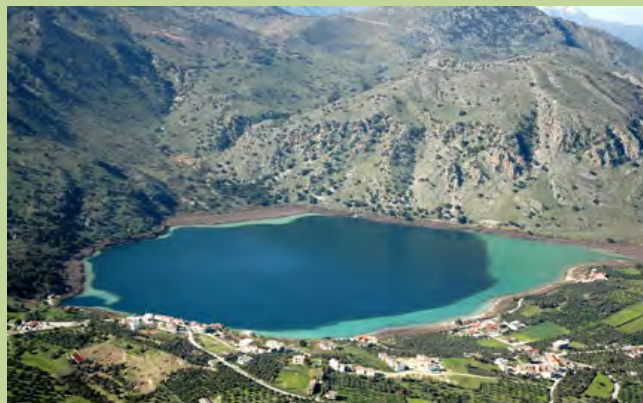

Οι Λίμνες στην Ελλάδα

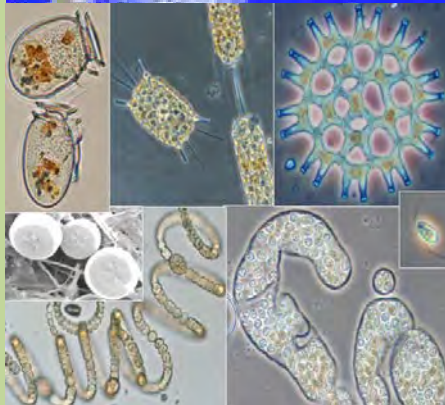
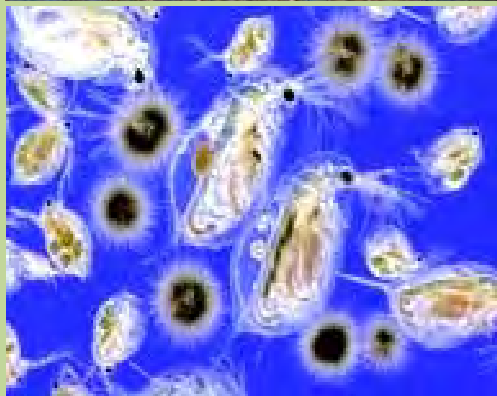
3/6. Μακεδονία

“Λιμνών
Καταγραφές &
Μαρτυρίες”

Θεόδωρος Σ., Κουσουρής

Αθήνα, 2014





(Κορνά, Ορεστειάδα, Βιστωνίδα, Αργυροπελεκάνοι Πρέσπες, Βιστωνίδα, Βόλβη, Παμβώτιδα, Ζωοπλαγκτόν, Τρίτωνας, Αλιευτικά Τριχωνίδας, Φυτοπλαγκτόν, Νανογωβιός, Δρακόλιμνες Φλέγκα).

Περιεχόμενα

	Σελ.
Πρόλογος	4
Εισαγωγή	5
A) Οι Φυσικές Λίμνες της Μακεδονίας	6-7
-Αλπικές-Ορεινές Λίμνες της Μακεδονίας (Δρακόλιμνες Γράμμου κ.ά)	8-10
-Λίμνη Βεγορίτιδα	11-21
-Λίμνη Βόλβη	21-30
-Λίμνη Δοϊράνη	30-40
-Λίμνη Κορώνεια	40-56
-Λίμνη Νησί, Έδεσσας	56-62
-Λίμνη Ορεστιάδα	62-77
-Λίμνη Πετρών	77-82
-Λίμνη Πικρολίμνη	82-85
-Λίμνες Πρεσπών	86-94
α) Λίμνη Μικρή Πρέσπα	94-102
β) Λίμνη Μεγάλη Πρέσπα	102-108
-Λίμνες Χειμαδίτιδα και Ζάζαρη	108-109
α) Λίμνη Χειμαδίτιδα	109-114
β) Λίμνη Ζάζαρη	114-118
-Λίμνες της Χρυσούπολης και του ποταμού Νέστου	118-120
B) Οικολογική Ποιότητα - Εκτίμηση των Φυσικών Λιμνών	121-140
Γ) Βιβλιογραφικές Πηγές για τις Λίμνες στην Ελλάδα	141-160

Πρόλογος

Όπως αναφέρθηκε και στο πρώτο τεύχος αυτής της συγγραφής, η προσπάθειά μας βασίζεται στην πολύχρονη συλλογή, αποτύπωση και αξιολόγηση των χαρακτηριστικών και δεδομένων των κυριότερων φυσικών λιμνών της Ελλάδας, που έχουν διερευνηθεί από Έλληνες ερευνητές, κυρίως τα τελευταία σαράντα χρόνια. Σημειώνεται επίσης, ότι η συγγραφή αυτή δεν ακολουθεί συγκεκριμένο πρότυπο για όλες τις λίμνες, αλλά για κάθε φυσική λίμνη ασχολούμαστε σε μεγαλύτερο εύρος με εκείνα τα υδρο-οικολογικά χαρακτηριστικά που αποτυπώνουν πληρέστερα την ταυτότητα της υπόψη λίμνης. Μεταξύ των άλλων παρουσιάζονται τα πλέον χαρακτηριστικά γνωρίσματα της κάθε φυσικής λίμνης, ως προς τη γεω-φυσιογραφία, υδρολογία, υδροβιολογία, υδροχημεία, ιχθυολογία, υδρο-οικολογία και άλλα αντικείμενα της επιστήμης της Λιμνολογίας. Άλλωστε, υπάρχει πλουσιότατο υλικό σε επιμέρους ζητήματα -για τη γεωλογία και τη γεωμορφολογία, για το κλιματικό και υδρολογικό καθεστώς, για τη βιολογία και την αλιεία των ψαριών του γλυκού νερού και για την υδρόβια орνιθοπανίδα- στα Πανεπιστήμια, στα ερευνητικά κέντρα και σε μη κερδοσκοπικές εταιρίες όπως η Ορνιθολογική Εταιρία, η WWF, η Ελληνική Εταιρία Προστασίας της Φύσης και άλλες οργανώσεις σε τοπικό ή εθνικό επίπεδο. Εξάλλου, άφθονο, έγκυρο και επικαιροποιημένο υλικό με τα περιβαλλοντικά και οικολογικά χαρακτηριστικά των ελληνικών λιμνών μπορούμε να βρούμε σε σχετικές ιστοσελίδες δημόσιων υπηρεσιών, πανεπιστημίων, ερευνητικών κέντρων, στους κατά τόπους φορείς διαχείρισης των λιμνών, αλλά και σε αυτοτελείς επιστημονικές εργασίες ελλήνων και ξένων ερευνητών.

Σε αυτό το τρίτο τεύχος, 3/6. Μακεδονία, παρουσιάζονται: α) Οι Φυσικές Λίμνες της Μακεδονίας, β) Η Οικολογική Αξιολόγηση των Φυσικών Λιμνών της Ελλάδας, και γ) Επιλεγμένες Βιβλιογραφικές Πηγές για το σύνολο των ελληνικών φυσικών λιμνών, μέχρι και πρόσφατα.

Η συγγραφή αυτή, όπως έχουμε προαναγγείλει, ταξινομείται σε 6 τεύχη με τις Φυσικές Λίμνες στην Ελλάδα, κατά σειρά παρουσίασης. 1/6. Δυτική Ελλάδα. 2/6. Ήπειρος. 3/6. Μακεδονία. 4/6. Θράκη και Θεσσαλία. 5/6. Πελοπόννησος, Στερεά και Εύβοια. 6/6. Κρήτη και άλλα Νησιά.

Εισαγωγή

Η επιστημονική-ερευνητική ενασχόληση με τις λίμνες και τις άλλες υγροτοπικές περιοχές στην Ελλάδα, ξεκίνησε συστηματικά στις αρχές της δεκαετίας του '70, από το τότε ΙΩΚΑΕ (Ινστιτούτο Ωκεανογραφικών και Αλιευτικών Ερευνών) και το μετέπειτα ΕΛΚΕΘΕ (Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών) και σημερινό ΕΚΘΕ (Εθνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών). Την πρώτη ερευνητική ομάδα (1972-1980) για τα εσωτερικά νερά της χώρας, στελέχωναν ο Δρ. Γιώργος Δ. Φώτης, κτηνίατρος ιχθυοπαθολόγος (μετέπειτα καθηγητής στο ΑΠΘ, Κτηνιατρική Σχολή), ο Νίκος Κριάρης, υδροβιολόγος-ιχθυολόγος (μετέπειτα Δ/ντής της εταιρίας υδατοκαλλιεργειών, "Όστρακον") και ο υποφαινόμενος, Δρ. Θεόδωρος Σ. Κουσουρής, υδροβιολόγος υδατικής οικολογίας (μετέπειτα Δ/ντής του Ινστιτούτου Εσωτερικών Υδάτων, ΕΛΚΕΘΕ και ΕΚΘΕ). Οι πρώτες ερευνητικές κατευθύνσεις είχαν σκοπό να διαπιστώσουν την υφιστάμενη κατάσταση των εσωτερικών υδάτων –λίμνες, ποτάμια, τεχνητές λίμνες, υφάλμυρα νερά, λιμνοθάλασσες, φυσικά και τεχνητά ιχθυοτροφεία και άλλα υδάτινα παραγωγικά οικοσυστήματα- να συλλεχθούν διάφορα δεδομένα, να διερευνηθούν τα χαρακτηριστικά τους, και να προταθούν εφικτές λύσεις σε προβληματικές καταστάσεις και συμβάντα. Εξυπακούεται, ότι στις προσπάθειες αυτές, κύριο μέλημα ήταν η προστασία το περιβάλλοντος, μέσα από την αξιολόγηση κάθε υδάτινου σώματος που θα μπορούσε να συμβάλλει στην αξιοποίησή του με οικολογικούς όρους για ισορροπημένο, από δομική και λειτουργική άποψη, υδατικό περιβάλλον.

Τα χρόνια που ακολούθησαν το Τμήμα των Εσωτερικών Υδάτων του ΙΩΚΑΕ, ΕΛΚΕΘΕ και ΕΚΘΕ, εξελίχθηκε στο Ινστιτούτο Εσωτερικών Υδάτων. Ανέπτυξε ευρύτερες συνεργασίες με Υπουργεία, Πανεπιστήμια, και τοπικούς φορείς, ενώ εμπλουτίστηκε με εξειδικευμένο επιστημονικό και τεχνικό προσωπικό. Αξίζει να αναφέρουμε τους συναδέλφους που πρόσφεραν τα μέγιστα στην ερευνητική πορεία και ανάδειξη του Ινστιτούτου, όπως Δρ. Α.Οικονόμου, Δρ. Χ.Νταουλάς, Δρ. Ν.Σκουλικίδης, Δρ. Μ.Στουμπούδη, Δρ. Κ.Γκρίτζαλης, Δρ. Ι.Ζαχαρίας, Η.Μπερταχάς, Θ.Ψαρράς, Ρ.Μπαρμπιέρη, Γ.Αμαξίδης, Δρ. Ι.Καραούζας, Σ.Λάσχου, Σ.Γιακουμή, Θ.Κουβαρντά, Κ.Ακεψιμαΐδης, Δρ. Σ.Ζόγκαρης, Δρ. Ε.Καλογιάννη και άλλοι (περίοδος 1972 μέχρι το 2005).

Α'

Οι Φυσικές Λίμνες της Μακεδονίας

(Οι σημαντικότερες Φυσικές Λίμνες με τα κύρια Χαρακτηριστικά τους)

Όπως και στην υπόλοιπη Ελλάδα, έτσι και στη Μακεδονία (περιοχή με τη μεγαλύτερη κάλυψη από νερά), εκεί όπου υπάρχει γεωλογικό βύθισμα (π.χ. τεκτονικό, καρστικό, ηφαιστειακό), υπάρχει συνήθως και υγροτοπική περιοχή. Άλλωστε, ως λίμνη νοείται *“ υγρότοπος που δημιουργήθηκε από μάζες νερού, γλυκού ή υφάλμυρου ή αλμυρού, συγκεντρωμένες σε κοιλότητες της επιφάνειας της γης, φαινομενικά στάσιμες και με χωρίς ή και έμμεση επικοινωνία με τη θάλασσα”*. Ωστόσο, υγρότοποι είναι οι φυσικές και τεχνητές λίμνες, τα ποτάμια, τα έλη και τα τενάγη, οι εποχικές λίμνες, οι εκβολές και στα δέλτα των ποταμών, η παράκτια ζώνη και άλλες περιοχές. Έτσι, στη Μακεδονία για παράδειγμα στις υδρολογικές λεκάνες της Δράμας υπάρχει ο υγρότοπος με τα τενάγη των Φιλίππων και στις Σέρρες υπήρχε ο υγρότοπος του Αχινού που αποξηράνθηκε το 1936. Στις υδρολογικές λεκάνες της Μυγδονίας, στην περιφέρεια Θεσσαλονίκης, εκτός από τις λίμνες Βόλβη και την Κορώνεια, υπήρχαν οι Βρωμόλιμνες, Μαυρούδα και Λάντζα, που αποξηράνθηκαν στο τέλος της δεκαετίας του 1950, και το έλος Ζαγκλιβέρι (Καλαμωτό). Στη λεκάνη Θερμαϊκού-Γιαννιτσών από πολύ παλιά είχαν δημιουργηθεί πολλές προσχωσιγενείς λίμνες και έλη, που όμως έχουν αποξηρανθεί εδώ και αρκετές δεκαετίες (από το 1930-36 οι Αρτζάν, Αματόβου, Γιαννιτσών). Βορειότερα, και πάνω στη συννοριακή γραμμή με τα Σκόπια υπάρχει η λίμνη Δοϊράνη, ένας πολύ σημαντικός υγρότοπος, ενώ ανάμεσα στα χωριά Σκρά και Κούπα του Κιλκίς, υπάρχει μια μικρή λίμνη, η Γαλάζια ή Σμαραγδένια λίμνη, (φυσική λίμνη με γαλαζοπράσινα στο χρώμα νερά, και με απολιθωμένους οργανισμούς στον πυθμένα της, περιτριγυρισμένη από πυκνή βλάστηση από οξιές, φουντουκιές, κισσούς και κληματαίδες), που τροφοδοτείται από τους καταρράκτες του Σκρά,. Επίσης στο Κιλκίς υπάρχει και η αλκαλική, εποχική λίμνη, η Πικρολίμνη. Στις υδρολογικές λεκάνες της δυτικής Μακεδονίας σχηματίστηκαν οι καρστικές λίμνες Βεγορίτιδα, Πετρών, Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη, το έλος Σαρι-Γκιόλ και η λίμνη Ορεστιάδα στην Καστοριά. Σε μεγαλύτερα υψόμετρα, μέσα σε καρστικά και τεκτονικά βυθίσματα δημιουργήθηκαν πολλές μεγάλες λίμνες, όπως είναι οι λίμνες Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα, αλλά και πολύ μικρότερες λίμνες, οι αλπικές λίμνες στα βουνά του Γράμμου (Τμήμα Μακεδονίας), των Γρεβενών και της Καστοριάς.

Πριν από λίγες δεκαετίες είχαν καταγραφεί στην Ελλάδα περισσότεροι από 400 μικροί και μεγάλοι υγρότοποι (π.χ. λίμνες, έλη, τενάγη, βάλτοι, λιμνοθάλασσες, ποτάμια, ρυάκια, χείμαρροι), συνολικής έκτασης πάνω από 2000 Km², ενώ πριν από δύο γενιές η Ελλάδα είχε τριπλάσια έκταση

υγροτόπων (www.ekby.gr/ekby/el/Greek_Wetlands_main_el.html). Εξάλλου, οι έρευνες καταγραφής των υγροτόπων συνεχίζονται (πρωτοβουλία MedWet) και έχει ξεκινήσει μια προσπάθεια ηλεκτρονικής καταγραφής των υγροτόπων και καταχώρησής τους στην ηλεκτρονική βάση δεδομένων MedWet (Φυτόκα Ε., 2000, -Αμφίβιον, τ.,32, Απογραφή των Ελληνικών υγροτόπων). Ωστόσο, παρά τη γενικότερη ευαισθητοποίηση για την προστασία και διατήρηση των υγροτόπων, ως φυσικά αποθέματα της βιόσφαιρας, ακόμη και σήμερα απειλούνται με υποβάθμιση και καταστροφή, ενώ οι επερχόμενες κλιματικές αλλαγές εκτιμάται ότι θα πλήξουν και τους υγρότοπους (π.χ. Τραπεζα Ελλάδος -Βέλλα, Κυριακοπούλου και συν,- 2011, Έκδοση Τράπεζας Ελλάδος, Επιτροπή Μελέτης Επιπτώσεων Κλιματικής Αλλαγής, 72σελ., Κίνδυνοι και επιπτώσεις της κλιματικής μεταβολής στη βιοποικιλότητα και στα οικοσυστήματα). Για παράδειγμα, στην ευρύτερη περιοχή της κεντρικής Μακεδονίας, εκτός από τους γνωστούς μεγάλους υγρότοπους της συνθήκης Ramsar (π.χ. δέλτα Αξιού-Αλιάκμονα, λίμνες Βόλβης-Κορώνειας, τεχνητή λίμνη Κερκίνης κ.ά), υπάρχει πλήθος μικρών ή μεγαλύτερων λιμνών, ελών, ποταμών που πολλά από αυτά απειλούνται ήδη με συρρίκνωση ή και αποξήρανση. Ανάμεσα σε αυτούς του υγρότοπους είναι μεταξύ των άλλων, η Λιμνοθάλασσα εκβολών Στρυμόνα, τα Μακεδονικά Τέμπη ή Στενά Ρεντίνας, το Φαράγγι Σκάλας, κοντά στο Ζαγκλιβέρι, η Λίμνη Δοϊράνη, η Πικρολίμνη Κιλκίς, το Φαράγγι Γαλλικού, κοντά στο χωριό Καμπάνης Κιλκίς, οι Πηγές της Αραβησσού στην Πέλλα, που είναι υγρότοπος από πηγαία νερά, οι Εκβολές του Γαλλικού ποταμού στο Καλοχώρι, η Κοίτη του ποταμού Ανθεμούντα, μεταξύ Ν. Ραιδεστού και Αγ. Παρασκευής, οι Εκβολές του Ανθεμούντα κοντά στο αεροδρόμιο, η Αλυκή Αγγελοχωρίου, η Αλυκή Πάλιουρων μεταξύ Επανωμής-Μηχανιώνας, ο Υγρότοπος Επανωμής, τα Έλη Μοίρας μεταξύ Ν. Καλικράτειας-Ν.Ηράκλειας, οι Εκβολές του ποταμού της Σωζόπολης στον οικισμό Βεριά της Χαλκιδικής, τα δύο Έλη Σταυρονικήτα κοντά στο ξενοδοχείο Σάνη στη Κασσάνδρα Χαλκιδικής, ο υγρότοπος του Αγίου Μάμα, οι εκβολές Χαβρία μεταξύ Ψαχουδιών-Βατοπεδίου και Μεταμόρφωσης στη Χαλκιδική, η λίμνη Μαυρόμπαρα (αποτελεί μνημείο της φύσης από το 1997 και μοναδικό υδροβιότοπο με δύο σπάνια είδη της νεροχελώνας το *Emys orbicularis hellenica* και το *Mauremys caspica*) στη Κασσάνδρα Χαλκιδικής, και πολλές άλλες μικρές λίμνες και σε άλλες περιοχές της Μακεδονίας.

-Αλπικές-Ορεινές Λίμνες της Μακεδονίας

(Δρακόλιμνες Γράμμου, Γρεβενών, Καστοριάς και άλλες)

α) Λίμνες της Βάλια Κάλντα. Στον Εθνικό Δρυμό της Πίνδου ‘‘Βάλια Κάλντα’’ βρίσκονται οι αλπικές λίμνες Λάκκου στην περιοχή του Αυγού (ανατολική πλευρά της Τύμφης) και οι δύο λίμνες της Φλέγκας.

Οι Λίμνες Λάκκου ή Αρβανίτα, βρίσκονται σε υψόμετρο 1450 μέτρα, κάτω από την κορυφή της Γκούρας (δεύτερη υψηλότερη κορυφή της Τύμφης). Είναι εποχικές λίμνες, και τροφοδοτούνται με νερά από το λιώσιμο του χιονιού και των πάγων, ενώ αργά το καλοκαίρι ξηραίνονται. Το μεγαλύτερο βάθος τους δεν ξεπερνά τα 1.5-2 μέτρα, ενώ ξηραίνονται τους καλοκαιρινούς μήνες. Η πρόσβαση σε αυτές τις αλπικές λίμνες γίνεται από δασικό δρόμο, 500 μέτρα πριν από τη διασταύρωση Ηλιοχώρι, Λαΐστα, στο κεντρικό Ζαγόρι (στο Ηλιοχώρι εντυπωσιακοί είναι οι καταρράκτες ‘‘Μπάλλι ντι Στρίγκα’’).

Οι δίδυμες Λίμνες της Φλέγκας βρίσκονται λίγο κάτω και βορείως της ομώνυμης κορυφής του βουνού Μαυροβουνίου (σύνορο Γρεβενών και Ιωαννίνων), σε υψόμετρο 1960 και 1940 μέτρα περίπου, στην υποαλπική ζώνη, ενώ λίγο χαμηλότερα υπάρχει και τρίτη εποχική αλπική λίμνη. Οι λίμνες αυτές είναι ρηχές και με μικρή βιοποικιλότητα, αλλά αποτελούν το σύμβολο της περιοχής του Εθνικού Δρυμού της Πίνδου. Στα νερά τους ζουν διάφορα αμφίβια όπως οι τρίτωνες (*Triturus alpestris veluchiensis*) και τα βατράχια (*Bombina variegata*, *Rana graeca*). Η περιοχή αυτών των λιμνών καλύπτεται με χιόνια από τον Οκτώβριο μέχρι και το Μάιο, ενώ με το λιώσιμο των χιονιών, σπάνια και εντυπωσιακά είδη φυτών φυτρώνουν στις γύρω περιοχές. Η πρόσβαση σε αυτές τις λίμνες γίνεται μέσω του δρόμου που με βορειοδυτική κατεύθυνση φθάνει από το Μέτσοβο στο καταφύγιο της Φλέγκας και από εκεί σε οροπέδιο, όπου και τερματίζει ο δρόμος. Βαδίζοντας στις βορεινές πλαγιές της κορυφής «Καπετάν Κλήδης» ανεβαίνουμε στην κορυφή Φλέγκα (2159μ.). Η θέα αυτών των λιμνών είναι εντυπωσιακή. Τα νερά της επάνω Φλέγκας ρέουν σε μικρό ρυάκι προς την κάτω Φλέγκα, συνδέοντας αυτές, ενώ εάν υπάρχει περίσσεια νερού, αυτό συνεχίζει να ρέει προς την κοιλάδα του Αρκουδορέματος, στον Εθνικό Δρυμό ‘‘Βάλια Κάλντα’’.

β) Στο βουνό Γράμμος υπάρχουν αρκετές αλπικές λίμνες. Η πιο γνωστή είναι η **Λίμνη Γκίστοβα** (στα βλάχικα σημαίνει αιδού), που βρίσκεται σε υψόμετρο 2350 μέτρα, και σε απόσταση 200 μέτρων από την κορυφή του Γράμμου, και είναι η υψηλότερη αλπική Δρακόλιμνη της χώρας μας. Την άνοιξη και το καλοκαίρι την περιτριγυρίζουν αλπικά λιβάδια, όπου βόσκουν κοπάδια ελλήνων και αλβανών βοσκών. Η λίμνη αυτή προσεγγίζεται από το χωριό Γράμμος

(ερείπια του παλαιού χωριού Γράμμωση) που βρίσκεται σε υψόμετρο 1380 μέτρα. και απέχει 39 χιλιόμετρα από το Επταχώρι της Καστοριάς. Από το χωριό ακολουθείς το μονοπάτι-δρόμο που πηγαίνει παράλληλα με τα Ελληνοαλβανικά σύνορα και ανεβαίνοντας τα υπέροχα χορταριασμένα λιβάδια φθάνεις, μετά από δύομιση ώρες στη Δρακόλιμνη. Στο σημείο που η λίμνη πλησιάζει τη συνοριακή γραμμή παρατηρούμε όρυγμα σαν αυλάκι που φθάνει σχεδόν τη γραμμή αυτή.

γ) Κατεβαίνοντας από τα ψηλότερα του Γράμμου, και πολύ πριν από το χωριό Χρυσή και με κατεύθυνση προς τα δεξιά, ένα μονοπάτι οδηγεί προς τη **Δρακόλιμνη Μουτσάλια**, σε υψόμετρο 1729 μέτρα,, η οποία είναι αρκετά μεγάλη, περιτριγυρισμένη με οξιές και με κοντινή βρυσομάνα που την τροφοδοτεί. Πριν φτάσουμε στην λίμνη αυτή συναντούμε την περίφημη πηγή ‘Τρακοσάρα’, που οφείλει το όνομά της στο ελαφρύ νερό της, διότι, όπως αναφέρει η παράδοση, έχει τόσο ελαφρύ νερό που ‘ο όγκος της μιάς οκάς (400 δράμια) από το νερό των άλλων πηγών, σε αυτή ζυγίζει μόνο 300 δράμια!’”.

δ) Στον ορεινό όγκο του Γράμμου, βρίσκονται και άλλες αλπικές λίμνες, όπως εκείνες που βρίσκονται σε επίπεδη έκταση και σε υψόμετρο 1740 μέτρα, βορείως της κορυφής Πάνω Αρένα (Αρίνα στα βλάχικα σημαίνει χώμα και άμμος). Είναι οι **Λίμνες Αρένες**, μέσα σε ένα αμιγές δάσος οξιάς, στην τοποθεσία Μουτσάλια. Οι λίμνες Αρένες, οι 3 αυτές μικρές λίμνες, είναι εποχικές, έχουν έκταση περίπου 15 στρέμματα, το βάθος τους δεν ξεπερνά το ένα μέτρο, και ο βυθός τους είναι καλυμμένος με πυκνή υδρόβια βλάστηση, που πολλές φορές φθάνει και στην επιφάνεια και δίνει πράσινο χρώμα στα νερά της. Τροφοδοτούνται από εποχικά νερά κατά το λιώσιμο του χιονιού και του πάγου, όσο και από υπολίμνιες παροδικές πηγές. Για να τις προσεγγίσει κανείς χρειάζεται να κατευθυνθεί από το χωριό Αετομηλίτσα για δύο ώρες σε μονοπάτι με ανατολική κατεύθυνση ή από το το Πευκόφυτο Καστοριάς. Εδώ διαβιούν τρία είδη τριτώνων. Ο κοινός τρίτωνας, *Triturus vulgaris*, ο λοφιοφόρος –*Triturus cristatus* ο αλπικός τρίτωνας –*Triturus alpestris veluchiensis*. Επίσης, εδώ ζει και ο κίτρινος βάτραχος – *Bombina variegata*, ο βάτραχος των ρυακιών –*Rana graeca*, η σαλαμάνδρα –*Salamandra salamandra*, η αμμόσαυρα –*Lacerta agilis* και η αλπική οχιά –*Vibera berus*.

ε) **Λίμνη Γαλανή ή Λίμνη της Βασιλίτσας**. Βρίσκεται κοντά στην ορεινή διαδρομή Σαμαρίνα-Σμίξη, στο νομό Γρεβενών. Έχει μικρό μέγεθος, βάθος μέχρι 1 μέτρο και διαβιούν εδώ οι αλπικοί τρίτωνες. Με τους σεισμούς στην περιοχή των Γρεβενών το 1995, δημιουργήθηκε τέτοιο ρήγμα στην περιοχή αυτής της λίμνης που τα νερά της απείλησαν το χωριό Σμίξη.

στ) Στην ίδια περιοχή του χιονοδρομικού της Βασιλίτσας υπάρχει και μια άλλη αλπική λίμνη **η Γκούρα**, με διάμετρο περίπου 50 μέτρα και που ξηραίνεται το καλοκαίρι (διοικητικά ανήκει στο Δίστρατο Ιωαννίνων).

ζ) **Λίμνη της Γριάς ή Μόσια** (Μόσια στα βλάχικα σημαίνει γριά) είναι και αυτή ορεινή λίμνη στο Σμόλικά, βρίσκεται ανάμεσα στις κορυφές Φούρκα και Σαμαρίνα, σε υψόμετρο 2150 μέτρα και κοντά στη “Βάλια Κίρνα”, στην “Κοιλάδα του Διαβόλου”. Εκτός από την κύρια λίμνη τη Μόσια, υπήρχαν και άλλες δυο μικρότερες τις οποίες τροφοδοτούσε με τα νερά της.



Οι Δρακόλιμνες της Φλέγκας

πηγές από: http://ydronaftes.gr/el/Άρθρα/Ταξιδιωτικά/Αλπικές_λίμνες_Ηπείρου_και_Δυτικής_Μακεδονίας,
http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus_db/20_Iwannina/20_17_Konitsas/diafora/Muthoi%20Drakolimni.htm,
http://www.ntua.gr/MIRC/db/epirus_db/PERIVALLON/ΑΛΠΙΚΕΣ_ΛΙΜΝΕΣ_ΒΑΡΑΘΡΑ_ΚΟΛΥΜΠΗΘΕΣ.htm,
http://el.science.wikia.com/wiki/Λίμνες_Ελλάδας#.CE.9B.CE.AF.CE.BC.CE.BD.CE.B7_.CE.93.CE.B1.CE.BB.CE.B1.CE.BD.CE.AE

-Λίμνη Βεγορίτιδα

ή Οστρόβου ή Άρνισσας ή Κέλης

(Natura2000=GR1340004, λίμνες Βεγορίτιδα και Πετρών, Δ.Μακεδονία, Αμύνταιο)



Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Βεγορίτιδας

Επιφάνεια Λίμνης	40Km ²	Υψόμετρο Λίμνης	+524m
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	911.74Km ²	Όγκος Λίμνης X10 ⁶	1530m ³
Μέγιστο Βάθος	48m	Μέσο Βάθος	28.9m
Ανανέωση Νερών, φορές/έτος	9.5		
πηγή: Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν) Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.			

Η λίμνη Βεγορίτιδα, φυσιο-γεωγραφικά και γεωλογικά, καταλαμβάνει ένα από τα βυθίσματα των κλειστών οροπεδίων της δυτικής Μακεδονίας. Ειδικότερα, περιβάλλεται από τους μεγάλους όγκους, των βουνών Άσκιο, Βέρμιο και Βόρα ή Καϊμάκτσαλαν (ασβεστολιθικοί σχηματισμοί και όξινα πυριτικά μεταμορφωμένα πετρώματα). Όπως αναφέρουν αρκετοί ερευνητές, παλαιότερα υπήρχε στην περιοχή μια μεγάλη λίμνη, η λίμνη της Εορδαίας, η έκταση της οποίας έφτανε τα 1000 Km² και το βάθος της τα 250 m. Από τη γεωμορφολογική αναδιάταξη της ευρύτερης περιοχής, σε προηγούμενες γεωλογικές περιόδους, προήλθε η ομώνυμη κοιλάδα της Εορδαίας, ενώ μέσα σε αυτή την κοιλάδα απέμειναν από τη μεγάλη λίμνη της Εορδαίας, πέντε μικρότερες λίμνες, η Βεγορίτιδα, των Πετρών, η Χειμαδίτιδα, η Ζάζαρη και το έλος Σαρι-γκιόλ. Αυτό το έλος αποξηράνθηκε εντελώς για να δημιουργηθούν τα μεγάλα ορυχεία του λιγνίτη της Πτολεμαΐδας. Η Βεγορίτιδα αποτελεί το μεγαλύτερο και βαθύτερο υπόλειμμα της παλιάς μεγάλης λίμνης και καταλαμβάνει το βορειότερο άκρο της Εορδαίας κοιλάδας. Η Βεγορίτιδα, αποτελεί το χαμηλότερο σημείο του συμπλέγματος των λιμνών Ζάζαρης, Χειμαδίτιδας και Πετρών, των οποίων δέχεται τα νερά μέσα από σύστημα διωρύγων και σήραγγας. Παλαιότερα, τα πλεονάζοντα νερά της διοχετεύονταν στον Εδεσσαίο ποταμό, με μία σήραγγα (6035m.) που αρχίζει από την βορειοανατολική όχθη της και μετέφερε τα νερά της, όταν χρειαζόταν στην τεχνητή λίμνη του Νησιού, για να τροφοδοτήσουν το υδροηλεκτρικό σταθμό του Άγρα, στην Έδεσσα. Η λίμνη δεχόταν παλαιότερα, τα βιομηχανικά απόβλητα από τα εργοστάσια της περιοχής Πτολεμαΐδας (ΑΕΒΑΛ, ΔΕΗ, κ.ά), αλλά και αστικά λύματα από τις πόλεις της Πτολεμαΐδας και του Αμύνταιου. Τα

ρέματα που την τροφοδοτούν είναι το Φαράγγι, το Πεντάβρυσο (Σουλού), Άνω Γραμματικού, Παναγίτσας και Άρνισσας.

Η λίμνη Βεγορίτιδα, ένα από τα μεγαλύτερα υδάτινα σώματα στην Ελλάδα, είναι καρστικού τύπου, βαθιά και μεγάλη σε έκταση, που λόγω υψομέτρου μπορεί να ταξινομηθεί στις λίμνες ορεινού τύπου. Από λιμνολογική άποψη είναι θερμή μονομικτική λίμνη, και με υψηλή περιεκτικότητα σε νιτρικό άζωτο και με αυξανόμενο ευτροφισμό. Παρουσιάζει ακανόνιστη υδραυλική συμπεριφορά και αποτελεί κλασσικό παράδειγμα καρστικής λίμνης που η εκφόρτωσή της γίνεται υπόγεια μέσω φυσικών αγωγών. Εξάλλου, η λίμνη τροφοδοτείται με νερό ρέματα (π.χ. Σουλού) από μόνιμης ροής, από μικρότερα ρέματα και από μεγάλη ποσότητα καρστικών νερών που με αυτό τον τρόπο συμβάλλουν στο γρήγορο ρυθμό ανανέωσης των νερών της. Τα τελευταία 50 χρόνια έχουν παρατηρηθεί αυξομειώσεις της στάθμης του νερού έως και 30 μέτρα. Η πτώση της στάθμης στη λίμνη ξεκίνησε από το 1955 με τη μεταφορά νερού προς το υδροηλεκτρικό εργοστάσιο του Άγρα. Έτσι, ενώ κάποτε ήταν η μεγαλύτερη λίμνη στην Ελλάδα με επιφάνεια 68 Km², μεγαλύτερο βάθος 75m και όγκο νερού 2200X10⁶ m³, πριν από μερικά χρόνια έχει μειωθεί η επιφάνειά της περίπου στα 45 km², το μεγαλύτερο βάθος φτάνει περίπου τα 50 m και ο όγκος νερού της στα 800X10⁶ m³. Επομένως, η λίμνη Βεγορίτιδα είναι μια από τις σημαντικότερες και μεγαλύτερες λίμνες της Ελλάδος που αντιμετωπίζει όμως πολλά προβλήματα τα οποία φαίνεται ότι απειλούν την οικολογική της ισορροπία και θέτει σε κίνδυνο τα οφέλη που αποκομίζει το ευρύτερο περιβάλλον, ο άνθρωπος και ιδιαίτερα οι τοπικές παρόχθιες κοινότητες, γύρω από τη λίμνη.

Τα νερά της Βεγορίτιδας, έχουν σχετικά μικρή διαφάνεια (μέση διαφάνεια 2.1-0.7m), χαμηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών αλάτων κατά το μεγαλύτερο τμήμα της, χαμηλές συγκεντρώσεις στη χλωροφύλλη-α, αλλά και αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις αζωτούχων ενώσεων, σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων και νατρίου, και υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου, σιδήρου και ψευδαργύρου. Τα υψηλά επίπεδα αμμωνιακών αλάτων είχαν δημιουργήσει στο παρελθόν αλλεπάλληλους θανάτους ψαριών, λόγω τοξικότητάς τους. Ως προς την παρουσία γεωργικών φαρμάκων σε ολόκληρη τη λίμνη, υπάρχουν χαμηλές συγκεντρώσεις, ενώ περιστασιακά έχουν ανιχνευθεί Parathion και DDE. Πρόσθετα με αυτά, τα τελευταία χρόνια με την ελάττωση του όγκου των νερών της από τους σταθμούς της ΔΕΗ, η λίμνη περνάει ένα μεταβατικό στάδιο από την ολιγοτροφική προς τη μεσοτροφική κατάσταση, με παραπέρα τάσεις προς δυσμενέστερες οικολογικά καταστάσεις. Ωστόσο, σήμερα η λίμνη βρίσκεται σε σχετικά ισορροπημένη κατάσταση και αυτό οφείλεται κυρίως στα άφθονα υπόγεια νερά που προέρχονται από το γειτονικό ορεινό όγκο και που ανανεώνουν τα νερά της με γρήγορους ρυθμούς.

Περιβαλλοντικά, η λίμνη Βεγορίτιδα αποτελεί τμήμα ενός ευρύτερου συμπλέγματος τεσσάρων λιμνών μαζί με τη λίμνη των Πετρών, η οποία βρίσκεται σε απόσταση 2 km, και τις λίμνες Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, οι οποίες βρίσκονται σε απόσταση 12 km και συνδέονται υδρολογικά μεταξύ τους. Η Ζάζαρη υπερχειλίζει στη Χειμαδίτιδα, μέσω τάφρου, η οποία κατασκευάστηκε την δεκαετία του '60. Τα υπερχειλίζοντα νερά της Χειμαδίτιδας οδηγούνται μέσω μιας απαγωγού τάφρου, μήκους περίπου 8 km, στο ρέμα του Αμύντα, το οποίο διευθετήθηκε σε μήκος περίπου 7 km, και από εκεί καταλήγουν τελικά στη λίμνη των Πετρών. Η διώρυγα και η σήραγγα Πετρών–Βεγορίτιδας κατασκευάστηκε το 1962/63 και παροχετεύει τα πλεονάζοντα νερά των λιμνών Ζάζαρης–Χειμαδίτιδας και Πετρών στη Βεγορίτιδα μέσω θυροφράγματος. Τότε, το πιο πάνω έργο, το πρώτο έτος (1963) τροφοδότησε τη Βεγορίτιδα με νερό της τάξης όγκου $170 \times 10^6 \text{ m}^3$. Έκτοτε, λόγω της μείωσης της στάθμης της λίμνης των Πετρών, η τελευταία τροφοδοτεί τη Βεγορίτιδα μόνο κατά τους μήνες Δεκέμβριο–Μάιο και πάντοτε ανάλογα με το πλεόνασμα της λίμνης Πετρών που είναι μικρό, της τάξεως περίπου των $2.5 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού. Εξάλλου, στη Βεγορίτιδα συμβάλλει η τάφρος του Σουλού που κατασκευάστηκε τη δεκαετία του '50 και αποξηραίνει το έλος Σαρί-Γκιόλ. Επίσης, κατά την δεκαετία του '50 είχε κατασκευαστεί από την ΔΕΗ σήραγγα για τη μεταφορά νερού προς τον Άγρα για την λειτουργία του εκεί Υδροηλεκτρικού Σταθμού. Όπως προκύπτει και από τα ιστορικά στοιχεία, η λίμνη Βεγορίτιδα παρουσιάζει ασταθή υδραυλική συμπεριφορά. Ακόμα και η διάταξη των παραλίμνιων οικισμών μαρτυρά την τάση για διατήρηση "αποστάσεων ασφαλείας", ειδικά στο νότιο άκρο της λίμνης, όπου η κλίση του εδάφους είναι σχεδόν οριζόντια με συνέπεια το συχνό πλημμύρισμα της γύρω περιοχής, σε περίπτωση αυξημένης εισροής υδάτων μέσα στη λίμνη. Ενδεικτικά αναφέρεται, ότι η λίμνη κατά τις δεκαετίες '40 και '50 έφτανε ως τις σημερινές σιδηροδρομικές γραμμές του οικισμού της Άρνισσας. Πολλές αυξομειώσεις στη στάθμη την λίμνης παρατηρήθηκαν από το 1898 και μετά. Το έτος 1955, η στάθμη βρισκόταν στο υψόμετρο +542 με όγκο νερού $3000 \times 10^6 \text{ m}^3$. Το 1993, ταπεινώθηκε η στάθμη στο υψόμετρο +511, με όγκο νερού περίπου $600 \times 10^6 \text{ m}^3$. Δηλαδή, προκλήθηκε μία μείωση της τάξεως του 40% και 80% περίπου αντίστοιχα σε επιφάνεια και όγκο της λίμνης. Αυτό οφείλονταν στο ότι το 1955 ολοκληρώθηκε η κατασκευή υπόγειας σήραγγας μεταφοράς υδάτων, από τη Βεγορίτιδα προς την τεχνητή λίμνη του Άγρα, προκειμένου να υποστηρίζεται συνεχώς η λειτουργία του υδροηλεκτρικού εργοστασίου της ΔΕΗ στον Άγρα. Εκτιμάται ότι τα τρία πρώτα μόνο χρόνια λειτουργίας του σταθμού, αφαιρέθηκαν από τη λίμνη $800 \times 10^6 \text{ m}^3$ περίπου και $150 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού κατά μέσο όρο ετήσια. Ωστόσο, οι αυξομειώσεις στη στάθμη της λίμνης που παρατηρήθηκαν πριν το 1955, θεωρήθηκε ότι οφείλονταν κυρίως στις αντίστοιχες μεταβολές των υδρομετεωρολογικών παραμέτρων της περιοχής, ενώ μια άλλη άποψη τις αποδίδει στο άνοιγμα ή το κλείσιμο των καταβοθρών της λίμνης. Σύμφωνα με αυτή την άποψη, στον

πυθμένα της λίμνης Βεγορίτιδας υπάρχουν καταβόθρες οι οποίες λειτουργούν ανά τακτά ή τυχαία χρονικά διαστήματα προκαλώντας την πτώση της στάθμης της λίμνης. Σημειώνεται ότι το άνοιγμα των καταβοθρών προκαλείται από σεισμικές δονήσεις και από διαταραχή της ποσότητας και ποιότητας του υλικού που φράζει το στόμιο των καταβοθρών σε ακανόνιστα χρονικά διαστήματα.

Συμπερασματικά, οι λόγοι που οδήγησαν στην ταπείνωση της στάθμης της λίμνης Βεγορίτιδας κατά το παρελθόν ήταν κυρίως οι εξής: α) Η εκμετάλλευση των υδάτων της λίμνης από τον Υδροηλεκτρικό Σταθμό Άγρα, λόγω του ότι η στάθμη της λίμνης (+523,30 m) έπεσε κάτω του υψομέτρου της σήραγγας μεταφοράς υδάτων (το 1956 ξεκίνησε η λειτουργία της μέχρι το 1977 που σταμάτησε). β) Το 1972, η Δ.Ε.Η. κατασκεύασε ένα αντλιοστάσιο στο παραλίμνιο χωριό Άγιος Παντελεήμονας, με σκοπό να αντλεί νερό από την Βεγορίτιδα και να το μεταφέρει με αγωγούς στον Ατμοηλεκτρικό Σταθμό της Πτολεμαΐδας. Το αντλιοστάσιο άρχισε να λειτουργεί το 1976. Η αρχική μελέτη προέβλεπε ότι το 70% της αντλούμενης ποσότητας, θα τροφοδοτούσε μετά τη χρήση του τον χείμαρρο Σουλού, οπότε έμμεσα θα επέστρεφε στη λίμνη Βεγορίτιδα. γ) Την περίοδο 1987-1997 η ΔΕΗ χρησιμοποιούσε περί τα $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερού της λίμνης για τη ψύξη των θερμοηλεκτρικών μονάδων Α.Η.Σ., Αμύνταιου. δ) Η έμμεση άντληση νερού από τον καρστικό υδροφορέα στην περιοχή του Περδίκας, για την κάλυψη των αναγκών της ΑΕΒΑΛ (Εργοστάσιο Αζωτοϋχών Λιπασμάτων Πτολεμαΐδας) έως και το 1998, οπότε και έκλεισε, αποτελεί έναν επιπρόσθετο επιβαρυντικό παράγοντα. ε) Η χρήση του νερού της λίμνης για την άρδευση των παραλίμνιων γεωργικών εκτάσεων και για την ύδρευση Δήμων και κοινοτήτων της ευρύτερης περιοχής (χίλιες περίπου υδρογεωτρήσεις υπάρχουν στη λεκάνη της λίμνης που στοιχίζουν για τη λίμνη $70 \times 10^6 \text{ m}^3$ νερό ετησίως). στ) Φυσικές αιτίες που οφείλονται στις διαρροές από τις φυσικές καταβόθρες (πιθανό ρήγμα στον πυθμένα της λίμνης ύστερα από τον σεισμό του 1983), τη μείωση των βροχοπτώσεων της τελευταίας 15ετίας και οι απώλειες λόγω αυξημένης εξάτμισης. Σήμερα, οι κυριότερες απειλές για τη λίμνη είναι η κατακόρυφη αύξηση των αρδευτικών γεωτρήσεων, καθώς και η παράνομη επέκταση των καλλιεργειών δίπλα στη λίμνη.

Την περίοδο 1981-82 μελετήθηκαν συστηματικά οι εποχιακές μεταβολές της θερμοκρασίας και του οξυγόνου, η εποχιακή μεταβολή της πρωτογενούς παραγωγικότητας και της βιομάζας της λίμνης Βεγορίτιδας, καθώς επίσης και η οριζόντια κατανομή του ανόργανου αζώτου και του ολικού φωσφόρου. Σημειώνεται ότι το κύριο ρέμα τροφοδοσίας της λίμνης Βεγορίτιδας, μέσω του οποίου ρυπαίνεται η λίμνη, είναι το ρέμα Σουλού (πρόκειται για ρέμα που διευθετήθηκε κατά τη δεκαετία του 1950 προκειμένου να αποξηρανθεί η λίμνη Σαρι-Γκιόλ της περιοχής Πτολεμαΐδας του νομού Κοζάνης).

Μια άλλη άποψη υποστηρίζει (Οικολογική Κίνηση Κοζάνης) ότι σχετικά με την ποιότητα των υδάτων της λίμνης Βεγορίτιδας ισχύουν τα εξής: α) Στην εκβολή του Σουλού στη Βεγορίτιδα υπάρχουν αυξημένες συγκεντρώσεις σε βαρέα μέταλλα και ιχνοστοιχεία (T i, V, Cr, Mn, Fe, Ni,

Cu, Br, Rd, Sr, Mo, Pb, As), τα περισσότερα από τα οποία προέρχονται από τα ορυχεία της περιοχής, αλλά και από τα χρησιμοποιούμενα αγροχημικά στις γύρω από τη λίμνη καλλιέργειες. β) Την περίοδο της θερμικής στρωματοποίησης των νερών της λίμνης το διαλυμένο οξυγόνο στο μεταλίμνιο και στο υπολίμνιο πέφτει κάτω από το όριο των 5 mg \ l (μετρήσεις 1993). γ) Στα ρηχά ανιχνεύεται αμμωνία, η οποία δημιουργεί προβλήματα στην αναπαραγωγή των υδρόβιων οργανισμών. δ) Για την υδρόβια ζωή της λίμνης, υπάρχουν υπερβάσεις των επιτρεπτών ορίων για το pH, τον ολικό σίδηρο και το εξασθενές χρώμιο. Γενικότερα, η ρύπανση της λίμνης Βεγορίτιδας και του υδροφόρου ορίζοντα της περιοχής, οφείλεται: α) Στα αστικά λύματα που προέρχονται από τους γύρω οικισμούς και από γειτονικές πόλεις όπως η Πτολεμαΐδα και το Αμύνταιο. β) Στα βιομηχανικά λύματα από τα εργοστάσια που βρίσκονται σε όλη τη λεκάνη απορροής. γ) Στην εκτεταμένη και αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων που οδηγούν στην αύξηση των νιτρικών. Εδώ πρέπει να προσθέσουμε, ότι και η παράνομη επέκταση των χωραφιών στις αποκαλυφθείσες εκτάσεις που προέκυψαν από την υποχώρηση των νερών της λίμνης, επιτείνει το πρόβλημα. δ) Στην άμεση απόρριψη σκουπιδιών και στις ανεξέλεγκτες χωματερές που διοχετεύουν τοξικά και άλλα απόβλητα στον υδροφόρο ορίζοντα και τη λίμνη.

