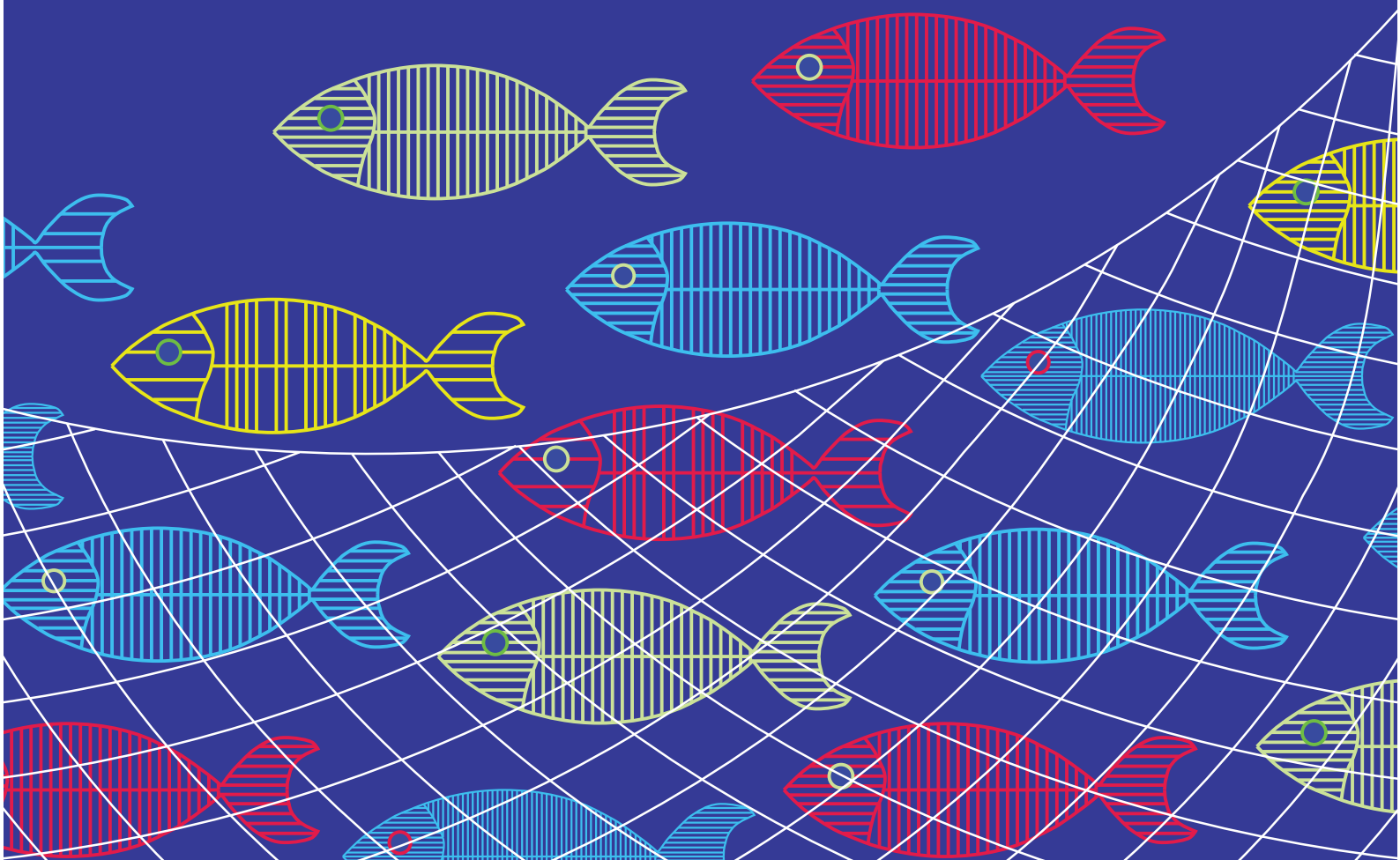


Κωνσταντίνος Ι. Στεργίου - Αθανάσιος Χ. Τσίκληρας

Αλιευτική βιολογία και αλιεία



Ελληνικά Ακαδημαϊκά Ηλεκτρονικά
Συγγράμματα και Βοηθήματα
www.kallipos.gr

HEALLINK
Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ
2007-2013
Πρόγραμμα για την ανάπτυξη
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

1. Εισαγωγή στην αλιεία και την αλιευτική επιστήμη

Σύνοψη

Παρουσιάζεται συνοπτικά η μακρόχρονη ιστορία της αλιείας μαζί με τις αιτίες εντατικοποίησής της τα τελευταία 150 χρόνια και την πορεία της αλιευτικής παραγωγής στον χρόνο. Δίνονται επιγραμματικά κάποια παραδείγματα και παρουσιάζονται οι θεμελιωτές της αλιευτικής επιστήμης και τα επιτεύγματά τους, ενώ αναλύονται τα επιμέρους αντικείμενα της αλιευτικής επιστήμης και η αλιευτική έρευνα στην Ελλάδα. Τέλος, αναφέρονται χρήσιμες βασικές έννοιες της αλιείας.

Εισαγωγή

Η **αλιεία** (fishery) ή **ψάρεμα** (fishing) ορίζεται ως σύλληψη των ψαριών και άλλων υδροβίων οργανισμών από το θαλάσσιο, λιμναίο ή ποτάμιο οικοσύστημα στο οποίο ζουν, αλλά και ο τρόπος και η μέθοδος με την οποία επιτυγχάνεται η σύλληψη αυτή. Η αλιεία είναι μια αρχαία δραστηριότητα που σήμερα ασκείται παγκόσμια και προσφέρει τροφή, θέσεις εργασίας, άθληση και ψυχαγωγία.

1.1. Η ιστορία της αλιείας

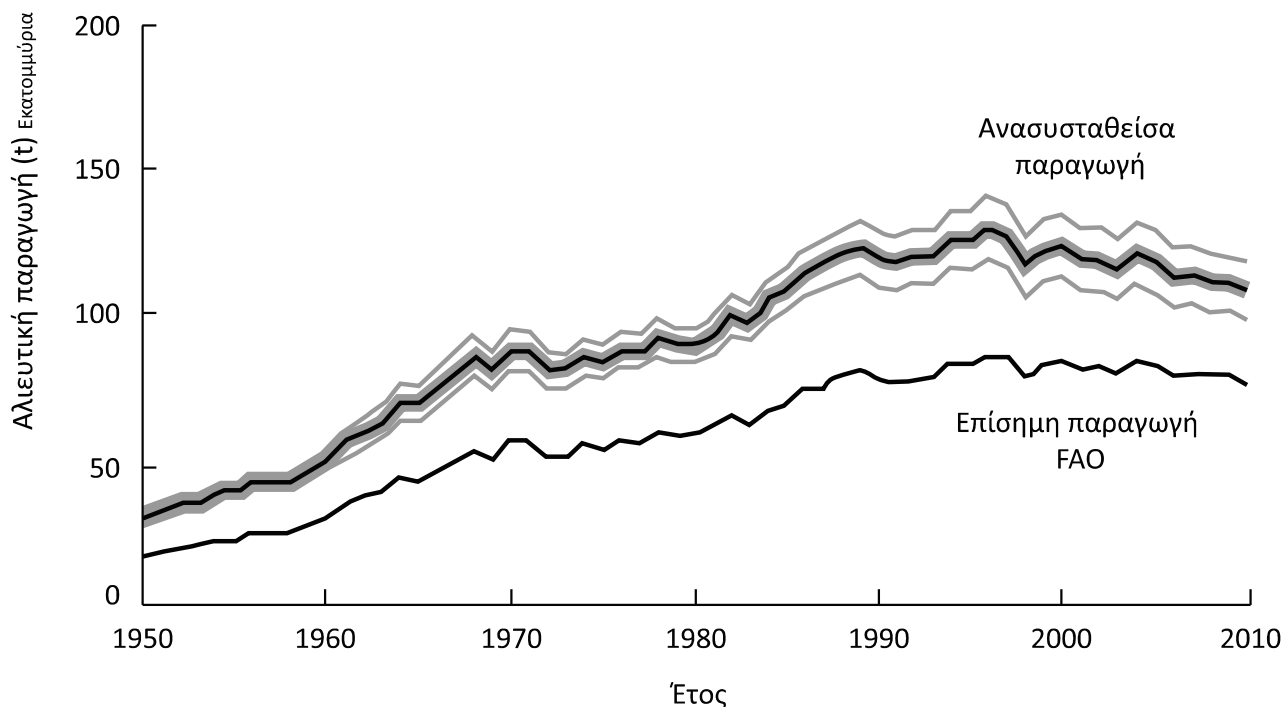
Ανάμεσα στα διάφορα χαρακτηριστικά που ξεχωρίζουν τον άνθρωπο από το υπόλοιπο ζωικό βασίλειο είναι και η ικανότητά του να χρησιμοποιεί εργαλεία και όπλα, η οποία είχε σημαντικές επιπτώσεις σε άλλους οργανισμούς. Έτσι, ο άνθρωπος από την παλαιολιθική ήδη εποχή μπορούσε να σκοτώνει δυνατά και μεγάλα ζώα, όπως για παράδειγμα ρινόκερους και μαμούθ. Πολύ αργότερα, περίπου το 9.500 π.Χ., όταν ομάδες κυνηγών μετακινήθηκαν στην Αμερική, έλαβε χώρα μια μαζική σφαγή, η οποία μέσα σε 1.000 χρόνια οδήγησε στην εξαφάνιση 30 περίπου γένη θηλαστικών (Martin 1973). Η μαζική αυτή σφαγή ήταν και ο λόγος για τον οποίο στις Αμερικάνικες ηπείρους μακροπρόθεσμα εξημερώθηκε μόνο ένα είδος θηλαστικού (το λάμα *Lama glama*), ενώ στην Ευρασία πάνω από δέκα, γεγονός που οδήγησε σε διαφορές στην αναπτυξη του πολιτισμού στις δύο αυτές περιοχές (Diamond 1997).

Το ψάρεμα αποτελούσε μια σημαντική δραστηριότητα του ανθρώπου (Sahrage & Lundbeck 1992) με ιστορία τουλάχιστον 90.000 ετών, όπως αποδεικνύεται από την ύπαρξη καμακιών που βρέθηκαν μαζί με υπολείμματα από μεγάλα γατόψαρα (Yellen et al. 1995). Παρόλα αυτά, για ένα πολύ μεγάλο χρονικό διάστημα, μέχρι τη δεκαετία του 1880, η αλιευτική δραστηριότητα ήταν συνδεδεμένη με τη μυϊκή δύναμη και τη δύναμη των ανέμων και έτσι περιοριζόταν κοντά στις ακτές, δηλαδή σε ένα πολύ μικρό τμήμα των θαλάσσιων οικοσυστημάτων. Ο περιορισμός αυτός παρείχε σημαντική προστασία στα αλιευτικά αποθέματα των θαλασσών.

Η κατάσταση άλλαξε ριζικά, όταν οι ατμομηχανές άρχισαν να χρησιμοποιούνται στα αλιευτικά σκάφη, περίπου τη δεκαετία του 1880, αντικαθιστώντας σταδιακά τα πανιά (Roberts 2007). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα η -μηχανοκίνητη πλέον- αλιεία να επεκταθεί στην ανοιχτή θάλασσα και σε βαθύτερα νερά. Στη συνέχεια, η ανάπτυξη της αλιείας ήταν ραγδαία, ακολουθώντας την τεχνολογική πρόοδο. Έτσι, τα μικρά ξύλινα σκάφη άρχισαν να γίνονται μεγαλύτερα και σιδερένια και οι ολιγόστροφες, μονοκύλινδρες μηχανές αντικαταστάθηκαν από πολύστροφες μηχανές με πολλούς κυλίνδρους. Η χρήση των ραντάρ και των σύγχρονων οργάνων τηλεπικοινωνίας και ναυσιπλοΐας τον προηγούμενο αιώνα έδωσε στα αλιευτικά σκάφη τη δυνατότητα να απομακρύνονται όλο και πιο πολύ από τα λιμάνια, ανοίγοντας έτσι νέα αλιευτικά πεδία για εκμετάλλευση. Τέλος, η χρήση νέων υλικών για την κατασκευή διχτύων και η χρήση υδραυλικών βαρούλκων, σύγχρονων ψυκτικών μηχανημάτων μεγάλης χωρητικότητας και ηχοβολιστικών συσκευών αύξησαν σημαντικά την αποδοτικότητα των αλιευτικών στόλων (Κεφάλαιο 2). Όλα τα παραπάνω τεχνολογικά επιτεύγματα είχαν ως αποτέλεσμα η αλιευτική δραστηριότητα να επεκταθεί τόσο οριζόντια, όσο και κατακόρυφα, σε μεγαλύτερα βάθη, μια επέκταση που οδηγείται ξεκάθαρα από το κέρδος (Pauly & Stergiou 2014).

Η τεχνολογική πρόοδος σε συνδυασμό με την αύξηση της αλιευτικής προσπάθειας, δηλαδή την αύξηση του αριθμού των αλιευτικών σκαφών και της αποδοτικότητάς τους (Κεφάλαιο 4) τις τελευταίες δεκαετίες (Watson et al. 2013) οδήγησε στην αύξηση της συνολικής παγκόσμιας αλιευτικής παραγωγής από 8 εκατομμύρια τόνους ετησίως τη δεκαετία του 1900 (Sahrage & Lundbeck 1992) σε περίπου 85 εκατομμύρια τόνους στα τέλη της δεκαετίας του 1990, με βάση τα επίσημα στοιχεία του διεθνούς οργανισμού Food and Agriculture Organization (*FAO*) των Ηνωμένων Εθνών (FAO 2014, Εικόνα 1.1). Όμως, σύμφωνα με την

πρόσφατη *ανασύσταση* (δηλαδή ο υπολογισμός με βάση όλες τις καταγραφές) της παγκόσμιας αλιευτικής παραγωγής (Pauly & Zeller 2015) η συνολική βιομάζα που αφαιρείται από τους ωκεανούς, η οποία εκτός από την επίσημη παραγωγή περιλαμβάνει την παράκτια την ερασιτεχνική αλιεία, την αλιεία επιβίωσης (η αλιεία που διεξάγεται για την προσωπική διατροφή και διαβίωση ενός ατόμου ή της οικογένειάς του), καθώς επίσης την παράνομη και μη καταγεγραμμένη παραγωγή και τα απορριπτόμενα αλιεύματα (Κεφάλαια 3 και 4), ξεπερνά τα τελευταία χρόνια τους 120 εκατομμύρια τόνους ετησίως με πτωτική τάση (Εικόνα 1.1).



Εικόνα 1.1. Παγκόσμια αλιευτική παραγωγή σύμφωνα με τα επίσημα στοιχεία του οργανισμού FAO και ανασυσταθείσα παραγωγή (με τα όρια εμπιστοσύνης) (τροποποιημένη από Pauly & Zeller 2016).

Σε κάθε περίπτωση, ο ρυθμός αύξησης της αλιευτικής παραγωγής μειώνεται τις τελευταίες δεκαετίες. Έτσι, ο μέσος ετήσιος ρυθμός αύξησης της παγκόσμιας αλιευτικής παραγωγής μειώθηκε κατά 4-8% την περίοδο 1950-1970 σε λιγότερο από 4% την περίοδο 1970-1993, ενώ τα τελευταία χρόνια που η αλιευτική παραγωγή έχει σταθεροποιηθεί με μικρή πτωτική τάση, ο ρυθμός αύξησης είναι σχεδόν μηδενικός ή αρνητικός (Εικόνα 1.1 και Κεφάλαιο 3). Η μείωση του ρυθμού αύξησης της αλιευτικής παραγωγής τις τελευταίες δεκαετίες, παρόλη την αύξηση του παγκόσμιου αλιευτικού στόλου και της αλιευτικής προσπάθειας (Anticamara et al. 2011), δείχνει πέρα από κάθε αμφιβολία ότι τα παγκόσμια θαλάσσια αποθέματα είναι υπεραλιευμένα (Watson et al. 2013).

1.2. Η εντατικοποίηση της αλιείας

Σε αντίθεση με το κυνήγι για επιβίωση, που έγινε δευτερεύουσα δραστηριότητα εδώ και περίπου 2.000 χρόνια (Curry & Cayré 2001), το θαλάσσιο κυνήγι, δηλαδή η αλιευτική δραστηριότητα, όχι μόνο εντείνεται συνέχεια αλλά και παγκοσμιοποιείται, δηλαδή οι ψαράδες και οι αλιευτικοί στόλοι από όλες τις χώρες έχουν τη δυνατότητα να ψαρεύουν παντού στον παγκόσμιο ωκεανό. Για παράδειγμα, η Ιαπωνία, που εισάγει ποσότητες ψαριών και άλλων υδρόβιων οργανισμών ίσες με αυτές που αλιεύει, καταναλώνει αλιεύματα από κάθε περιοχή του παγκόσμιου ωκεανού (Swartz et al. 2010).

Η εντατικοποίηση και η παγκοσμιοποίηση της αλιείας, η ελεύθερη πρόσβαση στους αλιευτικούς πόρους από όλους, ο καιροσκοπισμός των περισσότερων ψαράδων με σκοπό τη μεγιστοποίηση του κέρδους (επικρατεί δηλαδή το «εγώ και όχι εσύ», «σήμερα και όχι αύριο») και η υψηλή τιμή ορισμένων αλιευμάτων οδήγησαν σε αυτό που πολύ γλαφυρά διατύπωσε ο Λόρδος Perry Walton, μέλος της Βουλής των Λόρδων, συμπυκνώνοντας την αλιευτική βιολογία σε δύο φράσεις: «Πενήντα χρόνια πριν, ένας γάδος ήταν αρκετά μεγάλος για να θρέψει μια οικογένεια 4-5 ατόμων. Σήμερα, μόλις που επαρκεί για έναν» (Ανοnymous 1997). Σε επιστημονικούς όρους, η φράση του Λόρδου Perry Walton, που αναφέρεται στη μείωση του σωματικού

μεγέθους του ατλαντικού γάδου *Gadus morhua* περιγράφει μια συνιστώσα της υπεραλίευσης (Κεφάλαιο 4).

Πράγματι, ο άνθρωπος είναι ο υπερ-θηρευτής των υδάτινων οικοσυστημάτων. Αφαιρεί από τη θάλασσα υδρόβιους οργανισμούς με ρυθμό 14 φορές υψηλότερο από τους υπόλοιπους θαλάσσιους θηρευτές (Darimont et al. 2015), ή αλλιώς περίπου το 25-35% της ετήσιας θαλάσσιας πρωτογενούς παραγωγής (Pauly & Christensen 1995, αναλυτικά στο Κεφάλαιο 3 οι παραγωγικές διαδικασίες). Αυτή η μαζική αφαίρεση βιομάζας από τη θάλασσα έχει επιπτώσεις σε όλα τα επίπεδα οργάνωσης της ζωής (άτομο, πληθυσμός, είδος, βιοκοινότητα και οικοσύστημα). Επηρεάζει τη δομή και τη λειτουργία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Stergiou 2002) και έτσι την ικανότητά τους να παρέχουν στον άνθρωπο διάφορες υπηρεσίες όπως διατροφικές, οικονομικές, ρυθμιστικές (κλίμα), αισθητικές και πολιτιστικές υπηρεσίες (Halpern et al. 2012).

Η αφαίρεση της βιομάζας από τη θάλασσα είναι σε μεγάλο βαθμό επιλεκτική (αναλυτικά στο Κεφάλαιο 2 οι ιδιότητες των αλιευτικών εργαλείων και στο Κεφάλαιο 5 η επίδραση της αλιείας στους οργανισμούς και το οικοσύστημα), αφού ο άνθρωπος αφαιρεί στην αρχή τα μεγαλύτερα σε μέγεθος είδη και άτομα ψαριών που κατά κανόνα επιτυγχάνουν υψηλότερη τιμή στην αγορά (Tsikliras & Polymeros 2014). Οι επιλογές αυτές αντανακλούν την προτίμηση του καταναλωτικού κοινού (Εικόνα 1.2), με ελάχιστες εξαιρέσεις προτίμησης μικρόσωμων οργανισμών, όπως η γαρίδα *Melicertus kerathurus* τα μικρά άτομα μαρίδας («μαριδάκι») *Spicara smaris* και η αθερίνα *Atherina boyeri*.

Πολύ πιο συχνό φαινόμενο αποτελεί η δραματική μείωση της αφθονίας, και έτσι της αλιευτικής παραγωγής, ορισμένων ειδών εξαιτίας της αλιείας. Το φαινόμενο αυτό είχε ήδη παρατηρηθεί από τις αρχές του αιώνα τόσο στη Βόρεια Θάλασσα και στον Ειρηνικό Ωκεανό, όσο και σε λιμνοποτάμια οικοσυστήματα. Βέβαια, οι επιπτώσεις της αλιείας έγιναν ιδιαίτερα εμφανείς κατά τη διάρκεια των τελευταίων 40-50 ετών, όταν πολλά αποθέματα μειώθηκαν περιοδικά (συχνά εξαιτίας και της συνδυασμένης επίδρασης του κλίματος) σε τόσο χαμηλά επίπεδα που θεωρήθηκε ότι έχουν εκλείψει εμπορικά (Κεφάλαιο 5). Για παράδειγμα, η μεγάλη μείωση του ρυθμού αύξησης της παγκόσμιας αλιευτικής παραγωγής στις αρχές της δεκαετίας του 1970 οφείλεται κυρίως στην κατάρρευση του αποθέματος του γαύρου του Περού *Engraulis ringens*. η παραγωγή του οποίου είχε φτάσει τους 12 εκατομμύρια τόνους το 1970 και κατέρρευσε το 1972 εξαιτίας του φαινομένου El Nino (Clark 1977). Ωστόσο, η αποτυχία ανάκαμψης του αποθέματος για 20 και πλέον χρόνια οφείλεται στην υπεραλίευση (Pauly & Tsukayama 1987). Τελικά, η παραγωγή του γαύρου του Περού *Engraulis ringens* κατάφερε να ξεπεράσει τους 12 εκατομμύρια τόνους το 1994, ενώ τα τελευταία χρόνια κυμαίνεται μεταξύ 4 και 8 εκατομμυρίων τόνων, με το μεγαλύτερο ποσοστό του αλιεύματος να μετατρέπεται σε ιχθυοτροφές (Christensen et al. 2014).

Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι αυτή η μαζική αφαίρεση βιομάζας από τους ωκεανούς εκτός από τα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα που προκαλεί, θέτει και σημαντικά ηθικά ζητήματα που σχετίζονται με το μέλλον των ωκεανών και το δικαίωμα των μελλοντικών γενεών να απολαμβάνουν τους ωκεανούς όπως οι σημερινές και προηγούμενες γενεές (Pauly & Stergiou 2014).

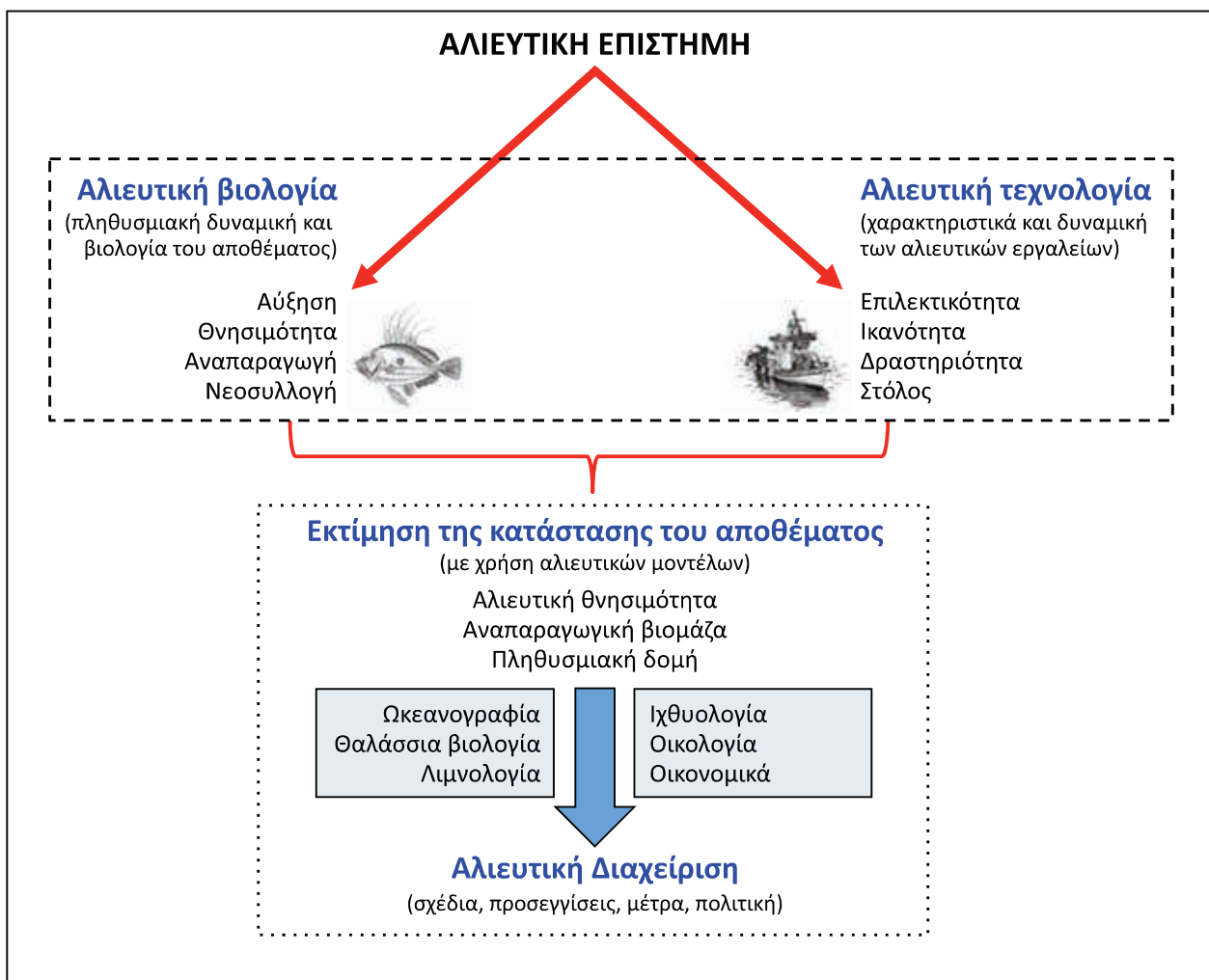


Εικόνα 1.2. Σκηνή από τη γνωστή ταινία του Αλέκου Σακελάρη τα 'Κίτρινα γάντια', στην οποία ο Γιάννης Γκιωνάκης λέει στον Παντελή Ζερβό «φέρανε κάτι ψάρια ... ουουου... τόσα», αποτυπώνοντας ξεκάθαρα την προτίμηση του κοινού στα μεγαλόσωμα ψάρια.

1.3. Η αλιευτική επιστήμη

Αρχικά η τάση για επέκταση της αλιείας σε νέα είδη, περιοχές και μεθόδους και στη συνέχεια η μείωση των ιχθυοαποθεμάτων εξαιτίας της αλιείας οδήγησαν στην ανάγκη μελέτης των αλιευτικών εργαλείων και της αλιευτικής δραστηριότητας και των παραμέτρων που επηρεάζουν τους ιχθυοπληθυσμούς, με τελικό σκοπό τη βιώσιμη εκμετάλλευση και διαχείριση των αλιευτικών αποθεμάτων. Η ανάγκη αυτή οδήγησε στην ανάπτυξη της **αλιευτικής επιστήμης**.

Η **αλιευτική επιστήμη** (fisheries science) είναι το γνωστικό πεδίο που ασχολείται με την κατανόηση των διεργασιών που σχετίζονται με την αλιεία και την αλιευτική δραστηριότητα, την αλιευτική τεχνολογία, την αλιευτική βιολογία καθώς και την εκτίμηση και διαχείριση των αλιευτικών πόρων, με τελικό στόχο τη διατήρηση της υγείας τόσο των αλιευτικών πόρων, όσο και των οικοσυστημάτων (Εικόνα 1.3). Το αντικείμενο της αλιευτικής επιστήμης είναι πολυθεματικό και περιλαμβάνει την έρευνα σε θέματα που αφορούν τη δυναμική των ιχθυοπληθυσμών, τις αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στους ιχθυοπληθυσμούς, τα αλιευτικά εργαλεία και τις περιβαλλοντικές συνθήκες, συμπεριλαμβανομένης της κλιματικής αλλαγής, καθώς και τις οικονομικές και κοινωνικές παραμέτρους που σχετίζονται με την αλιεία, την αλιευτική δραστηριότητα και τη διαχείριση των αποθεμάτων και των θαλάσσιων οικοσυστημάτων (Τσικληρας & Στεργίου 2016).



Εικόνα 1.3. Οι συνιστώσες της αλιευτικής επιστήμης. Με διακεκομμένη γραμμή τα περιεχόμενα του παρόντος βιβλίου και με διάστικτη τα περιεχόμενα του επόμενου (Τσικληρας & Στεργίου 2016).

Στόχος της αλιευτικής επιστήμης είναι η εκτίμηση της αλιευτικής προσπάθειας που μακροπρόθεσμα θα δώσει τη μέγιστη και άριστη αλιευτική παραγωγή σε βάρος (ή αξία αλιεύματος), χωρίς όμως να επηρεάζεται η ικανότητα ανανέωσης των αποθεμάτων ούτε η υγεία των οικοσυστημάτων που υποστηρίζουν την αλιευτική παραγωγή. Η εκτίμηση αυτής της προσπάθειας αποτελεί τη βάση της βιώσιμης και ορθολογικής διαχείρισης των αλιευτικών αποθεμάτων με σκοπό τη μελλοντική τους χρήση από τις επόμενες γενεές.

Η μελέτη της αλληλεπίδρασης της δυναμικής των ιχθυοπληθυσμών με τα αλιευτικά εργαλεία απαιτεί τη συλλογή πληροφοριών που αφορούν τα τεχνικά χαρακτηριστικά και την επιλεκτικότητα των αλιευτικών ερ-

γαλείων (Κεφάλαιο 2), τον συντελεστή συλληψιμότητας ή αλιευσιμότητας (Κεφάλαια 2 και 4), την ανάπτυξη νέων αλιευτικών εργαλείων που θα προστατεύουν ορισμένες φάσεις της ζωής των αποθεμάτων ή συγκεκριμένα αποθέματα ή ενδιαιτήματα, και τέλος τη σχέση ανάμεσα στην αλιευτική θνησιμότητα και την αλιευτική ικανότητα και προσπάθεια (Κεφάλαιο 4).

Η μελέτη της αλιευτικής βιολογίας (αναλυτικά στα Κεφάλαια 6-10) απαιτεί τη συλλογή βιολογικών πληροφοριών που αφορούν: την ηλικία (Κεφάλαιο 6), τη σωματική αύξηση σε μήκος και βάρος, τις παραμέτρους σωματικής αύξησης (Κεφάλαιο 7), τη φυσική, αλιευτική και ολική θνησιμότητα (Κεφάλαιο 8), την έναρξη και διάρκεια αναπαραγωγής, τη γεννητική ωρίμαση, τη γονιμότητα, τα νεοεισερχόμενα άτομα στον πληθυσμό (Κεφάλαιο 9), τις τροφικές συνήθειες και τη θέση του οργανισμού στο θαλάσσιο τροφικό πλέγμα (Κεφάλαιο 10), τις αλληλεπιδράσεις των παραπάνω παραμέτρων με το περιβάλλον, το κλίμα και την κλιματική αλλαγή (Κεφάλαιο 3) και τέλος τις διαειδικές και ενδοειδικές αλληλεπιδράσεις. Οι πληροφορίες αυτές συλλέγονται στο πεδίο με τη χρήση ειδικών οργάνων και ερευνητικών σκαφών και περνούν από επεξεργασία στο εργαστήριο και σε υπολογιστή (Εικόνα 1.4), αλλά η συλλογή της πληροφορίας μπορεί να γίνει και από τη βιβλιογραφία με βάση προηγούμενες έρευνες και να μετα-αναλυθεί.



Εικόνα 1.4. Καταγραφή βιολογικών και αλιευτικών παραμέτρων στο εργαστήριο και στο πεδίο, διάφορα επιστημονικά όργανα αλιευτικής έρευνας που χρησιμοποιούνται από τα ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια και το ελληνικό ερευνητικό σκάφος ΦΙΛΙΑ του ΕΛΚΕΘΕ (φωτογραφίες από το αρχείο του Ινστιτούτου Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων του ΕΛΚΕΘΕ).

Η αλιευτική οικονομία εξετάζει την κοινωνικό-οικονομική διάσταση της αλιευτικής δραστηριότητας, εισάγοντας την οικονομική ανάλυση ως εργαλείο για την εκτίμηση των βιολογικών και οικονομικών επιπτώσεων της αλιείας και των διαχειριστικών αποφάσεων στους οργανισμούς και στα οικοσυστήματα, αλλά και στις απολαβές των ψαράδων και των λοιπών εμπλεκόμενων στην αλιεία (Sumaila & Stergiou 2015).

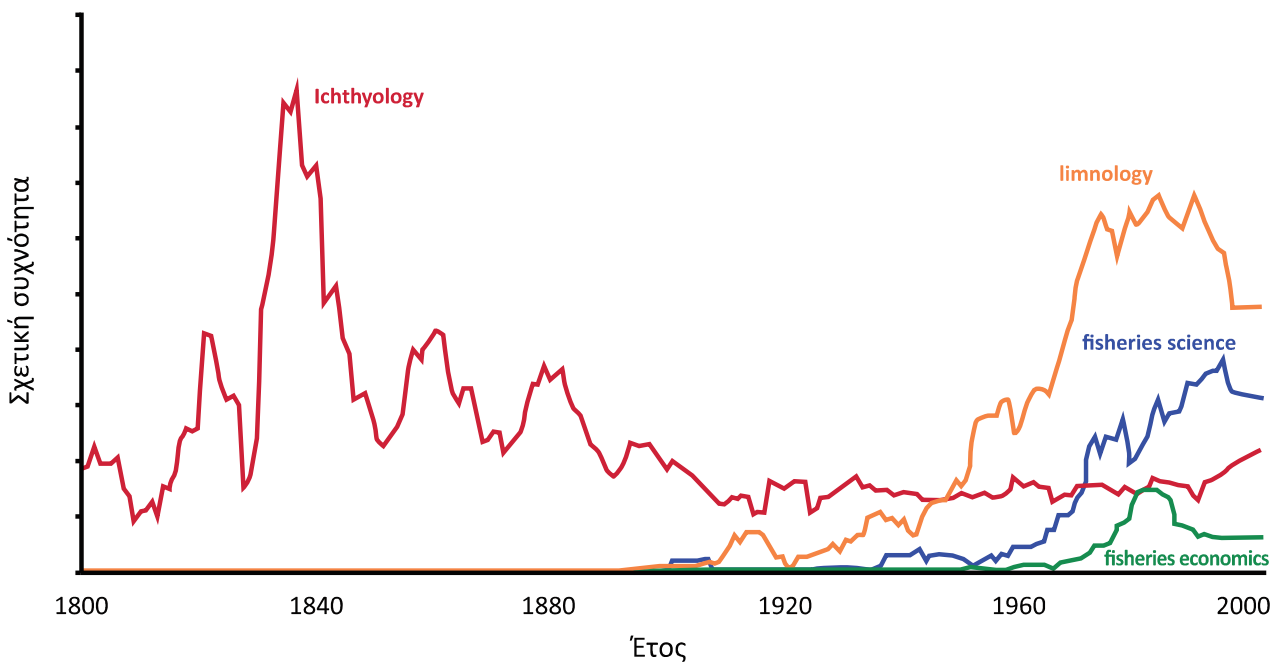
Η **αλιευτική επιστήμη**, που είναι καθαρά εφαρμοσμένη επιστήμη, σχετίζεται στενά με την ιχθυολογία, την ωκεανογραφία, τη θαλάσσια βιολογία, την οικολογία και βιολογία διατήρησης και τη λιμνολογία, και χρησιμοποιεί εκτενώς τα αντίστοιχα πεδία της οικονομικής επιστήμης (π.χ. οικονομικά της αλιείας), τα μαθηματικά και τη στατιστική. Εδώ πρέπει να τονιστεί ότι η επίτευξη του στόχου της αλιευτικής επιστήμης δεν εξαρτάται μόνο από την πρόοδο της ίδιας της επιστήμης, αλλά, πέρα από οικονομικούς και κοινωνικούς παράγοντες, εξαρτάται και από πολιτικούς παράγοντες (Browman & Stergiou 2005), αφού αυτοί κυρίως καθορίζουν την αλιευτική και περιβαλλοντική πολιτική μιας χώρας (Tsikliras 2014α).

1.4. Ιστορία της αλιευτικής επιστήμης

Όπως αναφέρθηκε, η ανάπτυξη και εξέλιξη της αλιευτικής επιστήμης συνδέεται στενά με την ανάπτυξη της ιχθυολογίας, της ωκεανογραφίας, της θαλάσσιας βιολογίας, της οικολογίας, της λιμνολογίας και των οικονο-

μικών. Παρόλα αυτά, η αλιευτική επιστήμη ως ανεξάρτητη επιστήμη έχει ιστορία 120 περίπου ετών, όσο και η **λιμνολογία** (limnology) όπως φαίνεται καθαρά στην Εικόνα 1.5 που δείχνει τη σχετική συχνότητα εμφάνισης της φράσης «αλιευτική επιστήμη» (fisheries science) στα υπάρχοντα ηλεκτρονικά βιβλία. Αντίθετα, η **αλιευτική οικονομία** (fisheries economics) έχει ιστορία περίπου 60 ετών, η **ωκεανογραφία** (oceanography) περίπου 170 ετών (δεν παρουσιάζεται στο γράφημα), ενώ η **ιχθυολογία** (ichthyology) έχει την μακρύτερη ιστορία από όλα τα παραπάνω γνωστικά αντικείμενα (Εικόνα 1.5).

