

## ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ

### Περιβάλλον, βιοποικιλότητα, αξία, προστασία

#### 2.1 Οι λιμνοθάλασσες σχηματίζονται στο όριο μεταξύ ξηράς και θάλασσας

Οι **λιμνοθάλασσες** αποτελούν ένα κοινό τύπο παράκτιου περιβάλλοντος. Καταλαμβάνουν το 13% των ακτογραμμών παγκοσμίως. Στην Ελλάδα εντοπίζονται τουλάχιστον 40 λιμνοθαλάσσια συστήματα, τα πιο εκτεταμένα από τα οποία βρίσκονται στη Δυτική και Βόρεια Ελλάδα. Οι **λιμνοθάλασσες** είναι μεταβατικές περιοχές μεταξύ ξηράς και θάλασσας, που σχηματίζονται, στις περισσότερες περιπτώσεις, σε δέλτα ποταμών. Είναι περικλειστα υδάτινα σώματα, χωρισμένα από τη θάλασσα από φράγματα εναπόθεσης, συνήθως από άμμο ή κροκάλες, με ένα ή περισσότερα στενά ανοίγματα που επιτρέπουν περιορισμένη ανταλλαγή νερού με τη θάλασσα. Οι λιμνοθάλασσες ταξινομούνται σε επιμέρους γεωμορφολογικούς τύπους ανάλογα με τον βαθμό ανταλλαγής νερού με τη θάλασσα και τον βαθμό απομόνωσής τους από αυτήν.

Η γένεση των λιμνοθαλασσών συνδέεται με τον σχηματισμό **παράκτιων φραγμάτων** που χωρίζουν τις πλημμυρισμένες λεκάνες από την θάλασσα. Το **μέγεθος** και το **σχήμα** των λιμνοθαλασσών ποικίλλει σημαντικά, αν και συνήθως ο μεγάλος τους άξονας είναι προσανατολισμένος παράλληλα προς την ακτογραμμή. Το μέγεθος τους κυμαίνεται από λίγα τετραγωνικά χιλιόμετρα έως 10.000 km<sup>2</sup>. Ωστόσο, οι λιμνοθάλασσες είναι από τη φύση τους δυναμικά συστήματα και αλλάζουν σχήμα και μέγεθος λόγω φυσικών διαδικασιών. Λόγω του σχηματισμού τους, οι λιμνοθάλασσες είναι **αβαθείς**, με μέσο βάθος σπάνια μεγαλύτερο από 2 m. Επίσης, είναι **προστατευμένες** από **ισχυρά κύματα** και **ρεύματα** και έχουν **λασπώδη ή αμμώδη πυθμένα**. Δεδομένου ότι δεν υπάρχουν σημαντικές παλίρροιες, η κυκλοφορία του νερού στις λιμνοθάλασσες ελέγχεται κυρίως από τις μετεωρολογικές συνθήκες, ιδιαίτερα την ένταση και τη διεύθυνση του **ανέμου**.

#### 2.2 Οι λιμνοθάλασσες είναι δυναμικά συστήματα με μεγάλη περιβαλλοντική μεταβλητότητα

Οι λιμνοθάλασσες είναι δυναμικά συστήματα με μεγάλη **περιβαλλοντική μεταβλητότητα**. Συγκεκριμένα, οι περιβαλλοντικές συνθήκες ποικίλλουν ανάμεσα σε λιμνοθάλασσες, μεταξύ περιοχών στην ίδια λιμνοθάλασσα, εποχιακά, ακόμη και καθημερινά. Η επίδραση του **ανέμου** και των **κυμάτων** στον πυθμένα της λιμνοθάλασσας προκαλεί ακραίες αλλαγές στη **θολερότητα του νερού** της και, συνεπώς, στη **διείσδυση του φωτός**. Λόγω του σχετικά μικρού όγκου του νερού της λιμνοθάλασσας, η **θερμοκρασία** του νερού της ανταποκρίνεται γρήγορα στις αλλαγές της θερμοκρασίας του ατμοσφαιρικού

αέρα, τόσο καθημερινά όσο και εποχιακά, εμφανίζοντας τιμές πιο ακραίες από τη γειτονική θάλασσα. Οι μεταβολές στην εισροή γλυκού νερού από την απορροή ή τη βροχόπτωση, καθώς και οι μεταβολές στην ανταλλαγή νερού με τη θάλασσα, έχουν ως αποτέλεσμα σημαντικές μεταβολές στην τιμή της **αλατότητας** του νερού της λιμνοθάλασσας. Υψηλές τιμές θερμοκρασίας και αλατότητας έχουν ως αποτέλεσμα μειωμένη διαλυτότητα οξυγόνου, αυξάνοντας την πιθανότητα πρόκλησης **συνθηκών έλλειψης οξυγόνου**. Ως εκ τούτου, οι περισσότερες λιμνοθάλασσες αντιστοιχούν στον τύπο παράκτιου οικοσυστήματος που χαρακτηρίζεται από συχνές περιβαλλοντικές διαταραχές και διακυμάνσεις.

