοστό θαλάσσιων απορριμμάτων στον βυθό του Πατραϊκού Κόλπου και του Εχιναδικού Κόλπου (Ελλάδα) ανά κατηγορία απορριμμάτων (Stefatos et al., 1999)

Η εργασία των Apostolidis et al. (2016) είχε ως στόχο να παρουσιάσει τα πρώτα δεδομένα απορριμμάτων βυθού από δύο περιοχές στον κόλπο του Ηρακλείου, στο Κρητικό Πέλαγος, στο Ν. Αιγαίο. Οι δύο περιοχές είχαν συγκρίσιμο αριθμό ειδών απορριμμάτων και ποικιλομορφία απορριμμάτων. Τα πλαστικά κυριαρχούν και στις δύο περιοχές, με ποσοστό περισσότερο από 76% των θαλάσσιων απορριμμάτων και ακολουθούν τα απορρίμματα που ανήκουν στην κατηγορία ύφασμα/υφάσματα και τα μέταλλα (Apostolidis et al., 2016). Εκτός από τα είδη που συνδέονται με τις χερσαίες πηγές, η ναυτιλία (στρατιωτικός και τουρισμός), η αλιεία και τα είδη που σχετίζονται με το κάπνισμα αλιεύτηκαν και στις δύο περιοχές.

Τα θαλάσσια απορρίμματα του βυθού συλλέχθηκαν από 10 πειραματικούς αλιευτικούς σταθμούς σε 2 τοποθεσίες στον κόλπο του Ηρακλείου, το Κρητικό Πέλαγος, το Ν. Αιγαίο κατά την περίοδο Αυγούστου-Σεπτεμβρίου 2014. Συνολικά συλλέχθηκαν 245 απορρίμματα από τις 2 περιοχές. Όλες οι τράτες είχαν πλαστικά απορρίμματα. Η συντριπτική πλειοψηφία των απορριμμάτων, 76% και 96% (Ντία και Γούρνες αντίστοιχα) ήταν πλαστικά (Εικόνα 49). Μία τράτα στη Ντία είχε 5 κατηγορίες

απορριμμάτων, 2 τράτες είχαν 4 κατηγορίες απορριμμάτων (μία σε κάθε περιοχή) και 4 τράτες είχαν μόνο πλαστικά απορρίμματα (2 σε κάθε περιοχή). Καουτσούκ/λάστιχα και άλλα/διάφορα (ροκανίδια βαφής σε μέταλλο) αντικείμενα βρέθηκαν μόνο στη Ντία (Apostolidis et al., 2016).

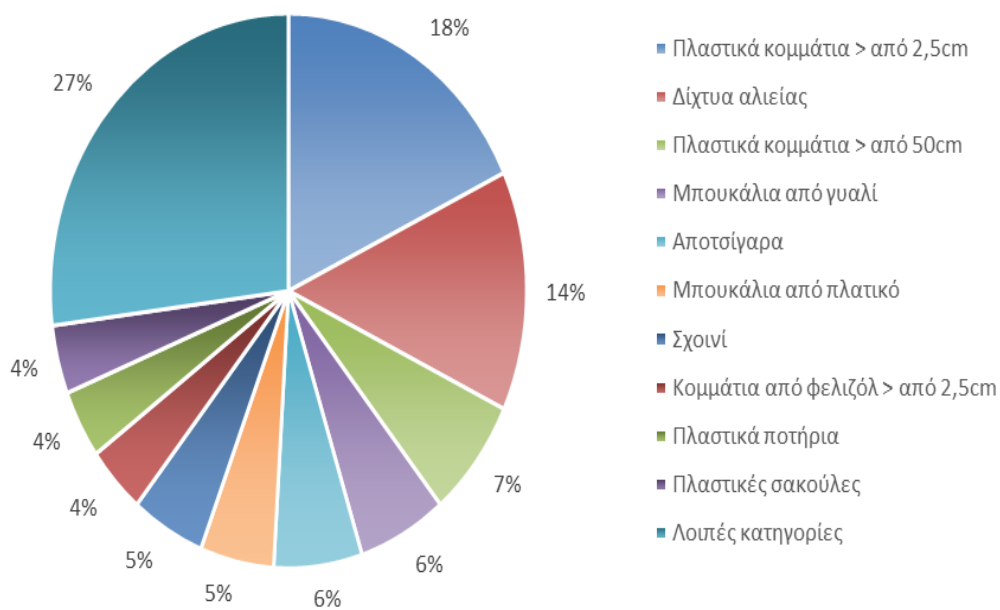


Εικόνα 49: Ποσοστά θαλάσσιων απορριμμάτων ανά κύρια κατηγορία απορριμμάτων σε Γούρνες και Ντία (Apostolidis et al., 2016)

Σχοινιά, κορδόνια και σπάγγοι που προσδιορίζονται ως δίχτυα και πετονιές που σχετίζονται με το ψάρεμα και μονόινα αλιεύτηκαν και στις δύο περιοχές με λίγο μεγαλύτερο ποσοστό στη Ντία. Τα είδη που σχετίζονται με το κάπνισμα και την αλιεία αποτελούσαν περίπου το 5% των πλαστικών απορριμμάτων που αλιεύτηκαν (Apostolidis et al., 2016).

Σύμφωνα με δράση για τον καθαρισμό του Θερμαϊκού που έκανε το isea.com (2022) το μεγαλύτερο ποσοστό θαλάσσιων απορριμμάτων στην περιοχή αυτή ήταν τα κομμάτια πλαστικού (Εικόνα 50). Σημαντικό ποσοστό έχουν και τα δίχτυα αλιείας τα

οποία αποτελούν το 14% των συνολικών θαλάσσιων απορριμμάτων όπου στην πλειοψηφία τους είναι δίχτυα μυδοκαλλιεργειών. Αυτό οφείλεται στην παρουσία μυδοκαλλιεργειών σε Μεθώνη, Μακρύγιαλο, Χαλάστρα και ανάμεσα στις εκβολές του Λουδία και Αλιάκμονα.



Εικόνα 50: Τα θαλάσσια απορρίμματα στον κόλπο του Θερμαϊκού (isea.com, 2022)

Ενδιαφέρον προκαλεί το γεγονός ότι και στις παραλίες της ανατολικής πλευράς τα περισσότερα απορρίμματα είναι τα δίχτυα αλιείας από μυδοκαλλιέργειες αν και σ' αυτή την περιοχή δεν υπάρχουν τέτοιου είδους δραστηριότητες. Αυτό συμβαίνει από την παρουσία των θαλάσσιων ρευμάτων. Τα ρεύματα μεταφέρουν τα δίχτυα σε άλλες περιοχές όπως Περαία, Επανομή και Αγία Τριάδα, ρυπαίνοντας και αυτές.

Επειδή οι περισσότερες παραλίες που βρίσκονται γύρω από τον Θερμαϊκό κόλπο επιβαρύνονται από τον όγκο των απορριμμάτων και κυρίως από τα πλαστικά αλιευτικά εργαλεία η αντιμετώπιση του προβλήματος θα πρέπει να είναι προσανατολισμένη στην αλιευτική κοινότητα (isea.com, 2022).

2.3 Τα μικροπλαστικά στο θαλάσσιο περιβάλλον της Ελλάδας

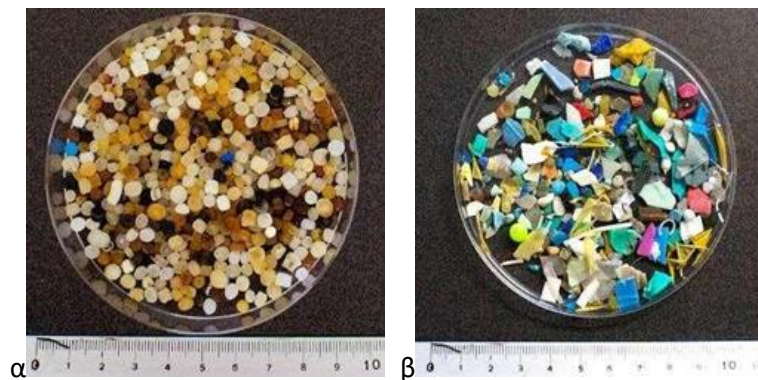
Τα μικροπλαστικά, ένας νέος αναδυόμενος ρύπος για τα θαλάσσια οικοσυστήματα, βρίσκονται σε παραλίες, σε νερά και ιζήματα από τις ακτές σε όλο τον

κόσμο και στον ανοιχτό ωκεανό (Kaberi, et al., 2013). Τα μικροπλαστικά ορίζονται από την Εθνική Υπηρεσία Ωκεανών και Ατμόσφαιρας (NOAA) ως πλαστικά κομμάτια ή θραύσματα μικρότερα από 5 mm που προέρχονται από φυσικό ή φωτοχημικό κατακερματισμό μεγαλύτερων πλαστικών υπολειμμάτων όπως σακούλες, ρούχα, είδη οικιακής χρήσης, οικοδομικά υλικά ή αλιευτικά εργαλεία και εξοπλισμό υδατοκαλλιέργειας, καθώς και από τυχαία απελευθέρωση σφαιριδίων πλαστικής ρητίνης που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες στη βιομηχανία πλαστικών (Mato et al., 2001, Cole et al., 2011). Δεδομένου του συνεχούς κατακερματισμού των πλαστικών αντικειμένων, οι συγκεντρώσεις σωματιδίων στο θαλάσσιο περιβάλλον είναι πιθανό να αυξάνονται με τη μείωση του μεγέθους τους. Τα μικροπλαστικά σωματίδια μπορεί να λειτουργήσουν ως φορείς μολυσματικών ουσιών (PAH, PCB, μέταλλα, κ.λπ.) (Karapanagioti et al., 2011) και μπορούν να καταποθούν από θαλάσσιους οργανισμούς με διαδοχικές επιδράσεις (Wright et al., 2013).

Αποτελούν μέρος των θαλάσσιων απορριμμάτων, είναι ένα σημαντικό παγκόσμιο περιβαλλοντικό πρόβλημα (Cole et al., 2011, Rezanía et al., 2018). Τα μικροπλαστικά είναι ευρέως διαδεδομένα στο θαλάσσιο περιβάλλον και βρίσκονται σε όλα τα θαλάσσια διαμερίσματα (Woodall et al., 2014, Alomar et al., 2016). Έχει υπολογιστεί ότι 5 τρισεκατομμύρια μικροσωματίδια επιπλέουν παγκοσμίως στο θαλάσσιο περιβάλλον (Kaberi et al., 2013). Τα μικροπλαστικά μπορούν να καταποθούν από διάφορους θαλάσσιους οργανισμούς όπως ζωοπλαγκτόν (Cole et al., 2014, Setälä et al., 2014), οστρακοειδή (Li et al., 2018), ψάρια (Bellas et al., 2016, Compa et al., 2018), θαλασσοπούλια (Codina-García et al., 2013) και κητώδη (Fossi et al., 2016) και αυτό εμπνέει ανησυχίες για τις πιθανές επιδράσεις τους στη φυσιολογία και την ευημερία των θαλάσσιων οργανισμών (Lusher, 2015).

Οι Kaberi et al. (2013) διερευνούν (α) την εμφάνιση και κατανομή μικροπλαστικών στις παραλίες της Κέας (Αιγαίο Πέλαγος, Ανατολική Μεσόγειος) και (β) τη σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης μικροπλαστικών με τον προσανατολισμό και τα χαρακτηριστικά της παραλίας (Kaberi et al., 2013). Η Κέα βρίσκεται στο βορειοδυτικό τμήμα του οροπεδίου των Κυκλάδων, μακριά από χερσαίες πηγές απορριμμάτων. Οι παραλίες επιλέχθηκαν με βάση την προσβασιμότητα και τον προσανατολισμό τους. Δείγματα ιζημάτων συλλέχθηκαν από έξι παραλίες, τέσσερα δείγματα στην παραλία Οτζιάς και Κούνδουρος και τρία δείγματα από την παραλία Βρόσκοπος, Ξύλα, Συκαμιά

και Καλυδονύχη. Τα πλαστικά αντικείμενα μεγαλύτερα από 2 mm κατηγοριοποιήθηκαν αρχικά σε δύο τύπους: πέλλετ και θραύσματα (Εικόνα 51α,β).



Εικόνα 51: α. Πέλλετ β. Θραύσματα (Kaberi et al., 2013)

Η κατανομή μικροπλαστικών στην ακτογραμμή της Κέας μελετήθηκε στο τέλος της θερινής περιόδου το 2012. Οι βόρειες και νότιες παραλίες της Κέας βρέθηκαν πιο μολυσμένες με μικροπλαστικά σφαιρίδια και θραύσματα. Το γεγονός ότι οι παραλίες στο δυτικό και ανατολικό τμήμα του νησιού ήταν σχεδόν απαλλαγμένες από πλαστικά υπολείμματα και ταυτόχρονα με πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις μικροπλαστικών αποκαλύπτει ότι η προέλευση των μικροπλαστικών είναι η ανοιχτή θάλασσα. Η Κέα είναι ένα απομακρυσμένο νησί μακριά από χερσαίες πηγές. Ωστόσο, φαίνεται πολύ ευάλωτο στη μικροπλαστική ρύπανση που μεταφέρεται από το ανοιχτό Αιγαίο Πέλαγος (Kaberi et al., 2013). Το πολυαιθυλένιο αναγνωρίστηκε ως το κυρίαρχο πολυμερές τόσο σε σφαιρίδια όσο και σε θραύσματα. Επιπλέον, τα φάσματα IR έδειξαν ότι τα μικροπλαστικά είχαν υποστεί αβιοτική και βιοτική αποικοδόμηση, γεγονός που τα καθιστά πιο κατάλληλο υπόστρωμα για την απορρόφηση ανθεκτικών, βιοσυσσωρευτικών και τοξικών ρύπων και επομένως πιο επιβλαβή για τη θαλάσσια χλωρίδα. Παρατηρήθηκε σημαντική αφθονία χρωματιστών σφαιριδίων και θραυσμάτων, κάτι που είναι επίσης σημαντικό για το θαλάσσιο περιβάλλον, καθώς αυτά τα μικροπλαστικά εκλαμβάνονται ως τροφή από τους θαλάσσιους οργανισμούς (Kaberi et al., 2013).

Οι Digka et al. (2018) ανίχνευσαν την κατάποση μικροπλαστικών σε μύδια (*Mytilus galloprovincialis*) (Εικόνα 52) και τρία είδη ψαριών (*Sardina pilchardus*, *Pagelus erythrinus* και *Modiolus barbatus*) από ελληνικά νερά του Βορείου Ιονίου. Αυτά τα είδη είναι εμπορικά, κοινά και άφθονα στα νερά της Μεσογείου. Το Βόρειο Ιόνιο Πέλαγος βρίσκεται στη μεταβατική ζώνη μεταξύ της Αδριατικής και του Ιονίου. Ο

παράκτιος τουρισμός και οι ψυχαγωγικές δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένων κακών πρακτικών διαχείρισης απορριμμάτων, αλιείας, υδατοκαλλιέργειας και ναυτιλίας είναι οι κύριες ανθρωπογενείς δραστηριότητες που σχετίζονται με την εισαγωγή θαλάσσιων απορριμμάτων στο Βόρειο Ιόνιο Πέλαγος (Vlachogianni et al., 2017).

Τα ευρήματά παρέχουν περαιτέρω στοιχεία ότι είναι όλα ευαίσθητα στην κατάποση μικροπλαστικών με συχνότητα εμφάνισης: 32,0% έως 47,2%. Η αφθονία των μικροπλαστικών ήταν παρόμοια μεταξύ τους. Τα μύδια και οι σαρδέλες είχαν τις υψηλότερες συχνότητες εμφάνισης μικροπλαστικών με ποσοστό 46,3% στα μύδια και 47,2% σε σαρδέλες (Digka et al., 2018).



Εικόνα 52: Το μύδι *M. galloprovincialis* (Yu et al., 2020)

Τα αποτελέσματά δείχνουν υψηλότερα επίπεδα κατάποσης μικροπλαστικών σε μύδια και σαρδέλες, γεγονός που υποδηλώνει ότι τα πελαγικά είδη είναι πιο επιρρεπή σε μικροπλαστική ρύπανση στην περιοχή μελέτης (Digka et al., 2018). Η πλειονότητα των μικροπλαστικών που έχουν καταποθεί από όλους τους θαλάσσιους οργανισμούς ήταν θραύσματα, σε συνέπεια με τα μικροπλαστικά στο θαλασσινό νερό στην περιοχή μελέτης, τα οποία μπορεί να σχετίζονται με κακές πρακτικές διαχείρισης απορριμμάτων στο Βόρειο Ιόνιο Πέλαγος. Το πολυαιθυλένιο είναι ο πιο συχνός τύπος πολυμερούς που βρέθηκε σε όλους τους οργανισμούς, αντανακλώντας την παγκόσμια παραγωγή και χρήση αυτού του υλικού. Οι τιμές κατάποσης μικροπλαστικών είναι συγκρίσιμες με αυτές που αναφέρονται στο ίδιο είδος θαλάσσιων οργανισμών και σε άλλες μεσογειακές περιοχές (Digka et al., 2018).

Δεδομένης της εμπορικής αξίας, της ευρείας κατανομής και της αφθονίας των *Mytilus galloprovincialis*, *Sardina pilchardus* και *Modiolus barbatus* στη Μεσόγειο Θάλασσα, καθώς και των υπάρχοντων στοιχείων για την κατάποση μικροπλαστικών, συγκαταλέγονται στους θαλάσσιους οργανισμούς που θεωρούνται βιοδείκτες για την παρακολούθηση των μικροπλαστικών στη Μεσόγειο Θάλασσα. Επιπλέον, τα αποτελέσματα μπορούν να συμβάλουν στον ορισμό των βασικών επιπέδων κατάποσης μικροπλαστικών στα υπό μελέτη είδη (Digka et al., 2018).

Η μελέτη των Fransen et al. (2016) εξετάζει την κατανομή της ρύπανσης από μικροπλαστικά (MP) λόγω της ανεξέλεγκτης διανομής πλαστικών υπολειμμάτων στο ανατολικό Αιγαίο, στην Ελλάδα και από χερσαίες πηγές τόσο της Σάμου όσο και των Λειψών. Εξετάζονται οι επιπτώσεις του ανέμου στη συσσώρευση και μετατόπιση των μικροπλαστικών MP's. Αυτή η προσέγγιση είναι απαραίτητη προκειμένου να ποσοτικοποιηθεί σωστά η ρύπανση των θαλάσσιων απορριμμάτων MP, επιτρέποντας τη συζήτηση των παραγόντων που συμβάλλουν στη διανομή MP σε όλο το θαλάσσιο περιβάλλον. Τα πλαστικά απόβλητα έχουν συσσωρευτεί στο περιβάλλον λόγω της αναποτελεσματικής διαχείρισης των απορριμμάτων και της ευρείας άσκοπης απόρριψης, ενώ υπόκεινται σε αιολική μεταφορά, συνήθως φτάνουν στην ακτή (Kukulka et al., 2012). Ορισμένα μικροπλαστικά (MP) έχουν μήκος <5 mm, μπορεί να είναι είτε πρωτογενούς (σκόπιμα κατασκευασμένα ώστε να είναι μικροσκοπικού μεγέθους) είτε δευτερεύουσας προέλευσης (που προέρχονται από τον κατακερματισμό μακροπλαστικών αντικειμένων) (Fransen, et al., 2016). Εντός του περιβάλλοντος, τα μικροπλαστικά (MP) υποβαθμίζονται είτε μέσω φυσικών, χημικών ή βιολογικών μέσων (Corcoran et al., 2009). Τα MP's εμφανίζουν μια ποικιλία μορφών, από θραύσματα έως σφαιρίδια, αλλά προηγούμενες μελέτες έχουν βρει ότι τα ινώδη μικροπλαστικά (MP) είναι τα πιο κυρίαρχα (Thompson et al., 2004).

Η έρευνα των Fransen et al. (2016) έγινε σε 23 περιοχές σε όλη τη Σάμο και τους Λειψούς. Οι ίνες MP καταγράφηκαν σε καθεμία από τις 23 περιοχές δειγματοληψίας, παρέχοντας περαιτέρω στοιχεία για την ευρέως αποδεκτή ιδέα ότι οι ίνες MP είναι πανταχού παρούσες στο θαλάσσιο περιβάλλον (Thompson et al., 2004). Οι ποσότητες διαφανών ινών MP επικράτησαν πάνω από όλα τα άλλα χρώματα που παρατηρήθηκαν και στα δύο νησιά. Στη Σάμο οι διαφανείς ίνες MP ήταν σχεδόν διπλάσιες από ό,τι οποιοδήποτε άλλο χρώμα βρέθηκε, επομένως είναι ασφαλές να

υποθέσουμε ότι η προέλευση αυτών των διαφανών MP's αντιστοιχεί στην κυριαρχία του διαφανούς πλαστικού που χρησιμοποιείται σε συσκευασίες, ρούχα και πετονιές (Cole et al., 2014). Προηγούμενες μελέτες έδειξαν ότι τα έγχρωμα μικροπλαστικά (MP) προέρχονται από συνθετικές πετονιές και δίχτυα, αλλά και από υφασμάτινες ίνες που εισέρχονται στο θαλάσσιο περιβάλλον μέσω των λυμάτων (Browne et al., 2011, Free et al., 2014). Μεγάλες αφθονίες έγχρωμων ινών εντοπίστηκαν στις περιοχές των λυμάτων επεξεργασίας λυμάτων και στα δύο νησιά, παρέχοντας περαιτέρω στοιχεία ότι τα οικιακά απορρίμματα αποτελούν βασική πηγή ρύπανσης με έγχρωμο MP (Fransen et al., 2016).

2.4 Οι τρόποι απόρριψης των πλαστικών θαλάσσιων απορριμμάτων - εγκαταλελειμμένων δικτύων αλιείας στην Ελλάδα και νομοθεσία

Τα θαλάσσια απορρίμματα, που ορίζονται ως οποιοδήποτε κατασκευασμένο ή επεξεργασμένο στερεό υλικό που εισέρχεται στο θαλάσσιο περιβάλλον, είναι ένα πολύ υποτιμημένο συστατικό της θαλάσσιας ρύπανσης. Αν και υπάρχουν διάφοροι τύποι απορριμμάτων, τα πλαστικά (συνθετικά οργανικά πολυμερή) αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των θαλάσσιων απορριμμάτων παγκοσμίως (Derraik, 2002). Οι σημαντικές ιδιότητες (ελαφριά, ισχυρά, ανθεκτικά και χαμηλού κόστους) καθιστούν τα πλαστικά κατάλληλα για την κατασκευή ενός πολύ μεγάλου φάσματος προϊόντων είναι επίσης και οι λόγοι για τους οποίους τα πλαστικά αποτελούν σοβαρό κίνδυνο για το θαλάσσιο περιβάλλον, όπου μπορεί να επιμείνουν για αιώνες (Εικόνα 53) και να συσσωρεύονται σε μεγάλες πυκνότητες (Katsanevakis et al., 2007).

Τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία είναι για αναψυχή ή για επαγγελματική χρήση αλιευτικά δίχτυα και παγίδες που χάνονται ή εγκαταλείπονται στο περιβάλλον. Τα πλαστικά εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία συνήθως δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των αλιευτικών δραστηριοτήτων (Good et al., 2010). Οι κύριες αιτίες των απωλειών αλιευτικών εργαλείων είναι η παράνομη αλιεία, η σύγκρουση της έλικας (προπέλας) του σκάφους με δίχτυα, συγκρούσεις εργαλείων, οι θυελλώδεις συνθήκες στη θάλασσα, η εκτεταμένη χρήση απλών δικτύων, βανδαλισμός ή/και κλοπή (Masompour et al., 2018).



Εικόνα 53: Τα πλαστικά στη θάλασσα παραμένουν για εκατοντάδες χρόνια (WWF Greece, 2019)

Στην Ελλάδα υπάρχει ανάπτυξη της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας όπου χρησιμοποιούνται μεγάλοι όγκοι πλαστικών δικτύων. Σύμφωνα με τον νόμο 4736/2020 οι εταιρείες που παράγουν και διακινούν αλιευτικά εργαλεία είναι υπεύθυνες για την ασφαλή συλλογή και ανακύκλωσή τους ώστε να μην απορρίπτονται ανεξέλεγκτα στο θαλάσσιο περιβάλλον. Στόχος είναι να συλλέγεται το 40% των αποβλήτων των αλιευτικών εργαλείων προς ανακύκλωση έως το 2025.

Παρακάτω αναφέρεται ο νόμος 4736/2020 που δημοσιεύτηκε στο ΦΕΚ/Α/20-10-2020. Παραθέτω επίσης και το άρθρο 11 όπου παρουσιάζει ακριβώς το πρόγραμμα της ευθύνης του παραγωγού για τα πλαστικά αλιευτικά εργαλεία.

ΝΟΜΟΣ ΥΠ' ΑΡΙΘΜ. 4736/2020

Άρθρο 1

Σκοπός

Με τις διατάξεις των άρθρων 1 έως 20 εναρμονίζεται η εθνική νομοθεσία προς τις διατάξεις της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/904 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 5ης Ιουνίου 2019 σχετικά με τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον (L 155) και θεσπίζονται μέτρα για την πρόληψη και τη μείωση του αντικτύπου ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον, ιδίως στο υδάτινο περιβάλλον και την ανθρώπινη υγεία, καθώς και την προώθηση της μετάβασης στην κυκλική οικονομία με καινοτόμα και βιώσιμα επιχειρηματικά μοντέλα, προϊόντα και υλικά, συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη της οικονομίας και την αποδοτική λειτουργία της εσωτερικής αγοράς.

Άρθρο 11

Πρόγραμμα διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού για τα αλιευτικά εργαλεία
(άρθρο 8 της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/904)

1. Θεσπίζεται πρόγραμμα διευρυμένης ευθύνης του παραγωγού για τα αλιευτικά εργαλεία που περιέχουν πλαστική ύλη, με σκοπό τη μείωση των αλιευτικών εργαλείων που απορρίπτονται στο θαλάσσιο περιβάλλον, καθώς και τη χωριστή συλλογή και ανακύκλωση των αποβλήτων των αλιευτικών εργαλείων. Το πρόγραμμα εφαρμόζεται συμπληρωματικά προς τις απαιτήσεις για τα απόβλητα αλιευτικών σκαφών, που ορίζονται στην υπ' αρ. 8111.1/41/6.3.2009 κοινή απόφαση των Υπουργών Εσωτερικών, Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης, Περιβάλλοντος, Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Εμπορικής Ναυτιλίας, Αιγαίου και Νησιωτικής Πολιτικής (Β' 412).

2. Από το έτος 2025, το ελάχιστο ετήσιο ποσοστό συλλογής αποβλήτων αλιευτικών εργαλείων που περιέχουν πλαστική ύλη με σκοπό την ανακύκλωση θα ανέρχεται σε σαράντα τοις εκατό (40%) κατά βάρος.

3. Έως την 31η Δεκεμβρίου 2023, οι παραγωγοί των αλιευτικών εργαλείων υποχρεούνται να σχεδιάσουν, να οργανώσουν και να λειτουργήσουν ΣΣΕΔ πανελλαδικής εμβέλειας, κατά την έννοια της περ. 9 του άρθρου 2 του ν. 2939/2001 (Α' 24), για το σύνολο των προϊόντων που διαθέτουν στην αγορά. Για την οργάνωση

και λειτουργία των ΣΣΕΔ εφαρμόζονται κατ' αναλογία τα άρθρα 4α, 4β, 4γ και 7, εξαιρουμένων των παρ. 1 και 3 του άρθρου 7 του ν. 2939/2001.

4. Στις υποχρεώσεις των φορέων ΣΣΕΔ, πέραν αυτών που προβλέπονται στην παρ. 3, περιλαμβάνονται και οι εξής:

α) ο σχεδιασμός, η υλοποίηση και η ανάληψη του κόστους των μέτρων ευαισθητοποίησης, σύμφωνα με το άρθρο 14 σχετικά με τα αλιευτικά εργαλεία που περιέχουν πλαστική ύλη,

β) η ανάληψη του κόστους χωριστής συλλογής αποβλήτων αλιευτικών εργαλείων που περιέχουν πλαστική ύλη και έχουν παραδοθεί σε κατάλληλες λιμενικές εγκαταστάσεις παραλαβής, σύμφωνα με την Οδηγία (ΕΕ) 2019/883 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Απριλίου 2019 (L 151) ή σε άλλα ισοδύναμα συστήματα συλλογής που δεν εμπίπτουν στο πεδίο εφαρμογής της εν λόγω Οδηγίας, και της επακόλουθης μεταφοράς και επεξεργασίας των εν λόγω απορριμμάτων, στο οποίο κόστος δύναται να περιλαμβάνεται η παροχή οικονομικών κινήτρων για την επιστροφή των αποβλήτων αλιευτικών εργαλείων από πλαστική ύλη,

γ) η συλλογή δεδομένων, η υποβολή εκθέσεων στον Ε.Ο.ΑΝ. και η ανάληψη του κόστους αυτών, σχετικά με τα αλιευτικά εργαλεία που περιέχουν πλαστική ύλη, τα οποία διατίθενται στην αγορά και τα απόβλητα αλιευτικών εργαλείων που συλλέγονται και ανακυκλώνονται, για τους σκοπούς του άρθρου 16 και για τον στόχο της παρ. 2 του παρόντος,

δ) η εφαρμογή επαρκούς μηχανισμού αυτοελέγχου των ΣΕΔ που υποστηρίζεται από τακτικούς ανεξάρτητους ελέγχους για την αξιολόγηση: δα) της οικονομικής τους διαχείρισης, συμπεριλαμβανομένης της συμμόρφωσης με τις απαιτήσεις που ορίζονται στις περ. α' και β' της παρ. 5 και δβ) της ποιότητας των στοιχείων που συλλέγονται και υποβάλλονται σύμφωνα με την περ. γ'. Οι ανεξάρτητοι έλεγχοι που υποστηρίζουν τους αυτοελέγχους διενεργούνται από ορκωτό ελεγκτή λογιστή ή ελεγκτική εταιρεία που είναι εγγεγραμμένος/η στο Δημόσιο Μητρώο του άρθρου 14 του ν. 4449/2017,

ε) η διάθεση στο κοινό πληροφοριών και, σχετικά με την επίτευξη του στόχου της παρ. 2, το ιδιοκτησιακό καθεστώς και τα μέλη των ΣΣΕΔ, τις χρηματικές εισφορές που καταβάλλουν οι παραγωγοί προϊόντων ανά πωλούμενη μονάδα ή ανά τόνο

προϊόντος που διατίθεται στην αγορά και τη διαδικασία επιλογής για τους φορείς διαχείρισης αποβλήτων.

5. Οι χρηματικές εισφορές που καταβάλλονται από τους παραγωγούς των προϊόντων για τη συμμόρφωσή τους με τις υποχρεώσεις που απορρέουν από τις ρυθμίσεις του παρόντος, προσδιορίζονται στο επιχειρησιακό σχέδιο που καταρτίζεται από τους φορείς ΣΣΕΔ και υποβάλλεται προς έγκριση στον Ε.Ο.ΑΝ., σύμφωνα με τα οριζόμενα στις παρ. 5, 6 και 7 του άρθρου 7 του ν. 2939/2001 και πρέπει:

α) Να καλύπτουν το κόστος για τα προϊόντα που διαθέτει ο παραγωγός στην αγορά, σύμφωνα με την παρ. 4.

β) Να λαμβάνουν υπόψη τον κυκλικό σχεδιασμό των αλιευτικών εργαλείων, προκειμένου να ενθαρρυνθεί η προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση και να διευκολυνθεί η ανακυκλωσιμότητα στο τέλος του κύκλου ζωής.

γ) Να μην υπερβαίνουν το αναγκαίο κόστος για την παροχή υπηρεσιών διαχείρισης αποβλήτων με τρόπο οικονομικά αποδοτικό. Το κόστος αυτό επιμερίζεται με διαφάνεια μεταξύ των παραγωγών.