Είναι γνωστό, ότι γενικότερα η υδρόβια μακροφυτική βλάστηση βελτιώνει την ποιότητα των νερών που εισέρχονται σε μια λίμνη, ενώ προσφέρει καταφύγιο για μια μεγάλη ποικιλία ζώων. Ως προς την υδρόβια χλωρίδα της λίμνης Βεγορίτιδας αναφέρεται έχουν καταγραφεί 30 υδρόφυτα, αν και η μορφολογία και το βάθος της λίμνης δεν διευκολύνουν την εγκατάσταση πλούσιας υδρόβιας βλάστησης. Περιμετρικά της λίμνης και ειδικότερα στο νότιο τμήμα της ανάμεσα στους καλαμώνες του *Phragmites australis*, αναπτύσσονται υποβρύχιοι λειμώνες αποτελούμενοι κυρίως από τα *Potamogeton pectinatus*, *Vallisneria spiralis* και *Ceratophyllum demersum*. Σε μεγαλύτερα βάθη και εξωτερικά των καλαμώνων απαντούν τα *Potamogeton perfoliatus*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina*. Κατά μήκος της δυτικής όχθης εμφανίζονται σποραδικά τα *Polygonum amphibium*, *Potamogeton perfoliatus*, *Vallisneria spiralis*. Σημειώνεται ότι από τα τέλη της δεκαετίας του 1980, αλλά και το 2005 είχε καταγραφεί το χαρόφυτο *Chara vulgaris*, το οποίο αργότερα δεν έχει εντοπιστεί, ενδεικτικό των ευτροφικών συνθηκών της λίμνης.

Από το φυτοπλαγκτόν της λίμνης ιδιαίτερη σημασία έχουν τα κυανοβακτήρια, που προκαλούν τοπικά φαινόμενα άνθισης, τα δινομαστιγωτά και τα διάτομα. Στη συνολική βιομάζα του φυτοπλαγκτού συμβάλλουν επίσης χλωροφύκη, χρυσοφύκη και κρυπτοφύκη, ενώ τα απτοφύκη έχουν πολύ μικρή συμμετοχή. Τα είδη των χλωροφυκών που έχουν καταγραφεί στη Βεγορίτιδα αποτελούσαν σχεδόν το ήμισυ στη σύνθεση των ειδών του φυτοπλαγκτού (47,3 %), όπως περίπου συμβαίνει και σε άλλες λίμνες της Μακεδονίας (στη

Βόλβη τα χλωροφύκη αποτελούν περίπου το 50.8%, ενώ στη Μικρή Πρέσπα το 38.9%), ενώ στη βιομάζα του φυτοπλαγκτού συμμετέχουν με λιγότερο από 15%. Επίσης, στη Βεγορίτιδα, όπως και στη λίμνη Βόλβη (βαθείς και θερμές μονομικτικές λίμνες) παρατηρείται σαφή πρότυπα της εποχικότητας στο φυτοπλαγκτό, ενώ στην Μικρή Πρέσπα (αβαθής, διμικτική, ασταθώς στρωματοποιημένη λίμνη), υπάρχει έλλειψη στη περιοδικότητα του φυτοπλαγκτού.

Για το ζωοπλαγκτόν της λίμνης αναφέρεται ότι υπάρχει ένα σαφές πρότυπο εποχικής διακύμανσης στο οποίο τα κλαδοκεραιωτά παρουσιάζουν αυξημένη αφθονία κατά την άνοιξη, τα τροχόζωα κατά το φθινόπωρο, ενώ τα κωπήποδα απαντούν σε υψηλές αφθονίες κατά την καλοκαιρινή περίοδο. Ειδικότερα, στη Βεγορίτιδα επικρατούν τα κωπήποδα με ποσοστό συμμετοχής γύρω στο 43% και ακολουθούν τα κλαδοκεραιωτά με 11 είδη (π.χ. *Bosmina coregoni*, *B. Longirostris*, *Chydorus* sp., *Ceriodaphnia* sp., *Daphnia* sp., *Diaphanosoma brachyurum*, *Moina micrura*) και συμμετοχή περίπου 19%, τα τροχόζωα με 22 είδη (π.χ. *Asplanchna* sp., *Anuraeopsis fissa*, *Brachionus angularis*, *Br. caliciflorus*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Lecane bula*, *L.luna*, *L.lunaris*, *Polyarthra* sp., *Trichocerca* spp.) και ποσοστό συμμετοχής 37%. Η κυριαρχία των κωπηπόδων και κυρίως των καλανοειδών, σε βάρος των ευμεγέθων κλαδοκεραιωτών αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα λιμνών, όπου παρατηρούνται υψηλές τιμές αγωγιμότητας.

Ανάμεσα στη βενθική πανίδα που περιλαμβάνει μεταξύ των άλλων ολιγόχαιτα, νύμφες διπτέρων εντόμων και νηματώδη σκουλίκια, έχουν καταγραφεί και δύο ενδημικά γαστερόποδα που χαρακτηρίζονται, σύμφωνα με το "IUCN Red List" ως εξαιρετικά κινδυνεύοντα, το *Marstoniopsis graeca* και το *Graecoanatolica vegorriticola*.

Η αλιεία των λιμνών της περιοχής (Βεγορίτιδα, Πετρών, Χειμαδίτιδας, Ζάζαρη) έχει παραδοσιακό χαρακτήρα και αποτελεί ακόμα και σήμερα έναν αξιόλογο οικονομικό πόρο για την περιοχή, αλλά και ένα σημαντικό παράγοντα στήριξης της αειφορικής της ανάπτυξης. Τα ψάρια που διαβιούν στη λίμνη Βεγορίτιδα είναι: ο κυπρίνος (*Cyprinus caprio*), ο γουλιανός (*Silurus glanis*), ο κορηγόνο (Coregonus lavaretus), η τούρνα (*Esox lucius*), το τσιρόνι (*Rutilus rutilus*), το περκί (*Perca fluviatilis*), η μπιάννα (*Barbus* sp.), η πέστροφα (*Salmo gairdneri*), ο κέφαλος (*Leisciscus cephalus*), το περόνι (*Gobio gobio*), το βαβούκι (*Rhodeus serviceus amarus*), η στέρβα (*Cobitis faenia*), το χέλι (*Anguilla anguilla*), το σκουμπούζι (*Chondrostoma nasus*) και η πεταλούδα (*Carassius auratus gibelio*). Σε αυτή την ιχθυοπανίδα της Βεγορίτιδας, που αποτελείται από 15 είδη ψαριών, 2 είδη αναφέρονται στην οδηγία 92/43/ΕΟΚ (*Coregonus lavaretus* και *Barbus peloponnesius*), 3 είδη προστατεύονται από τη συνθήκη της Βέρνης (*Coregonus lavaretus*, *Barbus peloponnesius* και *Silurus glanis*) και 2 είδη (*Leisciscus cephalus* και *Barbus peloponnesius*) αναφέρονται στο "Κόκκινο βιβλίο" ως τρωτά και τοπικά απειλούμενα". Πριν από το 1970, στα νερά της λίμνης ευδοκίμούσε και η караβίδα του γλυκού νερού (*Astacus astacus*). Σε μια σχετικά πρόσφατη επικαιροποιημένη καταγραφή των ψαριών της λίμνης Βεγορίτιδας αναφέρονται ότι υπάρχουν τα ακόλουθα 20 είδη: *Alburnus*

thessalicus, *Anguilla anguilla*, *Barbus balcanicus*, *Carassius gibelio*, *Coregonus lavaretus*, *Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Gambusia holbrooki*, *Gobio bulgaricus*, *Oncorhynchus kisutch*, *Oncorhynchus mykiss*, *Pachuchilon macedonicum*, *Rhodeus meridionalis*, *Rutilus rutilus*, *Salmo trutta*, *Sarvelinus fontinalis*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Silurus glanis*, *Squalius vardarensis* και *Tinca tinca*. Όσον αφορά τη σύνθεση των αλιευμάτων τη δεκαετία του '70 και '80 τη σημαντικότερη συμμετοχή είχε ο κυπρίνος και το τσιρόνι, όπως και ο κορήγονος. Από την δεκαετία του '80 αρχίζει να μειώνεται η συμμετοχή του κυπρίνου στα αλιεύματα, ενώ αυξάνει η συμμετοχή του τσιρονιού, όπου γίνονται ορατά τα αποτελέσματα της επιλεκτικής αλίευσης και υπεραλίευσης κάποιων ειδών. Η μείωση της αλιευτικής παραγωγής της λίμνης Βεγορίτιδας αποδίδεται στη δραματική αλλαγή της ποιότητας του νερού της, στη μεγάλη μείωση της στάθμης της και στην υπεραλίευση της. Η ρύπανση όμως των νερών της λίμνης είχε ως αποτέλεσμα τη μείωση της ιχθυοπαραγωγής και την εξαφάνιση της караβίδας, του κορήγονου, της πρασινοκέφαλης πάπιας, του πελεκάνου και την αύξηση των πληθυσμών του τσιρονιού που αντέχει σε κακής ποιότητας νερά. Προσπάθειες για ιχθυοτροφική εκμετάλλευση της λίμνης με πλωτούς ιχθυοκλωβούς δεν είχαν αποτέλεσμα και τούτο γιατί, ενώ το περιβάλλον για τη δραστηριότητα αυτή ήταν κατάλληλο, οι αλιείς δεν μπορούσαν να συνεταιριστούν και να αναλάβουν από κοινού τη σχετική ευθύνη και τα έξοδα των σχετικών εγκαταστάσεων.

Οι λίμνες Βεγορίτιδα και Πετρών αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο όσον αφορά την ορνιθοπανίδα. Τα πουλιά που φωλιάζουν στη μια λίμνη ή στις εκτάσεις που την περιβάλλουν, τρέφονται και στην άλλη, ενώ και οι 4 λίμνες της περιοχής (Βεγορίτιδας, Πετρών, Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα) συνδέονται μεταξύ τους λειτουργικά. Για αυτό τον λόγο, η περιοχή αυτών των λιμνών χαρακτηρίζεται ως "Σημαντική Περιοχή για τα πουλιά της Ελλάδος". Σύμφωνα με την Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία, από τα μέχρι σήμερα στοιχεία έχουν καταγραφεί 162 είδη πουλιών από τα οποία φωλιάζουν τα 87. Ορισμένα είδη αρπακτικών και στρουθιομόρφων φωλιάζουν στα γύρω βουνά και στα δάση και κυνηγάνε ή διαχειμάζουν στην περιοχή των λιμνών. Για παράδειγμα, εμφανίζονται και στις τέσσερις λίμνες ο αργυροπελεκάνος, είδος παγκοσμίως απειλούμενο και ο ροδοπελεκάνος. Επίσης, η βαλτόπαπια (είδος παγκοσμίως απειλούμενο με εξαφάνιση) φωλιάζει στον καλαμιώνα της λίμνης των Πετρών και στη Χειμαδίτιδα, αλλά τρέφεται και στις άλλες γειτονικές λίμνες. Παλαιότερα, η βαλτόπαπια φώλιαζε και στη Βεγορίτιδα, όταν η στάθμη της ήταν σε υψηλότερα επίπεδα και το υδατικό της ισοζύγιο ήταν σχετικά σταθερό. Με την άνοδο της στάθμης της λίμνης Βεγορίτιδας και τη σταθεροποίηση της έκτασης του εκεί καλαμιώνα, θεωρείται από τους ειδικούς ορνιθολόγους πολύ πιθανόν να φωλιάσει και πάλι στη λίμνη η βαλτόπαπια. Εξάλλου, η λίμνη Βεγορίτιδα φαίνεται να προσφέρει με τις απόκρημνες και βραχώδεις πλαγιές της, ασφαλείς θέσεις φωλιάσματος στο χρυσογέρακο, το οποίο αποτελεί παγκοσμίως

είναι σπάνιο και απειλούμενο είδος. Επίσης, κυρίως στο νότιο τμήμα της, στον Άγιο Παντελεήμονα, τρέφονται τα περισσότερα παρυδάτια και υδρόβια είδη, όπως ο στρειδοφάγος, ο καλαμοκανάς, οι σκαλίδρες, το μπεκατσίνι, ο κοκκινοσκελής, το γκισάρι, το σφυριχτάρι, η πρασινοκέφαλη πάπια και το φερεντίνι. Στα βαθύτερα νερά της λίμνης το χειμώνα μπορεί να παρατηρήσει κανείς τα σκουφοβουτηχτάρια, αλλά και πολυάριθμες φαλαρίδες. Θα πρέπει να τονίσουμε, ότι όταν οι άλλες λίμνες της ευρύτερης περιοχής παγώνουν για 1-2 μήνες τον χειμώνα, η Βεγορίτιδα, που δεν παγώνει, φιλοξενεί χιλιάδες υδρόβια πουλιά που διαχειμάζουν στην περιοχή.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βεγορίτιδας (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)			
Παράμετρος	* Δειγματοληψίες 1999-2000, Επιφάνεια (κέντρο λίμνης)	* Δειγματοληψίες 1999-2000, Βάθος 17 μέτρων, Πυθμένας (κέντρο λίμνης)	** Δειγματοληψίες 2006-2008 (άκρη λίμνης, εκβολές Σουλού)
Θερμοκρασία, °C	17.8+ _{3.5}	9.6+ _{3.4}	-
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	7.8+ _{1.3}	5.9+ _{3.4}	6.6+ _{0.2}
Αγωγιμότητα, μS/cm	532+ ₇₄	485+ ₁₁₀	680+ ₁₇
pH	8.8+ _{0.2}	8.1+ _{0.3}	8.03+ _{0.07}
BOD ₅ , mg/l	2.5+ _{1.9}	2.0+ _{2.2}	-
Χλωριόντα, mg/l	27.5+ _{1.6}	29.1+ _{1.8}	-
Θειικά ιόντα, mg/l	83+ ₁₃	88+ ₁₁	-
Ολ.Αλκαλ., mg/l	204+ ₂	197+ ₉	172.7+ _{17.7}
Ολ.Σκληρότ., mg/l	240,8+ _{11.4}	261+ _{19.9}	-
Χλωροφύλλη-α, mg/ m ³	-	-	3+ _{0.3}
Διαφ.Δίσκ., Secchi, m	2.1+ _{0.7}		0.7+ _{0.11}
Πηγές: ** Στεφανίδης, 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστ., Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας-Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Κασεκτζίδου, 2009 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 174σελ., Χειμαρρικό περιβάλλον λίμνης Βεγορίτιδας), * Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Εκθες., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ.,			

Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000),			
Θρεπτικά Αλατα και άλλα Λίμνης Βεγορίτιδας (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)			
Παράμετρος	* Δειγματοληψίες 1999-2000, Επιφάνεια (κέντρο λίμνης)	* Δειγματοληψίες 1999-2000, Βάθος 17 μέτρων, Πυθμένας (κέντρο λίμνης)	** Δειγματοληψίες 2006-2008 (άκρη λίμνης, εκβολές Σουλού)
Ολικός Φώσφ., µg/l	272+_346	151+_115	120+_23
NO ₂ ⁻ , µg/l	37+_0.03	667+_1307	6.2+_1.1,
NO ₃ ⁻ , µg/l	710+_420	690+_490	196+_36
NH ₃ , µg/l	27+_40	92+_146	79.7+_25.5
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	33.9+_2.3	34.7+_1.7	-
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	48.3+_8.5	53.1+_10.5	-
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	19.1+_6.6	21.8+_10.8	-
S.A.R.	0.92+_0.12	0.875+_0.1	-
Πηγές: ** Στεφανίδης, 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστ., Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας-Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Κασεκτζίδου, 2009 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 174σελ., Χειμαρρικό περιβάλλον λίμνης Βεγορίτιδας), * Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη),			

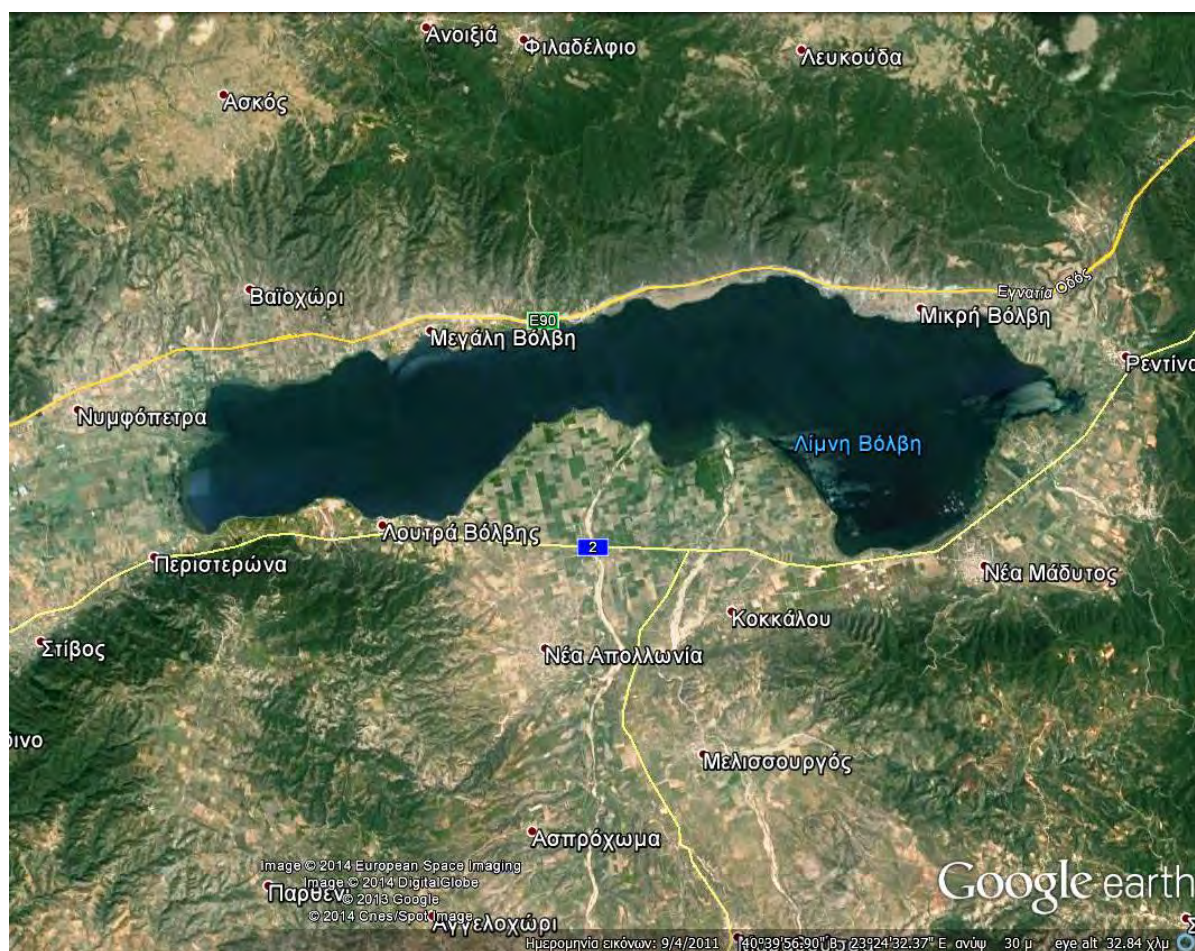
Σταχυολογημένες πηγές: **Radea, Parmakelis et al., 2013** (Zookeys 350, 1-20, Freshwater gastropods of Greece -new records, Trichonis, Vegoritida, Petron, Lysimachia, Lake Toumpa, Lake Louros etc), **Stefanidis, Papastergiadou, 2013** (Knowl., Manag., Aquat., Ecos., 411, 05, 14pp., Effects of a long term water level reduction on the ecology and water quality in lake Vegoritis), **Στεφανίδης, 2012** (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστ., Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας-Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), **Pirini et al., 2011** (Arch., Biol., Sci., 63, 3, 763-774, Macrophytes communities in lakes Petron and Vegoritida), **Pirini et al., 2010** (Phytol., Balcan., 16, 1, 109-129, Aquatic flora in lakes Petron and Vegoritida), **Stefanidis, Papastergiadou, 2010** (Hydrob., 656, 55-65, Influence of hydrophytes on the distribution of zooplankton in lakes Kastoria, Vegoritis, Petron, Mikri Prespa), **Γιαννιού, 2009** (Διδασκ., Διατρ., ΑΠΘ, 302σελ., Μοντέλο προσομοίωσης με εφαρμογή στη λίμνη Βεγορίτιδα), **-Κασεκτζίδου, 2009** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 174σελ., Χειμαρρικό περιβάλλον λίμνης Βεγορίτιδας), **Skoulikidis et al., 2008** (Hydrob., 613, 71-83, Sediment pollution in lake Vegoritis), **Economou et al., 2007** (Medit., Mar., Scien., 8, 1, 91-166, The freshwater ichthyofauna of Greece-an update survey), **Δημητρακόπουλος, 2007** (Πρακ., Επιστ., Συναν., Συλ., Προστ., Βεγορίτιδας, 54-66, Υδατικό ισοζύγιο Βεγορίτιδας), **Μπούσμπουρας, 2007** (Πρακ., Επιστ., Συναν., Συλ., Προστ., Βεγορίτιδας, 18-23, Η ορνιθοπανίδα της λίμνης Βεγορίτιδας), **Πυρίνη, 2007** (Πρακ., Επιστ., Συναν., Συλ., Προστ., Βεγορίτιδας, 13-17, Ο βοτανικός πλούτος της Βεγορίτιδας), **Ιωαννίδου και συν., 2006** (Τεχν. Έκθ., ΑΠΘ, Διαχείριση υδατικών πόρων λίμνης Βεγορίτιδας), **Antonopoulos et al., 2003** (Ecol., Model., 160, 39-53, Simulation of water temperature. DO in lake Vegoritis), **Zacharias et al., 2002** (Lak., Reserv., Res., Manag., 7, 55-62, Limnological Greek lakes overview), **Παπαδοπούλου-Μουρκίδου, 2002** (Τεχν., Έκθεση ΑΠΘ, 133σελ., Ποιότητα επιφανειακών νερών Μακεδονίας-Θράκης), **Skoulikidis et al., 1998** (Env., Geol., 36, 1-17, Freshwater resources in Greece), **Αντωνόπουλος και συν., 1996** (Γεωτ., Επιστ., Θέμ., 7, 1, 63-78, Λίμνη Βεγορίτιδα, υδρολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά), **Στάμος, 1996** (Πρακτ., Ημερ, ΤΕΕ, 69-82, Λίμνη Βεγορίτιδα, υδρολογικά στοιχεία), **Conides et al., 1995** (GeoJ., 36, 4, 383-390, for nutrient relationship of Greece lakes), **Papadopoulos, et al., 1995** (Proc., Env., Sc., Techn., 574-583, for Vegoritis lake), **Papadopoulos, et al., 1995** (Proc., Env., Sc., Techn., 574-583, for Vegoritis lake), **Moustaka-Gouni, et al., 1994** (Biol., 49,

593-603, Chlorophytes in lakes Volvi, Mikri Prespa, Vegorititis), **Βαβλιάκης και συν., 1993** (3^ο Πανελλ., Γεωγρ., Συν., 275-289, Ανθρωπογενείς επιδράσεις στην εξέλιξη λίμνης Βεγορίτιδας), **Fotis et al., 1992** (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Moustaka-Gouni, Nikolaidis, 1990** (Arch., Hydrob., 119, 3, 299-313, Phytoplankton in lake Vegorititis), **Koussouris, Photis et al., 1989** (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece), **Κουτσουμπίδης, 1989** (Τεχν., Έκθεσ., Νομαρ., Φλώρινας, 183σελ., για τις λίμνες και τα ποτάμια Ν.Φλώρινας), **Papakonstantinou et al., 1989** (Braunkohle, 41, 3, 44-50, Kasthydrologische Untersuchungen des Amyndeon Braunkohlenbekens), **Τσέκος και συν, 1988** (Τεχν., Έκθεση, ΑΠΘ, Υπουργείο Γεωργίας, Λιμνολογική μελέτη της λίμνης Βεγορίτιδας), **Φώτης και συν., 1986** (Τεχν., Έκθεσ., Υπουργ., Β.Ελλάδος, 40σελ., για προτάσεις προστασίας της λίμνης Βεγορίτιδας), **Nikolaidis et al., 1985** (Int., Soc., Env., Mod., J., 7, 3-4, 11-26, for Vegorititis lake), **Διαμαντίδης, 1984** (Γεωτεχν., 4, 93-107, Πρωτογενή παραγωγή και βιομάζα στη λίμνη Βεγορίτιδα), **Φώτης και συν., 1984** (Γεωτεχν., 3, 74-79, Μελέτη ρύπανσης και παραγωγικότητας της λίμνης Βεγορίτιδας), **Χωροφάς, 1957** (Βιβλίο, Λίμνη Βεγορίτις, υδρολογική και υδροδυναμική κατάσταση),

-Λίμνη Βόλβη

ή Μπεσικίων

(Natura2000=GR1220001, λίμνες Βόλβη και Κορώνεια, Κ.Μακεδονία, Λαγκαδάς)



Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Βόλβης

Επιφάνεια Λίμνης	68.6Km ²	Υψόμετρο Λίμνης	+37m
Υδρολογική Λεκάνη	1257Km ²	Μέγιστο Μήκος	19.5Km
Όγκος Λίμνης X10 ⁶	940m ³ (όγκος στο υψόμ., +36=930 X10 ⁶ m ³)	Μέγιστο Πλάτος	3.4Km
Μέγιστο Βάθος	23.5m	Μήκος Ακτών	54.5Km
Μέσο Βάθος	14m		
πηγές: Χαραλάμπους, 2010 (Μεταπτ.,Διατρ., ΑΠΘ, 79σελ., Οικολογική ποιότητα λίμνης Βόλβης με βάση το φυτοπλαγκτόν), Μουστάκα, 1988 (Διδασκ.,Διατρ., 230σελ.,+119 Παραρτ., για το φυτοπλαγκτό της λίμνης Βόλβης), Ψυλοβίκος, 1977 (Διδασκ., Διατρ., ΑΠΘ, 156σελ, Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Μυγδονίας λεκάνης), Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.			

Η λίμνη Βόλβη, η δεύτερη μεγαλύτερη λίμνη της Ελλάδας, είναι τεκτονικής προέλευσης και μαζί με τη γειτονική της λίμνη Κορώνεια, πριν από εκατομμύρια χρόνια, αποτελούσαν μια μεγάλη λίμνη, τη λεκάνη της Μυγδονίας. Και οι δύο αυτές λίμνες, βρίσκονται στην ταφροειδή λεκάνη, ανάμεσα στα βουνά Κερδύλιο, Χορτιάτη, Χολομώντα, Στρατονικό και τα Βουνά της Βόλβης. Η λίμνη Βόλβη, αποτελεί τον φυσικό αποδέκτη των γύρω χειμάρρων. Στα νότια τα ρέματα της Κερασιάς, του Χολομώντα-Ατσαλιώτικο και της Παζαρούδας- Μεγάλο ρέμα. Στη βορειοανατολική πλευρά το ρέμα της Βαμβακιάς και στα δυτικά το ρέμα του Δερβενίου. Επίσης, η Βόλβη δέχεται τα νερά δύο θερμομεταλλικών πηγών – Ν. Απολλωνίας και Μ. Αλεξάνδρου. Παλαιότερα, επικοινωνούσε επιφανειακά με αποστραγγιστική τάφρο και με τη Κορώνεια που βρίσκεται 11Km δυτικότερά της. Η μόνη επιφανειακή εκροή των νερών της λίμνης, διαμέσου του Ρήχιου ποταμού και των στενών της Ρεντίνας είναι ο Στρυμονικός κόλπος, παρότι αυτή η επικοινωνία τα τελευταία χρόνια έχει εξαφανιστεί, εξαιτίας της καθόδου της στάθμης της λίμνης.

Η λίμνη Βόλβη, έχει επίμηκες σχήμα, και όχθες στη νότια πλευρά ομαλές, χαμηλές και αμμώδεις, στην ανατολική και στη δυτική πλευρά χαμηλές, αμμώδεις και ιλυώδεις, ενώ στη βόρεια πλευρά απότομες και βραχώδεις. Είναι λίμνη θερμού μονομικτικού τύπου. Η θερμοκρασία του νερού στην επιφάνειά της παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις με χαμηλότερες τιμές τον Ιανουάριο και το Φεβρουάριο. Από τα τέλη Απριλίου, αρχές Μαΐου

μέχρι και τα τέλη Αυγούστου, αρχές Σεπτεμβρίου, η λίμνη εμφανίζει θερμική στρωμάτωση με θερμοκλινές που σχηματίζεται ανάμεσα στα βάθη 10-15 μέτρων. Από το Σεπτέμβριο μέχρι και τον Απρίλιο η θερμοκρασία του νερού διατηρείται σταθερή σε ολόκληρη την υδάτινη στήλη από την επιφάνεια μέχρι τον πυθμένα. Σημειώνεται, ότι η λίμνη δεν παγώνει κατά τη χειμερινή περίοδο. Ως προς την κατανομή του διαλυμένου οξυγόνου, αυτή παρουσιάζεται ομοιόμορφη σε ολόκληρη την υδάτινη στήλη κατά τη φθινοπωρινή και χειμερινή περίοδο, ενώ από το Μάιο μέχρι και τις αρχές φθινοπώρου, οι διαφορές στο οξυγόνο στην επιφάνεια και σε σχέση με τον πυθμένα μεγιστοποιούνται, φτάνοντας ακόμη και σε ανοξικές συνθήκες κοντά στον πυθμένα και στα βαθύτερα μέρη. Οι διαφορές αυτές αποδίδονται στην αυξημένη παραγωγή οξυγόνου στα επιφανειακά στρώματα, λόγω φωτοσύνθεσης και επαφής με τον ατμοσφαιρικό αέρα, και κατανάλωσης του οξυγόνου στα βαθύτερα και στρωματοποιημένα στρώματα, λόγω έντονης αποικοδόμησης του οργανικού υλικού και απουσίας ανάμιξης με τα ανώτερα στρώματα του νερού. Η σχετικά μικρή διαφάνεια του νερού (0.7-4.0m περίοδος 1978 και 0.7-2.0 m περίοδος 1986) στη λίμνη Βόλβη παρουσιάζει χρονική και χωρική διακύμανση και αποδίδεται κυρίως στην αφθονία του πλαγκτού, στην αύξηση του τροφισμού της λίμνης εξαιτίας ανθρωπογενών παρεμβάσεων, στα αιωρούμενα σωματίδια στο νερό και στην αύξηση των φερτών υλών που εισρέουν στη λίμνη. Η διακύμανση και κατανομή του pH είναι χρονική και χωρική με το βάθος, κυμαινόμενη παλαιότερα (1978) μεταξύ 7.40-8.75 και αργότερα (1986) ανάμεσα στο 7.90-9.30, δηλαδή αλκαλική η σύσταση του νερού.

Η υδρόβια μακροφυτική χλωρίδα της λίμνης Βόλβης είναι σχετικά πλούσια. Από πολύ παλαιά έχουν καταγραφεί τα ακόλουθα είδη: το υδρόβιο περιδόφυτο *Azolla filiculoides*, και τα χαρόφυτα *Chara hispida*, *Ch. vulgaris*, ενώ από τα σπερματοφύτα τα *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Trapa natans*, *Hydrocharis morsus-nanae*, *Vallisneria spiralis*, *Lemna minor*, *Najas marina*, *Potamogeton crispus*, *P. lucens*, *P. pectinatus*, *P. perfoliatus*.

Ως προς το φυτοπλαγκτό στη λίμνη Βόλβη, έχουν καταγραφεί 140 taxa, δείχνοντας τον πλούτο της βιοποικιλότητά της. Από αυτά τα 70 εκπροσωπούν τα χλωροφύκη (π.χ. *Closterium aciculare*, *Cosmarium depressum*, *Staurostrum chaetoceras*), τα 37 taxa τα κυανοβακτήρια (π.χ. *Anabaena aphanizomenoides*, *A. flos-aquae*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *A. issatschenkoi*, *Gomphosphaeria lacustris*, *Lyngbya limnetica*, *Microcystis aeruginosa*, *Oscillatoria lemmermanii*), 11 διάτομα (π.χ. *Melosira granulate*, *Stephanodiscus astrae*, *S. hantzschii*, *Nitzschia acicularis*), 3 κρυπτοφύκη (π.χ. *Rhodomonas minuta*, *R. lens* v. *nannoplanctica*, *Cryptomonas* sp), 9 δινοφύκη (π.χ. *Peridiniopsis elpatiewski*, *Ceratium* spp, *Peridinium* spp), 1 αποφύκος το *Chrysochromulina parva* με πολύ μεγάλη αφθονία, ενώ δεν έχουν σημαντική παρουσία (είδη, βιομάζα) τα χρυσοφύκη, ξανθοφύκη, ευγληνοειδή και κρασπεδοφύκη. Για τη βιομάζα του πλαγκτού διαπιστώθηκε ένα πρότυπο πιο περίπλοκο από εκείνο που συνήθως εμφανίζεται

στις εύκρατες μεσότροφες λίμνες, ενώ η “άνθηση του νερού” με τα κυανοφύκη να επικρατούν έχει παρατηρηθεί αρκετές φορές τα τελευταία χρόνια σε καιρικές συνθήκες ηρεμίας.

Η οικολογική ποιότητα της Βόλβης με γνώμονα το φυτοπλαγκτόν εκτιμάται ως μέτρια. Συνήθως, επικρατούν τα κυανοβακτήρια (επικρατούν τα *Cylindrospermopsis raciborski*, *Limnothrix redekei*, *Planktolyngbya limnetica*) και τα χλωροφύκη (π.χ. *Monoraphidium minutum*, *Scenedesmus* spp., *Tetraedron minutum*), ενώ η αφθονία και η βιομάζα των κυανοβακτηρίων επικρατεί κατά τη θερινή και όχι μόνο περίοδο. Παλαιότερα, είχαν καταγραφεί 60 και 65 Taxa του φυτοπλαγκτού, ενώ σχετικά πρόσφατα αυτά έχουν περιοριστεί περίπου στα 53, από τα οποία τα 19 ανήκουν στα χλωροφύκη και τα 16 στα κυανοβακτήρια. Μεταξύ άλλων, η οικολογία των πλαγκτικών χλωροφυκών μελετήθηκε σε τρεις παραγωγικές λίμνες της Μακεδονίας -Βόλβη, Μικρή Πρέσπα και Βεγορίτιδα- οι οποίες διαφέρουν σημαντικά στη μορφομετρία και στα φυσικά και χημικά χαρακτηριστικά τους. Τα χλωροφύκη αποτελούσαν σχεδόν το ήμισυ των ειδών φυτοπλαγκτού στις λίμνες Βόλβη (50,8 %) και Βεγορίτιδα (47,3 %), ενώ στη λίμνη Μικρή Πρέσπα συμβάλλουν σημαντικά 38,9 %) στην σύνθεση του φυτοπλαγκτού της, αν και στη βιομάζα του φυτοπλαγκτού τα χλωροφύκη συμμετέχουν με λιγότερο από 15 %. Ειδικότερα τα δεσμίδια στη λίμνη Βόλβη ήταν πολύ πιο πλούσια από ότι στις άλλες δύο λίμνες, όπου τα κοκκοειδή αποτελούσαν το σημαντικό μέρος της βιομάζας των χλωροφυκών. Εξάλλου, στις λίμνες Βόλβη και Βεγορίτιδα παρατηρούνται σαφή πρότυπα της εποχικότητάς τους, παρόμοια και με άλλες βαθιές θερμές μονομικτικές λίμνες, ενώ στη λίμνη Μικρή Πρέσπα, που ανήκει στις ρηχές ασταθείς στρωματοποιημένες λίμνες, παρατηρήθηκε έλλειψη περιοδικότητας.

Στη λίμνη Βόλβη, για πρώτη φορά έχει καταγραφεί το πλαγκτονικό φαινόμενο “Λιμναίο Χιόνι” (δηλαδή συσσωματώματα που περιέχουν φυτοπλαγκτό, ζωοπλαγκτόν, νεκρό υλικό-θρύμματα, βακτήρια και μύκητες) κατά μήνα Αύγουστο, γεγονός που υποδηλώνει, όπως εκτιμούν οι επιστήμονες, τη ραγδαία τάση μεταβολής του οικοσυστήματος της λίμνης Βόλβης. Λιμναίο Χιόνι έχει καταγραφεί και στη λίμνη της Καστοριάς τη δεκαετία του 2000. Ως προς την “άνθηση του ύδατος” στη Βόλβη, που δεν είναι σύνηθες φαινόμενο, παλαιότερα εμφανίστηκαν ανθήσεις με κυρίαρχα τα κυανοβακτήρια *Planktolyngbya limnetica*, *Limnothrix redekei*, και το τοξικό είδος *Cylindrospermopsis raciborskii*, του οποίου η παρατεταμένη παρουσία του υποδηλώνει κατάσταση πολύ χαμηλότερη της καλής στη λίμνη Βόλβη. Παρόλα αυτά η λίμνη διατηρεί τη βιοποικιλότητά της, δείχνοντας ότι αντιστέκεται στην υποβάθμιση, διατηρώντας σταθερότητα στην κοινωνία του φυτοπλαγκτού, καθώς παρόμοια είχαν περιγραφεί σχεδόν πριν από μία εικοσαετία. Ωστόσο, η οικολογική ποιότητα της λίμνης Βόλβης εκτιμάται μέτρια με βάση το βιο-όγκο του φυτοπλαγκτού, την ποσοστιαία συμμετοχή των κυανοβακτηρίων στη συνολική

βιομάζα και τον “Τροποποιημένο Δείκτη Q”. Σημειώνεται, ότι οι συγκεντρώσεις τοξικών κυανοβακτηρίων βρίσκονται σε επίπεδα χαμηλής επικινδυνότητας, ενώ αύξηση των κυνοβακτηρίων έχει διαπιστωθεί μόνο σε ιδιαίτερα ξηρές και άνυδρες περιόδους.

Η κοινωνία του ζωοπλαγκτόν, ως προς τη βιοποικιλότητα είναι αρκετά υψηλή και δείχνει σταθερό οικοσύστημα. Αποτελείται από 47 είδη από τα οποία 8 θεωρούνται καινούργια στην ελληνική πανίδα. Ιδιαίτερη σημασία έχει η ανεύρεση του τροχόζωου *Notholca squamula*, και του κλαδοκεραιωτού *Diaphanosoma orghidani*, ενώ ιδιαίτερη συμπεριφορά δείχνουν τα τροχόζωα *Anuraeopsis fissa*, *Asphlanchna priodonta*, τα κωπήποδα *Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leuckarti*, *Thermocyclops crassus*. Ως προς την αφθονία των ειδών επικρατούν τα τροχόζωα (26 είδη κυρίως με *Asphlanchna priodonta*, *Brachionus angularis*, *Br. diversicornis*, *Keratella quadrata*, *K. cochlearis*, *Polyarthra vulgaris* *Trichocerca similis*, *Tr. capucina* κ.ά), κλαδοκεραιωτά (13 είδη κυρίως με *Bosmina longirostris*, *Alona rectangular*, *Daphnia cucullata*, *Diaphanosoma mongolianum*, *Leptodora kindtii* κ.ά), 5 είδη κωπηπόδων (*Cyclops vicinus*, *Mesocyclops leukartii* *Thermocyclops crassus* κ.ά), 1 προνύμφη του δίπτερου εντόμου *Chaoborus flavicans*, 1 βραχύουρο καρκινοειδές, το *Argulus foliaceus* και 1 προνύμφη του δίθυρου μυδιού *Dreissena polymorpha*. Εξάλλου, η κατανομή του πλαγκτού διαπιστώθηκε ότι ακολουθεί το πρότυπο των εύκρατων και θερμών λιμνών με μέγιστα στη βιομάζα τους την άνοιξη και το φθινόπωρο. Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η ζωοπλαγκτική κοινωνία είναι αρκετά υψηλά, δείχνει ότι εξαρτάται κυρίως από αβιοτικούς παράγοντες, ενώ η αφθονία των τροχόζωων οφείλεται στο ότι τα πλαγκτονοφάγα ψάρια της λίμνης τα αποφεύγουν, έναντι των κλαδοκεραιωτών, κωπηπόδων και άλλων.

Για τη μακροβενθική κοινότητα της λίμνης Βόλβης διαπιστώθηκε ότι στην αβαθή ζώνη (μέχρι 9 μέτρα βάθος) βρίσκονται ολιγόχαιτα (*Potamothenix hammoniensis*, *Psammoryctides moravicus*), μαλάκια (*Dreissena polymorpha*) και προνύμφες εντόμων (π.χ. *Chironomus plumosus*, *Chaoborus flavicans*), ενώ η βαθιά ζώνη (βάθος μεγαλύτερα των 9 μέτρων) περιλαμβάνει είδη ολιγόχαιτα (π.χ. *Potamothenix hammoniensis*, *Psammoryctides moravicus*) και προνύμφες διπτέρων εντόμων, οι οποίες είναι και ανθεκτικές στην έλλειψη οξυγόνου. Παλαιότερες καταγραφές κάνουν λόγο και για αμφίποδα και για βδελλοειδή.

Η λίμνη διέθετε παλαιότερα πλούσια ιχθυοπανίδα, περιλαμβάνοντας 24 είδη ψαριών, από τα οποία 21 είναι αυτόχθονα και τα υπόλοιπα έχουν εισαχθεί. Ανάμεσα στα γηγενή ψάρια της λίμνης, έχουν καταγραφεί και ενδημικά ψάρια, όπως η λιπαριά, και δύο ενδημικά υποείδη, η γελάρτζα που απαντάται μόνο στη Βόλβη και τη Βιστωνίδα και το τυλινάρι. Επίσης, στη Βόλβη έχουν καταγραφεί και τρία υβρίδια τα *Leuciscus cephalus* X *Chlialcalburnus calchoides*, *Abramis brama* X *Scardinius erythrophthalmus*, και *Abramis brama* X *Rutilus rutilus*. Πριν από μερικά χρόνια είχαν αναφερθεί στη λίμνη Βόλβη 11 είδη ψαριών. Τα πλέον

πολυπληθή είδη της είναι η λεστιά (*Abramis brama*), το σίρκο (*Alburnus alburnus*), η λιπαριά (*Alosa macedonica*), η πεταλούδα (*Carassius gibelio*), γελάρτζα (*Chalcalburnus chalcoides*), κυπρίνος (*Cyprinus carpio*), τούρνα (*Esox Lucius*), περκί (*Perca fluviatilis*), τσιρώνι (*Rutilus rutilus*), κοκκινοφτέρτα (*Scardinius erythrophthalmus*), μαλαμίδα (*Vimba melanops*) και το χέλι (*Anguilla anguilla*), που έχει μειωθεί η εξαφανιστεί η παρουσία του στη λίμνη, εξαιτίας της πτώσης της στάθμης της λίμνης και της αποκοπής της επικοινωνίας της με το ποταμό Ρήχιο. Η άλλοτε φυσική ιχθυοπανίδα της λίμνης, έχει αλλοιωθεί με παρεμβάσεις του ανθρώπου (π.χ. εμπλουτισμοί, ηθελημένες οι τυχαίες ρήψεις ψαριών), αφού έχει εμπλουτιστεί με γλανίδια, πεταλούδες, κουνουπόψαρα και ψευδορασμπόρα. Σε μια πρόσφατη επικαιροποιημένη καταγραφή για τα ψάρια της λίμνης Βόλβης αναφέρονται τα ακόλουθα 25 είδη: *Abramis brama*, *Alburnus sp.Volvi*, *Alburnus volviticus*, *Alosa macedonica*, *Anguilla anguilla*, *Barbus strumicae*, *Carassius gibelio*, *Cobitis strumicae*, *Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Gambusia holbrooki*, *Knipowitschia caucasica*, *Perca fluviatilis*, *Petroleuciscus borysthenticus*, *Pseudorasbora parva*, *Rhodeus amarus*, *Rutilus rutilus*, *Salaria fluviatilis*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Silurus aristotelis*, *Silurus glanis*, *Squalius orpheus*, *Tinca tinca*, *Vimba melanops*.

Η Βόλβη μαζί με την Κορώνεια αποτελούν σημαντικό και ενιαίο υγρότοπο, με τεράστια οικολογική σημασία από ορνιθολογική άποψη. Η λίμνη Βόλβη αποτελεί έναν από τους έντεκα ελληνικούς υγροτόπους που προστατεύονται από τη συνθήκη Ramsar (URL10). Στην ευρύτερη περιοχή έχουν καταγραφεί περίπου 204 είδη πουλιών, πολλά από τα οποία είναι σπάνια και απειλούμενα στην Ευρωπαϊκή Ένωση. Ειδικότερα στην περιοχή αναπαράγονται και φωλιάζουν σταχτοτσικνιάς (*Ardea cinerea*), μικροτσικνιάς (*Ixobrychys minutus*), νυχτοκόρακας (*Nycticorax nycticorax*), πορφυροτσικνιάς, καλαμόκιρκος, μικροπουλάδα, χαλκοκουρούνα, και άλλα. Επίσης, φωλιάζουν ο λευκοτσικνιάς (*Egretta garzetta*) και ο λευκοπελαργός (*Ciconia ciconia*), ο σταυραετός, αετογερακίνα, καστανόχηνα, σαΐνι, κραυγαετός και άλλα. Εξάλλου, η περιοχή της Βόλβης και Κορώνειας είναι σημαντική για την εξεύρεση τροφής για τα μοναδικά δύο είδη πελεκάνων της Ευρώπης, που φωλιάζουν στη λίμνη Μικρή Πρέσπα, το ροδοπελεκάνο (*Pelecanus onocrotalus*), που εμφανίζεται το καλοκαίρι και τον αργυροπελεκάνο (*Pelecanus crispus*), που εμφανίζεται κατά τη μετανάστευσή του.

Παρόλο το μεγάλο βάθος της, η λίμνη χαρακτηρίζεται ως μεσο-ευτροφική, δηλαδή είναι σχετικά πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Συγκρινόμενη με τη λίμνη Κορώνεια, η λίμνη Βόλβη παραμένει σε μέτρια κατάσταση, παρουσιάζοντας σχετική σταθερότητα στην ποιότητα των υδάτων της.

Οι εντατικοποιημένες γεωργοκτηνοτροφικές δραστηριότητες, η επέκταση της αστικής περιοχής και οι εγκαταστάσεις στην ευρύτερη περιοχή βιοτεχνιών και βιομηχανιών, επιδρούν

λιγότερο ή περισσότερο στο οικοσύστημα της λίμνης εμπλουτίζοντας το περιβάλλον με επιπλέον θρεπτικά και τοξικά συστατικά. Τα θρεπτικά άλατα είναι αυξημένα, η διαφάνεια των νερών της σχετικά μικρή και το οξυγόνο βρίσκεται σε οριακές συγκεντρώσεις, κυρίως κοντά στον πυθμένα με αποτέλεσμα να δημιουργούνται όχι πολύ συχνά δυσάρεστες καταστάσεις για την υδρόβια ζωή και το περιβάλλον της.

Εφικτές προτάσεις που θα πρέπει να προωθηθούν για το περιβάλλον, τη βιοποικιλότητα και τη διατήρηση της περιβαλλοντικής κληρονομιάς είναι μεταξύ των άλλων η δημιουργία και η βέλτιστη λειτουργία εγκαταστάσεων επεξεργασίας λυμάτων και αποβλήτων, η βελτιστοποίηση της γεωργικής παραγωγής με πρακτικές ήπιες και συμβατές με το φυσικό περιβάλλον, η εξασφάλιση της διατήρησης της στάθμης της λίμνης στα σημερινά επίπεδα, η εξασφάλιση της συνέχειας του νερού στα ρέματα της περιοχής χωρίς την παρεμβολή τεχνικών έργων που εμποδίζουν τις μετακινήσεις των οργανισμών, η ενίσχυση της ποικιλίας των φυσικών ενδιαιτημάτων με την ορθολογική διαχείριση των καλαμώνων και του υδάτινου συστήματος της περιοχής και άλλα.