Ανάλογα με τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες, την ύπαρξη ή μη ποταμών και τον ρυθμό ανταλλαγής νερού με την ανοιχτή θάλασσα, οι λιμνοθάλασσες μπορεί να έχουν **μεγάλο εύρος τιμών αλατότητας**. Ορισμένες λιμνοθάλασσες έχουν σχεδόν **γλυκό νερό**, δηλαδή η αλατότητα του νερού τους είναι σχεδόν 0,5, ενώ άλλες είναι **υπέραλες**, δηλαδή έχουν τιμή αλατότητας μεγαλύτερη από 40. Επίσης, η αλατότητα μιας λιμνοθάλασσας μπορεί να παρουσιάζει ένα πολύ μεγάλο εύρος διακύμανσης. Για παράδειγμα, η αλατότητα στην Ανατολική Κλείσοβα στην Ελλάδα ποικίλλει μεταξύ 0,5 και 42.

## **2.3 Οι λιμνοθάλασσες υποστηρίζουν μια μεγάλη ποικιλότητα ζωής**

### **2.3.1 Υψηλή πρωτογενής παραγωγή**

Οι λιμνοθάλασσες δέχονται συνήθως σημαντικές ποσότητες θρεπτικών ουσιών από τις τριγύρω λεκάνες απορροής. Επιπλέον, λόγω της ρηχότητάς τους, η εύρωτη ζώνη τους συνήθως εκτείνεται ως τον πυθμένα και οι άνεμοι, που συνήθως επηρεάζουν ολόκληρη τη στήλη του νερού, προκαλούν επαναιώρηση θρεπτικών ουσιών από το ίζημα. Ως αποτέλεσμα των συνθηκών αυτών, οι λιμνοθάλασσες χαρακτηρίζονται από υψηλά επίπεδα **πρωτογενούς παραγωγής**, δηλαδή δημιουργίας οργανικής ύλης από τους αυτότροφους οργανισμούς. Η υψηλή πρωτογενής παραγωγή υποστηρίζει πλούσιες κοινότητες πανίδας που μοιράζονται τους πόρους της λιμνοθάλασσας με πολλά μεταναστευτικά είδη, τα οποία χρησιμοποιούν αυτά τα περιβάλλοντα σε εποχιακή βάση.

### **2.3.2 Σύνθεση βιοτικών κοινοτήτων, προσαρμογή στις περιβαλλοντικές αλλαγές**

Οι **βιοτικές κοινότητες** των λιμνοθαλασσών εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από την αποίκηση θαλάσσιων ειδών. Οι πληθυσμοί των ειδών που έχουν εγκατασταθεί στις λιμνοθάλασσες έχουν κυρίως **θαλάσσια προέλευση**. Επίσης, υπάρχουν **τακτικοί μετανάστες**, που είναι θαλάσσια είδη ή είναι είδη γλυκών νερών. Οι οργανισμοί των λιμνοθαλασσίων οικοσυστημάτων είναι **καλά**

**προσαρμοσμένοι στην περιβαλλοντική μεταβλητότητα** που χαρακτηρίζει αυτά τα οικοσυστήματα. Στην πραγματικότητα, περισσότερο από το εύρος των διακυμάνσεων των περιβαλλοντικών παραγόντων καθεαυτό, αυτό που αποτελεί πραγματικά πηγή καταπόνησης για τους οργανισμούς είναι η υψηλή συχνότητα ή το απρόβλεπτο τέτοιων διακυμάνσεων.

**Η σύνθεση, η δομή και η κατανομή των βιοτικών κοινοτήτων** των λιμνοθαλασσών επηρεάζεται από παράγοντες όπως η αλατότητα, η υδροδυναμική, χαρακτηριστικά του νερού, το υπόστρωμα, το περιεχόμενο οργανικής ύλης και το εύρος και το απρόβλεπτο των περιβαλλοντικών διακυμάνσεων και, ως εκ τούτου, εμφανίζουν υψηλή χωρική και χρονική μεταβλητότητα. Η διαμόρφωση των κοινοτήτων και η λειτουργία των οικοσυστημάτων της λιμνοθάλασσας διέπεται σε μεγάλο βαθμό από τον βαθμό απομόνωσής τους από τη θάλασσα και τη χωρο-χρονική μεταβλητότητά του.

