



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ**

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗΣ  
ΤΟΥ ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΥ (*Merluccius merluccius*)  
ΣΤΟΝ ΘΕΡΜΑΪΚΟ ΚΟΛΠΟ**

**ΚΑΡΥΔΑΣ Α. ΘΕΟΦΑΝΗΣ**

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ**

Γ. Μίνος, Επίκουρος Καθηγητής, Επιβλέπων Καθηγητής  
Τμήμα Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης

Ι. Πάσχος, Καθηγητής, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής  
Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου

Κ. Περδικάρης, Ιχθυολόγος, Μέλος Συμβουλευτικής Επιτροπής  
Τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας, Τ.Ε.Ι. Ηπείρου

**ΚΑΡΔΙΤΣΑ 2008**



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 7495/1

Ημερ. Εισ.: 10-09-2009

Δωρεά: \_\_\_\_\_

Ταξιδιωτικός Κωδικός: Δ

597.632

ΚΑΡ



**UNIVERSITY OF THESSALY  
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES  
DEPARTMENT OF VETERINARY MEDICINE**

**MASTER OF SCIENCE THESIS  
IN THE DEPARTMENT OF VETERINARY MEDICINE  
IN COLLABORATION WITH TECHNOLOGICAL EDUCATIONAL  
INSTITUTE OF EPIRUS**

**STUDY ON AGE AND GROWTH  
OF HAKE (*Merluccius merluccius*)  
IN THERMAIKOS GULF**

**KARIDAS A. THEOFANIS**

**KARDITSA 2008**

Στη μνήμη  
των φίλων και συναδέλφων ψαράδων  
Αχιλλέα και Ζανό  
που η θάλασσα τους στέρησε τη ζωή

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η μεγάλη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, σε συνδυασμό με το σύγχρονο τρόπο διατροφής, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη συνεχούς αύξησης της παραγωγής των αλιευμάτων. Η παγκόσμια, όμως, αλιευτική παραγωγή μετά την αλματώδη αύξηση που είχε τις δεκαετίες 1960-1990, δείχνει να είναι σε ύφεση, αδυνατώντας να καλύψει τις ανάγκες της αγοράς. Για την επίλυση του προβλήματος είναι επιτακτική η αύξηση της γνώσης των βιολογικών χαρακτηριστικών των αλιευμάτων, τόσο για την επίτευξη της ορθολογικότερης αλιευτικής τους διαχείρισης, όσο και για την ύπαρξη γνώσης, που θα αποτελεί αρωγό, σε κάθε προσπάθεια εκτροφής τους.

Ο μπακαλιάρος (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) θεωρείται το πιο κοινό είδος στην αγορά αλιευμάτων. Στην Ελλάδα είναι το πρώτο είδος σε εκφορτώσεις από μηχανότρατες και αποτελεί κύριο αλίευμα των παράκτιων ψαράδων. Ο Θερμαϊκός Κόλπος αποτελεί μεγάλο αλιευτικό πεδίο για το συγκεκριμένο είδος, καθώς αλιεύεται και από τράτες βυθού αλλά και από στατικά δίχτυα.

Η παρούσα εργασία, που πραγματοποιήθηκε από τον Οκτώβριο 2006 έως τον Νοέμβριο 2007, ασχολείται με τις σχέσεις αύξησης (μήκος – βάρος – ηλικία) σε αλιεύματα που συλλέχθηκαν στο Θερμαϊκό κόλπο και συγκρίνονται τα αποτελέσματα κατά φύλο, εποχή, βάθος αλιείας, και αλιευτικό εργαλείο, με σκοπό την διερεύνηση του ρόλου των παραπάνω παραγόντων στις σχέσεις αύξησης.

Στόχος ήταν να συγκριθούν δύο συνεχόμενες περιοχές αλιείας, ο εσωτερικός Θερμαϊκός (βόρειο τμήμα) με βάθος αλιείας 25-35 m [περιοχή (Α), όπου απαγορεύεται η αλιεία με τράτα βυθού], με τον εξωτερικό Θερμαϊκό (νότιο τμήμα) (στο οποίο επιτρέπεται η αλιεία με τράτα βυθού). Οι περιοχές χωρίζονται, από τη νοητή ευθεία που ενώνει το ακρωτήριο Επανωμής με το ακρωτήριο Αθερίδας (Πιερία). Τα αποτελέσματα έδειξαν εμφανή διαφορά στα δείγματα που προέρχονται από το εξωτερικό (νότιο) τμήμα του κόλπου, μεταξύ των ατόμων που προέρχονταν από τα μικρά βάθη (36-70 m) και των ατόμων που προέρχονταν από τα βαθύτερα τμήματα (>70 m), οπότε θεωρήθηκε σκόπιμο η περιοχή να χωριστεί σε δύο επιμέρους υποπεριοχές [περιοχή (Β) και περιοχή (Γ)] ανάλογα με το βάθος.

Η συλλογή των δειγμάτων, στο εσωτερικό (βόρειο) τμήμα, έγινε από παράκτιο αλιευτικό σκάφος που αλίευε με στατικά δίχτυα απλάδια (Οκτώβριος 2006

έως Νοέμβριος 2007), ενώ στο εξωτερικό (νότιο) τμήμα, έγινε από μηχανότρατα, κατά το διάστημα της νόμιμης αλιείας (Οκτώβριος 2006 έως Μάιος 2007).

Για τη σχέση μήκους – βάρους, μετρήθηκε το ολικό μήκος ( $L$ ) και το ολικό βάρος ( $W$ ) από συνολικό δείγμα 474 ατόμων τα οποία κάλυπταν τις προϋποθέσεις που ορίζονται από τη βιβλιογραφία. Η σχέση αυτή στα ψάρια, εκφράζεται από την εκθετική εξίσωση  $W=aL^b$ . Η σύγκριση μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων, έδειξε ισομετρική αύξηση ( $b=3$ ) και στα δύο φύλα καθώς και ταύτιση μεταξύ τους, γεγονός που έδωσε τη δυνατότητα συνολικής αξιολόγησης των δειγμάτων χωρίς την ανάγκη διαχωρισμού τους ανά φύλο. Η αύξηση για την περιοχή (Α) ήταν σταθερά θετική αλλομετρική ( $b = 3,3130$  έως  $3,4099$ ) και ( $a = 0,0021$  έως  $0,0029$ ), όπως επίσης και για την περιοχή (Β), αλλά με χαμηλότερες τιμές  $b$  ( $= 3,0964$  έως  $3,3034$ ) και υψηλότερες, αντίστοιχα, τιμές  $a$  ( $= 0,0027$  έως  $0,005$ ). Τέλος, η περιοχή (Γ) εμφάνισε συνεχώς αρνητική αλλομετρική αύξηση ( $b = 2,8218$  έως  $2,973$ ) και ( $a = 0,0078$  έως  $0,01430$ ). Από τους προς εξέταση παράγοντες, που διαμορφώνουν τις τιμές  $a$  και  $b$ , το βάθος και η αλιευτική δραστηριότητα (πίεση) έχουν πρωταγωνιστικό ρόλο, καθώς με την αύξηση τους έχουμε αύξηση της τιμής  $a$  και αντίστοιχη μείωση της τιμής  $b$ . Η εποχή συμβάλει επίσης στη διαμόρφωση των τιμών  $a$  και  $b$  αλλά με μικρότερη συμμετοχή από τους δύο προηγούμενους παράγοντες, ενώ τέλος το φύλο των ψαριών δεν φαίνεται να αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για το συγκεκριμένο αλίευμα.

Από τις τιμές των παραμέτρων της σχέσης μήκους – βάρους, εκτιμήθηκε ο βαθμός ευρωστίας, που είχαν τα ψάρια σε κάθε περιοχή ανά εποχή χρησιμοποιώντας το δείκτη ευρωστίας του Fulton  $Kn = 100 (W/L^3)$ . Η μέση τιμή ευρωστίας για τα θηλυκά ήταν  $0,7295$ , ενώ τα αρσενικά προέκυψαν λιγότερο εύρωστα με μέση τιμή  $0,6827$ . Από τις περιοχές αλιείας, προέκυψαν πιο εύρωστα ψάρια στην περιοχή (Α) με μέση τιμή  $Kn$  ανά εποχή που κυμάνθηκε από  $0,7193$  έως  $0,8242$  και (Γ) με μέση τιμή  $Kn$  ανά εποχή που κυμάνθηκε από  $0,7123$  έως  $0,7984$ , και λιγότερα εύρωστα στη περιοχή (Β) με μέση τιμή  $Kn$  ανά εποχή που κυμάνθηκε από  $0,6907$  έως  $0,7783$ . Στη διαμόρφωση του δείκτη ευρωστίας τον καθοριστικότερο ρόλο φαίνεται να έχει η αλιευτική πίεση που ασκείται στη περιοχή καθώς η αύξηση της, επιφέρει πτώση των τιμών ευρωστίας στο συγκεκριμένο αλίευμα.

Η ηλικία, εκτιμήθηκε από τους ωτόλιθους, που αφαιρέθηκαν από 76 ψάρια. Τα παρατηρηθέντα μέσα μήκη ανά ηλικία, που προέκυψαν ήταν  $L_1 = 14$  cm,  $L_2 = 25,9$  cm,  $L_3 = 32,8$  cm και  $L_4 = 38$  cm. Ακολουθούν πολύ ικανοποιητικά τη εξίσωση Von

Bertalanffy  $L_t = L_\infty * (1 - e^{-K(t-t_0)})$ , η επίλυση της οποίας έδωσε τις τιμές  $L_\infty = 46,322$  cm,  $K = 0,408 \text{ yr}^{-1}$  και  $t_0 = 0,19 \text{ yr}$ .

Με δεδομένο ότι μια εργασία από μόνη της δεν αρκεί για την διεξαγωγή ασφαλών συμπερασμάτων και λαμβάνοντας υπόψη και προγενέστερες εργασίες, που έγιναν στην ίδια περιοχή αλλά και σε παρόμοιες ως προς τα χαρακτηριστικά τους περιοχές, είναι εμφανές ότι ο υψηλός ρυθμός αύξησης και το χαμηλό ασύμπτωτο μήκος προδίδουν ένα υπεραλιευμένο, στην περιοχή, είδος, με υψηλές όμως, προοπτικές ως προς την εκτροφή του.

## ABSTRACT

Human population growth in relation with feeding habits force towards the continuous increase of fisheries production, which, despite its wealth from 1960 to 1990, is declining and may no longer be able to account for the market needs. Thus, the management of the exploited fish stocks requires the knowledge of their biological characteristics that may also provide the scientific baseline for their culture.

The European hake (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) is among the most commercially important fish stocks. In Greece, it is the most important catch from bottom trawlers, in terms of landed biomass and a target species for the small scale coastal fishery. In Thermaikos Gulf, an important fishing ground for the species, hake is mainly targeted by bottom trawlers and gillnets.

The present study that was conducted between October 2006 and November 2007, deals with the growth (length, weight, age) of hake collected in Thermaikos Gulf and its variation with sex, season, fishing depth and fishing gear aiming in examining their role in growth.

The initial aim was to compare two consecutive fishing grounds, inner Thermaikos with fishing depth 25-35 m [area (A), where bottom trawling is prohibited] with outer Thermaikos, which is open to trawling. These two areas are divided by the line connecting Epanomi with Atherida capes. However, in outer Thermaikos the results showed significant differences between the individuals of the shallower areas (36-70 m) and those of the deeper areas (>70 m). Thus, based on depth, outer Thermaikos was further subdivided in two sub-areas [area (B) and area (C)].

Sample collection was conducted by small-scale coastal vessel using gillnets at the inner Thermaikos (October 2006 to November 2007), and by bottom trawler at the outer Thermaikos Gulf (October 2006 to May 2007).

The total length (L)-total weight (W) relationships were expressed by the exponential equation ( $W=aL^b$ ) and were based on a sample of 474 individuals. Both males and females exhibited isometric growth ( $b=3$ ) and their length-weight relationships did not differ with sex. Thus data were pooled together and were treated as sexes combined. The length-weight relationships revealed positive allometric growth for area A ( $b$  ranged between 3,3130 and 3,4099,  $\alpha$  ranged between 0,0021



and 0,0029) and B ( $b$  ranged between 3,0964 and 3,3034,  $\alpha$  ranged between 0,0027 and 0,0050), and negative allometric growth for area C ( $b$  ranged between 2,8218 and 2,9730,  $\alpha$  ranged between 0,0078 and 0,01430). Increasing depth and fishing pressure seems to cause an increase in parameter  $a$  and a decrease in parameter  $b$ . Season also affects  $a$  and  $b$  but to a lesser extent, while sex does not have an effect on length-weight relationships.

The Fulton condition factor ( $Kn$ ) was calculated per sex, season and area as  $Kn = 100 (W/L^3)$ . Mean condition factor was 0,7295 for females and 0,6827 for males. The higher condition factor was observed in area A (mean  $Kn$  ranged between 0,7193 and 0,8242) and C (mean  $Kn$  ranged between 0,7123 and 0,7984) compared to area B (mean  $Kn$  ranged between 0,6907 and 0,7783). Fishing pressure plays a key role in fish condition with increasing fishing pressure causing a decrease of condition.

Age was determined by otoliths that were removed from 76 individuals. Mean observed length at age were  $L_1=14$  cm,  $L_2=25,9$  cm,  $L_3=32,8$  cm and  $L_4=38$  cm. Growth parameters were estimated using the von Bertalanffy growth curve  $L_t = L_\infty * (1 - e^{-K(t-t_0)})$ , as  $L_\infty=46,322$  cm,  $K = 0,408 \text{ yr}^{-1}$  and  $t_0 = 0,19$  yr.

Although a single local study cannot fully describe the growth condition of hake, and based on previously published literature in Thermaikos Gulf and other areas with similar characteristics, it is concluded that the high growth coefficient and the low asymptotic length are indicative of an over fished stock, which may in turn has a potential for culture.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση του προγράμματος των μεταπτυχιακών μου σπουδών, θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στους δημιουργούς του προγράμματος και της δυνατότητας που μου έδωσαν να διευρύνω τις γνώσεις μου σε έναν τομέα που πάντα αγαπούσα.

Ιδιαίτερα θα ήθελα να ευχαριστήσω την Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Δρ. Φ. Αθανασοπούλου και τον Καθηγητή Δρ. Γ. Πάσχο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξαν, με την επιλογή μου στους συμμετέχοντες στο Μεταπτυχιακό πρόγραμμα.

Επίσης θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους εκείνους που συνέβαλαν, στην περάτωση της παρούσας εργασίας.

Και ιδιαίτερα στους:

- Δρ. Γεώργιο Μίνο, Επίκουρο Καθηγητή του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης για την αμέριστη συμπαράσταση, ως επιβλέπον καθηγητής, σε όλη τη διάρκεια διεξαγωγής της εργασίας.
- Δρ. Λάμπρο Κοκοκύρη, Καθηγητή Εφαρμογών του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης για την βοήθεια του στον προσδιορισμό του φύλου των ψαριών.
- Δρ. Αθανάσιο Τσίκληρα, Επιστημονικό Συνεργάτη του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης για την βοήθεια του στην στατιστική επεξεργασία των δεδομένων.
- Σπουδαστές που εργάζονται στο εργαστήριο Βιολογίας του Τμήματος Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών του Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης για την βοήθεια τους στη διαδικασία των εργαστηριακών μετρήσεων.
- Καθώς και στους διορθωτές της εργασίας (κ. Πάσχος και κ. Περδικάρης) για τις εύστοχες παρατηρήσεις τους.

Τέλος θέλω να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου στη σύζυγο μου, που είναι πάντα αρωγός σε κάθε μου προσπάθεια και χάρις την αμέριστη στήριξη της επιτεύχθηκε η όλη προσπάθεια.

Ν. Μουδανιά, Μάιος 2008

Φάνης Καρύδας

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1.</b>	<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....</b>	<b>1</b>
1.1.	ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΥΣ.....	1
1.1.1.	ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΥ.....	2
1.1.2.	ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ.....	3
1.1.3.	ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΞΗ (Cohen <i>et al.</i> 1990).....	3
1.1.4.	ΣΥΝΩΝΥΜΑ.....	3
1.1.5.	ΚΟΙΝΟ ΟΝΟΜΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ.....	4
1.1.6.	ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	5
1.1.7.	ΒΙΟΤΟΠΟΣ.....	5
1.1.8.	ΔΙΑΤΡΟΦΗ.....	6
1.1.9.	ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	6
1.1.10.	ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	7
1.1.11.	ΑΛΙΕΙΑ.....	7
1.1.12.	ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ.....	8
<b>2.</b>	<b>ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....</b>	<b>9</b>
2.1.	ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ.....	9
2.1.1.	ΘΕΣΗ – ΕΚΤΑΣΗ.....	10
2.1.2.	ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ.....	10
2.1.3.	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ.....	11
2.1.4.	ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ.....	11
2.1.5.	ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ .....	11
2.2.	ΣΥΛΛΗΨΗ ΨΑΡΙΩΝ.....	12
2.2.1.	ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ.....	13
2.3.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	13
2.4.	ΣΧΕΣΗ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ.....	15
2.5.	ΕΥΡΩΣΤΙΑ.....	16
2.6.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ.....	17
2.6.1.	Ο ΩΤΟΛΙΘΟΣ.....	18
2.7.	ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ.....	20
2.8.	ΑΝΑΔΡΟΜΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ.....	21
2.9.	ΑΥΞΗΣΗ ΣΕ ΜΗΚΟΣ.....	22
2.10.	ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	22

<b>3.</b>	<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>24</b>
3.1.	ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ –ΒΑΡΟΥΣ.....	24
3.1.1.	ΑΡΣΕΝΙΚΑ – ΘΗΛΥΚΑ.....	24
3.1.2.	ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ ΑΝΑ ΕΠΟΧΗ.....	26
3.1.2.1.	ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ.....	26
3.1.2.2.	ΧΕΙΜΩΝΑΣ.....	28
3.1.2.3.	ΑΝΟΙΞΗ.....	29
3.1.2.4.	ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ.....	31
3.1.3.	ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΛΙΕΙΑΣ.....	32
3.2.	ΕΥΡΩΣΤΙΑ.....	33
3.3.	ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ.....	35
3.3.1.	ΣΧΕΣΗ ΜΗΚΟΥΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΚΤΙΝΑΣ ΩΤΟΛΙΘΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΔΡΟΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ.....	36
3.4.	ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΥΞΗΣΗΣ VON-BERTALANFY .....	38
<b>4.</b>	<b>ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>39</b>
4.1.	ΣΧΕΣΗ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ.....	39
4.2.	ΕΥΡΩΣΤΙΑ.....	41
4.3	ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ.....	42
<b>5.</b>	<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>46</b>

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η μεγάλη αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού, σε συνδυασμό με το σύγχρονο τρόπο διατροφής, καθιστούν επιτακτική την ανάγκη συνεχής αύξησης της παραγωγής των αλιευμάτων. Η παγκόσμια, όμως, αλιευτική παραγωγή μετά την αλματώδη αύξηση που είχε τις δεκαετίες 1960-1990, δείχνει να είναι σε ύφεση, αδυνατώντας να καλύψει τις ανάγκες της αγοράς (FAO). Για την επίλυση του προβλήματος είναι επιτακτική η αύξηση της γνώσης των βιολογικών χαρακτηριστικών των αλιευμάτων, τόσο για την επίτευξη της ορθολογικότερης αλιευτικής τους διαχείρισης, όσο και για την ύπαρξη γνώσης, που θα αποτελεί αρωγό, σε κάθε προσπάθεια εκτροφής τους.

Ο μπακαλιάρος (*Merluccius merluccius* Linnaeus, 1758) θεωρείται το πιο κοινό είδος στην αγορά αλιευμάτων, καθώς είναι ψάρι ευρείας αποδοχής, με εξαιρετική σάρκα χωρίς ενδομυϊκά οστάρια και πολλές μορφές διακίνησης (νωπός, κατεψυγμένος, αλίπαστος, καπνιστός, ολόκληρος ή φιλέτο, ακόμη και προτηγανισμένος).

Στην Ελλάδα είναι το πρώτο είδος σε εκφορτώσεις από μηχανότρατες και αποτελεί κύριο αλίευμα των παράκτιων ψαράδων (Stergiou *et al.*, 2007). Ο Θερμαϊκός Κόλπος αποτελεί μεγάλο αλιευτικό πεδίο για το συγκεκριμένο είδος, καθώς αλιεύεται και από τράτες βυθού αλλά και από στατικά δίχτυα (Stergiou *et al.*, 2007).

Στην εργασία αυτή, εξετάζονται οι σχέσεις αύξησης (μήκος – βάρος – ηλικία) σε αλιεύματα μπακαλιάρου που συλλέχθηκαν στο Θερμαϊκό κόλπο, από τον Οκτώβριο του 2006 μέχρι και το Νοέμβριο του 2007 και συγκρίνονται τα αποτελέσματα κατά, φύλο, εποχή, βάθος αλιείας, αλλά και αλιευτικό εργαλείο, με σκοπό την διερεύνηση του ρόλου των παραπάνω παραγόντων στις σχέσεις αύξησης.

