



## Αλιευτική Βιολογία

### Εργαστήριο 1

#### Εκτίμηση συντελεστών σχέσης μήκους–βάρους ψαριών



Βασίλης Τρυγόνης

Μυτιλήνη 2026



Αναφορά δημιουργού – Παρόμοια διανομή (CC BY-SA 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>



## Εκτίμηση συντελεστών σχέσης μήκους–βάρους ψαριών

Περιεχόμενα διάλεξης:

---

- 1) Θεωρητικό υπόβαθρο.
- 2) Επίλυση στο Excel.
- 3) Εκφώνηση εργασίας σπιτιού (τι πρέπει εσείς να κάνετε).

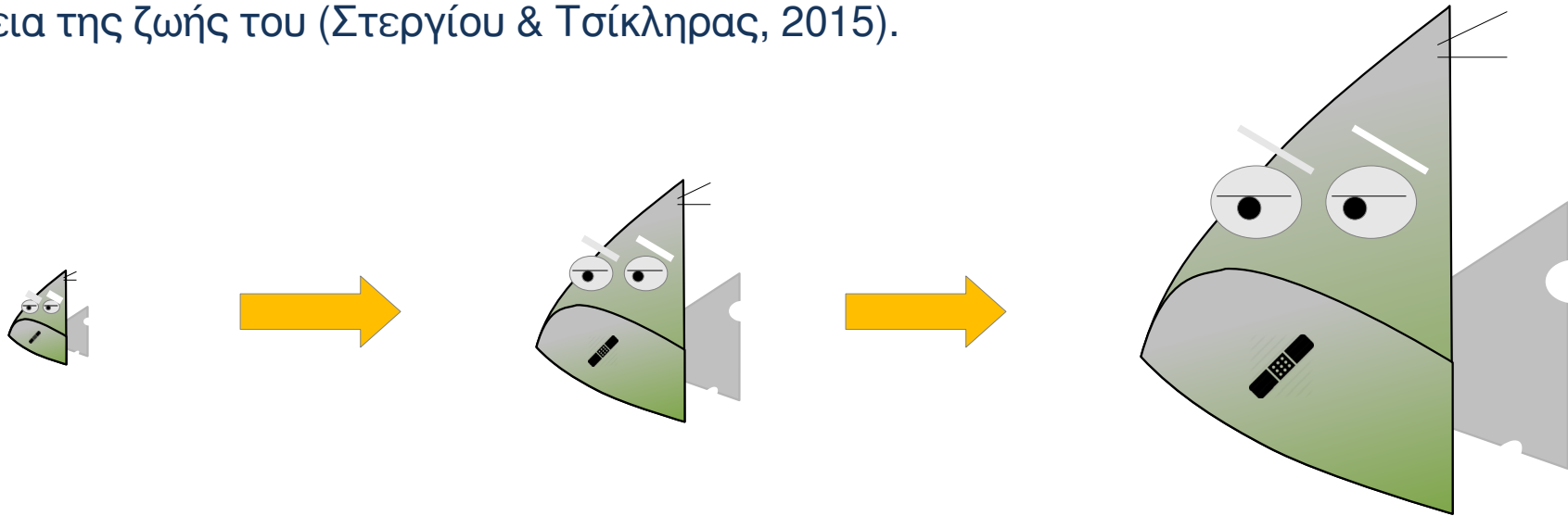


## Ενότητα 1

### Θεωρητικό υπόβαθρο

## Αύξηση

**Αύξηση** (growth) είναι η μεταβολή του σωματικού μήκους ή βάρους ενός ψαριού στη διάρκεια της ζωής του (Στεργίου & Τσίκληρας, 2015).



- Τα περισσότερα ζώα (θηλαστικά και πουλιά) αποκτούν το μέγιστο μέγεθός τους κατά την ενηλικίωσή τους.
- Τα ψάρια διαφέρουν: αυξάνουν σε μήκος και βάρος σε όλη τη διάρκεια της ζωής τους, με ρυθμό που μειώνεται με την ηλικία.