### **2.3.3 Οι οργανισμοί του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος**

Οι λιμνοθάλασσες φιλοξενούν **πλούσια βιοποικιλότητα**, προσφέροντας μια συλλογή τύπων ενδιαιτημάτων για πολλά είδη, ενώ λειτουργούν ως καταφύγιο και τόπος αύξησης και διατροφής για πολλούς θαλάσσιους οργανισμούς ή μεταναστευτικά και αυτόχθονα είδη πτηνών. Για παράδειγμα, 73 λιμνοθάλασσες του Ατλαντικού και της Μεσογείου βρέθηκαν να φιλοξενούν περισσότερα από 944 είδη βενθικών ασπόνδυλων, περισσότερα από 179 είδη ψαριών και περισσότερα από 621 είδη μακροφύτων.

Το **φυτοπλαγκτό** των λιμνοθαλασσών της χώρας μας συντίθεται από λιγότερα είδη σε σχέση με το φυτοπλαγκτό της παράκτιας ζώνης. Συχνά εμπλουτίζεται από μικροσκοπικούς αυτότροφους οργανισμούς που ζουν στον πυθμένα (διάτομα), τα οποία, λόγω του μικρού βάθους των λιμνοθαλασσών, τίθενται σε αιώρηση από τον άνεμο. Επιπλέον, είδη της παράκτιας ζώνης εισέρχονται παθητικά και παραμένουν στη λιμνοθάλασσα για ένα χρονικό διάστημα. Η σύνθεση και αφθονία του φυτοπλαγκτού ποικίλλει ανάμεσα σε λιμνοθάλασσες, μεταξύ περιοχών στην ίδια λιμνοθάλασσα, καθώς και εποχιακά. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού παρατηρούνται τέλος χειμώνα, αρχή άνοιξης. Η μεταβλητότητα αυτή οφείλεται στη μεταβλητότητα των περιβαλλοντικών συνθηκών, όπως η αλατότητα και οι συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών, οι οποίες σχετίζονται με τις εισροές γλυκού νερού και την ανάμειξή του με το θαλασσινό νερό. Χωρική και χρονική μεταβλητότητα, τόσο ως προς τον αριθμό των ειδών όσο και ως προς τον αριθμό των ατόμων, παρατηρείται επίσης στην κοινότητα του **ζωοπλαγκτού**.

Η μακροφυτική βλάστηση (**μακροφύκη** και **αγγειόσπερμα**) των λιμνοθαλασσών περιλαμβάνει μικρό αριθμό ειδών. Χαρακτηριστικά **χλωροφύκη** των λιμνοθαλασσών της χώρας μας είναι είδη των γενών *Ulva*, *Chaetomorpha* και *Cladophora*. Χαρακτηριστικά **ροδοφύκη** είναι είδη του γένους *Gracilaria*, από τα οποία το πιο άφθονο είναι το *G. bursa-pastoris*, ενώ το καλοκαίρι και το φθινόπωρο απαντώνται είδη τροπική προέλευσης. Το πιο χαρακτηριστικό **φαιοφύκος** είναι το είδος *Cystoseira barbata*. Η ποικιλότητα των ειδών ποικίλλει εποχιακά και είναι υψηλότερη το καλοκαίρι και το φθινόπωρο λόγω της ανάπτυξης ειδών τροπικής προέλευσης.

Τα **αγγειόσπερμα** που κυρίως απαντώνται στις λιμνοθάλασσες της χώρας μας είναι τα είδη *Ruppia maritima*, *Ruppia cirrhosa*, *Zostera noltii* και *Cymodocea nodosa*. Το γένος *Ruppia* είναι ένα κοσμοπολιτικό γένος, χαρακτηριστικό παράκτιων υφάλμυρων νερών, με πολύ μεγάλη ανοχή στις διακυμάνσεις της αλατότητας. Τα είδη *Ruppia maritima* και *Ruppia cirrhosa* σχηματίζουν πυκνά βυθισμένα λιβάδια σε πολλές λιμνοθάλασσες της χώρας μας, ιδιαίτερα στη Μακεδονία και Θράκη. Το θαλάσσιο αγγειόσπερμο *Zostera noltii* έχει μια σχετικά περιορισμένη διανομή και απαντάται κυρίως σε λιμνοθάλασσες του Αμβρακικού Κόλπου. Το είδος *Cymodocea nodosa* είναι ένα θαλάσσιο αγγειόσπερμο που σχηματίζει εκτεταμένα λιβάδια σε αβαθή παράκτια ύδατα.