Στην Ευρώπη η αλιευτική επιστήμη αναπτύχθηκε τη δεκαετία του 1880, όταν η αλιευτική παραγωγή στη Βόρεια Θάλασσα μειώθηκε εξαιτίας της έντονης αλιείας (Sahrage & Lundbeck 1992). Έτσι, τέθηκαν τα πρώτα ερωτήματα για την εξεύρεση νέων αλιευτικών πεδίων και τη διερεύνηση των αιτιών μείωσης της αλιευτικής παραγωγής. Πολύ γρήγορα έγινε αντιληπτό ότι απαντήσεις σε τέτοια ερωτήματα μπορούν να προκύψουν μόνο μέσα από διεθνείς συνεργασίες. Αυτό οδήγησε στη διοργάνωση ενός διεθνούς συνεδρίου το 1899 στη Στοκχόλμη, όπου αποφασίστηκε η ίδρυση του Διεθνούς Συμβουλίου για την Εξερεύνηση των Θαλασσών (International Council for the Exploration of the Seas, *ICES*). Ο οργανισμός *ICES* ιδρύθηκε τελικά το 1902 και είχε ως στόχο το συντονισμό της αλιευτικής έρευνας στον βορειοανατολικό Ατλαντικό (Sahrage & Lundbeck 1992).



Εικόνα 1.5. Σχετική συχνότητα της χρήσης των φράσεων “fisheries science”, “limnology”, “Ichthyology” και “fisheries economics” στα ηλεκτρονικά βιβλία που είναι έως τώρα διαθέσιμα στο διαδίκτυο με βάση το εργαλείο *Google Ngram viewer*.

Την περίοδο 1905-1914 οι πρώτες χώρες-μέλη του *ICES* (Δανία, Γερμανία, Αγγλία, Σκωτία, Νορβηγία, Σουηδία και Ρωσία) επικέντρωσαν τις έρευνές τους κυρίως στα αποθέματα της ρέγκας *Clupea harengus* και του ατλαντικού γάδου *Gadus morhua*. Βασικός στόχος των ερευνών αυτών ήταν η διερεύνηση των επιπτώσεων της αλιείας με συρόμενο επί του βυθού εργαλείο (τράτα βυθού) στα νεαρά άτομα της ρέγκας και του γάδου. Ήδη από το 1895 υπήρχαν προτάσεις για την υιοθέτηση ενός ελάχιστου εμπορεύσιμου μεγέθους για τα εμπορικά είδη και για την κατασκευή διχτυών τράτας με άνοιγμα ματιού που θα επέτρεπε στα μικρότερα σε μέγεθος άτομα να ξεφεύγουν από αυτό. Οι προτάσεις αυτές δεν υιοθετήθηκαν ποτέ εξαιτίας της έναρξης του Α΄ Παγκόσμιου Πολέμου (Sahrage & Lundbeck 1992). Μετά τη λήξη του πολέμου αναπτύχθηκαν τα πρώτα πληθυσμιακά μοντέλα, τα οποία έλαβαν υπόψη την επίδραση της αλιείας. Το 1939 ο οργανισμός *ICES* διοργάνωσε ένα συνέδριο για την υπεραλίευση, αλλά η έναρξη του Β΄ Παγκόσμιου Πολέμου για μια ακόμη φορά δεν επέτρεψε την υιοθέτηση των μέτρων διαχείρισης που προτάθηκαν στο συνέδριο αυτό (Sahrage & Lundbeck 1992).

Όπως στην Ευρώπη, έτσι και στη Βόρεια Αμερική η αλιευτική επιστήμη αναπτύχθηκε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα ως αποτέλεσμα της μείωσης της αλιευτικής παραγωγής του υπόγλωσσου *Hippoglossus stenolepis* στον Ειρηνικό και του σολομού *Oncorhynchus tshawytscha* στην ευρύτερη περιοχή του ποταμού Φρέιζερ (Sahrage & Lundbeck 1992). Το 1923, ο Καναδάς και η Αμερική υπέγραψαν τη Συνθήκη για τη Διαχείριση της αλιείας του υπόγλωσσου στον Βόρειο Ειρηνικό, από την οποία αργότερα προέκυψε η Διεθνής Επιτροπή για

τον υπόγλωσσο του Ειρηνικού (International Pacific Halibut Commission, *IPHC*), ενώ η αντίστοιχη συνθήκη για το σολομό του Ειρηνικού (Pacific Salmon Commission, *IPSFC*) υπογράφηκε το 1930. Οι δυο αυτές επιτροπές εργάστηκαν με σχετική επιτυχία για την ανάκαμψη των αντίστοιχων αποθεμάτων.

Η ραγδαία ανάπτυξη της αλιείας μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο οδήγησε στη δημιουργία πολλών αλιευτικών επιτροπών, συμβουλίων και οργανισμών. Μερικοί από αυτούς τους διεθνείς οργανισμούς δημιουργήθηκαν κάτω από την επίβλεψη του διεθνούς οργανισμού FAO των Ηνωμένων Εθνών, όπως για παράδειγμα οι οργανισμοί:

- General Fisheries Council for the Mediterranean Sea (*GFCM*)
- Indian Ocean Fishery Commission που συγχωνεύθηκε με το Indo-Pacific Fisheries Council για να σχηματίσουν την επιτροπή Asia-Pacific Fishery Commission (*APFIC*)
- Fishery Committee for the Eastern-Central Atlantic (*CECAF*).
- Άλλοι οργανισμοί ή επιτροπές δημιουργήθηκαν ανεξάρτητα από τον FAO, όπως:
- North Pacific Marine Science Organization (*PICES*)
- International Commission for Northwest Atlantic Fisheries (ICNAF, σήμερα Northwest Atlantic Fisheries Organization, *NAFO*)
- North East Atlantic Fisheries Commission (*NEAFC*)
- South East Atlantic Fisheries Organization που αντικατέστησε την επιτροπή International Commission for the Southeast Atlantic Fisheries (*SEAFO*)
- North Pacific Fisheries Commission (*NPFC*)
- Western and Central Pacific Fisheries Commission (*WCPFC*)
- Inter-American Tropical Tuna Commission (*IATTC*)
- International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (*ICCAT*)
- Indian Ocean Tuna Commission (*IOTC*).

Ο στόχος όλων των παραπάνω επιτροπών, συμβουλίων και οργανισμών είναι ο συντονισμός της επιστημονικής έρευνας και η συζήτηση των ερευνητικών αποτελεσμάτων στις αντίστοιχες περιοχές ευθύνης τους.

1.5. Οι ιδρυτές της αλιευτικής επιστήμης

Στην πρώτη αυτή περίοδο της ανάπτυξης της αλιευτικής επιστήμης έγιναν πολλές έρευνες, συχνά στο πλαίσιο του συντονισμού της έρευνας από τις παραπάνω επιτροπές, από διάφορους ερευνητές (*Johan Hjort*, *Fedor Ilyich Baranov*, *Karl Ludwig von Bertalanffy*, *Ray Beverton*, *Sidney J. Holt*), με προέλευση κυρίως από τις χώρες του Βόρειου Ατλαντικού, οι οποίοι έθεσαν τις βάσεις της σύγχρονης αλιευτικής επιστήμης και έτσι συγκαταλέγονται τιμητικά στους ιδρυτές της (Εικόνα 1.6).



Εικόνα 1.6. Μερικοί από τους ιδρυτές της αλιευτικής επιστήμης.

Οι πιο σημαντικές από τις έρευνες αυτές είναι:

- Η μελέτη του Petersen (1891) που αφορά την ανάπτυξη μεθόδων για τη μελέτη της βιολογίας και της δυναμικής των ιχθυοπληθυσμών που χρησιμοποιούνται και σήμερα, με πιο γνωστή αυτή για την αναγνώριση ετήσιων ηλικιακών κλάσεων από την κατά μήκος σύνθεση των ατόμων ενός πληθυσμού (γνωστή και ως μέθοδος PETERSEN).
- Οι μελέτες των Edser (1908), Heincke (1913), Lea (1910, 1911, 1913), Lee (1920), Fraser (1916) και Monastyrsky (1926), που αφορούν την ανάπτυξη μεθοδολογίας για την εκτίμηση της ηλικίας και σωματικής αύξησης.
- Οι μελέτες του Hjort (Hjort 1914, 1926) που είχαν ως στόχο τη διερεύνηση των παραγόντων που είναι υπεύθυνοι για τις διακυμάνσεις των ετήσιων ηλικιακών κλάσεων των ιχθυοπληθυσμών και πάνω στις οποίες αργότερα στηρίχτηκαν πολλές έρευνες.
- Οι μελέτες του von Bertalanffy (Von Bertalanffy 1938) στη θεωρία των γενικών συστημάτων, που οδήγησαν στη διατύπωση της εξίσωσης αύξησης που φέρει το όνομά του (Κεφάλαιο 6).

Παρ' όλ' αυτά, θεμελιωτής της αλιευτικής επιστήμης, ο γνωστός και ως παππούς της (Quinn 2003), θεωρείται ο Baranov, του οποίου οι εργασίες (π.χ. Baranov 1914, 1918, 1926, 1948), που δημοσιεύτηκαν στα ρωσικά, από το 1914 ως το 1926 και αφορούσαν τη θεωρία της αλιείας, ήταν τόσο μπροστά από την εποχή τους, ώστε είχαν πολύ μικρή επίδραση στον επιστημονικό τρόπο σκέψης της εποχής εκείνης. Πολλοί είναι αυτοί που υποστηρίζουν ότι αυτό θα ίσχυε, ακόμη και αν οι εργασίες αυτές είχαν δημοσιευτεί στη γερμανική, που ήταν η επιστημονική γλώσσα της εποχής εκείνης. Παρόλο που οι εργασίες του Baranov παρέμειναν ουσιαστικά άγνωστες στο δυτικό κόσμο έως το 1938, όταν μεταφράστηκαν για πρώτη φορά από τον Russel, έθεσαν τις βάσεις της δυναμικής των αλιευόμενων ιχθυοπληθυσμών.

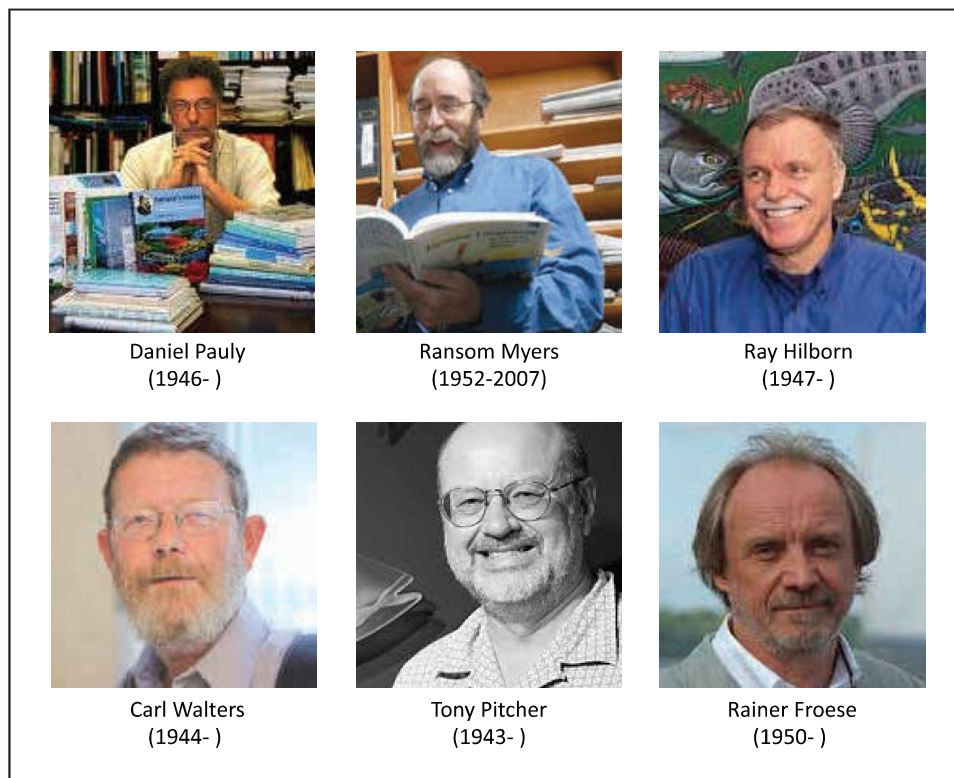
Ένας άλλος σημαντικός ιδρυτής της αλιευτικής επιστήμης είναι ο βιολόγος Edward Stuart Russell (1887–1954), ο οποίος με την κλασική σήμερα εργασία του πάνω στην υπεραλίευση (Russel 1931) προσδιόρισε με ακρίβεια το αντικείμενο της αλιευτικής επιστήμης. Ο Russel θεώρησε ότι η μελλοντική παραγωγή ενός αποθέματος καθορίζεται από τα νεοεισερχόμενα άτομα στο απόθεμα (νεοσυλλογή ή στρατολόγηση, που είναι αποτέλεσμα της αναπαραγωγής), τον αριθμό και το βάρος των ατόμων του αποθέματος και τον ρυθμό με τον οποίο απομακρύνονται τα άτομα του αποθέματος εξαιτίας της φυσικής θνησιμότητας και της αλιείας (Russel 1931). Από την εποχή του Russel η αλιευτική επιστήμη ασχολείται με τον ορισμό του αποθέματος, τη μελέτη της αύξησης, τη νεοσυλλογή (ή στρατολόγηση) και τους παράγοντες που την επηρεάζουν και την εκτίμηση της φυσικής θνησιμότητας. Μετά τον πόλεμο η μελέτη του Russel απετέλεσε τη βάση για τη συγγραφή της κλασικής σήμερα μονογραφίας των Beverton & Holt (1957), της βίβλου της αλιευτικής επιστήμης, και για τη συγγραφή των κλασικών σήμερα μελετών του Schaefer (1954, 1957), στις οποίες παρουσιάστηκαν αλιευτικά μοντέλα (Κεφάλαιο 4).

Ένας άλλος σημαντικός ιδρυτής της αλιευτικής επιστήμης είναι ο William E. Ricker (1908-2001), που με τις έρευνές του (π.χ. Ricker 1954, 1975) συνέβαλε στη διερεύνηση της σχέσης ανάμεσα στην αφθονία του γονικού αποθέματος και τον αριθμό των νεοεισερχόμενων στο αλιεύμα ατόμων. Πολύ σημαντική ήταν, επίσης, η συνεισφορά του David Cushing (1920 – 2008) (π.χ. Cushing 1968, 1981) για την σύγχρονη - ασύγχρονη υπόθεση (αναλυτικά στα Κεφάλαια 3 και 9). Σημαντική ήταν επίσης η συνεισφορά των Gulland (Gulland 1955, 1969, 1977, 1983), Ursin (Ursin 1967), Pope (Pope 1972), Jones (Jones 1961, 1963, 1984), Hilborn (Hilborn 2007), Walters (Hilborn & Walters 1992), Schaefer (Schaefer 1954, 1957) και Pitcher (Pitcher & Hart 1982, Pitcher & Parrish 1993, Pitcher 2001) για τις έρευνές τους σε διάφορα θέματα της αλιευτικής επιστήμης που αφορούν τη δυναμική, την εκτίμηση των αποθεμάτων και τις διάφορες μορφές διαχείρισής τους (Εικόνα 1.7).

Η ανάπτυξη και η εξάπλωση της αλιευτικής επιστήμης στις χώρες του Τρίτου Κόσμου άρχισε μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Όμως, πολλές από τις μεθόδους που εφαρμόστηκαν σε είδη ψαριών των εύκρατων και υποαρκτικών οικοσυστημάτων δεν μπορούσαν να εφαρμοστούν στα είδη των τροπικών και υποτροπικών οικοσυστημάτων, γιατί ο προσδιορισμός της ηλικίας από τις σκελετικές κατασκευές των ψαριών στα οικοσυστήματα αυτά ήταν αδύνατος. Έτσι, πριν από την ανακάλυψη των ημερήσιων δακτυλίων στις σκελετικές κατασκευές των τροπικών και υποτροπικών ψαριών (Pannella 1971, 1980), η αλιευτική έρευνα στις περιοχές αυτές στηριζόταν αποκλειστικά στην ανάλυση στοιχείων μήκους (Κεφάλαιο 6).

Προς αυτήν την κατεύθυνση συνέβαλε ουσιαστικά η ραγδαία ανάπτυξη της αλιευτικής επιστήμης τα τελευταία 30-35 χρόνια εξαιτίας της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών υπολογιστών και των επιστημονικών προσεγγίσεων του Daniel Pauly (Pauly 1980, 1981, 1983, 1984α, 1987, 1994, 1998α) και των συνεργατών του (Pauly & Munro 1984, Pauly & Morgan 1987, Gayanilo et al. 1994), αλλά και άλλων ερευνητών (Castro & Erzini 1988). Στις προσεγγίσεις αυτές παρουσιάστηκαν νέες μέθοδοι έρευνας της δυναμικής των πληθυσμών, οι

περισσότερες από τις οποίες στηρίζονται αποκλειστικά σε στοιχεία μήκους. Ένα από τα σημαντικότερα επιτεύγματα ήταν η προσαρμογή της θεωρίας των Beverton & Holt (1957) για τους ιχθυοπληθυσμούς των τροπικών και υποτροπικών οικοσυστημάτων (Pauly 1998α). Σήμερα, ο Pauly θεωρείται ως ο μεγαλύτερος εν ζωή αλιευτικός επιστήμονας (Εικόνα 1.7), αφού ήταν αυτός που εκτός από τις έρευνές του στην αλιευτική βιολογία που αναφέρθηκαν παραπάνω, έθεσε πρώτος σε συστηματική βάση τις έρευνες σχετικά με τις επιπτώσεις της αλιευτικής δραστηριότητας στα παγκόσμια θαλάσσια οικοσυστήματα με το μεγάλης διάρκειας ερευνητικό πρόγραμμα *Sea Around Us* και συνέβαλε στην αλιευτική επιστήμη με τις έννοιες/δείκτες της πρωτογενούς παραγωγής που απαιτείται για την υποστήριξη της αλιείας (Pauly & Christensen 1995, Κεφάλαιο 3) και της αλιευτικής ταπείνωσης (Pauly et al. 1998, Κεφάλαιο 5). Ο Pauly συνέβαλε, επίσης, στην επιστήμη με την πολύ σημαντική έννοια της μετατόπισης του σημείου αναφοράς (shifting the baseline), που έχει εφαρμογή σε πολλά επιστημονικά πεδία (Pauly 1995). Ένα παράδειγμα αρκεί για να γίνει η έννοια αυτή κατανοητή. Ας υποθέσουμε ότι η αλιευτική παραγωγή ενός είδους ψαριού το 1970 ήταν περίπου 1.000 τόνοι, κάτι που για τον έφηβο της εποχής εκείνης ήταν η «υγιής» κατάσταση. Ο έφηβος αυτός σήμερα είναι 60 χρονών και σίγουρα νιώθει ότι κάτι δεν πάει καλά αν παραγωγή του είδους αυτού είναι 100 τόνοι, που για τον σημερινό έφηβο είναι η «υγιής» κατάσταση (αλλά για τον παππού του έφηβου το 1970 η «υγιής» κατάσταση θα ήταν 10.000 τόνοι κ.ο.κ.). Έτσι, η ευαισθητοποίηση και δραστηριοποίηση κάθε γενιάς σχετίζεται άμεσα με το τι αντιλαμβάνεται αυτή ως «υγιές» με βάση τα ερεθίσματά της (δηλαδή τα σημεία αναφοράς της).



Εικόνα 1.7. Μερικοί από τους συνεχιστές της αλιευτικής επιστήμης.

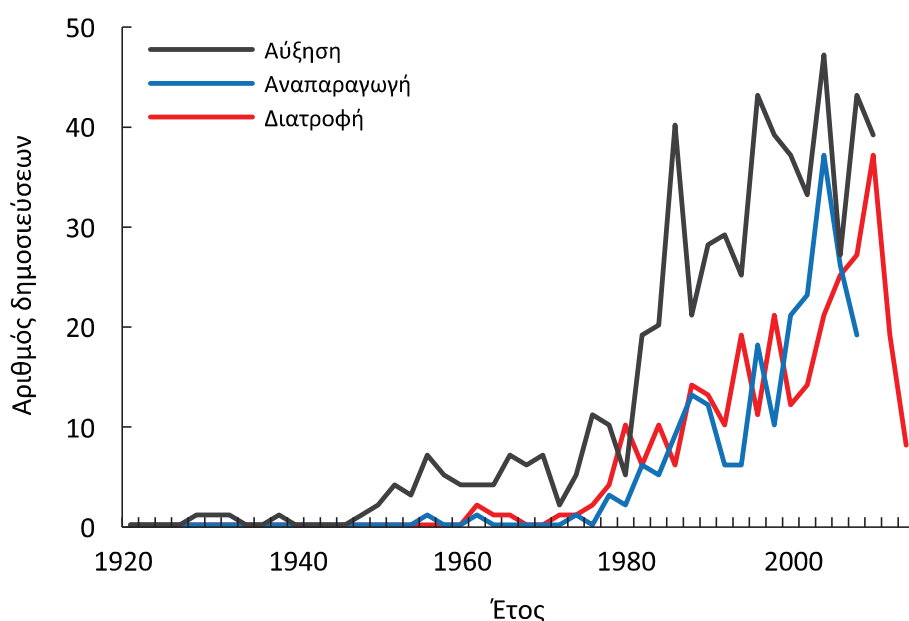
Τα τελευταία 20 χρόνια πολύ σημαντική είναι η συμβολή του Ransom A. *Myers* (1952-2007, Εικόνα 1.7) στη διερεύνηση των επιπτώσεων της αλιείας στα θαλάσσια οικοσυστήματα και στη διατήρηση των οικοσυστημάτων (Myers & Worm 2003, Myers et al. 1997, 2007), του Villy *Christensen*, που σε συνεργασία με τον Pauly ανέπτυξε το λογισμικό *Ecopath with Ecosim* για την ανάπτυξη οικολογικών μοντέλων (π.χ. Christensen & Pauly 1992, 1993α,β, Pauly et al. 2000, Christensen & Walters 2004), γεγονός που τελικά οδήγησε στη θεώρηση της αλιευτικής δραστηριότητας στο επίπεδο του οικοσυστήματος, καθώς και του Ussif Rashid *Sumaila*, που με τις έρευνές του στα οικονομικά της αλιείας συνέβαλε στην ανάλυση παγκόσμιων θεμάτων που σχετίζονται με τη θαλάσσια πολιτική, όπως τις επιδοτήσεις της αλιείας, η παράνομη αλιεία και τα οικονομικά των βαθιών και απομακρυσμένων ανοιχτών θαλασσών (π.χ. Sumaila & Walters 2005, Sumaila et al. 2006, 2007α, 2010, Sumaila & Stergiou 2015).

Τέλος, ιδιαίτερη μνεία πρέπει να γίνει στον Rainer *Froese* (Εικόνα 1.7) που μαζί με τον Pauly δημιούργησαν στα τέλη της δεκαετίας του 1980 την ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια για τα ψάρια, τη *FishBase*, που κυκλοφόρησε το 1995 σε CD-ROM και αναβαθμίστηκε το 1998, 2000 και 2004 (Stergiou 2013). Ο *Froese*

έχει αναπτύξει εμπειρικές σχέσεις (Froese & Binohlan 2000, 2003) και έχει βελτιώσει μεθόδους εκτίμησης αποθεμάτων (Martell & Froese 2013), ενώ οι περισσότερες πρόσφατες δημοσιεύσεις του αφορούν την υπεραλίευση και τους τρόπους αντιμετώπισής της (Froese et al. 2008, 2014, 2015, 2016).

Η *FishBase* εμφανίστηκε στο διαδίκτυο για πρώτη φορά το 1998 και από τότε αναβαθμίζεται και ενημερώνεται συνεχώς. Το 2000 συγκροτήθηκε το *FishBase Consortium* με στόχο την υποστήριξη και ανάπτυξη της *FishBase*, που σήμερα αποτελείται από 10 φορείς-μέλη, ένα από τα οποία είναι το Εργαστήριο Ιχθυολογίας του *Τμήματος Βιολογίας* του ΑΠΘ. Σήμερα η *FishBase* είναι η μεγαλύτερη ηλεκτρονική επιστημονική εγκυκλοπαίδεια για τα ψάρια και αποτελεί ένα δυναμικό, ευέλικτο εργαλείο με πολλαπλές χρήσεις τόσο στην εκπαίδευση, όσο και στην έρευνα και στην ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού για θέματα σχετικά με τα ψάρια και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Η *FishBase* έχει πολύ σημαντικό αποτύπωμα στην επιστήμη. Η ανάπτυξη και η εξέλιξή της σε ένα σύγχρονο οικολογικό εργαλείο την τελευταία δεκαετία, σε συνδυασμό με το εργαλείο για την ανάπτυξη οικολογικών μοντέλων *Ecopath with Ecosim*, αναβάθμισαν στην ουσία την αλιευτική επιστήμη και τη θαλάσσια οικολογία γενικότερα, καθώς η ταυτόχρονη ανάπτυξη αυτών των δύο εργαλείων οδήγησε σε μεγάλης κλίμακας έρευνες, στο πλαίσιο των οποίων η υπάρχουσα πληροφορία μετασχηματίστηκε σε γνώση. Αυτό έκανε δυνατή την απάντηση μέγα-ερωτημάτων, δηλαδή ερωτημάτων που αφορούν μεγάλες κλίμακες χώρου και χρόνου και πολλά είδη, τα οποία είναι και τα πιο σημαντικά ερωτήματα στην οικολογία. Η *SeaLifeBase*, που είναι ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια φτιαγμένη στο πρότυπο της *FishBase*, φιλοδοξεί να φιλοξενήσει στις ηλεκτρονικές σελίδες της όλους τους θαλάσσιους οργανισμούς εκτός από τα ψάρια.

Στη Μεσόγειο οι έρευνες στην αλιευτική βιολογία άρχισαν τη δεκαετία του 1920 (Εικόνα 1.8, Stergiou et al. 2013). Στην Ελλάδα, παρόλο που οι πρώτες μελέτες βιολογίας ψαριών έγιναν στις αρχές του προηγούμενου αιώνα (Panagiotopoulos 1916 α,β,γ, Athanassopoulos 1917-1940), αλιευτικές έρευνες που είχαν ως στόχο την εκτίμηση της κατάστασης των ελληνικών αποθεμάτων και την ορθολογική διαχείρισή τους, άρχισαν να διεξάγονται μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο και την ίδρυση του Ελληνικού Υδροβιολογικού Ινστιτούτου της Ακαδημίας Αθηνών (Laskarides 1948 α,β,γ, 1949, Ananiadis 1949, 1950α,β, 1951, 1952) (Papaconstantinou 2013), ενώ μεγάλης κλίμακας αλιευτικές έρευνες άρχισαν στα μέσα της δεκαετίας του 1970, στο πλαίσιο ερευνητικών προγραμμάτων του Ινστιτούτου Ωκεανογραφικών και Αλιευτικών Ερευνών (Ι.ΩΚ.Α.Ε). Το Ι.ΩΚ.Α.Ε. ιδρύθηκε το 1965 και διαδέχθηκε το Ελληνικό Υδροβιολογικό Ινστιτούτο της Ακαδημίας Αθηνών που είχε ιδρυθεί το 1945. Το 1983, το Ι.ΩΚ.Α.Ε. μετονομάστηκε σε Εθνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (Ε.Κ.Θ.Ε.), το οποίο το 2003 συγχωνεύτηκε με το Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης (Ι.ΘΑ.ΒΙ.Κ.) για να σχηματίσουν το Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.). Το ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε. συγκροτείται από τρία ερευνητικά Ινστιτούτα, με ιδιαίτερο θεματικό αντικείμενο έκαστο, τα οποία είναι: *Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας, Βιοτεχνολογίας και Υδατοκαλλιεργειών* και *Ινστιτούτο Θαλασσιών Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων*.



Εικόνα 1.8. Αριθμός δημοσιεύσεων σχετικά με τη διατροφή, ηλικία και αύξηση και αναπαραγωγή των ψαριών στη Μεσόγειο με βάση δημοσιευμένες ανασκοπήσεις της τελευταίας δεκαετίας (Stergiou et al. 2013).

Σήμερα στην Ελλάδα η αλιευτική έρευνα διεξάγεται από δύο ερευνητικά ινστιτούτα (*Ινστιτούτο Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων* του *ΕΛ.ΚΕ.Θ.Ε.* και *Ινστιτούτο Αλιευτικής Έρευνας* του *ΕΛ.Γ.Ο.*) και από τα Τμήματα Βιολογίας των ελληνικών πανεπιστημίων (*Εργαστήριο Ιχθυολογίας του Τμήματος Βιολογίας Α.Π.Θ.*, *Τμήμα Βιολογίας Πανεπιστημίου Πατρών*, *Τμήμα Βιολογίας Πανεπιστημίου Κρήτης* και *Τμήμα Βιολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών*), καθώς και το *Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας του Πανεπιστημίου Αιγαίου*.

Πρωταρχικός σκοπός των ελληνικών ερευνητικών ινστιτούτων και πανεπιστημίων όπου διεξάγονται αλιευτικές έρευνες είναι η υποστήριξη της διατήρησης και της διαχείρισης των υδάτινων βιολογικών πόρων, των οικοτόπων και των οικοσυστημάτων και η παροχή συμβουλών και υπηρεσιών σε εθνικούς και διεθνείς οργανισμούς για τη διαχείριση και την προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Οι έρευνες που περιλαμβάνουν εργασίες στο πεδίο, το εργαστήριο και υπολογιστικές αναλύσεις δεδομένων σχετίζονται με την παρακολούθηση και εκτίμηση της κατάστασης των αποθεμάτων, την εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας και παρακολούθηση των υδάτων, παροχή συμβουλών για τη βιώσιμη εκμετάλλευση των αλιευτικών πόρων, την εκπόνηση μελετών και σχεδίων διαχείρισης και τη διάδοση της πληροφορίας και της γνώσης που προκύπτει από τα ερευνητικά αποτελέσματα.

1.6. Βασικές έννοιες

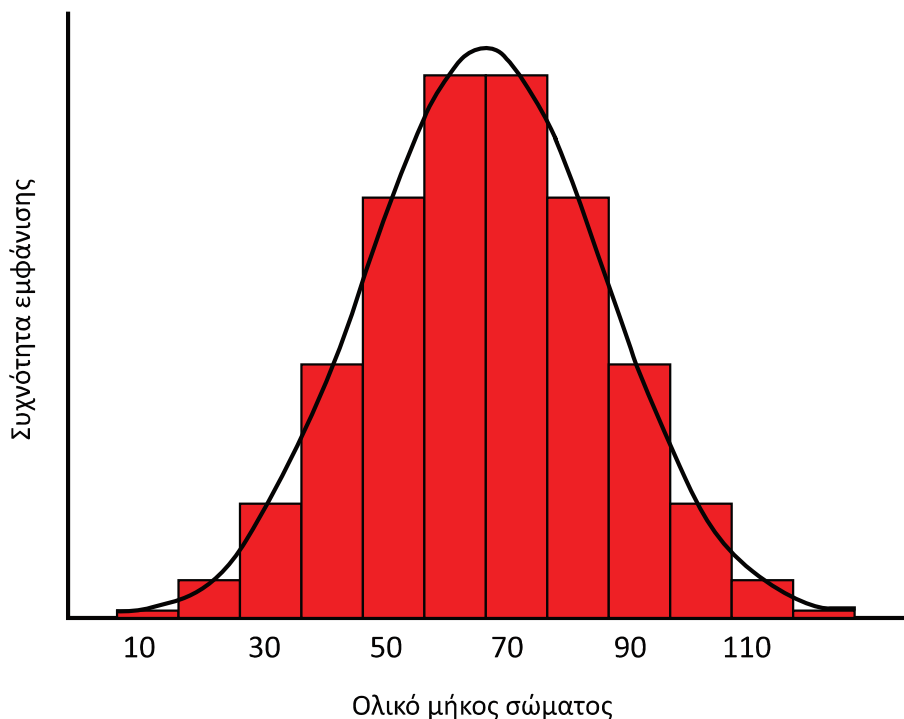
Για την αλιευτική έρευνα είναι απαραίτητη η κατανόηση των βασικών εννοιών του **αποθέματος** (stock), του **αλιευόμενου αποθέματος** (exploited stock), της **γενεάς** ή κοόρτης (cohort) και του **τυχαίου αντιπροσωπτικού δείγματος** (random representative sample) (Sparre et al. 1989). Οι υπόλοιπες βασικές έννοιες (συλλήψεις, εκφορτώσεις, απορρίψεις, τυχαίες συλλήψεις, κ.λπ.) αναλύονται με λεπτομέρεια και παραδείγματα στο Κεφάλαιο 3.

Ο ορισμός του **αποθέματος** είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την αλιευτική επιστήμη, γιατί το απόθεμα αποτελεί τη βασική μονάδα διαχείρισης. Υπάρχουν διάφοροι ορισμοί του αποθέματος. Για παράδειγμα, ο Cushing (1968) ορίζει ως απόθεμα εκείνη την υποομάδα ενός είδους που έχει συγκεκριμένο τόπο αναπαραγωγής, στον οποίο επιστρέφουν τα ενήλικα άτομα κάθε χρόνο. Ο Gulland (1983) θεωρεί ότι το απόθεμα είναι μια υποομάδα ενός είδους, αν οι πιθανές διαφορές μέσα στην υποομάδα και οι ανταλλαγές με άλλες υποομάδες μπορούν να αγνοηθούν χωρίς αυτό να έχει επιπτώσεις στη διαχείρισή του. Ο Larkin (1972) ορίζει ως απόθεμα εκείνον τον πληθυσμό ενός είδους που χαρακτηρίζεται από κοινό γονιδιακό απόθεμα, αρκετά ξεχωριστό ώστε να εξασφαλίζει ένα αυτοσυντηρούμενο σύστημα, το οποίο μπορεί να αποτελέσει μια μονάδα διαχείρισης. Τέλος, οι Sparre et al. (1989) τονίζουν ότι το απόθεμα ενός είδους πρέπει να έχει τον ίδιο ρυθμό αύξησης και θνησιμότητας μέσα στα όρια εξάπλωσής του. Δηλαδή, αν ένα απόθεμα εξαπλώνεται σε μια περιοχή που αποτελείται από δυο επιμέρους περιοχές Α και Β, τότε τα ψάρια στην περιοχή Α πρέπει να έχουν τον ίδιο ρυθμό αύξησης και θνησιμότητας με τα ψάρια στην περιοχή Β. Για να διαπιστωθεί αν ο πληθυσμός ενός είδους αποτελείται από ένα ή περισσότερα αποθέματα, πρέπει να μελετηθεί η περιοχή και η εποχή αναπαραγωγής, η αύξηση, η θνησιμότητα, η μορφολογία και τα γενετικά χαρακτηριστικά των ατόμων μέσα στα όρια της εξάπλωσής τους. Στην περίπτωση που ο πληθυσμός ενός είδους αποτελείται από περισσότερα του ενός αποθέματα, η μελέτη της δυναμικής πρέπει να γίνει για όλα τα αποθέματα του είδους χωριστά.

Ο όρος **αλιευόμενο απόθεμα** δηλώνει το βάρος όλων των ατόμων που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από ένα ελάχιστο μέγεθος, το οποίο θεωρείται αλιευτικά εκμεταλλεύσιμο. Το απόθεμα αυτό μειώνεται εξαιτίας των φυσικών θανάτων και, εφόσον αποτελεί αντικείμενο αλιείας, εξαιτίας των θανάτων που προκαλούνται από την αλιεία. Το αλιευόμενο απόθεμα ανανεώνεται με την είσοδο νεαρών ατόμων (νεοσυλλογή ή στρατολόγηση) και τη σωματική αύξηση των νεαρών ατόμων. Όταν ένα απόθεμα αλιεύεται για πρώτη φορά, η ισορροπία μετατοπίζεται προς την κατεύθυνση της μεγαλύτερης απομάκρυνσης ατόμων, γεγονός που μπορεί περιστασιακά να οδηγήσει το απόθεμα στην κατάσταση της οικονομικής εξαφάνισης, δηλαδή σε τόσο χαμηλή αφθονία, ώστε δεν υπάρχει κίνητρο για την αλιεία του. Πιο συχνά, όμως, η αλιεία οδηγεί σε μια καινούργια κατάσταση ισορροπίας, γιατί η μείωση της αφθονίας ενός αποθέματος οδηγεί είτε σε μείωση της φυσικής θνησιμότητας, είτε σε αύξηση του ρυθμού αύξησης, είτε σε αύξηση του ρυθμού νεοσυλλογής.

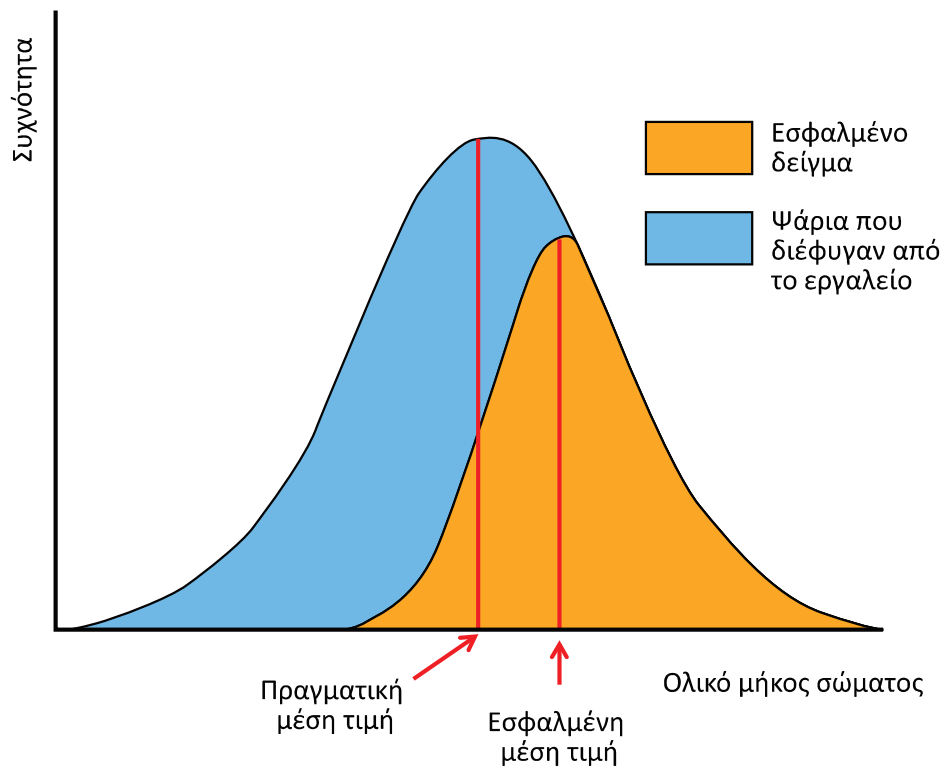
Ως **γενεά** (κοόρτη) ορίζονται όλα τα άτομα μιας ομάδας ψαριών που έχουν την ίδια ηλικία, έχουν δηλαδή γεννηθεί την ίδια χρονιά, προέρχονται από την ίδια περίοδο αναπαραγωγής και ανήκουν στο ίδιο απόθεμα (Sparre et al. 1989). Όπως πολλοί ορισμοί μπορεί να διαφοροποιείται κατά την πρακτική εφαρμογή του. Τα άτομα τα οποία ανήκουν σε μια γενεά δεν έχουν όλα το ίδιο μήκος γιατί: (α) η περίοδος αναπαραγωγής έχει μια χρονική διάρκεια και μπορεί να είναι πολύ εκτεταμένη μέσα στο έτος, (β) στην πράξη δεν

μελετώνται τα άτομα που έχουν γεννηθεί την ίδια στιγμή, με αποτέλεσμα τα άτομα που γεννήθηκαν πρώτα να έχουν λίγο μεγαλύτερο μήκος από αυτά που γεννήθηκαν αργότερα και (γ) όλα τα άτομα δεν έχουν τον ίδιο ρυθμό αύξησης, γεγονός που έχει ως αποτέλεσμα τα άτομα που γεννήθηκαν την ίδια ακριβώς χρονική στιγμή να έχουν διαφορετικό μήκος μετά από ένα χρονικό διάστημα. Συνήθως η κατά μήκος σύνθεση των ατόμων μιας γενεάς, δηλαδή ο αριθμός ατόμων ανά κλάση μήκους (π.χ. ανά 1 cm), ακολουθεί κανονική κατανομή (Εικόνα 1.9).