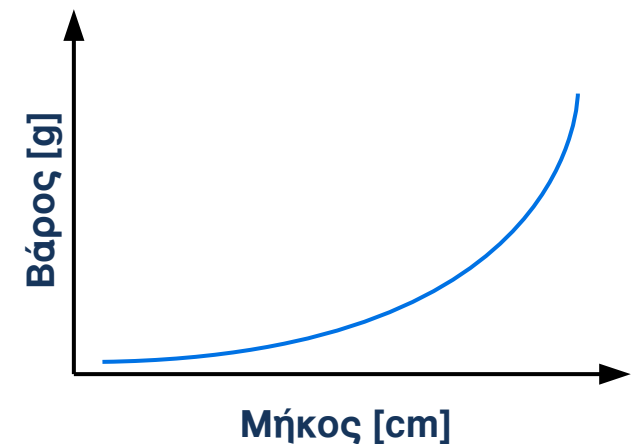
## Σχέση μήκους – βάρους

- Το μήκος και το βάρος των ψαριών συνδέονται στενά.
- Η σχέση αυτή περιγράφεται από την εξίσωση:

$$W = a \cdot L^b$$

Όπου:

- **W** είναι το βάρος του ψαριού, σε γραμμάρια (g).
  - **L** είναι το μήκος του ψαριού, σε εκατοστά (cm).
  - **a** και **b** είναι οι συντελεστές της σχέσης μήκους-βάρους.
- Η εξίσωση έχει αυτήν (την εκθετική) μορφή:



## Σχέση μήκους – βάρους

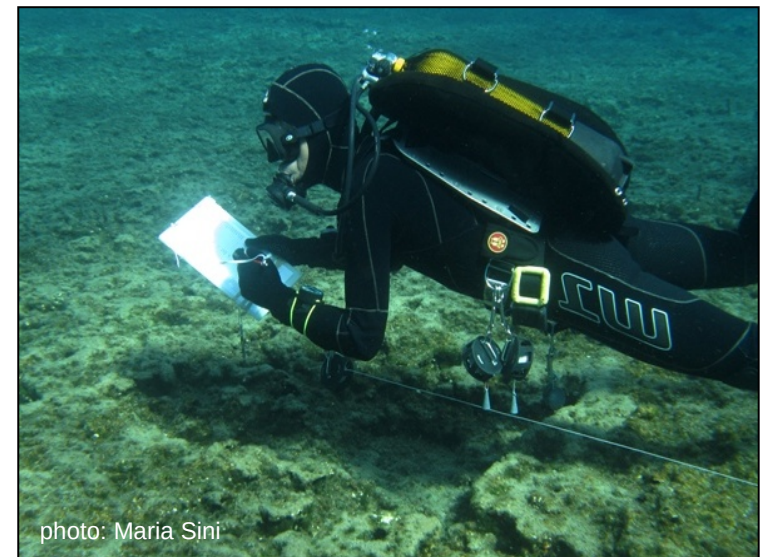
Η γνώση της είναι σημαντική, διότι:

- Δίνει πληροφορίες για τη φυσική κατάσταση του ψαριού (γενικώς, όσο βαρύτερο είναι ένα ψάρι σε συγκεκριμένο μήκος, τόσο καλύτερη η φυσική του κατάσταση).
- Επιτρέπει συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών γεωγραφικών περιοχών.
- Επιτρέπει την εκτίμηση βιομάζας όταν είναι γνωστές μόνο πληροφορίες του μήκους ατόμων και του συνολικού αριθμού τους.



