

## ΜΙΑ ΕΜΜΕΣΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΣΤΡΑΤΟΛΟΓΗΣΗΣ ΑΠΟ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΝΑ ΜΟΝΑΔΑ ΑΛΙΕΥΤΙΚΗΣ ΠΡΟΣΠΑΘΕΙΑΣ

Γ. Τσερπές<sup>1</sup> & Ν. Τσιμενίδης<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Ινστιτούτο Θαλάσσιας Βιολογίας Κρήτης, Τ.Θ. 2214, 71003 Ηράκλειο

<sup>2</sup>Πανεπιστήμιο Κρήτης, Τμήμα Βιολογίας, Τ.Θ. 1470, 71110 Ηράκλειο

### ABSTRACT

G. Tserpes & N. Tsimenides: An indirect method for the calculation of recruitment from catch per unit effort data.

A simple method for the estimation of recruitment from catch per unit effort data series has been described and it has been applied in the case of *Mullus barbatus* stock of the Cretan continental shelf. The method allows estimation of the relative abundance of recruits and it can be applied in all cases where catch per effort data are available, provided that the recruitment period of the under study stock is more or less known and has a relatively limited duration.

### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η στρατολόγηση μαζί με την ανάπτυξη των ήδη υπαρχόντων ατόμων ενός αποθέματος είναι οι παράμετροι οι οποίοι αυξάνουν το μέγεθος και την βιομάζα του. Στην Αλιευτική Βιολογία ο όρος στρατολόγηση αναφέρεται είτε με την έννοια της εισόδου νέων ατόμων στον ευάλωτο από τα συγκεκριμένα αλιευτικά εργαλεία πληθυσμό (Ricker 1975) είτε με την έννοια της εισόδου νέων ατόμων στα αλιευτικά πεδία (Beverton and Holt 1957). Πάντως σε πολλές περιπτώσεις οι δύο ορισμοί εκφράζουν με διαφορετικό τρόπο ουσιαστικά ταυτόσημα γεγονότα.

Ο προσδιορισμός της εποχής στρατολόγησης και ο αριθμητικός υπολογισμός της βοηθάει σημαντικά στην εκτίμηση της κατάστασης ενός αποθέματος και την ορθολογιστική του διαχείριση. Η στρατολόγηση μπορεί να εκτιμηθεί έμμεσα με την χρήση αναλυτικών μεθόδων όπως η VPA οι οποίες μας δίνουν πληροφορίες για την "ιστορία" μιας ηλικιακής κλάσης και την στρατολόγηση παρελθόντων ετών. Άμεσες εκτιμήσεις της στρατολόγησης απαιτούν την ανάλυση της κατά μέγεθος σύνθεσης του αλιεύματος προκειμένου να υπολογισθεί ο αριθμός των νεοεισελθέντων ατόμων σε αυτό. Ιδανικά η μέθοδος απαιτεί τον προσδιορισμό της ηλικίας των δειγμάτων με τον ανάλογο κόπο και κόστος.

Στην συγκεκριμένη εργασία προτείνεται μια έμμεση μέθοδος εκτίμησης της στρατολόγησης από χρονοσειρές δεδομένων αφθονίας ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας (CPUE) που συγκεντρώθηκαν κατά την διάρκεια πειραματικής αλιείας. Η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί σε περιπτώσεις που είναι σχετικά γνωστή και στενή η εποχή στρατολόγησης, γεγονός που ισχύει για πολλά εμπορικά Μεσογειακά βενθοπελαγικά είδη τα οποία έχουν συγκεκριμένη περίοδο αναπαραγωγής. Στην συγκεκριμένη περίπτωση εφαρμόστηκε για το είδος *Mullus barbatus* (κουτσομούρα) στην υφαλοκρηπίδα της Κρήτης.

### ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Με την υπόθεση ότι η περίοδος στρατολόγησης του υπό μελέτη είδους είναι συγκεκριμένη, από τον ορισμό της θνησιμότητας προκύπτει ότι ο αριθμός των ατόμων του αποθέματος μειώνεται εκθετικά κατά το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μέχρι την επόμενη στρατολόγηση. Η μείωση οφείλεται στην αλιευτική και φυσική θνησιμότητα. Στην περίπτωση του *M. barbatus* προκαταρκτικές παρατηρήσεις έχουν δείξει ότι η στρατολόγηση πραγματοποιείται το διάστημα Ιούνιος - Σεπτέμβριος. Επειδή το παραπάνω απόθεμα υφίσταται αλιευτική εκμετάλλευση κυρίως με τράτα βυθού η χρήση της οποίας επιτρέπεται μόνο κατά το διάστημα Οκτώβριος - Μάιος μπορεί να υποτεθεί ότι η αλιευτική θνησιμότητα δρά ουσιαστικά μόνον αυτό το διάστημα.