### 1.1.ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΥΣ

Στην παγκόσμια αγορά, το κοινό όνομα μπακαλιάρος (Hake), το φέρουν τα ψάρια που ανήκουν σε δύο οικογένειες, Merlucciidae και Gadidae (Κασπίρης, 2000), αν και παλαιότερες αναφορές κάνουν λόγο για ύπαρξη μιας μόνο οικογένειας, αυτή των Gadidae (Bauchot & Prass, 1980), χωρίς την ύπαρξη δεύτερης ξεχωριστής οικογένειας.

Στους μπακαλιάρους αναφέρονται ψάρια με μεγάλη οικονομική και βιολογική σημασία. Αλιεύονται σε μεγάλη κλίμακα, καθώς αποτελούν το 13% της παγκόσμιας παραγωγής θαλασσινών αλιευμάτων, συμβάλλοντας στη διαμόρφωση του εθνικού εισοδήματος πολλών ευρωπαϊκών χωρών. Καταναλώνονται νωπά, κατεψυγμένα, ή σε κονσέρβα, με τη μορφή φιλέτων, αλατιστά, καπνιστά κλπ. (Cohen *et al.*, 1990).

Απαντούν σε ψυχρές και εύκρατες περιοχές και των δύο ημισφαιρίων. Ορισμένα είδη είναι βενθικά, άλλα μονήρη, ενώ τα περισσότερα προτιμούν να σχηματίζουν μεγάλες ομάδες (κοπάδι). Πραγματοποιούν σημαντικές μεταναστεύσεις για λόγους τόσο αναπαραγωγής, όσο και αναζήτησης τροφής. Η γονιμότητά τους είναι εξαιρετικά μεγάλη. Όλα είναι ωτόκα και τα ωάρια τους είναι πελαγικά.

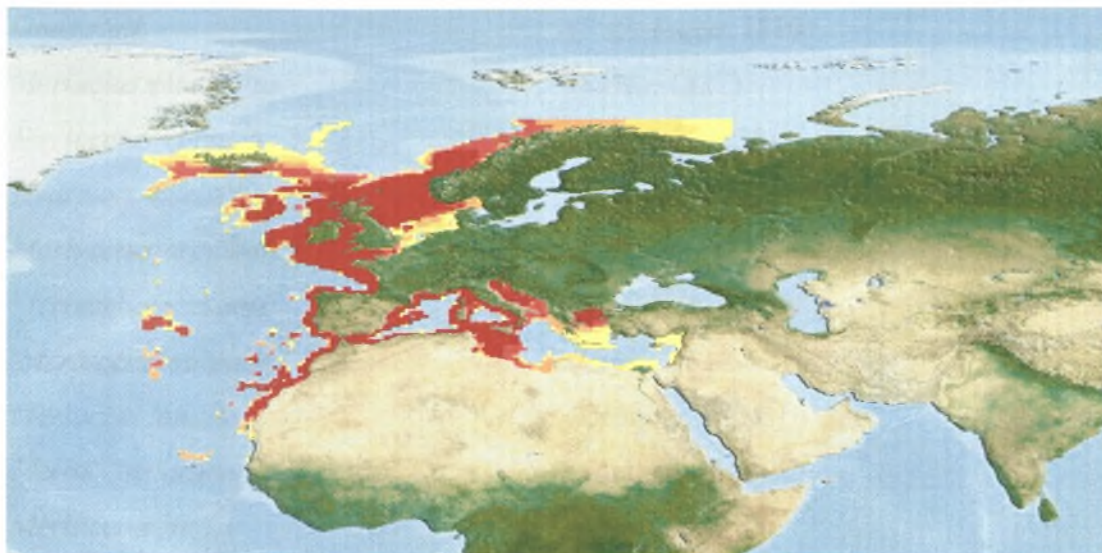
Είναι ψάρια αδηφάγα που τρέφονται με μαλάκια, καρκινοειδή και άλλα μικρά ψάρια. Το μήκος τους φτάνει το 1,30 m και το βάρος τους τα 60 kg.

Έχουν σώμα επίμηκες, σκεπασμένο με μικρά κυκλοειδή λέπια. Μερικά είδη έχουν τρία ραχιαία πτερύγια και δύο εδρικά, ενώ άλλα έχουν δυο ραχιαία, από τα οποία το ένα πολύ μακρύ, και ένα εδρικό επίσης μακρύ. Τα κοιλιακά πτερύγια είναι στηθικά. Τα πτερύγια δεν έχουν σκληρές ακτίνες. Το κεφάλι είναι μεγάλο με στόμα μετρίου ή μεγάλου μεγέθους και δόντια αιχμηρά (Cohen *et al.*, 1990).

### 1.1.1. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΥ

Ο ευρωπαϊκός μπακαλιάρος ανήκει στο είδος *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) και είναι ένα από τα 13 συνολικά είδη του γένους *Merluccius* (Cohen *et al.*, 1990).

Απαντάται από την βορειοδυτική Αφρική (ακτές Μαυριτανίας και Μαρόκου), σε όλη τη Μεσόγειο, στο νότιο τμήμα της Μαύρης θάλασσας, σε όλες τις Ευρωπαϊκές ακτές του Ατλαντικού μέχρι τη Σκανδιναβία και την νότια Ισλανδία (Cohen *et al.*, 1990) (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Γεωγραφική εξάπλωση του *Merluccius merluccius*. (www.fishbase.org)

### 1.1.2. ΜΠΑΚΑΛΙΑΡΟΣ ΜΕΣΟΓΕΙΟΥ

Στην Ελλάδα, το όνομα Μπακαλιάρος ανήκει στο είδος *Merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) και συγκεκριμένα στο υποείδος *Merluccius merluccius smiridus* (Rafinesque, 1810) καθώς στον Ατλαντικό απαντάται το υποείδος *Merluccius merluccius merluccius* (Linnaeus, 1758) (Cohen *et al.*, 1990).

### 1.1.3. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ (Cohen *et al.*, 1990).

Ομοταξία : Osteichthyes  
 Υφομοταξία : Acanthopterigii  
 Υπέρταξη : Teleostei  
 Τάξη : Gadiformes  
 Οικογένεια : Merlucciidae

### 1.1.4. ΣΥΝΩΝΥΜΑ

<i>Gadus merluccius</i>	(Linnaeus, 1758)
<i>Merlangus merluccius</i>	(Rafinesque, 1810)
<i>Merluccius smiridus</i>	(Rafinesque, 1810)
<i>Onus merluccius</i>	(Rafinesque, 1810)

<i>Onus riali</i>	(Rafinesque, 1810)
<i>Merlucius esculentus</i>	(Risso, 1827)
<i>Merluccius vulgaris</i>	(Fleming, 1828)
<i>Hydronus marlucius</i>	(Minding, 1832)
<i>Merluccius argentatus</i>	(Ekstræm, 1836-48)
<i>Merluccius sinuatus</i>	(Swainson, 1838)
<i>Merluccius vulgaris</i>	(Costa, 1844)
<i>Merlucius lanatus</i>	(Gronow, 1854)
<i>Merluccius argentatus</i>	(Ginther, 1862)
<i>Merluccius linnei</i>	(Malm, 1877)
<i>Trachinoides moroccanus</i>	(Borodin, 1934)
<i>Merluccius merluccius atlanticus</i>	(Cadenat, 1950)
<i>Merluccius merluccius mediterraneus</i>	(Cadenat, 1950)

### 1.1.5. ΚΟΙΝΟ ΟΝΟΜΑ ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΓΛΩΣΣΕΣ

Αγγλικά :	Herring Hake, Hake, European Hake, Cornish Salmon
Αλβανικά :	Merluci
Γαλλικά :	Nasello, Merlu Européen, Merlu Commun, Merlu Blanc, Merlu, Merlan, Merluche, Merluchon, Hoglet, Colinet, Colin, Canapé, Brochet De Mer, Bardot, Anon, Abadioa
Γερμανικά :	Seehecht, Hechtdorsch, Europäischer Seehecht
Δανικά :	Kulmule, Europæisk Kulmule
Εβραϊκά :	Saqqaya, Saai
Ισλανδικά :	Lýsingur
Ισπανικά :	Pitillo, Pijoton, Pijotilla, Pijota, Pescadilla, Pescada, Merluzza, Merluza Europea, Merluza, Lejatxa, Iluz, Ilus, Cria, Carioca, Alambolo
Ιταλικά :	Pesce Prete, Pesce Lupo, Organelo, Nuzze, Nuzz, Nasello, Mirruzzu, Milluzzu, Merluzzu, Merluzzo, Merluzziello, Merlan, Mbarluzzu, Marluzzu, Mazzoni, Luzzu, Lovo, Asinel
Καταλανίας :	Lluç
Κινέζικα :	歐洲無鬚鱈
Νορβηγικά :	Lysing
Ολλανδικά :	Stokvisch Stokvis
Πολωνικά :	Morszczuk Zwyczajny A. Europejski, Morszczuk
Πορτογαλικά :	Pescada-marmota, Pescada-branca, Pescada, Pescadinha, Pescada Branca, Marmota





Ρουμανικά :	Merluciu Sud-african, Merluciu European
Ρωσικά :	Merluzuy, Merluzonye, мерлуза обыкновенная
Σέρβικα :	Oslic
Σλοβένικα :	Osljè
Σουηδικά :	Kummel
Της Μάλτας :	Mirluzz, Merluzz Ewropew, Merluzz, Maroz, Marlozz, Marloz
Τουρκικά :	Berlam, Baligi
Φινλανδικά :	Kummeliturska

### 1.1.6. ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΗΚΑ

Σώμα επίμηκες, ατρακτοειδές, καλύπτεται με μικρά κυκλοειδή λέπια. Σχετικά μεγάλο κεφάλι, καταλαμβάνει το 25,1 έως 30,5% από το σταθερό μήκος του σώματος. Στόμα τελικό, με μεγάλα αιχμηρά δόντια, ελαφρός γυρισμένα προς το εσωτερικό του στόματος. Η κάτω γνάθος, επιμηκέστερη της άνω (Κασπίρης, 2000).

Φέρει δύο ραχιαία πτερύγια, εκ των οποίων το πρώτο είναι μικρό και τριγωνικό ενώ το δεύτερο, που είναι και μεγαλύτερο, φτάνει σχεδόν στο μισό μήκος του σώματος και είναι σχεδόν συμμετρικό με το μονό εδρικό πτερύγιο. Το άνω τμήμα του πρώτου ραχιαίου, οι λοβοί του δεύτερου ραχιαίου και του εδρικού είναι υπόμαυροι, ιδιαίτερα στα νεαρά ψάρια. Τα κοιλιακά πτερύγια βρίσκονται στην θωρακική περιοχή, εμπροσθεν των θωρακικών. Τα πτερύγια δεν έχουν σκληρές ακτίνες. Τύπος πτερυγίων: D1: 8-11, D2: 36-40, A: 36-40, P: 12-14, V: 7. Βραγχιακές άκανθες: 8-12, 7-9 (Cohen *et al.*, 1990). Ο αριθμός σπονδύλων κυμαίνεται από 50 έως 52. Παρατηρείται απουσία γενιού στο ρύγχος. Η πλευρική γραμμή είναι συνεχής.

Χρώμα γκριζωπό ή καφετί αρκετά ανοιχτόχρωμο, πιο ανοιχτό στα πλευρά και ασημένιο στην κοιλιά. Βραγχιακή κοιλότητα υπόμαυρη. Περιτόναιο μαύρο. Βλεννογόνο του στόματος σκοτεινόχρωμο και στα νεαρά ψάρια είναι γκριζωπός (Svetovidov, 1988).

### 1.1.7. ΒΙΟΤΟΠΟΣ

Μεταναστευτικό ψάρι του βυθού, εκτελεί κάθετες και οριζόντιες μεταναστεύσεις. Τη νύχτα ανεβαίνει στα μεσόνερα και κυνηγά αφρόψαρα, ενώ τη μέρα προτιμά να παραμένει στο βυθό. Το καλοκαίρι πλησιάζει τις ακτές, ενώ το χειμώνα πηγαίνει σε βαθιά νερά. Θα το συναντήσουμε σε βάθος από 20 έως και 1000 m, αλλά σε μεγαλύτερη πυκνότητα στα 70 με 370 m.

Οι μπακαλιάροι προτιμούν λασπώδεις βυθούς, αλλά τους συναντάμε και σε άμμο - λασπώδη και αμμώδη πυθμένα (Cohen *et al.*, 1990).

### 1.1.8. ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Ο μπακαλιάρος είναι νυχτόβιος κυνηγός. Στα νεαρά στάδια (<16 cm) τρέφεται κυρίως με καρκινοειδή (Ευφασεώδη, Μυσιδώδη και Αμφίποδα) και σε μικρότερο ποσοστό με ψάρια και κεφαλόποδα. Όσο αυξάνεται σε μέγεθος, η διατροφή του αποτελείται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό (>87%) από ψάρια, κυρίως των ειδών: σαρδέλα (*Sardina pilchardus* Walbaum, 1792), παπαλίνα (*Sprattus sprattus* Linnaeus, 1758), γάυρο (*Engraulis encrasicolus* Linnaeus, 1758), ψευδομαρίδα (*Centracanthus cirrus*, Rafinesque, 1810), σκομβρειδή *Scomber spp* και σαυρίδια *Trachurus spp*. Σε μέγεθος άνω των 30 cm εμφανίζει αυξημένο κανιβαλισμό όταν στο βιότοπο του υπάρχουν συγκεντρώσεις νεαρών ατόμων του ίδιου είδους. Κεφαλόποδα και γαρίδες συμμετέχουν σε μικρότερο ποσοστό στη διατροφή του (> 13%), όσο το μέγεθος του αυξάνει (Karlovac, 1959; Piccinetti *et al.*, 1971; Jukić, 1972, Jardas, 1976; Caragitsou & Tsimenides, 1977; Papaconstantinou & Caragitsou, 1987; Papaconstantinou *et al.*, 1993; Ungaro *et al.*, 1993; Labropoulou & Markakis, 1998).

### 1.1.9. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Είναι γονοχωριστικό ψάρι. Γεννά πελαγικά ωάρια, διάφανα και σφαιρικά με μέση διάμετρο το 1 mm (Muus & Nielsen, 1999).

Η διαδικασία της αναπαραγωγής του μπακαλιάρου έχει παρατηρηθεί σχεδόν σε όλη τη διάρκεια του έτους, αλλά με διαφορετικές εντάσεις, ανάλογα την περιοχή. Όσο πιο βόρεια, τόσο η αναπαραγωγική περίοδος πλησιάζει το καλοκαίρι, ενώ στη Μεσόγειο αύξηση της έντασης εμφανίζεται το χειμώνα ή την άνοιξη (Τσιμενίδης κ.α., 1978; Sola & Franco, 1985; Županović & Jardas, 1986; Valencia *et al.*, 1989; Motos *et al.*, 2000; Alvarez *et al.*, 2001; Alvarez *et al.*, 2004).

Από διάφορους συγγραφείς δίνονται διαφορετικά δεδομένα για το μέγεθος του Ευρωπαϊκού μπακαλιάρου στο στάδιο της πρώτης γεννητικής του ωριμότητας. Ο πληθυσμός του Ατλαντικού φτάνει στο στάδιο της πρώτης αναπαραγωγικής ηλικίας σε μέγεθος άνω των 40 cm (Zei, 1949), ενώ της Μεσογείου στα 20 έως 36 cm, με τα

αρσενικά να προηγούνται των θηλυκών (Žurpanović, 1968; Τσιμενίδης κ.α., 1978; Žurpanović & Jardas, 1986; Ungaro *et al.*, 1993).

#### 1.1.10. ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

Η σάρκα του είναι λευκή, άπαχη και νόστιμη, χωρίς ενδομυϊκά οστάρια. Γι' αυτό το λόγο εκτιμάται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές.

Ο μπακαλιάρος καταναλώνεται σε πολλές μορφές, νωπός, κατεψυγμένος, καπνιστός, αλατισμένος, σε κονσέρβα, τεμαχισμένος ή σε φιλέτο, ακόμα και προτηγανισμένος ή προψημένος.

Η απόδοση σε βρώσιμο τμήμα ανέρχεται σε 75,70% και η χημική σύσταση του κρέατος του είναι: νερό 78,50%, πρωτεΐνες 16,31%, λίπος 2,65%, υδατάνθρακες 0,76%, τέφρα 1,54%, κάλιο 3.5 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, νάτριο 0,912 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, ασβέστιο 1,235 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, μαγνήσιο 0,335 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, σίδηρος 0,043 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, φώσφορος 1,70 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, θείο 2,283 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, χλώριο 1,694 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, ιώδιο 0.4-12 mg\*g<sup>-1</sup> σάρκας, ενώ 100 g βρώσιμου τμήματος αποδίδει 96 θερμίδες (Παπαναστασίου, 1985).

#### 1.1.11. ΑΛΙΕΙΑ

Η αλιεία του συμβάλει στη διαμόρφωση του εθνικού εισοδήματος αρκετών βορειοευρωπαϊκών χωρών και αποτελεί την βασική πηγή εισοδήματος για πολλούς κλάδους της αλιείας αλλά και της βιομηχανίας επεξεργασίας αλιευμάτων (Παπαναστασίου, 1985; Cohen *et al.*, 1990).

Σύμφωνα με στοιχεία της εθνικής στατιστικής υπηρεσίας, στη χώρα μας οι εκφορτώσεις του μπακαλιάρου έρχονται πρώτες στο σύνολο των αλιευμάτων που συλλαμβάνονται με τράτα βυθού (μηχανότρατα) (Stergiou *et al.*, 2007). Αποτελεί επίσης και βασικό αλιεύμα για τους παράκτιους αλιείς, της βόρειας κυρίως Ελλάδος, καθώς αλιεύεται και με στατικά δίχτυα και βυθοπαράγαδα (Stergiou *et al.*, 2007).

Το ελάχιστο επιτρεπόμενο, συνολικό μήκος, των αλιευόμενων ατόμων, *M. merluccius* σύμφωνα με τον «Καν(ΕΚ) 1967/2006», είναι τα 20 cm, επιτρέποντας όμως, περιθώριο ανοχής 15 % κατά βάρος, για μεγέθη μεταξύ 15-20 cm.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, που πραγματοποιείται η μεγαλύτερη αλιευτική παραγωγή του είδους, παρατηρείται μείωση των αποθεμάτων κατά τα τελευταία

πενήντα χρόνια, από περίπου 170.000 τόνους, εκφορτώσεις, το 1956 σε 100.000 περίπου τόνους το 1996 (FAO), με αποτέλεσμα την θέσπιση μέτρων για την αποκατάσταση του αποθέματος μπακαλιάρου στα ύδατα της Ευρωπαϊκής Ένωσης και την έκδοση του κανονισμού «Καν(ΕΚ) 1162/2001», ο οποίος θέτει αυστηρούς περιορισμούς στην ποσότητα των αλιευόμενων ατόμων ανά σκάφος, περιοχή και εποχή αλιείας.

#### **1.1.12. ΘΕΡΜΑΪΚΟΣ ΚΟΛΠΟΣ**

Στην χώρα μας, οι περισσότερες εκφορτώσεις του είδους, γίνονται στα λιμάνια του Θρακικού πελάγους και του Θερμαϊκού κόλπου (Παπακωνσταντίνου, 1996).

Η περιοχή της εργασίας επιλέχτηκε λόγω της μεγάλης αλιευτικής σημασίας που έχει στον καθορισμό της ελληνικής αλιευτικής παραγωγής, καθώς αποτελεί το μεγαλύτερο αλιευτικό πεδίο των ελληνικών θαλασσών και υπάρχουν σαφείς ενδείξεις ότι το σύνολο της περιοχής υπεραλιεύεται. Η περιοχή εμφανίζει κάθε χρόνο αύξηση της αλιευτικής δραστηριότητας, όπως τουλάχιστον διαπιστώνεται από την αύξηση της αλιευτικής προσπάθειας, δηλαδή αριθμός σκαφών και υποδύναμη μηχανής (Παπακωνσταντίνου, 1996).

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. ΠΕΡΙΟΧΗ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Στόχος της παρούσας μελέτης ήταν να συγκριθούν δύο συνεχόμενες περιοχές αλιείας του Θερμαϊκού κόλπου. Συγκεκριμένα, το βόρειο τμήμα ή εσωτερικός Θερμαϊκός κόλπος που ορίσθηκε ως περιοχή Α (Εικόνα 2), όπου απαγορεύεται η αλιεία με τράτα, με το νότιο ή εξωτερικό τμήμα του Θερμαϊκού, το οποίο αλιεύεται με τράτα βυθού. Οι περιοχές αυτές διαχωρίζονται από τη νοητή ευθεία που ενώνει το ακρωτήριο Επανωμής με το ακρωτήριο Αθερίδας (Πιερία).