Με βάση την ‘Οδηγία 2000/60, ΕΕ’ (Σύστημα Β, παράρτημα II, για τον καθορισμό τύπων υδατικών οικοσυστημάτων), η λίμνη Βόλβη, σύμφωνα με σχετικά πρόσφατα δεδομένα, χαρακτηρίζεται ως φυσική λίμνη με φυσική απορροή και μεγάλη σε έκταση, χαμηλού υψομέτρου, μέσου βάθους, θερμού μονομικτικού τύπου, ημίξηρης περιοχής, μικρής ετήσιας διακύμανσης της στάθμης της επιφάνειάς της και μικρής μεταβλητότητας του χρόνου παραμονής του νερού της.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βόλβης			
Παράμετρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή
Θερμοκρασία, °C	6.0	30.0	20.3
Αγωγιμότητα, μS/cm	1100	1140	1113.8
pH	7.67	9.02	8.4
Ολ.Σκληρότ., mg/l	185	225	
Χλωριόντα, meq/l	3.4	4.5	3.9
Θειικά ιόντα, meq/l	1.2	2.9	

Νάτριο, Na ⁺ , meq/l	8.5	8.7	
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , meq/l	2.7	3.6	
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , meq/l	0.8	1.0	
S.A.R.	5.7	6.3	
Κατηγορία Νερού	C ₃ S ₂	C ₃ S ₂	
Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας, 1997, http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/eggeiesbeltioseis/sxedismowee/1306-pinakas-potamon-limnon			

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βόλβης (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 12 μέτρων, Πυθμένας
Θερμοκρασία, °C	19.9+ _{5.2} *14.9-27.6	19.6+ _{5.3} *15.1-26.5 (βάθος 5m)
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	8.2+ _{2.1}	6.5+ _{1.4}
Αγωγιμότητα, μS/cm	1134+ ₂₃	1128+ ₁₃
pH	9.1+ _{0.1}	9.1+ _{0.2}
BOD ₅ , mg/l	2.4+ _{1.3}	2.4+ _{1.6}
Χλωριόντα, mg/l	146+ ₁₁	144+ ₁₆
Θειικά ιόντα, mg/l	83+ ₁₄	78+ ₉
Ολ.Αλκαλ., mg/l	324+ ₁₄	321+ ₈
Ολ.Σκληρότ., mg/l	130+ ₇₈	174+ ₃₃
Διαφ.Δίσκ., Secchi, m	0.9+ _{0.2} *2-5	
Πηγές: *Χαραλάμπος, 2010 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 79σελ., Οικολογική ποιότητα λίμνης Βόλβης με βάση το φυτοπλαγκτόν), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ.,		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα Λίμνης Βόλβης (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 12 μέτρων, Πυθμένας
Ολικός Φώσφ., µg/l	65+_28	92+_34
NO ₂ ⁻ , µg/l	52+_81	68+_110
NO ₃ ⁻ , µg/l	290+_200	440+_390
NH ₃ , µg/l	32+_26	27+_22
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	171+_8.9	168+_21
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	38.8+_14.9	37.7+_13.3
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	16.2+_7.5	15.7+_7.0
S.A.R.	4.1+_2.5	5.4+_1.1
Πηγές: -Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη)		

Οι πιο πάνω και άλλες κατά καιρούς μετρήσεις δείχνουν ότι το νερό της λίμνης Βόλβης, φαίνεται ότι είναι ακατάλληλο για άρδευση με υψηλές συγκεντρώσεις χλωριούχων, θειικών, αλκαλικότητας, αλουμινίου, αρσενικού, μαγγανίου, νατρίου, σιδήρου, ψευδαργύρου.

Σταχυολογημένες πηγές: **Χαραλάμπος, 2010** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 79σελ., Οικολογική ποιότητα λίμνης Βόλβης με βάση το φυτοπλαγκτόν), **Αντζή, 2010** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 97σελ., Μεθοδολογία CEN για την εκτίμηση της ιχθυοκοινοότητας στη λίμνη Βόλβη), **Economou et al., 2007** (Medit., Mar., Scien., 8, 1, 91-166, The freshwater ichthyofauna of Greece-an update survey), **Christophoridis, Fytianos, 2006** (J. Environ. Qual., 35, 1181-1192, Conditions affecting the release of phosphorus from surface lake ediments in Koronia and Volvi lakes), **Tzimopoulos et al., 2005** (Global Nest J., 7, 3, 379-385, Water resources management in the watershed of Volvi lake), **Fytianos, Lourantou, 2004** (Envir., Int., 30, 1, 11-7, Speciation of elements in sediment at Volvi and Koronia), **Petaloti et al., 2004** (Nutrient dynamic in shallow lakes of northern Greece), **Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη), **Κοκκινάκης και συν., 2000** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 227σελ., Μελέτη ιχθυοπανίδας κλπ στις λίμνες Κορώνεια και Βόλβη), **Adamantiadou, Katsikas, 1997** (Techn., Rep., HPEXODE, Lakes Koronia and Volvi), **Economidis et al., 1995**, (Biol., Cons., 72, 201-211, for a few fishes in Volvi, Doirani and Vistonis lakes and some endemic fishes), **Moustaka-Gouni, et al., 1994** (Biol., 49, 593-603, Chlorophytes in lakes Volvi, Mikri Prespa, Vegoritis), **Papastergiadou, Babalonas, 1993** (Willdew., 23, 137-142, Aquatic flora of N.Greece), **Fotis et al., 1992** (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Οικονομίδης, 1991** (Διδασκ., Διατρ., 211σελ., για τη βενθική πανίδα λίμνης Βόλβης), **Ζαρφτζιάν, 1989** (Διδασκ., Διατρ., 249σελ., για τα πλαγκτικά ασπόνδυλα της λίμνης Βόλβης), **Hindak, Moustaka, 1988** (Hydrob., Suppl., 80, 479-528, Planktic cyanophytes of lake Volvi), **Μουστάκα, 1988** (Διδασκ., Διατρ., 230σελ., για το φυτοπλαγκτό της λίμνης Βόλβης), **Βαφειάδης, 1988** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 48σελ., Υδρογεωλογική προμελέτη λίμνη Βόλβης), **Mourkidis, 1986** (Sc., Ann., Univ., Thess., 26, 217-238, for Koronia and Volvi), **Μουρκίδης, 1986** (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 26, 217-238, Οι λίμνες της Β. Ελλάδος, II.Χρήση γης και φορτίο των λιμνών Κορώνεια και Βόλβη), **Κυλικίδης και συν., 1984** (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 22, 281-309, Οικολογική έρευνα στις λίμνες Β.

Ελλάδας Αγ.Βασιλείου, Δοϊράνης, Βιστωνίδα), **Σίνης, 1981** (Διδασκ., Διατρ., 198σελ., για ένα ψάρι της λίμνης Βόλβης), **Καρβουνάρης, 1979** (Διδασκ., Διατρ., 158σελ., για τα πλαγκτικά κοπήποδα και κλαδοκεραιωτά στις λίμνες της Μακεδονίας), **Μουρκίδης και συν., 1978** (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 21, 5, 95-123, Λίμνες της Β. Ελλάδος. Ι Βαθμός ευτροφισμού), **Ψιλοβίκος, 1977** (Διδασκ., Διατρ., ΑΠΘ, 156σελ, Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Μυγδονίας λεκάνης),

-Λίμνη Δοϊράνη

(Natura2000=GR1230003, Δυτική Μακεδονία, Κιλκίς)



Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Δοϊράνης

Επιφάνεια Λίμνης	28Km ² (10.2 Km ² στην Ελλάδα) (το έτος 2003 είχε έκταση 42.5 Km ²)	Υψόμετρο Λίμνης	+147m την περίοδο 1955-1970, και +142μ το 2002
Υδρολογική Λεκάνη	276.3Km ²	Μέγιστο Μήκος	9 Km (παλαιότερα)
Όγκος Λίμνης Χ10 ⁶	262m ³ (1988) 65-95 (2001-2003)	Μέγιστο Πλάτος	7Km (παλαιότερα)
Μέγιστο Βάθος	4.0 m (4.0m. το έτος 2001-2002, ενώ το 2000 είχε 10 μέτρα μέγιστο βάθος)	Μήκος Ακτών	24 Km (παλαιότερα)
Μέσο Βάθος	3.5m		
πηγές: Katsavouni, Petrovski, 2004 (BIOECO, EKBY, 117pp, Overview of lake Doiran), Temponeras et al., 2000a (Hydrob., 424, 109-122, Phytoplakton composition and physicochemicals features of lake Doirani), Temponeras et al., 2000b (Hydrob., 424, 101-108, for lake Doirani), Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.			

Η λίμνη Δοϊράνη, είναι μια σχεδόν κυκλική λεκάνη νερού στην μέση της ομώνυμης πεδιάδας, δημιουργήμα αρχέγονων γεωφυσικών διεργασιών. Και το τελευταίο υπόλειμμα της άλλοτε μεγαλύτερης και βαθύτερης λίμνης Παιονίας, που απλωνόταν στην ευρύτερη περιοχή σε έκταση περίπου 130 Km² και που εκτιμάται ότι σχηματίστηκε κατά την Προπαγετώδη γεωλογική περίοδο. Η σημερινή λίμνη Δοϊράνη (το όνομά της προέρχεται πιθανώς από τους αρχαίους

Δόβηρες που ήταν Παιονικό φύλο εγκατεστημένο στην περιοχή), είναι διασυνοριακή λίμνη ανάμεσα στην Ελλάδα και την πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας (FYROM). Τοπογραφικά, βρίσκεται στο νοτιοδυτικό άκρο της κοιλάδας που σχηματίζεται ανάμεσα στα βουνά Μπέλες και Κρούσια. Σύμφωνα με Έλληνες ερευνητές του ΙΓΜΕ, η γεωλογία της λίμνης αποτελείται από ένα συνδυασμό τριτογενούς ηφαιστειακής και τεκτονικής δραστηριότητας, ενώ Σέρβοι ερευνητές (οι οποίοι έχουν μελετήσει τη λίμνη από πολύ παλιά), η λίμνη θεωρείται ότι είναι καρστικής προέλευσης (δολινολίμνη). Από γεωλογική άποψη η Δοϊράνη είναι πυριτικής προέλευσης και αποτελείται από μεταμορφωμένα πετρώματα και παλαιές αλλουβιακές αποθέσεις. Η περιοχή της Δοϊράνης (ιδιαίτερα σεισμογενής περιοχή) βρίσκεται μεταξύ δύο τεκτονικών πλακών, αυτής του ορεινού όγκου της Κερκίνης και αυτής που περιλαμβάνει τη λεκάνη του ποταμού Αξιού.

Η Δοϊράνη τροφοδοτείται με νερό από υπολίμνιες πηγές και επιφανειακούς προσωρινούς ποταμοχειμάρρους από τα βουνά Μπέλες και Μαυροβούνι, ενώ από τη λίμνη δεν υπάρχει επιφανειακή απορροή. Σήμερα, το ιδιαίτερο μορφολογικό χαρακτηριστικό της λίμνης αποτελούν οι εκτεταμένες θίνες και οι αμμόδεις ακτές της, οι οποίες έχουν αποκαλυφθεί σε μεγάλη έκταση από την απομάκρυνση των νερών της, μετά την σημαντική πτώση της στάθμης της, που ακολούθησε την λειψυδρία του 1988 και έκτοτε η λίμνη δεν επανήλθε στα αρχικά της επίπεδα.

Η λίμνη Δοϊράνη, δέχεται επιδράσεις από τις γεωργικές απορροές και τις τουριστικές εγκαταστάσεις της Π.Γ.Δ.Μ. Η διαφάνεια και η οξυγόνωση των νερών της είναι αρκετά καλή. Τα θρεπτικά της άλατα βρίσκονται σε οριακές συγκεντρώσεις και η τροφική της κατάσταση χαρακτηρίζεται ως oligo-μεσοτροφική. Η σταθεροποίηση της στάθμης της αποτελεί, κατά καιρούς, σημείο τριβής με τους γείτονες και θα πρέπει να ρυθμιστεί με διακρατικές συμφωνίες.

Η λίμνη Δοϊράνη χαρακτηρίζεται από θερμοκρασιακή άποψη ως μονομικτική και δυνητικά πολυμικτική λίμνη, εξαρτώμενη από την ενδο-ετήσια μεταβλητότητα των κλιματικών συνθηκών. Γενικότερα, η θερμοκρασία των νερών της ποικίλει από 0.3-26 °C, το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο φτάνει από 42-120% κορεσμό, οι τιμές του pH συνήθως κυμαίνονται από 7.4-9.2. Σε σχετικά πρόσφατη έρευνα (2010) καταγράφονται μέσες ετήσιες θερμοκρασίες του νερού από 10.7-26.7°C και τιμές pH 8.0-9.41. Εξάλλου, το φορτίο των θρεπτικών αλάτων που φτάνει στη λίμνη είναι σχετικά μικρό και οφείλεται στις γεωργικές δραστηριότητες και σε λιθογενείς πηγές.

Στα νερά της λίμνης αναπτύσσονται φυτά προσαρμοσμένα σε συνθήκες μόνιμης κατάκλυσης από νερό, όπως τα μυριόφυλλα και οι ποταμογείτονες. Τα είδη αυτά συνδυάζονται με πυκνές

συστάδες από κοινά νεροκάλαμα και ψαθιά στα ρηχά νερά της, για να συνθέσουν την υδρόβια και ελοφυτική βλάστηση του υγροτόπου. Κοντά στις όχθες της λίμνης, όπου το έδαφος καλύπτεται από νερό περιστασιακά, εξαπλώνονται πυκνές συστάδες από βούρλα, ενώ περιμετρικά της ακτής, εκτεταμένες θίνες συνθέτουν ένα ασύνηθες για το Βαλκανικό λιμναίο τοπίο. Η βλάστησή τους συνδυάζεται με τους καλαμώνες προς το εσωτερικό της λίμνης, αλλά και με την παρόχθια δενδρώδη βλάστηση της περιοχής. Λευκές ιτιές, και ασπρόλευκες λεύκες, αναπτύσσονται στο υγρό έδαφος κοντά στην όχθη και δημιουργούν ένα υγροτοπικό-παραλίμνιο δάσος. Τα αναρριχητικά φυτά που αναπτύσσονται ανάμεσά τους, και τα τεράστια, διάσπαρτα πλατάνια, ενισχύουν την ιδιαιτερότητα του τοπίου.

Σε έρευνα του 2010 καταγράφονται από το φυτοπλαγκτόν 85 taxa από τα οποία 8 ήταν διάτομα (π.χ. *Synedra* spp., *Stephanodiscus* spp., *Rhizosolenia eriensis*, *Nitzschia* spp., *Fragilaria* sp., *Nitzschia acicularis*, *Aulaseira granulata*, *Acanthoceras zachariasii*), 4 κρυπτοφύκη (π.χ. *Cryptomonas erosa*, *Mallomonas tonsurata*, *Phodomonas lens*), 36 χλωροφύκη (π.χ. *Crucigenia tetrapedia*, *C. neglecta*, *Elakatothrix genevensis*, *Monoraphidium griffithii*, *M. minutum*, *Oocystis lacustris*, *O. solitaria*, *Pediastrum boryanum*, *P. simplex*, *P. duplex*, *P. tetras*, *Scenedesmus* spp., *Schroederia nitzschoides*, *S. caudatum*, *S. antillarum*, *Tetraedron minimum*, *T. triangulare*, *Tetrastrum komarekii*, *T. staurogeniaeforme*, *Treubaria sentigera*, *T. triappendiculata*), 8 συζυγή (π.χ. *Closterium aciculare*, *C. acutum*, *C. pronum*, *Planktonema lauterbornii*, *Straurastrum chaetoceras*, *Staurodesmus* sp.), 19 κυανοβακτήρια (π.χ. *Aphanizomenon issatschenkoi*, *Planktolyngbya circumcreta*, *Microcystis aeruginosa*, *M. wesendegii*, *Aphanocapsa delicatissima*, *Cyanodictyon* sp., *Didymocystis fina*, *Aphanizomenon aphanizomenoides*, *Cylindrospermopsis raciborskii*), 1 απροφύκος (π.χ. *Chrysochromulina parva*), 3 δινοφύκη (π.χ. *Ceratium hirundinella*, *Ceratium monoceras*, *Peridinium* sp.), 3 ευληνοφύκη (π.χ. *Euglena* sp., *Phacus* sp., *Strobomonas* sp.), 2 χρυσοφύκη (π.χ. *Dinobryon bavaricum*, *Mallomonas tonsurata*) και 1 τριβοφύκος (π.χ. *Pseudostaurastrum hastatum*). Από αυτά τη μεγαλύτερη συμμετοχή στη μέση σχετική αφθονία είχαν τα κυανοβακτήρια (76%), και τα χλωροφύκη (17%), ενώ τα κρυπτοφύκη δεν ξεπέρασαν το 5%, τα απτοφύκη μικρότερο από 3%, ενώ τα διάτομα και συζυγή είχαν ποσοστό μικρότερο του 1% και ακόμη πολύ μικρότερο τα χρυσοφύκη, δινοφύκη, ευγληνοειδή και τριβοφύκη (μικρότερο του 0.1%). Γενικά, η φυτοπλαγκτική κοινότητα στη Δοϊράνη εμφανίζεται από σχετικά υψηλή ποικιλότητα ειδών, ενώ ο μεγάλος αριθμός των χλωροφυκών αντικατοπτρίζει τη μεγάλη σημασία τους στην κοινωνία του φυτοπλαγκτού, αλλά και την οικολογική σταθερότητα της λίμνης. Εξάλλου, η σημαντικότερη ομάδα, σε αφθονία και βιομάζα ήσαν τα κυανοβακτήρια με τους χαρακτηριστικούς τύπους των εύτροφων λιμνών. Σημειώνεται, ότι καθόλη τη διάρκεια της θερμής περιόδου παρατεταμένη είναι η “άνθηση” των τοξικών ειδών κυανοβακτηρίων, κυρίως του γένους *Microcystis*, αλλά και των επίσης τοξικών ειδών *Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aquae*.

Ως προς το ζωοπλαγκτόν, από την ίδια πιο πάνω έρευνα, καταγράφηκαν 26 είδη (π.χ. κωπήποδα, κλαδοκεραιωτά, νύμφες μαλακίων-*Dreissena polymorpha*, τροχόζωα). Από αυτά τα τροχόζωα που ήσαν και τα πολυπληθέστερα εμφανίστηκαν με 16 είδη (61%)(π.χ. *Trichocerca capucina*, *Trichocerca pussila*, *Trichocerca similis*, *Pompholyx sulcata*, *Polyarthra* sp., *Keratella quadrata*, *Keratella cochlearis*, *Keratella cochlearis tecta*, *Filinia longiseta*, *Collotheca* sp., *Brachionus sessilis*, *Brachionus diversicornis*, *Anuraeopsis fissa*, *Asplanchna girodi*, *Synchaeta* sp.), τα κλαδοκεραιωτά με 6 είδη (π.χ. *Bosmina longirostris*, *Daphnia cucullata*, *Daphnia cf. galeata*, *Chydorus sphaericus*, *Leptodora kindtii*, *Diaphanosoma* spp., *Alona* sp.), τα κωπήποδα με 3είδη (π.χ. *Acanthocyclops robustus*, *Eudiaptomus gracilis*, *Thermocyclops crassus*). Η παρουσία μικρόσωμων ειδών στο ζωοπλαγκτόν υποδηλώνει την πίεση που ασκείται πάνω σε αυτό από τα ζωοπλαγκτονοφάγα ψάρια της λίμνης και την επίδραση των τοξικών κυανοβακτηρίων.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Δοϊράνης (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση ετών 1999-2000, **εύρος τιμών έτους 1999-2000 και *εύρος τιμών έτους 2007)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 4 μέτρων, Πυθμένας
Θερμοκρασία, °C	17.1+_3.5 *4.9-32.1 **8-27.4	17.5+_4.3
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	8.1+_2.9	8.3+_2.6
Αγωγιμότητα, μS/cm	1012+_111 *416-961	1000+_152
pH	8.8+_0.1 *8.2-9.0 **7.2-10.7	8.7+_0.4
BOD ₅ , mg/l	3.5+_1.8	3.6+_1.9
Χλωριόντα,mg/l	77.3+_4.8 *24-130	75.9+_8.3
Θειικά ιόντα, mg/l	252+_52	269+_61
Ολ.Αλκαλ., mg/l	248+_9	249+_8
Ολ.Σκληρότ., mg/l	260+_53	256+_46

Διαφ.Δίσκ.,Secchi, m	0.6+_0.2 **0.56-3.04	
Χλωροφύλλη-α, µg/l	**0.67-146.0	
Πηγές: *Περιφέρεια Κ.Μακεδονίας, 2008 (Ετήσια Έκθεσ., Περιφ., Κ. Μακεδονίας, 86σελ., Στοιχεία ποιότητας επιφανειακών νερών Κ.Μακεδονίας), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν.,Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000), **Temponeras et al., 2000a (Hydrob., 424, 109-122, Phytoplakton composition and physicochemicals features of lake Doirani),		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα Λίμνης Δοϊράνης (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση ετών 1999-2000, **εύρος τιμών έτους 1999-2000 και *εύρος τιμών έτους 2007)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 4 μέτρων, Πυθμένας
Ολικός Φώσφ., µg/l	135+_143 **78-226	221+_171
NO ₂ ⁻ , µg/l	18+_15	11+_11
NO ₃ ⁻ , µg/l	1950+_2190 *1000-5700	1400+_1550
NH ₄ , µg/l	19+_12 *100-300 **18-760	36+_37
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	124+_12	125+_11
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	54+_14	51+_0.9
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	26.04+_13.12	20.25+_11.41
S.A.R.	3.35+_0.26	3.37+_0.32
Πηγές: *Περιφέρεια Κ.Μακεδονίας, 2008 (Ετήσια Έκθεσ., Περιφ., Κ. Μακεδονίας, 86σελ., Στοιχεία ποιότητας επιφανειακών νερών Κ. Μακεδονίας), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη), **Temponeras et al., 2000a (Hydrob., 424, 109-122, Phytoplakton composition and physicochemicals features of lake Doirani),		

Εξάλλου, η λίμνη Δοϊράνη παρουσιάζει υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων σε υδατική φάση. Ειδικότερα τα μέταλλα Cd , Cu , Ni , Pb και Zn είναι πάνω από τις κατευθυντήριες γραμμές της ποιότητας του γλυκού νερού για την υδρόβια ζωή. Στο σύνολο των αιωρούμενων στερεών Fe και Mn είναι τα πιο άφθονα στοιχεία, το Cd είναι λιγότερο άφθονο, ενώ κάποια έρευνα διαπιστώνει συγκεντρώσεις αρσενικού που φαίνεται ότι είναι γεωλογικής προέλευσης.

Στη λίμνη Δοϊράνη έχουν καταγραφεί περί τα 25 είδη ψαριών με κυριότερα το περκί –*Perca fluviatilis*, το γριβάδι –*Cyprinus carpio*, το γουλιανό –*Silurus glanis*, την πλατίκα –*Rutilus doiranensis*, την τούρνα –*Esox lucius*, την κοκκινοφτέρα –*Scardinius erythrophthalmus*, ποταμοκέφαλος –*Squalius vardarensis*, το γλίνι –*Tinca tinca*, το σίρκο –*Alburnus macedonicus*, το τυλινάρι –*Leuciscus vardarensis*, την πεταλούδα –*Carassius gibelio*, τη μουρμουρίτσα –*Rhodeus meridionalis*, το γουρουνομύτη –*Chondrostoma vardarense*, το χέλι –*Anguilla anguilla*, τη φεροβελονίτσα –*Cobitis stephanidisi*, το γυφτόψαρο –*Gobio bulgaricus*, τη χρυσοβελονίτσα –*Sabanejewia balcanica*, το ασπρογρίβαδο –*Aspius aspius*, τη βιργιάνα –*Barbus balcanicus*, το κουνουπόψαρο –*Gambusia hobrooki*, το χειλά –*Pachychilon macedonicum*, το τσιρώνι –*Rutilus rutilus*, την ποταμοσαλιάρια –*Salaria fluviatilis* κ.ά. Κάποια από αυτά τα ψάρια είναι ζωοπλαγκτονοφάγα, τουλάχιστον σε κάποιο στάδιο της ζωής τους (π.χ. *Alburnus alburnus*, *Cyprinus carpio*).

Η λίμνη παλαιότερα, αποτελούσε παραδοσιακά ένα σημαντικό αλιευτικό κέντρο και αυτό είχε να κάνει κυρίως με τα περκιά και το σίρκο, που αποτελούσαν τα σημαντικά αλιεύματά της (σε πειραματική αλιεία την περίοδοι 2006-2007 αλιεύτηκαν τα εξής ψάρια με τη ποσοστιαία αλιεία τους: *Alburnus macedonicus* 46%, *Perca fluviatilis* 25%, *Rhodeus meridionalis* 15%, *Pachychilon macedonicum* 5%, *Rutilus rutilus* 4%, *Carassius gibelio* 2%, *Cyprinus carpio*, *Scardinius erythrophthalmus*). Σημειώνεται ότι η μέση ετήσια παραγωγή ψαριών μειώθηκε από 529 τόνους σε 25 τόνους, ανάμεσα στην περίοδο 1946-2002. Εξάλλου σήμερα, έχουν μεταβληθεί σημαντικά και η σύνθεση των ειδών και οι περιοχές αναπαραγωγής των ψαριών. Σε μια σχετικά πρόσφατη καταγραφή των ψαριών της λίμνης Δοϊράνης αναφέρονται τα ακόλουθα 20 είδη: *Alburnus macedonicus*, *Anguilla anguilla*, *Aspius aspius*, *Barbus balcanicus*, *Carassius gibelio*, *Chondrosoma vardarense*, *Cobitis vardarensis*, *Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Gambusia holbrooki*, *Gobio bulgaricus*, *Pachychilon macedonicum*, *Perca fluviatilis*, *Rhodeus meridionalis*, *Rutilus rutilus*, *Sabanejewia balcanica*, *Salaria fluviatilis*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Silurus glanis*, *Squalius vardarensis*, *Tinca tinca*.

Στη βενθική πανίδα της λίμνης Δοϊράνης, έχει καταγραφεί παλαιότερα (1964) να κυριαρχείται (σε παρένθεση οι αριθμοί δείχνουν τη μεγαλύτερη πυκνότητα-αφθονία σε άτομα ανά τετραγωνικό μέτρο πυθμένα) από 12 είδη νύμφες διπτέρων εντόμων (*Procladius* sp., σε βαθύτερο πυθμένα το *Chironomus plumosus*-44-666 άτομα/m², και το *Chaoborus crystallinus*-44-355 άτομα/m², *Palpomia* sp.,) 11

είδη ολιγόχαιτα 5 είδη (π.χ. στα βαθύτερα νερά το *Poramothrix hammoniensis*-222-932 άτομα/m², σε ρηχότερα νερά στη ζώνη των μυδιών το *Criodrilus lacuum*-44-754 άτομα/m²), βδελλοειδή (π.χ. *Erpobdella octoculata*, *Glossiphonia complanata*, *Hemiclepsis marginata*), αλλά και τρικλάδια (π.χ. *Dugesia polychroa*-44-319 άτομα/m², *Eudendrocoelum lacteum*-44-266 άτομα/m²) και καρκινοειδή (π.χ. *Asellus aquaticus*-177-1465 άτομα/m², *Rivulogammarus triacanthus*-177-843 άτομα/m²), μαλάκια *Dreissena polymorpha* (355-5061 άτομα/m²). Επίσης, σε παλιά όστρακα μυδιών βρέθηκαν να προσκολλώνται σπόγγοι βδέλλες και σάκκοι με αβγά τρικλάδιων, ενώ κάτω από αυτά τα κενά κελύφη των μυδιών βρέθηκαν να διαβιούν ολιγόχαιτα, καρκινοειδή, τρικλάδια και άλλα ζώα. Για τη Δοϊράνη έχουν καταγραφεί στη βενθική πανίδα της ενδημικά είδη, τουλάχιστον ένα είδος σπόγγου, ένα είδος μαλακίου, πέντε είδη δακτυλιοσκολήκων και τέσσερα είδη αρθροπόδων. Εξάλλου, σε βάθη 4-6 μέτρων ο πυθμένας αποτελείται κυρίως από ζωντανές συστάδες *Dreissena polymorpha* (η παρουσία και η ανάπτυξη του μυδιού του γλυκού νερού είναι χαρακτηριστική για τη Δοϊράνη και αποτελεί την κύρια τροφή του περκιού), και σε μικρότερο βαθμό από παλαιά όστρακα *Valvata piscinalis*, *Lymnaea stagnalis*, *Unio* sp., *Anodonta cygnea* και *Dreissena polymorpha*. Η λίμνη χαρακτηρίζεται και από την παρουσία του καβουριού του γλυκού νερού (*Astacus astacus*).

Σε νεώτερη έρευνα (2009) για τη βενθική πανίδα καταγράφηκαν 16 taxa, με μεγαλύτερη αφθονία στην παράκτια ζώνη της λίμνης, χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των εποχών. Τα νηματώδη είχαν εποχικά τη μεγαλύτερη αφθονία (844-7122 άτομα/m² ήτοι 52%) και ακολουθούν τα δίπτερα (1444-2088 άτομα/m² ήτοι 28%), τα ολιγόχαιτα (988-1400 άτομα/m² ήτοι 17%) και τα οστρακώδη με μικρή αφθονία (78-322 άτομα/m²). Από τα είδη που καταγράφηκαν το δίπτερο *Chironomus muratensis*, αναφέρεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα (έχει βρεθεί σε γειτονικές χώρες), ενώ τα *Chironomus* gr. *plumosus*, *Cryptochironomus defectus*, *Procladius choreus*, *Chaoborus* sp., θεωρούνται ανθεκτικά στη ρύπανση. Αυτή την περίοδο (2007-2008) η διαφάνεια των νερών με το δίσκο του Secchi κυμαινόταν από 0.5-2.0 μέτρα, η θερμοκρασία των νερών 3.6-27.5 °C, το διαλυμένο οξυγόνο 9.1-13.3 mg/l, το pH 8.1-9.0, και η αγωγιμότητα 739-862μS/cm.

Ο υγρότοπος της Δοϊράνης φιλοξενεί πάνω από 60 είδη υδρόβιων πτηνών με σημαντικότερα από αυτά τη λαγγόνα (*Phalarocorax pygmeus*) και τον αργυροπελεκάνο (*Pelecanus crispus*), που έχουν αναγνωριστεί παγκοσμίως ως απειλούμενα. Το ελληνικό τμήμα της λίμνης έχει περιληφθεί στον κατάλογο των Ζωνών Ειδικής Προστασίας, καθώς από τα πουλιά που χρησιμοποιούν την περιοχή για να φωλιάσουν, να σταθμεύσουν κατά τη διάρκεια της μετανάστευσης, να ξεχειμωνιάσουν, ή να αναζητήσουν τροφή, ένας μεγάλος αριθμός, περίπου 36 είδη, είναι σπάνια και απειλούμενα σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Στη λίμνη απαντούν παρυδάτια πουλιά αναζητώντας τροφή όπως ο λευκοτσικνιάς, ο κρυπτοτσικνιάς, ο αργυροτσικνιάς και ο σταχτοτσικνιάς. Απαντούν επίσης η χαλκόκοτα, το μπεκατσίνι και η αβοκέτα, η "αρχόντισσα

των ελών" και ένα από τα ομορφότερα παρυδάτια πουλιά. Αργυροπελεκάνοι, λαγγόνες, σφυριχτάρια, καπακλήδες, πρασινοκέφαλες πάπιες, ψαλίδες, σαρσέλες, γκισάρια και βουτηχτάρια, συμμετέχουν στη δημιουργία ενός πλούσιου οικοσυστήματος. Εντυπωσιακή είναι η παρουσία των κορμοράνων που κολυμπούν στη λίμνη, φωλιάζουν στα δένδρα της περιοχής και πετούν σε σχηματισμούς, προσφέροντας ένα θέαμα μοναδικό και βουβόκυκνοι με πορτοκαλόχρωμα ράμφη, βουτούν το κεφάλι τους στα νερά της, αναζητώντας υδρόβια φυτά, ή βόσκουν στην ποώδη βλάστηση της όχθης της. Αρπακτικά πουλιά, όπως ο καλαμόκιρκος, ο βαλτόκιρκος, το διπλοσάινο, το τσιχλογέρακο, το δενδρογέρακο και η γερακίνα είναι, επίσης, συχνοί επισκέπτες της λίμνης, όπου αναζητούν τη λεία τους.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα της λίμνης είναι η δραματική μείωση των υδάτων, που οφείλεται στην εντατική άντληση και στην κατά καιρούς εμφανιζόμενη ανομβρία που πλήττει την περιοχή (π.χ. στα τέλη της 10ετίας του '90, τα νερά της συρρικνώθηκαν επιφανειακά κατά 500 μέτρα). Ταυτόχρονα, έχει μειωθεί και η στάθμη των νερών του υδροφόρου ορίζοντα και η λίμνη κάθε χρόνο συρρικνώνεται όλο και περισσότερο. Παρ' όλα αυτά η Δοϊράνη παραμένει πηγή ζωής για το φυσικό περιβάλλον και τους ανθρώπους της. Υδροδοτεί τα χωράφια τους και τους παρέχει αρκετά ψάρια. Οι πυκνοί καλαμιώνες που κάποτε αφθονούσαν στις όχθες της, σήμερα έχουν συρρικνωθεί, αλλά ακόμη προσφέρουν κατοικία σε μεγάλο αριθμό πτηνών.

Τα αποτελέσματα της σύγχρονης έρευνας δείχνουν ότι η σύνθεση της βενθικής πανίδας έχει αλλάξει σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Ωστόσο, παρά την τεκμηριωμένη διαπίστωση του ευτροφισμού και περιοδικά της "άνθησης" τοξικών κυανοβακτηρίων, αλλά και της τεράστιας διακύμανσης στη στάθμη της λίμνης από το 1950 και μετά, τα αποτελέσματα των τελευταίων ερευνών δείχνουν ότι η λίμνη της Δοϊράνης είναι ακόμα ένα ρυθμιζόμενο οικοσύστημα παρά τις σημαντικές οικολογικές επιπτώσεις που έχει υποστεί. Η λήψη διορθωτικών μέτρων, φαίνεται ότι είναι ακόμη εφικτή και θα πρέπει να ληφθεί υπόψη για την επίτευξη της καλής οικολογικής κατάστασης, όπως διατυπώνεται στην Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά 2000/60ΕΕ. Ειδικότερα, η οικολογική ποιότητα της λίμνης εκτιμάται ως ελλιπής, με βάση το βιο-όγκο του φυτοπλαγκτού, τη βιοποικιλότητα, την ποσοστιαία συμμετοχή των κυανοβακτηρίων και των γνωστών τοξικών κυανοβακτηρίων, αλλά και το σχηματισμό κυανοβακτηριακής "κρούστας" και έτσι υπάρχει μεγάλη επικινδυνότητα για τη μη επίτευξη του περιβαλλοντικού στόχου, όπως ορίζεται στην Οδηγία 2000/60ΕΕ. Τέλος, θα πρέπει να σημειωθεί ότι στα οικολογικά προβλήματα της λίμνης περιλαμβάνονται όχι μόνο η σημαντική μείωση της έκτασης και του βάθους της λίμνης, και οι κλιματικές αλλαγές προς ξηρότερες συνθήκες, και η ρύπανση, αλλά και διαμόρφωση στρατηγικής διαχείρισης για την προστασία της λίμνης και των ενδημικών ειδών πανίδας και χλωρίδας που διαθέτει.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Δοϊράνης			
Παράμετρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή
Θερμοκρασία, °C	8.0	25.0	18.1
Αγωγιμότητα, μS/cm	940	1085	998.8
pH	7.82	8.56	8.20
Ολ.Σκληρότ., mg/l	300	325	
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l			
Χλωριόντα, meq/l	1.8	2.4	
Θειικά ιόντα, meq/l	3.1	4.1	
Νάτριο, Na ⁺ , meq/l	4.4	5.3	
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , meq/l	4.3	4.6	
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , meq/l	1.6	1.9	
S.A.R.	2.5	2.9	
Κατηγορία Νερού	C ₃ S ₁	C ₃ S ₁	
Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας, 1997 http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/eggeiesbeltioseis/sxedismowee/1306-pinakas-potamon-limnon			

Σταχυολογημένες πηγές: **Kosmas et al., 2011** (Limnol., 41, 167-173, Analysis of bloom-forming cyanobacterial in two shallow eutrophic lakes, Kastoria and Doirani), **Bobori, Salvarina, 2010** (J., Envir., Biol., 31, 6, 995-1000, Fish abundance and biomass in lake Doirani), **Ιωακειμίδου, 2010** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Οικολογική ποιότητα λίμνης Δοϊράνης με βάση το φυτοπλαγκτόν), **Kosmas et al., 2010** (Limnol., 10.1016, Cyanobacteria in Kastoria and Doirani lakes), **Papadimitriou et al., 2010** (Envir., Toxic., 25, 4, 418-427, Risk associated with cicrocystins in most of the Greek lakes), **Pertsemli, Voutsas, 2007** (J. Hazard., Mater., 148, 3, 529-537, Heavy metals in lakes Doirani and Kerkini), **Μπόμπορη, Σαλβαρίνα, 2009** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 53σελ., Βενθικά ασπόνδυλα λίμνης Δοϊράνης), **Μπόμπορη, Σαλβαρίνα, 2007** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 123σελ., Ιχθυολογική διερεύνηση λίμνης Δοϊράνης), **Tsoumani et al., 2006** (J, Applied Ichthyol., 22, 4, 281-284, The invasive Carassius gibelio from 12 lakes in relation to their trophic states), **Economou et al., 2007** (Medit., Mar., Scien., 8/1, 91-166, The freshwater ichthyofauna of Greece, an update), **Πολυκάρπου, 2006** (Μεταπτ., Διπλωμ., Εργασ., ΑΠΘ, 76σελ., Φυτοπλαγκτό και μικροβιακό τροφικό πλέγμα στη λίμνη Δοϊράνη), **Vardaka et al., 2005** (J. Appl., Phycol., 17, 391-401, Cyanobacterial blooms in lake Doirani, Kastoria, Mikri Prespa, Pamvotis, Vistonis, Zazari, Volvi, Amvrakia.), **Γενίτσαρης, 2005** (Μεταπτ., Διπλωμ., Εργασ., ΑΠΘ, 155σελ., Οικολογικά χαρακτηριστικά φυτοπλαγκτού λίμνης Δοϊράνης), **Katsavouni, Petrovski, 2004** (Bioeco, EKBY, 117pp, Overview of lake Doiran), **Petaloti et al., 2004** (Envir., Sc., Poll., Resear., 11, 1, 11-17, Nutrient dynamics in Doirani, Volvi, Koronia, Prespa lakes), ***Moss et al., 2003** (ECOFAME, Aquat., Conserv., Marine and Freshwater Ecosystems, 13, 507-550, Ecological quality in shallow lakes-a tested expert system), **Zacharias et al., 2002** (Lakes Reserv., Res., Manag., 7, 1, 55-62, Limnological overview in Greek lakes), **Παπαδοπούλου-Μουρικήδου και συν., 2002** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000), **Νικολαΐδης και συν., 2001** (Τεχν., Έκθεσ., Δήμος Δοϊράνης, 288σελ., Μελέτη ανάπτυξης λίμνης Δοϊράνης), **Temponeras et al., 2000a** (Hydrob., 424, 109-122, Phytoplakton composition and physicochemicals features of lake Doirani), **Temponeras et al., 2000b** (Hydrob., 424, 101-108, for lake Doirani), **Skoulikidis et al., 1998**

(Env., Geol., 36, 1-17, Freshwater resources in Greece), **Conides et al., 1995** (GeoJ., 36, 4, 383-390, for nutrient relationship of Greece lakes), **Economidis et al., 1995** (Biol., Cons., 72, 201-211, Few fishes in Volvi, Doirani and Vistonis lakes and some endemic fishes), **Papastergiadou, Babalonas, 1993** (Willden., 23, 137-142, Aquatic flora of N. Greece, I. Hydrophytes), **Χατζηγιαννάκης, 1993** (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, 53σελ., Τα υδρολογικά προβλήματα της λίμνης Δοϊράνης), **Papastergiadou, Babalonas, 1993** (Willdew., 23, 137-142, Aquatic flora of N.Greece), **Fotis et al., 1992** (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Koussouris, Photis et al., 1989** (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece), **Kilikidis, Kamarianos et al., 1984** (Sc., Ann., Univ., Thess., 22, 69-440, Lakes Koronia, Doirani, Vistonis), **Καρβουνάρης, 1979** (Διδ., Διατρ., 158σελ., για τα πλαγκτικά κοπήποδα και κλαδοκεραιωτά στις λίμνες της Μακεδονίας **Mourkides, 1988** (FAO, Agris, 3, 9, The trophic status of Doirani lake, 1982-1985), **Fytianos et al., 1986** (Ambio 15, 1, 42-44, Heavy metals in Lakes Doirani, Vegoritis, Kastoria, Vistonis, Koronia and rivers), **Μουρκίδης, 1985** (Γεωργ., Έρευν., 9, 455-473, Η τροφική κατάσταση της Δοϊράνης, 1982-1985), **Karvounaris, 1973** (Hell., Ocean., Limn., 11, 665-714, Biological and fishing observations in lake Doirani), **(Σημείωση: πληρέστερη βιβλιογραφική πληροφόρηση για τη λίμνη Δοϊράνη και με ξένους ερευνητές, βλέπε στο <http://www.ekby.gr/LakeDoiran/pdf/Gr/05References.pdf>)**

- Λίμνη Κορώνεια

ή Λίμνη του Αγίου Βασιλείου ή Λίμνη του Λαγκαδά

(Natura2000=GR1220001, λίμνες Κορώνεια και Βόλβη, Κ.Μακεδονία, Λαγκαδάς)



Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Κορώνειας

Επιφάνεια Λίμνης	46.2Km ² (έτος 1977) 30 Km ² (έτος 1955) 0 Km ² (καλοκαίρι 2002) < 0.5 Km ² (2003)	Υψόμετρο Λίμνης	75m
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	282Km ²	Μέγιστο Μήκος (έτος 1977)	11Km
Όγκος Λίμνης X10 ⁶ (έτος 1977)	300m ³	Μέγιστο Πλάτος (έτος 1977)	4.5Km
Μέγιστο Βάθος	8.5 m(έτος 1977) 1m(έτος 1955) 0m(καλοκαίρι 2002) < 1m(2003)	Μήκος Ακτών (έτος 1977)	52Km
Πηγές: Michaloudi et al., 2012 (Intern., Rev., Hydrob., 1-15, Plankton succession in lake Koronia after intermittent dry-out), Παπαδόπουλος και συν., 2009 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, Υδρογαία, Ποσοτική αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας μέσω της αλλαγής του συστήματος άρδευσης), Ψιλοβίκος, 1977 (Διδασκ., Διατρ., ΑΠΘ, 156σελ, Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Μυγδονίας λεκάνης), Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.			

Η λίμνη Κορώνεια από φυσική λίμνη, έχει μετατραπεί τις δύο τελευταίες δεκαετίες σε προσωρινή λίμνη. Πριν από περίπου τριάντα χρόνια η λίμνη Κορώνεια έσφυζε από ζωή και δραστηριότητες, καθώς η έκτασή της ήταν περίπου 46Km², το μεγαλύτερο βάθος της έφτανε περίπου τα 8-10 μέτρα, είχε δέκα διαφορετικά είδη ψαριών με μεγάλη εμπορική σημασία (τη δεκαετία του 1950 ήταν από τις πιο παραγωγικές λίμνες της Ελλάδας σε αλιεύματα), χιλιάδες πουλιά φώλιαζαν ή και αναπαράγονταν στο περιβάλλον της, πολλά είδη χλωρίδας και πανίδας ήσαν ενδημικά. Τη δεκαετία του 1980, εγκαταστάθηκαν σε κοντινές προς τη λίμνη περιοχές μια σειρά από βαφεία υφασμάτων, που λειτουργούσαν χωρίς βιολογικούς καθαρισμούς, ρίχνοντας τα απόβλητά τους μέσα στη λίμνη, ενώ ήδη κατέληγαν εκεί και τα αστικά λύματα της περιοχής Λαγκαδά, μέσω του ρέματος Μπογδάνα. Παράλληλα, για τις ανάγκες του αγροτικών και βιομηχανικών δραστηριοτήτων της περιοχής, άρχισε να αντλείται εξαντλητικά το νερό. Αυτή την περίοδο διαπιστώθηκε για πρώτη φορά και η επιδεινούμενη ρύπανση της λίμνης και η

υποβάθμισή της. Και κάπως έτσι συνεχίστηκε η αλλοίωση του οικοσυστήματός της, με κορύφωση την οικολογική της καταστροφή, στις αρχές της δεκαετίας του 2000.

Διαχρονικά, η οικολογική καταστροφή της λίμνης Κορώνειας έχει ως εξής. Το έτος 1995, η έκταση της λίμνης από τα 46 Km² που ήταν τη δεκαετία του 1970, έφτασε στα 30 Km², ενώ το μέγιστο βάθος της ήταν περίπου το 1 μέτρο, κυρίως λόγω της υπεράντλησης νερού για γεωργική χρήση και δευτερευόντως εξαιτίας των υδροβόρων βιομηχανιών. Τότε συνέβη και μαζικός θάνατος όλων των ψαριών της λίμνης που αποδίδεται στο υψηλό pH (>10) που προκαλείται από τα υψηλά ποσοστά φωτοσύνθεσης του φυτοπλαγκτού, και τα υψηλά επίπεδα συγκέντρωσης του αζώτου των αμμωνιακών αλάτων που μετατρέπονταν σε τοξική αμμωνία, για τα ψάρια και τους άλλους υδρόβιους οργανισμούς. Και η υποβάθμιση συνεχίστηκε σταδιακά, τα επόμενα χρόνια, μέχρι το καλοκαίρι του 2000-2002, οπότε η λίμνη αποξηράνθηκε, αν και ήταν υγρότοπος διεθνούς σημασίας, προστατευόμενος, μεταξύ των άλλων, και από τη συνθήκη Ramsar. Εμφανής ήταν πλέον η οικολογική της καταστροφή. Η περιοχή είδε τη λίμνη να νεκρώνεται μέρα με τη μέρα, με τη στάθμη του νερού να έχει φθάσει, στα εβδομήντα εκατοστόμετρα, εξαιτίας της τότε ανομβρίας, αλλά και των 2300 υδρογεωτρήσεων της γύρω περιοχής. Σχετική έρευνα στις αρχές του 1999, λίγο πριν ξεραθεί εντελώς η λίμνη, διαπίστωσε βαριά ρύπανση των νερών της. Οι τιμές του pH υπερέβαιναν το 10, η αγωγιμότητα ήταν παρόμοια με υφάλμυρα νερά (4000-8000 μS/cm), οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου κυμαίνονταν από υπερκορεσμένες μέχρι και ανοξικές, το άζωτο των αμμωνιακών αλάτων ήταν πάνω από 1mg/l, ο ολικός φώσφορος κυμαινόταν από 0.1-1.8 mg/l, ενώ μετρήθηκαν αρκετά υψηλές συγκεντρώσεις στα ολικά αιωρούμενα στερεά, BOD₅ και COD.

Το καλοκαίρι του 2002, η λίμνη ήταν πλέον εντελώς αποξηραμένη. Στις αρχές του 2003, με τις βροχοπτώσεις το νερό άρχισε να συσσωρεύεται και πάλι στη λίμνη, και το καλοκαίρι του 2003, οι τοπικοί αλιείς εισήγαγαν κάποια κυπρινοειδή ψάρια, στη λίμνη. Το Σεπτέμβριο του 2004, χιλιάδες νεκρά ψάρια και πουλιά (σύμφωνα με την Κυνηγετική Ομοσπονδία, έφτασαν τον αριθμό των 30.000), από 39 είδη, βρέθηκαν στις όχθες της λίμνης, και ανάμεσά τους 250 αργυροπελεκάνοι, είδος παγκόσμια απειλούμενο. Ο μαζικός αυτός θάνατος συνέπεσε με μια εξαιρετικά πυκνή ‘‘άνθηση’’ τοξικών κυανοβακτηρίων. Η επίσημη εκδοχή απέδωσε το θάνατο των πουλιών σε τοξικά συστατικά και μικροβιακό φορτίο που περιείχαν τα επιβαρυμένα νερά, ενώ ο θάνατος των ψαριών είχε αποδοθεί τότε στην ανοξία, κοινώς στην παντελή απουσία διαλυμένου οξυγόνου στο νερό. Τα επόμενα χρόνια η λίμνη πήρε κάποια ποσότητα νερού από τη βροχή και τους γύρω χείμαρρους, και επαναδημιουργήθηκε, αλλά το καλοκαίρι του 2007, βρέθηκαν νεκρά αρκετά πουλιά, ενώ το 2008, η λίμνη αποξηράνθηκε για μια ακόμη φορά. Σήμερα, πολύ λίγα αποδημητικά πτηνά έρχονται στην λίμνη, προτιμώντας τη γειτονική λίμνη Βόλβη,

που όμως η εκεί τροφή δεν επαρκεί για τόσο μεγάλο αριθμό αποδημητικών πουλιών, που συγκεντρώνει η ευρύτερη περιοχή.

Σε παλαιότερες αναφορές για τη λίμνη Κορώνεια διαβάζουμε ότι η λίμνη είναι η τέταρτη μεγαλύτερη λίμνη στην Ελλάδα καταλαμβάνουν έκταση περίπου 46.2 Km² και έχοντας ένα μέγιστο βάθος περίπου 8 μέτρων, ενώ προστατεύεται από τις Οδηγίες 79/409/ΕΕ και 92/43/ΕΕ, και τη Σύμβαση Ramsar και αποτελεί μέρος του Εθνικού Πάρκου των λιμνών Βόλβης και Κορώνειας. Παρόλα αυτά, οι μαζικοί θάνατοι ψαριών και πουλιών (1995, 2002, 2007) και πριν από την πρώτη αποξηράνση (2002) είναι ενδεικτικά του ανθρωπογενούς ευτροφισμού της λίμνης και της βαριάς ρύπανσης, ενώ η ρηχότητα της λίμνης συμβάλλει στην αυτο-επιτάχυνση του ευτροφισμού.