Εικόνα 1.9. Η κανονική κατανομή.

Όλα τα γνωστά μοντέλα που χρησιμοποιούνται για τη μελέτη της δυναμικής των ιχθυοαποθεμάτων στηρίζονται στην προϋπόθεση ότι τα στοιχεία που χρησιμοποιούνται προέρχονται από **τυχαία δείγματα**, αντιπροσωπευτικά του αποθέματος. Ένα δείγμα ψαριών είναι τυχαίο και αντιπροσωπευτικό ολόκληρου του αποθέματος όταν κάθε άτομο του αποθέματος έχει την ίδια πιθανότητα να πιαστεί με αυτή που έχουν όλα τα υπόλοιπα άτομα (Sparre et al. 1989). Στην πράξη είναι πολύ δύσκολο, αν όχι αδύνατο, να πιαστούν τυχαία και αντιπροσωπευτικά δείγματα ενός αποθέματος. Για παράδειγμα, αν τα νεαρά άτομα ενός αποθέματος συγκεντρώνονται σε περιοχές διαφορετικές από αυτές των ενήλικων ατόμων και τα δείγματα πάνω στα οποία στηρίζεται η μελέτη της δυναμικής του είδους συλλέγονται από την περιοχή εξάπλωσης των ενήλικων ατόμων, τότε τα νεαρά άτομα δεν αντιπροσωπεύονται επαρκώς στο δείγμα. Το ίδιο πρόβλημα προκύπτει συχνά εξαιτίας της επιλεκτικότητας των αλιευτικών εργαλείων, αφού συνήθως τα μικρά σε μέγεθος άτομα ξεφεύγουν από τα μάτια του δικτυού, σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα άτομα που πιάνονται σχεδόν όλα (Εικόνα 1.10). Ένα άλλο χαρακτηριστικό που δημιουργεί ιδιαίτερα σοβαρό πρόβλημα στη μελέτη της δυναμικής των ιχθυοπληθυσμών είναι η μετανάστευση. Όλοι οι θαλάσσιοι οργανισμοί εκτελούν κάποια μορφή μετακίνησης στο χώρο. Στην περίπτωση αυτή η λήψη ενός τυχαίου αντιπροσωπευτικού δείγματος εξασφαλίζεται μόνο στην περίπτωση που η έκταση της δειγματοληπτικής περιοχής είναι τόσο μεγάλη, ώστε να περιλαμβάνει όλα τα πεδία εξάπλωσης του αποθέματος.



Εικόνα 1.10. Εσφαλμένη μέση τιμή ολικού μήκους σώματος σε ένα δείγμα που έχει προκληθεί από την επιλεκτικότητα του αλιευτικού εργαλείου.

Προτεινόμενη βιβλιογραφία κεφαλαίου

Ιστορικά στοιχεία για την παγκόσμια αλιεία και τους επιστήμονες που την ανέδειξαν αναφέρονται συνοπτικά σε αρκετά συγγράμματα, αλλά τα βιβλία με θέμα την ιστορία της αλιείας και της αλιευτικής επιστήμης σπανίζουν (Sahrage & Lundbeck 1992). Ο δεύτερος τόμος του δίτομου βιβλίου των Hart & Reynolds (2004) περιέχει ένα κεφάλαιο για την ιστορία της αλιείας και της αλιευτικής επιστήμης. Το βιβλίο της FishBase περιέχει τις βασικές πληροφορίες για την αλιευτική βιολογία και τις αρχικές βιβλιογραφικές αναφορές για κάθε πληθυσμιακό χαρακτηριστικό που μελετάται σήμερα. Τέλος, η εργασία του Paraconstantinou (2013) αναφέρει όλους τους Έλληνες επιστήμονες που έχουν διαχρονικά ασχοληθεί με τα αντικείμενα της ιχθυολογίας και της αλιευτικής βιολογίας.

Ασκήσεις

1. Βρείτε μέσα από το *Google Scholar* μια ερευνητική δημοσίευση ενός από τους ιδρυτές της αλιευτικής επιστήμης της Εικόνας 1.6. Δώστε μια σύνοψη της εργασίας αυτής σε 500 λέξεις. Βρείτε το αποτύπωμα της εργασίας αυτής, δηλαδή πόσες αναφορές έχει πάρει η εργασία μέχρι σήμερα στο *Google Scholar*. Εντοπίστε μία εργασία της δεκαετίας 1990, μία της δεκαετίας 2000 και μια της δεκαετίας 2010 που αναφέρει την παραπάνω εργασία. Για κάθε μια από αυτές περιγράψτε σε 200 λέξεις τον ρόλο και την επίδραση της εργασίας του ιδρυτή της αλιευτικής επιστήμης στις σύγχρονες εργασίες.

2. Αλιευτικά εργαλεία και επιλεκτικότητα

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι κατηγορίες αλιευτικών εργαλείων (απλά και μανωμένα δίχτυα, παραγάδι, παγίδες, τράτα βυθού, γρι-γρι και βιντζότρατα) μαζί με τα τεχνικά χαρακτηριστικά, την περιγραφή του τρόπου αλιείας και τα κυριότερα αλιεύματά τους. Αναφέρεται η επιλεκτικότητα και ο τρόπος υπολογισμού της, καθώς και η αποτελεσματικότητα για κάθε εργαλείο.

Εισαγωγή

Αλιευτικό εργαλείο (fishing gear) είναι το όργανο με το οποίο συλλαμβάνονται οι υδρόβιοι οργανισμοί, ενώ αλιευτική μέθοδος είναι ο τρόπος με τον οποίο χρησιμοποιείται ένα αλιευτικό εργαλείο, καθώς το ίδιο εργαλείο μπορεί να χρησιμοποιηθεί με διαφορετικούς τρόπους (FAO 1990). Ο όρος αλιευτικό εργαλείο περιλαμβάνει και τη συλλογή οργανισμών χωρίς τη χρήση κάποιου οργάνου (εργαλείου). Η σημερινή ταξινόμηση των αλιευτικών εργαλείων βασίζεται περισσότερο στον τρόπο σύλληψης ενός οργανισμού, παρά στην κατασκευή του εργαλείου (Fridman 1986).

Ιστορικά έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές μέθοδοι και τεχνικές αλιείας. Αρχικά, 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 αλιεύσιμη ποσότητα. Η αρχαιοελληνική λέξη για το αλιευτικό εργαλείο (μάλλον για το δίχτυ) είναι σαγήνη, που προέρχεται από το ρήμα σαγηνέω (σε ελεύθερη απόδοση σήμαινε «περικλύω στα δίχτυα μου και τραβώ προς το μέρος μου»). Σήμερα υπάρχουν εξειδικευμένες και σύνθετες αλιευτικές κατασκευές, ικανές να συλλάβουν οργανισμούς με πολλούς τρόπους (Gabriel et al. 2005). Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται οι κυριότερες ομάδες εργαλείων, η επιλεκτικότητά τους και η αποτελεσματικότητά τους.

2.1. Συλλογή χωρίς αλιευτικό εργαλείο

Η συλλογή χωρίς αλιευτικό εργαλείο αποτελεί ίσως την παλαιότερη μέθοδο σύλληψης θαλάσσιων οργανισμών και περιλαμβάνει τη συλλογή οργανισμών από την ακτή ή από τη θάλασσα χωρίς τη χρήση αλιευτικού εργαλείου ή σκάφους. Βέβαια, ορισμένα εργαλεία, όπως φτυάρια, μπαστούνια, ξυστήρια, σκαλιστήρια, μαχαίρια, τσάπες και διάφορες εμπειρικές ιδιοκατασκευές χρησιμοποιούνται βοηθητικά για την αφαίρεση προσκολλημένων οργανισμών ή την εκσκαφή άλλων χωρίς να συγκαταλέγονται στα αλιευτικά εργαλεία (Gabriel et al. 2005). Οι οργανισμοί που συλλέγονται μπορεί να είναι ψάρια, καρκινοειδή, δίθυρα, σκουλήκια, αλλά και κοράλλια και θαλάσσια φυτά. Αν και ξεκίνησε ως μέθοδος συλλογής τροφής, σήμερα πραγματοποιείται κυρίως για ψυχαγωγικούς ή για αισθητικούς σκοπούς (π.χ. συλλογή κοραλλιών για ενυδρείο ή για διακόσμηση). Ωστόσο, η συλλογή σκουληκιών που πωλούνται ως δολώματα με το χέρι από την ακτή παραμένει επικερδής εμπορική δραστηριότητα.

Η συλλογή με το χέρι είναι η αρχαιότερη και απλούστερη αλιευτική μέθοδος. Περιορίζεται από το βάθος που μπορεί να φτάσει ο άνθρωπος χωρίς τη βοήθεια συσκευών καθώς και από την κινητικότητα των οργανισμών-στόχων. Οι μεγαλύτερες ποσότητες που συλλέγονται αποτελούνται από οργανισμούς με περιορισμένη δυνατότητα μετακίνησης ή που μετακινούνται αργά. Έτσι, με το χέρι συλλέγονται κυρίως εχινόδερμα, δίθυρα, σαλιγκάρια, σκουλήκια και μικρά καρκινοειδή. Η δραστηριότητα δεν περιορίζεται στη θάλασσα, αφού με τα χέρια συλλέγονται σχετικά εύκολα και βάτραχοι, χελώνες, μικροί κροκόδειλοι και αλιγάτορες (Κεφάλαιο 3). Τα ψάρια πιάνονται δυσκολότερα ακόμη και αν είναι παγιδευμένα σε μικρές νερολακούβες. Τα φυτά συλλέγονται πολύ εύκολα όταν ξεβράζονται στην ακτή ξεριζωμένα από κύματα ή ανέμους. Η συλλογή με το χέρι είναι πολύ διαδεδομένη σε περιοχές με μεγάλο εύρος υψηλής και χαμηλής παλιρροιακής στάθμης. Στις αμμώδεις περιοχές συλλέγονται κυρίως καβούρια, ενώ στις βραχώδεις συλλέγονται δίθυρα, σαλιγκάρια και θαλάσσια φυτά. Η συλλογή με το χέρι θεωρείται αλιευτική δραστηριότητα μικρής κλίμακας, μπορεί όμως να πάρει μεγάλες διαστάσεις, όταν συλλέγονται οργανισμοί υψηλής αξίας όπως μαργαριτάρια και κοράλλια (Dorr 1923). Τα σκουλήκια που χρησιμοποιούνται ως δολώματα, όπως ο πολύχαιτος φαράω *Alitta virens* έχουν επίσης πολύ μεγάλη αξία πώλησης.

Αρκετοί θαλάσσιοι οργανισμοί (ψάρια, κεφαλόποδα, θαλάσσια θηλαστικά και ερπετά) εξοκείλουν ακούσια στις ακτές είτε επειδή έχουν χάσει τον προσανατολισμό τους, είτε εξαιτίας απειλής από θηρευτές ή

ψαράδες, είτε για να αναπαραχθούν, είτε για άγνωστες αιτίες. Η θήρευσή τους από θαλασσοπούλια και η συλλογή τους από ανθρώπους είναι συνήθης. Η φρίσσα *Sardinella aurita* είναι ευαίσθητη σε δυνατά ηχητικά σήματα και έχει την ικανότητα να πετάγεται ψηλά έξω από το νερό. Έτσι, σε περίπτωση που απειληθεί από θηρευτές (κύριοι θηρευτές της φρίσσας είναι τα δελφίνια, το μαγιάτικο *Seriola dumerili* και ο τόννος *Thunnus thynnus*) ή αναστατωθεί από δυνατό ήχο, μπορεί να προσγειωθεί (εξοκείλει) στην ακτή (Tsikliras et al. 2004). Μεταξύ των ψαριών που εξοκείλουν ή κολυμπούν στην ακτή περιλαμβάνεται ο καπελάνος *Mallotus villosus*, ο ατλαντικός γάδος *Gadus morhua*, το κεντρόνι *Squalus acanthias*, το φεγγαρόψαρο *Mola mola*, ο πρασινοπολάκιος *Pollachius virens* και είδη κοκκινόψαρων (*Sebastes* spp.). Το θράψαλο *Illex illecebrosus* έχει επίσης παρατηρηθεί σε τεράστιες ποσότητες στην ακτή. Πολλές χελώνες, δελφίνια και φάλαινες ωθούνται προς την ακτή για να διευκολυνθεί η σύλληψή τους.

2.2. Συλλογή με αλιευτικό εργαλείο

2.2.1. Ομαδοποίηση και διαχωρισμός αλιευτικών εργαλείων

Με βάση τη συμπεριφορά του οργανισμού στόχου σε σχέση με το εργαλείο τα αλιευτικά εργαλεία χωρίζονται σε **ενεργητικά** (active) και **παθητικά** (passive) (FAO 1990). Στα παθητικά εργαλεία η σύλληψη των οργανισμών βασίζεται στην κίνηση των οργανισμών προς το εργαλείο (π.χ. παγίδες), ενώ στα ενεργητικά εργαλεία η σύλληψη βασίζεται στην κίνηση του εργαλείου προς τους οργανισμούς (π.χ. τράτες βυθού). Τα παθητικά εργαλεία χρησιμοποιούνται από την αρχαιότητα και είναι καταλληλότερα για αλιεία μικρής κλίμακας. Μερικά παθητικά αλιευτικά εργαλεία αποκαλούνται και **σταθερά** ή **στατικά** (stationary). Πρόκειται για τα εργαλεία που σταθεροποιούνται με κάποιο τρόπο στο βυθό. Ωστόσο μερικά κινούμενα εργαλεία, όπως τα παρασυρόμενα αφρόδριχτα κατηγοριοποιούνται ως παθητικά, καθώς οι συλλήψεις τους οφείλονται στην κίνηση των οργανισμών προς αυτά (FAO 1990).

Υπάρχουν πολλοί τύποι αλιευτικών εργαλείων που εμφανίζουν πάρα πολλές παραλλαγές ανάλογα με τον οργανισμό-στόχο και την περιοχή αλιείας. Κατά καιρούς έχουν γίνει διάφορες απόπειρες ταξινόμησης των αλιευτικών εργαλείων με κριτήριο την αρχή λειτουργίας τους και τη δομή τους (von Brandt 1984, Gabriel et al. 2005). Σύμφωνα με τη Διεθνή Πρότυπη Στατιστική Ταξινόμηση (International Standard Statistical Classification) που έχει υιοθετηθεί από τον διεθνή Οργανισμό Τροφίμων και Γεωργίας (Food and Agricultural Organization, FAO) τα αλιευτικά εργαλεία ομαδοποιούνται σε 12 κατηγορίες που περιγράφονται συνοπτικά παρακάτω (Fridman 1986):

- 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).
- Οι **γρίποι** (seine nets) χρησιμοποιούν δίχτυα και σχοινιά για να περικλείσουν μια υδάτινη περιοχή και στη συνέχεια έλκονται από τη στεριά ή από το σκάφος. Στην κατηγορία αυτή ανήκει η **πεζότρατα** (beach seine), που έλκεται από την ακτή και η **βιντζότρατα** ή τράτα (boat seine) που έλκεται από το σκάφος.
- 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), και αυτά που σύρονται στα μεσόνερα, όπως η **μεσοπελαγική τράτα** (midwater trawl).
- Οι **δράγκες** (dredges) επίσης σύρονται πάνω στο βυθό, αλλά είναι άκαμπτες και χρησιμοποιούνται κυρίως για τη συλλογή δίθυρων και καρκινοειδών.
- Τα **δίχτυα που ανασηκώνονται** (lift nets) βυθίζονται σε οριζόντια θέση (παράλληλα προς την επιφάνεια και το βυθό) και ανασηκώνονται φιλτράροντας το νερό και συλλέγοντας τα ψάρια που βρίσκονται από πάνω τους. Τοποθετούνται από σκάφος ή από την ακτή.
- 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 **βραγχιδόχτυα** (entangling nets) είναι τα κοινά δίχτυα και αποτελούνται από ένα ή περισσότερα φύλλα διχτυώματος και συλλέγουν οργανισμούς που περιπλέκονται σε αυτά ή πιάνονται στα βράγχια ή σε σωματικές προεξοχές. Περιλαμβάνουν τα **απλάδια** (gillnets), τα **μανωμένα** (trammel nets) και τα **παρασυρόμενα αφρόδριχτα** (driftnets) που χρησιμοποιούνται ευρέως σε όλες τις θάλασσες.
- Οι **παγίδες** (traps) είναι στατικά εργαλεία που χρησιμοποιούν δόλωμα για να προσελκύσουν τον οργανισμό στόχο ο οποίος διευκολύνεται να εισέλθει αλλά δυσκολεύεται να αποδράσει από το

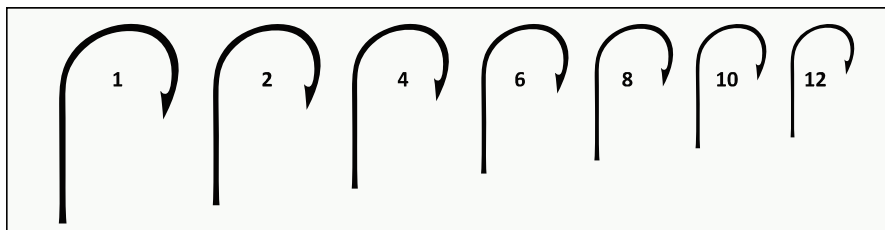
εργαλείο. Υπάρχουν πολλοί τύποι παγίδων με πιο χαρακτηριστικές τους **βολκούς** (fykenets) και τα **κιούπια** (pots).

- Τα **αγκιστρωτά** εργαλεία (hooks & lines) χρησιμοποιούν δόλωμα για να δελεάσουν τον οργανισμό στόχο που πιάνεται από το αγκίστρι μόλις καταπιεί το δόλωμα. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν τα **παραγάδια** (longlines), η **συρτή** (trolling line) και η **καθετή** (jigline).
- Τα εργαλεία που αρπάζουν και τραυματίζουν (grappling & wounding gear) περιλαμβάνουν 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 **θουννεία** (drive-in nets), η σύλληψη με χρήση **τοξικών** (stupefying materials) και **εκρηκτικών** (explosives) ουσιών, η **ηλεκτραλιεία** (electrofishing) και η σύλληψη με το χέρι.

Η κατηγοριοποίηση που χρησιμοποιείται στον ευρωπαϊκό κανονισμό αλιείας (ΕΚ 1967/2006) διαφέρει κυρίως ως προς τον ορισμό των συρόμενων εργαλείων, στα οποία συμπεριλαμβάνονται και οι γρίποι και οι τράτες. Τα συρόμενα εργαλεία περιλαμβάνουν τα αλιευτικά εργαλεία πλην των συρτών αγκιστρωτών και είτε σύρονται με την ισχύ του κινητήρα του αλιευτικού σκάφους, είτε ρυμουλκούνται με βαρούλκα (βίντζια) του αλιευτικού σκάφους, που είναι αγκυροβολημένο ή κινείται αργά. Στην κατηγορία αυτή συμπεριλαμβάνονται τα συρόμενα δίχτυα (δίχτυα τράτας, γρίποι συρόμενοι από σκάφος και πεζότρατες) και οι δράγες. Η διαφορά είναι ότι οι τράτες βυθού σύρονται ενώ το σκάφος κινείται (δηλαδή με την ισχύ του κινητήρα του σκάφους), σε αντίθεση με τις πεζότρατες που έλκονται με βαρούλκα ενώ το σκάφος παραμένει σταθερό. Στις ενότητες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα κυριότερα αλιευτικά εργαλεία ανά κατηγορία.

2.2.2. Αγκιστρωτά εργαλεία

Η αλιεία με αγκιστρωτά εργαλεία (Εικόνα 2.1) βασίζεται στην ανάγκη των οργανισμών για τροφή και είναι από τις παλιότερες αλιευτικές μεθόδους, αφού χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα με αγκίστρια κατασκευασμένα από κόκκαλα ζώων. Οι οργανισμοί προσελκύονται από φυσικά ή τεχνητά δολώματα και πιάνονται στα αγκίστρια που είναι προσαρμοσμένα σε νήμα (πετονιά). Στις ελληνικές θάλασσες τα αγκιστρωτά εργαλεία περιλαμβάνουν τα παραγάδια, τη συρτή, την καθετή και τις παραλλαγές τους. Ωστόσο, η ποικιλομορφία των αγκιστρωτών εργαλείων είναι τεράστια σε παγκόσμιο επίπεδο (Gabriel et al. 2005).



Εικόνα 2.1. Αγκίστρια διαφορετικών μεγεθών και η αντιστρόφως ανάλογη σχέση του μεγέθους με τον αριθμό του αγκιστρίου.

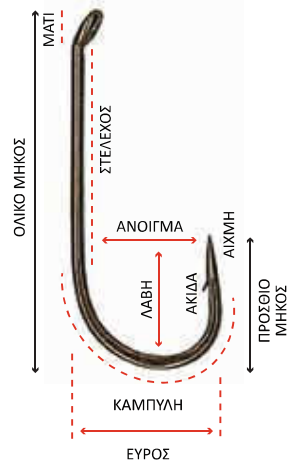
Το μέγεθος, το σχήμα και το πρότυπο του **αγκιστρίου** (hook) είναι αυτά που παίζουν καθοριστικό ρόλο στην επιλεκτικότητά τους (Ward 2008). Σημαντικότερες μετρήσεις (Εικόνα 2.2) θεωρούνται αυτές του μήκους (το συνολικό μήκος του στελέχους του αγκιστρίου από την αιχμή του αγκιστρίου, η οποία χρησιμεύει για την πρόσδεση της πετονιάς και έχει συνήθως σχήμα οφθαλμού, μέχρι την κορυφή της καμπύλης), του εύρους (η μέγιστη οριζόντια απόσταση από το εξωτερικό τμήμα του στελέχους έως το εξωτερικό τμήμα του δοντιού του αγκιστρίου), του ανοίγματος (η απόσταση ανάμεσα στο στέλεχος και την αιχμή) που σχετίζεται με το άνοιγμα στόματος των ψαριών και της λαβής (η μέγιστη απόσταση από την καμπύλη μέχρι την ευθεία του ανοίγματος), καθώς επίσης και η μέτρηση του απόλυτου μεγέθους που είναι το γινόμενο του ολικού μήκους και του εύρους (Grixiti et al. 2007).

Χαρακτηριστικά και μεγέθη αγκιστριών

Τα αγκίστρια είναι καμπύλα και αιχμηρά μεταλλικά αλιευτικά εργαλεία, συνήθως με δόντι, σε σχήμα γάντζου ή καμπυλωτής βελόνας. Ποικίλλουν ως προς το σχήμα (σχήματος G ή κυκλικά, σχήματος J), το πρότυπο

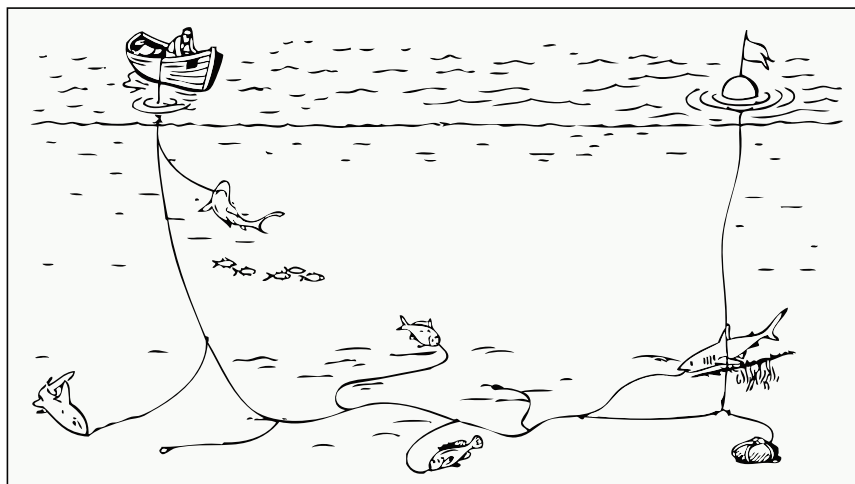
(ίσιο, στρεβλό) και το υλικό κατασκευής (σίδηρος, ατσάλι), το μέγεθος (πάχος μετάλλου, μήκος στελέχους), την αντοχή και τα επιμέρους χαρακτηριστικά τους (σχήμα αιχμής και ματιού, χρώμα). Η αιχμή του αγκιστριού μπορεί να είναι είτε ευθεία, είτε αντεστραμμένη και καμπύλη, η δε διατομή του μπορεί να είναι είτε στρογγυλή (κανονικό αγκίστρι), είτε πεπλατυσμένη (σφυρηλατημένο αγκίστρι).

Δεν υπάρχει ενιαίο σύστημα μέτρησης του μεγέθους των αγκιστριών. Στις περισσότερες εταιρείες κατασκευής (π.χ. MUSTAD) τα αγκίστρια χωρίζονται σε μικρά και μεγάλα και το πραγματικό τους μέγεθος κυμαίνεται από 0,5 cm για την αλιεία μικρών ψαριών έως >10 cm για την αλιεία καρχαριών. Στα μικρά αγκίστρια τα εμπορικά μεγέθη που αναφέρονται στη βιβλιογραφία κυμαίνονται από 22 (το μικρότερο) έως 1 (το μεγαλύτερο). Στα μεγάλα αγκίστρια τα μεγέθη κυμαίνονται από 1/0 (το μικρότερο) έως 22/0 (το μεγαλύτερο). Το παραπάνω σύστημα μέτρησης δεν ανταποκρίνεται στις πραγματικές διαστάσεις των αγκιστριών, με εξαίρεση τα Ιαπωνικά αγκίστρια για τόννο και μερικά κυκλικά. Συνήθως στα αγκίστρια μετρούνται πέντε διαστάσεις (όλες σε mm): ολικό μήκος, πρόσθιο μήκος ή μήκος δοντιού, εύρος, άνοιγμα και λαβή (Εικόνα 2.2).



Εικόνα 2.2. Αγκίστρι με τις σημαντικότερες μετρήσεις.

Το πιο σημαντικό αγκιστρωτό εργαλείο είναι το **παραγάδι** (longline). Κάθε παραγάδι αποτελείται από ένα κύριο νήμα (πετονιά) μεγάλου μήκους (από 100 έως 10.000 m), τη μάνα. Στις διακλαδώσεις της μάνας, οι οποίες έχουν μεταβλητό μήκος και απόσταση μεταξύ τους ανάλογα με το είδος που στοχεύουν, προσδένονται σε ίσα διαστήματα επιμέρους νήματα, μικρότερα σε μήκος και λεπτότερα σε πάχος, τα παράμαλλα (Εικόνα 2.3). Στην άκρη κάθε παράμαλλου δένεται ένα μεταλλικό αγκίστρι. Το μέγεθος και το σχήμα του αγκιστριού ποικίλουν ανάλογα με τον οργανισμό-στόχο και το μέγεθός του (Gabriel et al. 2005).



Εικόνα 2.3. Παραγάδι βυθού (πατοπαραγάδο).

Ανάλογα με τη διάταξη ως προς το επίπεδο της επιφάνειας του νερού ή του βυθού τα παραγάδια χωρίζονται σε οριζόντια (η μάνα τοποθετείται παράλληλα προς την επιφάνεια του νερού και του βυθού) και κάθετα (η μάνα τοποθετείται κάθετα ή σε γωνία προς το βυθό), ενώ ως προς το βάθος αλιείας σε αφρού (επιφανειακά ή αφροπαραγάδα), μεσοπελαγικά και βυθού (πατωτά ή πατοπαραγάδα). Οι κύριοι τύποι παραγαδιών και τα αντίστοιχα αλιεύματα-στόχοι παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1. Περιγραφή, είδη στόχοι και επιλεκτικότητα των κυριότερων αλιευτικών εργαλείων.

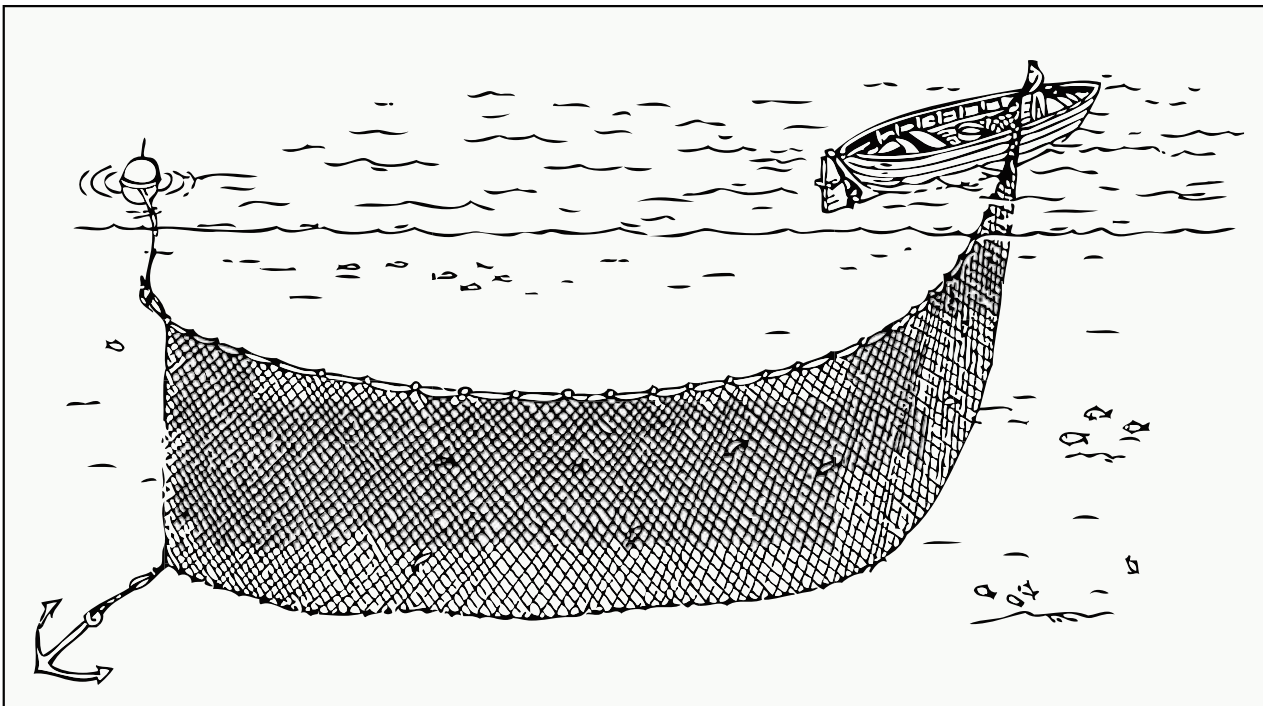
Είδος εργαλείου	Περιγραφή	Είδη στόχοι	Παρατηρήσεις
Αφροπαράγαδα (surface longlines)	Αλιεύουν κοντά στην επιφάνεια του νερού. Διακρίνονται σε σταθερά παραγάδια (set longlines) και σε παρασυρόμενα παραγάδια (drifting longlines)	Μεγάλα πελαγικά ψάρια: ξιφίας <i>Xiphias gladius</i> ερυθρός τόννος <i>Thunnus thynnus</i> και άλλα τονοειδή (<i>Thunnus</i> spp., <i>Euthynnus</i> spp.).	Επιλεκτικό εργαλείο. Ελάχιστο ποσοστό ανεπιθύμητων αλιευμάτων
Πατοπαράγαδα (bottom longlines)	Αλιεύουν πάνω ή κοντά στο βυθό της θάλασσας και είναι τα πλέον διαδεδομένα παραγάδια στις ελληνικές θάλασσες. Διακρίνονται ανάλογα με το πάχος της πετονιάς και το μέγεθος του αγκιστριού, που καθορίζουν και τον οργανισμό-στόχο και το μέγεθός του, σε: ψιλά (λεπτό νήμα, μικρά αγκίστρια) μεσαία ή μέτζα (ενδιάμεσο νήμα, μεσαία αγκίστρια) χοντρά (παχύτερο νήμα, μεγαλύτερα αγκίστρια).	Τα ψιλά στοχεύουν σε ψάρια μικρού σχετικά μεγέθους: λυθρίνι <i>Pagellus erythrinus</i> μελανούρι <i>Oblada melanura</i> μουρμούρα <i>Lithognathus mormyrus</i> Τα μεσαία στοχεύουν σε ψάρια μεσαίου μεγέθους: σαργός <i>Diplodus sargus</i> σκαθάρι <i>Spondyliosoma cantharus</i> τσιπούρα <i>Sparus aurata</i> φαγγρί <i>Pagrus pagrus</i> συναγρίδα <i>Dentex dentex</i> Τα χοντρά στοχεύουν σε μεγαλόσωμα παραβενθικά είδη: μπακαλιάρος <i>Merluccius merluccius</i> βλάχος <i>Polyprion americanus</i> ροφός <i>Epinephelus marginatus</i> μαγατιάτικο <i>Seriola dumerili</i>	Επιλεκτικό εργαλείο. Ελάχιστο ποσοστό ανεπιθύμητων αλιευμάτων.
Μανωμένα δίχτυα (trammel nets)	Οι διαστάσεις των τεχνικών χαρακτηριστικών τους (μέγεθος ματιού, μήκος και ύψος εργαλείου) και η αρματωσιά ποικίλουν ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του οργανισμού-στόχου, καθώς και τις συνθήκες αλιείας.	σουπιά <i>Sepia officinalis</i> γαρίδα <i>Melicertus kerathurus</i> αστακός <i>Palinurus elephas</i> συναγρίδα <i>Dentex dentex</i> μπαρμπούνι <i>Mullus surmuletus</i> κουτσομούρα <i>Mullus barbatus</i> γλώσσα <i>Solea solea</i> λυθρίνι <i>Pagellus erythrinus</i> σαργός <i>Diplodus sargus</i> φαγγρί <i>Pagrus pagrus</i> τσιπούρα <i>Sparus aurata</i>	Λιγότερο επιλεκτικό εργαλείο σε σχέση με τα απλά δίχτυα. Μικρό ποσοστό ανεπιθύμητων αλιευμάτων.
Απλά δίχτυα ή απλάδια (gillnets)	Αλιεύουν στην επιφάνεια (surface gillnets) ή στο βυθό (bottom gillnets) της θάλασσας, αλλά και σε ενδιάμεσα βάθη (midwater gillnets). Οι διαστάσεις των τεχνικών χαρακτηριστικών τους (μέγεθος ματιού, μήκος και ύψος εργαλείου) και η αρματωσιά ποικίλουν ανάλογα με το είδος και το μέγεθος του οργανισμού-στόχου, καθώς και τις συνθήκες αλιείας.	γώπα <i>Boops boops</i> συναγρίδα <i>Dentex dentex</i> σαργός <i>Diplodus sargus</i> ροφός <i>Epinephelus marginatus</i> μουρμούρα <i>Lithognathus mormyrus</i> μπακαλιάρος <i>Merluccius merluccius</i> πεσκαντρίτσες <i>Lophius</i> spp. κουτσομούρα <i>Mullus barbatus</i> μπαρμπούνι <i>Mullus surmuletus</i> λυθρίνι <i>Pagellus erythrinus</i> φαγγρί <i>Pagrus pagrus</i> σκορπίνες <i>Scorpaena</i> spp. δράκαινες <i>Trachinus</i> spp. χριστόψαρο <i>Zeus faber</i> χταπόδι <i>Octopus vulgaris</i> σουπιά <i>Sepia officinalis</i> καραβίδα <i>Nephrops norvegicus</i> αστακός <i>Palinurus elephas</i>	Επιλεκτικό εργαλείο. Μικρό ποσοστό ανεπιθύμητων αλιευμάτων.