Στην πορεία όμως της έρευνας, θεωρήθηκε σκόπιμο η εξωτερική περιοχή να διαχωριστεί σε δύο επιμέρους τμήματα, περιοχή Β (36-70 m) και Γ (>70 m) ανάλογα με το βάθος (Εικόνα 2). Η αιτία ήταν ότι η αρχική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων, έδειξε μια εμφανή διαφορά στα δείγματα που προέρχονται από το νότιο τμήμα του κόλπου, μεταξύ των ατόμων που προέρχονταν από τα μικρά βάθη (36-70 m) και των ατόμων που προέρχονταν από τα μεγαλύτερα βάθη (>70 m).



Εικόνα 2: Απεικόνιση των οριοθετημένων περιοχών αλιείας (Α, Β και Γ) στο Θερμαϊκό κόλπο.

### 2.1.1. ΘΕΣΗ – ΕΚΤΑΣΗ

Ο Θερμαϊκός κόλπος βρίσκεται στο Β.Δ. Αιγαίο μεταξύ της χερσονήσου της Χαλκιδικής (ανατολικά) και του ορεινού όγκου του Ολύμπου του νομού Πιερίας (δυτικά). Βόρεια και βορειανατολικά περιβάλλεται από την πεδιάδα της Θεσσαλονίκης και τις λοφοσειρές Ασβεστοχωρίου - Χορτιάτη (Εικόνα 2).

Η περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου, μπορεί να χωριστεί σε δύο ευδιάκριτες ζώνες. Αρχίζοντας από το εσωτερικό (βoreιότερο) άκρο έχουμε:

α) Εσωτερικός κόλπος. Ορίζεται νότια από τη νοητή ευθεία που ενώνει το ακρωτήριο Επανωμής με το ακρωτήριο Αθερίδας (Πιερία). Είναι ένας ημίκλειστος θαλάσσιος όγκος με επιφάνεια περίπου 411 τετραγωνικά χιλιόμετρα, έχει μέγιστο βάθος 40 μέτρα και μέσο βάθος 30 μέτρα, με συνολικό υδάτινο όγκο  $12,5 \cdot 10^9$  κυβικά μέτρα. Στο δυτικό τμήμα του, εκβάλουν τρεις μεγάλοι ποταμοί, ο Αξιός, ο Λουδίας και ο Αλιάκμονας, οι οποίοι απορρέουν κατά μέσο όρο  $8,5 \cdot 10^9$  κυβικά μέτρα γλυκού νερού ετησίως (Κρεστενίτης κ.α., 1997).

β) Εξωτερικός κόλπος. Ουσιαστικά πρόκειται για την ευρύτερη περιοχή του Θερμαϊκού και ορίζεται δυτικά από τις ακτές του νομού Πιερίας και ανατολικά από τις ακτές της Χαλκιδικής - χερσόνησος της Κασσάνδρας.

Ο εξωτερικός κόλπος επικοινωνεί με το Αιγαίο πέλαγος με μια διατομή πλάτους περίπου 34 μιλίων (50 χιλιόμετρα), στη νοητή ευθεία που ενώνει το ακρωτήριο Ποσειδί με το Δερματά.

Το μέγιστο βάθος, φτάνει τα 200 μέτρα, στο μέσο της οριογραμμής με το Αιγαίο.

### 2.1.2. ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ

Η γενική κίνηση των μαζών είναι κυκλωνική, με φορά αντίθετη των δεικτών του ρολογιού. Οι μάζες από το Αιγαίο εισερχόμενες στα βαθύτερα στρώματα από τα ανατολικά, κινούνται κυκλωνικά από το Μεγάλο Έμβολο προς το Μικρό Έμβολο, με μικρή επιρροή και στον Όρμο της Θεσσαλονίκης. Τα νερά των ποταμών εκβάλουν νότια κοντά στις δυτικές ακτές.

Οι ανταλλαγές με το Αιγαίο είναι εντονότερες, όσο μεγαλύτερη είναι η παροχή των ποταμών, ιδίως κατά την χειμερινή περίοδο (Κοντογιάννης κ.α., 1988). Οι άνεμοι επηρεάζουν κυρίως τη θερινή περίοδο με τη δημιουργία επιφανειακών

ρευμάτων ίδιας διεύθυνσης και βενθικού ρεύματος, στο κεντρικό πέρασμα, αντίθετης κατεύθυνσης (Δημητρίου, 1995).

### 2.1.3. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Η κατανομή των θερμοκρασιών, στη διάρκεια του έτους, διαφέρει και ως προς την οριζόντια και ως προς την κάθετη κατανομή.

Σύμφωνα με στοιχεία του τμήματος Ωκεανογραφίας της Υδρογραφικής Υπηρεσίας, στα επιφανειακά στρώματα έχουμε εμφάνιση των χαμηλότερων ετήσιων τιμών κατά το μήνα Ιανουάριο, με 7,8 °C μέση μηνιαία τιμή, για το εσωτερικό τμήμα του κόλπου και 11,5 °C, για το εξωτερικό. Αντίθετα, θερμότερος μήνας είναι ο Αύγουστος με μέση τιμή θερμοκρασίας τους 24,1 °C σε όλη την εξεταζόμενη περιοχή (Καρύδας & Δασκάλου, 1989).

Στα βαθύτερα στρώματα η θερμοκρασία ακολουθεί τις τιμές των επιφανειακών νερών με μια χρονική υστέρηση, ανάλογη του βάθους. Η εμφάνιση θερινού θερμοκλινούς (Μάιος έως Νοέμβριος) δεν επιτρέπει την επικράτηση, υψηλών θερμοκρασιών, στα βαθύτερα στρώματα, κατά τους θερινούς μήνες, τα οποία και επηρεάζονται περισσότερο από την είσοδο ψυχρότερων θαλάσσιων μαζών από το Αιγαίο Πέλαγος (Κοντογιάννης κ.α., 1998).

### 2.1.4. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Η αλατότητα κυμαίνεται, από τιμές <36‰ μέχρι 38‰, με τις χαμηλότερες τιμές να εμφανίζονται στο εσωτερικό τμήμα, τους χειμερινούς μήνες, λόγω της εισροής σημαντικών ποσοτήτων γλυκού νερού από τα ποτάμια, καθώς και τους θερινούς μήνες στα βαθύτερα στρώματα νερού, λόγω της εισόδου θαλάσσιων μαζών από το Αιγαίο Πέλαγος, πιθανής προέλευσης από τη Μαύρη Θάλασσα (Κοντογιάννης κ.α., 1998).

### 2.1.5. ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Το διαλυμένο οξυγόνο αποτελεί το σημαντικότερο διαλυμένο αέριο στο θαλασσινό νερό, απαραίτητο για τη ζωή των θαλάσσιων βιοκοινωνιών. Τα νερά του κόλπου έχουν συνεχώς υψηλά ποσοστά κορεσμού σε οξυγόνο και μόνο στους

θερινούς μήνες, κοντά στο πυθμένα, στην εσωτερική περιοχή εμφανίζονται χαμηλά επίπεδα κορεσμού, κοντά στο 50% (Παυλίδου & Κρασακοπούλου, 1998).

## 2.2. ΣΥΛΛΗΨΗ ΨΑΡΙΩΝ

Τα δείγματα συλλέχθηκαν από τον Οκτώβριο του 2006 έως και τον Νοέμβριο του 2007.

Η συλλογή των δειγμάτων έγινε από δύο διαφορετικά αλιευτικά σκάφη με διαφορετικό αλιευτικό εργαλείο το καθένα.

Στο βόρειο τμήμα του κόλπου (και σε βάθος αλιείας 25 έως 35 m), η αλιεία διενεργήθηκε με το παράκτιο αλιευτικό σκάφος «Αγία Παρασκευή» (Λ.Θ. 13068) μήκους 8 m και ιπποδύναμης 60 HP. Χρησιμοποιήθηκε στατικό δίχτυ απλάδι, με τα εξής χαρακτηριστικά: άνοιγμα ματιού 52 mm (μήκος μέγιστης διαγωνίου με το μάτι εντελώς τεντωμένο ως προς την μετρούμενη διαγώνιο). Τα δίχτυα ήταν αρματωμένα με λόγω αρματώματος 0,5 για το καζίλι των πλωτήρων (φελαριά) και 0.51 για το καζίλι με τα βαρίδια (μολυβιά). Η χάρη των δικτύων κατά την διάρκεια της αλιείας ήταν 50% άρα το μάτι, κατά την διάρκεια της αλιείας ήταν τετράγωνο, (ρομβοειδές μάτι, που κατά τη διάρκεια της αλιείας, είχε ίσες τις δύο διαγώνιες του) (Κοκοκύρης & Καρύδας, 2003). Τα δίχτυα, συνολικού μήκους ενός ναυτικού μιλίου και άλτους (ύψος αλιείας) 2 m, ρίχνονταν στη θάλασσα το απόγευμα (καλάρισμα) λίγο πριν τη δύση του ηλίου και σηκώνονταν (σαλπάρισμα) δύο με τρεις ώρες μετά τη δύση του.

Στο νότιο τμήμα του κόλπου και σε ελάχιστη απόσταση 2 ναυτικών μιλίων από την ακτή (βάθος 36-200 m), η αλιεία διενεργήθηκε με τη μηχανότρατα «Άγγελος» (Ν.Θ. 556) μήκους 23 m και ιπποδύναμης 580 HP. Χρησιμοποιήθηκε τράτα βυθού, με τα εξής χαρακτηριστικά: άνοιγμα ματιού στο σάκο 40 mm (μήκος μέγιστης διαγωνίου με το μάτι εντελώς τεντωμένο ως προς την μετρούμενη διαγώνιο) (Κοκοκύρης & Καρύδας, 2003). Η αλιεία ξεκινούσε μία περίπου ώρα πριν την ανατολή του ηλίου και ολοκληρωνόταν μία περίπου ώρα μετά τη δύση του.

Τα δείγματα, αμέσως μετά την αλιεία τους, διατηρήθηκαν σε πάγο. Σε όλα τα άτομα μετρήθηκε το ολικό μήκος (*TL*) και το ολικό βάρος (*TW*). Ο καθορισμός του φύλου έγινε σε δείγμα που προερχόταν από τη μηχανότρατα και συγκεκριμένα από τη περιοχή (**B**), ενώ για την εκτίμηση της ηλικίας, αφαιρέθηκαν οι ωτόλιθοι από άτομα που είχαν συλληφθεί με τα στατικά δίχτυα [περιοχή(**A**)].



### 2.2.1. ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Για τη σχέση μήκους – βάρους, χρησιμοποιήθηκαν 474 άτομα που προέρχονται και από τα δύο αλιευτική εργαλεία. Τα 101 δείγματα, που αλιεύθηκαν με τα στατικά δίχτυα (απλάδια) προέρχονται από όλο το χρόνο, με μεγαλύτερη ένταση το Καλοκαίρι. Ενώ τα 373 δείγματα, που αλιεύθηκαν με την τράτα, συλλέχθηκαν από τον Νοέμβριο του 2006 έως και τον Μάιο του 2007.

Στα ψάρια που αλιεύθηκαν με το παράκτιο σκάφος, οι μετρήσεις μήκους και βάρους έγιναν μετά την πάροδο, περίπου, 1 ώρας από την αλιείας και κατά την άφιξη στο λιμένα πρόσδεσης. Τα δείγματα που αλιεύθηκαν με μηχανότρατα μεταφέρθηκαν συντηρημένα σε πάγο και οι μετρήσεις ελήφθησαν στο λιμένα πρόσδεσης.

Ο προσδιορισμός του φύλου έγινε μακροσκοπικά, από την γενική εμφάνιση των γονάδων (Μίνος, 2006), σε 109 άτομα που αλιεύθηκαν με μηχανότρατα, στο διάστημα Νοέμβριος 2006 μέχρι Μάιος 2007, λαμβάνοντας ως δείγμα 16 έως 20 άτομα κάθε μήνα, που αλιεύθηκαν στην ίδια περίπου περιοχή (**B**).

Για την εκτίμηση της ηλικίας, αφαιρέθηκαν οι ωτόλιθοι από συνολικά 64 άτομα που συλλέχθηκαν με απλάδι, στο διάστημα Φεβρουάριος 2007 μέχρι Νοέμβριος 2007 από την περιοχή (**A**).

### 2.3. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Στους ιχθύς, έχουν επικρατήσει, οι κάτωθι τρεις κύριες μετρήσεις, ως μέτρηση του μήκους (Anderson & Gutreuter, 1992).

Ολικό Μήκος (Total Length) (*TL*). Είναι το μήκος από την άκρη του ρύγχους μέχρι το τελικό σημείο του άνω λοβού του ουραίου πτερυγίου, όταν αυτό είναι εκτεταμένο στη φυσική του θέση (όχι πλήρως αναδιπλωμένο). Καλείται και φυσικό ολικό μήκος (natural total length).

Σταθερό Μήκος (Standard Length) (*SL*). Είναι το μήκος από την άκρη του ρύγχους μέχρι το τέλος της σπονδυλικής στήλης (οπίσθιο άκρο του ουρόστηλου). Το σημείο αυτό εντοπίζεται με τη βοήθεια μιας λαβίδας πιέζοντας στον ουραίο μίσχο. Το σημείο εκείνο που ανασηκώνεται η ουρά του ψαριού, είναι και το τέλος της σπονδυλικής στήλης.

Μεσοουραίο μήκος (Fork Length) (*FL*). Είναι το μήκος από την άκρη του ρύγχους μέχρι το μεσαίο σημείο του ουραίου πτερυγίου, στο σημείο που ενώνονται ο άνω και ο κάτω λοβός.

Διχογνωμία επικρατεί μεταξύ των ερευνητών για το ποια από τις παραπάνω μετρήσεις είναι προτιμότερο να λαμβάνεται, σε μια έρευνά. Ο Hile (1948) προτείνει το ολικό μήκος επειδή είναι η μόνη μέτρηση που περιλαμβάνει όλο το σώμα του ψαριού. Ο Royce (1942) αναφέρει πως το ολικό μήκος εκφράζει καλύτερα το μέγεθος του ψαριού σε αντίθεση με το σταθερό. Οι Carlander & Smith (1945) αναφέρουν ότι το ολικό μήκος μπορεί να μετρηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια απ' ότι το σταθερό, καθώς και ότι το μεσοουραίο και το ολικό μήκος έχουν το πλεονέκτημα ότι χρησιμοποιούνται από τους επαγγελματίες και τους ερασιτέχνες ψαράδες, ενώ το σταθερό μήκος χρησιμοποιείται συνήθως μόνο από τους επιστήμονες. Οι Ricker & Merriman (1945) εκφράζουν την άποψη ότι οι διαφορές που βρίσκονται μεταξύ των διαφόρων μηκών που χρησιμοποιούνται συνήθως στην ιχθυολογία, είναι στην πραγματικότητα τόσο μικρές που δεν έχουν καμιά πρακτική σημασία. Οι ίδιοι ερευνητές προτείνουν για λόγους ομοιομορφίας, την ευρεία χρήση του μεσοουραίου μήκους.

Στην παρούσα εργασία προτιμήθηκε η μέτρηση του ολικού μήκους, το οποίο εκφράζει και το μεσοουραίο μήκος (Εικόνα 3), καθώς στα άτομα που μετρήθηκαν, δεν ήταν εμφανής ο διαχωρισμός του ουραίου λοβού, ούτε καν στα άτομα μεγάλου μήκους, όπου σύμφωνα με ορισμένους ερευνητές, πρέπει να γίνεται εμφανής.



Εικόνα 3: Απεικόνιση εξετασθέντων μορφομετρικών χαρακτηριστικών στο είδος *Merluccius merluccius* (φωτ. Θ. Καρύδας).

Για τη μέτρηση του βάρους, προτιμήθηκε το ολικό βάρος του ψαριού, χωρίς να αφαιρεθεί το στομαχικό περιεχόμενο ή το βάρος των γονάδων.

Σε άτομα που είχαν κατεστραμμένο ουραίο πτερύγιο, παραμόρφωση στη σπονδυλική στήλη ή ήταν τραυματισμένα πριν την αλίευση τους, δεν λαμβάνονταν μετρήσεις, όπως και σε άτομα που το έντονο στομαχικό περιεχόμενο ή η έντονη σωματική τους αδυναμία παραμόρφωνε τη στερεότυπη μορφή του σώματος (Froese, 2006). Τα άτομα που εξαιρέθηκαν για όλους τους παραπάνω λόγους, αποτελούσαν περίπου το 8% του συνολικού αλιεύματος, από τα στατικό δίχτυα, με συχνότερη αιτία το μεγάλο στομαχικό περιεχόμενο.

Η μέτρηση του μήκους, του κάθε ψαριού, έγινε με ιχθυόμετρο (Εικόνα 3), ακρίβειας 0,1 cm, λαμβάνοντας ως ένδειξη τη μέτρηση στο πλησιέστερο χιλιοστό (mm), ενώ το βάρος, μετρήθηκε με ηλεκτρονικό ζυγό (Ordining 19389) ακρίβειας  $\pm 0.5$  g.

#### 2.4. ΣΧΕΣΗ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ

Η αύξηση σε μήκος δηλώνει την αξονική αύξηση ενώ η αύξηση σε βάρος δηλώνει την αύξηση σε όγκο. Οι δύο αυτές κατηγορίες αύξησης σχετίζονται πολύ στενά. Παρόλα αυτά, το βάρος ενός ψαριού μπορεί να αλλάξει χωρίς η αλλαγή αυτή να συνοδεύεται και από αντίστοιχη αλλαγή του μήκους του (Στεργίου, 1999).

Η γνώση της σχέσης μήκους – βάρους είναι πολύ σημαντική στην αλιευτική βιολογία γιατί α) μας δίνει απαραίτητες πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση του ψαριού, β) μας δίνει τη δυνατότητα να εκτιμήσουμε το βάρος ενός ψαριού από το μήκος του καθώς και το βάρος της αλιευτικής παραγωγής ενός είδους από το συνολικό αριθμό ατόμων και το μήκος τους, γ) μας παρέχει πληροφορίες για τις στρατηγικές ζωής πληθυσμών σε διαφορετικές περιοχές, δ) επιτρέπει μορφολογικές συγκρίσεις πληθυσμών του ίδιου είδους από διαφορετικές περιοχές, ε) επιτρέπει την μετατροπή των παραμέτρων αυτών, για συγκεκριμένο δείγμα ψαριών (Στεργίου, 1999; Στεργίου & Μουτόπουλος, 2001; Morey *et al.*, 2003; Froese, 2006).

Η σχέση του μήκους ( $L$ ) και του βάρους ( $W$ ) στα ψάρια εκφράζεται, ικανοποιητικά από την εκθετική εξίσωση

$$W=aL^b$$

η οποία μετά από λογαρίθμηση παίρνει τη μορφή  $\log W = \log a + b(\log L)$

Οι αριθμητικοί συντελεστές  $a$  &  $b$ , υπολογίζονται με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων. Η παράμετρος  $b$  είναι ο εκθέτης της αριθμητικής μορφής της σχέσης μήκους-βάρους και η κλίση της γραμμής παλινδρόμησης στη λογαριθμική

της μορφή. Λαμβάνει συνήθως τιμές από 2,5 έως 3,5 (Carlander, 1969; σε Froese, 2006). Όταν είναι ίση με 3 υποδηλώνει ισομετρική αύξηση του ψαριού (Ricker, 1958), δηλαδή ομοιόμορφα προς τις τρεις διαστάσεις και αλλομετρική αύξηση, όταν είναι στατιστικά μικρότερη ή μεγαλύτερη από το 3 (Tesch, 1968). Τιμή του  $b$  μικρότερη του 3 (αρνητική αλλομετρία), δηλώνει ότι το ψάρι γίνεται ελαφρύτερο για το μήκος του όσο το μήκος του αυξάνει. Αντίθετα μια τιμή μεγαλύτερη του 3 (θετική αλλομετρία) δηλώνει ότι το ψάρι γίνεται βαρύτερο για το μήκος του όσο αυξάνει σε μήκος.

Η παράμετρος  $a$  είναι ο συντελεστής της αριθμητικής σχέσης –μήκους βάρους και η παρεμπόδιση της λογαριθμικής της μορφής. Έχει χρησιμοποιηθεί ως δείκτης της φυσικής κατάστασης του οργανισμού και κυμαίνεται συνήθως μεταξύ των τιμών 0,001 και 0,05 (Froese, 2006).

Από τη λογαριθμική μορφή της σχέσης – μήκους βάρους και από την αντίστοιχη πλοκή του βάρους εναντίον του μήκους, είναι εμφανές ότι κάθε μείωση στην κλίση της γραμμής παλινδρόμησης θα οδηγήσει σε μια αύξηση στην παρεμπόδιση, και αντίστροφα, άρα οι παράγοντες  $a$  και  $b$  σχετίζονται αρνητικά μεταξύ τους.

Η σχέση μήκους-βάρους προσδιορίστηκε για το σύνολο των ατόμων, για κάθε φύλλο χωριστά, για κάθε εποχή χωριστά, για κάθε περιοχή αλιείας και για κάθε αλιευτικό εργαλείο.

