

## Εκτίμηση των παραμέτρων αλιευτικής εκμετάλλευσης του είδους *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) στη λίμνη Παμβώτιδα

Ιερεμίας Χουσιδής<sup>1</sup>, Ανθή Οικονόμου<sup>2</sup>, Αλέξανδρος Ντάκης<sup>3</sup>, Μαρία Τσουμάνη<sup>4</sup>, Ιωάννης Λεονάρδος<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Ελλάδα-  
[ichousidis@yahoo.com](mailto:ichousidis@yahoo.com)

<sup>2</sup> Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Ελλάδα-  
[anthi.oikon@gmail.com](mailto:anthi.oikon@gmail.com)

<sup>3</sup> Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Ελλάδα-  
[ntakisal@gmail.com](mailto:ntakisal@gmail.com)

<sup>4</sup> Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Ελλάδα-  
[mirandatsoumani@gmail.com](mailto:mirandatsoumani@gmail.com)

<sup>5</sup> Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογικών Εφαρμογών & Τεχνολογιών, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 45110 Ιωάννινα, Ελλάδα-  
[ileonard@uoi.gr](mailto:ileonard@uoi.gr)

### ABSTRACT

**Ieremias Chousidis<sup>1,2</sup>, Anthi Oikonomou<sup>1,3</sup>, Alexandros Ntakis<sup>1,4</sup>, Maria Tsoumani<sup>1,5</sup>, Ioannis Leonardos<sup>1,6</sup>: Evaluation of the mortality coefficients of the Prussian carp, *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in lake Pamvotida.**

In the current study, the age and mortality coefficients of the Prussian carp, *Carassius gibelio* were evaluated. The age was evaluated through the examination of scales in a total of 374 individuals. Reading of scales indicated the presence of seven age classes and the age classes of 4 and 5 years dominated the population. The population parameters Z, M, F were evaluated as: Z = 0.57, M = 0.3 and F = 0.26. The exploitation rate (E) was estimated at 0.46 which was relatively low and showed that the population is at the lowest values of a balanced exploitation. In addition, the F coefficient was lower than the M coefficient and this showed that mortality from natural causes is higher than the mortality derived from fishing. As a sequence, the fishing effort could be increased.

**Keywords:** Age, *Carassius gibelio*, ecosystem management, fishing effort, mortality coefficient, Lake Pamvotida

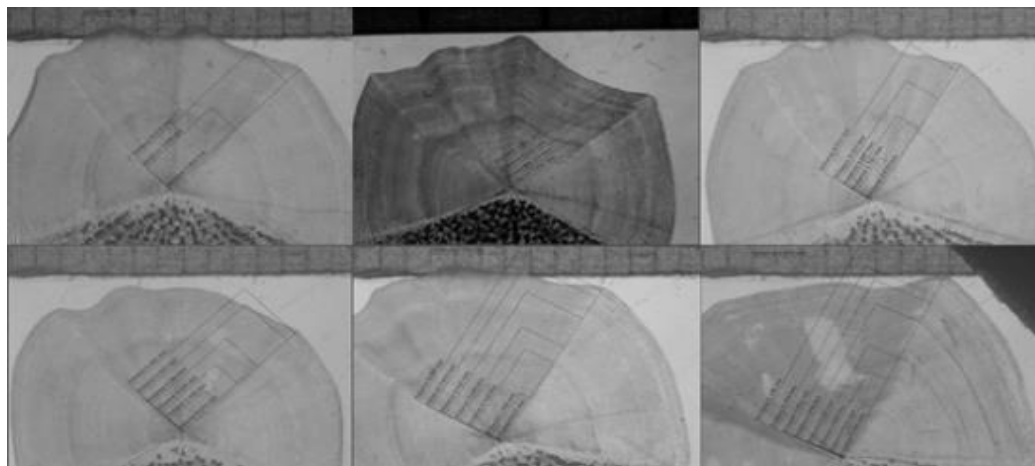
### ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η πεταλούδα (*Carassius gibelio* (Bloch, 1782)) αποτελεί ένα από τα πιο αλλόχθονα και εισβολικά είδη των εσωτερικών υδάτων όπου κυριαρχεί εξαιτίας της αναπαραγωγικής στρατηγικής που ακολουθεί και της αντοχής που παρουσιάζει σε αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες (Moutsaki *et al.* 2006). Η παρουσία του έχει οδηγήσει στην εκτόπιση αυτοχθόνων ειδών στα οικοσυστήματα υποδοχής, ένα γεγονός που έχει παρατηρηθεί και στη λίμνη Παμβώτιδα. Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η εκτίμηση της ηλικίας του πληθυσμού και ο προσδιορισμός των παραμέτρων αλιευτικής εκμετάλλευσης του είδους στη λίμνη Παμβώτιδα, ώστε να επιτευχθεί ορθολογικότερη διαχείριση του πληθυσμού.