Δεδομένου ότι η CPUE εκφρασμένη σε αριθμό ατόμων είναι ανάλογη της αφθονίας του αποθέματος, η μείωση της τελευταίας κατά το διάστημα Οκτώβριος - Μάιος αντανακλάται στις τιμές της CPUE και επομένως για το διάστημα αυτό ισχύει:

$$Y_i = Ae^{-Bi}$$

όπου  $Y_i$  η CPUE το μήνα  $i$  και  $A, B$  σταθερές.

Τους μήνες Ιούνιο - Σεπτέμβριο κατά τους οποίους απαγορεύεται η εμπορική αλιεία με τράτα βυθού ο αριθμός των ατόμων που προϋπάρχουν μειώνεται μόνο λόγω της φυσικής θνησιμότητας  $M$  και ο αριθμός  $S_i$  αυτών που απομένουν δίδεται από την σχέση:



$$S_i = Y_0 e^{-Mi}$$

όπου  $Y$  η προβλεπόμενη από το εκθετικό μοντέλο τιμή της CPUE για τον μήνα Μάιο (τελευταίος μήνας εμπορεύσιμης αλιείας). Η ετήσια φασματική θνησιμότητα του *M. barbatus* θεωρήθηκε ίση με 0.45. Η παραπάνω τιμή ευρίσκεται εντός των ορίων 0.4 - 0.5 που αναφέρουν εμπειρικές παρατηρήσεις σε έντονα αλιευόμενες περιοχές της Μεσογείου (McPherson 1981, Caddy 1993, Oliver 1993).

Τέλος κατά το διάστημα Ιούλιος - Σεπτέμβριος κατά το οποίο δεν υπάρχει αλιευτική δραστηριότητα, αλλά μόνον είσοδος νέων ατόμων  $N$  ισχύει:

$$Y_i = S_i + N_i \Rightarrow N_i = Y_i - S_i$$

Από την τελευταία σχέση υπολογίζεται ο αριθμός των νέων ατόμων (άτομα που δεν έχουν συμπληρώσει το πρώτο έτος ζωής) ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας για κάθε έναν από τους παραπάνω μήνες.

Η προσαρμογή του εκθετικού μοντέλου έγινε με μη γραμμικές μεθόδους με την μέθοδο των επαναληπτικών προσεγγίσεων (iterations) και την χρήση του αλγόριθμου ελαχιστοποίησης του Simplex (Wilkinson 1988). Ο συντελεστής προσαρμοσμένου- $R^2$  (adjusted- $R^2$ ) θεωρήθηκε ότι εκφράζει τον βαθμό της επιτυχίας προσαρμογής των δεδομένων στο μοντέλο. Τα δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν συλλέχθηκαν κατά την διάρκεια πειραματικής αλιείας με τράτα βυθού που έγινε σε μηνιαία βάση στον κόλπο του Ηρακλείου με το Ε/Σ του ΙΘΑΒΙΚ "Φιλία" κατά το διάστημα Ιανουάριος 1991 - Δεκέμβριος 1993. Η αφθονία εκφράστηκε σε αριθμό ατόμων ανά τετραγωνικό ναυτικό μίλι ( $n.mi^2$ ).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

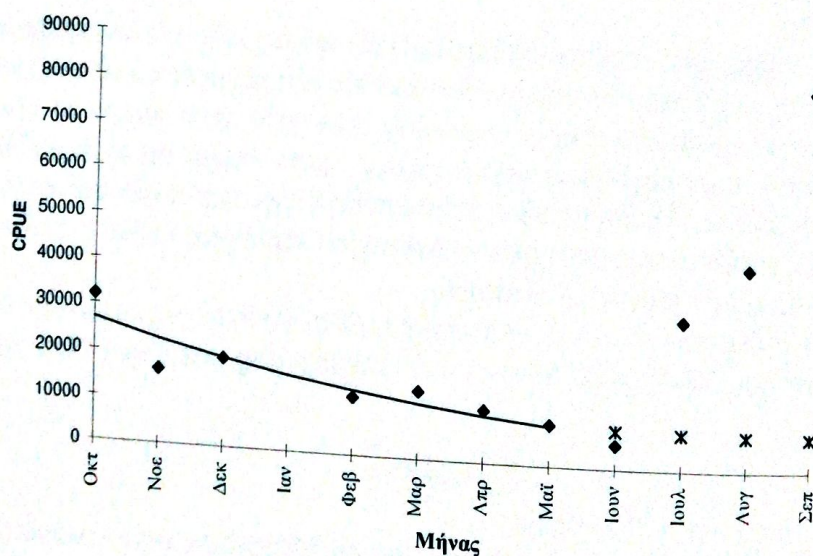
Μήνας	<i>M. barbatus</i>
Ιούνιος	
Ιούλιος	24332.09 (75%)
Αύγουστος	36523.54 (82%)
Σεπτέμβριος	75934.32 (91%)