Σήμερα, η λίμνη Κορώνεια χαρακτηρίζεται ως προσωρινή ή εποχική ή διαλείπουσα λίμνη, καθώς ανά πάσα στιγμή σε συνθήκες ανομβρίας μπορεί και πάλι να αποξηρανθεί. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθούν γνωστά μεν στην επιστήμη της Λιμνολογίας, αλλά που διαφεύγουν της προσοχής των αρμόδιων φορέων για την προστασία του περιβάλλοντος. Οι υδατοσυλλογές γλυκού νερού στο Μεσογειακό χώρο, έχουν υψηλότερη αναλογία μεταξύ έκτασης υδρολογικής λεκάνης προς την έκταση της λίμνης, σε σύγκριση με τις ψυχρές εύκρατες λίμνες. Ως εκ τούτου, οι Μεσογειακές φυσικές λίμνες αντιμετωπίζουν μεγαλύτερες απειλές και θα πρέπει να είναι πιο ευάλωτες στο φαινόμενο του ευτροφισμού και γενικά σε ανθρωπογενείς πιέσεις, αλλά και στις αναμενόμενες επιπτώσεις της αλλαγής του κλίματος. Εξάλλου, υπάρχουν σημαντικές διαφορές που προέρχονται από το διαφορετικό κλίμα στην περιοχή της Μεσογείου, όπου οι παρατεταμένες ξηρασίες κρύβουν τον κίνδυνο να καταλήξουν οι ρηχές λίμνες της Μεσογείου σε προσωρινές λίμνες με αυξημένη αλατότητα. Σημειώνεται ότι οι περισσότερες εποχικές λίμνες είναι φυσικής προέλευσης, αλλά βρίσκονται συνήθως σε άνυδρες και ημι-άνυδρες περιοχές, όπως είναι η Μεσόγειος και χαρακτηρίζονται από υψηλή εποχική μεταβλητότητα. Επίσης, σε αυτές τις λίμνες υπάρχει έλλειμμα γνώσης, ως προς τα υδροβιολογικά χαρακτηριστικά τους και τα είδη ‘‘διαδοχής’’ των οργανισμών που εποίκίζουν την περιοχή, ενώ οι επαναλαμβανόμενες ξηρές φάσεις επηρεάζουν τα μέγιστα το οικοσύστημά τους. Σε παρόμοιες υποβαθμισμένες λίμνες παρατηρούνται και ακραίες συνθήκες ρύπανσης που έχουν άμεσο αντίκτυπο στις βιοκοινωνίες τους. Τέτοια συστήματα έχουν την τάση να φιλοξενούν γνωστές τοξικές ομάδες οργανισμών, όπως είναι τα τοξικά κυανοβακτήρια και το μαστιγοφόρο αποφύκος *Prymnesium parvum* (παράγει τη τοξίνη Prymnesin που είναι θανατηφόρα για τα ψάρια και επικίνδυνη για την υγεία των βοοειδών και του ανθρώπου. Αυτό το αποφύκος περιγράφηκε το 1985 για πρώτη φορά στη βόρεια Αμερική, ενώ στη λίμνη Κορώνεια έχει διαπιστωθεί η ύπαρξή του από το 2004). Το περιβαλλοντικό αποτέλεσμα σε αυτές τις λίμνες είναι να είναι πιο επιρρεπείς στις ανθρωπογενείς επιδράσεις και στις διακυμάνσεις των καιρικών συνθηκών, με συχνά απρόβλεπτες ακραίες συνθήκες, ενώ το νέο περιβάλλον που έτσι δημιουργείται είναι

“ανοιχτό” σε πιθανούς νέους αποίκους και το κυριότερο σε χωροκατακτητικά είδη πανίδας και χλωρίδας.

Την περίοδο που αναδημιουργήθηκε η λίμνη Κορώνεια από την πρώτη αποξήρανσή της, σε σχετική έρευνα ως προς το φυτοπλαγκτό της λίμνης, έχει καταγραφεί ότι αρχικά είχε εντοπιστεί ένα είδος. Ειδικότερα, αξίζει να αναφερθεί ότι τα χλωροφύκη (π.χ. *Koliella cf. longiseta*, *Oocystis* sp.) ήταν τα πρώτα είδη που εγκαταστάθηκαν στην πλημμυρισμένη λίμνη. Ακολουθούσε η περίοδος του 2003 (Απρίλιος, Ιούνιος) όπου αυξήθηκαν τα είδη σε 16, ενώ 21 είδη καταγράφηκαν το Σεπτέμβριο του 2004. Τότε, η πλουσιότερη ομάδα ως προς τον αριθμό των ειδών ήταν τα χλωροφύκη (15 είδη) και ακολουθούσαν τα κυανοβακτήρια (με πρωτοπόρο το *Limnothrix* sp.), τα διάτομα (π.χ. *Nitzschia closterium*), ευγληνοειδή (π.χ. *Phacus* sp.) και κρυπτοφύκη (π.χ. *Cryptomonas* sp.). Κατόπιν, ακολούθησε μια ισχυρή κυριαρχία στην αφθονία του τοξικού αποφύκου *Prymnesium parvum*. Αυτή η κυριαρχία δημιούργησε μια παρατεταμένη “άνθιση”, ενώ ακολούθησαν “ανθίσεις” από κυανοβακτήρια (*Anabaenopsis elenkinii*, *Merismopedia elachista*, *Limnothrix* sp.), ενώ το φθινόπωρο και ο χειμώνας που ακολούθησε, η “άνθιση” οφειλόταν κυρίως στα χλωροφύκη (π.χ. *Oocystis* sp.). Υπενθυμίζεται ότι η επιτυχή διασπορά των οργανισμών του φυτοπλαγκτού μπορεί να προωθηθεί είτε μέσα από κύστεις και ανθεκτικές μορφές που είχαν προηγουμένως εγκατασταθεί στη λάσπη της άλλοτε λίμνης, είτε μέσα από διάφορα μέσα διασποράς και μεταφοράς όπως είναι ο αέρας και τα πτηνά ή και τα έντομα.

Στο ζωοπλαγκτό της πλημμυρισμένης λίμνης καταγράφηκαν συνολικά 21 είδη πλαγκτού (15 τροχόζωα, 3 κλαδοκεραιωτά, 3 κωπήποδα). Σημειώνεται ότι 10 από αυτά τα είδη δεν είχαν καταγραφεί προηγουμένως στη λίμνη. Αρχικά, το έτος 2003 τα εμφανισθέντα είδη ήταν 4, ενώ αργότερα το 2004 τα είδη ήταν 8. Τα τροχόζωα σχεδόν αποκλειστικά κυριαρχούνταν από εκπροσώπους του γένους *Brachionus*, εκτός από το αρχικό στάδιο της διαδοχής που κυρίαρχα ήταν τα *Notholca salina* και *Hexarthra polyodonta*, ενώ η βιομάζα τους ήταν αρκετά χαμηλή. Στα κλαδοκεραιωτά κυρίαρχα ήταν τα *Daphnia magna* και *Diaphanosoma* sp., ενώ από τα κωπήποδα ήταν αποκλειστικά τα *Acanthocyclops robustus*, *Cyclops* sp. και *Diacyclops* sp. Και για το ζωοπλαγκτό υπενθυμίζεται ότι η επιτυχή εγκατάσταση στο νέο περιβάλλον μπορεί να γίνει μέσα από τις ανθεκτικές μορφές των σταδίων του κύκλου ζωής τους, τη λανθάνουσα φάση στο ίζημα της λίμνης, αλλά και να μεταφερθούν από άλλες περιοχές με τον αέρα ή και τα πουλιά ή και τα έντομα.

Τα τελευταία χρόνια, η κοινότητα του φυτοπλαγκτού της λίμνης Κορώνειας είναι πολύ φτωχή σε αφθονία ειδών (33 συνολικά), σε σύγκριση με άλλες φυσικά ρηχές λίμνες της περιοχής, όπως είναι η λίμνη Δοϊράνη που έχουν καταγραφεί πρόσφατα 141 είδη. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί και από την βαριά ρύπανση που έχει υποστεί η λίμνη, αλλά και την υψηλή μεταβλητότητα και τις ακραίες τιμές των κύριων περιβαλλοντικών συνιστωσών, οι οποίες περιορίζουν την ποικιλομορφία του φυτοπλαγκτού.

Την περίοδο 1999-2000 είχαν καταγραφεί στη λίμνη 24 είδη από το ζωοπλαγκτό (19 τροχόζωα, 4 κλαδοκεραιωτά και 1 κωπήποδο). Η αφθονία τους κυμαινόταν από 13-32 άτομα ανά λίτρο νερού, η εποχική κατανομή τους ήταν παρόμοια με υπερτροφικές λίμνες, τα τροχόζωα επικρατούσαν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού (π.χ. *Brachionus dimidiatus* και *B. rubens*), ενώ την ίδια περίοδο απουσίαζαν τα κλαδοκεραιωτά, ίσως εξαιτίας του υψηλού pH (9.32-11.10) ή και της τότε “άνθησης”, με το κυανοβακτήριο *Anabaenopsis milleri* να επικρατεί. Η κοινότητα του ζωοπλαγκτού ήταν φτωχή σε είδη (24), και περισσότερο από το 80 % του ζωοπλαγκτόν αποτελούνταν το πολύ από 3 είδη. Αυτό αντανακλά σε ένα πολύ διαταραγμένο χαρακτήρα της λίμνης Κορώνεια, που θυμίζει υπερ-ευτροφικές λίμνες. Από τα είδη που καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια μιας πρόσφατης μελέτης, το 48% από αυτά δεν έχουν καταγραφεί προηγούμενα και αυτό υποδεικνύει “αφίξεις” μέσα από το φαινόμενο της διασποράς των διαφόρων οργανισμών.

Συμπερασματικά, πρόσφατη μελέτη στην Κορώνεια αποδεικνύει ότι η διαδοχή και ο εποικισμός του πλαγκτόν σε μια λίμνη που έχει ξεραθεί, μετά τον πλημμυρισμό της, σε μεγάλο βαθμό καθορίζεται από το παρελθόν της “ιστορίας” του πλαγκτού στην “τράπεζα” του ιζήματος της παλιάς λίμνης και σε μικρότερο βαθμό από τον επιτυχή εποικισμό από νέα για αυτήν είδη.

Ενδεικτικά Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Κορώνειας, μετά την Αποξήρανση-καλοκαίρι 2002- και τη μετέπειτα Πλήρωσή της

Ημερομηνία	Βάθος Μέγιστο (m)	Διαφάνεια Νερού (Secchi D., m)	Θερμοκρασία (°C)	pH	Διαλυμένο Οξυγόνο (mg/l)	Αλατότητα (p.s.u.)	Αγωγιμότητα (mS/cm)
10/3/2003	1.50	0.50	9.5	9.50	4.40	2.38	4.42
25/5/2003	1.50	0.30	24.2	9.19	8.30	2.36	4.39
13/7/2003	1.20	0.15	-	9.10	7.10	3.04	5.89
3/8/2003	1.20	0.20	24.2	9.02	11.50	3.36	6.21
9/11/2003	1.05	0.18	12.8	8.98	6.65	4.06	7.44
8/2/2004	1.40	0.34	10.3	8.97	8.05	3.21	5.86
28/3/2004	1.40	0.23	13.0	9.12	6.80	3.16	5.83
27/6/2004	1.20	0.25	26.8	9.21	6.45	3.54	6.52
25/8/2004	0.90	0.20	24.3	9.50	5.80	4.56	8.35
17/9/2004	0.86	0.33	24.3	9.46	3.00	5.05	9.22
29/10/2004	0.79	0.27	18.6	9.40	12.40	4.62	9.00
29/12/2004	0.87	0.13	2.0	9.52	9.40	2.00	4.30

Πηγή: Michaloudi et al., 2012 (Intern., Rev., Hydrob., 1-15, Plankton succession in lake Koronia after intermittent dry-out),

Και για τη φυσική ιστορία της λίμνης Κορώνειας, αξίζει να αναφερθούν και τα πιο κάτω. Η περιοχή των λιμνών Κορώνειας και Βόλβης, γνωστή και ως λεκάνη της Μυγδονίας, είναι τα υπολείμματα της παλαιάς και μεγάλης λίμνης (έκτασης περίπου 2026 Km²) που κάλυπτε την ευρύτερη περιοχή. Η λεκάνη αυτών των λιμνών ορίζεται από τον υδροκρίτη των ορεινών όγκων του Βερτίσκου, των Κερδυλλίων, του Χορτιάτη και του Χολομώντα. Η λεκάνη απορροής έχει

έκταση 2.115 Km² και αποτελείται από 4 υπολεκάνες, του Λαγκαδά με έκταση 50 Km², της Κορώνειας-Βόλβης με έκταση 1278 Km², του χειμάρρου Ν. Απολλωνίας με έκταση 197,85 Km² και του χειμάρρου Μοδίου με έκταση 80,1 Km². Υπάρχει και ο Ρήχιος ποταμός που διέρχεται από τα στενά της Ρεντίνας και αποτελεί το φυσικό εκχειλιστή των δύο λιμνών. Ο ποταμός εξασφαλίζει την επικοινωνία των λιμνών με τη θάλασσα και απολήγει στον Στρυμονικό Κόλπο. Το εκτεταμένο αυτό υδροτοπικό σύμπλεγμα, αποτελεί ένα από τα σπουδαιότερα υδροτοπικά οικοσυστήματα της Ελλάδας και η αξία του έχει αναγνωρισθεί τόσο σε εθνικό, όσο και σε διεθνές επίπεδο. Το σύμπλεγμα των εκτεταμένων αυτών υδροτόπων περιλαμβάνει υδρόβια, ελόβια και υγρόφιλη βλάστηση που διαμορφώνεται σε παράλληλες προς την ακτή ζώνες. Η φυτική ποικιλότητα των υδροτόπων ανέρχεται σε 336 είδη φυτών από τα οποία τα 13 θεωρούνται σπάνια. Τα τελευταία χρόνια έχουν εξαφανιστεί 16 είδη φυτών (2 στη λίμνη Βόλβη) ενώ απειλούνται με εξαφάνιση άλλα 8 είδη στη λίμνη Βόλβη. Στην περιοχή διαμορφώνονται σχηματισμοί με ιδιαίτερη οικολογική αξία όπως: Το υγρόφιλο δάσος της Απολλωνίας, το οποίο αναπτύσσεται στις εκβολές του χειμάρρου του Μελισουργού, μοναδικό στο είδος του σε όλη την Ελλάδα. Συγκροτείται από δένδρα που φτάνουν τα 20-25 μέτρα ύψος με είδη που σπάνια συναντώνται μαζί όπως πλατάνια (*Platanus orientalis*), ιτιές, άγριες λεύκες (*Populus alba*), σκλήθρα (*Alnus glutinosa*). Υπάρχει και πλούσια θαμνώδης βλάστηση (π.χ. *Phytolacca americana*, *Verbena officinalis*, *Robinia pseudacacia*). Από φυτοκοινωνική άποψη η ευρύτερη περιοχή εντάσσεται στη σπάνια φυτοκοινωνία ‘‘*Alno Populetum*’’. Αυτή η φυτοκοινωνία συμβάλλει στην οικολογική ισορροπία της περιοχής προσφέροντας καταφύγιο σε πολλά (μερικά σπάνια) είδη ορνιθοπανίδας, όπως οι σταχτοτσικνιάδες (*Ardea cinerea*), οι λευκοπελαργοί (*Ciconia ciconia*) και το ακόμη σπανιότερο είδος του μαυροπελαργού (*Ciconia nigra*). Ακόμη απαντώνται μεγάλες κοινωνίες ερωδιών, των οποίων η συνύπαρξη με τους λευκοπελαργούς αποτελεί ένα σπάνιο τύπο κοινωνίας. Στην ευρύτερη περιοχή απαντώνται, το παραποτάμιο δάσος της Ρεντίνας, το οποίο βρίσκεται στην κοιλάδα του Ρήχιου ποταμού και αποτελείται από μεγάλα πλατάνια σε διάφορους σχηματισμούς και ο υπεραιωνόβιος πλάτανος του Σχολαρίου, που έχει κηρυχθεί ως μνημείο της Φύσης (1975).

Όπως η χλωρίδα της περιοχής, έτσι και η πανίδα του υδροτόπου ήταν πλούσια και περιλάμβανε 23 είδη ψαριών εκ των οποίων τα 21 ήταν αυτόχθονα, ενώ 2 είχαν εισαχθεί. Υπήρχε ένα ενδημικό είδος η λιπαριά (*Alosa macedonica*) και 2 ενδημικά υποείδη. Εξάλλου, στην άλλοτε λίμνη Κορώνεια είχαν βρεθεί 19 είδη αμφιβίων και ερπετών. Ιδιαίτερα απειλούμενα είδη ήταν η νεροχελώνα (*Emmys orbicularis*) και η χερσοχελώνα (*Testudo hermani*). Από τα θηλαστικά στην ευρύτερη περιοχή είχαν καταγραφεί 42 είδη. Ως προς την ορνιθοπανίδα της περιοχής των λιμνών Κορώνειας και Βόλβης, είχαν καταγραφεί πολύ παλαιότερα

περισσότερα από 204 είδη πουλιών, μεταξύ των οποίων και αρκετά σπάνια είδη. Η περιοχή αποτελούσε τόπο αναπαραγωγής και περιοχή ξεχειμωνιάσματος υδροβίων πουλιών. Επίσης, επισημαίνεται η συνύπαρξη ερωδιών και λευκοπελαργών στο Δάσος της Απολλωνίας γεγονός μοναδικό για τους υγρότοπους της χώρας μας.

Η άρδευση έχει αναμφισβήτητα τη μεγαλύτερη συμβολή στην ποσοτική υποβάθμιση της λίμνης Κορώνειας. Η συμβολή αυτή οφείλεται στην ύπαρξη 2000 και πλέον, νόμιμων και παράνομων γεωτρήσεων περιφερειακά της λίμνης. Οι περισσότερες από αυτές, αν και αρχικά κατασκευάστηκαν ρηχές, για εκμετάλλευση μόνο του φρεάτιου υδροφόρου, που εντοπίζεται μέχρι το βάθος των 60m, σήμερα αντλούν κατά μεγάλο ποσοστό νερό και από βαθύτερο υδροφορέα. Αυτό αποδεικνύει την ταπείνωση της πιεζομετρικής επιφάνειας με αποτέλεσμα οι επιφανειακές απορροές από τα υδρορέματα να διηθούνται στα χαλαρά ιζήματα της πεδινής περιοχής τείνοντας να αναπληρώσουν τα κενά των υπόγειων ιζηματογενών υδροφορέων. Έτσι ελάχιστες μόνο ποσότητες νερού φθάνουν μέχρι τη λίμνη. Παράλληλα, έντονη είναι και η ποιοτική υποβάθμιση της λίμνης Κορώνειας, δεδομένου ότι κανένα αποδημητικό πουλί δεν έρχεται πλέον στη λίμνη, προτιμώντας τη λίμνη Βόλβη. Η λίμνη Βόλβη με τη σειρά της, αδυνατεί να καλύψει την ανάγκη για τροφή ενός τόσο μεγάλου αριθμού αποδημητικών πουλιών. Είναι λοιπόν φανερό ότι η ισορροπία του οικοσυστήματος έχει διαταραχθεί. Τα προβλήματα στη λίμνη Κορώνεια είναι γνωστά από παλιά και οι ετήσιες διακυμάνσεις των χαρακτηριστικών της λίμνης (βάθος, επιφάνεια, όγκος νερού) διαχρονικό φαινόμενο στους παλαιότερους, αν και όχι με τις σημερινές ακραίες εκφάνσεις. Παρ' όλα αυτά η λίμνη και ο υπόγειος υδροφορέας κάτω από αυτήν, που συγκοινωνούν, βρισκόταν σε ισορροπία. Περί το τέλος της δεκαετίας του '80 ήταν εμφανής η μείωση των υδατικών αποθεμάτων της λίμνης, τα οποία από 120.000.000 m³ το 1987 έπεσαν στα 20.000.000 m³ το 1995, έχοντας δηλαδή υπο-εξαπλασιαστεί λόγω κυρίως της αλόγιστης χρήσης στη γεωργία. Οι γεωτρήσεις από περίπου 280 το 1971 αυξήθηκαν στις 700 το 1981, τις 1.260 το 1996 και μαζί με τις παράνομες εκτιμούνται σε πολλές μελέτες στις 2500. Η ξηρασία των ετών 1990 - 95 και ιδιαίτερα του 1995, ήταν η χρονιά που εμφανίστηκε η πρώτη σημαντική υποχώρηση της λίμνης. Και ταυτόχρονα η χρονιά ορόσημο για τις επόμενες κινήσεις.

Από υδρολογική άποψη η λίμνη Κορώνεια είχε την περίοδο 1970-1980, έκταση 46 Km² με μέγιστο βάθος 5m και όγκο νερού 300×106m³. Το ισοζύγιο της λίμνης την περίοδο αυτή ήταν θετικό με αποτέλεσμα την υπερχειλίση ενός πλεονάσματος 12×106 m³ νερού ετησίως στο Δερβένι ρέμα. Τον Αύγουστο του 2002 ολόκληρη σχεδόν η επιφάνεια της λίμνης αποτελούσε αποκαλυφθείσα έκταση. Τα επόμενα έτη, λόγω των υψηλών βροχοπτώσεων που ακολούθησαν, η λίμνη εμφάνισε σημάδια ανάκαμψης με μεγάλο μέρος της να έχει βάθος νερού περίπου 1.40m και έκταση περίπου 30 Km². Σύμφωνα με άλλους ερευνητές, κατά τη

διάρκεια της περιόδου 1969-1986, η ακτογραμμή της λίμνης μειώθηκε κατά 1Km, η επιφάνειά της ελαττώθηκε περίπου κατά 3 Km² και η λίμνη έχασε κατά προσέγγιση, 2100 m³ νερού. Στο επόμενο χρονικό διάστημα (1986-2001), η ακτογραμμή μειώθηκε κατά 9Km, ενώ αποξηράθηκαν 17 Km², εκ των οποίων τα 10 Km² στην περίοδο 1997-2001.

Μπροστά στην οικολογική καταστροφή της λίμνης, το Δεκέμβριο του 1997, ανατέθηκε η εκπόνηση μιας στρατηγικής περιβαλλοντικής αποκατάστασης, ενός Master Plan για τη λίμνη Κορώνεια, στα ποσοτικά και ποιοτικά επίπεδα της δεκαετίας του '70. Η μελέτη αυτή, ως αποτέλεσμα και συνεργασίας με τοπικούς και άλλους φορείς, αξιολογώντας όλα τα διαθέσιμα στοιχεία και μελέτες και χρησιμοποιώντας διάφορες προσεγγίσεις (π.χ. μαθηματικό ομοίωμα κ.ά) διαπιστώνει:

- Δραματικά προβλήματα στο υδατικό δυναμικό -τη λίμνη και τον υδροφορέα- που είναι αρνητικό και εντοπίζει τα αίτια.

- Το βαθμό, το είδος και τα αίτια της ρύπανσης, αποδίδοντάς την στην εισροή ρύπων από τη λεκάνη απορροής και, κυρίως, στη θεαματική μείωση του όγκου των νερών από 120.000.000 m³ το 1987 σε λιγότερο από 20.000.000 m³ το 1996, που μόνον αυτή υπερ-εξαπλασίασε τη ρύπανση.

Με βάση τα δεδομένα αυτά, το Master Plan διατυπώθηκαν μία σειρά προτάσεων που αποσκοπούσαν:

- Στην αποκατάσταση των ποσοτικών χαρακτηριστικών των νερών της λίμνης, προτείνοντας έργα μεταφοράς νερού στη λίμνη, είτε από την ίδια υδρολογική λεκάνη(π.χ. εκτροπή των χειμάρρων Λαγκαδικίων και Σχολαρίου), τη μεταφορά από πηγή εκτός λεκάνης, την εκμετάλλευση του βαθέως υδροφορέα και την εξοικονόμηση νερού από τις γεωργικές δραστηριότητες (π.χ. αλλαγή αρδευτικών πρακτικών, αλλαγή καλλιεργειών κτλ.) με την ένταξη της λίμνης στο αγροτο-περιβαλλοντικό πρόγραμμα και τη χρηματοδότηση από εθνικούς και άλλους πόρους. Με τα πιο πάνω μέτρα εκτιμάται ότι θα εξοικονομούνταν περίπου 45.000.000 m³/ετησίως.

- Στη βελτίωση των ποιοτικών χαρακτηριστικών και στη μείωση της ρύπανσης, που άμεσα θα προκύψει από την αναπλήρωση των νερών στα επίπεδα της δεκαετίας του '70, υπο-εξαπλασιάζοντάς την, και η οποία θα μειωθεί ακόμη περισσότερο μετά την κατασκευή των έργων επεξεργασίας των λυμάτων των οικισμών και των αποβλήτων των βιομηχανιών. Προκειμένου να αποφευχθεί η πλήρης ξήρανση της λίμνης, προτάθηκε μια σειρά παρεμβάσεων και συγκεκριμένη παροχή τεχνικής υποστήριξης προς τους φορείς υλοποίησης των μέτρων, ώστε να προχωρήσουν άμεσα τα ιεραρχημένα από το Master Plan επείγοντα έργα και παρεμβάσεις, που είναι, πρωτίστως, τα έργα ενίσχυσης του υδατικού δυναμικού της λίμνης.

Από την υδροβιολογική άποψη, παλαιότερα, όταν η λίμνη είχε μέγιστο βάθος περίπου τα 9.5 μέτρα, η διαφάνεια των νερών της βρισκόταν σε χαμηλά επίπεδα (μέση τιμή 0.4 μέτρα), ενώ η έλλειψη του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου γινόταν χρόνο με το χρόνο, όλο και περισσότερο το χαρακτηριστικό τους συχνούς θανάτους ψαριών. Η μαζική ανάπτυξη πλαγκτικών οργανισμών ήταν σύνηθες φαινόμενο για τη λίμνη που έπαιρνε χρωματισμούς από βαθύ πράσινο μέχρι και βαθύ καστανόχρωμο, μετά τη νέκρωση των φυτοπλαγκτικών οργανισμών της. Παλαιότερα η λίμνη χαρακτηριζόταν από τους κυπρίνους της, τα σαζάνια και τα ενδημικά της είδη όπως ήταν η γκελάρτσα και το τυλινάρι. Σήμερα, τα ψάρια που χαρακτηρίζαν τη λίμνη Κορώνεια έχουν εξαφανιστεί, όπως ήταν ο γουλιανός, η λεστιά, το χέλι και η τούρνα. Ερωδιοί, σταχτοτσικνιάδες ακόμη και φλαμίνγκο, είναι μερικά από το πλήθος των υδρόβιων πτηνών που φωλιάζουν όμως, αντί της λίμνης, στην ευρύτερη περιοχή, επειδή Κορώνεια και Βόλβη αποτελούν μια περιβαλλοντική ενότητα.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Κορώνειας (περίοδος 1999-2000, Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 1.5 μέτρων, Πυθμένας
Θερμοκρασία, °C	17.3+ ₋ 5.5	17.2+ ₋ 5.6
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	2.1+ ₋ 3.9	2.1+ ₋ 3.9
Αγωγιμότητα, μS/cm	4067+ ₋ 4833	4068+ ₋ 4833
pH	9.3+ ₋ 0.4	9.3+ ₋ 0.4
BOD ₅ , mg/l	7.9+ ₋ 2.9	8.2+ ₋ 2.5
Χλωριόντα,mg/l	1887+ ₋ 1057	1625+ ₋ 608
Θειικά ιόντα, mg/l	355+ ₋ 191	303+ ₋ 127
Ολ.Αλκαλ., mg/l	1838+ ₋ 1464	2139+ ₋ 2004
Ολ.Σκληρότ., mg/l	297+ ₋ 24	300+ ₋ 84
Διαφ.Δίσκ.,Secchi, m	0.1+ ₋ 0	
Πηγή: Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000).		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα Λίμνης Κορώνειας (περίοδος 1999-2000, Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 1.5 μέτρων, Πυθμένας
Ολικός Φώσφ., μg/l	918+ ₄₁₀	875+ ₄₂₁
NO ₂ ⁻ , μg/l	217+ ₃₅₀	240+ ₃₉₈
NO ₃ ⁻ , μg/l	520+ ₆₄₀	650+ ₂₂₀
NH ₃ , μg/l	462+ ₇₂₁	584+ ₉₄₄
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	2436+ ₈₂₁	2214+ ₈₉₀
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	117+ ₁₀₂	86+ ₇₉
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	11.3+ _{11.9}	15.5+ _{9.6}
S.A.R.	56+ ₂₁	54+ ₁₆
Πηγή: -Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη)		

Συμπερασματικά, μπορούμε να πούμε ότι ως προς τα θρεπτικά άλατα (συστατικά φωσφόρου και αζώτου) η λίμνη Βόλβη φαίνεται να έχει σχετικά μικρές χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις, σε αντίθεση με τις υψηλές συγκεντρώσεις τους στη λίμνη Κορώνεια.

Σε έρευνες για τα βαριά μέταλλα της Κορώνειας που δημοσιεύτηκαν το 2004 και το 2007, διαπιστώθηκαν σχετικά υψηλά επίπεδα ως προς το σίδηρο, μαγγάνιο, ψευδάργυρο, μόλυβδο, και κάδμιο, ενώ η μέση ολική συγκέντρωση ελαττώνεται κατά σειρά Mn > Zn > Cr > Pb > Cu > Fe > Cd.

Εξάλλου, σε άλλη έρευνα του 2003 διαπιστώνεται ότι, ο ολικός φώσφορος στα ιζήματα είχε υψηλές συγκεντρώσεις και συσχετιζόταν θετικά με το σίδηρο, ενώ στα λεπτόκοκκα ιζήματα οι συγκεντρώσεις του ήταν σημαντικά υψηλότερες.

Συγκριτικός πίνακας με μέταλλα ιζηματος στις λίμνες Κορώνεια, Κουμουνδούρου, και Παμβώτιδας

	Κουμουνδούρου	Κορώνεια	Παμβώτιδα
Cr, mg/l	29-186	27-37	189.26
Cu, mg/l	10-46	15-19	41.86
Fe, mg/l	0.36-3.12	5.2-5.7	3
Mn, mg/l	97-399	581-682	77.94
Ni, mg/l	16-84	-	121.75
Pb, mg/l	44-108	16.3-24.5	28.22
Zn, mg/l	57-176	72-100	101.32
Πηγή: Μπρομπονά, 2010 (Μεταπ., Διατρ., Πανεπ., Πατρών, 159σελ., Περιβαλλοντικοί παράμετροι λίμνης Παμβωτιδας, Κορώνειας, Κουμουνδούρου κ.ά)			

Από ερευνητική δημοσίευση του 2004, σταχυολογούμε το χρονικό της οικολογικής καταστροφής της λίμνης Κορώνειας. Είναι σαφές ότι η στάθμη του νερού στη λίμνη Κορώνεια έχει μειωθεί σταδιακά περισσότερο από 4m, αρχής γενομένης από τα μέσα της δεκαετίας του 1980, αν και υπάρχει μάλλον αραιή βάση δεδομένων. Μετά την παρατεταμένη ξηρασία της περιόδου 1989-1994, το βάθος του νερού το έτος 1995 έφθασε περίπου το 1.0 μέτρο. Μέχρι το 2001, μειώθηκε ακόμη περισσότερο το βάθος της λίμνης φτάνοντας περίπου τα 0.8m, ενώ ο όγκος του νερού της μειώθηκε στο 10% εκείνου που υπήρχε στα μέσα της δεκαετίας του 1980 και όταν το μέγιστο βάθος της λίμνης ήταν περισσότερο από τα 4 μέτρα. Σημειώνεται ότι, για την περίοδο 1986-1995, η μέση ετήσια βροχόπτωση στην περιοχή, έπεσε από το ύψος των πλέον των 600mm σε εκείνο των περίπου 300mm (ανάμεσα στο έτος 1989 και 1993), ενώ μεταξύ των ετών 1989 και 1993, τα ύψη της αυξήθηκαν περίπου στα 400 mm.

Η σταδιακή πτώση της στάθμης της λίμνης της περιόδου 1986-1995 και μετά από το 2001, δεν μπορεί να να αποδοθεί μόνο κυρίως σε κλιματικούς παράγοντες. Οι γεωργικές και βιομηχανικές δραστηριότητες (βαφεία υφασμάτων που επεκτάθηκαν κατά πολύ στα μέσα της δεκαετίας του 1980) φαίνεται να είχαν σημαντική επίδραση στην έκταση της επιφάνειας της λίμνης. Εξάλλου, η στάθμη των υπόγειων νερών (0-5m) στο δυτικό τμήμα της λεκάνης απορροής μειώθηκε σταδιακά κατά τη διάρκεια του 1969-1981, όταν η επιφάνεια της αρδευόμενης γεωργίας

αυξήθηκε από περίπου 3000 εκτάρια σε 5000 εκτάρια και τελικά σε περισσότερα από 6000 εκτάρια από τα μέσα της δεκαετίας του 1980. Σε σχετική μελέτη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής το 1998, εκτιμάται ότι η άντληση των υπόγειων υδάτων από τη γεωργία ($40 \times 10^6 \text{ m}^3$) υπερέβη κατά πολύ εκείνη της βιομηχανίας ($12 \times 10^6 \text{ m}^3$), ενώ η γεωργία επηρέαζε το σύνολο της υδρολογικής λεκάνης, και η βιομηχανία ασκούσε ισχυρή τοπική ζήτηση νερού.

Ένας άλλος παράγοντας που μέχρι σήμερα δεν έχει ληφθεί υπόψη είναι αν υπήρξε ή όχι επιρροή του μεγάλου σεισμού του 1978, (το επίκεντρό του ήταν περίπου 10 Km ανατολικά της λίμνης), στην υδρολογία της λίμνης, καθώς είχε τεκμηριωθεί ότι από σεισμό στη Μικρή Πρέσπα προκλήθηκαν αλλαγές στην υδρολογία της.

Στη λίμνη Κορώνεια, τουλάχιστον από το 1950, είχαν καταγραφεί οι πρώτες δυσμενείς για την υδρόβια ζωή συνθήκες που έδειχναν σημεία ευτροφισμού της λίμνης. Ειδικότερα, τότε εμφανίστηκε μειωμένη διαφάνεια στο δίσκο του Secchi (0.55-0.65 m) και συχνές ‘‘ανθήσεις’’ από κυανοβακτήρια (*Anabaena* και *Aphanizomenon*). Από τότε, έχουν αναφερθεί ότι η διαφάνεια του Secchi παρέμεινε μικρότερη από το 1.0 m, και οι τιμές α χλωροφύλλης-α μεγαλύτερες από 36mg/l. Η λίμνη έγινε υπερτροφική κατά τα τέλη της δεκαετίας του 1980 και στις αρχές του 1990. Εξάλλου, οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών θρεπτικών αλάτων αυξάνονταν ραγδαία από 8–45mg/l στα τέλη 1970, μέχρι και 15-274 mg/l την περίοδο 1989-1991 και περίπου στα 100-1000 mg/l στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Κατά τη διάρκεια του 1977-1997, η ειδική αγωγιμότητα παρέμεινε σχετικά σταθερός στα 1300μS/cm από το 1977 μέχρι το 1991, μετά όμως αυξήθηκε ταχύτατα σε τιμές μεγαλύτερες από 6000μS/cm από 1993 έως το 1994 και κατ'ανώτατο όριο σε 7700μS/cm το 1997. Ως προς το pH, οι τιμές του αυξήθηκαν από τα τέλη της δεκαετίας του 1940 (7.7-8.2), το 1980 ήταν μεταξύ 8.05-9.03 και στις αρχές της δεκαετίας του 1990, ως επί το πλείστον οι τιμές του ήταν μεγαλύτερες του 9.0 και υπερέβησαν συχνά το 10.0, στα τέλη της δεκαετίας του 1990. Ενώ, η μείωση της στάθμης της λίμνης πιθανόν συνέβαλε σε μεγάλο βαθμό στην ταχεία αύξηση της αγωγιμότητας στη λίμνη Κορώνεια στα τέλη της δεκαετίας του 1980, είναι σαφές ότι οι υψηλές τότε τιμές σχετιζόνταν με τη γεωργική και κυρίως τις βιομηχανικές δραστηριότητες στην περιοχή. Σημειώνεται ότι μετρήσεις τότε σε δύο παραποτάμους της βιομηχανικής περιοχής εμφάνισαν τιμές αγωγιμότητας 5-6 φορές μεγαλύτερες από εκείνες που επικρατούσαν στα υπόγεια νερά της περιοχής, ενώ τα απόβλητα των βαφείων είχαν πολύ υψηλότερες τιμές (2800-9100μS/cm). Αντίθετα, οι συγκεντρώσεις ιόντων καλίου, νατρίου, ασβεστίου και μαγνησίου των γεωργικών απορροών, κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου φαίνεται ότι δεν είχαν επηρεαστεί από το βαθμό της γεωργικής διαχείρισης. Συνεπώς, οι βιομηχανικές επιχειρήσεις ήταν σημαντικές σημειακές πηγές κατιόντων / ανιόντων στη λίμνη Κορώνεια, ενώ η γεωργία συνέβαλε κυρίως ως μη σημειακή πηγή θρεπτικών συστατικών, μέσω της αύξησης της χρήσης λιπασμάτων κατά τις τελευταίες τρεις δεκαετίες.

Κατά την περίοδο 1983-1998, είναι καταγεγραμμένα τα ακόλουθα. Ο κορεσμός του οξυγόνου αυξήθηκε σταδιακά από περίπου 50% το 1983, σε περισσότερο και από 100%, για πρώτη φορά στο τέλος του 1987 και στις αρχές του 1988, όταν άρχισε η λίμνη της να έχει μετατοπιστεί από την ευτροφία στην υπερτροφία, όπως αποδεικνύεται από ταχέως αυξανόμενες συγκεντρώσεις του φωσφόρου. Την περίοδο αυτή 1983-1988 η πτώση της στάθμης της λίμνης από τα 4 μέτρα έπεσε λιγότερο από 3.5 μέτρα. Με ορισμένες εξαιρέσεις, ιδιαίτερα κατά τις αρχές του 1991, ο κορεσμός του οξυγόνου κατά το μεγαλύτερο μέρος παρέμεινε λίγο λιγότερο από το 100%, μέχρι το τελευταίο τρίμηνο του 1993, οπότε σημειώθηκε μια απότομη πτώση του για να φθάσει στην υποξία-ανοξία μέχρι το τέλος του 1997. Τότε η προοδευτική πτώση της στάθμης της λίμνης είχε φθάσει τα 1.5 μέτρα και από τον Αύγουστο του 1993 να φτάσει τα 0.8 του μέτρου, να ξεσπάσει μαζικός θάνατος σε ψάρια και υδρόβια πουλιά και από τότε να αφανιστούν κυριολεκτικά τα ψάρια από τη λίμνη.

Παράλληλα με την αύξηση της τροφικής κατάστασης της λίμνης από το 1983-1993, περίπου πέντε έτη μετά, η τροφική κατάσταση της λίμνης φαίνεται ότι μετατοπίστηκε από την ευτροφική στην υπερτροφική κατάσταση. Αυτή η κατάσταση φαίνεται να μην είχε επηρεάσει τα βυθιζόμενα μακρόφυτα της λίμνης, σε αντίθεση με το φυτοπλαγκτό, όπου αυτή η τροφική μετατόπιση αντανακλούσε σε μεγάλο βαθμό τη διακύμανση της βιομάζας του φυτοπλαγκτού και στην απόλυτη κυριαρχία των μαζικών και συχνών εμφανίσεων “άνθησης” των κυανοβακτηρίων. Σημειώνεται ότι οι αυξανόμενες συγκεντρώσεις των φωσφορικών στο νερό αντικατοπτρίζουν την αυξανόμενη εξωτερική φόρτιση θρεπτικών ουσιών από τις γεωργικές και βιομηχανικές πηγές σε συνδυασμό με την εσωτερική θρεπτική φόρτωση που προερχόταν από τα επιβαρυμένα ιζήματα της λίμνης και τη ρηχότητά της.

Αν και η λίμνη παρέμεινε υπερτροφική και να κυριαρχείται από εκτεταμένους αφρούς των επιπλεόντων κυανοβακτηρίων, ο κορεσμός του οξυγόνου στο νερό είχε αντίστροφη τάση ως προς τη στάθμη της λίμνης που μειώθηκε σε 1.5 μέτρα (1993) και άρχισε μία προοδευτική μείωση της υποξίας (μειωμένες τιμές οξυγόνου) σε ανοξία (έλλειψη οξυγόνου) από το 1997, όταν το βάθος της λίμνης ήταν μικρότερο από 1 μέτρο. Αυτό είναι πιθανό να είναι συνάρτηση δύο παραγόντων. Πρώτον, γιατί η παραγωγή φυτοπλαγκτού μετατοπίζεται προς την επιφάνεια της λίμνης, όμως η μείωση της στάθμης του νερού διευκόλυνε την επαναιώρηση των ιζημάτων, με τον παραμικρό άνεμο, και η εκρηκτική αφθονία των κυανοβακτηρίων αυξάνει τη θολότητα του νερού δυσκολεύοντας τη φωτοσύνθεση και την παραγωγή οξυγόνου, αλλά και τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών συστατικών. Εξάλλου, οι παρούσα αφρώδη και η εκρηκτική αφθονία από τα κυανοβακτήρια στην επιφάνεια του νερού, μειώνει την ανταλλαγή των αερίων μεταξύ νερού και ατμοσφαιρικού αέρα, καθώς η λίμνη γίνεται υπερτροφική. Από την άλλη πλευρά, η μείωση στάθμης της λίμνης μείωσε τη θετική επίδραση φυτοπλαγκτού ως προς την παραγωγή οξυγόνου, ενώ επιτάχυνε την ολοκληρωτική κατανάλωση του οξυγόνου που

υπήρχε εκεί με την ταυτόχρονη παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα από την αναπνοή των εκεί οργανισμών.

Για την επιστήμη της Λιμνολογίας, η λίμνη Κορώνεια παρέχει μια μοναδική ευκαιρία να παρατηρηθούν οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ υδρολογίας, της τροφικής κατάστασης και του μεταβολισμού του οικοσυστήματος, κατά τη διάρκεια μακροχρόνιας και προοδευτικής πτώσης στη στάθμη μιας λίμνης, η οποία πτώση της στάθμης ελέγχει, στην περίπτωση της λίμνης Κορώνειας, τη επιδείνωση της κατάστασης από τον ευτροφισμό, προς τον υπερτροφισμό ή και στον δυστροφισμό της λίμνης. Και κάτω από τις νέες συνθήκες όπως καθορίζονται από την Οδηγία Πλαίσιο για τα νερά 2000/60ΕΕ, αυξάνονται ολόένα και περισσότερο οι απαιτήσεις για καλής ποιότητας υδατικούς πόρους, αλλά και η κρίσιμη σημασία, ανάλογα με τους στόχους της οποιαδήποτε διαχείρισης, ώστε να καθοριστεί σε κάθε υδατική περιοχή και υδατοσυλλογή, ο ελάχιστος όγκος νερού που και να μπορεί να λειτουργεί προς την κατεύθυνση της προστασίας και διατήρησης των οικοσυστημάτων (χρήση νερού για το περιβάλλον) και των απαιτήσεων του ανθρώπου για την εκπλήρωση των βασικών του αναγκών ως προς τη χρήση του νερού.

Στο σημείο αυτό, και επειδή τα τελευταία χρόνια έχουν αρχίσει να υιοθετούνται δράσεις εξυγίανσης-αποκατάστασης των λιμναίων οικοσυστημάτων, αξίζουν της προσοχής των ενδιαφερόμενων και των μη ειδικών να διατυπωθούν και τα ακόλουθα. Τα περισσότερα διεθνή προγράμματα αποκατάστασης μιας λίμνης βασίζονται σε πρακτικές διαχείρισης που εφαρμόζονται στις βαθιές λίμνες. Δυστυχώς, τα περισσότερα αυτά σχήματα διαχείρισης αποτυγχάνουν να εξετάσουν ή ανεπαρκώς διαχειρίζονται δράσεις μέσα στο οριζόντιο ή κάθετο περιεχόμενο της διαχείρισης, ένα ιδιαίτερα κριτικό στοιχείο, όταν έχεις να κάνεις με αβαθείς λίμνες. Για παράδειγμα, στη λίμνη Κορώνεια επικρατεί μονομερώς το φυτοπλαγκτό με τις διαρκείς “ανθήσεις” του, ενώ στη λίμνη Χειμαδίτιδα, η υπερανάπτυξη των καλαμώνων, είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστική. Έτσι, με την ταπείνωση της στάθμης του νερού, ως πρακτική διαχείρισης για την εξυγίανση, στην πλειονότητα των περιπτώσεων αποτυγχάνουμε την εξυγίανση αβαθών λιμνών, καθώς με αυτή τη δράση δεν εκτιμάται όσο θα έπρεπε, η μεταβολή των φυσικοχημικών δεδομένων, καθότι από τη μια υπάρχει συμπίκνωση των “φθοροποιών” παραγόντων του νερού και από την άλλη, στο ίζημα κάθε λίμνης υπάρχει μια “τράπεζα”, ένα εγκλωβισμένο απόθεμα θρεπτικών και άλλων απειλητικών χαρακτηριστικών. Έτσι, προσπαθώντας να διαχειριστούμε τη δομή και λειτουργία των σημαντικών υδροτοπικών εκτάσεων και τους καλαμώνες για παράδειγμα (βλέπε Χειμαδίτιδα), μέσω κάθετων χειρισμών, μειώνοντας τη στάθμη του νερού, είναι καταδικασμένοι αυτοί οι χειρισμοί σε αποτυχία καθώς δεν λαμβάνουμε υπόψη στις φυσικές και χημικές πτυχές της “μνήμης” της λίμνης που εμπεριέχονται στον πυθμένα της. Τελικά, επειδή κάθε λιμναίο οικοσύστημα έχει τη δικιά του “ιστορία”, ηλικία και ταυτότητα

συνθηκών, τα δικά του και μοναδικά δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, τους δικούς του οικοτόπους και την δικιά του πανίδα και χλωρίδα, είναι ανάγκη να τροποποιούμε σε κάθε περίπτωση το τρόπο προσέγγισης στο πρόβλημα και να αναγνωρίζουμε την ιδιαιτερότητά τους, καθώς υπάρχουν θεμελιώδεις διαφορές και ανάμεσα στα λιμναία οικοσυστήματα.

Σήμερα, η Κορώνεια έχει πλέον υποβαθμιστεί και αλλοιωθεί περιβαλλοντικά. Η ελπίδα για την αναβίωση της λίμνης δεν έχει παρέλθει. Πρόσφατα με σχετικές αποφάσεις της εκεί Περιφέρειας, τέθηκαν σε ισχύ διατάξεις που προβλέπεται ότι θα συμβάλλουν στο μετριασμό των δυσάρεστων καταστάσεων και στη προώθηση της προστασίας του περιβάλλοντος, ενώ βαθμιαία, αλλά μακρόχρονα, είναι δυνατή, καθώς διατείνονται οι αρμόδιοι, η αντιστροφή της υποβάθμισης με εφικτά μέτρα, πρακτικές και διαχειριστικά σχέδια. Μεταξύ των προτεραιοτήτων είναι να συγκεντρωθεί εκ νέου νερό την λίμνη που θα φτάνει τα 4 μέτρα, αφού οι δύο χείμαρροι στο Σχολάρι και στα Λαγκαδίκια μπορούν να φέρουν νερό της βροχής. Ένα από τα πολλά σχέδια αποκατάστασης της λίμνης προτείνει μεταξύ των άλλων κυρίως έργα επεξεργασίας αστικών λυμάτων και βιοτεχνικών αποβλήτων, έργα διαμόρφωσης αναχώματος και βαθέων ενδιαιτημάτων και ενωτικής τάφρου Κορώνειας-Βόλβης. Επίσης σημειώνεται ότι ζωτικής σημασίας μέτρα για την ορθολογική διαχείριση του συστήματος έδαφος-φυτό-νερό είναι η προστασία του υδατικού δυναμικού της λίμνης και απαραίτητα ο φυσικός εμπλουτισμός του φρεάτιου υδροφορέα. Τονίζεται ότι οι δράσεις αυτές και άλλες θα αποτελέσουν τον πυρήνα ενός πρότυπου ‘Περιβαλλοντικής Διαχείρισης’ για την περιοχή.