<p>Γρι-γρι νύχτας (purse-seine net)</p>	<p>Άνοιγμα ματιού 8-11 mm. Το επάνω μέρος είναι αρματωμένο σε σχοινί με πλωτήρες και το κάτω σε σχοινί που φέρει βάρη. Στο μεσαίο τμήμα βρίσκεται ο σάκος που έχει μικρότερο άνοιγμα ματιού. Στο σχοινί των μολυβιών δένονται σχοινιά μικρού μήκους που καταλήγουν σε χαλκάδες μέσα από τους οποίους περνά η στίγκα.</p>	<p>Ψάρια που σχηματίζουν κοπάδια: γαύρος <i>Engraulis encrasicolus</i> σαρδέλα <i>Sardina pilchardus</i> σαυρίδια <i>Trachurus</i> spp. γώπα <i>Boops boops</i> σκουμπρί <i>Scomber scombrus</i> κολιός <i>Scomber colias</i> φρίσσα <i>Sardinella aurita</i></p>	<p>Επιλεκτικό εργαλείο. Μικρό ποσοστό ανεπιθύμητων αλιευμάτων.</p>
<p>Γρι-γρι ημέρας (purse-seine net)</p>	<p>Έχει μεγαλύτερο άνοιγμα ματιού (18-22 mm) και ψαρεύει όπως και το γρι-γρι νύχτας, χωρίς φυσικά τη χρήση φωτός.</p>	<p>γοφάρι <i>Pomatomus saltatrix</i> παλαμίδα <i>Sarda sarda</i> μουρμούρα <i>Lithognathus mormyrus</i> σαυρίδια <i>Trachurus</i> spp. σκουμπρί <i>Scomber scombrus</i></p>	<p>Επιλεκτικό εργαλείο. Μικρό ποσοστό ανεπιθύμητων αλιευμάτων.</p>
<p>Πεζότρατα (beach seine)</p>	<p>Είναι ένα είδος γρίπου που έλκεται με μακριά σχοινιά (σχοινιά αλιείας) κάθετα από την ακτή. Καθώς η πεζότρατα έλκεται με αργό και σταθερό ρυθμό, τα σχοινιά συγκλίνουν και το άνοιγμα μειώνεται οδηγώντας τα ψάρια στον σάκο. Δεν χρησιμοποιούνται πόρτες.</p>	<p>μαρίδα <i>Spicara smaris</i> σαρδέλα <i>Sardina pilchardus</i> γώπα <i>Boops boops</i> κουτσομούρα <i>Mullus barbatus</i> καλαμάρι <i>Loligo vulgaris</i> λυθρίνι <i>Pagellus erythrinus</i></p>	<p>Μη επιλεκτικό εργαλείο. Μεγάλο ποσοστό παρεμπιπτόνων και ανεπιθύμητων αλιευμάτων.</p>
<p>Βιντζότρατα (boat seine)</p>	<p>Είναι η εξέλιξη της πεζότρατας με προσαρμογές για σύρση από σκάφος εφοδιασμένο με βίντζι. Αποτελείται από το σάκο, το κυρίως δίχτυ και τις μακριές πάντες. Ο σάκος έχει άνοιγμα ματιού 20-28 mm και μικρότερο στο πίσω μέρος του (16-20 mm, τεντωμένο). Τα βάρη και οι πλωτήρες αυξάνουν από μπροστά προς τα πίσω. Τα σχοινιά αλιείας είναι μακριά και παίζουν καθοριστικό ρόλο στην αποτελεσματικότητα του εργαλείου.</p>	<p>μαρίδα <i>Spicara smaris</i> σαρδέλα <i>Sardina pilchardus</i> γώπα <i>Boops boops</i> κουτσομούρα <i>Mullus barbatus</i> καλαμάρι <i>Loligo vulgaris</i> λυθρίνι <i>Pagellus erythrinus</i></p>	<p>Μη επιλεκτικό εργαλείο. Μεγάλο ποσοστό παρεμπιπτόνων και ανεπιθύμητων αλιευμάτων.</p>

<p>Τράτα βυθού (bottom trawl)</p>	<p>Το στόμιο αποτελείται από το πάνω σχοινί (πλωτήρες) και το κάτω σχοινί (βαρίδια). Στις δυο πλευρές του στομίου (πάντες) δένονται τα σχοινιά που συνδέουν το δίχτυ με τις πόρτες. Οι πόρτες είναι μεταλλικές κατασκευές διαφόρων σχημάτων που διατηρούν το οριζόντιο άνοιγμα της τράτας και οδηγούν τους οργανισμούς στον σάκο και συνδέονται με το σκάφος με συρματόσχοινα.</p>	<p>μπακαλιάρος <i>Merluccius merluccius</i> κουτσομούρα <i>Mullus barbatus</i> μπαρμπούνη <i>Mullus surmuletus</i> γλώσσα <i>Solea solea</i> πεσκαντρίτσες <i>Lophius</i> spp. προσφυγάκι <i>Micromesistius poutasou</i> γαρίδα <i>Melicerthus kerathurus</i> καραβίδα <i>Nephrops norvegicus</i> αστακός <i>Palinurus elephas</i></p>	<p>Το λιγότερο επιλεκτικό εργαλείο. Πολύ μεγάλο ποσοστό παρεπιπτόντων και ανεπιθύμητων αλιευμάτων που απορρίπτονται.</p>
--	--	--	--

2.2.3. Δίχτυα

Δίχτυα (nets) ονομάζονται τα παθητικά αλιευτικά εργαλεία τα οποία αποτελούνται από διχτυωτό τμήμα (δίχτυνη κατασκευή από συνθετικά νήματα που σχηματίζουν πλέγματα). Το άνοιγμα των πλεγμάτων ή διαμέτρηση ή **μάτι** (mesh) του διχτυωτού τμήματος έχει ποικίλο σχήμα και μέγεθος. Εκτός από το διχτυωτό τμήμα, τα δίχτυα αποτελούνται 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 (von Brandt 1984, Gabriel et al. 2005).



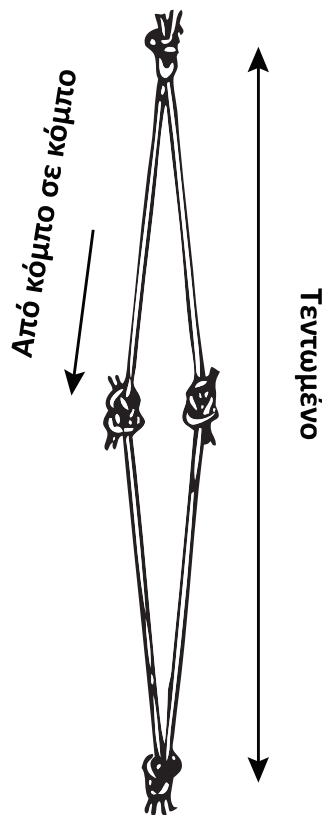
Εικόνα 2.4. Απλό δίχτυ (απλάδι).

Στην κατηγορία των διχτυών περιλαμβάνονται τα απλά δίχτυα (ή **απλάδια**) και τα **μανωμένα**, που είναι και τα πιο σημαντικά διχτυωτά εργαλεία (Εικόνα 2.4), καθώς και οι συνδυασμοί τους, που ονομάζονται σύνθετα δίχτυα (καρτέρια, κλαμπανόδιχτα ή μισομανωμένα, καλαμωτά, κουλούρα) και τα παρασυρόμενα αφρόδιχτα (Hovgård & Lassen 2000). Στις ελληνικές θάλασσες απαγορεύεται η αλιεία με παρασυρόμενα αφρόδιχτα. Τα **απλάδια** είναι κατασκευασμένα από ένα μόνο ενιαίο φύλλο διχτυού (μονόφυλλα δίχτυα) που τοποθετείται κατακόρυφα στο νερό (Εικόνα 2.4, Πίνακας 2.1). Η βασική διαφορά των μανωμένων από

τα απλάδια δίχτυα είναι ότι τα **μανωμένα** αποτελούνται από τρία παράλληλα τοποθετημένα φύλλα διχτυού που αρματώνονται μαζί και τοποθετούνται κατακόρυφα στο νερό: ένα εσωτερικό φύλλο διχτυού (πυκνό ή κυρίως δίχτυ) και εκατέρωθεν αυτού δύο φύλλα διχτυού όμοια μεταξύ τους με μεγαλύτερο άνοιγμα ματιού (μανός).

Μάτι διχτυού

Μια πολύ σημαντική μέτρηση σε όλα τα διχτυωτά εργαλεία (δίχτυα, γρ-γρι, τράτες, γρίποι) είναι αυτή του μήκους της πλευράς ματιού (η απόσταση μεταξύ των κέντρων δύο διαδοχικών κόμπων ενός ματιού του διχτυού (mm) που μετριέται διατηρώντας το μάτι του διχτυού πλήρως τεντωμένο). Το άνοιγμα ματιού (ή διαμέτρηση) καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την επιλεκτικότητα του διχτυού. Η μέτρηση αυτή είναι γνωστή ως **άνοιγμα ματιού από κόμπο σε κόμπο** (bar length). Εναλλακτικά χρησιμοποιείται το **τεντωμένο μήκος** (stretched length) που ορίζεται ως η απόσταση μεταξύ των κέντρων δυο απέναντι κόμπων ενός ματιού του διχτυού (mm) και μετριέται διατηρώντας το μάτι του διχτυού πλήρως τεντωμένο (Εικόνα 2.5). Το τεντωμένο μήκος είναι πάντα διπλάσιο της πλευράς ματιού.



Εικόνα 2.5. Μετρήσεις ανοίγματος ματιού (bar length: από κόμπο σε κόμπο, stretched: τεντωμένο) σε δίχτυα, αν και ισχύει για όλα τα διχτυωτά εργαλεία.

Χάρη και λόγος αρματώματος

Ο **λόγος αρματώματος** (hanging ratio) ή **συντελεστής αρματώματος** (hanging coefficient) μετράει πόσο πυκνά απλώνεται το δίχτυ στα σχοινιά των πλωτήρων ή μολυβιών και παίζει σημαντικό ρόλο στον σχεδιασμό και την κατασκευή πολλών αλιευτικών εργαλείων (απλάδια, μανωμένα αλλά και γρι-γρι) καθώς επηρεάζει την αποτελεσματικότητά τους (Fridman 1986).

Ο λόγος αρματώματος συμβολίζεται με E και ορίζεται ως η αναλογία του σκοινιού των πλωτήρων ή μολυβιών (L_r) προς το αντίστοιχο τμήμα του τεντωμένου διχτυού που αρματώνεται σε αυτό (L_n):

$$E = \frac{L_r}{L_n}$$

2.1

Ο λόγος αυτός δεν έχει μονάδες, επειδή και τα δυο μέρη του λόγου μετρούνται σε μονάδες μήκους (m).

Ειδικότερα χρησιμοποιείται το E' για τα οριζόντια σχοινιά (σχοινί πλωτήρων και σχοινί μολυβιών) και το E'' για τα κάθετα (Fridman 1986).

Ο λόγος αρματώματος μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί και για να εκφράσει την αναλογία δύο ανισομεγεθών διχτυών (L_{short} και L_{long}) που ενώνονται μεταξύ τους. Σε αυτήν την περίπτωση:

$$E = \frac{L_{short}}{L_{long}} \quad 2.2$$

Θεωρητικά ο λόγος αρματώματος κυμαίνεται από 0 (όταν όλα τα μάτια στηρίζονται στο ίδιο σημείο, άρα δεν υπάρχει διάσταση μήκους) έως 1 (όταν το δίχτυ είναι πλήρως εκτεταμένο άρα δεν υπάρχει διάσταση ύψους και $L_r = L_n$). Στην αλιεία με απλάδια στις Ελληνικές θάλασσες κυμαίνεται από 0,25 έως 0,65 (Adamidou 2007), ενώ στην αλιεία του τόννου με γρι-γρι στη Γαλλία φτάνει το 1,00 (Ben-Yami 1994).

Υπάρχουν πολλοί εναλλακτικοί τρόποι να εκφραστεί ο λόγος αρματώματος (Εικόνα 2.6), όπως ο όρος **χάρη στο σχοινί** (hanging in) που χρησιμοποιείται ευρέως από Έλληνες ψαράδες και ορίζεται ως η διαφορά του E από τη μονάδα εκφρασμένη επί τοις εκατό (αν $E=0,60$ τότε η χάρη είναι 40%). Ο γενικά αποδεκτός επιστημονικός όρος είναι ο λόγος αρματώματος.

Για κάθε τιμή οριζόντιου λόγου αρματώματος υπάρχει μια μοναδική τιμή κάθετου λόγου αρματώματος αφού:

$$E' = \sin \theta \quad 2.3$$

και

$$E'' = \eta \mu \theta \quad 2.4$$

όπου θ είναι το μισό της γωνίας που σχηματίζεται από την επάνω και κάτω πλευρά του ματιού. Επίσης,

$$E'^2 + E''^2 = 1 \quad 2.5$$

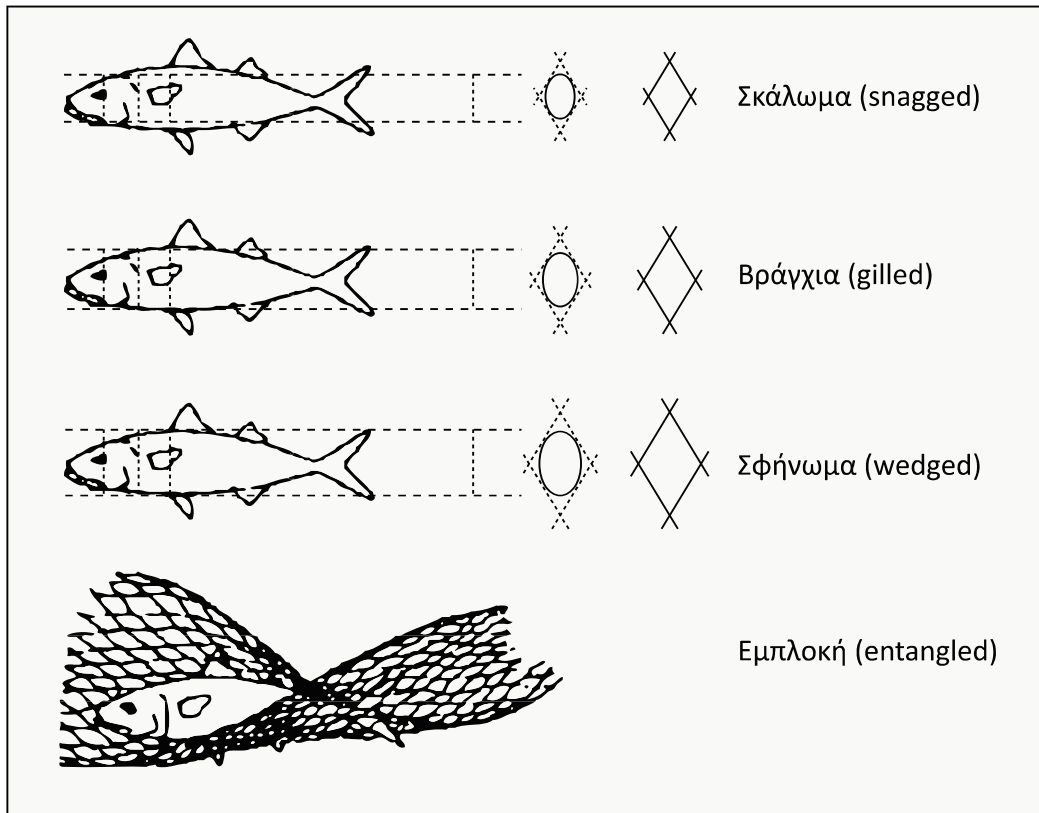
και

$$E'' = \sqrt{1 - E'^2} \quad 2.6$$

Άρα, γνωρίζοντας μόνο τον οριζόντιο λόγο αρματώματος μπορεί να βρεθεί ο κάθετος και αντίστροφα (Baranov 1969). Αλλιώς για συγκεκριμένο οριζόντιο λόγο μπορεί να χρησιμοποιηθούν οι γνωστές τιμές για να βρεθεί ο αντίστοιχος κάθετος λόγος.

Ελληνικός όρος	Αγγλικός όρος	Τύπος	Αποτέλεσμα
Λόγος αρματώματος	Hanging ratio	$\frac{L_r}{L_n}$	0.8
Χάρη στο σχοινί	Percentage of hanging in	$\frac{100 \times (L_n - L_r)}{L_n}$	20%
Αντίστροφος λόγος	Reciprocal hanging ratio (flou)	$\frac{L_n}{L_r}$	1.25
Ποσοστό χάρης	Hang-in percentage	$\frac{100 \times (L_n - L_r)}{L_r}$	25%

Εικόνα 2.6. Τρόποι έκφρασης στα ελληνικά και αγγλικά, τύπος υπολογισμού και αριθμητικό αποτέλεσμα του αρματώματος 10 m τεντωμένου διχτυού (L_n) σε 8 m σχοινιού (L_r).



Εικόνα 2.7. Τρόποι σύλληψης ψαριών σε δίχτυα.

Τρόποι σύλληψης ψαριών σε δίχτυα

Τα ψάρια συλλαμβάνονται από τα δίχτυα με τρεις κυρίως τρόπους (Barapov 1914). Ο πρώτος τρόπος είναι από τα **βράγχια** (gilled) με το άνοιγμα ματιού του δικτυού να βρίσκεται ακριβώς πίσω από το βραγχιακό επικάλυμμα του ψαριού, ο δεύτερος με το **σφήνωμα** (wedged), με το άνοιγμα ματιού βρίσκεται γύρω από το σώμα μέχρι το ραχιαίο πτερύγιο, ο τρίτος με το **σκάλωμα** (snagged) και ο τέταρτος με την **εμπλοκή** (entangled), με το ψάρι να πιάνεται από τα δόντια, τα σαγόνια, τα πτερύγια ή άλλες προεξοχές που ποικίλουν ανά είδος (Εικόνα 2.7). Τα μανωμένα δίχτυα μπορούν να συλλάβουν ψάρια και ασπόνδυλα με έναν ακόμη τρόπο, το θυλάκωμα, με το ψάρι να πιάνεται σε «θήκη» που έχει σχηματιστεί μεταξύ των εξωτερικών και εσωτερικού φύλλου του δικτυού.

2.2.4. Παγίδες

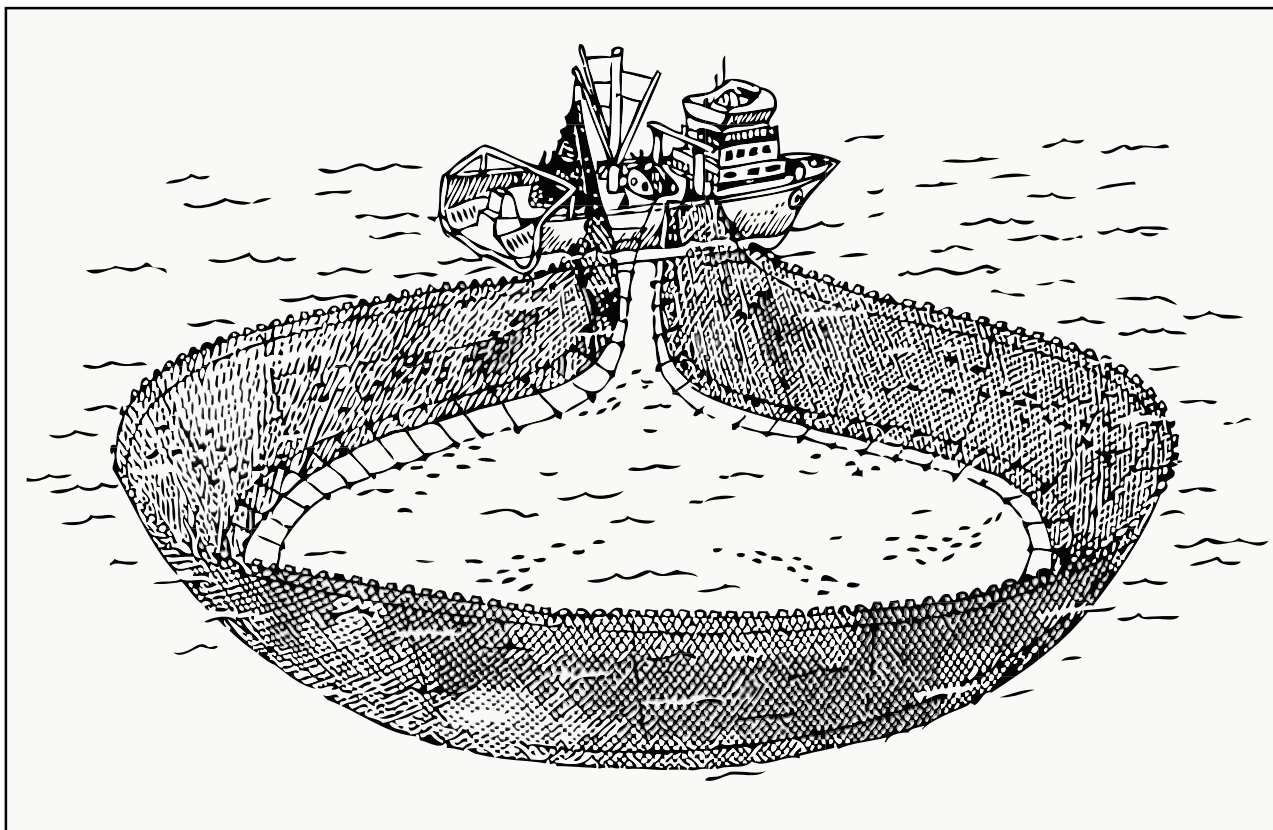
Παγίδες (traps) ονομάζονται τα εργαλεία που βασίζονται στην αρχή της προσέλκυσης και διευκόλυνσης της εισόδου στο εργαλείο, αλλά και της παρεμπόδισης της εξόδου του οργανισμού-στόχου. Οι παγίδες έχουν ποικίλα σχήματα (καλαθιού, δοχείου, βαρελιού ή κλωβού) και αποτελούνται από ξύλινο ή μεταλλικό πλαίσιο που μπορεί να καλύπτεται από δίχτυ ή σύρμα (Adamidou 2007). Τα κυριότερα είδη παγίδας που χρησιμοποιούνται στις ελληνικές θάλασσες είναι οι **βολκοί** ή **νταούλια** (fykenets) για το χταπόδι *Octopus vulgaris*, οι κιούρτοι, οι παγίδες καρκινοειδών (παραλληλεπίπεδες παγίδες για καβούρια και παγίδες καρβίδας *Nephrops norvegicus*), τα κοφινέλα, τα κουτιά (ή κιούπια) και τα καλάθια (von Brandt 1984, Gabriel et al. 2005).

2.2.5. Κυκλικά εργαλεία

Τα κυκλικά εργαλεία είναι μεγάλα δίχτυα, τα οποία αλιεύουν ψάρια που κοπαδιάζουν περικυκλώνοντάς τα τόσο από τις πλευρές, όσο και από το κάτω μέρος του κοπαδιού. Μπορούν είτε να είναι εξοπλισμένα με σχοινί (στίγκα ή στίγκος), είτε όχι. Εκτός από μερικές εξαιρέσεις, το επάνω σχοινί, που φέρει τους πλωτήρες (φελλαριά), των κυκλικών δικτυών εφάπτεται στην επιφάνεια της θάλασσας κατά τη λειτουργία τους (Ben-Yami 1994).

Παραδοσιακά οι παράκτιοι αλιείς στην Ελλάδα χρησιμοποιούσαν μικρά κυκλικά εργαλεία για την αλιεία μικρών πελαγικών ψαριών. Αυτά με διάφορες παραλλαγές (στο μήκος, το ύψος, το άνοιγμα ματιού, με στίγκα ή χωρίς) ονομάζονταν ζαργανόδιχτο (ζαργανιό) για την αλιεία της ζαργάνας *Belone belone* και σαρδελόδιχτο (σαρδελιό) για την αλιεία της σαρδέλας *Sardina pilchardus* (Κουτρακής & Τσίκληρας 2001). Από όλα τα κυκλικά εργαλεία, σήμερα στις ελληνικές θάλασσες επιτρέπεται μόνο η αλιεία με γρι-γρι (Εικόνα 2.8).

Στο **γρι-γρι** (purse-seine net), που είναι το κυριότερο κυκλικό δίχτυ, το κάτω μέρος κλείνει με τη βοήθεια ενός σχοινιού το οποίο διέρχεται από σειρά δακτυλίων κατά μήκος του κάτω σχοινιού (στίγκα), βοηθώντας στο κλείσιμο του δικτυού και στον εγκλωβισμό του κοπαδιού (Εικόνα 2.8). Το γρι-γρι ως αλιευτικό εργαλείο χωρίζεται σε δύο κατηγορίες που παρουσιάζουν αρκετές διαφορές ως προς την κατασκευή και τη χρήση: το γρι-γρι νύχτας και το γρι-γρι ημέρας (Κουτρακής & Τσίκληρας 2001).



Εικόνα 2.8. Γρι-γρι.

Τα γρι-γρι νύχτας δουλεύουν μόνο με σκοτάδι και στηρίζονται στην ιδιότητα του θετικού φωτοτροπισμού (προσέλκυση από τεχνητό φως) που έχουν ορισμένα είδη πελαγικών ψαριών (Ben-Yami 1994). Το γρι-γρι νύχτας κυκλώνει μια συγκεκριμένη περιοχή, στην οποία έχουν εντοπιστεί μεγάλα κοπάδια από πελαγικά ψάρια. Αφού εντοπιστεί το κοπάδι, αφήνεται ο λαμπαδόρος (ψαράς σε βάρκα με λάμπα, τη λαμπόβαρκα) και τα ρομπότ (πλωτές λάμπες) σε μικρή απόσταση μεταξύ τους. Τα ψάρια προσελκύονται από τις λάμπες, μαζεύονται από κάτω και ανεβαίνουν στην επιφάνεια. Οι λάμπες και η λαμπόβαρκα συγκεντρώνονται μαζί στο κέντρο ενός νοητού κύκλου και το σκάφος περικυκλώνει το κοπάδι με το αλιευτικό εργαλείο και κλείνει το δίχτυ από κάτω, τραβώντας τη στίγκα (Ben-Yami 1994). Στη συνέχεια μαζεύεται το δίχτυ με τα χέρια συγκεντρώνοντας έτσι τα ψάρια στον σάκο κοντά στο σκάφος. Τα ψάρια συλλέγονται με μεγάλες απόχες και τοποθετούνται σε παγολεκάνες. Τις ημέρες της πανσελήνου τα γρι-γρι νύχτας δεν ψαρεύουν, γιατί το έντονο και διάχυτο φως του φεγγαριού εμποδίζει την συγκέντρωση των ψαριών στις λάμπες.

Τα ψάρια μπορούν να διαφύγουν από τα κυκλικά εργαλεία με διάφορους τρόπους. Πολλά είδη ψαριών (όπως η φρίσσα *Sardinella aurita*) έχουν την ικανότητα να πετάγονται έξω από το νερό, άρα να περνούν πάνω από το επάνω σχοινί και να διαφεύγουν. Κατά τη διάρκεια του κυκλώματος του κοπαδιού από το εργαλείο ορισμένα άτομα από το κοπάδι μπορούν να διαφύγουν κολυμπώντας προς το άνοιγμα μεταξύ αρχής και τέλους του εργαλείου, πριν αυτό κλείσει. Τέλος, αφού κυκλωθεί το κοπάδι μερικά άτομα μπορούν να διαφύγουν κάτω από το εργαλείο πριν αυτό σιγκάρει και μετατραπεί σε σάκο (Fridman 1986). Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του γρι-γρι και τα αλιεύματα-στόχοι φαίνονται στον Πίνακα 2.1.

Άνοιγμα ματιού στον σάκο κυκλικών εργαλείων

Το άνοιγμα ματιού στον σάκο (το κεντρικό τμήμα της τράτας βυθού και του γρι-γρι όπου συγκεντρώνονται τα ψάρια που αλιεύτηκαν πριν μαζευτεί το εργαλείο με το αλιεύμα στο σκάφος) πρέπει να είναι τέτοιο, ώστε να μην συλλαμβάνει ψάρια που προσπαθούν να διαφύγουν από τα μάτια. Αν το άνοιγμα του ματιού δεν είναι σχεδιασμένο με βάση το εμπορικό μέγεθος του οργανισμού-στόχου, τότε μερικά άτομα θα κατακρατηθούν από τα βράγχια στο αλιευτικό εργαλείο στην προσπάθειά τους να διαφύγουν και θα περιορίσουν την αποδοτικότητα του εργαλείου (Fridman 1986).

Για να υπολογιστεί το ιδανικό –τεντωμένο- άνοιγμα ματιού (M, mm) στον σάκο είναι απαραίτητη η γνώση του ολικού μήκους του ψαριού από το άκρο του ρύγχους μέχρι την άκρη του ουραίου πτερυγίου (L, mm) και του συντελεστή σχήματος σώματος (K). Ο συντελεστής σχήματος σώματος είναι ένας εμπειρικός συντελεστής που προέκυψε ύστερα από πειράματα σύλληψης διαφορετικών ειδών με απλάδια (Fridman 1986). Εξαρτάται από την εξωτερική μορφολογία των ψαριών και μπορεί να κυμαίνεται από 2 έως 3 για παχιά, πλατιά και κοντά ψάρια (π.χ. τόννος *Thunnus thynnus*), από 3 έως 4 για ψάρια μεσαίου μήκους και πάχους (π.χ. ρέγκα *Clupea harengus*), και περίπου 5 για μακριά και λεπτά είδη (π.χ. γαύρος *Engraulis encrasicolus*).

Ανάλογα με το εμπορικό μέγεθος του οργανισμού στόχου και την εξωτερική του μορφολογία, το άνοιγμα ματιού υπολογίζεται ως (Fridman 1986):

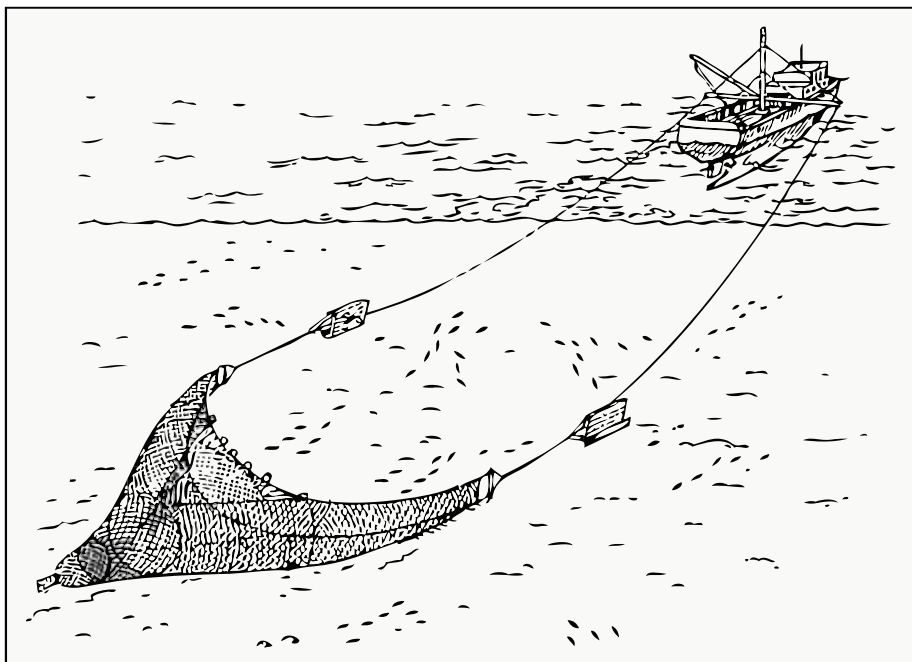
$$M = \frac{2}{3} \times \frac{L}{K}$$

2.7

Ένας εναλλακτικός πρακτικός τρόπος για τον υπολογισμό του ανοίγματος ματιού είναι η μέτρηση της **περιμέτρου** (girth) του οργανισμού-στόχου στο επιθυμητό μέγεθος. Η περίμετρος μετριέται μπροστά από το πρώτο ραχιαίο πτερύγιο (mm). Το ιδανικό μέγεθος ανοίγματος ματιού (τεντωμένο) θα πρέπει να ισούται με το 1/4 της περιμέτρου. Στα γρι-γρι το μέγιστο άνοιγμα ματιού μπορεί να υπολογιστεί και με έναν άλλο τρόπο, αρκεί το ψάρι-στόχος να αλιεύεται και με απλάδια. Στην περίπτωση αυτή το άνοιγμα ματιού στο γρι-γρι θα πρέπει να μην ξεπερνά τα 2/3 του αντίστοιχου ανοίγματος ματιού στα απλάδια (Fridman 1986). Στην πραγματικότητα το άνοιγμα ματιού όλων των αλιευτικών εργαλείων καθορίζεται από την αλιευτική νομοθεσία και βασίζεται στις ιδιαιτερότητες κάθε περιοχής.

2.2.6. Συρόμενα εργαλεία

Τα συρόμενα εργαλεία (trawls) έχουν κωνικό σχήμα (κατασκευασμένα από δύο, τέσσερα ή περισσότερα φύλλα ενωμένα σε σειρά) που καταλήγει σε σάκο (Εικόνα 2.9). Τα εργαλεία αυτά σύρονται από ένα ή δύο σκάφη στο βυθό και ονομάζονται **τράτες βυθού** (bottom trawls) ή στα μεσόνερα και ονομάζονται **μεσοπελαγικές τράτες** (midwater/pelagic trawls). Στις ελληνικές θάλασσες απαγορεύεται η αλιεία με δοκότρατα (άκαμπτο συρόμενο εργαλείο) και με μεσοπελαγική τράτα.



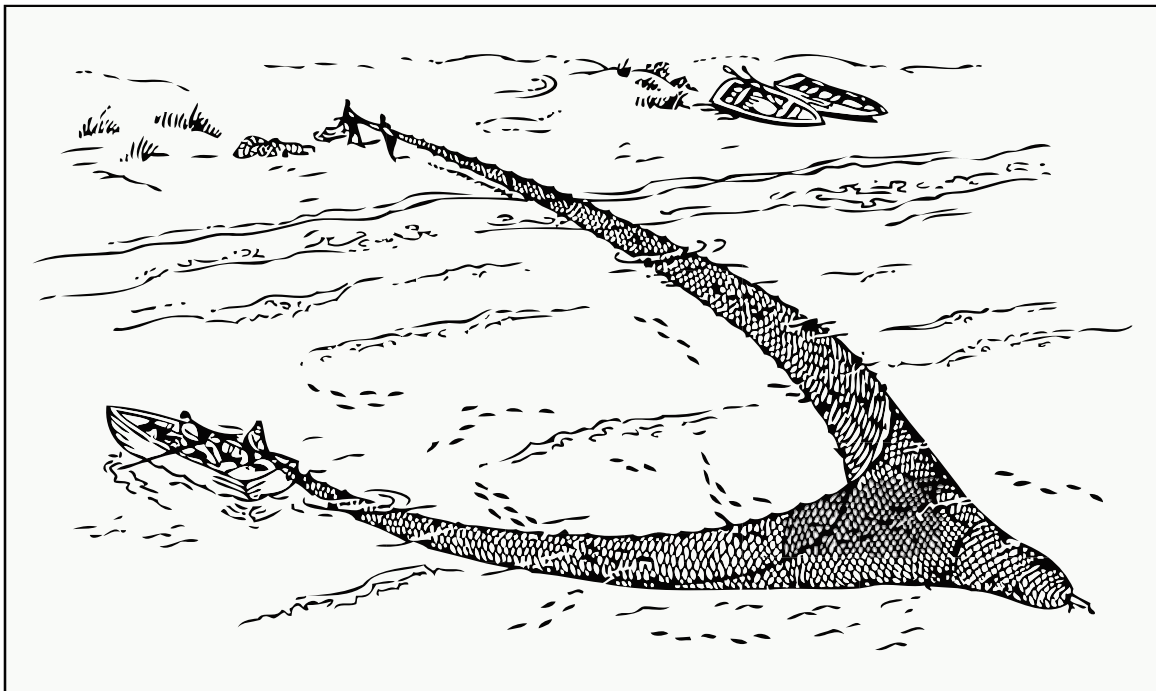
Εικόνα 2.9. Τράτα βυθού.

Η τράτα βυθού είναι κατασκευασμένη από κωνικό δίχτυ που καταλήγει σε σάκο. Έχει σχεδιαστεί για να σύρεται στον πυθμένα και να συλλαμβάνει βενθικούς (ή βύθιους), παραβενθικούς και βενθοπελαγικούς οργανισμούς (von Brandt 1984, Gabriel et al. 2005). Η ταχύτητα σύρσης ποικίλλει ανάλογα με τον οργανισμό-στόχο, το σκάφος και το εργαλείο (συνήθως κυμαίνεται από 2 έως 5 κόμβους) και η αλιεία τους βασίζεται στο φιλτράρισμα του νερού και την κατακράτηση των οργανισμών στο εργαλείο (Fridman 1986). Το οριζόντιο άνοιγμα του στομίου των εργαλείων αυτών επιτυγχάνεται με δοκούς, υδραετούς ή πόρτες ή από την απόσταση μεταξύ των σκαφών. Στις τράτες βυθού το κάθετο άνοιγμα του στομίου καθορίζεται από πλωτήρες και βαρίδια που αρματώνονται στο επάνω και κάτω τμήμα αντίστοιχα. Το μέγεθος του ανοίγματος ματιού και το σχήμα (τετράγωνο ή ρόμβος) καθορίζει τους οργανισμούς και τα μεγέθη που συλλαμβάνονται (Fridman 1986). Όσο μεγαλύτερο το άνοιγμα ματιού, τόσο επιλεκτικότερο το εργαλείο, ενώ το τετράγωνο σχήμα ματιού επίσης βελτιώνει την επιλεκτικότητα σε σχέση με το ρομβοειδές σχήμα. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά και τα αλιεύματα-στόχοι της τράτας βυθού φαίνονται στον Πίνακα 2.1.

Τα συρόμενα εργαλεία είναι επιβλαβή για ολόκληρο το θαλάσσιο οικοσύστημα, γιατί αλιεύουν όλους τους οργανισμούς ανεξαιρέτως, ακόμη και αυτούς που δεν αποτελούν στόχο (παραλιεύματα), ενώ ενοχλούν στιδήποτε φυτρώνει ή προσκολλάται στο βυθό. Οι τράτες βυθού θεωρούνται τα πιο καταστροφικά αλιευτικά εργαλεία παγκοσμίως (Chuenpragdee et al. 2003) και για το λόγο αυτό η σχετική νομοθεσία είναι αυστηρή. Το πρόβλημα όμως είναι μεγαλύτερο σε χώρες στις οποίες οι ελεγκτικοί μηχανισμοί είναι ανύπαρκτοι (όπως η Ελλάδα), με αποτέλεσμα την παράνομη αλιεία των μηχανοτρατών (δηλαδή των σκαφών που χρησιμοποιούν τράτες βυθού) σε περιοχές όπου απαγορεύεται η σύρση. Η σύρση σε λιβάδια ποσειδώνιας *Posidonia oceanica* είναι ιδιαίτερα επιβλαβής για ολόκληρο το οικοσύστημα, γιατί καταστρέφεται το ενδιάστημα πολλών οργανισμών που αναπαράγονται και τρέφονται πάνω σε αυτήν και ερημοποιείται ο βυθός (Chuenpragdee et al. 2003).

