

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΤΟΥ ΑΠΟΘΕΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΓΑΥΡΟΥ ΣΤΟ ΑΙΓΑΙΟ  
ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟ (ΙΟΥΝΙΟ 2003 ΚΑΙ ΙΟΥΝΙΟ 2004)**

**Γιαννουλάκη Μ.\*, Μαχιάς Α.\*, Σωμαράκης Σ.<sup>+</sup>, Σιαπάτης Α.\*, Παπακωνσταντίνου Κ.\***

*\*Ελληνικό Κέντρο Θαλασσίων Ερευνών, ΤΘ 2214, Ηράκλειο 71003*

*<sup>+</sup>Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πάτρας, 26500 Πάτρα,*

*<sup>++</sup>Ινστιτούτο Αλιευτικών Ερευνών, Καβάλα*

*E-mail: marianna@her.hcmr.gr*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Η βιομάζα του αποθέματος του γαύρου στο Αιγαίο εκτιμήθηκε με την ακουστική μέθοδο τον Ιούνιο 2003 και 2004. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η ολική βιομάζα του αποθέματος του γαύρου εκτιμήθηκε σε 47838 t και 46508 t το 2003 και το 2004, αντίστοιχα. Ωστόσο, παρατηρήθηκε μια αξιοσημείωτη πτώση της βιομάζας του αποθέματος του γαύρου μεταξύ 2003 και 2004 στο ανατολικό τμήμα της περιοχής έρευνας (από 22696 t σε 9992 t, αντίστοιχα).

**STOCK ASSESSMENT OF ANCHOVY IN AEGEAN SEA BASED ON ACOUSTICS  
(JUNE 2003 AND 2004)**

**Giannoulaki M., Machias A., Somarakis S., Siapatis A., Papaconstantinou C.**

**ABSTRACT**

The biomass of Aegean Sea anchovy stock was estimated with acoustics methods in June 2003 and June 2004. Stock biomass based on acoustics was 47838 t in 2003 and 46508 t in 2004. However results showed a remarkable decline of anchovy biomass between 2003 and 2004 in the eastern part of the surveyed area (from 22696 t to 9992 t, respectively).

**Keywords:** anchovy, stock assessment, acoustics, Aegean Sea.

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο γαύρος (*Engraulis encrasicolus*) και η σαρδέλα (*Sardina pilchardus*) συνιστούν τα δύο πιο σημαντικά είδη μικρών πελαγικών στις Ελληνικές θάλασσες καθώς η παραγωγή τους ανέρχεται στο 30% των συνολικών εκφορτώσεων (Stergiou et al. 1997). Τα στοιχεία της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας δείχνουν μια αύξηση των εκφορτώσεων γαύρου και σαρδέλας από τα μέσα της δεκαετίας του '60 ως τις αρχές του '90 και στη συνέχεια παρατηρήθηκε μία μείωση. Γενικά, τα αποθέματα του γαύρου παρουσιάζουν μεγάλες διακυμάνσεις και τα τελευταία χρόνια τάσεις μείωσης, γεγονός που από διαχειριστικής απόψεως χρήζει προσοχής. Ωστόσο, υπάρχει έλλειψη κανονικών και μεγάλης χρονικής διάρκειας χρονοσειρών βιομάζας γαύρου και περιβαλλοντικών παραμέτρων στις Ελληνικές θάλασσες, καθώς οι πραγματοποιηθείσες μέχρι σήμερα δειγματοληψίες (Machias et al. 1997; Giannoulaki et al. 2001; Machias et al. 2001) παρουσιάζουν ασυνέχεια στο χρόνο και στο χώρο, συνδέονται με συγκεκριμένα προγράμματα και τερματίζουν με το πέρας των προγραμμάτων αυτών. Το γεγονός αυτό αποτελεί τροχοπέδη στην μελέτη της επίδρασης των περιβαλλοντικών διακυμάνσεων στα μικρά πελαγικά είδη ψαριών.

Η παρούσα έρευνα πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του Εθνικού Προγράμματος Συλλογής Αλιευτικών Δεδομένων (2002-2006). Στόχος της έρευνας ήταν η εκτίμηση του αποθέματος του γαύρου στο Αιγαίο με την Ακουστική μέθοδο, που εφαρμόστηκε τον Ιούνιο του 2003 και 2004.

