



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ  
UNIVERSITY OF CRETE



ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ - ΜΟΥΣΕΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΚΡΗΤΗΣ  
ΕΦΟΡΙΑ ΑΣΠΟΝΔΥΛΩΝ (ΠΛΗΝ ΑΡΘΡΟΠΟΔΩΝ)

## ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ TRUNCATELLOIDEA (CAENOCASTROPODA:  
LITTORINIMORPHA) ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ



ΝΕΦΕΛΗ ΚΑΣΣΑΡΗ ΑΜ: 1001

Τριμελής εξεταστική επιτροπή:

Μωσής Μυλωνάς, Ομότιμος Καθηγητής Παν/μιου Κρήτης

Κατερίνα Βαρδινογιάννη, Έφορος Ασπονδύλων (πλην αρθροπόδων), ΜΦΙΚ, Παν/μιο Κρήτης

Νικόλαος Πουλακάκης, Καθηγητής Παν/μιου Κρήτης, ΜΦΙΚ, Παν/μιο Κρήτης

ΗΡΑΚΛΕΙΟ 2022

**ΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΩΝ TRUNCATELLOIDEA  
(CAENO GASTROPODA: LITTORINIMORPHA) ΣΤΗΝ  
ΕΛΛΑΔΑ**

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον ομότιμο καθηγητή Μωυσή Μυλωνά που με εμπιστεύτηκε και μου έδωσε τη δυνατότητα να πραγματοποιήσω τη μεταπτυχιακή διπλωματική μου εργασία, αλλά και με βοήθησε να προσεγγίσω καλύτερα το θέμα μου με τις συζητήσεις μας καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας μου.

Επιπροσθέτως, θα ήθελα να ευχαριστήσω τη Δρ. Κατερίνα Βαρδινογιάννη, η οποία με υποστήριξε σε όλα τα βήματα των αναλύσεών μου και τα προβλήματα που διαρκώς προέκυπταν, μου συνέλεξε δείγματα για να μελετήσω και γενικά ήταν συνεχώς στο πλευρό μου και με βοήθησε με οποιοδήποτε τρόπο μπορούσε και ακόμα παραπάνω.

Ακόμα, ευχαριστώ τον καθηγητή Νίκο Πουλακάκη που δέχτηκε να αποτελέσει μέλος της Τριμελούς Εξεταστικής μου Επιτροπής και μου παρείχε χρήσιμες υποδείξεις για τη βελτίωση της δομής των ευρημάτων της μεταπτυχιακής μου εργασίας.

Παράλληλα, να ευχαριστήσω την Δρ. Κανέλα Ραδέα που με βοήθησε με τους προσδιορισμούς των δειγμάτων.

Θα ήταν φυσικά παράλειψη να μην ευχαριστήσω τη Δανάη Καρακάση που με βοήθησε πολλές φορές με το πρόγραμμα ArcMap και με τεχνικά θέματα της συλλογής των υδρόβιων γαστερόποδων του ΜΦΙΚ, τους διδακτορικούς του εργαστηρίου, Λεωνίδα Μαρούλη και Λευτέρη Μπιτζιλέκη, που μου παρείχαν διάφορες συμβουλές για τις αναλύσεις και όχι μόνο, καθώς και την οικογένεια και τους φίλους μου για τη συμπαράστασή τους.

Τέλος, ευχαριστώ την Ελληνική Ένωση Προστασίας Θαλάσσιου Περιβάλλοντος (HELMERA) που υποστήριξε τις μεταπτυχιακές μου σπουδές υπό τη μορφή της υποτροφίας "Περιβαλλοντικές επιστήμες" στη μνήμη του Καπετάν Βασίλη Κ. Κωνσταντακόπουλου κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020-2021.

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η υπεροικογένεια Γαστερόποδων Truncatelloidea Gray, 1840 (Caenogastropoda: Littorinimorpha) περιλαμβάνει αντιπροσώπους οι οποίοι διαβιούν κυρίως σε υδάτινα οικοσυστήματα (θαλάσσια, υφάλμυρα και εσωτερικά) και συνήθως εξαπλώνονται σε μία ή ελάχιστες περιοχές. Ως αποτέλεσμα πολλά taxa είναι ενδημικά, συχνά και στενότοπα ενδημικά, και εξαιτίας των πολλών απειλών που δέχονται οι βιότοποί τους πολλά απειλούνται με εξαφάνιση. Στην Ελλάδα η συγκεκριμένη υπεροικογένεια είναι ελάχιστα μελετημένη και έτσι παραμένει περιορισμένη η γνώση για την ποικιλότητα και την εξάπλωση των υδρόβιων Γαστεροπόδων στη χώρα μας.

Η παρούσα εργασία αποσκοπεί στον εμπλουτισμό της γνώσης μας για τα Truncatelloidea της Ελλάδας, με έμφαση κυρίως στη βιογεωγραφική εξάπλωσή τους στη χώρα μας, τόσο με βάση βιβλιογραφικές αναφορές όσο και από μελέτη δειγμάτων της συλλογής του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης και φρέσκων δειγμάτων από δειγματοληψίες.

Αποδελτιώθηκαν 305 επιστημονικές εργασίες Ελλήνων και ξένων συγγραφέων από την Ελλάδα και τις γειτονικές χώρες που καλύπτουν το χρονικό διάστημα 1832-2022, με τις μισές να έχουν δημοσιευτεί τα τελευταία 20 χρόνια. Τα δεδομένα οργανώθηκαν σε βάση δεδομένων και εφαρμόστηκαν διάφορες βιογεωγραφικές αναλύσεις.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπάρχουν 149 έγκυρα είδη Truncatelloidea στην Ελλάδα και άλλα 43 που αποτελούν ταξινομικά προβλήματα ή είναι απροσδιόριστα. Τα ποσοστά ενδημισμού γενών (30,6%) και ειδών (86,6%) είναι τα υψηλότερα καταγεγραμμένα για ζωική μη θαλάσσια ομάδα στην Ελλάδα, αναδεικνύοντας τη σημαντικότητα αυτής της υπεροικογένειας. Θερμά σημεία ενδημισμού και βιοποικιλότητας αποτελούν οι πηγές και οι αρχαίες ολιγοτροφικές λίμνες (Τριχωνίδα, Παμβώτιδα, Μεγάλη Πρέσπα και Μικρή Πρέσπα).

Από την ανατομία του μαλακού σώματος αρσενικών και θηλυκών ατόμων, τα οποία προήλθαν τόσο από τα δείγματα της συλλογής του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης όσο και από δειγματοληψίες στα νησιά Κέα, Ανάφη και Πάρο προσδιορίστηκαν δύο διαφορετικά είδη *Pseudamnicola* από τα δύο πρώτα νησιά και δύο πληθυσμοί *Ecrobia maritima* από την Πάρο. Το τελευταίο είδος αναφέρεται για πρώτη φορά από αυτή την περιοχή, ενώ υπάρχουν και ενδείξεις για νέο είδος *Pseudamnicola* από την Ανάφη.

# ABSTRACT

Truncatelloidea Gray, 1840 (Caenogastropoda: Littorinimorpha) is a superfamily of gastropods, which includes representatives that live primarily in aquatic ecosystems (marine, brackish and inland) and are usually distributed in just a single or a few sites. As a result, many taxa are endemic, or often stenotopic endemic, and due to severe damage to their habitats a lot of them are threatened with extinction. In Greece, this superfamily is poorly studied and thus our knowledge about the diversity and distribution of aquatic Gastropods in our country remains limited.

The present study aims to enrich our knowledge regarding Truncatelloidea of Greece, with emphasis on their biogeographical distribution in our country, based both on bibliographical references as well as on specimens from the collection of the Natural History Museum of Crete and fresh collected specimens.

305 scientific papers by Greek or foreign authors about malacofauna of Greece and adjacent regions covering the period of 1832-2022, half of which were published during the last 20 years, were studied. Then a database with all the data obtained was created and various biogeographical analyses were applied.

According to our results 149 valid species of Truncatelloidea occur in Greece, while 43 more are referred to as taxonomic problems or undetermined. The endemism rates of genera (30.6%) and species (86.6%) are the highest recorded for an animal non-marine group in Greece, highlighting the importance of this superfamily. Springs and ancient oligotrophic lakes (Trichonida, Pamvotida, Megali Prespa and Mikri Prespa) came out to be hotspots of endemism and biodiversity.

After the dissection of the soft body of male and female specimens from both the collection of the Natural History Museum of Crete and from sampling on the islands Kea, Anafi and Paros, two different species of *Pseudamnicola* coming from the first two islands and two populations of *Ecrobia maritima* from Paros were identified. The latter species is reported for the first time in this island, while there is also evidence that the population of *Pseudamnicola* from Anafi represents a new species.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΓΕΝΙΚΑ	6
ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ	7
ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ	8
ΘΕΡΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ & ΕΝΔΗΜΙΣΜΟΥ	9
ΑΠΕΙΛΕΣ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ	10
ΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ	13
ΥΔΡΟΒΙΑ ΓΑΣΤΕΡΟΠΟΔΑ ΩΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΜΟΝΤΕΛΑ	13
ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ	14
ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	17
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	18
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	18
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ	22
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	24
ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΝΔΗΜΙΣΜΟΣ	24
ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΝΙΔΑΣ	34
ΣΥΖΗΤΗΣΗ	36
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	43
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	44
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	52

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## ΓΕΝΙΚΑ

Τα Μαλάκια είναι ένα ιδιαίτερα ποικιλόμορφο φύλο που απαρτίζεται από σχεδόν 110.000 είδη (MolluscaBase eds., 2022), ενώ εκτιμάται ότι η συνολική τους ποικιλότητα ξεπερνά τα 200.000 είδη (Bouchet et al., 2016 in Lydeard & Cummings, 2019) καθιστώντας τα τη δεύτερη μεγαλύτερη ζωική ομάδα μετά τα Αρθρόποδα. Παρόλο που εντοπίζονται σε μια ποικιλία διαφορετικών ενδιαιτημάτων, περίπου 9% των καταγεγραμμένων ειδών Μαλακίων διαβιεί σε οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων (Lydeard et al., 2004) και διακρίνεται σε δύο ομοταξίες: τα Δίθυρα και τα Γαστερόποδα, που περιλαμβάνουν το 20% και το 80% των ειδών αντιστοίχως (Ραδέα, 2020).

Σύμφωνα με τους Bouchet et al. (2017), η ομοταξία των Γαστερόποδων απαρτίζεται από 476 οικογένειες αρτίγων taxα, από τις οποίες 54 εμπεριέχουν είδη που διαβιούν αποκλειστικά ή εν μέρει σε οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων (MolluscaBase eds., 2022). Το 1/3 των τελευταίων ανήκουν σε μια υπεριοικογένεια, τα Truncatelloidea (MolluscaBase eds., 2022), καθιστώντας την τη μεγαλύτερη ομάδα υδρόβιων σαλιγκαριών παγκοσμίως με 31 οικογένειες, 360 γένη (Lydeard & Cummings, 2019) και 3.210 είδη (Lopes-Lima et al., 2021).

Οι αντιπρόσωποι αυτής της υπεριοικογένειας Γαστερόποδων εντοπίζονται σε όλες τις ηπείρους, εκτός της Ανταρκτικής. Η υψηλότερη ποικιλότητα καταγράφεται στην Παλαιαρκτική με 1408-1711 είδη και ακολουθούν η Νεαρκτική με 585 είδη, η Νεοτροπική με 440-533 είδη, η Αυστραλασία με 490-514 είδη, η Αφροτροπική με 366 είδη και τέλος τα νησιά του Ειρηνικού Ωκεανού με 154-169 είδη. Ως θερμά σημεία βιοποικιλότητας και ενδημισμού παγκοσμίως θεωρούνται πηγές, υπόγεια ύδατα, μεγάλοι ποταμοί και αρχαίες ολιγοτροφικές λίμνες (Strong et al., 2008).

Η πιο πολυπληθής και ποικιλόμορφη οικογένεια των Truncatelloidea είναι τα Hydrobiidae με περίπου 900 έγκυρα είδη να ανήκουν σε αυτή (Miller et al., 2018), αριθμός που εκτιμάται ότι αποτελεί μόνο ένα ποσοστό της πραγματικής τους ποικιλότητας (Strong et al., 2008), μιας που η ομάδα αυτή δεν έχει μελετηθεί πλήρως, ιδίως σε αναπτυσσόμενες χώρες (Gaston & May, 1992; Lydeard et al., 2004). Ακόμα ένα στοιχείο που δυσχεραίνει την εκτίμηση της πραγματικής βιοποικιλότητάς τους με ακρίβεια είναι ότι μοριακά δεδομένα υποδηλώνουν την πολυφυλετικότητα της οικογένειας (Wilke et al., 2013) και την παραφυλετικότητα διαφόρων γενών (Osikowski et al., 2017).

Για τους αντιπροσώπους των Hydrobiidae, όπως και για όλα τα υδρόβια Γαστερόποδα η αμφιβολία στην ταξινόμηση πολλών ειδών έγκειται στο γεγονός ότι οι πρώτοι ερευνητές

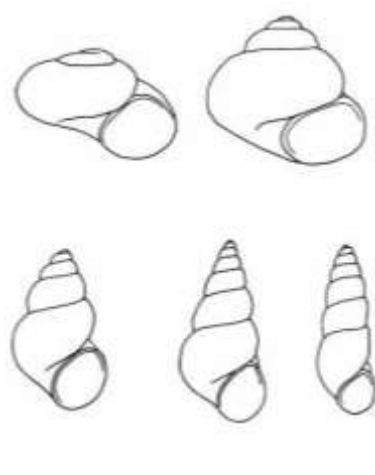
πραγματοποιούσαν προσδιορισμούς στηριζόμενοι αποκλειστικά σε κελυφικούς χαρακτήρες με αποτέλεσμα να επικρατεί τάση υπερβολικής διάσπασης σε είδη και υποείδη όταν βρίσκονταν ελάχιστα διαφορετικοί απλότυποι (Vinarski, 2018). Ωστόσο, αν και ήδη από τον 19<sup>ο</sup> αιώνα έχει αποδειχθεί πως οι κελυφικοί χαρακτήρες είναι μικρής σημασίας για τον προσδιορισμό των Μαλακίων (Clessin, 1876 in Vinarski, 2018), δυστυχώς ακόμα και σήμερα περιγράφονται νέα είδη υδρόβιων σαλιγκαριών με βάση μόνο κελυφικούς χαρακτήρες, όπως για παράδειγμα έκαναν οι Glöer & Reuselaars (2020) όταν περιέγραψαν 4 νέα είδη του γένους *Pseudamnicola* από την Ελλάδα.

Τις τελευταίες δεκαετίες οι μοριακές τεχνικές αναπτύσσονται με ταχείς ρυθμούς και πλέον μπορούν να αποτελέσουν πολύ σημαντικά εργαλεία και για την ταξινόμηση και τη φυλογένεση ειδών. Δυστυχώς για τα Truncatelloidea ελάχιστες εργασίες περιλαμβάνουν μοριακές αναλύσεις και η πλειονότητα τους στηρίζεται μόνο σε μιτοχονδριακά γονίδια (e.g. Szarowska et al., 2016). Από τη μία οι ελάχιστες μελέτες φυλογενετικών αναλύσεων ενέχουν κινδύνους, αφού έχει αποδειχθεί ότι πολλά γένη διαθέτουν κρυπτικά είδη (Szarowska et al., 2006; Delicado & Ramos, 2012; Osikowski et al., 2018; Delicado et al., 2021), αλλά από την άλλη και η χρήση μιας μόνο προέλευσης μοριακού δείκτη δεν είναι πανάκεια μιας που δεν επιβεβαιώνεται με ακρίβεια η εξελικτική ιστορία των προσδιοριζόμενων taxa (Lopes-Lima et al., 2021). Πλέον, οι τελευταίες μελέτες τονίζουν ότι προκειμένου να διαλευκανθεί η κατάσταση και να καταλήξουμε σε σαφή συμπεράσματα για την πραγματική βιοποικιλότητα των Truncatelloidea κρίνεται αναγκαία η άμεση αναθεώρηση της ταξινόμησής τους μέσω της χρήσης όχι μόνο γενετικών και ανατομικών αλλά και οικολογικών και βιογεωγραφικών πληροφοριών (Vinarski, 2018; Wilke & Delicado, 2019).

## ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ

Τα Truncatelloidea όντας Μαλάκια φέρουν κέλυφος κογχυολινικής κυρίως σύστασης, το οποίο προστατεύει το μαλακό σώμα τους και τα εσωτερικά όργανα. Το μέγεθός του κυμαίνεται από 1,5 ως 6 mm και το σχήμα ποικίλει σε μεγάλο βαθμό μεταξύ των taxa (Hershler & Ponder, 1998; Ponder & Lindberg, 2020) (**Εικόνα 1**), όπως και το χρώμα, το σχήμα και ο αριθμός των συσπειρώσεων του πώματος (Hershler & Ponder, 1998). Τέλος, όπως και σε όλα τα υδρόβια Γαστερόποδα, τα μάτια βρίσκονται στη βάση των κεραιών σε αντίθεση με τα χερσαία που βρίσκονται στην κορυφή, και είναι γονοχωριστικά, χωρίς να εμφανίζουν φυλετικό διμορφισμό (Hershler & Ponder, 1998; Ponder & Lindberg, 2020). Πρέπει σε αυτό το σημείο να αναφερθεί ότι έχει συγκεκριμένα καθιερωθεί να αναφέρουμε ως hydrobioids τα σαλιγκάρια της οικογένειας Hydrobiidae, αλλά και όλων των υπόλοιπων οικογενειών των Truncatelloidea που διαθέτουν παρόμοια μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά με τα Hydrobiidae (Hershler & Ponder 1998; Wilke et al. 2013).





**Εικόνα 1** . Τα πιο συνηθισμένα σχήματα κελύφους Truncatelloidea (Hershler & Ponder, 1998).

Επιπροσθέτως, τα Truncatelloidea παρουσιάζουν ποικιλία στον κύκλο ζωής που υιοθετούν κι έτσι έχουμε από ετήσια μέχρι πολυετή είδη, τα οποία ενδεχομένως αναπαράγονται και για 4 με 5 χρόνια, μία με δύο φορές ανά έτος ή σε όλη τη διάρκειά του (Falniowski, 1987; Brown & Lydeard, 2010; Pyron & Brown, 2015). Η γονιμοποίηση είναι εσωτερική για την πλειοψηφία των ειδών με αποτέλεσμα να παράγονται αυγά σε κάψουλες ή ζελατινώδεις μάζες (Falniowski, 1987; Ponder & Lindberg, 2020), που αποτίθενται πάνω στο σκληρό υπόστρωμα, όπως σε βράχια ή κελύφη άλλων ατόμων (Falniowski, 1987).

Όσον αφορά τον τρόπο διατροφής τους είναι συνήθως φυτοφάγα ή σαπροφάγα και τρέφονται ξύνοντας με το ξύστρο τους το περίφυτο, λαμβάνοντας Φύκη και Διάτομα ή καταναλώνοντας τους μικροοργανισμούς (συνήθως Μύκητες και Βακτήρια) που αναπτύσσονται σε αυτό. Σε περίπτωση που σε ένα υδάτινο οικοσύστημα η πυκνότητα των Γαστερόποδων είναι υψηλή, τότε έχει παρατηρηθεί ότι στρέφονται και προς την κατανάλωση μακροφύτων (Brown & Lydeard, 2010).

## ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ

Τον πιο καθοριστικό ρόλο για τα taxa της υπεροικογένειας Truncatelloidea παίζει η περιεκτικότητα των υδάτων σε οξυγόνο, καθώς έχουν απαιτήσεις σε υψηλή ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου και είναι ευαίσθητα σε συνθήκες υποξίας. Αυτό εξηγεί και το γεγονός ότι σπανίζουν κατά κανόνα από οικοσυστήματα υψηλού οργανικού φορτίου (Falniowski, 1987) και από εφήμερες υδατοσυλλογές που αποξηραίνονται εύκολα (Lodge et al., 1987; Pyron & Brown, 2015). Εξίσου σημαντική είναι η ταχύτητα κίνησης του νερού, αφού αυξημένη ροή συνεπάγεται δυσχέρεια κίνησης και τροφοληψίας αλλά και αδυναμία επικόλλησης στο υπόστρωμα (Brown & Lydeard, 2010).

Επιπροσθέτως, όπως και η πλειοψηφία των taxa υδρόβιων σαλιγκαριών τα Truncatelloidea επιλέγουν υδάτινα οικοσυστήματα με υψηλή περιεκτικότητα αλάτων ανθρακικού

ασβεστίου, καθώς τα ιόντα ασβεστίου χρησιμοποιούνται για την κατασκευή και επιδιόρθωση των κελυφών και άλλων βιολογικών λειτουργιών (Brown & Lydeard, 2010). Επιπλέον, η θερμοκρασία των υδάτων έχει συχνά παρατηρηθεί ότι οριοθετεί την έναρξη και τη λήξη της αναπαραγωγικής διαδικασίας, τη γονιμότητα και τον ρυθμό ανάπτυξης (Lodge et al., 1987), ενώ τα πρότυπα ξηρασίας και κατακρημνίσεων είναι υψίστης σημασίας, κυρίως για τα μεσογειακά οικοσυστήματα όπου μειωμένη διαθεσιμότητα νερού συνεπάγεται ελαττωμένη επικοινωνία μεταξύ υδατοσυλλογών και άρα ασυνέχεια στις κατανομές (Pérez-Quintero, 2012). Ως αποτέλεσμα, η βιοποικιλότητα των Γαστερόποδων επηρεάζεται και από το γεωγραφικό πλάτος και το υψόμετρο, καθώς αποτελούν τους βασικούς άξονες κατά μήκος των οποίων μεταβάλλονται οι κλιματικές συνθήκες (Miller et al., 2018). Τέλος, η σύνθεση της εκάστοτε βιοκοινότητας εμφανίζει άμεση συσχέτιση με την αλατότητα του οικοσυστήματος στο οποίο διαβιεί (Falniowski, 1987) και από τις τεκτονικές διεργασίες που έχουν λάβει χώρα στον γεωλογικό χρόνο δημιουργώντας ή καταργώντας γέφυρες επικοινωνίας μεταξύ των πληθυσμών (Neubauer et al., 2015).

Όσον αφορά τους βιοτικούς παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή, τον πιο βασικό αποτελεί η ικανότητα διασποράς, η οποία είναι περιορισμένη όπως άλλωστε στα περισσότερα Μαλάκια. Έτσι, απομονωμένες, πρόσφατα δημιουργημένες στον γεωλογικό χρόνο υδατοσυλλογές αναμένεται να υποστηρίζουν μικρότερο αριθμό ειδών (Miller et al., 2018). Επιπλέον, οι άμεσες και έμμεσες επιδράσεις της θήρευσης είναι εξίσου σημαντικές (Lodge et al., 1987; Covich, 2010), καθώς πέραν του ότι οι θηρευτές τρέφονται με αυγά και προνύμφες ή με ώριμα άτομα Truncatelloidea, επηρεάζοντας με αυτόν τον τρόπο τα μεγέθη των πληθυσμών τους, συχνά τα αποκλείουν από συγκεκριμένες περιοχές όπου καταλαμβάνουν οι ίδιοι με σκοπό την προστασία τους από ανώτερους θηρευτές (Brown & Lydeard, 2010; Covich, 2010).

## **ΘΕΡΜΑ ΣΗΜΕΙΑ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑΣ & ΕΝΔΗΜΙΣΜΟΥ**

Στα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων παγκοσμίως συναντάται περίπου το 12% της παγκόσμιας πανίδας ειδών και ενδημικών ειδών (Balian et al. 2008) παρά το γεγονός ότι τα εσωτερικά ύδατα καλύπτουν μόλις το 2,3% της συνολικής επιφάνειας της Γης (Reid et al., 2019). Αυτό μπορεί να εξηγηθεί καθώς αποτελούν ιδιαίτερα απομονωμένα συστήματα, περισσότερο από τα θαλάσσια και τα χερσαία (Dungeon, 2020), ενώ στη βιογεωγραφία ορίζονται ως βιοτοπικά νησιά (Lomolino et al., 2006), κάτι που τα καθιστά ιδανικά για μελέτες βιογεωγραφίας.

Τα υδάτινα οικοσυστήματα των Βαλκανίων θεωρούνται από τα πιο σημαντικά θερμά σημεία βιοποικιλότητας και ενδημισμού όχι μόνο για τη Μεσόγειο αλλά και για ολόκληρη την Ευρώπη, καθώς σε αυτά εξαπλώνεται ένας μεγάλος αριθμός στενότοπων ενδημικών και απειλούμενων ειδών (Glöer et al., 2007; Darwall et al., 2014). Αυτό οφείλεται σε υψηλό

βαθμό στα καρστικά υποστρώματα που χαρακτηρίζουν αυτή την περιοχή, δημιουργώντας ένα υδρογραφικό δίκτυο μικρών απομονωμένων συστημάτων ποταμών και πηγών (Radoman, 1985), αλλά και υπόγειων υδάτων και σπηλαίων (Skoulikidis et al., 1998; Radea et al., 2013). Επιπλέον, οι αρχαίες ολιγοτροφικές λίμνες των Βαλκανίων (Οχρίδα, Μικρή Πρέσπα, Μεγάλη Πρέσπα, Παμβώτιδα και Τριχωνίδα) δημιουργήθηκαν πριν το Πλειστόκαινο και δεν επηρεάστηκαν ιδιαίτερα από τους παγετώνες του Πλειστοκαίνου (Neubauer et al., 2015) αποτελώντας καταφύγιο και σημείο απομόνωσης και ειδογένεσης για πολλούς οργανισμούς (Radoman, 1983; Albrecht et al., 2009; 2012). Ειδικά τα Truncatelloidea, αφθονούν σε αυτές τις λίμνες, καθώς δεν αναπνέουν ατμοσφαιρικό οξυγόνο οπότε μπορούν να αναπτυχθούν και σε μεγαλύτερα βάθη καταλαμβάνοντας περισσότερα ενδιαίτηματα (Neubauer et al., 2021).

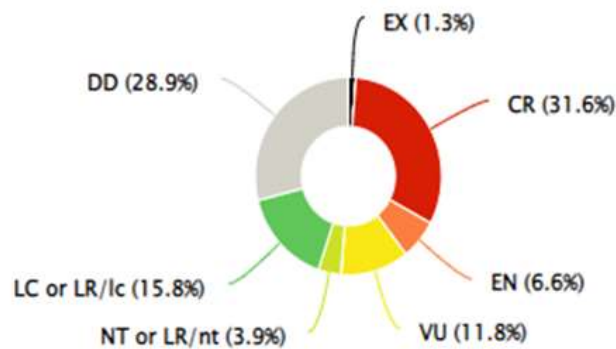
Όσον αφορά την Ελλάδα, οι υγράτοποι της χαρακτηρίζονται από μια πλούσια πανίδα και χλωρίδα, όπως και μαλακοπανίδα (Strong et al., 2008). Ανάμεσα στα 201 είδη υδρόβιων Γαστερόποδων καταγεγραμμένα από την Ελλάδα, που ανήκουν σε 58 γένη και 16 οικογένειες (Georgoroulou & Radea, 2021), τα Truncatelloidea είναι η πολυπληθέστερη ομάδα και απαντάται σε όλους τους τύπους εσωτερικών υδάτων (Ραδέα, 2020). Η τόσο υψηλή βιοποικιλότητα της χώρας μας είναι απόρροια τόσο όσων αναφέρθηκαν παραπάνω για τη Βαλκανική χερσόνησο, τμήμα της οποίας αποτελεί, όσο και στην ιδιαίτερη γεωλογική της ιστορία (Poron et al., 2004; Fassoulas, 2018), στην κατακόρυφη διαμερισματοποίηση που οδηγεί στη δημιουργία κατάλληλων ενδιαιτημάτων σε περιβάλλοντα με διαφορετικές βιοτικές και αβιοτικές συνθήκες αλλά και στο ότι βρίσκεται στο σταυροδρόμι τριών ηπείρων (Ευρώπης, Αφρικής και Ασίας) (Fassoulas, 2018). Αξίζει να σημειωθεί ότι παρ' όλο που η Ελλάδα θεωρείται ήδη μέσα στις 5 πρώτες χώρες της Μεσογείου με τον μεγαλύτερο αριθμό Μαλακίων εσωτερικών υδάτων, οι αριθμοί που έχουν προς το παρόν καταγραφεί δεν είναι αντιπροσωπευτικοί του αναμενόμενου πλούτου ειδών της μιας και η συγκεκριμένη ομάδα δεν έχει μελετηθεί επαρκώς (Radea et al., 2013; Darwall et al. 2014).

## **ΑΠΕΙΛΕΣ, ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ & ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ**

Αποτελεί κοινή γνώση ότι οι νησιωτικές πανίδες είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες σε αλλαγές λόγω των χαρακτηριστικών των πληθυσμών τους (Whittaker & Fernández-Palacios, 2009). Αυτό φαίνεται ότι ισχύει και για τα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων, που όπως προαναφέρθηκε αποτελούν βιοτοπικά νησιά (Lomolino et al., 2006). Η διαρκής αξιοποίηση των συστημάτων αυτών από τον άνθρωπο εδώ και πολλά χρόνια (Lydeard et al., 2004), η οποία αναμένεται να αυξάνεται όσο αυξάνεται ο παγκόσμιος πληθυσμός (Strayer, 2006), σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά των περισσότερων οργανισμών που διαβιούν σε αυτά έχουν οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι τα οικοσυστήματα γλυκών υδάτων είναι ίσως τα πιο απειλούμενα στον κόσμο (Dungeon et al., 2006). Σε αυτό έρχεται να συμβάλλει η ελλιπής γνώση της πραγματικής βιοποικιλότητάς τους εξαιτίας των ποικίλων ταξινομικών

προβλημάτων, των ανεξερεύνητων περιοχών (Lydeard et al., 2004) και των ελάχιστων μελετητών (Ponder & Lunney, 1999 in Lydeard et al., 2004) με αποτέλεσμα πολλά είδη να κινδυνεύουν να εξαφανιστούν πριν καν ανακαλυφθούν (Régnier et al., 2009; Tedesco et al., 2014).

Αν και τα υδρόβια Γαστερόποδα αποτελούν μόλις το 5% των Γαστερόποδων παγκοσμίως, έχει ήδη εξαφανιστεί το 20% αυτών (Strong et al., 2008), ενώ πολλά είναι και τα είδη που απειλούνται με εξαφάνιση σύμφωνα με την Κόκκινη Λίστα της IUCN. Σύμφωνα με τους Böhm et al., 2021 το 69% των ειδών της οικογένειας Hydrobiidae (Truncatelloidea) ανήκουν σε κάποια από τις τρεις κατηγορίες κινδύνου (Κρισίμως Κινδυνεύοντα, Απειλούμενα, Τρωτά), όπως και τα μισά από τα 76 αξιολογημένα ελληνικά είδη σύμφωνα με την Κόκκινη Λίστα της IUCN (**Εικόνα 2**). Αυτοί οι αριθμοί είναι εύκολα εξηγήσιμοι καθώς συνήθως είναι στενότοπα ενδημικά, άρα εξαιρετικά ευάλωτα σε οποιαδήποτε μεταβολή. Φυσικά, σε αυτό συμβάλλει ακόμα περισσότερο η περιορισμένη ικανότητα διασποράς τους, αλλά και η τάση εξειδίκευσής τους σε συγκεκριμένους οικολογικούς θώκους (specialists) (Lampri et al., 2019).



**Εικόνα 2.** Ποσοστό αξιολογημένων ελληνικών ειδών Truncatelloidea ανά κατηγορία κινδύνου.

<https://www.iucnredlist.org/>

Μια από τις κυριότερες απειλές για τα υδάτινα οικοσυστήματα και τη βιοποικιλότητά τους αποτελεί η καταστροφή και ο κατακερματισμός των ενδιαιτημάτων (Lampri et al., 2019), μέσω κυρίως της υπεράντλησης υδάτων για ύδρευση και άρδευση, όπως και της τροποποίησης της ροής των ποταμών και της δημιουργίας φραγμάτων για εξυπηρέτηση των ανθρώπινων αναγκών (Dungeon et al., 2006; Strayer, 2006). Εξίσου σημαντική είναι η ρύπανση των υδάτων που αποτελεί πρόβλημα παγκόσμιας εμβέλειας (Dungeon et al., 2006; Strayer, 2006). Οικιακά και βιομηχανικά απόβλητα καταλήγουν σε μεγάλο βαθμό σε υδατοσυλλογές εμπλουτίζοντας τα νερά με θρεπτικά και τοξικές χημικές ουσίες καταστροφικές για τους οργανισμούς, ενώ μεταβάλλουν και τη χημική σύσταση των οικοτόπων, π.χ. το διαλυμένο οξυγόνο. Όσον αφορά τις πηγές, που επίσης φιλοξενούν πολύ υψηλό αριθμό ειδών Γαστερόποδων, παρατηρείται τάση καταστροφής τους συνήθως επειδή αποξηραίνονται, αφαιρείται το φυτικό υπόστρωμα με σκοπό να φαίνονται καθαρές και προσεγγμένες ή τοποθετείται βρύση που σταματά την ελεύθερη ροή του νερού (Lydeard et

al., 2004; Szarowska & Falniowski, 2011). Επιπλέον, όπως και όλα τα οικοσυστήματα του πλανήτη, έτσι και τα υδάτινα επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από την κλιματική αλλαγή (Markovic et al., 2014) και είδη με μικρή ικανότητα διασποράς δεν θα καταφέρουν να ανταπεξέλθουν (Markovic et al., 2014) και έτσι θα οδηγηθούν στην εξαφάνιση (Angilletta, 2009).

Τέλος, μια πολύ σημαντική απειλή που έχει προσλάβει γιγαντιαίες διαστάσεις τα τελευταία χρόνια είναι η εισαγωγή ξενικών-εισβλητικών ειδών, η οποία πραγματοποιείται είτε εκούσια μέσω των δραστηριοτήτων του ανθρώπου, είτε ακούσια. Αποτέλεσμα αυτού είναι η ομογενοποίηση των πανίδων διαφορετικών περιοχών (μείωση β-ποικιλότητας) (van Rees et al., 2021), αλλά και η τροποποίηση των τροφικών πλεγμάτων, αφού τα ξενικά είδη μπορεί να ανταγωνίζονται τα ιθαγενή για πρόσβαση σε τροφή ή ακόμα να αποτελούν θηρευτές τους οδηγώντας τα σε περαιτέρω ελάττωση των πληθυσμών τους (Covich, 2010). Παράδειγμα εισβλητικού είδους υδρόβιου σαλιγκαριού αποτελεί το *Potamopyrgus antipodarum*, ιθαγενές της Νέας Ζηλανδίας, το οποίο έχει καταγραφεί και στη χώρα μας από τη λίμνη Τριχωνίδα (Radea et al., 2008).

Μέσα σε όλα αυτά παρόλο που παγκοσμίως έχουν αναγνωριστεί 27 περιοχές υψίστης σημασίας ως θερμά σημεία βιοποικιλότητας και ενδημισμού για τα Γαστερόποδα των εσωτερικών υδάτων, οι περισσότερες από αυτές δεν προστατεύονται από τη σύμβαση Ramsar για τους υδροβιότοπους (Strong et al., 2008), ενώ η ίδια σύμβαση καλύπτει μόλις το 13% της συνολικής επιφάνειας των υγροτόπων παγκοσμίως (van Rees et al., 2021). Από την άλλη, ενώ στην Ευρώπη αντιστοιχούν περισσότερες προστατευόμενες περιοχές από κάθε άλλη περιοχή του πλανήτη (Araújo & Guisan, 2005), οι περισσότερες από αυτές έχουν δημιουργηθεί για την προστασία χερσαίων οικοτόπων και ειδών με αποτέλεσμα να είναι σε μεγάλο βαθμό άγνωστο το κατά πόσο καλύπτουν την πανίδα των εσωτερικών υδάτων από τις απειλές με τις οποίες έρχεται αντιμέτωπη (Markovic et al., 2014; Leal et al. 2020). Πέραν αυτού, εμφανίζεται μια τάση προστασίας των σπονδυλωτών, πιθανώς γιατί είναι πιο “αγαπητά”, τα οποία όμως δεν έχουν τόσο υψηλή ποικιλότητα και ενδημισμό όπως τα ασπόνδυλα (Lydeard et al., 2004; Strayer, 2006; Darwall et al. 2011).