δ) Να διασφαλίζουν την ίση μεταχείριση των παραγωγών προϊόντων, ανεξάρτητα από τη χώρα προέλευσης, το μέγεθός τους και το ύψος παραγωγής τους, χωρίς να προκαλούν δυσανάλογη επιβάρυνση στους παραγωγούς.

2.5 Οι μη κερδοσκοπικές οργανώσεις (ΜΚΟ) στην Ελλάδα για τον καθαρισμό των θαλασσών και οι σταθμοί συλλογής των πλαστικών θαλάσσιων απορριμμάτων - εγκαταλελειμμένων δικτύων αλιείας στην Ελλάδα

Υπάρχουν πολλοί οργανισμοί και ΜΚΟ που έχουν διεξαγάγει έρευνες και εκστρατείες καθαρισμού των ελληνικών θαλασσών και έχουν βοηθήσει πολύ στη συλλογή και ανακύκλωση των εγκαταλελειμμένων πλαστικών δικτύων αλιείας. Οι οργανισμοί αυτοί είναι:

Η Healthy Seas: Η περιβαλλοντική οργάνωση Healthy Seas έχει στόχο την απομάκρυνση των θαλάσσιων απορριμμάτων, ειδικότερα τα πλαστικά δίκτυα αλιείας και την ανακύκλωσή τους σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα. Τα δίκτυα αλιείας που συλλέγονται θα ανακυκλωθούν από την Aquafil, μαζί με άλλα νάιλον απορρίμματα, σε νήμα ECONYL®, μια υψηλής ποιότητας πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για τη

δημιουργία νέων προϊόντων, όπως κάλτσες, μαγιό ή χαλιά. Από το 2013, η Healthy Seas έχει συγκεντρώσει περισσότερους από 773 τόνους πλαστικών διχτυών αλιείας και άλλα θαλάσσια απορρίμματα και τα έχει προωθήσει προς ανακύκλωση (Healthyseas, 2022).

Η Ghost Diving: Η Ghost Diving είναι ο μεγαλύτερος και διεθνής μη κερδοσκοπικός οργανισμός εθελοντών τεχνικών δυτών που αναλαμβάνει, υποστηρίζει τις πρωτοβουλίες ανάσυρσης και συλλογής εγκαταλελειμμένων διχτυών στις θάλασσες και τους ωκεανούς. Από το 2012 έχει διεξάγει καταδύσεις έρευνας και απομάκρυνσης εγκαταλελειμμένων διχτυών στη Βόρεια Θάλασσα, Αδριατική, Αιγαίο, Μεσόγειο και στον Ειρηνικό Ωκεανό σε συνεργασία με πολλές περιβαλλοντικές οργανώσεις και με την υποστήριξη μιας συνεχόμενα αυξανόμενης ομάδας εθελοντών τεχνικών δυτών. Στην Ελλάδα, η ομάδα λειτουργεί με το όνομα Ghost Diving Greece (Ghostdiving, 2022).

Το BlueCycle: Το BlueCycle, το πρώτο ολοκληρωμένο πρόγραμμα για την ανακύκλωση θαλάσσιων πλαστικών απορριμμάτων από την αλιευτική και ναυτιλιακή δραστηριότητα, υλοποιεί το Ίδρυμα Αικατερίνης Λασκαρίδη. Βασίζεται στην έρευνα, την καινοτομία, τη δημιουργικότητα και τις νέες τεχνολογίες, προτείνοντας βιώσιμες λύσεις για την προστασία του περιβάλλοντος. Εγκαταλελειμμένα δίχτυα, «δίχτυα-φαντάσματα», σχοινιά και κάβοι μετατρέπονται σε πρώτη ύλη υψηλής ποιότητας, έτοιμη για επανένταξη στη βιομηχανία (BlueCycle, 2022).

Η Aegean Rebreath: Η Aegean Rebreath ιδρύθηκε το 2017 για να απαντήσει στην επείγουσα ανάγκη για απορρύπανση των βυθών και να προάγει την προστασία της βιοποικιλότητας του Αιγαίου, η οποία αναμφισβήτητα κινδυνεύει λόγω της αλόγιστης εναπόθεσης απορριμμάτων στη θάλασσα. Μια μικρή αρχικά ομάδα από επαγγελματίες και ερασιτέχνες δύτες, περιβαλλοντολόγους αλλά και ενεργούς πολίτες με κοινές ανησυχίες για την κατάσταση των ελληνικών θαλασσών, ξεκίνησε δράσεις υποβρύχιων και παράκτιων καθαρισμών (Aegean Rebreath, 2022).

Η Εναλεία: Η Εναλεία είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που αντιμετωπίζει δύο άμεσα σχετιζόμενα προβλήματα για το θαλάσσιο περιβάλλον: Αυτό της Μείωσης των Αποθεμάτων Ψαριών και της Πλαστικής Θαλάσσιας Ρύπανσης. Διδάσκουν πρακτικές αλιείας που προστατεύουν τους τοπικούς πληθυσμούς ψαριών και αφαιρούν τα πλαστικά που υπάρχουν στις θάλασσες του κόσμου,

προσαρμόζοντας την αλιευτική βιομηχανία για ένα πράσινο μέλλον. Η αποστολή τους είναι να κάνουν ένα βιώσιμο θαλάσσιο οικοσύστημα με την αντιμετώπιση τόσο της υπεραλίευσης όσο και της πλαστικής ρύπανσης (Enaleia, 2022).

“Healthy Seas and Ghost Fishing” μαζί είναι μια πρωτοβουλία σε συνεργασία με καταδυτικές επιχειρήσεις σε διάφορες περιοχές για να αφαιρεθούν από τη θάλασσα τα εγκαταλελειμμένα στους βυθούς αλιευτικά δίχτυα, για να γίνουν οι θάλασσες πιο ασφαλείς για τη θαλάσσια ζωή.

“Clean Blue Paros” - Η Πάρος δεσμεύθηκε να γίνει το πρώτο νησί χωρίς πλαστικά απορρίμματα στην Ελλάδα. Το νησί ένωσε τις δυνάμεις του με την οργάνωση Common Seas για να υλοποιήσει μια σειρά δράσεων με στόχο τη μείωση της κατανάλωσης πλαστικών μιας χρήσης και την αποτελεσματική συλλογή πλαστικών απορριμμάτων. Στο πρόγραμμα Clean Blue Paros συμμετέχει και το WWF Ελλάς με σειρά δράσεων (WWF Greece, 2019).

Τον Απρίλιο του 2021, σε συνεργασία με τους δήμους που φιλοξενούν σταθμούς συλλογής θαλάσσιων απορριμμάτων, δημιουργήθηκε το Δίκτυο “Μπλε” Δήμων, το πρώτο εθνικό δίκτυο δήμων που εστιάζει στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος, υπό την αιγίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας.

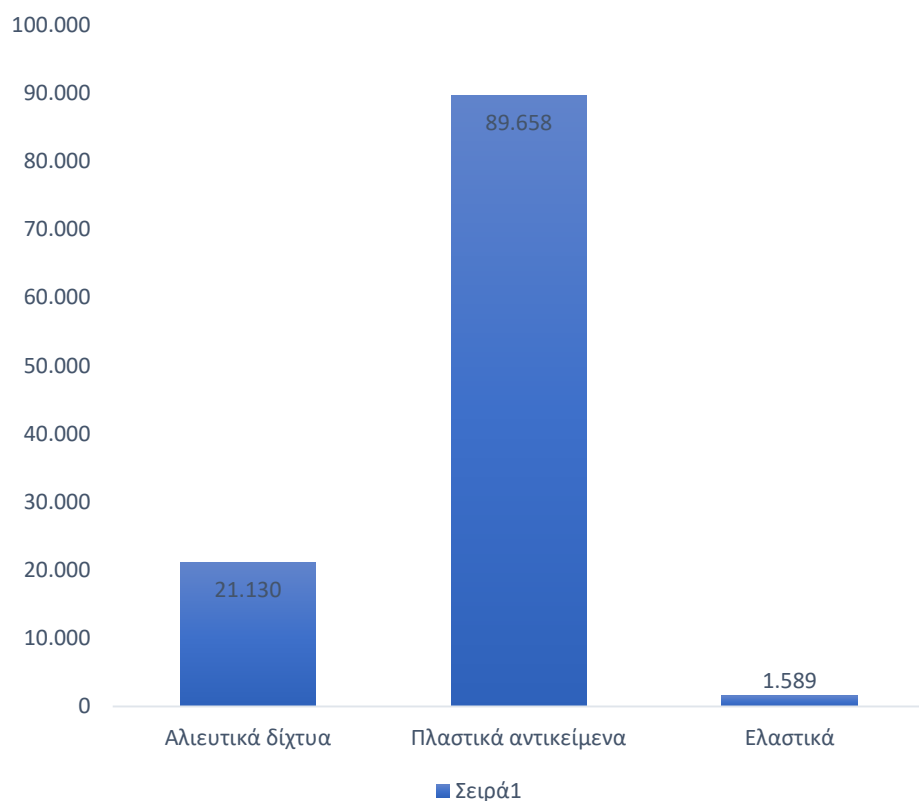
Οι σταθμοί αυτοί βρίσκονται σε σημεία λιμανιών όπου κυρίως δραστηριοποιούνται οι αλιευτικές κοινότητες και είναι εξοπλισμένοι με κάδους διαφορετικών ρευμάτων ανακύκλωσης και την ανάλογη σήμανση, βοηθώντας πολίτες και αλιείς να τοποθετούν παράκτια και θαλάσσια απορρίμματα. Στη συνέχεια, οι δημοτικές αρχές σε συνεργασία με την Aegean Rebreath φροντίζουν για την καταγραφή και τη διοχέτευση των απορριμμάτων σε μονάδες ανακύκλωσης ή επαναξιοποίησης (upcycling). Στο πλαίσιο αυτό, η Aegean Rebreath συμμετέχει στο πρόγραμμα Blue Cycle, όπου και διοχετεύονται τα αλιευτικά εργαλεία που συλλέγονται από τους σταθμούς συλλογής και από τις υποβρύχιες και παράκτιες δράσεις καθαρισμού (Aegean Rebreath, 2022).

21.13 τόνοι αλιευτικών δικτύων, 89.658 πλαστικά αντικείμενα, 1.589 ελαστικά συλλέχθηκαν μέχρι τώρα σε 65 καθαρισμούς βυθών και ακτών (Εικόνα 54). Αυτά τα απορρίμματα περισυλλέχθηκαν από τους σταθμούς συλλογής θαλάσσιων απορριμμάτων που είναι εγκατεστημένοι σε νησιωτικές και παράκτιες περιοχές σε

όλη την Ελλάδα από την περιβαλλοντική οργάνωση Aegean Rebreath και τους δήμους αυτούς υπό την αιγίδα του Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας (Εικόνα 55).



Εικόνα 54: Τα απορρίμματα που περισυλλέχθηκαν από τους σταθμούς συλλογής θαλάσσιων απορριμμάτων σε όλη την Ελλάδα (Aegean Rebreath, 2022)



Εικόνα 55: Τα απορρίμματα που περισυλλέχθηκαν από τους σταθμούς συλλογής θαλάσσιων απορριμμάτων σε όλη την Ελλάδα (Aegean Rebreath, 2022)

Οι δήμοι σε Πάρο, Αντίπαρο, Λευκάδα, Σύρο, Τήνο, Πόρο, Ανάφη, Κέρκυρα και Διαποντίων Νήσων, Σαντορίνης, Αλονήσου, Σκύρου, Ζακύνθου, Κέας, Νάξου κ.α.

(Εικόνα 57) εφαρμόζουν καλές πρακτικές για τη διαχείριση των θαλάσσιων απορριμμάτων, οργανώνοντας παράκτιους και υποβρύχιους καθαρισμούς, ερευνητικές και εκπαιδευτικές δραστηριότητες και ψηφιακές βάσεις δεδομένων. Παράλληλα, ανακυκλώνουν το πλαστικό, το γυαλί, το αλουμίνιο και τα αλιευτικά εργαλεία (Εικόνα 56), τα οποία στη συνέχεια διαθέτουν σε εταιρείες που τα επαναχρησιμοποιούν, κάνοντας πράξη τις αρχές της κυκλικής οικονομίας (Aegean Rebreath, 2022).



Εικόνα 56: Κάδοι ανακύκλωσης στον σταθμό συλλογής θαλάσσιων απορριμμάτων στη Κέα (Aegean Rebreath, 2022)



Εικόνα 57: Χάρτης Ελλάδος με τους σταθμούς περισυλλογής θαλάσσιων απορριμμάτων και πλαστικών δικτυών αλιείας με μπλε, μελλοντικές δράσεις με πράσινο και παρελθοντικές δράσεις με γκρι (Aegean Rebreath, 2022)

Το ΥΠΕΝ στηρίζει την καινοτόμο αυτή πρωτοβουλία που προκύπτει από τη σύμπραξη δημόσιας και ιδιωτικής πρωτοβουλίας, συγχρηματοδοτείται από το Ίδρυμα Σταύρος Νιάρχος (ΙΣΝ) και στοχεύει στην ανάδειξη και ανταλλαγή καλών πρακτικών, την αξιοποίηση των εμπειριών για την υλοποίηση οριζόντιων δράσεων και την παροχή συμβουλευτικού έργου σε κεντρικό επίπεδο (Aegean Rebreath, 2022).

3. ΠΡΑΚΤΙΚΕΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

3.1 Πρακτικές διαχείρισης των πλαστικών θαλάσσιων απορριμμάτων – εγκαταλελειμμένων πλαστικών δικτύων αλιείας.

Τα θαλάσσια απορρίμματα είναι ένας σημαντικός και αυξανόμενος ρύπος στους ωκεανούς. Τα τελευταία χρόνια, ο αριθμός των μελετών και των πρωτοβουλιών που προσπαθούν να αξιολογήσουν και να αντιμετωπίσουν την παγκόσμια απειλή των θαλάσσιων απορριμμάτων έχει αυξηθεί. Οι δραστηριότητες που σχετίζονται με την αλιεία και την υδατοκαλλιέργεια είναι ένας άλλος τομέας που παράγει θαλάσσια απορρίμματα. Τα εγκαταλελειμμένα, χαμένα ή αλλιώς απορριφθέντα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) πιστεύεται ότι συμβάλλουν περίπου στο 10% των θαλάσσιων απορριμμάτων που αποτίθενται στη θάλασσα ετησίως (Macfadyen et al., 2009, Pham et al., 2014).

Οι πληροφορίες σχετικά με τον χαρακτηρισμό, τον ποσοτικό προσδιορισμό και τη θέση των ποσοτήτων των θαλάσσιων απορριμμάτων αντιπροσωπεύουν επίσης το υπόβαθρο για την ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης για τη μείωση των θαλάσσιων απορριμμάτων και την επαλήθευση της αποτελεσματικότητάς τους. Τα μέτρα διαχείρισης που προτείνονται και στη συνέχεια υιοθετούνται για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών προβλημάτων που σχετίζονται με τα θαλάσσια απορρίμματα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: (α) προληπτικά μέτρα για την αποφυγή της εμφάνισης με μείωση των πηγών (π.χ. επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση απορριμμάτων, μετατροπή απορριμμάτων σε ενέργεια, επιβολή λιμενικές εγκαταστάσεις υποδοχής, σήμανση εργαλείων) (β) μέτρα μετριασμού για τη μείωση της παρουσίας και των επιπτώσεων μέσω των κανονισμών απόρριψης απορριμμάτων και (γ) διορθωτικά μέτρα για την απομάκρυνση των απορριμμάτων από το θαλάσσιο περιβάλλον μέσω εκστρατειών καθαρισμού και προγραμμάτων ανάκτησης (Chen, 2015). Τα μέτρα για την ευαισθητοποίηση είναι επίσης απαραίτητα για να οδηγήσουν σε αλλαγές συμπεριφοράς των πολιτών και των ενδιαφερομένων. Αυτά τα μέτρα διαχείρισης περιλαμβάνονται σε μια σειρά από μέσα πολιτικής (π.χ. συμβάσεις, κανονισμούς και στρατηγικές) που προτείνονται σε παγκόσμιο, περιφερειακό και επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ), τόσο υποχρεωτικά όσο και εθελοντικά. Το νομοθετικό πλαίσιο αναφέρεται σε δύο βασικούς τομείς: την προστασία της θάλασσας και των πόρων της, συμπεριλαμβανομένου του τομέα της αλιείας, και τη διαχείριση των αποβλήτων όπως φαίνεται κ στον παρακάτω πίνακα 3 (Madricardo et al., 2020).

Πίνακας 3: Κατάλογος των κύριων στρατηγικών και κανονισμών που αναπτύχθηκαν για την αντιμετώπιση του ζητήματος των θαλάσσιων απορριμμάτων στο διεθνές, περιφερειακό και κοινοτικό επίπεδο (Madricardo et al., 2020)

Επίπεδο	Κύριος τομέας	Όργανα	Διατάξεις σχετικά με τα θαλάσσια απορρίμματα και τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία
Παγκόσμια όργανα	Προστασία περιβάλλοντος	Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας (UNCLOS), 1982	Καθορίζει την υιοθέτηση όλων των απαραίτητων μέτρων για την πρόληψη, τη μείωση και τον έλεγχο κάθε είδους ρύπανσης για προστασία και διατήρηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος
		Συμφωνία ΟΗΕ για τα αποθέματα ιχθύων, 1995	Προωθεί την ανάπτυξη περιβαλλοντικά ασφαλών αλιευτικών εργαλείων και τεχνικές για την προστασία των ιχθυοποθεμάτων και την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων από χαμένα ή εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία
	Αλιεία	Κώδικας Δεοντολογίας Υπεύθυνων Αλιείας, 1995	Θέτει πρότυπα και αρχές για να καθοδηγούν τις κυβερνήσεις και ιδιωτικών φορέων για αειφόρο χρήση των υδάτινων πόρων και για υπεύθυνων αλιευτικών πρακτικών, παραπέμποντας άμεσα και στην ALDFG
	Διαχείριση αποβλήτων	Η Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία (MARPOL 73/78), 1973-1978	Το παράρτημα V ορίζει μέτρα για την εξάλειψη ή τη μείωση της ποσότητας σκουπιδιών και στερέων αποβλήτων που παράγονται από πλοία και απορρίπτονται στη θάλασσα και θέτει την απόλυτη απαγόρευση απόρριψης πλαστικών αποβλήτων στη θάλασσα
		Σύμβαση του Λονδίνου και 1996 Πρωτόκολλο	Ορίζει την πλήρη διακοπή της απόρριψης απορριμμάτων στη θάλασσα, αντιπροσωπεύει

			αποφασιστική αλλαγή στην προσέγγιση στο ζήτημα της χρήσης της θάλασσας ως εναπόθεση αποβλήτων υλικών και εισάγει το λεγόμενο «προληπτική προσέγγιση» και η αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει»
Όργανα της περιοχής της Μεσογείου	Προστασία περιβάλλοντος	Σύμβαση της Βαρκελώνης του 1976 και Πρωτόκολλα	Στοχεύει στην προστασία της Μεσογείου από τη ρύπανση. Πρωτόκολλο Dumping: πρόληψη και εξάλειψη της ρύπανσης από απόρριψη από πλοία και αεροσκάφη ή αποτέφρωση στη θάλασσα. Πρωτόκολλο LBS: προστασία από τη ρύπανση από την ξηρά
		Σύμβαση της Βαρκελώνης: Περιφερειακό Σχέδιο για τη διαχείριση των θαλάσσιων απορριμμάτων στη Μεσόγειο (2014)	Στοχεύει στην πρόληψη και μείωση στο ελάχιστο της θαλάσσιας ρύπανσης στη Μεσόγειο και ο αντίκτυπός της στις υπηρεσίες οικοσυστήματος, ενδιαιτήματα, είδη (ιδίως τα απειλούμενα είδη), δημόσια υγείας και ασφάλειας και να αφαιρεθούν στο μέτρο του δυνατού τα υπάρχοντα θαλάσσια απορρίμματα. Το σχέδιο σκοπεύει επίσης να εφαρμόσει το Σύστημα «fishing for litter».
		Πρόγραμμα MEDPOL (1996): Στρατηγικό Πρόγραμμα Δράσης για την διαχείριση των θαλάσσιων απορριμμάτων στην Μεσόγειο, 2011	Στοχεύει στην ελαχιστοποίηση και περαιτέρω εξάλειψη, στο μέγιστο δυνατό των θαλάσσιων απορριμμάτων στην περιοχή της Μεσογείου μέσω περιφερειακών και εθνικών δραστηριοτήτων. Η Στρατηγική που υπογραμμίζει αυτά τα θαλάσσια απορρίμματα αντιπροσωπεύει ένα τοπικό, εθνικό αλλά και διασυνοριακό πρόβλημα. Χρειάζονται ειδικά μέτρα σε όλα τα επίπεδα
Ευρωπαϊκά όργανα	Προστασία περιβάλλοντος	Πλαίσιο Θαλάσσιας Στρατηγικής	Περιγραφέας 10: Ιδιότητες και ποσότητες θαλάσσιων

		Οδηγία (Οδηγία 2008/56/CE) και η επακόλουθη Επιτροπή Αποφάσεις (2010/477/EK και 2017/848/EK)	απορριμμάτων (μάκρο και μικρο) δεν προκαλούν βλάβη στα παράκτια και θαλάσσια περιβάλλοντα. Καθώς και στους θαλάσσιους οργανισμούς, ιδίως όπου αναφέρεται στην κατάποση και εμπλοκή σε απορρίμματα και εγκαταλελειμμένο αλιευτικό εξοπλισμό
	Προστασία περιβάλλοντος	Η Ευρωπαϊκή Στρατηγική για την Περιφέρεια Αδριατικής και Ιονίου (EUSAIR), 2014	Ειδικός στόχος εντός του Πυλώνα 3 «Ποιότητα του περιβάλλοντος» είναι η βελτίωση της διαχείρισης των απορριμμάτων με τη μείωση των ροών αποβλήτων στη θάλασσα. Οι προβλεπόμενες ενέργειες για την ρύπανση στη θάλασσα περιλαμβάνουν τις συντονισμένες προσπάθειες για την αντιμετώπιση ολόκληρου του κύκλου ζωής των θαλάσσιων απορριμμάτων.
	Αλιεία	Κανονισμός (ΕΚ) 1224/2009 για ένα κοινοτικό σύστημα ελέγχου και Επιτροπή υλοποίησης Κανονισμός (ΕΚ) 404/2011	Καθορίζει υποχρεωτικά μέτρα για τη σήμανση και την αναγνώριση αλιευτικών σκαφών και αλιευτικών εργαλείων που χρησιμοποιούνται στα κοινοτικά ύδατα και τη σωστή συμπεριφορά που πρέπει να υιοθετείτε όταν χάνονται αλιευτικά εργαλεία κατά τη διάρκεια αλιευτικών δραστηριοτήτων, δίνοντας έμφαση στην υποχρέωση έγκαιρης ανάκτησης ή, εάν ο χαμένος εξοπλισμός δεν μπορεί να ανακτηθεί, με λεπτομερή ειδοποίηση προς τις αρμόδιες αρχές
		Κανονισμός (ΕΚ) 1005/2008 κοινοτικό σύστημα για την πρόληψη, την αποτροπή και την εξάλειψη της	Η παράνομη αλιεία αναγνωρίζεται ως μια από τις πιο σοβαρές απειλές για τη βιώσιμη εκμετάλλευση των υδάτινων πόρων και της θαλάσσιας βιοποικιλότητας.

		παράνομης, λαθραίας και άναρχης αλιείας	Καθώς και μια από τις αιτίες που οδήγησαν στην εγκατάλειψη αλιευτικών εργαλείων στη θάλασσα.
Διαχείριση αποβλήτων		Οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα (Οδηγία 2008/98/ΕΚ)	Αν και δεν σχετίζεται άμεσα με τη διαχείριση των πλοίων ή τα απόβλητα αλιείας ή τα θαλάσσια απορρίμματα, η Οδηγία προσφέρει ένα εκσυγχρονισμένο πλαίσιο και καθιερώνει μια ιεραρχία αποβλήτων σε πέντε στάδια προσέγγισης όπου η πρόληψη είναι η καλύτερη επιλογή, ακολουθούμενη από την επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση και άλλες μορφές ανάκτησης, με διάθεση όπως π.χ ΧΥΤΑ ως τελευταία επιλογή.
		Οδηγία (ΕΕ) 2018/851 που τροποποιεί την οδηγία 2008/98/ΕΚ	Αναφέρεται συγκεκριμένα στα θαλάσσια απορρίμματα που αναγνωρίζονται ως ιδιαίτερα πιεστικό πρόβλημα και δηλώνει ότι πρέπει να ληφθούν μέτρα για να σταματήσει η παραγωγή θαλάσσιων απορριμμάτων ειδικά από χερσαίες δραστηριότητες.
		Οδηγία (ΕΕ) 2019/883 για τα λιμένα εγκαταστάσεις υποδοχής για την παράδοση απορριμμάτων από πλοία, καταργώντας την Οδηγία 2000/59/ΕΚ	Εισάγει μερικές σημαντικές καινοτομίες: την ένταξη, μεταξύ των απόβλητων από πλοία που καλύπτονται από την Οδηγία, επίσης ως «παθητικά αλιευμένα απόβλητα», ορίζονται τα απόβλητα που συλλέγονται σε δίχτυα κατά τη διάρκεια της αλιείας, ενθαρρύνει τη χρήση «σχεδίων αλιείας απορριμμάτων» και προβλέπει ότι το κόστος συλλογής και θεραπείας στα παθητικά αλιευμένα απόβλητα δεν βαρύνουν αποκλειστικά τους χρήστες λιμένων
		Οδηγία (ΕΕ) 2019/904 για την	Εισάγει πολλές απαγορεύσεις και περιορισμούς σε

		μείωση του αντίκτυπου ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον	διαφορετικές χρήσεις και υλικά. Αυτή η πρωτοβουλία επικεντρώθηκε στα μίας χρήσης πλαστικά και σε αλιευτικά εργαλεία που περιέχουν πλαστικό και έθεσε όρια για τη χρήση πλαστικών μίας χρήσης μέσω εθνικής μείωσης κατανάλωσης, τις απαιτήσεις σχεδιασμού και επισήμανσης. Καθορίζονται επίσης και οι υποχρεώσεις διαχείρισης/εκκαθάρισης για τους παραγωγούς
--	--	--	--

Οι πιο σημαντικές παγκόσμιες συμβάσεις αποτέλεσαν αντικείμενο διαπραγμάτευσης στο πλαίσιο του Προγράμματος των Ηνωμένων Εθνών για το Περιβάλλον (UNEP) και του Οργανισμού για την Ασφάλεια, την Ασφάλεια και τις Περιβαλλοντικές Επιδόσεις της Διεθνούς Ναυτιλίας (Διεθνής Ναυτιλιακός Οργανισμός, IMO). Σύμφωνα με τη διαφορετική φύση τους, αυτά τα μέσα μεταφέρθηκαν ρητά στην περιφερειακή ή κοινοτική νομοθεσία ή χρησίμευσαν ως κατευθυντήριες γραμμές για τα κράτη προκειμένου να αναλάβουν συντονισμένες ενέργειες για την αντιμετώπιση του ζητήματος των θαλάσσιων απορριμμάτων. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή ΕΕ ανέπτυξε μια ευρωπαϊκή στρατηγική για τα πλαστικά και τη νομοθεσία παρακολούθησης για τη μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον ορισμένων πλαστικών ειδών μίας χρήσης και εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων. Το 2019, η ΕΕ ενέκρινε την Οδηγία 2019/904/ΕΕ για τη μείωση των επιπτώσεων ορισμένων πλαστικών προϊόντων στο περιβάλλον, που εισάγει πολλές απαγορεύσεις και περιορισμούς σε διαφορετικές χρήσεις και υλικά. Αυτή η πρωτοβουλία επικεντρώθηκε στα δέκα πλαστικά μίας χρήσης που βρέθηκαν περισσότερο και στα αλιευτικά εργαλεία που περιέχουν πλαστικό (Madrcardo et al., 2020).

Οι Madricardo et al. (2020) έδωσαν μια επισκόπηση των προόδων σε σχέση με τη ρύπανση του θαλάσσιου πυθμένα, από την παρακολούθηση και την αξιολόγηση έως την πρόληψη και τον μετριασμό. Η ανασκόπηση καλύπτει τα ακόλουθα θέματα:

1. Την αξιολόγηση των μακρό-απορριμμάτων στον πυθμένα της θάλασσας, συμπεριλαμβανομένης της παρακολούθησης και του εντοπισμού πιθανών σημείων συσσώρευσης απορριμμάτων μέσω αριθμητικών μοντέλων.

2. Τη διαχείριση των θαλάσσιων απορριμμάτων στον πυθμένα της θάλασσας, συμπεριλαμβανομένων των διαδικασιών απομάκρυνσης και ανακύκλωσης, και των στρατηγικών για τη συμμετοχή των ενδιαφερομένων και των πολιτών.

Η αλιευτική κοινότητα βρίσκεται φυσικά στην πρώτη γραμμή της καταπολέμησης των θαλάσσιων απορριμμάτων. Οι περισσότεροι επαγγελματίες αλιείς γνωρίζουν ότι τα απορρίμματα μπορούν να επηρεάσουν το θαλάσσιο περιβάλλον βλάπτοντας τα οικοσυστήματα και τους θαλάσσιους οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένων των εμπορικών ειδών. Γνωρίζουν επίσης ότι ένα σημαντικό μέρος των θαλάσσιων απορριμμάτων προέρχεται από αλιευτικές δραστηριότητες (Wyles et al., 2019).

Ως εκ τούτου, η προώθηση της συμμετοχής τόσο των αλιέων όσο και των υδατοκαλλιεργητών στη διαδικασία διαχείρισης των αλιευτικών αποβλήτων αποτελεί προϋπόθεση όχι μόνο για τη μακροπρόθεσμη πρόληψη των δικτύων φαντασμάτων και άλλων θαλάσσιων απορριμμάτων, αλλά και για τη βελτιστοποίηση της ανάκτησης των απορριπτόμενων δικτύων αλιείας και των θαλάσσιων απόβλητων (Ronchi et al., 2019).

Οι υπεύθυνοι χάραξης πολιτικής, οι εταιρείες διαχείρισης απορριμμάτων και οι βιομηχανίες μπορεί να διαδραματίσουν κρίσιμο ρόλο στη χάραξη ενός συστήματος διαχείρισης των θαλάσσιων απορριμμάτων, εντοπίζοντας κατάλληλες επιλογές για την ανάκτηση, την απόρριψη και την ανακύκλωσή τους σύμφωνα με το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας και την ιεραρχία των απορριμμάτων, με σκοπό τη μεγιστοποίηση της περιβαλλοντικά οφέλη. Οι τακτικές συνεργασίες μεταξύ των αλιέων, των επιστημόνων και των διαχειριστών αποτελούν τον πιο αποτελεσματικό τρόπο πρόσβασης στην τοπική οικολογική γνώση στην αξιολόγηση και διαχείριση της αλιείας (Barnett et al., 2016). Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η συνεργασία με τον αλιευτικό τομέα επέτρεψε στους υπεύθυνους λήψης αποφάσεων να θέσουν σε εφαρμογή συγκεκριμένες πρακτικές λύσεις με στόχο την απομάκρυνση των θαλάσσιων απορριμμάτων από τη θάλασσα, τη βελτίωση των πρακτικών διαχείρισης απορριμμάτων επί του σκάφους και τους μηχανισμούς απόρριψης λιμένων με τελικό στόχο την αύξηση της διαδικασίας ανακύκλωσης (Madricardo et al., 2020).

Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1990, υπήρχαν ελάχιστες έρευνες για τα εγκαταλειμμένα αλιευτικά εργαλεία, τόσο παγκοσμίως όσο και στα ευρωπαϊκά ύδατα.