## 2.5. ΕΥΡΩΣΤΙΑ

Η σχέση μεταξύ του μήκους και του βάρους, μπορεί να εκφρασθεί ποσοτικά με τη χρησιμοποίηση του δείκτη ευρωστίας (φυσική κατάσταση), που περιγράφει την κατάσταση ενός ψαριού.

Η αύξηση και η ευρωστία σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό. Όσο βαρύτερο είναι ένα ψάρι σε ένα συγκεκριμένο μήκος, τόσο καλύτερη η φυσική του κατάσταση (Στεργίου, 1999).

Από τους διάφορους δείκτες ευρωστίας που έχουν κατά καιρούς χρησιμοποιηθεί, αυτοί που απλοποιούν τη σχέση μήκους - βάρους σε μια παράμετρο είναι οι λιγότερα χρονοβόροι, όσον αφορά την εκτίμηση, και οι πιο διαδεδομένοι.

Ο πρώτος και πιο διαδεδομένος, δείκτης ευρωστίας ( $Kn$ ), που χρησιμοποιήθηκε, ήταν του Fulton (1904) (Froese, 2006), υπολογίζεται από την εξίσωση:

$$Kn = 100 (W/L^3)$$

όπου  $W$  είναι το ολικό βάρος του ψαριού σε g και  $L$  το ολικό μήκος του ψαριού σε cm.

Ο δείκτης αυτός στηρίζεται στην παραδοχή της ισομετρικής αύξησης των ψαριών, δηλαδή  $b = 3$ .

Ο παραπάνω δείκτης ευρωστίας υπολογίστηκε χωριστά α) για κάθε φύλο και β) για κάθε περιοχή ανά εποχή.

## 2.6. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Για τον καθορισμό της ηλικίας και τον προσδιορισμό του ρυθμού αύξησης στα ψάρια χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο οι ωτόλιθοι και τα λέπια. Άλλες σκελετικές δομές, όπως οι ακτίνες των πτερυγίων, το κλείθρο, οι σπόνδυλοι και τα δόντια χρησιμοποιούνται περιστασιακά (Bagenal & Tesch, 1978; Campana, 1990).

Στο συγκεκριμένο είδος, η εκτίμηση της ηλικίας έγινε με την εξέταση των ωτόλιθων, καθώς η χρήση των ωτόλιθων είναι προτιμότερη και εγκυρότερη σε είδη που ζουν πολλά χρόνια, από τα λέπια που συνήθως υποτιμούν την ηλικία ειδών (και ατόμων) με μικρό ρυθμό αύξησης (Casselman, 1987).

Ο υπολογισμός της ηλικίας των ψαριών από την εξέταση τμήματος της σκελετικής δομής τους βασίζεται στη θεωρία ότι οι μεταβολές του ρυθμού ανάπτυξης τους στη διάρκεια του έτους έχουν ως αποτέλεσμα την περιοδική συνήθως, μεταβολή της σύστασής τους.

Οι μεταβολές αυτές, στη σύσταση του ωτόλιθου, εμφανίζονται ως ζώνες (δακτύλιοι), διαφορετικής οπτικής πυκνότητας, οι οποίες είναι το αποτέλεσμα των μεταβολών της αναλογίας του ανθρακικού ασβεστίου (αραγωνίτης) και της πρωτεϊνικής ουσίας, που εναποτίθενται στον ωτόλιθο με τη μορφή ζωνών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης. Η ερμηνεία, της ηλικίας και της αύξησης, βασίζεται στην υπόθεση, ότι οι δακτύλιοι αυτοί, σχηματίζονται σε σταθερή συχνότητα και ότι η απόσταση μεταξύ τους είναι ανάλογη της αύξησης των ψαριών (Campana, 1990).

### 2.6.1. Ο ΩΤΟΛΙΘΟΣ

Οι ωτόλιθοι είναι μικροί, συμπαγείς ασβεστολιθικοί σχηματισμοί, που συναντώνται στο εσωτερικό αυτί του ψαριού και χρησιμεύουν στην αίσθηση της ισορροπίας και στη διάκριση διαφόρων ηχητικών κυμάτων (Pannella, 1971).

Από τους τρεις ωτόλιθους που υπάρχουν στην κάθε πλευρά του σώματος του ψαριού, βελοειδής (*saggita*), αστερίσκος (*asteriscus*) και λάπιλος (*lapillus*), χρησιμοποιήθηκε ο βελοειδής ωτόλιθος για τον προσδιορισμό της ηλικίας, που είναι πολύ μεγαλύτερος από τους υπολοίπους (Pannella, 1971).

Σε κάθε άτομο, αφού αφαιρέθηκαν τα βράγχια από τη βραγχιακή κοιλότητα, εμφανίστηκε το κάτω μέρος του κρανίου, εκθέτοντας έτσι την ακουστική κοιλότητα με τους ωτόλιθους. Στη συνέχεια, με μια εγκάρσια τομή στο λεπτό οστού, που είναι πάνω από την κοιλότητα του αυτιού, αποκαλύφθηκαν οι ωτόλιθοι που ελήφθησαν εύκολα με τη χρησιμοποίηση λαβίδας με οξύληκτα άκρα. Κατόπιν, οι ωτόλιθοι ξεπλύθηκαν σε νερό για την απομάκρυνση των υπολειμμάτων ιστών και μεμβρανών και τοποθετήθηκαν (ανά ζεύγος) σε μπουκάλι με υδατικό διάλυμα γλυκερίνης.

Ο κάθε ωτόλιθος λειάνθηκε από την έσω κυρτή (λεία) πλευρά του σε ντουκόχαρτο (P 320) και αφού ξεπλύθηκε με απιονισμένο νερό και στέγνωσε σε απορροφητικό χαρτί, ανατοποθετήθηκε (ανά ζεύγος) στα μπουκάλια με το υδατικό διάλυμα γλυκερίνης.

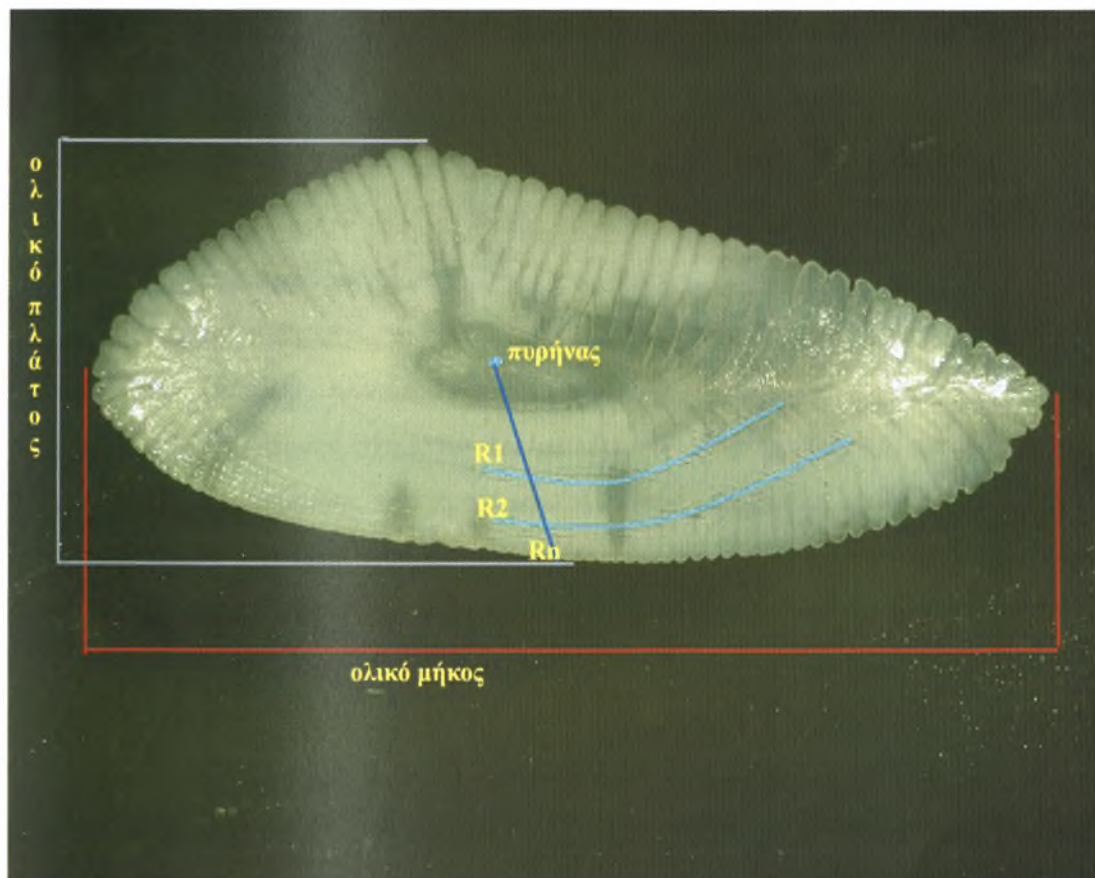
Η εκτίμηση της ηλικίας έγινε μετά την πάροδο, τουλάχιστον, μιας εβδομάδας, αφού γινόταν πιο εμφανείς οι δακτύλιοι του ωτόλιθου.

Από το κάθε ζεύγος επιλέγονταν ο αριστερός ωτόλιθος για τη διενέργεια όλων των μετρήσεων ενώ ο δεξιός παρέμενε ως εφεδρικός σε περίπτωση διασταύρωσης αποτελεσμάτων. Οι ωτόλιθοι τοποθετούνταν σε τριβλία (petri) με γλυκερίνη πάνω σε μαύρο υπόβαθρο (Bedford C., 1983). Η παρατήρηση των ωτόλιθων γινόταν σε στερεοσκόπιο (OLYMPUS SZ40) με τη χρήση προσπίπτοντος φωτισμού σε μεγέθυνση x67.

Οι ωτόλιθοι παρατηρήθηκαν δύο φορές, με χρονική διαφορά μίας εβδομάδος, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη, τα αποτελέσματα της προηγούμενης μέτρησης. Σε ωτόλιθο που δεν συνέπιπταν οι μετρήσεις, έγινε και τρίτη παρατήρηση και σε περίπτωση που δεν υπήρχε και τώρα συμφωνία, γινόταν η ίδια διαδικασία και στον δεξιό ωτόλιθο. Αν οι μετρήσεις συμφωνούσαν με κάποια από τις αρχικές, τότε αυτές

και λαμβάνονταν ως σωστές, ενώ σε περίπτωση μη οριστικής συμφωνίας ο ωτόλιθος απορρίπτονταν.

Παρατηρώντας τον ωτόλιθο κάτω από προσπίπτοντα φωτισμό σε μαύρο υπόβαθρο, οι αδιαφανείς ζώνες φαίνονται λευκές ή γαλακτόχρωμες και οι διαφανείς σκοτεινές (Εικόνα 4). Στο κέντρο αυτού φαίνεται μια γαλακτώδης ζώνη και ακολουθεί σειρά λεπτών σκοτεινών δακτυλίων που εναλλάσσονται διαδοχικά με λευκές ζώνες, πλατύτερες από τους σκοτεινούς δακτυλίους.



**Εικόνα 4:** Απεικόνιση εξετασθέντων μορφομετρικών χαρακτηριστικών σε ωτόλιθο μπακαλιάρου ηλικίας 2+ (φωτ. Θ. Καρύδας).

Σε κάθε ωτόλιθο, με τη χρήση μικρομετρικής κλίμακας προσαρμοσμένης στον φακό του στερεοσκοπίου, λαμβάνονταν οι ακόλουθες μετρήσεις (Εικόνα 4):

- Μέγιστο μήκος
- Μέγιστο πλάτος.
- Ολική ακτίνα ( $R_n$ ), από τον πυρήνα ως το κοιλιακό άκρο.
- Επιμέρους ακτίνες των ετήσιων δακτυλίων ( $R_1, R_2, R_3, \dots$ ), οι οποίες είναι οι αποστάσεις μεταξύ του κέντρου του ωτόλιθου και της εξωτερικής περιφέρειας των αντίστοιχων αυξητικών δακτυλίων.

Με τη χρήση ψηφιακής φωτογραφικής μηχανής (OLYMPUS C-3030 Zoom) ενσωματωμένη σε στερεοσκόπιο (OLYMPUS SZX12) με ειδική προσαρμογή, έγινε η φωτογράφιση.

## 2.7. ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Για την εκτίμηση της ηλικίας ενός ψαριού από τους δακτυλίους των ωτόλιθων του, θα πρέπει, οι δακτύλιοι πριν από τη χρησιμοποίησή τους στην ανάγνωση να επικυρωθούν ως προς την ετήσια περιοδικότητά τους. Η επικύρωση αυτή επιτυγχάνεται με τη μελέτη της εποχιακής διακύμανσης του περιθωριακού πάχους και του είδους του περιθωρίου (Κάρλου-Ρήγα κ.α., 2005).

Μετά την πιστοποίηση της περιοδικότητας, ακολουθεί η ταξινόμηση των ατόμων σε ομάδες ηλικίας, χρησιμοποιώντας κριτήρια, όπως η εποχή δειγματοληψίας, ο χρόνος σχηματισμού των δακτυλίων, το είδος του περιθωρίου και η αναπαραγωγική περίοδος του προς μελέτη είδους (Διαπούλη κ.α., 2000; Κάρλου-Ρήγα κ.α., 2005).

Ο εντοπισμός του πρώτου ετήσιου δακτυλίου βασίστηκε κυρίως στην εξέταση της δομής των ωτόλιθων των μικρότερων σε μέγεθος ατόμων του έτους και στην παρακολούθηση της εξέλιξής της.

Η αναγνώριση των λοιπών ετήσιων δακτυλίων βασίστηκε στη μορφολογία τους και στην εποχή ολοκλήρωσης του σχηματισμού τους, καθώς και η σταθερότητα της ετήσιας περιόδου εμφάνισής τους.

Για την απόδοση της ηλικίας, ελήφθησαν υπόψη:

- α) η ημερομηνία αλιείας,
- β) ο αριθμός των ετήσιων δακτυλίων,
- γ) η εποχή ολοκλήρωσής τους και
- δ) η παρουσία και το πάχος του υαλώδους ή αδιαφανούς υλικού στην περιφέρεια του ωτόλιθου.



## 2.8. ΑΝΑΔΡΟΜΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ

Η πιο γνωστή και ακριβής μέθοδος υπολογισμού της ανάπτυξης στα ψάρια, είναι η μέθοδος του ανάδρομου υπολογισμού (back calculation). Η μέθοδος αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για το διάβασμα όλων των σκληρών μερών του σώματος των ψαριών. Λόγω της στενής σχέσης που υπάρχει μεταξύ της αύξησης της ακτίνας του ωτόλιθου και της αύξησης του σώματος, μπορεί να υπολογιστεί το μήκος που είχε το ψάρι κατά τη χρονική στιγμή όπου είχε ολοκληρώσει τους προαναφερόμενους δακτυλίους.

Το μήκος του ψαριού ( $L$ ) και το μήκος της ακτίνας του περιθωριακού δακτυλίου ( $Rn$ ) μπορούν να συσχετιστούν με μια εξίσωση που περιγράφει την τιμή του ενός, σε σχέση με την τιμή του άλλου, έχοντας το μήκος του ψαριού ως εξαρτημένη μεταβλητή (Casselman, 1987). Η γνώση της σχέσης που συνδέει τις δύο αυτές μεταβλητές είναι πολύ χρήσιμη, γιατί επιτρέπει τον υπολογισμό διαφόρων βιολογικών παραμέτρων του είδους (π.χ. ανάδρομα μήκη). Επιπλέον, επειδή οι ωτόλιθοι αποτελούν συχνά το μοναδικό υπόλειμμα στο στομαχικό περιεχόμενο διαφόρων οργανισμών, αλλά και σε απολιθώματα, είναι δυνατή η αναγνώριση των ειδών αφενός από τη μορφή και το σχήμα των ωτόλιθων, αφετέρου από τις κλείδες μήκους σώματος-ακτίνας ωτόλιθου (Στεργίου, 1999).

Αν υπάρχει ανάλογη σχέση μεταξύ των δύο τιμών τότε πολύ απλά η σχέση που τις συνδέει είναι του τύπου  $L=a*R$  ή μπορεί να προστεθεί και ένας διορθωτικός παράγοντας  $b$  δηλαδή γίνεται:

$$L=b+(a*R)$$

Γενικά η σχέση μεταξύ μήκους ακτίνας ωτόλιθου-μήκους ψαριού περιγράφεται από την εξίσωση:

$$L=a*R^b$$

η οποία λαμβάνει με λογαρίθμηση τη γραμμική μορφή  $\text{Log}L=\text{Log}a+b\text{Log}R$  (Monastyrsky, 1930 σε Μίνος, 1996).

Οι παράμετροι  $a$  και  $b$  της εξίσωσης υπολογίστηκαν με τη μέθοδο των ελαχίστων τετραγώνων, αντικαθιστώντας όπου ( $L$ ) το ολικό μήκος του ψαριού τη στιγμή της αλίευσης και όπου ( $R$ ) το μήκος της ακτίνας του περιθωριακού δακτυλίου ( $Rn$ ). Στη συνέχεια έχοντας γνωστές τις παραμέτρους,  $a$  και  $b$ , επιλύουμε την εξίσωση ως προς  $L$  και υπολογίζουμε τις τιμές των ανάδρομων μηκών σε ηλικίες

1, 2, 3, ... ( $L_1, L_2, L_3, \dots$ ), χρησιμοποιώντας όπου  $R$ , τις τιμές του μήκους της ακτίνας των διαφόρων δακτυλίων ( $R_1, R_2, R_3, \dots$ ) που έχει το κάθε ψάρι (Μίνος, 1996).

## 2.9. ΑΥΞΗΣΗ ΣΕ ΜΗΚΟΣ

Η αύξηση των περισσότερων ψαριών περιγράφεται ικανοποιητικά από την εξίσωση του von Bertalanffy, με εξαίρεση όμως των αρχικών σταδίων της ζωής των ψαριών, γιατί οι προνύμφες δεν αυξάνουν σύμφωνα με την εξίσωση αυτή (Sparre *et al.*, 1989).

Για την εκτίμηση των παραμέτρων αύξησης στο μπακαλιάρο, εφαρμόστηκε στα ανάδρομα υπολογισθέντα μεγέθη ανά ηλικία ( $L_1, L_2, L_3, \dots$ ) η εξίσωση του von Bertalanffy

$$L_t = L_\infty * (1 - e^{-k(t-t_0)})$$

όπου  $L_t$  είναι το ολικό μήκος τη χρονική στιγμή  $t$ ,  $L_\infty$  είναι το ασυμπτωτικό μήκος του σώματος, δηλαδή το μήκος που θα αποκτούσε το ψάρι, αν ζούσε απεριόριστα,  $k$  είναι παράμετρος που εκφράζει το ρυθμό με τον οποίο το ψάρι πλησιάζει το  $L_\infty$  και μετριέται σε  $1/t$ ,  $t$  είναι η ηλικία σε έτη,  $t_0$  η υποθετική ηλικία στην οποία το ψάρι έχει μηδενικό μήκος.

Η επίλυση της παραπάνω εξίσωσης έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου Statgraphics Plus 5.0 χρησιμοποιώντας την επιλογή Nonlinear Regression Analysis (μέθοδος Levenberg-Marquardt) και την τοποθέτηση των ανάδρομα υπολογισθέντων μήκων ( $L_1, L_2, L_3, L_4$ ) στις αντίστοιχες ηλικίες (1, 2, 3, 4).

Τέλος η τιμή του δείκτη αύξησης  $\emptyset'$  εκτιμήθηκε από την εξίσωση:

$$\emptyset' = \log k + 2 \log L_\infty$$

όπως αναφέρεται από τους Munro & Pauly (1983).

## 2.10. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η επεξεργασία των δεδομένων που προέκυψαν από τις μετρήσεις των βιολογικών παραμέτρων, έγινε με τη χρήση ηλεκτρονικού υπολογιστή. Για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν τα πακέτα των προγραμμάτων Microsoft Office Excel 2003 και Statgraphics Plus 5.0 (Τσίκληρας, 2007). Η απεικόνιση των γραφημάτων έγινε με τη χρήση των προγραμμάτων Microsoft Office Excel 2003 και Statgraphics Plus 5.0, ενώ για τη

σχεδίαση και την επεξεργασία των εικόνων χρησιμοποιήθηκαν τα σχεδιαστικά πακέτα Adobe Photoshop CS2, Picasa2 και Microsoft Paint 5.1.

### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

#### 3.1. ΣΧΕΣΗ ΜΗΚΟΥΣ ΒΑΡΟΥΣ

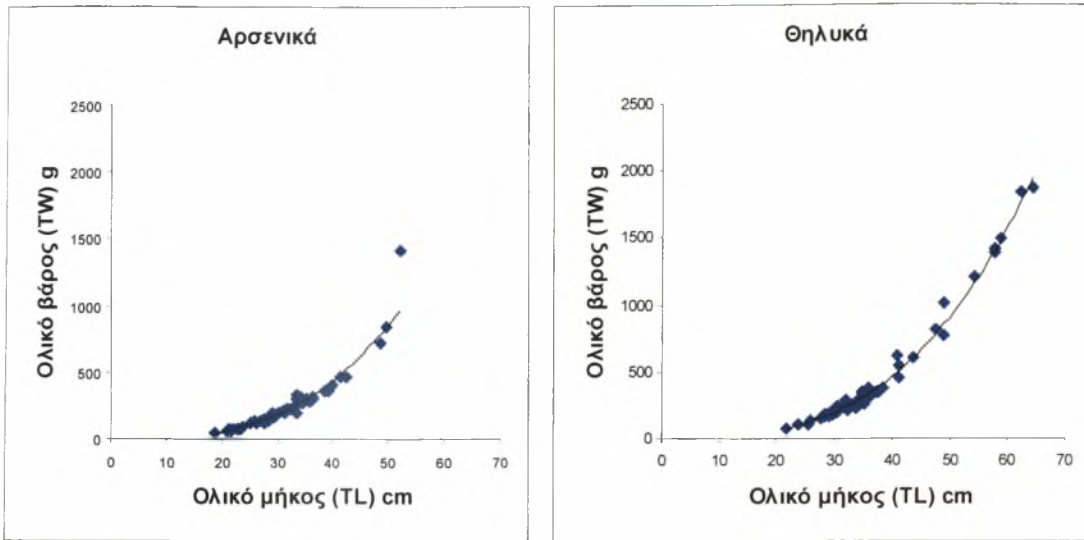
##### 3.1.1. ΑΡΣΕΝΙΚΑ – ΘΗΛΥΚΑ

Για τη μελέτη της σχέσης μήκους – βάρους μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ψαριών, επιλέχτηκε δείγμα 136 ατόμων τα οποία προέρχονταν από το αλίευμα της τράτας βυθού. Για κάθε μήνα αλιείας (Οκτώβριο έως Μάιο) επιλέγονταν 16 έως 20 άτομα, προερχόμενα από την ίδια περιοχή (**B**), στα οποία, μετά τη διαδικασία μέτρησης του μήκους και του βάρους τους, γινόταν κοιλιακή τομή για την μακροσκοπική εξέταση των γονάδων τους (Μίνος, 2006). Το εύρος των μηκών ήταν από 13,6 cm με βάρος 17 g, έως 64 cm με βάρος 1.860 g.

Από το σύνολο των ψαριών που επιλέχθηκαν έγινε η αναγνώριση του φύλου σε 109 άτομα εκ των οποίων τα 54 ήταν αρσενικά και τα 55 θηλυκά (αναλογία 1/1). Τα υπόλοιπα 27 άτομα, ήταν τελείως ανώριμα, με αποτέλεσμα την μη αναγνώριση του φύλου τους.

Παρατηρείται ότι η αναλογία μεταξύ αρσενικών και θηλυκών ατόμων μπακαλιάρου στο αλίευμα της τράτας βυθού στο Θερμαϊκό κόλπο είναι 1:1. Η γενετική ωρίμανση των γονάδων στα αρσενικά άτομα μπακαλιάρου, στο Θερμαϊκό κόλπο, αρχίζει στα 18,5 cm ενώ των θηλυκών από τα 21,6 cm. Στα μεγαλύτερα μήκη, υπήρξε εμφάνιση μόνο θηλυκών ατόμων.

Το γράφημα της σχέσης ολικού μήκους - ολικού βάρους, για τα άτομα, στα οποία έγινε δίνετε από τις εικόνες 5 και 6.



**Εικόνα 5:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα αρσενικά άτομα μπακαλιάρου στο Θερμαϊκό κόλπο.

**Εικόνα 6:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα θηλυκά άτομα μπακαλιάρου στο Θερμαϊκό κόλπο.

Οι συντελεστές  $a$  και  $b$  της εξίσωσης  $TW=a*TL^b$ , το τυπικό σφάλμα της κλίσης ( $SE$ ), ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ), ο αριθμός ( $N$ ) των ατόμων του δείγματος και το εύρος των μηκών, παρουσιάζονται στο πίνακα I.

**Πίνακας I:** Οι συντελεστές της σχέσης μήκους και βάρους για τα αρσενικά και θηλυκά άτομα μπακαλιάρου στο Θερμαϊκό κόλπο.

Φύλο	$TL\ min$	$TL\ max$	$N$	$a$	$b$	$SE\ (b)$	$R^2$
Αρσενικά	18,5	52	54	0,0064	3,0193	0,0681	0,9742
Θηλυκά	21,6	64	55	0,0066	3,0280	0,0528	0,9841

Η σύγκριση αρσενικών και θηλυκών ατόμων, έδειξε ισομετρική αύξηση και στα δύο φύλα καθώς η τιμή της κλίσης  $b$  της σχέσης μήκους – βάρους δεν διαφέρει στατιστικά ( $t$ -test) από τη θεωρητική τιμή 3, τόσο για τα αρσενικά ( $t = 0,282, P>0,05$ ) όσο και για τα θηλυκά ( $t = 0,530, P>0,05$ ) άτομα.

Η σύγκριση μεταξύ των δύο φύλων επίσης δεν εμφάνισε διαφορά μεταξύ τους ( $t = 0,572, P>0,05$ ), γεγονός που έδωσε τη δυνατότητα συνολικής αξιολόγησης των δειγμάτων χωρίς την ανάγκη διαχωρισμού τους ανά φύλο (Στεργίου & Μουτόπουλος, 2001; Froese, 2006).

### 3.1.2. ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ –ΒΑΡΟΥΣ ΑΝΑ ΕΠΟΧΗ

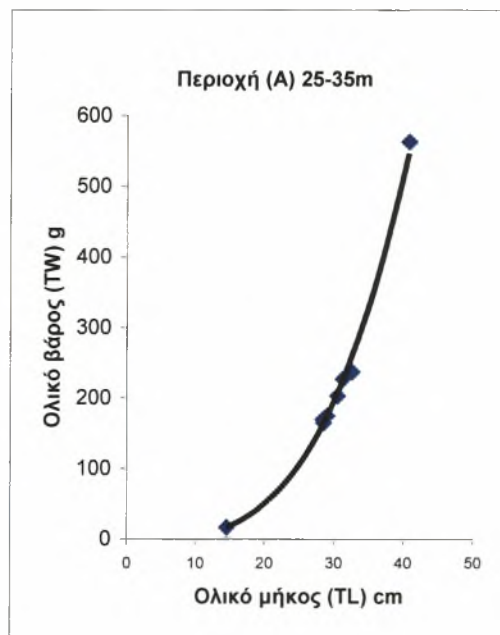
Στις 1 Οκτωβρίου, κάθε έτους, ξεκινά στη χώρα μας, η αλιευτική περίοδος των μηχανοτρατών. Για τους αλιείς που ασχολούνται με το συγκεκριμένο τρόπο αλιείας, η παραπάνω ημερομηνία θεωρείται η αρχή της αλιευτικής τους χρονιάς.

Κρατώντας το ημερολόγιο των ψαράδων, δίνονται από το φθινόπωρο οι σχέσεις μήκους – βάρους για τις τρεις περιοχές αλιείας (Α, Β, Γ),.

#### 3.1.2.1. ΦΘΙΝΟΠΩΡΟ

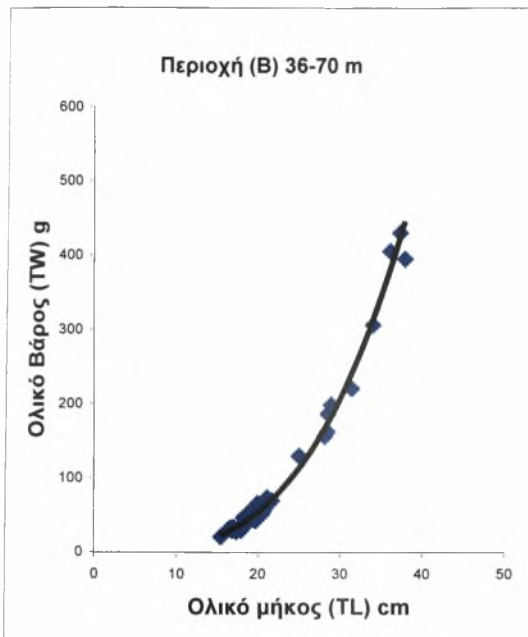
Τα άτομα που εξετάστηκαν το φθινόπωρο αλιεύθηκαν κατά τους μήνες Οκτώβριο και Νοέμβριο όπου επιτρεπόταν η αλιεία και με τα δύο αλιευτικά εργαλεία.

Το γράφημα της σχέσης ολικού μήκους – ολικού βάρους για τα άτομα που αλιεύθηκαν τους φθινοπωρινούς μήνες, δίνεται συνολικά (Εικόνα 7) και για κάθε περιοχή (Α, Β, Γ) του Θερμαϊκού κόλπου (Εικόνες 8, 9 και 10).

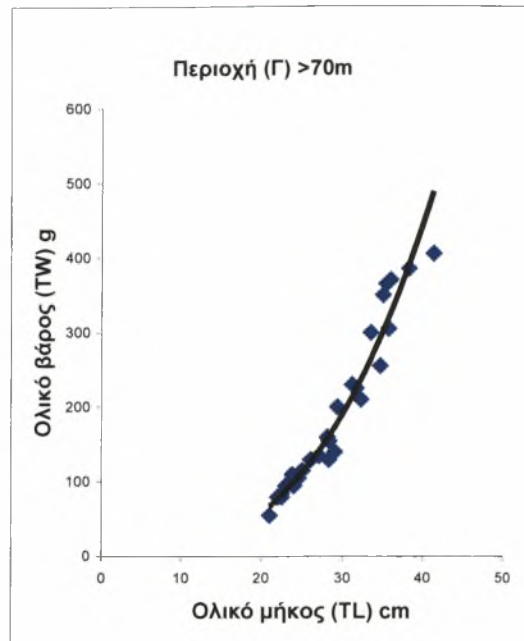


**Εικόνα 7:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για το σύνολο των ατόμων μπακαλιάρου τους φθινοπωρινούς μήνες στη περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου.

**Εικόνα 8:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου τους φθινοπωρινούς μήνες στη περιοχή Α του Θερμαϊκού κόλπου.



**Εικόνα 9:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου τους φθινοπωρινούς μήνες στη περιοχή Β του Θερμαϊκού κόλπου.



**Εικόνα 10:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου τους φθινοπωρινούς μήνες στη περιοχή Γ του Θερμαϊκού κόλπου.

Οι συντελεστές  $a$  και  $b$  της εξίσωσης  $TW=a*TL^b$ , το τυπικό σφάλμα της κλίσης ( $Se(b)$ ), ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ), ο αριθμός ( $N$ ) των ατόμων του δείγματος και το εύρος των μηκών, παρουσιάζονται στο πίνακα II.

**Πίνακας II:** Οι συντελεστές της σχέσης μήκους και βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στο Θερμαϊκό κόλπο κατά την φθινοπωρινή περίοδο.

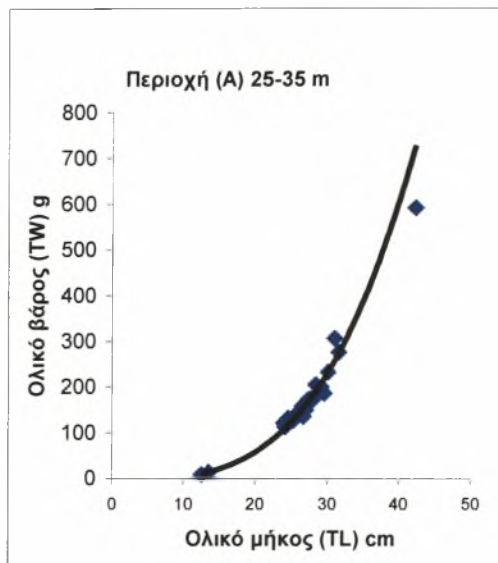
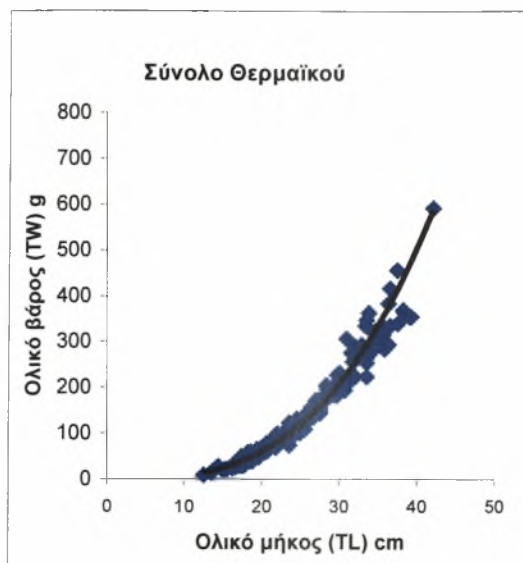
Περιοχή	$N$	TL min	TL max	$a$	$b$	$Se(b)$	$R^2$
A	08	14,4	40,6	0,0021	3,3687	0,0547	0,9984
B	51	15,4	37,9	0,0027	3,3034	0,0683	0,9799
Γ	32	21,0	41,0	0,0078	2,9731	0,1128	0,9626
ΣΥΝ	91	14,4	41,0	0,0037	3,2024	0,0443	0,9840

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η τιμή της κλίσης  $b$  της σχέσης μήκους – βάρους, διαφέρει από τη θεωρητική τιμή 3 στις περιοχές Α ( $t = 6,74$ ,  $P < 0,05$ ), Β ( $t = 4,442$ ,  $P < 0,05$ ) και στο σύνολο του Θερμαϊκού κόλπου ( $t = 4,515$ ,  $P < 0,05$ ), οπού εμφανίζεται θετική αλομετρική αύξηση. Παρατηρείται ισομετρική αύξηση ( $t = 0,238$ ,  $P > 0,05$ ) μόνο στην περιοχή Γ.

Όλες οι περιοχές (Α, Β, Γ) διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους ( $P < 0,05$ ) ως προς την τιμή του  $b$ .

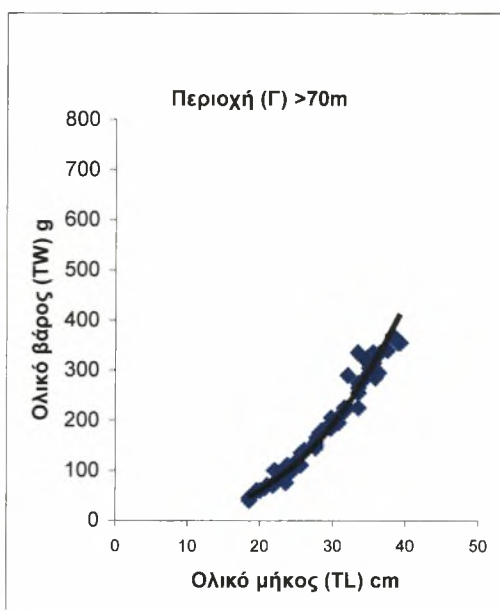
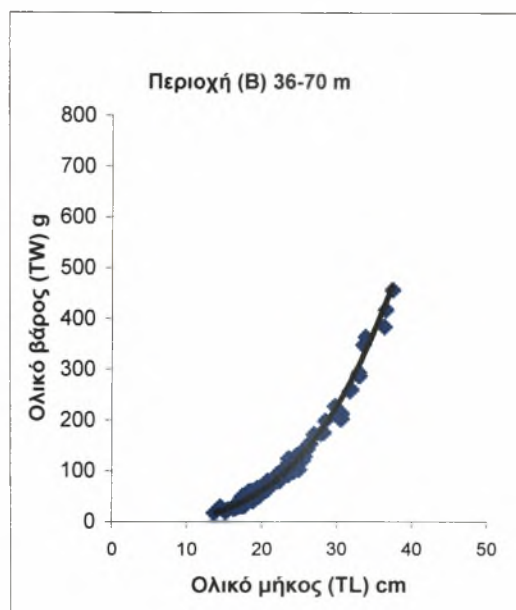
### 3.1.2.2. ΧΕΙΜΩΝΑΣ

Το γράφημα της σχέσης ολικού μήκους – ολικού βάρους, για τα άτομα που αλιεύθηκαν τους χειμερινούς μήνες, δίνετε συνολικά (Εικόνα 11) και για κάθε περιοχή (Α, Β, Γ) του Θερμαϊκού κόλπου, στις εικόνες (Εικόνες 12, 13 και 14).



**Εικόνα 11:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για το σύνολο των ατόμων μπακαλιάρου στη περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου κατά την χειμερινή περίοδο.

**Εικόνα 12:** Σχέση ολικού μήκους – ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή Α του Θερμαϊκού κόλπου κατά την χειμερινή περίοδο.



**Εικόνα 13:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή Β του Θερμαϊκού κόλπου κατά την χειμερινή περίοδο.

**Εικόνα 14:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή Γ του Θερμαϊκού κόλπου κατά την χειμερινή περίοδο.



Οι συντελεστές  $a$  και  $b$  της εξίσωσης  $TW=a*TL^b$ , ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ), αριθμός ( $N$ ) των ατόμων του δείγματος και το εύρος των μηκών, δείχνονται στο πίνακα III.

**Πίνακας III:** Οι συντελεστές της σχέσης μήκους και βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στο Θερμαϊκό κόλπο κατά την χειμερινή περίοδο.

Περιοχή	$N$	TL min	TL max	$a$	$b$	$Se(b)$	$R^2$
A	025	12,5	42,0	0,0021	3,4099	0,0829	0,9866
B	140	13,6	37,4	0,0035	3,2569	0,0464	0,9727
Γ	058	18,5	39,0	0,0116	2,8553	0,0614	0,9748
ΣΥΝ	223	12,5	42,0	0,0060	3,0728	0,0338	0,9740

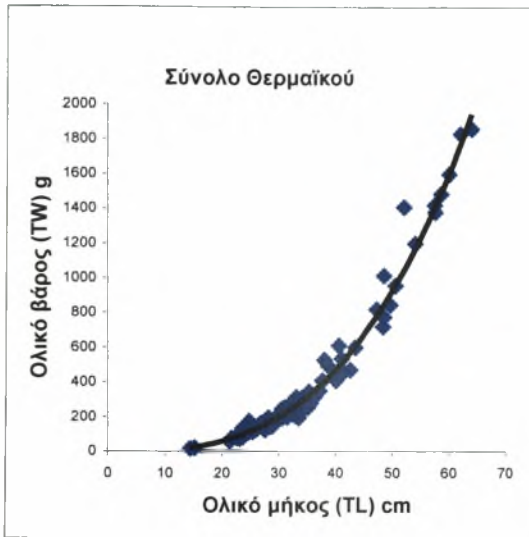
Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η τιμή της κλίσης  $b$  της σχέσης μήκους – βάρους, διαφέρει από τη θεωρητική τιμή 3 σε όλες τις υποπεριοχές και στο σύνολο του Θερμαϊκού, όπου στις περιοχές A ( $t = 4,945$ ,  $P < 0,05$ ) και B ( $t = 5,537$ ,  $P < 0,05$ ), καθώς και συνολικά ( $t = 2,154$ ,  $P < 0,05$ ), παρατηρείται θετική αλομετρική αύξηση ενώ στην περιοχή Γ ( $t = 2,357$ ,  $P < 0,05$ ) αρνητική αλομετρική αύξηση.

Και τον χειμώνα, έχουμε διαφορά ως προς το  $b$  των περιοχών A, B και Γ μεταξύ τους καθώς η στατιστική ανάλυση ( $t$ -test) της κάθε περιοχής με τις άλλες δύο, έδειξε σημαντική διαφορά μεταξύ τους ( $P < 0,05$ ).

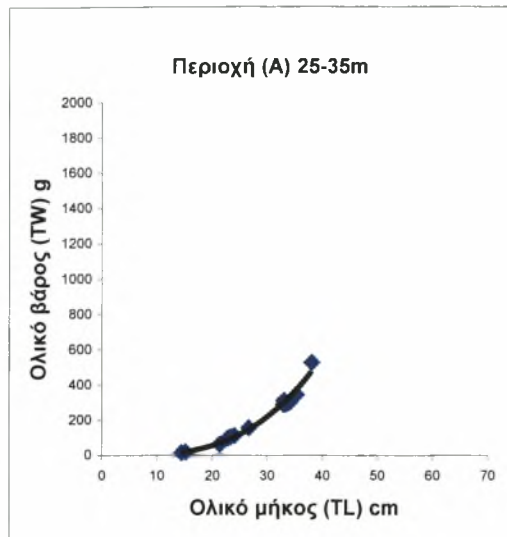
### 3.1.2.3. ΑΝΟΙΞΗ

Η άνοιξη είναι η τελευταία εποχή στην οποία έχουμε στοιχεία και από τις τρεις περιοχές, καθώς μέχρι και το τέλος Μαΐου επιτρέπεται η αλιεία με τράτα βυθού στη χώρα μας.