Προκειμένου να προστατευτούν πιο αποτελεσματικά οι οργανισμοί που διαβιούν σε υγροτόπους αρχικά προσήκει να γίνει αντιληπτό ότι τα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων αποτελούν μέρος υδρολογικών λεκανών, που υποδηλώνει ότι αν μια τροποποίηση συμβεί σε οποιοδήποτε μέρος μιας λεκάνης θα επηρεαστούν όλες οι υδατοσυλλογές που υπάγονται σε αυτή (Strayer, 2006). Ως αποτέλεσμα κρίνεται απαραίτητο να μην προστατεύονται μόνο τα “υψηλής σημασίας”, όπως εφαρμόζεται κατά κανόνα για τους χερσαίους οργανισμούς, αλλά ολόκληρες περιοχές (Strayer, 2006; Neubauer et al., 2021). Επιπροσθέτως, οφείλουν να πραγματοποιηθούν εκτεταμένες έρευνες όσον αφορά τη βιοποικιλότητα των υγροτόπων με σκοπό να δημιουργηθούν ή να επικαιροποιηθούν κατάλογοι με είδη και τις εν δυνάμει ή

υπάρχουσες απειλές ώστε να προταθούν στρατηγικές προστασίας τους (Lydeard et al., 2004; Strayer, 2006).

## **ΒΙΟΓΕΩΓΡΑΦΙΚΕΣ ΜΕΛΕΤΕΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ**

Οι υδατοσυλλογές αποτελούν οικοσυστήματα παρόμοια με τα νησιά από άποψη απομόνωσης (Itescu, 2019). Ως αποτέλεσμα έχει προταθεί η χρήση τους ως οργανισμό μοντέλο για μελέτες βιογεωγραφίας, ειδικά σε νησιωτικά συμπλέγματα όπου η απομόνωση είναι ακόμα υψηλότερη αφού μιλάμε πρακτικά για νησί μέσα σε νησί (Lampri et al., 2021). Ο όρος βιογεωγραφία χρησιμοποιείται για να περιγράψει τη μελέτη των παρελθοντικών και σύγχρονων κατανομών των οργανισμών, ενώ αν αυτοί οι οργανισμοί είναι ζωικοί τότε αναφερόμαστε στη ζωογεωγραφία (Lydeard & Cummings, 2019).

Μέχρι σήμερα έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές βιογεωγραφικές μελέτες για οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων στην Ευρώπη με τις περισσότερες να αφορούν ψάρια (Reyjol et al., 2007; Zogaris et al., 2009; Koutsikos et al., 2014). Ωστόσο, έχουν δημοσιευτεί και έρευνες για βιογεωγραφική ανάλυση φυτό- και ζωοπλαγκτού (Mazaris et al., 2010), Διθύρων (Korniushin, 2004) αλλά και Γαστερόποδων τόσο αρτίγονων (Carlsson, 2000) όσο και απολιθωμένων (Neubauert & Georgoroulou, 2021). Δυστυχώς όμως ελάχιστες από αυτές μελετούν τη βιογεωγραφία των Truncatelloidea στην Ελλάδα (e.g. Bănărescu, 2004; Frogley & Preece, 2004), χωρίς να υπάρχει κάποια πιο σύγχρονη που να συμπεριλαμβάνει τα 80 είδη που περιγράφηκαν τα τελευταία 18 έτη.

## **ΥΔΡΟΒΙΑ ΓΑΣΤΕΡΟΠΟΔΑ ΩΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΜΟΝΤΕΛΑ**

Εκτός της χρήσης σε μελέτες βιογεωγραφίας, η υψηλή ποικιλότητα και ο υψηλός ενδημισμός, σε συνδυασμό με τον μεγάλο αριθμό ατόμων και την καλή πιθανότητα συντήρησης δειγμάτων καθιστούν τα Γαστερόποδα εξαιρετικά για τη μελέτη εξελικτικών διεργασιών στα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων (Strong et al, 2008). Σε αυτό συμβάλλουν επίσης η μειωμένη ικανότητα διασποράς τους (Lampri et al. 2021) σε συνδυασμό με την παλιά εμφάνισή τους ήδη από τον Μεσοζωικό αιώνα (Strong et al., 2008) αφήνοντας εκτεταμένο αρχείο απολιθωμάτων (Hershler & Ponder, 1998) με αποτέλεσμα τα πρότυπα κατανομής τους να αποτελούν ουσιαστικά μια εικόνα των παρελθοντικών γεωλογικών και κλιματικών μεταβολών (Lydeard & Cummings, 2019).

Τέλος, δεδομένου ότι τα σαλιγκάρια των γλυκών νερών χαρακτηρίζονται από στενά όρια ανοχής σε ποικίλους περιβαλλοντικούς παράγοντες, οι οποίοι αναφέρθηκαν και παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι μπορούν να αποτελέσουν εξαιρετικούς δείκτες ποιότητας υδάτινων οικοσυστημάτων, ακόμα και σε υψηλότερες ταξινομικές βαθμίδες (γένος ή οικογένεια).

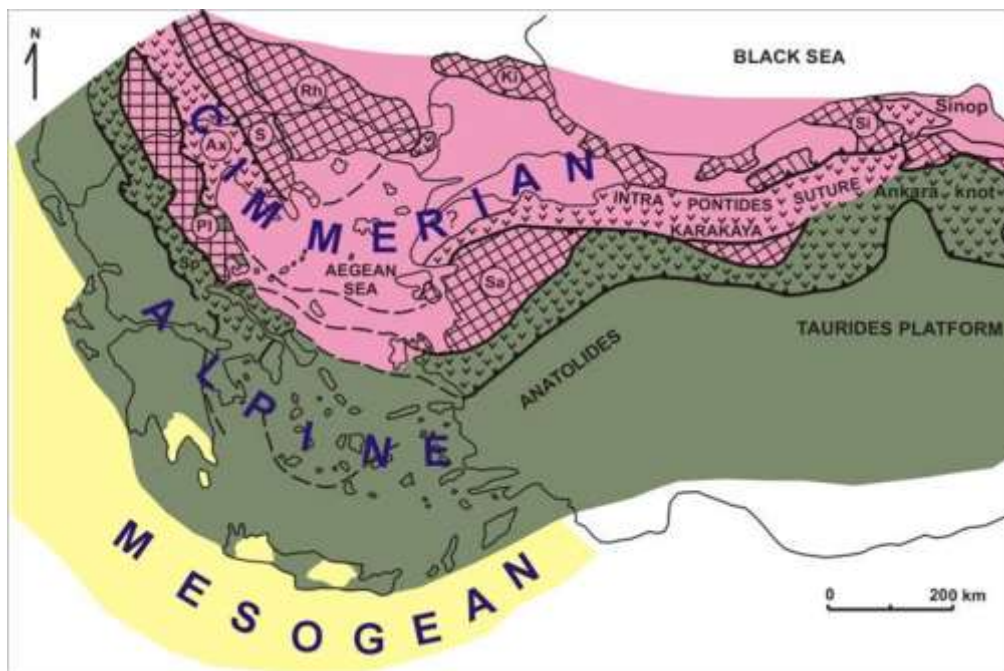
Μάλιστα έχουν άμεσες αποκρίσεις σε μεταβολές οποιαδήποτε αβιοτικού παράγοντα οπότε διευκολύνεται πολύ η παρακολούθηση των επιδράσεων, μικρό μέγεθος για εύκολη αποθήκευση και η συλλογή τους δεν απαιτεί τη χρήση ειδικών οργάνων (Covington & DeBano, 1994; Sturm, 2005).

## ΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΙΣΤΟΡΙΑ ΕΛΛΑΔΙΚΟΥ ΧΩΡΟΥ

Η Μεσόγειος αποτελεί μια από τις πιο περίπλοκες γεωγραφικά περιοχές του πλανήτη, η οποία έχει διαμορφωθεί από μια πλειάδα γεωλογικών και κλιματικών διεργασιών εδώ και πολλά εκατομμύρια χρόνια (Anzidei et al., 2014). Ήδη από τις αρχές του Τεταρτογενούς οι κινήσεις των τεκτονικών πλακών και ειδικά η σύγκρουση της Ευρασιατικής με την Αφρικανική πλάκα έχουν προκαλέσει τη δημιουργία μεγάλων οροσειρών και αρκετών υπολεκανών (Blondel et al., 2010). Ομοίως, η κρίση αλατότητας του Μεσσηνίου (6-5.3 Ma) (Blondel et al., 2010; Anzidei et al., 2014), καθώς και οι αυξομειώσεις της στάθμης της θάλασσας κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο πριν από περίπου 20.000 χρόνια (Anastasakis and Dermitzakis 1990) συνέβαλαν στη διαμόρφωση του μεσογειακού χώρου και της βιοποικιλότητάς του αφού δημιουργήθηκαν και εξαφανίστηκαν αρκετές φορές διάφορες γέφυρες ξηράς.

Ο ελλαδικός χώρος ως και περίπου το Ανώτερο Ιουρασικό καλυπτόταν από τη θάλασσα της Τηθύος. Από τότε τρεις τουλάχιστον φάσεις της Αλπικής Ορογένεσης, με την τελευταία να είναι ακόμα ενεργή και να δρα νότια της Κρήτης, ώθησαν σταδιακά στην ανάδυση χερσαίων περιοχών που μέσω τεκτονικών, ορογενετικών και ηφαιστειακών διεργασιών απέκτησαν τη μορφή που έχουν σήμερα (Fassoulas, 2018). Πιο συγκεκριμένα, κατά το Ανώτερο Ιουρασικό-Ηώκαινο έλαβε χώρα η Κιμμερική που έδωσε γένεση στη βόρεια Ελλάδα, το Ανώτερο Ολιγόκαινο-Μειόκαινο η Αλπική χάρη στην οποία σχηματίστηκε η Πίνδος και σχεδόν ολόκληρη η ηπειρωτική Ελλάδα και το Αιγαίο ως ενιαία μάζα ξηράς (Αιγηίδα), ενώ από το Ανώτερο Μειόκαινο (13 Ma) ως σήμερα η Μεσογειακή ευθύνεται για τη διεύρυνση του Αιγαίου νότια της Πελοποννήσου και της Κρήτης (**Εικόνα 3**).

Όπως φαίνεται και στην **Εικόνα 4a** στο Μέσο Μειόκαινο (20 Ma) δημιουργήθηκε ένας θαλάσσιος διάδρομος που ένωσε προσωρινά το Ιόνιο με την ανατολική Παρατηθύ, που σταδιακά μετασχημάτισε τις περιοχές ως τη σημερινή λίμνη Δοϊράνη και Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα σε λιμνοθάλασσες (Fassoulas, 2018). Στο Ανώτερο Μειόκαινο (12-9 Ma) ξεκίνησε ο σχηματισμός της Μεσαιγειακής αύλακας, που διαχώρισε το ανατολικό από το δυτικό Αιγαίο και τις πανίδες τους (Roulakakis et al., 2015; Fassoulas, 2018), ενώ οι Κυκλάδες αποτελούσαν μια “χερσόνησο” της ηπειρωτικής Ελλάδας μαζί με την Εύβοια (**Εικόνα 4c**). Λίγο αργότερα τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου αποτελούσαν τμήμα της Μικράς Ασίας, η Κρήτη ήταν σπασμένη σε μικρότερα νησιά και το δυτικότερό της τμήμα ενωνόταν με την Πελοπόννησο, τα Κύθηρα και τα Αντικύθηρα (Fassoulas, 2018) (**Εικόνα 4d**).



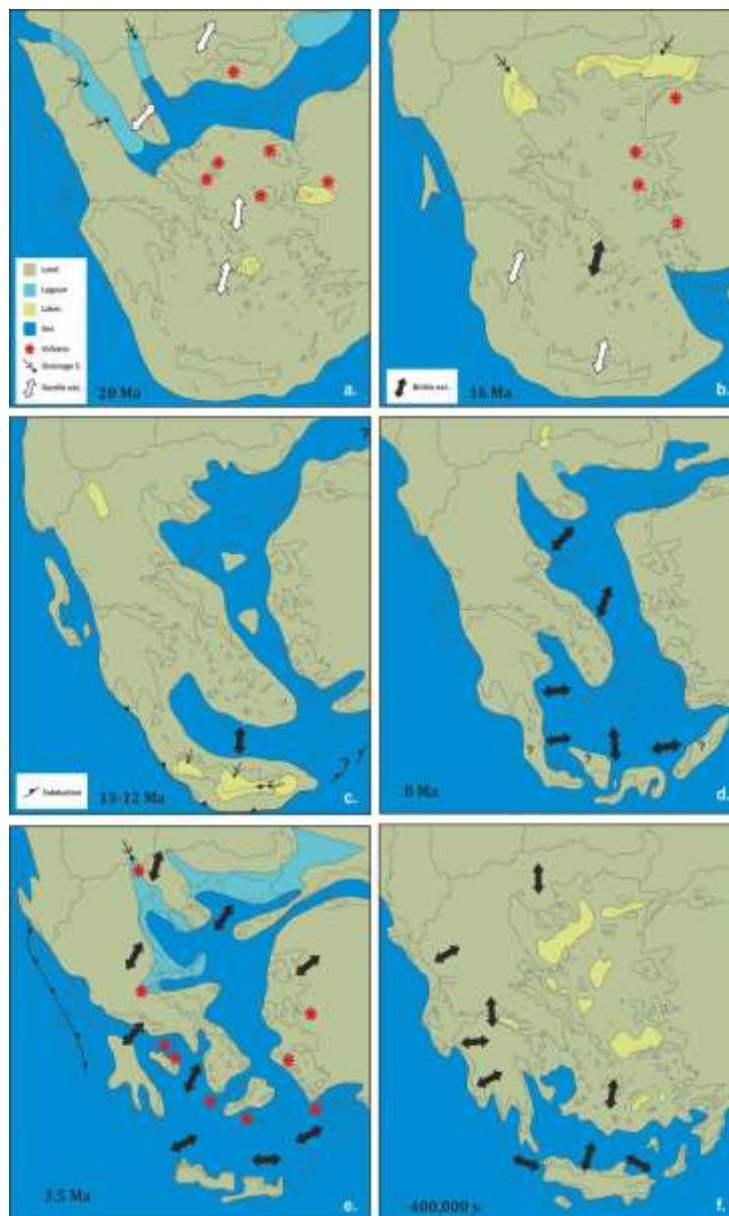
Εικόνα 3. Οι διαδοχικές φάσεις ορογένεσης στην Ελλάδα (Fassoulas, 2018 after Mountrakis, 2006).

Κατά το Πλειόκαινο η Πελοπόννησος αποκόπηκε τόσο από την ηπειρωτική Ελλάδα όσο και από την Κρήτη και οι κεντρικές Κυκλάδες είτε αποτελούσαν ένα ακρωτήριο της κεντρικής Ελλάδας ή σχημάτιζαν ένα μεγάλο ενιαίο νησί, ενώ οι νοτιοανατολικές Κυκλάδες είχαν αποκοπεί και δημιουργήσει ξεχωριστό νησί (Εικόνα 4e) (Fassoulas, 2018). Παράλληλα, στο Μέσο-Ανώτερο Πλειόκαινο (3,5-1,8 Ma) εμφανίστηκαν πολλές λίμνες γλυκού νερού και βάλτοι κατά μήκος της ακτογραμμής και στην ανατολική πλευρά των Ελληνίδων (Poron et al. 2004), όπως και μια μεγάλη βαθιά λίμνη με γλυκό νερό στην περιοχή της Μεγαλόπολης στην Πελοπόννησο στο Ανώτερο Πλειόκαινο-Πλειστόκαινο (Falniowski & Szarowska, 2011).

Το Πλειστόκαινο χαρακτηρίζεται από μια γενικότερη ανύψωση του Αιγαίου που έδωσε γένεση στη σημερινή του τοπογραφία, με πιο χαρακτηριστική ίσως τη δημιουργία πολύ ψηλών βουνών στην Κρήτη. Επιπλέον, οι παγετώδεις και μεσοπαγετώδεις περίοδοι έλαβαν χώρα αυτή την εποχή. Σύμφωνα με τον Lykousi (2009) κατά τις πρώτες παγετώδεις περιόδους (480-250 ka) 50-60% του σημερινού κυρίως βορείου και κεντρικού Αιγαίου ήταν χέρσος που καλυπτόταν από μεγάλες λίμνες, εκτεταμένα συστήματα απορροής και δέλτα ποταμών (Εικόνα 4f) (Neubauer et al., 2015; Fassoulas 2018). Αρκετές από αυτές τις λίμνες αποτέλεσαν καταφύγια για τους οργανισμούς που επιβίωναν σε αυτές κατά τις παγετώδεις περιόδους, αλλά και περιοχές εξέλιξης και ειδογένεσης λόγω της υψηλής τους απομόνωσης (Zogaris & Economidou, 2018). Μάλιστα, αρκετές από όσες σχηματίστηκαν κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο (20-19 ka) διατηρούνται ως σήμερα (Τριχωνίδα, Παμβώτιδα, Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα) και διαθέτουν μεγάλο αριθμό στενότοπων παλαιοενδημικών ειδών (Neubauer et al., 2015; Fassoulas 2018).



Σήμερα το Αιγαίο αποτελείται από πάνω από 7800 νησιά και νησίδες (Triantis & Mylonas, 2009), τα οποία είναι σχεδόν όλα στην ίδια θέση από το Τεταρτογενές (Roulakakis et al., 2015). Η επίδραση του ανθρώπου σε αυτά είναι έντονη και συνεχής τα τελευταία 8000 χρόνια (Triantis & Mylonas, 2009), γεγονός που υποδηλώνει ότι τα οικοσυστήματα έχουν επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό και ενδεχομένως να έχουν τροποποιηθεί τα πρότυπα κατανομής αρκετών οργανισμών (Roulakakis et al., 2015). Ομοίως, αντίστοιχη κατάσταση επικρατεί στην ηπειρωτική Ελλάδα με μια πληθώρα αποστραγγιστικών και αντιπλημμυρικών έργων να πραγματοποιούνται ήδη από τη Μυκηναϊκή περίοδο (1600-1180 π.Χ.) και ίσως ακόμα νωρίτερα (Mariolakos, 2018).



**Εικόνα 4.** Παλαιογεωγραφικές αναπαραστάσεις του ελληνικού χώρου. **a.** Κατώτερο Μειόκαινο (20 Ma); **b.** Κατώτερο-Μέσο Μειόκαινο (16 Ma); **c.** Μέσο Μειόκαινο (13-12 Ma); **d.** Ανώτερο Μειόκαινο (8 Ma); **e.** Ανώτερο Μειόκαινο (3,5 Ma). **f.** Ανώτερο Πλειστόκαινο (400.000 γ) (Fassoulas, 2018 based in various references).

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι:

1. ο εμπλουτισμός της γνώσης για τα Truncatelloidea της Ελλάδας μέσω της καταγραφής όλων των ειδών της υπεροικογένειας που αναφέρονται από τη χώρα μας και του εντοπισμού των ποικίλων ταξινομικών προβλημάτων,
2. μια προσέγγιση της κατανομής γενών και ειδών της υπεροικογένειας αυτής στηριζόμενοι σε βιβλιογραφικές αναφορές

Σε αυτό το σημείο πρέπει να αναφερθεί ότι όταν προτάθηκε το συγκεκριμένο θέμα μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας επιπλέον σκοπό αποτελούσε και η μελέτη ζωντανών δειγμάτων, τα οποία θα προέρχονταν από δειγματοληψίες, ώστε να εμπλουτιστεί η βιογεωγραφική ανάλυση πέραν της υπάρχουσας βιβλιογραφίας. Ωστόσο εξαιτίας των περιοριστικών μέτρων για τη διασπορά του COVID-19, οι δειγματοληψίες στο πεδίο ελαχιστοποιήθηκαν και τελικά ο τρίτος σκοπός τροποποιήθηκε ως εξής:

3. η μελέτη της συλλογής του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης για Γαστερόποδα εσωτερικών υδάτων από επιλεγμένα νησιά των Κυκλάδων, από τα οποία επίσης συλλέχθηκαν νεότερα δείγματα μέσω δειγματοληψιών στα πλαίσια του προγράμματος ΕΛΙΔΕΚ «Κατανοώντας το Ανθρωπόκαινο. Η περίπτωση των νησιών του Αιγαίου» για σύγκριση των μαλακοπανίδων αυτών των περιοχών σε διάστημα 40 χρόνων.

# ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Για την παρούσα εργασία έγινε ανάλυση επιστημονικών εργασιών στις οποίες υπήρχαν στοιχεία για τα υδρόβια Μαλάκια της Ελλάδας και των γειτονικών περιοχών. Οι εργασίες καλύπτουν δεδομένα από το 1832 μέχρι και τον Μάρτιο του 2022, αλλά δόθηκε έμφαση στις πιο πρόσφατες. Η πλειονότητα των εργασιών αφορούσε την Ελλάδα, όμως συμπεριλήφθηκαν και κάποιες από την ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου, ώστε αφενός για να έχουμε συνολική εικόνα της κατανομής των ειδών, και αφετέρου για υδατοσυλλογές που βρίσκονται ανάμεσα σε 2 χώρες, να εκτιμηθεί η παρουσία ή μη κάποιου είδους στην Ελλάδα, π.χ. λίμνη Δοϊράνη.

Η ανάλυση των εργασιών έγινε σε βάση δεδομένων (Microsoft Access 2016) που ήδη υπήρχε στην εφορία Ασπονδύλων, και η οποία τροποποιήθηκε ώστε να ανταπεξέρχεται καλύτερα στις ιδιαίτερες ανάγκες των υδρόβιων Μαλακίων και την παρούσα μελέτη. Έτσι, δημιουργήθηκαν και συμπληρώνονταν πεδία που αφορούν την ταξινόμηση, την περιοχή και το οικοσύστημα συλλογής, το καθεστώς προστασίας εφόσον το ταχον αναφέρεται στην κόκκινη λίστα της IUCN αλλά και πληροφορίες για τη βιβλιογραφική πηγή (**Εικόνα 5**). Επομένως, από κάθε εργασία καταγραφόταν το όνομα του είδους όπως αναφερόταν στην εργασία, η ακριβής περιοχή συλλογής με όσο το δυνατόν μεγαλύτερη ακρίβεια και, όπου υπήρχαν, το στίγμα ή/και οικολογικά δεδομένα ή άλλα στοιχεία που προαναφέρθηκαν.

Family	Species Name	Geographic Location	Collection Details
Truncatelloidea	<i>Hythysella cretensis</i>	Gotyros river	Schneet, H., 1980. Zur Kenntnis griechischer Streams
Truncatelloidea	<i>Pseudamnicola exilis</i>	Skala 7 km SWI	Gloer, P., Porfyris, A., 2020. New species of
Truncatelloidea	<i>Hythysella cretensis</i>	Agios Ioannis	Schneet, H., 1980. Zur Kenntnis griechischer Streams
Truncatelloidea	<i>Hythysella cretensis</i>	Agios Ioannis	Schneet, H., 1980. Zur Kenntnis griechischer Streams
Truncatelloidea	<i>Hythysella sp.</i>	Amnisofara	Legakis, A., 1990. Ευρωπαϊκό πρόγραμμα
Truncatelloidea	<i>Hythysella sp.</i>	Amisoches	Georgopoulos, E., Gloer, P., Simiakis
Truncatelloidea	<i>Pseudamnicola sp.</i>	Amisoches	Georgopoulos, E., Gloer, P., Simiakis
Truncatelloidea	<i>Hythysella sp.</i>	Amisoches	Georgopoulos, E., Gloer, P., Simiakis
Truncatelloidea	<i>Daphnia iouisi</i>	Horatia hadel	Bani, R.A., 1988. Die Molluskenfauna der
Truncatelloidea	<i>Hythysella kassensis</i>	Amisoches	Bani, R.A., 1988. Die Molluskenfauna der
Truncatelloidea	<i>Pseudamnicola pisperi</i>	Aperí	Schneet, H., 1980. Zur Kenntnis griechischer Streams
Truncatelloidea	<i>Pseudamnicola negropontica</i>	Aperí	Kadja, C., Farnakidis, A., Papadogiannis, V.
Truncatelloidea	<i>Pseudamnicola macrostoma</i>	Apoikia	Schneet, H., 1980. Zur Kenntnis griechischer Streams
Truncatelloidea	<i>Pseudamnicola macrostoma</i>	Apoikia	Georgopoulos, E., Gloer, P., Simiakis

Εικόνα 5. Στιγμιότυπο οθόνης όπου φαίνονται ορισμένα από τα πεδία που συμπληρώνονταν κατά την ανάλυση των επιστημονικών εργασιών.

Οι χάρτες κατανομής των ειδών και γενών δημιουργήθηκαν, στηριζόμενοι στα δεδομένα της βάσης δεδομένων που κατασκευάστηκε, στο ArcMap 10.7.1. Οι χάρτες αυτοί μάλιστα συσχετίστηκαν με το Δίκτυο Προστατευόμενων Περιοχών NATURA 2000 ώστε να γίνει αντιληπτό κατά πόσο τα είδη Truncatelloidea της Ελλάδας εμπίπτουν ή όχι σε αυτές. Η άντληση των συγκεκριμένων δεδομένων έγινε από τη διαδικτυακή ιστοσελίδα του Ευρωπαϊκού Οργανισμού Περιβάλλοντος: <https://www.eea.europa.eu>.

Για την βιογεωγραφική ανάλυση τα είδη και τα γένη ομαδοποιήθηκαν ανά υδρολογική λεκάνη. Τα δεδομένα για τις 46 υδρολογικές λεκάνες της Ελλάδας (**Πίνακας 1**) αντλήθηκαν από την ιστοσελίδα: <http://geodata.gov.gr/>.

Ακολούθως κατασκευάστηκαν δενδρογράμματα για τη σύγκριση πανίδων των λεκανών όσον αφορά τα Truncatelloidea με το πρόγραμμα PAST 4.10., πραγματοποιώντας την ανάλυση UPGMA με εφαρμογή του δείκτη Simpson και του δείκτη Kulczynski. Η επιλογή αυτών των δύο δεικτών έγινε καθώς και οι δύο χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την ομοιότητα δύο περιοχών όσον αφορά την ποικιλότητά τους. Ο δείκτης Kulczynski εστιάζει περισσότερο στις ομοιότητες μεταξύ των περιοχών που συγκρίνονται, δηλαδή στα κοινά τους είδη, ενώ ο δείκτης Simpson λαμβάνει επιπλέον υπόψη τη σχετική αφθονία των ειδών, καθιστώντας τον καλύτερο όταν στις συγκρινόμενες περιοχές υπάρχουν «σπάνια» είδη (Magurran & McGill, 2011). Οι σχεδιασμοί επί των δενδρογραμμάτων πραγματοποιήθηκαν στο πρόγραμμα CoreIDRAW 2021.

Επιπλέον, εφόσον καταγραφόταν και το οικοσύστημα από όπου συλλέχθηκαν τα διάφορα είδη πραγματοποιήθηκε και μια ομαδοποίηση ως προς αυτή τη συνιστώσα. Οι τύποι που αναγνωρίστηκαν τελικά είναι λίμνες, ποτάμια, πηγές, ρέματα, σπήλαια και υφάλμυρα, ενώ όταν αναφέρονταν από πάνω από δύο διαφορετικούς τύπους χαρακτηρίζονταν ως «συνδυασμός».

Πίνακας 1. Οι 46 υδρολογικές λεκάνες της Ελλάδας. Πηγή: <http://geodata.gov.gr/>

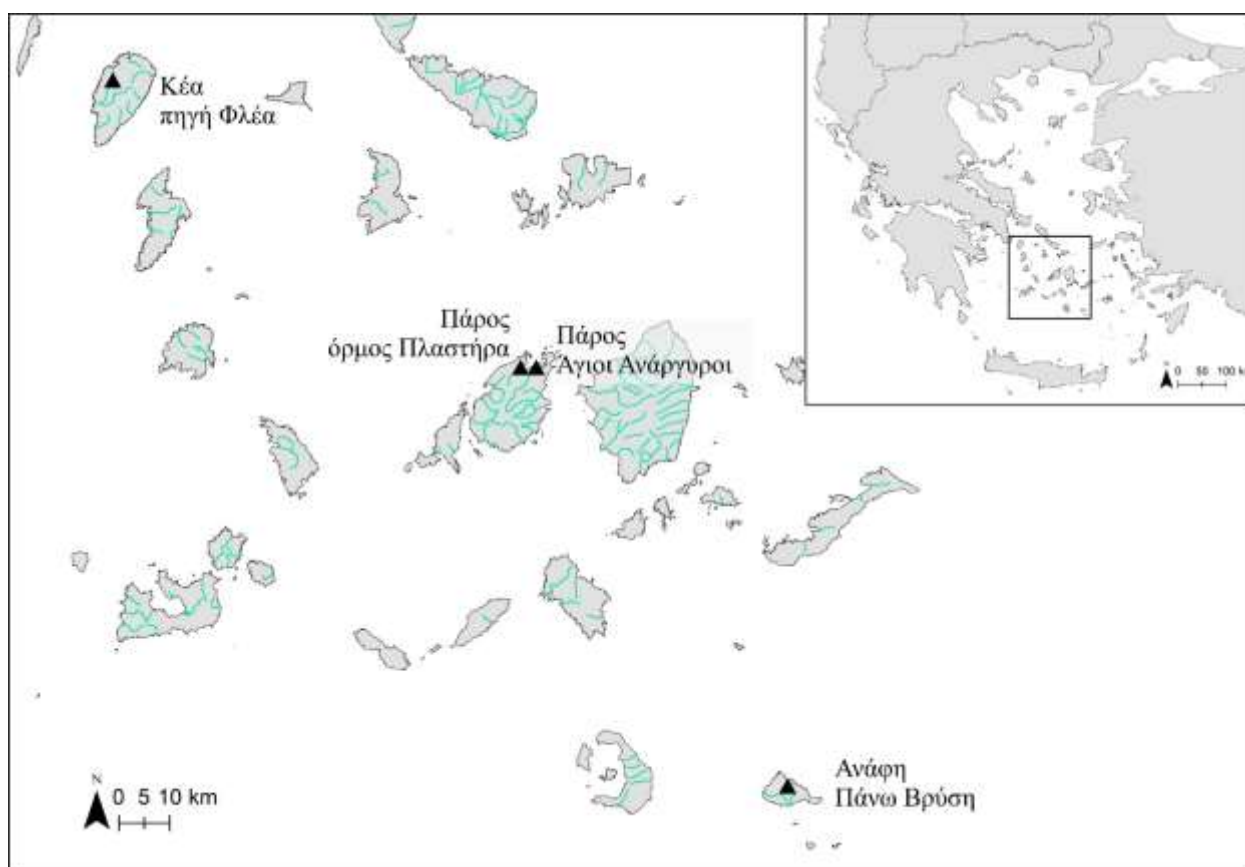
Υδρολογική Λεκάνη	EU_code	Έκταση (km <sup>2</sup> )
Μικρή & Μεγάλη Πρέσπα	GR01	1.171,44
Αλιάκμονας	GR02	12.409,74
Αξιός	GR03	3.327,61
Γαλλικός	GR04	1.051,28
Χαλκιδική	GR05	5.546,27
Στρυμόνας	GR06	7.320,75
Νέστος	GR07	2.975,52
Ρέματα Ξάνθης-Ξηροποτάμου	GR08	1.663,59
Ρέματα Κομοτηνής-Λουτρού Έβρου	GR09	1.958,44
Έβρος	GR10	4.080,91
Αώος	GR11	2.105,59
Καλαμάς	GR12	2.249,84
Αχέροντας & Λούρος	GR13	2.256,05
Άραχθος	GR14	2.737,71
Αχελώος	GR15	7.530,69
Πηνειός	GR16	11.062,2
Ρέματα Αλμυρού-Πηλίου	GR17	2.078,87
Σπερχειός	GR18	2.317,68
Εύβοια	GR19	3.686,72
Εύηνος	GR20	1.163,63
Μόρνος	GR21	1.437,73
ΒΑ Ακτή Καλλιδρομίου	GR22	919,96
Βοιωτικός Κηφισός	GR23	2.720,04
Άμφισσα	GR24	784,62
Ασωπός	GR25	1.362,32
Αττική	GR26	3.186,18

Υδρολογική Λεκάνη	EU_code	Έκταση (km <sup>2</sup> )
Ρέματα Β Ακτής Πελοποννήσου	GR27	3.684,59
Πείρος – Βέργα - Πηνειός	GR28	2.423,43
Αλφειός	GR29	3.809,94
Οροπέδιο Τρίπολης	GR30	907,37
Ρέματα Αργολικού κόλπου	GR31	5.296,05
Πάμισος - Νέδοντας - Νέδα	GR32	2.239,07
Ευρώτας	GR33	3.424,93
Κέρκυρα-Παξοί	GR34	631,47
Σποράδες	GR35	499,05
Ανατολικό Αιγαίο	GR36	3.836,44
Κυκλάδες	GR37	2.590,23
Δωδεκάνησα	GR38	2.715,24
Ρέματα Βόρειας Κρήτης	GR39	3.676,06
Ρέματα Νότιας Κρήτης	GR40	2.798,2
Ρέματα Ανατολικής Κρήτης	GR41	1.870,28
Θάσος - Σαμοθράκη	GR42	564,32
Άθως	GR43	239,54
Λευκάδα	GR44	364,83
Κεφαλονιά – Ιθάκη - Ζάκυνθος	GR45	1.288,53
Ελληνική πλευρά Πρεσπών	GR46	38,5

## ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΙ ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ

Στα τέλη της δεκαετίας του '70 ο ομότιμος καθηγητής Μωυσής Μυλωνάς στα πλαίσια της διδακτορικής του διατριβής πραγματοποίησε δειγματοληψίες στις Κυκλάδες συλλέγοντας χερσαία Γαστερόποδα αλλά και Γαστερόποδα εσωτερικών υδάτων, τα οποία σήμερα διατηρούνται στη συλλογή του Μουσείου Φυσικής Ιστορίας Κρήτης. Τα δείγματα των υδρόβιων Γαστερόποδων προσδιορίστηκαν από τον Hartwig Schütt το 1980.

Την περίοδο αυτή πραγματοποιούνται στα πλαίσια του προγράμματος ΕΛΙΔΕΚ «Κατανοώντας το Ανθρωπόκαινο. Η περίπτωση των νησιών του Αιγαίου» δειγματοληψίες σε κάποια από αυτά τα νησιά των Κυκλάδων και στους ίδιους σταθμούς με σκοπό να διερευνηθούν τυχόν αλλαγές στην πανιδική σύστασή τους. Εκτός από χερσαία συλλέγονται και πάλι και υδρόβια Γαστερόποδα εσωτερικών υδάτων. Για την παρούσα διπλωματική επικεντρωθήκαμε στα νησιά Κέα, Ανάφη και Πάρο. Αναλυτικά οι θέσεις δειγματοληψίας απεικονίζονται στον **Χάρτη 1**.



**Χάρτης 1.** Σταθμοί δειγματοληψίας.

Τα δείγματα από την Ανάφη συλλέχθηκαν από την περιοχή Πάνω Βρύση από ένα σύστημα δεξαμενών και τα ρέοντα ύδατα που τις συνδέει. Στην Κέα άτομα υδρόβιων γαστερόποδων εντοπίστηκαν στην Πηγή Φλέα, καθώς και στο ρυάκι που πηγάζει από αυτή. Τέλος, στην Πάρο πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε δύο σταθμούς. Ο ένας ήταν στην εκβολή ενός ρέματος στην ακτή των Αγίων Αναργύρων, ανατολικά της Νάουσας, ενώ ο δεύτερος στο εκβολικό σύστημα του Όρμου Πλαστήρα.

Τα υδρόβια Γαστερόποδα συλλέχθηκαν με το χέρι ή με σουρωτήρι από βράχια, πέτρες, λεπτόκοκκο υπόστρωμα, βρύα, φυτά και πεσμένα φύλλα σε κάθε σταθμό. Τα δείγματα τοποθετήθηκαν σε 96% αιθυλική αλκοόλη.