Μεγάλο μέρος έρευνας που ολοκληρώθηκε έγινε στα νερά της Βόρειας Αμερικής (Carr, 1985, Way, 1976). Η μεγάλης κλίμακας αλιεία με παρασυρόμενα δίχτυα δεν αποτελούσε πρόβλημα στην Ευρώπη, καθώς τέτοιες μέθοδοι χρησιμοποιήθηκαν μόνο σε αναπτυσσόμενη αλιεία τόνου στα ύδατα νοτιοδυτικά της Ιρλανδίας για σύντομο χρονικό διάστημα προτού καταργηθούν σταδιακά. Ωστόσο, καθώς αναπτύχθηκε ανησυχία για τις επιπτώσεις του χαμένου εξοπλισμού στα ευρωπαϊκά ύδατα, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή χρηματοδότησε μια σειρά πανευρωπαϊκών μελετών σχετικά με την έκταση, τις επιπτώσεις, τις αιτίες και τα προληπτικά μέτρα της αλιείας με δίχτυα φαντάσματα, που ονομάστηκαν FANTARED (Brown & Macfadyen, 2007).

Οι Brown & Macfadyen (2007) εξέτασαν τα επίπεδα καθαρής απώλειας, τι συμβαίνει με τα εργαλεία αφού χαθούν και τα προκύπτοντα επίπεδα «αλιευμάτων διχτυών φαντασμάτων» που πραγματοποιούνται στην αλιεία με παθητικά εργαλεία στην ΕΕ. Εξέτασαν επίσης γιατί χάνονται τα αλιευτικά εργαλεία και παρουσίασαν ορισμένες κοινές απαντήσεις διαχείρισης.

Οι επιλογές διαχείρισης για την αντιμετώπιση του χαμένου εξοπλισμού μπορούν να ταξινομηθούν είτε ως προληπτικά είτε ως διορθωτικά μέτρα όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα 4.

Πίνακας 4: Προληπτικά και διορθωτικά μέτρα για το ψάρεμα φάντασμα (Ghost fishing) (Brown & Macfadyen, 2007)

Προληπτικά μέτρα	Διορθωτικά μέτρα
Η μείωση των κινδύνων σύγκρουσης μεταξύ των εργαλείων π.χ. ζωνοποίηση ενεργητικής και παθητικής αλιείας	Αναφορά απώλειας εργαλείων για επόμενες εκστρατείες ανάκτησης εργαλείων
Μείωση της αποτελεσματικότητας των διχτυών φαντασμάτων π.χ. βιοδιασπώμενα δίχτυα	Καμπάνιες ανάκτησης εργαλείων
Μείωση της αλιευτικής προσπάθειας π.χ. αριθμοί διχτυών, χρόνος πόντισης, αριθμοί σκαφών	Ευκαιριακή ανάκτηση εργαλείων μέσω ερευνών βενθοπελαγικής τράτας
Σήμανση αλιευτικών εργαλείων π.χ. προσάρτηση αναμεταδοτών	

Πέρα από αυτά τα μέτρα, μια ευρύτερη στρατηγική προσέγγιση για τη θέσπιση κωδίκων καλής πρακτικής και η αλλαγμένη συμπεριφορά που θα πρέπει να απορρέει από αυτούς θα μπορούσε να είναι εξίσου σημαντική (Fantared 2, 2002). Είναι επίσης σημαντικό να βελτιωθούν οι επικοινωνίες μεταξύ των αλιέων και μεταξύ των αλιέων και των υπηρεσιών επιβολής του νόμου. Τέτοιοι κώδικες μπορούν περαιτέρω να είναι χρήσιμοι για να αποδείξουν στο κοινό ότι ο κλάδος αντιμετωπίζει προληπτικά το ζήτημα της απώλειας των αλιευτικών εργαλείων (Brown & Macfadyen, 2007).

Το έργο THE FANTARED 2 περιλάμβανε τη συμφωνία μέτρων για τον μετριασμό των επιπτώσεων του χαμένου εξοπλισμού σε εμπορικά σημαντικά αποθέματα. Οι αλιευτικοί στόλοι με απλάδια του Ηνωμένου Βασιλείου, της Ισπανίας, της Πορτογαλίας, της Γαλλίας, της Σουηδίας και της Νορβηγίας συμφώνησαν (Huntington, 2016):

- ◆ Σωστή σήμανση του εργαλείου, συμπεριλαμβανομένης της ταυτότητας του σκάφους.
- ◆ Σήμανση θέσης των εργαλείων για την υποβοήθηση της μετατόπισης του δικτυού.
- ◆ Δίνεται μεγάλη προσοχή στα καιρικά μοτίβα και μη ρύθμιση εργαλείων όταν αναμένεται κακός καιρός.
- ◆ Εξασφάλιση ότι ο εξοπλισμός έχει ρυθμιστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να αποφεύγεται η σύγκρουση με άλλους χρήστες και η λήψη κατάλληλων προφυλάξεων κατά την αλιεία σε περιοχές υψηλής θαλάσσιας κυκλοφορίας.
- ◆ Μεταφορά πάντα του εξοπλισμού ανάκτησης δικτυών.
- ◆ Προσπάθεια ανάκτησης του χαμένου εξοπλισμού και αναφορά της απώλειας του όπου είναι δυνατόν.

Οι τοπικές προσθήκες περιλαμβάνουν τη χρήση ανακλαστών ραντάρ, τη χρήση ορισμένων συνδυασμών επιφανειακών σηματοδότηρων για ισχυρές τρέχουσες συνθήκες, τη σήμανση δικτυών και τον καθορισμό ελάχιστων προτύπων για την κατασκευή εργαλείων (Brown et al., 2005).

Υπάρχουν πολλά παραδείγματα χρήσης τόσο προληπτικών όσο και διορθωτικών μέτρων στην Ευρώπη. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνώρισε τη σημασία

της σήμανσης των αλιευτικών εργαλείων το 1994 (CEC, 1994) και πιο πρόσφατα το 2004 (CEC, 2004). Υπάρχουν δύο αξιοσημείωτα σύνολα απαιτήσεων σήμανσης εργαλείων σε επίπεδο ΕΕ που θα πρέπει να διαδραματίσουν ρόλο στην πρόληψη των αλιευτικών αποβλήτων (EC, 2005, EC, 2004). Η Ευρωπαϊκή Κοινότητα απαγόρευσε το δίκτυο κάτω από 200 μέτρα από την 1η Φεβρουαρίου 2006 ως ενδιάμεσο μέτρο, ενώ θα μπορούσαν να αναπτυχθούν συνθήκες μακροπρόθεσμης διαχείρισης (Brown & Macfadyen, 2007). Σε τοπικό επίπεδο υπάρχουν συχνά, εγκαταστάσεις για ασφαλή απόρριψη των αλιευτικών εργαλείων στους λιμένες και ανεπίσημες συμφωνίες πρόσβασης μεταξύ αλιέων στατικών εργαλείων και μηχανοτρατών για την ελαχιστοποίηση των συγκρούσεων με τα εργαλεία. Ένα μακροχρόνιο παράδειγμα ενός μη δεσμευτικού κώδικα συμπεριφοράς μεταξύ αλιέων που χρησιμοποιούν ενεργητικά και παθητικά εργαλεία υπάρχει στη δυτική Μάγχη όπου οι Βρετανοί αλιείς με απλάδια δίκτυα και οι Γάλλοι αλιείς τράτας επικοινωνούν σχετικά για τις αλιευτικές δραστηριότητες έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι συγκρούσεις και η απώλεια εργαλείων (Blyth et al., 2002).

Τα διορθωτικά μέτρα στην Ευρώπη συχνά λαμβάνουν τη μορφή προγραμμάτων ανάκτησης εργαλείων. Στα ευρωπαϊκά ύδατα τα προγράμματα ανάκτησης εργαλείων χρησιμοποιούνται ή έχουν χρησιμοποιηθεί στην αλιεία με δίκτυα στη Σουηδία (Tschernij & Larsson, 2005), Πολωνία, Νορβηγία και τα δίκτυα βαθέων υδάτων του βορειοανατολικού Ατλαντικού (Large et al., 2005). Αυτό περιλαμβάνει τη συνεργασία μεταξύ της Νορβηγίας και της Ευρωπαϊκής Κοινότητας σε προγράμματα ανάκτησης εργαλείων στα νορβηγικά και κοινοτικά ύδατα το 2005, η οποία πρόκειται να συνεχιστεί σε ετήσια βάση στο μέλλον (Brown & Macfadyen, 2007). Πράγματι, η ανάκτηση εργαλείων είναι ένα διορθωτικό μέτρο που χρησιμοποιείται ευρέως και σε άλλα μέρη του κόσμου, ιδίως στη Βόρεια Αμερική (Stevens, 2000, Donohue et al., 2001,) καθώς και στη Νότια Κορέα και την Αυστραλία (Brown & Macfadyen, 2007).

Οι περισσότερες από τις δράσεις ανάκτησης εργαλείων στην Ευρώπη ακολούθησαν έρευνα σχετικά με την απώλεια εργαλείων στην περιοχή (Fantared 2, 2002). Ωστόσο, οι δράσεις ανάκτησης εργαλείων, τόσο ως εργαλείο έρευνας όσο και ως μέσο για τη συστηματική μείωση των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων έρχονται σε αντίθεση με ορισμένα από τα βασικά συμπεράσματα της έρευνας.

Εντοπίστηκαν ορισμένα προβλήματα με τα προγράμματα ανάκτησης εργαλείων για την επίλυση του προβλήματος της απώλειας των αλιευτικών εργαλείων, όπως:

- ◆ Μόνο μικρές περιοχές αλιευτικού πεδίου μπορούν να καλυφθούν σε εκστρατείες ανάκτησης, επομένως είναι απαραίτητες οι ακριβείς πληροφορίες σχετικά με τη θέση των χαμένων εργαλείων που απαιτεί, με τη σειρά της, ακριβή αναφορά των απωλειών με εργαλεία από τους αλιείς.
- ◆ Δεν εμποδίζουν τους αλιείς να υποστούν οικονομικές απώλειες λόγω απώλειας εργαλείων, απώλειας αλιευμάτων και απώλειας χρόνου αλιείας, εάν καταβληθούν προσπάθειες για αναζήτηση εργαλείων.
- ◆ Τα εργαλεία ανάκτησης έχουν περιορισμένη απόδοση ανάκτησης.
- ◆ Τα χαμένα αλιευτικά εργαλεία παραμένουν στη θάλασσα για ένα χρονικό διάστημα μεταξύ της απώλειας και της ανάκτησης, με αποτέλεσμα συχνά να αλιεύονται εμπορικά είδη θαλάσσιων οργανισμών.
- ◆ Μέχρι την ανάκτηση του εργαλείου, μεγάλο μέρος της ικανότητας του χαμένου εργαλείου να πιάσει ψάρια μπορεί να έχει εξαφανιστεί.
- ◆ Η ανάκτηση εργαλείων είναι δαπανηρή.

Ενώ τα προγράμματα ανάκτησης εργαλείων συνήθως μειώνουν τις επιπτώσεις στα ιχθυαποθέματα και στο ευρύτερο περιβάλλον καθώς ανακτούν τα χαμένα εργαλεία, οι περιορισμοί και το κόστος τους οδηγούν επομένως στο ερώτημα εάν είναι δικαιολογημένα και εάν τα χαμένα εργαλεία θα μπορούσαν πράγματι να μείνουν καλύτερα στη θάλασσα (Brown & Macfadyen, 2007).

Η MARPOL 73/78, η Διεθνής Σύμβαση για την Πρόληψη της Ρύπανσης από Πλοία, η οποία τέθηκε σε ισχύ στις 31 Δεκεμβρίου 1988, θεωρείται μία από τις σημαντικότερες όσον αφορά την πρόληψη της ρύπανσης που προκαλείται από τα θαλάσσια απόβλητα, τους υδρογονάνθρακες και τις εκλύσεις με πλοία (Campanale et al., 2019).

Ένας βασικός παράγοντας για την υπεύθυνη απόρριψη παλαιών ή κατεστραμμένων αλιευτικών εργαλείων είναι η εύκολη πρόσβαση σε ευκαιρίες απόρριψης χαμηλού κόστους. Το παράρτημα V MARPOL (IMO, 2012) απαιτεί ότι:

- I. Κάθε πλοίο άνω των 100 ΚΟΧ (κόροι ολικής χωρητικότητας) θα πρέπει να ακολουθεί γραπτό σχέδιο διαχείρισης απορριμμάτων.
- II. Απαγορεύει την «απόρριψη στη θάλασσα συνθετικών αλιευτικών διχτυών και υπολειμμάτων πετονιάς» και παρέχει μια μεθοδολογία για τον προσδιορισμό της φύσης και της επάρκειας των λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής απορριμμάτων που βασίζεται στον «αριθμό και τους τύπους πλοίων που θα καταπλέουν στο λιμάνι».

Αυτή η τελευταία απαίτηση υποδηλώνει ότι οι αλιευτικοί λιμένες πρέπει να διαθέτουν επαρκείς εγκαταστάσεις υποδοχής αλιευτικών εργαλείων που να αντικατοπτρίζουν την κλίμακα και τη φύση της αλιείας τους. Αυτό είναι σχετικά απλό για μεγαλύτερα αλιευτικά λιμάνια. Ωστόσο, μπορεί να γίνει προβληματικό για τα μικρά παράκτια λιμάνια, που έχουν περιορισμένο χώρο στην αποβάθρα ή υλικοτεχνικά ζητήματα, να απορρίπτουν αυτά τα απόβλητα με υπευθυνότητα (Huntington, 2016).

Σύμφωνα με τους Deshpande et al. (2020) η νορβηγική κυβέρνηση εξετάζει την Εκτεταμένη Ευθύνη Παραγωγού (EPR) ως στρατηγική για την ελαχιστοποίηση και την πρόληψη της πλαστικής ρύπανσης από τα αλιευτικά εργαλεία (FG) σε περιφερειακή κλίμακα. Σύμφωνα με το EPR, οι εταιρείες που παράγουν, εισάγουν ή διανέμουν αλιευτικά εργαλεία (FG) θα είναι υπεύθυνες για τη συλλογή του εξοπλισμού μετά τη χρήση και για τη διασφάλιση της σωστής ανακύκλωσής του (Sundt et al., 2018). Μια αξιολόγηση σκοπιμότητας του συστήματος EPR διεξήχθη από τη Νορβηγική Διεύθυνση Περιβάλλοντος το 2018. Υπογράμμισε την ανάγκη για εις βάθος κατανόηση του κύκλου ζωής του συστήματος των αλιευτικών εργαλείων (FG) (ροές και αποθέματα) για να βοηθήσει στην επιλογή των σχετικών μηχανισμών για την εφαρμογή τέτοιων κανονισμών λειτουργίας. Ένας μηχανισμός ανάκτησης, ένα σύστημα ανταμοιβής για τους τελικούς χρήστες για την προώθηση της συλλογής EOL των αλιευτικών εργαλείων (FGs), είναι ένα παράδειγμα αποτελεσματικού τρόπου υλοποίησης EPR σε περιφερειακή κλίμακα. Η θέσπιση περιβαλλοντικού φόρου για την πώληση αλιευτικού εξοπλισμού είναι μια άλλη αποδεδειγμένη στρατηγική για την εσωτερίκευση του κόστους συλλογής και επεξεργασίας απορριμμάτων EOL σε τιμές αγοράς. Η αντίληψη των ενδιαφερομένων και η ετοιμότητα της αγοράς πρέπει να

αξιολογηθούν πριν από την εφαρμογή αυτής της στρατηγικής σε περιφερειακή κλίμακα (Deshrande et al., 2020).

Πέρα από τις εθελοντικές προσεγγίσεις της αυτοδιάθεσης και της πιστοποίησης από τρίτους η κύρια προσέγγιση εφαρμογής για τη διαχείριση των αλιευτικών εργαλείων είναι η υποχρεωτική νομοθεσία. Αυτή η επιλογή είναι το κύριο μέσο διαχείρισης των αρχών για να επηρεάσουν τη συμπεριφορά των αλιέων, να διαχειριστούν καλύτερα τα αλιευτικά εργαλεία διασφαλίζοντας ότι παραμένουν υπό έλεγχο και η αντίδρασή τους στην απώλεια και την ανάκτηση εργαλείων. (Huntington, 2016)

Το πλεονέκτημα των νομοθετικών μέτρων είναι ότι μπορούν να απαιτηθούν από όλους τους αλιείς και η συμμόρφωση μπορεί να ενισχυθεί με τιμωρητικά μέτρα. Ωστόσο, η εφαρμογή και ο έλεγχος μιας νομικής προσέγγισης είναι συχνά δαπανηρή. Η κακοσχεδιασμένη νομοθεσία μπορεί να είναι δύσκολο να επιβληθεί και σε ορισμένες περιπτώσεις, να είναι αντιπαραγωγική.

Ο κύριος τομέας στον οποίο έχει υιοθετηθεί μια νομοθετική προσέγγιση είναι η σήμανση των εργαλείων. Αυτό προήλθε σε μεγάλο βαθμό από διεθνή μέσα αλιείας. Αυτά περιλαμβάνουν:

- ◆ Τη Συμφωνία των Ηνωμένων Εθνών για την Εφαρμογή Ορισμένων Διατάξεων της Σύμβασης για την Νόμος της Θάλασσας της 10ης Δεκεμβρίου 1982 σχετικά με τη διατήρηση και τη διαχείριση των αλληλεπικαλυπτόμενων αποθεμάτων ιχθύων και των άκρως μεταναστευτικών αποθεμάτων ιχθύων (Συμφωνία για τα αποθέματα ιχθύων).
- ◆ Τον Κώδικα Συμπεριφοράς του FAO για την Υπεύθυνη Αλιεία (το CCRF).
- ◆ Η συμφωνία για την προώθηση της συμμόρφωσης με τα διεθνή μέτρα διατήρησης και διαχείρισης από αλιευτικά σκάφη στην ανοιχτή θάλασσα (συμφωνία συμμόρφωσης) (Huntington, 2016).

Όσον αφορά την άμεση απομάκρυνση των θαλάσσιων υπολειμμάτων, έχουν γίνει αρκετές ανεπίσημες προσπάθειες με τη μορφή καθαρισμού παραλιών από μη κυβερνητικές οργανώσεις (ΜΚΟ). Επιπλέον, υπάρχουν μερικά περιφερειακά έργα που

αφορούν τη φυσική απομάκρυνση των θαλάσσιων απορριμμάτων όπως το MARELITT (Marine Litter) και το GGGI (Global Ghost Gear Initiative) (Agamuthu et al., 2019). Το MARELITT, είναι ένα χρηματοδοτούμενο από την ΕΕ πρόγραμμα που περιλαμβάνει συνολικά πέντε έργα με στόχο τον καθαρισμό των θαλάσσιων απορριμμάτων και την ανάκτηση εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων από τέσσερις ευρωπαϊκές περιφερειακές θάλασσες, συγκεκριμένα τον Βορειοανατολικό Ατλαντικό, τη Βαλτική Θάλασσα, τη Μαύρη Θάλασσα και τη Μεσόγειο Θάλασσα. Από την άλλη πλευρά, η Global Ghost Gear Initiative (GGGI) είναι μια διατομεακή συμμαχία που δεσμεύεται να δώσει λύσεις στο πρόβλημα των χαμένων και εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων παγκοσμίως. Το GGGI στοχεύει στη βελτίωση της υγείας των θαλάσσιων οικοσυστημάτων, στην προστασία των θαλάσσιων οργανισμών και στη διασφάλιση της ανθρώπινης υγείας και διαβίωσης (Huntington, 2016). Επιπλέον, η σύμβαση του Όσλο/Παρίσι, για την Προστασία του Θαλάσσιου Περιβάλλοντος του Βορειοανατολικού Ατλαντικού (OSPAR), ξεκίνησε επίσης ένα πρόγραμμα με τίτλο «Ψάρεμα απορριμμάτων (FFL)» το 2007. Το πρόγραμμα είχε δύο στόχους να αφαιρέσει χειροκίνητα τα θαλάσσια απορρίμματα από το περιβάλλον και να ευαισθητοποιήσει τους χρήστες της θάλασσας για τη μείωση της παραγωγής θαλάσσιων απορριμμάτων. Αυτό το πρόγραμμα FFL έχει εφαρμοστεί σε χώρες, συγκεκριμένα στο Βέλγιο, την Ολλανδία, την Αγγλία, τη Γερμανία, τη Σουηδία, την Ιρλανδία και την Ιταλία (Chen, 2015).

Δυστυχώς τα θαλάσσια απορρίμματα συνεχίζουν να συσσωρεύονται στο θαλάσσιο περιβάλλον ανεξάρτητα από διεθνείς συμφωνίες, περιφερειακές πρωτοβουλίες και κανονισμούς. Εκφράζεται φόβος ότι η παραγωγή θαλάσσιων απορριμμάτων, και ιδιαίτερα θαλάσσιων πλαστικών απορριμμάτων, θα συνεχίσει να αυξάνεται εάν δεν ληφθούν περαιτέρω μέτρα για την πρόληψη των αποβλήτων στην πηγή (Löhr et al., 2017).

3.2 Σήμανση των αλιευτικών εργαλείων πριν από τη χρήση τους

Η απώλεια ολόκληρου ή μέρους των αλιευτικών εργαλείων συνιστά οικονομική ζημία για τα ενδιαφερόμενα σκάφη και δυνητικό κίνδυνο για την ασφάλεια και το περιβάλλον. Ενώ τα περισσότερα πλοία προσπαθούν να ανακτήσουν τον χαμένο εξοπλισμό τους με μεταβλητά επίπεδα επιτυχίας (Brown et al., 2005, Macfadyen et al., 2009) σημαντικές ποσότητες των χαμένων ή εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων (ALDFG) παραμένουν στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Αν και τα περισσότερα αποικοδομούνται με την πάροδο του χρόνου ή δεσμεύονται στο υπόστρωμα, μερικά παραμένουν στην επιφάνεια ή ξεβράζονται στην ακτή. Σε τέτοιες περιπτώσεις θα ήταν χρήσιμο να γνωρίζουμε πού χάθηκε ο εξοπλισμός και από ποιον. Αυτό θα βοηθούσε στην εκτίμηση της κλίμακας και της φύσης της απώλειας των αλιευτικών εργαλείων και σε περίπτωση επίμονης και σκόπιμης απόρριψής τους, θα βοηθούσε στην παροχή αποδεικτικών στοιχείων στις αρχές ελέγχου (Huntington, 2016).

Η σήμανση των αλιευτικών εργαλείων ή η αναγνώριση των αλιευτικών εργαλείων θεωρείται βασική στρατηγική για την υπεύθυνη αλιεία και για τον έλεγχο του προβλήματος των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων (ALDFG). Αυτό μπορεί να επιτρέψει στους αλιείς να ελαχιστοποιήσουν τους κινδύνους απώλειας των αλιευτικών εργαλείων (FG), καθώς και να βοηθήσει τις αρχές στη βελτίωση της συλλογής και διαχείρισής τους. Το Τμήμα Αλιείας του Οργανισμού Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) δημοσίευσε μια συστημική κατευθυντήρια γραμμή ενθαρρύνοντας τα κράτη μέλη να ενσωματώσουν τη σήμανση των αλιευτικών εργαλείων στις πολιτικές τους (Deshpande et al., 2020).

Σύμφωνα με αυτές τις κατευθυντήριες γραμμές, η σήμανση εργαλείων βοηθά στην κατανόηση της θέσης, της κλίμακας και της φύσης των αλιευτικών εργαλείων (FG) στο νερό (FAO, 2016). Ορισμένα από τα προτεινόμενα αναγνωριστικά σήμανσης περιλαμβάνουν ηλεκτρονικές ετικέτες, κωδικοποιημένες ετικέτες καλωδίων, γραμμωτό κώδικα, χρωματικά κωδικοποιημένα σχοινιά, μεταλλικές σφραγίδες ή ετικέτες μετάλλου/χάλυβα που ενσωματώνονται στα αλιευτικά εργαλεία (FG). Ηλεκτρονικές συσκευές, συμπεριλαμβανομένων ραδιοφάρων και δορυφορικών πομπών έχουν χρησιμοποιηθεί σε ορισμένες αλιευτικές δραστηριότητες για ευκολότερο εντοπισμό από απόσταση ή απεριόριστη παρακολούθηση, ακόμη και από την ξηρά (He & Suuronen, 2018).

Ο Κώδικας Δεοντολογίας του FAO για την Υπεύθυνη Αλιεία ζήτησε «τα αλιευτικά εργαλεία να φέρουν σήμανση σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία, θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη ομοιόμορφα και διεθνώς αναγνωρίσιμα συστήματα σήμανσης εργαλείων» (FAO, 1995)(Παρ. 8.2.4). Ωστόσο, λίγες μόνο κυβερνήσεις ή Περιφερειακές Οργανώσεις Διαχείρισης Αλιείας (ΠΟΔΑ) έχουν εφαρμόσει ή επιβάλει σωστά αυτή την απαίτηση. Συνεπώς, τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία

(ALDFG) είναι συχνά αδύνατο να αναγνωριστούν από τον ιδιοκτήτη του εργαλείου και από την αλιεία προέλευσης. Η κατάλληλη σήμανση των αλιευτικών εργαλείων θα ήταν επωφελής από πολλές απόψεις. Θα βοηθούσε στην πρόληψη και τη μείωση των ALDFG και της αλιείας φαντασμάτων, στην ανάκτηση των ALDFG, θα βελτιώσει την ασφάλεια στη θάλασσα και θα ενισχύσει την ικανότητα εφαρμογής ρυθμιστικών μέτρων αλιείας, συμπεριλαμβανομένων εκείνων για τον έλεγχο της αλιευτικής ικανότητας και την πρόληψη ή εξάλειψη της παράνομης, λαθραίας και άναρχης αλιείας IUU (FAO, 2018). Μερικές τεχνολογίες σήμανσης φαίνονται στον παρακάτω πίνακα 5.

Πίνακας 5: Μερικές τεχνολογίες σήμανσης και οι εφαρμογές τους (He & Suuronen, 2018)

Τύπος σήμανσης	Απόσταση ανίχνευσης	Χρήση και σχόλια
Σημείες/πλωτήρες	Οπτικό εύρος	Εύκολο στην τοποθέτηση, γενικά εφαρμόζεται, ορατό, εύκολο να αναγνωριστεί από απόσταση, φτηνό, γενικά αποδεκτό
Έγχρωμη σήμανση	Οπτικό εύρος	Αναγνωρίζεται με βάση την αλιεία, περιορισμένη διαθεσιμότητα χρωμάτων. Τα μονόχρωμα δίχτυα δύσκολα ξεαναχρωματίζονται
Εκτυπώσιμος ανιχνευτής	Οπτικό εύρος	Μπορεί να υφανθεί σε σχοινιά ή σπάγκους, φθηνός
Φυσικές ετικέτες	Οπτικό εύρος	Περιορισμένες πληροφορίες για τις ετικέτες, καλό για μεμονωμένα εργαλεία
Χημική σήμανση	Μη ορατό	Δεν μπορεί να αφαιρεθεί, ολόκληρο το δίχτυ είναι αναγνωρίσιμο σε επίπεδο παραγωγής, η επαναχρησιμοποίηση του δικτύου μπορεί να προκαλέσει προβλήματα στην αναγνώριση ή την παρακολούθηση, υψηλό κόστος εισόδου
Κωδικοποιημένη συρμάτινη ετικέτα (CWT)	Στο μικροσκόπιο	Μικρό, χρειάζεται άλλη σήμανση για να υποδείξουν την ύπαρξη
RFID – παθητικές ετικέτες	Εντός 3 m.	Σχετικά φθηνό, γενικά εφαρμόζεται, ευέλικτη χρήση, έχει δοκιμαστεί ευρέως στην

		αλιεία σε κιούρτους
RFID – ενεργητικές ετικέτες	100 m ή περισσότερο	Πιο ακριβό, μεγάλο μέγεθος, χρειάζεται μπαταρία, μεγαλύτερο εύρος ανίχνευσης
Αναμεταδότης AIS	Έως 25 NM	Νομικά ζητήματα για δορυφορικά συνδεδεμένο AIS, απεριόριστη εμβέλεια, διαθέσιμη υπάρχουσα υποδομή
Ραδιοφάρος(ηλεκτρονικές σημαδούρες)	100–1000 NM	Μεγάλο μέγεθος, κατάλληλο για μεγάλες σημαδούρες, π.χ. πελαγικά παραγάδια και FAD(συσσκευές συγκέντρωσης ψαριών)
Δορυφορική σημαδούρα με ηλιακή ενέργεια	Απεριόριστη	Υψηλή λεπτομέρεια πληροφοριών, σχετικά ακριβό, υψηλό κόστος υπηρεσιών/χρήσης (χρέωση συνδρομής δεδομένων)
Ακουστικός αναμεταδότης	Εντός 2 NM	Ακριβός, δύσκολη εγκατάσταση, εύκολο να αφαιρεθεί
Παθητικός ακουστικός ανακλαστήρας	Εξαρτάται από τον δέκτη	Παρόμοιο μέγεθος με τους πλωτήρες αλιείας, δεν χρειάζεται μπαταρία, δεν έχει ακόμη αποδειχθεί για αλιευτική χρήση

Σύμφωνα με τους He & Suuronen (2018) οι κωδικοποιημένες ετικέτες σύρματος (CWT) έχουν δοκιμαστεί για τον εντοπισμό της προέλευσης των εξαρτημάτων αλιευτικών εργαλείων, ειδικά δίχτων αλιείας αφού εμπλακούν σε θαλάσσια θηλαστικά. Οι κωδικοποιημένες συρμάτινες ετικέτες CTW (Εικόνα 58) μπορούν να εμφυτευθούν σε δίχτυα αλιείας χωρίς καμία επίδραση στην απόδοσή τους. Ωστόσο, απαιτείται ένας υπερβολικά μεγάλος αριθμός ετικετών προκειμένου να παρέχονται αξιόπιστα δεδομένα σχετικά με την προέλευση του δίχτυου. Η εμφύτευση ετικετών RFID σε δίχτυα αλιείας για αναγνώριση προέλευσης ήταν λιγότερο επιτυχής λόγω των δυσκολιών στη στερέωση της ετικέτας μέσα στο δίχτυ. Οι ετικέτες RFID που συνδέονται με εξαρτήματα εργαλείων που προσδιορίζουν την ιδιοκτησία και τη διαχείριση χωρητικότητας έχουν δυνατότητες ως εργαλείο διαχείρισης και έρευνας. Οι ενεργητικές ετικέτες RFID μεγαλύτερης εμβέλειας για την ένδειξη της θέσης του κιβωτίου ταχυτήτων χρειάζονται περαιτέρω δοκιμή και τεχνολογική εξέλιξη. Η χρήση των αναμεταδοτών του συστήματος αυτόματης αναγνώρισης (AIS) ως δείκτες

αλιευτικών εργαλείων βρίσκονται σε γκρίζα ζώνη όσον αφορά τη νομιμότητα, αλλά η τεχνολογία είναι προσιτή και έχει δυνατότητες αποφυγής συγκρούσεων με εργαλεία, εντοπισμού θέσης, διαχείρισης χωρητικότητας και καταπολέμησης της ΙΥΥ αλιείας. Η πιθανή χρήση συσκευών αναμεταδοτών (AIS) ως δείκτες αλιευτικών εργαλείων χρειάζεται ουσιαστικές εθνικές και περιφερειακές επεξεργασίες και διεθνείς συμφωνίες. Προηγμένες ηλεκτρονικές σηματοδούρες (ραδιοφάροι) είναι διαθέσιμες για πελαγικά παραγάδια και συσκευές συγκέντρωσης ψαριών (FADs). Οι δορυφορικές σηματοδούρες με ηλιακή ενέργεια χρησιμοποιούνται πλέον συνήθως για υπεράκτιες συσκευές συγκέντρωσης ψαριών (FADs) μεγάλης κλίμακας, αποδεικνύοντας απεριόριστη εμβέλεια και μεγάλο χρόνο λειτουργίας. Οι τεχνολογίες για τη μετεγκατάσταση χαμένων εργαλείων είναι ευρέως διαθέσιμες στους υπεράκτιους τομείς πετρελαίου και φυσικού αερίου, καθώς και στην εξερεύνηση ωκεανών, αλλά αυτές οι τεχνολογίες είναι γενικά πολύ ακριβές για εφαρμογές αλιείας, ειδικά στην αλιεία μικρής κλίμακας στις αναπτυσσόμενες χώρες (He & Suuronen, 2018).