### Υλικά και Μέθοδοι

Κατά τη διάρκεια της ερευνητικής αποστολής ακουστικά δεδομένα καταγράφονταν συνεχώς πάνω στο Ε/Σ ΦΙΛΙΑ κατά μήκος 70 ακουστικών διατομών στην περιοχή του Β. Αιγαίου (Εικόνα 1) με ηχοβολιστικό Biosonic Split Beam 38 kHz DT-X, τον Ιούνιο 2003 και 2004. Η απόσταση μεταξύ των διατομών ήταν 10 ναυτικά μίλια και η ταχύτητα του σκάφους κατά τη διάρκεια

του ηχοβολισμού ήταν 8 κόμβοι. Η ακουστική έρευνα κάλυψε συνολική επιφάνεια 31000 km<sup>2</sup>. Το μήκος της πορείας του σκάφους κατά μήκος της οποίας οι ακουστικές μετρήσεις αθροίστηκαν για να δώσουν ένα δείγμα (Στοιχειώδης Μονάδα Δειγματοληψίας) ήταν το ένα ναυτικό μίλι. Η ανάλυση των ακουστικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό πρόγραμμα Echoview v3.10 της Sonardata. Τα ηχογράμματα χρησιμοποιήθηκαν για την αναγνώριση των κοπαδιών του γαύρου και της σαρδέλας και την απόδοση της ακουστικής διατομής σε είδη (MacLennan & Simmonds, 1992).

Η μετατροπή του ήχου του γαύρου σε βιομάζα απαιτεί τη γνώση της σχέσης μήκους-βάρους καθώς και της κατά μήκος σύνθεσης του είδους στην περιοχή. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκαν στην περιοχή μελέτης 22 και 23 σύρσεις με πελαγική τράτα το 2003 και το 2004 αντίστοιχα, κατά μήκος των διατομών, σε θέσεις με μεγάλες συγκεντρώσεις ψαριών. Από το αλιεύμα έγινε η εκτίμηση της κατά μήκος σύνθεσης του γαύρου ανά περιοχή (ανατολική περιοχή: Θρακικό και Στρυμονικός κόλπος, δυτική περιοχή: Θερμαϊκός κόλπος και Β. Ευβοϊκός κόλπος) με βάση τη σχέση (MacLennan & Simmonds 1992):

$$f_j = \frac{\sum_{k=1}^M \left( \frac{n_{jk}}{t_k} \right)}{\sum_{k=1}^M \left( \frac{N_k}{t_k} \right)},$$

όπου  $f_j$  : η μέση συχνότητα του γαύρου της κλάσης μήκους  $j$ ;  $n_{jk}$  : ο αριθμός των ατόμων του γαύρου μήκους κλάσης  $j$  στον σταθμό αλιείας  $k$ ;  $N_k$  : ο συνολικός αριθμός των ατόμων του γαύρου στον σταθμό αλιείας  $k$ ;  $t_k$  : ο χρόνος αλιείας στον σταθμό  $k$  και  $M$  : ο αριθμός των σταθμών αλιείας στην περιοχή. Η παραπάνω εξίσωση πλεονεκτεί καθώς λαμβάνει υπόψη τη διάρκεια της σύρσης (MacLennan & Simmonds 1992).

Η πυκνότητα των στόχων (F) από τις παρατηρηθείσες ολοκληρώσεις των ήχων εκτιμήθηκε με βάση την εξίσωση  $F = (K / \langle \sigma \rangle) E$ , όπου K: ο παράγοντας βαθμονόμησης,  $\langle \sigma \rangle$ : η μέση ακουστική διατομή και E είναι η ακουστική ολοκλήρωση μετά την κατάτμηση. Η σχέση ηχοανακλαστικού δυναμικού (TS) – Ολικού Μήκους που χρησιμοποιήθηκε για το γαύρο ήταν:  $TS = 20 \log TL - 71.2$ , όπου TL είναι το μήκος του ψαριού (Garcia et al 1994). Το  $\langle \sigma \rangle$  υπολογίστηκε για το μέσο μήκος ψαριού για κάθε περιοχή με βάση

την εξίσωση  $\langle \sigma \rangle = 4\pi \sum f_i 10^{TS/10}$ , όπου  $f_i$  είναι η αντίστοιχη συχνότητα μήκους όπως προκύπτει από τα δείγματα που αλιεύθηκαν (MacLennan & Simmonds 1992).

Η αφθονία Q εκτιμήθηκε ξεχωριστά σε κάθε περιοχή σύμφωνα με τη σχέση:

$Q = A_k \sum_i F_i / N_k$ , όπου  $F_i$  είναι το I δείγμα;  $A_k$  είναι η έκταση της στατιστικά στοιχειώδους περιοχής δειγματοληψίας και  $N_k$  οι διατομές στην  $A_k$ . Η διασπορά V εκτιμήθηκε από τη σχέση:

$$V = \sum_i (AF_i - Q)^2 / [N_i(N_i - 1)].$$

Η σχέση μήκους βάρους υπολογίστηκε από το σύνολο των σταθμών αλιείας με βάση τη σχέση:  $W = a TL^b$ , όπου W το βάρος του ψαριού, TL μήκος του και a, b συντελεστές που εκτιμούνται από τη μη γραμμική ανάλυση παλινδρόμησης των δεδομένων.