Πίνακας 1. Αριθμός ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας ( $n.mi^2$ ) και ποσοστό επί του συνόλου των νεοεισελθόντων ατόμων στην αλιεία κατά τους μήνες διακοπής της αλιευτικής δραστηριότητας.

Το εκθετικό μοντέλο ερμηνεύει την μείωση της CPUE του *M. barbatus*, κατά την διάρκεια της αλιευτικής περιόδου σε ποσοστό 77% ( $R^2=0.77$ ).

Γενικά όλους τους μήνες διακοπής της αλιευτικής δραστηριότητας εκτός από τον Ιούνιο τα νεοεισελθέντα στην αλιεία άτομα αποτελούν ένα μεγάλο ποσοστό του συνόλου που κυμαίνεται από 75-91%. (Πίνακας 1).

Τα αποτελέσματα αποδίδονται γραφικά στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Αφθονία ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας (αριθμός ατόμων/ $n.mi^2$ ) όπως προβλέπεται από το εκθετικό μοντέλο μείωσης (συνεχής γραμμή). Με αστερίσκο σημειώνονται οι προβλεπόμενες τιμές τους μήνες διακοπής της αλιευτικής δραστηριότητας και με ρόμβους οι παρατηρηθείσες τιμές (ιδέ κείμενο).



Στη παρούσα εφαρμογή θεωρήθηκε ότι κατά τους μήνες διακοπής της αλιευτικής δραστηριότητας δρά μόνον η έλλειψη θνησιμότητας. Ακόμη όμως και αν θεωρηθεί ότι η αρχική εκθετική μείωση συνεχίζεται καθόλη την διάρκεια του πεδύματος (ιδε Σχήμα 1).

Γενικά φαίνεται ότι στις περιπτώσεις όπου η κυριώτερη αιτία θνησιμότητας είναι η αλιεία, όπως συμβαίνει με τα ψάρια, η αλιευτική θνησιμότητα παύει να επιδρά για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα. Η παραπάνω υπόθεση χρήση του εκθετικού μοντέλου μείωσης της αφθονίας του αποθέματος και μπορεί να διερευνηθεί η εφαρμογή ενός διαφορετικού μοντέλου το οποίο πιθανόν σε κάποιες περιπτώσεις να εφαρμόζει καλύτερα τη συγκεκριμένη μείωση. Πάντως προκειμένου να φαίνονται καθαρά οι πιστοχές τάσεις της αφθονίας ενός αποθέματος πρέπει η σαρκοποίηση να έχει σχετικά περιορισμένη διάρκεια (π.χ. 3-4 μήνες).

Όπως προαναφέρθηκε οι εκτιμήσεις στη παρούσα περίπτωση βασίστηκαν σε δεδομένα που συλλεγήθηκαν από την περιορισμένη αλιεία αλλά η μέθοδος μπορεί να εφαρμοσθεί και με δεδομένα εμπορικής αλιείας τα οποία μπορούν να συγκεντρωθούν μέσω από ένα συγκεκριμένο σχήμα δειγματοληψίας.

### ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- BEVERTON, R.J.H. & HOLT, S.J. (1957): On the dynamics of exploited fish populations. *Fish. Invest. London, Ser II*, 19: 1-533
- CADDY J.F. (1993): Some future perspectives for assessment and management of Mediterranean fisheries. *Sci. Mar.*, 57(2-3): 121-130
- MACPHERSON, E. (1981): Resource partitioning in a Mediterranean fish community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 4: 183-193.
- OLIVER, P. (1993): Analysis of the fluctuations observed in the trawl fleet landings of the Balearic islands. *Scientia Marina* 57(2-3): 219-227.
- RICKER, W.E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. *Bull. Fish. Res. Bd. Can.*, 191, 382 pp.
- WILKINSON, L. (1988): *Systat: The System for Statistics*. Evanston, IL: Systat Inc.