Εικόνα 58: Κωδικοποιημένες συρμάτινες ετικέτες (CWT) που εγχύθησαν στο σχοινί, ή μπήκαν μέσα σε ένα πλεγμένο σπάγκο (μαύρο νήμα), στη συνέχεια ενώθηκαν στο σχοινί και σύγκριση γραμμής που χρησιμοποιήθηκε για επιταχυνόμενη δοκιμή

μακροζωίας με το νέο σχοινί στα αριστερά, το φθαρμένο σχοινί ενσωματωμένο σε CWT (προσομοίωση 5 ετών έλξης) στα δεξιά (He & Suuronen, 2018)

Οι τεχνολογίες σήμανσης αλιευτικών εργαλείων εξελίσσονται γρήγορα με την πρόοδο του ηλεκτρονικών και τεχνολογιών υπολογιστών. Με τη διεύρυνση της εθνικής και διεθνούς επιβολής της αλιείας μέσω της παρακολούθησης, του ελέγχου και της επιτήρησης, οι προηγμένες τεχνολογίες σήμανσης εργαλείων μπορεί να αποτελέσουν αναπόσπαστο μέρος της διαχείρισης της αλιείας στο μέλλον.

3.3 Αλιευτικά εργαλεία νέας γενιάς

Τα πρώτα αλιευτικά εργαλεία κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας διαθέσιμους πόρους όπως βαμβάκι, λινάρι ή ίνες κάνναβης (Sahrhage & Lundbeck, 2012). Τα τελευταία χρόνια, τα συνθετικά υλικά εμφανίστηκαν με την τεχνολογική ανάπτυξη των πολυαμιδίων (PA) (Cho, 2011) και σταδιακά αντικατέστησαν τις φυσικές ίνες. Το πολυαμίδιο PA έγινε το πιο συχνά χρησιμοποιούμενο υλικό για αλιευτικά εργαλεία, αλλά η περιβαλλοντική τους σταθερότητα στο χρόνο πρέπει να βελτιωθεί, όπως η υποβάθμισή τους από την υπεριώδη ακτινοβολία (UV) (Shamey & Sinha, 2003, Thomas & Hridayanathan, 2006). Η ανθεκτικότητα των πολυμερών εξηγεί τη διαδεδομένη χρήση τους, αλλά θα μπορούσε επίσης να είναι ένα σημαντικό μειονέκτημα σε συγκεκριμένες περιπτώσεις. Παρά τον πιθανό κατακερματισμό των πολυαμιδίων, παραμένουν εξαιρετικά ανθεκτικά στο θαλάσσιο περιβάλλον και η διάρκεια ζωής τους εκτιμάται ότι είναι πάνω από αρκετές εκατοντάδες χρόνια (Thompson et al., 2004, Ivar do Sul & Costa, 2014). Μακροπρόθεσμα, οι συνέπειες θα είναι καταστροφικές από συσσώρευση μακροπλαστικών στη θαλάσσια άγρια ζωή (Barnes et al., 2010, Avery-Gomm et al., 2012) με το ψάρεμά της από τα δίχτυα φαντάσματα (Ayaz et al., 2006, Baeta et al., 2009) μέσω της κατάποσης μικροπλαστικών (Boerger et al., 2010, Bond et al., 2014).

Οι Deroiné et al. (2019) προτείνουν μια νέα γενιά ανθεκτικών αλιευτικών εργαλείων, με χρήση βιοδιασπώμενου πολυμερούς. Διεξήχθησαν διαφορετικές δοκιμές σε μονόκλωνο νήμα πολύ-ηλεκτρικού βουτυλεστέρα (PBS). Φαίνεται ότι το PBS είναι ένα δυνητικά κατάλληλο πολυμερές με ευέλικτες ιδιότητες. Οι μηχανικές ιδιότητες του PBS είναι γνωστό ότι είναι πιο κοντά στην παραδοσιακή πολυολεφίνη (PE,PP).

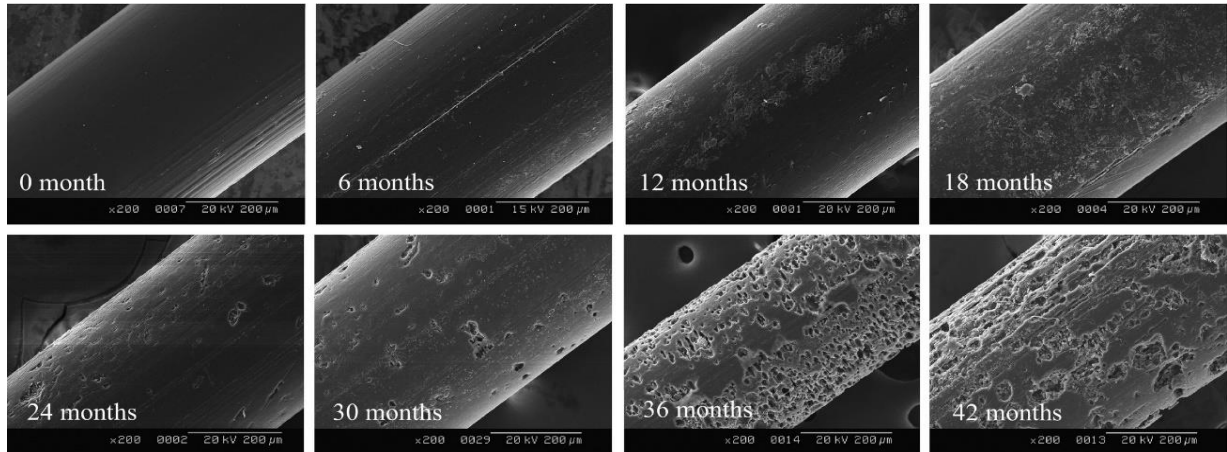
Αυτή η μελέτη είναι ένα πρώτο βήμα στη μελλοντική ανάπτυξη ενός βιοαποικοδομήσιμου μονόκλωνου νήματος. Ο πολύ-ηλεκτρικός βουτυλεστέρας θα μπορούσε να γίνει μια φιλική προς το περιβάλλον εναλλακτική λύση του πολυαμιδίου, που χρησιμοποιείται ιδιαίτερα σε πετονιές ή δίχτυα. Επιπλέον, το PBS θα μπορούσε επίσης να προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Bechthold et al., 2008, Xu & Guo, 2010) και 1,4-βουτανδιόλη (Yim et al., 2010), αλλά χρειάζονται ακόμη περισσότερες μελέτες λόγω του σημαντικού αριθμού παραγωγής δευτερογενών προϊόντων.

Τα βιοδιασπώμενα δίχτυα αλιείας, προορίζονται για να υποβαθμιστούν ή να αποσυντεθούν μετά από μια ορισμένη χρονική περίοδο κάτω από το νερό και έτσι να χάσουν την ικανότητα αλιείας τους πιο γρήγορα από τα συμβατικά εργαλεία. Στην Κορέα (Δημοκρατία), αναπτύχθηκε μια μέθοδος κατασκευής για δίχτυα αλιείας που χρησιμοποιεί βιοαποικοδομήσιμη ρητίνη η οποία μπορεί να αποσυντεθεί από μικροβιακή δράση (βακτήρια και μύκητες) μετά από ορισμένο χρονικό διάστημα κάτω από το νερό. Διάφορα πειράματα και δοκιμές, χρησιμοποιώντας βιοαποδομήσιμα υλικά με βάση τη ρητίνη, έχουν διεξαχθεί για την εύρεση βιοαποικοδομήσιμων δικτυών με κατάλληλες ιδιότητες για παρασυρόμενα δίχτυα και παγίδες (Park et al., 2010, Park et al., 2007b, Park et al., 2007b, Kim et al., 2014a). Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Κορέα υπολογίζεται ότι χάνονται ή απορρίπτονται ετησίως 38.535 τόνοι διαφόρων τύπων απλάδια δικτυών (Kim et al., 2014).

Η μελέτη των Kim et al. (2016) διεξήχθη για την αξιολόγηση των φυσικών ιδιοτήτων και της εμπορικής βιωσιμότητας ενός μονόκλωνου δικτυού με βάση βιοαποικοδομήσιμη ρητίνη. Αναπτύχθηκε ένα βιοαποικοδομήσιμο δικτυωτό υλικό, ένα μείγμα 82% πολύ-ηλεκτρικός βουτυλεστέρας (PBS) και 18% αδιπικού-συντερεφθαλικού πολύ-βουτυλεστέρας (PBAT).

Τα βιοαποδομήσιμα δίχτυα αλιείας που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη άρχισαν να υποβαθμίζονται μετά από περίπου 2 χρόνια όταν βυθίστηκαν σε θαλασσινό νερό (Εικόνα 59). Μέχρι τότε, ένα δίχτυ κατασκευασμένο από αυτό το είδος υλικού θα είχε χάσει ένα μεγάλο μέρος της ικανότητάς του να πιάνει θαλάσσιους οργανισμούς και οι περισσότεροι οργανισμοί που μπερδεύονται θα μπορούσαν πιθανότατα να σπάσουν το δίχτυ και να δραπετεύσουν. Ο ρυθμός αποδόμησης είναι υψηλότερος σε υψηλότερες θερμοκρασίες νερού το καλοκαίρι,

γεγονός που δείχνει ότι η διαδικασία βιοαποδόμησης εξαρτάται από τη θερμοκρασία. Στην αλιεία που συμβαίνει σε κρύα νερά, η υποβάθμιση πιθανότατα θα πάρει περισσότερο χρόνο σε σχέση με την αλιεία σε θερμά τροπικά νερά.



Εικόνα 59: Η διαδικασία αποικοδόμησης του βυθισμένου βιοαποικοδομήσιμου μονόνηματος παρατηρήθηκε με ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης. Οι εικόνες δείχνουν τις καταστάσεις υποβάθμισης σε διαστήματα 6 μηνών έως και 42 μήνες (Kim et al., 2016).

Έχει αποδειχθεί καλά ότι αν και τα συμβατικά νάιλον δίχτυα είναι πολύ ανθεκτικά στην υποβάθμιση, χάνουν τελικά την ικανότητά τους να συνεχίζουν να αλιεύουν όταν χαθούν ή εγκαταλειφθούν. Ο χρόνος εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τις συνθήκες του υποστρώματος στο οποίο βρίσκεται το εγκαταλειμμένο αλιευτικό εργαλείο, τη συχνότητα των καταιγίδων και τις αλληλεπιδράσεις με ενεργά αλιευτικά εργαλεία και σκάφη (Pawson, 2003, Nakashima & Matsuoka, 2004, Pham et al., 2014). Ως εκ τούτου, σε περίπτωση που χρειαστούν περίπου 2 χρόνια για να αποσυντεθεί ένα βιοδιασπώμενο δίχτυ και να χάσει την ικανότητα του να συνεχίζει να αλιεύει, μπορεί να μην προσφέρει μεγάλο πλεονέκτημα σε σύγκριση με ένα συμβατικό νάιλον δίχτυ (Kim et al., 2016).

Τα αποτελέσματα των δοκιμών των υλικών αποκάλυψαν ότι το βιοαποικοδομήσιμο μονόκλωνο νήμα είχε ελαφρώς κατώτερες φυσικές ιδιότητες σε σύγκριση με το συμβατικό μονόκλωνο νήμα από νάιλον. Αυτό υποδηλώνει χαμηλότερη απόδοση αλιείας. Οι θαλάσσιες δοκιμές, ωστόσο, αποκάλυψαν ότι συλλαμβάνονται στα βιοδιασπώμενα δίχτυα σχεδόν τόσα κίτρινα μυλοκόπια όσα και με τα συμβατικά δίχτυα. Κάπως μικρότερος αριθμός ειδών μη στόχων και νεαρών

ψαριών αλιεύθηκαν στα βιοδιασπώμενα δίχτυα σε σύγκριση με τα νάιλον δίχτυα. Αυτή η διαφορά μπορεί να οφείλεται στο ότι τα εξαιρετικά εύκαμπτα νάιλον δίχτυα πιάνουν εύκολα ψάρια που έχουν αγκαθωτά πτερύγια ή βραγχιακά καλύμματα, παρά το μέγεθός τους. Αντίθετα, ο σπάγκος των βιοαποικοδομήσιμων δικτύων είχε χαμηλότερη ευελιξία και επομένως το δίχτυ μπορεί να μην έχει τόσο υψηλή ικανότητα να πιάσει ορισμένους τύπους ειδών ψαριών. Μπορεί να επιτρέψει σε μικρούς θαλάσσιους οργανισμούς να περάσουν πιο εύκολα μέσα από τα μάτια χωρίς να πιαστούν από τα βράγχια και τα πτερύγια. Αυτό μπορεί να εξηγήσει τα χαμηλότερα ποσοστά αλιευμάτων μικρών οργανισμών σε βιοαποδομήσιμα παρασυρόμενα δίχτυα. Οι Park et al. (2007a) και οι Park et al. (2010) ανέφεραν παρόμοια ευρήματα στην αποτελεσματικότητα αλιευμάτων βιοαποδομήσιμων δικτύων για καβούρια. Λιγότερα μικρότερα καβούρια πιάστηκαν σε βιοδιασπώμενα δίχτυα σε σύγκριση με τα νάιλον δίχτυα. Αυτό μπορεί να προσφέρει κάποια οικονομικά οφέλη, επειδή οι μεγαλύτεροι θαλάσσιοι οργανισμοί συχνά έχουν καλύτερη τιμή από τους μικρότερους. Ωστόσο, η αλίευση λιγότερων μικρών ψαριών δεν σημαίνει απαραίτητα ότι το δίχτυ έχει υψηλότερο ποσοστό αλίευσης μεγαλύτερων οργανισμών, αλλά αυτό είναι μια πιθανότητα. Σε κάθε περίπτωση, λιγότερη δουλειά γίνεται στο καθάρισμα των δικτύων.

Ένα επιπλέον χαρακτηριστικό των βιοαποδομήσιμων υλικών είναι ότι τείνουν να είναι πιο ακριβά στην παραγωγή τους από τα συμβατικά συνθετικά υλικά. Μια υψηλότερη τιμή ενός δικτυού δεν θα ενθάρρυνε έναν ψαρά να το αγοράσει εκτός εάν το δίχτυ προσφέρει κάποια άλλα οικονομικά οφέλη που αντισταθμίζουν την υψηλή τιμή αγοράς. Η υιοθέτηση βιοαποδομήσιμων αλιευτικών δικτύων πιθανότατα θα πρέπει να υποστηριχθεί από κάποιου είδους επιδοτήσεις.

Συμπερασματικά, παρατηρείται ότι η χρήση των βιοαποικοδομήσιμων δικτύων μπορεί τουλάχιστον σε ορισμένες συνθήκες να συμβάλει στη μείωση της αλιείας των δικτύων - φαντασμάτων και μπορεί επίσης να μειώσει τη σύλληψη μικρών ψαριών. Τα βιοαποδομήσιμα δίχτυα μπορούν επίσης να συμβάλουν στη συνολική μείωση των θαλάσσιων απορριμμάτων που παράγονται από την αλιεία. Ωστόσο, εξακολουθούν να υπάρχουν πολλές αβεβαιότητες, προκλήσεις και κενά γνώσης που πρέπει να επιλυθούν προτού μπορέσουμε να βγάλουμε σταθερά συμπεράσματα σχετικά με τα συνολικά οφέλη αυτών των υλικών σε διάφορους τύπους αλιείας με

δίχτυα. Τέλος, ο πρωταρχικός στόχος πρέπει να είναι η πρόληψη της απώλειας αλιευτικών εργαλείων εξαρχής. Τα προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης για τους αλιείς θα ήταν πολύτιμα για την ευαισθητοποίηση σχετικά με τις επιπτώσεις των ALDFG (Kim et al., 2016).

3.4 Ένα αυτόνομο ρομποτικό σύστημα, το IRIS για το πρόβλημα των χαμένων αλιευτικών δίχτυων - εργαλείων στα πλαίσια του έργου NetTag μετά τη χρήση τους.

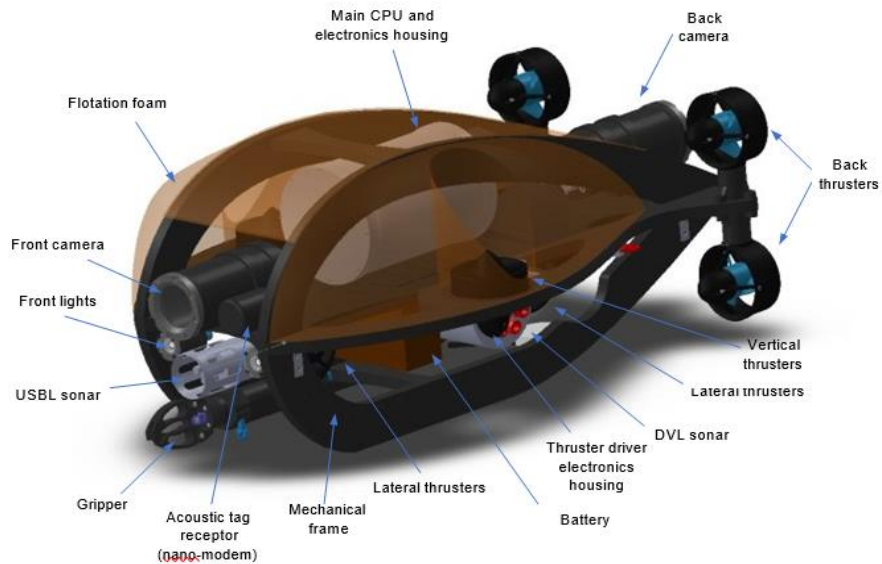
Οι Martins et al. (2020) παρουσιάζουν ένα αυτόνομο ρομποτικό σύστημα, το IRIS, σχεδιασμένο για την ανάκτηση χαμένων αλιευτικών εργαλείων. Το όχημα αναπτύχθηκε στο πλαίσιο του έργου NetTag. Πρόκειται για ένα έργο της Ευρωπαϊκής Ένωσης που χρηματοδοτείται από τον EASME, τον Εκτελεστικό Οργανισμό για τις Μικρές και Μεσαίες Επιχειρήσεις, που αφορά στα θαλάσσια απορρίμματα και τη μείωση της ποσότητας και των επιπτώσεων των χαμένων αλιευτικών εργαλείων στον ωκεανό.

Η NetTag σκοπεύει να παράγει νέες τεχνολογικές συσκευές για τον εντοπισμό και την ανάκτηση αλιευτικών εργαλείων και εκπαιδευτικό υλικό σχετικά με τα θαλάσσια απορρίμματα, να ευαισθητοποιήσει τον κλάδο της αλιείας και άλλους ενδιαφερόμενους σχετικά με την επείγουσα ανάγκη καταπολέμησης των θαλάσσιων απορριμμάτων και να αυξήσει την επιστημονική γνώση σχετικά με τα θαλάσσια απορρίμματα, διασφαλίζοντας τη συμμετοχή, οι αλιείς να υιοθετήσουν καλύτερες πρακτικές για τη μείωση και την πρόληψη των θαλάσσιων απορριμμάτων που προέρχονται από την αλιεία (Martins et al., 2020).

Το IRIS – Inspection and Recovery Intelligent System AUV αναπτύχθηκε για να βοηθήσει στο έργο του εντοπισμού και της ανάκτησης χαμένων αλιευτικών εργαλείων (Εικόνα 60). Είναι ένα συμπληρωματικό σύστημα που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μείωση των χρόνων αναζήτησης και ανάκτησης και επιτρέπει επίσης την οπτική επιθεώρηση του χαμένου εξοπλισμού επί τόπου.

Το πρωτότυπο όχημα IRIS αναπτύχθηκε επίσης για την αξιολόγηση και την επικύρωση προσεγγίσεων ρομποτικής υποβοηθούμενης ανάκτησης. Το ρομπότ αποτελείται από ένα μικρό όχημα 800x500x350 cm βάρους περίπου 25 kg. Είναι ένα ανοιχτό πλαίσιο AUV με μηχανική δομή πολυαιθυλενίου υψηλής πυκνότητας (HDPE) όπου είναι προσαρτημένα όλα τα εξαρτήματα. Με καλές μηχανικές ιδιότητες και

αντοχή στη διάβρωση, έχει σχεδόν ουδέτερη πυκνότητα, με αποτέλεσμα να μην επηρεάζει το συνολικό βάρος του οχήματος.



Εικόνα 60: Το IRIS υποβρύχιο ρομπότ μοντέλο CAD (Martins et al., 2020)

Ένας κύλινδρος αλουμινίου διαμέτρου 150 mm στεγάζει τα κύρια ηλεκτρονικά και την ενσωματωμένη CPU και συνδέεται με άλλα εξαρτήματα με υποβρύχιες υποδοχές. Στην παρακάτω εικόνα 61 μπορεί κανείς να παρατηρήσει την αρχιτεκτονική του υλικού του συστήματος.



Εικόνα 61: Κύριο περιβλήμα CPU (Martins et al., 2020)

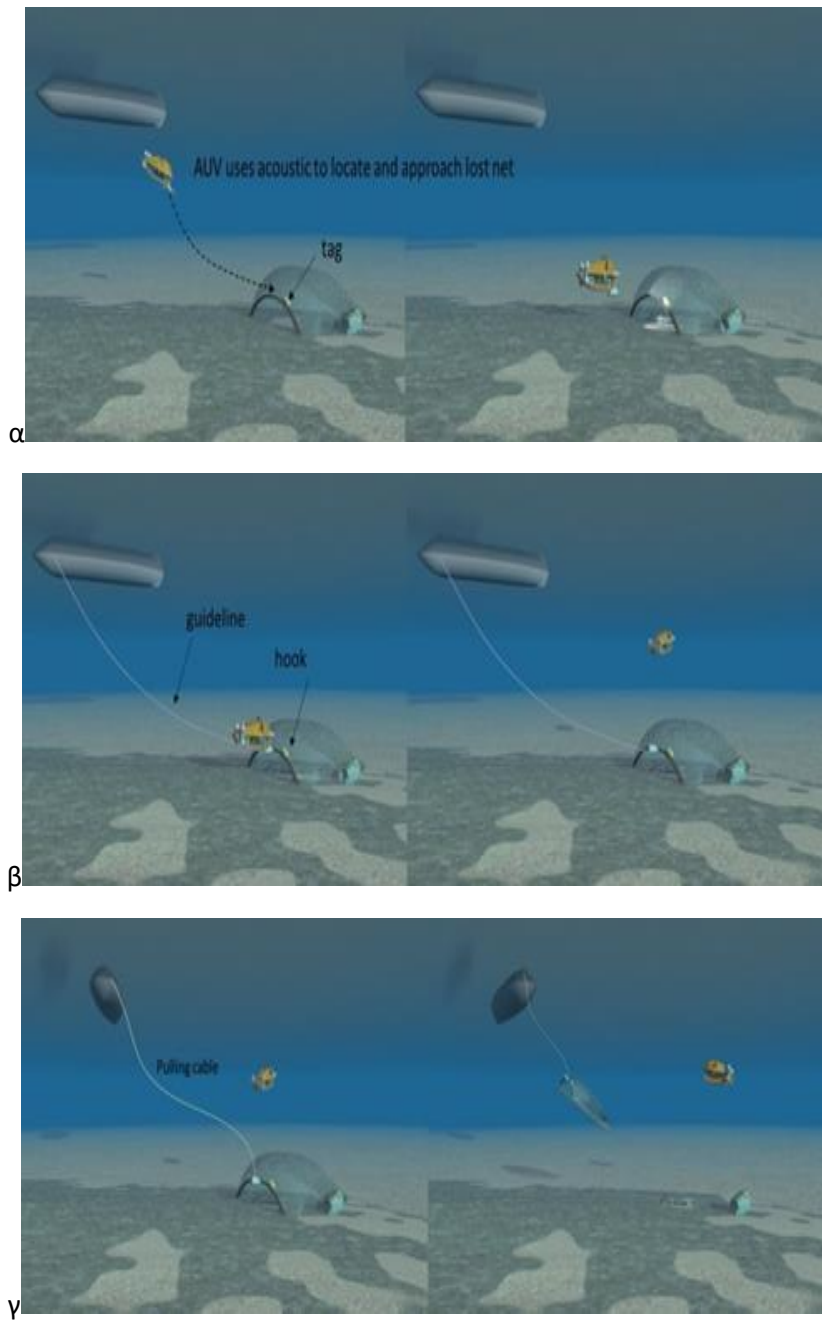
Δύο κάμερες, μία μπροστά και μία πίσω σε αδιάβροχα περιβλήματα παρέχουν εικόνες εμπρός και πίσω για την οπτική επιθεώρηση. Η μπροστινή κάμερα

χρησιμοποιείται ως κύρια κάμερα σε εργασίες επιθεώρησης και στην παρατήρηση της διαδικασίας στερέωσης του αλιευτικού εργαλείου (μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε ενεργή υποστήριξη με επεξεργασία εικόνας επί του σκάφους). Η πίσω κάμερα χρησιμοποιείται κυρίως ως βοήθημα πιλότου. Αυτές οι κάμερες αποτελούνται από δύο κάμερες FLIR BlackFly S 2.3MP GigE. Για φωτισμό, δύο ζεύγη υποβρύχιων φώτων Bluerobotics είναι τοποθετημένα στο μπροστινό και πίσω μέρος του οχήματος. Μια μπαταρία NMC 700 Wh με αντοχή στην πίεση παρέχει έως και 5 ώρες αυτονομία (ανάλογα με τα χαρακτηριστικά κίνησης). Ηλεκτρονικά μηχανήματα οδήγησης μοτέρ διανομής και προωθητήρες.

Το όχημα είναι εξοπλισμένο με λαβή γενικής χρήσης (τροποποιημένη Bluerobotics Newton) για δοκιμές ελιγμών ελέγχου προσάρτησης δικτυού. Αυτή η λαβή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για να αγκιστρώσει/συνδέσει το δίχτυ φάντασμα με το όχημα (Martins et al., 2020).

Η χρήση ενός IRIS που μοιάζει με ρομπότ επιτρέπει την ταχύτερη διαδικασία ανάκτησης (Εικόνα 62), καθώς το όχημα μπορεί αυτόνομα να αναζητήσει τον εξοπλισμό και να φέρει ένα άγκιστρο σύνδεσης σε αυτό. Επιπλέον, επιτρέπει την επιθεώρηση του χώρου ανιχνεύοντας την αιτία του προβλήματος και παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες σχετικά με την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας ανάκτησης. Για παράδειγμα, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να προσδιοριστεί εάν το δίχτυ παγιδεύτηκε σε ένα βυθισμένο ναυάγιο ή σε έναν βράχο στον πυθμένα και για να προσδιοριστεί πρέπει να γίνει μια πιο λεπτομερής δράση.

Ανάλογα με το μέγεθος του δικτυού και τις συνθήκες παγίδευσης το ρομπότ μπορεί είτε να χρησιμοποιήσει τη λαβή του για να το μετακινήσει από τη θέση του είτε να χρησιμοποιηθεί ως όχημα μεταφοράς για μια συσκευή γάντζου (Martins et al., 2020).



Εικόνα 62: Διαδικασία ανάκτησης: (α) οπτική επιθεώρηση (β) στερέωση γάντζου ωφέλιμου φορτίου με κατευθυντήρια γραμμή (γ) σύνδεση καλωδίου έλξης και ανάκτησης (Martins et al., 2020)

4. ΑΝΑΚΤΗΣΗ, ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ

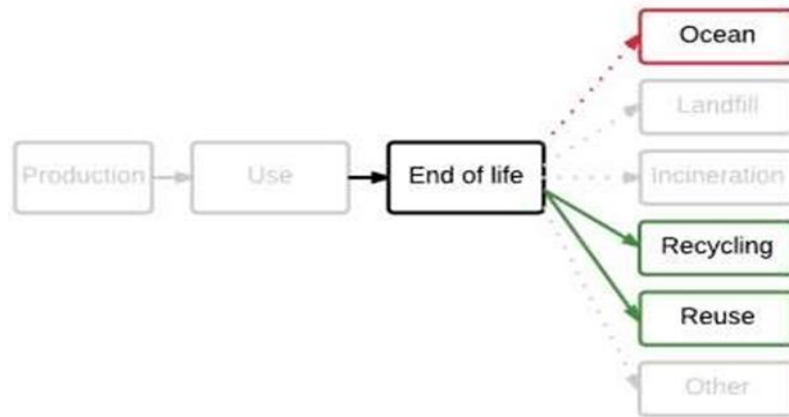
4.1 Τι γίνονται τα πλαστικά δίχτυα αλιείας στο τέλος ζωής τους; Η επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση τους

Καθώς οι δραστηριότητες αλιείας και υδατοκαλλιέργειας εντείνονται σε όλο τον κόσμο, εντείνεται και η χρήση των απαιτούμενων αλιευτικών εργαλείων όπως δίχτυα, πετονιές και σχοινιά. Όταν αυτός ο εξοπλισμός φθαρεί, πρέπει να εξεταστεί το ενδεχόμενο επεξεργασίας στο τέλος της ζωής (EOL) (Sherrington et al., 2016). Σύμφωνα με την ιεραρχία των αποβλήτων, η μείωση/πρόληψη των αποβλήτων είναι η πιο βιώσιμη επιλογή ακολουθούμενη από την επαναχρησιμοποίηση, την ανακύκλωση, την ανάκτηση και την υγειονομική ταφή. Ο όρος «αιεφόρος» σε αυτό το πλαίσιο αναφέρεται στην προστασία του περιβάλλοντος και στην ελαχιστοποίηση της κατανάλωσης πόρων/ενέργειας. Τα απόβλητα των αλιευτικών εργαλείων συχνά απορρίπτονται στο «φθηνότερο δοχείο», που είναι η θάλασσα (Sherrington et al., 2016).

Υπάρχουν ουσιαστικά δύο κατηγορίες απορριμμάτων αλιευτικών εργαλείων: τα αλιευτικά εργαλεία «τέλους ζωής» και τα εγκαταλελειμμένα ή χαμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) τα οποία είναι κοινώς γνωστά ως «εργαλεία φαντάσματα». Τα αλιευτικά εργαλεία «τέλους ζωής» συχνά αφήνονται σε σωρούς στις λιμενικές εγκαταστάσεις λόγω έλλειψης σχεδίου διαχείρισης απορριμμάτων, πράγμα που σημαίνει ότι συχνά πηγαίνουν σε χώρους υγειονομικής ταφής ή σε αποτεφρωτήρες. Τα αλιευτικά εργαλεία που εγκαταλείπονται, απορρίπτονται ή χάνονται κατά λάθος στα οποία μπορούν να πιαστούν ψάρια ή θηρευτές παραμένουν μέσα στη θάλασσα (Charter & Carruthers, 2022).

Η Brodbeck (2016) διερευνά τις πιθανές επιλογές για το τέλος του κύκλου ζωής για δίχτυα και εργαλεία από την αλιεία και την υδατοκαλλιέργεια. Δύο από αυτές τις επιλογές επεξεργασίας στο τέλος του κύκλου ζωής (EOL) αναλύονται με περισσότερες λεπτομέρειες οι οποίες είναι η ανακύκλωση/επαναχρησιμοποίηση και η απόρριψή τους στους ωκεανούς. Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Η απόρριψή τους στους ωκεανούς είναι επίσης στο επίκεντρο λόγω των σοβαρών οικολογικών και οικονομικών επιπτώσεών του. Συνολικά, αυτή η έκθεση στοχεύει στην αξιολόγηση γνωστών στρατηγικών είτε για την ενθάρρυνση της ανακύκλωσης/επαναχρησιμοποίησης είτε για την αποθάρρυνση της απόρριψης στον ωκεανό. Στο σχήμα στην εικόνα 63, το κόκκινο βέλος με κουκκίδες

αντιπροσωπεύει μια εστίαση σε προληπτικές στρατηγικές ενώ τα πράσινα βέλη αντιπροσωπεύουν μια εστίαση σε υποστηρικτικές στρατηγικές.