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Για την εκτίμηση της ηλικίας μελετήθηκαν άτομα που συλλέχθηκαν στη λίμνη Παμβώτιδα από τον Ιανουάριο μέχρι τον Απρίλιο του 2015. Για τη σύλληψη χρησιμοποιήθηκαν μανωμένα δίχτυα συνολικού μήκους 1.300 m και ανοίγματος ματιού 60 mm. Ένα σύνολο 377 ατόμων μεταφέρθηκε στο εργαστήριο όπου μετρήθηκε το ολικό μήκος (TL, cm) και βάρος (TW, g) κάθε ατόμου.

Ο προσδιορισμός της ηλικίας έγινε με ανάγνωση των λεπιών που αφαιρέθηκαν από το άνω πρόσθιο μέρος του σώματος του κάθε ατόμου. Από τον αριθμό των ετήσιων δακτυλίων του κάθε ατόμου προσδιορίστηκε η ηλικία και πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις των αποστάσεων των ετήσιων δακτυλίων από το κέντρο του λεπιού (Εικόνα 1), καθώς η απόσταση μεταξύ αυτών είναι ανάλογη της αύξησης (Campana & Neilson 1985).



Εικόνα 1. Λέπια του *C. gibelio* έπειτα από εκτίμηση της ηλικίας και μέτρηση της απόστασης των ετήσιων δακτυλίων από το κέντρο του λεπιού.

Figure 1. *Carassius gibelio* scales after age determination and measurement of the distance of each annual ring from the center of the scale.

Ο συντελεστής ολικής θνησιμότητας (Z) προσδιορίστηκε μέσω τεσσάρων διαφορετικών μεθόδων εκτίμησης:

α) μέσω των καμπυλών σύλληψης

β) μέσω της εξίσωσης Chapman & Robson (1960) :  $Z = -\ln(A/(B+A+1))$

γ) μέσω της εξίσωσης των Beverton & Holt (1956):  $Z = k*(L^\infty - L_{mean}) / (L_{mean} - L')$

δ) μέσω της εξίσωσης των Ault & Ehrhard (1991):  $[(L^\infty - L_{max}) / (L^\infty - L)] Z / k = [Z*(L' - L_{mean}) + k*(L^\infty - L_{mean})] / [Z*(L_{max} - L_{mean}) + k*(L^\infty - L_{mean})]$

Τελικά ως τιμή Z χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος τιμών που προέκυψε από τις τέσσερις μεθόδους.

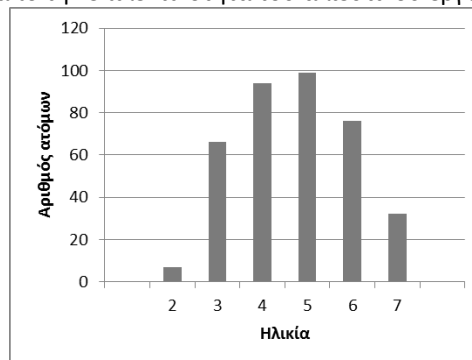
Ο συντελεστής φυσικής θνησιμότητας (M) υπολογίστηκε μέσω της εξίσωσης:  $\log M = -0,0066 - 0,279 \log L^\infty + 0,6543 \log K + 0,4634 \log T$  (Pauly 1980) ( $L^\infty$ : ασυμπτωτικό μήκος του σώματος, δηλαδή το μήκος που θα αποκτούσε το άτομο αν ζούσε απεριόριστα (cm), k: ετήσιος ρυθμός αύξησης ( $1/\gamma$ ), T: η μέση θερμοκρασία του νερού της λίμνης ( $16,75^\circ\text{C}$ ) η οποία υπολογίστηκε από χρονοσειρές που τηρούνται στο Εργαστήριο Ζωολογίας του Παν. Ιωαννίνων.