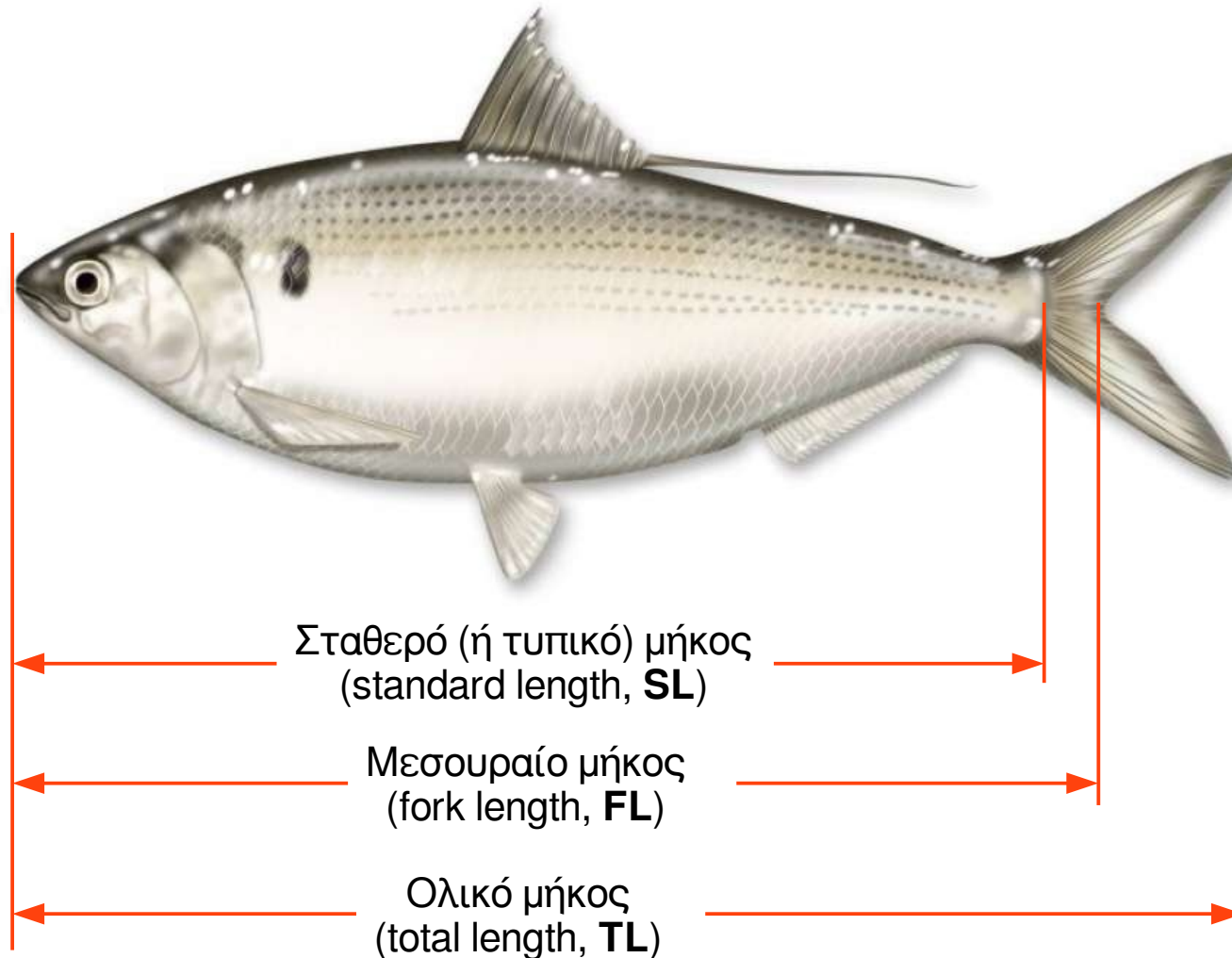
Π.χ. σε οπτικές υποβρύχιες δειγματοληψίες εκτίμησης ιχθυαφθονίας:

- Ο δύτες κινείται σε προκαθορισμένη διατομή (transect) και καταγράφει: (α) τα είδη ψαριών που βλέπει, (β) τον αριθμό τους, και (γ) το μήκος τους.
- Για την εκτίμηση βιομάζας ανά είδος, απαιτείται η μετατροπή των μετρήσεων <μήκους> σε <βάρους>.



## Μέτρηση μήκους ψαριού

- Υπάρχουν τρεις επιλογές.
- Αναφέρουμε πάντα την επιλογή που χρησιμοποιήσαμε.

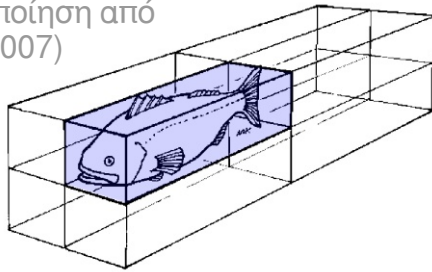




## Σχέση μήκους–βάρους

Αν όλες οι διαστάσεις διπλασιαστούν, ο όγκος αυξάνει κατά  $2^3$  φορές.

Τροποποίηση από King (2007)



Αν το άτομο αυξάνει **ισομετρικά** (με τον ίδιο ρυθμό σε όλες τις διαστάσεις), το βάρος του θα αυξάνει σε σχέση με τον όγκο. Δηλαδή, θα υπάρχει κυβική σχέση μεταξύ μήκους **L** και βάρους **W**. Στη γενική περίπτωση:

$$W_{[g]} = a L^b_{[cm]}$$

όπου **a** και **b** είναι οι συντελεστές του μοντέλου.