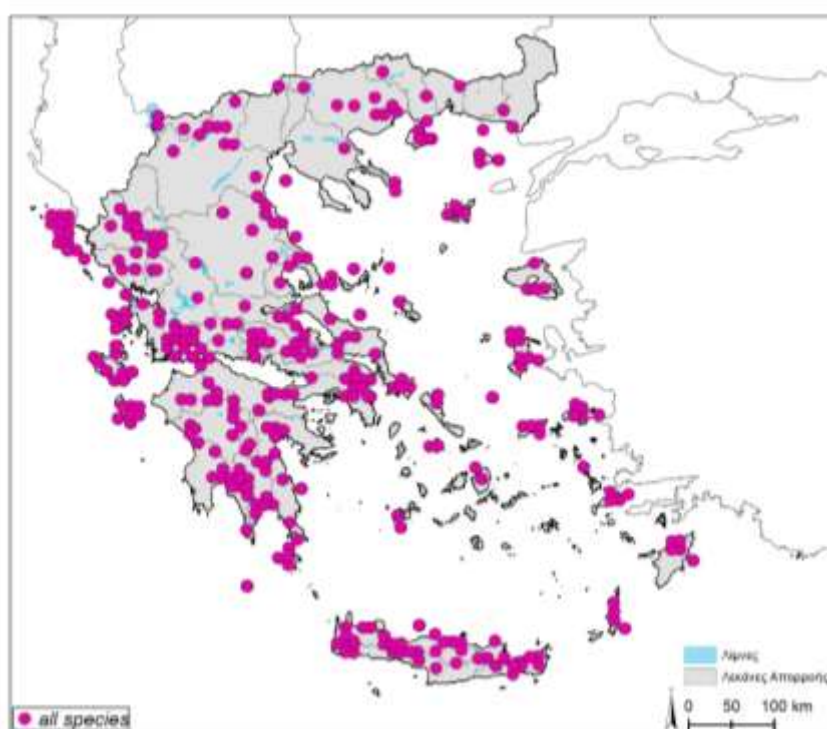
Στο εργαστήριο ακολούθησε μακροσκοπική παρατήρηση των δειγμάτων και διαλογή των υδρόβιων Γαστερόποδων από τυχόν άλλα ασπόνδυλα. Για τον προσδιορισμό των δειγμάτων, έγινε μια πρώτη εκτίμηση των γενών που είχαν συλλεχθεί από κάθε θέση, στηριζόμενοι στη μορφολογία του κελύφους και στο σχήμα και το χρωματισμό του πώματος (operculum), ενώ για την περαιτέρω διάκριση των ειδών πραγματοποιήθηκαν και ανατομές στο μαλακό σώμα ικανοποιητικού αριθμού αρσενικών και θηλυκών ατόμων από κάθε σταθμό, με ιδιαίτερη έμφαση στο αναπαραγωγικό σύστημα. Όλες οι παραπάνω διαδικασίες πραγματοποιήθηκαν σε στερεοσκόπιο ZEISS Stemi 508. Πριν την ανατομή, το κέλυφος κάθε ατόμου που επρόκειτο να υποστεί ανατομή φωτογραφήθηκε με κάμερα PROGRES GRYPHAX, η οποία βρίσκεται προσαρτημένη στο στερεοσκόπιο.



# ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

## ΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΕΝΔΗΜΙΣΜΟΣ

Συνολικά μελετήθηκαν και αποδελτιώθηκαν 305 επιστημονικές εργασίες Ελλήνων και ξένων συγγραφέων και ως αποτέλεσμα δημιουργήθηκε μία βάση δεδομένων με 5323 καταγραφές υδρόβιων Μαλακίων από τη Μεσόγειο, με 1620 από αυτές να αφορούν Truncatelloidea της Ελλάδας και των κοντινών περιοχών.



Χάρτης 2. Συνολικές καταγραφές Truncatelloidea από όλη την Ελλάδα.

Ένα σημαντικό πρόβλημα, ιδίως για τις παλαιότερες εργασίες, αφορούσε η ταξινόμηση των taxa, καθώς πολλές φορές είχε τροποποιηθεί, ίσως και περισσότερες από μία φορές. Για να αντιμετωπιστεί αυτό η ταξινόμηση επικαιροποιήθηκε όταν ήταν δυνατό βασιζόμενοι στην τρέχουσα συστηματική όπως προκύπτει από τις πιο σύγχρονες εργασίες και από τη διαδικτυακή βάση MolluscaBase (<https://www.molluscabase.org>). Δυστυχώς ορισμένες φορές η επικαιροποίηση δεν ήταν εφικτή με αποτέλεσμα να χαρακτηριστούν ορισμένα taxa ως ταξινομικά προβλήματα.

Όπως προκύπτει, από τις 305 εργασίες που αναλύθηκαν, στην Ελλάδα αναφέρονται 191 είδη συνολικά. Όμως 27 από αυτά είναι απροσδιόριστα, δηλαδή αναφέρονται ως π.χ. *Bythinella* sp. και επιπλέον υπάρχουν 16 ονόματα ειδών, κυρίως στην παλιά βιβλιογραφία, τα οποία

δεν καταφέραν να αντιστοιχηθούν με κάποιο είδος της Ελλάδας ή της ευρύτερης περιοχής των Βαλκανίων ή της Μεσογείου (**Σχήμα 1 & Παράρτημα**). Μετά την αφαίρεση αυτών των 43 ονομάτων, στην Ελλάδα εξαπλώνονται 149 είδη τα οποία ανήκουν σε 7 οικογένειες και 36 γένη (**Σχήμα 2 και Παράρτημα**) για τα οποία πραγματοποιήθηκαν και οι περαιτέρω αναλύσεις.

Όπως είδαμε, από τις 31 οικογένειες των Truncatelloidea, στην Ελλάδα συναντώνται οι 7 (**Σχήμα 2**), δηλαδή περίπου το  $\frac{1}{4}$  των οικογενειών. Στην οικογένεια Hydrobiidae ανήκουν 27 γένη (75%), ενώ όλες οι υπόλοιπες αντιπροσωπεύονται με 1 έως 3 γένη. Βέβαια, πρέπει να αναφερθεί ότι η μία από τις οικογένειες (Tateidae) εκπροσωπείται μόνο από το εισβλητικό είδος *Potamopyrgus antipodarum*.

Από τα 36 γένη, τα 11 είναι ενδημικά της Ελλάδας (**Πίνακας 2**). Αυτό το ποσοστό ενδημισμού, 30,6%, είναι από τα υψηλότερα που έχουν καταγραφεί για ζωική, μη θαλάσσια ομάδα στην Ελλάδα. Τα 10 από αυτά ανήκουν στην οικογένεια Hydrobiidae, ενώ το γένος *Clameia* ανήκει στα Moitessieriidae (**Σχήμα 2**). Αξίζει να αναφερθεί, ότι 7 μη ενδημικά γένη αντιπροσωπεύονται στην Ελλάδα μόνο από ενδημικά είδη. Πέντε από αυτά μόνο με ένα ενδημικό είδος, ενώ τα γένη *Iglica* και *Paladilhropsis* με 6 και 4 ενδημικά είδη αντιστοίχως (**Σχήμα 3**). Επιπλέον, πρέπει να τονιστεί ότι τα μισά γένη (18) αντιπροσωπεύονται μόνο από ένα είδος στην Ελλάδα.

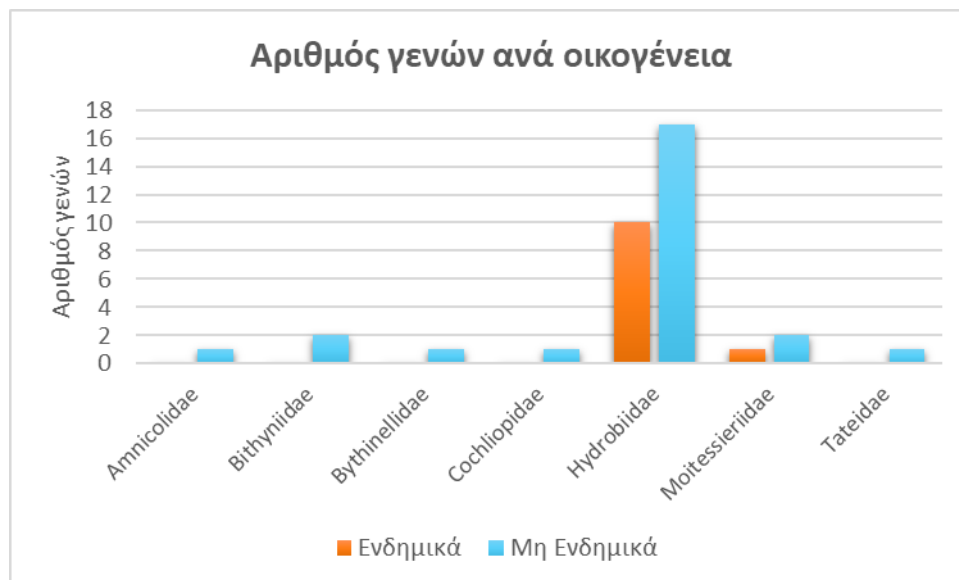
**Πίνακας 2.** Τα 11 ενδημικά γένη της Ελλάδας.

Ενδημικά γένη της Ελλάδας	
<i>Achaiohydrobia</i>	<i>Isimerope</i>
<i>Daphniola</i>	<i>Lerniana</i>
<i>Dianella</i>	<i>Myrtoessa</i>
<i>Graecoarganiella</i>	<i>Pseudoislamia</i>
<i>Graecorientalia</i>	<i>Trichonia</i>
<i>Clameia</i>	

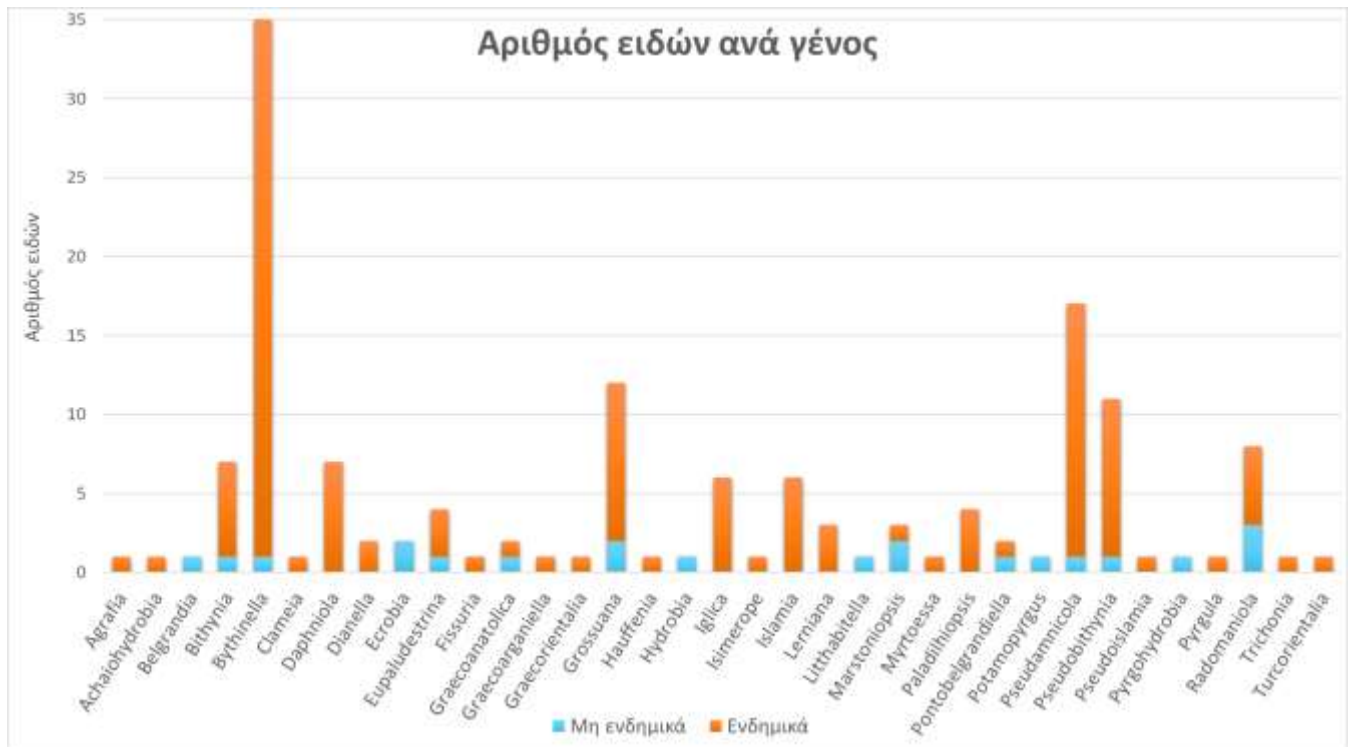
Όσον αφορά τα είδη, τα 129 από τα 149 είναι ενδημικά, με αποτέλεσμα το ποσοστό ενδημισμού να ισούται με 86,6%, το οποίο είναι το υψηλότερο για ζωική ομάδα στην Ελλάδα. Μάλιστα η πλειονότητα των ενδημικών ειδών είναι στενότοπα, δηλαδή αναφέρονται μόνο από μία ή ελάχιστες περιοχές, γεγονός που υποδηλώνει τη σημαντικότητα της συγκεκριμένης ομάδας. Από τα υπόλοιπα 20 είδη, τα 13 εξαπλώνονται στα Βαλκάνια, 5 είναι μεσογειακά, 1 πανευρωπαϊκό (*Pseudamnicola macrostoma*) κι ένα εισβλητικό, ιθαγενές της Νέας Ζηλανδίας (*Potamopyrgus antipodarum*). Τα περισσότερα είδη ανήκουν στα μη ενδημικά γένη *Bythinella* (35 είδη), *Pseudamnicola* (17 είδη), *Grossuana* (12 είδη) και *Pseudobithynia* (11 είδη) (**Σχήμα 3**).



**Σχήμα 1.** Είδη που καταγράφηκαν από την βιβλιογραφία στην Ελλάδα ανά κατηγορία ταξινόμησης.

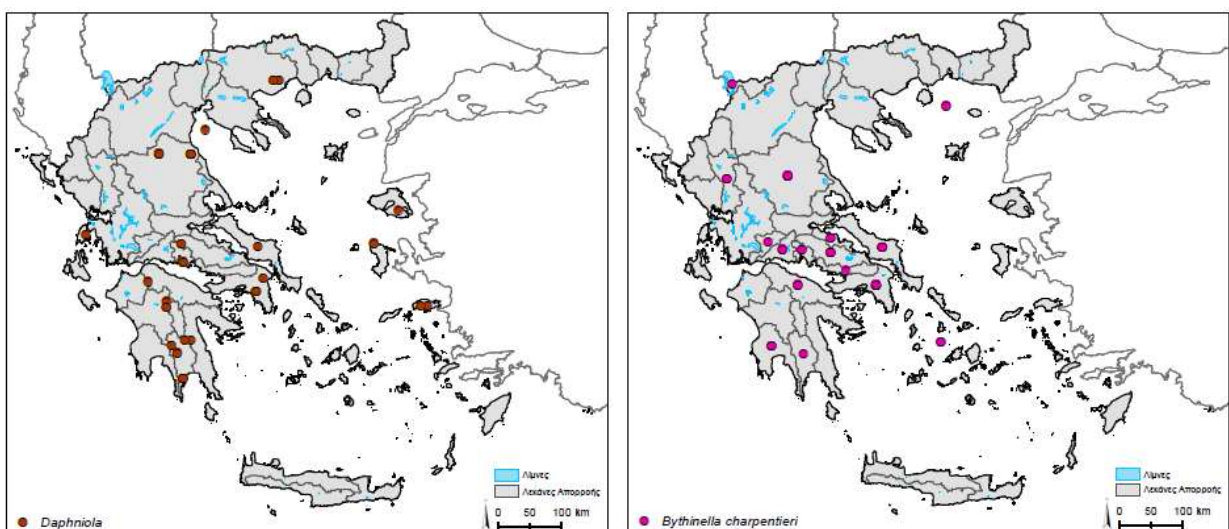


**Σχήμα 2.** Αριθμός ενδημικών και μη ενδημικών γενών που εξαπλώνονται στην Ελλάδα ανά οικογένεια.

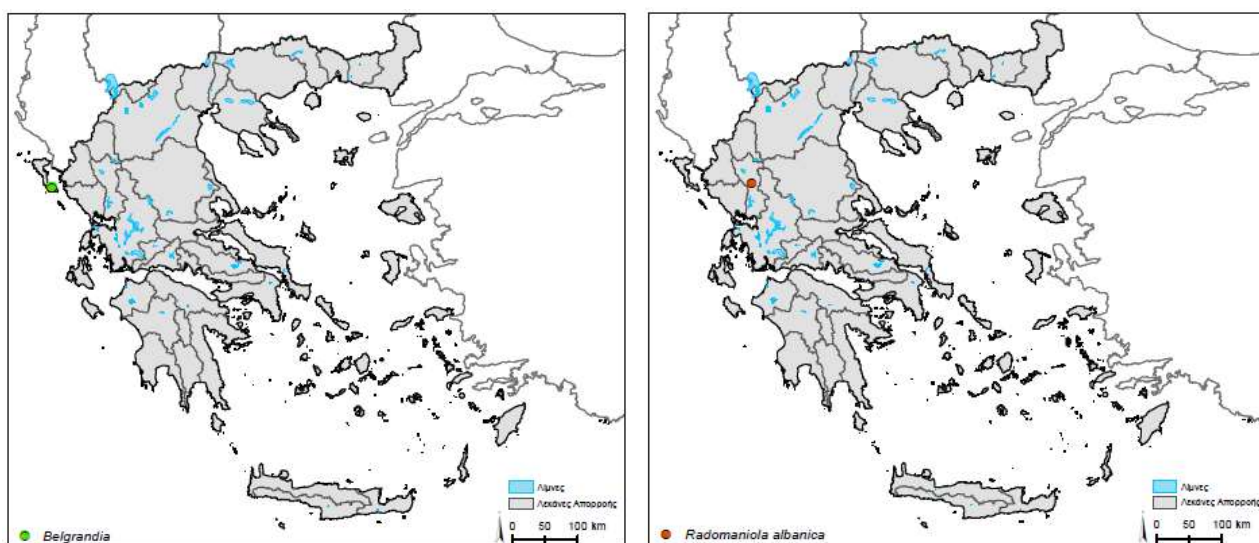


Σχήμα 3. Αριθμός ενδημικών και μη ενδημικών ειδών που εξαπλώνονται στην Ελλάδα ανά γένος.

Η πλειοψηφία γενών και ειδών παρουσιάζουν σημειακές ή περιορισμένες κατανομές (βλ. Παράρτημα). Αυτό δεν φαίνεται να σχετίζεται κατ' ανάγκη με τον ενδημισμό, καθώς βλέπουμε ενδημικά γένη και είδη (π.χ. *Daphniola*, *Bythinella charpentieri*) να εξαπλώνονται σε όλη σχεδόν την Ελλάδα (Χάρτης 3), αλλά και μη ενδημικά γένη και είδη να περιορίζονται σε ελάχιστες περιοχές (Χάρτης 4), όπως π.χ. το βαλκανικό γένος *Belgrandia* που αναφέρεται μόνο από τη νότια Κέρκυρα, ενώ το εξίσου βαλκανικό είδος *Radomaniola albanica* μόνο από τη λίμνη Παμβώτιδα.



Χάρτης 3. Εξάπλωση του ενδημικού γένους *Daphniola* (αριστερά) και του ενδημικού είδους *Bythinella charpentieri* (δεξιά) στην Ελλάδα.



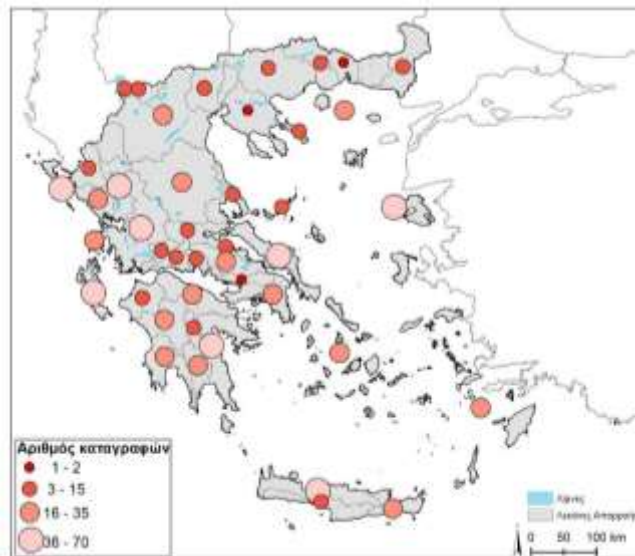
**Χάρτης 4.** Εξάπλωση του μη ενδημικού γένους *Belgrandia* (αριστερά) και του μη ενδημικού είδους *Radomaniola albanica* (δεξιά) στην Ελλάδα.

Όπως προέκυψε από τις αναλύσεις μας, καλύτερα μελετημένες περιοχές είναι η Πελοπόννησος, η Στερεά Ελλάδα, η Κρήτη, τα νησιά του Ιονίου και τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου (**Χάρτης 2**). Επιπλέον, πολλές αναφορές προέρχονται από τη λίμνη Τριχωνίδα και τη λίμνη Παμβώτιδα. Αντίθετα, περιοχές όπως οι Κυκλάδες, αλλά και η κεντρική και βόρεια Ελλάδα εκπροσωπούνται ελάχιστα σε εργασίες.

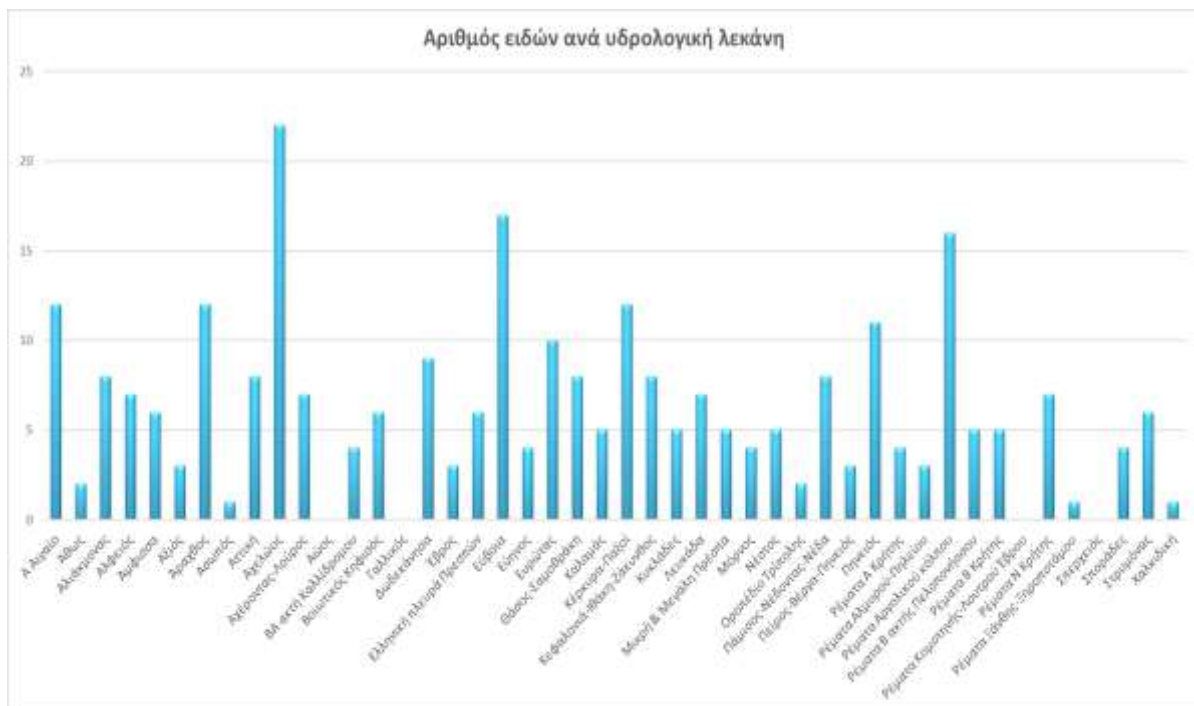
**Πίνακας 3.** Αριθμός ειδών Truncatelloidea που αναφέρονται από κάθε μελετημένη λίμνη της Ελλάδας. Με έντονη γραφή οι αρχαίες ολιγοτροφικές λίμνες της Ελλάδας.

Λίμνη	Αριθμός ειδών	Έκταση (στρέμματα)
<b>Τριχωνίδα</b>	<b>8</b>	96.519
Βεγορίτιδα	3	53.968
Κερκίνη	1	46.089
<b>Μικρή Πρέσπα (GR)</b>	<b>5</b>	42.900
<b>Μεγάλη Πρέσπα (GR)</b>	<b>5</b>	38.600
Καστοριάς	1	28.850
Υλίκη	1	19.585
<b>Παμβώτιδα</b>	<b>10</b>	19.244
Δοϊράνη (GR)	3	15.800
Αμβρακία	4	14.534
Λυσιμαχία	3	13.048
Πετρών	1	12.361
Μαραθώνα	2	2.982
Καϊάφα	1	1.680
Τάκα	1	800
Κουρνά	1	562

Όπως αναφέρθηκε πρωτίτερα, για την βιογεωγραφική ανάλυση πραγματοποιήθηκε ομαδοποίηση ειδών και γενών ανά υδρολογική λεκάνη. Τα περισσότερα είδη αναφέρονται από τις υδρολογικές λεκάνες του Αχελώου (22), την Εύβοια (17) και τον κόλπο του Αργολικού (16), ενώ επίσης πάνω από 10 είδη αναφέρονται από τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου (12), την Κέρκυρα & τους Παξούς (12) και τις λεκάνες απορροής του Άραχθου (12) και του Πηνειού (11). Μόνο ένα είδος αναφέρεται από τις υδρολογικές λεκάνες του Ασωπού, των ρεμάτων Ξάνθης-Ξηροπόταμου, και της Χαλκιδικής. Τέλος, πρέπει να τονιστεί ότι δεν αναφέρεται κανένα είδος από 4 υδρολογικές λεκάνες - του Αώου, του Γαλλικού, του Σπερχειού και των ρεμάτων Κομοτηνής-Λουτρού Έβρου (Σχήμα 4, χάρτης 5).

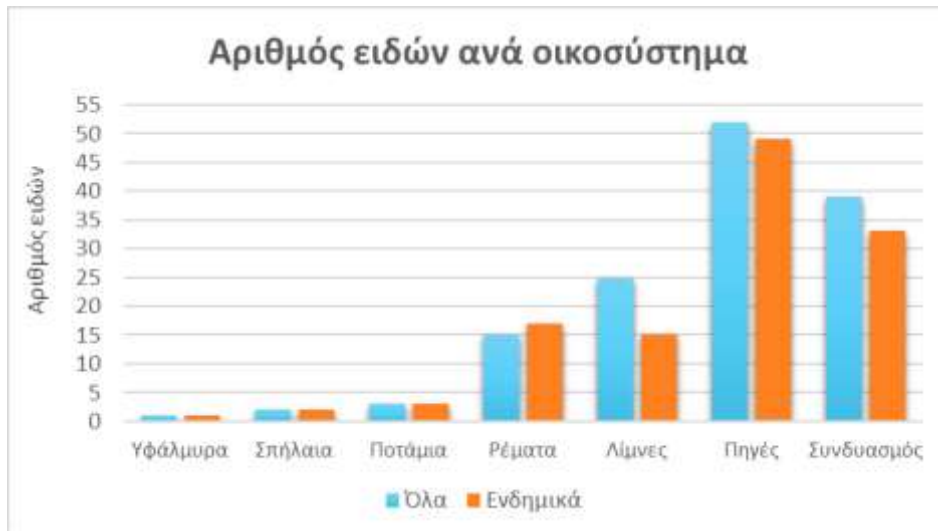


Χάρτης 5. Πλήθος βιβλιογραφικών αναφορών ανά υδρολογική λεκάνη της Ελλάδας.



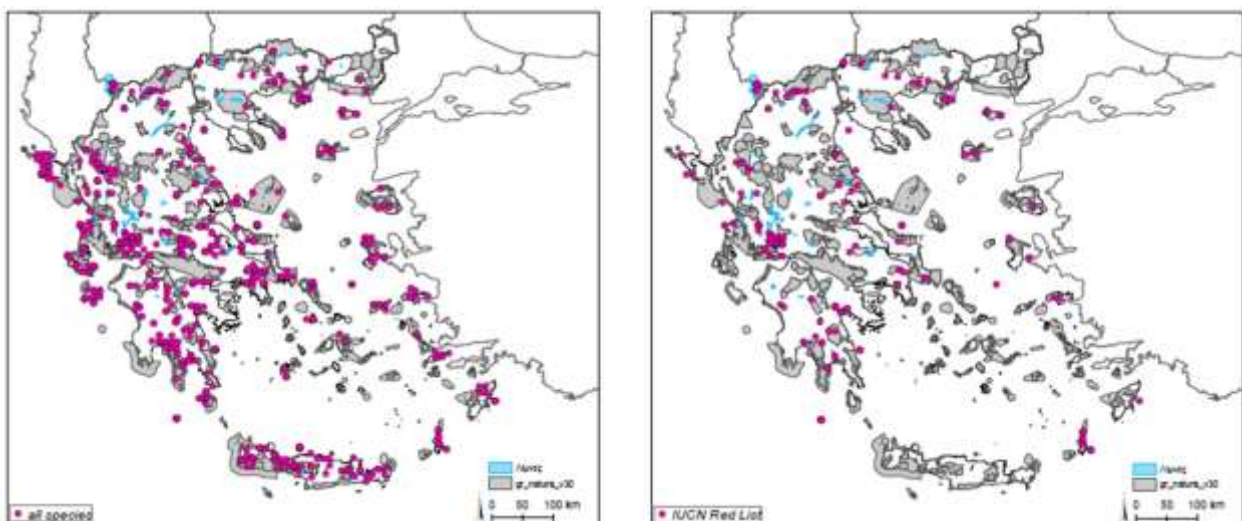
Σχήμα 4. Αριθμός ειδών ανά υδρολογική λεκάνη της Ελλάδας.

Όπως φαίνεται στο **Σχήμα 5** τα Truncatelloidea της Ελλάδας διαβιούν σε όλους τους τύπους εσωτερικών υδάτων. Τα περισσότερα εντοπίζονται σε πηγές (37%) και λίμνες (18%) όταν αναλύουμε όλα τα είδη, ενώ τα ενδημικά είδη εξαπλώνονται κυρίως σε πηγές (41%) και ρέματα (14%). Επιπροσθέτως, η εξάπλωση σε 2 τουλάχιστον διαφορετικά οικοσυστήματα (συνδυασμός) κατέχει υψηλή θέση και στις δύο αναλύσεις.



**Σχήμα 5.** Αριθμός όλων των ελληνικών ειδών και ενδημικών ειδών ανά οικοσύστημα που διαβιούν.

Σύμφωνα με την Κόκκινη Λίστα της IUCN μόλις 76 από τα 149 είδη Truncatelloidea είναι αξιολογημένα ως προς το καθεστώς διατήρησής τους και τα μισά κατατάσσονται σε μία από τις 3 κατηγορίες κινδύνου (Κρισίμως Κινδυνεύοντα, Κινδυνεύοντα ή Τρωτά). Ωστόσο, μόνο ελάχιστων ειδών η κατανομή εμπίπτει με κάποια από τις περιοχές του Δικτύου NATURA 2000, γεγονός που ισχύει ως ένα βαθμό ακόμα και για τα μη αξιολογημένα από την IUCN είδη Truncatelloidea (**Χάρτης 6**).



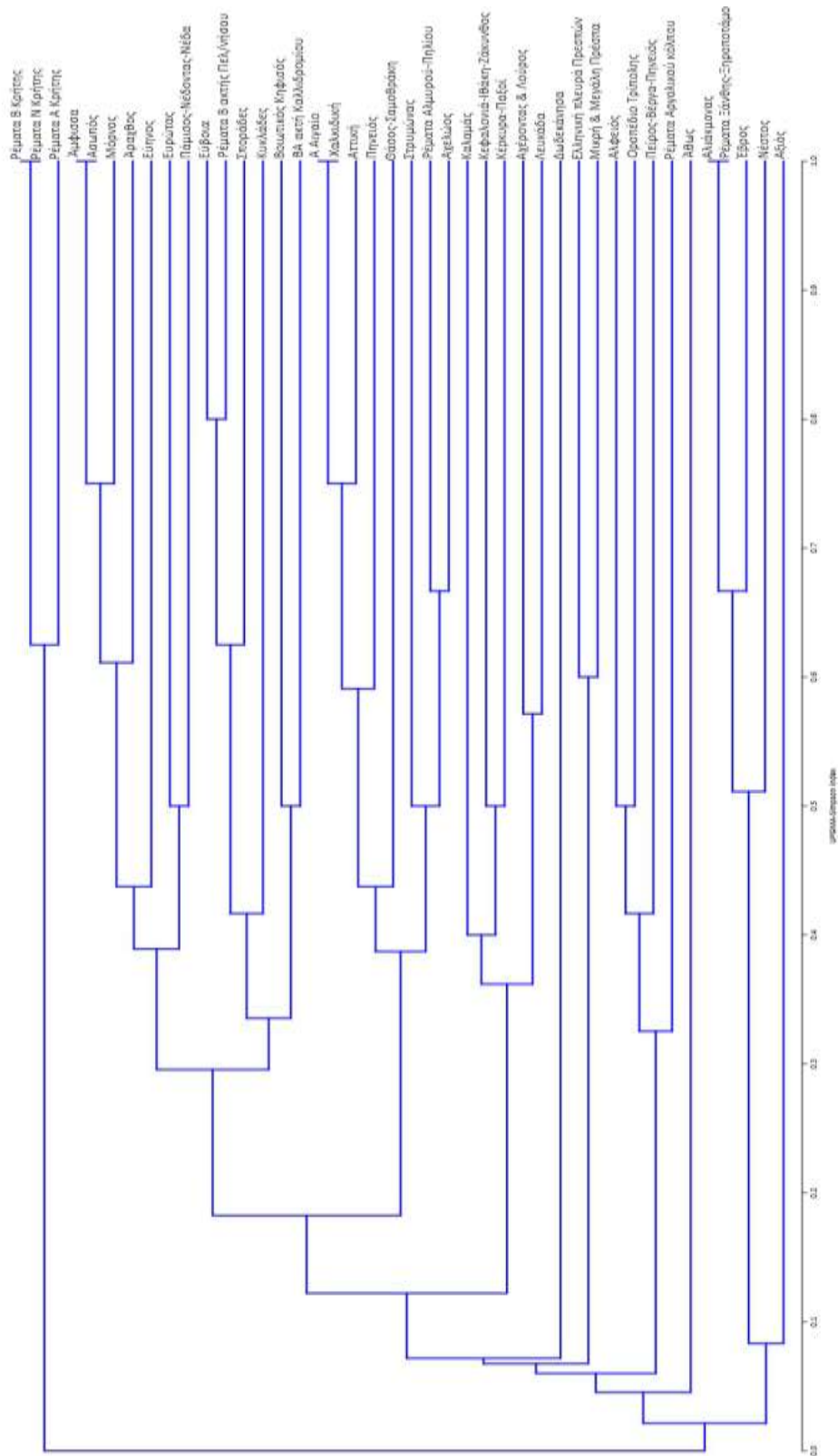
**Χάρτης 6.** Κατανομή όλων των ειδών Truncatelloidea (αριστερά) και μόνο των κινδυνευόντων ειδών σύμφωνα με την Κόκκινη Λίστα της IUCN (δεξιά) με βάση τις περιοχές NATURA 2000.

Τέλος, έγινε μια προσπάθεια σύγκρισης της σύστασης πανίδων των 42 από τις 46 υδρολογικές λεκάνες της Ελλάδας (αφαιρέθηκαν οι 4 από τις οποίες δεν αναφέρονταν κανένα είδος) (**Σχήμα 4**) χρησιμοποιώντας τους δύο διαφορετικούς δείκτες ομοιότητας. Τα αποτελέσματα απεικονίζονται στο **Σχήμα 7** και στο **Σχήμα 8**. Η ομαδοποίηση είναι σε χαμηλό ποσοστό ομοιότητας και με τους δύο δείκτες. Ωστόσο, και με τους 2 δείκτες έχουμε ομαδοποίηση

- των τριών λεκανών της Κρήτης,
- των νήσων του Ιονίου με τη δυτική Ελλάδα και
- των δύο λεκανών των Πρεσπών.







Σχήμα 8. Δενδρόγραμμα UPGMA με χρήση του δείκτη Simpson.

## ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΑΝΙΔΑΣ

Από τη μελέτη των δειγμάτων από τα νησιά Κέα, Ανάφη και Πάρο προκύπτει ο ακόλουθος πίνακας που αφορά τη σύσταση των σταθμών συλλογής σε Γαστερόποδα εσωτερικών υδάτων:

**Πίνακας 4.** Σύσταση υδρόβιων γαστερόποδων των σταθμών δειγματοληψίας όπως προκύπτει από τη συλλογή του ΜΦΙΚ και από τις δειγματοληψίες. Με έντονη γραφή τα Truncatelloidea. <sup>1</sup>Όρμος Πλαστήρα <sup>2</sup>Ακτή Αγίων Αναργύρων

<b>Κέα</b> (Συλλογή ΜΦΙΚ)	<b>Κέα</b> (Σήμερα)	<b>Ανάφη</b> (Συλλογή ΜΦΙΚ)	<b>Ανάφη</b> (Σήμερα)
<i>Pseudamnicola macrostoma</i>	<i>Pseudamnicola macrostoma</i>	<i>Pseudamnicola macrostoma</i>	<i>Pseudamnicola</i> sp.
<i>Physella acuta</i>	Physidae sp.	<i>Melanopsis praemorsa</i>	<i>Melanopsis praemorsa</i>
Lymnaeidae sp.	Lymnaeidae sp.		
<b>Πάρος<sup>1</sup></b> (Συλλογή ΜΦΙΚ)	<b>Πάρος<sup>1</sup></b> (Σήμερα)	<b>Πάρος<sup>2</sup></b> (Συλλογή ΜΦΙΚ)	<b>Πάρος<sup>2</sup></b> (Σήμερα)
<i>Melanopsis praemorsa</i>	<i>Ecrobia maritima</i>	<i>Melanopsis praemorsa</i>	<i>Ecrobia maritima</i>

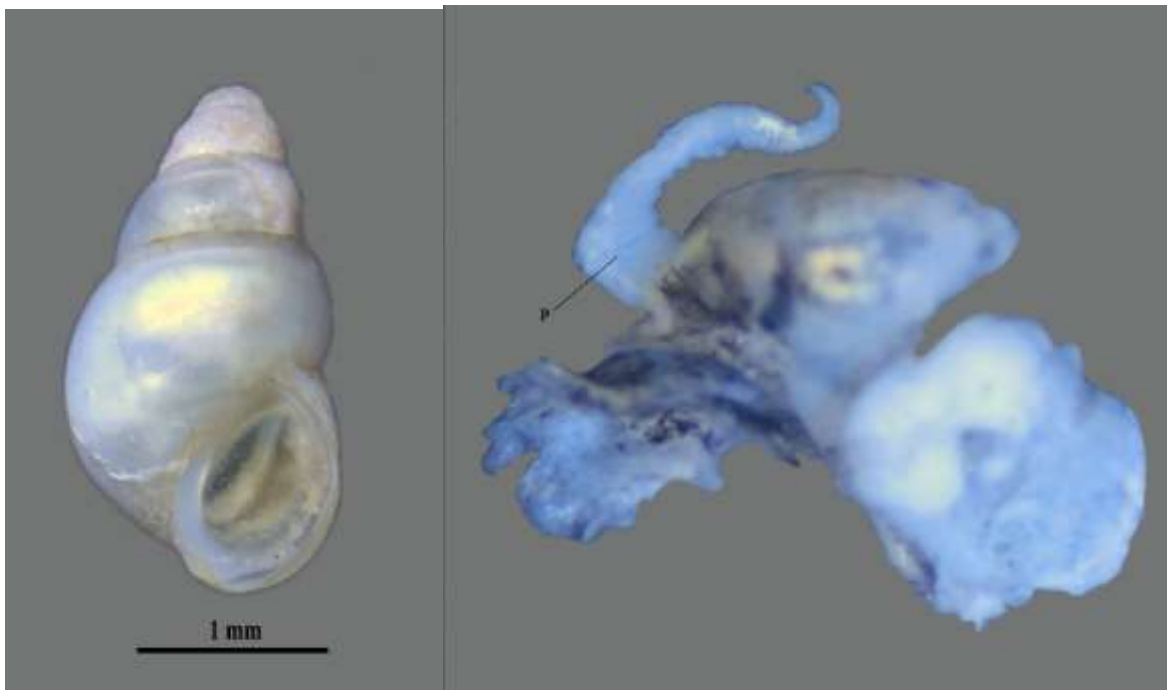
Όπως βλέπουμε στην Κέα και την Ανάφη εντοπίστηκαν πληθυσμοί του γένους *Pseudamnicola*. Στην Κέα εξαπλώνεται το είδος *Pseudamnicola macrostoma* (**Εικόνα 6**). Αντίθετα η μελέτη των δειγμάτων της Ανάφης έδειξε ότι πρόκειται για πολύ διαφορετικά ανατομικά από τα μέχρι σήμερα γνωστά είδη. Θεωρούμε ότι πρόκειται για νέο είδος.

Για την Πάρο βλέπουμε ότι και από τους δύο σταθμούς τα άτομα ανήκουν στο είδος *Ecrobia maritima* (**Εικόνα 7**), που συνάδει με το γεγονός ότι συλλέχθηκαν από υφάλμυρα νερά κοντά σε ακτές.

Δυστυχώς σε κανένα από τα τρία νησιά δεν κατέστη δυνατή η επανάληψη της δειγματοληψίας από όλους τους σταθμούς όπου είχαν συλλεχθεί Γαστερόποδα εσωτερικών υδάτων από τον κύριο Μυλωνά, λόγω αποξήρανσης/καταστροφής πηγών ή λόγω έλλειψης χρόνου.



**Εικόνα 6.** *Pseudamnicola macrostoma* από την Κέα. Αριστερά το κέλυφος. Δεξιά η ανατομή του μαλακού σώματος, όπου διακρίνεται το penis (p) και η μία κεραία με το οφθαλμίδιο (e).



**Εικόνα 7.** *Erobia maritima* από τον Όρμο Πλαστήρα της Πάρου. Αριστερά το κέλυφος. Δεξιά η ανατομή του μαλακού σώματος, όπου διακρίνεται το penis (p), με τους δύο χαρακτηριστικούς λοβούς.

# ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Όπως προέκυψε από την ανάλυση των 305 εργασιών, η γνώση μας για την εξάπλωση των Truncatelloidea στην Ελλάδα πράγματι αυξήθηκε. Έτσι, αν συγκρίνουμε τα αποτελέσματά μας με αυτά των Bank & Neubert (2017) αντί για 6 οικογένειες εμείς αναγνωρίσαμε 7, τα 31 γένη έγιναν 36 και τα είδη από 91 αυξήθηκαν σε 149. Η αύξηση αυτή οφείλεται αφενός στο ότι προστέθηκαν πιο σύγχρονες εργασίες με περιγραφές νέων taxa και άλλων που διαλευκάνουν προβλήματα ταξινόμησης (e.g. Delicado & Hauffe, 2022) και αφετέρου στην εκτενή μελέτη όλης της υπάρχουσας βιβλιογραφίας με σκοπό την επικαιροποίηση της συστηματικής και την παραγωγή αξιόπιστων και πλήρως ενημερωμένων αποτελεσμάτων. Ωστόσο, πρέπει να αναφερθεί ότι παρά τις προσπάθειες, 16 ονόματα ειδών, από παλιότερες κυρίως εργασίες, δεν ήταν δυνατό να αντιστοιχηθούν με κάποιο είδος της Ελλάδας ή της ευρύτερης περιοχής των Βαλκανίων ή της Μεσογείου και έτσι παρέμειναν ως ταξινομικά προβλήματα (**Σχήμα 1**).

Από τις 7 οικογένειες, αυτή με τη μεγαλύτερη εκπροσώπηση σε γένη (27 από τα 36) και είδη (78 από τα 149) είναι τα Hydrobiidae (**Σχήμα 2**). Αυτό δεν αποτελεί έκπληξη αφού αποτελούν την πιο πολυπληθή και ποικιλόμορφη οικογένεια των Truncatelloidea με περίπου 900 είδη παγκοσμίως (Miller et al., 2018). Μάλιστα, έχει παρατηρηθεί ότι και στην Αυστραλία κυριαρχούν τα Hydrobiidae με 260 (Lydeard et al., 2004) από τα συνολικά 400 καταγεγραμμένα είδη υδρόβιων Μαλακίων (Ponder et al., 2020), όπως και στη Βουλγαρία με 67 από τα 120 είδη Γαστεροπόδων εσωτερικών υδάτων (Georgiev & Hubenov, 2013). Παρόμοια ποικιλότητα με τα Truncatelloidea της Ελλάδας εμφανίζουν και τα ψάρια εσωτερικών υδάτων, αφού ναι μεν αναφέρονται 180 είδη που ανήκουν σε 88 γένη και 27 οικογένειες, αλλά πρέπει να λάβουμε υπόψιν μας ότι 39 από αυτά τα είδη είναι εισβλητικά (Λεονάρδος, 2020), όταν για τα Truncatelloidea έχει αναφερθεί μόνο 1 εισβλητικό είδος (Radea et al., 2008).

Τα γένη *Bythinella* και *Pesudamnicola* έχουν τον υψηλότερο αριθμό ειδών, 35 και 17 αντίστοιχα, ενώ εξίσου πολλά είδη ανήκουν και στα γένη *Grossuana* (12) και *Pseudobithynia* (11) (**Σχήμα 3**). Το γένος *Bythinella* εξαπλώνεται σε όλη την κεντρικοανατολική Ευρώπη και τη Μεσόγειο (Falniowski & Szarowska, 2012) και έχει αναφερθεί να ανήκει σε αυτό η πλειοψηφία των ειδών υδρόβιων Μαλακίων τόσο από τη Βουλγαρία (Georgiev & Hubenov, 2013) όσο και από τη Σερβία (Marković et al., 2021). Επίσης, αξιοσημείωτο είναι ότι τα μισά γένη που εντοπίζονται στην Ελλάδα αντιπροσωπεύονται μόνο από ένα είδος, κάτι που και πάλι έχει παρατηρηθεί και στη Βουλγαρία (Georgiev & Hubenov, 2013).

Την υψηλότερη βιοποικιλότητα σε Truncatelloidea παρουσιάζουν η Πελοπόννησος με 60 είδη, το Αιγαίο με 43 και η Στερεά Ελλάδα με 41, ενώ τη χαμηλότερη η Κρήτη με 8 και η

Θράκη με μόλις 3. Βέβαια, οι αριθμοί αυτοί δεν είναι αντιπροσωπευτικοί, μιας που δεν είναι όλες οι περιοχές της Ελλάδας το ίδιο μελετημένες. Έτσι, παρατηρούμε απουσία δεδομένων από μεγάλα ποτάμια, όπως ο Αλιάκμονας και ο Στρυμόνας αλλά και από σημαντικές λίμνες, όπως η Κερκίνη και η λίμνη της Καστοριάς, που και από τις δύο αναφέρεται μόνο ένα είδος παρά τη μεγάλη έκτασή τους (**Πίνακας 3**). Το φαινόμενο της ανομοιογένειας όσον αφορά τις περιοχές μελέτης έχει αναφερθεί και από τους Szarowska & Falniowski (2011), σύμφωνα με τους οποίους περιοχές πιο εύκολα προσβάσιμες και τα πιο “τουριστικά” νησιά της Ελλάδας έχουν κατά κανόνα περισσότερες αναφορές. Επίσης, το γεγονός ότι το Αιγαίο εμφανίζεται να είναι από τις καλά μελετημένες περιοχές, μιας που από αυτό αναφέρονται πολλά είδη, δε συνεπάγεται ότι είναι εξίσου εκτενώς ερευνημένα όλα του τα νησιά.

Αντίστοιχα, τα περισσότερα είδη αναφέρονται από τις υδρολογικές λεκάνες του Αχελώου (22), της Εύβοιας (17) και του κόλπου του Αργολικού (16) (**Σχήμα 4**). Παρατηρούμε ότι και πάλι η υψηλότερη βιοποικιλότητα καταγράφεται ουσιαστικά από τη Στερεά Ελλάδα, το Αιγαίο και την Πελοπόννησο, έχει τροποποιηθεί ωστόσο η σειρά τους σε σχέση με τη σύγκριση περιοχών. Επιπλέον, το γεγονός ότι από τις υδρολογικές λεκάνες του Ασωπού, των ρεμάτων Ξάνθης-Ξηροπόταμου και της Χαλκιδικής αναφέρεται ένα μόνο είδος, ενώ από αυτές του Αώου, του Γαλλικού, του Σπερχειού και των ρεμάτων Κομοτηνής-Λουτρού Έβρου δεν αναφέρεται κανένα είδος, επιβεβαιώνει ότι η έρευνα των Truncatelloidea στην Ελλάδα δεν είναι ομοιογενής σε όλη την έκτασή της.

Επίσης σημαντικό πρόβλημα που δυσχεραίνει τη βιογεωγραφική μελέτη των Truncatelloidea στην Ελλάδα είναι ότι δεν έχουν πραγματοποιηθεί εργασίες για είδη σε υψόμετρο πάνω από τα 900m, με αποτέλεσμα να παραμένει άγνωστη η πανίδα των αλπικών λιμνών και των πηγών μεγάλων υψομέτρων. Όπως είναι γνωστό, η έντονη κατακόρυφη διαμερισματοποίηση της Ελλάδας δημιουργεί κατάλληλα ενδιαιτήματα σε περιβάλλοντα με διαφορετικές βιοτικές και αβιοτικές συνθήκες, αρκετά απομονωμένα μεταξύ τους. Ως αποτέλεσμα, θα είχε ενδιαφέρον η συσχέτιση της βιοποικιλότητάς τους με την αύξηση του υψομέτρου ώστε να συμπεράνουμε κατά πόσο ακολουθείται το πρότυπο άλλων οργανισμών ή της Βουλγαρίας (Georgiev & Hubenov, 2013) όπου η βιοποικιλότητα μειώνεται με την αύξηση του υψομέτρου.

Όσον αφορά τον ενδημισμό, 11 γένη, από τα 36, είναι ενδημικά της Ελλάδας, το οποίο αντιστοιχεί σε ποσοστό ενδημισμού 30,6%, από τα υψηλότερα καταγεγραμμένα για ζωική μη θαλάσσια ομάδα στην Ελλάδα. 10 από τα ενδημικά γένη ανήκουν στην οικογένεια Hydrobiidae (**Σχήμα 2**), αναδεικνύοντας και πάλι τη σημαντικότητά της. Αξίζει να αναφερθεί ότι και στη Βουλγαρία τα περισσότερα ενδημικά γένη ανήκουν σε αυτή την οικογένεια (Georgiev & Hubenov, 2013). Από το **Σχήμα 3** φαίνεται ότι 7 μη ενδημικά γένη αντιπροσωπεύονται στην Ελλάδα μόνο από ενδημικά είδη, τα περισσότερα μόνο με 1 είδος, ενώ τα γένη *Iglica* και *Paladilhiopsis* με 6 και 4 ενδημικά είδη αντιστοίχως. Αντίστοιχη

περίπτωση έχει αναφερθεί και για τα χερσαία Γαστερόποδα (Vardinoyannis et al., 2018) και τα Ισόποδα (Sfenthourakis & Schmalfuss, 2018).

Για τα είδη το ποσοστό ενδημισμού αγγίζει το 86,6%, το οποίο είναι υψηλότερο από αυτό των Ιχθύων εσωτερικών υδάτων (25%) (Λεονάρδος, 2020) αλλά και των Καρκινοειδών Δεκάποδων (26%) (Κουτράκης et al., 2020). Ομοίως, ο ενδημισμός των ειδών υπερβαίνει και αυτόν των Ισοπόδων (67%) (Sfenthourakis & Schmalfuss, 2018) και των χερσαίων Γαστερόποδων (59%) (Vardinoyannis et al., 2018) που μέχρι τώρα κατείχαν τις υψηλότερες θέσεις. Επιπλέον, τα περισσότερα ενδημικά είδη είναι στενότοπα ενδημικά, δηλαδή αναφέρονται από μία ή ελάχιστες περιοχές (βλ. **Παράρτημα**), όπως αντίστοιχα έχει παρατηρηθεί και στα τα είδη της Βουλγαρίας (Georgiev & Hubenov, 2013).

Τα υψηλά ποσοστά ενδημισμού είναι αφενός αποτέλεσμα της γεωλογικής ιστορίας (Fassoulas, 2018), της γεωμορφολογίας και της γεωγραφίας της Ελλάδας (Vardinoyannis, 2018) και αφετέρου της περιορισμένης ικανότητας διασποράς των συγκεκριμένων οργανισμών αλλά και της υψηλής απομόνωσης των υδάτινων οικοσυστημάτων (Neubauer et al., 2015). Ωστόσο, τα πολύ υψηλά ποσοστά ενδημισμού μπορεί να μεταβληθούν αφού ένα μεγάλο μέρος των εργασιών, κυρίως των παλαιότερων αλλά όχι μόνο, στηρίζονται μόνο σε περιγραφές κελυφικών χαρακτήρων (e.g. Glöer & Reuselaars, 2020), χαρακτήρες που παρουσιάζουν ομοπλασίες (Clessin, 1876 in Vinarski, 2018), ενώ συγχρόνως η πλειοψηφία των μελετών που συμπεριλαμβάνουν μοριακές αναλύσεις χρησιμοποιούν μόνο το γονίδιο της πρώτης υπομονάδας της κυτοχρωμικής οξειδάσης (e.g. Falniowski & Szarowska, 2011). Από την άλλη, έχει αποδειχθεί ότι πολλά σε γένη των Truncatelloidea υπάρχουν κρυπτικά είδη (Delicado et al., 2021), το οποίο ενδεχομένως συνεπάγεται περαιτέρω αύξηση της ποικιλότητας αν πραγματοποιηθούν στοχευμένες και ολοκληρωμένες φυλογενετικές αναλύσεις.

Σύμφωνα με τους Albrecht et al. (2012) και Neubauer et al. (2015) οι αρχαίες ολιγοτροφικές λίμνες αναμενόταν να έρχονται πρώτες σε αριθμό ενδημικών ειδών. Αυτό επιβεβαιώνεται, αφού η Μεγάλη Πρέσπα, η Μικρή Πρέσπα, η Παμβώτιδα και η Τριχωνίδα συγκεντρώνουν συνολικά 33 είδη, εκ των οποίων τα 23 είναι ενδημικά της Ελλάδας. Ωστόσο, όταν συμπεριλαμβάνουμε όλες τις λίμνες στις αναλύσεις μας, θερμά σημεία ενδημισμού αποδεικνύονται οι πηγές και όχι οι λίμνες, καθώς σχεδόν κάθε πηγή έχει και διαφορετικό είδος. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί αφού οι λίμνες της Ελλάδας, εκτός των τεσσάρων προαναφερθέντων, δημιουργήθηκαν κατά την τελευταία παγετώδη περίοδο (Neubauer et al., 2015) με αποτέλεσμα να μην έχουν προλάβει να λάβουν χώρα διεργασίες ειδογένεσης, ενώ λόγω της συνεχούς ανθρώπινης επίδρασης αλλοιώνεται η σύνθεση των ειδών στο χρόνο (Dungeon et al., 2006; Strayer, 2006). Επιπλέον, οι Πρέσπες βρίσκονται στα σύνορα τριών χωρών (Ελλάδας, Αλβανίας και Βόρειας Μακεδονίας) και επομένως είδη που συναντώνται στο ελληνικό τμήμα τους δεν προσμετρώνται στα ενδημικά της Ελλάδας (π.χ. *Marstoniopsis malaprespensis*, *Pyrgula presbensis*), αλλά στα ενδημικά των λιμνών.

Όσον αφορά τις περιοχές της Ελλάδας, την υψηλότερη θέση κατέχει το Αιγαίο με 29 ενδημικά είδη και ακολουθούν η Πελοπόννησος και η Στερεά Ελλάδα με 21 ενδημικά είδη η καθεμία. Παρατηρούμε λοιπόν ότι οι περιοχές με την υψηλότερη βιοποικιλότητα εμφανίζουν και τον υψηλότερο ενδημισμό, απλώς τώρα την πρώτη θέση καταλαμβάνει το Αιγαίο, το οποίο εξηγείται από την πολύπλοκη γεωλογική του ιστορία (Fassoulas, 2018) και το ότι τα περισσότερα Truncatelloidea είναι όπως είπαμε στενότοπα ενδημικά. Έτσι, πολλά είναι τα είδη που εξαπλώνονται μόνο σε ένα νησί του Αιγαίου (π.χ *Pseudamnicola chia*, *Grossuana beroni*). Αντίθετα, ο χαμηλότερος ενδημισμός καταγράφεται από τη Θράκη, το οποίο άλλωστε ήταν αναμενόμενο μιας που από αυτή αναφέρονται μόλις 3 είδη, όπου μόνο το είδος *Grossuana avandasensis* είναι ενδημικό. Αξιοσημείωτο αποτελεί ότι και τα 8 είδη που αναφέρονται από την Κρήτη είναι ενδημικά της, το οποίο δεν αποτελεί έκπληξη αφού έχει απομονωθεί από την υπόλοιπη Ελλάδα ήδη από το Πλειόκαινο (5 Ma) και είναι γνωστό ότι διαθέτει μεγάλο αριθμό ενδημικών ειδών και για άλλους οργανισμούς (Anastasiou et al., 2018; Vardinoyannis et al., 2018). Ωστόσο, είναι αξιοπερίεργο ότι σε αντίθεση για παράδειγμα με τα χερσαία σαλιγκάρια (Vardinoyannis et al., 2018) δε βρίσκεται στην πρώτη θέση όσον αφορά τα ενδημικά είδη. Φυσικά, όπως και για τη βιοποικιλότητα, όλοι οι παραπάνω αριθμοί επηρεάζονται άμεσα από την ανομοιογένεια της έρευνας ανά γεωγραφική περιοχή και ενδέχεται να τροποποιηθούν.

Η ομαδοποίηση των δεδομένων για τη σύγκριση των υδρολογικών λεκανών της Ελλάδας ως προς την πανιδική τους σύσταση δεν έδωσαν δυστυχώς ξεκάθαρη εικόνα με κανέναν από τους δύο δείκτες ομοιότητας. Οριακά ομαδοποιούνται οι δύο λεκάνες των Πρεσπών μεταξύ τους, των νήσων του Ιονίου με τη δυτική Ελλάδα, όπως και των τριών λεκανών της Κρήτης μεταξύ τους. Αντίθετα οι Zogaris et al. (2009) στη βιογεωγραφική ανάλυση των Ιχθύων εσωτερικών υδάτων ως προς τις λεκάνες απορροής των σημαντικότερων ποταμών της Ελλάδας, αναγνώρισαν σαφή διαχωρισμό σε 4 βιογεωγραφικές περιοχές: Νοτιοανατολική Αδριατική, Βόρειο Αιγαίο, Δυτικό Αιγαίο (Αττική-Βοιωτία) και Ιόνιο. Η μη ομαδοποίηση των υδρολογικών λεκανών με τα δικά μας δεδομένα μπορεί να οφείλεται στον μικρό αριθμό ειδών ανά λεκάνη, ενώ συγχρόνως οι υδρολογικές λεκάνες εξαιτίας των πολλών στενότοπων ενδημικών έχουν ελάχιστα κοινά είδη, τα οποία όμως χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά για τον υπολογισμό του δείκτη ομοιότητας Kulczynski και σε μεγάλο βαθμό για τον υπολογισμό του δείκτη ομοιότητας Simpson (Magurran & McGill, 2011), με αποτέλεσμα να επηρεάζεται η ομαδοποίηση στηριζόμενη στους δύο δείκτες και τελικά οι ομαδοποιήσεις των λεκανών να είναι περισσότερο τυχαίες παρά αντικατοπτρίζουν την πραγματική μεταξύ τους σχέση.

Παρά την πολύ υψηλή βιοποικιλότητα και ενδημισμό των Truncatelloidea στην Ελλάδα παρατηρούμε ότι δυστυχώς η μεγάλη πλειοψηφία των ειδών δεν προστατεύονται, καθώς δεν εμπεριέχονται στις προστατευόμενες περιοχές του Δικτύου NATURA 2000 (Χάρτης 6). Αυτό οφείλεται στην αρχική οριοθέτησή τους που βασίστηκε στις περισσότερες περιοχές σε χερσαία σπονδυλωτά και φυτά. Μάλιστα, το 50% των αξιολογημένων ειδών στην Κόκκινη Λίστα της IUCN ανήκει σε κάποια από τις τρεις κατηγορίες κινδύνου (IUCN, 2022), το οποίο



εντείνει την ανάγκη ένταξής τους σε περιοχές προστασίας. Από την άλλη, το 30% των αξιολογημένων ειδών στην ίδια λίστα χαρακτηρίζεται ως Ανεπαρκών Δεδομένων (DD) (IUCN, 2022) κι έτσι ακόμα κι αν απειλούνται, εξαιτίας της ελάχιστης γνώσης μας για τα οικολογικά τους στοιχεία, αδυνατούμε να οργανώσουμε σχέδια δράσης για την προστασία τους. Επιπλέον, δεδομένων των πολλών απειλών που δέχονται τα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων, συμπεριλαμβανομένης της αποξήρανσης και καταστροφής των σημαντικών από άποψη ενδημισμού πηγών, αποτελεί μεγάλη πιθανότητα κάποια είδη να εξαφανιστούν πριν καν αξιολογηθούν ή ακόμα χειρότερα πριν καν ανακαλυφθούν (Tedesco et al., 2014). Προκειμένου επομένως να τροποποιηθεί αυτή η κατάσταση είναι απαραίτητο να πραγματοποιηθούν εκτενέστερες έρευνες όσον αφορά την παρουσία των *Truncatelloidea* στην Ελλάδα ώστε να συλλεχθούν όσο γίνεται περισσότερα δεδομένα με σκοπό την έγκαιρη και έγκυρη αξιολόγηση και προστασία τους.

Όσον αφορά τα πρότυπα κατανομών, άξια αναφοράς είναι η ταυτόχρονη παρουσία της *Radomaniola albanica* και της *Radomaniola curta* στη λίμνη Παμβώτιδα. Ο Radoman (1983) θεώρησε ότι το είδος *Orientalina* (= *Radomaniola*, Szarowska 2007) *curta* (Küster, 1852) από την περιοχή των Ιωαννίνων διαφέρει αρκετά όσον αφορά τους κελυφικούς χαρακτήρες και πρότεινε ότι ανήκει στο υποείδος *Orientalina* (= *Radomaniola*, Szarowska 2007) *curta albanica* Radoman, 1973. Πλέον, η *Orientalina curta albanica* είναι συνώνυμο της *Radomaniola curta*, με αποτέλεσμα να είναι πιθανό η αναφορά ως *R. albanica* να έγινε θεωρώντας εσφαλμένα ότι το υποείδος είναι συνώνυμο αυτής. Ωστόσο, από τη στιγμή που δεν έχουμε μελετήσει καθόλου δείγματα από την Παμβώτιδα για να διαπιστώσουμε με ακρίβεια τι συμβαίνει, είναι αδύνατο να αποκλείσουμε το ενδεχόμενο τα δύο είδη να είναι πράγματι συμπάτρια στην περιοχή αυτή.

Επιπροσθέτως, ιδιαίτερο πρότυπο κατανομής παρουσιάζει και το ενδημικό γένος *Daphniola*, που εξαπλώνεται τόσο στην ηπειρωτική Ελλάδα όσο και σε κάποια νησιά του Ανατολικού Αιγαίου, αλλά απουσιάζει από τις Κυκλάδες, τα Δωδεκάνησα και τις Σποράδες (**Χάρτης 3**). Αντίστοιχα, το μη ενδημικό γένος *Iglica*, του οποίου όλα τα είδη που αναφέρονται από την Ελλάδα είναι στενότοπα ενδημικά, απουσιάζει από τη βόρεια Ελλάδα και από όλα σχεδόν τα νησιά του Αιγαίου, εκτός από την Εύβοια και τη Ρόδο (βλ. **Παράρτημα**). Όλα τα παραπάνω πρότυπα εγείρουν προβληματισμούς και είναι πιθανό να οφείλονται κυρίως στην ελλιπή μελέτη κάποιων περιοχών. Στοχευμένες δειγματοληψίες και διαλεύκανση της ταξινόμησης μέσω συνδυασμού ταξινομικών και μοριακών μεθόδων αναμένεται να επιλύσουν το πρόβλημα.

Για τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τη μελέτη των δειγμάτων της συλλογής του ΜΦΙΚ και αυτών από τις δειγματοληψίες, πρέπει αρχικά να ξεκαθαριστεί ότι δυστυχώς σε κανένα από τα τρία νησιά δεν κατέστη δυνατή η επανάληψη της δειγματοληψίας από όλους τους σταθμούς όπου είχαν συλλεχθεί Γαστερόποδα εσωτερικών υδάτων από τον καθηγητή

Μυλωνά, κυρίως λόγω αποξήρανσης/καταστροφής πηγών. Ως επακόλουθο η σύγκριση δεν είναι εφικτή για το σύνολο της πανίδας του κάθε νησιού.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, στην Κέα βρέθηκε το είδος *Pseudamnicola macrostoma*. Το συγκεκριμένο είδος είναι ενδημικό της Ελλάδας και εξαπλώνεται στα νησιά του Ιονίου, την Αττική και τα νησιά του Αιγαίου (βλ. **Παράρτημα**). Συνεπώς, η ανεύρεση του και στην Κέα δε φαίνεται να αποτελεί έκπληξη αφού το νησί αυτό παρέμεινε ενωμένο με τη νότια Εύβοια και την ηπειρωτική Ελλάδα ως και πριν 14.000 χρόνια περίπου (Lykousis, 2009). Πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι είναι η πρώτη αναφορά για Truncatelloidea από το νησί αυτό, αν και υπήρχε και στα δείγματα της συλλογής από τον ίδιο σταθμό. Γενικότερα, η πανιδική σύσταση της πηγής Φλέα σε Γαστερόποδα εσωτερικών υδάτων δε φαίνεται να μεταβλήθηκε μέσα στο διάστημα των 40 χρόνων που παρήλθαν, αφού βρέθηκαν ακριβώς τα ίδια γένη και είδη. Αυτό ήταν αναμενόμενο λόγω της σχετικά μικρής τροποποίησης γύρω από τον συγκεκριμένο σταθμό αυτά τα έτη.

Η Ανάφη, όπως και ορισμένα άλλα νησιά των Κυκλάδων, έχουν διαχωριστεί από την ηπειρωτική Ελλάδα αλλά και μεταξύ τους εδώ και τουλάχιστον 20.000 χρόνια (Lykousis, 2009). Αυτό πιθανώς εξηγεί γιατί η *Pseudamnicola* που εντοπίστηκε εκεί εμφανίζεται αρκετά διαφορετική και ενδεχομένως αποτελεί νέο είδος. Αναμένονται περαιτέρω μορφολογικές και φυλογενετικές αναλύσεις προκειμένου να ξεκαθαριστεί η κατάσταση. Το συγκεκριμένο υπήρχε και στα δείγματα της συλλογής του ΜΦΙΚ αλλά έχει προσδιοριστεί ως *Pseudamnicola macrostoma*, πιθανώς λόγω της διαφορετικής ισχύουσας ταξινόμησης την περίοδο εκείνη. Συνεπώς, συμπεραίνουμε ότι ούτε η πανιδική σύσταση της Πάνω Βρύσης της Ανάφης τροποποιήθηκε τα τελευταία 40 χρόνια. Αυτό συνάδει με το γεγονός ότι το συγκεκριμένο νησί έχει μεν γνωρίσει ανάπτυξη εντός αυτού του διαστήματος, όμως η ανθρωπογενής επίδραση εξακολουθεί να μην είναι τόσο έντονη όσο στα υπόλοιπα Κυκλαδονήσια. Αξίζει να αναφερθεί ότι αυτή είναι η πρώτη αναφορά για Truncatelloidea από την Ανάφη.

Όσον αφορά την Πάρο και οι δύο σταθμοί δειγματοληψίας βρίσκονται σε υφάλμυρα συστήματα, με αποτέλεσμα να είναι αναμενόμενο να εντοπιστούν άτομα του είδους *Ecrobia maritima* που κατεξοχήν διαβιούν σε τέτοιου τύπου ενδιαιτήματα. Άλλωστε, το είδος αναφέρεται μέχρι σήμερα από τη νότια Εύβοια, τη Μήλο και την Αττική (Szarowska & Falniowski, 2014; Osikowski et al., 2016), με την τελευταία να αποτελεί το δυτικότερο άκρο εξάπλωσής του. Αν πραγματοποιηθούν λοιπόν στοχευμένες δειγματοληψίες είναι πιθανό να ανακαλυφθεί και σε άλλα νησιά του Αιγαίου. Τέλος, ιδιαίτερα ενδιαφέρον αποτελεί το γεγονός ότι το *E. maritima* δεν είχε εντοπιστεί από κανέναν σταθμό δειγματοληψίας στην Πάρο στα τέλη της δεκαετίας του '70. Αντ' αυτού είχε βρεθεί το είδος *Melanopsis praemorsa* στον σταθμό που έγινε η πρόσφατη δειγματοληψία, το οποίο σήμερα απουσιάζει. Αυτή η διαφορά δε θα μπορούσε να οφείλεται σε λανθασμένο προσδιορισμό μιας που τα κελύφη των δύο ειδών είναι πολύ διακριτά. Δεδομένου ότι το *M. praemorsa* δε συναντάται σε υφάλμυρα οικοσυστήματα είναι πιθανό ο καθηγητής Μυλωνάς να είχε συλλέξει δείγματα

από πιο εσωτερικό σημείο του ρέματος σε σχέση με το τωρινό ή να μιλάμε πράγματι για μια μεταβολή της πανιδικής σύστασης στο συγκεκριμένο σταθμό, ίσως εξαιτίας τροποποίησης της ροής του ρέματος. Άλλωστε ολόκληρη η Πάρος έχει μεταβληθεί σε υψηλό βαθμό στο βωμό της τουριστικής ανάπτυξης αυτά τα 40 χρόνια. Παρόλα αυτά η τροποποίηση αποτελεί μόνο μια ένδειξη και δεν μπορεί να επιβεβαιωθεί με απόλυτη σιγουριά αν δεν πραγματοποιηθούν εκτενέστερες δειγματοληψίες.

Καταλήγοντας, τα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων αποτελούν αδιαμφισβήτητα βιότοπους υψηλής σημασίας, τόσο για τη βιοποικιλότητα που διαθέτουν όσο και από αισθητική, πολιτισμική και οικονομική σκοπιά (Duncheon et al., 2006), γεγονός που εντείνει την ανάγκη προστασίας τους. Σαφώς, όταν εμπλέκονται πολλά αντικρουόμενα συμφέροντα και στόχοι, η διαχείριση δυσχεραίνεται αλλά πρέπει να εξακολουθούν να γίνονται συντονισμένες προσπάθειες (van Rees et al., 2021). Ίσως τελικά ο πιο αποτελεσματικός τρόπος διαχείρισης να είναι η εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση του κοινού και ειδικά της νέας γενιάς, καθώς μόνο τότε τα όποια διαχειριστικά μέτρα θα έχουν μακροχρόνια εφαρμογή (Lydeard et al., 2004). Οι στρατηγικές προστασίας υδρόβιων οργανισμών πρέπει να οργανώνονται έχοντας κατά νου ότι τα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων αποτελούν μέρος υδρολογικών λεκανών και επομένως θα είναι αποτελεσματικές αν προστατεύονται ολόκληρες περιοχές και όχι μόνο «σημαντικά» ταξα, όπως στα χερσαία (Strayer, 2006), ούτε φυσικά ούτε μόνο χερσαίοι οικότοποι.

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η Ελλάδα αποτελεί θερμό σημείο βιοποικιλότητας και ενδημισμού για τα Truncatelloidea, με τα υψηλότερα ποσοστά ενδημισμού για ζωική μη θαλάσσια ομάδα
- Περιοχές υψηλού ενδημισμού είναι κυρίως οι πηγές και υψηλής βιοποικιλότητας οι αρχαίες oligοτροφικές λίμνες (Παμβώτιδα, Τριχωνίδα, Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα)
- Τα περισσότερα γένη και ενδημικά γένη ανήκουν στα Hydrobiidae, ενώ τα περισσότερα ενδημικά είδη στα μη ενδημικά γένη *Bythinella* και *Pseudamnicola*
- Το ¼ των ειδών που αναφέρονται από την Ελλάδα παρουσιάζουν ταξινομικά προβλήματα ή είναι απροσδιόριστα, ενώ παρουσιάζονται και προβλήματα κατανομών
- Δεν είναι ομοιόμορφα μελετημένες όλες οι περιοχές της Ελλάδας, με τις λιγότερες αναφορές να προέρχονται κυρίως από τη βόρεια Ελλάδα, ούτε όλες οι υδρολογικές λεκάνες, με 4 από τις 46 να έχουν 0 αναφορές
- Μόνο το 50% των ειδών είναι αξιολογημένο στην Κόκκινη Λίστα της IUCN αλλά από αυτά τα μισά ανήκουν σε μια από τις τρεις κατηγορίες κινδύνου, καθιστώντας την ομάδα πολύ σημαντική και άξια προστασίας
- Ομαδοποίηση ως προς τη σύσταση σε Truncatelloidea των τριών λεκανών της Κρήτης μεταξύ τους, των νήσων του Ιονίου με τη δυτική Ελλάδα και των δύο λεκανών των Πρεσπών μεταξύ τους
- Πρώτη αναφορά Truncatelloidea από την Κέα και την Ανάφη, με το είδος *Pseudamnicola macrostoma* από την πρώτη και ένα μάλλον νέο είδος *Pseudamnicola* από τη δεύτερη
- Πρώτη αναφορά του είδους *Ecrobia maritima* από την Πάρο
- Παρόμοια σύσταση της πανίδας γαστερόποδων εσωτερικών υδάτων σε Ανάφη και Κέα, μικρή τροποποίηση σε Πάρο

# ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Albrecht, C., Hauffe, T., Schreiber, K., Trajanovski, S., Wilke, T., 2009. Mollusc Biodiversity and Endemism in the Potential Ancient Lake Trichonis, Greece. *Malacologia* 51(2): 357-375.