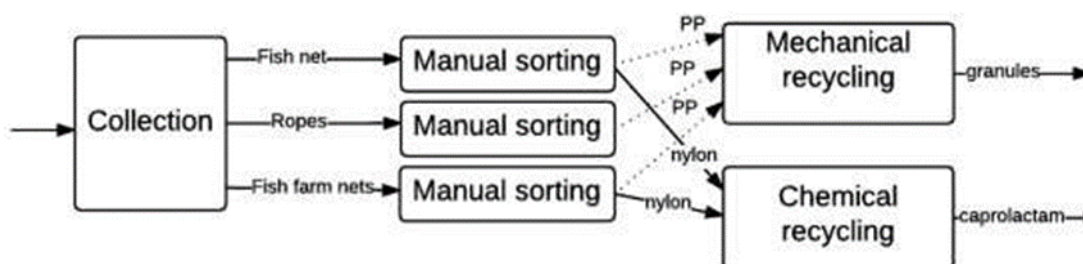
Εικόνα 63: Οπτική απεικόνιση της εστίασης αυτής της έκθεσης σε δύο επιλογές επεξεργασίας του τέλους του κύκλου ζωής (EOL) για χρησιμοποιημένα αλιευτικά εργαλεία (Brodbeck, 2016).

Η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση των αλιευτικών εργαλείων είναι ένας σχετικά νέος τομέας εστίασης στη βιομηχανία ανακύκλωσης/επαναχρησιμοποίησης πλαστικών. Υπάρχουν διάφορα συστήματα για την επαναχρησιμοποίηση των δίχτυων αλιείας για διαφορετική λειτουργία ή την ανακύκλωση του πλαστικού περιεχομένου στα δίχτυα. Για παράδειγμα, τα δίχτυα επαναχρησιμοποιούνται σε γεωργικές δραστηριότητες στην Ταιβάν, ανακυκλώνονται για να σκληρύνουν τις διαδρομές των οχημάτων στην Αυστραλία και επαναχρησιμοποιούνται για δίχτυα ποδοσφαίρου (Macfadyen et al., 2009). Τα δίχτυα που χρησιμοποιούνται ως εισροές στα συστήματα επαναχρησιμοποίησης/ανακύκλωσης συλλέγονται είτε από εκστρατείες «ψάρεμα απορριμμάτων» είτε από δίχτυα που είχαν εναποτεθεί σωστά στα δοχεία λιμένων. Δύο μελέτες περιπτώσεις ανακύκλωσης περιγράφονται παρακάτω για να ρίξουν φως στα logistics που απαιτούνται για τέτοια έργα (Brodbeck, 2016).

Στη Νορβηγία, το έργο Nofir AS ιδρύθηκε το 2008 για τη συλλογή και την ανακύκλωση των απορριπτόμενων αλιευτικών εργαλείων. Η Nofir AS συλλέγει τα δίχτυα στη Νορβηγία τα οποία είναι διαθέσιμα είτε δωρεάν είτε για πληρωμή ανάλογα με την τοποθεσία. Ο εξοπλισμός που έχει συλλεχθεί αποστέλλεται στη Λιθουανία για αποσυναρμολόγηση και στη συνέχεια αποστέλλεται σε εγκαταστάσεις

στην ΕΕ και την Ασία για ανακύκλωση ανάλογα με τον τύπο του υλικού (Sherrington et al., 2016). Στη δεύτερη μελέτη περίπτωσης που πραγματοποιείται στην Ισλανδία μεγάλο μέρος των εργασιών προετοιμασίας (καθαρισμός & διαχωρισμός) ολοκληρώνεται με τα χέρια πάνω στο σκάφος. Ο ιδιοκτήτης του σκάφους λαμβάνει περισσότερα χρήματα εάν τα εργαλεία καθαρίζονται σωστά, γεγονός που δίνει κίνητρο για προετοιμασία υψηλής ποιότητας για ανακύκλωση (Sherrington et al., 2016).

Για να περιγραφεί λεπτομερέστερα η διαδικασία ανακύκλωσης στη Νορβηγία, η υπόθεση Nofir διερευνάται με βάση την εργασία του (Henneøen, 2015). Το παράδειγμα περίπτωσης επικεντρώνεται στη διαδικασία ανακύκλωσης τριών διαφορετικών προϊόντων από τον θαλάσσιο τομέα: δίχτυα αλιείας, σχοινιά και δίχτυα ιχθυοκαλλιέργειας. Τα προϊόντα πρώτα συλλέγονται και στη συνέχεια ταξινομούνται. Το βήμα "χειροκίνητης ταξινόμησης" περιλαμβάνει επίσης το πλύσιμο. Αυτό το βήμα δεν μπορεί να αυτοματοποιηθεί λόγω της φύσης των μπερδεμένων δικτύων και σχοινιών. Τα δίχτυα και τα σχοινιά αλιείας πλένονται αφαιρώντας οργανική ύλη και ταξινομούνται αφαιρώντας τα δίχτυα με οδοντωτές μαχαιριές. Οι τεχνικοί είναι εκπαιδευμένοι να τα διαχωρίζουν σε κλάσματα πολυπροπυλενίου (PP), πολυαιθυλενίου (PE) και νάιλον. Μετά τα βήματα χειροκίνητης διαλογής (και πλύσης), τα κλάσματα PP και νάιλον αποστέλλονται σε δύο διαφορετικές διεργασίες: μηχανική ανακύκλωση και χημική ανακύκλωση αντίστοιχα (Εικόνα 64). Η διαδικασία μηχανικής ανακύκλωσης παράγει κόκκους ως τελικό προϊόν. Η χημική ανακύκλωση παράγει την καπρολακτάμη, μια οργανική ένωση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή του Νυλον 6.



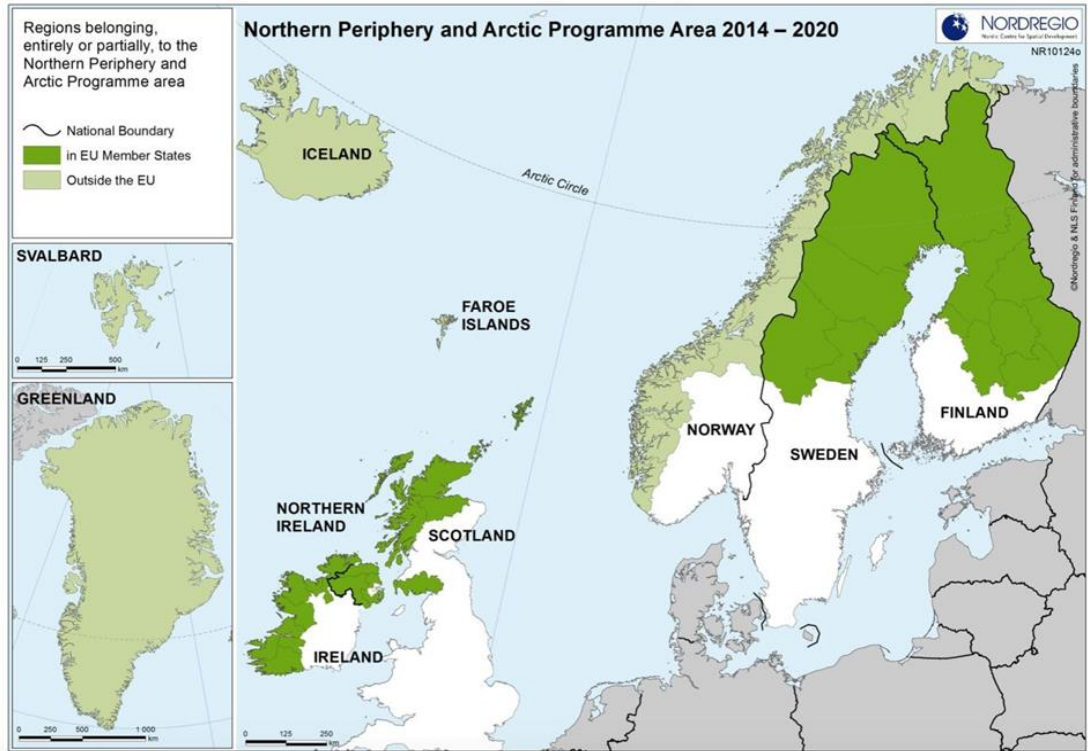
Εικόνα 64: Διάγραμμα που δείχνει πώς μπορούν να ανακυκλωθούν τα δίχτυα αλιείας, τα δίχτυα ιχθυοκαλλιέργειας και το σχοινί. Εικονογραφούνται μόνο οι ροές υλικών που προορίζονται για ανακυκλωμένες χρήσεις (εξαιρούνται οι ροές επαναχρησιμοποίησης, απόρριψης και ρύπων) (Henneøen, 2015).

Περισσότεροι από 13 τόνοι απορριμμάτων αλιευτικών δίχτων μεταφέρθηκαν για ανακύκλωση από την Ελλάδα, χάρη στην εταιρία ΔΙΟΠΑΣ Α.Ε. σε συνεργασία με την Healthy Seas στην Ελλάδα. Αυτό το σημαντικό βήμα σηματοδοτεί την έναρξη της συνεργασίας για να μπουν τα παλιά και εγκαταλελειμμένα δίχτυα αλιείας από Έλληνες αλιείς και ιχθυοκαλλιεργητές στη διαδικασία ανακύκλωσης και έτσι να διασφαλιστεί το ότι όσο το δυνατόν λιγότερα δίχτυα θα καταλήξουν στις θάλασσες στην Ελλάδα. Η ΔΙΟΠΑΣ Α.Ε. σήμερα κατασκευάζει δίχτυα ιχθυοκαλλιέργειας, δίχτυα ψαρέματος, κλωβούς με δίχτυα ιχθυοκαλλιέργειας, δίχτυα σκίασης, προστατευτικά δίχτυα, δίχτυα αρπακτικών, αθλητικά δίχτυα (Healthyseas, 2022).

Τα δίχτυα αλιείας που συλλέγει η ΔΙΟΠΑΣ Α.Ε. θα καθαριστούν, θα διαλεχθούν και θα προετοιμαστούν για ανακύκλωση από τη Nofir AS. Στόχος της εταιρείας δεν είναι μόνο η ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών αλλά και η μείωση της ρύπανσης των υδάτων που προκαλείται από τον απορριπτόμενο εξοπλισμό της αλιείας και της γεωργίας. Τα δίχτυα θα μετατραπούν και θα αναγεννηθούν σε νήμα ECONYL®, μια πρώτη ύλη υψηλής ποιότητας που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία νέων προϊόντων, όπως κάλτσες, μαγιό, εσώρουχα και χαλιά (Healthyseas, 2022).

Η Γαλάζια Κυκλική Οικονομία - Blue Circular Economy (BCE) είναι μια τριετής πρωτοβουλία για να βοηθήσει τις Μικρές και Μεσαίες Επιχειρήσεις (ΜΜΕ) να αποκτήσουν μεγαλύτερη εμβέλεια στην αγορά προσφέροντας προϊόντα και υπηρεσίες που προέρχονται από απόβλητα και αλιευτικά εργαλεία «στο τέλος της ζωής τους», καθώς και λύσεις ανακύκλωσης (Charter & Carruthers, 2022).

Η αποστολή της Γαλάζιας Κυκλικής Οικονομίας (BCE) είναι να δημιουργήσει βιώσιμες επιχειρηματικές ευκαιρίες και λύσεις που σχετίζονται με τα απόβλητα και τα αλιευτικά εργαλεία «τέλους ζωής» μέσω ενημερωμένων, καινοτόμων και συνεργατικών προσπαθειών, προς όφελος των επιχειρήσεων, των τοπικών οικονομιών και του περιβάλλοντος στην περιοχή της ΝΡΑ. Το Πρόγραμμα ΝΡΑ 2014-2020 καλύπτει μια τεράστια περιοχή, όπως φαίνεται στον παρακάτω χάρτη (Εικόνα 65). Οι χώρες εταίροι του προγράμματος είναι τα κράτη μέλη της ΕΕ της Φινλανδίας, της Ιρλανδίας, της Βόρειας Ιρλανδίας, του Ηνωμένου Βασιλείου, της Σουηδίας και τρίτες χώρες της ΕΕ, Νήσοι Φερόε, Γροιλανδία, Ισλανδία και Νορβηγία (Charter & Carruthers, 2022).



Εικόνα 65: Περιοχή NPA (Charter & Carruthers, 2022).

Το όραμα είναι να δημιουργηθεί το οικοσύστημα, η γνώση και η βιομηχανία που είναι απαραίτητη για την αντιμετώπιση των απορριμμάτων και των αλιευτικών εργαλείων «τέλους ζωής», ενισχύοντας μια ζωντανή βιομηχανία για την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση χρησιμοποιημένων δικτύων, σχοινιών και αλιευτικών εξαρτημάτων (Charter & Carruthers, 2022).

4.2 Παραδείγματα ανάκτησης και επαναχρησιμοποίησης απορριπτόμενων δικτύων αλιείας

Πολλές εταιρείες άρχισαν να παράγουν εμπορικά προϊόντα που προέρχονται από απόβλητα και αλιευτικά εργαλεία «τέλους ζωής». Τα προϊόντα είτε επαναχρησιμοποιούν τα αλιευτικά εργαλεία σε κάποια μορφή είτε χρησιμοποιούν ανακυκλωμένα σφαιρίδια, ίνες και νήμα που προέρχονται από αλιευτικά εργαλεία. Τα άχρηστα δίκτυα αλιείας χρησιμοποιούνται στην κατασκευή χαλιών, καθώς επίσης και στην κατασκευή καθισμάτων ποδηλάτου, τροχίσκων καρεκλών και αποσκευών, λαβών εργαλείων, ηλεκτρονικών εξαρτημάτων και άλλων προϊόντων (Charter & Carruthers, 2022) Στην συνέχεια θα δούμε κάποιες εταιρίες με τα προϊόντα που παράγουν.

Η Karün ιδρύθηκε το 2012 και έχει την έδρα της στην Παταγονία της Χιλής. Η φιλοσοφία της εταιρείας βασίζεται στο σεβασμό για το περιβάλλον, τις τοπικές

κουλούρες και τη δέσμευση για καινοτομία και βιώσιμη ανάπτυξη. Τα γυαλιά ηλίου (Εικόνα 66) που έχουν σχεδιαστεί και τα υλικά τους προέρχονται από την Παταγονία. Ο σκελετός τους είναι κατασκευασμένος με ανακυκλωμένα μέταλλα και αναγεννημένο νάιλον ECONYL® από δίχτυα αλιείας και άλλα πεταμένα νάιλον από την Παταγονία (Charter & Carruthers, 2022).



Εικόνα 66: Τα γυαλιά της εταιρείας Karün (Charter & Carruthers, 2022)

Το Bracenet φτιάχνει μοναδικά βραχιόλια (Εικόνα 67), δαχτυλίδια και τσάντες από άχρηστα δίχτυα αλιείας. Το Nofir 10 καθαρίζει τα δίχτυα αλιείας προτού το Bracenet τα κατασκευάσει χειροποίητα σε βραχιόλια, λουριά σκύλου και άλλα προϊόντα. Η Bracenet δηλώνει ότι έχει ανακυκλώσει πάνω από 5 τόνους δικτυών αλιείας και «δίχτυα φαντασμάτων» σε νέα προϊόντα.

Η Bracenet συνεργάζεται με διάφορους οργανισμούς προστασίας της θάλασσας όπως η Healthy Seas και η Ghost Fishing, σε σχέση με τη συλλογή δικτυών αλιείας που έχουν χαθεί ή σκόπιμα βυθιστεί στη θάλασσα. Μετά την ανάκτηση, τα δίχτυα καθαρίζονται και επεξεργάζονται από τη Nofir χρησιμοποιώντας μια εξειδικευμένη διαδικασία. Το χρώμα των δικτυών αποκαλύπτεται γενικά μόνο όταν έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία καθαρισμού. Στη συνέχεια, τα δίχτυα επεξεργάζονται με το χέρι από την Bracenet στο Αμβούργο. Κάθε τελειωμένο βραχιόλι είναι ένα μοναδικό κομμάτι λόγω των διαφορετικών δομών, χρωμάτων και μεγεθών δικτυών (Charter & Carruthers, 2022).



Εικόνα 67: Το βραχιόλι της εταιρείας Bracenet (Charter & Carruthers, 2022)

Ανακυκλωμένη τσάντα (Εικόνα 68) είναι κατασκευασμένη από υψηλής ποιότητας, υφαντό ύφασμα κάνναβης και ανακτημένα "δίχτυα φαντάσματα". Η εσωτερική τσάντα είναι κατασκευασμένη από υφαντό ύφασμα κάνναβης άβαφη, αλεύκαστη και βιολογικής καλλιέργειας σε σχέδιο ψαροκόκαλο,. Το εξωτερικό δίχτυ είναι κατασκευασμένο από ανακτημένα «δίχτυα φαντάσματα» (HDPE). Οι λαβές είναι κατασκευασμένες από σχοινιά που ανακτώνται από «δίχτυα φαντάσματα» ή απορριπτόμενο εξοπλισμό αλιείας. Ράβεται με ισχυρό βαμβακερό νήμα. Η εσωτερική τσάντα είναι κατασκευασμένη από την Lebenshilfewerk Neumünster (εργαστήριο για άτομα με αναπηρία). Τα δίχτυα ανακτώνται από τις Healthy Seas και Ghost Diving και καθαρίζονται από τη Nofir.



Εικόνα 68: Τσάντα από ανακυκλωμένο δίχτυ που κατασκευάζεται στη Γερμανία (Charter & Carruthers, 2022).

Η Bracenet παράγει επίσης αλυσίδες για γυαλιά και μάσκα (Εικόνα 69). Τα στοιχεία των δικτύων αλιείας περιλαμβάνονται σε μια ετικέτα που δίνει τον αριθμό δικτυού και τον μήνα και το έτος που ανακτήθηκαν. Τα προϊόντα είναι χειροποίητα και κατασκευάζονται στη Γερμανία. Οι κόμποι και το χρώμα προέρχονται από το πραγματικό δίχτυ (Charter & Carruthers, 2022).



Εικόνα 69: Σχοινάκι για γυαλιά και μάσκα (Charter & Carruthers, 2022)

Εξαρτήματα κάμερας. Ο ιμάντας κάμερας είναι ανακυκλωμένος κατασκευασμένος από ανακτημένα ή αποσυρμένα αλιευτικά εργαλεία (Εικόνα 70). Το σχοινί είναι από ανακτημένα ή αποσυρμένα αλιευτικά εργαλεία, καθαρισμένα από τη Nofir.



Εικόνα 70: Ιμάντας κάμερας από ανακυκλωμένα δίχτυα αλιείας (Charter & Carruthers, 2022)

Λουριά κατοικιδίων. Κάθε λουρί π.χ για σκύλο είναι μοναδικό και μπορεί να διαφέρει ελαφρώς ως προς την εμφάνιση και το μέγεθος (Εικόνα 71). Το ανακυκλωμένο προϊόν είναι χειροποίητο από δίχτυα αλιείας. Τα σχοινιά ανακτώνται από δίχτυα φαντάσματα ή αποσυρμένα αλιευτικά εργαλεία. Όλα τα σχοινιά διαχωρίζονται με το χέρι και καθαρίζονται από τη Nofir πριν από την παραγωγή.



Εικόνα 71: Λουρί σκύλου από ανακυκλωμένα δίχτυα αλιείας (Charter & Carruthers, 2022)

Μπρελόκ. Τα μπρελόκ (Εικόνα 72) κατασκευάζονται από ανακτημένα δίχτυα φαντάσματα τα οποία πριν χρησιμοποιηθούν καθαρίζονται στη Γερμανία. Το ανακυκλωμένο προϊόν είναι από ένα κομμάτι δικτυού αλιείας και μαγνητικό κούμπωμα. Οι κόμποι και το χρώμα προέρχονται από το πραγματικό δίχτυ αλιείας.



Εικόνα 72: Μπρελόκ από ανακυκλωμένα δίχτυα αλιείας (Charter & Carruthers, 2022)

Η Axiom Cycling Gear είναι μια εταιρεία με έδρα τον Καναδά που σχεδιάζει αξεσουάρ για ποδήλατα χρησιμοποιώντας αναγεννημένο νήμα πολυεστέρα από πεταμένα - εγκαταλελειμμένα δίχτυα αλιείας και είναι μέλος του The Global Ghost Gear Initiative (GGGI). Έχει δεσμευτεί για τη βιωσιμότητα και προμηθεύεται περιβαλλοντικά υγιή υλικά, συμπεριλαμβανομένων των ανακυκλωμένων δικτυών αλιείας, για τη δημιουργία των προϊόντων της. Η Axiom Cycling Gear ισχυρίζεται ότι αυτές οι τσάντες είναι οι μοναδικές τσάντες ποδηλασίας στον κόσμο που κατασκευάζονται από ανακυκλωμένα δίχτυα αλιείας (Εικόνα 73). Κάθε τσάντα της σειράς Seymour χρησιμοποιεί ένα νέο ύφασμα που ονομάζεται Oceanweave (Charter & Carruthers, 2022).



Εικόνα 73: Οι τσάντες ποδηλάτου της εταιρείας Axiom Cycling Gear (Charter & Carruthers, 2022)

Οι κάλτσες Teko[®] Graduated Compression και οι κάλτσες Teko[®] Off Road Running έχουν σχεδιαστεί για τρέξιμο, ποδηλασία και CrossFit για να ενισχύσουν τη

σταθερότητα των μυών της γάμπας και την κυκλοφορία του αίματος (Εικόνα 74). Οι κάλτσες είναι κατασκευασμένες από 98% αναγεννημένο πολυαμίδιο και 2% ελαστομερές.



Εικόνα 74: Οι κάλτσες Teko® Graduated Compression και οι κάλτσες Teko® Off Road Running (Charter & Carruthers, 2022)

Η Klattermusen είναι η πρώτη εταιρεία εξωτερικού χώρου που χρησιμοποίησε ανακυκλωμένο πολυαμίδιο στο σακίδιο Höner (Εικόνα 75). Το σακίδιο πλάτης Höner 32L είναι φτιαγμένο για αλπική και ολόπλευρη ορειβασία. Είναι κατασκευασμένο από 100% Ecoynl® και έχει έδρα τη Σουηδία.



Εικόνα 75: Το σακίδιο πλάτης Höner 32L (Charter & Carruthers, 2022)

Η Ecoalf με έδρα την Ισπανία, παράγει μπουφάν από ανακυκλωμένο νάιλον που προέρχεται από άχρηστα αλιευτικά εργαλεία (Εικόνα 76). Εκτός από το νάιλον από τα δίχτυα αλιείας, χρησιμοποιούνται επίσης νάιλον από τα υπολείμματα από τις παραγωγικές διαδικασίες. Για τα ενδύματα που κατασκευάζονται από δίχτυα αλιείας, η Ecoalf έχει μια συνεργασία με την Ecoynl®. Κατασκευασμένα από 100% ανακυκλωμένο νάιλον από δίχτυα αλιείας.



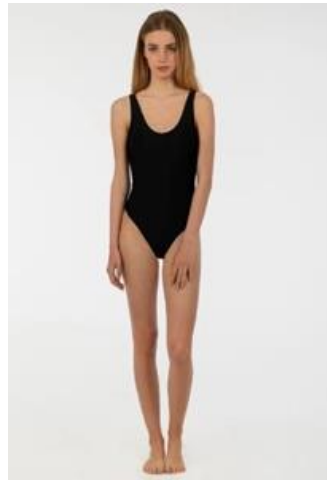
Εικόνα 76: Μπουφάν κατασκευασμένο από 100% ανακυκλωμένο νάιλον από δίχτυα ψαρέματος (Charter & Carruthers, 2022)

Η RubyMoon Ltd είναι μια εταιρεία κοινοτικού ενδιαφέροντος με έδρα το Ηνωμένο Βασίλειο. Η RubyMoon παράγει ενδύματα για κολύμβηση και μαγιό για γυναίκες και είναι κατασκευασμένα από βιώσιμα υλικά (Εικόνα 77). Η RubyMoon βοηθά επίσης τις γυναίκες να δημιουργήσουν και να αναπτύξουν επιχειρήσεις σε όλο τον κόσμο. Χρησιμοποιεί νάιλον νήματα Econyl® από χρησιμοποιημένα δίχτυα ψαρέματος και άλλα υπολείμματα στα υφάσματα των μαγιό της. Μέχρι σήμερα, η RubyMoon ισχυρίστηκε ότι βοήθησε πάνω από 1200 γυναίκες και τις οικογένειές τους να βρουν έναν δρόμο έξω από τη φτώχεια.



Εικόνα 77: Τα ρούχα για κολύμβηση της εταιρείας RubyMoon (Charter & Carruthers, 2022).

Τα μαγιό Valentia Vasilatou (Εικόνα 78) παράγονται από ανακυκλωμένα και αναγεννημένα υφάσματα με χρήση Ecoynl®. Η εταιρεία εργάζεται σε συνεργασία με την Healthy Seas για τη συλλογή δίχτυων αλιείας μέσω υποβρύχιων καθαρισμών. Τα συλλεγμένα νάιλον δίχτυα αλιείας πρώτα καθαρίζονται και στη συνέχεια μεταφέρονται στο εργοστάσιο της Aquafil όπου αναγεννώνται σε νήματα Ecoynl®. Στη συνέχεια το νήμα πλέκεται για να παραχθούν τα υφάσματα που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των μαγιό, τα οποία είναι πιστοποιημένα από την Aquafil και την ΟΕΚΟ ΤΕΧ.



Εικόνα 78: Τα μαγιό της Valentia Vasilatou (Charter & Carruthers, 2022)

Η Verdura με έδρα την Ιταλία παράγει υποδήματα για γυναίκες, άνδρες και παιδιά, καθώς και τσάντες από δίχτυα αλιείας (Εικόνα 79). Ένα από τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα υποδήματα είναι τα ανακυκλωμένα δίχτυα ψαρέματος. Η ιστορία του Verdura έχει ως εξής. Ο ιδρυτής του Verdura εντόπισε κομμάτια από δίχτυα αλιείας στην παραλία κοντά στην πατρίδα του, το Riombino, στις ιταλικές ακτές. Πήρε ένα, από περιέργεια, έβαλε το πόδι του μέσα, για να δει πόσο δυνατό ήταν και αμέσως αναγνώρισε το σχήμα ενός σανδαλιού που σχηματιζόταν γύρω από το πόδι του. Ένωθε ότι μπορούσε να φτιάξει ένα σανδάλι από αυτό το δίχτυ, αλλά συνειδητοποίησε ότι θα έπρεπε να το μαλακώσει, για να το κάνει άνετο.

Το Verdura χρησιμοποιεί νάιλον δίχτυα αλιείας. Οι Verdura δυσκολεύτηκαν να βρουν δίχτυα αλιείας σε επαρκείς ποσότητες και έχουν προμηθευτεί από πολλές τοποθεσίες π.χ. αποβάθρες, απευθείας από ψαράδες και από τη θάλασσα. Οι ψαράδες έχουν γίνει οι προμηθευτές της Verdura. Τα αλιευτικά εργαλεία συλλέγονται, το πλέγμα κόβεται και πλένεται αρκετές φορές για να μαλακώσει το

ύφασμα. Στη συνέχεια τα αλιευτικά εργαλεία βάζονται με φυσικές χρωστικές και συνδυάζονται με φελλό, ανακυκλωμένη σόλα από καουτσούκ και υπολείμματα δέρματος που άφησε πίσω η παραγωγή άλλων παπουτσιών. Η εσωτερική σόλα είναι κατασκευασμένη από φυσικό φελλό και η σόλα διατίθεται σε δύο εκδόσεις, η μία από ανακυκλωμένο καουτσούκ και η άλλη από ανακυκλωμένο δέρμα φυτικής βαφής (Charter & Carruthers, 2022).



Εικόνα 79: Υποδήματα και τσάντες της εταιρείας Verdura από ανακυκλωμένα δίχτυα αλιείας (Charter & Carruthers, 2022)

Σε συνεργασία με την Parley for the Oceans, η Adidas σύμφωνα με άρθρο των Moorhouse & Moorhouse (2017) ανέπτυξε ένα προϊόν κατασκευασμένο από 95% ανακυκλωμένο πλαστικό που ανακτήθηκε από τον ωκεανό κοντά στις Μαλδίβες. Το 2017, η μάρκα στοχεύει να παράγει 1 εκατομμύριο ζεύγη αθλητικών παπουτσιών από 11 εκατομμύρια πλαστικά μπουκάλια.

Σε μια εκδήλωση Parley for the Oceans που πραγματοποιήθηκε στα Ηνωμένα Έθνη, η Adidas αποκάλυψε τα πρώτα αθλητικά παπούτσια στον κόσμο κατασκευασμένα εξ ολοκλήρου από πλαστικό ωκεανού. Σε μια οδυνηρή υπενθύμιση της σημασίας και του επείγοντος χαρακτήρα της διατήρησης της φύσης, τα δίχτυα που χρησιμοποιήθηκαν για το πάνω μέρος των παπουτσιών ανασύρθηκαν από ένα παράνομο σκάφος λαθροθηρίας στα ανοικτά των ακτών της Δυτικής Αφρικής (Moorhouse & Moorhouse, 2017). Σύμφωνα με τον οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (FAO, 2016), κατά μέσο όρο 640.000 τόνοι αλιευτικών δικτύων παραμένουν στους ωκεανούς κάθε χρόνο. Μια νέα έκδοση των αθλητικών παπουτσιών Adidas (Εικόνα 80) έχει τώρα λανσαριστεί που συνδυάζει το

ανακυκλωμένο πλαστικό επάνω μέρος με σόλες 3D εκτυπωμένες από πλαστικό ωκεανού. Ο απώτερος στόχος της Adidas είναι να εξαλείψει το παρθένο πλαστικό από την αλυσίδα εφοδιασμού της. Αναπτύσσεται ένα πρωτότυπο παπούτσι από ίνες Biosteel, το οποίο ομοιάζει με το φυσικό μετάξι και είναι πλήρως βιοδιασπώμενο.



Εικόνα 80: Adidas and Parley for the Oceans δημιούργησαν ένα πρωτότυπο παπούτσι από ίνες Biosteel (Moorhouse & Moorhouse, 2017)

Η Davy J είναι μια νέα μάρκα μαγιό που στοχεύει να αποδείξει ότι είναι δυνατός ο σχεδιασμός εξαιρετικά ανταγωνιστικών προϊόντων που παράγονται με βιώσιμο τρόπο. Το έργο υποστηρίζει μια κυκλική οικονομία που χρησιμοποιεί 100% αναγεννημένο νήμα νάιλον από καταναλωτικά απόβλητα συμπεριλαμβανομένων των απορριμμάτων διχτυών αλιείας. Για κάθε τόνο απορριμμάτων που συλλέγεται, παράγεται αρκετό νάιλον για να δημιουργηθούν περισσότερα από 10.000 μαγιό. Δημιουργούν επίσης ένα σύστημα πόρων κλειστού βρόχου όπου στο τέλος της ζωής τους επιστρέφονται για ανακύκλωση (Moorhouse & Moorhouse, 2017).

Άλλο ένα παράδειγμα για ανακύκλωση των πλαστικών διχτυών αλιείας είναι η δημιουργία skateboards και σκελετών γυαλιών ηλίου από την εταιρεία την Bureo (Breuer, 2016) με ιδρυτές τους Αμερικανούς Μηχανικούς Ben R. Kneppers, Kevin J. Ahearn και David M. Stover (Εικόνα 81) με κοινή επιθυμία να κάνουν κάτι για την αυξανόμενη ποσότητα πλαστικών στον ωκεανό

Δημιούργησαν επίσης το Net Positiva, ένα πρόγραμμα συλλογής για πεταμένα δίχτυα αλιείας που προσέφερε πολλαπλά οφέλη. Η Net Positiva απλοποίησε την απόκτηση υλικού για τα skateboard, μείωσε τον αριθμό των διχτυών που έφτασαν στον ωκεανό και άρχισε να καθαρίζει τις παραλίες (Breuer, 2016).