2.2.7. Γρίποι και τράτες

Οι γρίποι και οι τράτες (πεζότρατα, βιντζότρατα) ξεχωρίζονται ξεχωριστά από τα συρόμενα εργαλεία, γιατί, αν και παρουσιάζουν κάποια κοινά στοιχεία (π.χ. είναι όλα ενεργητικά εργαλεία και σύρονται πάνω στο βυθό), ανήκουν σε διαφορετική κατηγορία αλιευτικού εργαλείου (Εικόνα 2.10). Ο **γρίπος** (bag seine) αποτελείται από δυο παράλληλα κομμάτια δίχτυ που ενώνονται στη μέση σχηματίζοντας το σάκο. Σύρεται από πεζούς παράλληλα προς την ακτή ή κάθετα σε μικρό βάθος με κατεύθυνση προς την ακτή. Η **πεζότρατα** (beach seine) είναι ένα είδος μεγαλύτερου γρίπου που σύρεται κάθετα προς την ακτή από πεζούς (Εικόνα 2.10). Η **βιντζότρατα** (boat seine) είναι η εξέλιξη της πεζότρατας με προσαρμογές για σύρση από σκάφος εφοδιασμένο με βίντζι.



Εικόνα 2.10. Πεζότρατα.

Ο τρόπος λειτουργίας και αλιείας των βιντζοτρατών είναι εντελώς διαφορετικός από αυτόν των συρόμενων εργαλείων βυθού. Οι βιντζότρατες έλκονται στο σκάφος με τη δύναμη βιντζιών με το σκάφος να παραμένει ακίνητο, ενώ η τράτα βυθού σύρεται πίσω από το σκάφος με τη δύναμη της μηχανής, καθώς το σκάφος κινείται (Fridman 1986). Τα συρόμενα εργαλεία έχουν τις πόρτες που προσφέρουν μεγαλύτερο οριζόντιο άνοιγμα στο στόμιο του εργαλείου, ενώ οι βιντζότρατες χρησιμοποιούν το ίδιο το εργαλείο ή τα μακριά σχοινιά αλιείας για να οδηγήσουν τα ψάρια μέσα στο σάκο (von Brandt 1984, Gabriel et al. 2005), δηλαδή τα εργαλεία αυτά χρησιμοποιούν τις πόρτες και τα σχοινιά για να «ψαρέψουν». Αν και έρχονται σε επαφή με τον πυθμένα, όπως και οι τράτες βυθού, οι βιντζότρατες είναι ελαφρύτερα εργαλεία και επηρεάζουν λιγότερο τους βενθικούς οργανισμούς. Το νόμιμο βάρος, που χρησιμοποιείται στο κάτω μέρος του οριζόντιου ανοίγματος, καθορίζεται από τη νομοθεσία και είναι περιορισμένο, με στόχο να ελαχιστοποιείται η επίδραση στον πυθμένα ή στην ποσειδώνια. Συχνά οι βιντζότρατες εκμεταλλεύονται τους ίδιους οργανισμούς με τις τράτες βυθού, αλλά αλιεύουν σε μικρότερα βάθη. Ο γρίπος, που έχει απαγορευτεί γιατί αλιεύει πολύ μικρά άτομα ψαριών κοντά στην ακτή, δηλαδή σε περιοχές που αποτελούν **νηπιακά πεδία** (nursery areas), χρησιμοποιείται μόνο για επιστημονικούς σκοπούς. Στις ελληνικές θάλασσες η πεζότρατα και η βιντζότρατα δεν χρησιμοποιούνται πλέον. Τα κύρια χαρακτηριστικά της πεζότρατας και της βιντζοτρατας και τα αλιεύματα-στόχοι φαίνονται στον Πίνακα 2.1.

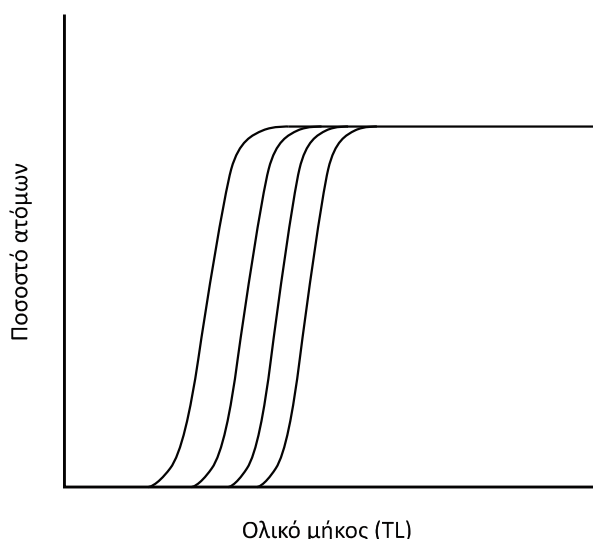
2.3. Επιλεκτικότητα αλιευτικών εργαλείων

Η **επιλεκτικότητα** (selectivity) είναι η σημαντικότερη παράμετρος ενός αλιευτικού εργαλείου και κύριος στόχος της σύγχρονης αλιευτικής τεχνολογίας (MacLennan 1992). Αναφέρεται στην ιδιότητα των αλιευτικών εργαλείων να συλλαμβάνουν συγκεκριμένο εύρος μεγεθών ενός οργανισμού και να αφήνουν τα υπόλοιπα μεγέθη να διαφεύγουν (Armstrong et al. 1990). Επίσης, η επιλεκτικότητα αφορά και την ικανότητα ενός εργαλείου να συλλαμβάνει συγκεκριμένα είδη, αφήνοντας τα είδη που δεν αποτελούν στόχο να διαφεύγουν. Συνεπώς, τα επιλεκτικά εργαλεία συλλαμβάνουν λίγα είδη και περιορισμένο (συγκεκριμένο) εύρος μεγεθών, ενώ αντίθετα τα μη επιλεκτικά εργαλεία συλλαμβάνουν ανεξαιρέτως όλους τους οργανισμούς και όλα τα μεγέθη. Η επιλεκτικότητα σε μέγεθος στην ουσία εκφράζει το ποσοστό των ατόμων που κατακρατούνται προς αυτά που διαφεύγουν από το αλιευτικό εργαλείο. Η καμπύλες επιλεκτικότητας εκφράζουν την πιθανότητα ενός οργανισμού με μήκος L να κατακρατηθεί από ένα εργαλείο ή να διαφύγει (δεδομένου ότι έχει έρθει σε επαφή με το εργαλείο). Οι καμπύλες επιλεκτικότητας ποικίλλουν ανάλογα με το αλιευτικό εργαλείο και τα επιμέρους χαρακτηριστικά του (Pope et al. 1975).

Το πρόβλημα με το μέγεθος αλίευσης των οργανισμών είναι περίπλοκο, γιατί μέχρι πρόσφατα επικρατούσε η άποψη ότι πρέπει να προστατεύονται μόνο τα νεαρά άτομα, ώστε να φτάσουν σε μέγεθος ωρίμασης και να μπορέσουν να αναπαραχθούν τουλάχιστον μια φορά στη ζωή τους πριν αλιευθούν (Στεργίου et al. 2011). Σχετικά πρόσφατα διατυπώθηκε η άποψη ότι τα μεγαλύτερα σε μέγεθος άτομα ενός είδους παράγουν περισσότερα (αυτό ήταν γνωστό από την εκθετική σχέση της γονιμότητας με το μήκος στα ψάρια: Κεφάλαιο 9) αλλά και καλύτερης ποιότητας ωοκύτταρα με μεγαλύτερες πιθανότητες επιβίωσης μετά τη γονιμοποίησή τους (Birkeland & Dayton 2005). Έτσι, το κυρίως αναπαραγωγικό δυναμικό (δηλαδή τα μεγαλύτερα θηλυκά) πρέπει επίσης να προστατεύεται από την αλιευτική δραστηριότητα. Συνεπώς, τα αλιευτικά εργαλεία πρέπει να είναι σχεδιασμένα, ώστε να συλλαμβάνουν συγκεκριμένο μέγεθος οργανισμών, αφήνοντας τα μικρότερα και τα μεγαλύτερα να διαφεύγουν (Froese et al. 2015).

2.3.1. Υπολογισμός επιλεκτικότητας τράτας βυθού και γρι-γρι

Η σιγμοειδής καμπύλη (Εικόνα 2.11) περιγράφει την επιλεκτικότητα σε μέγεθος στις τράτες βυθού και στα γρι-γρι (Millar & Walsh 1992). Στην ουσία για τα εργαλεία αυτά τα μικρά σε μέγεθος άτομα διαφεύγουν από το άνοιγμα ματιού του διχτυού, ενώ από ένα μέγεθος και μετά όλα τα άτομα που έρχονται σε επαφή με το εργαλείο πιάνονται και δεν έχουν δυνατότητα διαφυγής. Από τη σιγμοειδή σχέση μεταξύ του ποσοστού των ατόμων που κατακρατούνται προς αυτά που διαφεύγουν σε κάθε κλάση μήκους υπολογίζεται το μέσο μήκος σύλληψης (L_c) που ορίζεται ως το μέγεθος εκείνο στο οποίο το 50% των ατόμων συλλαμβάνονται από το αλιευτικό εργαλείο. Για τον υπολογισμό της επιλεκτικότητας της τράτας βυθού πραγματοποιούνται πειράματα επιλεκτικότητας με την προσθήκη ενός εξωτερικού διχτυού με πολύ μικρό άνοιγμα ματιού για να κατακρατούνται τα άτομα που διαφεύγουν από τον σάκο του αλιευτικού εργαλείου (Petraakis & Stergiou 1997).



Εικόνα 2.11. Σιγμοειδής καμπύλη που περιγράφει την επιλεκτικότητα των γρι γρι και της τράτας για τέσσερα διαφορετικά μεγέθη ματιού.

Για τον προσδιορισμό του μέσου μήκους σύλληψης έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες εξισώσεις. Η αναλογία των ατόμων που συλλαμβάνονται προς αυτά που διαφεύγουν είναι μια αυξητική σιγμοειδής συνάρτηση του μεγέθους τους, δηλαδή η πιθανότητα σύλληψης αυξάνεται με το μήκος (Fryer 1991). Έτσι, το L_c καθορίζεται από τη σιγμοειδή σχέση του ποσοστού των συλληφθέντων ατόμων σε κάθε κλάση μήκους, η οποία είναι συνήθως συμμετρική. Η σχέση αυτή περιγράφεται από την εξίσωση:

$$P = \frac{e^{(a+\beta L)}}{1+e^{(a+\beta L)}}$$

2.8

όπου P είναι το ποσοστό των ατόμων που έχουν συλληφθεί προς το σύνολο των ατόμων, L είναι η κλάση ολικού μήκους, α και β είναι οι συντελεστές της εξίσωσης.

Το προβλεπόμενο μήκος, στο οποίο το 50% των ατόμων που έρχονται σε επαφή με το εργαλείο έχουν συλληφθεί, υπολογίζεται από την εξίσωση ως ο αρνητικός λόγος των δύο συντελεστών (Fryer 1991):

$$L_c = -\frac{\alpha}{\beta}$$

2.9

Επίσης, μπορεί να υπολογιστεί το μήκος στο οποίο συλλαμβάνεται το 25% και το 75% των ατόμων ενός αποθέματος σύμφωνα με τις εξισώσεις:

$$L_{25} = \frac{(-\ln(3)-\alpha)}{\beta}$$

2.10

$$L_{75} = \frac{(\ln(3)-\alpha)}{\beta}$$

2.11

Το εύρος μηκών από το L_{25} έως το L_{75} είναι συμμετρικό ως προς το L_c και ονομάζεται εύρος επιλογής. Στις τράτες βυθού το L_c θεωρείται ανάλογο του ανοίγματος ματιού του σάκου. Ο συντελεστής αναλογικότητας ονομάζεται **συντελεστής επιλογής** (selection factor, SF) και όταν είναι γνωστός, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό του μήκους σύλληψης L_c από τον τύπο:

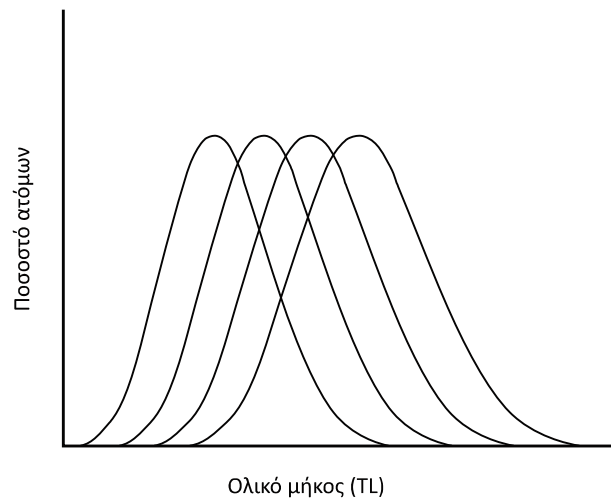
$$L_c = SF \times (\text{άνοιγμα ματιού})$$

2.12

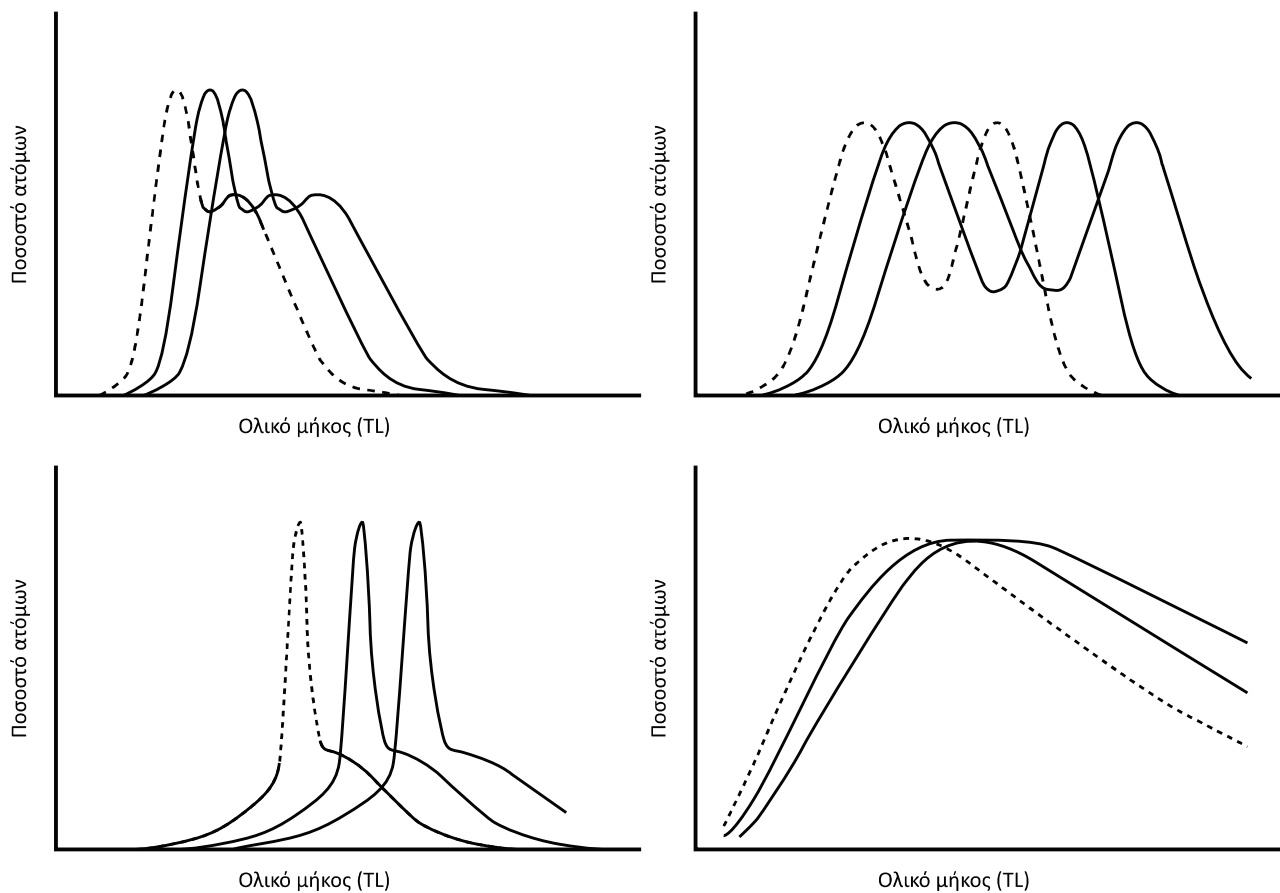
Η επιλογή των ψαριών σχετίζεται με την εξωτερική μορφολογία και το σχήμα του σώματός τους (Pauly 1984). Τα λεπτά ψάρια (π.χ. η κορδέλα *Cepola macrophthalma*) έχουν υψηλό συντελεστή επιλογής, ενώ τα ογκώδη (π.χ. η πεσκανδρίτσα *Lophius budegassa*) έχουν χαμηλό. Συνεπώς, η επιλογή των ψαριών εξαρτάται από το **συντελεστή περιμέτρου** σώματος (girth factor), που είναι ο λόγος της **μέγιστης περιμέτρου** (maximum girth) προς το ολικό μήκος σώματος (total length), και από τον **λόγο βάθους** (depth ratio), που είναι ο λόγος του **σταθερού μήκους** (standard length) προς το **μέγιστο βάθος σώματος** (maximum body depth).

2.3.2. Υπολογισμός επιλεκτικότητας διχτύων

Σε αντίθεση με την τράτα βυθού και το γρι-γρι, όπου μόνο τα μικρά σε μέγεθος ψάρια έχουν μικρή πιθανότητα σύλληψης, τα απλάδια δίχτυα επιλέγουν συγκεκριμένο μήκος ατόμων και αφήνουν τα μικρότερα και τα μεγαλύτερα άτομα να διαφύγουν (Hovgård & Lassen 2000). Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, τα δίχτυα είναι παθητικά εργαλεία, συνεπώς οι οργανισμοί πρέπει να κολυπήσουν προς αυτά για να πιαστούν. Έτσι, οι οργανισμοί που κολυπούν γρήγορα έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα επαφής με τα δίχτυα και κατ' επέκταση υψηλότερη πιθανότητα σύλληψης. Στα δίχτυα τα μικρά άτομα περνούν μέσα από το δίχτυ χωρίς να παγιδευτούν, ενώ τα μεγάλα δεν χωρούν να εισχωρήσουν στο άνοιγμα ματιού και συνεπώς δεν πιάνονται στο δίχτυ. Έτσι, στα απλάδια στα οποία τα είδη πιάνονται είτε από τα βράγχια, είτε με σφήνωμα η καμπύλη επιλεκτικότητας έχει τη μορφή της κανονικής κατανομής (Εικόνα 2.12) (Hamley 1975).



Εικόνα 2.12. Κανονική κατανομή που περιγράφει την επιλεκτικότητα στα απλάδια δίχτυα (και για μερικά είδη στα μανωμένα δίχτυα και στα παραγάδια) για τέσσερα διαφορετικά μεγέθη ματιών.



Εικόνα 2.13. Καμπύλες επιλεκτικότητας μανωμένων διχτύων που αποκλίνουν από την κανονική κατανομή για τρία διαφορετικά μεγέθη ματιών.

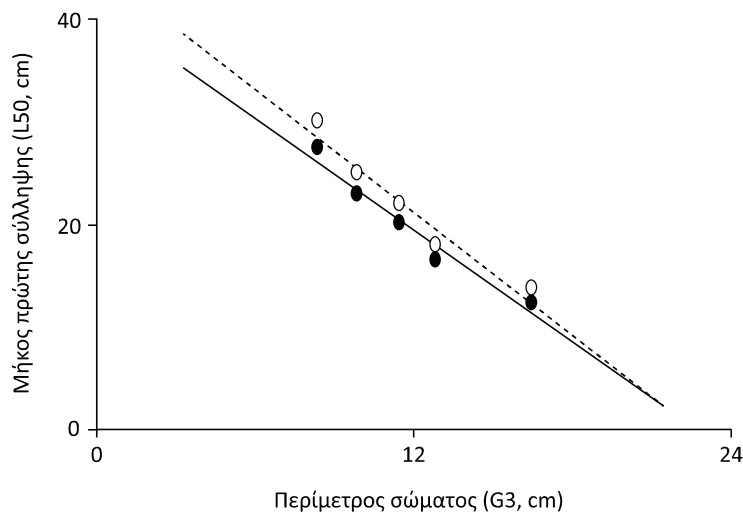
Στα μανωμένα δίχτυα κάποια είδη συλλαμβάνονται με ένα μόνο τρόπο, με θυλάκωμα, όπως ισχύει για την σουπιά *Sepia officinalis* και τη μαρμαρομουδιάστρα *Torpedo marmorata*. Για τα είδη αυτά η καμπύλη επιλεκτικότητας έχει, όπως και στα απλάδια, μορφή κανονικής κατανομής (Erzini et al. 2006). Τα περισσότερα είδη όμως συλλαμβάνονται στα μανωμένα δίχτυα με περισσότερους από δύο τρόπους (δηλαδή και με θυλάκωμα και από τα βράγγια, με εμπλοκή και σφήνωμα) και έτσι η καμπύλη επιλεκτικότητάς τους έχει μορφή που αποκλίνει από την κανονική κατανομή και ποικίλλει από κατανομή εκτεταμένη προς τα δεξιά ως κατανομή με δύο ή περισσότερες κορυφές (Εικόνα 2.13), με τα διαφορετικά πρότυπα να αντιστοιχούν στους διαφορετικούς τρόπους σύλληψης των οργανισμών (Erzini et al. 2006).

Τέλος, οι καμπύλες επιλεκτικότητας στα παραγάδια ποικίλλουν ανάλογα με το είδος-στόχο, δεν είναι τόσο ξεκάθαρες όσο στις τράτες, τα γρι-γρι και τα απλάδια δίχτυα και μπορεί για μερικά είδη να έχουν σιγμοειδή μορφή και για άλλα κανονική κατανομή (Stergiou & Erzini 2002, Erzini et al. 2003). Μια σημαντική διαχειριστική προσέγγιση είναι η προσπάθεια προώθησης των επιλεκτικών εργαλείων όπως τα απλά δίχτυα, που θεωρούνται ιδιαίτερα επιλεκτικά, καθώς συλλαμβάνουν πολύ περιορισμένο εύρος μεγεθών (π.χ. πιάνουν ελάχιστα άτομα με μέγεθος μεγαλύτερο από $\pm 20\%$ του βέλτιστου μήκους σύλληψης: Hamley 1975). Έτσι, η χρήση τους μπορεί να καθορίσει τόσο το μέγεθος των μικρών, όσο και των μεγάλων ατόμων που πιάνονται (Fonseca et al. 2005).

Για την εκτίμηση της επιλεκτικότητας των δίχτυων χρησιμοποιείται μεγάλος αριθμός δίχτυων με διαφορετικό άνοιγμα ματιού που καλύπτει ολόκληρο το εύρος μεγέθους του οργανισμού-στόχου (Εικόνα 2.14). Παρόμοια τακτική επιλέγουν και οι ψαράδες για να εξασφαλίσουν τη σύλληψη πολλών μεγεθών και να αποφύγουν την επίδραση της επιλεκτικότητας (Honnigård & Lassen 2000). Το μοντέλο που χρησιμοποιείται κυρίως για την επιλεκτικότητα των απλαδιών δίχτυων είναι αυτό των Baranov/Holt που βασίζεται σε δυο σύνολα δεδομένων μηκών, τα οποία προέρχονται από απλάδια με δυο διαφορετικά ανοίγματα ματιού, m_A και m_B ($m_A < m_B$). Το μοντέλο αυτό προϋποθέτει ότι η αλιευτική προσπάθεια είναι η ίδια, οι καμπύλες επιλεκτικότητας είναι κανονικές κατανομές με ίσες τυπικές αποκλίσεις, τα μήκη σύλληψης αλληλεπικαλύπτονται σε αρκετές κλάσεις μήκους (Pauly 1984) και οι μέσες τιμές των κανονικών κατανομών L_A και L_B σχετίζονται έτσι ώστε:

$$\frac{m_A}{m_B} = \frac{L_A}{L_B}$$

2.13



Εικόνα 2.14. Σχέση ανάμεσα στο μήκος πρώτης σύλληψης (L_{50}) και την περίμετρο σώματος μπροστά από το πρώτο ραχιαίο πτερύγιο (G_3 για ολικό μήκος $TL = 20\text{ cm}$) για τον σπάρο *Diplodus annularis*, το λυθρίνι *Pagellus erythrinus*, το μπαρμπούνι *Mullus surmuletus*, τη γώπα *Boops boops* και το ασπροσαύριδο *Trachurus mediterraneus*, σε απλάδια δίχτυα με άνοιγμα ματιού 22 (μαύροι κύκλοι) και 24mm (λευκοί κύκλοι). Είναι φανερό ότι όσο μεγαλύτερο είναι το μάτι του δίχτυου, τόσο μεγαλύτερα άτομα πιάνονται (δεδομένα από Stergiou & Erzini 2002).

Αν ισχύουν οι παραπάνω παραδοχές και είναι γνωστές οι συλλήψεις από τα δίχτυα με άνοιγμα ματιού m_A και m_B , μπορεί να υπολογιστεί το μέσο μήκος που αντιστοιχεί στο A (L_A) και αυτό που αντιστοιχεί στο B (L_B) από τις συλλήψεις κάθε ματιού (C_A και C_B) με γραμμική παλινδρόμηση:

$$\ln\left(\frac{C_B}{C_A}\right) = a + b \times L_i$$

2.14

όπου C_B/C_A είναι ο λόγος σύλληψης, a είναι η τομή και b η κλίση της γραμμικής παλινδρόμησης και L_i είναι το μέσο μήκος σε κάθε ηλικιακή κλάση.

Τα μέσα μήκη σύλληψης για κάθε μάτι υπολογίζονται από την κλίση και την τομή της παλινδρόμησης ως:

$$L_A = \frac{(-2a \times m_A)}{[b \times (m_A + m_B)]} \quad 2.15$$

και

$$L_B = \frac{(-2a \times m_B)}{[b \times (m_A + m_B)]} \quad 2.16$$

Η τυπική απόκλιση (SD) και των δυο καμπύλων επιλεκτικότητας υπολογίζεται ως:

$$SD = \frac{\sqrt{2a \times (m_A - m_B)}}{b^2 \times (m_A + m_B)} \quad 2.17$$

Τα μέσα μήκη σύλληψης μπορούν να υπολογιστούν και από το συντελεστή επιλογής (SF):

$$L_A = SF \times m_A \quad 2.18$$

και

$$L_B = SF \times m_B \quad 2.19$$

Ο συντελεστής επιλογής υπολογίζεται από την κλίση και την τομή της παλινδρόμησης ως:

$$SF = -\frac{2a}{[b \times (m_A + m_B)]} \quad 2.20$$

Γνωρίζοντας τα L_A , L_B και SD, μπορεί να εκτιμηθεί η πιθανότητα σύλληψης (P) για κάθε κλάση μήκους ή για κάθε μήκος (L) για άνοιγμα ματιού m_A και m_B :

$$P_{A,L} = e^{-\left[\frac{(L-L_A)^2}{(2 \times (SD)^2)}\right]} \quad 2.21$$

και

$$P_{B,L} = e^{-\left[\frac{(L-L_B)^2}{(2 \times (SD)^2)}\right]} \quad 2.22$$

Σήμερα, η επιλεκτικότητα των διχτύων συνήθως υπολογίζεται με βάση τη μέθοδο SELECT (Millar 1992, Millar & Fryer 1999) όπως αυτή υιοθετείται στο λογισμικό GILLNET (CONSTAT 1998). Περισσότερες πληροφορίες για τη μέθοδο SELECT και το λογισμικό GILLNET υπάρχουν σε μια σειρά δημοσιεύσεων (Millar & Holst 1997, Millar & Fryer 1999).

2.3.3. Υπολογισμός επιλεκτικότητας παραγαδιών

Η επιλεκτικότητα των παραγαδιών μπορεί να υπολογιστεί με τη μέθοδο του Wulff (1986) και των Kirkwood & Walker (1986). Σύμφωνα με τη μέθοδο αυτή το μέγιστο μήκος στην πρώτη σύλληψη και οι αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις είναι γραμμική συνάρτηση του μεγέθους του αγκιστριού. Ο Wulff (1986) έδειξε ότι οι παράμετροι της καμπύλης επιλεκτικότητας υπολογίζονται από τη μεγιστοποίηση της παρακάτω συνάρτησης πιθανότητας (βλέπε επίσης Kirkwood & Walker 1986):

$$\sum_{l,m} \left[c_{l,m} \ln \left(\frac{s_{l,m}}{\sum_m s_{l,m}} \right) \right] \quad 2.23$$

όπου $c_{l,m}$ and $s_{l,m}$ είναι οι συλλήψεις και οι επιλεκτικότητες για τις κλάσεις μεγέθους l και τα μεγέθη των αγκιστριών m , αντίστοιχα. Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως στη βιβλιογραφία (Erzini et al. 1997, Sousa et al. 1999).

2.4. Αποτελεσματικότητα αλιευτικών εργαλείων

Ο όρος αποτελεσματικότητα αναφέρεται στον αριθμό των ατόμων που συλλαμβάνονται από ένα αλιευτικό εργαλείο ανά συγκεκριμένη μονάδα ενέργειας ή χρόνου (Fridman 1986). Ο αριθμός αυτός είναι μέρος του ολικού αριθμού των ατόμων που βρίσκονται σε μια περιοχή που αλιεύεται, καθώς μερικά άτομα αποφεύγουν τη σύλληψη κολυμπώντας ή δραπέτευοντας από το αλιευτικό εργαλείο.

Η απόλυτη αλιευτική αποτελεσματικότητα (E_N) ορίζεται ως ο λόγος του αριθμού των ψαριών που πιάνονται (N) προς το συνολικό αριθμό των ψαριών που υπάρχουν στην περιοχή δράσης ενός αλιευτικού εργαλείου κατά τη διάρκεια μιας καλάδας (N_0):

$$E_N = \frac{N}{N_0} \quad 2.24$$

Η απόλυτη αλιευτική αποτελεσματικότητα μπορεί να πάρει τιμές από 0, όταν κανένα άτομο δεν πιάνεται, έως 1, όταν πιάνονται όλα ($N = N_0$).

Η σύλληψη ανά μονάδα χρόνου που δαπανά ένα αλιευτικό εργαλείο σε μια αλιευτική περιοχή (C_T) καθορίζεται από τρεις παράγοντες που επηρεάζουν την αλιευτική αποτελεσματικότητα, όπως φαίνεται στην εξίσωση (Fridman 1986):

$$C_T = C_E \times W \times E_T \quad 2.25$$

όπου C_E είναι η σύλληψη ανά μονάδα προσπάθειας, W είναι η ισχύς της αλιευτικής μονάδας και E_T είναι η χρονική αποτελεσματικότητα της αλιευτικής δραστηριότητας.

Στην παραπάνω εξίσωση η σύλληψη ανά μονάδα προσπάθειας (C_E) προκύπτει από την εξίσωση:

$$C_E = \frac{N}{V} \quad 2.26$$

όπου C_E είναι ο λόγος των πραγματικών συλλήψεων (N) που αλιεύονται σε έναν κύκλο λειτουργίας προς τον όγκο νερού (V).

Η ισχύς της αλιευτικής μονάδας, δηλαδή το αλιευτικό σκάφος μαζί με το εργαλείο (W), προκύπτει από:

$$W = \frac{V}{T_f} \quad 2.27$$

όπου W είναι ο ρυθμός φιλτραρίσματος νερού από το αλιευτικό εργαλείο κατά τη διάρκεια της λειτουργίας του, V είναι ο όγκος νερού που φιλτράρεται και T_f είναι ο χρόνος που δαπανήθηκε για την αλιεία (Fridman 1986).

Τέλος, η χρονική αποτελεσματικότητα της αλιευτικής δραστηριότητας (E_T) προκύπτει από την εξίσωση:

$$E_T = \frac{T_f}{T} \quad 2.28$$

όπου E_T είναι ο λόγος του πραγματικού χρόνου αλιείας (T_f) προς τη συνολική διάρκεια της αλιευτικής διαδικασίας (T). Ο πραγματικός χρόνος αλιείας αναφέρεται στη διάρκεια σύρσης ενός αλιευτικού εργαλείου και η διάρκεια της αλιευτικής διαδικασίας στη χρονική περίοδο από την πόντιση του αλιευτικού εργαλείου μέχρι την επιστροφή του στο σκάφος (Fridman 1986).

Τα παραπάνω σημαίνουν ότι όσο μεγαλύτερος είναι ο αριθμός των ψαριών που συλλαμβάνονται ανά μονάδα όγκου νερού που φιλτράρεται (C_E) και όσο μεγαλύτερος είναι ο πραγματικός χρόνος αλιείας σε σχέση με το σύνολο του χρόνου που δαπανάται (E_T), τόσο μεγαλύτερη είναι η σύλληψη ανά μονάδα χρόνου (C_T).

Επειδή εξαρτάται από πολλές παραμέτρους, η απόλυτη αλιευτική αποτελεσματικότητα (E_N) μπορεί να χαρακτηρίσει μόνο μερικώς την αποτελεσματικότητα ενός αλιευτικού εργαλείου (Fridman 1986). Επιπλέον είναι πολύ δύσκολο να εκτιμηθεί άμεσα η ακριβής τιμή του E_N , γιατί το πραγματικό αλίευμα (N) μπορεί να μετρηθεί σε βάρος ή αφθονία, αλλά είναι αδύνατο να μετρηθεί ο συνολικός αριθμός των ψαριών που υπάρχουν στην περιοχή δράσης ενός εργαλείου (N_0).

Έτσι, για πρακτικούς σκοπούς χρησιμοποιείται η σχετική αλιευτική (ή συλληπτική) αποτελεσματικότητα που συγκρίνει τις συλλήψεις μεταξύ δύο αλιευτικών εργαλείων (ή συνδυασμών σκάφους, εργαλείου και πληρώματος), συνήθως ενός νέου σε σχέση με ένα κλασικό ή τυποποιημένο.

Η σχετική αλιευτική αποτελεσματικότητα (E_r) υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$E_c = \frac{C_G}{C_S}$$

2.29

όπου C_G οι συλλήψεις από ένα συγκεκριμένο αλιευτικό εργαλείο ή αλιευτική μονάδα (συνδυασμός σκάφους, εργαλείου και πληρώματος) και C_S οι συλλήψεις από τυποποιημένη αλιευτική μονάδα. Προϋπόθεση για τη σύγκριση είναι οι συλλήψεις να έχουν πραγματοποιηθεί στην ίδια περιοχή, με τις ίδιες συνθήκες αλιείας και στον ίδιο χρόνο.

Προτεινόμενη βιβλιογραφία κεφαλαίου

Το βιβλίο του von Brandt (1984) και η συνέχειά του από τους Gabriel et al. (2005) περιγράφει όλες τις αλιευτικές μεθόδους και τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως και το βιβλίο του Fridman (1986) περιγράφει τον σχεδιασμό των κυριότερων αλιευτικών εργαλείων. Η «Θαλασσινή Εγκυκλοπαίδεια» του Ανανιάδη (1964) περιέχει χρήσιμες πληροφορίες και σχέδια για τα περισσότερα από τα αλιευτικά εργαλεία που έχουν χρησιμοποιηθεί στις ελληνικές θάλασσες.

Ασκήσεις

- 1.** Δίνεται ένα αρχείο με δύο φύλλα (Sel-Trawl & Sel-Purse) που το καθένα περιέχει τρεις στήλες με δεδομένα μήκους (Length), συνολικό αριθμό ατόμων ανά κλάση μήκους (Tot) και αριθμό των ατόμων που έχουν συλληφθεί (Cap), καθώς και μια κενή στήλη (Percent).
 - α. Να υπολογιστεί το μέσο μήκος σύλληψης (L_c), τα όρια εμπιστοσύνης και οι παράμετροι (L_{25} , L_{75}) για το υποθετικό είδος του παραδείγματος που αλιεύεται με γρι-γρι και τράτες βυθού.
 - β. Ποιο από τα δύο αλιευτικά εργαλεία (τράτα βυθού ή γρι-γρι) συλλαμβάνει τα μεγαλύτερα μεγέθη και από πού προκύπτει αυτό;
- 2.** Να βρεθεί μια εργασία δημοσιευμένη σε διεθνές περιοδικό που να περιλαμβάνει ένα πείραμα επιλεκτικότητας με τράτα βυθού ή γρι-γρι και να περιγραφούν σε 5-10 γραμμές τα αποτελέσματά του πειράματος. Να γίνει πλήρης βιβλιογραφική αναφορά της εργασίας που χρησιμοποιήθηκε.
- 3.** Δίνεται ένα αρχείο δύο στηλών με δεδομένα μήκους (cm) υποθετικού είδους, που προέρχονται από απλά δίχτυα με διαφορετικά ανοίγματα δικτυού (A: 20 mm, B: 24 mm).
 - α. Να υπολογιστούν τα μέσα μήκη σύλληψης (L_A και L_B) που αντιστοιχούν σε κάθε άνοιγμα ματιού για το υποθετικό είδος του παραδείγματος στο πρόγραμμα FiSAT και στο EXCEL.
 - β. Να υπολογιστεί ο συντελεστής SF και η πιθανότητα σύλληψης για κάθε κλάση μήκους.
- 4.** Να βρεθεί μια εργασία δημοσιευμένη σε διεθνές περιοδικό που να περιλαμβάνει ένα πείραμα επιλεκτικότητας με δίχτυα ή παραγάδια και να περιγραφούν σε 5-10 γραμμές τα αποτελέσματά του πειράματος. Να γίνει πλήρης βιβλιογραφική αναφορά της εργασίας που χρησιμοποιήθηκε.

4. Κατηγορίες αλιείας και αλιευτική προσπάθεια

Σύνοψη

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται βασικές έννοιες της αλιευτικής επιστήμης (συλλήψεις, εκφορτώσεις, παρεμπύπτοντα, απορρίψεις, τυχαίες συλλήψεις) και περιγράφονται οι κατηγορίες της επαγγελματικής και ερασιτεχνικής αλιείας στις ελληνικές θάλασσες και παγκοσμίως. Αναλύονται οι τρόποι υπολογισμού της αλιευτικής προσπάθειας ανά αλιευτικό εργαλείο και αναφέρεται η εκτίμηση του βαθμού εκμετάλλευσης των αποθεμάτων με βάση τη μέθοδο της καμπύλης σύλληψης.