Albrecht, C., Hauffe, T., Schreiber, K., Wilke, T. (2012) Mollusc biodiversity in a European ancient lake system: Lakes Prespa and Mikri Prespa in the Balkans. *Hydrobiologia* 682(1): 47–59.

Angilletta, M. J. (2009) *Thermal adaptation*. Oxford University Press, Oxford.

Anzidei, M., Lambeck, K., Antonioli, F., Furlani, S., Mastronuzzi, G., Serpelloni, E., Vannucci, G. (2014). Coastal structure, sea-level changes and vertical motion of the land in the Mediterranean. Geological Society, London, Special Publications.

Araújo, M. B. & Guisan, A. (2006) Five (or so) challenges for species distribution modelling. *Journal of Biogeography*, 33: 1677–1688.

Balian, E. V., Segers, H., Lévêque, C., Martens, K. (2008). The freshwater animal diversity assessment: An overview of the results. *Hydrobiologia*, 595: 627–637.

Bănărescu, P. M. (2004). Distribution pattern of the aquatic fauna of the Balkan peninsula. In *Balkan Biodiversity. Pattern and Process in the European Hotspot*. Kluwer Academic Publishers.

Bank, R. A. & Neubert, E. (2017). Checklist of the land and freshwater Gastropoda of Europe. *MolluscaBase*.

Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J.-Y., Boeuf G. (2010). *The Mediterranean Region. Biological Diversity in Space and Time*. Second Edition. Oxford University Press.

Böhm, M., Dewhurst-Richman, N. I., Seddon M., Ledger S. E. H., Albrecht, C. et al. (2021). The conservation status of the world's freshwater molluscs. *Hydrobiologia*, 848: 3231–3254.

Bouchet, P., Rocroi, J. P., Hausdorf, B., Kaim, A., Kano, Y., Nützel, A., Parkhaev, P., Schrödl M., Strong E. E. (2017). Revised Classification, Nomenclator and Typification of Gastropod and Monoplacophoran Families. *Malacologia* 61(1–2): 1-526.

Brown, K. M. & Lydeard, C. (2010). *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates* (3rd Edition), Chapter 10: 227-306.

Carlsson, R. (2000). Species-area relationships, water chemistry and species turnover of freshwater snails on the Åland islands, southwestern Finland. *Journal of Molluscan Studies*, 67: 17-26.

CorelDRAW Graphics Suite (RRID:SCR\_014235).

Covich, A. P. (2010). Winning the biodiversity arms race among freshwater gastropods: competition and coexistence through shell variability and predator avoidance. *Hydrobiologia* 191–215.

Covington, W. W. & DeBano, L. F., tech, coords. (1994). Sustainable ecological systems: Implementing an ecological approach to land management. General Technical Report 363.

Darwall, W. R. T., Holland, R. A., Smith, K. G., Allen, D., Brooks, E. G. E., Katarya, V. et al. (2011). Implications of bias in conservation research and investment for freshwater species. *Conservation Letters*, 4: 474–482.

Darwall, W., Carriz, S., Numa, C., Barrios, V., Freyhof, J., Smith, K. (2014) Freshwater Key Biodiversity Areas in the Mediterranean Basin Hotspot: Informing species conservation and development planning in freshwater ecosystems. IUCN, Cambridge, UK and Malaga, Spain.

Delicado, D., Ramos, M. A. (2012). Morphological and molecular evidence for cryptic species of springsnails [genus *Pseudamnicola* (*Corrosella*) (Mollusca, Caenogastropoda, Hydrobiidae)]. *ZooKeys* 190: 55-79.

Delicado, D., Arconada, B., Aguado, A., Ramos, M. A. (2019). Multilocus phylogeny, species delimitation and biogeography of Iberian valvatiform springsnails (Caenogastropoda: Hydrobiidae), with the description of a new genus.

Delicado, D., Pešić, V., Ramos, M. A. (2021). *Arganiella* Giusti & Pezzoli, 1980 (Caenogastropoda: Truncatelloidea: Hydrobiidae): a widespread genus or several narrow-range endemic genera? *European Journal of Taxonomy* 750: 140–155.

Delicado, D. & Hauffe, T. (2022). Shell features and anatomy of the springsnail genus *Radomaniola* (Caenogastropoda: Hydrobiidae) show a different pace and mode of evolution over five million years. *Zoological Journal of the Linnean Society*: 1–49.

Dudgeon, D., Arthington, A. H., Gessner, M. O., Kawabata, Z.-I., Knowler, D. J., Lévêque, C., Naiman, R. J., Prieur-Richard, A.-H., Soto, D., Stiassny, M. L. J., Sullivan, C. A. (2006). Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 163–182.

Dudgeon, D. (2020). *Freshwater biodiversity: Status, threats and conservation*. Cambridge University Press.

Falniowski, A. (1987). Hydrobioidea of Poland (Prosobranchia: Gastropoda). *Folia Malacologica* 11–122.

Falniowski, A. & Szarowska, M. (2011). Radiation and phylogeography in a spring snail *Bythinella* (Mollusca: Gastropoda: Rissooidea) in continental Greece. *Annales Zoologici Fennici*, 48: 67-90.

Falniowski A. & Szarowska M. (2012). Sequence-based species delimitation in the Balkan *Bythinella* Moquin-Tandon, 1856 (Gastropoda: Rissooidea) with General Mixed Yule Coalescent Model. *Folia Malacologica*, 111–120.

Falniowski, A., Szarowska, M., Glöer, P., Pešić, V. (2012). Molecules vs morphology in the taxonomy of the *Radomaniola*/*Grossuana* group of balkan Rissooidea (Mollusca, Caenogastropoda). *Journal of Conchology*, 41(1): 19-36.

Fassoulas, C. (2018). The geodynamic and paleogeographic evolution of the Aegean in the Tertiary and Quaternary: A review. *Biogeography and Biodiversity of the Aegean*. Broken Hill Publishers Ltd.

Frogley, M. R. & Preece, R. C. (2004). A faunistic review of the modern and fossil molluscan fauna from lake Pamvotis, Ioannina, an ancient lake in NW Greece: implications for endemism in the Balkans. In *Balkan Biodiversity. Pattern and Process in the European Hotspot*. Kluwer Academic Publishers.

Gaston, K. J. & R. M. May. (1992). The taxonomy of taxonomists. *Nature* 356:281–282. GEODATA.gov. (<http://geodata.gov.gr/>).

Georgiev, D. & Hubenov, Z. (2013). Freshwater snails (Mollusca: Gastropoda) of Bulgaria: an updated annotated checklist. *Folia Malacologica*, 21(4): 237–263.

Georgopoulou, E., Radea, C. (2021). The freshwater gastropods of Greece – preliminary list, conservation and prospects. 9th European Congress of Malacological Societies. Book of Abstracts, p. 220.

Glöer, P., C. Albrecht, and T. Wilke. 2007. Enigmatic distribution patterns of the Bithyniidae in the Balkan Region (Gastropoda: Rissooidea). *Mollusca* 25:13–22.

Glöer, P. (2019). The freshwater Gastropods of the West-Palearctic. Volume I. Fresh- and brackish waters except spring and subterranean snails.

Glöer, P., Reuselaars, R. (2020). The *Pseudamnicola* spp. from Greece (Gastropoda: Hydrobiidae) with the description of four new species. *Ecologica Montenegrina*, 32: 19-25.

Hammer, Ø., Harper, D.A.T., Ryan, P.D. 2001. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp.

Harzhauser, M., Piller, W. E. Steininger, F. F. (2002). Circum-Mediterranean Oligo-Miocene biogeographic evolution - the gastropods' point of view. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 183: 103-133.

Hershler R. & Ponder W.F. (1998). A review of morphological characters of hydrobioid snails. Smithsonian Institution Press.

Hugueny, B., Oberdorff, T., Tedesco, P.A. (2010). Community ecology of river fishes: A large-scale perspective. *Community Ecol., Stream Fishes Concepts, Approaches, Tech.* 73: 29–62.

Itescu, Y. (2019). Are island-like systems biologically similar to islands? A review of the evidence. *Ecography* 42: 1298–1314.

Korniushin, A. V. (2004). The bivalve Mollusc fauna of ancient lakes in the context of the historical biogeography of the Balkan region. In *Balkan Biodiversity. Pattern and Process in the European Hotspot*. Kluwer Academic Publishers.

Κουτράκης, Μ., Αναστασιάδου, Χ., Περδικάρης, Κ., Χριστοδούλου, Μ. (2020). 17Γ. Τα Καρκινοειδή Δεκάποδα των Εσωτερικών Υδάτων. Η Πανίδα της Ελλάδας. Βιολογία και Διαχείριση της Άγριας Πανίδας. Broken Hill Publishers Ltd.

Koutsikos, N., Leprieur, F., Leonardos, I. D. (2014). Biogeography of freshwater fishes of the Balkan Peninsula. *Hydrobiologia*, 738, 205–220.

Lampri, P. N., Radea, C., Stoumboudi, M. T., Parmakelis, A. (2019). The freshwater mollusc diversity in Greece. 14th International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Regions. Proceedings, p. 98.

Lampri, P. N., Bouranta, C., Radea, C., Parmakelis, A. (2021). Hidden diversity revealed in the freshwater snails, *Bythinella* and *Pseudamnicola*, in the Island of Crete. Integrative Zoology 0: 1–21.

Leal, C. G., Lennox, G. D., Ferraz, S. F. B., Ferreira, J., Gardner, T. A., Thomson, J. R. et al. (2020). Integrated terrestrial-freshwater planning doubles conservation of tropical aquatic species. Science, 80(370): 117–121.

Λεονάρδος, Ι. Δ. (2020). 17Α. Ιχθυοπανίδα των Εσωτερικών Υδάτων της Ελλάδας. Η Πανίδα της Ελλάδας. Βιολογία και Διαχείριση της Άγριας Πανίδας. Broken Hill Publishers Ltd.

Lodge, D. M., Brown, K. M., Klosiewski, S. P., Stein, R. A., Covich, A. P., Leathers, B. K., Brönmark, C. (1987). Distribution of freshwater snails: Spatial scale and the relative importance of physicochemical and biotic factors. American Malacological Bulletin.

Lomolino, M. V., Riddle, B. R., Brown, J. H. Biogeography. Third Edition. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts.

Lopes-Lima, M., Riccardi, N., Urbanska, M., Köhler, F., Vinarski, M., Bogan A. E., Sousa, R. (2021). Major shortfalls impairing knowledge and conservation of freshwater molluscs. Hydrobiologia, 848: 2831–2867.

Lydeard, C., Cowie, R. H., Ponder, W. F., Bogan, A. E., Bouchet, P., Clark, S.E., Cummings, K. S. et al. (2004). The Global Decline of Nonmarine Mollusks. BioScience 54(4): 321-330.

Lydeard C. & Cummings K. S. (2019). Freshwater mollusks of the world: A distribution atlas. Johns Hopkins University Press.

Lykousis, V. (2009). Sea-level changes and shelf break prograding sequences during the last 400 ka in the Aegean margins: Subsidence rates and paleogeographic implications. Continental Shelf Research, 29: 2037-2044.

Magurran, A. E. & McGill, B. J. (2011). Biological diversity: frontiers in measurement and assessment. Oxford University Press.

Marcovic, D., Carrizo, S., Freyhof, J., Cid, N., Lengyel, S., Scholz, M., Kasperdius, H., Darwall, W., (2014). Europe's freshwater biodiversity under climate change: distribution shifts and conservation needs. Diversity and Distributions, 20: 1097–1107.

Marković, V., Gojšina, V., Novaković, B., Božanić, M., Stojanović, K., Karan-Žnidaršič, T., Živić, I. (2021). The freshwater molluscs of Serbia: Annotated checklist with remarks on distribution and protection status. Zootaxa, 5003(1): 001–064.

Mariolagos, I. D. (2018). Ancient Greece and Water: Climatic Changes, Extreme Events, Water Management, and Rivers in Ancient Greece. The Rivers of Greece. Evolution, Current Status and Perspectives. The Handbook of Environmental Chemistry 59.

Mazaris, A.D.; Moustaka-Gouni, M.; Michaloudi, E.; Bobori, D.C. (2010). Biogeographical patterns of freshwater micro- and macroorganisms: A comparison between



phytoplankton, zooplankton and fish in the eastern Mediterranean. *Journal of Biogeography*, 37: 1341–1351.

Miller, J. P., Ramos, M. A., Hauffe, T., & Delicado D. (2018). Global species richness of hydrobiid snails determined by climate and evolutionary history.

MolluscaBase eds. (2022). MolluscaBase. Accessed at <https://www.molluscabase.org> on 2022-02-21. doi:10.14284/448.

Neubauer, T. A., Harzhauser, M., Georgopoulou, E., Kroh, A., Mandic, O. (2015). Tectonics, climate, and the rise and demise of continental aquatic species richness hotspots. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 112 (37): 11478-11483.

Neubauer, T. A., Georgopoulou, E. (2021). Extinction risk is linked to lifestyle in freshwater gastropods. *Diversity and Distributions*, 27: 2357–2368.

Osikowski, A., Georgiev, D., Hofman, S., Falniowski, A. (2016). Aquatic Snails *Ecrobia maritima* (Milaschewitsch, 1916) and *E. ventrosa* (Montagu, 1803) (Caenogastropoda: Hydrobiidae) in the East Mediterranean and Black Sea. *Annales Zoologici*, 66(3): 477-486.

Osikowski, A., Hofman, S., Geogiev, A., Rysiewska, A. & Falniowski A. (2017). Unique, ancient stygobiont clade of Hydrobiidae (Truncatelloidea) in Bulgaria: The origin of cave fauna. *Folia Biologica* 65: 79-93.

Osikowski, A., Hofman, S., Rysiewska, A. Sket, B., Prevorčnik, S., Falniowski A. (2018). A case of biodiversity overestimation in the Balkan *Belgrandiella* A. J. Wagner, 1927 (Caenogastropoda: Hydrobiidae): molecular divergence not paralleled by high morphological variation. *Journal of Natural History*, 52 (5-6): 323-344.

Parent, C. E., Caccione, A., Petren, K. (2008) Colonization and diversification of Galapagos terrestrial fauna: a phylogenetic and biogeographical synthesis. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 363: 3347–3361.

Pérez-Quintero, J. K. (2012). Environmental determinants of freshwater mollusc biodiversity and identification of priority areas for conservation in Mediterranean water courses. *Biodiversity Conservation* 3001–3016.

Ponder, W. F., Hallan, A., Shea, M. E., Clark, S. A., Richards, K., Klunzinger, M. W., Kessner, V. 2020. *Australian Freshwater Molluscs. Revision 1*.

Ponder, W. F. & Lindberg, D. (2020). *Biology and Evolution of the Mollusca. Volume I & II*. CRC Press.

Popov, S. V., Rögl, F., Rozanov, A. Y., Steininger, F. F., Shcherba, I. G. & Kovac, M. 2004: Lithological-paleogeographic maps of the Paratethys. 10 maps Late Eocene to Pliocene. — *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 250: 1–46.

Poulakakis, N., Kapli, P., Lymberakis, P., Trichas, A., Vardinoyiannis, K., Sfenthourakis, S., Mylonas, M. (2015). A review of phylogeographic analyses of animal taxa from the Aegean and surrounding regions. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 53(1): 18-32.

Pyron, M., & Brown, K. M. (2015). Introduction to Mollusca and the class Gastropoda. In J. H. Thorp, & D. C. Rogers (Eds.), Thorp and Covich's freshwater invertebrates: Ecology and general biology (Vol. 1, pp. 383–421).

Radea C., Louvrou I., Economou-Amilli A. (2008). First record of the New Zealand mud snail *Potamopyrgus antipodarum* J.E. Gray, 1843 (Mollusca: Hydrobiidae) in Greece – Notes on its population structure and associated microalgae. *Aquatic Invasions*, 341-344.

Radea, C., Parmakelis, A., Papadogiannis, V., Charou, D., Triantis, K. A. (2013b). The hydrobioid freshwater gastropods (Caenogastropoda, Truncatelloidea) of Greece: new records, taxonomic reassessments using DNA sequence data and an update of the IUCN Red List Categories. *ZooKeys*, 1–20.

Radea, C., Parmakelis, A., Velentzas, A. D., Triantis, K. A. (2016). Systematics of *Pseudamnicola* (Gastropoda: Hydrobiidae): description of two new species from insular Greece and redescription of *P. pieperi* Schütt, 1980. *Journal of Molluscan Studies*, 82: 67–79.

Ραδέα, Κ. (2020). 17B. Τα Μαλάκια. Η Πανίδα της Ελλάδας. Βιολογία και Διαχείριση της Άγριας Πανίδας. Broken Hill Publishers Ltd.

Radea, C., Lampri, P. N., Bakolitsas, K., Parmakelis, A. (2021). A new hydrobiid species (Caenogastropoda, Truncatelloidea) from insular Greece. *Zoosystematics and Evolution*, 97(1): 111–119.

Radoman, P. 1983. Hydrobioidea, a superfamily of Prosobranchia (Gastropoda), II. Systematics. Faculty of Science, Institute of Zoology, Beograd, Serbia.

Radoman, P. 1985. Hydrobioidea, a superfamily of Prosobranchia (Gastropoda), II. Origin, zoogeography, evolution in the Balkans and Asia Minor. Faculty of Science, Institute of Zoology, Beograd, Serbia.

Redlands, C.E.S.R.I. (2011). ArcGIS Desktop: Release 10.7.1.

Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T. J., Kidd, K. A., MacCormack, T. J., Olden, J. D., Ormerod, S. J., Smol, J. P., Taylor, W. W., Tockner, K., Vermaire, J. C., Dudgeon, D., Cooke, S. J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biol. Rev.*, 94: 849–873.

Régnier C., Fontaine B., Bouchet P. (2009). Not knowing, not recording, not listing: Numerous unnoticed mollusk extinctions. *Conservation Biology*, 1214–1221.

Reyjol, Y., Hugueny, B., Pont, D., Bianco, P. G., Beier, U., Caiola, N., Casals, F., Cowx, I., Economou, A., Ferreira, T., Haidvogel, G., Noble, R., de Sostoa, A., Vigneron, T., Virbickas, T. (2007). Patterns in species richness and endemism of European freshwater fish. *Global Ecology and Biogeography*, 16: 65–75.

Sfenthourakis, S., Schmalzfuss, H. (2018). Biogeography of Greek Terrestrial Isopods. *Biogeography and Biodiversity of the Aegean*. Broken Hill Publishers Ltd.

Skoulikidis, N. T., Bertahas, I., Koussouris, T. (1998). The environmental state of freshwater resources in Greece (rivers and lakes). *Environmental Geology* 1-17.

Strayer, D. L. (2006). Challenges for freshwater invertebrate conservation. *Journal of the North American Benthological Society*, 25(2): 271-287.

Strong E. E., Gargominy O., Ponder W. F., Bouchet P. (2008). Global diversity of gastropods (Gastropoda; Mollusca) in freshwater. *Hydrobiologia* 595: 149–166.

Sturm R. (2005). Modelling optimum ranges of selected environmental variables for habitats colonized by the spring snail *Bythinella austriaca* (v. Frauenfeld, 1857) (Gastropoda, Prosobranchia). *Malakologische Abhandlungen* 67-76.

Szarowska M. (2006). Molecular phylogeny, systematics and morphological character evolution in the Balkan Rissooidea (Caenogastropoda). *Folia Malacologica*, 99–168.

Szarowska, M. & Falniowski, A. (2011). Destroyed and threatened localities of Rissooid snails (Gastropoda: Rissooidea) in Greece. *Folia Malacologica*, 19(1): 35–39.

Szarowska, M., Hofman, S., Osikowski, A., Falniowski, A. (2014). Divergence preceding island formation among Aegean insular populations of the freshwater snail genus *Pseudorientalia* (Caenogastropoda: Truncatelloidea). *Zoological Science* 680–686.

Szarowska, M., Falniowski, A., (2014). *Ventrosia maritima* (Milaschewitsch, 1916) and *V. ventrosa* (Montagu, 1803) in Greece: Molecular data as a source of information about species ranges within the Hydrobiinae (Caenogastropoda: Truncatelloidea). *Folia Malacologica*, 22(1): 61–67.

Szarowska, M., Osikowski, A., Hofman, S., Falniowski, A. (2016). *Pseudamnicola* Paulucci, 1878 (Caenogastropoda: Truncatelloidea) from the Aegean Islands: a long or short story? *Organisms, Diversity & Evolution*, 16:121–139.

Tedesco, P. A., Bigorne, R., Bogan, A. E., Giam, X., Jézéquel, C., Hugueny, B. (2014). Estimating How Many Undescribed Species Have Gone Extinct. *Conservation Biology*, 28(5): 360–1370.

Triantis, K. A., Mylonas, M. (2009). Greek islands, biology. In: Gillespie R, Glague DA (eds) *Encyclopedia of islands*. University of California Press, Los Angeles, CA.

van Rees, C. B., Waylen, K. A., Schmidt-Kloiber, A., et al. (2021). Safeguarding freshwater life beyond 2020: Recommendations for the new global biodiversity framework from the European experience. *Conservation Letters*, 14(1): e12771

Vardinoyannis, K., Parmakelis, A., Triantis, K. A., Giokas, S. (2018). Land Mollusks in Greece: The rich, unique, diverse and unprotected animal models. *Biogeography and Biodiversity of the Aegean*. Broken Hill Publishers Ltd.

Vinarski, M. V. (2018). The species question in freshwater malacology: from Linnaeus to the present day. *Folia Malacologica*, 26(1):39–52.

Whittaker, R. J. & Fernández-Palacios, J. M. (2009). *Νησιωτική Βιογεωγραφία. Οικολογία, Εξέλιξη και Διατήρηση*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.

Wilke, T. & Delicado, D. (2019). *Hydrobiidae Stimpson, 1865. Freshwater mollusks of the world: A distribution atlas*. Johns Hopkins University Press.

Zogaris, S. & Economou, A. N., Dimopoulos, P. (2009). Ecoregions in the Southern Balkans: Should Their Boundaries Be Revised? *Environmental Management*, 43:682–697.

Zogaris, S. & Economou, A. N. (2018). The Biogeographic Characteristics of the River Basins of Greece. *The Rivers of Greece. Evolution, Current Status and Perspectives. The Handbook of Environmental Chemistry* 59.



# ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Πίνακας 3.** Λίστα των 149 ειδών που εξαπλώνονται στην Ελλάδα. Συνδυασμός: το είδος αναφέρεται από περισσότερους από 2 διαφορετικούς τύπους οικοσυστήματος. \*: Το είδος είναι εισβλητικό.

Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
Amnicolidae	<i>Marstoniopsis graeca</i>	+	Λίμνη	CR
	<i>Marstoniopsis macedonica</i>		Λίμνη	EN
	<i>Marstoniopsis malaprespensis</i>		Λίμνη	CR
Bithyniidae	<i>Bithynia candiota</i>	+	Ποτάμι	NT
	<i>Bithynia corfuensis</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bithynia cretensis</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bithynia graeca</i>	+	Λίμνη	VU
	<i>Bithynia hellenica</i>	+	Λίμνη	DD
	<i>Bithynia kastorias</i>	+	Λίμνη	CR
	<i>Bithynia prespensis</i>		Λίμνη	EN
	<i>Pseudobithynia ambrakis</i>		Λίμνη	VU
	<i>Pseudobithynia euboeensis</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Pseudobithynia fainiowskii</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Pseudobithynia gittenbergeri</i>	+		DD
	<i>Pseudobithynia hemmeni</i>	+	Συνδυασμός	DD
	<i>Pseudobithynia nigra</i>	+	Ρέμα	
	<i>Pseudobithynia panetolis</i>	+	Λίμνη	CR
	<i>Pseudobithynia renei</i>	+		DD

Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
	<i>Pseudobithynia trichonis</i>	+	Συνδυσασμός	EN
	<i>Pseudobithynia westerlundii</i>	+	Συνδυσασμός	NT
	<i>Pseudobithynia zogari</i>	+	Συνδυσασμός	DD
Bythinellidae	<i>Bythinella alexpeteri</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella amira</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella atypikos</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella beckmanni</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella cabirius</i>	+		
	<i>Bythinella charpentieri</i>	+	Συνδυσασμός	LC
	<i>Bythinella corrosa</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella cretensis</i>	+	Συνδυσασμός	DD
	<i>Bythinella dierckingi</i>		Πηγή	
	<i>Bythinella dimitrosensis</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella eleousae</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella ellinikae</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella jozefgregoi</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella kambosensis</i>	+	Πηγή	
<i>Bythinella kastaliae</i>	+	Πηγή		

Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
	<i>Bythinella kastanolongosensis</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella kithiraensis</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella klimaensis</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella konstadinensis</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella kosensis</i>	+	Συνδυασμός	DD
	<i>Bythinella kwanti</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella kyriaki</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella liandinaensis</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella olymbosensis</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella perivoliensis</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella pesici</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella petrosensis</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella rachonica</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella reischuetzi</i>	+		
	<i>Bythinella rethymnonensis</i>	+	Συνδυασμός	
	<i>Bythinella reuselaarsi</i>	+	Ρέμα	
	<i>Bythinella righaensis</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella sitiensis</i>	+	Συνδυασμός	

Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
	<i>Bythinella taygetensis</i>	+	Πηγή	
	<i>Bythinella walensae</i>	+	Πηγή	
Cochliopidae	<i>Eupaludestrina achaja</i>	+	Συνδυασμός	DD
	<i>Eupaludestrina maltzani</i>	+	Συνδυασμός	DD
	<i>Eupaludestrina stagnorum</i>			LC
	<i>Eupaludestrina steindachneri</i>	+	Συνδυασμός	DD
	<i>Achaiohydrobia moreana</i>	+	Υφάλμυρα	
Hydrobiidae	<i>Agrafia wiktori</i>	+	Λίμνη	
	<i>Belgrandia ionica</i>		Συνδυασμός	DD
	<i>Daphniola dione</i>	+	Πηγή	
	<i>Daphniola eptalophos</i>	+	Πηγή	
	<i>Daphniola exigua</i>	+	Πηγή	EN
	<i>Daphniola hadei</i>	+	Πηγή	CR
	<i>Daphniola longipenia</i>	+	Πηγή	
	<i>Daphniola louisi</i>	+	Πηγή	CR
	<i>Daphniola magdalenae</i>	+	Σπήλαιο	
	<i>Dianella schlickumi</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Dianella thiesseana</i>	+	Λίμνη	CR



Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
	<i>Ecrobia maritima</i>		Συνδυασμός	
	<i>Ecrobia ventrosa</i>		Συνδυασμός	LC
	<i>Fissuria raehlei</i>	+	Ρέμα	NT
	<i>Graecoanatolica macedonica</i>		Λίμνη	EX
	<i>Graecoanatolica vegorriticola</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Graecoarganiella parnassiana</i>	+	Πηγή	
	<i>Graecorientalia vrissiana</i>	+	Πηγή	CR
	<i>Grossuana angeltsekovi</i>		Πηγή	
	<i>Grossuana avandasisensis</i>	+	Λίμνη	
	<i>Grossuana beroni</i>	+	Πηγή	
	<i>Grossuana delphica</i>	+	Πηγή	
	<i>Grossuana durrelli</i>	+	Πηγή	
	<i>Grossuana euxina</i>			
	<i>Grossuana marginata</i>	+	Συνδυασμός	
	<i>Grossuana sidironerensis</i>	+	Πηγή	
<i>Grossuana stenaensis</i>	+	Πηγή		
<i>Grossuana tembii</i>	+	Πηγή		
<i>Grossuana thasia</i>	+	Πηγή		

Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
	<i>Grossuana vurliana</i>	+	Πηγή	
	<i>Hauffenia edlingeri</i>	+		CR
	<i>Hydrobia acuta</i>		Λίμνη	LC
	<i>Isimerope semele</i>	+	Συνδυασμός	
	<i>Islamia bendidis</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Islamia epirana</i>	+	Συνδυασμός	VU
	<i>Islamia graeca</i>	+	Λίμνη	CR
	<i>Islamia paranasileioui</i>	+	Πηγή	
	<i>Islamia skalaensis</i>	+	Ποτάμι	
	<i>Islamia trichoniana</i>	+	Λίμνη	CR
	<i>Lerniana feheri</i>	+	Συνδυασμός	
	<i>Lerniana seminula</i>	+	Συνδυασμός	LC
	<i>Lerniana tritonum</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Litthabittella chilodia</i>		Συνδυασμός	LC
	<i>Malaprespia albanica</i>		Λίμνη	
	<i>Myrtoessa hyas</i>	+	Ρυάκι	
	<i>Pontobelgrandiella bulgarica</i>			VU
	<i>Pontobelgrandiella lavrasi</i>	+	Πηγή	

Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
	<i>Prespolitorea malapresprensensis</i>		Λίμνη	CR
	<i>Pseudamnicola brachia</i>	+	Συνδυσασμός	DD
	<i>Pseudamnicola chia</i>	+	Συνδυσασμός	VU
	<i>Pseudamnicola exilis</i>	+	Πηγή	DD
	<i>Pseudamnicola ianthe</i>	+	Πηγή	
	<i>Pseudamnicola ilione</i>	+	Πηγή	
	<i>Pseudamnicola kavosensis</i>	+	Ρέμα	
	<i>Pseudamnicola lesbosensis</i>	+	Λίμνη	
	<i>Pseudamnicola limnosensis</i>	+	Λίμνη	
	<i>Pseudamnicola macrostoma</i>		Συνδυσασμός	DD
	<i>Pseudamnicola magdalenae</i>	+	Συνδυσασμός	
	<i>Pseudamnicola mitataensis</i>	+	Πηγή	
	<i>Pseudamnicola negropontina</i>	+	Συνδυσασμός	
	<i>Pseudamnicola occulta</i>	+	Συνδυσασμός	
	<i>Pseudamnicola pieperi</i>	+	Πηγή	VU

Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
	<i>Pseudamnicola samosensis</i>	+	Λίμνη	
	<i>Pseudamnicola skalaensis</i>	+	Συνδυασμός	
	<i>Pseudamnicola stasimoensis</i>	+	Πηγή	
	<i>Pseudoislamia balcanica</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Pyrgohydrobia prespaensis</i>			EN
	<i>Pyrgula presbensis</i>	+	Λίμνη	
	<i>Radomaniola albanica</i>			LC
	<i>Radomaniola curta</i>		Συνδυασμός	LC
	<i>Radomaniola dolens</i>	+	Πηγή	
	<i>Radomaniola filiola</i>	+	Πηγή	
	<i>Radomaniola haesitans</i>	+	Πηγή	LC
	<i>Radomaniola hessei</i>	+		LC
	<i>Radomaniola kephalovrissonia</i>	+	Πηγή	
	<i>Radomaniola variabilis</i>		Πηγή	
	<i>Trichonia trichonica</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Turcorientalia tzetkovi</i>	+	Πηγή	

Οικογένεια	Είδος	Ενδημισμός	Οικοσύστημα	Κατηγορία κινδύνου
Moitessieriidae	<i>Clameia brooki</i>	+		DD
	<i>Iglica alpheus</i>	+	Ρέμα	DD
	<i>Iglica hellenica</i>	+	Σπήλαιο	
	<i>Iglica kirea</i>	+		
	<i>Iglica maasseni</i>	+	Συνδυασμός	DD
	<i>Iglica sidariensis</i>	+	Ποτάμι	VU
	<i>Iglica wolfscheri</i>	+	Ρέμα	CR
	<i>Paladilhioipsis blanci</i>	+		DD
	<i>Paladilhioipsis janinensis</i>	+	Συνδυασμός	CR
	<i>Paladilhioipsis neaugustensis</i>	+	Πηγή	CR
Tateidae	<i>Paladilhioipsis thessalica</i>	+	Πηγή	VU
	<i>Potamopyrgus antipodarum*</i>		Λίμνη	LC

**Πίνακας 4.** Λίστα των 43 taxa που αποτελούν ταξινομικά προβλήματα ή είναι απροσδιόριστα.

Απροσδιόριστα taxa		Ταξινομικά προβλήματα	
<i>Bithynia aff. tentaculata</i>	<i>cf. Islamia sp.</i>	<i>Bithynia boissieri</i>	<i>Bithynia rubens</i>
<i>Bithynia cf. boissieri</i>	<i>Daphniola cf. exigua</i>	<i>Bithynia goryi</i>	<i>Bithynia schwabii</i>
<i>Marstoniopsis sp.</i>	<i>Daphniola sp.</i>	<i>Bithynia leachii</i>	<i>Bithynia tentaculata</i>
<i>Bithynia sp.</i>	<i>Fissuria sp.</i>	<i>Bithynia majewskii</i>	<i>Bithynia walderdorfii</i>
<i>Pseudobithynia sp.</i>	<i>Graecoanatolica sp.</i>	<i>Bithynia orsinii</i>	<i>Bythinella viridis</i>
<i>Bythinella cf. charpentieri</i>	<i>Graecoarganiella sp.</i>	<i>Bithynia rumelica</i>	<i>Adriohydrobia gagatinella</i>
<i>Bythinella sp.</i>	<i>Grossuana sp.</i>	<i>Bithynia montenegrina</i>	<i>Hauffenia sp.</i>
<i>Agrafia sp.</i>	<i>Hydrobia sp.</i>	<i>Pseudamnicola kotschyi</i>	<i>Bythiospeum sp.</i>
<i>Isimerope cf. semele</i>	<i>Prespolitorea sp.</i>		
<i>Isimerope sp.</i>	<i>Pseudamnicola cf. exilis</i>		
<i>Islamia cf. epirana</i>	<i>Pseudamnicola cf. magdalenae</i>		
<i>Islamia sp.</i>	<i>Pseudamnicola cf. occulta</i>		
<i>Litthabitella sp.</i>	<i>Pseudamnicola sp.</i>		
<i>Pseudoislamia sp.</i>	<i>Pyrgohydrobia sp.</i>		
<i>Pyrgula sp.</i>	<i>Radomaniola cf. curta</i>		
<i>Radomaniola or Grossuana SP.</i>	<i>Radomaniola sp.</i>		
<i>Trichonia sp.</i>	<i>Turcorientalia sp.</i>		

**Πίνακας 5.** Λίστα των 149 ελληνικών ειδών ανά περιοχή εξάπλωσης. CRT: Κρήτη, AEG: Αιγαίο Πέλαγος, ION: Ιόνιο Πέλαγος, PEL: Πελοπόννησος, STR: Στερεά Ελλάδα, IPR: Ήπειρος, THS: Θεσσαλία, MAC: Μακεδονία, THR: Θράκη. \*: Το είδος είναι εισβλητικό.

Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
Amnicolidae	<i>Marstoniopsis graeca</i>		+							
	<i>Marstoniopsis macedonica</i>		+							
	<i>Marstoniopsis malaprespensis</i>		+							
Bithyniidae	<i>Bithynia candiota</i>									+
	<i>Bithynia corfuensis</i>							+		
	<i>Bithynia cretensis</i>									+
	<i>Bithynia graeca</i>		+		+					
	<i>Bithynia hellenica</i>					+	+	+		
	<i>Bithynia kastorias</i>		+		+					
	<i>Bithynia prespensis</i>		+							
	<i>Pseudobithynia ambrakis</i>		+			+				
	<i>Pseudobithynia euboensis</i>								+	
	<i>Pseudobithynia falniowskii</i>					+	+			
	<i>Pseudobithynia gittenbergeri</i>								+	
	<i>Pseudobithynia hemmeni</i>				+					
	<i>Pseudobithynia nigra</i>									+
	<i>Pseudobithynia panetolis</i>						+			
<i>Pseudobithynia renei</i>						+			+	

Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
	<i>Pseudobithynia trichonis</i>					+				
	<i>Pseudobithynia westerlundii</i>				+			+		
	<i>Pseudobithynia zagari</i>		+		+		+		+	
Bythinellidae	<i>Bythinella alexpeteri</i>						+			
	<i>Bythinella amira</i>								+	
	<i>Bythinella atypikos</i>						+			
	<i>Bythinella beckmanni</i>						+			
	<i>Bythinella cabirius</i>								+	
	<i>Bythinella charpentieri</i>		+	+	+	+	+		+	
	<i>Bythinella corrosa</i>						+			
	<i>Bythinella cretensis</i>									+
	<i>Bythinella dierckingi</i>		+							
	<i>Bythinella dimitrosensis</i>								+	
	<i>Bythinella eleousae</i>						+			
	<i>Bythinella ellinikae</i>							+		
	<i>Bythinella jozefgregoi</i>					+				
	<i>Bythinella kambosensis</i>							+		
<i>Bythinella kastaliae</i>						+				



Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
	<i>Bythinella kastanolongosensis</i>								+	
	<i>Bythinella kithiraensis</i>								+	
	<i>Bythinella klimaensis</i>					+				
	<i>Bythinella konstadinensis</i>								+	
	<i>Bythinella kosensis</i>								+	
	<i>Bythinella kwanti</i>						+			
	<i>Bythinella kyriaki</i>				+					
	<i>Bythinella liandinaensis</i>						+			
	<i>Bythinella olymbosensis</i>								+	
	<i>Bythinella perivoliensis</i>					+				
	<i>Bythinella pesci</i>					+				
	<i>Bythinella petrosensis</i>						+			
	<i>Bythinella rachonica</i>								+	
	<i>Bythinella reischuetzi</i>					+				
	<i>Bythinella rethymnonensis</i>									+
	<i>Bythinella reuselaarsi</i>								+	
	<i>Bythinella righaensis</i>					+				
	<i>Bythinella sitiensis</i>									+

Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
	<i>Bythinella taygetensis</i>						+			
	<i>Bythinella walensae</i>								+	
Cochliopidae	<i>Eupaludestrina achaja</i>			+		+	+		+	
	<i>Eupaludestrina maltzani</i>									+
	<i>Eupaludestrina stagnorum</i>								+	
	<i>Eupaludestrina steindachneri</i>					+		+		
	<i>Achaiohydrobia moreana</i>						+			
Hydrobiidae	<i>Agrafia wiktori</i>			+		+				
	<i>Belgrandia ionica</i>							+		
	<i>Daphniola dione</i>							+		
	<i>Daphniola eptalophos</i>					+				
	<i>Daphniola exigua</i>		+	+		+	+			
	<i>Daphniola hadei</i>						+			
	<i>Daphniola longipenia</i>						+			
	<i>Daphniola louisi</i>			+		+			+	
	<i>Daphniola magdaleneae</i>			+						
	<i>Dianella schlickumi</i>					+				
<i>Dianella thiesseana</i>					+					

Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
	<i>Ecrobia maritima</i>	+				+			+	
	<i>Ecrobia ventrosa</i>					+	+			
	<i>Fissuria raehelei</i>							+		
	<i>Graecoanatolica macedonica</i>		+							
	<i>Graecoanatolica vegorriticola</i>		+			+				
	<i>Graecoarganiella parnassiana</i>					+				
	<i>Graecorientalia vrissiana</i>			+						
	<i>Grossuana angeltssekovi</i>	+	+							
	<i>Grossuana avandasensis</i>	+								
	<i>Grossuana beroni</i>								+	
	<i>Grossuana delphica</i>					+				
	<i>Grossuana durrelli</i>							+		
	<i>Grossuana euxina</i>					+				
	<i>Grossuana marginata</i>		+	+					+	
	<i>Grossuana sidironensis</i>		+							
	<i>Grossuana stenaensis</i>		+							
	<i>Grossuana tembii</i>			+						
	<i>Grossuana thasia</i>								+	

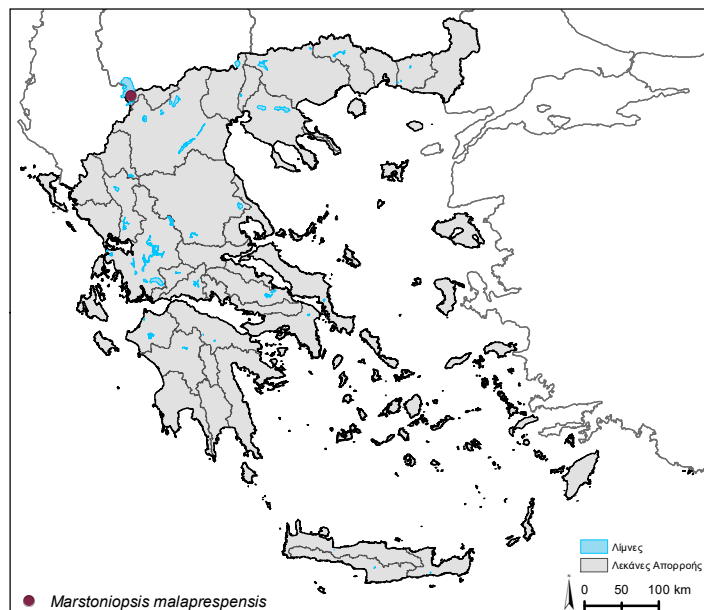
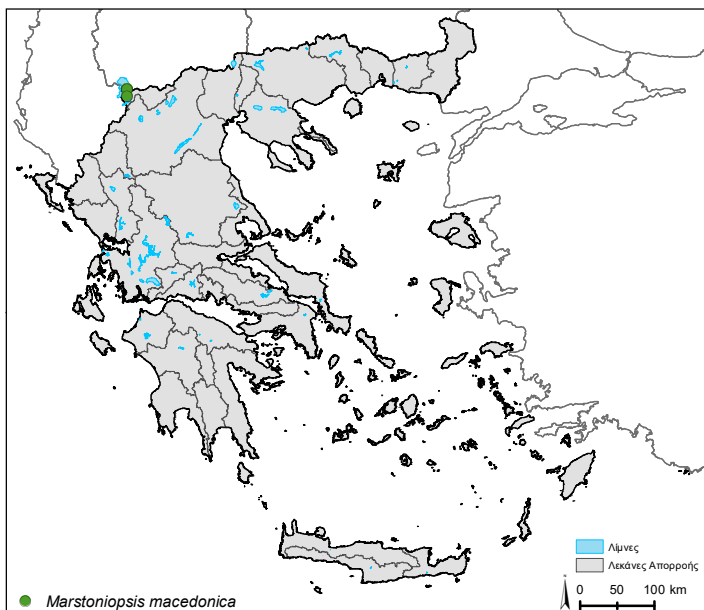
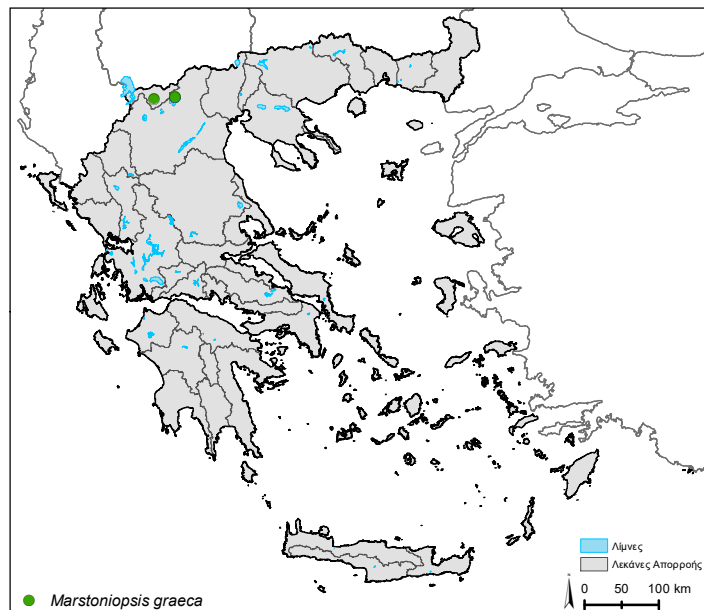
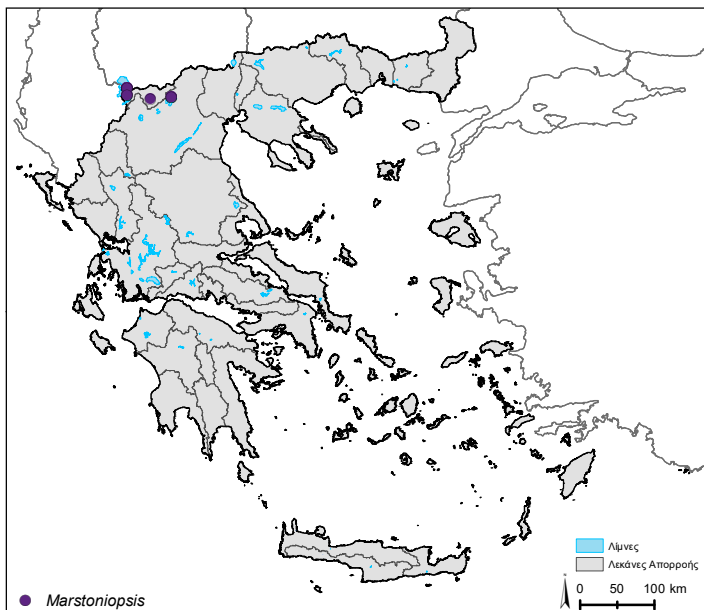
Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
	<i>Grossuana vurliana</i>				+	+				
	<i>Hauffenia edlingeri</i>									
	<i>Hydrobia acuta</i>								+	
	<i>Isimerope semele</i>						+			
	<i>Islamia bendidis</i>								+	
	<i>Islamia epirana</i>				+	+		+		
	<i>Islamia graeca</i>					+				
	<i>Islamia papavasileioui</i>					+				
	<i>Islamia skalaensis</i>						+			
	<i>Islamia trichoniana</i>					+				
	<i>Lerniana feheri</i>									
	<i>Lerniana seminula</i>					+	+		+	
	<i>Lerniana tritonum</i>		+	+		+	+	+	+	
	<i>Litthabitella chilodia</i>				+			+		
	<i>Malaprespia albanica</i>		+							
	<i>Myrtoessa hyas</i>						+			
	<i>Pontobelgrandiella bulgarica</i>		+							
	<i>Pontobelgrandiella lavrasi</i>		+							

Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
	<i>Prespolitorea malaprespensis</i>		+							
	<i>Pseudamnicola brachia</i>									+
	<i>Pseudamnicola chia</i>								+	
	<i>Pseudamnicola exilis</i>						+		+	
	<i>Pseudamnicola ianthe</i>								+	
	<i>Pseudamnicola ilione</i>								+	
	<i>Pseudamnicola kavosensis</i>							+		
	<i>Pseudamnicola lesbosensis</i>								+	
	<i>Pseudamnicola limnosensis</i>								+	
	<i>Pseudamnicola macrostoma</i>				+	+	+	+	+	
	<i>Pseudamnicola magdaleneae</i>								+	
	<i>Pseudamnicola mitataensis</i>								+	
	<i>Pseudamnicola negropontina</i>								+	
	<i>Pseudamnicola occulta</i>									+
	<i>Pseudamnicola pieperi</i>								+	

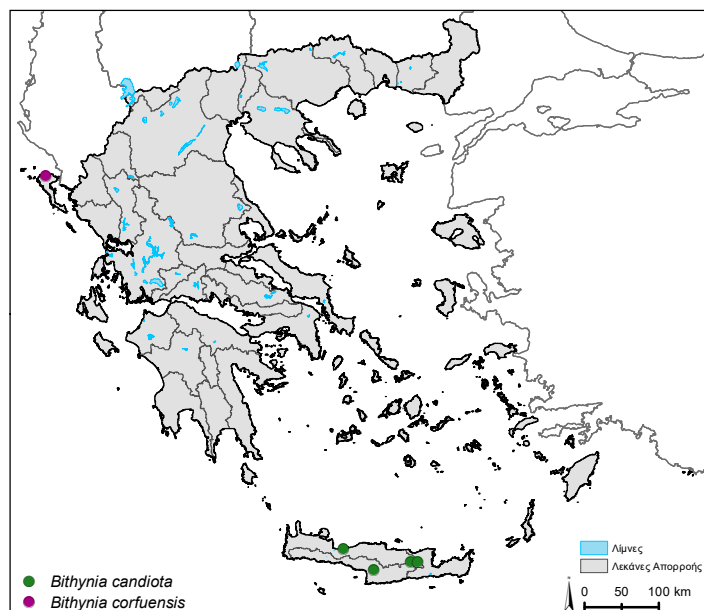
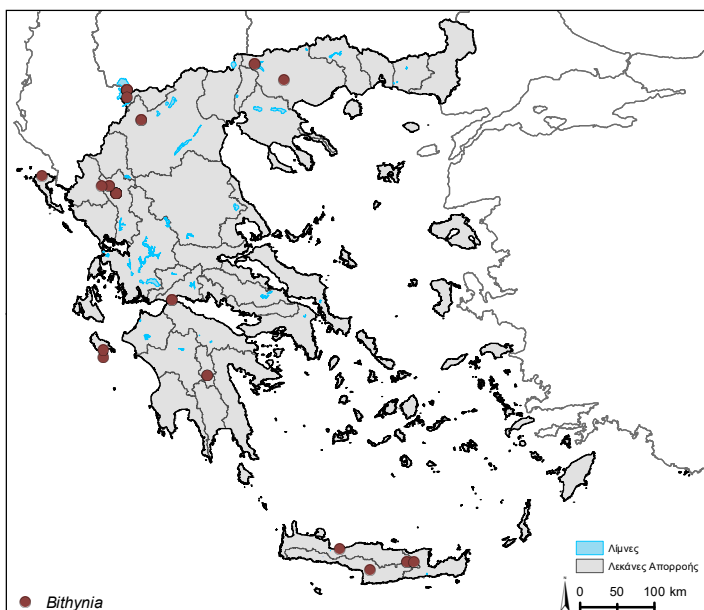
Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
	<i>Pseudamnicola samosensis</i>								+	
	<i>Pseudamnicola skalaensis</i>						+			
	<i>Pseudamnicola stasimoensis</i>						+			
	<i>Pseudoislamia balcanica</i>					+				
	<i>Pyrgohydrobia prespaensis</i>		+							
	<i>Pyrgula presbensis</i>		+							
	<i>Radomaniola albanica</i>				+					
	<i>Radomaniola curta</i>		+	+	+	+				
	<i>Radomaniola dolens</i>				+					
	<i>Radomaniola filiola</i>						+			
	<i>Radomaniola haesitans</i>				+			+		
	<i>Radomaniola hessei</i>							+		
	<i>Radomaniola kephalovrissonia</i>					+				
	<i>Radomaniola variabilis</i>				+					
	<i>Trichonia trichonica</i>				+	+				
	<i>Turcorientalia tzetkovi</i>		+							

Οικογένεια	Είδος	THR	MAC	THS	IPR	STR	PEL	ION	AEG	CRT
Moitessieriidae	<i>Clameia brooki</i>								+	
	<i>Iglica alpheus</i>						+			
	<i>Iglica hellenica</i>			+						
	<i>Iglica kirea</i>								+	
	<i>Iglica maasseni</i>								+	
	<i>Iglica sidariensis</i>							+		
	<i>Iglica wolfischeri</i>						+			
	<i>Paladilhopsis blanci</i>							+		
	<i>Paladilhopsis janinensis</i>					+				
	<i>Paladilhopsis neaugustensis</i>			+						
	<i>Paladilhopsis thessalica</i>				+					
Tateidae	<i>Potamopyrgus antipodarum*</i>					+				

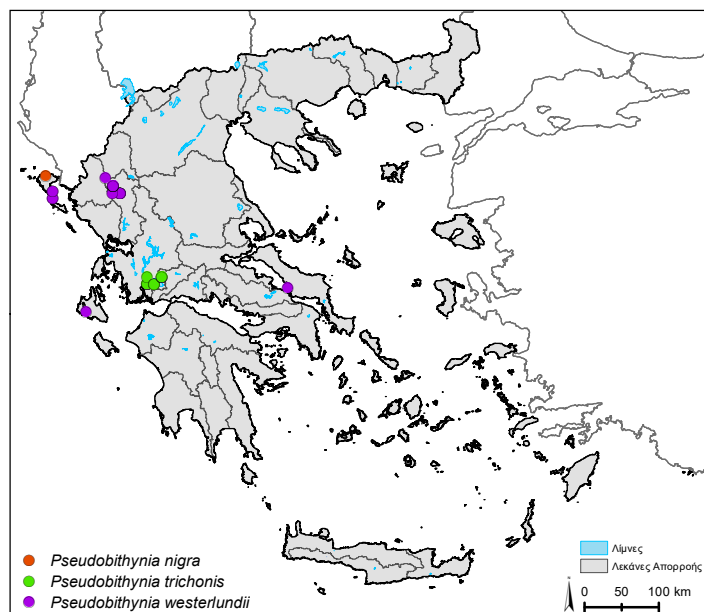
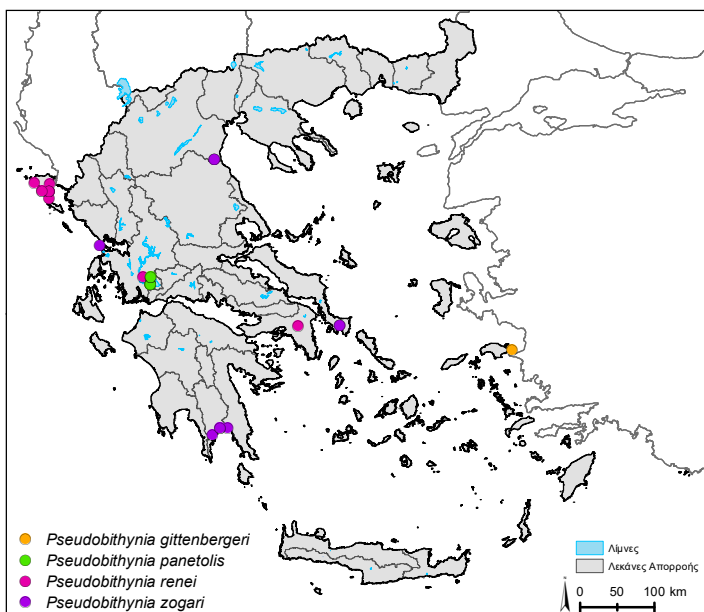
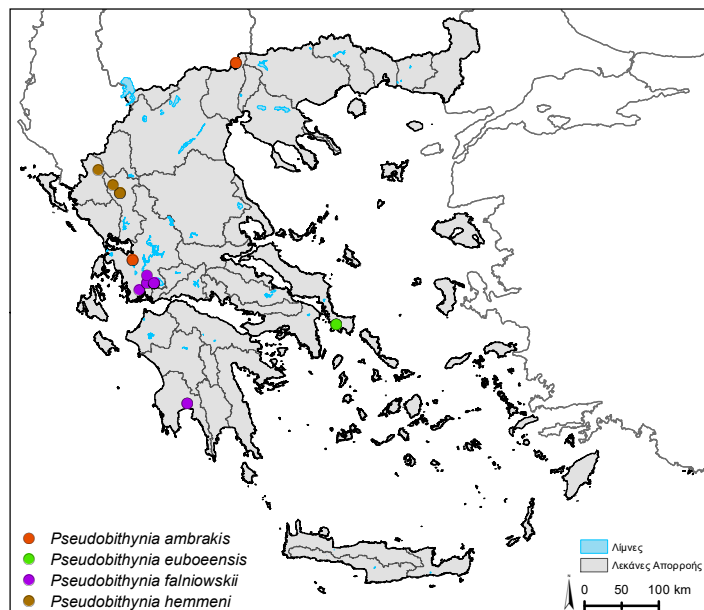
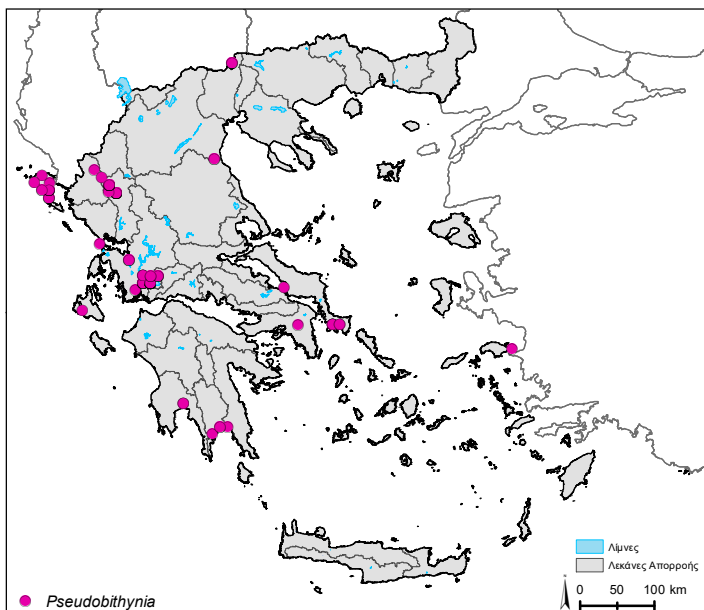
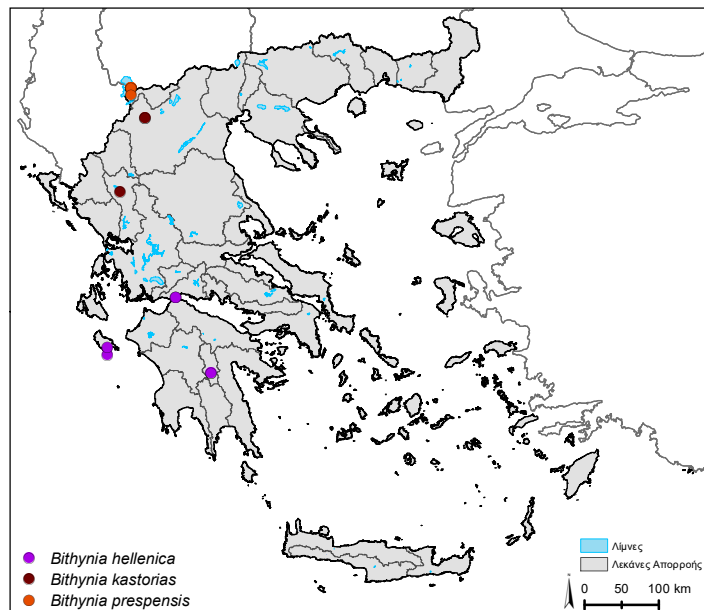
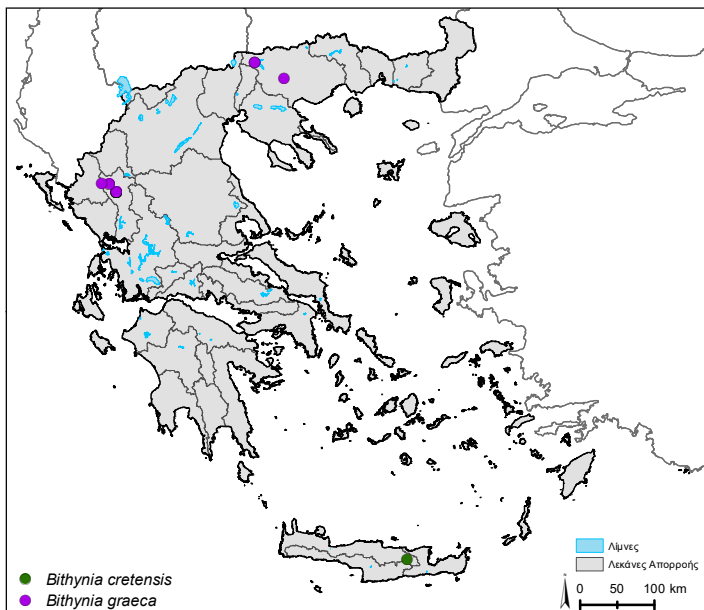
## Family Amnicolidae



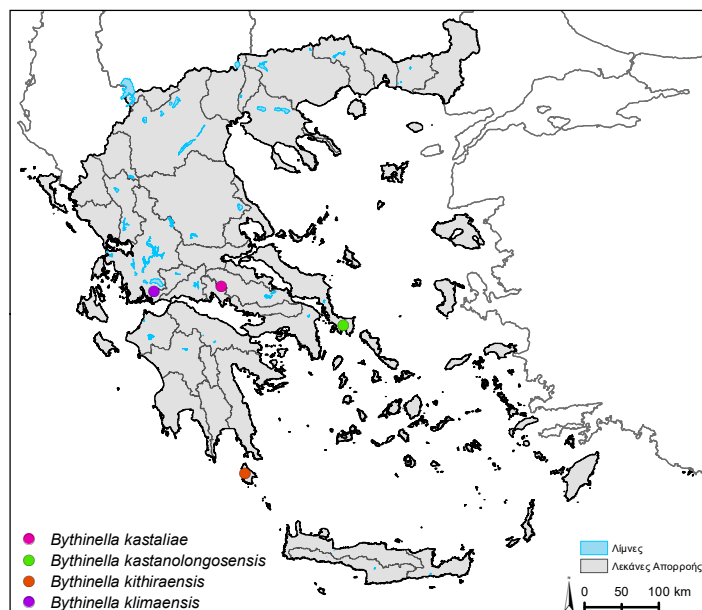
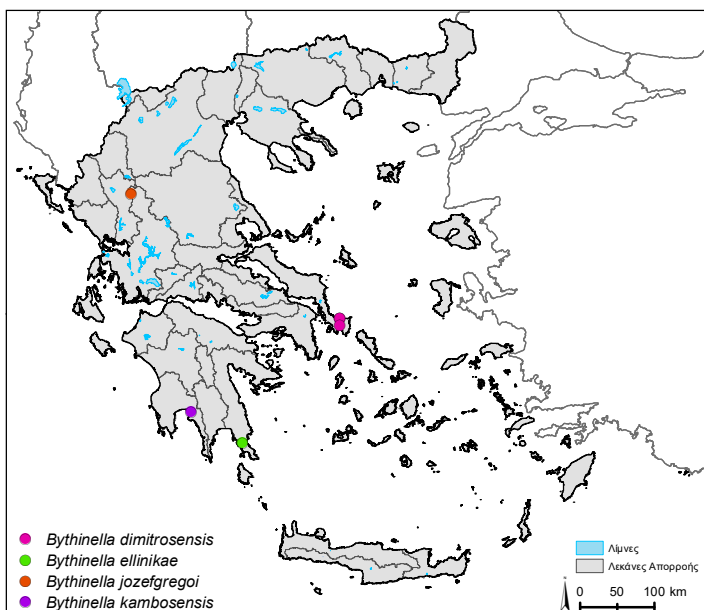
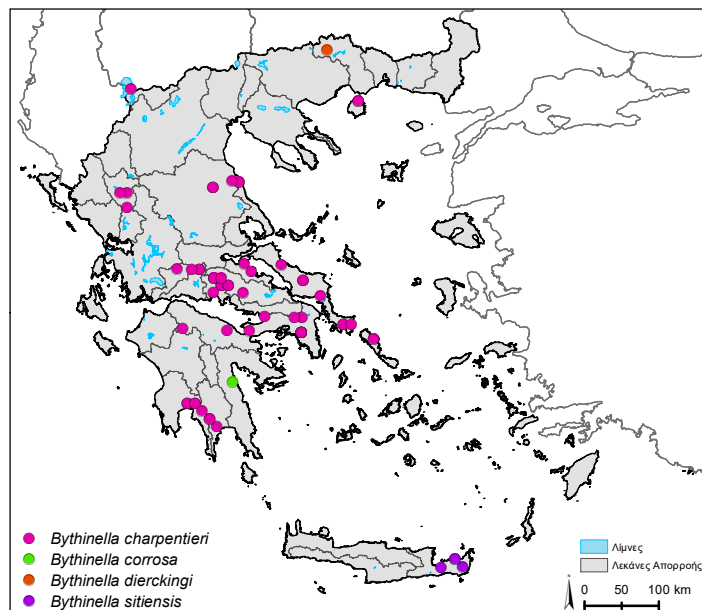
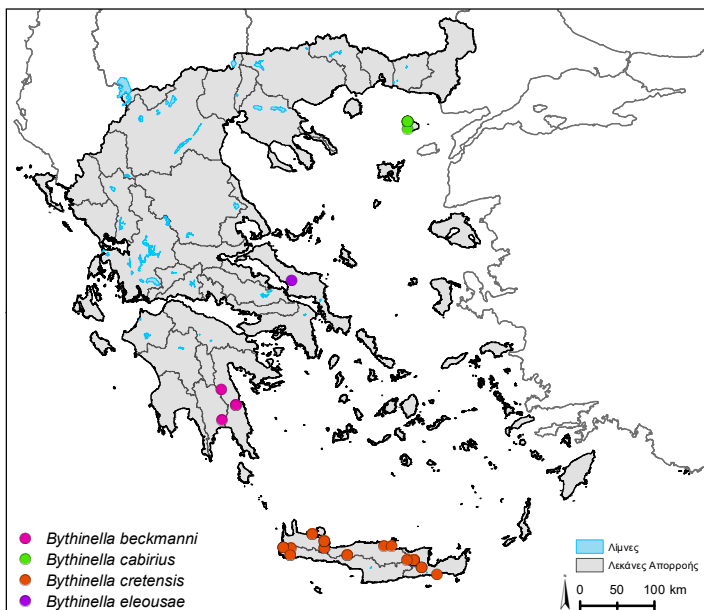
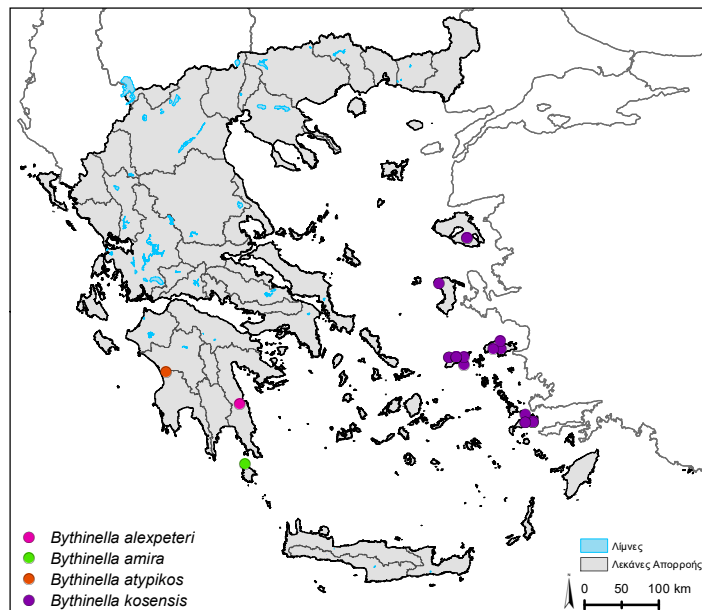
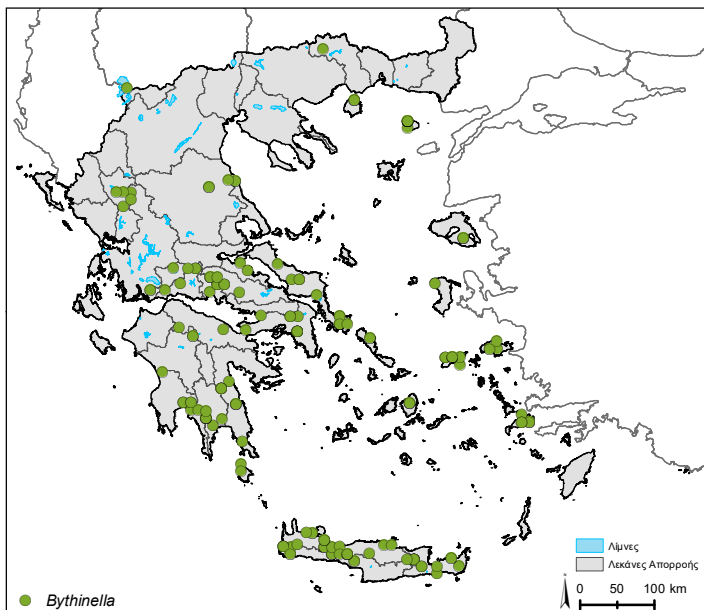
## Family Bithyniidae

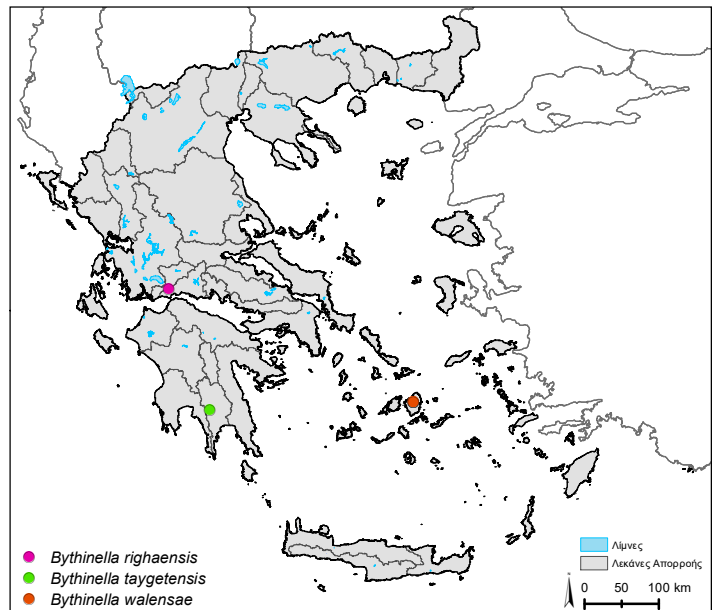
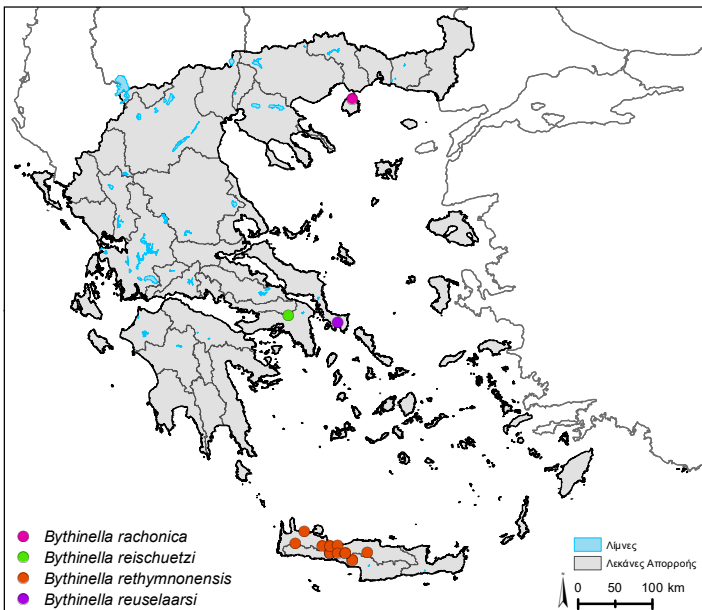
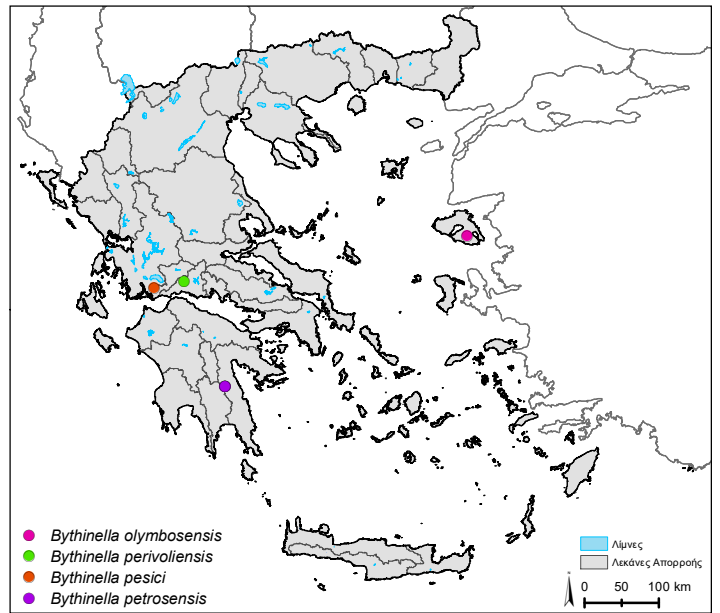
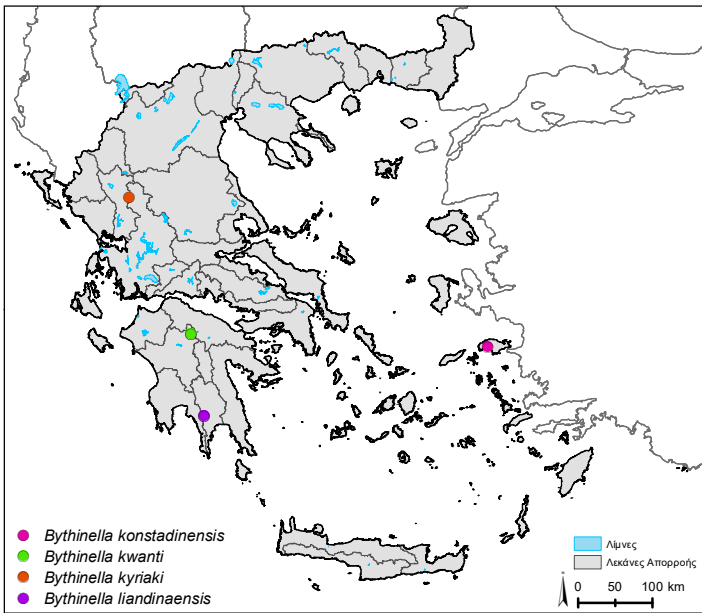