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της εκτίμησης της βιομάζας του αποθέματος του γαύρου σε κάθε περιοχή παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Επίσης, στην Εικόνα 1 παρουσιάζεται ενδεικτικά η κατανομή της αφθονίας του γαύρου τον Ιούνιο του 2004 στην περιοχή μελέτης. Η κατά μήκος σύνθεση

του γαύρου ανά περιοχή και περίοδο δειγματοληψίας φαίνεται στην Εικόνα 2.

## ΣΥΖΗΤΗΣΗ-ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

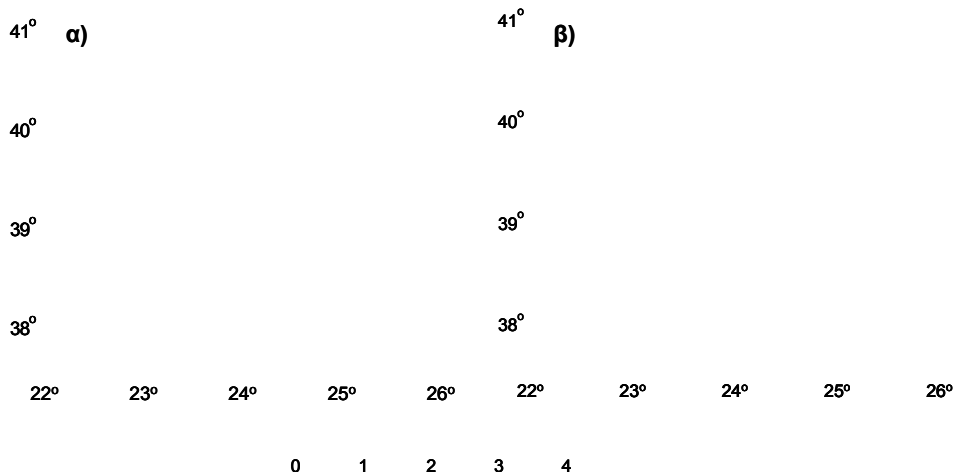
Η κατανομή του αποθέματος του γαύρου στο Β. Αιγαίο με βάση τα αποτελέσματα της ακουστικής δειγματοληψίας έδειξε το σχηματισμό τριών κύριων συγκεντρώσεων στην περιοχή του Αιγαίου: (α) στο Θρακικό, όπου τα ψάρια αφθονούν σε παραγωγικές περιοχές απορροής ποταμών και σε περιοχές που δέχονται την άμεση επίδραση των νερών της Μαύρης Θάλασσας (β) στον ημίκλειστο και υψηλής παραγωγικότητας Θερμαϊκό κόλπο και (γ) στην πολύ κλειστή και παραγωγική περιοχή του Β. Ευβοϊκού κόλπου. Η κατά μήκος σύνθεση των ψαριών στις δύο περιοχές έδειξε μια τάση προς μεγαλύτερες κλάσεις μήκους στην ανατολική περιοχή το 2004, ωστόσο ο έλεγχος με Kolmogorov-Smirnov δεν έδειξε στατιστικά σημαντικές διαφοροποιήσεις στις κατά μήκος συνθέσεις μεταξύ των περιόδων δειγματοληψίας.

Στο σύνολο της περιοχής έρευνας η ακουστική μέθοδος έδειξε μικρή μείωση της ολικής βιομάζας του αποθέματος του γαύρου (από 47838 t και 46508 t το 2003 και το 2004, αντίστοιχα), ωστόσο ειδικά στο ανατολικό τμήμα της περιοχής έρευνας παρατηρήθηκε μια αξιοσημείωτη πτώση μεταξύ 2003 και 2004 (από 22696 t σε 9992 t, αντίστοιχα). Η εκτίμηση της αναπαραγωγικά ενεργή βιομάζας του γαύρου με την Μέθοδο της Ημερήσιας Παραγωγής Αυγών (ΜΗΠΑ) η οποία εφαρμόστηκε ταυτόχρονα με την ακουστική μέθοδο στην περιοχή έρευνας έδειξε για το σύνολο της περιοχής μείωση από 40042 t σε 22799 t, και ειδικότερα για το ανατολικό τμήμα από 17600 t σε 6251 t, για το 2003 και το 2004, αντίστοιχα. Η παρατηρούμενη αυτή μείωση αποτελεί ένδειξη ότι πρέπει να αναμένουμε πτώση της συνολικής βιομάζας του γαύρου στο επόμενο έτος.