Σταχυολογημένες πηγές: **Manakou, et al., 2013** (Desal., Water Treatm., 51, 13-15, 2955-2976, A mathematical approach to restore the water balance of lake Koronia), **Michaloudi et al., 2012** (Intern., Rev., Hydrob., 1-15, Plankton succession in lake Koronia after intermittent dry-out), **Oikonomou et al., 2012** (The Scientific World J., doi, 10.1100/2012 no 504135, Plankton microorganisms coinciding with two consecutive mass fishkills in a newly reconstructed lake), **Moustaka-Gouni et al., 2012** (European Wat., 40, 43-51, Plankton changes for restoration plans of lakes Kastoria and Koronia), **Genitsaris et al., 2011b** (Front., Biosc., 3, 772-787, Airborne algae and cyanobacteria- occurrence and related health effects), **Mazaris et al., 2010** (J., Biogeogr., 37, 1341-1351, Biogeographical pattern of freshwater micro and macroorganisms in the eastern Mediterranean), **Μπρομπονά, 2010** (Μεταπ., Διατρ., Πανεπ., Πατρών, 159σελ., Περιβαλλοντικοί παράμετροι λίμνης Παμβωτιδας, Κορώνειας, Κουμουνδούρου κ.ά, **Genitsaris et al., 2009** (FEMS Microb., Ecol., 69, 75-83, Microscopic eukaryotes living in a dying lake- Koronia), **Michaloudi et al., 2009** (J. Plank., Res., 31, 301-209, Plankton community during an ecosystem disruptive algal bloom of *Prymnesium parvum*), **Παπαδόπουλος και συν., 2009** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, Υδρογαία, Ποσοτική αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας μέσω της αλλαγής του συστήματος άρδευσης), **Manakou, et al., 2008** (Risk Anal., VI, 8pp, Hazards that threaten Greek wetlands-the case of lake Koronia), **Alexandridis et al., 2007** (Envir., Manag., 39, 2, 278-290, Sustainable scenario for lake Koronia), **Beklioglu, Romo, Kagalou et al., 2007** (Hydrob., 584, 317-326, State of the art in the functioning of shallow Mediterranean lakes), **Gantidis et al., 2007** (Env., Monit., Asses., 125, 1-3, 175-181, Quality characteristics of Koronia and Volvi lakes), **Moustaka-Gouni et al., 2007** (Harm., Algae News, 35, 6-7, *Arthrospira-Anabaenopsis* bloom and the massive mortality of birds in lake Koronia), **Mylopoulos et al., 2007** (Water Intern., 32, 1, 720-738, Integrated water management plans for the restoration of lake Koronia), **Christophoridis, Fytianos, 2006** (J. Environ. Qual., 35, 1181-1192, Conditions affecting the release of phosphorus from surface lake ediments in Koronia and Volvi lakes), **Chrisman, Mitraki, Zalidis, 2005** (Ecol., Engin., 24, 4, 379-389, Integrating approaches for management of shallow lakes, Koronia and Chimaditida), **Michaloudi, 2005** (Belg., J., Zool., 135, 2, 223-227, Zooplanktons dry weights in lake Mikri Prespa), **Fytianos, Kotzakioti, 2005** (Envir., Monit., Asses., 100, 1, 3, 191-200, Phosphorus in lakes Koronia and Volvi), **Michaloudi et al., 2004** (Biol., Bratisl., 59, 2, 165-172, Zooplankton of lake Koronia), **Moustaka-Gouni et al., 2004** (Harm., Algae News, 26, 1-2, *Prymnesium parvum* bloom and mass kill of birds and fish in lake Koronia), **Petaloti et al., 2004** (Envir., Sc., Poll., Res., 11, 11-17, Nutrient dynamic in shallows lakes of northern Greece), **Mitraki et al., 2004** (Limnol., 34, 110-116, Shift from autotrophy to heterotrophy with cultural eutrophication and progressive water-level reduction in lake Koronia), **Τζιμόπουλος και συν., 2004** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 147σελ., Σχέδιο αποκατάστασης λίμνης Κορώνειας), **Fytianos, Lourantou, 2004** (Environ., Intern., 30, 1, 11-17, Metals in sediments from lakes Koronia and Volvi), **Βεράνης, Καρτιτζόγλου, 2003** (Τεχν., Έκθ., ΙΓΜΕ56σελ., Υδρολογικό ισοζύγιο λίμνης Κορώνειας), **Kaiserli et al., 2002** (Chemosph., 46, 8, 1147-1155, Phosphorus in sediments of lakes Koronia and Volvi), **Μουζούρη και συν., 2002** (Πανελλην., Γεωγρ., Συν., Πρακτικά 1, 202-209, Υδρολογικό ισοζύγιο και εξέλιξη

μορφομετρικών χαρακτηριστικών λίμνης Κορώνειας), **Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη), **EC, 1999** (European Commission, Directorate General XVI, Regional Policy and Cohesion, Final Report: Environmental rehabilitation of Lake Koronia, Greece), **Hellenic Ministry of Agriculture, 2001**(Directorate of Land Reclamation. Water quality characteristics of Greek rivers and lakes. Athens, Greece), **EC, 1998**, (European Commission, Directorate General XVI, Regional Policy and Cohesion,): Final Report: Annexure 2. Environmental rehabilitation of Lake Koronia, Greece), **Gerakis et al., 1998** (Agric., Ecos., Environ., 70, 2-3, 119-128, Agricultural activities affecting Ramsar wetlands of Greece), **Kungolos et al., 1998** (Fres., Env., Bull., 7, 615-622, Water quality and toxicity in Koronia lake), **Hellenic Ministry of Environment, Physical Planning and Public Works, 1996** (Environmental Planning Division, Prefectures of Thessaloniki, Management program of the protected area of lakes Koronia, Volvi and their surrounding areas), **Papastergiadou, Babalonas, 1993** (Willdew., 23, 137-142, Aquatic flora of N.Greece), **Tsiouris et al., 1993** (Techn., Report EKBY, Effects of agricultural practices on the quality of surface runoff water and transported soil sediments in the watershed of lake Koronia, Greece), **Fotis et al., 1992** (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Vasilikiotis et al., 1990** (J., Environ., Sc., Health, 25, 6, 611-620, Chemical pollution of the lake Koronia), **Παπαστεργιάδου, 1990** (Διδσκ., Διατρ., 266σελ., για τα υδρόβια φυτά στη βόρεια Ελλάδα), **Koussouris, Photis et al., 1989** (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece), **Βαφειάδης, 1988** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 48σελ, Υδρογεωλογική προμελέτη λίμνη Βόλβης), **Μουρκίδης, 1986** (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 26,217-238, Οι λίμνες της Β. Ελλάδος, Η χρήση γης και φορτίο των λιμνών Κορώνεια και Βόλβη), **Μουρκίδης και συν., 1978** (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 21, 5, 95-123, Λίμνες της Β. Ελλάδος. I Βαθμός ευτροφισμού), **Κυλικίδης και συν., 1984** (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 22, 281-309, Οικολογική έρευνα στις λίμνες Β. Ελλάδας Αγ.Βασιλείου, Δοϊράνης, Βιστωνίδα), **Ψυλοβίκος, 1977** (Διδσκ., Διατρ., ΑΠΘ, 156σελ, Παλαιογεωγραφική εξέλιξη της Μυγδονίας λεκάνης),

Λίμνη Νησί, Έδεσσας

(Natura2000=GR1240004, για τη τεχνητή λίμνη Άγρα,
Κ.Μακεδονία)



Η λίμνη Νησί της Έδεσσας, είναι μέρος της υδροτοπικής περιοχής της τεχνητής λίμνης του Άγρα-Βρυττών, συνολικής έκτασης περίπου 6000 στρεμμάτων και βρίσκεται 6 χιλιόμετρα βορειοδυτικά της πόλης της Έδεσσας. Η λίμνη τροφοδοτείται από πηγές του Εδεσσαίου ποταμού, ενώ μέχρι το 1990 ήταν υδρολογικά εξαρτημένη από τη λίμνη Βεγορίτιδα. Με την κατασκευή του υδροηλεκτρικού φράγματος το 1955 στον πυρήνα του υγρότοπου, δημιουργήθηκε η τεχνητή λίμνη του Άγρα. Σήμερα, το οικοσύστημα της περιοχής έχει ιδιάζοντα χαρακτηριστικά, καθώς δεν μοιάζει ούτε με λίμνη, αλλά ούτε και με ποταμό.

Η λίμνη του Νησιού, ή ο τυρφώνας του Νησιού (υψόμετρο +475 και +480 μέτρα), αναφέρεται σήμερα ως τεχνητή λίμνη Άγρα (GR1240004). Αξίζει να την αναφέρουμε, καθώς η περιοχή αποτελεί ένα εκτεταμένο σύγχρονο ελώδες πεδίο που καταλαμβάνει έκταση περίπου 12 Km² και που αναπτύσσεται σε μια επιμήκη και στενή λεκάνη τη λεκάνη του Νησιού ή Άγρα. Οι ελώδεις εκτάσεις της περιοχής ήταν γνωστές στην αρχαιότητα ως έλος ‘‘Τιάβου’’. Η περιοχή οριοθετείται νότια και νοτιοδυτικά από τον ορεινό όγκο του Βέρμιου, από τα βόρεια και βορειοδυτικά από την οροσειρά του Βόρα, από τα ανατολικά με χαμηλούς λόφους και την κοιλάδα του Εδεσσαίου ποταμού (ή Άγρα ή Βόδα) και από τα δυτικά περιορίζεται από λόφους που χωρίζουν την περιοχή από τη γειτονική λεκάνη της Πτολεμαΐδας, Αμύνταιου και τη λίμνη Βεγορίτιδα. Στο βόρειο τμήμα του τυρφώνα και περιθωριακά του υπάρχει εκτεταμένη ζώνη γεωργικής καλλιέργειας, αλλά και περιφερειακά κανάλια αποστράγγισης του έλους, με συνέπεια τον περιορισμό της σύγχρονης τυρφογένεσης.

Σε γενικές γραμμές, στην Ελλάδα κάθε ενδοηπειρωτικός τυπογενής τυρφώνας, με κατεύθυνση από το χερσαίο περιβάλλον με τα υγρά λιβάδια προς το λιμναίο περιβάλλον, αποτελείται από α) το τελματικό πεδίο όπου φυτρώνουν διάφορα αγροστώδη, και ακολουθεί η ζώνη με τα *Cladium mariscus* και *Carex* spp., β) το λιμνοτελματικό πεδίο όπου υπάρχει η ζώνη με τα είδη *Phragmites australis*, *Scirpus* spp., *Typha* spp., *Juncus* spp., *Cyperus* spp. Σε αυτό το πεδίο και στη γειτνίασή του με το λιμναίο περιβάλλον συναντώνται κυρίως τα είδη *Nymphaea* spp., *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. filiformis*, *Myriophyllum venticillatum*, *Ceratophyllum demersum*, *Chara vulgaris*, *Nitella flexilis*, *Utricularia minor*, *U. vulgaris*, *Vallisneria spiralis*, και άλλα.

Καταγράφεται ότι στη λίμνη του Νησιού, ο τυρφώνας αναπτύχθηκε κατά τη σταδιακή χερσοποίηση του αρχικού λιμναίου περιβάλλοντος ως αποτέλεσμα είτε επιβράδυνσης της βύθισης του υποβάθρου (τεκτονικός παράγοντας), είτε επικράτησης έντονα ξηρών συνθηκών (κλιματικός παράγοντας) ή και ως συνδυασμός αυτών. Σήμερα το λιμναίο περιβάλλον καλύπτει την αξονική περιοχή του τυρφώνα στο κεντρικό και νότιο τμήμα της λεκάνης, ενώ σχεδόν παράλληλα με τον άξονα της λίμνης ρέει ο Εδεσσαίος ποταμός.

Το κύριο τυρφογενετικό φυτικό είδος της περιοχής είναι το ασβεστόφιλο σπαθόχορτο ή κοψιάς *Cladium mariscus*, και τα *Carex limosa*, *Cyperus longus*, *Scirpus* spp., αλλά και άλλα τυρφογενετικά είδη όπως στα ενδιάμεσα λιμνοτελματικά πεδία οι καλαμώνες με *Phragmites australis*, *Typha* spp., ενώ στις λιμναίες συνθήκες τα *Myriophyllum* spp., *Nymphaeaceae* και κατά θέσεις το *Iris pseudacorus*.

Αυτός ο τυρφώνας στο Νησί της Έδεσσας, χαρακτηρίζεται ως ενδοηπειρωτικός ασβεστο-αλκαλικός τοπογενής ποωτυρφώνας, τα χαρακτηριστικά του οποίου ελέγχονται από τη συνδυαστική επίδραση της τεκτογενούς δραστηριότητας και των κλιματικών συνθηκών.

Σήμερα, το λιμναίο περιβάλλον τοποθετείται σε δυο μικρές λεκάνες. Η μικρότερη βορειοδυτικά της κύριας λίμνης που είναι και μεγαλύτερη (τεχνητή λίμνη Άγρα) και τοποθετείται σχεδόν στην κατεύθυνση ανατολή-δύση, παράλληλα προς τον Έδεσσαίο ποταμό. Το πλέον χαρακτηριστικό του υγροτοπικού περιβάλλοντος είναι η ποικιλομορφία και το μωσαϊκό της υδρόβια μακροφυτικής χλωρίδας που είναι εντυπωσιακά. Συνολικά έχουν καταγραφεί 325 taxa (είδη, ποικιλίες, υποείδη, μορφές), από τα οποία κυριαρχούν στην περιοχή τα υδρόβια μακρόφυτα *Cladium mariscus* (δημιουργεί τύπους οικοτόπους που προστατεύονται κατά προτεραιότητα), *Sparganium erectum*, *Vallisneria spiralis*, *Centaurea grisebachii*, *Alisma plantago aquatica*, *Sedum acre*, *Carex acuta*, *C. davalliana*, *C. distans*, *C. divisa*, *C. humilis*, *C. riparia*, *C. polyphylla*, *C. pseudocyperus*, *C. caryophyllea*, *C. flacca*, *Cyperus longus*, *Eleocharis palustris*, *Scirpus lacustris*, *Potamogeton* spp., *Myriophyllum* spp., και πολλά άλλα. Δηλαδή, ο κυρίαρχος τύπος βλάστησης στον υγρότοπο είναι οι καλαμώνες, με χαρακτηριστικά είδη τα σπαθόχορτα ή κοψιά, καλάμια, βούρλα και ψαθιά, η επέκταση των οποίων όμως σε κάποιες περιπτώσεις γίνεται σε βάρος άλλων βιοτόπων του υγροτόπου.

Στο δυτικό κυρίως τμήμα της λίμνης και κοντά στον οικισμό των Βρυττών, όπου διατηρούνται ενεργοί επιφανειακοί τυρφώνες, σχηματίζονται υγρά λιβάδια, με κυρίαρχο φυτό το σπαθόχορτο *Cladium mariscus* και χαρακτηριστικά είδη τα καλάμια, τα ψαθιά και τα βούρλα, δημιουργώντας "ασβεστούχους βάλτους", οικοτόπους προτεραιότητας για την Ε.Ε. με βάση την Οδηγία των Οικοτόπων. Στα υγρά λιβάδια παρατηρούνται κάθε χρόνο μοναδικά φυτά, όπως είναι οι ίριδες και οι ορχιδέες (*Cephalanthera longifolia*, *Epipactis palustris*, *Orchis palustris*, *Dactylorhiza maculata*, *Dactylorhiza incarnate*, *Ophrys sphegodes*, κλπ.). Πρόκειται πάντως για ασταθή και ευαίσθητα οικοσυστήματα, άμεσα εξαρτώμενα από τη διατήρηση συγκεκριμένης στάθμης του υγροφορέα, με μεγάλη οικολογική σημασία, αφού αποτελούν δείκτη διατήρησης των περιβαλλοντικών και υδρολογικών συνθηκών στην περιοχή. Το ευαίσθητο αυτό οικοσύστημα κινδυνεύει από τις διαταραχές της υδρολογίας, την σε βάρος του επέκταση των καλαμώνων και των καλλιεργειών και σε κάποιες περιπτώσεις και από την ανεξέλεγκτη βόσκηση. Κατά

μήκως των καναλιών και σε παρόχθιες θέσεις απαντούν υδρόφιλα είδη όπως ιτιές και λεύκες, ενδιαιτήματα πολύ σημαντικά για τη διαβίωση σπάνιων αρπακτικών και υδρόβιων πουλιών. Στις υδάτινες επιφάνειες κυριαρχούν πλευστόφυτα όπως οι ποταμογείτονες και τα νούφαρα, δημιουργώντας θέσεις κατάλληλες για την απόθεση των αυγών των ψαριών.

Στον υγρότοπο φιλοξενούνται αρκετοί ζωικοί οργανισμοί. Από τα θηλαστικά, πιο χαρακτηριστικό είναι ο μυοκάστορας, είδος που τρέφεται με υδρόβια φυτά και σημαντικότερο η βίδρα. Ο λιμνοβάτραχος και το νερόφιδο είναι τα πιο κοινά από τα πολλά είδη αμφίβια και ερπετά του υγροτόπου. Η λίμνη φιλοξενεί σε αραιούς πληθυσμούς με αρκετά είδη ψαριών. Τα είδη που έχουν καταγραφεί στη λίμνη είναι τα εξής: γλίνι (*Tinca tinca*), τσιρώνι (*Rutilus rutilus*), κέφαλος (*Leuciscus cephalus*), γριβάδι (*Cyprinus carpio*), κουτσουνάς (*Carassius carassius*), πεταλούδα (*Carassius auratus gibelio*), γουλιανός, μπριάνα, πλατίκα, τούρνα και άλλα. Τα τελευταία χρόνια έχουν εισαχθεί από τον άνθρωπο πεταλούδες, ιταλικοί κυπρίνοι, κουνουποφάγοι και πρόσφατα ο χορτοφάγος κυπρίνος. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί η συνύπαρξη στον υγρότοπο δύο ειδών караβίδας, ενός αυτόχθονου (*Astacus torrentium* και όχι το *A.fluviatilis*) και ενός εισαγόμενου αμερικάνικου είδους. Η ιχθυοπανίδα της περιοχής, μαζί με τις караβίδες, στήριζαν παλιότερα αρκετούς επαγγελματίες ψαράδες, σήμερα όμως έχει σχεδόν εξαλειφθεί η αλιευτική παραγωγή.

Τα πουλιά θεωρούνται η σπουδαιότερη ομάδα ζωικών οργανισμών του υγροτόπου, συνιστώντας το βασικό λόγο προστασίας του. Εδώ αναπαράγονται παγκόσμια και ευρωπαϊκά προστατευόμενα είδη πουλιών, όπως η βαλτόπαπια, το μουστακογλάρονο και ο μικροτσικνιάς, καθώς και τα κοινότερα πουλιά, με μόνιμη παρουσία στην περιοχή, όπως ο κύκνος, η φαλαρίδα, το νανοβουτηχτάρι και η νερόκοτα. Την άνοιξη και το φθινόπωρο εμφανίζονται αρκετά μεταναστευτικά, με σημαντικότερα τα δύο είδη πελεκάνων, αρκετά είδη ερωδιών, αλλά και σπάνια αρπακτικά, όπως ο χρυσαετός. Στον υγρότοπο μέχρι σήμερα έχουν παρατηρηθεί 164 είδη πουλιών. Από το 2009 ορίστηκαν τα είδη προτεραιότητας του υγροτόπου, όπως αυτά περιγράφονται από την Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη και συμπληρώθηκαν με είδη που προέκυψαν από την παρακολούθηση των ετών 2008 και 2009. Μεταξύ αυτών είναι η βαλτόπαπια (*Aythya nyroca*), ο αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*), το γκισάρι, (*Aythya ferina*), ο νυχτοκόρακας (*Nycticorax nycticorax*) κ.ά. Η βαλτόπαπια είναι ένα είδος που παρατηρείται κυρίως τέλος καλοκαιριού και το φθινόπωρο. Κατά την αναπαραγωγική περίοδο προτιμά τη "σιγουριά" που εξασφαλίζουν οι πυκνοί καλαμιώνες, οπότε δύσκολα γίνεται αντιληπτή. Αντίθετα, ο κύκνος (*Cygnus olor*) είναι ένα είδος που παρατηρείται εύκολα στον υγρότοπο καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, άλλωστε από κάποιους η περιοχή αποκαλείται η "λίμνη των κύκνων". Σε αυτό το σημείο, αξίζει να αναφερθεί ότι στο

παρελθόν η ΔΕΗ είχε εισάγει κύκνους στον υγρότοπο. Στην προσπάθεια να μείνουν οι νεαροί κύκνοι στη λίμνη σχεδόν κάθε χρόνο με ανάλογους χειρισμούς μειωνόταν η πτητική ικανότητα των πουλιών. Η τακτική αυτή έχει σταματήσει πια μετά από παρεμβάσεις της Ορνιθολογικής. Από σχετικές μελέτες έχει διαπιστωθεί ότι μεταξύ των άλλων ο νυχτοκόρακας τρέφεται σε παρόχθια βλάστηση, ο κρυπτοτσικνιάς (*Ardeola ralloides*) σε παρυφές καλαμιών, ενώ ο μικροτσικνιάς (*Ixobrychus minutus*) επέλεγε και τους δυο οικοτόπους για τροφοληψία. Εξάλλου, πάνω από 68 είδη πτηνών χρησιμοποιούν την περιοχή για φώλιασμα, διαχείμανση και αναπαραγωγή, ενώ η περιοχή είναι σημαντική για μια από τις τέσσερις αποικίες του μουστακογλάρου (*Chlidonias hybridus*) στην Ελλάδα και του σπανιότατου στην χώρα μας μαυρογλάρου (*Chlidonias niger*). Μεταναστευτικά πουλιά, όπως οι πελεκάνοι, χρησιμοποιούν τη λίμνη ενώ εδώ είναι μια από τις λίγες γνωστές περιοχές αναπαραγωγής της ροπαλόπαπιας (*Netta rufina*).

Σε δειγματοληψίες του 2004/2005 καταγράφονται οι εξής φυσικοχημικοί παράγοντες για τα νερά της περιοχής: διαλυμένο οξυγόνο= 4.95-13.25 mg/l, ηλεκτρική αγωγιμότητα= 0.64-0.78 mS/cm, ολική αλκαλικότητα= 4.8-8.2 meq/l HCO₃, θειικά= 0.22-0.36 meq/l SO₄⁻, νιτρικά= 0.01-0.11 meq/l NO₃⁻, χλωριόντα= 0.3-0.4 meq/l Cl⁻, K= 0.07-0.08 meq/l, Na= 0.32-0.41 meq/l, και SAR= 0.16-0.22. Εξάλλου, σε παλαιότερες δειγματοληψίες του 1999-2000, που παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των σχετικών αναλύσεων στους παρακάτω πίνακες, φαίνεται ότι τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της λίμνης Νησιού, Έδεσσας, και ειδικότερα η ποιότητα των νερών είναι καλή για άρδευση με υψηλές όμως συγκεντρώσεις ασβεστίου, μαγνησίου, χρωμίου και ψευδαργύρου, ενώ έχουν χαμηλό φορτίο οργανικών ρύπων.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Νησιού, Έδεσσας (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση ετών 1999-2000)	
Παράμετρος	Επιφάνεια
Θερμοκρασία, °C	14.6+ ₋ 5.5
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	7.1+ ₋ 1.5
Αγωγιμότητα, μS/cm	589+ ₋ 89
pH	7.7+ ₋ 0.3
BOD ₅ , mg/l	2.8+ ₋ 0.8

Χλωριόντα,mg/l	7.1+-1.2
Θειικά ιόντα, mg/l	10+_2
Ολικ. Αλκαλικότητα, mg/l CaCO ₃	358+_16
Στερεό υπόλειμμα, mg/l	0.036
Σκληρότητα, mg/l	377+_49
Πηγές: Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000), .	

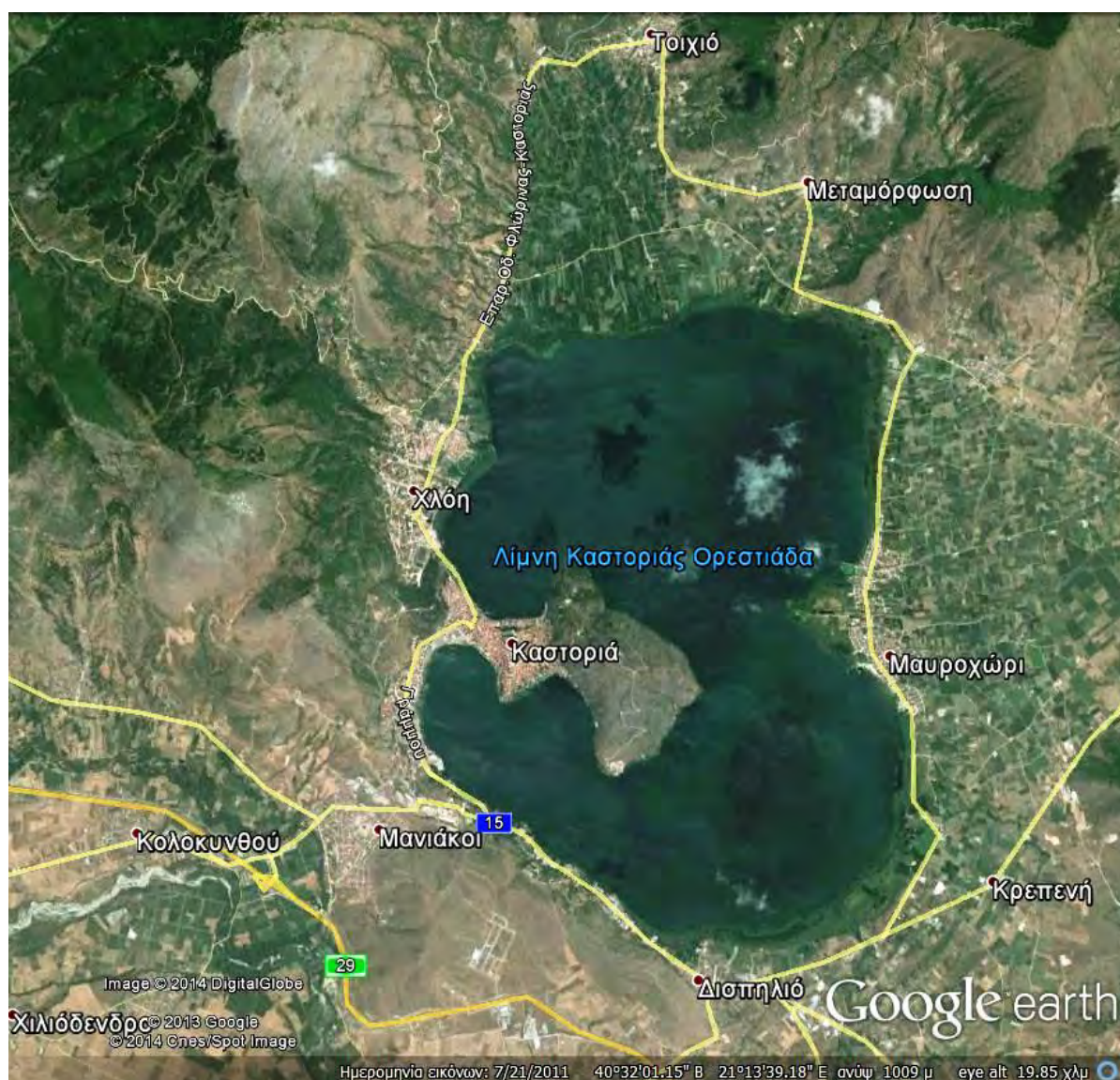
Θρεπτικά Άλατα και άλλα Λίμνης Νησιού, Έδεσσας (Μέση Τιμή και Τυπική Απόκλιση ετών 1999-2000)	
Παράμετρος	Επιφάνεια
Ολικός Φώσφ., mg/l	0.080+_0.065
NO ₂ ⁻ , mg/l	0.076+_0.123
NO ₃ ⁻ , mg/l	2.1+_0.66
NH ₄ , mg/l	0.040+_0.054
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	9.65+_2.08
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	47.50+_11.81
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	72.70+_4.46
Χρώμιο ολικό, Cr, µg/l	8.46+_9.10
Ψευδάργυρος ολικός, Zn, µg/l	721.8+_882.2
S.A.R.	0.22+_0.02
Πηγές: Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη),	

Σταχυολογημένες πηγές: **Grigoriadis et al., 2009** (Plant Biosys., 143, 1, 162-172, Habitat and characteristics of the Agrab wetland), **Καλαϊτζίδης, 2007** (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 350σελ., Εξέλιξη της τυρφογένεσης στην Ελλάδα), **Grigoriadis et al., 2007** (Plant Biosyst., 143, 1, 162-172, Hydrological, hydrochemical characteristics of the Agrab wetland), **Papademetriou et al., 2005** (EAAP public., Ed., Georgoudis, Rosati, Mosconi, No 115, 140-144, Flora of the Agra lake), **Χρηστάνης, και συν., 1999** (Τεχν., Έκθεσ., ΠΕΝΕΔ95, 173σελ., Ομβρογενείς και τοπογενείς τυρφώνες του Ελληνικού χώρου), **Christanis, 1994** (Int., J., Coal Geol., 26, 63-77, The genesis of the Nissi peatland), **Παυλίδης, 1989** (BIOS, 1, 159-170, Η βλάστηση των υδρόβιων μακροφύτων της τεχνητής λίμνης Άγρα),

- Λίμνη Ορεστιάδα

ή Λίμνη της Καστοριάς

(Natura2000=GR1320001, Δυτική Μακεδονία, Καστοριά):



Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Ορεστιάδας

Επιφάνεια Λίμνης (διακύμανση)	26.6-28Km ²	Υψόμετρο Λίμνης (μέση απόλυτη στάθμη), 629.624m-ανώτερο επίπεδο 1995-2005, 629.48 m-Μάρτιος 1999, 626.754m-κατώτερο επίπεδο στάθμης)	+629.2m
Υδρολογική Λεκάνη (περιορίστηκε από ρέμα Γκιόλι και δημόσια οδό Δισπηλιού-Κορησού)	263.6Km ²	Μέγιστο Μήκος	8.4Km
Όγκος Λίμνης X10 ⁶ (στη μέση στάθμη)	110m ³	Μέγιστο Πλάτος	5.8Km
Μέγιστο Βάθος (διακύμανση)	8.3-9.5m	Μήκος Ακτών	35.8Km
Μέσο Βάθος	4.2m	Χρόνος Παραμονής του Νερού στη Λίμνη (t=V/Q, V= όγκος λίμνης, Q=όγκος νερού που εκρέει από λίμνη,)	1.85 έτη (V/Q=110 X10 ⁶ m ³ /59.5 X10 ⁶ m ³)
πηγές: Παναγιώτου, 2012 (Πτυχ., Εργασ., Χαροκ., Πανεπ., 114 σελ., Γεωμορφολογική,οικολογική χαρτογραφική λίμνης Καστοριάς), Παυλόπουλος και συν., 2009 (Ανάσκαμμα, περιοδ., τευχος 3, εκδ., Χουρμουζιάδη, Γεωμορφολογική χαρτογράφηση λίμνης Καστοριάς), Δρούγκα, 2006 (Πτυχ., Εργασ., Χαροκ., Πανεπ., 117 σελ., Γεωμορφολογική μελέτη Καστοριάς), Τολίκας και συν, 2000 (Τεχν.,Έκθεσ., ΑΠΘ, 128σελ., Παροχές φερτών και ποιότητα νερού στη λεάνη απορροής της Καστοριάς), Παναγόπουλος και συν., 1997 (Τεχν.,Έκθεσ., Αναπτυξιακή Καστοριάς, Α'φάση, 267σελ., Οριοθέτηση υγροτόπου λίμνης) Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.			

Η λίμνη Ορεστιάδα, βρίσκεται σχεδόν στη μέση της λεκάνης που σχηματίζουν τα βουνά Βόιο, Τρικλάριο, Βέρνο και Βίτσι προς τα βόρεια και οι απολήξεις του Ασκίου προς τα ανατολικά. Η σημερινή λίμνη, που εκτιμάται ότι σχηματίστηκε πριν από περίπου 10 εκατομμύρια χρόνια, κατά το Μειόκαινο, αποτελεί υπόλειμμα μιας άλλοτε εκτεταμένης λίμνης με έκταση περίπου 164 Km², και μέγιστου βάθους γύρω στα 50 μέτρα, κατά τη τεταρτογενή γεωλογική περίοδο. Σήμερα, η λίμνη της Καστοριάς, τροφοδοτείται από τα νερά του ρέματος της Βυσσινιάς, του Ξηροπόταμου, των επιφανειακών νερών της λεκάνης, αλλά

και υπολίμνιων αναβλύσεων. Τα πλεονάζοντα νερά της λίμνης διοχετεύονται στον ποταμό Αλιάκμονα, ο οποίος περνά σε απόσταση μόλις 2 Km από τη δυτική όχθη της. Η λίμνη έχει νεφροειδές σχήμα και στο ανατολικό τμήμα της εισχωρεί δυτικά μία χερσόνησος τριών χιλιομέτρων, πάνω στην οποία είναι κτισμένη η πόλη της Καστοριάς. Παλαιότερες μετρήσεις ανέφεραν ότι είχε επιφάνεια 29 Km², μέγιστο μήκος 7 Km και μέγιστο πλάτος 5 Km περίπου. Στην νοτιοδυτική όχθη της λίμνης, στο Δισπηλιό, έχει βρεθεί ένας οικισμός προϊστορικής εποχής. Εκεί, πλάι στη λίμνη κατασκευάστηκαν οχτώ προϊστορικές καλύβες, εξοπλισμένες με την οικοσκευή της εποχής, ενώ έχει επιχειρηθεί ακόμη και η αποκατάσταση της χλωρίδας που υπήρχε τότε στην περιοχή.

Η λίμνη Ορεστιάδα είναι τεκτονικής προέλευσης με καρστική τη φύση της. Η μορφολογία της περιοχής συν-διαμορφώνεται από τη γεωλογική δομή και σύσταση, την τεκτονική δράση και τις διαβρωτικές διεργασίες. Η σύσταση του πυθμένα της λίμνης και η παρόχθια ζώνη της είναι σε γενικές γραμμές, πηλοαμμώδης αμμώδης ή λασπώδης. Ο πυθμένας της λίμνης καλύπτεται από κλαστικά και βιογενή-βιοχημικά υλικά. Τα κλαστικά προέρχονται από τα φερτά υλικά χειμάρρων και ρεμάτων, εξαιτίας της έντονης διάβρωσης της γύρω εδαφικής περιοχής. Το βιογενή-βιοχημικά υλικά αποτελούν φυσικά υπολείμματα της χλωρίδας και πανίδας, λήμματα παραλίμνιων οικισμών, κτηνοτροφικών μονάδων, και άλλα. Εδώ και χρόνια ο περιορισμός της λιμναίας χωρητικότητας πραγματοποιείται με δύο κυρίως διεργασίες: α) λόγω της προώθησης των δελταϊκών αποθέσεων χειμάρρων και ρεμάτων προς το εσωτερικό της λίμνης -επιφανειακή πρόσχωση, μειώνεται η επιφάνεια της λίμνης κατά 8.5%, και β) λόγω των συνεχιζόμενων αποθέσεων λεπτόκοκκων αιωρούμενων υλικών σε ολόκληρο τον πυθμένα της -πυθμενική πρόσχωση, περιορίζεται το μέσο βάθος της κατά 10.33%,. Εξάλλου, σημειώνεται ότι λόγω της έντονης υποβάθμισης-αποσάθρωσης, που επικρατεί στον ορεινό χώρο της υδρολογικής λεκάνης, οι ποσότητες των υλικών που παράγονται και διακινούνται προς τα κατάντη είναι σημαντικές και η συγκρότησή τους είναι αδρομερής. Επίσης, τα μέχρι σήμερα υδρονομικά έργα που εκτελέστηκαν στην περιοχή, δεν κατέστη δυνατό να ελέγξουν την παραγωγή και μεταφορά των φερτών υλών προς τη λιμναία λεκάνη.

Για πολλές δεκαετίες, μέχρι και το 1995 (το 1996 γίνεται έναρξη της λειτουργίας μονάδας βιολογικού καθαρισμού στη περιοχή της Καστοριάς), η λίμνη δεχόταν τα αστικά λύματα της πόλης, αλλά και τα απόβλητα της επεξεργασίας και βαφής των γουναράδικων. Αυτά, ουσιαστικά διαμόρφωσαν τον εύτροφο χαρακτήρα της λίμνης, με συνέπεια τη συχνή εμφάνιση “ανθίσεων του νερού” σε όλη τη διάρκεια του έτους. Επίσης κατά καιρούς, πραγματοποιήθηκαν διάφορες επεμβάσεις στη λίμνη, είτε με στόχο την αύξηση των ιχθυαποθεμάτων (π.χ. εμπλουτισμός με κυπρινοειδή) ή για αισθητικούς λόγους (π.χ. κοπή των καλαμών, απομάκρυνση των μακροφύτων, χρήση φυτοφαρμάκων για τη μείωση των κυανοβακτηρίων), οι οποίες φαίνεται ότι ευνόησαν ακόμη περισσότερο

την εμφάνιση ανθίσεων του νερού. Η λίμνη Ορεστιάδα, αν και πρόκειται για μια φυσική λίμνη, με στόχο τη διατήρηση της στάθμης σε σχετικά σταθερά επίπεδα (κατώτερο επίπεδο στάθμης: 626,754 m από την επιφάνεια της θάλασσας), οι εκροές της είναι ελεγχόμενες μέσω θυροφράγματος. Ειδικά κατά την περίοδο χειμώνα-άνοιξης, που οι εισροές προς τη λίμνη είναι αυξημένες, λόγω υψηλών και συχνών βροχοπτώσεων, αλλά και από το λιώσιμο του χιονιού στη γύρω περιοχή της λεκάνης απορροής της λίμνης. Έτσι, όταν η στάθμη της αυξάνεται σε σημείο που η λίμνη αρχίζει να “επεκτείνεται”, απομακρύνεται νερό, μέσω του θυροφράγματός της, στην περιοχή απορροής της.

Οι χρόνιες αστικές απορρίψεις από την πόλη της Καστοριάς (παρότι το 1996 άρχισε η λειτουργία μονάδας βιολογικού καθαρισμού), κατά κύριο λόγο, έχουν δημιουργήσει εδώ και πολλά χρόνια ευτροφισμό στα νερά της λίμνης, ενώ όλα τα επακόλουθά του είναι εμφανή, ιδιαίτερα σε περιόδους με ανομβρία. Έτσι, στις αβαθείς περιοχές, που άλλοτε εύρισκαν καταφύγιο τα ψάρια και αποτελούσαν πεδία ωοτοκίας και διαβίωσης των νεαρών ψαριών, αρχίζουν να σπανίζουν, καθώς οι ασφυκτικές συνθήκες για την υδρόβια ζωή είναι ένα συνηθισμένο φαινόμενο. Η άλλοτε πλούσια σε αλιεύματα λίμνη που αποτελούσε, μαζί με την Παμβώτιδα στα Γιάννενα, το σπουδαιότερο αλιευτικό κέντρο της ηπειρωτικής Ελλάδας, σήμερα βρίσκεται σε φθίνουσα κατάσταση, τόσο από άποψη ποσοτική, όσο και από την άποψη της αλλοίωσης των πληθυσμών των ψαριών που είχαν εμπορική σημασία. Στη λίμνη, για μεγάλα χρονικά διαστήματα κυριαρχούν η μικρή διαφάνεια (μέση ετήσια, 1.2 μέτρα), η έλλειψη ή απουσία του διαλυμένου οξυγόνου, η μαζική ανάπτυξη του πλαγκτού, η υπερβολική ανάπτυξη των καλαμιώνων, καθώς επίσης και μεταβολές στη σχετική αφθονία και στην ποιοτική σύνθεση των αλιευμάτων της. Σήμερα, η λίμνη μπορεί να χαρακτηριστεί περιοδικά από ευτροφική μέχρι υπερτροφική, η αισθητική της αξία απειλείται, ενώ το οικοσύστημά της φαίνεται ότι σχετικά δύσκολα αντιπαρέρχεται τις δυσμενείς συνθήκες. Παλαιότερα, επιχειρήθηκε η ορθολογική διαχείριση των καλαμιώνων και της υδρόβιας βλάστησης με κατάλληλη τεχνογνωσία, αλλά η προσπάθεια έμεινε ημιτελής, καθώς δεν ολοκληρώθηκε η όλη προσπάθεια. Επίσης, προτάθηκαν εφικτές επεμβάσεις, διεθνούς αποδεκτής τεχνογνωσίας, ώστε να αποφορτιστεί σταδιακά το επιβαρυνόμενο περιβάλλον (στοχευμένα, με την πρακτική εφαρμογή των ζεολιθών, στο ίζημα του πυθμένα της λίμνης, που έχει επιβαρυνθεί υπέρμετρα από θρεπτικά συστατικά και τοξικές ενώσεις), πρόταση ιδιαίτερα ελκυστική, μια που σήμερα λειτουργούν οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας των λυμάτων της πόλης.

Η λίμνη της Καστοριάς, είναι μια πολυμικτική λίμνη, με κύρια χαρακτηριστικά τον υψηλό χρόνο παραμονής του νερού (μεγαλύτερος από 2 έτη), σε περιόδους μη ελεγχόμενης απομάκρυνσής του. Ως προς τις φυσικοχημικές παραμέτρους (εμπεριστατωμένη έρευνα 1998-1999) υπάρχει ένας ισχυρός εποχιακός κύκλος της θερμοκρασίας του νερού που κυμαίνεται από 0°C

έως $26.8^{\circ}\text{C} \pm 0.4^{\circ}\text{C}$ και με κάθετες διαβαθμίσεις από το Μάιο έως τον Αύγουστο. Η διαφάνεια του νερού, η οποία ήταν γενικά χαμηλή (μέση ετήσια 97.9 ± 36.9 εκατοστών). Το διαλυμένο οξυγόνο μεταβάλλεται αισθητά στο χώρο και το χρόνο, μειούμενο στο $46.2\% \pm 15.1\%$ του κορεσμού στο κατώτερο στρώμα του νερού κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Οι μέσες τιμές pH κυμαίνονταν από 8.1 ± 0.1 μέχρι 9.7 ± 0.1 . Οι μέσες συγκεντρώσεις του διαλυτού ενεργού φωσφόρου κυμαίνονταν μεταξύ 1.1 ± 0.1 και 32.5 ± 2.8 mg/l. Το νιτρικό άζωτο μειώνεται σε χαμηλά επίπεδα το καλοκαίρι (ελάχιστο 4.8 ± 1.9 mg/l, ενώ το αμμωνιακό άζωτο δεν ήταν ανιχνεύσιμο κατά τη θερινή περίοδο. Το διαλυτό ανόργανο άζωτο πέφτει σε χαμηλά επίπεδα (30 mg/l) το Μάρτιο, Ιούνιο και τον Οκτώβριο. Ο ολικός φώσφορος (μέση ετήσια συγκέντρωση από 189.3 ± 201.0 mg/l) ανήλθε σε υψηλότερες συγκεντρώσεις κατά το Μάιο (626.2 ± 145.5 mg/l) και τον Ιούλιο (513.9 ± 80.7 mg/l). Οι μέσες συγκεντρώσεις της Chl-a κυμαίνονταν από 8.7 ± 1.1 μέχρι 112.0 ± 20.5 mg/l.

Ως προς το φυτοπλαγκτόν της λίμνης έχει διαπιστωθεί γενικά η παρουσία 85 taxa φυτοπλαγκτικών οργανισμών (εκτός του *Microcystis* spp. που αναφέρεται σε μεμονωμένα κύτταρα κυρίως των *M. aeruginosa* και *M. flos-aquae*, η διάκριση των οποίων δεν ήταν δυνατή σε επίπεδο είδους) με αντιπροσώπους από τις ταξινομικές ομάδες των κυανοβακτηρίων, των χλωροφυκών, των διατόμων, των δινοφυκών, των συζυγών φυκών, των ξανθοφυκών, των κρυπτοφυκών και των ευγληνοφυκών. Γενικά, ο αριθμός των ειδών του φυτοπλαγκτού της λίμνης Καστοριάς είναι μικρότερος από τον αντίστοιχο ρηχών λιμνών όπως της Μικρής Πρέσπας και της Δοϊράνης που βρίσκονται στην ευρύτερη περιοχή και χαρακτηρίζονται από εύτροφες συνθήκες. Σε σχετικές έρευνες τονίζεται ότι, οι μακροχρόνιες επεμβάσεις στη λίμνη επιτάχυναν τον ευτροφισμό της, και φαίνονται ότι ευθύνονται για τις συχνές εμφανίσεις της “άνθησης” των κυανοβακτηρίων και συνολικά για τη μείωση της ποικιλότητας του φυτοπλαγκτού στη λίμνη. Όπως άλλωστε αναφέρουν πολλοί ερευνητές, ο αριθμός των φυτοπλαγκτικών ειδών σε υπereύτροφες λίμνες, όπως η Καστοριά, είναι γενικότερα πιο χαμηλός σε σχέση με άλλα μη-υπερεύτροφα συστήματα. Από τα κυανοβακτήρια που έχουν καταγραφεί στη λίμνη της Καστοριάς, η παρουσία των ειδών *Aphanocapsa endophytica*, *Coelosphaerium naegelianum*, *C. minutissimum*, *Planktothrix agardhii*, *Pseudoanabaena musicola* και *Anabaena perturbata* αναφέρεται για πρώτη φορά στο φυτοπλαγκτό της. Από τα υπόλοιπα είδη, τα *Microcystis aeruginosa*, *M. flos-aquae*, *M. ichthyoblabe*, *M. novacekii*, *M. wesenbergii*, *Merismopedia tenuissima*, *Limnothrix redekei* και *Anabaena viguieri* έχουν αναφερθεί στο φυτοπλαγκτό της λίμνης και στο παρελθόν. Τα χλωροφύκη, η πιο πολυπληθής ομάδα σε αριθμό ειδών, συνεισφέρουν γενικά τουλάχιστον στο μισό του συνολικού αριθμού των taxa. Από τα 41 taxa χλωροφυκών που προσδιορίστηκαν, τα 25 αναφέρονται για πρώτη φορά την τελευταία δεκαετία στο φυτοπλαγκτό της λίμνης (*Actinastrum* sp., *Ankistrodesmus* sp., *Ankyra ocellata*, *Coelastrum pseudomicroporum*, *Crucigenia* sp., *Crucigeniella* sp., *Dictyosphaerium planctonicum*, *Didymocystis bicellularis*, *Franceia*

ovalis, *Golenkinia radiata*, *Koliella longiseta*, *Lagerheimia ciliata*, *Monoraphidium contortum*, *Scenedesmus bicaudatus*, *S. communis*, *S. ecornis*, *S. obtusus*, *S. opoliensis*, *Schroederia* sp., *Sphaerocystis schroeteri*, *Tetraedron triangulare*, *Tetrastrum komarekii*, *T. triangulare*, *Treubaria euryacatha* και *T. triappendiculata*). Τα είδη *Phacotus lenticularis*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Monoraphidium* cf. *nanum*, *M. arcuatum*, *Nephrochlamys* cf. *willeana*, *Pseudodidymocystis fina*, *Tetraedron* cf. *triangulare*, *Elakatothrix gevenensis*, *Closterium acutum* και *Staurostrum* cf. *chaetocheras*). Εξάλλου, αυτά έχουν αναφερθεί στο φυτοπλαγκτό της λίμνης από το έτος 1999, ενώ σε πρόσφατες έρευνες δεν παρατηρήθηκαν.