Εικόνα 81: Οι ιδρυτές του Bureo Ben Kneppers (αριστερά) και ο Kevin Ahearn κρατούν λίγο από την πρώτη ύλη - ένα ανακυκλωμένο νάιλον δίχτυ ψαρέματος - που χρησιμοποιούν στα skateboard τους (Breuer, 2016).

Το όνομα της εταιρείας «Bureo» προέρχεται από τη λέξη της γλώσσας των Mapuche που σημαίνει «τα κύματα». Οι ιδρυτές της εταιρείας θέλουν το όνομα να συνδέει τα skateboards και τα γυαλιά ηλίου με τον ωκεανό και την προέλευσή τους από τα δίχτυα και να αναγνωρίζει το σεβασμό για τους αυτόχθονες πληθυσμούς της Χιλής. Ο David Stover λέει ότι το ίδιο το όνομα Bureo προορίζεται επίσης να έχει περαιτέρω απήχηση, συνδέοντας τα κύματα των ωκεανών με κύματα αλλαγής στον τρόπο με τον οποίο φροντίζουμε το περιβάλλον μας. Το Bureo ελπίζει να αποτελέσει μια επιτυχημένη έμπνευση για όλες τις προσπάθειες καθαρισμού των ωκεανών, μεγάλες και μικρές.

Τα skateboards Bureo κατασκευάζονται στο Σαντιάγο της Χιλής από την Comberplast S.A. Κάθε πλατφόρμα skateboard περιέχει περίπου 2,8 τετραγωνικά μέτρα (2,8 m²) από νάιλον δίχτυ αλιείας. Η καρδιά της διαδικασίας ανάκτησης είναι ένα κλασικό σύστημα ανακύκλωσης EREMA 1310 TE. Τα καθαρισμένα και τεμαχισμένα νάιλον δίχτυα αλιείας τροφοδοτούνται στη μεγάλη κατακόρυφη μονάδα προετοιμασίας που χρησιμοποιεί την τριβή για να συμπιέσει, να μειώσει το μέγεθος και να προθερμάνει το υλικό. Η μονάδα προετοιμασίας αναμειγνύει τα εγκαταλελειμμένα δίχτυα αλιείας ενώ βρίσκονται στον θάλαμο. Οποιοδήποτε απόρριμμα, το οποίο μπορεί να είναι ασυνεπές ως προς την υλική του σύνθεση και τις ποσότητες, αναμειγνύεται για να παράγει ένα σταθερό, προβλέψιμο τήγμα (Breuer, 2016).

Το προ θερμασμένο, πυκνωμένο υλικό στη συνέχεια τροφοδοτείται απευθείας στον κοχλία του εξωθητήρα. Η συμπίεση και η τήξη συμβαίνουν σταδιακά, σε επακριβώς ελεγχόμενη θερμοκρασία, προσθέτοντας ελάχιστο ιστορικό θερμότητας στην ανάκτηση.

Σε αυτή τη διαδικασία, τα νάιλον δίχτυα αλιείας μετατρέπονται σε υψηλής ποιότητας, εύκολα χρησιμοποιούμενα πέλλετ. Τα πέλλετ από νάιλον, με πρόσθετο από ίνες γυαλιού για ακαμψία, χυτεύονται με έγχυση σε έτοιμες πλατφόρμες skateboard. Οι σκελετοί των γυαλιών ηλίου παράγονται από 100% ανακυκλωμένα δίχτυα ψαρέματος (Breuer, 2016).

Οι πλατφόρμες στο Minnow, το πρώτο skateboard του Bureo (Εικόνα 82), έχουν σχήμα ψαριού και διαθέτουν μια χαρακτηριστική ανάγλυφη επιφάνεια με λέπια ψαριού. Οι τροχοί τους είναι εξαιρετικοί Eco-Cruisers εξοπλισμένοι με 100% ανακυκλωμένους πυρήνες ουρεθάνης.



Εικόνα 82: Το πρώτο skateboard του Bureo (Charter & Carruthers, 2022)

Διακριτά και εύκολα αναγνωρίσιμα, τα Minnows γίνονται εμπνευσμένα είδωλα επιτυχίας για όλους όσους συμμετέχουν στην εργασία για καθαρότερους ωκεανούς (Εικόνα 83). Μαζί με τα γυαλιά ηλίου Bureo, αναγνωρίζονται πλέον ευρέως ως εμβλήματα αποτελεσματικής ανακύκλωσης που βασίζεται στον εκπληκτικά αποτελεσματικό σχεδιασμό και την ποιοτική κατασκευή (Εικόνα 84) (Breuer, 2016).



Εικόνα 83: Ο υπουργός Εξωτερικών των ΗΠΑ Τζον Κέρι δοκιμάζει ένα skateboard Minnow στο συνέδριο Our Ocean 2015 στη Χιλή (Breuer, 2016).



Εικόνα 84: Ο Πρίγκιπας Κάρολος της Βρετανίας βλέπει ένα skateboard του Bureo από τον Hugo Tagholm, επικεφαλής του @surfersagainstsewage (Breuer, 2016).

Επιτραπέζιο παιχνίδι Jenga. Το επιτραπέζιο παιχνίδι είναι μια συνεργασία μεταξύ Jenga® Ocean™ και Bureo (Εικόνα 85). Αυτό είναι δυνητικά το πρώτο επιτραπέζιο παιχνίδι κατασκευασμένο από 100% ανακυκλωμένα δίχτυα αλιείας. Το Jenga® Ocean™ είναι κατασκευασμένο από NetPlus® που προέρχεται από πάνω από 25 τετραγωνικά πόδια δικτύων αλιείας που συλλέγονται μέσω του προγράμματος ανακύκλωσης Net Positiva του Bureo.

Οι παίκτες του Jenga® Ocean™ ενθαρρύνονται με το σύνθημα «Σώστε τα Ζώα» μέσω ειδικών κανόνων έκδοσης. Μαθαίνοντας για τις καταστροφικές επιπτώσεις των

πεταμένων διχτύων αλιείας, οι παίκτες κατανοούν πώς τα πεταμένα δίχτυα βλάπτουν τα θαλάσσια ζώα και μαθαίνουν τι μπορούν να κάνουν για να βοηθήσουν.



Εικόνα 85: Επιτραπέζιο παιχνίδι Jenga κατασκευασμένο από 100% ανακυκλωμένα δίχτυα αλιείας (Charter & Carruthers, 2022)

Η εταιρεία Fishy Filaments παράγει νήμα τρισδιάστατης εκτύπωσης που παράγεται από ανακυκλωμένο νάilon από αλιευτικά εργαλεία. Η Fishy Filaments είναι σε θέση να παρακολουθεί τα ανακτημένα πολυμερή της από την εμπορική αλιεία μέσω της παγκόσμιας εφοδιαστικής αλυσίδας αλιευτικών διχτύων λόγω του νάilon που χρησιμοποιείται από την κατασκευή σε πολύ υψηλά πρότυπα. Επιπλέον, η εταιρεία Fishy Filaments πραγματοποιεί επιστημονική ανάλυση για να παράσχουν στοιχεία ως προς την προέλευση. Τα ανεξάρτητα εργαστήρια τρίτου μέρους ανατίθενται να διασφαλίσουν ότι το υλικό που συλλέγεται δεν έχει μολυνθεί ή αλλοιωθεί χημικά κατά τη διάρκεια της ζωής του. Τα δίχτυα που στέλνονται στη FF έχουν συνήθως χρησιμοποιηθεί από τους αλιείς της Κορνουάλης για 3-6 μήνες, πολύ σπάνια περισσότερο καθώς οι επιφάνειές τους θολώνουν και σταματούν να πιάνουν ψάρια. Η υποκείμενη δομική ακεραιότητα του πολυμερούς παραμένει και τα νήματα μπορούν να παραχθούν για χρήση σε τρισδιάστατη εκτύπωση (Charter & Carruthers, 2022).

Το Longships είναι ένα μείγμα Nylon 6 για εφαρμογές όπου απαιτείται αντοχή στην κρούση και ακαμψία. Αν και το μείγμα έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με τρισδιάστατη εκτύπωση με τροφοδοσία πέλλετ, μπορούν να παρασχεθούν 100% ανακυκλωμένα πέλλετ για πολλαπλές εφαρμογές (Charter & Carruthers, 2022).

Καθώς τα αλιευτικά δίχτυα και σχοινιά που απορρίπτονται στη θάλασσα κάθε χρόνο παρουσιάζουν έναν δυνητικά σημαντικό όγκο αποβλήτων πολυμερών, υπάρχει

η ευκαιρία να μετατραπούν αυτά τα υλικά σε προϊόντα προστιθέμενης αξίας τοπικά μέσω της χρήσης τεχνολογίας 3D Printing (3DP) (Εικόνα 86). Ως ολόένα και πιο προσιτή μέθοδος για τοπική παραγωγή, το 3DP έχει σημαντικές δυνατότητες, ιδιαίτερα καθώς η τεχνολογία προσφέρεται για τη χρήση πολυμερών. Στην περίπτωση κατασκευής συντηγμένου νήματος (FFF) για 3DP, θα υπάρξει κάποιο αρχικό κόστος για την αγορά εξοπλισμού καθαρισμού, τεμαχιστών, εξωθητών νήματος και εκτυπωτή 3D FFF, ωστόσο, εάν τα ανακυκλωμένα πλαστικά νήματα μπορούν να κατασκευαστούν από αλιευτικά δίχτυα και σχοινιά που απορρίπτονται στη θάλασσα κάθε χρόνο, τότε το τρέχον κόστος που σχετίζεται με την αγορά του νήματος μπορεί να αποφευχθεί. Εάν επιλεγεί η χύτευση με έγχυση χρησιμοποιώντας εργαλεία εκτύπωσης συντηγμένου νήματος (FFF) 3D, τότε θα υπάρχει επίσης το πρόσθετο κόστος του νήματος με υψηλότερο σημείο τήξης από το υλικό των αλιευτικών δικτυών που απορρίπτονται στη θάλασσα για τη δημιουργία του καλουπιού, καθώς και ενός καλουπιού έγχυσης. Όπου δημιουργούνται καλούπια με χρήση επιλεκτικής πυροσυσσωμάτωσης με λέιζερ (SLS) 3DP (δηλαδή σε PA12 ή μέταλλο), θα συνεπάγονται πρόσθετες δαπάνες για την εμπορική εκτύπωση των καλουπιών, λόγω της σημαντικής και δαπανηρής υποδομής που απαιτείται. Απαιτούνται περαιτέρω δοκιμές προκειμένου να καθοριστεί ποιες από αυτές τις επιλογές είναι επιτυχείς, προτού μπορέσει να εκτιμηθεί η ακριβής κοστολόγηση (Hunt & Charter, 2016).



Εικόνα 86: Μια πλήρης εκτύπωση Fused Filament Fabrication (FFF) πριν από την αφαίρεση των δομών στήριξης (αριστερά) και μετά (δεξιά) (Hunt & Charter, 2016)

Όπως συμβαίνει με κάθε ροή ανακυκλωμένων πλαστικών απορριμμάτων, είναι πιθανό να προκύψουν ορισμένες προκλήσεις κατά τη διάρκεια των δοκιμών. Για παράδειγμα, οι προσμείξεις και τα νήματα που περιλαμβάνουν ανάμεικτα υλικά με

διαφορετικά σημεία τήξης μπορεί να προκαλέσουν εμπλοκές και ζημιά στα ακροφύσια του εκτυπωτή συντηγμένου νήματος (FFF), κάτι που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Υπάρχει ανησυχία στον κλάδο σχετικά με τις επιπτώσεις στην ποιότητα του αέρα (εσωτερικών χώρων) που σχετίζονται με την τήξη και την εκτύπωση ορισμένων πολυμερών (Hunt & Charter, 2016). Αυτό οφείλεται στην πιθανότητα απελευθέρωσης αερίων δυνητικά επιβλαβών ουσιών, η οποία θα εξαρτηθεί από τη χημική σύνθεση των υλικών που εκτυπώνονται και την παρουσία μολυσματικών ουσιών. Επιπλέον, οι ανακυκλωτές πλαστικών μπορεί να διστάζουν να εξετάσουν τα FNR για ανακύκλωση λόγω της εγγενούς πιθανότητας για ρύπους. Ως εκ τούτου, το πρώτο βήμα σε αυτή τη διαδικασία θα πρέπει να είναι η αξιολόγηση του τύπου, της ποιότητας, της καθαρότητας και του σημείου τήξης των τυπικών υλικών FNR, σε σύγκριση με τις απαιτήσεις των κοινών εκτυπωτών FFF (Hunt & Charter, 2016).

Εναλλακτικές επιλογές, όπως η διαλογή και η αποθήκευση των αλιευτικών δικτύων που απορρίπτονται στη θάλασσα προς πώληση σε εταιρείες και οργανισμούς επανεπεξεργασίας χημικών πολυμερών, όπως η Nofir και η Plastix Global. Τα έσοδα που παράγονται θα μπορούσαν στη συνέχεια να χρησιμοποιηθούν για την αγορά καθαρών, επανεπεξεργασμένων πολυμερών για χρήση σε τρισδιάστατους εκτυπωτές για τη δημιουργία προϊόντων προστιθέμενης αξίας τοπικά. Αυτό θα απαιτούσε εκτίμηση του όγκου, της σύνθεσης, της ποιότητας και της θέσης των υλικών των αλιευτικών δικτύων που απορρίπτονται στη θάλασσα και διαβούλευση με εταιρείες επανεπεξεργασίας χημικών πολυμερών για την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας ενός τέτοιου συστήματος. Ωστόσο, η βασική πιθανή ευκαιρία μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα είναι να δημιουργηθούν και να αναπτυχθούν επιχειρήσεις που χρησιμοποιούν κατακρατούμενα απόβλητα αλιευτικών δικτύων που απορρίπτονται στη θάλασσα ως υλικό πόρο στην αλιευτική κοινότητα αντί να τα εξάγουν στην αλυσίδα διανομής.

Συνοπτικά, υπάρχει δυνατότητα για τη χρήση του 3DP στις τοπικές αλιευτικές κοινότητες για τη δημιουργία προϊόντων προστιθέμενης αξίας. Τα υλικά των αλιευτικών δικτύων που απορρίπτονται μπορεί να παρέχουν τοπική παροχή βιώσιμων πολυμερών, ωστόσο, απαιτείται περαιτέρω έρευνα ως προς τους τύπους, την ποιότητα, την καθαρότητα και τον όγκο των διαθέσιμων υλικών και την

καταλληλότητα αυτών των υλικών σε διαφορετικές εφαρμογές 3DP (Hunt & Charter, 2016).

4.3 Ανακυκλωμένες νάιλον ίνες από δίχτυα αλιείας ως ενίσχυση τσιμεντοκονίας

Η προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος είναι ένα από τα σοβαρότερα ζητήματα αυτής της εποχής. Εκτός από τις γνωστές αιτίες της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, όπως η ρύπανση, η υπερβολική δόμηση των ακτών, η αλόγιστη αλιεία και η διάβρωση των ακτών, η αδιάκριτη εγκατάλειψη των αλιευτικών δικτύων στον βυθό της θάλασσας μπορεί να προκαλέσει μια αυξανόμενη μορφή ερημοποίησης του θαλάσσιου οικοσυστήματος. Ενώ στο παρελθόν τα δίχτυα ψαρέματος κατασκευάζονταν από φυσικά υλικά όπως βαμβάκι και λινό, σήμερα τα δίχτυα είναι συνήθως κατασκευασμένα από πλαστικό. Τα πλαστικά των δικτύων αλιείας γενικά δεν είναι βιοαποδομήσιμα, και ως εκ τούτου είναι εξαιρετικά σημαντικό να ενισχυθεί η ανακύκλωσή τους προκειμένου να απορριφθούν τα απόβλητα και να μειωθεί το κόστος των προϊόντων που προκύπτουν. Αξίζει να σημειωθεί ότι πρόσφατες μελέτες έχουν δείξει ότι πολλά απόβλητα υλικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν επικερδώς για την κατασκευή τεχνικών ενίσχυσης χαμηλού κόστους δομικών και μη υλικών στον κατασκευαστικό κλάδο (Siddique et al., 2008, Sivaraja et al., 2010, Banthia et al., 2014). Στην πραγματικότητα, η έρευνα στον τομέα της τσιμεντοκονίας είναι έντονα προσανατολισμένη στην ανάπτυξη κατάλληλων υλικών για την επισκευή και αποκατάσταση υφιστάμενων κατασκευών από σκυρόδεμα (Austin et al., 1999, Austin et al., 2000).

Οι ίνες πολυπροπυλενίου (PP) και πολυαμιδίου (PA) έχουν χρησιμοποιηθεί επιτυχώς σε τσιμεντοειδείς ύλες για τον έλεγχο της συρρίκνωσης των ρωγμών, για τη βελτίωση της σκληρότητας του υλικού και της αντοχής στην κρούση και για την σημαντική αύξηση της ικανότητας απορρόφησης ενέργειας του υλικού (Song et al., 2005, Nili & Afroughsabet, 2010, Karahan & Atiş, 2011). Οι Habib et al. (2013) διεξήγαγαν μια έρευνα που επικεντρώνεται στις επιδράσεις των συνθετικών ινών (γυαλί, νάιλον και πολυπροπυλένιο) στις μηχανικές ιδιότητες των κονιαμάτων. Τέτοιες βιομηχανικές πλαστικές ίνες μπορεί να εγγυώνται καλύτερη μηχανική απόδοση από τα ανακυκλωμένα πλαστικά. Ωστόσο, οδηγούν αναπόφευκτα σε υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές ρύπων. Σύμφωνα με τη μέθοδο που προτάθηκε από τη Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) το 2007 (IPCC,

2007), εκτιμάται ότι χρειάζονται 1,91 kg ισοδύναμου CO₂ για την παραγωγή 1 kg νάιλον.

Οι Spadea et al. (2015), ασχολήθηκαν με την ενίσχυση ενός εμπορικού τσιμεντοειδούς κονιάματος μέσω ανακυκλωμένων ιών νάιλον (R-nylon) που προέρχονται από άχρηστα δίχτυα αλιείας. Ξεκίνησαν αξιολογώντας ότι οι ίνες δεν είναι επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία μέσω δοκιμών έκπλυσης. Πραγματοποίησαν επίσης έναν προκαταρκτικό μηχανικό χαρακτηρισμό των αντοχών σε εφελκυσμό τόσο των ιών R-νάιλον χωρίς επεξεργασία όσο και των ιών R-νάιλον ρυθμισμένων με αλκάλια, προκειμένου να αξιολογηθεί την αντοχή τους σε χημικές επιθέσεις. Στη συνέχεια, έγιναν δοκιμές συμπίεσης και κάμψης σε δείγματα κονιάματος ενισχυμένα με ίνες R-νάιλον, συγκρίνοντας τα αποτελέσματα τέτοιων δοκιμών με ανάλογα που αναφέρονται στο μη ενισχυμένο κονίαμα. Αναλύθηκαν διαφορετικά κλάσματα βάρους ιών και αναλογίες διαστάσεων ιών R-νάιλον. Τα δεδομένα που δίνονται δείχνουν ότι οι ίνες R-νάιλον που εξετάστηκαν βελτιώνουν σημαντικά τις ιδιότητες εφελκυσμού και θραύσης του υλικού βάσης, καθώς παρατηρούμε έως και 35% αυξήσεις στην αντοχή σε εφελκυσμό και έναν τρόπο όλκιμο αστοχίας στο ενισχυμένο με R-νάιλον κονίαμα.

Αναλύθηκαν ενισχυτικές ίνες (Εικόνα 87) που παρέχονται από την Omega Plastic srl, μια εταιρεία που ανακτά δίχτυα αλιείας που κατασχέθηκαν από τις λιμενικές αρχές της Νότιας Ιταλίας (Anzio, Barletta, Castellabate, Giulianova, Giovinazzo, Lipari, Maratea, Marsala, Camera, Marina Milazzo, Mola di Bari, Molfetta, Palermo, Ponza, Sapri, Salina, Trani και Termoli). Μετά τη συλλογή, τα δίχτυα καθαρίζονται από τα υπολείμματα άλλων προϊόντων (Spadea et al., 2015).



Εικόνα 87: Νάilon 6 απόβλητα δίχτυα αλιείας που εξετάστηκαν (Spadea et al., 2015).

Στη συνέχεια, αυτά τα δίχτυα ταξινομούνται ανά τύπο πολυμερούς, κόβονται σε κομμάτια, συσκευάζονται και αποθηκεύονται. Το τελικό προϊόν λαμβάνεται μέσω μιας διαδικασίας εξώθησης και πολυμερισμού που εκτελείται από εταιρείες ανακύκλωσης πλαστικών υλικών. Σε αυτή την περίπτωση, ωστόσο, ο στόχος είναι να αναλυθεί μια καθαρά μηχανική διαδικασία ανακύκλωσης που δεν περιλαμβάνει κατανάλωση ενέργειας και εκπομπές CO₂.

Τα δίχτυα αλιείας που εξετάστηκαν είναι κατασκευασμένα από αλειφατικό πολυαμίδιο 6 (κοινώς αναφέρεται ως «νάilon 6»). Ένα τέτοιο υλικό χρησιμοποιείται ευρέως σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές λόγω των καλών μηχανικών και χημικών ιδιοτήτων του, όπως π.χ. ενισχυμένη σκληρότητα και χημική αντοχή. Πραγματοποιήθηκε η χειροκίνητη κοπή των δικτύων αλιείας για να λάβουμε ίνες R-νάilon που θα χρησιμοποιηθούν ως ενισχυτικές ίνες κονιάματος (Spadea et al., 2015).

Τα αποτελέσματά μας δείχνουν ότι ένα υψηλότερο ποσοστό ινών (1,5% αντί 1,0%) προκαλεί μια λιγότερο αισθητή πτώση στο φορτίο μετά την τιμή κορυφής, ενώ υψηλότεροι λόγοι διαστάσεων ινών δίνουν στο ενισχυμένο κονίαμα μια συμπεριφορά τύπου σκλήρυνσης μετά την κορυφή. Ως αποτέλεσμα, παρατηρήσαμε αξιοσημείωτες αυξήσεις των δεικτών σκληρότητας και των παραγόντων υπολειμματικής αντοχής τόσο κατά την αύξηση του ποσοστού των ινών (από 1,0% σε 1,5%) όσο και κατά την αύξηση του μήκους της ίνας (από 0,5 σε 1,0 ίντσες και 1,5 ίντσες).

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης Spadea et al. (2015) με τα αποτελέσματα που δίνονται στην υπάρχουσα βιβλιογραφία (Habib et al., 2013, Fraternali et al., 2013, Ozger et al., 2013), οδηγούμαστε στο συμπέρασμα ότι:

- ◆ Οι ιδιότητες σκληρότητας και πλαστιμότητας των κονιαμάτων και των σκυροδέματος επωφελούνται σημαντικά από την προσθήκη ανακυκλωμένων ενισχυτικών ινών στο σχέδιο του μείγματος.
- ◆ Οι ίνες R-Nylon είναι επίσης ευεργετικές όσον αφορά την αντοχή στην πρώτη ρωγμή, σε αντίθεση με τις ίνες R-PET που αναλύθηκαν από τους Fraternali et al. (2013).
- ◆ Οι ίνες R-Nylon που χρησιμοποιούνται φαίνεται να είναι πολύ πιο αποτελεσματικές στη βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων των προϊόντων τσιμέντου σε σύγκριση με τις ανακυκλωμένες ίνες νάιλον που λαμβάνονται από τα απορρίμματα υφασμάτων χαλιών μετά την κατανάλωση (Ozger et al., 2013) και τις ανακυκλωμένες ίνες PET (Fraternali et al., 2013). Μεγαλύτερες βελτιώσεις στην αντοχή στην πρώτη ρωγμή (έως +149%) και στη θλιπτική αντοχή (έως +75%) παρατηρούνται από τους (Habib et al., 2013) σε δείγματα κονιάματος ενισχυμένα με βιομηχανικές νάιλον ίνες.

Αξίζει να σημειωθούν τα περιβαλλοντικά οφέλη που σχετίζονται με την ανακύκλωση απορριμμάτων αλιευτικών δικτύων, ιδιαίτερα αν ληφθεί υπόψη ότι η τεχνική ενίσχυσης που εξετάζεται στην παρούσα εργασία δεν απαιτεί διαδικασίες που καταναλώνουν ενέργεια, όπως ο επαναπολυμερισμός ή η εξώθηση υλικού. Τα δίκτυα πρέπει απλώς να συλλέγονται, να πλυθούν και να κοπούν σωστά για να ληφθούν ενισχυτικές ίνες, με αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση του κόστους και της κατανάλωσης ενέργειας (Spadea et al., 2015).

5. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟ ΣΧΕΔΙΟ

5.1 Συμπέρασμα: Προτεινόμενο σχέδιο για την διαχείριση των πλαστικών δικτυών αλιείας που απορρίπτονται στην Ελλάδα.

Σύμφωνα με βιβλιογραφικές πληροφορίες που συλλέχθηκαν για την παρούσα εργασία, μπορεί να προταθεί σχέδιο για την διαχείριση των πλαστικών δικτυών αλιείας που απορρίπτονται στην Ελλάδα (Εικόνα 88) που θα περιλαμβάνει μέτρα που αφορούν:

- ❖ Στην πρόληψη (αποφυγή εμφάνισης ALDFG στο περιβάλλον)
- ❖ Στον μετριασμό (μείωση της επίδρασης του ALDFG στο περιβάλλον)
- ❖ Στην θεραπεία (αφαίρεση του ALDFG από το περιβάλλον)

Οι αρχές και οι ενέργειες βέλτιστης πρακτικής για κάθε ομάδα ενδιαφερομένων εμπίπτουν σε μία από αυτές τις τρεις κατηγορίες. Οι ενέργειες θα πρέπει να επικεντρώνονται κυρίως στην πρόληψη, αλλά θα πρέπει να περιλαμβάνονται και δράσεις μετριασμού και θεραπείας για περιπτώσεις όπου ο εξοπλισμός χάνεται ακούσια.

Προληπτικά μέτρα πριν την χρήση τους

Τα προληπτικά μέτρα είναι η πιο σημαντική πρόταση καθώς αποτρέπουν την είσοδο των εγκαταλελειμμένων δικτυών αλιείας (ALDFG) στο θαλάσσιο περιβάλλον εξαρχής. Η χρήση χωρικών και χρονικών περιορισμών στην αλιεία έχει σημαντικές δυνατότητες να μειώσει τις συγκρούσεις με τα αλιευτικά εργαλεία. Μπορεί επίσης να βοηθήσει να διασφαλιστεί η μείωση του κινδύνου αλληλεπίδρασης των αλιευτικών εργαλείων με τα ευάλωτα θαλάσσια οικοσυστήματα και τους θαλάσσιους οργανισμούς. Η χρήση της χαρτογράφησης του βυθού με GPS και των τοπικών δεδομένων χαρτογράφησης ρεύματος, είναι μια πρακτική και στοχευμένη προσέγγιση. Το Side Scan Sonar (SSS), μια τεχνολογία χαρτογράφησης του βυθού της θάλασσας, έχει γίνει πιο ακριβής και πιο προσιτή τα τελευταία χρόνια. Ωστόσο, το SSS είναι πιθανό να ισχύει όταν πρόκειται να εντοπιστούν σχετικά μεγάλα ή ευδιάκριτα αντικείμενα, όπως παγίδες. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για απλά δίκτυα.

Άλλη μια προληπτική προσέγγιση είναι η επιμέλεια και οι καλές πρακτικές για λογαριασμό του αλιέα, που πιθανώς υποστηρίζεται από κανονισμούς της διαχειριστικής αρχής. Αυτό μπορεί να περιλαμβάνει τα ακόλουθα μέτρα:

- Όρια χρήσης εργαλείων σε περιοχές υψηλού κινδύνου και σε περιόδους υψηλού κινδύνου, για παράδειγμα, περιορισμένα μήκη στόλων με απλάδια δίχτυα, για να αυξηθεί ο έλεγχος των αλιευτικών εργαλείων και να μειωθεί ο κίνδυνος ζημιάς ή απώλειας.
- Μείωση του χρόνου παραμονής των αλιευτικών εργαλείων στο θαλάσσιο περιβάλλον. Όσο περισσότερο παραμένει ένα εργαλείο αλιείας στο νερό, τόσο αυξάνονται και οι πιθανότητες να υποστεί ζημιές με αποτέλεσμα να αυξάνεται και ο κίνδυνος απώλειας αλιευτικών εργαλείων.
- Χρήση εναλλακτικών αλιευτικών εργαλείων όπως επιβάλλεται από τις επικρατούσες καιρικές και άλλες συνθήκες.
- Επιλογές εξοπλισμού που ελαχιστοποιούν τις απώλειες αλιευτικών εργαλείων, για παράδειγμα, χρήση αλιευτικών δίχτυων εμποτισμένων με ουσίες που λειτουργούν απωθητικά σε αλληλεπιδράσεις με θαλάσσιους οργανισμούς εφόσον όμως οι ουσίες που θα χρησιμοποιηθούν δεν θα έχουν επιπτώσεις στην υγεία των θαλάσσιων οργανισμών.
- Καλή επικοινωνία μεταξύ των αλιέων, ειδικά με διαφορετικά τμήματα, για παράδειγμα, μεταξύ αλιέων που χρησιμοποιούν ενεργητικά και παθητικά εργαλεία σε κοινές αλιευτικές περιοχές. Οι αλιείς πρέπει να επικοινωνούν σχετικά με τις αλιευτικές δραστηριότητες έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι συγκρούσεις και η απώλεια εργαλείων.
- Οι αλιευτικοί σύλλογοι θα πρέπει να διοργανώνουν προγράμματα εκπαίδευσης και κατάρτισης για τους αλιείς για την ευαισθητοποίηση σχετικά με τις επιπτώσεις των ALDFG και την αποφυγή τους.

Τέλος η εφαρμογή συστήματος σήμανσης αλιευτικών εργαλείων είναι ένα εργαλείο για τη συμβολή στη βιώσιμη αλιεία και για τη βελτίωση της κατάστασης του θαλάσσιου περιβάλλοντος καταπολεμώντας, ελαχιστοποιώντας και εξαλείφοντας τα εγκαταλελειμμένα, χαμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG), διευκόλυνση της αναγνώρισης και ανάκτησης τέτοιου εξοπλισμού.

Μέτρα διαχείρισης μετριασμού μετά την χρήση τους

Τα μέτρα διαχείρισης μετριασμού είναι εκείνα που λαμβάνονται όταν πλέον τα αλιευτικά εργαλεία έχουν χαθεί. Ο σχεδιασμός νέων αλιευτικών εργαλείων έχει αποτελέσει το επίκεντρο μιας σειράς πρωτοβουλιών για την αποτροπή εγκαταλελειμμένων, χαμένων αλιευτικών εργαλείων. Τα βιοαποδομήσιμα αλιευτικά εργαλεία μπορούν να είναι αποτελεσματικά στην μείωση των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων (ALDFG). Βρέθηκε ότι τα νεότερα βιοαποδομήσιμα πολυμερή είναι πολύ πιο αποτελεσματικά από βιοαποδομήσιμα πλαστικά που παράγονταν στο παρελθόν.