αλλομετρική ανάπτυξη ←

- **b=3**: ισομετρική–ομοιόμορφη ανάπτυξη (σπάνια στη φύση).
- **b<3**: μεγαλώνει ταχύτερα σε μήκος αντί σε βάρος (“λεπτό”).
- **b>3**: γίνεται βαρύτερο για το μήκος του (“παχύ”).

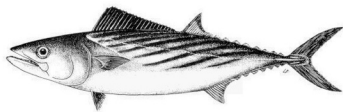
Ενδεικτικές τιμές

**a** ≈ 0.1



μικρά ψάρια με στρογγυλό σώμα (στρογγυλόμορφα)

**a** ≈ 0.01



ψάρια με υδροδυναμικό σχήμα (ατρακτόμορφα)

**a** ≈ 0.001



ψάρια με έντονα επίμηκες σώμα (μακρόστενα)

## Εκτίμηση συντελεστών της σχέσης μήκους–βάρους

$$W = a L^b$$



### Πώς;

- Συλλέγουμε δείγματα ψαριών.
- Μετρούμε το μήκος και το βάρος τους.

### Απαιτήσεις:

- Μεγάλο μέγεθος δείγματος ( $N \geq 100$  άτομα).
  - Το δείγμα πρέπει να περιέχει τόσο μικρά, όσο και μεγάλα, άτομα.
  - Αναφορά ελάχιστων/μέγιστων τιμών μήκους που μετρήθηκαν,
  - Αναφορά του  $N$  (μέγεθος δείγματος),
  - Αναφορά της περιοχής μελέτης.
  - Αναφορά του μήκους που χρησιμοποιήθηκε (SL, FL, TL).
- Μία συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος εκτίμησης των συντελεστών  $a$  και  $b$  είναι η γραμμική παλινδρόμηση (linear regression) μεταξύ των λογαριθμημένων  $L$  και  $W$ .





# Εκτίμηση συντελεστών της σχέσης μήκους–βάρους

συνοπτική περιγραφή της επίλυσης

$$W_{[g]} = a L^b_{[cm]}$$

λογαρίθμηση

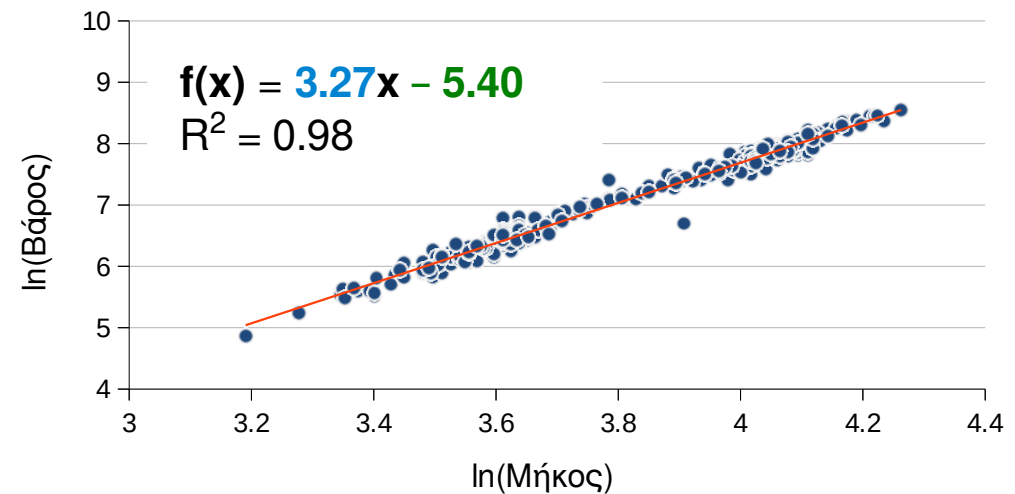
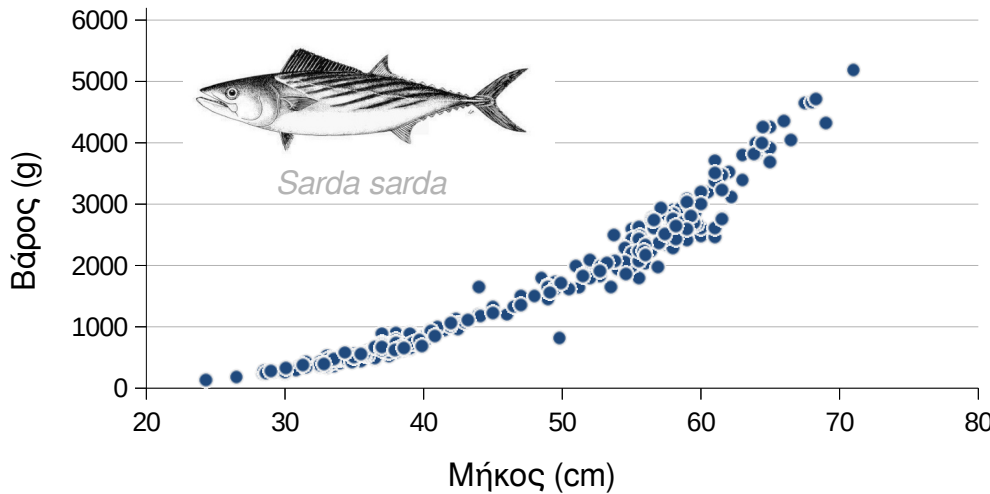