Κατά τη δεκαετία 1995-2005, η φυτοπλαγκτική κοινωνία της λίμνης παρουσίασε επίσης διακριτές αλλαγές στη δομή της με τη χλωριδική ομοιότητα να μειώνεται ανάμεσα σε πιο απομακρυσμένα έτη. Αλλά αλλαγές παρατηρήθηκαν και στη δυναμική της φυτοπλαγκτικής κοινωνίας, με τη συνολική βιομάζα και τη βιομάζα των κυανοβακτηρίων να ελαττώνονται σταδιακά με τη πάροδο του χρόνου, ως απόκριση στη μείωση των εξωτερικών φορτίων θρεπτικών, χωρίς όμως την απουσία “ανθήσεων του νερού” κατά τη θερινή περίοδο του έτους. Κατά τη θερινή περίοδο του έτους 2005, αναφέρεται σε σχετική μελέτη ότι η φυτοπλαγκτική κοινωνία της λίμνης χαρακτηρίζεται από μεγαλύτερη ποικιλότητα σε σχέση με τα προηγούμενα έτη με τη παρουσία νέων ειδών, υψηλά επίπεδα αφθονίας και βιομάζας και έντονες διακυμάνσεις τους, εμφάνιση ανθήσεων νερού, επικράτηση χλωροφυκών και διατόμων για πρώτη φορά κατά τη τελευταία δεκαετία και τέλος, καθυστερημένη εμφάνιση και επικράτηση των κυανοβακτηρίων με απουσία ειδών όπως τα *Limnothrix redekei* και *Cylindrospermopsis raciborskii*, που επικρατούσαν στο φυτοπλαγκτό της λίμνης κατά τα προηγούμενα έτη. Καθοριστικής σημασίας στη διαμόρφωση της σύνθεσης και επικράτησης των οργανισμών του φυτοπλαγκτού της λίμνης σε ορισμένα έτη, ήταν και η κατά διαστήματα επίδραση διαταραχών, είτε μέσω των μετεωρολογικών συνθηκών ή μέσω της ελεγχόμενης απομάκρυνσης νερού από τη λίμνη. Μάλιστα, η βελτιωμένη οικολογική κατάσταση της λίμνης, έστω και προσωρινά, εξαιτίας της επίδρασης κυρίως της απότομης απομάκρυνσης νερού από αυτή στη συγκέντρωση των θρεπτικών, τη σύνθεση και την πυκνότητα των οργανισμών του φυτοπλαγκτού, συνηγορεί στη χρήση της συγκεκριμένης μεθόδου ως διαχειριστικό εργαλείο στα πλαίσια αποκατάστασης της λίμνης, καθώς μπορεί να επιταχύνει τη μείωση της συνολικής βιομάζας του φυτοπλαγκτού και των κυανοβακτηρίων.

Για πρώτη φορά στη λίμνη της Καστοριάς καταγράφηκε την περασμένη δεκαετία “Λιμναίο Χιόνι” (δηλαδή συσσωματώματα που περιέχουν φυτοπλαγκτό, ζωοπλαγκτό, νεκρό υλικό-θρύμματα, βακτήρια και μύκητες) κατά μήνα Αύγουστο, γεγονός που υποδηλώνει ραγδαία τάση μεταβολής του οικοσυστήματος της λίμνης. Λιμναίο Χιόνι έχει καταγραφεί και στη λίμνη της Βόλβης, πριν από μερικά χρόνια.

Σε έρευνα των ετών 1998-1999 αναφέρεται ότι η βιομάζα του φυτοπλαγκτού έδειξε απότομες εποχιακές αλλαγές, φτάνοντας χαμηλά επίπεδα κατά τον Απρίλιο μέχρι τον Ιούνιο και

κάθετες διαφοροποιήσεις στη στήλη του νερού από το καλοκαίρι μέχρι το φθινόπωρο. Η βιομάζα του φυτοπλαγκτού μειώθηκε δραματικά σε πολύ χαμηλά επίπεδα ($66.7 \pm 10.5 \text{ mg/l}$) εντός του Απριλίου ακολουθούμενη από μια αύξηση κατά τα τέλη Μαρτίου, μετά από μια μείωση του διαλυμένου ανόργανου αζώτου. Η βιομάζα των κυανοβακτηρίων και ειδικά η βιομάζα του κυρίαρχου είδους *Limnothrix redekei*, έδειξε ένα σχεδόν πανομοιότυπο πρότυπο με εκείνο της συνολικής βιομάζας του φυτοπλαγκτού από το Νοέμβριο έως τον Ιούνιο. Εξάλλου η βιομάζα των γνωστών τοξικών κυανοβακτηρίων (*Cylindrospermopsis raciborskii*, *Aphanizomenon* spp., και *Microcystis aeruginosa*) αυξήθηκε κατά το υπόλοιπο του έτους (Ιούνιος-Οκτώβριος). Επίσης, η βιομάζα του νανο-πλαγκτόν έφθασε σε τιμές αιχμής το καλοκαίρι, όταν παρατηρήθηκε μια χωρικά άνιση κατανομή.

Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθούν μερικά χαρακτηριστικά, παρμένα από τη διεθνή πρακτική (και που εφαρμόστηκαν στη λίμνη της Καστοριάς), για την αποκατάσταση της οικολογικής και φυσικοχημικής ισορροπίας των λιμνών με μικρό βάθος και όπου οι συνθήκες τροφισμού τους υπερβαίνουν τον εύτροφο χαρακτήρα. Η μεθοδολογία και πρακτική αποκατάστασης υπερεύτροφων λιμνών μικρού βάθους, όπως η λίμνη Ορεστιάδα, περιλαμβάνει μια σειρά σταδίων με έλεγχο αρχικά των εξωτερικών και εσωτερικών φορτίων θρεπτικών και βιοχειρισμό (π.χ. έλεγχος των ιχθυοαποθεμάτων) στη συνέχεια για την αντιμετώπιση των πληθυσμιακών εξάρσεων του φυτοπλαγκτού και ειδικά των κυανοβακτηρίων και τελικά την εγκαθίδρυση κοινωνίας μακροφύτων σε αυτές. Στη λίμνη της Καστοριάς, η μείωση των εξωτερικών φορτίων θρεπτικών από το 1995 και μετά, στα πλαίσια αποκατάστασής της, συνοδεύτηκε από μέτρα για τη μείωση των εσωτερικών φορτίων θρεπτικών, αλλά και βιοχειρισμό στη συνέχεια, ώστε να επιτευχθεί τελικά η ανάπτυξη κοινωνίας μακροφύτων σε αυτή, με αποτέλεσμα τα ανεπιθύμητα κυανοβακτήρια να συνεχίσουν να επικρατούν στο φυτοπλαγκτό της σε όλη τη διάρκεια του έτους. Ωστόσο, ορισμένες ενέργειες στη λίμνη όπως ο έλεγχος της στάθμης της με απομάκρυνση νερού σε περιόδους με αυξημένες εισροές, φαίνεται να επηρεάζουν αρνητικά τα κυανοβακτήρια, ενώ επηρεάζουν και τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών σε αυτή. Τα κυανοβακτήρια, όπως προαναφέρθηκε, είναι οργανισμοί που χαρακτηρίζονται από χαμηλούς ρυθμούς αύξησης, γι' αυτό και η αποκατάσταση σημαντικών πληθυσμιακών απωλειών τους απαιτεί χρόνο. Η βόσκηση από το ζωοπλαγκτό και η έκπλυσή τους από τη λίμνη, αποτελούν επίσης παράγοντες που μπορούν να επιφέρουν σημαντικές και ξαφνικές πληθυσμιακές απώλειες στα κυανοβακτήρια, αλλά και γενικότερα στους οργανισμούς του φυτοπλαγκτού μιας λίμνης. Όσον αφορά τη βόσκηση από το ζωοπλαγκτό, τα κυανοβακτήρια, γενικά δεν αποτελούν επιθυμητή τροφή για το ζωοπλαγκτό και δεν μπορούν να καταναλωθούν από αυτό, όταν ξεπεράσουν κάποιο ορισμένο μέγεθος. Σημειώνεται γενικά ότι, τα μεγάλωσυμα άτομα του γένους *Daphnia*, τα οποία γενικά

απουσιάζουν από το ζωοπλαγκτό της λίμνης Καστοριάς, είναι συνήθως τα πιο αποτελεσματικά στην κατανάλωση των κυανοβακτηρίων. Η δράση τους επί των κυανοβακτηρίων, όταν αυτά βρίσκονται σε χαμηλές πληθυσμιακές πυκνότητες και χαρακτηρίζονται από σχετικά μικρά μεγέθη, μπορεί να οδηγήσει σε ικανοποιητική μείωσή τους. Η παρουσία όμως στη λίμνη κυρίως μικρού μεγέθους κλαδοκεραιωτών (τα οποία παρατηρήθηκαν και στη λίμνη της Καστοριάς), τα οποία δεν καταναλώνουν κυανοβακτήρια, ευνοεί την επικράτηση των οργανισμών αυτών, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες (για παράδειγμα τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών). Η έκπλυση των κυανοβακτηρίων και γενικά των φυτοπλαγκτικών οργανισμών από τη λίμνη, είναι μια μέθοδος που επίσης μπορεί να επιφέρει σημαντικές απώλειες στα ανεπιθύμητα κυανοβακτήρια με τη μορφή φυσικής διαταραχής. Η διεθνής βιβλιογραφία αναφέρει ότι η ξαφνική αύξηση του χρόνου ανανέωσης του νερού στο 1-2% του όγκου μιας λίμνης ανά ημέρα και με συχνότητα 20-30 ημερών σε ρηχή λίμνη (λίμνη Müggelsee της Γερμανίας) οδήγησε στη σημαντική μείωση της βιομάζας των κυανοβακτηρίων, καθώς οι οργανισμοί αυτοί δεν είναι ανθεκτικοί απέναντι σε απότομες αλλαγές των περιβαλλοντικών συνθηκών. Σημαντική μείωση της βιομάζας των κυανοβακτηρίων και προοδευτική αντικατάστασή τους από άλλες ομάδες, όπως τα χλωροφύκη και τα διάτομα λόγω έκπλυσης στα πλαίσια διαχείρισης της λίμνης αναφέρεται και στη λίμνη Veluwemeer στην Αγγλία κατά τη δεκαετία 1979- 1989. Η ελεγχόμενη απομάκρυνση νερού από τη λίμνη της Καστοριάς, η οποία πραγματοποιείται κυρίως όταν η στάθμη της αυξάνεται σημαντικά, μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές απώλειες των κυανοβακτηρίων, ανάλογα με τη χρονική περίοδο και τη συχνότητα που αυτή συμβαίνει. Γενικά, ο χρόνος ανανέωσης του νερού σε μια λίμνη, αποτελεί παράγοντα κλειδί για τις υπόλοιπες οικολογικές διαδικασίες που συμβαίνουν σε αυτή. Σε εύτροφες λίμνες με υψηλό χρόνο παραμονής του νερού, όπως είναι η λίμνη της Καστοριάς, η έκπλυση αποτελεί μέθοδο ιδιαίτερα αποτελεσματική όσον αφορά τον έλεγχο της σύνθεσης και της αφθονίας του φυτοπλαγκτού, καθώς ανάμεσα στα άλλα οδηγεί σε μείωση του εσωτερικού φορτίου φωσφόρου της λίμνης, το οποίο καθυστερεί την αποκατάστασή τους, ακόμη και όταν τα εξωτερικά φορτία έχουν ήδη μειωθεί. Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, η απομάκρυνση όγκου νερού μεγαλύτερου από το 1/3 του συνολικού όγκου της λίμνης ανά ημέρα, μπορεί να εξοντώσει σε αυτή, ουσιαστικά όλους τους φυτοπλαγκτικούς οργανισμούς της. Ωστόσο, τα είδη με χαμηλούς ρυθμούς αύξησης όπως τα κυανοβακτήρια, μπορούν να απομακρυνθούν με έκπλυση με την απομάκρυνση αρκετά μικρότερων ποσοτήτων νερού. Επιπλέον, επειδή οι ρυθμοί αύξησης των κυανοβακτηρίων είναι μειωμένοι κατά την περίοδο του χειμώνα, η έκπλυσή τους από τη λίμνη τη περίοδο αυτή μπορεί να είναι ακόμη πιο αποτελεσματική.

Ιδιαίτερα σημαντικός για τα γεγονότα που χαρακτηρίζουν τη φυτοπλαγκτική κοινωνία μιας λίμνης είναι και ο ρόλος των μετεωρολογικών συνθηκών (π.χ. θερμοκρασία, βροχοπτώσεις, άνεμοι),

που αν και δρουν σε μικρή χρονική κλίμακα προκαλώντας συχνά διαταραχές στη διαδοχή των ειδών στη φυτοπλαγκτική κοινωνία, πρέπει η επίδρασή τους να αξιολογείται και σε σχέση με τις γενικότερες κλιματικές αλλαγές που συμβαίνουν σε παγκόσμιο επίπεδο και οι οποίες επηρεάζουν επιπλέον τα φορτία θρεπτικών, το χρόνο παραμονής αλλά και τα επίπεδα του νερού σε μια λίμνη. Έτσι, ενώ είναι γενικά αποδεκτό ότι η αλλαγή του κλίματος θα προκαλέσει σημαντικές αλλαγές στα διάφορα εσωτερικά υδάτινα συστήματα, οι αλλαγές αυτές θα ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή και θα είναι ανάλογες των ειδικότερων χαρακτηριστικών του κάθε συστήματος, με αποτέλεσμα σημαντικές δυσκολίες στη διαχείριση και στο σχεδιασμό αποκατάστασής τους. Αν λοιπόν ληφθεί υπόψη η αλλαγή του κλίματος, ως παράγοντας στρες στα λιμναία συστήματα, θα πρέπει να ληφθούν επιπλέον μέτρα στα πλαίσια διαχείρισής τους προκειμένου να ενισχυθεί η ανθεκτικότητα και ανθεκτικότητά τους στον επιπλέον αυτό παράγοντα.

Οι υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών, όπως του ανόργανου αζώτου και του φωσφόρου και οι υψηλές τιμές βιομάζας της ομάδας των κυανοβακτηρίων, υποδηλώνουν ένα υπερεύτροφο σύστημα που χαρακτηρίζεται από συχνές ανθήσεις του νερού κατά τη διάρκεια του χρόνου, με μεγαλύτερη συχνότητα εμφάνισης κατά τη θερμή περίοδο. Σημειώνεται ότι τα νερά της λίμνης δεν είχαν υψηλό οργανικό φορτίο την περίοδο 1999-2000, σε σύγκριση με την προ 10ετίας κατάσταση. Εξαίρεση αποτελεί η μικρή διαφάνεια των νερών της. Επίσης, οι υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων και νατρίου καθιστούν οριακή τη χρήση του νερού για άρδευση. Σύμφωνα με τα παραπάνω, στα πλαίσια της όποιας διαχειριστικής δράσης που αφορά στην αποκατάσταση της λίμνης Καστοριάς, προτείνεται και η αύξηση του χρόνου ανανέωσης του νερού σε αυτή, όχι με τη μορφή αργής και σταδιακής μεταβολής, αλλά με τη μορφή φυσικής διαταραχής (απότομη απομάκρυνση νερού $>0,5$ % του όγκου της λίμνης σε μία ημέρα και στη καλύτερη περίπτωση, με συχνότητα 20-30 ημέρες), σε περιόδους κρίσιμες για την αύξηση και επικράτηση των κυανοβακτηρίων, έτσι ώστε να αποφευχθεί η εμφάνιση φαινομένων άνθησης του νερού, ειδικά κατά τη θερινή περίοδο του έτους. Η χρήση της συγκεκριμένης διαχειριστικής δράσης με βάση τις συνθήκες (αυξημένες εισροές λόγω βροχοπτώσεων και λιώσιμο χιονιού) κάτω από τις οποίες πραγματοποιείται απομάκρυνση νερού από τη λίμνη Καστοριάς με ελεγχόμενο τρόπο, εμφανίζει σημαντικούς περιορισμούς, καθώς εξαιτίας των κλιματικών αλλαγών, περίοδοι με εκτεταμένη ξηρασία δεν θα επιτρέψουν την εφαρμογή της, εφόσον δεν υπάρχει προς το παρόν άλλη διαθέσιμη πηγή νερού, ώστε να ανανεώνεται το νερό της λίμνης πιο τακτικά. Ωστόσο, αν υπάρχουν οι προϋποθέσεις, ο συνδυασμός της συγκεκριμένης δράσης με μέτρα για έλεγχο των εσωτερικών φορτίων της λίμνης, αλλά και ο βιοχειρισμός, σε επίπεδο ιχθυοαποθεμάτων, προκειμένου να αυξηθούν στο ζωοπλαγκτό της λίμνης τα άτομα που είναι ισχυροί καταναλωτές των κυανοβακτηρίων, (όπως είδη του γένους *Daphnia*), ίσως οδηγήσει στην επίτευξη καλύτερης οικολογικής κατάστασης της λίμνης.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Ορεστιάδας (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια (Β. λεκάνη)	Βάθος 4.5 μέτρων, Πυθμένας (Β.λεκάνη)
Θερμοκρασία, °C	21.5+_3.3	19.7+_3.8
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	11.6+_5.2 *7.9+_0.22	4.8+_3.2
Αγωγιμότητα, μS/cm	314+_26 *321+_7	323+_29
pH	9.3+_0 *8.03+_0.07	8.6+_0.4
BOD ₅ , mg/l	6.7+_3.1	3.9+_1.9
Χλωριόντα,mg/l	14.5+_1.1	14.5+_2.0
Θειικά ιόντα, mg/l	12+_2	11+_2
Ολ.Αλκαλ., mg/l	143+_10 *130.3+_12.9	147+_8
Ολ.Σκληρότ., mg/l	100.9+_8	101.6+_12
Χλωροφύλλη-α, mg/ m ³	*15.8+_1	
Διαφ.Δίσκ.,Secchi, m	0.4+_0.1 *0.5+_0.02	
Πηγή: * Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000),		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα Λίμνης Ορεστιάδας (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 6 μέτρων, Πυθμένας
Ολικός Φώσφ., $\mu\text{g/l}$	140+ ₄₆ *160+ ₁₈	155+ ₅₃
Διαλυμένο Ανόργανο Άζωτο, $\mu\text{g/l}$	*202.4+ _{18.4}	
NO_2^- , $\mu\text{g/l}$	10+ ₁₇ (*7.4+ ₁ , νιτρώδη ιόντα)	31+ ₃₄
NO_3^- , $\mu\text{g/l}$	1105+ ₁₃₂₈ (*148.9+ _{17.4} , νιτρικά ιόντα)	574+ ₆₁₇
NH_3 , $\mu\text{g/l}$	16+ ₁₈ (*46.2+ _{5.6} , αμμωνιακά ιόντα)	19+ ₁₉
Νάτριο, Na^+ , mg/l	20.10+ _{2.65}	21.00+ _{2.29}
Μαγνήσιο, Mg^+ , mg/l	18.25+ _{1.54}	17.05+ _{0.78}
Ασβέστιο, Ca^{++} , mg/l	10.98+ _{3.24}	10.23+ _{2.16}
S.A.R.	0.84+ _{0.18}	0.84+ _{0.2}
Πηγή: * Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη),		

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Ορεστιάδας (Περίοδος 2006-2008, Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)	
Παράμετρος	Μέση τιμή
Αγωγιμότητα, $\mu\text{S/cm}$	334.3+ ₃
pH	8.1+ _{0.12}

Διαφάνεια Secchi, m	0.53+_0.03
Ολικός Φώσφ., mg/l	133+_18.7
Διαλυμένο ανόργανο Άζωτο, mg/l	390.5+_76.5
Χλωροφυλ.-α, mg/m ³	21.3+_2.2
Πηγή: Stefanidis, Papastergiadou, 2010 (Hydrob., 656, 55-65, Influence of hydrophytes on the distribution of zooplankton in lakes Kastoria, Vegoritis, Petron, Mikri Prespa),	

Είναι γνωστό ότι τα ελόφυτα, τα υδρόβια μακρόφυτα, αλλά και τα φυτά των υγρών λιβαδιών που βρίσκονται σε ομαλές και επίπεδες επιφάνειες στις όχθες μιας λίμνης, διαδραματίζουν πολυδιάστατο ρόλο (π.χ. αποφόρτιση θρεπτικών συστατικών από το νερό, προσφορά καταφυγίου και ενδιαιτημάτων σε υδρόβιους οργανισμούς, σταθεροποίηση ιζήματος και μεγιστοποίηση της διαύγειας του νερού), στην οικολογία των λιμναίων και όχι μόνο οικοσυστημάτων, ενώ η επιλογή τους ως βιοτικό στοιχείο για την οικολογική αξιολόγηση των υδατικών οικοσυστημάτων επιβεβαιώνει τη σπουδαιότητα και χρησιμότητά τους, σύμφωνα με την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60, της Ε.Ε., για τα νερά. Για τη λίμνη της Καστοριάς σημαντικότατο ρόλο παίζουν οι καλαμώνες (π.χ. *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Juncus spp.*, *Carex spp.*), και τα συνοδά υδρόβια μακρόφυτα, των οποίων η μεγαλύτερη αφθονία εντοπίζεται στα κενά ανάμεσα στους καλαμώνες. Από τα υδρόβια μακρόφυτα σε μεγαλύτερη αφθονία αναφέρεται το νεροκάστανο, *Trapa natans* (εφυδατικό), και το νεροπούρναρο, *Najas marina* (υφυδατικό). Σε πολλές περιοχές εντοπίζονται συστάδες ή και μεμονωμένα άτομα με τα *Potamogeton pectinatus*, *P. crispus*, *P. natans*, *P. perfoliatus*, *P. lucens*, *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum*, *Polygonum amphibium*, *Myriophyllum spicatum*, *Nymphaea alba*, *Hydrocharis morsus-nanae*, *Lemna gibba*, *L. minor*, *Spirodella polyrrhiza*, και άλλα. Σημειώνεται ότι και στη λίμνη της Καστοριάς έχει καταγραφεί το υδρόβιο περιδόφυτο *Azolla filiculoides*. Από τα ελόφυτα, εκτός από το κοινό νεροκάλαμο, τα βούρλα και το ψαθί, απαντώνται και τα *Sparganium erectum*, *Iris pseudacorus*, *Eleocharis palustris*, *Stachys palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Solanum dulcamara*, *Calystegia sepium*, *Rorippa amphibia*, *Oenanthe aquatica*, *Lycopus europeus*, *Lythrum salicaria*, *Galium palustre*, *Veronica anagalis-aquatica*, *Mentha aquatica*, *Nasturtium officinalae*, *Apium nodiflorum* κ.ά.

Στη λίμνη και την ευρύτερη περιοχή της έχουν παρατηρηθεί 9 είδη αμφιβίων από τα οποία 5 αναφέρονται στα Παραρτήματα I και II της οδηγίας 92/43/ΕΕ. Τα σημαντικότερα είναι: σαλαμάνδρα (*Salamandra salamandra*), στεφανοτρίτωνας (*Triturus cristatus*), πρασινόφρυνος (*Bufo viridis*), δεντροβατραχάκι (*Hyla arborea*), δαλματοβάτραχος (*Rana dalmatina*), ελληνοβάτραχος (*Rana graeca*) και βεβαίως ο σε ιδιαίτερα μεγάλους αριθμούς πρασινοβάτραχος (*Rana ridibunda*).

Από την άποψη της ιχθυοπανίδας, στη λίμνη Ορεστιάδα, καταγράφονται ο κυπρίνος ή γριβάδι ή τσουκάνι (*Cyprinus carpio*), το τσιρώνι ή πλατίκα (*Rutilus rutilus*), ο γουλιανός (*Silurus glanis*), το γλίνι (*Tinca tinca*), το ηλιόψαρο (*Lepomis gibbosus*), ο κέφαλος (*Leuciscus cephalus*), η πεταλούδα (*Carassius auratus gibelio*), το περκί ή πρικό (*Perca fluviatilis*), η τούρνα (*Esox lucius*), τα χέλια (*Anguilla anguilla*). Η λίμνη της Καστοριάς χαρακτηριζόταν ως μια από τις παραγωγικότερες λίμνες της Ελλάδας. Πολύ παλαιότερα αφθονούσαν στη λίμνη πολλές ποικιλίες ψαριών όπως γριβάδια, γουλιανοί, πλατίκες, τσιρόνια, χρυσοί, κέφαλοι, χέλια. Μετά το 1930 αφθονούσαν γλίνια, περκιά, και τούρνες. Τα τελευταία χρόνια, η παραγωγή περιορίζεται συνεχώς, ίσως λόγω ανταγωνισμού με άλλα είδη ψαριών ιδιαίτερα με την "πεταλούδα". Σε σχετικά πρόσφατη καταγραφή (2009), αναφέρονται για τα ψάρια της λίμνης Ορεστιάδας, τα ακόλουθα 13 είδη: *Anguilla anguilla*, *Carassius gibelio*, *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Esox lucius*, *Gobio bulgaricus*, *Lepomis gibbosus*, *Perca fluviatilis*, *Rutilus rutilus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *Silurus glanis*, *Squalius vardarensis*, *Tinca tinca*.

Ως προς την ορνιθοπανίδα της λίμνης Καστοριάς, έχουν παρατηρηθεί περισσότερα από 200 είδη πουλιών, από τα οποία τα 90 τουλάχιστον αναπαράγονται στη λίμνη και στο παραλίμνιο δάσος. Από το σύνολο των ειδών που έχουν παρατηρηθεί στη λίμνη 45 είδη είναι προστατευόμενα με βάση την Οδηγία 79/409/ΕΟΚ, ενώ 33 είδη κατατάσσονται στις κατηγορίες του "Κόκκινου Βιβλίου των Σπονδυλόζων της Ελλάδας". Τα δύο σημαντικότερα είδη που απαντώνται στη λίμνη είναι ο αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*) και η λαγγόνα (*Phalacrocorax pygmaeus*), είδη που είναι από τα σπανιότερα και τα περισσότερο απειλούμενα στην Ευρώπη αλλά και παγκόσμια. Άλλα σημαντικά στοιχεία είναι ότι στη λίμνη υπάρχει μεγάλος αριθμός βουβόκυκνων (*Cygnus olor*) που διαμένει μόνιμα και αναπαράγεται καθιστώντας τη λίμνη της Καστοριάς ως το σημαντικότερο τόπο αναπαραγωγής του βουβόκυκνου στην Ελλάδα. Οι αγριόπαπιες που διαχειμάζουν ξεπερνούν συνήθως τα 1000 άτομα και ανήκουν σε περισσότερα από 10 είδη με πολυαριθμότερο το γκισάρι (*Aythya ferina*). Σ' αυτά περιλαμβάνεται και ο χινοπρίστης (*Mergus merganser*), για τον οποίο η λίμνη της Καστοριάς αποτελεί ένα από τα νοτιότερα πεδία κατανομής του. Επίσης σημαντικός είναι ο αριθμός άλλων ειδών, όπως η πρασινοκέφαλη (*Anas platyrhynchos*), το κικίρι (*Anas graeca*) και η μαυροκέφαλη (*Aythya fuligula*). Η Καστοριά είναι ένα από τα ελάχιστα μέρη της Ελλάδας που διαχειμάζουν οι νυχτοκόρακες (*Nycticorax nycticorax*), αλλά είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακό το πλήθος των σκουφοβητηχαριών, των κορμοράνων (*Phalacrocorax carbo*) και των λαγγόνων που διαχειμάζουν στη λίμνη.

Κατά τη μετανάστευση της ορνιθοπανίδας, εκατοντάδες παρυδάτια πουλιά, όπως καλαμοκανάδες (*Himantopus himantopus*), μαχητές (*Philomachus pugnax*), τρύγγες (*Tringa sp.*), σκαλίδρες (*Calidris sp.*), χαλκόκοτες (*Plegadis falcinellus*), λευκοτσικνιάδες (*Egretta garzetta*) και άλλα

χρησιμοποιούν τα υγρολίβαδα στις όχθες της λίμνης για τροφοληψία. Η παρουσία των αργυροπελεκάνων, αν και παρατηρείται σε όλη τη διάρκεια του έτους, εντείνεται κατά την άνοιξη με μεγάλους αριθμούς, αφού αυτό το παγκόσμια απειλούμενο με εξαφάνιση είδος, αν και φωλιάζει στη γειτονική Μικρή Πρέσπα, έρχεται στη λίμνη της Καστοριάς για να βρει τροφή. Η λίμνη Ορεστιάδα, είναι μία από τις λίγες λίμνες στην Ελλάδα όπου φωλιάζουν ποταμογλάρονα (*Sterna hirundo*). Επίσης, φωλιάζουν ταυτόχρονα τέσσερα είδη ερωδιών (τσικνιάδων—νανοτσικνιάδες, *-Ixobrychus minutus*, νυχτοκόρακες, *-Nycticorax nycticorax*, κρυπτοτσικνιάδες, *-Ardeola ralloides*, σταχτοτσικνιάδες *-Ardea cinerea*).

Στο σημείο αυτό, και επειδή τα τελευταία χρόνια πολύ λόγος, αλλά και δράσεις εξυγίανσης των λιμναίων οικοσυστημάτων έχουν αρχίσει να υιοθετούνται, αξίζουν της προσοχής των ενδιαφερόμενων και των μη ειδικών να διατυπωθούν και τα ακόλουθα. Τα περισσότερα διεθνή προγράμματα αποκατάστασης μιας λίμνης βασίζονται σε πρακτικές διαχείρισης που εφαρμόζονται στις βαθιές λίμνες. Δυστυχώς, τα περισσότερα αυτά σχήματα διαχείρισης αποτυγχάνουν να εξετάσουν ή ανεπαρκώς διαχειρίζονται δράσεις μέσα στο οριζόντιο ή κάθετο περιεχόμενο της διαχείρισης, ένα ιδιαίτερα κριτικό στοιχείο, όταν έχεις να κάνεις με αβαθείς λίμνες. Για παράδειγμα, στη λίμνη Ορεστιάδα επικρατεί σχεδόν μονομερώς το φυτοπλαγκτό με τις διαρκείς “ανθήσεις” του, αλλά και η ανάπτυξη των καλαμώνων είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστική. Έτσι, με τη χρησιμοποίηση της πρακτικής διαχείρισης με την ταπείνωση της στάθμης του νερού, στην πλειονότητα των περιπτώσεων αποτυγχάνουμε την εξυγίανση αβαθών λιμνών, καθώς με αυτή τη δράση δεν εκτιμάται όσο θα έπρεπε, η μεταβολή των φυσικοχημικών δεδομένων, καθώς από τη μια υπάρχει συμπίκνωση των “φθοροποιών” παραγόντων του νερού και από την άλλη, στο ίζημα κάθε λίμνης υπάρχει μια “τράπεζα”, ένα εγκλωβισμένο απόθεμα θρεπτικών και άλλων απειλητικών χαρακτηριστικών. Έτσι, προσπαθώντας να διαχειριστούμε τη δομή και λειτουργία των σημαντικών υδροτοπικών εκτάσεων και τους καλαμώνες για παράδειγμα (βλέπε Χειμαδίτιδα), μέσω κάθετων χειρισμών, μειώνοντας τη στάθμη του νερού, είναι καταδικασμένοι αυτοί οι χειρισμοί σε αποτυχία καθώς δεν λαμβάνουμε υπόψη στις φυσικές και χημικές πτυχές της “μνήμης” της λίμνης που εμπεριέχονται στον πυθμένα της. Τελικά, επειδή κάθε λιμναίο οικοσύστημα έχει τη δικιά του “ιστορία”, ηλικία και ταυτότητα συνθηκών, τα δικά του και μοναδικά δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, τους δικούς του οικοτόπους και την δικιά του πανίδα και χλωρίδα, είναι ανάγκη να τροποποιούμε σε κάθε περίπτωση το τρόπο προσέγγισης στο πρόβλημα και να αναγνωρίζουμε την ιδιαιτερότητά τους, καθώς υπάρχουν θεμελιώδεις διαφορές ανάμεσα και στα λιμναία οικοσυστήματα.

Συμπερασματικά, για τη λίμνη Ορεστιάδα, μπορούν να διατυπωθούν τα ακόλουθα: Σχετικά με τον Ευτροφισμό- Η μείωση των εξωτερικών φορτίων θρεπτικών στη λίμνη τη τελευταία

δεκαετία, φαίνεται οδηγεί σε σταδιακή αλλά αργή ελάττωση της βιομάζας των κυανοβακτηρίων, χωρίς όμως την εξάλειψη φαινομένων άνθισης του νερού. Σχετικά με τις Διαταραχές και την Οικολογική κατάσταση- Η επίδραση διαταραχών κατά περιόδους στη σύνθεση και επικράτηση των οργανισμών του φυτοπλαγκτού της λίμνης είτε μέσω των μετεωρολογικών συνθηκών (π.χ. βροχοπτώσεις, άνεμοι) ή μέσω της ελεγχόμενης απομάκρυνσης νερού από αυτή, φαίνεται να βελτιώνουν έστω και περιοδικά την οικολογική της ποιότητα. Σχετικά με την Αποκατάσταση- α) Η ελεγχόμενη απομάκρυνση νερού από τη λίμνη με τη μορφή διαταραχής σε περιόδους κρίσιμες για την αύξηση του φυτοπλαγκτού, φαίνεται να αποτελεί καλό διαχειριστικό «εργαλείο» στα πλαίσια αποκατάστασής της υπό κατάλληλες προϋποθέσεις, που σε συνδυασμό με άλλες ενέργειες (μείωση εσωτερικών φορτίων θρεπτικών και βιοχειρισμό) μπορεί να οδηγήσουν στην επίτευξη καλύτερης οικολογικής κατάστασης της λίμνης. β) Η βελτίωση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης που παρατηρήθηκε κατά τη θερινή περίοδο του έτους 2005, μετά από τρία συνεχή έτη με υψηλή βροχόπτωση, μπορεί ωστόσο να ανατραπεί με την επικράτηση ξηρασίας και μόνο για ένα έτος. Ως εκ τούτου, η βελτίωση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης κάθε συγκεκριμένη περίοδο μπορεί να είναι ή είναι προσωρινή. Η οποιαδήποτε διαχειριστική προσπάθεια στα πλαίσια αποκατάστασης της λίμνης θα πρέπει να σχεδιαστεί υπό το πρίσμα των επερχόμενων κλιματικών αλλαγών, καθώς παρατεταμένες περίοδοι ξηρασίας (μείωση του χρόνου ανανέωσης του νερού) με ταυτόχρονη αύξηση της θερμοκρασίας, θα ευνοήσουν την επικράτηση των κυανοβακτηρίων και πάλι στη λίμνη, ενώ οι προσπάθειες θα πρέπει να είναι συνεχείς, υποστηριζόμενες από τη στενή επιστημονική παρακολούθηση των συνθηκών του περιβάλλοντος.

Σταχυολογημένες πηγές: **Gkelis, Zaoutsos, 2014** (Toxicon 78, 1-9, Cyanotoxin occurrence and toxin producing cyanobacteria in freshwaters of Greece), **Katsiapi et al., 2013** (Archiv., Hydrob., 182, 3, 219-230, Phytoplankton descriptors show asynchronous changes in a shallow urban lake after sewage diversion), **Maris, Kitikidou, 2012** (Environ., Model Assess., 17.3, 267-273, Spatial patterns for watershed erosion data collected at 17 natural lakes in Greece), **Στεφανίδης Κ., 2012** (Διδ. Δι. Δι. Παν. Πατρών, 301 σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), **Katsiapi et al., 2011** (Harm., Algal News, 43, 21pp., A *Microcystis* bloom under the ice), **Moustaka-Gouni et al., 2012** (European Wat., 40, 43-51, Plankton changes for restoration plans of lakes Kastoria and Koronia), **Παναγιώτου, 2012** (Πτυχ. Εργασ., Χαροκ., Πανεπ., 114 σελ., Γεωμορφολογική, οικολογική χαρτογράφηση λίμνης Καστοριάς), **Stefanidis, Papastergiadou, 2010** (Hydrob., 656, 55-65, Influence of hydrophytes on the distribution of zooplankton in lakes Kastoria, Vegoritis, Petron, Mikri Prespa), **Mantzafleri et al., 2009** (Wat., Res., Manag., 23, 3221-3254, Water quality monitoring and modeling in lake Kastoria), **Παυλόπουλος και συν., 2009** (Ανάσκαμμα, περιοδ., τευχος 3, εκδ. Χουρμουζιάδη, Γεωμορφολογική χαρτογράφηση λίμνης Καστοριάς), **Moustaka-Gouni et al., 2007** (Hydrob., 575, 129-140, Phytoplankton species succession in lake Kastoria), **Economou et al., 2007** (Medit., Mar., Scien., 8, 1, 91-166, The freshwater ichthyofauna of Greece-an update survey), **Κατσιαπή, 2007** (Μεταπ., Δι. Δι. Δι. ΑΠΘ, 98 σελ., Μεταβολές φυτοπλαγκτού της λίμνης Καστοριάς σε σχέση με το σχεδιασμό αποκατάστασης της), Γκέλης, 2006 (Διδ. Δι. Δι. ΑΠΘ, Πλαγκτικά κυνοβακτήρια στη λίμνη Καστοριά), **Δρούγκα, 2006** (Πτυχ. Εργασ., Χαροκ., Πανεπ., 117 σελ., Γεωμορφολογική μελέτη Καστοριάς), **Moustaka-Gouni et al., 2006** (Limn., Ocean., 51, 715-727, Plankton food web in a eutrophic lake, Kastoria lake), **Crisman, Mitraki, Zalidis, 2005** (Ecol., Engin., 24, 4, 379-389, Integrating approaches for management of shallow lakes, Koronia and Chimaditida), **Gkelis et al., 2005** (Environ., Toxic., 20, 249-256, Hepatotoxic microcystins and bioactive anabaenopeptins in cyanobacterial blooms from Greek freshwaters), **Cook, Vardaka, Lanaras, 2004** (Acta Hydroch., Hydrobiol., 32, 107-124, Toxic cyanobacter in Greek freshwaters, 1987-2000), **Hrissanthou et al., 2003** (Wat., Res., Manag., 17, 223-242, for simulation modeling into lake Kastoria), **Zacharias et al., 2002** (Lak., Reserv., Res., Manag., 7, 55-62, Limnological Greek lakes overview), **Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129 σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη), **Mylopoulos et al., 2002** (5th Inter., Conf., Eur., Wat., Res., Assoc., 330-337, for modeling in lake Kastoria watershed), **Sakkas et al., 2002** (5th Inter., Conf., Eur., Wat., Res., Assoc., 164-171, hydrological modeling in lake Kastoria), **Βαρδάκα, 2001** (Διδ. Δι. Δι. ΑΠΘ, Τοξικά κυανοβακτήρια στη λίμνη Καστοριά), **Bobori et al., 2001** (1st Inter., Conf., Ecol., Prot., Planet Earth, V I, 123-130, for water quality in lake Kastoria), **Tolikas et al., 2001** (1st Inter., Conf.,

Wat, Res., Manag., 385-393, for sediments control in lake Kastoria), **Τολίκας και συν, 2000** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 128σελ., Παροχές φερτών και ποιότητα νερού στη λεκάνη απορροής της Καστοριάς), **Vardaka et al., 2000** (Nord., J., Botan., 20, 501-511, Planktic cyanobacteria in lake Kastoria), **Skoulikidis et al., 1998** (Env., Geol., 36, 1-17, Freshwater resources in Greece), **Παναγόπουλος και συν., 1997** (Τεχν., Έκθεσ., Αναπτυξιακή Καστοριάς, Α' φάση, 267σελ., Οριοθέτηση υγροτόπου λίμνης), **Μπόμπορη, 1996** (Διδ., Διατρ., Βιοσυσσώρευση βαρέων μετάλλων στη λίμνη Καστοριά), **Conides et al., 1995** (GeoJ., 36, 4, 383-390, for nutrient relationship of Greece lakes), **Γιανακοπούλου, 1995** (Proc., Env., Sc., Techn., 584-593, για τη λίμνη Καστοριά), **Papastergiadou, Babalonas, 1993** (Willdew., 23, 137-142, Aquatic flora of N.Greece), **Koussouris et al., 1991** (GeoJ., 23, 2, 153-161, for Kastoria lake), **Fotis et al., 1992** (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Παπαστεργιάδου, 1990** (Διδ., Διατρ., 266σελ., για τα υδρόβια φυτά στη βόρεια Ελλάδα), **Katsiri et al., 1989** (Pros., Con., Env., Sc., Techn., 234-252, for Kastoria lake), **Koussouris, Koussouris, Photis et al., 1989** (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece), **Lanaras et al., 1989** (J. Appl., Phycol., 1, 67-73, Toxic cyanobacteria in Greek freshwaters), **Hindak, Moustaka, 1988** (Hydrob., Suppl., 80, 479-528, Planktic cyanophytes of lake Volvi), **Κουσουρή και συν., 1985** (Ειδ., Έκδοσ., ΙΩΚΑΕ 10, 126σελ., για τη λίμνη Καστοριά), **Βαφειάδης, 1983** (Διδ., Διατρ., 130σελ., στη Λίμνη Καστοριά),

- Λίμνη Πετρών

ή Λίμνη του Αμυνταίου

(Natura2000=GR1340007 από κοινού με τη λίμνη Βεγορίτιδα, Δυτική Μακεδονία, Αμύνταιο)



Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Πετρών

Επιφάνεια Λίμνης	10 Km ²	Υψόμετρο Λίμνης	+527 m
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	114 Km ²	Μέγιστο Μήκος	5 Km
Όγκος Λίμνης X10 ⁶	37 m ³	Μέγιστο Πλάτος	4 Km
Μέγιστο Βάθος	5 m	Μήκος Ακτών	Km
Μέσο Βάθος	2.6 m		
Πηγή: Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν) Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.			

Οι λίμνες Πετρών και Βεγορίτιδας, ως συνέχεια της υδρολογικής λεκάνης της παλαιογεωγραφικής λίμνης της Εορδαίας, που κάλυπτε την ευρύτερη περιοχή, έχουν σχηματισθεί στα όρια των νοτιοδυτικών απολήξεων του όρους Βόρα και στα χαμηλότερα βορειοανατολικά σημεία της λεκάνης του Αμυνταίου. Η λίμνη των Πετρών, βρίσκεται στην λεκάνη που σχηματίζεται από τα βουνά Τρικλάριο, Βαρνούντας, Βέρνο και Βόρας και περίπου 3 Km δυτικά της λίμνης Βεγορίτιδος, και δέχεται τα νερά από τη λίμνη Χειμαδίτιδα και τροφοδοτεί με τη σειρά της τη λίμνη Βεγορίτιδα.

Η λίμνη των Πετρών, έχει σχεδόν στρογγυλό σχήμα και χαρακτηρίζεται ως μεσοτροφική, μαζί με τη Βεγορίτιδα θεωρούνται οριακά υποβαθμισμένες, εν τούτοις παρουσιάζουν σημαντική ποικιλία οργανισμών και ιδιαίτερα των πουλιών (φιλοξενεί πάνω από 90 είδη, ενώ έχει καταγραφεί μια σημαντική μεγάλη αποικία της λαγγόνας- *Phalacrocorax pygmaeus*).

Ως προς το φυτοπλαγκτόν της λίμνης, επικρατούν είδη κυανοβακτηρίων και χλωροφυκών με υψηλή βιομάζα και συνήθεις φυτοπλαγκτικές ανθήσεις (κυρίως με *Cyanodictyon imperfectum*) που δείχνουν την ευτροφική κατάσταση της λίμνης. Επίσης, και στη σύνθεση του ζωοπλαγκτού επικρατούν είδη ενδεικτικά εύτροφων συνθηκών με επικράτηση τα τροχόζωα, ενώ κυριαρχούν μικρόσωμα άτομα, γεγονός που δείχνει έντονη θήρευση από πλαγκτονοφάγα ψάρια σε συνδυασμό με την αρνητική επίδραση των κυανοβακτηρίων. Έτσι η οικολογική ποιότητα της λίμνης με βάση το φυτοπλαγκτό και ζωοπλαγκτό εκτιμήθηκε ως μέτρια με τάση

προς ελλιπή, σύμφωνα με κάποιες παραμέτρους. Ως προς το οργανικό φορτίο η λίμνη των Πετρών έχει ικανοποιητική ποιότητα νερών, ενώ τροφοδοτείται με υποβαθμισμένα νερά, καθώς εμφανίζει υψηλή αλκαλικότητα, και υψηλές συγκεντρώσεις χλωριόντων, θειικών αλάτων, νατρίου και μαγνησίου, ενώ υψηλές είναι και οι συγκεντρώσεις μολύβδου και ψευδαργύρου, όπως καταγράφονται σε ορισμένες μελέτες.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Πετρών (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 3 μέτρων, Πυθμένας
Θερμοκρασία, °C	15.0+ ₋ 7.8 *14-23.8	14.7+ ₋ 7.9
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	9.2+ ₋ 1.3 **6.5+ ₋ 0.23	9.1+ ₋ 1.4
Αγωγιμότητα, μS/cm	749+ ₋ 123 **881+ ₋ 9	746+ ₋ 123
pH	8.9+ ₋ 0.2 **7.7+ ₋ 0.09	8.9+ ₋ 0.3
BOD ₅ , mg/l	4.4+ ₋ 1.7	5.4+ ₋ 2.5
Χλωριόντα,mg/l	41.9+ ₋ 2.4	48.6+ ₋ 15.4
Θειικά ιόντα, mg/l	172+ ₋ 31	172+ ₋ 37
Ολ.Αλκαλ., mg/l	248+ ₋ 22 **120.5+ ₋ 11.7	210+ ₋ 96
Ολ.Σκληρότ., mg/l	282.9+ ₋ 22.4	276.8+ ₋ 25.6
Διαφ.Δίσκ.,Secchi, m	0.4+ ₋ 0.1 * 1-2 (0.6 μέση τιμή) ** 0.5+ ₋ 0.04	-

Χλωροφύλλη-α, mg/m ³	**22.6+_3.4	
Πηγές: **Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Βούρκα, 2011 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 101σελ., Οικολογική ποιότητα λίμνης Πετρών με βάση το φυτοπλαγκτόν και το ζωοπλαγκτόν), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000),		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα Λίμνης Πετρών (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 3 μέτρων, Πυθμένας
Ολικός Φώσφ., µg/l	140+_154 *147+_9.2	156+_126
Διαλυμένο Ανόργανο Άζωτο, µg/l	*279.9+_35.6	
NO ₂ ⁻ , µg/l	36+_37 (*10.1+_1.2, νιτρώδη ιόντα)	25+_25
NO ₃ ⁻ , µg/l	990+_720 (*189.4+_30.5, νιτρικά ιόντα)	1410+_620
NH ₃ , µg/l	29+_42 (*80.4+_18.6, αμμωνιακά ιόντα)	28+_37
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	61.66+_8.66	63.28+_7.74
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	62.50+_8.84	38.93+_28.20
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	17.92+_8.77	13.18+_3.33
S.A.R.	1.59+_0.27	1.55+_0.26
Πηγές: *Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη		

Ανάμεσα στη βενθική πανίδα που περιλαμβάνει μεταξύ των άλλων ολιγόχαιτα, νύμφες διπτέρων εντόμων και νηματώδη σκουλίκια, έχουν καταγραφεί στη λίμνη των Πετρών και τη λίμνη Βεγορίτιδα και δύο ενδημικά γαστερόποδα που χαρακτηρίζονται, σύμφωνα με το ‘‘IUCN Red List’’ ως εξαιρετικά κινδυνεύοντα, το *Marstoniopsis graeca* και το *Graecoanatolica vegorriticola*.

Είναι γνωστό, ότι η υδρόβια μακροφυτική βλάστηση βελτιώνει την ποιότητα των νερών που εισέρχονται σε μια λίμνη, προσφέρει καταφύγιο και ενδιαιτήματα σε μια μεγάλη ποικιλία ζώων, ενώ σταθεροποιεί τα εκεί ιζήματα, συμβάλλοντας στη μεγαλύτερη διαύγεια των νερών της λίμνης. Σημαντικό ρόλο και στη λίμνη των Πετρών παίζουν οι καλαμώνες της (π.χ. *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Juncus spp.*, *Carex spp.*), και τα συνοδά υδρόβια μακρόφυτα, των οποίων η μεγαλύτερη αφθονία εντοπίζεται στα κενά ανάμεσα στους καλαμώνες. Για την υδρόβια μακροφυτική χλωρίδα στη λίμνη των Πετρών έχουν καταγραφεί τα ακόλουθα. Διαπιστώθηκαν 42 υδρόφυτα. Περιμετρικά της λίμνης κυριαρχούν τα ελόφυτα (π.χ. *Phragmites australis*, *Schoenoplectus pectinatus*, *Sc.litoralis*) και σε αβαθή νερά το πλευστόφυτο *Lemna trisulca*. Επίσης, έχουν βρεθεί πυκνές συστάδες με κυρίαρχο το ελόφυτο *Bobloschoenus maritimus* και τα χαρόφυτα *Chara hispida v.hispida*, και *Chara vulgaris v. vulgaris*, αλλά και τα *Myriophyllum spicatum*, *Polygonum amphibium*, *Lemna minor*, *Najas marina*, *Potamogeton pectinatus*, *P.perfoliatus*, *Utricularia vulgaris*. Σε βάθη από 0-0.3m., υπάρχουν μικρά ελόφυτα (π.χ. *Alisma plantago aquatica*, *A.gramineum*, *Eleocharis palustris*, *E.uniglumis*, *Juncus articulatus*, *J.gerardi*, *J.effusus*), ενώ βαθύτερα (0-1m) αναπτύσσονται τα ψηλότερα ελόφυτα (π.χ. *Phragmites australis*, *Schoenoplectus lacustris*, *Typha angustifolia*), τα οποία σχηματίζουν συστάδες ή ζώνες καλαμώνων ποικίλου πλάτους σχεδόν σε όλες της περιοχές της λίμνης των Πετρών. Ως προς την υδρόβια μακροφυτική χλωρίδα επιβεβαιώνεται ο ευτροφικός χαρακτήρας της λίμνης.