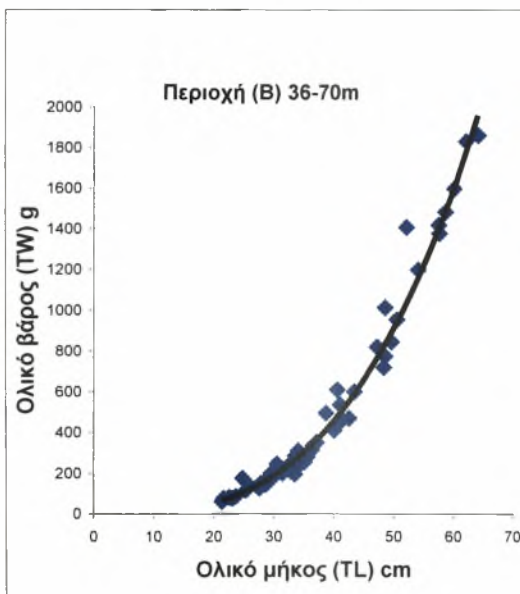
Το γράφημα της σχέσης ολικού μήκους – ολικού βάρους, για τα άτομα που αλιεύθηκαν την άνοιξη δίνεται συνολικά (Εικόνα15) και για κάθε περιοχή (A, B, Γ) του Θερμαϊκού κόλπου, στις εικόνες (Εικόνες 16, 17, και 18).



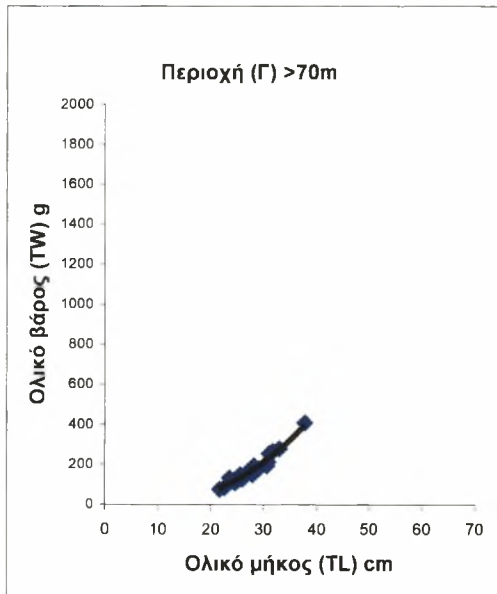
**Εικόνα 15:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για το σύνολο των ατόμων μπακαλιάρου στη περιοχή του Θερμαϊκού κόλπου κατά την ανοιξιάτικη περίοδο.



**Εικόνα 16:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή Α του Θερμαϊκού κόλπου κατά την ανοιξιάτικη περίοδο.



**Εικόνα 17:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή Β του Θερμαϊκού κόλπου κατά την ανοιξιάτικη περίοδο.



**Εικόνα 18:** Σχέση ολικού μήκους - ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή Γ του Θερμαϊκού κόλπου κατά την ανοιξιάτικη περίοδο.

Οι συντελεστές  $a$  και  $b$  της εξίσωσης  $TW=a*TL^b$ , ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ), ο αριθμός ( $N$ ) των ατόμων του δείγματος και το εύρος των μηκών, δίνονται στο πίνακα IV.

**Πίνακας IV:** Οι συντελεστές της σχέσης μήκους και βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στο Θερμαϊκό κόλπο κατά την ανοιξιάτικη περίοδο.

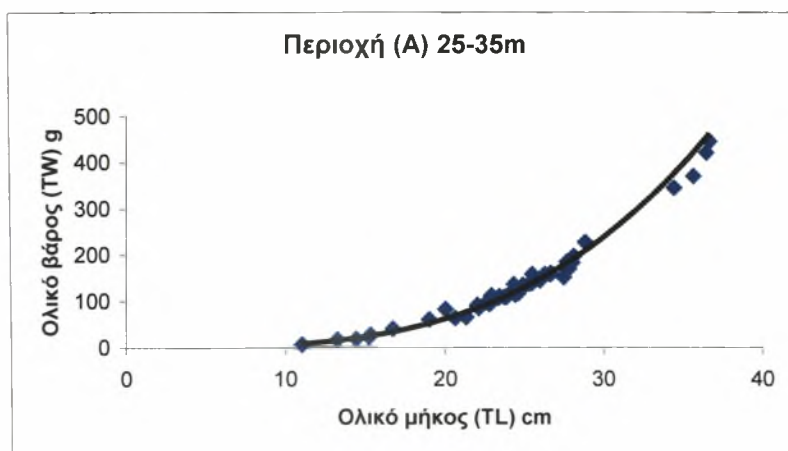
Περιοχή	<i>N</i>	<i>TL</i> min	<i>TL</i> max	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>Se(b)</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>
A	015	14,4	37,9	0,0028	3,313	0,0739	0,9936
B	065	21,3	64,0	0,005	3,0964	0,0556	0,9801
Γ	027	21,6	37,6	0,0143	2,8218	0,1447	0,9383
ΣΥΝ	107	14,4	64,0	0,0072	3,0081	0,0452	0,9768

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η τιμή της κλίσης *b* της σχέσης μήκους – βάρους, διαφέρει από τη θεωρητική τιμή 3, για την περιοχή A ( $t = 4,235$ ,  $P < 0,05$ ) όπου έχουμε θετική αλομετρική αύξηση και στη Γ ( $t = 40,232$ ,  $P < 0,05$ ) όπου έχουμε αρνητική αλομετρική αύξηση. Στην περιοχή B ( $t = 1,734$ ,  $P > 0,05$ ) καθώς και στο σύνολο του Θερμαϊκού κόλπου ( $t = 0,179$ ,  $P > 0,05$ ) εμφανίζεται ισομετρική αύξηση.

Η σύγκριση του *b* μεταξύ των περιοχών A, B και Γ δεν έδειξε ταύτιση καθώς η *t*-test ανάλυση, της κάθε περιοχής με τις άλλες δύο, έδειξε σημαντική ( $P < 0,05$ ) διαφορά.

### 3.1.2.4. ΚΑΛΟΚΑΙΡΙ

Από πρώτη Ιουνίου μέχρι και 30 Σεπτεμβρίου, απαγορεύεται η αλιεία με τράτα σε όλη την Ελληνική επικράτεια. Τα δείγματα που συλλέχθηκαν ήταν όλα από την περιοχή (A), αλιεμένα με στατικό δίχτυ. Το γράφημα της σχέσης ολικού μήκους – ολικού βάρους, για τα άτομα που αλιεύθηκαν την καλοκαιρινή περίοδο δίνεται στην εικόνα 19.



**Εικόνα 19:** Σχέση ολικού μήκους- ολικού βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή Α του Θερμαϊκού κόλπου κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.



Οι συντελεστές  $a$  και  $b$  της εξίσωσης  $TW=a*TL^b$ , ο συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ), αριθμός ( $N$ ) των ατόμων του δείγματος και το εύρος των μηκών, δίνονται στο πίνακα V.

**Πίνακας V:** Οι συντελεστές της σχέσης μήκους και βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στο Θερμαϊκό κόλπο κατά την καλοκαιρινή περίοδο.

Περ. αλιείας	$N$	$TL$ min	$TL$ max	$a$	$b$	$Se(b)$	$R^2$
A	53	11	36,6	0,0029	3,3236	0,0561	0,9857

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε ότι η τιμή της κλίσης  $b$  της σχέσης μήκους – βάρους, διαφέρει από τη θεωρητική τιμή 3, ( $t = 5,768$ ,  $P < 0,05$ ) εμφανίζοντας θετική αλομετρική αύξηση.

### 3.1.3. ΣΧΕΣΕΙΣ ΜΗΚΟΥΣ – ΒΑΡΟΥΣ ΑΝΑ ΠΕΡΙΟΧΗ ΑΛΙΕΙΑΣ

Εστιάζοντας στην κάθε μία από τις τρεις περιοχές αλιείας, έχουμε μια καλύτερη εικόνα της σχέσης μήκους – βάρους.

Στην περιοχή A, όπου απαγορεύετε η αλιεία με τράτα βυθού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, έχουμε θετική αλομετρική αύξηση και στις τέσσερις εποχές. (Πίνακας VI)

Η σύγκριση των εποχών μεταξύ τους, έδειξε ταύτιση το φθινόπωρο με τον χειμώνα ( $t = 1,46$ ,  $P > 0,05$ ) και την άνοιξη με το καλοκαίρι ( $t = 0,60$ ,  $P > 0,05$ ).

**Πίνακας VI:** Οι συντελεστές της σχέσης μήκους και βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή (A) του Θερμαϊκού κόλπου σε όλη τη διάρκεια του χρόνου.

Εποχή	$N$	$TL$ min	$TL$ max	$a$	$b$	$Se(b)$	$R^2$
Φθινόπωρο	08	14,4	40,6	0,0021	3,3687	0,0547	0,9984
Χειμώνας	25	12,5	42	0,0021	3,4099	0,0829	0,9866
Άνοιξη	15	14,4	37,9	0,0028	3,3130	0,0739	0,9936
Καλοκαίρι	53	11,0	36,6	0,0029	3,3236	0,0561	0,9857

Στην περιοχή B, όπου αλιεύεται με τράτα βυθού κατά το διάστημα 1 Οκτωβρίου έως 31 Μαΐου κάθε έτους, έχουμε θετική αλομετρική αύξηση το φθινόπωρο και το χειμώνα και ισομετρική την άνοιξη. Η σύγκριση της κάθε εποχής με τις άλλες δύο, έδειξε σημαντική διαφορά μεταξύ τους ( $P < 0,05$ ). (Πίνακας VII)

**Πίνακας VII:** Οι συντελεστές της σχέσης μήκους και βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή (B) του Θερμαϊκού κόλπου σε όλη τη διάρκεια του επιτρεπόμενου χρόνου αλιεία της τράτας.

Εποχή	<i>N</i>	TL min	TL max	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>Se(b)</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>
Φθινόπωρο	051	15,4	37,9	0,0027	3,3034	0,0683	0,9799
Χειμώνας	140	13,6	37,4	0,0035	3,2569	0,0464	0,9727
Άνοιξη	065	21,3	64,0	0,005	3,0964	0,0556	0,9801

Τέλος στη περιοχή Γ, όπου επίσης αλιεύεται με τράτα βυθού από 1 Οκτωβρίου μέχρι 31 Μαΐου κάθε έτους, έχουμε ισομετρική αύξηση το φθινόπωρο και αρνητική αλομετρική αύξηση τον χειμώνα και την άνοιξη. Η σύγκριση της κάθε εποχής με τις άλλες δύο, έδειξε ταύτιση μόνο τον χειμώνα με την άνοιξη ( $t = 0,40$ ,  $P > 0,05$ ). (Πίνακας VIII)

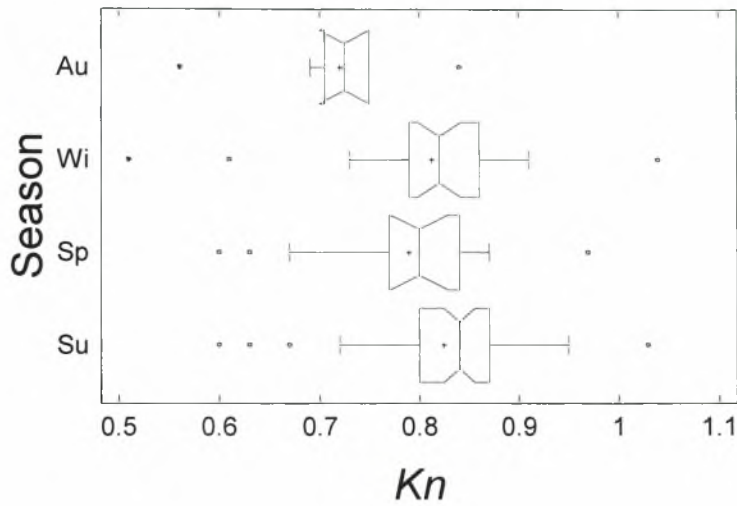
**Πίνακας VIII:** Οι συντελεστές της σχέσης μήκους και βάρους για τα άτομα μπακαλιάρου στη περιοχή (Γ) του Θερμαϊκού κόλπου σε όλη τη διάρκεια του επιτρεπόμενου χρόνου αλιεία της τράτας.

Εποχή	<i>N</i>	TL min	TL max	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>Se(b)</i>	<i>R</i> <sup>2</sup>
Φθινόπωρο	32	21,0	41,0	0,0078	2,9731	0,1128	0,9626
Χειμώνας	58	18,5	39,0	0,0116	2,8553	0,0614	0,9748
Άνοιξη	27	21,6	37,6	0,0143	2,8218	0,1447	0,9383

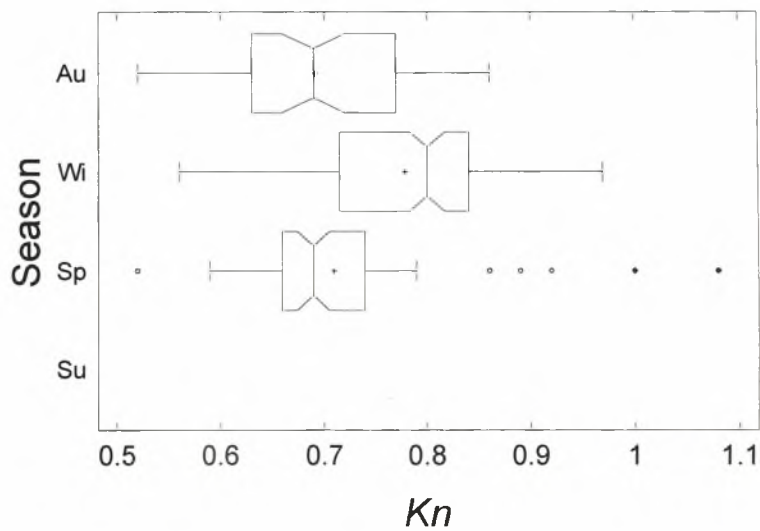
### 3.2. ΕΥΡΩΣΤΙΑ

Ο δείκτης ευρωστίας έχει βρει μεγάλη εφαρμογή στην αλιευτική βιολογία, καθώς θεωρείται ως δείκτης προσαρμογής ενός ιχθυοπληθυσμού (Booth & Keast, 1986; σε Στεργίου, 1999) σε μια περιοχή.

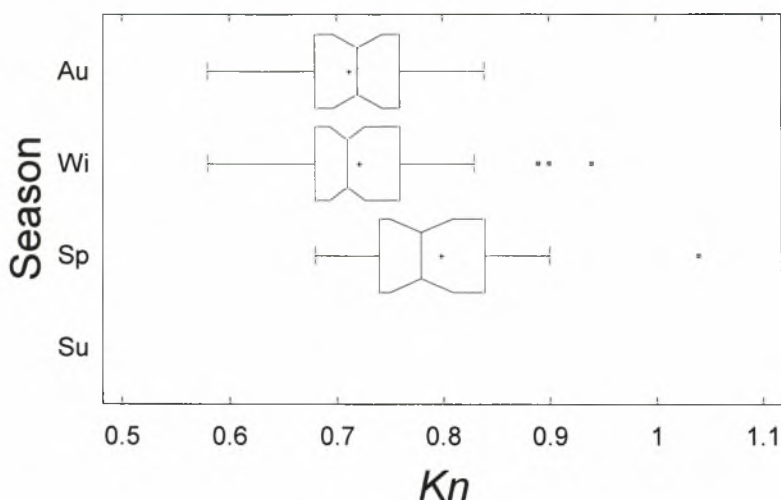
Η διακύμανση του δείκτη ευρωστίας του Fulton  $K_n$ , που είναι ο πλέον διαδεδομένος και αξιόπιστος δείκτης ευρωστίας, αφού δεν εξαρτάται από τη τιμή του συντελεστή  $b$ , δίνεται ανά περιοχή Α, Β και Γ, αντίστοιχα στις εικόνες 20, 21 και 22.



**Εικόνα 20:** Θηκογράμματα της εποχιακής μεταβολής του συντελεστή ευρωστίας  $Kn$  στην περιοχή αλιείας **A** του Θερμαϊκού κόλπου (Au: φθινόπωρο, Wi: χειμώνας, Sp: άνοιξη, Su: καλοκαίρι).



**Εικόνα 21:** Θηκογράμματα της εποχιακής μεταβολής του συντελεστή ευρωστίας  $Kn$  στην περιοχή αλιείας **B** του Θερμαϊκού κόλπου ((Au: φθινόπωρο, Wi: χειμώνας, Sp: άνοιξη, Su: καλοκαίρι).



Εικόνα 22: Θηκογράμματα της εποχιακής μεταβολής του συντελεστή ευρωστίας  $Kn$  στην περιοχή αλιείας Γ του Θερμαϊκού κόλπου (Au: φθινόπωρο, Wi: χειμώνας, Sp: άνοιξη, Su: καλοκαίρι).

Είναι εμφανές ότι υψηλότερες τιμές  $Kn$  έχουμε για όλες τις εποχές στην περιοχή Α, όπου έχουμε τα μικρότερα βάθη καθώς και την απαγόρευση της αλιείας με τράτα βυθού όλο το χρόνο.

Οι υψηλότερες τιμές της περιοχής Γ έναντι της Β μπορεί να οφείλονται στην διαφορετική αλιευτική πίεση που ασκείτε κάθε εποχή στη κάθε περιοχή αλλά μπορεί και να οφείλεται στη μη παρουσία μικρών ατόμων στην περιοχή Γ, που γενικά εμφανίζουν χαμηλότερες τιμές ευρωστίας.

### 3.3. ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΙΚΙΑΣ

Για τον υπολογισμό της ηλικίας χρησιμοποιήθηκαν συνολικά οι ωτόλιθοι από 76 ψάρια τα οποία αλιεύθηκαν με στατικά δίχτυα απλάδια, κατά την περίοδο Φεβρουάριος 2007 έως Νοέμβριος 2007 και προέρχονταν από την περιοχή Α.

Από τα 76 ζεύγη ωτόλιθων, απορρίφθηκαν τα 12, γιατί δεν κάλυπταν τις προδιαγραφές που αναλύθηκαν παραπάνω (Υλικά και Μέθοδοι).

Το εύρος των μηκών των 64 ατόμων που υπολογίστηκε η ηλικία τους, ήταν από 12,5 cm έως 42 cm.

Ο ωτόλιθος του μπακαλιάρου έχει χρώμα λευκό και σχήμα ωσειδές. (Εικόνα 4) Παρατηρείται ότι η έσω κυρτή πλευρά του είναι λεία και διασχίζεται από μια αύλακα, ενώ η έξω κοίλη αδρή.

Ο ωτόλιθος αυξάνεται κατά τον επιμήκη άξονα περισσότερο απ' ότι κατά τον εγκάρσιο. Σε αυτόν παρατηρούνται συνεχείς ομόκεντροι δακτύλιοι με ελλειψοειδή μορφή που ακολουθούν το σχήμα της περιφέρειας του ωτόλιθου με τη μεταξύ τους απόσταση να ελαττώνεται από το κέντρο προς την περιφέρεια.

Είναι γνωστό ότι η αποτύπωση πάνω στους ωτόλιθους, ζωνών με διαφορετική οπτική πυκνότητα, είναι προϊόν των εναλλαγών της αργής και γρήγορης αύξησης του ψαριού (Bagenal & Tesch, 1978).

Για να γίνει εφικτή η μελέτη της ηλικίας και της αύξησης του ψαριού από τους ωτόλιθους, είναι αναγκαία η γνώση της χρονικής περιόδου του έτους κατά την οποία τελειώνει ο σχηματισμός του αυξητικού δακτυλίου στον ωτόλιθο.