Τέσσερις κύριες ομάδες **βενθικών μακροασπόνδυλων** συναντώνται στις λιμνοθάλασσες, ανάλογα με την υδρολογική και τροφική κατάστασή τους. Η σχετική σημασία κάθε ομάδας ειδών ποικίλλει ανάλογα με την εποχή και τον κύκλο ζωής των επικρατούντων ειδών. Οι τέσσερις κύριες ομάδες βενθικών μακροασπόνδυλων είναι οι εξής: (1) **Είδη γλυκού νερού**. Η ομάδα αυτή αντιπροσωπεύεται από προνύμφες εντόμων και ολιγόχαιτους δακτυλιοσκόκληκες και απαντάται σε περιοχές απομονωμένες από τη θάλασσα με αυξημένη εισροή γλυκού νερού. (2) **Ευρύαλα είδη υφάλμυρων νερών**. Είναι τα πιο διαδεδομένα και άφθονα βενθικά μακροασπόνδυλα στις λιμνοθάλασσες. Στα είδη αυτά περιλαμβάνονται ο πολυχαίτος δακτυλιοσκόκληκας *Hediste diversicolor*, τα αμφίποδα *Gammarus aequicauda* και *Corophium orientale* και μαλάκια, όπως τα δίθυρα *Cerastoderma glaucum* και *Abra segmentum* και το γαστερόποδο *Ecrobia maritima*. (3) **Θαλάσσια είδη** που προτιμούν αβαθείς προστατευμένες περιοχές, όπως το μαλάκιο *Loripes lacteus*, ο πολυχαίτος δακτυλιοσκόκληκας *Nephtys hombergii*, το αμφίποδο *Corophium insidiosum* και το δεκάποδο *Carcinus aestuarii* και (4) **Ευκαιριακά θαλάσσια είδη**, που απαντώνται συνήθως με υψηλό αριθμό ατόμων σε περιοχές με άφθονη νεκρή οργανική ύλη, όπως οι πολυχαίτοι δακτυλιοσκόκληκες *Capitella capitata*, *Heteromastus filiformis* και *Polydora ciliata*.

Τα είδη **ψαριών** που έχουν καταγραφεί στις λιμνοθάλασσες της χώρας μας διακρίνονται σε τρεις διαφορετικές κατηγορίες. Συγκεκριμένα, διακρίνονται σε (1) **τυπικά λιμνοθαλάσσια είδη**, που ολοκληρώνουν τον κύκλο ζωής τους σε λιμνοθάλασσες, όπως τα *Aphanius fasciatus* (ζαμπαρόλα) και *Atherina boyeri* (αθερίνα), (2) **μεταναστευτικά θαλάσσια/εκβολικά είδη** που αναπαράγονται στη θάλασσα, αλλά περνούν μια περίοδο της ζωής τους σε υφάλμυρα νερά, όπως τα *Sparus aurata* (τσιπούρα), *Dicentrarchus labrax* (λαυράκι), *Anguilla anguilla* (χέλι), *Mugil cephalus* (κέφαλος), *Chelon labrosus* (βελάνισσα), *C. saliens* (κεφαλάς), *C. auratus* (μυξινάρι), *C. ramada* (μαυράκι), *Diplodus sargus* (σαργός) και *Solea solea* (γλώσσα) και (3) **θαλάσσια είδη** που κανονικά απαντώνται στη θάλασσα, αλλά ευκαιριακά ή κατά λάθος μπορεί να βρεθούν στις λιμνοθάλασσες, όπως τα *Gobius spp.* (γωβιοί), *Diplodus annularis* (σπάρος), *D. puntazzo* (μυτάκι), *Lithognathus mormyrus* (μουρμούρα) και *Salpa salpa* (σάλπα). Τα λιμνοθαλάσσια είδη καταλαμβάνουν το εσωτερικότερο μέρος των λιμνοθαλασσών, όπου η αλατότητα, η θερμοκρασία, το διαλυμένο οξυγόνο, καθώς και άλλες περιβαλλοντικές παράμετροι παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις. Το μεταναστευτικά θαλάσσια / εκβολικά είδη απαντώνται, επίσης, στα εσωτερικά μέρη των λιμνοθαλασσών, αλλά μόνο κατά την πιο σταθερή περίοδο, από την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο, ενώ τα θαλάσσια είδη κατανέμονται σε μια στενή ζώνη που επηρεάζεται από τη θάλασσα. Η ιχθυοπανίδα παρουσιάζει τη γενική τάση να είναι πλουσιότερη, τόσο ως προς τον αριθμό των ειδών όσο και ως προς τον αριθμό των ατόμων, από την άνοιξη έως το φθινόπωρο, ενώ τον χειμώνα παρατηρούνται πολύ λίγα είδη με μικρό αριθμό ατόμων.