Ο συντελεστής αλιευτικής θνησιμότητας (F) υπολογίστηκε από τη σχέση:  $Z = F + M$ . Ο συντελεστής εκμετάλλευσης του πληθυσμού υπολογίστηκε από τη σχέση:  $E = F/Z$ . Να σημειωθεί πως για την εκτίμηση των παραμέτρων αλιευτικής εκμετάλλευσης του είδους χρησιμοποιήθηκαν οι τιμές των παραμέτρων αύξησης  $k = 0.12 \text{ έτος}^{-1}$  και  $L^\infty = 46.79 \text{ cm}$  που υπολογίστηκαν μέσω της εξίσωσης von Bertalanffy (von Bertalanffy 1938):  $L_t = L^\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$  όπου οι τιμές του μέσου και μέγιστου μήκους του πληθυσμού,  $L_{mean}$  και  $L_{max}$ , είναι 26 cm και 41 cm αντίστοιχα (Χουσιδής *et al.*, 2016). Τέλος, εφαρμόστηκε η εικονική ανάλυση πληθυσμών (VPA analysis).

## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Σύνθεση ηλικιών

Από τα 377 άτομα *C. gibelio* που συλλέχθηκαν στη λίμνη Παμβώτιδα, τα 374 ήταν θηλυκά και τρία αρσενικά. Για τις μετέπειτα αναλύσεις λήφθηκαν υπόψη μόνο τα θηλυκά άτομα. Βρέθηκαν επτά ηλικιακές κλάσεις και σύμφωνα με τη σύνθεση των ηλικιών, στον πληθυσμό κυριαρχούν οι κλάσεις ηλικιών 4+ και 5+ ετών (Εικόνα 2). Το σημαντικό εύρος ηλικιών, υποδηλώνει την ελαχιστοποίηση του σφάλματος που θα προέκυπτε από την επιλεκτικότητα του αλιευτικού εργαλείου.

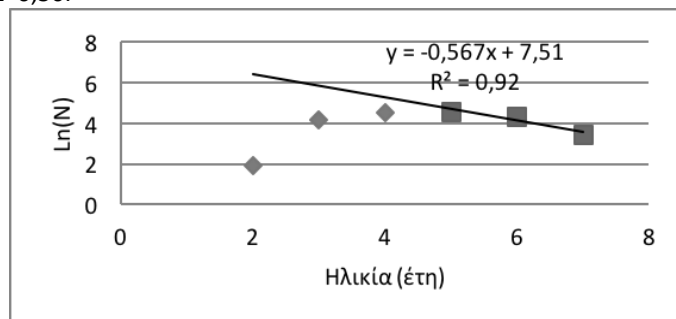


Εικόνα 2. Σύνθεση ηλικιών του πληθυσμού *C. gibelio* στη λίμνη Παμβώτιδα.

Figure 2. Age composition of *C. gibelio* population in lake Pamvotida.

### Συντελεστές θνησιμότητας και εκμετάλλευσης πληθυσμού

Σύμφωνα με τη μέθοδο των καμπυλών σύλληψης, υπολογίστηκε η τιμή της παραμέτρου Z, που εκφράζεται ως η κλίση της ευθείας που προκύπτει μέσω της καμπύλης σύλληψης του πληθυσμού του *C. gibelio* από τη λίμνη Παμβώτιδα (Εικόνα 3). Ο συντελεστής ολικής θνησιμότητας (Z) εκτιμήθηκε σε Z=0,56.



Εικόνα 3. Καμπύλη σύλληψης του πληθυσμού του *C. gibelio* στη λίμνη Παμβώτιδα.  
Figure 3. Catch curve of *C. gibelio* in lake Pamvotida.

Μέσω της εξίσωσης επιβίωσης Charman & Robson (1960) ο συντελεστής ολικής θνησιμότητας Z εκτιμήθηκε σε Z=0,57.