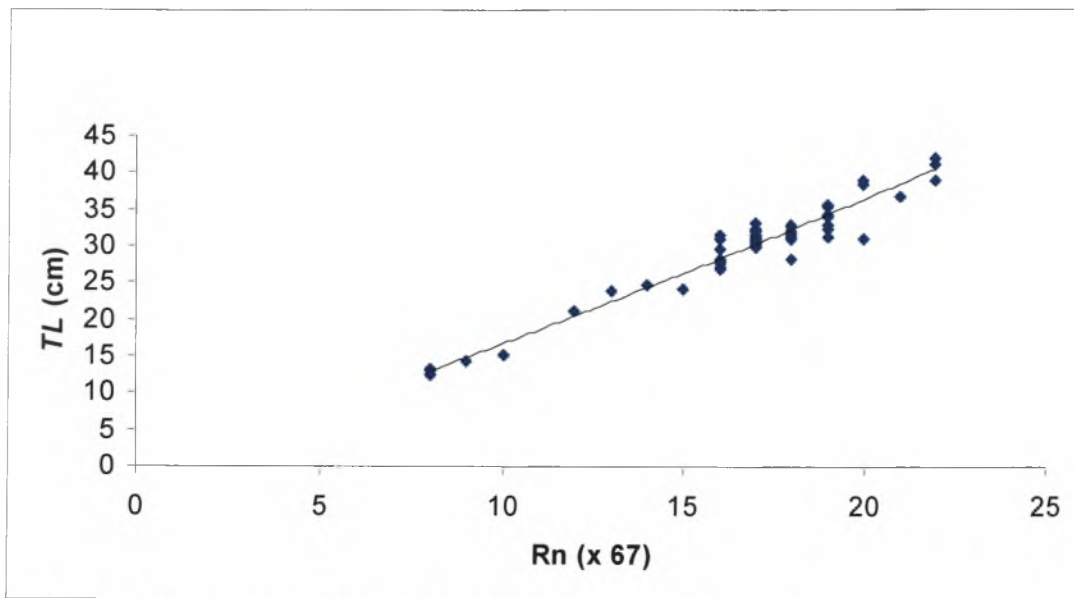
Η εξέταση των ωτόλιθων των ψαριών που αλιεύθηκαν την άνοιξη, έδειξε την εμφάνιση του σχηματισμού υαλώδους δακτυλίου στην περιφέρεια του ωτόλιθου, ενώ στα περισσότερα άτομα που αλιεύθηκαν το καλοκαίρι είχε ολοκληρωθεί ο διαφανής δακτύλιος και είχε ξεκινήσει ο σχηματισμός αδιαφανής περιφέρειας. Στο φθινόπωρο έχουμε συνέχιση της ολοκλήρωσης της αδιαφανής περιφέρειας και μόνο σε ένα άτομο ηλικίας 4+ που αλιεύθηκε τέλη Νοεμβρίου φάνηκε ή αρχή της επόμενης αδιαφανής περιοχής.

### 3.3.1. ΣΧΕΣΗ ΜΗΚΟΣ ΣΩΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΚΤΙΝΑ ΩΤΟΛΙΘΟΥ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΔΡΟΜΟΥ ΜΗΚΟΥΣ

Από τους 64 ωτόλιθους που ταυτοποιήθηκε η ύπαρξη ετήσιων δακτυλίων, υπολογίστηκε τη σχέση ακτίνας ωτόλιθου με μήκος ψαριού.

Η σχέση αυτή προσεγγίστηκε καλύτερα με το εκθετικό μοντέλο και περιγράφεται με την εξίσωση  $TL = a * Rn^b$ . (Εικόνα 23)



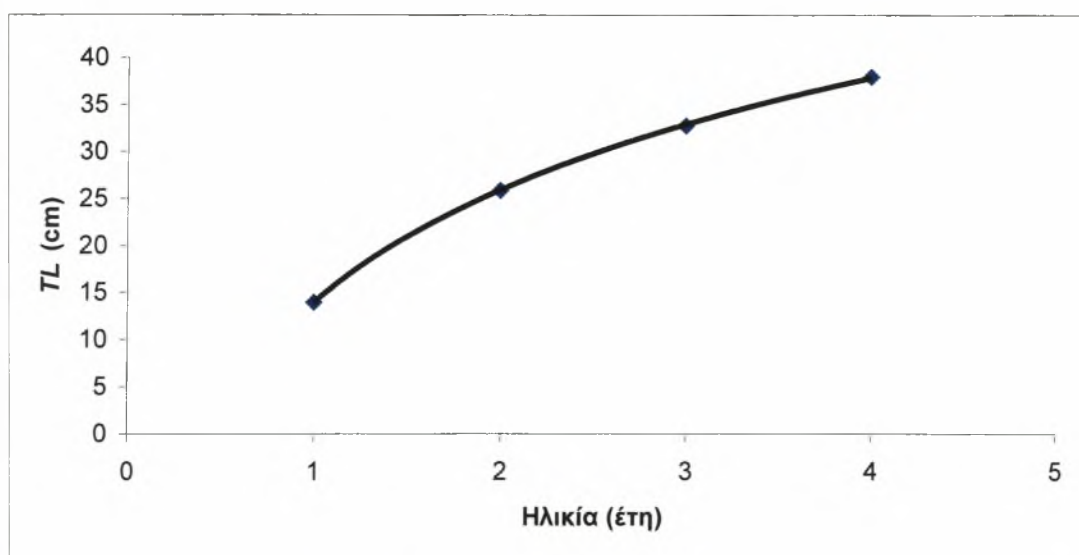


Εικόνα 23: Σχέση ακτίνας ωτόλιθου ( $Rn$ ) με ολικό μήκος ψαριού ( $TL$ ).

Η παράμετροι της παραπάνω εξίσωσης είναι  $a=1,2759$  και  $b=1,1184$  με  $R^2=0,9597$  και  $SE(b)=0,0304$

Από τη σχέση μήκους ψαριού - ακτίνας ωτόλιθου, υπολογίσθηκε το ανάδρομο μήκος, δηλαδή το μήκος που είχε το ψάρι κατά τη συμπλήρωση του ετήσιου δακτυλίου. Αντικαθιστώντας στην εξίσωση το  $Rn$  με τη μέση τιμή των  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  και  $R_4$  υπολογίσθηκαν τα μέσα μήκη (Εικόνα 24) που σε κάθε ηλικία είναι τα εξής:

$$L_1=14\text{cm}, L_2=25,9\text{cm}, L_3=32,8\text{cm} \text{ και } L_4=38\text{cm}$$



Εικόνα 24: Σχέση ολικού μήκους ( $TL$ ) με την ηλικία (έτη) του *M. merluccius*.

### 3.4. ΚΑΜΠΥΛΗ ΑΥΞΗΣΗΣ von BERTALANFY

Επιλύνοντας την εξίσωση του von Bertalanfy, με την τοποθέτηση των ανάδρομα υπολογισμένων μήκων στις αντίστοιχες ηλικίες, έδωσε τις ακόλουθες τιμές:

$$L_{\infty} = 46,3225 \text{ (SE} = 2,23)$$

$$k = 0,408 \text{ (SE} = 0,050)$$

$$t_0 = 0,19 \text{ (SE} = 0,074)$$

Επίσης η τιμή του δείκτη  $\emptyset'$  (Munro & Pauly, 1983) είναι 2,942, ενώ η σχέση  $L_{max} / L_{\infty}$  έδωσε τιμή 0,90.

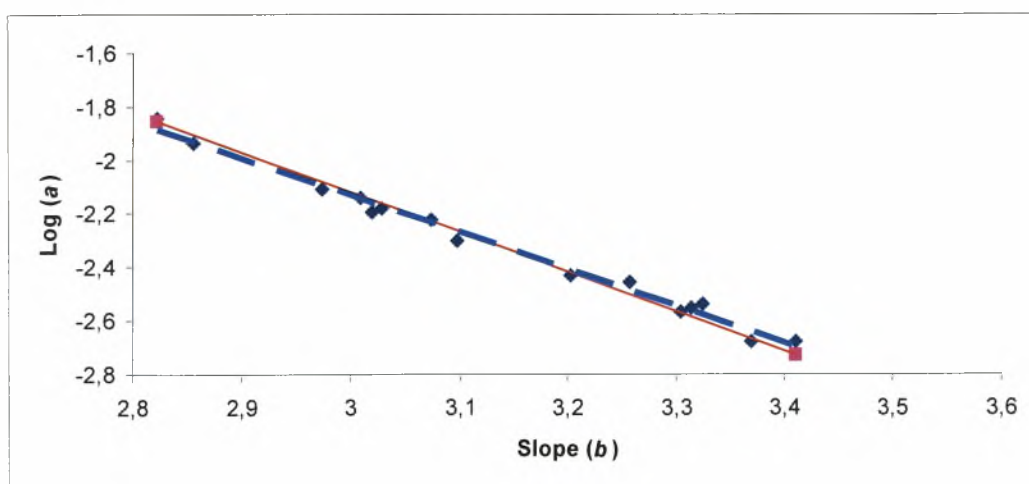
## 4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 4.1. ΣΧΕΣΗ ΜΗΚΟΥΣ ΒΑΡΟΥΣ

Για τον έλεγχο των παραμέτρων των σχέσεων μήκους - βάρους, ο Froese (2006) πρότεινε μια μέθοδο, σύμφωνα με την οποία, το διάγραμμα του  $\text{Log}(a)$  σε σχέση με το  $b$  για όλες τις γνωστές σχέσεις ενός είδους σχηματίζει ευθεία με αρνητική κλίση. Το διάγραμμα αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο ύπαρξης ύποπτων σημείων (outliers), αυτών δηλαδή των σημείων που αποκλίνουν περισσότερο από δύο τυπικές αποκλίσεις, καθώς και για την συσχέτιση των αποτελεσμάτων, με άλλους ερευνητές.

Ακολουθώντας την παραπάνω οδηγία, δημιουργήθηκε η γραμμική σχέση που συνδέει τα 15 ζεύγη τιμών ( $\text{Log} a$  &  $b$ ) των σχέσεων μήκους - βάρους που υπολογίστηκαν στην παρούσα εργασία. Η μαθηματική έκφραση της σχέσης, είναι  $\text{Log}(a) = 1,9959 - 1,3765(b)$  με συντελεστής προσδιορισμού ( $R^2$ ) = 0,9896. (Εικόνα 25, μπλε διακεκομμένη γραμμή). Κανένα σημείο της δεν βρέθηκε να απέχει περισσότερο από δύο τυπικές αποκλίσεις από τη γραμμή τάσης.

Η σχέση αυτή, συγκρίθηκε με τη σχέση  $\text{Log}(a) = 2,35 - 1,49(b)$ , (Εικόνα 25, κόκκινη συνεχής γραμμή) η οποία προέρχεται από την σύγκριση 53 τιμών, που αφορούν τη σχέση μήκους - βάρους του μπακαλιάρου στον Ελληνικό χώρο (Στεργίου & Μουτόπουλος, 2001; Stergiou & Moutopoulos, 2001; Moutopoulos, & Stergiou, 2002).



Εικόνα 25: Σύγκριση της σχέσης  $\text{Log}(a)$  με  $(b)$  των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας (μπλε διακεκομμένη γραμμή), με τα αποτελέσματα άλλων ερευνών, που αναφέρονται στη βιβλιογραφία και αφορούν το μπακαλιάρo στον Ελληνικό χώρο (κόκκινη συνεχής γραμμή).

Η σύγκριση των δύο σχέσεων έδωσε υψηλό ποσοστό συσχέτισης (>90%). Με τη σιγουριά ότι τα αποτελέσματα είναι αξιόπιστα, συνεχίστηκε η αξιολόγηση τους.

Η αύξηση της σχέσης μήκους – βάρους, βρέθηκε ισομετρική ( $b=3$ ) για τα αρσενικά και τα θηλυκά άτομα, στα οποία ήταν εμφανής η ανάπτυξη των γονάδων.

Από την εποχιακή σχέση, ανάμεσα στα αλιευτικά πεδία, είναι προφανές ότι, σε όλες τις εποχές η τιμή του  $b$  εμφανίζει μεγαλύτερη τιμή (θετική αλλομετρία) όσο πιο μικρό είναι το βάθος αλιείας (μέγιστη τιμή 3,4099 στην περιοχή Α το χειμώνα). Ενώ όσο μεγαλώνει το βάθος, η τιμή του  $b$  μειώνεται και πέφτει σε τιμές κάτω του 3 (αρνητική αλλομετρία) στα μεγαλύτερα βάθη (ελάχιστη τιμή 2,8218 στη περιοχή Γ την άνοιξη).

Αντίστοιχα οι τιμές του  $a$  αυξάνονται όσο μεγαλώνει το βάθος αλιείας, ξεκινώντας από τιμή 0,0021 στη περιοχή Α το φθινόπωρο και το χειμώνα, φτάνει στη τιμή 0,0143 στη περιοχή Γ την άνοιξη.

Εξετάζοντας τις τιμές  $a$  και  $b$  ανά περιοχή, φαίνεται ότι η περιοχή Α, η οποία αλιεύεται με στατικά μόνο δίχτυα όλο το χρόνο, εμφανίζει παραπλήσιες τιμές  $a$  (0,0021 το φθινόπωρο και τον χειμώνα, 0,0028 την άνοιξη και 0,0029 το καλοκαίρι) και  $b$  (με μέγιστη τιμή 3,4099 το χειμώνα και ελάχιστη τιμή 3,313 την άνοιξη) σε όλη τη διάρκεια του έτους.

Οι περιοχές όμως Β και Γ, που αλιεύονται κυρίως με τράτα βυθού από τον Οκτώβριο μέχρι και τον Μάιο κάθε έτους, εμφάνισαν σταδιακή μείωση της τιμής του  $b$  και αντίστοιχα αύξηση της τιμής της παραμέτρου  $a$ , όσο προχωρούσε η διάρκεια αλιείας. Οπότε, ενώ το φθινόπωρο που άρχισε η περίοδος αλιείας, ξεκίνησαν η περιοχή Β από τιμές  $b=3,3034$ , και η περιοχή Γ  $b=2,9731$ , κατέληξαν την άνοιξη, με την ολοκλήρωση της περιόδου αλιείας, σε τιμές 3,0964 και 2,8218 αντίστοιχα.

Αντίστροφη, ήταν η μεταβολή των τιμών της παραμέτρου  $a$ , για τις ίδιες περιοχές Β και Γ όπου από 0,0027 και 0,0078 το φθινόπωρο μεταβλήθηκε σε 0,005 και 0,0143 αντίστοιχα την άνοιξη.

Με δεδομένο ότι οι φυσικοχημικοί παράγοντες, που επηρεάζουν την σχέση μήκους – βάρους στις περιοχές Β και Γ, υπάρχουν και μάλιστα με πιο έντονες μεταβολές και στη περιοχή Α, μπορούμε να υποστηρίξουμε ότι η εντατική αλιεία με τράτα βυθού σε μία περιοχή, επιδρά στη σχέση μήκους βάρους των αλιευμάτων.

Μια πιθανή εξήγηση της επίδρασης αυτής είναι ότι η αλιεία με τράτα, που όπως γνωρίζουμε είναι πολυσυλλεκτικό εργαλείο, επιδρά στην διατροφή των

μεγάλων σε μέγεθος μπακαλιάρων, καθώς μειώνει την τροφή τους (που αποτελείται από ψάρια μικρότερου μεγέθους, τα οποία όμως συλλαμβάνονται από το εργαλείο). Δεν επηρεάζει το ίδιο τους μικρότερους μπακαλιάρους, η τροφή των οποίων είναι μικρότερη σε μέγεθος και μπορεί να διαφύγει από το άνοιγμα του ματιού της τράτας. Επίσης, η θήρευση των μεγαλύτερων ατόμων, μειώνει τη «πίεση» που ασκείται στα μικρότερα μεγέθη, καθώς μειώνονται οι διώκτες τους και γενικά οι ανταγωνιστές τους.

Το γεγονός, της συσχέτισης της αλιείας της τράτας, με την αρνητική μεταβολή του συντελεστή  $b$  της σχέσης μήκους – βάρους των αλιευμάτων της, έρχεται να ενισχύσει το γεγονός ότι στην περιοχή Α, με την οποία γίνεται η σύγκριση, η λήψη των δειγμάτων έγινε με απλάδι, το οποίο, ως γνωστό, συλλαμβάνει τα ψάρια με σφήνωμα τους στο μάτι. Άρα εκτός από το μέγεθος που θεωρείται το ιδανικό προς σφήνωμα, τα μικρότερα συλληφθέντα άτομα έχουν την τάση να είναι πιο ογκώδη, σε αντίθεση με τα μεγαλύτερα συλληφθέντα που είναι πιο αδύναμα, με φυσική συνέπεια την πτώση της τιμής  $b$ , στο αλίευμα του απλαδιού. Η μη εμφάνιση αυτής της τάσης, δείχνει ότι το συγκεκριμένο αλίευμα, δεν συλλαμβάνεται με σφήνωμα στο μάτι του δίχτυου, αλλά με μπλέξιμο του στα τόρια (δίχτυα).

Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι τα παραπάνω αποτελέσματα επιβεβαιώνουν την αρνητική σχέση που υπάρχει μεταξύ των παραμέτρων  $a$  και  $b$ , των σχέσεων μήκους – βάρους.

## 4.2. ΕΥΡΩΣΤΙΑ

Η φυσική κατάσταση των ατόμων ενός πληθυσμού εξαρτάται από τη διατροφή, την ωριμότητα των γονάδων, το φύλο, την ηλικία, την εποχή, το μεταβολισμό και τον παρασιτισμό και μεταβάλλεται μέσα στο έτος με συχνότητα που εξαρτάται από την αναπαραγωγή και τη διατροφική κατάσταση του ψαριού (Froese, 2006).

Εξετάζοντας τον δείκτη ευρωστίας ως δείκτη προσαρμογής ενός ιχθυοπληθυσμού (Booth & Keast, 1986 σε Στεργίου, 1999) σε μια περιοχή, είναι εμφανές ότι οι μπακαλιάροι εμφανίζουν καλύτερη προσαρμογή στη περιοχή Α όπου έχουμε τα μικρότερα βάθη καθώς και την απαγόρευση της αλιείας με τράτα βυθού όλο το χρόνο, γεγονός που ενισχύει την αρνητική σχέση μεταξύ της αλιείας με τράτα βυθού και της φυσικής κατάστασης των αλιευμένων ιχθυοπληθυσμών.

Το γεγονός ότι, η περιοχή Γ εμφανίζει ψηλότερες τιμές από την Β το φθινόπωρο και την άνοιξη μπορεί να συνδέεται με το γεγονός ότι τις αντίστοιχες εποχές δέχεται μικρότερη αλιευτική πίεση, σε αντίθεση με το χειμώνα που προτιμάται περισσότερο, για αλιεία από τις μηχανότρατες.

Ο δείκτης  $K_n$  είναι ο πλέον αξιόπιστος δείκτης ευρωστίας, καθώς δεν εξαρτάται από τον συντελεστή  $b$ . Στον μπακαλιάρου του Θερμαϊκού κόλπου, το φθινόπωρο παρουσιάζονται οι ελάχιστες τιμές του  $K_n$  και για τις τρεις περιοχές. Η επόμενη εποχή που εμφανίζει ελάχιστες τιμές είναι η άνοιξη, αλλά μόνο για τις περιοχές Α και Β που έχουν μικρό βάθος. Οι παραπάνω χαμηλές τιμές, μπορούν να αιτιολογηθούν λαμβάνοντας υπόψη την απώλεια ενέργειας που υφίστανται τα ψάρια τόσο για τις μεταναστεύσεις τους όσο και για να αντεπεξέλθουν στις μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων της θάλασσας, που είναι πιο έντονες τις αντίστοιχες εποχές και μάλιστα στις περιοχές με μικρότερο βάθος.

Το γεγονός ότι α) το είδος δεν έχει χρονικά περιορισμένη αναπαραγωγική περίοδο, β) τη μη ύπαρξη δειγμάτων το καλοκαίρι από τις βαθύτερες περιοχές Β και Γ σε συνδυασμό με γ) την έλλειψη ικανού αριθμού ατόμων σε όλες τις ηλικιακές κλάσης (1-4), δεν δίνει την δυνατότητα περαιτέρω ανάλυσης.

### 4.3. ΗΛΙΚΙΑ ΚΑΙ ΑΥΞΗΣΗ

Είναι γνωστό ότι οι οστέινες κατασκευές των ψαριών, εμφανίζουν δομές (δακτυλίους), οι οποίες χρησιμοποιούνται για την ανάγνωση της ηλικίας. Ο προσδιορισμός, όμως της ηλικίας του μπακαλιάρου, παραμένει πρόβλημα. Δεν υπάρχει ακόμα συμφωνία στον εντοπισμό μορφολογικών χαρακτηριστικών με ετήσια περιοδικότητα (ετήσιοι δακτύλιοι), ούτε και στους ωτόλιθους που αποδείχτηκαν το καταλληλότερο υλικό. Στην ασυμφωνία αυτή φαίνεται να συμβάλλει και το ότι η εξέταση της εσωτερικής δομής του ωτόλιθου του μπακαλιάρου γίνεται δυσκολότερη όσο αυξάνει το μέγεθος του ατόμου (Διαπούλη κ.α.. 2000).

Αν και τα αποτελέσματα της παρούσης εργασίας, ακολουθούν πολύ ικανοποιητικά την εξίσωση του von Bertalanffy, πρέπει να είμαστε επιφυλακτικοί, καθώς προγενέστερες εργασίες, που αφορούν στην αύξηση του μπακαλιάρου στην ανατολική Μεσόγειο, δεν δίνουν κοινά αποτελέσματα. Η μεγαλύτερη διαφορά μεταξύ των ερευνητών, προκύπτει στο μήκος της ηλικίας 1, καθώς η χαμηλότερη τιμή είναι

τα 9 cm στην Αδριατική θάλασσα (Žurapanović, 1968) και η υψηλότερη τιμή είναι τα 23 cm, στο Σαρωνικό κόλπο (Διαπούλη κ.α., 2000). Το μήκος των 14 cm που υπολογίστηκε στην παρούσα εργασία, πλησιάζει ικανοποιητικά το μέσο όρο των εκτιμώμενων μηκών 1<sup>ου</sup> έτους προγενέστερων εργασιών, που είναι γύρω στο 15 cm.