Οι λιμνοθάλασσες και η ευρύτερη περιοχή τους φιλοξενούν μεγάλο αριθμό ειδών και ατόμων **ορνιθοπανίδας**. Υπάρχει μεγάλη ομοιότητα στη σύνθεση της ορνιθοπανίδας των λιμνοθαλάσσιων και εκβολικών περιβαλλόντων της Μεσογείου. Στις επτά λιμνοθαλάσσιες και εκβολικές περιοχές της χώρας μας που προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar (Εκβολές Έβρου, Λίμνη Μητρικού, Λίμνη Βιστωνίδα, Δέλτα Νέστου, Δέλτα Αλιάκμονα-Λουδία-Αξιού, Αμβρακικός Κόλπος, Λιμνοθάλασσα Μεσολόγγι, Λιμνοθάλασσα Κοτύχι) έχουν αναφερθεί περισσότερα από 130 είδη **υδροβατικών, παρυδάτιων, υδρόβιων και γλαρόμορφων πτηνών**, μεταξύ των οποίων ο ασημόγλαρος (*Larus cachinnans*), τα υδροβατικά πτηνά λευκοτσικνιάς (*Egretta garzetta*) και φλαμίνγκο (*Phoenicopterus ruber*), τα παρυδάτια πτηνά αβοκέτα (*Recurvirostra avosetta*), λασποσκαλίδρα (*Calidris alpina*) και κοκκινოსκέλης (*Tringa totanus*) και τα υδρόβια πτηνά κορμοράνος (*Phalacrocorax carbo*), αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*), βαρβάρα (*Tadorna tadorna*) και πρασινοκέφαλη (*Anas platyrhynchos*). Ωστόσο, μπορεί να υπάρχουν διαφορές στη σχέση των διαφόρων ειδών με τις περιοχές αυτές. Για παράδειγμα, όσον αφορά στους παράκτιους υγρότοπους

της χώρας που προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar, ο αργυροπελεκάνος έχει παρατηρηθεί να φωλιάζει και να διαχειμάζει στον Αμβρακικό Κόλπο, να διέρχεται και να διαχειμάζει στο Δέλτα του Νέστου, στο Δέλτα Αλιάκμονα-Λουδία-Αξιού, στις λιμνοθάλασσες Μητρικού, Βιστωνίδα-Πόρτο Λάγους, Μεσολογγίου και να διέρχεται από τις εκβολές του ποταμού Έβρου.

#### **2.3.4 Το τροφικό πλέγμα**

Η εικόνα αποτελεί το αποτέλεσμα μιας προσπάθειας να παρουσιαστεί του γενικευμένο τροφικό πλέγμα μιας λιμνοθάλασσας. Η προσπάθεια αυτή στηρίζεται στη γνώση της βιολογίας και των τροφικών συνηθειών των διαφόρων μελών του λιμνοθαλάσσιου οικοσυστήματος. Επίσης, για την κατασκευή της αξιοποιήθηκε η αποτύπωση του γενικευμένου εκβολικού τροφικού πλέγματος από τους McLusky & Elliot 2004.

### **Το τροφικό πλέγμα της λιμνοθάλασσας**

#### **2.4. Οι λιμνοθάλασσες και οι άνθρωποι είναι άρρηκτα συνδεδεμένοι**

##### **2.4.1 Η αξία των λιμνοθαλασσών για τον άνθρωπο**

Οι λιμνοθάλασσες παρέχουν ένα μια πληθώρα **υπηρεσιών οικοσυστήματος**, καθώς επίσης **κοινωνικά αγαθά** και **οφέλη**, που είναι πολύτιμα για την ανθρώπινη ευημερία. Συγκεκριμένα, οι λιμνοθάλασσες παρέχουν σημαντικό αριθμό περιβαλλοντικών υπηρεσιών υψηλής αξίας. Στις υπηρεσίες αυτές περιλαμβάνονται, μεταξύ άλλων, ο έλεγχος πλημμυρών, ο εμπλουτισμός υπόγειων υδάτων, η παρεμπόδιση της διείσδυσης του θαλασσινού νερού, η κατακράτηση ιζημάτων και θρεπτικών ουσιών, η συγκράτηση ρύπων στα ιζήματα, αποτρέποντας την ενσωμάτωσή τους σε τροφικά πλέγματα, η ρύθμιση της ποιότητας του νερού, η ρύθμιση του οξυγόνου στο νερό και στην ατμόσφαιρα, η απομόνωση του άνθρακα και, συνεπώς, η άμβλυση της κλιματικής αλλαγής. Επίσης, οι λιμνοθάλασσες χαρακτηρίζονται από υψηλή βιολογική παραγωγή, αποτελούν δεξαμενές γενετικής ποικιλότητας, φιλοξενούν ένα σημαντικό τμήμα της παγκόσμιας βιοποικιλότητας και αποτελούν καταφύγιο για εμβληματικά και προστατευόμενα είδη.