Στη λίμνη των Πετρών έχουν παρατηρηθεί περισσότερα από 90 είδη πτηνών, ενώ στο σύμπλεγμα των δύο λιμνών, έχουν καταγραφεί περισσότερα από 130 είδη, πολλά από τα οποία είναι απειλούμενα. Εξάλλου, στη λίμνη των Πετρών αναπαράγονται σπάνια είδη ορνιθοπανίδας, όπως είναι η λαγγόνα (*Phalacrocorax pygmaeus*), η οποία έχει δημιουργήσει στην περιοχή μια δεύτερη αποικία στο νομό της Φλώρινας, εκτός από αυτή των Πρεσπών. Αυτές είναι οι δύο από τις τρεις αποικίες του είδους στην Ελλάδα, και είναι οι μοναδικές στην Ευρωπαϊκή Ένωση.

Σταχυολογημένες πηγές: **Radea, Parmakelis et al., 2013** (Zookeys 350, 1-20, Freshwater gastropods of Greece – Trichonis, Vegoritida, Petron, Lysimachia, Lake Toumpa, Lake Louros etc), **Stefanidis, Papastergiadou, 2012** (Fres., Environ., Bull., 21, 10a, 3018-3026, Relationships between lake morphometry, water quality and aquatic macrophytes in 19 Greek lakes, - Petron, Zazari, Vegoritida, Kastoria, Prespes, Chimaditida, Koronia, Volvi, Pamvotis, Kalodiki, Amvrakia, Trichonis, Lysimachia etc), **Katsiapi et al., 2012** (Hydrob., 698.1, 121-131, Watershed land use types as drivers of freshwater

phytoplankton structure), **Στεφανίδης Κ., 2012** (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), **Βούρκα, 2011** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 101σελ., Οικολογική ποιότητα λίμνης Πετρών με βάση το φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν), **Pirini et al., 2011** (Arch., Biol., Sci., 63,3, 763-774, Macrophytes communities in lakes Petron and Vegoritida), **Pirini et al., 2010** (Phytol., Balcan., 16, 1, 109-129, Aquatic flora in lakes Petron and Vegoritida), **Stefanidis, Stefanidis, Papastergiadou, 2010** (Hydrob., 656, 55-65, Influence of hydrophytes on the distribution of zooplankton in lakes Kastoria, Vegoritida, Petron, Mikri Prespa), **Μπούσμπουρας, Καζόγλου, 2004** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΝΕΦ, Planet Regional, ΝΑ Φλώρινας, 86σελ., Μελέτη διαχείρισης καλαμώνων λίμνης Πετρών), **Zacharias et al., 2002** (Lak., Reserv., Res., Manag., 7, 55-62, Limnological Greek lakes overview), **Παπαδοπούλου-Μουρικήδου και συν., 2002** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000), **Skoulikidis et al., 1998** (Env., Geol., 36, 1-17, Freshwater resources in Greece), **Conides et al., 1995** (GeoJ., 36, 4, 383-390, for nutrient relationship of Greece lakes), **Papastergiadou, Babalonas, 1993** (Willdew., 23, 137-142, Aquatic flora of N.Greece), **Fotis et al., 1992** (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Παπαστεργιάδου, 1990** (Διδασκ., Διατρ., 266σελ., για τα υδρόβια φυτά στη βόρεια Ελλάδα), **Koussouris, Photis et al., 1989** (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece),

- Λίμνη Πικρολίμνη

ή Λίμνη της Χαλάστρας κατά την αρχαιότητα

(Natura2000=GR1230001, Κ.Μακεδονία, Κικλίσ)



Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Πικρολίμνης

Επιφάνεια Λίμνης (διακύμανση και με νερό)	3.7-4.5 Km ²	Υψόμετρο Λίμνης	+50m
Διακύμανση Βάθους	0.5-0.7 m	Μέγιστο Μήκος	2.4 Km
Μέσο Βάθος	περίπου το 1m	Μέγιστο Πλάτος	2.3 Km
Πηγή: Dotsika et al., 2012 (Quater., Intern., 266,74-80, Isotope contents and origin of water at Pikrolimni lake), * Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.			

Η εποχική λίμνη Πικρολίμνη, είναι μικρή, αβαθής και αλκαλική-αλμυρή λίμνη που στεγνώνει εντελώς την καλοκαιρινή περίοδο, σχηματίζοντας λιμναίους εβαπορίτες (είναι χημικά ιζηματογενή κοιτάσματα που προέρχονται από την απόθεση διαφόρων χλωριούχων και θειικών αλάτων K, Na, Ca σε θαλάσσιες ή λιμναίες λεκάνες. Με τη σταδιακή εξάτμιση του νερού αυτών των λεκανών καθιζάνει αρχικά το ανθρακικό ασβέστιο - CaCO₃ σχηματίζοντας ανθρακικά ορυκτά, στη συνέχεια καθιζάνει το θειικό ασβέστιο - CaSO₄ σχηματίζοντας θειικά ορυκτά και τέλος, όσο η εξάτμιση συνεχίζεται καθιζάνει το χλωριούχο νάτριο -NaCl σχηματίζοντας χλωριούχα ορυκτά. Τα κύρια ορυκτά των εβαποριτών είναι η γύψος, ο ανυδρίτης και ο αλίτης). Η λίμνη σχηματίστηκε σε μια αβαθή βύθιση στην πεδιάδα του Κιλκίς και βρίσκεται, δυτικά του Γαλλικού ποταμού. Η έκτασή της εποχικά κυμαίνεται από 3.7 μέχρι 4.5 Km², μέχρι που ξηραίνεται εντελώς κατά τη θερινή περίοδο. Ο πυθμένας της αποτελείται από πηλό με θειούχες ενώσεις και νιτρικά άλατα. Εκεί γύρω, υπάρχουν πηγές μεταλλικού νερού που και έχουν ιαματικές ιδιότητες. Στη λίμνη λειτουργεί Πηλοθεραπευτήριο και το καλοκαίρι η πηλοθεραπεία γίνεται εντός στη λίμνης σε ειδικά διαμορφωμένη όχθη.

Η Πικρολίμνη ήταν γνωστή από αρχαιοτάτων χρόνων με διαφορετική ονομασία και οι πληροφορίες των αρχαίων πηγών μιλούν για την περιοχή των Κλιτών και κυρίως για τη λίμνη Πικρολίμνη, απ' όπου ανάβλυζαν οι θειούχες λάσπες, στην περιοχή και από όπου εξαγόταν το «Χαλαστραίον Νίτρον», το Νάτρον, δηλαδή η Σόδα (Na₂CO₃). Τα νερά της είναι εμπλουτισμένα με διαλυμένα μέταλλα που έχουν συσσωρευτεί στον πυθμένα της λόγω εξάτμισης. Δηλαδή, εμφανίζεται υψηλή συγκέντρωση διαλυτών ιόντων, που με την εξάτμιση ακολουθεί καθίζηση των ορυκτών, κλασματική διάλυση και ανακύκλωση των διαλυμένων ουσιών, κ.ο.κ. Επίσης, η προοδευτική αυτή συγκέντρωση της άλμης σε αλκαλικές λίμνες οδηγεί στην προνομιακή καθίζηση του ανθρακικού νατρίου, ακολουθούμενο από καθίζηση των θειικών και χλωριούχων αλάτων. Παρόμοιες λίμνες, όπως και η Πικρολίμνη

παρουσιάζουν σημαντικό εύρος σε σύνθεση ιόντων και στη συγκέντρωσής τους. Έτσι, τα νερά της Πικρολίμνης, (όταν έχει νερό), χαρακτηρίζονται ότι ανήκουν στον τύπο Na-Cl (δευτερευόντως CO₃ -SO₄), που αντιπροσωπεύει περίπου το 95% και 70 % αντίστοιχα του συνόλου των κατιόντων και ανιόντων, ενώ οι συγκεντρώσεις του Ca⁺⁺ και Mg⁺⁺ είναι πολύ χαμηλές στον πυθμένα της λίμνης. Αυτές οι άλμες είναι αποτέλεσμα μίξης και συμπύκνωσης των νερών, τα οποία σωρεύονται στον πυθμένα της λίμνης και προέρχονται από επιφανειακά νερά και από πηγές που εκφορτίζονται στη λίμνη. Τα νερά των πηγών είναι μετεωρικής προέλευσης, κυκλοφορούν βαθειά και πιθανά αναμειγνύονται με νερά βαθύτερων και θερμότερων οριζόντων. Κατά την διάρκεια των πειραμάτων που έγιναν στο εργαστήριο άλατα τρόνας, μπουρκέιτη και αλίτη καθίζαναν από την εξάτμιση των αλμών. Όλα τα αποτελέσματα δείχνουν ότι υδροχημικά η Λίμνη Πικρολίμνη είναι δυνατόν να είναι η πηγή του “Nitrum Calestricum”, της αρχαιότητας.

Η λίμνη Πικρολίμνη, σήμερα δεν τροφοδοτείται με νερό από καμιά επιφανειακή απορροή, παρά μόνο από τη βροχή. Στο παρελθόν, η κύρια πηγή του νερού στη λίμνη ήταν το νερό του εδάφους. Ο Πλίνιος ο πρεσβύτερος αναφέρει ότι υπήρχαν πολλές πηγές στη μέση της λίμνης. Στη σύγχρονη περίοδο αναφέρονται ότι υπήρχαν αυτές οι πηγές, αλλά μετά το σεισμό της Θεσσαλονίκης το 1981, εξαφανίστηκαν. Στην ευρύτερη περιοχή της λίμνης υπάρχει ένας αριθμός των πηγαδιών και δύο πηγές βρίσκονται στην περιοχή της λίμνης (η μία βρίσκεται στα νότια περίμετρο της λίμνης , και η άλλη βρίσκεται στο χωριό Πικρολίμνη).

Τα ιαματικά λουτρά της Πικρολίμνης βρίσκονται στην Ξυλοκερατιά Κιλκίς όπου συνδυάζουν πρωτοποριακές μεθόδους θεραπείας, όπως η λασποθεραπεία, η πηλοθεραπεία, η υδροθεραπεία και η ποσιμοθεραπεία. Για τους καλοκαιρινούς μήνες λειτουργεί η πλαζ της λίμνης, η οποία είναι ιδανική για υπαίθρια πηλοθεραπεία.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Πικρολίμνης (καλοκαίρι και χειμώνας 2002, 2003, 2004, 2005, 2006-2007)			
Παράμετρος	Ελάχιστη τιμή	Μέγιστη τιμή	Μέση τιμή
Θερμοκρασία, °C	22.0	34.2	26.6
pH	8.0	9.6	8.98
HCO ₃ ⁻ , mmol/l	0.03	609	70
Χλωριόντα, mmol/l	72.5	4146	985

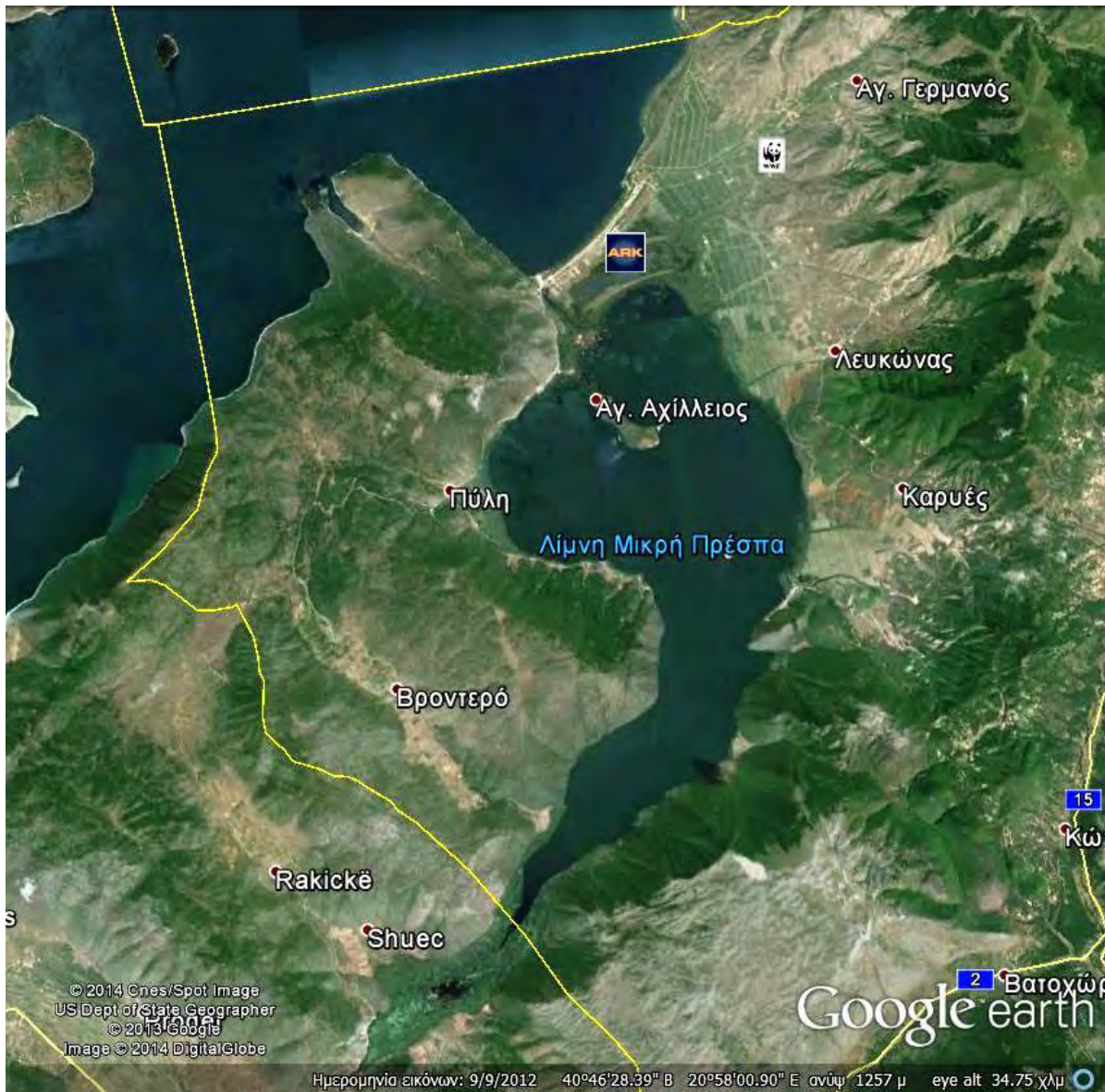
Θειϊκά ιόντα, mmol/l	8.13	527	104
Νάτριο, Na ⁺ , mmol/l	1.56	5143	789
Κάλιο, K ⁺ , mmol/l	0.26	30.43	9.32
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mmol/l	0.29	6321	598
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mmol/l	0.09	22.53	6.3
Τύπος Νερού	NaCl	NaCl	NaCl
Πηγή: Dotsika et al., 2009 (J., Geochem., Exploit., 103,133-143, A natron source at lake Pikrolimni? Geochemical evidence)			

Σταχυολογημένες πηγές: **Dotsika et al., 2012** (Quater., Intern., 266,74-80, Isotope contents and origin of water at Pikrolimni lake), **Dotsika et al., 2009** (J., Geochem., Exploit., 103,133-143, A natron source at lake Pikrolimni? Geochemical evidence), **Dotsika et al., 2004** (Bull., Geol., Soc., of Greece, 36, 192-195pp., Hydrochemical conditions of the Pikrolimni lake), **Fytikas et al., 2000** (Proc., World Geotherm., Cong., 10pp., Geothermal exploitation and development activities in Greece),

- Λίμνες Πρεσπών

Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα ή Βρυγηίδες κατά την αρχαιότητα

(Natura2000=GR1340001 –Εθνικός Δρυμός Πρεσπών και GR1340002 –Λίμνη Μικρή Πρέσπα, Φλώρινα, Ελληνοαλβανικά σύνορα και Π.Γ.Δ.Μ.)



Η λίμνες Μεγάλη Πρέσπα, Μικρή Πρέσπα, Οχρίδα και Μαλίκη (έχει αποξηρανθεί), γνωστές στην παλαιογεωγραφία ως Δειναρικές λίμνες, θεωρούνται ως οι παλαιότερες λίμνες στην Ευρώπη και μερικές από τις αρχέγονες λίμνες παγκοσμίως, καθώς σχηματίστηκαν κατά τη διάρκεια της Πλειόκαινης γεωλογικής περιόδου. Η λεκάνη των Πρεσπών δημιουργήθηκε από τεκτονικές υφέσεις, πιθανότατα κατά τη διάρκεια της Τριτογενούς γεωλογικής εποχής (πριν από 1-70 εκατομμύρια χρόνια). Αρχικά δημιουργήθηκε μια μόνο μεγάλη λίμνη, η Πρέσπα. Στη συνέχεια όμως, κατά τις τελευταίες δεκάδες χιλιάδες χρόνια, οι εναποθέσεις φερτών υλικών από τους χείμαρρους της περιοχής και ειδικότερα εκείνου που διέρχεται από την κοιλάδα του Αγίου Γερμανού, σε συνδυασμό με τη δράση των νερών της μεγάλης λίμνης, δημιούργησαν σιγά-σιγά μια αμμώδη λωρίδα γης που διαχώρισε ένα ρηχό βραχίονα της Πρέσπας, δημιουργώντας

τη λίμνη Μικρή Πρέσπα. Έτσι, σήμερα μια προσχωσιγενής λουρίδα γης, μια αβαθή λωρίδα αμμόδους εδάφους, μήκους περίπου 4Km. και πλάτους 200-1000 μέτρων χωρίζει τις δύο λίμνες που όμως επικοινωνούν με μικρή διάυλο στη θέση Κούλα. Η περιοχή αυτή που ονομάζεται Βρωμολίμνη ή Βιρό.

Οι δυο λίμνες των Πρεσπών βρίσκονται ανάμεσα στα βουνά Τρίκλαρο και Βαρνούς στην Ελλάδα, Περιστερά, Πλάνινα στην ΠΓΔΜ και Πιτσκίνα Βόντα στην Αλβανία. Η υδρολογική λεκάνη των Πρεσπών είναι κλειστού τύπου και κυριαρχείται γεωλογικά από δολομιτικούς ασβεστόλιθους, γρανίτη και σκληρά κρυσταλλικά μεταμορφωσιγενή πετρώματα. Μέρος των δύο αυτών λιμνών περιβάλλεται από αποθέσεις ιζημάτων της Τριτογενούς και Τεταρτογενούς περιόδου. Άφθονα νερά ξεκινούν από ψηλά και με μικρά ρέματα, μικρά ποτάμια ή και μέσα από υπόγειες διαδρομές καταλήγουν στις δύο λίμνες. Το δάσος της περιοχής είναι από τα πιο πλούσια της χώρας μας και καλύπτεται από βελανιδιές, πανύψηλες οξιές, σημύδες αλλά και από φυτά μοναδικά στον ελληνικό χώρο, όπως η κενταύρια των Πρεσπών -*Centaurea prespans* και το δάσος με άρκευθους (υπάρχουν εκεί δύο είδη τα *Juniperus excelsa* και το *Juniperus foetidissima*, με λεπιοειδή φύλλα και τα δύο. Η κυριότερη διαφορά τους είναι ότι το πρώτο έχει 3-6 σπέρματα, μέσα στον καρπό, ενώ το δεύτερο 1-3 σπέρματα).

Η Μεγάλη Πρέσπα καλύπτει περίπου 253.6 Km² και εκτείνεται ανάμεσα στην Ελλάδα, στην Αλβανία και στη Π.Γ.Δ.Μ (το μεγαλύτερο τμήμα της έκτασής της). Η στάθμη της Μικρής Πρέσπας βρίσκεται ψηλότερα σε σχέση με τη στάθμη της Μεγάλης Πρέσπας, σε υψόμετρο περίπου τα +853 μ., με τα 47.4 Km² της επιφάνειάς της να βρίσκονται εντός της Ελλάδας και μόλις 3.85 Km² στο νότιο άκρο της να εκτείνονται στην Αλβανία. Όταν τα νερά της Μικρής Πρέσπας πλεονάζουν, κυρίως την άνοιξη, χύνονται στη Μεγάλη Πρέσπα και από εκεί με υπόγειες καταβόθρες, διοχετεύονται στη λίμνη Οχρίδα της Π.Γ.Δ.Μ., μερικά χιλιόμετρα βορειότερα. Τα τελευταία χρόνια η υψομετρική διαφορά στάθμης των δύο Πρεσπών έχει σταθεροποιηθεί περίπου στα 6 μέτρα, ενώ μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1970, οι δύο λίμνες είχαν περίπου την ίδια στάθμη, με λίγο υψηλότερη εκείνη της μικρής Πρέσπας.

Οι Πρέσπες, έχουν ανακηρυχθεί ως ‘Εθνικός Δρυμός’ (συνολική έκταση 256.7 Km²,. πυρήνας με την περιοχή απόλυτης προστασίας 49 Km²) από το 1974, υγρότοπος διεθνούς σημασίας κατά τη σύμβαση Ramsar από το 1973, αλλά και υγρότοπος με πανευρωπαϊκό ενδιαφέρον, σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 79/409. Μέσα στο όριο της προστατευμένης περιοχής των Πρεσπών, αναπτύσσονται 13 οικισμοί με 1500 περίπου κατοίκους συνολικά. Ανάμεσα σε αυτά ξεχωρίζουν οι Ψαράδες και ο Άγιος Γερμανός και έχουν χαρακτηριστεί παραδοσιακοί και διατηρητέοι οικισμοί. Το 1991 δημιουργήθηκε η Εταιρία Προστασίας Πρεσπών με τη βοήθεια της WWF, που στήριξε τις προσπάθειες του τοπικού πληθυσμού να αναδείξουν και να προστατέψουν το φυσικό πλούτο της περιοχής τους.

Κάθε περιοχή μέσα στον Εθνικό Δρυμό έχει τις δικές της ομορφιές και το δικό της χαρακτήρα. Εκτός από τις πανοραμικές όψεις της λίμνης που βλέπει ο επισκέπτης από μερικά υψώματα της περιοχής, όλα τα άλλα αξιοθέατα του Δρυμού χαρακτηρίζονται από λιτή και διακριτική παρουσία, που για να τα απολαύσει κανείς, πρέπει να τα πλησιάσει, να τα αναγνωρίσει, να τα ζήσει για λίγο από κοντά. Μερικά από τα πλέον ενδιαφέροντα μέρη είναι τα εξής: Μικρολίμνη - Βιολογικός Σταθμός - Λάτσιστα – Κρανιές- Η Μικρολίμνη είναι μικρό παραλίμνιο χωριό. Περιπατώντας διακριτικά δίπλα στα υγρά λιβάδια που συνορεύουν με τους καλαμιώνες, βόρεια του χωριού, μπορεί να δει κανείς και να φωτογραφίσει τους σπάνιους ερωδιούς, που κυνηγούν εκεί, μέσα στα ρηχά νερά, τη λεία τους, (βατράχια, φίδια, ψάρια, έντομα και άλλους, υδρόβιους οργανισμούς). Ακόμη, με βάρκες των ψαράδων, μπορεί να επισκεφθεί το μικρό πανέμορφο νησάκι Βιδρονήσι (Βιδρινέτσι). Με τα πόδια από την Μικρολίμνη και ακολουθώντας ένα οριοθετημένο μονοπάτι προς τα νότια, μπορεί κανείς να επισκεφθεί το Βιολογικό Σταθμό παρατηρήσεων της Ελληνικής Εταιρείας Προστασίας της Φύσης και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς, τον οποίο παλαιότερα χρησιμοποιούσαν οι επιστήμονες που εργάζονταν στην περιοχή. Στη συνέχεια αυτού του μονοπατιού μπορείς να φτάσεις στο μικρό κόλπο της Λάτσιστας, και που καταλήγει στο εγκαταλειμμένο χωριό Κρανιές, μετά από πορεία μιάμιση ώρας. Οξυά – Σφήκα- Ακολουθώντας το δασικό δρόμο που ξεκινάει από το μικρό οικισμό της Οξυάς, φτάνει κανείς μετά από πορεία δύο ωρών - ανάμεσα από πυκνά δάση βελανιδιών, οξυών και άλλων πλατύφυλλων - στο εγκαταλειμμένο ορεινό χωριό Σφήκα στο ομώνυμο βουνό (Σφήνα ή Τρικλάριο) και σε υψόμετρο 1300 μέτρα. περίπου. Από εκεί και μετά από μια ώρα πορεία, φτάνει στα ορεινά "αλπικά" λιβάδια, πάνω από την ζώνη των δέντρων, όπου την άνοιξη και το καλοκαίρι, μπορεί να ζήσει κοντά στους κτηνοτρόφους, που έχουν εκεί τα κοπάδια τους. Λόφος Καλέ - Πανοραμική θέα ολόκληρης της λίμνης. Ιδανικό μέρος για φωτογράφιση. Τόπος για πικ-νικ και ξεκούραση στους ειδικά διαμορφωμένους χώρους. Οπάγια - Βρωμολίμνη - Παρατηρητήριο- Η έκταση που περικλείεται από το εγκαταλειμμένο χωριό Οπάγια, την τοποθεσία Κούλα και τον ασφαλτοστρωμένο δρόμο, περιλαμβάνει το πιο ευαίσθητο τμήμα του πυρήνα του Εθνικού Δρυμού, τη Βρωμολίμνη, ένα εσωτερικό σώμα νερού, με κανονική όμως επικοινωνία με τα νερά της Μικρής Πρέσπας. Εκεί υπάρχουν οι μεγάλες αποικίες των πελεκάνων, των κορμοράνων, των χηνών και πολλών ερωδιών. Όμως, όπως προαναφέρθηκε, η είσοδος εδώ απαγορεύεται αυστηρά. Τις αποικίες των πουλιών μπορεί να παρατηρήσει ο επισκέπτης με κιάλια, είτε από τον μικρό λόφο Γκόριτσα, στα νοτιοανατολικά, είτε από το παρατηρητήριο που υπάρχει στα βόρεια, δίπλα στο δρόμο. Είναι ο ιδανικότερος τόπος για παρατήρηση πουλιών στην Πρέσπα. Άγιος Γερμανός- Τα σπίτια του χωριού είναι κτισμένα σε ρυθμό παραδοσιακής τοπικής αρχιτεκτονικής. Υπάρχει ομώνυμη βυζαντινή εκκλησία του 10ου αιώνα. Βορειοανατολικά του χωριού, το μικρό ποτάμι Στάρα με μικρούς καταρράκτες,

πεντακάθαρα νερά και πέστροφες. Ακολουθώντας το δασικό δρόμο παράλληλα με το ποτάμι, φτάνει κανείς στα εντυπωσιακά μικτά δάση έλατου-οξυάς και συνεχίζοντας, στις κορυφές Καλό Νερό (Bella Voda, σε υψόμετρο 2156 μ.) και Μάζι (2060 μ.), από όπου έχει μια μοναδική θέα και των δύο λιμνών. Επίσης ενδιαφέρουσα είναι η συνάντηση με τους κτηνοτρόφους που έχουν τα κοπάδια τους στο βουνό. Κούλα - παραλία Μεγάλης Πρέσπας- Μεγάλες αμμουδιές και ευκαιρία για κολύμπι στα διάφανα νερά της Μεγάλης Πρέσπας. Περιοχή για ξεκούραση και πικ-νικ. Παράλληλα, τόπος παρατήρησης πελεκάνων που πετούν από τη μικρή στη μεγάλη λίμνη για να ψαρέψουν. Άγιος Αχίλλειος- Επίσκεψη στο παραμυθένιο νησάκι του Αγίου Αχίλλειου με τον μικρό του οικισμό. Περιπλάνηση στα καταπράσινα λιβάδια. Επίσκεψη στα ερείπια της μεγάλης ομώνυμης βασιλικής που κτίστηκε τον 10ο αιώνα, με την επιτύμβια πλάκα του ερωδιού με το γεράκι και στο εγκαταλειμμένο μοναστήρι της Παναγίας Πορφύρας με την ομώνυμη εκκλησία του 16ου αιώνα. Πύλη – Δασερί- Περπατώντας από το χωριό Πύλη στο εγκαταλειμμένο χωριό Δασερί, ο επισκέπτης χαίρεται πανέμορφα δάση βελανιδιών δίπλα στους καλαμιώνες και σε πράσινα, πλημμυρισμένα με νερό λιβάδια. Πορεία μιάμιση ώρα. Βροντερό- Γραφικό χωριό κτηνοτρόφων, σε απόσταση 13 χλμ. από την Πύλη, μέσα σε πυκνά δάση βελανιδιάς και εκτάσεις καλυμμένες με πυξούς. Αη-Γιώργης Ψαράδων - Στο υψηλότερο σημείο του δρόμου Κούλας-Ψαράδων, βρίσκεται το μικρό εξωκλήσι του Αη-Γιώργη. Γύρω από αυτό, υπάρχει μια συστάδα, μοναδική στην Ευρώπη, από μερικές δεκάδες υπεραιωνόβια βουνοκυπάρισσα-άρκευθοι. Ο χώρος αυτός αποτελεί το δεύτερο τμήμα της περιοχής απόλυτης προστασίας του Εθνικού Δρυμού (πυρήνας). Ψαράδες- Το πιο παραδοσιακό χωριό της Πρέσπας με σπίτια χτισμένα σε τοπικό αρχιτεκτονικό ρυθμό. Με βάρκες ψαράδων του χωριού, που έχουν ειδική άδεια, μπορεί κανείς να επισκεφθεί τις ακρογιαλιές της λίμνης και τις απότομες βραχώδεις ακτές, όπου, σε φυσικές και λαξεμένες κοιλότητες στα βράχια, βρίσκονται ασκηταριά, ερημητήρια, εικόνες ζωγραφισμένες πάνω στους βράχους, καθώς και δύο εκκλησίες, της Μεταμόρφωσης (αρχές 13ου αιώνα) και της Παναγίας της Ελεούσας (15ος αιώνας) με αξιόλογες τοιχογραφίες. Η δεύτερη εκκλησία, με βάση κάποιο θρύλο, είναι γνωστή και ως "Άγιος Πέτρος" (σταχυολογημένο κείμενο από "Εθνικός Δρυμός Πρεσπών, Οδηγός για τους επισκέπτες", Κατσαδωράκης, Σκούλλος, Έκδοση, Ελληνική Εταιρία για την Προστασία του Περιβάλλοντος και της Πολιτιστικής Κληρονομιάς).

Η αξία των Πρεσπών έγκειται στο γεγονός ότι η περιοχή χαρακτηρίζεται από εξαιρετικά υψηλή-μεγάλη βιοποικιλότητα, πλούσιους φυσικούς της πόρους, εξαιρετική φυσική ομορφιά και σε κάποιο βαθμό οι παραδοσιακές γεωργικές και κτηνοτροφικές πρακτικές, συμβάλλουν στη δημιουργία φυσικού περιβάλλοντος, που περιλαμβάνει πληθώρα σπάνιων και ενδημικών ειδών. Στις Πρέσπες, έχουν καταγραφεί περισσότερα από 1800 είδη φυτών με δύο ενδημικά (17 πτεριδόφυτα και περισσότερα από 1750 σπερματόφυτα), 12 τύποι δασών, 23 είδη ιχθύων από τα οποία

τα 9 είναι ενδημικά, 22 είδη ερπετών, 11 αμφιβίων, ενώ βρίσκουν καταφύγιο εντός των ορίων της λεκάνης των Πρεσπών πάνω από 62 είδη θηλαστικών (σ' αυτά συμπεριλαμβάνονται και είδη που κινδυνεύουν με εξαφάνιση, όπως ορισμένα είδη νυχτερίδων, ο λύκος, η αρκούδα και η βίδρα). Εξάλλου, έχουν καταγραφεί στην περιοχή τουλάχιστον 275 είδη πτηνών, από τα οποία 164 είδη αναπαράγονται ή έχουν αναπαραχθεί στην ευρύτερη περιοχή των Πρεσπών. Πολλά από αυτά είναι σπάνια και κάποια όπως ο αργυροπελεκάνος, απειλούνται με εξαφάνιση. Εδώ, στις Πρέσπες διατηρείται η μεγαλύτερη στον κόσμο αποικία αναπαραγωγής του αργυροπελεκάνου, ενώ και η λαγγόνα σχηματίζει εδώ μία σημαντική αποικία σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι από όλη την Ευρώπη, μόνο στην περιοχή των Πρεσπών οι πληθυσμοί του αργυροπελεκάνου και του ροδοπελεκάνου μοιράζονται το ίδιο ενδιαίτημα. Επίσης, υψηλή είναι και η βιοποικιλότητα της ιχθυοπανίδας της. Μέσα στις λίμνες έχουν καταγραφεί όπως προαναφέρθηκε, 23 είδη ψαριών, 9 εκ των οποίων είναι ενδημικά. Από τα υπόλοιπα 14 είδη, το γριβάδι, ο κοινός κυπρίνος, έχει ιδιαίτερη σημασία για την οικονομική του αξία ως αλίευμα. Εξάλλου, άλλα είδη ψαριών που κατά καιρούς έχουν εισαχθεί στη λίμνη, φαίνεται να αποτελούν απειλή για το οικοσύστημα, ενώ άλλα είδη ψαριών, επίσης εισαχθέντα, μπορεί να μην έχουν σχηματίσει βιώσιμους πληθυσμούς.

Οι Πρέσπες αναφέρονται επίσης για την πλούσια μαλακοπανίδα τους (γαστερόποδα, δίθυρα). Έχουν καταγραφεί, σε σχετικά πρόσφατη έρευνα (2012), τουλάχιστον 40 taxa (είδη, υποείδη, ποικιλίες) από τα οποία 29 είναι γαστερόποδα, και 11 είδη δίθυρα μαλάκια, ενώ εκτιμάται ότι περίπου το 37% αυτών των μαλακίων είναι ενδημικά της περιοχής. Σημειώνεται επίσης ότι η Μεγάλη Πρέσπα είναι πιο πλούσια με είδη, από ότι η Μικρή Πρέσπα.

Η ποικιλότητα των ψαριών στις λίμνες των Πρεσπών είναι ένας από τους λόγους για την παρουσία ιχθυοφάγων, υδρόβιων πουλιών, μεταξύ των οποίων και ο αργυροπελεκάνος *Pelecanus crispus*, η λαγγόνα *Phalacrocorax pygmaeus* και ο ροδοπελεκάνος *Pelecanus onocrotalus*, πουλιά που έχουν ενταχθεί στο Παράρτημα I της Οδηγίας για τα Πουλιά (79/409/ΕΟΚ). Ασφαλώς, ο ρόλος που παίζουν τα ιχθυοφάγα πουλιά για τους πληθυσμούς των ψαριών δεν είναι αμελητέος, ειδικά στα μικρότερου μεγέθους ενδημικά είδη ψαριών, όπως το τσιρόνι και η πλατίκα που αποτελούν και την κύρια τροφή των πελεκάνων και των κορμοράνων. Εντούτοις, δεν έχει παρατηρηθεί μείωση σε κανένα από αυτά τα είδη ψαριών από τις αρχές της δεκαετίας του '80, παρά το γεγονός ότι τόσο οι πελεκάνοι όσο και οι κορμοράνοι έχουν αυξηθεί. Πιθανώς, η αύξηση των θρεπτικών στοιχείων των λιμνών ευνοεί αυτά τα ψάρια που τρέφονται με πλαγκτόν και αυτό μπορεί να εξηγήσει την αυξητική τάση.

Σε σχετικά πρόσφατη καταγραφή των ψαριών (2007) στη Μικρή και Μεγάλη Πρέσπα αναφέρονται ότι υπάρχουν 25 είδη: *Alburnoides prespensis*, *Alburnus alburnus*, *Anguilla anguilla*, *Barbus prespensis*, *Carassius carassius*, *Carassius gibelio*, *Chondrostoma prespensis*, *Cobitis meridionalis*, *Ctenopharyngodon idella*, *Cyprinus carpio*, *Esoix lucius*, *Gambusia holbrooki*, *Hypophthalmichthys molitrix*, *Lepomis gibbosus*, *Oncorhynchus mykiss*, *Parabramis pekinensis*, *Pelagus prespensis*, *Pseudorasbora parva*, *Rhodeus amarus*, *Rutilus prespensis*, *Salmo letnica*, *Salmo peristericus*, *Silurus glanis*, *Squalius prespensis*, *Tinca tinca*.

Ενδημικά Είδη Ψαριών στις Πρέσπες			
(EN: Κινδυνεύον, VU: Τρωτό, LC: Μειωμένου Ενδιαφέροντος)			
Επιστημονική ονομασία	Ελληνική Ονομασία	από Κόκκινο Βιβλίο Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας, 2009	Ενδημικά
<i>Cobitis meridionalis</i>	Βρυγοβελονίτσα	VU	Πρέσπα
<i>Alburnoides prespensis</i>	Τσιρονάκι	VU	Πρέσπα
<i>Alburnus belvica</i>	Τσιρόνι	VU	Πρέσπα
<i>Barbus prespensis</i>	Μπράνα	VU	Βαλκάνια, Πρέσπα και Αλβανία
<i>Chondrostoma prespense</i>	Σκουμπούζι	VU	Πρέσπα
<i>Pelagus prespensis</i>	Τσίμα	EN	Πρέσπα
<i>Rutilus prespensis</i>	Πλατίκα	VU	Πρέσπα
<i>Squalius prespensis</i>	Κέφαλος	LC	Πρέσπα
<i>Salmo peristericus</i>	Πέστροφα των Πρεσπών	EN	Πρέσπα

Ένα πολύ ενδιαφέρον χαρακτηριστικό της ιχθυοπανίδας των Πρεσπών και το οποίο τονίζει τη μοναδικότητα αυτών των λιμνών, είναι η παρουσία πέντε ρεόφιλων ειδών, δηλαδή ειδών που γενικώς προτιμούν την αναπαραγωγή σε ρέοντα ύδατα (τσιρόνι, σκουμπούζι, μπράνα, τσιρονάκι και κέφαλος). Αν και απουσιάζουν τελείως από τις λίμνες της δυτικής Ευρώπης, τα γένη *Barbus*, *Cobitis*, *Squalius* και *Chondrostoma* (δηλαδή συγγενείς της μπράνας, της βρυγοβελονίτσας, του κέφαλου και του σκουμπούζιού αντίστοιχα) απαντώνται σε άλλες λίμνες των Βαλκανίων, όπως οι λίμνες Σκόδρα ή Σκουτάρι και η Δοϊράνη. Πρόσθετα, τα ρυάκια συνεχούς ροής της Μεγάλης Πρέσπας φαίνεται ότι προσφέρουν, σε αυτά τα είδη ψαριών τις απαραίτητες περιοχές για την εναπόθεση των αβγών τους. Ανάμεσα σε αυτά τα ρεόφιλα είδη ψαριών, ένας πληθυσμός από τσιρονάκια (*Alburnoides prespensis*), ζει εξ ολοκλήρου στο λιμναίο οικοσύστημα της Μικρής Πρέσπας.

Προς το τέλος του προηγούμενου αιώνα (1960-1990) στην Πρέσπα εισήχθησαν δέκα ή δώδεκα είδη ευρωπαϊκής, ασιατικής ή βορειοαμερικανικής προέλευσης. Γενικώς, οι εισαγωγές ψαριών αποτελούν απειλή για τα ενδημικά είδη και μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο τα υδατικά συστήματα, μεταξύ άλλων, λόγω του ανταγωνισμού των πόρων, των θηραμάτων, λόγω επιπτώσεων στο οικοσύστημα (όπως η καταστροφή της βλάστησης) ακόμη και λόγω γενετικών επιδράσεων, όπως ο υβριδισμός.

Οι κάτοικοι της περιοχής και οι ψαράδες συχνά θεωρούν το γριβάδι αυτόχθονο είδος, καθώς υπάρχει εδώ και πολλά χρόνια και έχει ενσωματωθεί στη ζωή τους. Εντούτοις, το γριβάδι δεν είναι αυτόχθονο είδος· πιθανώς εισήχθη στις λίμνες κατά τη ρωμαϊκή ή τη βυζαντινή εποχή. Εξαιτίας της μακράς περιόδου που έχει περάσει από την εισαγωγή του, της προσαρμογής του είδους του στο οικοσύστημα των λιμνών, αλλά και της αξίας του για την τοπική αλιεία, γενικώς αντιμετωπίζεται ως αυτόχθονο. Επίσης, ο πληθυσμός γριβαδιών έχει ενισχυθεί με την πάροδο του χρόνου με εμπλουτισμούς, παρόλο που αυτή είναι μία προβληματική διαδικασία με υψηλό ρίσκο, επειδή ελλοχεύει ο κίνδυνος να εισαχθούν ταυτόχρονα και ξενικά είδη ψαριών.

Από τα υπόλοιπα είδη των Πρεσπών, το μεταναστευτικό χέλι φαίνεται ότι έχει γίνει αυτόχθονο στις Πρέσπες, ενώ έχει καταγραφεί ως ‘‘Κρισίμως Κινδυνεύον’’ σύμφωνα με την IUCN, διότι μειώνεται σε ολόκληρη την ευρωπαϊκή του εξάπλωση. Παρόλο που δεν υπάρχουν ποτάμια που να συνδέουν την Πρέσπα απευθείας με τη θάλασσα, πιστεύεται πιθανότατα, ότι στο παρελθόν χέλια έφταναν στη λίμνη Οχρίδα, μέσω του ποταμού Δρίνου, και από εκεί στην Πρέσπα μέσω των υπόγειων κοιλοτήτων που συνδέουν τη Μεγάλη Πρέσπα με τη λίμνη Οχρίδα. Μεταξύ του 1976 και των αρχών του 2000, πιθανώς να μπορούσαν επίσης να φτάσουν στις λίμνες μέσω του ποταμού Ντέβολλι, της Αλβανίας, που χύνεται στην Αδριατική και ενώθηκε για λίγες δεκαετίες τεχνητώς με τη Μικρή Πρέσπα. Σήμερα, τα χέλια μάλλον δεν μπορούν πλέον να φτάσουν στην Πρέσπα, όχι μόνο επειδή τερματίστηκε η σύνδεση με τον ποταμό Ντέβολλι, αλλά και λόγω των πολλών φραγμάτων που έχουν κατασκευαστεί στον ποταμό Δρίνο. Έτσι, ανίκανα να επιστρέψουν στη θάλασσα, τα χέλια παραμένουν αποκλεισμένα και φτάνουν σε αξιοσημείωτα μεγάλο βάρος, ξεπερνώντας συχνά τα 4 κιλά.

Άλλα Είδη Ψαριών που έχουν Παρατηρηθεί στη Μικρή και στη Μεγάλη Πρέσπα (από:Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, 2007)				
Είδος	Κοινή ονομασία	Προέλευση	Έτος εισαγωγής κατά προσέγγιση	Παρόντα ή Απόντα σήμερα

<i>Salmo letnica</i>	Πέστροφα της Αχρίδας	Ευρωπαϊκή	1951-1954	×*
<i>Oncorhynchus mykiss</i>	Αμερικάνικη πέστροφα	Βορειο-αμερικανική	Άγνωστη	×
<i>Carassius auratus gibelio</i>	Πεταλούδα	Ασιατική	Δεκαετία '70	✓
<i>Cyprinus carpio</i>	Γριβάδι	Ευρωπαϊκή	Ρωμαϊκή εποχή	✓
<i>Ctenopharyngodon idella</i>	Χορτοφάγος κυπρίνος	Ασιατική	1988	×
<i>Hypophthalmichthys molitrix</i>	Ασημοκυπρίνος	Ασιατική	1987	×
<i>Parabramis pekinensis</i>	Κινέζικη Λεστιά	Ασιατική	Δεκαετία '70	×
<i>Pseudorasbora parva</i>	Ψευτορασμπόρα	Ασιατική	Δεκαετία '70	✓
<i>Rhodeus amarus</i>	Μουρμουρίτσα	Ευρωπαϊκή	Άγνωστη	✓
<i>Tinca tinca</i>	Γλίνι	Ευρωπαϊκή	1983	✓
<i>Silurus glanis</i>	Γουλιανός	Ευρωπαϊκή	Από τον 19ο αιώνα	✓
<i>Lepomis gibbosus</i>	Ηλιόψαρο	Βορειο-αμερικανική	Δεκαετία '90	✓
<i>Gambusia holbrooki</i>	Κουνουπόψαρο	Βορειο-αμερικανική	1995	×
* Μια μεμονωμένη πέστροφα της Αχρίδας πιάστηκε στη Μεγάλη Πρέσπα το 2011, αποτελώντας ένδειξη καινούργιας εισαγωγής μετά την τελευταία που είχε γίνει τη δεκαετία του '50.				

Από τα σχετικά πρόσφατα εισαχθέντα, πέντε είναι κυρίως τα είδη που φαίνεται να έχουν εγκαθιδρύσει μεγαλύτερους ή μικρότερους πληθυσμούς. Η ψευτορασμπόρα και η πεταλούδα εισήχθησαν στις λίμνες τη δεκαετία του '70. Η πεταλούδα φαίνεται να είναι πολυπληθές είδος στη Μικρή Πρέσπα, αλλά η εμπορική του αξία παραμένει χαμηλή, ενώ η ψευτορασμπόρα δεν έχει καμία εμπορική αξία. Το γλίνι εισήχθη στις αρχές της δεκαετίας του '80, πιθανώς από τη λίμνη Καστοριά, αλλά ως τώρα φαίνεται να είναι σπάνιο. Η μουρμουρίτσα απαντάται μόνο στη Μεγάλη Πρέσπα. Το ηλιόψαρο εισήχθη πιθανώς τη δεκαετία του '90 και οι πληθυσμοί του και στις δύο λίμνες πρόσφατα αυξήθηκαν. Τα τελευταία χρόνια, στη Μεγάλη Πρέσπα έχουν πιαστεί πολύ λίγοι γουλιανοί. Παραμένει άγνωστο εάν ο γουλιανός και η μουρμουρίτσα έχουν εισαχθεί ή αποτελούν αυτόχθονα είδη των λιμνών της Πρέσπας.