Μελλοντικά, τα αποτελέσματα της ακουστικής μεθόδου θα συνδυαστούν με βιολογικά στοιχεία των εκφορτωνόμενων ψαριών με στόχο την

Πίνακας 1. Εκτίμηση της βιομάζας του γαύρου με βάση την ακουστική μέθοδο στο Β. Αιγαίο τον Ιούνιο 2003 και 2004.

Έτος	Ανατολική περιοχή		Δυτική περιοχή		Συνολική περιοχή	
	Βιομάζα (t)	CV	Βιομάζα (t)	CV	Βιομάζα (t)	SE%
2003	22696	0.290	25142	0.301	47838	9.72
2004	9992	0.232	36517	0.211	46508	6.59



Εικόνα 1. Η κατανομή του γαύρου στο Β. Αιγαίο α) τον Ιούνιο 2003 και β) τον Ιούνιο 2004 με βάση το νεπέριο λογάριθμο ( $\ln$ ) της ακουστικής διατομής ( $m^2/nm^2$ ). Χρησιμοποιήθηκε kriging ως μέθοδος παρεμβολής.

εκτίμηση της βιομάζας ανά ηλικία και αλιεύματος και την ακριβή εκτίμηση των διακυμάνσεων της φυσικής και αλιευτικής θνησιμότητας με στόχο την αποτελεσματικότερη διαχείριση του γαύρου στο Αιγαίο.

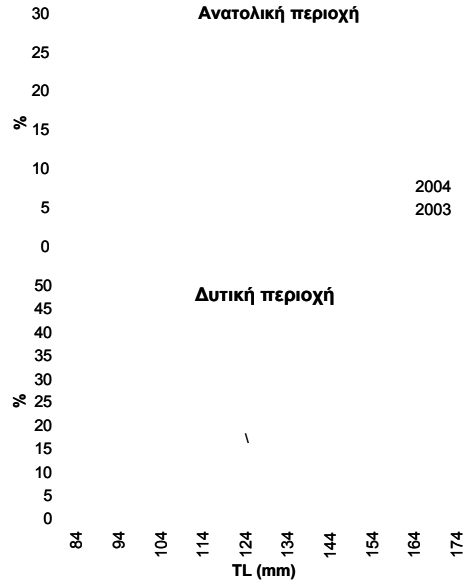
#### ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα έρευνα είναι μέρος του Εθνικού Προγράμματος Συλλογής Αλιευτικών Δεδομένων (Υπουργείο Τροφίμων και Αγροτικής Ανάπτυξης). Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον καπετάνιο και το πλήρωμα του Ε/Σ ΦΙΛΙΑ για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών.

#### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- GARCIA A., PALOMERA, I., LIORZOU, B., GIOVANARDI O. AND PLA, C. 1994. Northwestern Mediterranean Anchovy. Distribution, biology, fisheries and biomass estimation by different methods. EEC, DG XIV, Final Report, Project MA 3.730
- GIANNOULAKI, M., MACHIAS, A., SOMARAKIS, S., KOUTSIKOPOULOS, C., MANOUSAKIS L. AND TSIMENIDES N. 2001. Study of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.) distribution in the central Aegean and Ionian Seas by hydroacoustics. Proc. of the 10<sup>th</sup> Panellenic Conference of Ichthyologists, p. 61-64.
- MACHIAS, A., SOMARAKIS, S., GIANNOULAKI, M., MANOUSAKIS, L., KAPAN-

- TAGAKIS A. AND TSIMENIDES N. 1997. Estimation of the northern Aegean anchovy stock in June 1995 by means of hydroacoustics. Proc. of the 5<sup>th</sup> Panhellenic Symposium on Oceanography and Fisheries, 2: 47-50.
- MACHIAS, A., GIANNOULAKI, M., SOMARAKIS, S., KOUTSIKOPOLOS, C., MANOUSAKIS, L., KAPANTAGAKIS A. AND TSIMENIDES N. 2001. Estimation of the anchovy (*Engraulis encrasicolus*) stocks in the central Aegean and Ionian Seas by means of hydroacoustics. Proc. of the 10<sup>th</sup> Panellenic Conf. of Ichthyologists, p. 57-60.
- MACLENNAN D. AND SIMMONDS E.J. 1992. Fisheries acoustics. Chapman & Hall, London, 325p.
- STERGIOU, K.I., CHRISTOU, E., GEORGOPOULOS, D., ZENETOS A. AND SOUVERMEZOGLOU C. 1997. The Hellenic Seas: physics, chemistry, biology and fisheries. Oceanography Marine Biology: an Annual Review, 35: 415-538.



Εικόνα 2. Η κατά μήκος σύνθεση του γαύρου στην ανατολική και δυτική περιοχή έρευνας ανά περίοδο δειγματοληψίας.