Οι άνθρωποι επωφελούνται από την υψηλή βιολογική παραγωγικότητα των λιμνοθαλάσσιων συστημάτων, καθώς οι λιμνοθάλασσες συνήθως υποστηρίζουν την αλιεία, τη συγκομιδή οστρακοειδών και την

υδατοκαλλιέργεια. Συχνά αυτές οι δραστηριότητες συνυπάρχουν με την εξόρυξη αλατιού, τον τουρισμό, ναυτικά αθλήματα, την κολύμβηση και τη θαλασσοθεραπεία. Η αλιεία αντιπροσωπεύει πιθανώς την πιο εκτεταμένη εκμετάλλευση των βιολογικών πόρων στις λιμνοθάλασσες. Στη χώρα μας, οι περισσότερες λιμνοθάλασσες χρησιμοποιούνται για εκτατική ιχθυοκαλλιέργεια.

Επιπλέον, η μακρά ιστορία της σχέσης ανθρώπου-λιμνοθάλασσας έχει δημιουργήσει μια πλούσια και ιδιαίτερη πολιτιστική κληρονομιά και έχει αναπτύξει τη γνώση των γηγενών για τις οικολογικές διεργασίες της λιμνοθάλασσας. Οι λιμνοθάλασσες έχουν μεταξύ άλλων και εκπαιδευτική αξία, καθώς αποτελούν περιοχές ιδιαίτερου φυσικού κάλλους και θέλγουν τα παιδιά των σχολικών ηλικιών, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται ευνοϊκές συνθήκες για μάθηση. Το λιμνοθαλάσσιο περιβάλλον, που χαρακτηρίζεται από εύκολη πρόσβαση, αλλά και έντονη ποικιλομορφία, προσφέρεται για να κατανοήσουν οι μαθητές τις βασικές αρχές λειτουργίας ενός οικοσυστήματος, τις συνέπειες των επιδράσεων του ανθρώπου στο φυσικό περιβάλλον και την αναγκαιότητα της προστασίας του.

#### **2.4.2 Προστατεύονται αποτελεσματικά οι λιμνοθάλασσες;**

Η διατήρηση των λιμνοθαλασσών είναι επομένως σημαντική για την οικολογική τους σημασία, αλλά και τις πολύτιμες υπηρεσίες οικοσυστήματος που παρέχουν στον άνθρωπο. Νομοθεσία και πολιτικές **προστατεύουν** τις λιμνοθάλασσες. Πολλές λιμνοθάλασσες προστατεύονται από τη Σύμβαση Ramsar για τους Υγροτόπους, η οποία περιγράφεται ως μια «διακυβερνητική συμφωνία που παρέχει το πλαίσιο για εθνική δράση και διεθνή συνεργασία για τη διατήρηση και συνετή χρήση των υγροτόπων και των πόρων τους» ([www.ramsar.org](http://www.ramsar.org)). Στην Ευρώπη, πολλές λιμνοθάλασσες αποτελούν μέρος του δικτύου Natura2000, το οποίο αποτελεί ένα Ευρωπαϊκό Οικολογικό Δίκτυο περιοχών, οι οποίες φιλοξενούν φυσικούς τύπους οικοτόπων και οικοτόπους ειδών που είναι σημαντικοί σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Στη χώρα μας, τα πιο σημαντικά λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα προστατεύονται από τη Σύμβαση Ramsar ή αποτελούν μέρος του δικτύου Natura2000. Παρόλα αυτά, οι λιμνοθάλασσες συχνά υφίστανται έντονες ανθρωπογενείς πιέσεις και επιπτώσεις.

#### **2.4.3 Ανθρωπογενείς πιέσεις και επιπτώσεις**

Τα λιμνοθαλάσσια οικοσυστήματα είναι μεταξύ των πιο **απειλούμενων** οικοσυστημάτων. Ο **ευτροφισμός** των λιμνοθαλασσών αυξάνεται παγκοσμίως και αποτελεί τη μεγαλύτερη απειλή για αυτά τα πολύτιμα οικοσυστήματα. Οι λιμνοθάλασσες είναι περιοχές πλούσιες σε θρεπτικά συστατικά, ως

αποτέλεσμα της εισόδου θρεπτικών ουσιών από τα ποτάμια και της ανακύκλωσής τους μεταξύ ιζήματος και στήλης νερού, η οποία διευκολύνεται από το μικρό βάθος των λιμνοθαλασσών. Περίσσεια θρεπτικών συστατικών και υδρολογικές αλλαγές, που συχνά επιταχύνονται από ανθρώπινη παρέμβαση, έχουν ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη ευτροφισμού στις λιμνοθάλασσες. Η διαδικασία αυτή μπορεί να καταλήξει σε δυστροφική κρίση, κυρίως κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού ή στις αρχές φθινοπώρου, με εκτεταμένη άνθηση φυκών, ανοξικές συνθήκες και μαζική νέκρωση ασπόνδυλων και ψαριών. Ωστόσο, μόλις τελειώσει η κρίση, το λιμνοθαλάσσιο οικοσύστημα συνήθως ανακάμπτει γρήγορα.