Εισαγωγή

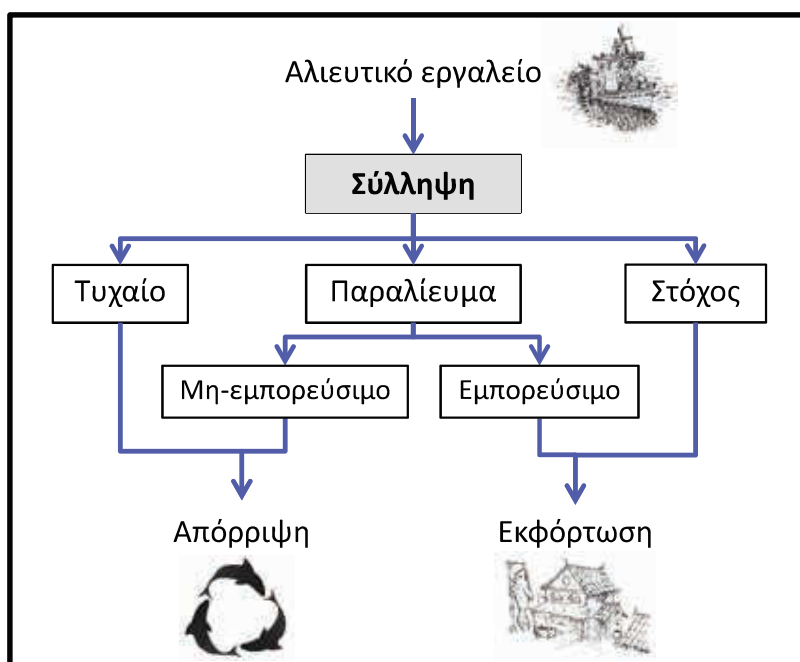
Παρόλο που η ποιότητα και η ακρίβεια των αλιευτικών δεδομένων είναι καθοριστικής σημασίας για τη διαχείριση των αποθεμάτων (Hilborn & Walters 1992), τα στατιστικά στοιχεία που συλλέγονται από εθνικές υπηρεσίες είναι συχνά περιορισμένης ακρίβειας (Costanza et al. 1992), καθώς περιλαμβάνουν καταγραφές που υπερεκτιμούν (Watson & Pauly 2001) ή υποεκτιμούν (Pauly & Maclean 2003) την πραγματική **αλιευτική παραγωγή** (δηλαδή τη συνολική βιομάζα που αφαιρείται από το οικοσύστημα εξαιτίας της αλιείας) και την πραγματική **αλιευτική προσπάθεια** (δηλαδή τον συνολικό αριθμό και τα χαρακτηριστικά των αλιευτικών σκαφών, τις ημέρες αλιείας που δραστηριοποιούνται και τα χαρακτηριστικά κάθε αλιευτικού εργαλείου). Η απουσία τέτοιων δεδομένων έχει εμποδίσει την πλήρη εκτίμηση της επίδρασης της αλιείας στα θαλάσσια οικοσυστήματα (Κεφάλαιο 5).

4.1. Αλιευτική παραγωγή και προσπάθεια

Ο προσδιορισμός της συνολικής βιομάζας που αφαιρείται από τη θάλασσα και της συνολικής αλιευτικής προσπάθειας επιτρέπει την εκτίμηση της επίδρασης της αλιείας στους πληθυσμούς των θαλάσσιων οργανισμών, τη βιοποικιλότητα, τα τροφικά πλέγματα και συνεπώς τα οικοσυστήματα και διευκολύνει την αλιευτική και οικοσυστημική διαχείριση (Pauly et al. 2013). Επιπλέον, αποτελεί τη βάση για τον ακριβέστερο προσδιορισμό των **σημείων αναφοράς** (reference points), των **ορίων** (limits) και των **στόχων** (targets) που απαιτούνται στη διαχείριση των αποθεμάτων αλλά και στις παραμέτρους ποιοτικής περιγραφής της καλής περιβαλλοντικής κατάστασης των θαλασσών (Οδηγία για τη Θαλάσσια Στρατηγική 2008/56/ΕΚ). Σε όλους αυτούς τους δείκτες εμπλέκονται, άμεσα ή έμμεσα, η αλιευτική παραγωγή, η σύνθεση των ειδών και η βιομάζα των συλλήψεων ή των εκφορτώσεων, που θεωρείται ότι αντανακλούν τη σύνθεση και βιομάζα των ειδών στη θάλασσα και χρησιμοποιούνται προσεγγιστικά (Pauly et al. 2013).

4.2. Συλλήψεις = εκφορτώσεις + απορρίψεις

Οι βασικοί όροι που θα αναλυθούν έχουν ιδιαίτερη σημασία στην αλιεία και τη διαχείριση των αποθεμάτων και συχνά συγχέονται μεταξύ τους (Εικόνα 4.1), ακόμη και στη βιβλιογραφία (Kelleher 2005). Η ανάλυση γίνεται σε δύο επίπεδα. Πρώτον, αν ο ψαράς είχε σκοπό να αλιεύσει τα συγκεκριμένα είδη ή αν τα έπιασε παρεμπιπτόντως και δεύτερον, αν αυτά που πιάστηκαν, στοχευμένα ή μη, είναι για κάποιο λόγο ανεπιθύμητα ή μη εμπορεύσιμα. Σύμφωνα με τον Ευρωπαϊκό ορισμό, όμως, ο όρος «είδος – στόχος» είναι το είδος για το οποίο ο ψαράς έχει άδεια να ψαρέψει με συγκεκριμένο σκάφος ή εργαλείο. Η πρακτική αυτή ισχύει κυρίως για την αλιεία στον Ατλαντικό και δεν έχει σχέση με τις πρακτικές αλιείας στη Μεσόγειο. Με την νομική έννοια του όρου τα είδη στόχοι ή στοχευόμενα είδη είναι αυτά για τα οποία υπάρχει ποσόστωση, κάτι που για τα Μεσογειακά είδη ισχύει μόνο για τον τόννο *Thunnus thynnus*.



Εικόνα 4.1. Η πορεία των συλλήψεων μέχρι την αγορά ή την επιστροφή στη θάλασσα.

4.2.1. Συλλήψεις

Η συνολική βιομάζα σπονδυλωτών και ασπόνδυλων ζώων αλλά και η φυτική βιομάζα που αφαιρείται από το οικοσύστημα εξαιτίας της αλιείας αποτελούν τις **συνολικές συλλήψεις** ή **εξαλιεύσεις** (total catch ή catches) του αλιευτικού στόλου, οι οποίες αποτελούνται από τις εκφορτώσεις και τις απορρίψεις (Zeller & Pauly 2005).

4.2.2. Εκφορτώσεις

Από τη συνολική βιομάζα που αφαιρείται, μόνο ένα ποσοστό φτάνει στην ιχθυόσκαλα (ή λιμάνι εκφόρτωσης), καταγράφεται, και είναι εμπορεύσιμο. Αυτό το ποσοστό ονομάζεται **εκφορτώσεις** (landings) και πολλές φορές χρησιμοποιείται ως συνώνυμο των συλλήψεων, ιδιαίτερα αν δεν υπάρχουν δεδομένα απορρίψεων (Tsiikliras et al. 2013β,γ), ερασιτεχνικής, αθλητικής, ψυχαγωγικής, ανεξέλεγκτης και παράνομης αλιείας (Pitcher et al. 2002). Υπάρχει και ένα ποσοστό της συνολικής βιομάζας που έχει αφαιρεθεί από τη θάλασσα που επιστρέφεται πίσω σε αυτήν και αποτελεί τις απορρίψεις που αναλύονται παρακάτω.

4.2.3. Απορρίψεις

Ο όρος **απορρίψεις** (discards) ή απορριπτόμενο (ή σκάρτο) αλιεύμα αναφέρεται στο ποσοστό των ανεπιθύμητων συλλήψεων που, αφού έρθει πάνω στο πλοίο, στη συνέχεια πετιέται ή επιστρέφεται πίσω στη θάλασσα για οποιονδήποτε λόγο (Kelleher 2005). Τα απορριπτόμενα μπορεί να είναι ζωντανά ή νεκρά και δεν περιλαμβάνουν φυτικά υλικά ή υλικά που προέρχονται από τη μετέπειτα επεξεργασία του αλιεύματος (όπως εντόσθια). Εξαιρέση αποτελούν οι καρχαρίες, οι οποίοι αλιεύονται για τα πτερυγία τους (Worm et al. 2013). Οι καρχαρίες πετιούνται ολόκληροι στη θάλασσα μετά από την «κατάλληλη» επεξεργασία της αφαίρεσης των πτερυγίων τους και συμπεριλαμβάνονται στα απορριπτόμενα αλιεύματα. Οι απορρίψεις γενικά δεν συνάδουν με υπεύθυνη και βιώσιμη διαχείριση, εκτός από τις περιπτώσεις σύλληψης αβγώνευου ευρωπαϊκού αστακού *Homarus gammarus*, αστακού *Palinurus elephas* ή караβίδας *Nephrops norvegicus*, τυχαίας σύλληψης μέλους της «χαρισματικής» μεγαπανίδας (δελφίνια, φάλαινες, φώκιες, χελώνες) και σύλληψης οργανισμού με υψηλή πιθανότητα επιβίωσης μετά την απελευθέρωσή του (π.χ. αστερίες, καβούρια). Η πιθανότητα επιβίωσης των απορριπτόμενων αλιευμάτων εξαρτάται από το βάθος της αλιείας, τη διάρκεια της σύρσης (στις τράτες βυθού), την παραμονή των διχτύων στο νερό και κυρίως από τη φυσιολογία και την αντοχή του οργανισμού. Για παράδειγμα, οι απορρίψεις από παγίδες παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερα ποσοστά επιβίωσης των οργανισμών σε σχέση με τις τράτες βυθού (Kelleher 2005).

Λόγοι απόρριψης

Οι λόγοι για τους οποίους απορρίπτεται μέρος του αλιεύματος ποικίλλουν και σχετίζονται κυρίως με την εμπορική αξία των οργανισμών και την αλιευτική νομοθεσία (Tsagarakis et al. 2014). Οι απορρίψεις αντανakλούν την αντίδραση του ψαρά στις μεταβαλλόμενες συνθήκες της αλιείας και τα ποσοστά απορριπτόμενων αλιευμάτων προς το σύνολο του αλιεύματος ποικίλλουν ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του αλιευτικού εργαλείου που χρησιμοποιείται, τις ανάγκες της αγοράς (προσφορά-ζήτηση), την εποχή και ανάλογα με το οικοσύστημα.

Με βάση μια πρόσφατη κατηγοριοποίηση (Eliassen & Christensen 2012) οι παράγοντες που επηρεάζουν τις απορρίψεις είναι οι φυσικές συνθήκες (σύσταση, αφθονία και διαθεσιμότητα αλιεύματος), οι περιβαλλοντικοί παράγοντες (βάθος, βυθός, καιρικές συνθήκες, παραγωγικότητα), η αλιευτική πρακτική (διάρκεια συρσης, ξεψάρισμα, χρόνος παραμονής στο νερό), οι αλιευτικοί κανονισμοί και η αλιευτική νομοθεσία (επιλεκτικότητα αλιευτικού εργαλείου, χρονικές και χωρικές απαγορεύσεις, ελάχιστο επιτρεπόμενο μέγεθος αλίευσης) και η επίδραση της αγοράς (εμπορική αξία αλιεύματος, ικανότητα αποθήκευσης αλιεύματος και ικανότητα πληρώματος στο ξεψάρισμα). Συνήθως απορρίπτονται κάποια είδη που δεν έχουν εμπορική αξία και αυτά που δεν μπορούν να διακινηθούν εμπορικά, γιατί έχουν αλιευτεί παράνομα ή γιατί δεν επιτρέπεται η αλιεία τους. Αυτοί οι παράγοντες συχνά επιδρούν συνεργικά και δεν είναι εύκολο να διαχωριστούν, ιδιαίτερα στην πολυειδική αλιεία, όπως είναι η Μεσογειακή αλιεία (Tsagarakis et al. 2014). Στη Μεσόγειο οι απορρίψεις καθορίζονται περισσότερο από τις ανάγκες της αγοράς παρά από τη νομοθεσία και το εμπορεύσιμο παεμπύπτον αλίευμα μπορεί να αποτελέσει σημαντική οικονομική ενίσχυση για τους ψαράδες (Tsagarakis et al. 2014).

Σε περιοχές όπου ισχύει το μέτρο του ελάχιστου επιτρεπόμενου μεγέθους αλίευσης, απορρίπτονται τα υπομεγέθη, καθώς δεν μπορούν να πωληθούν νόμιμα. Επίσης, απορρίπτονται τα άτομα που έχουν αλλοιωθεί από το αλιευτικό εργαλείο ή από την επίθεση άλλων οργανισμών κατά τη διαδικασία της αλιείας. Το πρόβλημα της αλλοίωσης του αλιεύματος από άλλους οργανισμούς είναι εντονότερο στα σταθερά δίκτυα που παραμένουν για πολλές ώρες στη θάλασσα και γίνονται στόχος θαλάσσιων θηλαστικών που τρέφονται με ό,τι έχει πιαστεί στα δίκτυα (Lopez 2006). Σε αυτήν την περίπτωση καταστρέφεται μερικώς και το δίκτυο, οπότε το οικονομικό κόστος της αλλοίωσης του αλιεύματος είναι ελάχιστο σε σχέση με την καταστροφή του αλιευτικού εργαλείου (Παρδαλου & Τσικληρας 2015α).

Πόσα απορρίπτονται;

Η πρώτη προσέγγιση για την εκτίμηση των απορριπτόμενων αλιευμάτων σε παγκόσμια κλίμακα έγινε από τον διεθνή οργανισμό FAO το 1994 (Alverson et al. 1994). Μια πιο πρόσφατη εκτίμηση (Kelleher 2005) αναφέρει μέσες απορρίψεις 7,3 εκατομμυρίων τόνων ανά έτος ή περίπου το 8% των συλλήψεων, ποσοστό που μπορεί να είναι πολύ υψηλό για κάποια αλιευτικά εργαλεία. Η αλιεία της γαρίδας, κυρίως στα τροπικά νερά, απορρίπτει τις υψηλότερες ποσότητες με σταθμισμένο μέσο ρυθμό απόρριψης στο 62% (Kelleher 2005). Οι Zeller & Pauly (2005) επαναπροσέγγισαν το φλέγον αυτό ζήτημα δίνοντας τις δικές τους εκτιμήσεις (από 7,3 έως 39 εκατομμύρια τόνοι ετησίως) για τα απορριπτόμενα αλιεύματα και υπολόγισαν ότι τα απορριπτόμενα μειώθηκαν τα τελευταία χρόνια ως αποτέλεσμα της παράλληλης μείωσης των παγκόσμιων εκφορτώσεων.

Απορρίψεις ανά εργαλείο

Οι απορρίψεις ποικίλλουν πολύ τόσο γεωγραφικά, όσο και ανά αλιευτικό εργαλείο, με τις τράτες βυθού και γενικότερα τα συρόμενα εργαλεία να ευθύνονται για τα υψηλότερα ποσοστά απορρίψεων σε σχέση με τις συλλήψεις (Πίνακας 4.1), φαινόμενο που ονομάζεται υψηλός λόγος απορρίψεων (Hall et al. 2000). Οι μέσες τιμές που έχουν αναφερθεί για τις τράτες βυθού είναι 45-50% στη δυτική (Tsagarakis et al. 2014), κεντρική (Sánchez et al. 2007) και ανατολική (Tsagarakis et al. 2008) Μεσόγειο, με εξαίρεση τη Συρία όπου οι τράτες έχουν σχεδόν μηδενικές απορρίψεις (Kelleher 2005), και την Αίγυπτο (El-Mor et al. 2002) και την Τουρκία (Atar & Malai 2010, Zengin & Akyol 2009), όπου οι απορρίψεις δεν ξεπερνούν το 20%. Οι τοπικές, εποχικές και διαχρονικές διακυμάνσεις των απορριπτόμενων αλιευμάτων είναι υψηλές, ακόμη και όταν αφορούν το ίδιο αλιευτικό εργαλείο (Machias et al. 2001, Vassilopoulou et al. 2007, Tsagarakis et al. 2008). Οι μεσοπελαγικές τράτες, τα γρι-γρι και η μικρή παράκτια αλιεία, παρόλο που δεν εμφανίζουν υψηλούς λόγους απορρίψεων, εντούτοις παράγουν υψηλές ποσότητες απορριπτόμενων, γιατί αλιεύουν και τις υψηλότερες ποσότητες οργανισμών σε σχέση με τα υπόλοιπα αλιευτικά εργαλεία (Tsagarakis et al. 2014). Στη Μεσόγειο τα απορριπτόμενα αλιεύματα υπολογίζονται σε περίπου 230.000 τόνους ή 18,6% των συλλήψεων, με το ποσοστό να κυμαίνεται μεταξύ 13,3 και 26,8% (Tsagarakis et al. 2014).

Πίνακας 4.1. Οι εκφορτώσεις και οι απορρίψεις ανά αλιευτικό εργαλείο (από Kelleher 2005).

Αλιεία/Αλιευτικό εργαλείο	Εκφορτώσεις (t)	Απορρίψεις (t)	Μέσος λόγος απορρίψεων (%)	Εύρος λόγου απορρίψεων (%)
Τράτα γαρίδας	1.126.267	1.865.064	62,3	0-96
Τράτα βυθού	16.050.978	1.704.107	9,6	0,5-83
Παραγάδι για τόννο	1.403.591	560.481	28,5	0-40
Μεσοπελαγική τράτα	4.133.203	147.126	3,4	0-56
Γρι-γρι για τόννο	2.673.378	144.152	5,1	0,4-10
Πολυεργαλειακή αλιεία	6.023.146	85.436	1,4	-
Παγίδες	240.551	72.472	23,2	0-61
Δράγα	165.660	65.373	28,3	9-60
Γρι-γρι για μικρά πελαγικά ψάρια	3.882.885	48.852	1,2	0-27
Παραγάδι βυθού (πατοπαραγάδο)	581.560	47.257	7,5	0,5-57
Δίχτυα (απλάδια/μανωμένα)	3.350.299	29.004	0,5	0-66
Πετονιά (καθετή)	155.211	3.149	2,0	0-7
Καλάμι και πετονιά για τόννο	818.505	3.121	0,4	0-1
Συλλογή με το χέρι	1.134.432	1.671	0,1	0-1
Καλαμαριέρα	960.432	1.601	0,1	0-1

Ο λόγος απορρίψεων προς εκφορτώσεις (discards/landings, D/L) στις ΗΠΑ κυμαίνεται από 0,12 (στην περιοχή της Αλάσκα) μέχρι 4,56 για την αλιεία της γαρίδας στον Κόλπο Μεξικού (Harrington et al. 2005). Τα στοιχεία αυτά αναφέρονται στο 2002 όταν στις ΗΠΑ εκφορτώθηκαν 3,7 εκατομμύρια τόνοι ψαριών και απορρίφθηκαν 1,06 εκατομμύρια τόνοι (Harrington et al. 2005).

Απορρίψεις στις ελληνικές θάλασσες

Στην Ελλάδα πολλά υπομεγέθη αλιεύματα δεν απορρίπτονται, αλλά πωλούνται παράνομα εκτός της ιχθυόσκαλας (δηλαδή χωρίς να καταγράφονται), κυρίως σε εστιατόρια τουριστικών περιοχών. Στις ελληνικές θάλασσες απορρίπτονται περισσότερα από 100 είδη ψαριών, 30 είδη κεφαλόποδων και 20 είδη καρκινοειδών (Machias et al. 2001, Vassilopoulou et al. 2007). Τα ποσοστά ποικίλλουν και ο λόγος απορρίψεων προς συλλήψεις ψαριών, καρκινοειδών και κεφαλόποδων είναι ανάλογα με την περιοχή 0,40 (Ιόνιο), 0,55 (Κυκλάδες) και 0,25 (Θρακικό Πέλαγος) (Machias et al. 1999). Οι απορρίψεις ποικίλλουν και ανάλογα με το βάθος της αλιείας με λόγο απορρίψεων προς συλλήψεις 0,59 σε βάθη μικρότερα των 150 m, 0,63 σε βάθη 150–200 m και 0,37 σε βάθη μεγαλύτερα των 300 m (Vassilopoulou & Paraconstantinou 1998). Συνολικά, εκτιμάται ότι οι απορρίψεις στις ελληνικές θάλασσες κυμαίνονται από 35 έως 45% των συλλήψεων (Stergiou et al. 1998, Machias et al. 2001). Ως προς τα είδη-στόχους, οι απορρίψεις της εμπορικής αλιείας κυμαίνονται από 0% για το μπαρμπούνη *Mullus surmuletus* έως 10% για τον μπακαλιάρο *Merluccius merluccius* και τη γάμπαρη *Parapenaeus longirostris* (Machias et al. 1999). Τα συρόμενα εργαλεία είναι η λιγότερο επιλεκτική πρακτική και προκαλούν τα περισσότερα παρεμπόδιτα αλιεύματα και τις υψηλότερες απορρίψεις που μπορεί να φτάνουν το 45% των συλλήψεων (Vassilopoulou et al. 2007).

Συνέπειες των απορρίψεων

Τα απορριπτόμενα αλιεύματα, που μαζί με τα **παράνομα** (illegal), τα **ανεξέλεγκτα** (unregulated) και αυτά που **δεν καταγράφονται** (unreported) μπορεί να ισούνται με το μισό της βιομάζας που εκφορτώνεται, αποτελούν ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα της αλιευτικής επιστήμης (Pitcher et al. 2002), καθώς εντείνουν το πρόβλημα της θαλάσσιας ρύπανσης και δυσχεραίνουν σημαντικά τη διαχείριση των αποθεμάτων (Diamond & Beukers-Stewart 2011). Οικονομικά πρόκειται για τεράστια σπατάλη διαθέσιμων πόρων που θα

μπορούσαν δυνητικά να χρησιμοποιηθούν ως τροφή (για ανθρώπους, όχι ζωοτροφή).

Τα απορριπτόμενα εκτός από σπατάλη βιομάζας αλλάζουν τη δομή του οικοσυστήματος, γιατί η μεγάλη ποσότητα νεκρών οργανισμών που επιστρέφεται στο οικοσύστημα ευνοεί τους πτωματοφάγους οργανισμούς (Moranta et al. 2000). Οι πτωματοφάγοι οργανισμοί μπορεί να είναι ψάρια (το φιδόχελο *Ophichthus rufus*) ή ασπόνδυλα (το ισόποδο *Cirolana borealis* και το αμφίποδο *Scopelocheirus hopei*). Συνεπώς, η αλιεία έχει πολυσύνθετη επίδραση στις βιοκοινωνίες και το οικοσύστημα, καθώς ένα μόνο είδος μπορεί να ευνοηθεί από την αφαίρεση της βιομάζας των ανταγωνιστών και των θηρευτών του και από την προσθήκη τροφής εξαιτίας των απορρίψεων (Bozzano & Sardà 2002).

Παρά την αντίληψη ότι τα απορριπτόμενα είναι σπατάλη τροφής και πόρων με σημαντικές κοινωνικές και οικονομικές προεκτάσεις και αρνητική επίδραση στους βιολογικούς πόρους και το οικοσύστημα (Diamond & Beukers-Stewart 2011), υπάρχουν και οι θετικές πλευρές των απορρίψεων (Tsagarakis et al. 2014). Η βιομάζα που απορρίπτεται αποτελεί πηγή τροφής για τους θαλάσσιους οργανισμούς, συμβάλλει στην παραγωγικότητα του οικοσυστήματος και στη μεταφορά βιομάζας από την πελαγική στη βενθική ζώνη (Sarda et al. 2015). Ιδιαίτερα σε ολιγοτροφικές περιοχές, όπως η Μεσόγειος, κάθε οργανικό απόβλητο, όπως τα θρεπτικά συστατικά που προέρχονται από τις μονάδες ιχθυοεκτροφών, μπορεί να ενισχύσει συγκεκριμένους πληθυσμούς και αλιευτικές δραστηριότητες (Machias et al. 2005).

Υπάρχουν λύσεις;

Για να μειωθούν οι απορρίψεις στις μεσογειακές θάλασσες απαιτούνται τεχνικά μέτρα που σχετίζονται με τη βελτίωση της επιλεκτικότητας των εργαλείων (δηλαδή της ικανότητάς τους να συλλαμβάνουν συγκεκριμένο εύρος μεγεθών και να αφήνουν τα υπόλοιπα να διαφεύγουν, Κεφάλαιο 2) και την αποφυγή από τον στόλο περιοχών στις οποίες αλιεύονται πολλά δυνάμει απορριπτόμενα αλιεύματα (Tsagarakis et al. 2014). Η αποφυγή τέτοιων περιοχών περιλαμβάνει χωροχρονικές απαγορεύσεις για να προστατευθούν είδη που βρίσκονται σε συγκεκριμένο στάδιο, όπως οι περιοχές με νεαρά άτομα ή τα αναπαραγωγικά πεδία των ενήλικων ατόμων (Tsagarakis et al. 2014). Τα μη-επιλεκτικά εργαλεία που συλλαμβάνουν όλους τους οργανισμούς ανεξαιρέτως μεγέθους είναι αυτά που προκαλούν τη μεγαλύτερη ζημιά στα αποθέματα και φυσικά παρουσιάζουν και υψηλότερο λόγο απορρίψεων προς εκφορτώσεις (Stergiou et al. 1998), ενώ οι σύρσεις μικρότερης διάρκειας με τράτα βυθού μειώνουν τα απορριπτόμενα (Moranta et al. 2000), πιθανώς όμως και τις συλλήψεις (Zeller & Pauly 2005).

Τα απορριπτόμενα πρέπει να θεωρηθούν ως αναπόσπαστο κομμάτι της οικοσυστημικής διαχείρισης και η αντιμετώπισή τους δεν θα πρέπει να περιοριστεί στα τεχνικά μέτρα και στην τροποποίηση των αλιευτικών εργαλείων (Tsagarakis et al. 2014). Η πρόσφατη αναθεώρηση της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής της Ε.Ε., σύμφωνα με την οποία όλα τα ανεπιθύμητα αλιεύματα θα εκφορτώνονται, θα προκαλέσει μείωση των απορριπτόμενων, αλλά δεν θα ενισχύσει τη βιωσιμότητα των αλιευτικών πόρων αφού τα ανεπιθύμητα θα έχουν ήδη αφαιρεθεί από τη θάλασσα. Επιπλέον, αυτή η πηγή τροφής και διαθέσιμης ενέργειας για ολόκληρο το οικοσύστημα θα χαθεί ενισχύοντας την απώλεια βιομάζας και παραγωγής των οργανισμών που βρίσκονται στα ανώτερα τροφικά επίπεδα (Sarda et al. 2015). Τέλος, η διοχέτευση των ανεπιθύμητων αλιευμάτων στην αγορά των ζωοτροφών ίσως τα καταστήσει λιγότερο ανεπιθύμητα και ενθαρρύνει την αφαίρεσή τους από το οικοσύστημα για οικονομικούς λόγους (Sarda et al. 2015).

4.3. Στόχοι, παρεμπόμπτοντα αλιεύματα και τυχαίες συλλήψεις

4.3.1. Αλιεύματα στόχοι

Οι ψαράδες, κάθε φορά που ξεκινούν για να ψαρέψουν, στοχεύουν σε συγκεκριμένα είδη και μεγέθη των ειδών αυτών και επιλέγουν να χρησιμοποιήσουν συγκεκριμένα εργαλεία που θα τους επιτρέψουν να πιάσουν τα επιθυμητά είδη και τα επιλεγμένα μεγέθη των ειδών αυτών. Τα επιθυμητά είδη ονομάζονται **είδη-στόχοι** (target species) και συνήθως επιλέγονται χάρη στην οικονομική τους αξία και στο κέρδος που θα αποφέρουν με την πώλησή τους (Tsikliras & Polymeros 2014). Συνεπώς στοχεύονται πρώτα οι οργανισμοί μεγάλης οικονομικής αξίας, όπως τα μεγαλόσωμα ψάρια (ροφός *Epinephelus marginatus*, βλάχος *Polyprion americanus*, συναγρίδα *Dentex dentex*, μαγιάτικο *Seriola dumerili*, ξιφίας *Xiphias gladius*, τόννος *Thunnus thynnus*), αλλά και τα ακριβά ασπόνδυλα (ευρωπαϊκός αστακός *Homarus gammarus*, καραβίδα *Nephrops norvegicus*, γαρίδα *Melicertus kerathurus*).

4.3.2. Παρεμπύπτοντα αλιεύματα

Πολλές φορές τα αλιευτικά εργαλεία, και ιδιαίτερα τα μη-επιλεκτικά εργαλεία, αλιεύουν οργανισμούς (ψάρια, κεφαλόποδα και καρκινοειδή) που δεν αποτελούσαν αρχικά στόχο της αλιείας. Οι οργανισμοί που πιάνονται σε ένα αλιευτικό εργαλείο χωρίς να αποτελούν στόχο της αλιείας ονομάζονται **παρεμπύπτοντα αλιεύματα** ή **παρααλιεύματα** (by-catch ή non-target). Πρόκειται για οργανισμούς που συχνά έχουν εμπορική αξία και εκφορτώνονται μαζί με τα είδη-στόχους της αλιείας (Broadhurst 2000), ενώ αν η αξία τους είναι χαμηλή απορρίπτονται πίσω στη θάλασσα. Συχνά ο όρος παρεμπύπτον αλιεύμα συγχέεται με αυτόν της τυχαίας σύλληψης που θα αναλυθεί παρακάτω (Alverson et al. 1994).

Επειδή στις ελληνικές θάλασσες η φύση της παράκτιας αλιείας και της αλιείας με τράτα βυθού είναι πολυειδική (θεωρητικά στοχεύονται λίγα είδη, αλλά τελικά αλιεύονται πολλά), η έννοια του παρααλιεύματος χάνει τη σημασία της. Ωστόσο, σε κάποιες αλιευτικές περιοχές πρακτικά στοχεύεται ένα ή το πολύ δύο είδη από ένα αλιευτικό εργαλείο, ενώ υπάρχουν και αλιευτικά εργαλεία που αλιεύουν επιλεκτικά και στοχεύουν συγκεκριμένα σε λίγα είδη και περιορισμένο εύρος μεγεθών των ειδών αυτών (Κεφάλαιο 2).

4.3.3. Τυχαίες συλλήψεις

Η **τυχαία σύλληψη** (incidental catch) αναφέρεται σε σπάνια φαινόμενα σύλληψης ή παγίδευσης στο αλιευτικό εργαλείο οργανισμών που δεν αποτελούν αντικείμενο της αλιευτικής δραστηριότητας, όπως θαλασσοπούλια, θαλάσσιες χελώνες, δελφίνια και φάλαινες (Kelleher 2005). Οι οργανισμοί αυτοί πολύ συχνά επιβιώνουν από την επαφή με το αλιευτικό εργαλείο και απελευθερώνονται στη θάλασσα (ή στον αέρα στην περίπτωση των θαλασσοπουλιών) ζωντανοί. Ο ρυθμός επιβίωσης εξαρτάται από τον οργανισμό, την εποχή, την περιοχή, το αλιευτικό εργαλείο και την αλιευτική πρακτική (π.χ. τα δελφίνια στα απλάδια έχουν ποσοστό επιβίωσης μεγαλύτερο από 80%: Dawson 1991). Οι καταγραφές των τυχαίων συλλήψεων γίνονται συνήθως σε αφθονία και όχι σε βιομάζα (Dawson 1991).

Το κοινό δελφίνι *Delphinus delphis* είναι από τα είδη που συλλαμβάνονται συχνότερα από διάφορα αλιευτικά εργαλεία, γιατί, όπως έχει παρατηρηθεί, τρέφεται πάνω στα δίχτυα των ψαράδων με ψάρια που έχουν ήδη αλιευθεί (Παρδαλου & Τσικληρας 2015α) ή κατά τη διάρκεια της κύκλωσης των κοπαδιών από τα γρι-γρι που στοχεύουν σε μικρά πελαγικά ψάρια (Bearzi et al. 2010). Ωστόσο, τα δελφίνια απειλούνται περισσότερο από τα μεγάλα γρι-γρι που χρησιμοποιούνται για την αλιεία του ερυθρού τόννου *Thunnus thynnus* στον Ατλαντικό και του μεγαλομάτη τόννου *Thunnus obesus* στον Ατλαντικό και τον Ειρηνικό Ωκεανό, αλλά και από τα παρασυρόμενα αφρόδιχτα, στα οποία εγκλωβίζονται (Hall 1998). Αυτά τα εργαλεία δεν χρησιμοποιούνται από τον ελληνικό αλιευτικό στόλο (Κεφάλαιο 2).

4.4. Στοιχειωμένη αλιεία

Η **στοιχειωμένη αλιεία** ή αλιεία φάντασμα (ghost fishing) αναφέρεται στη θνησιμότητα των ψαριών και άλλων οργανισμών που προκαλείται από την εκούσια ή ακούσια απώλεια, εγκατάλειψη ή απόρριψη αλιευτικών εργαλείων που παραμένουν στο οικοσύστημα και συνεχίζουν να αλιεύουν ανεξέλεγκτα (Matsuoaka et al. 2005). Εκτός από την αύξηση της θνησιμότητας των οργανισμών, τα ανεξέλεγκτα αλιευτικά εργαλεία καταστρέφουν τα βενθικά ενδιαιτήματα και ρυπαίνουν τη θάλασσα (Parker 1990). Τα αλιευτικά εργαλεία που συνήθως «στοιχειώνονται» είναι κυρίως τα παθητικά εργαλεία, όπως τα παραγάδια, τα απλάδια, τα μανωμένα δίχτυα και οι παγίδες, και λιγότερο τα ενεργητικά εργαλεία, όπως οι τράτες βυθού και τα γρι-γρι (Matsuoaka et al. 2005). Η χρήση συνθετικών και μη-βιοδιασπώμενων υλικών για την κατασκευή των σύγχρονων αλιευτικών εργαλείων έχει επιτείνει το πρόβλημα καθώς αυξήθηκε η διάρκεια ζωής τους (Laist 1987).

Οι αιτίες απώλειας σχετίζονται κυρίως με το βάθος της αλιείας, το υπόστρωμα του βυθού, τις κακές καιρικές συνθήκες κατά τη διαδικασία της πόντισης ή ανέλκυσης των εργαλείων, τη χρήση μεγαλύτερου εργαλείου από τη δυνατότητα χειρισμού του σκάφους και την καταστροφή των σχοινιών από προπέλες άλλων σκαφών (Smith 2001). Σε κάποιες περιπτώσεις τα συρόμενα εργαλεία παρασύρουν και προκαλούν την απώλεια παθητικών εργαλείων, όπως τα δίχτυα, τα παραγάδια και οι παγίδες.

Τα προβλήματα που προκαλούνται από τη στοιχειωμένη αλιεία εξαρτώνται από τον τρόπο λειτουργίας των απολεσθέντων αλιευτικών εργαλείων (Matsuoaka et al. 2005). Έτσι, τα απολεσθέντα παρασυρόμενα αφρόδιχτα μπορεί να συνεχίσουν να αλιεύουν για χιλιάδες χιλιόμετρα καλύπτοντας τεράστιες θαλάσσιες εκτάσεις και συλλαμβάνοντας διάφορους θαλάσσιους οργανισμούς πέρα από ψάρια, όπως δελφίνια, χελώνες και φάλαινες. Τα στοιχειωμένα απλάδια και τα μανωμένα δίχτυα μπορούν να αλιεύουν για μήνες αφού

παραμένουν όπως είχαν αρχικά ποντιστεί, δηλαδή κάθετα στο βυθό της θάλασσας, είναι κατασκευασμένα από πολύ ανθεκτικά υλικά και δύσκολα γίνονται αντιληπτά από τα ψάρια (Erzini et al. 1997β). Λιγότερο επιβλαβείς είναι οι παγίδες και οι τράτες βυθού, οι οποίες, όταν χάνονται, καλύπτονται γρήγορα από οργανισμούς που προσκολλώνται πάνω τους και μετατρέπονται σε μικρούς τεχνητούς υφάλους.

Σε πείραμα που έγινε στην Πορτογαλία με σκοπό την αναγνώριση των επιπτώσεων της στοιχειωμένης αλιείας με δίχτυα, βρέθηκε ότι τα απλάδια παγίδευσαν περισσότερα άτομα ψαριών από τα μανωμένα δίχτυα σε 120 ημέρες συνεχούς παρουσίας στη θάλασσα (Erzini et al. 1997β). Επίσης, αν και ο ρυθμός σύλληψης μειώθηκε με το χρόνο, μετά από τέσσερις μήνες τα ψάρια συνέχιζαν να πιάνονται στα αλιευτικά εργαλεία (Erzini et al. 1997β). Η ζωή των δικτύων και συνεπώς η επίδραση της στοιχειωμένης αλιείας, είναι μεγαλύτερη στα μεγάλα βάθη και μπορεί να διαρκέσει χρόνια.

4.5. Αλιευτική προσπάθεια

Η **αλιευτική προσπάθεια** (fishing effort) ενός σκάφους ή ενός στόλου ορίζεται ως το γινόμενο της **αλιευτικής ικανότητας** (fishing capacity) που εκφράζεται με βάση τα χαρακτηριστικά του σκάφους και του αλιευτικού εργαλείου και της **αλιευτικής δραστηριότητας** (fishing activity) του σκάφους ή στόλου (lassen 1996):

Αλιευτική προσπάθεια = (ικανότητα σκάφους) × (ικανότητα εργαλείου) × (δραστηριότητα).

Η αλιευτική προσπάθεια μπορεί συνεπώς να υπολογιστεί ξεχωριστά για κάθε στόλο που χρησιμοποιεί συγκεκριμένο αλιευτικό εργαλείο (π.χ. μηχανότρατες, γρι-γρι, δίχτυάρικα παράκτια σκάφη στην Ελλάδα), αν είναι γνωστή η ιπποδύναμη, η χωρητικότητα και η δραστηριότητα κάθε σκάφους, με την παρακάτω εξίσωση:

$$E = \sum_{i=1}^n a_i \times P_i$$

4.1

όπου E είναι η αλιευτική προσπάθεια, n είναι ο αριθμός των σκαφών, a_i είναι οι ημέρες αλιείας κάθε σκάφους σε μια αλιευτική περίοδο και P_i είναι η χωρητικότητα ή ιπποδύναμη κάθε σκάφους. Η εξίσωση αυτή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της αλιευτικής προσπάθειας στα ευρωπαϊκά σκάφη (Ευρωπαϊκός Κανονισμός 2091/98/ΕΚ).