Το μήκος στην ηλικία 2 μεταβάλλεται από 19 cm στην Αδριατική θάλασσα (Žurapanović, 1968), έως 34,2 cm, στο Σαρωνικό κόλπο (Διαπούλη κ.α., 2000). Η τιμή 25,9 cm της παρούσας εργασίας είναι κοντά στο μέσο όρο (25 cm) προγενέστερων εργασιών.

Για την ηλικία 3 οι τιμές που δίνονται είναι από 22,3 cm στη θάλασσα του Μαρμαρά (Paraconstantinou & Stergiou, 1995), έως 43 cm στο Σαρωνικό κόλπο (Διαπούλη κ.α., 2000). Η τιμή 32,8 cm της παρούσας εργασίας είναι λίγο πιο πάνω από το μέσο όρο (30,5 cm) προγενέστερων εργασιών.

Τέλος για την ηλικία 4, το εύρος των τιμών κυμαίνεται από 24,8 cm στη θάλασσα του Μαρμαρά (Paraconstantinou & Stergiou, 1995), έως 49 cm στο Σαρωνικό κόλπο (Διαπούλη κ.α., 2000). Η τιμή 38 cm της παρούσας εργασίας είναι λίγο πιο πάνω από το μέσο όρο (36,5 cm) προγενέστερων εργασιών.

Αξιοσημείωτη είναι η ταύτιση αποτελεσμάτων της παρούσης εργασίας με τα αποτελέσματα από πρόσφατα δημοσιευμένη εργασία (Uskun *et al.*, 2006), η οποία πραγματοποιήθηκε στην ανατολική πλευρά του Αιγαίου και συγκεκριμένα στο κόλπο της Σμύρνης, στην οποία υπολόγισαν την ηλικία του μπακαλιάρου, με την ανάγνωση των δακτυλίων του ωτόλιθου. Οι μέσες τιμές ολικού μήκους ανά ηλικία που υπολόγισαν ήταν  $L_1 = 14,69$  cm,  $L_2 = 26,30$  cm,  $L_3 = 34,90$  cm και  $L_4 = 40,08$  cm, οι οποίες είναι παρόμοιες με τις τιμές που εκτιμήθηκαν στην παρούσα εργασία ( $L_1 = 14$  cm,  $L_2 = 25,9$  cm,  $L_3 = 32,8$  cm και  $L_4 = 38$  cm). Αν στην σύγκριση αυτή, λάβουμε υπόψη την γεωγραφική θέση, τα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά, καθώς και την αλιευτική δραστηριότητα στους δύο κόλπους (Σμύρνης και Θερμαϊκού), θα μπορούσαμε να δικαιολογήσουμε απόλυτα την ύπαρξη της έστω και μικρής διαφοράς που παρατηρείται.

Στην ίδια εργασία (Uskun *et al.* 2006), οι τιμές της εξίσωσης του von Bertalanffy, που εκτιμήθηκαν για τα αρσενικά μόνο άτομα του πληθυσμού, δίνονται στον Πίνακα VIII. Είναι εμφανές ότι οι παραπάνω τιμές είναι παρόμοιες με τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας, όπως παρόμοια είναι και η τιμή του δείκτη  $\emptyset'$

(Munro & Pauly 1983) της παρούσης εργασίας που είναι 2,942, με την εργασία των Uskun *et al.* (2006) όπου το  $\emptyset'$  εκτιμήθηκε στο 2,922.

**Πίνακας VIII:** Τιμές των παραμέτρων της εξίσωσης του von Bertalanffy για τον μπακαλιάρo στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου.

Περιοχή	Φύλο	$L_{\infty}$	$k$	$to$
1.Θερμαϊκός κ.		46,323	0,408	0,19
2.Σμύρνης κ.	Αρσενικά	45,700	0,400	-0,10
3.Ευβοϊκός κ.		59,800	0,145	-1,59
4.Αιγαίο βορ.		103,700	0,075	-1,82
5. Θερμαϊκός κ	Αρσενικά	117,000	0,062	-1,57
5. Θερμαϊκός κ	Θηλυκά	103,000	0,073	-1,53
6.Αιγαίο κεντρ.		104,000	0,075	-1,82

1.Παρούσα εργασία, 2.Uskun *et al* (2006), 3. Papaconsantinou & Stergiou (1995), 4. Papaconsantinou *et al* (1993), 5.Τσιμενίδης *et al* (1978), 6.Papaconsantinou & Stergiou (1995).

Τέλος, η σύγκριση των τιμών  $L_{\infty}$  και  $k$  της εξίσωσης του von Bertalanffy της παρούσας εργασίας με τα αποτελέσματα προγενέστερων εργασιών που διενεργήθηκαν στον Θερμαϊκό κόλπο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή του Αιγαίου (Πίνακα VIII), εμφανίζει πτώση της τιμής του  $L_{\infty}$  στην παρούσα εργασία και αντίστοιχη αύξηση της τιμής του  $k$ .

Το γεγονός αυτό θεωρείται φυσιολογική αντίδραση σε ιχθυοπληθυσμούς στους οποίους ασκείται έντονη αλιευτική δραστηριότητα, καθώς η υπεραλίευση δεν επιτρέπει στα ψάρια να φτάσουν σε μεγάλα μεγέθη και τα ωθεί σε γρήγορο ρυθμό αύξησης (Στεργίου, 1999).



## 5.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων είναι εμφανές ότι:

- Η υπεροχή των θηλυκών έναντι των αρσενικών ατόμων, στις σχέσεις αύξησης (μήκος-βάρος, ευρωστία), θεωρείται αμελητέα.
- Οι σχέσεις αύξησης στο μπακαλιάρο είναι άμεσα εξαρτώμενες από τη περιοχή διαβίωσης και κυρίως από την αλιευτική δραστηριότητα που διενεργείται στην περιοχή καθώς με την αύξηση τους έχουμε αύξηση της τιμής  $a$  και αντίστοιχη μείωση της τιμής  $b$ .
- Στη διαμόρφωση του δείκτη ευρωστίας τον καθοριστικότερο ρόλο φαίνεται να έχει η αλιευτική πίεση που ασκείται στη περιοχή καθώς η αύξηση της, επιφέρει πτώση των τιμών ευρωστίας στο συγκεκριμένο αλιεύμα.
- Ο μπακαλιάρος στο Θερμαϊκό κόλπο δέχεται έντονη αλιευτική πίεση, με αιχμή τις περιοχές στις οποίες επιτρέπεται ή αλιεία της μηχανότρατας.
- Ο υψηλός ρυθμός προσαρμογής του είδους σε συνδυασμό με τη γρήγορη θετική μεταβολή του  $k$  (ρυθμού αύξησης), καθιστούν ελπιδοφόρα την εκτροφή του.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΕΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alvarez P., L. Motos, A. Uriarte and J. Egaña (2001). Spatial distribution of European hake, *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in relation to hydrographical conditions in the Bay of Biscay. *Fish. Res.*, 50: 111–128.
- Alvarez P., J. Fives, L. Motos and M. Santos (2004). Distribution and abundance of European hake *Merluccius merluccius* (L.), eggs and larvae in the North East Atlantic waters in 1995 and 1998 in relation to hydrographic conditions, *J. Plankton Res.*, 26 (2004) (6): 1–16.
- Anderson, R. & Gutreuter, S. (1992). Length, weight and associated structural indices. In: Nielsen, L. & D. Johnson, eds. *Fisheries Techniques*. American Fisheries Society.
- Bagenal, T.B. & Tesch, F.W. (1978). Age and growth. In: Methods for assessment of fish production in fresh waters. Bagenal T.B. (ed.), *IBP Handbook No 3, 3<sup>rd</sup> edn*. Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 101-136.
- Bedford C. (1983). A Method for preparing sections of large numbers of otoliths embedded in black polyester resin. *J. Cons. Int. Expl. Mer.*, 41: 4-12.
- Campana, S.E. (1990). How reliable are growth back-calculations based on otoliths? *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 47: 2227–2319.
- Caragitsou, E. & N. Tsimenides (1977). Food of hake (*Merluccius merluccius*) in Saronikos Gulf. *Thalassographica*, 1: 232-244.
- Carlander K.D. & L.L. Smith (1945). Some factors to consider in the choice between standar, fork, or total lengths in fishery investigation. *Copeia*, 1: 7-12.
- Casselman, J.M. (1987). Determination of age and growth. In: *The biology of fish growth*. Weatherley, A.H. & Gill, H.S. eds. Academic Press.
- Cohen, D.M., Inada, T., Iwamoto, T. and N. Scialabba (1990). FAO Species Catalogue. Gadiform fishes of the world. *FAO Fisheries Synopsis* N° 125, Vol. 10: 238-240.
- FAO (1996). FAO Yearbook. Fishery Statistics. Capture Productions. FAO, Rome, 82 pp
- Frogliia, C. (1973) Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) del medio Adriatico. Atti V. Congr. Naz. Coc. It. Biol. Mar., Ed. Salentina nardo, 327-341.
- Froese, R. (2006). Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22 (4): 241–253.
- Hile, R. (1948). Standardization of methods of expressing lengths and weights of fish. *Trans. Ammer. Fish. Soc.*, 75: 157-164.
- Munro, J.L. and D. Pauly (1983). A simple method for comparing the growth of fishes and invertebrates. *Fishbyte* 1: 5-6.
- Ungaro, N., Rizzi, E., and Marano, G. (1993). Note sulla biologia e pesca di *Merluccius merluccius* (L.) nell'Adriatico pugliese. *Biologia Marina, suppl.*, 1: 329-334.
- Uskun D., E. Taskavak and M. Togulga. (2006). A preliminary study on otolith – total length relationship of the common hake (*Merluccius merluccius* L. 1758) in

- Ismir Bay, Aegean Sea. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 9 (9): 1720-1725.
- Jardas, I. (1976) Contribution to the knowledge of the biology of hake in the Adriatic Sea. *Rev. Trav. Inst. Peches marit.*, 40 (3 et 4): 615-618.
- Jukić, S. (1972) Ishrana oslića (*Merluccius merluccius*), bukve (Boops boops) trlje (*Mullus barbatus*) i arbuna (*Pagellus erythrinus*) u Kaštelanskom zaljevu. *Acta Adriat.*, 14 (4): 1-40.
- Karlovac, O. (1959) La nourriture du merlu (*Merluccius merluccius* L.) de la haute Adriatique. *FAO Proc. Gen. Fish. Coun. Medit.*, 5: 333-339.
- Labropoulou, M. & G. Markakis (1998). Morphological-dietary relationships within two assemblages of marine demersal fishes. *Environ. Biol. Fish.*, 51: 309-319.
- Minos, G., Tsakni, K. & A. Tsakalidis (2006). Length-weight relationships for ten commercial fish species from northern Aegean Sea, Greece. *Proceedings of the 10th International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Regions. June 26-30, 2006, Patras, Greece*: 183.
- Monastyrsky, G.N. (1930). Uber Methoden zur Bestimmung des linearen Wachstums des Fische nach den Schuppe. *Rept. Sci. Inst. Fish. Cult.*, 5(4): 5-44
- Morey, G., Moranta, J., Massuti, E., Grau, A., Linde, M, Riera & F. Morales – Nin, B. (2003). Length –Weight relationships of littoral to lower slope fishes from the Western Mediterranean. *Fisheries Research* 62: 89-96.
- Motos et al. (2000) L. Motos, P. Alvarez & A. Uriarte, Distribution pattern of hake (*Merluccius merluccius* (L.)) eggs and larvae in relation to environmental conditions in the Bay of Biscay in winter and early spring, *Ozeanografika* 3 (2000): 273–292.
- Moutopoulos, K. & Stergiou, K.I. (2002). Length – Weight and Length – length relationships of fish species from Aegean Sea (Greece). *J. Appl. Ichthyol.* 18:200-203.
- Muus, B.J. & J.G. Nielsen (1999). Sea fish. *Scandinavian Fishing Year Book*, Hedeusene, Denmark. 340.
- Pannella, G. (1971). Fish otoliths: daily growth layers and periodical patterns. *Science*, 137: 1124–1127.
- Papaconstantinou, C. & E. Caragitsou (1987). The food of hake (*Merluccius merluccius*) in Greek Seas. *Vie Milieu*, 37(2):77-83.
- Papaconstantinou, C., E. Caragitsou, V. Vassilopoulou, G. Petrakis, C. Mytilineaou, A. Fourtouni, A. Tursi, C.-Y. Politou, M. Giagnisi, G. D'Onghia, A. Siapatis, A. Matarese, A. Economou and E. Papageorgiou (1993). Investigation of the abundance and distribution of demersal stocks of primary importance to the Greek fishery in the Northern Aegean Sea (Greece). National Centre for Marine Research, Athens, Hellas, *Technical Report*. 316.
- Papaconstantinou, C. & Stergiou, K.I. (1995). Biology and fisheries of eastern Mediterranean hake (*M. merluccius*). In: Alheit, J. & Pitcher, T.J (eds). *Hake: Fisheries, Ecology and Markets*. 149-180.
- Piccinetti, C., Piccinetti Manfrin, G. (1971). Osservazioni sull'alimentazione del merluzzo (*Merluccius merluccius* L.) in Alto e Medio Adriatico. *Note Lab. Biol. Mar. Fano*, 4(3): 41-64.
- Ricker W.E. & D. Merriman (1945). On the methods of measuring fish. *Copeia*, 4: 184-191.
- Royce W.F. (1942). Standard length versus total length. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 71: 270-274.

- Solá, A. and C. Franco (1985). Contribución al estudio de ictioplancton de especies de interés comercial de la plataforma cantábrica. *Bol. Esp. Oceanogr.* 2(3): 1–14.
- Sparre R.P., Ursine E., and Venema S.C. (1989). Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1 – Manual. *FAO Fisheries Technical Paper* 306: 1-337.
- Stergiou K.I. and D.K. Moutopoulos (2001). A Review of Length-Weight Relationships of Fishes from Greek Marine Waters. *Fishbute. Fisheries Section of the Network of Tropical and Fisheries Professionals.*, 23 – 39.
- Stergiou K.I., Moutopoulos D.K., Tsikliras A.C. & C. Papaconstantinou (2007). Hellenic marine fisheries a general perspective from the National Statistical Service data. *State of Hellenic fisheries.*, 132-140
- Svetovidov, A.N. (1986). Merlucciidae. In P.J.P. Whitehead, M.-L. Bauchot, J.-C. Hureau, J. Nielsen and E. Tortonese (eds.) *Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean.* UNESCO, Paris. Vol. 2 : 677-679.
- Tesch, F.W. (1968). Age and growth. In: W. E. Ricker (ed.) *Methods of assessment of fish production in fresh waters.* Oxford: Blackwell Scientific Publications. 99 - 130
- Valencia, V., Motos, L. and Urrutia, L. (1989). Estudio de la variación temporal de la hidrografía y el plancton en la zona nerítica frente a San Sebastián. *Informe técnicos del Dpto. de Agricultura y Pesca del Gobierno Vasco*, 80.
- Williams T. & C. Bedford (1974). The use of otoliths for age determination. Ageing of fish. Unwin Brothers Limited, Surrey:114-123.
- Zei, M. (1949) Typical sex-reversal in Teleosts. *Proc. Zool. Soc.*, 119 (4): 917-920.
- Županović, Š. (1968) Study of hake (*Merluccius merluccius*) biology and population dynamics in the Central Adriatic. *Stud. Rev. Gen. Fish. Coun. Medit.*, 32: 24.
- Županović, Š., Jardas, I. (1986) A contribution to the study of biology and population dynamics of the Adriatic hake, *Merluccius merluccius* (L). *Acta Adriat.*, 27(1/2): 97-146.

## ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανώνυμος (2001). Κανονισμός (ΕΚ) αριθ. 1162/2001 της επιτροπής, της 14<sup>ης</sup> Ιουνίου 2001. Θέσπιση μέτρων αποκατάστασης του αποθέματος μπακαλιάρου «*Merluccius merluccius*». *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων* L159/4-6.
- Δημητρίου Π. (1995). Οικολογικό μοντέλο του Θερμαϊκού κόλπου. *Διδακτορική διατριβή*, Α.Π.Θ., Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Οικολογίας:19-24.
- Διαπούλη Ε., Ν. Βράντζας, Μ. Καλαγκιά, και Κ. Κάρλου (2000). Ηλικία και αύξηση του Μπακαλιάρου στο Σαρωνικό κόλπο. *Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων*. Μεσολόγγι: 33-36.
- Κάρλου – Ρήγα Κ. Γ. Διακογεωργάκης & Μ. Καλαγκιά, 2005. Επιβεβαίωση των κριτηρίων απόδοσης ηλικίας των ψαριών με τη χρησιμοποίηση των ανά μορφή ωτόλιθου κατά μήκος κατανομών. *Πρακτικά 12<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου Ιχθυολόγων*, Δράμα:96-99.
- Καρύδας Θ. & Ε. Δασκάλου (1989) Κατανομή της επιφανειακής θερμοκρασίας στις Ελληνικές θάλασσες. *Πτυχιακή εργασία*. Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου, τμήμα Ιχθυοκομίας – Αλιείας: 11-14.
- Κασπίρης Π. (2000). Τα Ψάρια της Ελλάδος (Κλείδες προσδιορισμού). Πάτρα: 223 σελ.

- Κοκοκύρης Λ. & Φ. Καρύδας (2003) *Αλιευτική Τεχνολογία. Εργαστηριακές Ασκήσεις*. Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, παράρτημα Ν. Μουδανιών: 52 σελ.
- Κοντογιάννης Χ., Μπαρμπόπουλος Κ. και Σαββίδης Ι. (1998). Φυσικά χαρακτηριστικά του θαλασσίου ύδατος και δυναμική των θαλασσίων μαζών. Στην «Παρακολούθηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος του Θερμαϊκού κόλπου για το 1997» Τελική Τεχνική Έκθεση, Κ. Πάγκου (εκδ.), *ΕΚΘΕ*, Ιούνιος 1998: 11-22.
- Κρεστενίτης Ι.Ν., Χριστόπουλος Σ.Π., Βαλιούλης Η.Α. και Ρ. Hyder (1997). Μελέτη του συστήματος των παράκτιων υφάλμυρων νερών του Θερμαϊκού κόλπου. *Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας*, Τόμος 1: 47-49.
- Μίνος, Γ. (1996). Βιολογία και δυναμική του ιχθύος *Liza ramada* (Pisces: Mugilidae) της λιμνοθάλασσας Μεσολογγίου-Αιτωλικού. *Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Βιολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών*, 272 σελ.
- Μίνος, Γ., (2006). 'Ιχθυοκαλλιέργειες.' Εργαστηριακές Σημειώσεις. *Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, Παράρτημα Ν. Μουδανιών, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών*. 106 σελ.
- Παυλίδου Α. & Κρασακοπούλου Ε. (1998) Διαλυμένο οξυγόνο και θρεπτικά άλατα στο Θαλασσινό νερό του εσωτερικού Θερμαϊκού κόλπου. Μάιος 1997 – Μάιος 1998. Στην «Παρακολούθηση του θαλάσσιου περιβάλλοντος του Θερμαϊκού κόλπου για το 1997» Τελική Τεχνική Έκθεση, Κ. Πάγκου (εκδ.), *ΕΚΘΕ*, Ιούνιος 1998: 35-103.
- Παπακωνσταντίνου Κ. (1996). *Εφημερίδα "το Βήμα της Κυριακής"* - Αρ. Φύλλου 12390.
- Παπαναστασίου Δ. (1985). Τεχνολογία Αλιευμάτων. Τόμος 1: 337-339.
- Στεργίου, Κ.Ι. (1999). Ιχθυολογία. (Αλιευτική Βιολογία: Αύξηση και Θνησιμότητα). Εργαστήριο Ιχθυολογίας, Τομέας Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογίας, ΑΠΘ: 106 σελ.
- Στεργίου Κ.Ι. & Μουτόπουλος Δ.Κ. (2001). Σχέσεις μήκους βάρους των ψαριών στις Ελληνικές Θάλασσες. *Πρακτικά 10 Πανελληνίου Συνέδριου Ιχθυολόγων*. 101-104
- Τσιμενίδης Ν., Παπακωνσταντίνου Κ. και Νταουλός Χ. (1978). Βιολογία του μπακαλιάρου (*Merluccius merluccius* L. 1758) των Ελληνικών θαλασσών. Μέρος 1. Ηλικία, ανάπτυξη, γεννητική ωριμότητα και κατά βάθος κατανομή στους κόλπους Σαρωνικό και Θερμαϊκό. *Θαλασσογραφικά*, 2(1): 27-56.
- Τσίκληρας Α. (2007). «Προωθημένη Βιοστατική». Εργαστηριακές σημειώσεις και ασκήσεις. Α.Τ.Ε.Ι. Θεσσαλονίκης, Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας και Υδατοκαλλιεργειών, Παράρτημα Ν. Μουδανιών, 23 σελ.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ

Τηλ.: ~~74.760-61~~

2441066080



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



0040000924 12