Η καταστροφή ενδιαιτημάτων, η ρύπανση, η χρησιμοποίηση νερού, η υπερεκμετάλλευση και τα χωροκατακτητικά ξένα είδη αποτελούν, επίσης, **κύριες αιτίες της υποβάθμισης** των λιμνοθαλάσσιων οικοσυστημάτων. Επιπλέον, οι λιμνοθάλασσες είναι συστήματα πολύ ευάλωτα σε πιθανές επιπτώσεις που σχετίζονται με την **κλιματική αλλαγή**. Η άνοδος της στάθμης της θάλασσας, η αύξηση της θερμοκρασίας και αλλαγές στα πρότυπα βροχόπτωσης θα μπορούσαν να προκαλέσουν μεταβολές στη σύνθεση και την ποικιλότητα των βιοτικών κοινοτήτων των λιμνοθαλασσών.

#### **2.4.5 Εκπαίδευση, ενημέρωση και υπεύθυνη περιβαλλοντική συμπεριφορά**

Τα παραπάνω αναδεικνύουν την αναγκαιότητα ανάπτυξης και εφαρμογής **αποτελεσματικής νομοθεσίας, πολιτικών και σχεδίων διαχείρισης** των λιμνοθαλασσών. Ωστόσο, **όλοι είμαστε υπεύθυνοι** για την υγεία των λιμνοθαλασσών. Οι λιμνοθάλασσες συντηρούν μια μεγάλη ποικιλία ζωής και οι άνθρωποι πρέπει να ζουν με τρόπους που διασφαλίζουν τη βιωσιμότητα των λιμνοθαλασσών. Απαιτούνται **ατομικές και συλλογικές δράσεις** για την αποτελεσματική διατήρηση και διαχείριση των λιμνοθαλασσών προς όφελος όλων. Η **εκπαίδευση** για τις λιμνοθάλασσες και την αξία τους και η **ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του κοινού** μπορούν να προωθήσουν την προστασία των λιμνοθαλασσών και να συμβάλλουν στη διασφάλιση ενός **βιώσιμου μέλλοντος** για αυτά τα ζωτικής σημασίας οικοσυστήματα.

#### **2.4.6. Η προστασία των λιμνοθαλασσών απαιτεί μια ολοκληρωμένη γνώση τους**

Όμως, μια αποτελεσματική διαχείριση των λιμνοθαλασσών είναι αναγκαίο να υποστηρίζεται από την **επιστημονική έρευνα**. Απαιτείται συνεχής έρευνα και παρακολούθηση για να αυξήσουμε τη γνώση μας για τις λιμνοθάλασσες και να βελτιώσουμε την ικανότητά μας να τις προστατεύουμε. Η τεχνολογία παίζει σημαντικό ρόλο στη συλλογή, ανάλυση και ερμηνεία δεδομένων από τις



λιμνοθάλασσες. Επιπλέον, η έρευνα για τις λιμνοθάλασσες είναι διεπιστημονική. Απαιτείται στενή συνεργασία μεταξύ ερευνητών από πολλά διαφορετικά πεδία, συμπεριλαμβανομένων βιολόγων, χημικών, γεωλόγων, μετεωρολόγων, επιστημόνων ηλεκτρονικών υπολογιστών, μηχανικών, κοινωνιολόγων και οικονομολόγων για τη μελέτη των λιμνοθαλασσών. Μια κοινωνικοοικονομική προσέγγιση, που λαμβάνει υπόψη τον προσδιορισμό και την αποτίμηση των οικοσυστημικών υπηρεσιών των λιμνοθαλασσών, αλλά και την αντίληψη των ενδιαφερομένων, μπορεί να ωθήσει τους χρήστες και τους διαχειριστές να συνειδητοποιήσουν την πραγματική αξία αυτών των οικοσυστημάτων και να τους επιτρέψει να κατανοήσουν καλύτερα τη σημασία τους.

## ΕΝΔΕΙΚΤΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Barnes, R.S.K. (1980). *Coastal Lagoons. The Natural History of a Neglected Habitat. Cambridge Studies in Modern Biology: 1.* Cambridge University Press, Cambridge. xii+106 pp.

Boubonari, T., Kevrekidis, T., & Malea, P. (2009). Metal (Fe, Zn, Cu, Pb and Cd) concentration patterns in components of a macrophyte-based coastal lagoon ecosystem. *Hydrobiologia*, 635(1), 27-36.

Bourlière, F., Blondel, J., Isenmann, P. (1981). *Guide des oiseaux de Camargue. Delachaux and Niestlé, Neuchatel (Switzerland).* Paris, 344 p.

Goutner, V., & Kazantzidis, S. (1989). Evaluation of the relative importance of the zoning of the Evros Delta wetland(Greece) for bird groups of special conservation interest. *ACTA OECOL.(OECOL. APPL.)*, 10(4), 365-378.