Επειδή τα δεδομένα δραστηριότητας δεν είναι διαθέσιμα για τον ελληνικό αλιευτικό στόλο (παρά μόνο σε περιπτώσεις που αφορούν ερευνητικά προγράμματα με περιορισμένη χρονική ή/και χωρική εξάπλωση), ως ένδειξη αλιευτικής προσπάθειας μπορεί να χρησιμοποιηθεί προσεγγιστικά ο αριθμός και η ιπποδύναμη ή χωρητικότητα των σκαφών, στοιχεία που καταγράφονται συστηματικά (Stergiou et al. 2007α).

Σύμφωνα με έναν άλλο ορισμό, η αλιευτική προσπάθεια ορίζεται ως το σύνολο των αλιευτικών εργαλείων που αλιεύουν σε συγκεκριμένο αλιευτικό πεδίο μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή (Ricker 1975). Όταν χρησιμοποιούνται δύο ή περισσότερα διαφορετικά εργαλεία, τότε οι επιμέρους προσπάθειες πρέπει να προσαρμοστούν σε ένα κοινό πρότυπο πριν προστεθούν. Για να προστεθεί η αλιευτική προσπάθεια των σκαφών που ψαρεύουν με δίχτυα και αυτών που ψαρεύουν με παραγάδια, πρέπει να γίνει αναγωγή του ενός στο άλλο ή και των δύο σε κάτι κοινό, ώστε να αποφευχθεί τυχόν σφάλμα στην αξιολόγηση της συνολικής αλιευτικής προσπάθειας.

4.5.1. Αλιευτική δραστηριότητα

Η **αλιευτική δραστηριότητα** υπολογίζεται ως ο χρόνος αλιείας σε συγκεκριμένη περιοχή. Εναλλακτικά, μπορούν να χρησιμοποιηθούν επίσης οι δυνητικές ημέρες αλιείας σε ένα έτος, οι ημέρες πραγματικής αλιείας (Stergiou et al. 2007β) και ο ενεργός χρόνος παραμονής του αλιευτικού εργαλείου στη θάλασσα. Η τελευταία μέτρηση είναι δύσκολη για πολλά αλιευτικά εργαλεία, αλλά εφικτή για τις τράτες βυθού, στις οποίες καταγράφεται η ώρα σύρσης (Ellis et al. 2008).

4.5.2. Αλιευτική ικανότητα

Η **αλιευτική ικανότητα** ορίζεται ως η ικανότητα ενός σκάφους ή στόλου να αλιεύει ψάρια και άλλους οργανισμούς (FAO 1998). Αναλυτικά, η αλιευτική ικανότητα ορίζεται ως η ποσότητα ψαριών που μπορεί να αλιευθεί από ένα σκάφος ή στόλο σε συγκεκριμένο χρόνο (π.χ. αλιευτική περίοδος) αν αξιοποιούνται πλήρως και για δεδομένη κατάσταση ενός αποθέματος (αφθονία, βιομάζα και ηλικιακή δομή των ατόμων του πληθυσμού) και της αλιευτικής τεχνολογίας (FAO 1998).

Η αλιευτική ικανότητα ποσοτικοποιείται με δείκτες που βασίζονται στα χαρακτηριστικά του σκάφους και σε αυτά του αλιευτικού εργαλείου. Στο πλαίσιο της Κοινής Αλιευτικής Πολιτικής η αλιευτική ικανότητα υπολογίζεται μέχρι σήμερα με βάση τα χαρακτηριστικά του σκάφους και συγκεκριμένα με τη **χωρητικότητα** (tonnage), που μετράει τον εσωτερικό όγκο του σκάφους (μετριέται σε κόρους, GRT), την **υποδύναμη** της μηχανής (horsepower) που μετριέται σε ίππους (HP) και τα kW που παράγει. Άλλοι δείκτες που σχετίζονται με τα χαρακτηριστικά του σκάφους είναι το μήκος του, ο όγκος του αλιεύματος που μπορεί να διατηρηθεί, η χωρητικότητα του ψυγείου, η ισχύς σύρσης στις μηχανότρατες και άλλα φαινομενικά ασήμαντα χαρακτηριστικά (Marchal et al. 2007). Τέλος, υπάρχουν και δείκτες αλιευτικής ικανότητας που δεν είναι μετρήσιμοι, όπως η τεχνική και ναυτική ικανότητα του πληρώματος (FAO 1998), οι οποίοι όμως τείνουν να εξισωθούν εξαιτίας της σύγχρονης τεχνολογίας, αυξάνοντας έμμεσα ή άδηλα την αλιευτική ικανότητα. Η σημασία του κάθε χαρακτηριστικού ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο του σκάφους και μπορεί να επηρεάσει τις συλλήψεις (Marchal et al. 2007). Στις μηχανότρατες είναι σημαντική η υποδύναμη, γιατί καθορίζει την ισχύ σύρσης, στα παράκτια σκάφη η χωρητικότητα, γιατί καθορίζει τον αριθμό μελών του πληρώματος και το πλήθος των εργαλείων (δίκτυα, παραγάδια, παγίδες) που μπορούν να μεταφερθούν και να χρησιμοποιηθούν.

Η μέτρηση της αλιευτικής ικανότητας με βάση τα χαρακτηριστικά του αλιευτικού εργαλείου διαφοροποιείται ανάλογα με το αλιευτικό εργαλείο. Στις τράτες βυθού υπολογίζεται από την ταχύτητα σύρσης και τις διαστάσεις του ανοίγματος του εργαλείου, ενώ στα γρι-γρι από το μήκος και ύψος (άλτος) του αλιευτικού εργαλείου. Στα παραγάδια μετριέται ο αριθμός των αγκιστριών (Ferretti et al. 2008) ή το μήκος της μάνας (Κεφάλαιο 2), στις παγίδες ο αριθμός τους (Nemeth 2005) και στα απλάδια και τα μανωμένα δίκτυα το μήκος και το ύψος (άλτος) του αλιευτικού εργαλείου ή η επιφάνειά του (Stergiou et al. 2006).

4.6. Δείκτες που βασίζονται στην αλιευτική προσπάθεια

Η **αλιευτική προσπάθεια** (ικανότητα και δραστηριότητα) χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί η επίδραση της αλιείας στους θαλάσσιους βιολογικούς πόρους μέσω αλιευτικών δεικτών, όπως είναι η **αλιευτική θνησιμότητα** (fishing mortality, F) και η **σύλληψη ανά μονάδα προσπάθειας** (catch per unit of effort, CPUE). Η αλιευτική θνησιμότητα ορίζεται ως οι θάνατοι που προκαλούνται σε έναν πληθυσμό εξαιτίας της αλιείας και μαζί με την **αναπαραγωγική βιομάζα** (spawning stock biomass, SSB) αποτελούν τις παραμέτρους ενός αποθέματος στις οποίες βασίζεται η διαχείρισή του, γιατί καθορίζουν το μέγεθος ενός αποθέματος (Hilborn & Walters 1992). Οι παράμετροι αυτές χρησιμοποιούνται στην εκτίμηση της **μέγιστης βιώσιμης απόδοσης** (maximum sustainable yield, MSY) και στον καθορισμό σημείων αναφοράς, ορίων και στόχων διαχείρισης (Beverton & Holt 1957).

4.6.1. Αλιευτική θνησιμότητα

Η σχέση της αλιευτικής θνησιμότητας (Κεφάλαιο 8) με την αλιευτική προσπάθεια είναι περίπλοκη, γιατί επηρεάζεται από πολλούς εξωτερικούς παράγοντες που καθορίζουν τον χρόνο και την ακριβή τοποθεσία της πόντισης ενός αλιευτικού εργαλείου (Hampton et al. 2005). Η σχέση αλιευτικής θνησιμότητας (F) και προσπάθειας (E) δίνεται από την εξίσωση (Hilborn & Walters 1992):

$$F=q \times E$$

4.2

όπου q είναι ο **συντελεστής συλληψιμότητας ή αλιευσιμότητας** (catchability coefficient), που είναι διαφορετικός για κάθε συνδυασμό οργανισμού-αλιευτικού εργαλείου και είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί, αν και έχουν προταθεί διάφοροι τρόποι υπολογισμού του (Arreguin-Sanchez 1996). Συνήθως, ο συντελεστής συλληψιμότητας θεωρείται σταθερός (Maunder & Punt 2004).

Γενικά, ως συλληψιμότητα ορίζεται η μέτρηση της αλληλεπίδρασης μεταξύ της αφθονίας ενός αποθέματος και της αλιευτικής προσπάθειας και αναφέρεται επίσης ως αποδοτικότητα ενός αλιευτικού εργαλείου (Hilborn & Walters 1992). Διαχωρίζονται, επίσης, δύο συντελεστές: ο ένας, που σχετίζεται με τον οργανισμό, ονομάζεται συλληψιμότητα είδους και αναφέρεται στη συμπεριφορά του οργανισμού (May 1984), και ο άλλος, που σχετίζεται με το αλιευτικό εργαλείο, ονομάζεται αποδοτικότητα εργαλείου και αναφέρεται στην αλιευτική τεχνολογία και πρακτική (Neis et al. 1999).

Για τον υπολογισμό του συντελεστή συλληψιμότητας θα αναφερθούν δύο από τους πολλούς τρόπους υπολογισμού του (Arreguin-Sanchez 1996). Σύμφωνα με τον πρώτο υπολογισμό, που αφορά συρόμενα αλιευτικά εργαλεία, ο συντελεστής συλληψιμότητας q ορίζεται ως η αναλογία των ατόμων σε μια περιοχή έκτασης A που αλιεύονται από ένα εργαλείο που σαρώνει περιοχή α με απόδοση c και υπολογίζεται από την

εξίσωση (Baranov 1918, Gulland 1983):

$$q=c \times \left(\frac{a}{A}\right)$$

4.3

Ο δεύτερος υπολογισμός βασίζεται στην παραδοχή ότι η συλληψιμότητα μπορεί να οριστεί καλύτερα ως η αλιευτική θνησιμότητα (F) ανά μονάδα προσπάθειας (E) ή αλιευτικής έντασης σύμφωνα με την εξίσωση (Beverton & Holt 1957):

$$q = \frac{F}{E}$$

4.4

Η σχέση της αλιευτικής θνησιμότητας με την προσπάθεια βρίσκει εφαρμογή σε περιπτώσεις που κάποιο απόθεμα έχει χαρακτηριστεί ως υπεραλιευμένο και απαιτείται μείωση της αλιευτικής θνησιμότητας για να επανακάμψει. Η μείωση της αλιευτικής θνησιμότητας επιτυγχάνεται μόνο με μείωση της αλιευτικής προσπάθειας που απαιτεί είτε μείωση της δραστηριότητας (περιορισμός των ημερών αλιείας), είτε μείωση της ικανότητας ενός εργαλείου, σκάφους ή στόλου (περιορισμός στο μέγεθος του αλιευτικού εργαλείου ή περιορισμός του στόλου) (Tsikliras 2014α).

4.6.2. Σύλληψη ανά μονάδα προσπάθειας

Η σύλληψη ανά μονάδα προσπάθειας (CPUE) είναι δείκτης αφθονίας ενός αποθέματος που χρησιμοποιείται συχνά για την εκτίμηση της επίδρασης της αλιείας στους οργανισμούς, για τον εντοπισμό χρονικών διακυμάνσεων στη βιομάζα και αφθονία των οργανισμών, αλλά και από τους οικονομολόγους ως δείκτης αποδοτικότητας ενός στόλου ή αλιευτικού εργαλείου (Myers & Worm 2003):

$$C_t = q \times E_t \times N_t$$

4.5

όπου C_t είναι η παραγωγή/σύλληψη σε χρόνο t , E_t είναι η προσπάθεια σε χρόνο t , N_t είναι η βιομάζα ή αφθονία σε χρόνο t και q είναι το ποσοστό του αποθέματος που συλλαμβάνεται σε μία μονάδα προσπάθειας. Ο συντελεστής συλληψιμότητας q έχει οριστεί παραπάνω (Maunder & Punt 2004).

Αν όλες οι υπόλοιπες συνθήκες (όπως τα χαρακτηριστικά του αλιευτικού εργαλείου και του σκάφους, οι μετακινήσεις πληθυσμών, τα βιολογικά χαρακτηριστικά του αποθέματος και οι κλιματικές ή περιβαλλοντικές συνθήκες) παραμένουν σχεδόν σταθερές ή αν έχουν τυποποιηθεί, η μείωση του δείκτη CPUE είναι σαφής ένδειξη υπερεκμετάλλευσης ενός αποθέματος (Maunder & Punt 2004). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι το απόθεμα είναι δυνατόν να μειώνεται χωρίς αυτό να αντανακλάται στη CPUE. Αυτό συμβαίνει επειδή οι ψαράδες σε συνθήκες μείωσης των αποθεμάτων τείνουν να συγκεντρώνουν την προσπάθειά τους τοπικά και χρονικά στα σημεία που διατηρούν ακόμη υψηλές συγκεντρώσεις αλιευμάτων. Ως αποτέλεσμα η μείωση της CPUE έρχεται να επισφραγίσει την κατάσταση του αποθέματος.

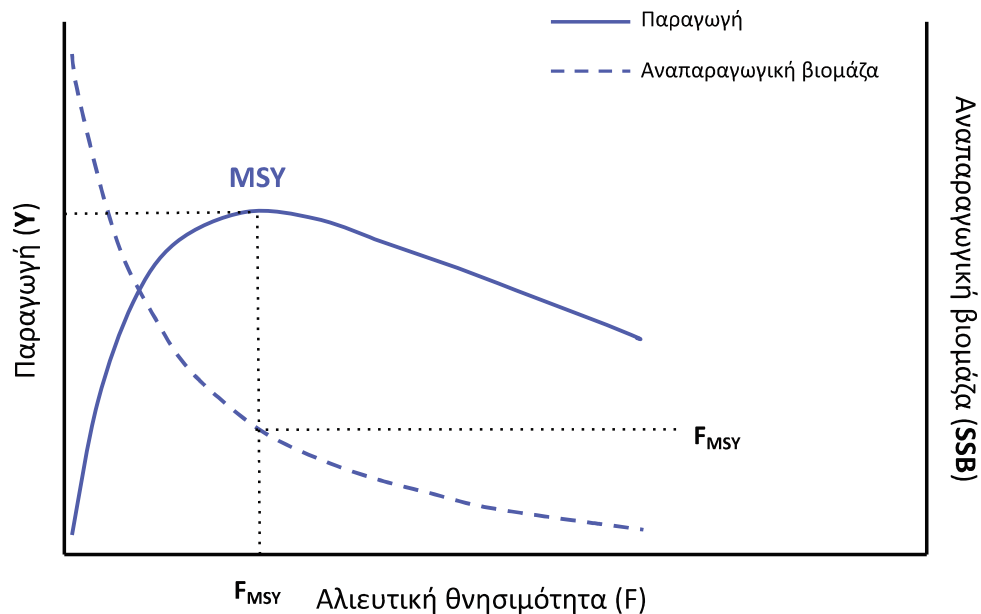
Στη διεθνή βιβλιογραφία είναι συνηθέστερη η χρήση της απλής μορφής του δείκτη CPUE, δηλαδή η σύλληψη ανά μονάδα χρόνου, προσπάθειας ή επιφάνειας (π.χ. 30 άτομα ανά 100 παγίδες, ή 4 κιλά ανά 100 αγκίστρια παραγαδιού, ή 40 κιλά ανά ώρα σύρσης, ή 200 κιλά ανά καλάδα), που θεωρείται ανάλογη της αφθονίας ενός αποθέματος στο οικοσύστημα (Maunder et al. 2006). Αυτή η αναλογία όμως δεν ισχύει απόλυτα και μπορεί να οδηγήσει σε υπερεκτίμηση ή υποεκτίμηση της κατάστασης ενός αποθέματος και συνεπώς σε σοβαρά διαχειριστικά λάθη (Pauly et al. 2013).

4.7. Μέγιστη βιώσιμη απόδοση (MSY)

Η **μέγιστη βιώσιμη απόδοση** (maximum sustainable yield, MSY), είναι μια από τις σημαντικότερες έννοιες της αλιευτικής επιστήμης με μακρά ιστορία (Russel 1931, Graham 1935) και αποτελεί για περισσότερα από 60 χρόνια τη βασική μέθοδο εκτίμησης της κατάστασης των αλιευτικών αποθεμάτων πάνω στην οποία βασίζονται οι διαχειριστικές αποφάσεις (Froese et al. 2016).

Η MSY ορίζεται ως η μέγιστη παραγωγή (βιομάζα) που μπορεί να αφαιρεθεί από ένα απόθεμα με βιώσιμο τρόπο, ώστε το απόθεμα να συνεχίσει να αποδίδει τη μέγιστη ποσότητα χωρίς το απόθεμα να κινδυνεύσει με κατάρρευση (Lassen et al. 2014). Η MSY υπολογίζεται με βάση το μοντέλο **απόδοσης-νεοσυλλογής** (yield per recruit, Y/R) και **αναπαραγωγικής βιομάζας** (spawning stock biomass, SSB) του αποθέματος σε σχέση με την αλιευτική θνησιμότητα στην οποία υπόκειται (Beverton & Holt 1957). Εκτός από το σημείο MSY, τα βασικά σημεία του μοντέλου απόδοσης-νεοσυλλογής είναι η αλιευτική θνησιμότητα στην οποία

επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση (F_{MSY}) και η αντίστοιχη αναπαραγωγική βιομάζα (B_{MSY}) (Εικόνα 4.2).



Εικόνα 4.2. Σχηματική απεικόνιση του μοντέλου απόδοσης-νεοσυλλογής (Beverton & Holt 1957) στο οποίο διακρίνονται οι καμπύλες παραγωγής (Y) και αναπαραγωγικής βιομάζας (SSB) σε σχέση με την αλιευτική θνησιμότητα (F).

Η MSY επιτυγχάνεται σε συνθήκες ενδιάμεσης αλιευτικής εκμετάλλευσης όπως αυτή προσεγγίζεται από την αλιευτική θνησιμότητα (F). Αύξηση της αλιευτικής προσπάθειας, της ικανότητας, της δραστηριότητας και του αριθμού σκαφών που προκαλεί αύξηση της F πέρα από το σημείο F_{MSY} οδηγεί σε μείωση της αλιευτικής παραγωγής κάτω από την τιμή MSY και μπορεί να προκαλέσει την κατάρρευση του αποθέματος. Αντίστοιχα, η αναπαραγωγική βιομάζα μεγιστοποιείται σε συνθήκες χαμηλής εκμετάλλευσης (Εικόνα 4.2).

Η μέθοδος αυτή, αν και έχει κάποια μειονεκτήματα που σχετίζονται με τη μονοειδική εφαρμογή της, καθώς και με την απουσία οικολογικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών παραμέτρων από το μοντέλο (Lassen et al. 2014), χρησιμοποιείται στη σύγχρονη εκτίμηση της κατάστασης των αποθεμάτων (Martell & Froese 2013). Σύμφωνα με τη μέθοδο MSY ένα απόθεμα είναι υπεραλιευμένο όταν η αλιευτική του θνησιμότητα (F) είναι υψηλότερη από την F_{MSY} ($F > F_{MSY}$) και όταν η αναπαραγωγική του βιομάζα (B) είναι χαμηλότερη από την B_{MSY} ($B < B_{MSY}$). Οι δύο συνθήκες πρέπει να ισχύουν ταυτόχρονα (Froese et al. 2016).

4.8. Κατηγορίες εκμετάλλευσης και υπεραλίευση

Με βάση έναν γενικό ορισμό που θεωρητικά μπορεί να αναφέρεται σε κάθε βιολογικό πόρο, η **υπεραλίευση** (overfishing) ή **υπερεκμετάλλευση** (overexploitation) ορίζεται ως η υπέρμετρη εκμετάλλευση ενός ανανεώσιμου πόρου, ώστε είτε να κινδυνεύει να εξαντληθεί, είτε η παραγωγή/απόδοσή του να είναι χαμηλότερη από αυτήν που θα προέκυπτε σε συνθήκες μικρότερης εκμετάλλευσης (Leonart 1999).

Η κατάσταση εκμετάλλευσης ενός αποθέματος χαρακτηρίζεται με βάση την καλύτερη και πιο πρόσφατη εκτίμηση, τη δυναμική αύξησης ή μείωσης της παραγωγής του ή την ανάγκη για ανάκαμψη του αποθέματος (Colloca et al. 2013, Tsikliras et al. 2015β). Οι εκτιμήσεις βασίζονται σε όλες τις διαθέσιμες πληροφορίες σε δημοσιευμένες εργασίες και τεχνικές εκθέσεις με ποσοτικά δεδομένα, αλλά και σε ποιοτική πληροφορία με συχνά περιορισμένη αξιοπιστία ή/και αντικρουόμενα αποτελέσματα ακόμη και για το ίδιο απόθεμα στην ίδια ή σε κοντινές περιοχές (Stergiou & Tsikliras 2011). Με βάση τα παραπάνω, ένα **απόθεμα** (stock) ή μια **αλιεία** (fishery) μπορεί να χαρακτηριστεί ως υποεκμεταλλευμένο (ή νέο απόθεμα ή νέα αλιεία), όταν έχει σημαντική δυναμική για διεύρυνση της αλιευτικής παραγωγής. Ως μέτρια εκμεταλλευμένα αποθέματα ή ως αυτά που αλιεύονται με περιορισμένη αλιευτική προσπάθεια θεωρούνται τα αποθέματα που έχουν περιορισμένη δυνατότητα για αύξηση της παραγωγής τους, ενώ ως **πλήρως εκμεταλλευμένα** (fully exploited) χαρακτηρίζονται αυτά που αλιεύονται κοντά στο όριο βέλτιστης απόδοσης χωρίς περιθώριο για αύξηση της παραγωγής. **Υπεραλιευμένα** (overexploited) αποθέματα είναι εκείνα που αλιεύονται πάνω από το όριο της μακροπρόθεσμης βιωσιμότητας της αλιείας τους χωρίς προοπτική αύξησης και με κίνδυνο εξάντλησης/κατάρρευσης τους. Στα **εξαντλημένα** (depleted) αποθέματα η παραγωγή είναι πολύ χαμηλότερη από τις

ιστορικά υψηλές τιμές, ανεξάρτητα από το επίπεδο αλιευτικής πίεσης που δέχονται. Τέλος, στα αποθέματα που ανακάμπτουν, η παραγωγή αρχίζει να αυξάνει μετά από ισχυρή μείωση ή κατάρρευση σε σχέση με τις ιστορικά υψηλές τιμές (Kleisner et al. 2012).

Επειδή αυτοί οι ορισμοί είναι γενικοί και μπορεί να παρερμηνευτούν, πρόσφατα διατυπώθηκε ένας νέος, σαφής ορισμός που περιλαμβάνει αριθμητικά κριτήρια και όρια (Froese & Kesner-Reyes 2002). Ο νέος ορισμός ονομάζεται μέθοδος της καμπύλης σύλληψης (Froese & Kesner-Reyes 2002) και βασίζεται στη σχέση μεταξύ της παραγωγής (C_y) ενός συγκεκριμένου έτους (Y_c) και στο έτος ($Y_{C_{max}}$) της ιστορικά μέγιστης παραγωγής (C_{MAX}). Με βάση τη μέθοδο αυτή τα αποθέματα χωρίζονται σε πέντε κατηγορίες ανάλογα με την εκμετάλλευση που υφίστανται (Πίνακας 4.2). Ένα απόθεμα είναι **υπεραλιευμένο** όταν η παραγωγή του έπεται της ιστορικά μέγιστης παραγωγής και αποτελεί το 10% έως 50% της μέγιστης τιμής της, και **εξαντλημένο** ή υπό κατάρρευση όταν η παραγωγή του έπεται της ιστορικά μέγιστης παραγωγής και αποτελεί λιγότερο από το 10% της μέγιστης τιμής της (Πίνακας 4.2, Froese & Kesner-Reyes 2002). Ένα απόθεμα μπορεί να επανακάμψει μετά από κατάρρευση, αν εφαρμοστούν αποτελεσματικά διαχειριστικά μέτρα (κυρίως μείωση της αλιευτικής προσπάθειας). Για να εντοπιστεί ένα **ανακάμπτον** απόθεμα (recovering), απαιτείται συνδυασμός των παραπάνω συνθηκών, δηλαδή αύξηση σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% της ιστορικά μέγιστης τιμής μετά από κατάρρευση (μείωση στο 10% της μέγιστης τιμής).

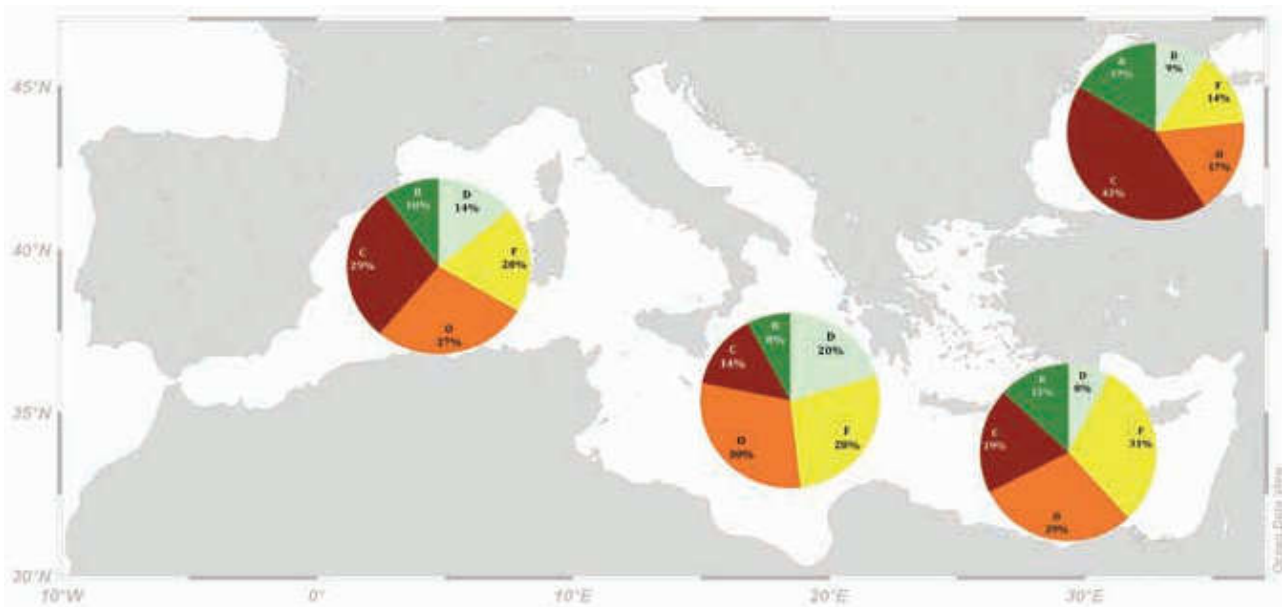
Πίνακας 4.2. Οι πέντε κατηγορίες εκμετάλλευσης ενός αποθέματος (ανεκμετάλλευτο, αναπτυσσόμενο, πλήρως εκμεταλλευμένο, υπεραλιευμένο και εξαντλημένο) με βάση τη μέθοδο της καμπύλης σύλληψης (Froese & Kesner-Reyes 2002), που βασίζεται στη σχέση μεταξύ της παραγωγής (C_y) ενός συγκεκριμένου έτους (Y_c) και στο έτος ($Y_{C_{max}}$) της ιστορικά μέγιστης παραγωγής (C_{MAX}).

Κατηγορία εκμετάλλευσης	Κριτήρια (Εικόνα 4.2)
Ανεκμετάλλευτο	$Y_c < Y_{C_{max}}$ και $C_y < 0,1C_{MAX}$
Αναπτυσσόμενο	$Y_c < Y_{C_{max}}$ και $0,1C_{MAX} < C_y < 0,5C_{MAX}$
Πλήρως εκμεταλλευμένο	$C_y > 0,5C_{MAX}$
Υπεραλιευμένο	$Y_c > Y_{C_{max}}$ και $0,1C_{MAX} < C_y < 0,5C_{MAX}$
Εξαντλημένο	$Y_c > Y_{C_{max}}$ και $C_y < 0,1C_{MAX}$

Η μέθοδος αυτή έχει χρησιμοποιηθεί εκτενώς για την εκτίμηση της κατάστασης των αποθεμάτων (Kleisner et al. 2012, Tsikliras et al. 2015β) τα οποία σε παγκόσμιο επίπεδο τείνουν προς την υπεραλίευση (Sumaila et al. 2007β).

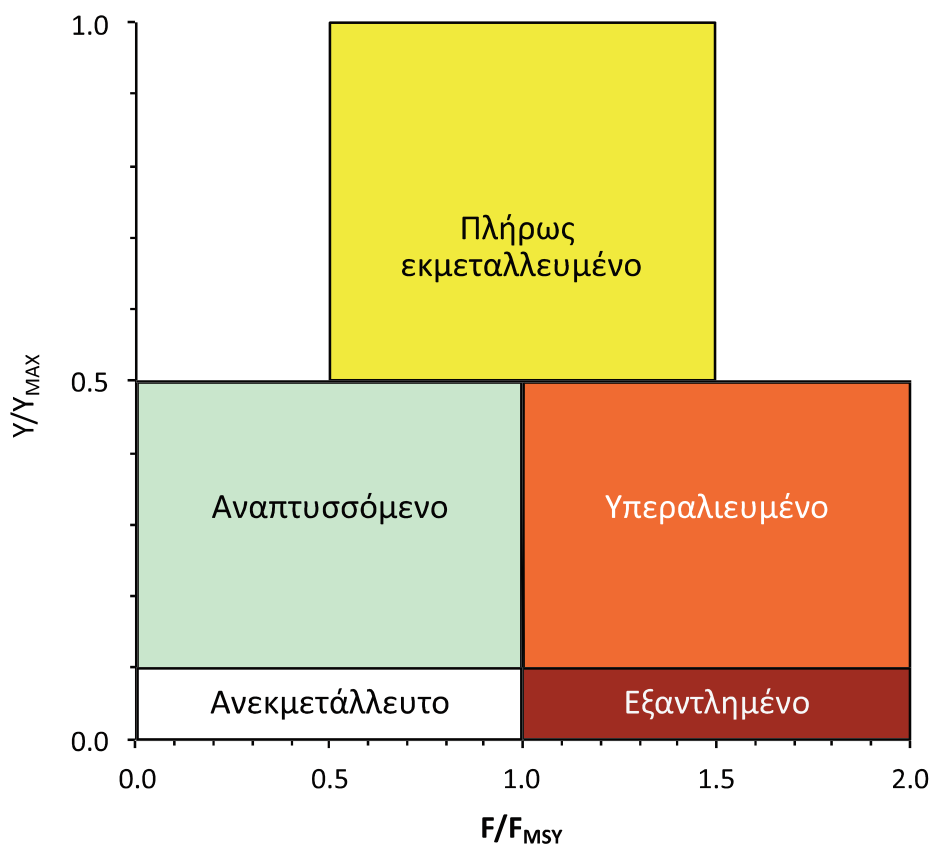
Με βάση τη μέθοδο αυτή και με προβολή της χρονοσειράς στο μέλλον μέχρι η καμπύλη των εξαντλημένων να φτάσει το 100%, έγινε η πρόβλεψη της κατάρρευσης των αλιευτικών αποθεμάτων το 2048 (Worm et al. 2006), η οποία αποτέλεσε σημείο αντιπαράθεσης μεταξύ των επιστημόνων για χρόνια (Worm et al. 2009).

Έχει βρεθεί ότι το 2007 στις ελληνικές θάλασσες το 65% των αποθεμάτων που μελετήθηκαν ήταν υπεραλιευμένα, το 32% ήταν πλήρως εκμεταλλευμένα και το 3% αναπτυσσόμενα (Tsikliras et al. 2013γ). Στη Μεσόγειο το 78% των αποθεμάτων που μελετήθηκαν έχουν αναφερθεί ως πλήρως εκμεταλλευμένα, ενώ στη Μαύρη Θάλασσα το ποσοστό ανέρχεται σε 85% (Daskalov 2002, Sherman & Adams 2010). Σύμφωνα με μια άλλη εργασία, το 60% των αποθεμάτων που μελετήθηκαν στη Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα ήταν πλήρως εκμεταλλευμένα κατά τη δεκαετία 1950, αλλά ανέκαμψαν αργότερα, ενώ το υπόλοιπο 40% ήταν υπεραλιευμένα χωρίς να έχουν καταφέρει να ανακάμψουν για τα επόμενα 30 χρόνια (Froese & Kesner-Reyes 2002). Παρόμοια έρευνα αναφέρει ότι το 80% των μεσογειακών αποθεμάτων που έχουν μελετηθεί είναι πλήρως εκμεταλλευμένα, αλλά δεν υπάρχουν παρά μόνο λίγα εξαντλημένα αποθέματα (Aquadone et al. 2008). Νεότερη έρευνα δείχνει ότι στη Μαύρη Θάλασσα το ποσοστό των εξαντλημένων το 2004 ήταν 90% (Heileman et al. 2008). Τέλος, στην πιο πρόσφατη έρευνα για τα αποθέματα της Μεσογείου και της Μαύρης Θάλασσας αναφέρεται ότι το 2010 το 22% των αποθεμάτων ήταν εξαντλημένα, το 40% υπεραλιευμένα, το 24% ήταν πλήρως εκμεταλλευμένα και το 14% αναπτυσσόμενα ή ανεκμετάλλευτα (Tsikliras et al. 2013β). Με βάση τα ίδια δεδομένα αλλά με ανάλυση για τις αλιευτικές υποπεριοχές της περιοχής FAO 37, δηλαδή τη δυτική, κεντρική και ανατολική Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα, βρέθηκε ότι η δυτική Μεσόγειος και η Μαύρη Θάλασσα υπόκεινται στην υψηλότερη αλιευτική εκμετάλλευση (Tsikliras et al. 2015β), με το αθροιστικό ποσοστό υπεραλιευμένων και εξαντλημένων να είναι 60% στη Μαύρη Θάλασσα και 56% στη δυτική Μεσόγειο, 48% στην ανατολική και 44% στην κεντρική Μεσόγειο (Εικόνα 4.3).

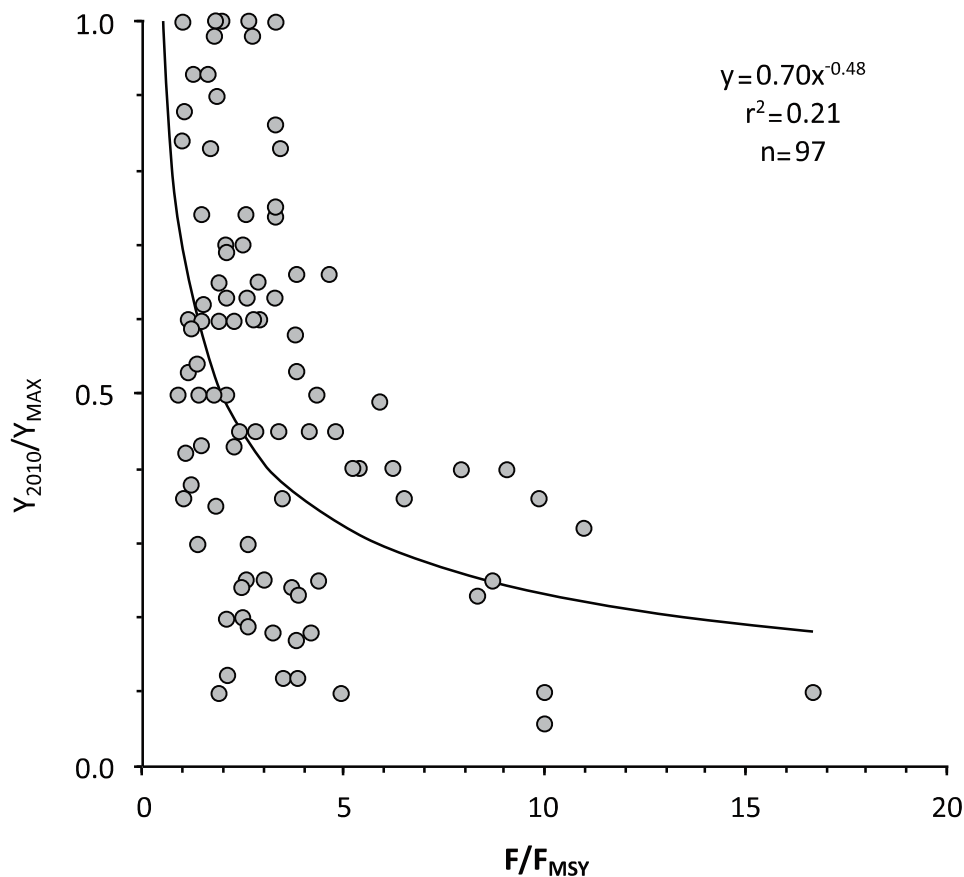


Εικόνα 4.3. Η κατάσταση (D: αναπτυσσόμενα, F: πλήρως εκμεταλλευμένα, O: υπεραλιευμένα, C: εξαντλημένα, R: επανακάμπτοντα) των αλιευτικών αποθεμάτων της Μεσογείου το 2010 με βάση τη μέθοδο της καμπύλης σύλληψης και τα επίσημα δεδομένα εκφορτώσεων για τη δυτική, κεντρική και ανατολική Μεσόγειο και τη Μαύρη Θάλασσα (τροποποιημένη από Tsikliras et al. 2015b).

Όταν η μέθοδος της καμπύλης σύλληψης εφαρμοστεί σε επίπεδο αποθέματος, φαίνεται ότι σχετίζεται καλά με τα αποτελέσματα των κλασικών μεθόδων εκτίμησης των αποθεμάτων που βασίζονται στη μέγιστη βιώσιμη απόδοση MSY (Tsikliras et al. 2015β, Εικόνες 4.4 και 4.5).



Εικόνα 4.4. Θεωρητικό γράφημα της κατάστασης των αποθεμάτων (εξαιρούνται τα ανακάμπτοντα) με βάση τη σχέση μεταξύ της αναλογίας της σημερινής παραγωγής (Y) προς την ιστορικά μέγιστη παραγωγή (Y_{MAX}) και της αναλογίας της σημερινής αλιευτικής θνησιμότητας (F) προς τη θνησιμότητα στο σημείο MSY (F_{MSY}) (τροποποιημένη από Tsikliras et al. 2015b).