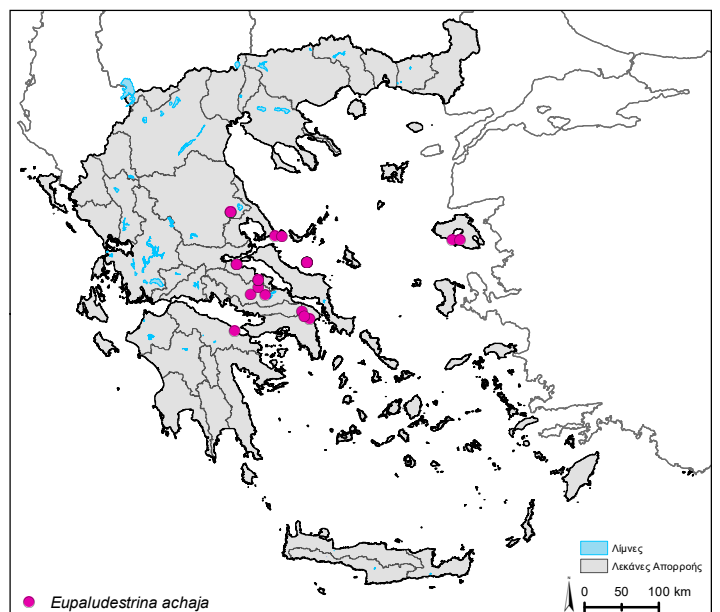
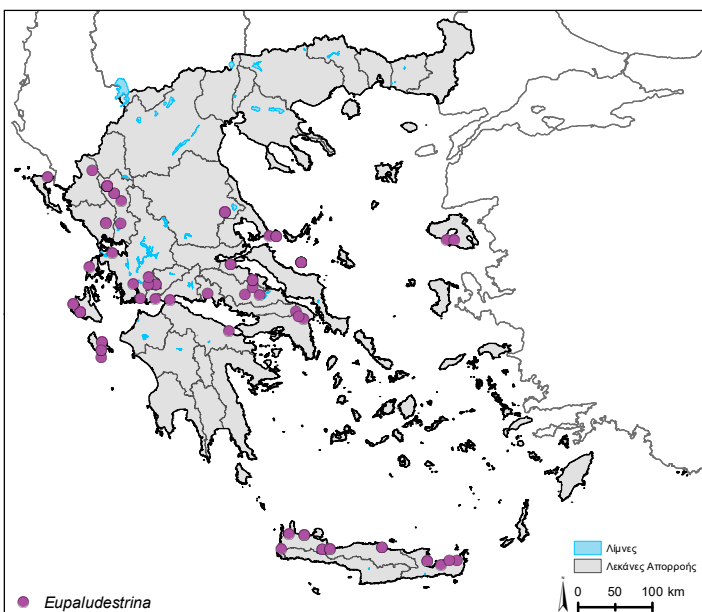


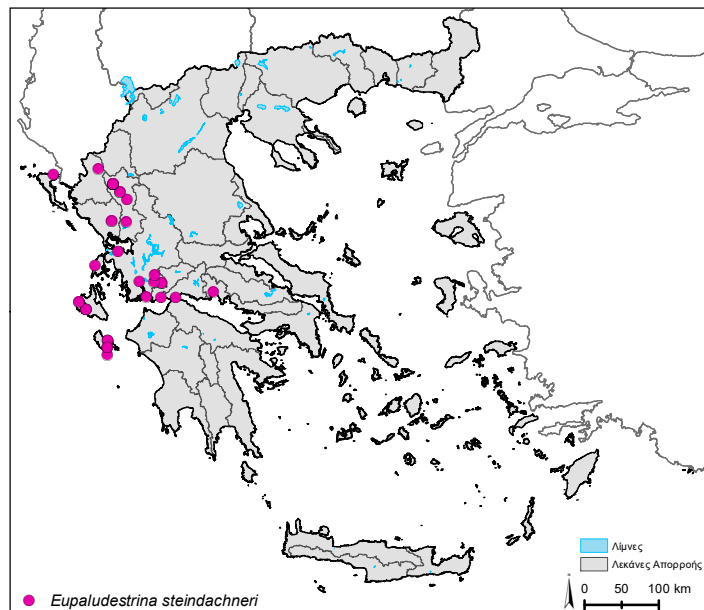
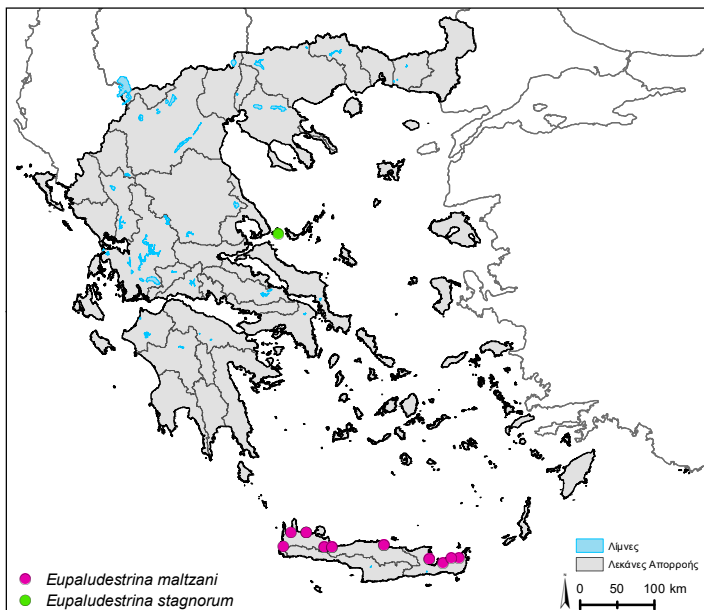
## Family Bythinellidae



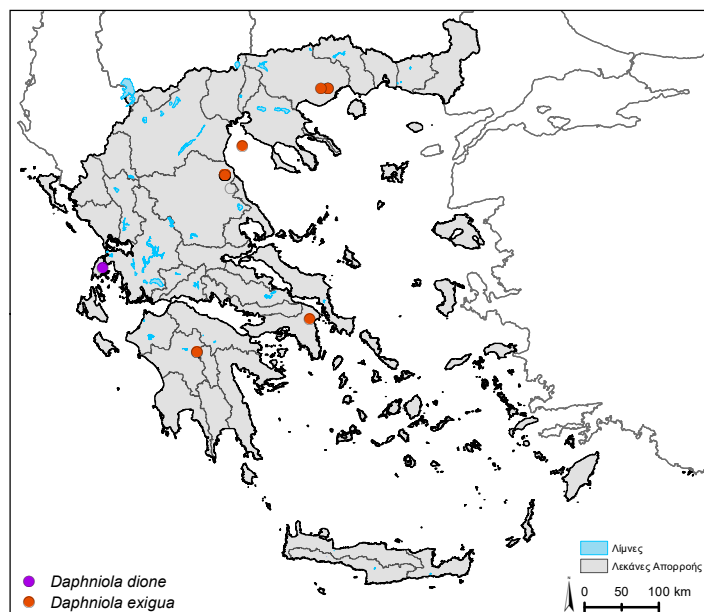
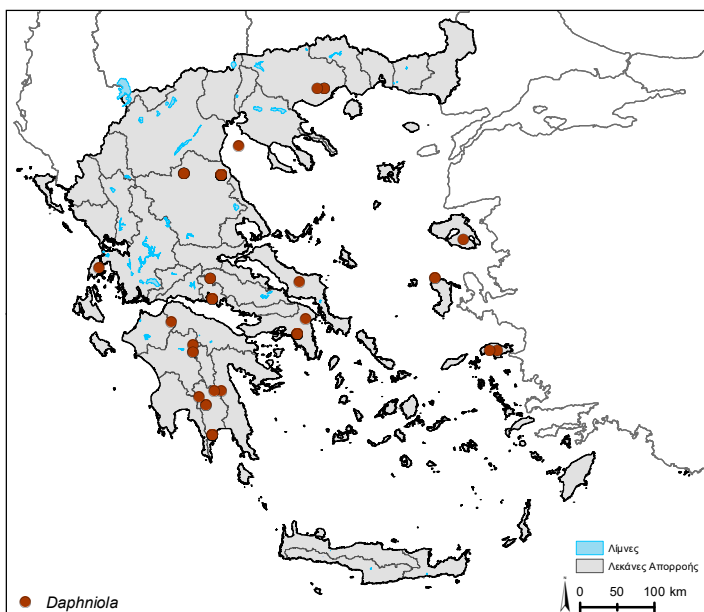
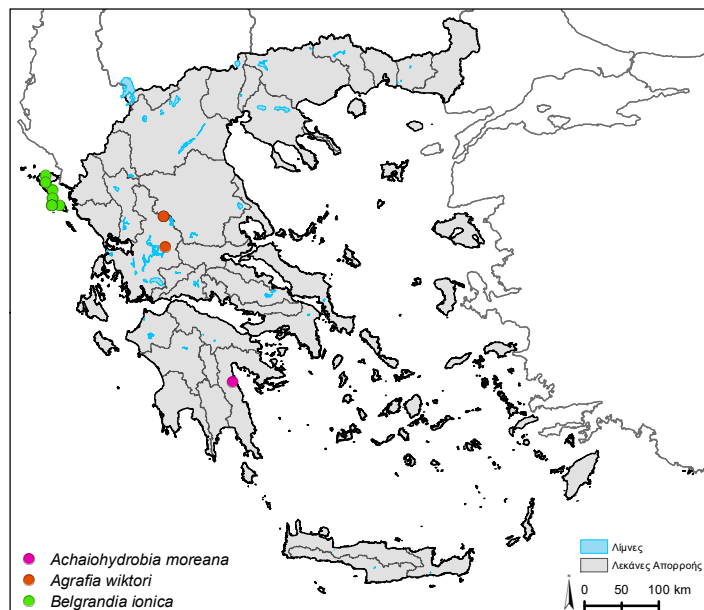
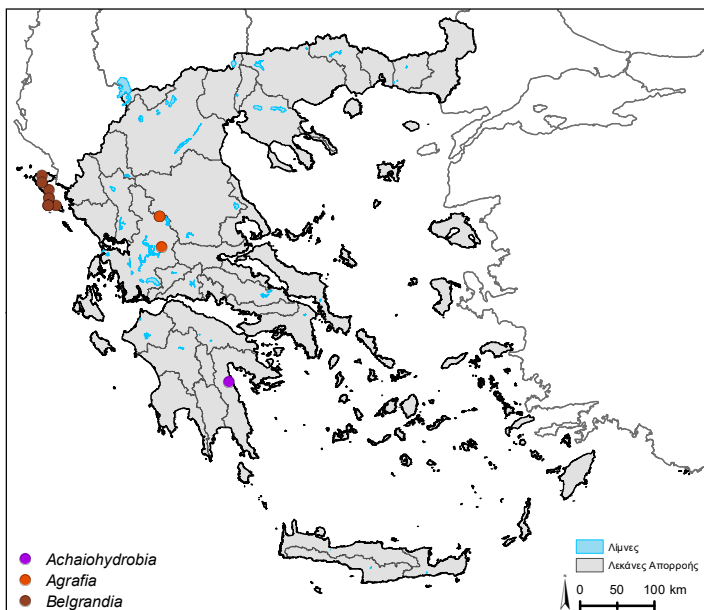


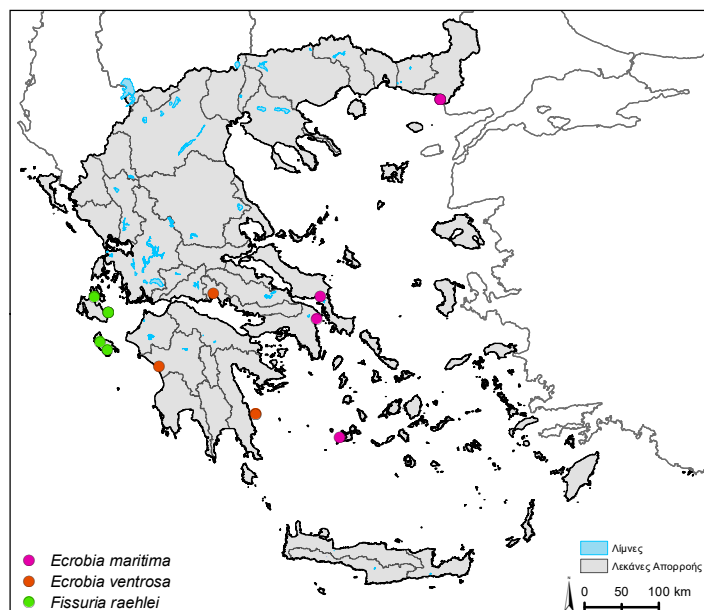
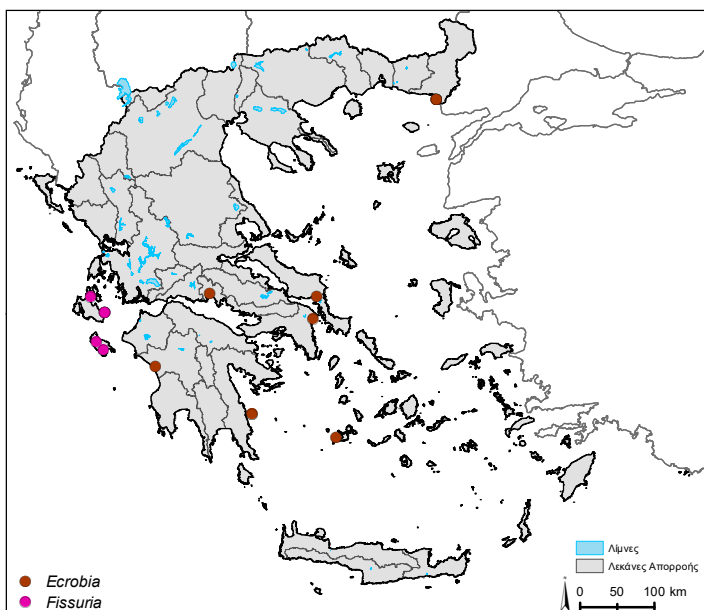
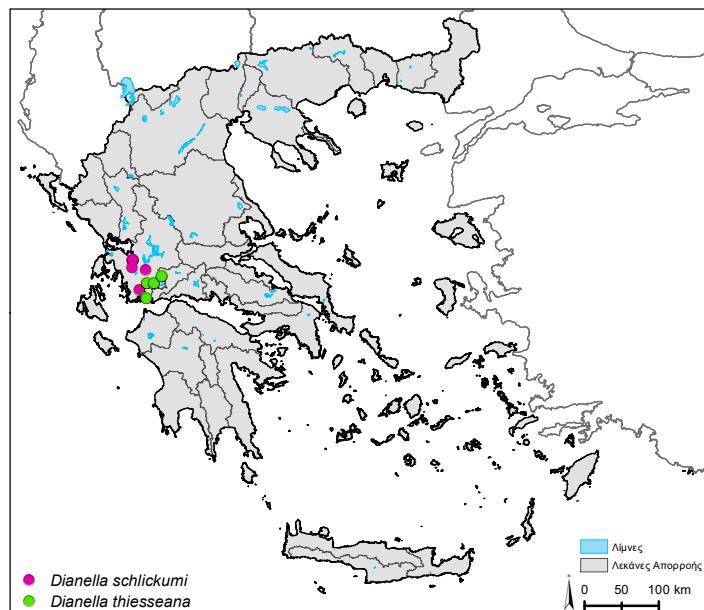
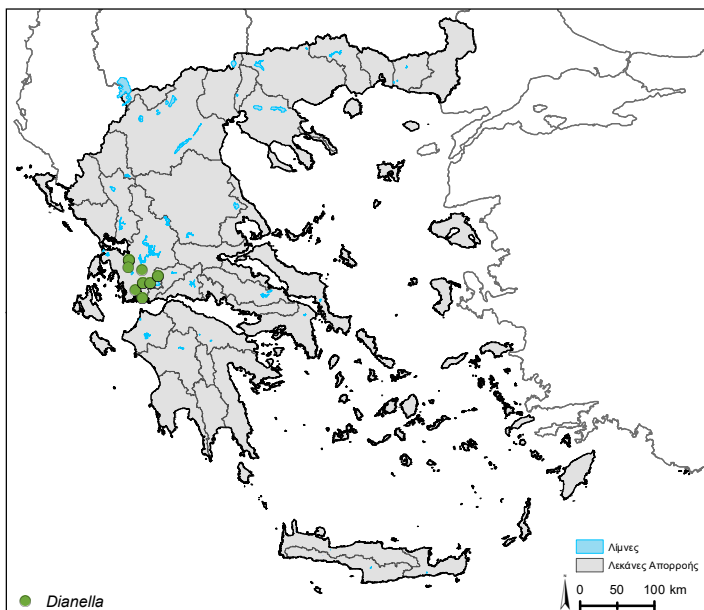
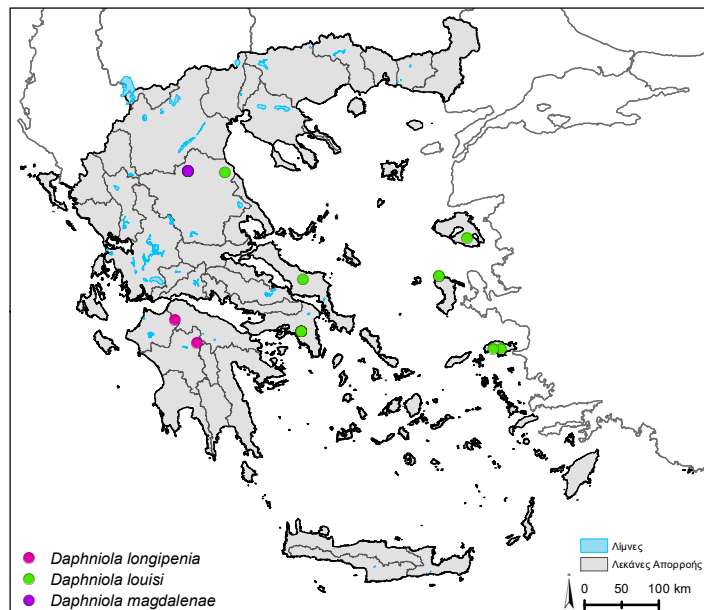
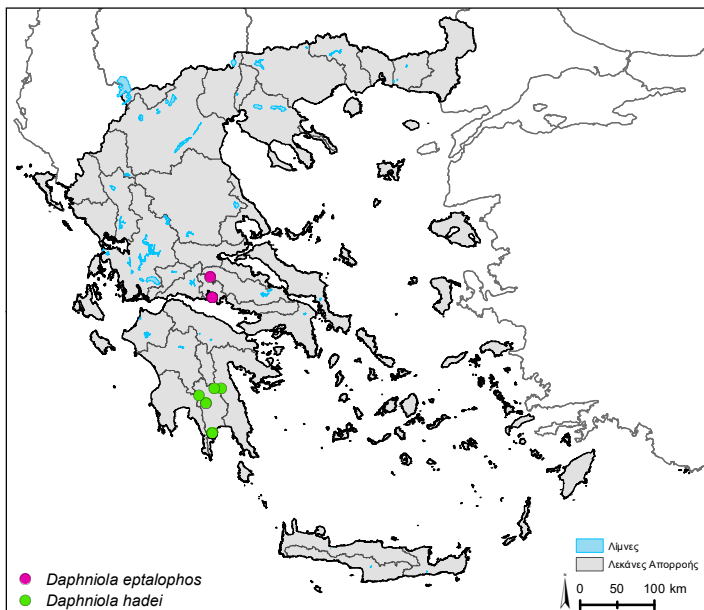
## Family Cochliopidae

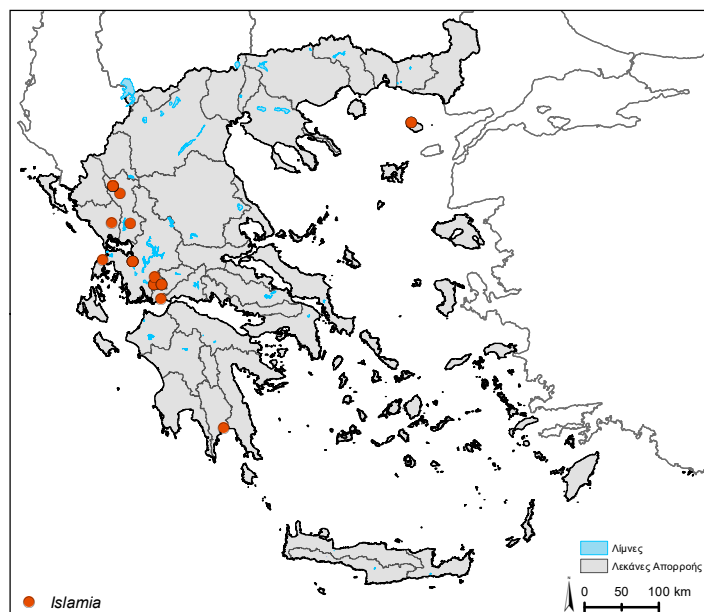
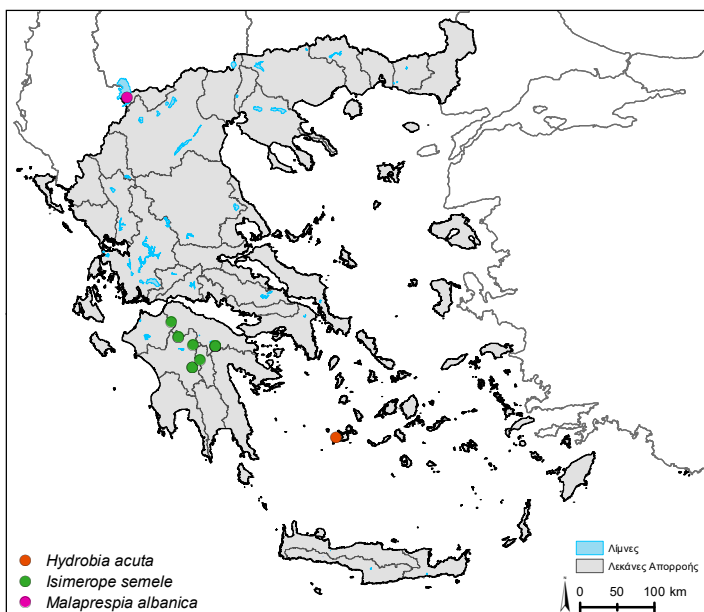
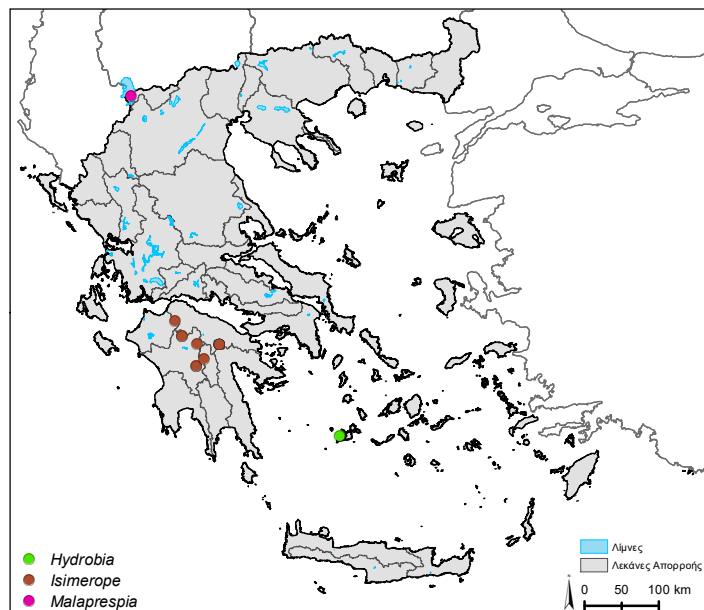
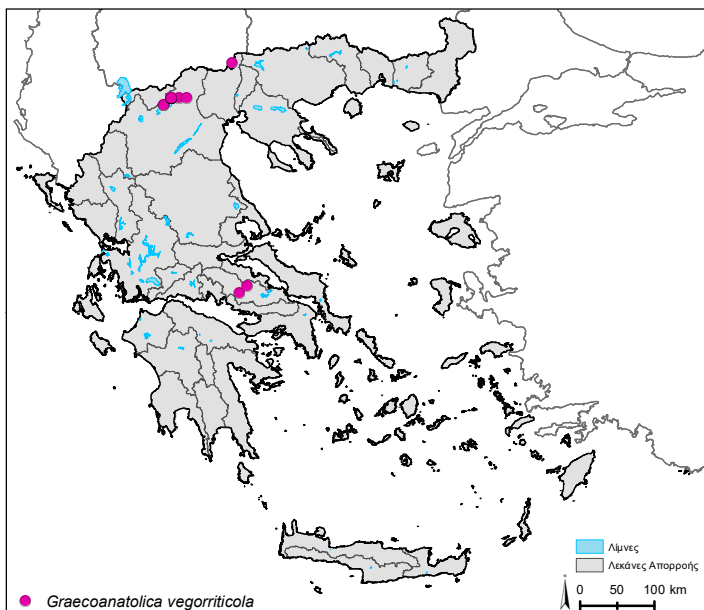
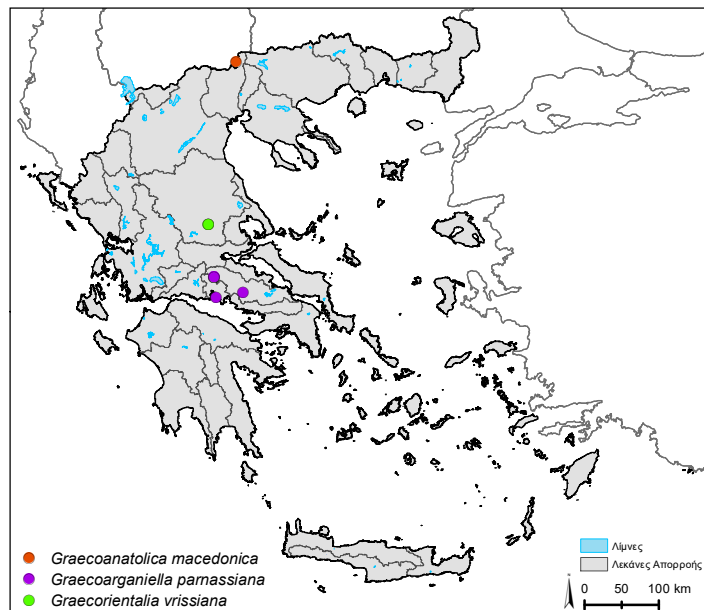
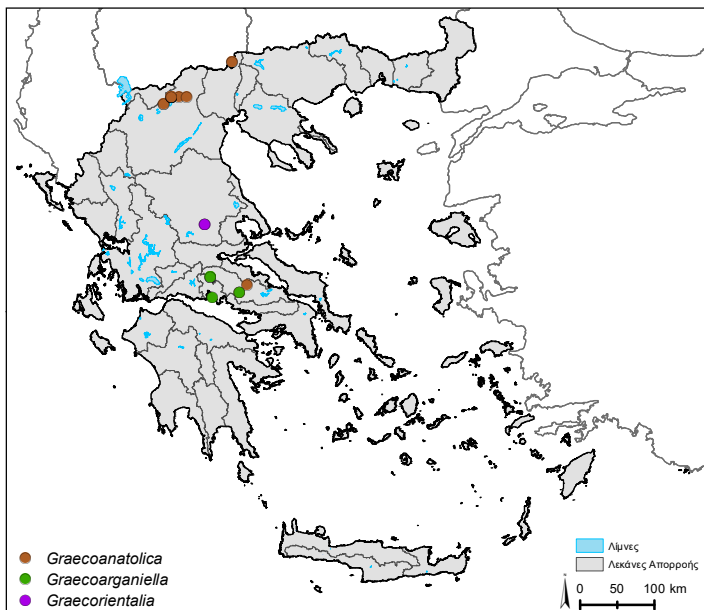


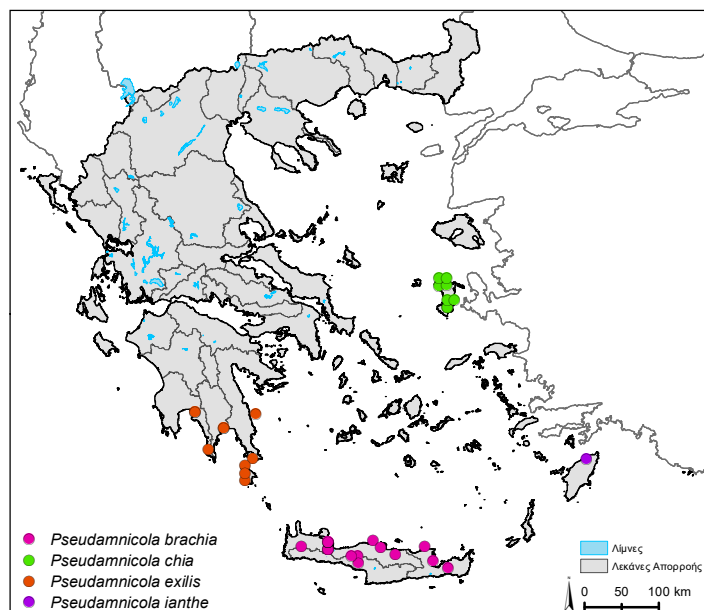
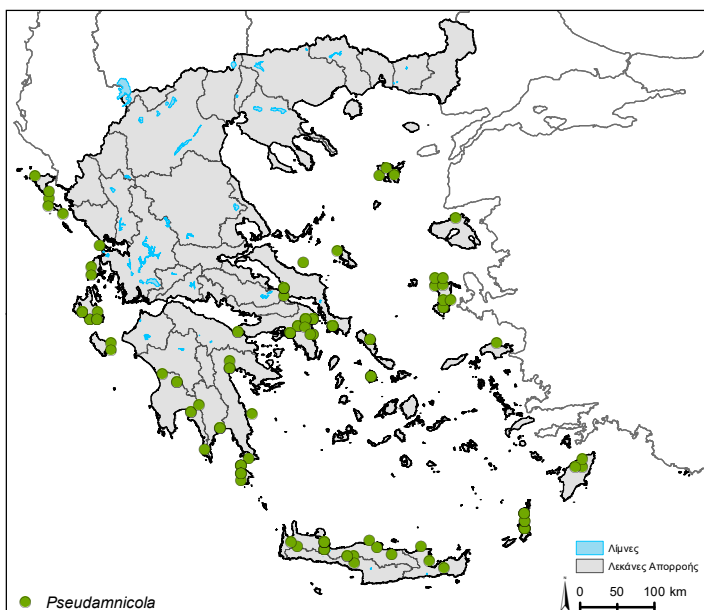
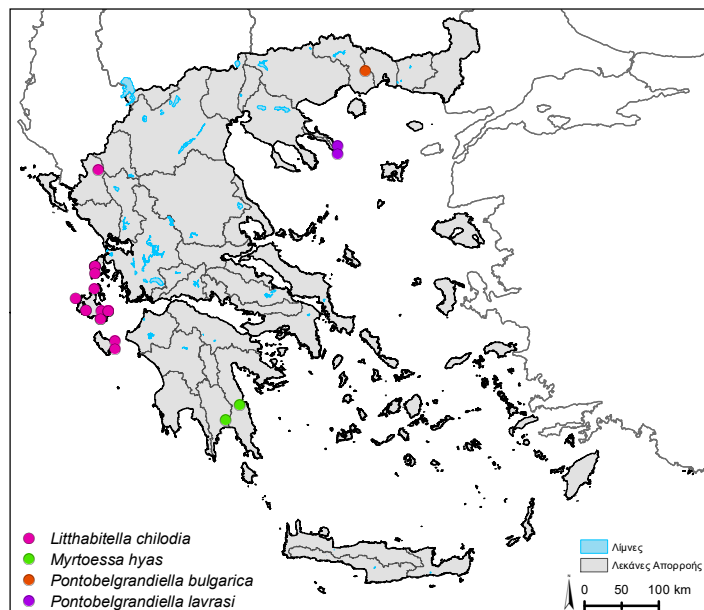
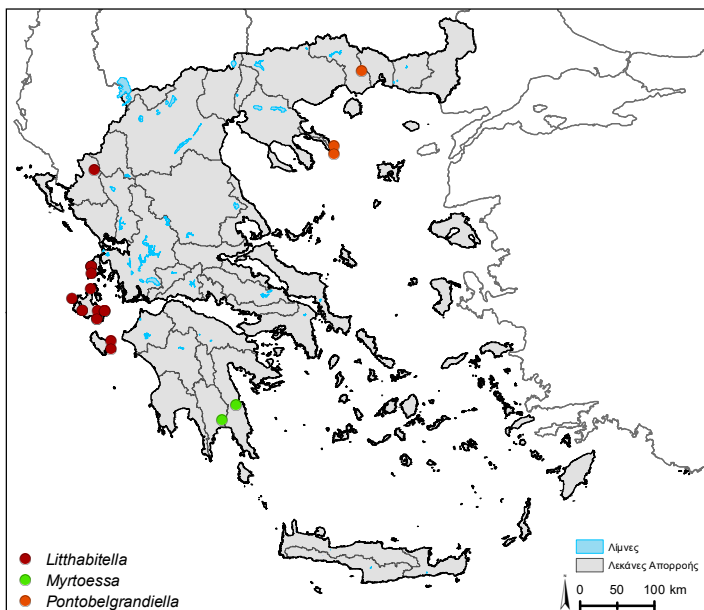
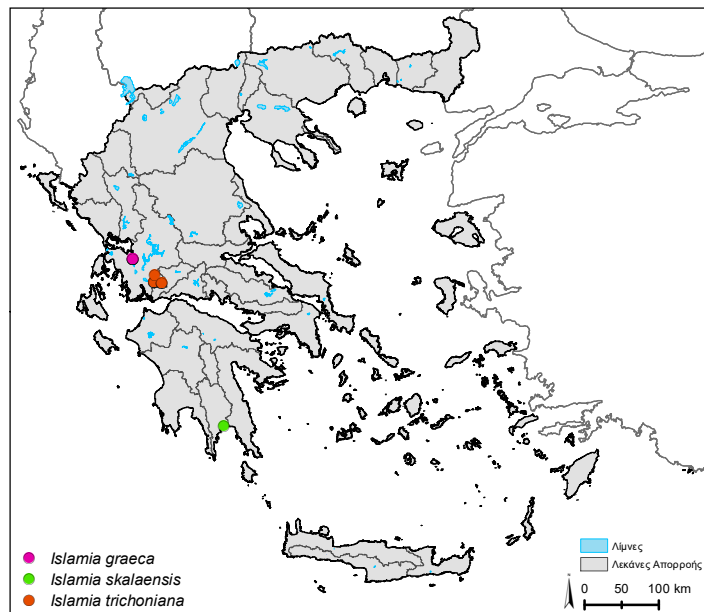
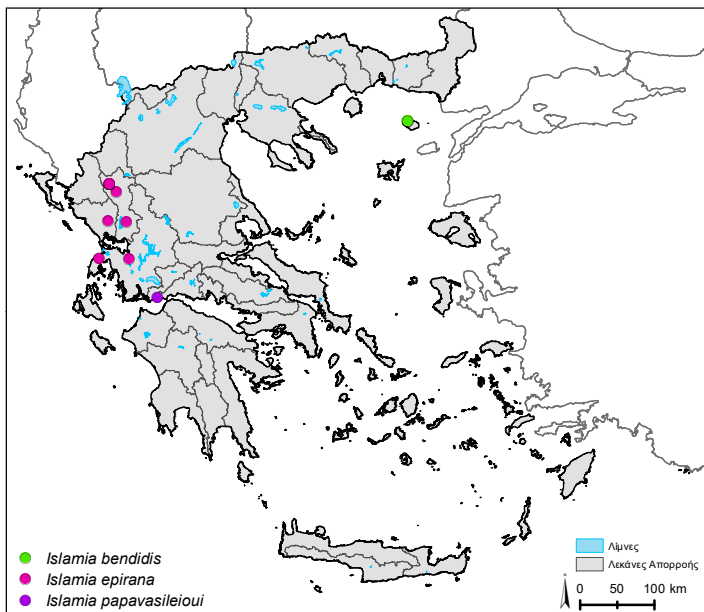