Goutner, V. & Kazantzidis, S. (1992). Shorebird populations in the Evros Delta , Greece. *Bios (Macedonia, Greece)*, 1, 69-98.

Kennish, M. J. (Ed.). (2016). *Encyclopedia of estuaries.* Springer Netherlands.

Kevrekidis, T. (2004). Seasonal variation of the macrozoobenthic community structure at low salinities in a Mediterranean lagoon (Monolimni Lagoon, Northern Aegean). *International Review of Hydrobiology: A Journal Covering all Aspects of Limnology and Marine Biology*, 89(4), 407-425.

Kjerfve, B. (1994). Coastal lagoons. In *Elsevier oceanography series* (Vol. 60, pp. 1-8). Elsevier.

Koutsoubas, D., Dounas, C., Arvanitidis, C., Kornilios, S., Petihakis, G., Triantafyllou, G., & Eleftheriou, A. (2000). Macrobenthic community structure and disturbance assessment in Gialova Lagoon, Ionian Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 57(5), 1472-1480.

Malea, P., Kevrekidis, T., & Mogias, A. (2004). Annual versus perennial growth cycle in *Ruppia maritima* L.: temporal variation in population characteristics in Mediterranean lagoons (Monolimni and Drana Lagoons, Northern Aegean Sea). *Botanica Marina*, 47, 357-366.

McLusky, D. S., & Elliott, M. (2004). *The estuarine ecosystem: ecology, threats and management*. OUP Oxford.

Meininger, P., & Atta, G. A. (1994). *Ornithological studies in Egyptian wetlands 1989/90*. Foundation for Ornithological Research in Egypt. Nr. 94-01, WIWO-Report Nr. 40, 402 p.

Newton, A., Icely, J., Cristina, S., Brito, A., Cardoso, A. C., Colijn, F., ... & Zaldívar, J. M. (2014). An overview of ecological status, vulnerability and future perspectives of European large shallow, semi-enclosed coastal systems, lagoons and transitional waters. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 140, 95-122.

Newton, A., Brito, A.C., Icely, J.D., Delorez, V., Clara, I., Angus, S., Schernewski, G., Inácio, M., Lillebø, A.I., Sousa, A.I., Bijaoui, B., Solidoro, C., Tosić, M., Capedo-Argóelles, M., Yamamuro, M., Reizopoulou, S., Tseng, H., Canu, D., Roselli, L., Maanan, M., Cristina, S., Ruiz-Fernandez, A.C., Lima, R., Kjerfve, B., Rubio-Cisneros, N., Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Pastres, R., Pranovi, F., Snoussi, M., Turpie, J., Tuchkovenko, Y., Dyack, B., Brookes, J., Povilankas, R., Khokhlov, V., 2018. Assessing, quantifying and valuing the ecosystem services of coastal lagoons. *Journal for Natural Conservation*, 44, 50–65.

Nicolaidou, A., Reizopoulou, S., Koutsoubas, D., Orfanidis, S., & Kevrekidis, T. (2005). Biological components of Greek lagoonal ecosystems: an overview. *Mediterranean Marine Science*, 6(2), 31-50.

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2013. Ocean literacy: the essential principles and fundamental concepts of Ocean Sciences for learners of all ages. Version 2. <http://oceanliteracy.wp2.coexploration>

NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), 2019. Principles and concepts for estuaries 101. <https://coast.noaa.gov/data/estuaries/>

Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Pérez-Ruzafa, I., Pirez-Marcos, M. (2011). Coastal lagoons: “transitional ecosystems” between transitional and coastal waters. *Journal of Coastal Conservation* 15, 369–392.

Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Pérez-Ruzafa, I.M. (2011). Recent advances in coastal lagoons ecology: evolving old ideas and assumptions. *Transitional Waters Bulletin* 5, 50–74.

Pérez-Ruzafa, A., Marcos, C., Pérez-Ruzafa, I.M. (2011). Mediterranean coastal lagoons in an ecosystem and aquatic resources management context. *Physics and Chemistry of the Earth* 36, 160–166.

Pérez-Ruzafa, A., Pérez-Ruzafa, I. M., Newton, A., & Marcos, C. (2019). Coastal lagoons: environmental variability, ecosystem complexity, and goods and services uniformity. In *Coasts and Estuaries* (pp. 253-276). Elsevier.

Pérez-Ruzafa, A., Pérez-Marcos, M., & Marcos, C. (2020). Coastal lagoons in focus: Their environmental and socioeconomic importance. *Journal for Nature Conservation*, 57, 125886.

Velasco, A.M., Pérez-Ruzafa, A., Martínez-Paz, J.M., Marcos, C. (2018). Ecosystem services and main environmental risks in a coastal lagoon (MarMenor, Murcia, SE Spain): The public perception. *Journal for Nature Conservation* 43: 180–189