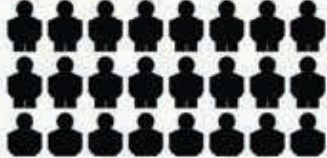










Εικόνα 4.5. Η σχέση του λόγου της αλιευτικής θνησιμότητας (F) και της θνησιμότητας στη MSY (F_{MSY}) με τον λόγο της παραγωγής το 2010 (Y_{2010}) προς την ιστορικά μέγιστη τιμή της (Y_{MAX}) για 97 Μεσογειακά αποθέματα για τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα δεδομένα (τροποποιημένη από Tsikliras et al. 2015B).

4.9. Κατηγορίες αλιείας

4.9.1. Επαγγελματική αλιεία

Η επαγγελματική αλιεία μπορεί να διαχωριστεί σε τρεις κατηγορίες με βάση το μέγεθος των σκαφών, τη χωρητικότητά τους, τη χωρική εξάπλωση της δραστηριότητάς τους και τη χρονική διάρκεια των ταξιδιών τους. Με βάση αυτόν τον διαχωρισμό ο αλιευτικός στόλος διαχωρίζεται σε **μικρή παράκτια αλιεία** (αλιεία μικρής κλίμακας με χρήση παραδοσιακών εργαλείων, μικρά ταξίδια και περιορισμένα ή καθόλου τεχνολογικά μέσα), **μέση αλιεία** (αλιεία μεσαίας κλίμακας με χρήση εξελιγμένων αλιευτικών εργαλείων, ολιγόημερα ταξίδια και εκτεταμένη χρήση τεχνολογικών μέσων) και βιομηχανοποιημένη ή **υπερπόντια αλιεία** (αλιεία μεγάλης κλίμακας, πολυήμερα και μακρινά ταξίδια και σκάφη τεχνολογικά εξοπλισμένα) (Jacquet & Pauly 2008). Οι διαφορές μεταξύ των κατηγοριών (η μεσαίας κλίμακας αλιεία έχει συγχωνευτεί με τη βιομηχανοποιημένη, γιατί έχουν πολλά κοινά χαρακτηριστικά) είναι μεγάλες, τόσο σε παγκόσμιο, όσο και σε τοπικό επίπεδο (Εικόνα 4.6), και αφορούν οικονομικά, αλιευτικά και κοινωνικά χαρακτηριστικά (Jacquet & Pauly 2008).

Γίνεται, λοιπόν, φανερό ότι η αλιεία μικρής κλίμακας, που για τα ελληνικά δεδομένα μπορεί να ταυτιστεί με την **παράκτια αλιεία** (coastal fisheries), απασχολεί συνολικά περισσότερους ψαράδες, κοστίζει λιγότερο σε αποζημιώσεις και επιδοτήσεις, καταναλώνει λιγότερο πετρέλαιο, συνεπώς ρυπαίνει λιγότερο, ζημιώνει λιγότερο το οικοσύστημα, καθώς χρησιμοποιούνται παραδοσιακά εργαλεία και τα ανεπιθύμητα αλιεύματα είναι περιορισμένα, ενώ παράλληλα είναι εξίσου παραγωγική σε εκφορτώσεις και περισσότερο αποδοτική (Εικόνα 4.6). Τα αντικρουόμενα συμφέροντα που απορρέουν από την εκμετάλλευση κοινών πόρων προκαλούν συχνά προβλήματα μεταξύ των παράκτιων ψαράδων και αυτών της μέσης και βιομηχανοποιημένης αλιείας και δυσχεραίνουν τη διαχείριση των αποθεμάτων.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΑΡΟΧΗ	Μεγάλης κλίμακας αλιεία 	Μικρής κλίμακας αλιεία 
Αποζημιώσεις	\$\$\$\$\$ 25-27 δισεκατομμύρια	\$ 5-7 δισεκατομμύρια
Αριθμός ψαράδων	 ½ εκατομμύριο	 12 εκατομμύρια
Ετήσιες συλλήψεις για ανθρώπινη κατανάλωση	 30 εκατομμύρια τόνοι	 30 εκατομμύρια τόνοι
Ετήσιες συλλήψεις για ιχθυάλευρα και ιχθυέλαια	 35 εκατομμύρια τόνοι	 0
Ετήσια κατανάλωση καυσίμων	 37 εκατομμύρια τόνοι	 5 εκατομμύρια τόνοι
Συλλήψεις ανά τόνο καυσίμου	 1-2 τόνοι	 4-8 τόνοι
Απορριπτόμενα αλιεύματα	 8-20 εκατομμύρια τόνοι	 Πολύ λίγα

Εικόνα 4.6. Σχηματική απεικόνιση των διαφορών μεταξύ της μεγάλης και της μικρής κλίμακας αλιείας που ισχύουν στις περισσότερες περιοχές τους κόσμου.

Μεγάλης κλίμακας βιομηχανοποιημένη αλιεία

Η **μεγάλης κλίμακας βιομηχανοποιημένη αλιεία** (large-scale industrial fisheries) αναφέρεται σε πολύ μεγάλα αλιευτικά σκάφη, κυρίως μηχανότρατες και γρι-γρι, που δραστηριοποιούνται συνήθως σε απομακρυσμένες περιοχές υψηλής παραγωγικότητας, όπως οι ατλαντικές ακτές της Αφρικής (Pauly et al. 2014). Τα σκάφη αυτά έχουν χαρακτηριστεί ως κινητά εργοστάσια όχι μόνο λόγω του μέγεθους τους, αλλά και γιατί η μεταποίηση του αλιεύματος πραγματοποιείται μέσα στο σκάφος. Υπάρχουν μερικά τέτοια σκάφη ελληνικών συμφερόντων που δραστηριοποιούνται στις ατλαντικές και μεσογειακές ακτές της Αφρικής.

Μεσαίας κλίμακας αλιεία

Στις ελληνικές θάλασσες, όπου δεν πραγματοποιείται μεγάλης κλίμακας βιομηχανοποιημένη αλιεία, τα μεγαλύτερα αλιευτικά σκάφη ανήκουν στην κατηγορία της **μέσης αλιείας** (mid-scale fisheries). Η μέση αλιεία περιλαμβάνει τα γρι-γρι, που χρησιμοποιούν το αλιευτικό εργαλείο **γρι-γρι** και τις μηχανότρατες που χρησιμοποιούν το αλιευτικό εργαλείο **τράτα βυθού** (Κεφάλαιο 2). Υπάρχουν ωστόσο και κάποια σκάφη (περίπου 100) που μπορούν να δραστηριοποιούνται και ως μηχανότρατες και ως γρι-γρι.

Γρι-γρι

Με βάση τη νομοθεσία τα γρι-γρι είναι υποχρεωμένα να αλιεύουν σε βάθος μεγαλύτερο των 50 m ή σε απόσταση μεγαλύτερη των 300 m από την ακτή, ανάλογα με ποια προϋπόθεση συναντάται πρώτη, και σε καμία περίπτωση σε απόσταση μικρότερη από 100 m από την ακτή. Το άλτος (ύψος) του εργαλείου που χρησιμοποιείται δεν θα πρέπει να ξεπερνά τα 120 m και θα πρέπει να τηρείται η αναλογία άλτους προς βάθος 100/70. Επίσης, απαγορεύεται η αλιεία με γρι-γρι σε απόσταση 500 m από θυννεία και 1000 m από τα στόμια ιχθυοτροφείων, όταν αυτά είναι ανοιχτά για εσοδεία.

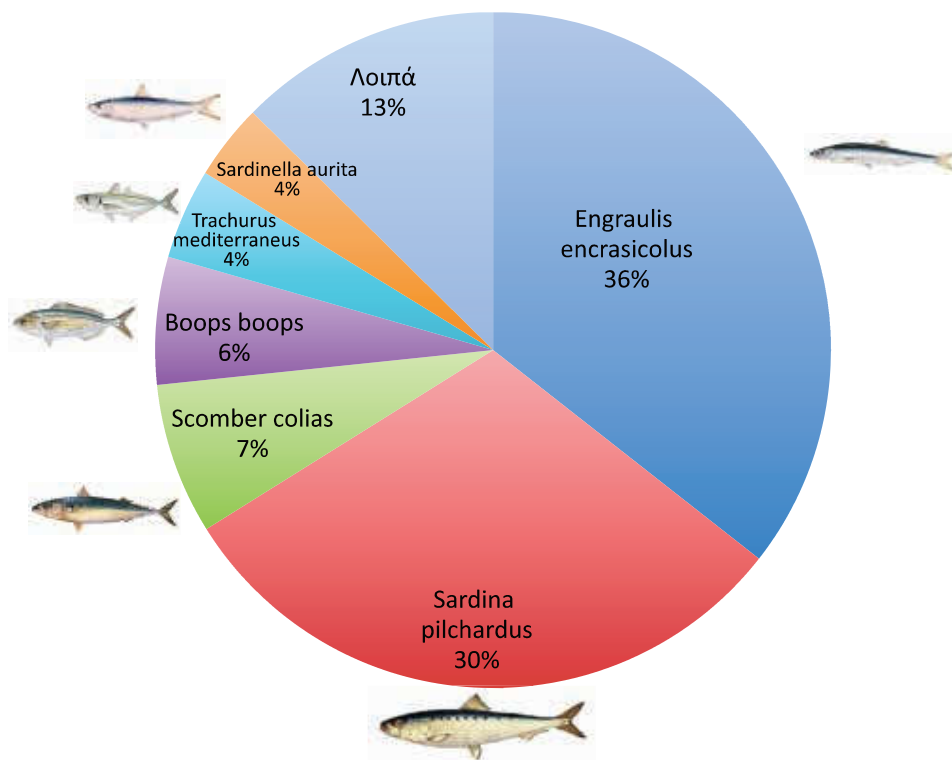
Τα σκάφη γρι-γρι μπορούν να δραστηριοποιηθούν είτε τη νύχτα με το αλιευτικό εργαλείο γρι-γρι νύχτας που χρησιμοποιεί τεχνητό φως για να προσελκύσει τα ψάρια, είτε την ημέρα με το αλιευτικό εργαλείο γρι-γρι ημέρας. Η αλιεία με γρι-γρι νύχτας απαγορεύεται από τις 15 Δεκεμβρίου μέχρι το τέλος Φεβρουαρίου κάθε έτος, και κατά την πανσέληνο, δύο ημέρες πριν και δύο ημέρες μετά από αυτήν. Συνεπώς τα γρι-γρι νύχτας δραστηριοποιούνται περίπου 240 ημέρες ανά ημερολογιακό έτος. Η αλιεία με γρι-γρι ημέρας απαγορεύεται τους μήνες Ιούλιο και Αύγουστο κάθε χρόνο ενώ το άνοιγμα ματιού στο αλιευτικό εργαλείο δεν πρέπει να είναι μικρότερο από 40 mm.

Πρόσφατα οι πλοιοκτήτες γρι-γρι στο βόρειο Αιγαίο, που είναι το σημαντικότερο αλιευτικό πεδίο για την αλιεία του γαύρου *Engraulis encrasicolus* και της σαρδέλας *Sardina pilchardus*, κατάφεραν να εξασφαλίσουν άδεια αλιείας στα διεθνή ύδατα κατά τη διάρκεια της πανσελήνου, αυξάνοντας με τον τρόπο αυτό την αλιευτική προσπάθεια κάθε σκάφους κατά 45 ημέρες ανά έτος. Αυτό αντιστοιχεί σε περίπου 20% αύξηση της αλιευτικής προσπάθειας ανά σκάφος (Tsikliras 2014α).

Στις ελληνικές θάλασσες δραστηριοποιούνται περίπου 250 σκάφη γρι-γρι (στοιχεία για το 2014), τα οποία είναι κυρίως μεσαίου μεγέθους (με μήκος που κυμαίνεται από 9 έως 35 m και μέσο μήκος 20 m περίπου) ξύλινα ως επί το πλείστον σκαριά και πραγματοποιούν ταξίδια μίας ή δύο ημερών. Αλιεύουν περίπου το 20% της συνολικής ελληνικής αλιευτικής παραγωγής (Μουτορούλος & Στεργίου 2011). Σε κάθε γρι-γρι εργάζονται περίπου 10-12 άτομα, στην πλειονότητά τους αιγύπτιοι ψαράδες.

Στις ελληνικές θάλασσες τα γρι-γρι νύχτας αλιεύουν μικρά (γαύρος *Engraulis encrasicolus*, σαρδέλα *Sardina pilchardus*, φρίσσα *Sardinella aurita*) και μεσαία (κολιός *Scomber colias*, σκουμπρί *Scomber scombrus* και σαυρίδια *Trachurus trachurus* και *Trachurus mediterraneus*) πελαγικά ψάρια και παραβενθικά, όπως η γώπα *Boops boops* (Εικόνα 4.7 και Κεφάλαιο 2).

Τα γρι-γρι ημέρας αλιεύουν διάφορα είδη της παράκτιας ζώνης, όπως σάλπα *Sarpa salpa*, γοφάρι *Pomatomus saltatrix* και κέφαλο *Mugil cephalus*.



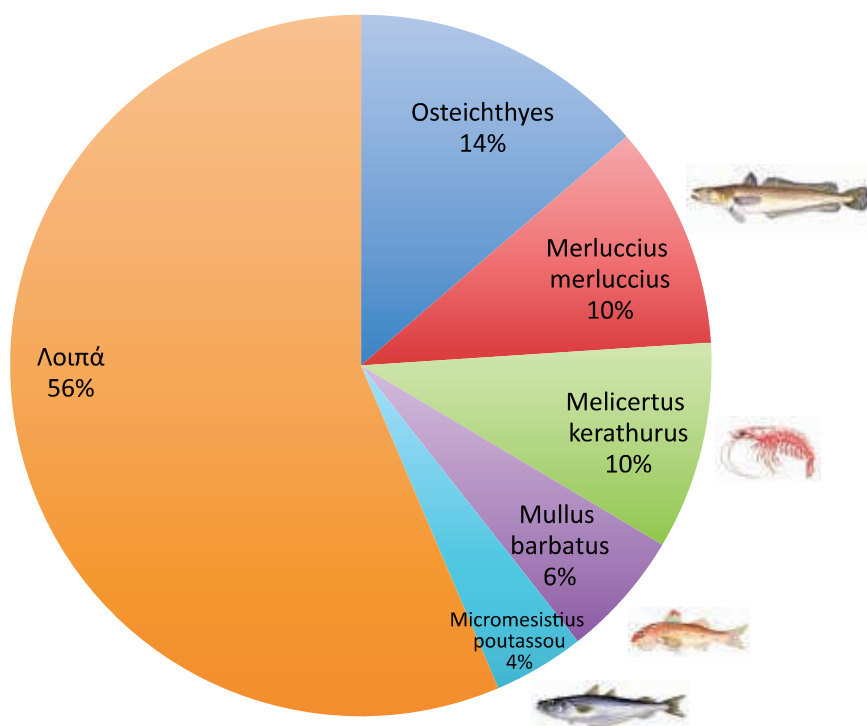
Εικόνα 4.7. Τα κυριότερα αλιεύματα των γρι-γρι στις ελληνικές θάλασσες (δεδομένα από Μουτορούλος & Στεργίου 2012).

Μηχανότρατα

Με βάση τη νομοθεσία οι μηχανότρατες είναι υποχρεωμένες να αλιεύουν σε βάθος μεγαλύτερο των 50 m ή σε απόσταση μεγαλύτερη από 3 ναυτικά μίλια από την ακτή, ανάλογα με ποια προϋπόθεση συναντάται πρώτη, και σε καμία περίπτωση σε απόσταση μικρότερη από 1,5 ναυτικό μίλι από την ακτή. Η αλιεία με μηχανότρατες που χρησιμοποιούν τράτα βυθού απαγορεύεται από 24 Μαΐου μέχρι 30 Σεπτεμβρίου και από 24 έως 31 Δεκεμβρίου κάθε χρόνο. Το ελάχιστο άνοιγμα ματιού που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 40 mm και τετράγωνου σχήματος. Ισχύουν και τοπικές απαγορεύσεις με πλήρη (Κόλποι Πόρτο-Λάγος, Ιερισσού, Αμβρακικός, Παγασητικός κ.λπ.) ή μερική (Κόλποι Πατραϊκός, Σαρωνικός, Καβάλας, Στρυμωνικός κ.λπ.) απαγόρευση αλιείας. Πρόσφατα, οι πλοιοκτήτες μηχανοτρατών στο βόρειο Αιγαίο ανακάλυψαν ένα νομικό παράθυρο προκειμένου να επεκτείνουν την αλιευτική τους δραστηριότητα και το καλοκαίρι, με την προϋπόθεση ότι θα ψαρεύουν στα διεθνή ύδατα (δηλαδή σε απόσταση μεγαλύτερη των 6 ναυτικών μιλίων από την ακτή) και όχι στα χωρικά. Με τον τρόπο αυτό η αλιευτική προσπάθεια κάθε σκάφους αυξήθηκε κατά 30 έως 60 ημέρες ανά έτος. Αυτό αντιστοιχεί σε περίπου 20% αύξηση της αλιευτικής προσπάθειας ανά σκάφος (Tsikliras 2014α).

Υπάρχουν περίπου 290 μηχανότρατες στις ελληνικές θάλασσες (στοιχεία για το 2014), οι οποίες είναι κυρίως μεγάλου μεγέθους (με μήκος που κυμαίνεται από 16 έως 40 m και μέσο μήκος 25 m περίπου) σιδερένια ως επί το πλείστον σκαριά και πραγματοποιούν ταξίδια δύο-τριών ημερών. Αλιεύουν περίπου το 15% της συνολικής ελληνικής αλιευτικής παραγωγής. Είναι εξοπλισμένες με ψυγεία και παγομηχανές και μπορούν να διατηρήσουν τα αλιεύματα για μέρες. Σε κάθε μηχανότρατα εργάζονται περίπου 5-6 άτομα, με αρκετούς αιγύπτιους ψαράδες.

Στις ελληνικές θάλασσες οι τράτες βυθού αλιεύουν παραβενθικά (μπακαλιάρος *Merluccius merluccius*, κουτσομούρα *Mullus barbatus*, μπαρμπούνι *Mullus surmuletus*) και βενθικά (γλώσσα *Solea solea*, οι πεσκαντρίτσες *Lophius piscatorius* και *Lophius budegassa*, γαρίδα *Melicertus kerathurus*) είδη (Εικόνα 4.8 και Κεφάλαιο 2)



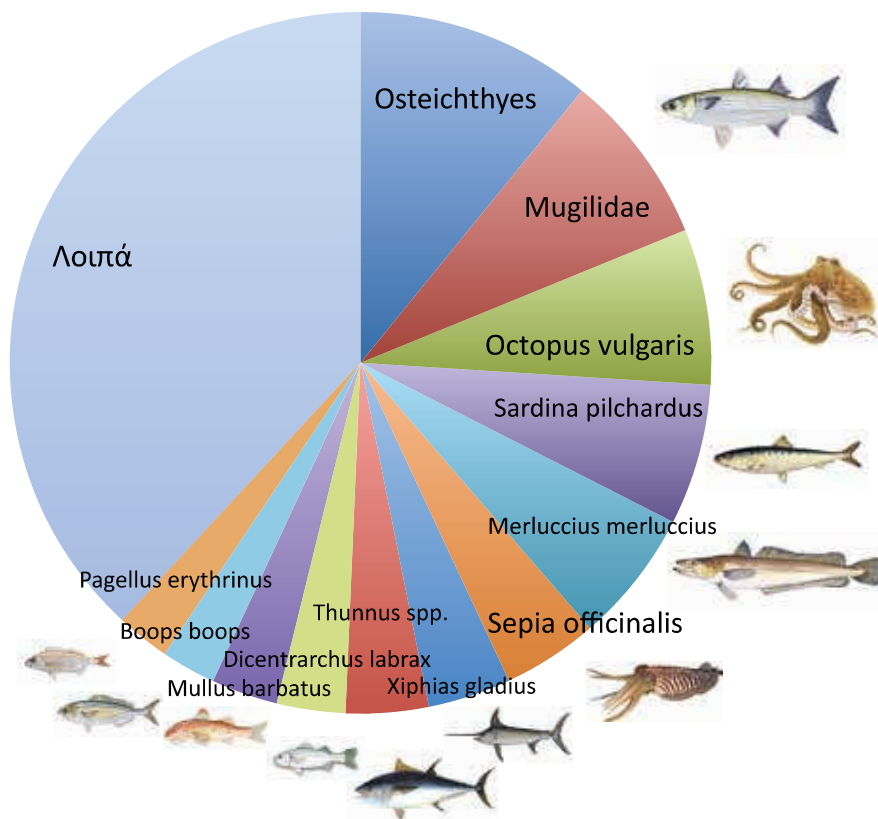
Εικόνα 4.8. Τα κυριότερα αλιεύματα των μηχανοτρατών στις ελληνικές θάλασσες (δεδομένα από Moutouroulos & Stergiou 2012).

Μικρής κλίμακας παράκτια αλιεία

Στην Ελλάδα η μικρής κλίμακας παράκτια αλιεία δραστηριοποιείται ολόκληρο το έτος στην παράκτια ηπειρωτική ακτογραμμή και στα νησιά. Οι παράκτιοι ψαράδες χρησιμοποιούν κατά κύριο λόγο ποικίλα παραδοσιακά αλιευτικά εργαλεία (απλάδια και μανωμένα δίχτυα, παραγάδια και παγίδες σε πολλές τοπικές παραλα-

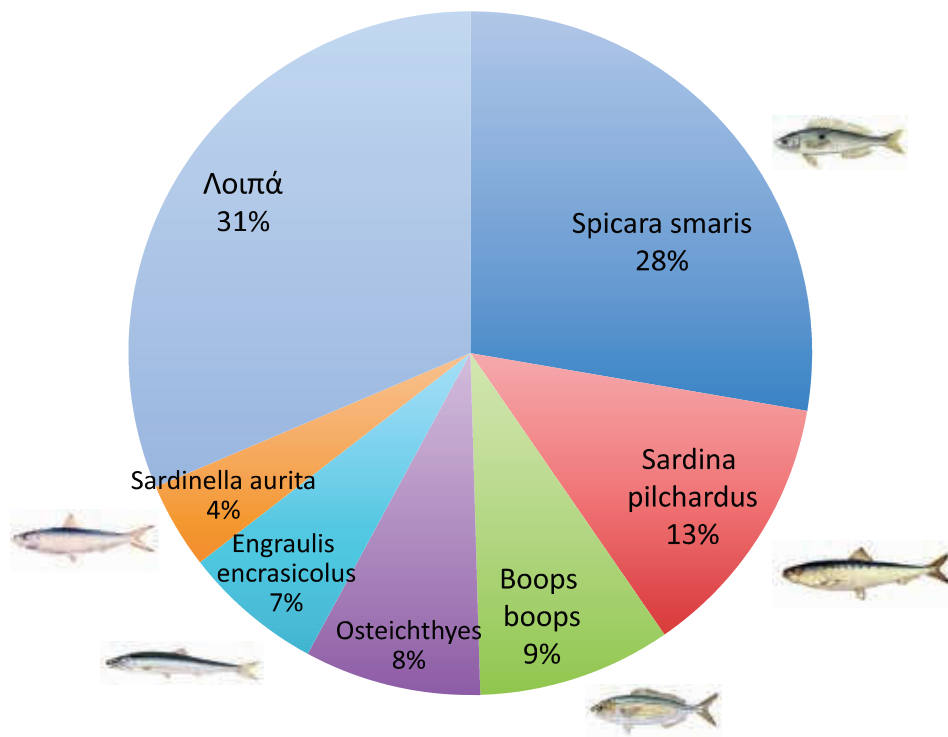
λαγές), τα οποία εναλλάσσουν ανάλογα με τα είδη-στόχους (Παρδαλου & Τσικληρας 2015β). Τα παράκτια σκάφη, που συνήθως είναι παραδοσιακά σκαριά (Καπανταγακης 2014), υπολογίζονται σε 15.500 περίπου (στοιχεία για το 2014). Από αυτά τα περισσότερα έχουν μέσο μήκος περίπου 7 m (κυμαίνεται από 2,5 έως 25 m) και περιορισμένη αλιευτική ικανότητα. Τα αλιευτικά ταξίδια είναι ημερήσια και σε κοντινή απόσταση από το λιμάνι ή αλιευτικό καταφύγιο. Σε κάθε παράκτιο σκάφος απασχολούνται κατά τη διάρκεια της αλιείας 1-2 ψαράδες, ενώ στο λιμάνι εκφόρτωσης μπορεί να απασχοληθεί άλλο ένα άτομο στο ξεψάρισμα, την πώληση του αλιεύματος και την επιδιόρθωση των αλιευτικών εργαλείων. Τα αλιεύματα, τα οποία ανέρχονται στο 60% της συνολικής ελληνικής αλιευτικής παραγωγής, μπορεί να εκφορτωθούν και να διακινηθούν μέσω της ιχθυόσκαλας ή να πωληθούν απευθείας στον καταναλωτή ή σε ταβέρνες.

Στις ελληνικές θάλασσες οι παράκτιοι ψαράδες συνήθως στοχεύουν σε αποθέματα της παράκτιας ζώνης, όπως ο σαργός *Diplodus sargus* συναγρίδα *Dentex dentex*, ο σπάρος, η *Diplodus annularis*, η μουρμούρα *Lithognathus mormyrus* και άλλα είδη της οικογένειας *Sparidae*, το μπαρμπούνη *Mullus surmuletus*, η κουτσομούρα *Mullus barbatus*, ο κέφαλος *Mugil cephalus*, ο μπακαλιάρος *Merluccius merluccius*, ο ροφός *Epinephelus marginatus*, ο μαυροσκορπιός *Scorpaena porcus* και άλλα είδη της οικογένειας *Scorpaenidae*, η γαρίδα *Melicertus kerathurus*, η караβίδα *Nephrops norvegicus*, η σουπιά *Sepia officinalis* και το χταπόδι *Octopus vulgaris* (Εικόνα 4.9 και Κεφάλαιο 2).



Εικόνα 4.9. Τα κυριότερα αλιεύματα των παράκτιων σκαφών στις ελληνικές θάλασσες (δεδομένα από Moutouroulos & Stergiou 2012).

Στα παράκτια σκάφη συμπεριλαμβάνονταν μέχρι την κατάργησή τους και οι βιντζότρατες που χρησιμοποιούσαν το ομώνυμο αλιευτικό εργαλείο και αλίευαν περίπου το 5% της συνολικής ελληνικής παραγωγής. Οι βιντζότρατες στις ελληνικές θάλασσες ήταν περίπου 400 σκάφη και στόχευαν σε μαρίδα *Spicara smaris*, γώπα *Boops boops* και σαρδέλα *Sardina pilchardus* στο νότιο Αιγαίο και σε είδη της οικογένειας *Sparidae* στο βόρειο (Εικόνα 4.10 και Κεφάλαιο 2). Οι βιντζότρατες καταργήθηκαν, επειδή ψάρευαν μεγάλο ποσοστό ανώριμων ατόμων που έβρισκαν καταφύγιο στην παράκτια ζώνη. Το εργαλείο, παρόλο που είναι συρόμενο, δεν έχει κατηγορηθεί για καταστροφές στα ενδιαίτηματα, αλλά η αφαίρεση των μικρόσωμων ατόμων από τα **νηπιακά πεδία** (nursery areas) συνιστά μεγάλη αρνητική επίδραση στο παράκτιο οικοσύστημα.



Εικόνα 4.10. Τα κυριότερα αλιεύματα των βιντζοτρατών στις ελληνικές θάλασσες (δεδομένα από Moutopoulos & Stergiou 2012).

4.9.2. Ερασιτεχνική αλιεία

Η ερασιτεχνική αλιεία, που περιλαμβάνει την αθλητική και ψυχαγωγική αλιεία, όταν είναι απολύτως ανεξέλεγκτη μπορεί να προκαλέσει τεράστια ζημιά στα αποθέματα και να δημιουργήσει προβλήματα στη διαχείρισή τους. Η έλλειψη ενημέρωσης και κάθε συστήματος καταγραφής της βιομάζας που αφαιρείται από τους ερασιτέχνες ψαράδες παρατηρείται σε πολλές χώρες, ανάμεσα στις οποίες και η Ελλάδα (Moutopoulos et al. 2013). Στην Ελλάδα μάλιστα οι ερασιτέχνες ψαράδες χρησιμοποιούν ακόμη και σήμερα επαγγελματικά αλιευτικά εργαλεία (παραγάδια, αφού η χρήση των δικτύων από ερασιτέχνες απαγορεύτηκε πριν από λίγα χρόνια). Στην πραγματικότητα πολλοί ερασιτέχνες ψαρεύουν ημι-επαγγελματικά αφού πωλούν τα αλιεύματά τους σε ταβέρνες.

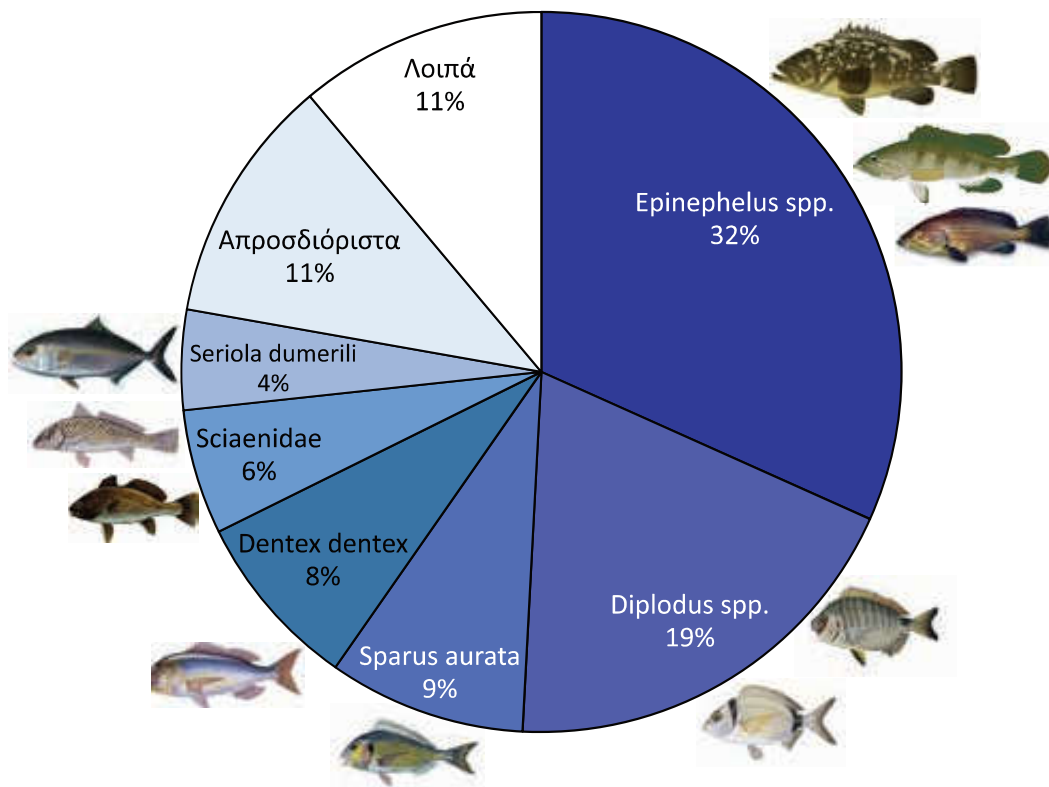
Το ένα σκέλος του προβλήματος είναι ότι τόσο ο αριθμός των ερασιτεχνών (βάρκες, πετονιές, ψαροτούφεκα), όσο και η παραγωγή (σύσταση και ποσότητα αλιευμάτων) των ερασιτεχνών είναι απολύτως άγνωστα δεδομένα στην Ελλάδα. Το δεύτερο σκέλος του προβλήματος είναι η υπερεκμετάλλευση όλων των ειδών κάθε μεγέθους και καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, καθώς το σύστημα αστυνόμευσης είναι ανύπαρκτο. Το πρόβλημα αναφέρεται σε νόμιμους (με ερασιτεχνική άδεια αλιείας από το λιμεναρχείο), παράνομους (χωρίς άδεια, αλλά με νόμιμο εξοπλισμό) και πολύ παράνομους ερασιτέχνες ψαράδες που χρησιμοποιούν καταστροφικό εξοπλισμό (αλιεία με καταδυτική συσκευή, δυναμίτη ή χημικά).

Στις ελληνικές θάλασσες οι συλλήψεις της ερασιτεχνικής αλιείας με καλάμι και πετονιά από την ακτή αυξάνονται συνεχώς από το 1950 και υπολογίζονται σε 2.500 t ετησίως (Moutopoulos et al. 2013). Τα είδη που αλιεύονται ξεπερνούν τα 50, από τα οποία το λαβράκι *Dicentrarchus labrax*, ο σπάρρος *Diplodus annularis*, ο σαργός *Diplodus sargus*, η τσιπούρα *Sparus aurata* και οι κέφαλοι *Mugilidae* αποτελούν το 45% των συλλήψεων (Moutopoulos et al. 2013).

Σύμφωνα με τη συχνότητα εμφάνισης και την αφθονία στις συλλήψεις τα είδη της οικογένειας *Serranidae* (κυρίως ο ροφός *Epinephelus marginatus* και η στήρα *Epinephelus costae*) και (ο σαργός *Diplodus sargus*, η τσιπούρα *Sparus aurata* και η συναγρίδα *Dentex dentex*) και το μαγιάτικο *Seriola dumerili* αποτελούν τους κυριότερους στόχους της ερασιτεχνικής αλιείας με υποβρύχιο κυνήγι στις ελληνικές θάλασσες (Εικόνα 4.11, Τσικληρας 2015). Φαίνεται ότι το υποβρύχιο κυνήγι ανταγωνίζεται άμεσα την παράκτια αλιεία, καθώς πολλά από τα είδη αυτά αποτελούν στόχους και των παράκτιων ψαράδων σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας (Πατραϊκός Κόλπος: Tzanatos et al. 2008). Παρόμοια σύσταση των αλιευμάτων του υποβρύχιου κυνηγιού έχει αναφερθεί και στις Βαlearίδες, όπου καταγράφηκαν σχεδόν τα ίδια είδη με ελάχιστες προσθήκες,

όπως η σμέρνα *Muraena helena* και το μουγγρί *Conger conger* (Morales-Nin et al. 2005). Αντίθετα, διαφορετική σύσταση έχει αναφερθεί στις γαλλικές μεσογειακές ακτές, από όπου απουσιάζουν τα μεγαλόσωμα είδη ψαριών, όπως ο ροφός *Epinephelus marginatus*, η σφυρίδα *Epinephelus aeneus*, η στήρα *Epinephelus costae* και η τσιπούρα *Sparus aurata* (Chavoïn & Boudouresque 2004).

Η ερασιτεχνική αλιεία και συγκεκριμένα το υποβρύχιο κυνήγι έχει αναφερθεί ότι επηρεάζει τη βιομάζα και αφθονία των ειδών μιας περιοχής, κυρίως των μεγαλόσωμων ψαριών με αργή αύξηση και μεγάλη διάρκεια ζωής (Lloret et al. 2008), όπως ο ροφός *Epinephelus marginatus* (Coll et al. 2004). Συνεπώς, οι ερασιτέχνες ψαράδες θα πρέπει να ελέγχονται αυστηρά ως προς τον αριθμό (η νομοθεσία επιτρέπει ημερήσιο όριο μέχρι 5 κιλά ψαριών ανά άτομο, 10 κιλά ανά βάρκα και 1 ροφοειδές του γένους *Epinephelus* ανά άτομο) και το μέγεθος των ειδών που αλιεύουν, αλλά και ως προς την εποχή και περιοχή αλιείας.



Εικόνα 4.11. Τα κυριότερα αλιεύματα της υποβρύχιας ερασιτεχνικής αλιείας στις ελληνικές θάλασσες (τροποποιημένη από Τσικληρασ 2015).

Προτεινόμενη βιβλιογραφία κεφαλαίου

Για την παγκόσμια αλιεία οι εκδόσεις του FAO είναι ιδιαίτερα χρήσιμες και διατίθενται δωρεάν σε ηλεκτρονική μορφή από την επίσημη ιστοσελίδα του οργανισμού. Τα σχετικά βιβλία όμως σπανίζουν (Hilborn & Walters 1992, Hart & Reynolds 2002). Για την ιστορία και την εξέλιξη της ελληνικής αλιείας πολύτιμο σύγγραμμα αποτελεί η τρίτομη «Θαλασσινή εγκυκλοπαίδεια» (Ανανιαδης 1964). Δύο πρόσφατες εκδόσεις του *ΕΛΚΕΘΕ* (Papaconstantinou et al. 2007, Στεργίου et al. 2014) πραγματεύονται θέματα που σχετίζονται με την ελληνική αλιεία και την κατάσταση των αλιευτικών αποθεμάτων στις ελληνικές θάλασσες.

Ασκήσεις

- 1.** Έχετε ένα αρχείο EXCEL που περιέχει δεδομένα συλλήψεων (t) ανά είδος στις ελληνικές θάλασσες. Να χαρακτηριστεί η κατάσταση (ανεκμετάλλευτη, αναπτυσσόμενη, πλήρως εκμεταλλευμένη, υπεραλιευμένη, εξαντλημένη) της ελληνικής αλιείας ανά δεκαετία (1930-2010) και να εντοπιστούν 3 αποθέματα τα οποία ήταν υπεραλιευμένα το τελευταίο έτος της χρονοσειράς.
- 2.** Να αναζητηθεί από τη *FishBase* το μέγιστο μήκος σώματος για κάθε ένα από τα κυριότερα αλιεύματα των μηχανοτρατών, γρι-γρι, παράκτιων σκαφών, βιντζοτρατών και υποβρύχιου ψαρέματος και να υπολογιστεί το μέγιστο σταθμισμένο μήκος αλιεύματος για κάθε κατηγορία με βάση τα ποσοστά που αναγράφονται στις αντίστοιχες εικόνες.
- 3.** Να βρεθεί μια δημοσιευμένη εργασία για τη Μεσόγειο με αντικείμενο τα απορριπτόμενα αλιεύματα και να περιγραφούν τα αποτελέσματά της σε 10 γραμμές. Να υπολογιστεί η αναλογία απόρριψης και να συγκριθεί με τη μέση αναλογία που έχει δημοσιευτεί για τη Μεσόγειο (Tsagarakis et al. 2014). Να γίνει πλήρης βιβλιογραφική αναφορά των εργασιών που χρησιμοποιήθηκαν.