Ένα ακόμα μέτρο για την διαχείριση των δικτύων αλιείας μετά τη χρήση τους και κατ' επέκταση τον εντοπισμό των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων είναι παρακολούθηση των απωλειών αλιευτικών εργαλείων. Αυτό μπορεί να γίνει με τη σήμανση των αλιευτικών εργαλείων που έχει ως αποτέλεσμα την αναφορά και η καθοδήγηση σχετικά με τη θέση του χαμένου, εγκαταλελειμμένου εξοπλισμού και την ανάκτηση του. Η βελτιωμένη σήμανση των αλιευτικών εργαλείων για να δείξει τη θέση, την κλίμακα και τη φύση των αλιευτικών εργαλείων στο νερό. Οι αρμόδιες αρχές θα πρέπει να τηρούν ένα μητρώο αλιευτικών εργαλείων που να αναφέρεται ότι βρέθηκαν, εγκαταλείφθηκαν, χάθηκαν ή με άλλο τρόπο απορρίφθηκαν, σύμφωνα με την εθνική νομοθεσία. Αυτό το μητρώο θα πρέπει να περιλαμβάνει λεπτομέρειες, όπου είναι διαθέσιμες, για την ιδιοκτησία εργαλείων, τον τύπο και τα χαρακτηριστικά του αλιευτικού εργαλείου, οποιοδήποτε σήματα αλιευτικών εργαλείων και άλλα αναγνωριστικά, την ημερομηνία, ώρα, θέση απώλειας ή ανάκτησης, βάθος νερού κ.λπ., τον λόγο απώλειας, τις καιρικές συνθήκες, οποιαδήποτε άλλη σχετική πληροφορία, συμπεριλαμβανομένης της παγίδευσης απειλούμενων, απειλούμενων ή προστατευόμενων ειδών και την κατάσταση του εγκαταλελειμμένου αλιευτικού εργαλείου (ALDFG) (δηλαδή, ανακτήθηκε/δεν ανακτήθηκε, πωλήθηκε ή καταστράφηκε).

Λόγω των εταιρικών περιβαλλοντικών ευθυνών και εργαλείων όπως η ανάλυση του κύκλου ζωής, οι κατασκευαστές των αλιευτικών εργαλείων έχουν κάποια ευθύνη στη διευκόλυνση της υπεύθυνης χρήσης και απόρριψης των προϊόντων τους. Μια ακόμα απλή προσέγγιση για την μείωση των εγκαταλελειμμένων, χαμένων αλιευτικών εργαλείων θα μπορούσε να είναι οι κατασκευαστές να αγοράσουν πίσω τον παλιό αλιευτικό εξοπλισμό (για ανακαίνιση ή ανακύκλωση) και επαναγορά νέων

αλιευτικών εργαλείων με έκπτωση. Θα μπορούσαν επίσης οι αλιείς να λάβουν επιστροφή χρημάτων αν στο τέλος της ζωής τους τα αλιευτικά εργαλεία επιστραφούν στον κατασκευαστή ή στον αντιπρόσωπό τους.

Διορθωτικά μέτρα μετά την χρήση τους

Τα διορθωτικά μέτρα είναι εκείνα που λαμβάνονται για την αναφορά και την υποβοήθηση της ανάκτησης των ALDFG. Σε αυτόν τον γενικό τομέα απόρριψης εργαλείων, υπάρχουν διαθέσιμες διάφορες βέλτιστες πρακτικές και επιλογές διαχείρισης.

Η κυβέρνηση θα πρέπει να ενθαρρύνει τους ιδιοκτήτες των αλιευτικών εργαλείων να διαθέτουν επαρκή εξοπλισμό και εκπαίδευση για να διευκολύνουν την ανάκτηση του εγκαταλελειμμένου αλιευτικού εξοπλισμού (ALDFG). Όπου είναι δυνατόν, ο ιδιοκτήτης - διαχειριστής και η αρμόδια αρχή θα πρέπει να συνεργάζονται για να ενισχύσουν τις προσπάθειες ανάκτησης. Οι ιδιοκτήτες θα πρέπει να ενημερώνονται για τα εργαλεία που ανακτώνται (όπου επισημαίνονται κατάλληλα), ώστε να μπορούν να διευκολύνουν τη συλλογή του ανακτημένου εξοπλισμού για ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση ή ασφαλή απόρριψη. Τα ανακτημένα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG) και τα αλιευτικά εργαλεία που δεν χρησιμοποιούνται πλέον θα πρέπει να ανακυκλώνονται ή να απορρίπτονται υπεύθυνα στη στεριά. Τα κράτη πρέπει να διασφαλίζουν την παροχή κατάλληλων λιμενικών εγκαταστάσεων υποδοχής για τη διάθεση τέτοιων αλιευτικών εργαλείων.

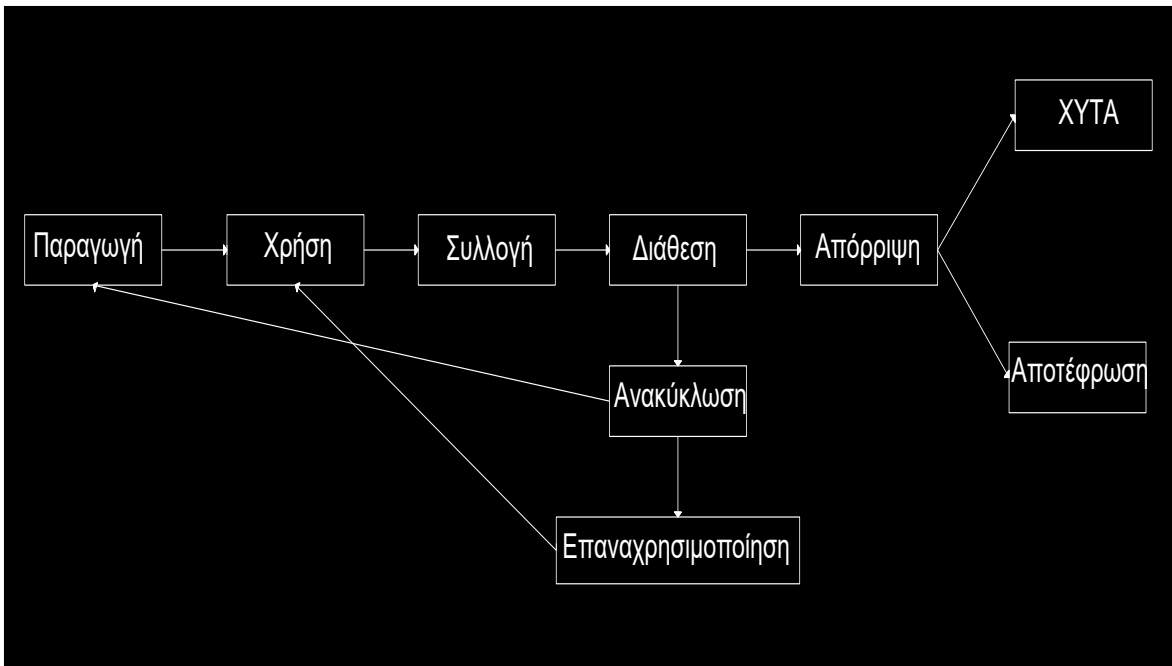
Το σημαντικότερο μέτρο για την ανάκτηση των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων είναι η ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση των χαμένων αλιευτικών εργαλείων. Στην ιδανική περίπτωση, θα μπορούσε να επιτευχθεί κάποιος βαθμός ανάκτησης του κόστους της υπεύθυνης διάθεσης μέσω της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης των αλιευτικών εργαλείων και των υλικών τους. Αυτό μπορεί να απαιτήσει κάποιο επίπεδο τοπικής προεπεξεργασίας των αλιευτικών εργαλείων στα συστατικά τους π.χ σχοινί, δίχτυα για να βοηθήσει και να εντοπίσει τους υποψήφιους αγοραστές.

Αυτή η προσέγγιση, όταν συνδυάζεται με ένα ευρύτερο σύστημα συλλογής, θα μπορούσε επίσης να δημιουργήσει επαρκείς ποσότητες εξοπλισμού των εργαλείων για να τα καταστήσει ελκυστικά για τους αγοραστές. Αυτό θα μπορούσε να

συνδυαστεί με κάποια μορφή συστήματος πιστοποίησης ή επισήμανσης για τον προσδιορισμό των προϊόντων ως ανακυκλωμένα αλιευτικά εργαλεία.

Οι εναλλακτικές χρήσεις των χαμένων και εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων είναι πολλές όπως έχουμε αναλύσει σε προηγούμενο κεφάλαιο. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη δημιουργία ρούχων και παπουτσιών μέχρι γυαλιά, παιχνίδια και έπιπλα μέσω της χρήσης τεχνολογίας 3D Printing (3DP).

Η συλλογή δεδομένων είναι κρίσιμης σημασίας για την ενημέρωση της γνώσης σχετικά με τις πηγές, τις ποσότητες και τις επιπτώσεις των εγκαταλελειμμένων, χαμένων ή απορριφθέντων αλιευτικών εργαλείων (ALDFG), ένα βασικό και ξεχωριστό μέρος του παγκόσμιου ζητήματος των θαλάσσιων απορριμμάτων. Οι λύσεις περιλαμβάνουν προσπάθειες καθαρισμού και ανάκτησης που στοχεύουν σε περιοχές με χαμένα και εγκαταλελειμμένα αλιευτικά δίκτυα και εργαλεία (ALDFG), μέτρα διαχείρισης αλιείας που έχουν σχεδιαστεί για την ελαχιστοποίηση των αλληλεπιδράσεων της θαλάσσιας ζωής με τον ενεργό αλιευτικό εξοπλισμό και τα εγκαταλελειμμένα αλιευτικά εργαλεία (ALDFG), μηχανισμούς αναφοράς χαμένων αλιευτικών εργαλείων που ενημερώνουν τις μελλοντικές περιοχές ανάκτησης και μέτρα χωρικής διαχείρισης που ελαχιστοποιούν τη σύγκρουση και απώλεια αλιευτικών εργαλείων. Οι προσπάθειες ανάκτησης και συλλογής δεδομένων των εγκαταλελειμμένων αλιευτικών εργαλείων ALDFG είναι παραδείγματα της αυξανόμενης δυναμικής και της συνεργασίας μεταξύ διαφορετικών ενδιαφερομένων από τοπική έως παγκόσμια κλίμακα για την ευαισθητοποίηση και την ανάπτυξη λύσεων στο ζήτημα της ALDFG.



Εικόνα 88: Διάγραμμα ροής του κύκλου ζωής των πλαστικών αλιευτικών δικτύων

Βιβλιογραφία

- Adamantopoulou, S., Androukaki, E. & Kotomatas, S., 1999. The distribution of the Mediterranean monk seal in Greece based on an information network. *Contributions to the Zoogeography and Ecology of the Eastern Mediterranean Region*, 1, pp. 399-404.
- Adimey, N. M., Hudak, C. A., Powell, J. R., Bassos-Hull, K., Foley, A., Farmer, N. A, White, L., Minch, K., 2014. Fishery gear interactions from stranded bottlenose dolphins, Florida manatees and sea turtles in Florida, USA. *Marine Pollution Bulletin*, 81(1), pp. 103-115.
- Aegean Rebreath, 2022. [Online]
Available at: <https://www.aegeanrebreath.org/>
[Accessed 22 02 2022].
- Agamuthu, P., Mehran, S. B., Norkhairah, A. & Norkhairiyah, A., 2019. Marine debris: A review of impacts and global initiatives. *Waste Management & Research*, 37(10), pp. 987-1002.
- Alexiadou, P., Foskolos, I. & Frantzis, A., 2019. Ingestion of macroplastics by odontocetes of the Greek Seas, Eastern Mediterranean: Often deadly!. *Marine pollution bulletin*, 146, pp. 67-75.
- Al-Jufaili, S., Al-Jabri, M., Al-Baluchi, A., Baldwin, R. M., Wilson, S. C., West, F., Matthews, A. D., 1999. Human impacts on coral reefs in the Sultanate of Oman. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 49, pp. 65-74.
- Alomar, C., Estarellas, F. & Deudero, S., 2016. Microplastics in the Mediterranean Sea: deposition in coastal shallow sediments, spatial variation and preferential grain size. *Marine environmental research*, 115, pp. 1-10.
- Alverson, D. L., Freeberg, M. H., Murawski, S. A. & Pope, J. G., 1994. *A global assessment of fisheries bycatch and discards*, Food & Agriculture Org.
- Anastasopoulou, A., Mytilineou, C., Smith, C. J. & Papadopoulou, K. N., 2013. Plastic debris ingested by deep-water fish of the Ionian Sea (Eastern Mediterranean). *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 74, pp. 11-13.
- Angiolillo, M. & Fortibuoni, T., 2020. Impacts of marine litter on Mediterranean reef systems: From shallow to deep waters. *Frontiers in Marine Science*, 7, p. 826.
- Apostolidis, C., Papadopoulou, K. N., Smith, C. J. & Karachle, P. K., 2016. *Trawled up marine litter, first observations from Heraklion Ba.*
- Ariano-Sánchez, D., Muccio, C., Rosell, F. & Reinhardt, S., 2020. Are trends in Olive Ridley sea turtle (*Lepidochelys olivacea*) nesting abundance affected by El Niño Southern Oscillation (ENSO) variability? Sixteen years of monitoring on the Pacific coast of northern Central America. *Global Ecology and Conservation*, 24, e01339.
- Arthur, Courtney., Friedman, Scott., Weaver, Jennifer., Nostrand, Dan Van., Reinhardt, James., 2020. Estimating the Benefits of Derelict Crab Trap Removal. *Estuaries and Coasts*, 43(7), pp. 1821-1835.

Arthur, C., Sutton-Grier, A. E., Murphy, P. & Bamford, H., 2014. Out of sight but not out of mind: harmful effects of derelict traps in selected US coastal waters. *Marine Pollution Bulletin*, 86(1-2), pp. 19-28.

Austin, S. A., Robins, P. J. & Goodier, C. I., 1999. The rheological performance of wet-process sprayed mortars. *Magazine of Concrete Research*, 51(5), pp. 341-352.

Austin, S. A., Robins, P. J. & Goodier, C. I., 2000. The performance of hardened wet-process sprayed mortars. *Magazine of Concrete Research*, 52(3), pp. 195-208.

Avery-Gomm, S., O'Hara, P. D., Kleine, L., Bowes, V., Wilson, L. K., Barry, K. L., 2012. Northern fulmars as biological monitors of trends of plastic pollution in the eastern North Pacific. *Marine pollution bulletin*, 64(9), pp. 1776-1781.

Ayaz , A., Acarli, D., Altinagac, U., Ozekinci, U., Kara, A., Ozen, O., 2006. Ghost fishing by monofilament and multifilament gillnets in Izmir Bay, Turkey. *Fisheries Research*, 79, p. 267–271.

Baeta, F., Costa, M. J. & Cabral, H., 2009. Trammel nets' ghost fishing off the Portuguese central coast.. *Fisheries Research*, 98(1-3), pp. 33-39.

Baker, J. R., Jepson, P. D., Simpson, V. R. & Kuiken, T., 1998. Causes of mortality and non-fatal conditions among grey seals (*Halichoerus grypus*) found dead on the coasts of England, Wales and the Isle of Man. *Veterinary Record*, 142(22), pp. 595-601.

Ballesteros, L. V., Matthews, J. L. & Hoeksema, B. W., 2018. Pollution and coral damage caused by derelict fishing gear on coral reefs around Koh Tao, Gulf of Thailand. *Marine pollution bulletin*, 135, pp. 1107-1116.

Banthia, N., Zanotti, C. & Sappakittipakorn, M., 2014. Sustainable fiber reinforced concrete for repair applications. *Construction and Building Materials*, 67, pp. 405-412.

Barnes, D. K. & Milner, P., 2005. Drifting plastic and its consequences for sessile organism dispersal in the Atlantic Ocean. *Marine Biology*, 146(4), pp. 815-825.

Barnes, D. K., Walters, A. & Gonçalves, L., 2010. Macroplastics at sea around Antarctica. *Marine environmental research*, 70(2), pp. 250-252.

Barnett, A. J., Wiber, M. G., Rooney, M. P. & Maillet, D. G. C., 2016. The role of public participation GIS (PPGIS) and fishermen's perceptions of risk in marine debris mitigation in the Bay of Fundy, Canada. *Ocean & coastal management*, 133, pp. 85-94.

Baulch, S. & Perry, C., 2014. Evaluating the impacts of marine debris on cetaceans. *Marine pollution bulletin*, 80(1-2), pp. 210-221.

Bechthold, I., Bretz, K., Kabasci, S., Kopitzky, R., Springer, A., 2008. Succinic acid: a new platform chemical for biobased polymers from renewable resources. *Chemical Engineering & Technology: Industrial Chemistry-Plant Equipment-Process Engineering-Biotechnology*, 31(5), pp. 647-654.

- Bellas, J., Martínez-Armental, J., Martínez-Cámara, A., Besada, V., Martínez-Gómez, C., 2016. Ingestion of microplastics by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Marine pollution bulletin*, 109(1), pp. 55-60.
- Bilkovic, D. M., Havens, K., Stanhope, D. & Angstadt, K., 2014. Derelict fishing gear in Chesapeake Bay, Virginia: Spatial patterns and implications for marine fauna. *Marine Pollution Bulletin*, 80(1-2), pp. 114-123.
- BlueCycle, 2022. [Online]
Available at: <https://bluecycle.com>
[Accessed 10 03 2022].
- Blyth, R. E., Kaiser, M. J., Edwards-Jones, G. & Hart, P. J. B., 2002. Conservation with voluntary management in an inshore fishery. *Environmental Conservation*, 29, p. 493–508.
- Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L. & Moore, C. J., 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine pollution bulletin*, 60(12), pp. 2275-2278.
- Boland, R. C. & Donohue, M. J., 2003. Marine debris accumulation in the nearshore marine habitat of the endangered Hawaiian monk seal, *Monachus schauinslandi* 1999–2001. *Marine Pollution Bulletin*, 46(11), pp. 1385-1394.
- Bond, A. L., Provencher, J. F., Daoust, P. Y. & Lucas, Z. N., 2014. Plastic ingestion by fulmars and shearwaters at Sable Island, Nova Scotia, Canada. *Marine pollution bulletin*, 87(1-2), pp. 68-75.
- Brandt, A. v., 1984. *Fish catching methods of the world*. Fishing News Books.
- Breuer, G., 2016. Rescuing the Ocean with Skateboards and Sunglasses: Bureo is making waves in the recycling sector by turning reclaimed fishing nets into cool products. *Plastics Engineering*, 72, pp. S18-S21.
- Brodbeck, L., 2016. *Mechanisms to support the recycling/reuse of fishing gear and the prevention of gear becoming lost/abandoned at sea. Barrier Assessment. Norway: Norwegian University of Science and Technology*.
- Browne, M. A., Crump, P., Niven, S. J., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., Thompson, R., 2011. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental science & technology*, 45(21), pp. 9175-9179.
- Brown, J. & Macfadyen, G., 2007. Ghost fishing in European waters: Impacts and management responses. *Marine Policy*, 31, p. 488–504.
- Brown, J., Macfadyen, G., Huntington, T., Magnus, J., Tumilty, J., 2005. *Ghost fishing by lost fishing gear. Final Report to DG Fisheries and Maritime Affairs of the European Commission. Fish/2004/20. Institute for European Environmental Policy/Poseidon Aquatic Resource Management Ltd joint report*, 151.
- Campanale, C., Massarelli, C., Bagnuolo, G., Savino, I., Uricchio, V. F., 2019. The problem of microplastics and regulatory strategies in Italy. In *Plastics in the Aquatic Environment-Part II Springer, Cham*, pp. 255-276.

Carr, H. A., 1985. Carr, H. A., 1985. Underwater survey of simulated lost demersal and lost commercial gill nets off New England. In *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris 26-29 November 1984 Honolulu Hawaii*.

CEC, 1994. Fishing with passive gear in the community—the need for management, its desirability and feasibility. COM235. Communication from the Commission of the European Communities, Brussels, 10.06.1994.

CEC, 2004. Promoting more environmentally-friendly fishing methods: the role of technical conservation measures. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament COM 438, Brussels, 21.6.2004.

Charter, M. & Carruthers, R., 2022. Products from waste fishing nets: accessories, clothing, footwear, home ware and recreation.

Chen, C. L., 2015. Regulation and management of marine litter. In *Marine anthropogenic litter*. Springer, Cham, pp. 395-428.

Cho, D.-O., 2011. Removing derelict fishing gear from the deep seabed of the East Sea. *Marine policy*, 35(5), pp. 610-614.

Clapham, P. J., 2018. Humpback whale: *Megaptera novaeangliae*. *Encyclopedia of marine mammals*, pp. 489-492.

Clark, R., Pittman, S. J., Battista, T. A. & Caldow, C., 2012. *Survey and Impact Assessment of Derelict Fish Traps in St. Thomas and St. John, U.S. Virgin Islands*. NOAA Technical Memorandum NOS NCCOS 147. National Oceanic and Atmospheric Administration. Silver Spring, MD, p. 51.

Codina-García, M., Militão, T., Moreno, J. & González-Solís, J., 2013. Plastic debris in Mediterranean seabirds. *Marine pollution bulletin*, 77(1-2), pp. 220-226.

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C. & Galloway, T. S., 2011. Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Marine pollution bulletin*, 62(12), pp. 2588-2597.

Cole, M., Webb, H., Lindeque, P. K., Fileman, E. S., Halsband, C., Galloway, T. S., 2014. Isolation of microplastics in biota-rich seawater samples and marine organisms. *Scientific reports*, 4(1), pp. 1-8.

Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Ben Rais Lasram, F., Aguzzi, J., Ballesteros, E., Bianchi, C. N., Corbera, J., Dailianis, T., Danovaro, R., Estrada, M., Frogia, C., Galil, B. S., Gasol, J. M., Gertwagen, R., Gil, J., Guilhaumon, F., Kesner-Reyes, K., Kitsos, M. S., Koukouras, A., Lampadariou, N., Laxamana, E., López-Fe´ de la Cuadra, C. M., Lotze, H. K., Martin, D., Mouillot, D., Oro, D., Raicevich, S., Rius-Barile, J., Saiz-Salinas, J. I., San Vicente, C., Somot, S., Templado, J., Turon, X., Vafidis, D., Villanueva, R., Voultsiadou, E., 2010. The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PloS one*, 5(8).

Compa, M., Ventero, A., Iglesias, M. & Deudero, S., 2018. Ingestion of microplastics and natural fibres in *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) and *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) along the Spanish Mediterranean coast. *Marine pollution bulletin*, 128, pp. 89-96.

- Corcoran, P. L., Biesinger, M. C. & Grifi, M., 2009. Plastics and beaches: a degrading relationship.. *Marine pollution bulletin*, 58(1), pp. 80-84.
- Dameron, O. J., Parke, M., Albins, M. A. & Brainard, R., 2007. Marine debris accumulation in the Northwestern Hawaiian Islands: an examination of rates and processes. *Marine pollution bulletin*, 54(4), pp. 423-433.
- Dau, B. K. και συν., 2009. Fishing gear–related injury in California marine wildlife. *Journal of Wildlife Diseases*, 45(2), pp. 355-362.
- De Metrio, G., 1988. Mortality of marine turtles (*Caretta caretta* L. and *Dermochelys coriacea* L.) consequent to accidental capture in the Gulf of Taranto. *Rapp. Comm. int. Mer Médit*, 31, pp. 284-285.
- Debrot, A. O. και συν., 2014. Deepwater marine litter densities and composition from submersible video-transects around the ABC-islands, Dutch Caribbean. *Marine pollution bulletin*, 88(1-2), pp. 361-365.
- Degange, A. R. & Newby., T. C., 1980. Mortality of seabirds and fish in a lost salmon driftnet. *Marine Pollution Bulletin*, 11(11), pp. 322-323.
- Deroiné , M., Pillin, I., Le Maguer, G., Chauvel, M., Grohens, Y., 2019. Development of new generation fishing gear: A resistant and biodegradable monofilament. *Polymer Testing*, 74, pp. 163-169.
- Derraik , J. G., 2002. The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine pollution bulletin*, 44(9), pp. 842-852.
- Deshpande, P. C., Philis, G., Brattebø, H. & Fet, A. M., 2020. Using Material Flow Analysis (MFA) to generate the evidence on plastic waste management from commercial fishing gears in Norway. *Resources, Conservation & Recycling: X*, 5, p. 100024.
- Dhermain, F., 2004. Échouages de cétacés en Méditerranée française: plus de 30 années de suivi: 1972/2003. In Actes de la 13me Conference Internationale sur le Cétacés de la Méditerranée. *RIMMO, Nice*, pp. 97-105.
- Digka, N., Tsangaris, C., Torre, M., Anastasopoulou, A., Zeri, C., 2018. Microplastics in mussels and fish from the Northern Ionian Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 135, pp. 30-40.
- Donohue, M. J., Boland, R. C., Sramek, C. M. & Antonelis, G. A., 2001. Derelict fishing gear in the Northwestern Hawaiian Islands: diving surveys and debris removal in 1999 confirm threat to coral reef ecosystems. *Marine pollution bulletin*, 42(12), pp. 1301-1312.
- EC, 2004. *Council Regulation (EC) 812/2004 laying down measures concerning incidental catches of cetaceans in fisheries and amending Regulation (EC) No. 88/98 OJ L 150/12, 30.4.2004.*
- EC, 2005. *Commission Regulation (EC) 356/2005 laying down detailed rules for the marking and identification of passive fishing gear and beam trawls OJ L 56/8, 2.3.2005.*

Enaleia, 2022. [Online]

Available at: <https://enaleia.com>

[Accessed 10 03 2022].

Enrichetti, F., Bava, S., Bavestrello, G., Betti, F., Lanteri, L., Bo, M., 2019. Artisanal fishing impact on deep coralligenous animal forests: a Mediterranean case study of marine vulnerability. *Ocean & Coastal Management*, 177, pp. 112-126.

Eriksen, M., Lebreton, L. C., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Borerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., Reisser, J., 2014. Plastic pollution in the world's oceans: more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. *PLoS one*, 9(12), e111913.

Fantared 2, 2002. *A study to identify, quantify and ameliorate the impacts of static gear lost at sea. In ICES Council Meeting Documents.*

FAO, 1995. *Code of Conduct for Responsible Fisheries. Rome, FAO.*

FAO, 2016. *Report of the Expert Consultation on The Marking of Fishing Gear. In: NATIONS, F. A. A. O. O. T. U. (ed.) FAO Fisheries and Aquaculture Report. Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of The United Nations.*

FAO, 2018. *Report of the TECHNICAL CONSULTATION ON MARKING OF FISHING GEAR Rome.*

Florentino, F., Lefkaditou, E., Jadaud, A., Carbonara, P., Lembo, G., Galgani, F., LER, I., 2013. *Protocol for Litter data collection during the MEDITS trawl surveys. In 40th CIESM Congress, Marseille, France, 2.*

Fisheries Management & Fisheries Acoustics Laboratory, 2022. *aegean*. [Online]

Available at:

<https://eclass.aegean.gr/modules/document/file.php/MAR172/alieytika%20ergaleia%20.pdf>

[Accessed 16 02 2022].

Fossi, M. C., Marsili, L., Bains, M., Giannetti, M., Coppola, D., Guerranti, C., Caliani, I., Minutoli, R., Lauriano, G., Finoia, M. G., Rubegni, F., Panigada, S., Berube, M., Ramírez, J. U., Panti, C., 2016. Fin whales and microplastics: The Mediterranean Sea and the Sea of Cortez scenarios. *Environmental Pollution*, 209, pp. 68-78.

Fransen, W., Parkes, A., Wright, H., Michalopoulou, E., Miliou, A., Van Den Berg, J., Kliukaite, J., 2016. *Analysis of microplastic fibre distribution around the coastal zones of the islands of Samos and Lipsi, Greece.*

Frantzis, A., 2009. *Cetaceans in Greece: Present status of knowledge. Initiative for the Conservation of Cetaceans in Greece, Athens, Greece.*

Frantzis, A., Leaper, R., Alexiadou, P., Prospathopoulos, A., Lekkas, D., 2019. Shipping routes through core habitat of endangered sperm whales along the Hellenic Trench, Greece: Can we reduce collision risks?. *PLoS one*, 14(2), e0212016.

Fraternali, F., Farina, I., Polzone, C., Pagliuca, E., Feo, L., 2013. On the use of R-PET strips for the reinforcement of cement mortars. *Composites Part B: Engineering*, 46, pp. 207-210.

- Free, C. M., Jensen, O. P., Mason, S. A., Eriksen, M., Williamson, N. J., Boldgiv, B., 2014. High-levels of microplastic pollution in a large, remote, mountain lake. *Marine pollution bulletin*, 85(1), pp. 156-163.
- Gabrielides, G. P., Golik, A., Loizides, L., Marino, M. G., Bingel, F., Torregrossa, M. V., 1991. Man-made garbage pollution on the Mediterranean coastline. *Marine Pollution Bulletin*, 23, pp. 437-441.
- Gabriel, O., Lange, K., Dahm, E. & Wendt, T., 2005. *Von Brandt's Fish Catching Methods of the World*. Blackwell Publishing Ltd.
- Galgani, F., Hanke, G. & Maes, T., 2015. Global distribution, composition and abundance of marine litter. In *Marine anthropogenic litter*. Springer, Cham, pp. 29-56.
- Galgani, F., Hanke, G., Werner, S., Oosterbaan, L., Nilsson, P., Fleet, D., Kisey, S., Thompson, R., Palatinus, A., Van Franeker, J., Vlachogianni, T., Scoullou, M., Veiga, J., Matiddi, M., Alcaro, L., Maes, T., Korpinen, S., Budziak, A., Leslie, H., Gago, J., Liebezeit, G., 2013. *Guidance on Monitoring of Marine Litter in European Seas: a guidance document within the Common Implementation Strategy for the Marine Strategy Framework Directive*.
- Galgani, F., Leaute, J. P., Moguedet, P., Souplet, A., Verin, Y., Carpentier, A., Goraguer, H., Latrouite, D., Andral, B., Cadiou, Y., Mahe, J. C., Poulard, J. C., Nerisson, P., 2000. Litter on the sea floor along European coasts. *Marine pollution bulletin*, 40(6), pp. 516-527.
- Galil, B. S., Golik, A. & Türkay, M., 1995. Litter at the bottom of the sea: a sea bed survey in the Eastern Mediterranean. *Marine pollution bulletin*, 30(1), pp. 22-24.
- Ghostdiving, 2022. [Online]
Available at: <https://ghostdiving.org/>
[Accessed 27 02 2022].
- GhostNets Australia, 2021. *All about nets*. [Online]
Available at: <https://www.ghostnets.com.au/>
[Accessed 10 11 2021].
- Gilman, E., 2015. Status of international monitoring and management of abandoned, lost and discarded fishing gear and ghost fishing. *Marine Policy*, 60, pp. 225-239.
- Goldstein, M. C., Rosenberg, M. & Cheng, L., 2012. Increased oceanic microplastic debris enhances oviposition in. *Biology letters*.
- Good, T. P., June, J. A., Etnier, M. A. & Broadhurst, G., 2010. Derelict fishing nets in Puget Sound and the Northwest Straits: Patterns and threats to marine fauna. *Marine Pollution Bulletin*, 60(1), pp. 39-50.
- Google maps, 2015. [Online]
Available at:
https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=1aBQKIYNm2_phhEQV9naAYo9yXCc&hl=el&ll=40.32201905834506%2C23.265154117698337&z=9
[Accessed 10 06 2022].