$$\ln(W) = \ln(a) + b \ln(L)$$



γραμμική παλινδρόμηση (εκτίμηση σταθεράς **a** και κλίσης **b**)

Μετρήσεις μήκους (L) και βάρους (W)



Σχέση μήκους–βάρους παλαμίδα

$$W = 0.0045 L^{3.27}$$

N = 272, R<sup>2</sup> = 0.98, FL.

L<sub>min</sub> = 24.3 cm, L<sub>max</sub> = 71 cm.



αντιλογάριθμος του **a**

$$a = \exp(-5.40) = 0.0045$$

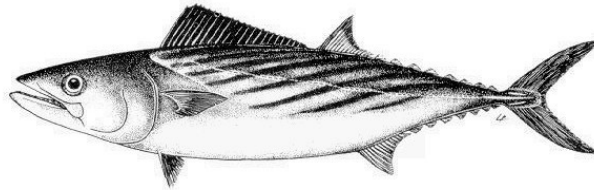
$$b = 3.27$$



## Ενότητα 2

### Παράδειγμα ανάλυσης στο Excel

Εκτίμηση παραμέτρων σχέσης μήκους-βάρους  
του είδους *Sarda sarda* (παλαμίδα)





## Στόχος

- Εκτίμηση των παραμέτρων της σχέσης μήκους – βάρους για το είδος *Sarda sarda* (παλαμίδα).

## Δεδομένα

- Μετρήσεις μεσουραίου (FL) μήκους-βάρους για 272 άτομα του είδους *Sarda sarda*, στην περιοχή της Λέσβου. Οι μετρήσεις δίνονται στο αρχείο **LW\_sarda\_sarda.xls**, το οποίο βρίσκεται στα Έγγραφα του eclass:

### Έγγραφα/Εργαστήρια/Εργαστήριο\_1

## Εντολές του Excel που χρησιμοποιούνται

- **LN(x)** : Φυσικός λογάριθμος ενός αριθμού.
- **SLOPE(y,x)** : Εκτίμηση κλίσης (slope) γραμμικής παλινδρόμησης.
- **INTERCEPT(y,x)** : Εκτίμηση σταθεράς (intercept) γραμμικής παλινδρόμησης.
- **EXP(x)** : Υλοποιεί τη φυσική εκθετική συνάρτηση  $e^x$ , όπου  $e$  είναι ο αριθμός Euler ( $e \approx 2.718...$ , η βάση του φυσικού λογαρίθμου). Η πράξη **EXP(x)** ισοδυναμεί με τον αντιλογάριθμο του  $x$ , π.χ. λογάριθμος **LN(5) = 1.609**, αντιλογάριθμος **EXP(1.609) = 5**.
- **^** : Ύψωση σε δύναμη, π.χ.  $3^2 = 9$

Οι ίδιες εντολές ισχύουν και για το ελεύθερο λογισμικό **LibreOffice calc**.