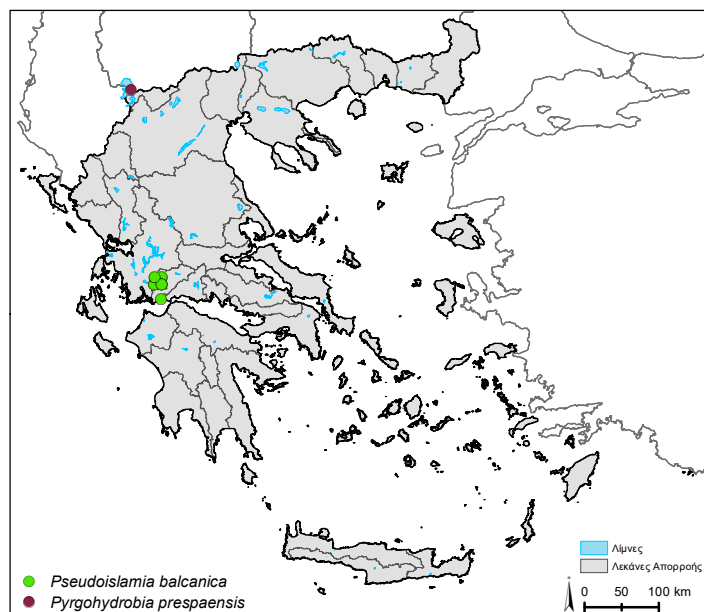
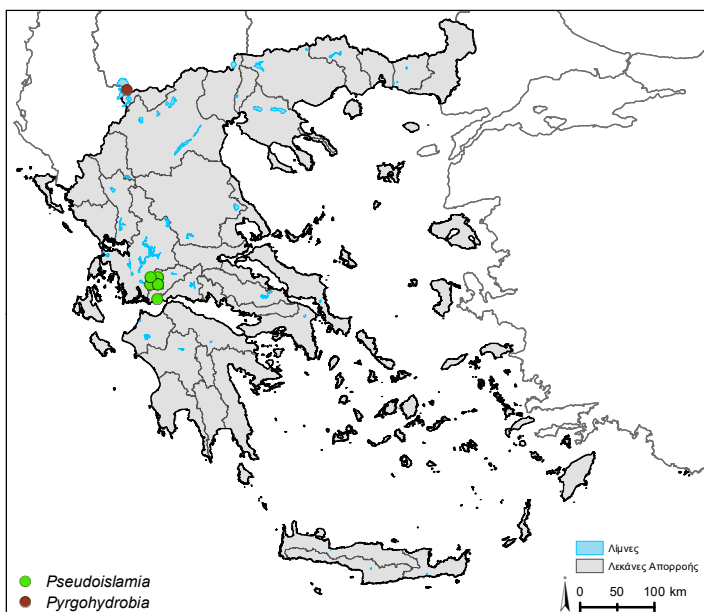
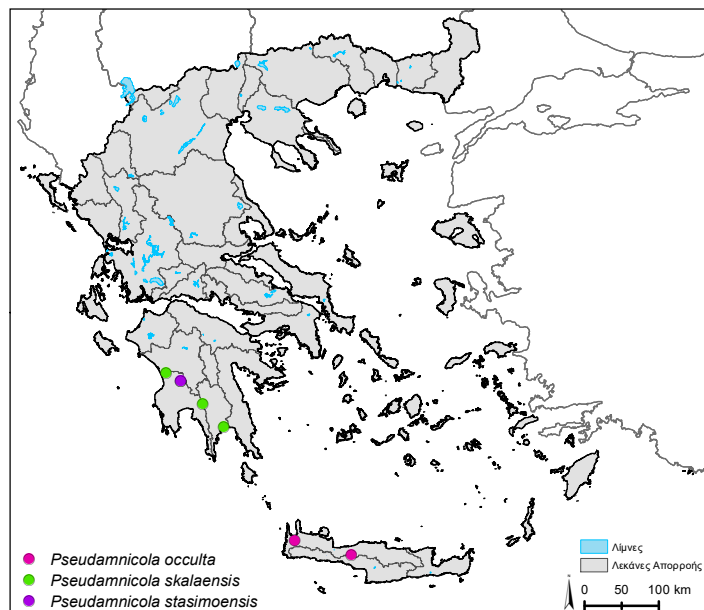
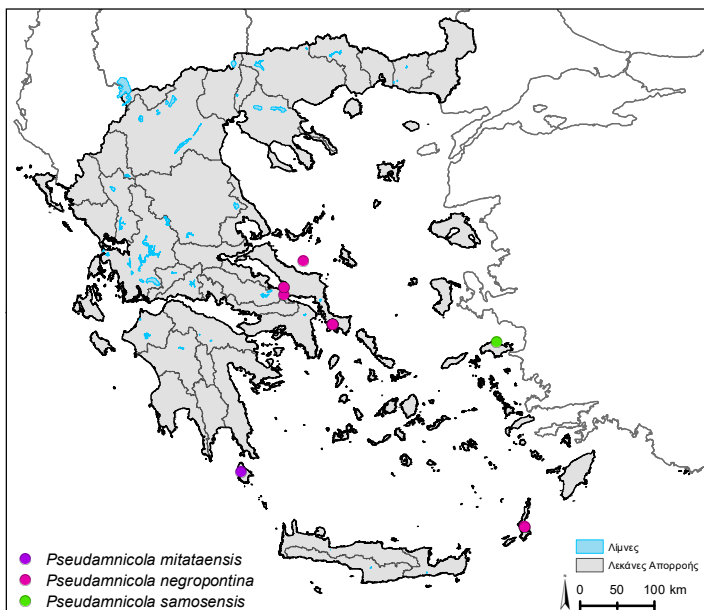
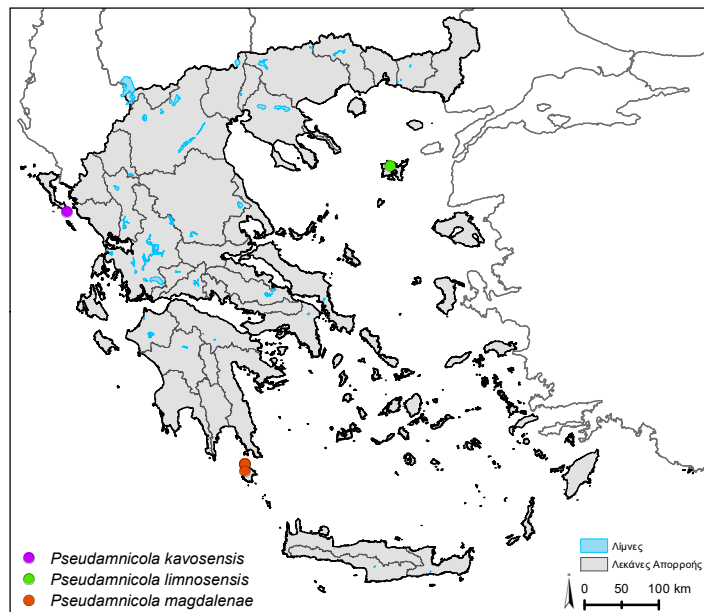
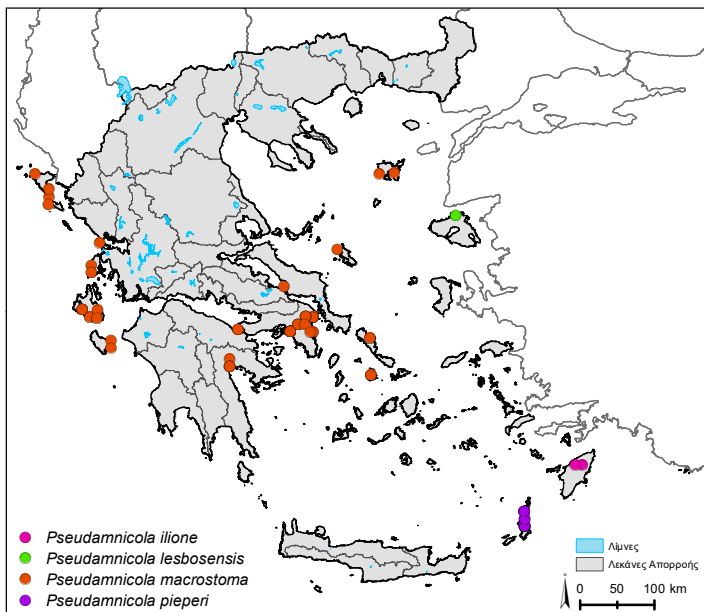
## Family Hydrobiidae



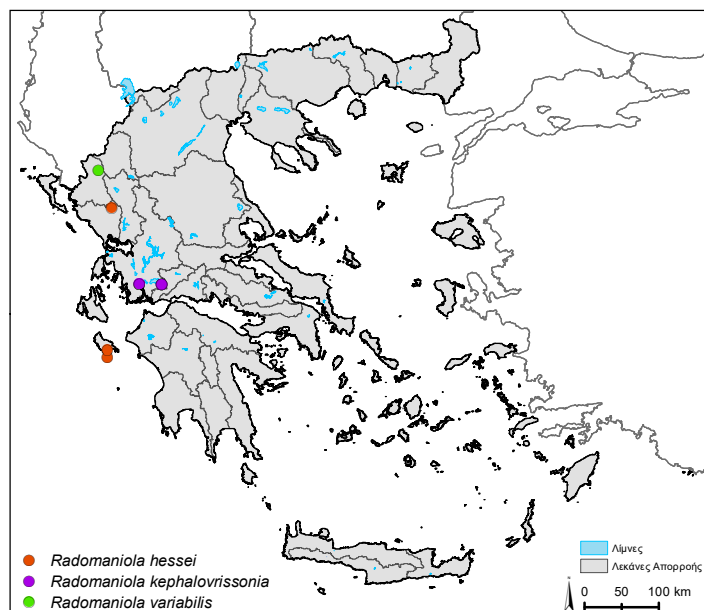
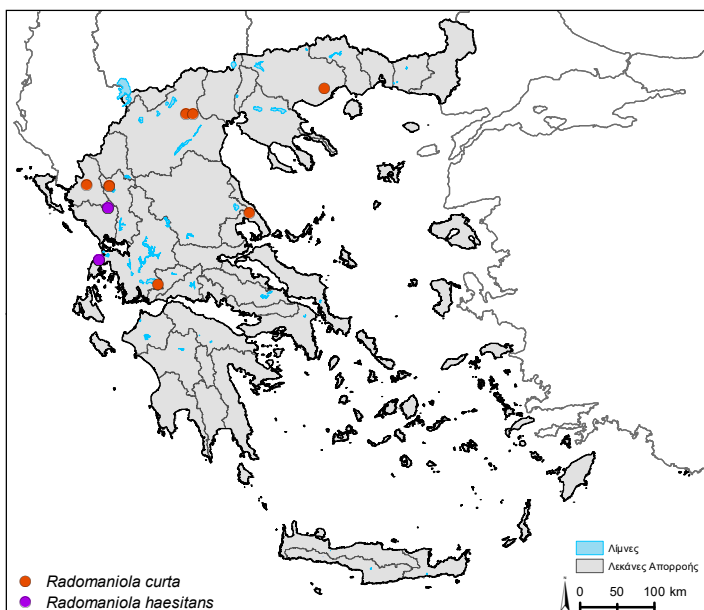
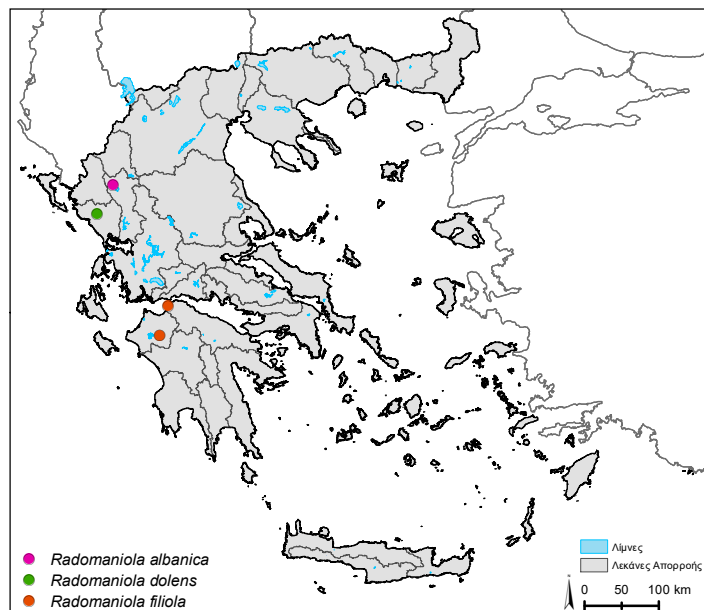
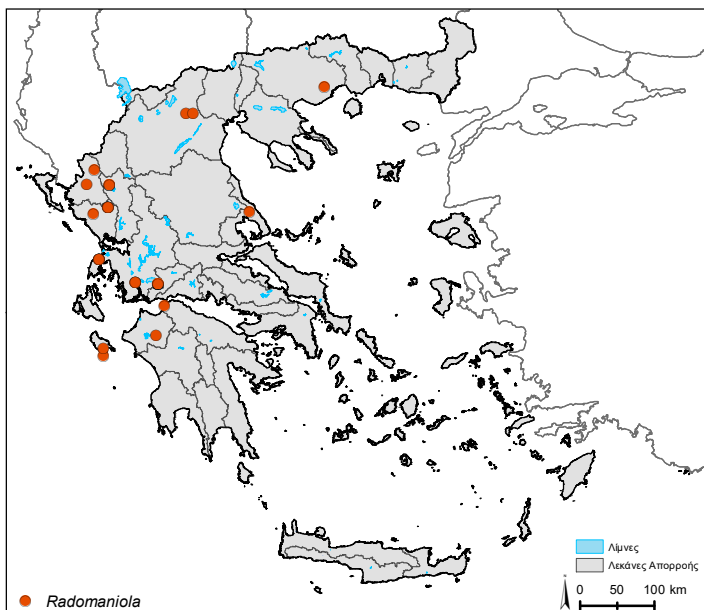
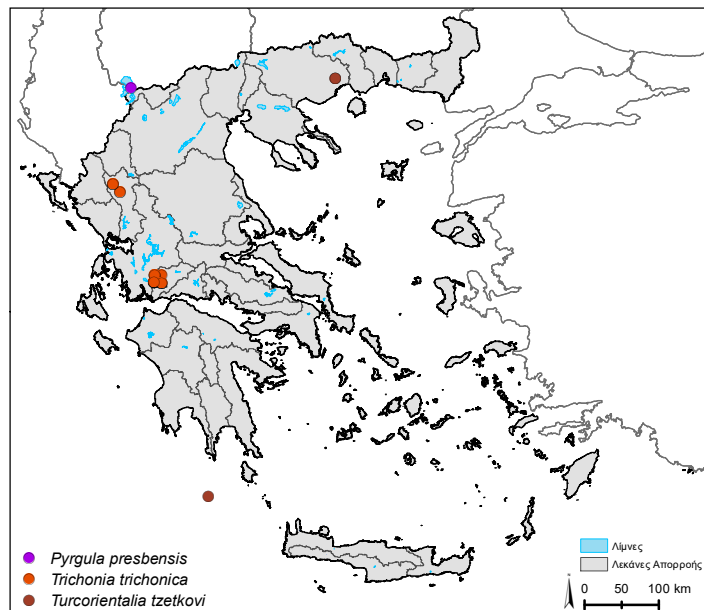
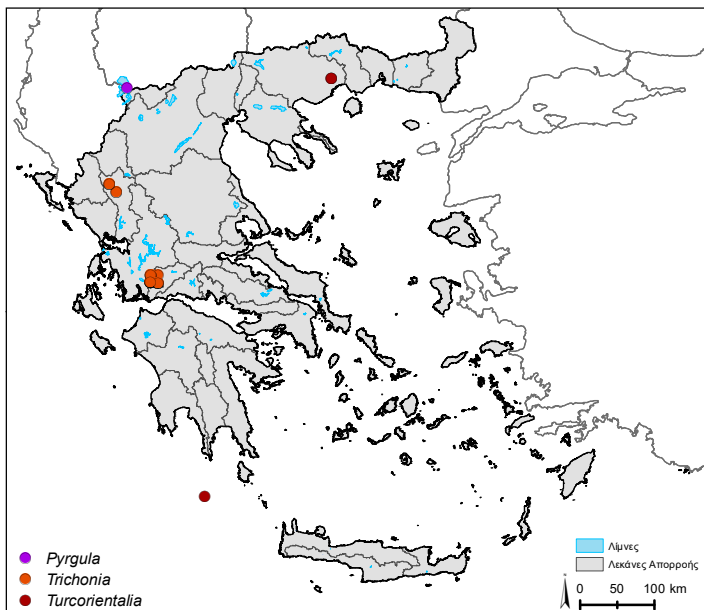


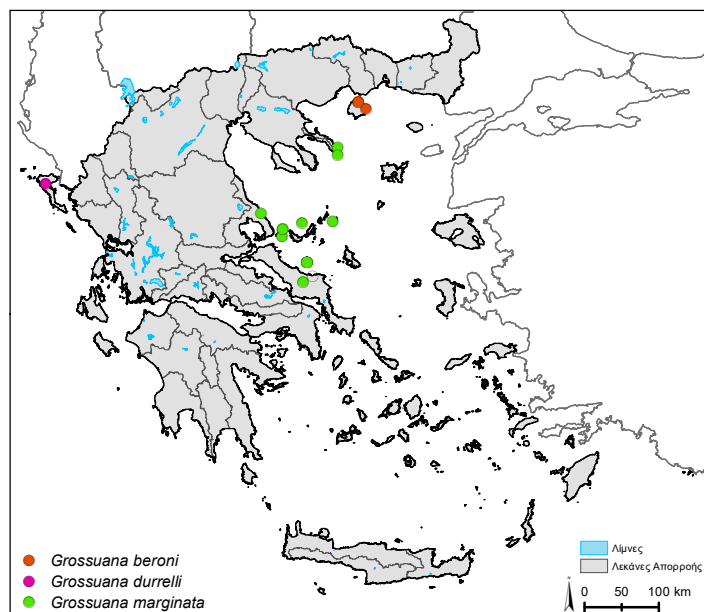
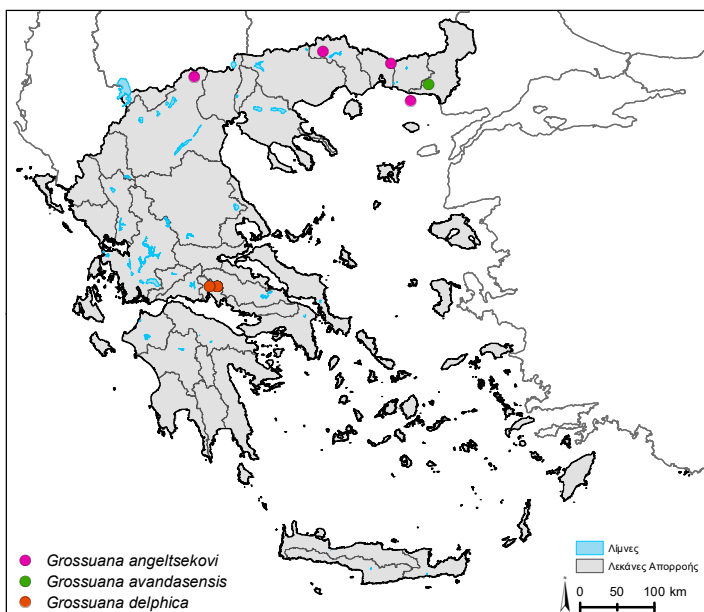
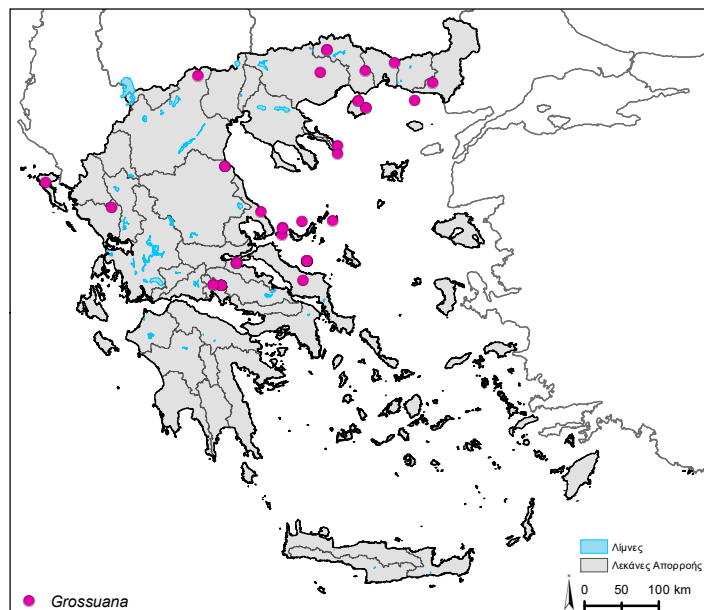
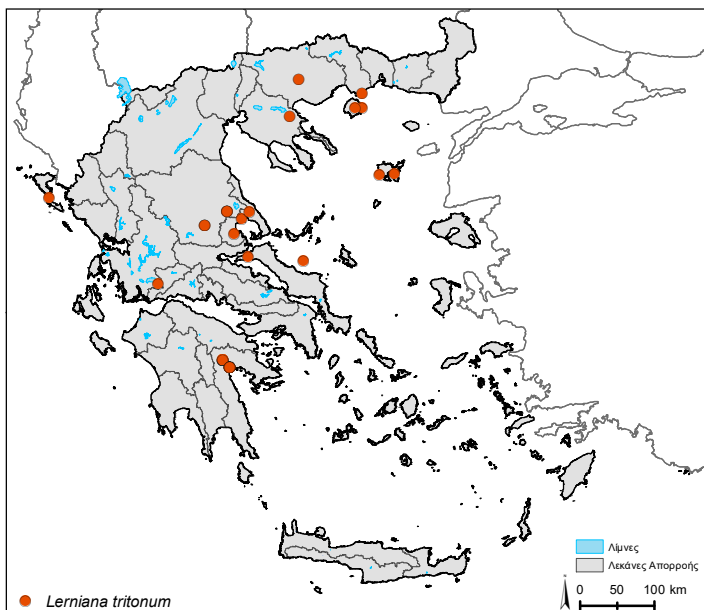
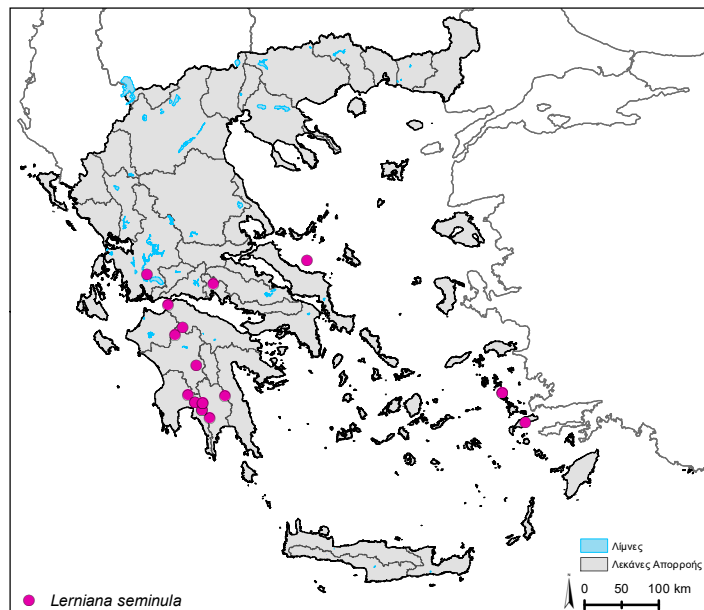
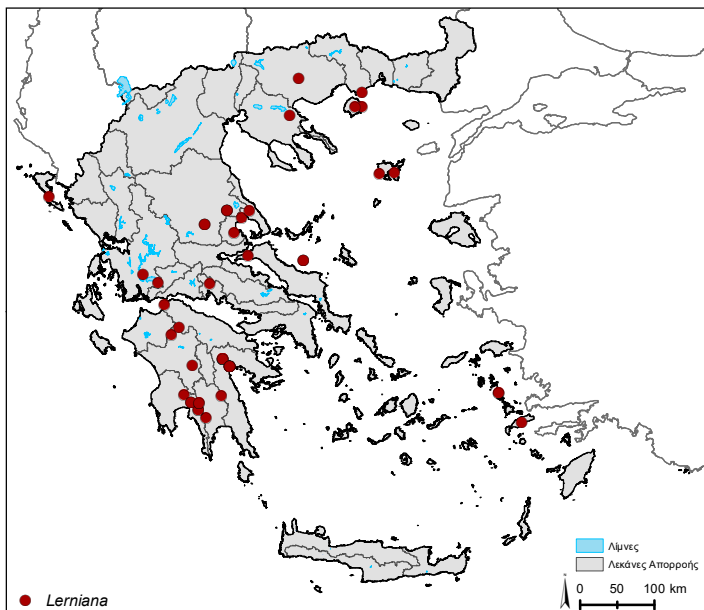


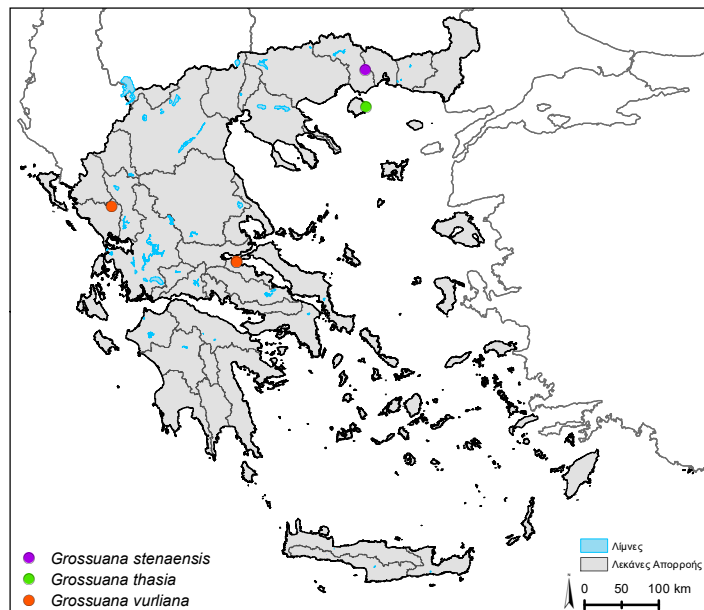
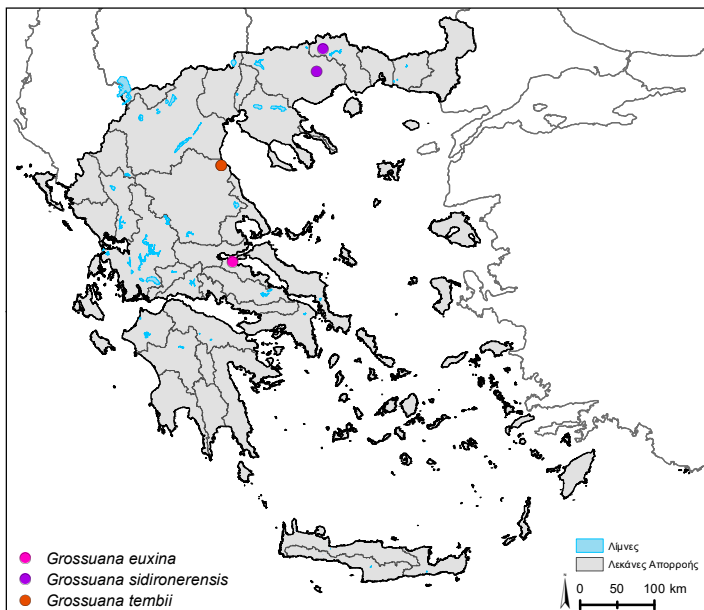




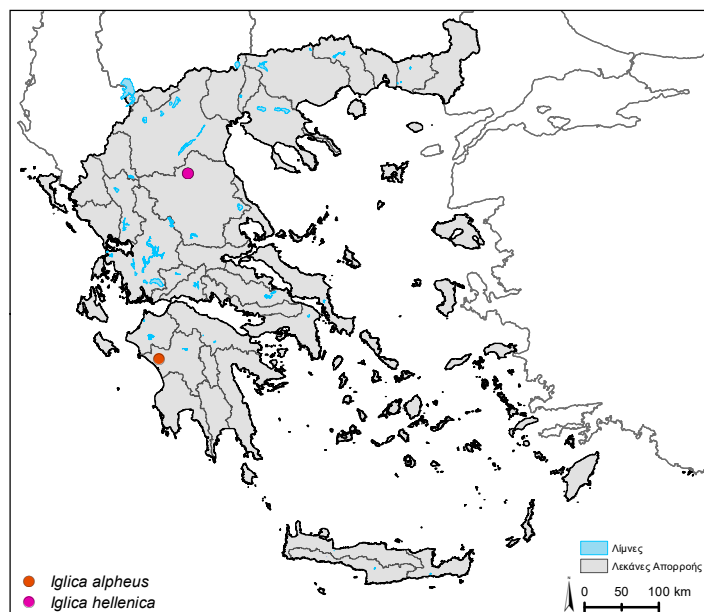
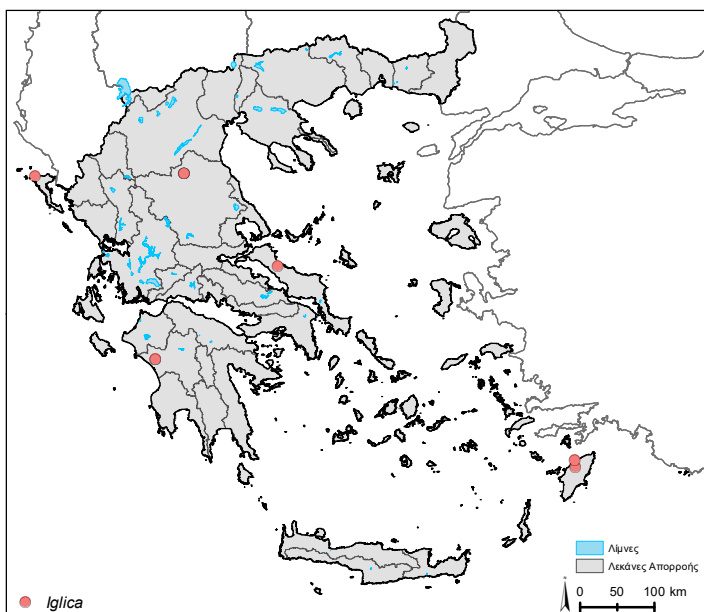
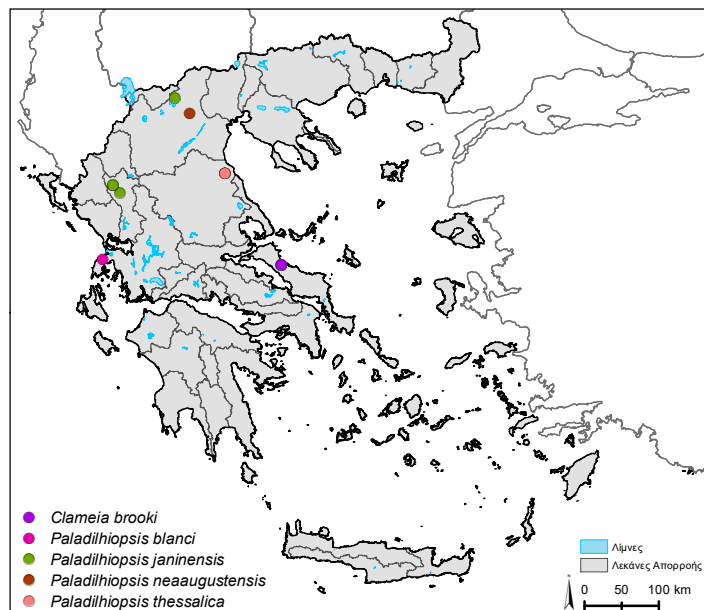
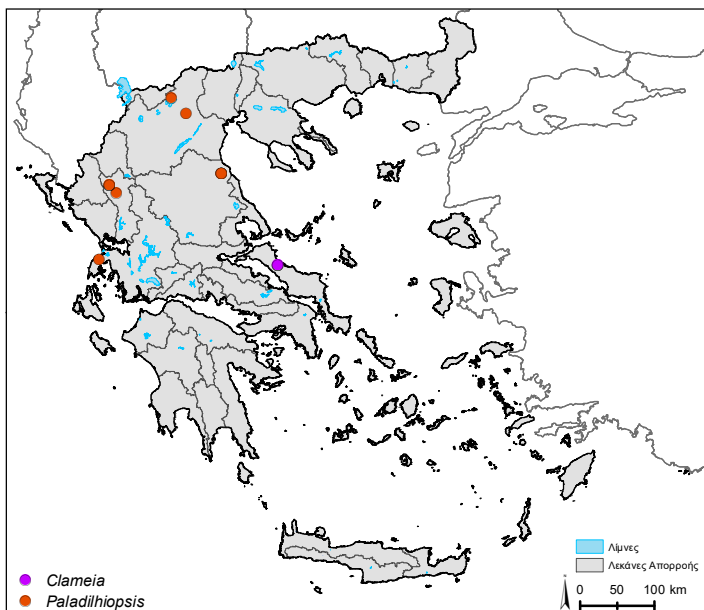


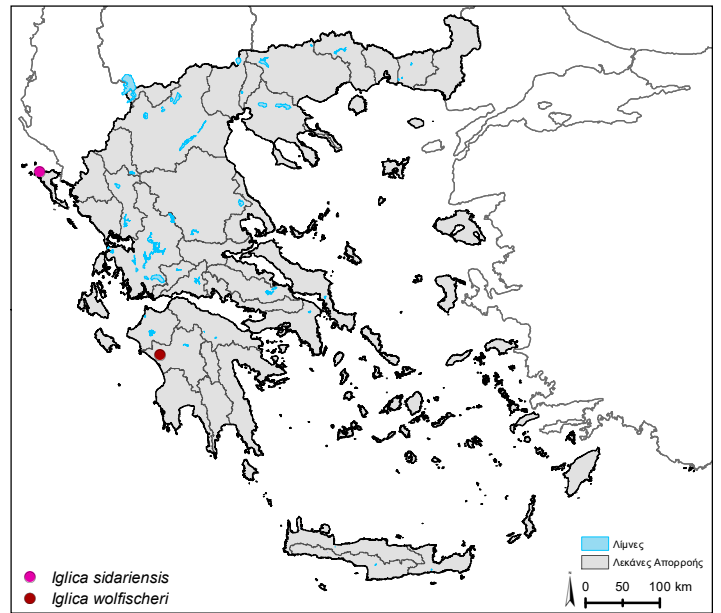
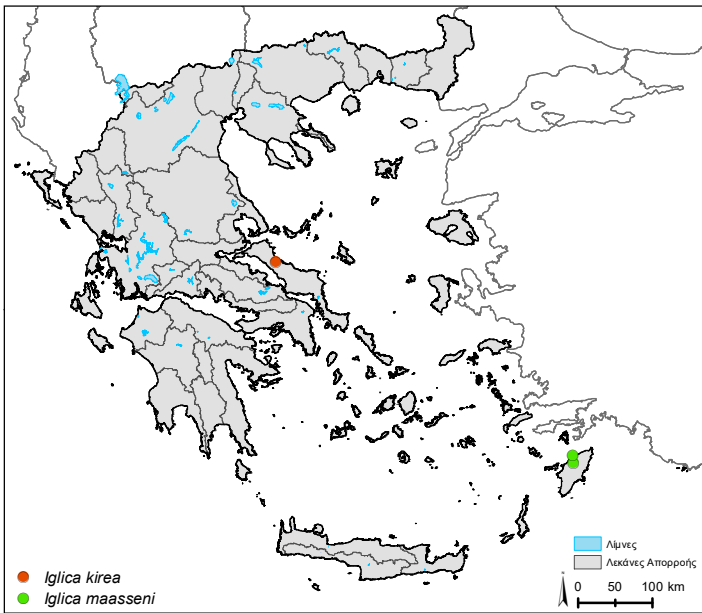






### Family Moitessieriidae





### Family Tateidae