- Gregory, M. R., 2009. Environmental implications of plastic debris in marine settings—entanglement, ingestion, smothering, hangers-on, hitch-hiking and alien invasions. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), pp. 2013-2025.
- Groombridge, B., 1989. Marine Turtles in the Mediterranean. A report to the Council of Europe. Environment Conservation and Management Division.. *Document T-PVS*, 88, p. 42.
- Güçlüsoy, H., KIRAÇ, C. O., Veryeri, N. O. & Savaş, Y., 2004. Status of the Mediterranean monk seal, *Monachus monachus* (Hermann, 1779) in the coastal waters of Turkey. *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 21(3), pp. 201-210.
- Gucu, A. C., Gucu, G. & Orek, H., 2004. Habitat use and preliminary demographic evaluation of the critically endangered Mediterranean monk seal (*Monachus monachus*) in the Cilician Basin (Eastern Mediterranean).. *Biological Conservation*, 116(3), pp. 417-431.
- Gunn, R., Hardesty, B. D. & Butler, J., 2010. Tackling ‘ghost nets’: local solutions to a global issue in northern Australia. *Ecological Management & Restoration*, 2, pp. 88-98.
- Habib, A., Begum, R. & Alam, M. M., 2013. Mechanical properties of synthetic fibers reinforced mortars. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(4), pp. 923-927.
- Harwood, J., 1987. Population biology of the Mediterranean monk seal in Greece. *Sea Mammal Research Unit*.
- Havens, K. J., Bilkovic, D. M., Stanhope, D., Angstadt, K., Hershner, C., 2008. The effects of derelict blue crab traps on marine organisms in the lower York River, Virginia. *North American Journal of Fisheries Management*, 28(4), pp. 1194-1200.
- Heath, C. B. & Perrin, W. F., 2009. California, Galapagos, and Japanese sea lions: *Zalophus californianus*, *Z. wolfebaeki*, and *Z. japonicus*. *Encyclopedia of marine mammals*, pp. 170-176.
- Hennøen, H., 2015. *Study of plastic recycling technologies and recycling of fish nets. [project thesis] Trondheim: Norwegian University of Science and Technology*.
- Henry, L. A., Navas, J. M., Hennige, S. J., Wicks, L. C., Vad, J., Roberts, J. M., 2013. Cold-water coral reef habitats benefit recreationally valuable sharks. *Biological conservation*, 161, pp. 67-70.
- He, P. & Suuronen, P., 2018. Technologies for the marking of fishing gear to identify gear components entangled on marine animals and to reduce abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear. *Marine Pollution Bulletin*, 129(1), pp. 253-261.
- Hoeksema, B. W. & Hermanto, B., 2018. Plastic nets as substrate for reef corals in Lembeh Strait, Indonesia. *Coral Reefs*, 37(3), pp. 631-631.
- Huntington, T., 2016. *Development of a best practice framework for the management of fishing gear. Part 1: Overview and current status*.
- Hunt, R. & Charter, M., 2016. *Circular Ocean WP3. 1: potential applications of 3D printing (3DP) in the recycling of fishing nets & ropes (FNR's)*.

Huse, I., Aanonsen, S., Ellingsen, H., Engas, A., Furevik, D., Graham, N., Isaksen, B., Jorgensen, T., Lokkeborg, S., Nottestad, L., Soldal, A.V., 2002. *A Desk-study of Diverse Methods of Fishing when Considered in Perspective of Responsible Fishing, and the Effect on the Ecosystem Caused by Fishing Activity*. Nordic Council of Ministers.

IMO, 2012. *Guidelines for the Implementation of MARPOL Annex V (Fourth (2012) Edition)*. International Maritime Organisation, London. Publication No. IB656E. 65p.

Ioakeimidis, C., Papatheodorou, G., Fermeli, G., Streftaris, N., Papathanassiou, E., 2015. Use of ROV for assessing marine litter on the seafloor of Saronikos Gulf (Greece): a way to fill data gaps and deliver environmental education. *SpringerPlus*, 1, pp. 1-9.

Ioakeimidis, C., Zeri, C., Kaberi, H., Galatchi, M., Antoniadis, K., Streftaris, N., Galgani, F., Papathanassiou, E., Papatheodorou, G., 2014. A comparative study of marine litter on the seafloor of coastal areas in the Eastern Mediterranean and Black Seas. *Marine Pollution Bulletin*, 89(1-2), pp. 296-304.

IPCC, 2007. *Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC*. ISBN 978 0521 88010-7.

isea.com, 2022. [Online]
Available at: <https://isea.com.gr>
[Accessed 10 02 2022].

Israëls, L. D., 1992. Thirty Years of Mediterranean Monk Seal Protection: A Review. *Instituut voor Taxonomische Zoölogie*.

Ivar do Sul, J. A. & Costa, M. F., 2014. The present and future of microplastic pollution in the marine. *Environmental Pollution*, 185, pp. 352-364.

Johnson, W. M. & Lavigne, D. M., 1998. *The Mediterranean monk seal. Conservation Guidelines. Multilingual Edition*. IMMA Inc. Ghelph, Canada.

Jones, M. M., 1995. Fishing debris in the Australian marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 30(1), pp. 25-33.

Kaberi, H., Tsangaris, C., Zeri, C., Mousdis, G., Papadopoulos, A., Streftaris, N., 2013. Microplastics along the shoreline of a Greek island (Kea isl., Aegean Sea): types and densities in relation to beach orientation, characteristics and proximity to sources. *In 4th international conference on environmental management, engineering, planning and economics (CEMEPE) and SECOTOX conference, Mykonos Island, Greece*, pp. 197-202.

Karahan, O. & Atiş, C. D., 2011. The durability properties of polypropylene fiber reinforced fly ash concrete. *Materials & Design*, 32(2), pp. 1044-1049.

Karamanlidis, A. A., Androukaki, E., Adamantopoulou, S., Chatzisprou, A., Johnson, W. M., Kotomatas, S., Papadopoulos, A., Paravas, V., Paximadis, G., Pires, R., Tounta, E., Dendrinis, P., 2008. Assessing accidental entanglement as a threat to the Mediterranean monk seal *Monachus monachus*. *Endangered Species Research*, 5(2-3), pp. 205-213.

- Karapanagioti, H. K., Endo, S., Ogata, Y. & Takada, H., 2011. Diffuse pollution by persistent organic pollutants as measured in plastic pellets sampled from various beaches in Greece. *Marine Pollution Bulletin*, 62(2), pp. 312-317.
- Karkanorachaki, K., Kiparissis, S., Kalogerakis, G. C., Yiantzi, E., Psillakis, E., Kalogerakis, N., 2018. Plastic pellets, meso-and microplastics on the coastline of Northern Crete: Distribution and organic pollution. *Marine pollution bulletin*, 133, pp. 578-589.
- Katsanevakis, S. & Katsarou, A., 2004. Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water, Air, and Soil Pollution*, 159(1), pp. 325-337.
- Katsanevakis, S., Verriopoulos, G., Nicolaidou, A. & Thessalou-Legaki, M., 2007. Effect of marine litter on the benthic megafauna of coastal soft bottoms: a manipulative field experiment. *Marine pollution bulletin*, 54(6), pp. 771-778.
- Kim, S. G., Lee, W. I. & Yuseok, M., 2014. The estimation of derelict fishing gear in the coastal waters of South Korea: Trap and gill-net fisheries. *Marine Policy*, 46, pp. 119-122.
- Kim, S., Kim, P., Lim, J., An, H., Suuronen, P., 2016. Use of biodegradable driftnets to prevent ghost fishing: physical properties and fishing performance for yellow croaker. *Animal conservation*, 19(4), pp. 309-319.
- Kim, S., Park, S. W. & Lee, K., 2014a. Fishing performance of environmentally friendly tubular pots made of biodegradable resin (PBS/PBAT) for catching the conger eel *Conger Myriaster*. *Fisheries science*, 80(5), pp. 887-895.
- Kiszka, J. & Muir, C., 2007. Incidental catch of non-targeted marine species in the western Indian Ocean: problems and mitigation measures. *In Workshop proceeding*, pp. 100-103.
- Koutsodendris, A., Papatheodorou, G., Kougiourouki, O. & Georgiadis, M., 2008. Benthic marine litter in four Gulfs in Greece, Eastern Mediterranean; abundance, composition and source identification. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 77(3), pp. 501-512.
- Krause, D. J. & Rogers, T. L., 2019. Food caching by a marine apex predator, the leopard seal (*Hydrurga leptonyx*). *Canadian Journal of Zoology*, 97(6), pp. 573-578.
- Kukulka, T., Proskurowski, G., Morét-Ferguson, S., Meyer, D. W., Law, K. L., 2012. The effect of wind mixing on the vertical distribution of buoyant plastic debris. *Geophysical Research Letters*, 39(7).
- Laist, D. W., 1987. Overview of the biological effects of lost and discarded plastic debris in the marine environment. *Marine pollution bulletin*, 18(6), pp. 319-326.
- Laist, D. W., 1997. Impacts of marine debris: entanglement of marine life in marine debris including a comprehensive list of species with entanglement and ingestion records. *Marine debris Springer, New York, NY.*, pp. 99-139.
- Large, P., Revill, A., Randall, P., Armstrong, M., Houghton, C., Hareide, N. R., 2005. Programme 5: Western edge ghost nets (gill net retrieval). *Fisheries Science*, p. 06.

Laurent, L., 1988. Observations pélagiques de la caouanne, *Caretta caretta* Linnaeus (Chelonii, cheloniidae) en Méditerranée occidentale. *Bulletin de la Société herpétologique de France*, 45, pp. 9-16.

Lebreton, L., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., Hajbane, S., Cunsolo, S., Schwarz, A., Levivier, A., Noble, K., Debeljak, P., Maral, H., Schoeneich-Argent, R., Brambin, R., Reisser, J., 2018. Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. *Scientific reports*, 8(1), pp. 1-15.

Lee, J., Lee, J., Hong, S., Hong, S. H., Shim, W. J., Eo, S., 2017. Characteristics of meso-sized plastic marine debris on 20 beaches in Korea. *Marine Pollution Bulletin*, 123(1-2), pp. 92-96.

Lefkaditou, E., Karkani, M., Anastasopoulou, A., Kavadas, S., Christidis, G., Mytilineou, C., 2013. Litter composition on the shelf and upper slope of the Argosaronikos region and the eastern Ionian Sea, as evidenced by MEDITS surveys 1995-2008. *ICES C*, 3357(1-3).

Levy, A. M., Brenner, O., Scheinin, A., Morick, D., Ratner, E., Goffman, O., Kerem, D., 2009. Laryngeal snaring by ingested fishing net in a common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) off the Israeli shoreline. *Journal of wildlife diseases*, 45(3), pp. 834-838.

Li, J., Green, C., Reynolds, A., Shi, H., Rotchell, J. M., 2018. Microplastics in mussels sampled from coastal waters and supermarkets in the United Kingdom. *Environmental pollution*, 241, pp. 35-44.

Liu, T. K., Wang, M. W. & Chen, P., 2013. Influence of waste management policy on the characteristics of beach litter in Kaohsiung, Taiwan. *Marine Pollution Bulletin*, 72(1), pp. 99-106.

Lively, J. A. & Good, T. P., 2019. Ghost fishing. In *World Seas: An Environmental Evaluation*. *Academic Press*, pp. 183-196.

Löhr, A., Savelli, H., Beunen, R., Kalz, M., Ragas, A., Van Belleghem, F., 2017. Solutions for global marine litter pollution. *Current opinion in environmental sustainability*, 28, pp. 90-99.

Lusher, A., 2015. Microplastics in the marine environment: distribution, interactions and effects. In *Marine anthropogenic litter Springer, Cham*, pp. 245-307.

Macfadyen, G., Huntington, T. & Cappell, R., 2009. *Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear*. UNEP Regional Seas Reports and Studies 185, FAO Fisheries and Agriculture Technical Paper 523. United Nations Environment Programme Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, pp. 115.

Madricardo, F., Ghezzi, M., Nesto, N., Mc Kiver, W. J., Fausson, G. C., Fiorin, R., Riccato, F., Mackelworth, P. C., Basta, J., De Pascalis, Fr., Kruss, A., Petrizzo, A., Moschino, V., 2020. How to deal with seafloor marine litter: an overview of the state-of-the-art and future perspectives. *Frontiers in Marine Science*, 7, 505134.

Madsen, P. T., Johnson, M., Miller, P. J. O., Aguilar Soto, N., Lynch, J., Tyack, P., 2006. Quantitative measures of air-gun pulses recorded on sperm whales (*Physeter macrocephalus*) using acoustic tags during controlled exposure experiments. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 120(4), pp. 2366-2379.

Martins, A., Almeida, C., Lima, P., Viegas, D., Silva, J., Almeida, J. M., Almeida, C., Ramos, S., Silva, E., 2020. A robotic solution for NETTAG lost fishing net problem. In *Global Oceans 2020: Singapore–US Gulf Coast* (pp. 1-6). IEEE.

Masompour, Y., Gorgin, S., Pighambari, S.Y., Karimzadeh, Gh., Babanejad, M., Eighani, M., 2018. The impact of ghost fishing on catch rate and composition in the southern Caspian Sea. *Marine pollution bulletin*, 135, pp. 534-539.

Mato, Y., Isobe, T., Takada, H., Kanehiro, H., Ohtake, C., Kaminuma, T., 2001. Plastic resin pellets as a transport medium for toxic chemicals in the marine environment. *Environmental science & technology*, 35(2), pp. 318-324.

Matsuoka, T., Nakashima, T. & Nagasawa, N., 2005. A review of ghost fishing: scientific approaches to evaluation and solutions. *Fisheries Science*, 71(4), pp. 691-702.

medasset, 2022. medasset. [Online]

Available at: <https://www.medasset.org/el/portfolio-item/zakynthos-prostasia-tis-pio-simantikis-periochis-ootokias-sti-mesogeio/>

[Accessed 15 05 2022].

MEDIES, 2020. Κατανοώντας το φαινόμενο των «θαλάσσιων απορριμμάτων».

meteo, 2022. meteo. [Online]

Available at: <https://www.meteo.gr/slices/sea-map.gif>

[Accessed 15 05 2022].

MOFI, 2021. ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΛΙΕΙΑ. [Online]

Available at: <http://www.env-edu.gr/Documents/files/EkpYliko/ODIGOS%20ALIEIA.pdf>

[Accessed 20 10 2021].

Moorhouse, D. & Moorhouse, D., 2017. Sustainable design: circular economy in fashion and textiles. *The Design Journal*, 20(1), S1948-S1959.

Morizur, Y., Berrow, S. D., Tregenza, N. J. C., Couperus, A. S., Pouvreau, S., 1999. Incidental catches of marine-mammals in pelagic trawl fisheries of the northeast Atlantic. *Fisheries Research*, 41(3), pp. 297-307.

Murray, F. & Cowie, P. R., 2011. Plastic contamination in the decapod crustacean *Nephrops norvegicus* (Linnaeus, 1758). *Marine pollution bulletin*, 62(6), pp. 1207-1217.

Murray, K. T., 2004. Magnitude and distribution of sea turtle bycatch in the sea scallop (*Placopecten magellanicus*) dredge fishery in two areas of the northwestern Atlantic Ocean, 2001–2002. *Fishery Bulletin*, Issue 4, pp. 671-681.

Nakashima, T. & Matsuoka, T., 2004. Ghost-fishing ability decreasing over time for lost bottom-gillnet and estimation of total number of mortality. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries (Japan)*.

Nili, M. & Afroughsabet, V., 2010. The effects of silica fume and polypropylene fibers on the impact resistance and mechanical properties of concrete. *Construction and Building Materials*, 24(6), pp. 927-933.

Notarbartolo di Sciara, G., 2016. Marine mammals in the Mediterranean Sea: An overview. *Advances in Marine Biology*, 75, pp. 1-36.

Notarbartolo di Sciara, G., Frantzis, A., Bearzi, G. & Reeves, R., 2012. *Physeter macrocephalus* (Mediterranean subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened Species*, pp. 2012-1.

O'Callaghan, P., 1993. *Sources of Coastal Shoreline Litter Near Three Australian Cities: Report to the Plastics Industry Association*. Victorian Institute of Marine Sciences.

Orasutthikul, S., Unno, D. & Yokota, H., 2017. Effectiveness of recycled nylon fiber from waste fishing net with respect to fiber reinforced mortar. *Construction and building materials*, 146, pp. 594-602.

Ozger, O. B., Girardi, F., Giannuzzi, G. M., Salomoni, V. A., Majorana, C. E., Fambri, L., Baldassino, N., Maggio, R. D., 2013. Effect of nylon fibres on mechanical and thermal properties of hardened concrete for energy storage systems. *Materials & Design*, 51, pp. 989-997.

Page, B., McKenzie, J., McIntosh, R., Baylis, A., Morrissey, A., Calvert, N., Haase, T., Berris, M., Dowie, D., Shaughnessy, P. D., Goldsworthy, S. D., 2004. Entanglement of Australian sea lions and New Zealand fur seals in lost fishing gear and other marine debris before and after Government and industry attempts to reduce the problem. *Marine pollution bulletin*, 49(1-2), pp. 33-42.

Panou, A., Antypas, G., Giannopoulos, Y., Moschonas, D., Mourelatos, G., Mourelatos, C., Toumazatos, P., Tselentis, L., Voutsinas, N., Voutsinas, V., 1992. Incidental catches of loggerhead turtles, *Caretta caretta*, in swordfish long lines in the Ionian Sea, Greece. *Testudo*, 3(4), pp. 47-57.

Panou, A., Jacobs, J. & Panos, D., 1993. The endangered Mediterranean monk seal *Monachus monachus* in the Ionian Sea, Greece. *Biological Conservation*, 64(2), pp. 129-140.

Panti, C., Bains, M., Lusher, A., Hernandez-Milan, G., Rebolledo, E. L. B., Unger, B., Syberg, K., Simmonds, M. P., Fossi, M. C., 2019. Marine litter: One of the major threats for marine mammals. Outcomes from the European Cetacean Society workshop. *Environmental pollution*, 247, pp. 72-79.

Papadopoulou, K. N., Anastasopoulou, A., Mytilineou, C., Smith, C. J., Stamouli, C., 2016. *Seabed marine litter, comparison of 4 Aegean trawling grounds*.

Park, S. W., Bae, J. H., Lim, J. H., Cha, B. J., Park, C. D., Yang, Y. S., Ahn, H. C., 2007a. Development and physical properties on the monofilament for gill nets and traps using biodegradable aliphatic polybutylene succinate resin. *Journal of the Korean Society of Fisheries and Ocean Technology*, 43(4), pp. 281-290.

Park, S. W., Bae, J. H., Lim, J. H., Cha, B. J., Park, C. D., Yang, Y. S., Ahn, H. C., 2007b. Development and physical properties on the monofilament for gill nets and traps using biodegradable aliphatic polybutylene succinate resin. *Journal of the Korean Society of Fisheries and Ocean Technology*, 43(4), pp. 281-290.

- Park, S. W., Kim, S. H., Choi, H. S. & Cho, H. H., 2010. Preparation and physical properties of biodegradable polybutylene succinate/polybutylene adipate-co-terephthalate blend monofilament by melt spinning. *Journal of the Korean Society of Fisheries and Ocean Technology*, 46(3), pp. 257-264.
- Park, S. W., Park, C. D., Bae, J. H. & Lim, J. H., 2007b. Catching efficiency and development of the biodegradable monofilament gill net for snow crab, *Chionoecetes opilio*. *Journal of the Korean Society of Fisheries and Ocean Technology*, 43(1), pp. 28-37.
- Pawson, M., 2003. The catching capacity of lost static fishing gears: introduction. *Fisheries Research*, 64(2-3), pp. 101-105.
- Pemberton, D., Brothers, N. P. & Wood, R. I., 1992. Entanglement of Australian fur seals in man-made debris in Tasmanian waters. *Wildlife Research*, 19(2), pp. 151-159.
- Pham, C. K., Ramirez-Llodra, E., Alt, C. H., Amaro, T., Bergmann, M., Canals, M., Company, J. B., Davies, J., Duineveld, G., Galgani, Fr., Howell, K. L., Huvenne, V. A. I., Isidro, E., Jones, D. O. B., Lastras, G., Morato, T., Gomes-Pereira, J. N., Purser, A., Stewart, H., Tojeira, I., Tubau, X., Rooij, D. V., Tyler, P. A., 2014. Marine litter distribution and density in European seas, from the shelves to deep basins. *PLoS one*, 9(4), e95839.
- Podestà, M. & Meotti, C., 1991. The stomach contents of a Cuvier's beaked whale *Ziphius cavirostris*, and a Risso's dolphin *Grampus griseus*, stranded in Italy. *European Research on Cetaceans*, 5, pp. 58-61.
- Read, A. J., Drinker, P. & Northridge, S., 2006. Bycatch of marine mammals in US and global fisheries. *Conservation biology*, 20(1), pp. 163-169.
- Rezania, S., Park, J., Din, M. F. M., Taib, S. M., Talaiekhozani, A., Yadav, K. K., Kamyab, H., 2018. Microplastics pollution in different aquatic environments and biota: A review of recent studies. *Marine pollution bulletin*, 133, pp. 191-208.
- Robbins, J. & Mattila, D. K., 2004. *Estimating humpback whale (Megaptera novaeangliae) entanglement rates on the basis of scar evidence*. Final report. Northeast Fisheries Science Center, Woods Hole, Massachusetts.
- Rochman, C. M., Browne, M. A., Halpern, B. S., Hentschel, B. T., Hoh, E., Karapanagioti, H. K., Rios-Mendoza, L. M., Takada, H., Teh, S., Thompson, R. C., 2013a. Policy: Classify plastic waste as hazardous. *Nature*, 494(7436), pp. 169-171.
- Ronchi, F., Galgani, F., Binda, F., Mandić, M., Peterlin, M., Tutman, P., Anastasopoulou, A., Fortibuoni, T., 2019. Fishing for Litter in the Adriatic-Ionian macroregion (Mediterranean Sea): Strengths, weaknesses, opportunities and threats. *Marine policy*, 100, pp. 226-237.
- Rosevelt, C., Los Huertos, M., Garza, C. & Nevins, H. M., 2013. Marine debris in central California: Quantifying type and abundance of beach litter in Monterey Bay, CA. *Marine pollution bulletin*, 71(1-2), pp. 299-306.
- Sahrhage, D. & Lundbeck, J., 2012. *A history of fishing*. Springer Science & Business Media.
- Samaranch, R. & González, L. M., 2000. Changes in morphology with age in Mediterranean monk seals (*Monachus monachus*). *Marine Mammal Science*, 16(1), pp. 141-157.

Schlining, K., Von Thun, S., Kuhn, L., Schlining, B., Lundsten, L., Stout, N. J., Chaney, L., Connor, J., 2013. Debris in the deep: Using a 22-year video annotation database to survey marine litter in Monterey Canyon, central California, USA. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 79, pp. 96-105.

seleo.gr, 2022. [Online]

Available at:

<https://seleo.gr/thessaloniki/%CE%BE%CE%B5%CE%BA%CE%AF%CE%BD%CE%B7%CF%83%CE%B5-%CE%BF-%CE%BA%CE%B1%CE%B8%CE%B1%CF%81%CE%B9%CF%83%CE%BC%CF%8C%CF%82-%CF%84%CE%BF%CF%85-%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%B1%CF%8A%CE%BA%CE%BF%CF%8D/>

[Accessed 28 04 2022].

Setälä, O., Fleming-Lehtinen, V. & Lehtiniemi, M., 2014. Ingestion and transfer of microplastics in the planktonic food web. *Environmental pollution*, 185, pp. 77-83.

Shamey, R. & Sinha, K., 2003. A review of degradation of nylon 6. 6 as a result of exposure to environmental conditions. *Review of Progress in Coloration and Related Topics*, 33(1), pp. 93-107.

Sheridan, P. F., Hill, R. L., Matthews, G., Appeldoorn, R. S., Kojis, B. L., Matthews, T., 2005. Does trap fishing impact coral reef ecosystems? An update. *56th Gulh and Caribbean Fisheries Institute*, pp. 511-519.

Sherrington, C., Darrah, C., Hann, S., Cole, G., Corbin, M., 2016. *Study to support the development of measures to combat a range of marine litter sources. Report for European Commission DG Environment*, 410.

Siddique, R., Khatib, J. & Kaur, I., 2008. Use of recycled plastic in concrete: A review. *Waste management*, 28(10), pp. 1835-1852.

Sivaraja, M., Kandasamy, S. & Thirumurugan, A., 2010. *Mechanical strength of fibrous concrete with waste rural materials*.

Slater, J., 1991a. Leopard seal entanglement in Tasmania, Australia. *Marine Mammal Science*, 7(3), pp. 323.

Smith, S. D., 2012. Marine debris: A proximate threat to marine sustainability in Bootless Bay, Papua New Guinea. *Marine Pollution Bulletin*, 64(9), pp. 1880-1883.

Smith, S. D. & Markic, A., 2013. Estimates of marine debris accumulation on beaches are strongly affected by the temporal scale of sampling. *PLoS One*, 8(12), e83694.

Song, P. S., Hwang, S. & Sheu, B. C., 2005. Strength properties of nylon-and polypropylene-fiber-reinforced concretes. *cement and concrete research*, 35(8), pp. 1546-1550.

Spadea, S., Farina, I., Carrafiello, A. & Fraternali, F., 2015. Recycled nylon fibers as cement mortar reinforcement. *Construction and Building Materials*, 80, pp. 200-209.

Spirkovski, Z. & Ritterbusch, D., 2018. *Possibilities for Removal of Abandoned, Lost or Otherwise Discarded Fishing Nets (Ghost Nets) in Lake Ohrid*.

Stefatos, A., Charalampakis, M., Papatheodorou, G. & Ferentinos, G., 1999. Marine debris on the seafloor of the Mediterranean Sea: examples from two enclosed gulfs in Western Greece. *Marine Pollution Bulletin*, 38(5), pp. 389-393.

Stelfox, M., Hudgins, J. & Sweet, M., 2016. A review of ghost gear entanglement amongst marine mammals, reptiles and elasmobranchs. *Marine pollution bulletin*, 111(1-2), pp. 6-17.

Stelfox, M., Hudgins, J. & Sweet, M., 2016. A review of ghost gear entanglement amongst marine mammals, reptiles and elasmobranchs. *Marine pollution bulletin*, 111(1-2), pp. 6-17.

Stevens, B. G., 2000. Ghost fishing by Tanner crab (*Chionoecetes bairdi*) pots off Kodiak, Alaska: pot density and catch per trap as determined from sidescan sonar and pot recovery data. *Fishery Bulletin*, 98, pp. 389-399.

Suka, R., Huntington, B., Morioka, J., O'Brien, K., Acoba, T., 2020. Successful application of a novel technique to quantify negative impacts of derelict fishing nets on Northwestern Hawaiian Island reefs. *Marine Pollution Bulletin*, 157.

Sundt, P., Briedis, R., Skogesal, O., Standal, E., Johnsen, H. R., Schulze, P. E., 2018. *Underlag for å utrede produsentansvarsordning for fiskeri og akvakulturnæringen*.

thes.gr, 2022. *thes.gr*. [Online]

Available at: <https://www.thes.gr/gegonota/skoupidotopos-o-thermaikos-foto/> [Accessed 2022 05 2022].

Thomas, S. N. & Hridayanathan, C., 2006. The effect of natural sunlight on the strength of polyamide 6 multifilament and monofilament fishing net materials. *Fisheries research*, 81(2-3), pp. 326-330.

Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W., McGonigle, D., Russell, A. E., 2004. Lost at sea: where is all the plastic?. *Science*, 304(5672), pp. 838-838.

Truong, V. D., Kim, M. O. & Kim, D. J., 2021. Feasibility study on use of waste fishing nets as continuous reinforcements in cement-based matrix. *Construction and Building Materials*, Τόμος 269.

Tschernij, V. & Larsson, P. O., 2005. *A new large-scale retrieval system for removal of lost gill nets from coastal fishing grounds. Unpublished paper*.

Uhrin, A. V., Fonseca, M. S. & Didomenico, G. P., 2005. Effect of Caribbean Spiny Lobster Traps on Seagrass Bedsofthe Florida KeysNational Marine Sanctuary: Damage Assessment and Evaluation of Recovery. *In American Fisheries Society Symposium*, 41, pp. 579-588.

Uhrin, A. V. & Schellinger, J., 2011. Marine debris impacts to a tidal fringing-marsh in North Carolina.. *Marine pollution bulletin*, 62(12), pp. 2605-2610.

UNEP, 1989. *Action Plan for the Conservation of the Mediterranean Marine*.

UNEP, 2005. *Regional Seas Programme. Marine Litter and Abandoned Fishing Gear. Report to the Division of Ocean Affairs and the Law of the Sea, Office of Legal Affairs, UNHQ, by Regional Seas Coordinating Office, UNEP, Nairobi, Kenya*.

UNEP, 2009. *Marine litter: a global challenge. Nairobi: UNEP*.

- UNEP, 2011. *Emerging issues in our global environment. United Nations Environment Programme, Nairobi.*
- Uneputty, P. & Evansh, S. M., 1997. The impact of plastic debris on the biota of tidal flats in Ambon Bay (eastern Indonesia). *Marine Environmental Research*, 44(3), pp. 233-242.
- USOAP, 2004. US Ocean Action Plan: The Bush Administration's Response to the U. S. Commission on Ocean Policy.
- Valavanidis, A., 2014. *The Most Important Problems of Environmental Pollution in the Mediterranean Sea.*
- Venizelos, L., 1991. Pressure on the endangered Mediterranean marine turtles is increasing. The role of MEDASSET. *Marine Pollution Bulletin*, 23, pp. 613-616.
- Vieira, R. P., Raposo, I. P., Sobral, P., Gonçalves, J. M., Bell, K.L., Cunha, M. R., 2015. Lost fishing gear and litter at Gorrington Bank (NE Atlantic). *Journal of sea research*, 100, pp. 91-98.
- Vlachogianni, T., Anastasopoulou, A., Fortibuoni, T., Ronchi, F., Zeri, C., 2017. *Marine litter assessment in the Adriatic and Ionian Seas. IPA-Adriatic DeFishGear Project, MIO-ECSDE, HCMR and ISPRA.* p. 168.
- Voss, C. M., Wood, A., Browder, J. A. & Michaelis, A., 2012. *Estimating derelict crab pot density and bycatch in North Carolina, Final Report to the NOAA Marine Debris Program.* National Oceanic and Atmospheric Administration, Silver Spring, MD, p. 37.
- Way, E. W., 1976. *Lost gillnet (ghost net) retrieval project. Environment Canada, Fisheries and Marine Service, Industrial Development Branch, St. Johns, Newfoundland.*
- Widmer, W. M. & Hennemann, M. C., 2010. Marine debris in the Island of Santa Catarina, South Brazil: spatial patterns, composition, and biological aspects. *Journal of Coastal Research*, 26(6), pp. 993-1000.
- wikipedia, 2022. *wikipedia.* [Online]
Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Nephrops_norvegicus
[Accessed 23 05 2022].
- Woodall, L. C., Sanchez-Vidal, A., Canals, M., Paterson, G. L., Coppock, R., Sleight, V., Calafat, A., Rogers, A. D., Narayanaswamy, B. E., Thompson, R. C., 2014. The deep sea is a major sink for microplastic debris. *Royal Society open science*, 1(4), 140317.
- Wright, S. L., Thompson, R. C. & Galloway, T. S., 2013. The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental pollution*, 178, pp. 483-492.
- WWF Greece, 2019. *WWF.* [Online]
Available at: <https://www.wwf.gr>
[Accessed 15 02 2022].
- Wyles, K. J., Pahl, S., Carroll, L. & Thompson, R. C., 2019. An evaluation of the Fishing For Litter (FFL) scheme in the UK in terms of attitudes, behavior, barriers and opportunities. *Marine Pollution Bulletin*, 144, pp. 48-60.

Xu, J. & Guo, B. H., 2010. Poly (butylene succinate) and its copolymers: Research, development and industrialization. *Biotechnology journal*, 5(11), pp. 1149-1163.

Yim, H., Haselbeck, R., Niu, W., Pujol-Baxley, C., Burgard, A., Boldt, J., Khandurina, J., Trawick, J. D., Osterhout, R. E., Stephen, R., Estadilla, J., Teisan, S., Schreyer, H. B., Andrae, S., Yang, T. H., Lee, S. Y., Burk, M. J., Dien, S. V., 2010. Metabolic engineering of *Escherichia coli* for direct production of 1, 4-butanediol. *Nature chemical biology*, 7(7), pp. 445-452.

Yu, D., Wu, H., Peng, X., Ji, C., Zhang, X., Song, J., Qu, J., 2020. Profiling of microRNAs and mRNAs in marine mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 108697, pp. 230.

Zhou, C., Liu, X., Wang, Z., Yang, T., Shi, L., Wang, L., Cong, L., Liu, X., Yang, J., 2015. Marine debris surveys on four beaches in Rizhao City of China. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 1(4), pp. 305-314.

Zoran Spirkovski, D. R., 2018. Possibilities for Removal of Abandoned.

Healthyseas, 2022. [Online]
Available at: <https://www.healthyseas.org>
[Accessed 05 03 2022].

Στεργίου, Κ. Ι. & Τσίκληρας, Α. Χ., 2015. *Αλιευτική βιολογία και αλιεία*. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.