## Επίλυση

- Η επίλυση βρίσκεται στο αρχείο **LW\_sarda\_sarda\_SOLVED.xls**



## Ενότητα 3

### Εργασία για το σπίτι





## Εργασία για το σπίτι

- Επισκεφτείτε την ιστοσελίδα της Fishbase ([www.fishbase.org](http://www.fishbase.org)).
- Επιλέξτε ένα είδος ψαριού που απαντάται στα Ελληνικά ύδατα.
- Κοιτάξτε κάτω-κάτω στην ιστοσελίδα, και επιβεβαιώστε ότι το πεδίο “Length-weight” είναι ενεργό για το είδος σας (δηλαδή, υπάρχουν οι συντελεστές **a** και **b** για αυτό).

More information				
<a href="#">Countries</a>	<a href="#">Common names</a>	<a href="#">Age/Size</a>	<a href="#">References</a>	<a href="#">Collaborators</a>
<a href="#">FAO areas</a>	<a href="#">Synonyms</a>	<a href="#">Growth</a>	<a href="#">Aquaculture</a>	<a href="#">Pictures</a>
<a href="#">Ecosystems</a>	<a href="#">Metabolism</a>	<a href="#">Length-weight</a>	<a href="#">Aquaculture profile</a>	<a href="#">Stamps, Coins</a>
<a href="#">Occurrences</a>	<a href="#">Predators</a>	<a href="#">Length-length</a>	<a href="#">Strains</a>	<a href="#">Sounds</a>
<a href="#">Introductions</a>	<a href="#">Ecotoxicology</a>	<a href="#">Length-frequencies</a>	<a href="#">Genetics</a>	<a href="#">Ciguatera</a>
<a href="#">Stocks</a>	<a href="#">Reproduction</a>	<a href="#">Morphometrics</a>	<a href="#">Allele frequencies</a>	<a href="#">Speed</a>
<a href="#">Ecology</a>	<a href="#">Maturity</a>	<a href="#">Morphology</a>	<a href="#">Heritability</a>	<a href="#">Swim. type</a>
<a href="#">Diet</a>	<a href="#">Spawning</a>	<a href="#">Larvae</a>	<a href="#">Diseases</a>	<a href="#">Gill area</a>
<a href="#">Food items</a>	<a href="#">Fecundity</a>	<a href="#">Larval dynamics</a>	<a href="#">Processing</a>	<a href="#">Otoliths</a>
<a href="#">Food consumption</a>	<a href="#">Eggs</a>	<a href="#">Recruitment</a>	<a href="#">Mass conversion</a>	<a href="#">Brains</a>
<a href="#">Ration</a>	<a href="#">Egg development</a>	<a href="#">Abundance</a>	<a href="#">Vision</a>	

- Κάντε κλικ στο πεδίο “Length-weight”. Αυτό θα σας οδηγήσει σε έναν πίνακα των συντελεστών **a** και **b** της σχέσης μήκους-βάρους, κατηγοριοποιημένο ως προς διάφορες θάλασσες, χώρες, ή περιοχές της γης (π.χ. Μεσόγειος, Αδριατική, Ιόνιο, Μαρόκο, Ιταλία, Κυκλάδες, κλπ).
- Εσείς δουλεύετε στο Αιγαίο, και χρειάζεστε τα **a** και **b** για το είδος που επιλέξατε.



## Εργασία για το σπίτι

Ως παραδοτέο της εργασίας, καταθέστε ένα σύντομο κείμενο στο οποίο θα αναφέρετε ποια καταχώρηση a και b της Fishbase επιλέξατε για το είδος που μελετάτε, και για ποιον λόγο.

- Μέγιστη έκταση εργασίας: **1 σελίδα A4**.
- Προθεσμία κατάθεσης: **Κυριακή 31/5/2026, ώρα 23:55**.
- Τρόπος κατάθεσης: Ως “Εργασία” στο eclass του μαθήματος.
- Το αρχείο που θα καταθέσετε να έχει το όνομά σας, π.χ. “**vasilis\_trygonis\_lab1.docx**”.

---

### Συμβουλές (tips)

- Αποφύγετε επιλογές με μικρό (ή άγνωστο) μέγεθος δείγματος N, ή με μόνο νεαρά άτομα.
- Μεταξύ δύο συγκρίσιμων επιλογών ως προς τις προδιαγραφές, επιλέξτε την πιο πρόσφατη.
- Οι ανατολικές ακτές της Τουρκίας και η Ίμβρος βρίσκονται επίσης στο Αιγαίο.
- Αν δεν βρίσκετε τίποτα για το είδος σας στο Αιγαίο, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε επιλογές και από τον Κορινθιακό κόλπο.