Αντικαθιστώντας τις παραμέτρους στην εξίσωση των Beverton & Holt βρέθηκε ότι η τιμή του συντελεστή ολικής θνησιμότητας Z ήταν 0,54.

Αντικαθιστώντας τις παραμέτρους στην εξίσωση των Ault and Ehrhard, βρέθηκε ότι η τιμή του συντελεστή ολικής θνησιμότητας Z ήταν 0,54.

Οι τιμές του συντελεστή ολικής θνησιμότητας που προέκυψαν από τις τέσσερις μεθόδους, δεν διέφεραν μεταξύ τους σημαντικά, ωστόσο για την ορθότερη εκτίμηση χρησιμοποιήθηκε η μέση τιμή των συντελεστών ολικής θνησιμότητας του υπό μελέτη πληθυσμού (Z=0,57).

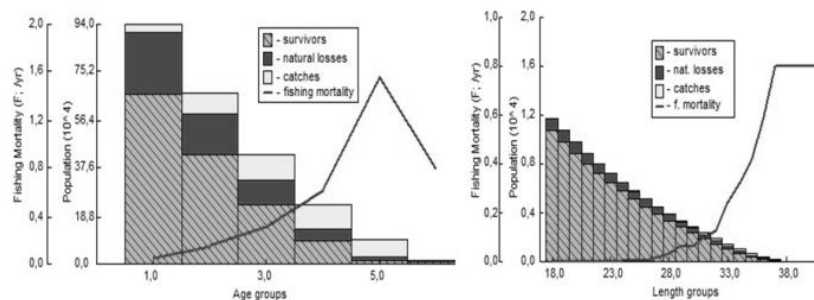
Ο συντελεστής φυσικής θνησιμότητας (M) βρέθηκε ότι η τιμή του ήταν M=0,30.

Ο συντελεστής αλιευτικής θνησιμότητας (F) βρέθηκε ότι ήταν: F= 0,26.

Αντικαθιστώντας τις τιμές των F και Z που υπολογίστηκαν προηγουμένως, προκύπτει ότι ο συντελεστής εκμετάλλευσης του πληθυσμού ανέρχεται στη τιμή E=0,46.

### Εικονική ανάλυση πληθυσμού (Virtual Population analysis)

Από την εικονική ανάλυση πληθυσμού (VPA analysis) (Εικόνα 4) φαίνεται ότι όσον αφορά στην ηλικιακή συσχέτιση των παραμέτρων εκμετάλλευσης, η αλιευτική θνησιμότητα αυξάνεται με την αύξηση της ηλικίας, ενώ η επιβίωση μειώνεται αντίστοιχα, κυρίως μετά την ηλικία 2+ ετών. Ιδιαίτερα στην ηλικία 3+ ετών ο αντίστοιχος συντελεστής αλιευτικής θνησιμότητας ανέρχεται στην τιμή 0,9. Όσον αφορά στη συσχέτιση των παραμέτρων εκμετάλλευσης με το μήκος του σώματος, διαπιστώνεται ότι ελάχιστα άτομα μήκους μεγαλύτερου των 30 cm επιβιώνουν. Ο συντελεστής αλιευτικής θνησιμότητας λαμβάνει την υψηλότερη τιμή του στη κλάση μήκους των 37 cm. Το μεγαλύτερο μέρος των συλλήψεων αντιστοιχεί σε κλάσεις μήκους 25 -35 cm (Εικόνα 4). Αυτό αποδίδεται στο μεγάλο άνοιγμα ματιού (0,6 cm) που χρησιμοποιείται από τους επαγγελματίες αλιείς που δραστηριοποιούνται στη λίμνη.



Εικόνα 4. Ανάλυση της πιθανότητας σύλληψης σε σχέση με την ηλικία και την κλάση μεγέθους (από FiSAT II).

Figure 4. Analysis of the capture probability in relation to the age and size group (from FiSAT II).

Η τιμή του συντελεστή εκμετάλλευσης του πληθυσμού του *C. gibelio* που προέκυψε από τη μελέτη των παραμέτρων αύξησης και θνησιμότητας ( $E=0,46$ ) είναι σχετικά χαμηλή. Τιμές του συντελεστή εκμετάλλευσης μικρότερες του 0,4 δείχνουν πληθυσμό ο οποίος υποεκμεταλλεύεται ενώ αντίστοιχα τιμές υψηλότερες του 0,6 δείχνουν υπερεκμεταλλεόμενο πληθυσμό και τέλος τιμές του συντελεστή μεταξύ του 0,4 και 0,6 δείχνουν πληθυσμό ο οποίος βρίσκεται σε ισορροπία (Beverton & Holt 1956). Στην προκειμένη περίπτωση φαίνεται ότι ο πληθυσμός βρίσκεται στις χαμηλότερες τιμές μιας ισορροπημένης αλιευτικής εκμετάλλευσης.

Η τιμή του συντελεστή αλιευτικής θνησιμότητας ( $F=0,26$ ) είναι ελαφρώς μικρότερη αυτής της φυσικής θνησιμότητας ( $M=0,30$ ). Αυτό σημαίνει ότι περισσότερα άτομα του είδους πεθαίνουν από φυσικά αίτια, παρά από αλιεία.

Με το χρησιμοποιούμενο αλιευτικό εργαλείο ο πληθυσμός μπορεί να βρίσκεται οριακά μεταξύ εκμετάλλευσης και υποεκμετάλλευσης. Το γεγονός αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ο συγκεκριμένος τρόπος εκμετάλλευσης του είδους θα μπορούσε να συνεχίζεται και κάλλιστα δύναται να αυξηθεί η αλιευτική προσπάθεια, καθώς ο συντελεστής εκμετάλλευσης βρίσκεται κάτω του 0,5.

#### **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα εργασία είναι μέρος του προγράμματος με τίτλο: Ολοκληρωμένο σύστημα διαχείρισης των πληθυσμών του ξενικού είδους ψαριού *Carassius gibelio* μέσω επιλεκτικής αλιείας καθώς και παραγωγής προϊόντων υψηλής προστιθέμενης αξίας. Η έρευνα χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Αλιείας (2007-2013).

#### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Ault JS, Ehrhard NM (1991) Correction to the Beverton and Holt Z-estimator for truncated match length-frequency distributions. ICLARM Fishbyte 9: 37-39
- Beverton RJH, Holt SJ (1956) A review of methods for estimating mortality rates in exploitation fish population, with special reference to sources of bias in catch sampling. Rapports et Proces-verbaux des Reunions, Conseil International pour l'Exploration de la Mer 140: 67-83
- Campana SE, Neilson JD (1985) Microstructure of fish otoliths. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 42(5): 1014-1032
- Chapman DG, Robson DS (1960) The analysis of a catch curve. Biometrics 16: 354-368
- Gayanilo, FC Jr, Sparre, P, Pauly D (2005) FAO-ICLARM Stock Assessment Tools II (FISAT II). Revised version. User's guide. FAO Computerized Information Series (Fisheries). No. 8, Revised version. Rome, FAO. 2005
- Leonardos I, Kagalou I, Tsoumani M, Economidis (2008) Fish fauna in a protected Greek lake: biodiversity, introduced fish species over a 80-year period and their impacts on the ecosystem. Ecology of Freshwater Fish 17: 165-173
- Moutsaki P, Triantafyllidis A, Liasko R, Kagalou I, Abatzopoulos A, Leonardos I (2006) Genetic structure of *C. gibelio* (Bloch) population in Lake Pamvotis (Greece). Journal of Fish Biology 69: 262-263
- Pauly D (1980) On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer 39: 175-192
- Von Bertalanffy L (1938) A quantitative theory of organic growth. Human Biology 10: 181-213
- Χουσιδης Ι, Οικονόμου Α, Ντάκης Α, Τσουμάνη Μ, Κουτούπας Γ, Γκανιάτσα Μ, Παπαδοπούλου Π, Λεονάρδος Ι (2016) Σύνθεση μηκών και εκτίμηση της αύξησης του είδους *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) στη λίμνη Παμβώτιδα, Πρακτικά 16<sup>ου</sup> Συνεδρίου Ιχθυολόγων, Καβάλα