Σταχυολογημένες πηγές: **Panagiotopoulos et al., 2013** (Quatern., Intern., 293, 157-169, Vegetation and climate history of the lake Prespa), **Κουτσερή, 2012** (Εταιρ., Προστ., Πρεσπών, 128σελ., LIFE09 INF/GR/319, Ιχθυοπανίδα και βιώσιμη αλιεία στις Πρέσπες), **Στεφανίδης Κ., 2012** (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστ., Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας-Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), **Stefanidis, Papastergiadou, 2010** (Hydrob., 656, 55-65, Influence of hydrophytes on the distribution of zooplankton in lakes Kastoria, Vegoritis, Petron, Mikri Prespa), **Perennou, Gletsos, et al., 2009** (Development of a Transboundary Monitoring System for the Prespa Park Area, Aghios Germanos, Greece, 381pp), **Economou et al., 2007** (Medit., Mar., Scien., 8, 1, 91-166, The freshwater ichthyofauna of Greece-an update survey), **Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, 2007** (Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ, Μαλακού και συν., Life-Φύση 2002, NAT/GR/8494, 246σελ., Σχέδιο-Οδηγός αποκατάστασης και διαχείρισης των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα), **Michaloudi, 2005** (Belg., J., Zool., 135, 2, 223-227, Zooplanktons dry weights in lake Mikri Prespa), **Petaloti et al., 2004** (Envir., Sc., Poll., Res., 11, 11-17, Nutrient dynamic in shallows lakes of northern Greece), **Zacharias et al., 2002** (Lak., Reserv., Res., Manag., 7, 55-62, Limnological Greek lakes overview), **Skoulikidis et al., 1998** (Env., Geol., 36, 1-17, Freshwater resources in Greece), **Petridis, Sinis, 1997** (Hydrob., 351, 95-105, Benthic fauna of lake Mikri Prespa), **Tryfon, Moustaka-Gouni, 1997**

(Hydrob., 351, 61-75, Phytoplankton-nannoplankton in lake Mikri Prespa), **Michaloudi et al., 1997** (hydrobiol., 351, 77-94, Zooplankton in lake Mikri Prespa), **Crivelli, Catsadorakis, 1997** (Hydrob., vol 351, Spec., Ed., Lake Prespa, a unique Balkan wetland), **Crivelli, Malakou et al., 1996, 1997** (Foolia Zool., 45, 1, 21-32, Hydrob., 351, 1-3, 107-125, Foolia Zool., 46, 1, 37-49 for some fishes in Prespa lakes), **Κατσαδωράκης, 1996** (Εταιρ., Προστ., Πρεσπών, 52σελ., Ψάρια και αλιεία στις Πρέσπες), **Conides et al., 1995** (GeoJ., 36, 4, 383-390, for nutrient relationship of Greece lakes), **Tryfon et al., 1994** (Arch., Hydrob., 131, 477-494, for phytoplankton and physico-chemical features of lake Mikri Prespa), **Moustaka-Gouni, et al., 1994** (Biol., 49, 593-603, Chlorophytes in lakes Volvi, Mikri Prespa, Vegoritis), **Τρύφων, 1994** (Διδακτ., Διατρ., 259σελ., +16 Παράρτ., 8., ΑΠΘ, για το φυτοπλαγκτό λίμνης Μικρής Πρέσπας), **Papastergiadou, Babalonas, 1993** (Willdew., 23, 137-142, Aquatic flora of N.Greece), **Phychoudakis et al., 1993** (Techn., Report, EKBV +Univ., of Thessaloniki, 44pp., An assessment of the irrigation project affecting the wetland of Prespa), **Fotis et al., 1992** (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Παπαστεργιάδου, 1990** (Διδακ., Διατρ., 266σελ., για τα υδρόβια φυτά στη βόρεια Ελλάδα), **Koussouris, Photis et al., 1989** (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece), **Μπαμπαλώνας και συν., 1989** (BIOS, 1, 19-29, for aquatic flora in Mikri Prespa lake), **Scoulos, Hatzianestis, 1989** (Wat., Air, Soil Poll., 44, 307-320, Trace metals in lake Mikri Prespa), **Κατσαδωράκης, 1986** (Τεχν., Έκθεση, Πανεπ., Αθηνών, 161σελ., για το Εθνικό Πάρκο Πρεσπών), **Παυλίδης, 1985** (Τεχν., Έκθεση, Πανεπ., Θεσσαλ., για την υδρόβια βλάστηση στη λίμνη Πρέσπα), **Koussouris, et al., 1989** (Ann. Limnol. 25, 17-24, Assessing the trophic status of Lake Mikri Prespa, Greece), **Koussouris et al., 1987** (GeoJ., 14, 3, 377-379, for Kastoria and Mikri Prespa lakes), **Koussouris, Satmadjis, 1987** (Rev. Int. Oceanogr. Med. 87/88: 51-66, Changes in plankton assemblages from spring to summer in a Greek lake), **Μπονάζούντας και συν., 1987-1988** (Τεχν., Έκθεση για την περιοχή Μικρής Πρέσπας, 314σελ., 6-11), **Pyrovetsi, Gerakis, 1987** (Environmental., 7, 35-42, Environmental problems from agriculture in Prespa National Park), **Pyrovetsi, Carteris, 1986** (J., Environ., Managem., 23, 173-183, Land cover/use changes in Prespa National Park), **Pyrovetsi et al., 1984** (Tech., Report EEC., DG/XI, 205pp, for Prespa National Park, 49-86, 144-155), **Κουσουρή και συν., 1983** (Ειδ., Έκδοσ., ΙΩΚΑΕ, 6, 89σελ., για τη λίμνη Μικρή Πρέσπα), **Μουρκίδης και συν., 1978** (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 21, 5, 95-123, Λίμνες της Β. Ελλάδος. I Βαθμός ευτροφισμού),

α) Λίμνη Μικρή Πρέσπα:

Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Μικρή Πρέσπα

Επιφάνεια Λίμνης	47.4 Km ² , * 45.2 Km ² (43.5 Km ² ελληνικό τμήμα)	Υψόμετρο Λίμνης	+853m
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	* 208.69 Km ² (157.4 Km ² ελληνικό τμήμα)	Μέγιστο Μήκος (έτος 1989)	13.6Km
Όγκος Λίμνης X10 ⁶	221m ³ (324 X10 ⁶ , m ³ παλαιότερα)	Μέγιστο Πλάτος (έτος 1989)	6.7Km
Μέγιστο Βάθος	8.4m	Μήκος Ακτών(έτος 1989)	58Km
Μέσο Βάθος	4.12m	Υψόμετρο Εξόδου Λεκάνης (2003), m	* 849.61

Πηγές: **Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, 2007** (Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ, Μαλακού και συν., Life-Φύση 2002, NAT/GR/8494, 246σελ., Σχέδιο-Οδηγός αποκατάστασης και διαχείρισης των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα), **Perennou, Gletsos, et al., 2009** (Development of a Transboundary Monitoring System for the Prespa Park Area, Aghios Germanos, Greece, 381pp), * **Καραβοκύρης και συν., 2003**. Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ, Μελέτη υδρολογίας και διαχείριση στάθμης λίμνης Μικρής Πρέσπας), **Koussouris, et al., 1989** (Ann. Limnol. 25, 17–24, Assessing the trophic status of Lake Mikri Prespa, Greece),

Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.

Η λίμνη Μικρή Πρέσπα, γεωμορφολογικά, είναι συνέχεια της Μεγάλης Πρέσπας και χωρίζεται από αυτήν με ένα κομμάτι ξηράς μήκους περίπου 4Km και πλάτους 200-1000 μέτρων. Μέσα στην Μικρή Πρέσπα βρίσκονται οι νησίδες του Αγίου Αχίλλειου, που κατοικείται και το Βιτρινέτσι που είναι ακατοίκητο. Ο σημαντικός αυτός διεθνούς σημασίας υγρότοπος από την άποψη των υδροβίων πτηνών απειλείται, τόσο από εξωγενείς και αλλόχθονους παράγοντες, όσο και από αυτόχθονες, τοπικούς, στους οποίους κυρίαρχο ρόλο καταλαμβάνει η υπέρμετρη και πυκνή ανάπτυξη των καλαμιώνων. Ο άνθρωπος από πολύ παλιά έχει επηρεάσει με τις επεμβάσεις του τη Μικρή Πρέσπα. Κατά πρώτον, ο ποτάμι του Αγ. Γερμανού χύνεται στη Μεγάλη Πρέσπα, πήρε όμως τη σημερινή του θέση το 1936, οπότε και έγινε η μόνιμη εκτροπή του από τη Μικρή Πρέσπα. Το 1976, ο ποταμός Ντέβολλι στην Αλβανία, συνδέθηκε με τη Μικρή Πρέσπα προκειμένου να αποθηκεύεται στη λίμνη νερό το χειμώνα και να αντλείται από εκεί το καλοκαίρι για άρδευση. Αυτή η εκτροπή επηρέασε σημαντικά την οικολογική κατάσταση στο νότιο άκρο της Μικρής Πρέσπας, παρόλο που η εκτροπή δεν υφίσταται πλέον από τις αρχές της δεκαετίας του 2000. Στην Ελλάδα, το σημείο που ενώνεται η Μικρή με τη Μεγάλη Πρέσπα επίσης τροποποιήθηκε το φυσικό σύστημα της περιοχής και ένα θυρόφραγμα τοποθετήθηκε το 1986 στην περιοχή της Κούλας, με σκοπό την αποθήκευση νερού στη Μικρή Πρέσπα -η οποία βρίσκεται ψηλότερα και χύνεται στη Μεγάλη Πρέσπα- και τη χρήση του για άρδευση. Αυτό το στοιχειώδες παλαιότερο θυροφράγμα της περιοχής Κούλα, επανακατασκευάστηκε το 2004 (ρουφράκτης πλάτους 1 μέτρου, ρουφράκτης πλάτους 2 μέτρων και δύο ρουφράκτες πλάτους 3 μέτρων ο καθένας), με το πρόγραμμα LIFE Nature (LIFE2002NAT/GR/8494) προκειμένου από τη μια να βελτιωθεί η αποδοτικότητα της διαχείρισης των υδάτων, και από την άλλη να προαχθεί η προστασία κάποιων ειδών πουλιών, γεγονός που αποτελεί προτεραιότητα στο ελληνικό τμήμα της Μικρής Πρέσπας. Σημειώνεται, ότι η στάθμη της λίμνης και ο ρυθμός μεταβολής της, επηρεάζουν καθοριστικά το οικοσύστημα της Μικρής Πρέσπας, τις λειτουργίες του, τη βιοποικιλότητα, ιδιαίτερα συγκεκριμένους τύπους οικοτόπων εξαιρετικής σημασίας, αλλά και τα σπάνια είδη χλωρίδας και πανίδας που φιλοξενεί η λίμνη. Ειδικότερα για τη διαχείριση της στάθμης της λίμνης, επιδιώκεται όπως αυτή, για την περίοδο από Μάρτιο μέχρι τέλος Ιουνίου να διατηρείται ανάμεσα στο υψόμετρο + 854,4 και +854,2. Αλλά, και να διατηρείται η στάθμη της λίμνης

όσο το δυνατό κοντά στη μέγιστη στάθμη-στόχο, χωρίς έντονες διακυμάνσεις, ενώ κατά την περίοδο ωοτοκίας και επώασης των αβγών των ψαριών απαιτείται κατά το δυνατόν, χαμηλός ρυθμός πτώσης της στάθμης.

Μία από τις επιτυχίες του προγράμματος ήταν η καθιέρωση ενός συμμετοχικού συστήματος λήψεων αποφάσεων σχετικά με τη ρύθμιση της στάθμης του νερού, καθώς και με άλλα θέματα διαχείρισης των υδάτων της περιοχής. Η διαχείριση της στάθμης στη Μικρή Πρέσπα είναι ζωτικής σημασίας για τις υφιστάμενες γεωργικές πρακτικές, τη διατήρηση των υγρών λιβαδιών (περιοχές τροφοληψίας των πουλιών και περιοχές ωοτοκίας των ψαριών) και για την προστασία των αποικιών των πελεκάνων, οι οποίες απειλούνται από τους χερσαίους θηρευτές, όταν δεν υπάρχει αρκετό νερό γύρω τους. Ο Εθνικός Δρυμός της Μικρής Πρέσπας με την εκτεταμένη και πυκνή ανάπτυξη της υδρόβιας βλάστησης, ιδιαίτερα των καλαμιών, προσφέρει σημαντικές ποσότητες από φυτικό υλικό που αποσυντιθέμενο στον πυθμένα της λίμνης επιταχύνει τη γήρανση του οικοσυστήματός της. Επίσης, η λίμνη δέχεται τουλάχιστον εποχιακά αρκετά επιβαρυμένες απορροές από τις γύρω γεωργικές καλλιέργειες. Η έλλειψη του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου αρχίζει να επεκτείνεται ολοένα και σε μεγαλύτερη έκταση, καθώς και οι αυξημένες συγκεντρώσεις των θρεπτικών αλάτων και η σχετικά μικρή διαφάνεια στα νερά της. Η τροφική κατάσταση της λίμνης χαρακτηρίζεται ως μεσοτροφική, και σε επικίνδυνα όρια τη σημερινή φόρτιση θρεπτικών συστατικών.

Το ενθαρρυντικό για τις Πρέσπες είναι ότι εδώ και μερικά χρόνια λειτουργεί δραστήρια και αποτελεσματικότητα, όργανο διαχείρισης και προστασίας της περιοχής Πρεσπών, η Εταιρία Προστασίας και Ανάπτυξης Πρεσπών, όπου μεταξύ των άλλων εκπονούνται και υλοποιούνται κατάλληλα διαχειριστικά σχέδια για τον οικολογικό έλεγχο και διαχείριση της συνολικής περιοχής από οικο-περιβαλλοντική άποψη με γνώμονα τη βιώσιμη ανάπτυξης. Η χλωρίδα και πανίδα της περιοχής είναι πολύ πλούσια, υπάρχουν ενδημικά είδη, ενώ η βιοποικιλότητα της περιοχής είναι σημαντική. Δηλαδή, τα κύρια συστατικά του εκεί φυσικού περιβάλλοντος συνιστούν οι καλαμιώνες και τα υγρά λιβάδια στις όχθες της λίμνης και τα γειτονικά πυκνά δρυοδάση της ευρύτερης περιοχής.

Σύμφωνα με τη Natura 2000 (2005), στη λίμνη Μικρή Πρέσπα έχουν καταγραφεί 9 τύποι οικοτόπων, από τους οποίους δύο είναι οικότοποι με προτεραιότητα για προστασία, ο τύπος 3170*= Μεσογειακά Εποχικά Τέλματα που καταλαμβάνει έκταση περίπου 240 στρέμματα και ο τύπος 6220*= Ψευδο-στέπες με γράστεις και ετήσιες πόες, που καταλαμβάνει έκταση περίπου 9369 στρέμματα (σημειώνεται ότι ο τύπος οικότοπου 1020= Αγροτικές καλλιέργειες έχει έκταση 23752 στρέμματα, ο τύπος 72A0 = Καλαμιώνες, καταλαμβάνει έκταση περίπου 5500 στρέμματα και ο τύπος με τα υγρά λιβάδια 6420= Υγροί μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες, έχει έκταση 1618 στρέμματα).

Στην πλευρά των ομαλών όχθων της Μικρής Πρέσπας, και εκεί όπου έχουν αποτραβηχτεί τα ύδατα, έχει δημιουργηθεί ένας λιβαδότοπος, πρόσκαιρος βοσκότοπος για τα ζώα. Εδώ ζουν οι μικρόσωμες αγελάδες νάνοι, μόλις ενός μέτρου ύψος, που βόσκουν στην περιοχή. Αυτές οι αγελάδες, που είναι προστατευόμενο είδος, ζουν μόνο στο χωριό Ψαράδες και στο νησί Άγιος Αχίλλειος. Εξάλλου, ένα ακόμη ιδιαίτερο είδος της περιοχής είναι οι νεροβούβαλοι. Στην περιοχή των Πρεσπών, με τη χρήση των αρδευτικών έργων της περιοχής, έχει αναπτυχθεί σε μεγάλο βαθμό και η γεωργική καλλιέργεια, με κύριο προϊόν το φημισμένο φασόλι Πρεσπών.

Η παραλίμνια ζώνη στη Μικρή Πρέσπα περιβάλλεται, σχεδόν καθ' ολοκληρία, από εκτεταμένους καλαμώνες (έκταση τα έτη 1984-1992 ήταν περίπου τα 6000-62000 στρέμματα), οι οποίοι σε ήπιες κλίσεις του εδάφους έχουν ζώνη πλάτους από 50-400 μέτρα. Τα εκεί κυρίαρχα είδη είναι το κοινό νεροκάλαμο *-Phragmites australis* και το λεπτόφυλλο ψαθί *-Typha angustifolia*. Στις παρυφές των καλαμώνων προς την ξηρά, αναπτύσσονται υγρά λιβάδια, τα οποία το έτος 2000 υπολογίστηκαν σε 325 στρέμματα και το 2007, μετά από εφαρμογή της διαχείρισης των καλαμώνων, έφτασαν περίπου τα 1000 στρέμματα. Τονίζεται ότι πολλά είδη που φιλοξενούνται στην περιοχή (π.χ. πουλιά, ψάρια, θηλαστικά, ερπετά, αμφίβια, ασπόνδυλα), εξαρτώνται άμεσα από την ύπαρξη των υγρών λιβαδιών.

Η λιμναία βλάστηση της Μικρής Πρέσπας αποτελείται από: α) υδρόβια πλευστόφυτα (π.χ. χαρακτηριστικά είδη σε ρηχά και διαυγή νερά τα *Lemna minor*, *Spirodella polyrrhiza*, ενώ σε στάσιμα νερά κυριαρχούν τα *Salvinia natans*, *Hydrocharis morsus-ranae*. Εδώ συνοδευτικά είδη είναι τα *Nymphoides peltata* –κίτρινο νούφαρο με μικρά φύλλα, και το σπανιότερο *Trapa natans*). β) εφυδατικά και υφυδατικά βενθικά υδρόφυτα που αναπτύσσονται σε ζώνες κατά μήκος της ακτογραμμής στα εξωτερικά και αβαθή τμήματα της λίμνης, πίσω ή και μπροστά από τους καλαμώνες και ανάμεσα σε ελοφυτικές συστάδες και σε βάθη από 0.2-2.5 μέτρα (π.χ. κύρια είδη είναι τα *Potamogeton perfoliatus*, *Ceratophyllum submersum*, *Najas marina*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *M. verticillatum*, *Potamogeton crispus*, *Ranunculus trichophyllus*, και είδη *Chara* και *Cladophora*. Σε στάσιμα νερά αναπτύσσονται τα *Myriophyllum heterophyllum*, *Nymphoides peltata*, *Nymphaea alba* –λευκό νούφαρο, *Nuphar luteum* –κίτρινο νούφαρο με μεγάλα φύλλα, *Polygonum amphibium*, *Ranunculus aquatilis* κ.ά). γ) ελόφυτα που καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις σε όλη την περιφέρεια της λίμνης (π.χ. τα κυρίαρχα είδη είναι τα *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium erectum*, *Iris pseudacorus*, και συνοδά τα *Typha latifolia*, *Carex pseudocyperus*, *Eleocharis palustris*, *Stachys palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Solanum dulcamara*, *Calystegia sepium*, *Rorippa amphibia*, *Oenanthe aquatica*, *Lycopus europeus*, *Lythrum salicaria*, *Galium palustre*, *Veronica anagalis-aquatica*, *Mentha aquatica*, *Nasturtium officinalae*, *Apium nodiflorum* κ.ά). Εξάλλου, σε σχετική έρευνα (2008-2009) έχουν καταγραφεί 24 είδη υδρόβιων μακροφύτων, από τα οποία τα πιο κοινά και άφθονα ήταν τα υφυδατικά είδη *Myriophyllum spicatum* και *Ceratophyllum demersum*. Αυτά απαντώνται στους ομώνυμους λειμώνες, οι οποίοι εκτείνονται στην εξωτερική πλευρά των καλαμώνων (π.χ. *Phragmites australis*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, *Carex* spp.), κατά μήκος του βόρειου και ανατολικού τμήματος της λίμνης. Στα εσωτερικά ανοίγματα των καλαμώνων καταγράφονται υδρόβια μακρόφυτα, όπως για παράδειγμα

τα *Callitriche stagnalis*, *Nymphaea alba*, *Nymphoides peltata*, *Mentha aquatica*, *Lemna gibba*, *Riccia fluitans*, ενώ κοντά στα ελληνοαλβανικά σύνορα μεταξύ άλλων επικρατούν και τα *Nuphar lutea* και *Potamogeton natans*. Εκτός των πιο πάνω ειδών έχουν καταγραφεί στα υδρόβια μακρόφυτα και τα *Alisma plantago aquatica*, *Callitriche stagnalis*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Lemna minor*, *Nuphar lutea*, *Oenanthe aquatica*, *Polygonum amphibium*, *Potamogeton crispus*, *Potamogeton lucens*, *Potamogeton pectinatus*, *Potamogeton perfoliatus*, *Ranunculus triochophyllus*, *Rorripa amphibia*, *Salvinia natans*, *Trapa natans*. Εξάλλου σημειώνεται, ότι όσα είδη καταγράφηκαν σε σχετικά πρόσφατη έρευνα, με εξαίρεση τα *Ranunculus trichophyllus* και *Riccia fluitans*, αυτά τα ίδια είχαν καταγραφεί και παλαιότερα (1990), αλλά και η αφθονία και κάλυψη αυτών των υδροφύτων δεν είχε μεταβληθεί χρονικά και τοπικά.

Ως προς το φυτοπλαγκτό και την κοινωνία του, στη λίμνη Μικρή Πρέσπα, έχει αναφερθεί παλαιότερα (1990-1992), ότι από άποψη ειδών, πολύ μεγάλος είναι ο αριθμός των κυανοβακτηρίων (π.χ. *Microcystis aeruginosa*, *M. wesenbergii*, *Anabaena lemmermannii* v. *minor* και *Aphanocapsa elachista* v. *conferta*, *Chroococcus limneticus*, *Coelosphaerium* sp., *Cyanodictyon imperfectum*, *Merismopedia minima*, *M. punctata*, *Radiocystis geminata*, *Snowella lacustris*, *Woronichinia* cf. *naegeliana*, *Planktolyngbya circumcreta*, *P. limnetica*, *Anabaena* cf. *solitaria*), ακολουθούν τα διάτομα (π.χ. *Cyclotella ocellata*), τα χλωροφύκη, τα δινοφύκη και πολύ μικρός είναι εκείνος των χρυσοφυκών και δεσμιδίων, τα οποία αντανakλούν έμμεσα και στον ευτροφικό χαρακτήρα της λίμνης. Επίσης, και η βιομάζα τους (μέση ετήσια 15.0 g/m³, μέγιστη ετήσια 38.1g/m³) ταξινομεί τη λίμνη Μικρή Πρέσπα στις ευτροφικές λίμνες, ενώ η μέγιστη βιομάζα των κυανοβακτηρίων εμφανίζεται το φθινόπωρο και εκείνη των διατόμων την άνοιξη. Αυτό όμως το υπόδειγμα που ακολουθεί το φυτοπλαγκτόν της Μικρής Πρέσπας έρχεται σε αντίθεση με άλλες ευτροφικές και στρωματοποιημένες ρηχές λίμνες των εύκρατων περιοχών όπου παρατηρείται και ένα ακόμη μέγιστο της βιομάζας τους κατά τη θερινή περίοδο με κυανοβακτήρια. Εξάλλου, αξιοσημείωτη είναι και η παρουσία του νανοπλαγκτού με κύριους αντιπροσώπους από διάτομα και κρυπτοφύκη, των οποίων η συμμετοχή στη βιομάζα του πλαγκτού έχει πολύ μεγάλο ποσοστό (39-50%) και επικρατούν κατά το χειμώνα και την άνοιξη. Από τη μελέτη του φυτοπλαγκτού και σε σχέση με τους φυσικοχημικούς παράγοντες, φαίνεται ότι οι κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν την εποχικότητα εμφάνισής τους είναι, μεταξύ των άλλων, οι γενικά χαμηλές θερμοκρασίες της περιοχής, τα αυξανόμενα ποσοστά της βροχόπτωσης και οι υψηλές συγκεντρώσεις του διαλυμένου ανόργανου αζώτου στα νερά της λίμνης. Επίσης, σε άλλη έρευνα αναφέρεται ότι τα χλωροφύκη συμβάλλουν σημαντικά (38,9%) στην σύνθεση του φυτοπλαγκτού της (στη Βόλβη κατά 50,8% και στη Βεγορίτιδα κατά 47,3%), και αποτελούν σχεδόν το ήμισυ των ειδών του φυτοπλαγκτού, αν και στη βιομάζα του φυτοπλαγκτού τα χλωροφύκη συμμετέχουν με λιγότερο από 15 %. Εξάλλου, στη λίμνη Μικρή Πρέσπα, που ανήκει στις ρηχές ασταθείς

στρωματοποιημένες λίμνες, παρατηρήθηκε έλλειψη περιοδικότητας των χλωροφυκών, σε αντίθεση με άλλες λίμνες (π.χ. Βόλβη και Βεγορίτιδα), όπου παρατηρούνται σαφή πρότυπα της εποχικότητάς τους, παρόμοια και με άλλες βαθιές θερμές μονομικτικές λίμνες.

Ως προς το ζωοπλαγκτόν, στη λίμνη Μικρή Πρέσπα, έχουν καταγραφεί, εδώ και αρκετά χρόνια, 46 πλαγκτικά ασπόνδυλα (28 τροχόζωα, 11 κλαδοκεραιωτά, 6 κωπήποδα, 1 προνύμφη δίθυρου), από τα οποία τα 25 είδη για πρώτη φορά στη λίμνη και 3 είδη είναι νέες καταγραφές στην ελληνική πανίδα (τα τροχόζωα *Gastropus hyptopus*, *Trichotria* sp., και το κλαδοκεραιωτό *Biapertura intermedia*). Επίσης, έχει αναφερθεί από τα κωπήποδα το ενδημικό της βαλκανικής *Arctodiaptomus steindachneri*, ενώ ενδιαφέρον παρουσιάζει με τις μορφολογικές του διαφορές το κλαδοκεραιωτό *Diaphanosoma* cf. *mongolianum*. Εξάλλου στη Μικρή Πρέσπα, οι διακυμάνσεις στην αφθονία και στη βιομάζα του ζωοπλαγκτού, ακολουθούν το πρότυπο των εύτροφων λιμνών. Στην αφθονία επικρατούν τα τροχόζωα, ενώ στη βιομάζα τα κωπήποδα. Επίσης, στα κλαδοκεραιωτά τη θερινή περίοδο, σαφής είναι η διαδοχή με είδη όπως *Daphnia cucullata*, *Ceriodaphnia pulchella*, *Diaphanosoma mongolianum*, ενώ το φθινόπωρο και την άνοιξη επικρατεί το *Bosmina longirostris*. Στα κωπήποδα επικρατούν ναύπλιοι και κωπηποδίτες με σαφή υπεροχή των καλανοειδών. Πρόσθετα, στο ζωοπλαγκτό της Μικρής Πρέσπας βρέθηκαν και πλαγκτικές νύμφες του δίθυρου *Dreissena polymorpha*, από τον Απρίλιο μέχρι και τον Οκτώβριο. Συμπερασματικά φαίνεται ότι ο κύριος παράγοντας που καθορίζει την αφθονία των ζωοπλαγκτικών οργανισμών είναι η θήρευση από τα ψάρια της λίμνης, πάνω στα αναπτυξιακά τους στάδια, ενώ η θερμοκρασία παίζει σημαντικό ρόλο στην αναπαραγωγή και στην ανάπτυξη των ειδών, ενώ εξαιτίας της παρουσίας των κυανοβακτηρίων απουσιάζουν τα είδη από τα τροχόζωα το *Keratella cochlearis*, από τα κλαδοκεραιωτά το *Daphnia cucullata*, από τα κωπήποδα το *Arctodiaptomus steindachneri*.

Για τη βενθική πανίδα της Μικρής Πρέσπας, εκτός από αναφορές για ολιγόχαιτα (π.χ. τα ενδημικά *Potamothena prespaensis*, *Psammoryctides orchidanus variabilis*, *Psammoryctides orchidanus typica*, αλλά και *Potamothena hammoniensis*), νηματοειδή, και νύμφες διπτέρων εντόμων (π.χ. *Chironomus plumosus*, *Chaoborus flavicans*, *Tanytarsus* sp., *Einfeldia dissidens*, *Cladopelma lateralis*, *Tanytarsus punctipennis*), σημαντική είναι η παρουσία των μαλακίων, πολλά από τα οποία είναι ενδημικά. Ανάμεσα στα ενδημικά είδη της Μικρής Πρέσπας αναφέρονται από πολύ παλιά μέχρι και πρόσφατα (1988, 1989, 2002, 2006) τα γαστερόποδα *Bithynia prespensis* ή *B. graeca*, *Malaprespia albanica*, *Prespolitorea malaprespensis*, *Marstoniopsis malaprespensis*, *Marstoniopsis macedonica*, *Planorbarius corneus grandis*, *Planorbis prespensis*, *Gyraulus stankovici*, *Pisidium maasseni*, και το δίθυρο *Dreissena prespensis*. Εξάλλου, σύμφωνα με ξένους επιστήμονες (π.χ. C. Albrecht, T. Hauffe, K. Schreiber, T. Wilke, 2012, *Hydrob.*, 682, 1, 47-59, Assessing mollusc biodiversity in an endangered European ancient lake system: lakes Prespa and Mikri Prespa in the Balkans) από σχετική έρευνα κατά την περίοδο 2003-2010 και κατόπιν κριτικής εκτίμησης των μέχρι τότε καταγραφών, αναφέρεται ότι

έχουν διαπιστωθεί στη Μικρή Πρέσπα τα μαλάκια, *Bithynia prespensis*, *Malaprespia albanica*, *Prespolitorea malaprespensis*, *Acroloxus lacustris*, *Stagnicola* cf. *fuscus*, *Radix auricularia*, *Lymnaea stagnalis*, *Haitia acuta*, *Planorbarius corneus grandis*, *Planorbis planorbis*, *Planorbis presbensis*, *Segmentina nitida*, *Gyraulus albus*, *Anodonta cygnea*, *Pisidium casertanum*, *Dreissena presbensis*. Δηλαδή 17 είδη, αλλά υπάρχουν και 3 είδη (*Pisidium maasseni*, *Gyraulus stankovici*, *Marstoniopsis macedonica*) για τα οποία δεν υπάρχουν πρόσφατες αναφορές για την ύπαρξή τους στη Μικρή Πρέσπα.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Μικρή Πρέσπα (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 6 μέτρων, Πυθμένας
Θερμοκρασία, °C	19.1+ _{5.7}	18.2+ _{4.9}
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	8.0+ _{0.9} * 9.27+ _{0.27}	7.4+ _{1.6}
Αγωγιμότητα, μS/cm	276+ ₄₅ *281+ _{2.3}	273+ ₄₈
pH	8.5+ _{0.3} *7.97+ _{0.05}	8.4+ _{0.3}
BOD ₅ , mg/l	2.7+ _{0.5}	2.4+ _{0.3}
Χλωριόντα,mg/l	4.3+ _{0.7}	4.9+ _{1.9}
Θειικά ιόντα, mg/l	12+ ₂	12+ ₁
Ολ.Αλκαλ., mg/l	149+ ₄ * 117.4+ _{5.3}	145+ ₉
Ολ.Σκληρότ., mg/l	146.9+ _{22.6}	140.7+ _{27.9}
Χλωροφύλλη-α, mg/ m ³	*12.8+ _{1.2}	-
Διαφ.Δίσκ.,Secchi, m	1.8+ _{0.9} *0.9+ _{0.06}	-
Πηγή: * Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας,		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα της Λίμνης Μικρή Πρέσπα (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 6 μέτρων, Πυθμένας
Ολικός Φώσφ., µg/l	30+_14 * 116+_7.3	59+_41
Διαλυμένο Αζωτο, µg/l	*315.2+_47.3	-
NO ₂ ⁻ , µg/l	26+_28 (* 8.6+_1, νιτρώδη ιόντα)	18+_25
NO ₃ ⁻ , µg/l	300+_140 (* 223.2+_34.2 νιτρικά ιόντα)	610+_310
NH ₃ , µg/l	26+_45 (* 83.4+_34, αμμωνιακά ιόντα)	21+_25
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	3.84+_1.71	4.30+_1.48
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	18.20+_2.08	16.98+_1.13
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	26.70+_9.76	26.35+_11.24
S.A.R.	0.14+_0.08	0.15+_0.06
Πηγή: * Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη),		

Σταχυολογημένες πηγές: **Στεφανίδης Κ., 2012** (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), **Stefanidis, Papastergiadou, 2012** (Fres., Environ., Bull., 21, 10a, 3018-3026, Relationships between lake morphometry, water quality and aquatic macrophytes in 19 Greek lakes, -Petron, Zazari, Vegorititis, Kastoria, Prespes, Chimaditida, Koronia, Volvi, Pamvotis, Kalodiki, Amvrakia, Trichonis, Lysimachia etc), **Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, 2007** (Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ, Μαλακού και συν., Life-Φύση 2002, NAT/GR/8494, 246σελ., Σχέδιο-Οδηγός αποκατάστασης και διαχείρισης των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα), **Εταιρία Προστασίας**

Πρεσπών και συν, 2005 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ+WWF+PPNEA+MAP, Στρατηγικό σχέδιο δράσης για την αειφορική ανάπτυξη πάρκου Πρεσπών), **Petaloti et al., 2004** (Envir., Sc., Poll., Res., 11, 11-17, Nutrient dynamic in shallows lakes of northern Greece -Volvi, Prespes, Doirani, Koronia), **Καραβοκύρης και συν., 2003**. Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ, Μελέτη υδρολογίας και διαχείριση στάθμης λίμνης Μικρής Πρέσπας), **Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002** (Τεχν.,Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη), **Bousbouras, Ioannidis, 1997** (Hydrob., 351, 127-133, Amphibians of Prespa national park), **Catsadorakis, 1997** (Hydrob., 351, 157-174, Prespa national park for breeding and wintering birds), **Crivelli, Catsadorakis et al., 1997** (Hydrob., 351, 107-125, Fish and fisheries of the Prespa lakes), **Crivelli, Malakou et al., 1996, 1997** (Foolia Zool., 45, 1, 21-32, Hydrob., 351, 1-3, 107-125, Foolia Zool., 46, 1, 37-49 for some fishes in Prespa lakes), **Michaloudi et al., 1997** (Hydrobiol., 351, 77-94, Zooplankton in lake Mikri Prespa), **Pavlidis, 1997** (Hydrob., 351, 41-60, Aquatic and terrestrial vegetation of the Prespa area), **Petridis, Sinis, 1997** (Develop.,Hydrob., 122, 95-105, Benthic fauna of lake Mikri Prespa), **Petridis, Sinis, 1995** (Hydrob., 304, 185-196, Benthos of lake Mikri Prespa), **Koussouris, Photis et al., 1989** (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece), **Μπαμπαλόνας και συν., 1989** (BIOS, 1,19-29, for aquatic flora in Mikri Prespa lake), **Scoulos, Hatzianestis, 1989** (Wat., Air, Soil Poll., 44, 307-320, Trace metals in lake Mikri Prespa), **Κατσαδωράκης, 1986** (Τεχν., Έκθεση, Πανεπ., Αθηνών, 161σελ., για το Εθνικό Πάρκο Πρεσπών), **Παυλίδης, 1985** (Τεχν., Έκθεσ.,Πανεπ., Θεσσαλ., για την υδρόβια βλάστηση στη λίμνη Πρέσπα), **Koussouris, et al., 1989** (Ann. Limnol. 25, 17-24, Assessing the trophic status of Lake Mikri Prespa, Greece), **Koussouris et al., 1987** (GeoJ., 14, 3, 377-379, for Kastoria and Mikri Prespa lakes), **Koussouris, Satmadjis, 1987** (Rev. Int. Oceanogr. Med. 87/88: 51-66, Changes in plankton assemblages from spring to summer in a Greek lake), **Μπονάζούντας και συν, 1987-1988** (Τεχν.,Έκθεση για την περιοχή Μικρής Πρέσπας, 314σελ., 6-11), **Pyrovetsi, Gerakis, 1987** (Environmental., 7, 35-42, Environmental problems from agriculture in Prespa National Park), **Pyrovetsi, Carteris, 1986** (J., Environ., Managem., 23, 173-183, Land cover/use changes in Prespa National Park), **Pyrovetsi et al., 1984** (Tech., Report EEC., DG/XI, 205pp, for Prespa National Park, 49-86, 144-155), **Κουσουρή και συν., 1983** (Ειδ., Έκδοσ., ΙΩΚΑΕ, 6, 89σελ., για τη λίμνη Μικρή Πρέσπα), **Μουρκίδης και συν., 1978** (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 21, 5, 95-123, Λίμνες της Β. Ελλάδος. I Βαθμός ευτροφισμού),

β) Λίμνη Μεγάλη Πρέσπα

Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Μεγάλη Πρέσπα

Επιφάνεια Λίμνης	253.6 Km ² (37.6 Km ² , ελληνικό τμήμα)	Υψόμετρο Λίμνης	+843m
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	2029.1 Km ² (71.6 Km ² , ελληνικό τμήμα)	Μέγιστο Μήκος	25 Km (6 Km, στο ελληνικό τμήμα)
Όγκος Λίμνης Χ10 ⁶	περίπου 6000m ³	Μέγιστο Πλάτος	15 Km (11 Km, στο ελληνικό τμήμα)
Μέγιστο Βάθος,	55m	Μήκος Ακτών	Km
Μέσο Βάθος	18m		
Πηγές: Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Perennou, Gletsos, et al., 2009 (Development of a Transboundary Monitoring System for the Prespa Park Area, Aghios Germanos, Greece, 381pp), Εταιρία Προστασίας Πρεσπών, 2007 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ, Μαλακού και συν., Life-Φύση 2002, NAT/GR/8494, 246σελ., Σχέδιο-Οδηγός αποκατάστασης και διαχείρισης των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα),			

Η Μεγάλη Πρέσπα, μια διασυνοριακή λίμνη (Π.Γ.Δ.Μ., Ελλάδα, Αλβανία), είναι μέρος του μεγαλύτερου Εθνικού Δρυμού της Ελλάδας, του Πάρκου των Πρεσπών. Από λιμνολογική άποψη, είναι μια ορεινή (βρίσκεται περίπου στο υψόμετρο +843 μέτρα από τη μέση στάθμη της θάλασσας), τεκτονική και καρστική τύπου λίμνη, με μονομικτικό χαρακτήρα, ως προς την εποχική κυκλοφορία των νερών της.

Οι φυσικοχημικές καταγραφές για τη Μεγάλη Πρέσπα αναφέρουν τα ακόλουθα. Η διαφάνεια των νερών της με το δίσκο του Secchi, σε αναφορές του 1920 κυμαίνονταν από 7-8 μέτρα, ενώ τη δεκαετία του 1930 και 1950 ήταν 7.2 και 10 μέτρα αντίστοιχα. Δηλαδή, σε πολύ παλαιότερα χρόνια είχε καταγραφεί μεγάλη διαφάνεια και οξυγονωμένα νερά, μαζί με μικρές συγκεντρώσεις σε θρεπτικά άλατα που χαρακτήριζαν τότε τη λίμνη ως oligotroφική. Καταγραφές στη αρχή της δεκαετίας του 1990 (1994-1996) αναφέρουν τη διαφάνεια μόλις στα 3.2-3.5 μέτρα (την ίδια περίοδο στη Μικρή Πρέσπα η διαφάνεια ήταν περίπου τα 1.5 μέτρα), ενώ διαπιστώνεται μια πρώτη ένδειξη για μετάβαση της τροφικής κατάστασης της λίμνης προς περισσότερο ευτροφικές συνθήκες. Επίσης, οι αυξανόμενες ευτροφικές συνθήκες της λίμνης επιβεβαιώνονται και από τα τότε δεδομένα του διαλυμένου οξυγόνου, όπου κάτω από τα 17 μέτρα βάθος ήταν μηδενικές οι συγκεντρώσεις του. Η αγωγιμότητα των νερών της λίμνης αυξανόταν μεταξύ των βαθών 10 και 20 μέτρα (από 220 $\mu\text{S}/\text{m}$ σε 261 $\mu\text{S}/\text{m}$), ενώ οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου υποστηρίζουν ακόμη περισσότερο την πορεία της λίμνης σε περισσότερο ευτροφικές συνθήκες, καθώς ανάμεσα στα βάθη 10 και 20 μέτρα αυξάνονταν περισσότερο από δέκα φορές. Εξάλλου, και η υδρόβια βλάστηση, έδειξε μια αύξηση του ευτροφισμού, καθώς είδη που δεν υπήρχαν σε πολύ παλαιότερες έρευνες αρχίζουν να εμφανίζονται στη Μεγάλη Πρέσπα, όπως για παράδειγμα τα *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *P. pectinatus*, *Najas marina*, *Zannichellia palustris*, αλλά και τα είδη *Trapa natans*, *Ceratophyllum demersum* *Myriophyllum spicatum* και άλλα, τα περισσότερα από τα οποία είναι σημάδια που επιβεβαιώνουν ευτροφισμό.

Η γνώση για το φυτοπλαγκτό της Μεγάλης Πρέσπας βασίζεται σε παλαιότερες εργασίες με ποιοτικά δεδομένα για τη βιομάζα και τη χλωροφύλλη-α, (1921, 1998, 2001, 2003), ενώ για το ζωοπλαγκτόν τα δεδομένα είναι αραιά και αφορούν τη δεκαετία του 1950. Σε σχετικά πρόσφατη έρευνα (2008) στη Μεγάλη Πρέσπα, αναγνωρίστηκαν συνολικά 46 taxa φυτοπλαγκτού, από τα οποία 38 αναφέρονται για πρώτη φορά. Οι περισσότεροι πλούσιες ομάδες ήταν τα χλωροφύκη (με 13 είδη), τα κυανοβακτήρια (με 13 είδη) και διάτομα (με 7 είδη).

Πολλοί από τους φυτοπλαγκτικούς οργανισμούς της λίμνης έχουν κοσμοπολίτικη διανομή (π.χ. *Microcystis aeruginosa*, *Aulacoseira granulata*, *Synedra acus*, *Rhodomonas minuta*, *Chroococcus limneticus*, *Pediastrum duplex*) και αναφέρονται στη βιβλιογραφία ως κυρίαρχοι σε εύτροφα νερά. Από τα πλαγκτικά είδη της Μεγάλης Πρέσπας τα 67% από αυτά έχουν αναφερθεί και στη γειτονική Μικρή Πρέσπα. Μεταξύ των κυανοβακτηρίων της Μεγάλης Πρέσπας, υπάρχουν τα γνωστά είδη που παράγουν τοξίνες (*Microcystis aeruginosa*, *Aphanizomenon flos-aquae* και *Planktothrix* sp.), αλλά η αφθονία των πληθυσμών τους παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Από την άποψη του βιο-όγκου του φυτοπλαγκτού, τα διάτομα ήταν η πιο σημαντική ομάδα (βιο-όγκος μεγαλύτερος από το 80% του συνόλου των φυτοπλαγκτικών οργανισμών), με κυρίαρχα τα είδη *Cyclotella ocellata* και *C. meneghiniana*. Επίσης, στο φυτοπλαγκτό της Μεγάλης Πρέσπας συν-κυριαρχούν τα κρυπτοφύκη με κύριους εκπροσώπους τα *Rhodomonas minuta* και *Cryptomonas* sp., αλλά και το μικροσκοπικό πρυμεσιόφυτο *Chrysochromulina parva*, εμφάνισε πλούσια πυκνότητα κατά τη φθινοπωρινή περίοδο. Ως προς τα κυανοβακτήρια της Μεγάλης Πρέσπας, τα οποία είχαν υψηλή αφθονία (6×10^6 κύτταρα/λίτρο), με κυρίαρχα τα *Romeria simplex* (δεύτερο πιο άφθονα είδη του φυτοπλαγκτού της λίμνης μετά το διάτομο *Cyclotella ocellata*) και *Aphanocapsa delicatissima*. Παρ' όλα αυτά, τα κυανοβακτήρια δεν ήταν κυρίαρχα στη λίμνη ως προς το βιο-όγκο του φυτοπλαγκτού. Αυτή η μη κυριαρχία των κυανοβακτηρίων θα μπορούσε να προτείνει την καλή οικολογική ποιότητα του νερού της λίμνης. Ωστόσο, η παρουσία αρκετών κυανοβακτηρίων, συμπεριλαμβανομένων και γνωστών ειδών που παράγουν κυανοτοξίνες, αλλά και η αφθονία του νανοπλαγκτού, κατά κανόνα αναφέρονται σε ευτροφικές συνθήκες και έτσι, δεν θα μπορούσαν να θεωρηθούν τα νερά της Μεγάλης Πρέσπας ότι είναι ενδεικτικά της καλής οικολογικής ποιότητας σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας.

Σύμφωνα με τη "Άσκηση Διαβαθμονόμησης των Μεσογειακών Λιμνών" (Ε.Ε., 2009) και για την καλή έως και μέτρια οικολογική τους ποιότητα, προτείνεται ως όριο για το συνολικό βιο-όγκο του φυτοπλαγκτού τα $2.1 \text{ mm}^3/\text{l}$. Στη Μεγάλη Πρέσπα, ο βιο-όγκος του φυτοπλαγκτού έχει αναφερθεί (2008) στα $5.8 \text{ mm}^3/\text{l}$, κατά τον Οκτώβριο και στα $1.9 \text{ mm}^3/\text{l}$, κατά το Νοέμβριο μήνα, σε σχετική έρευνα. Δηλαδή, οι τιμές αυτές είναι ενδεικτικές για τις ευτροφικές συνθήκες της λίμνης, ενώ η εύφωτη ζώνη της λίμνης περιορίζεται μέχρι τα 7 μέτρα βάθος. Εξάλλου, στη Μικρή Πρέσπα, ο μέσος βιο-όγκος του φυτοπλαγκτού της κατά τη φθινοπωρινή περίοδο (1990-1991), ανερχόταν στα $3.85 \text{ mm}^3/\text{l}$, δηλαδή κατά πολύ υψηλότερος από το προαναφερθέν όριο των $2.1 \text{ mm}^3/\text{l}$ για την καλή έως και μέτρια οικολογική ποιότητα. Παρόλα αυτά θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι εκάστοτε συνθήκες αναφοράς και ταξινόμησης της οικολογικής ποιότητας των ελληνικών λιμνών δεν έχουν ακόμη καθοριστεί επακριβώς. Ωστόσο, άλλοι ερευνητές (2009) αναφέρουν ως καλή την

οικολογική ποιότητα της Μεγάλης Πρέσπας, βασιζόμενοι σε μετρήσεις της χλωροφύλλης-α, της διαφάνειας του δίσκου του Secchi και των συγκεντρώσεων του ολικού φωσφόρου.

Ως προς την κοινότητα του ζωοπλαγκτού της Μεγάλης Πρέσπας, έχουν καταγραφεί (2008) 20 taxa (13 είδη τροχοζώων, 4 είδη κλαδοκεραιωτών, 2 κωπήποδα και μία προνύμφη πλαγκτικού μαλάκιου), ενώ υπάρχουν και τα τυπικά είδη του ζωοπλαγκτού (π.χ. *Mesocyclops leuckarti*, *Daphnia cucullata*, *Arctodiaptomus steindachneri*, *Bosmina longirostris*), τα οποία έχουν αναφερθεί και στη Μικρή Πρέσπα. Εξάλλου, στη λίμνη έχουν διαπιστωθεί οργανισμοί του ζωοπλαγκτού δείκτες ευτροφικών συνθηκών (π.χ. *Filinia longiseta*, *Keratella cochlearis* var. *tecta*, *Trichocerca cylindrica*, *B. longirostris* και *Daphnia cucullata*). Οι κύριοι εκπρόσωποι από τα τροχοζώα ήταν τα *Keratella cochlearis*, *Synchaeta* sp., από τα κλαδοκεραιωτά το *Diaphanosoma* cf. *mongolianum* και από τα κωπήποδα τα *Mesocyclops leuckarti* και *Arctodiaptomus steindachneri*.

Συμπερασματικά, διατυπώνεται η προκαταρκτική άποψη ότι η οικολογική κατάσταση της λίμνης Μεγάλη Πρέσπα ως προς την αφθονία και τη βιομάζα του φυτοπλαγκτού και του ζωοπλαγκτού (2008), δείχνει σημάδια μιας μέτριας οικολογικής ποιότητας των νερών της, όπως υποδεικνύεται από: α) τη σύνθεση του φυτο και ζωο-πλαγκτού (π.χ. *Microcystis aeruginosa*, *Aulacoseira granulata*, *Filinia longiseta*, *Daphnia cucullata*), η οποία ήταν χαρακτηριστική ευτροφικών συνθηκών, β) την κυριαρχία τυπικών ειδών στο φυτοπλαγκτό για ευτροφικά ύδατα, γ) οι τιμές του φυτοπλαγκτού βιο-όγκου (3.85 mm³/l) είναι ενδεικτικές μέτριων ευτροφικών συνθηκών, δ) η υψηλή αφθονία (> 107 κύτταρα ανά λίτρο νερού) από διάφορα νανοπλαγκτικά είδη (π.χ. κυανοβακτήρια, διάτομα, πρυμνεσιόφυτα και κρυπτόφυτα) και ε) η παρουσία των γνωστών ειδών κυανοβακτηρίων, δυνητικά να παράγουν κυανοτοξίνες (π.χ. *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena flos-aquae* και *Planktothrix* sp.). Όλα αυτά τα χαρακτηριστικά του πλαγκτού, δεν υποδηλώνουν υψηλή ή καλή ποιότητα των υδάτων της λίμνης Μεγάλη Πρέσπα. Ωστόσο, διατυπώνεται η άποψη ότι πρόσθετα δεδομένα για τη σύνθεση των ειδών, την αφθονία και την εποχικότητά τους που θα υποστηρίζονται από τις κυρίαρχες φυσικοχημικές συνθήκες είναι αναγκαία και απαιτούνται για την τελική ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης Μεγάλη Πρέσπα.

Ως προς τα υδρόβια μακρόφυτα της Μεγάλης Πρέσπας, αναφέρονται ότι σε μεγάλη αφθονία (περιοχή χωριού Ψαράδες) καταγράφεται το εφυδατικό είδος νεροκάστανο –*Trapa natans*, ενώ σε μικρότερη αφθονία (περιοχή πλαζ Μεγάλης Πρέσπας) τα υφυδατικά είδη *Potamogeton perfoliatus*, *P. crispus*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Najas marina*, *Hydrocharis morsus-nanae*, *Nymphoides peltata*, *Vallisneria spiralis*.

Για τη βενθική πανίδα της Μεγάλης Πρέσπας και, σε σχετικά πρόσφατη έρευνα (π.χ. C. Albrecht, T. Hauffe, K. Schreiber, T. Wilke, 2012, *Hydrob.*, 682, 1, 47-59, Assessing mollusc biodiversity in an endangered European

ancient lake system: lakes Prespa and Mikri Prespa in the Balkans) τα επιβεβαιωμένα είδη γαστεροπόδων της Μεγάλης Πρέσπας είναι 30 (π.χ. *Viviparus contectus*, *Bithynia prespensis*, *Prespolitorea valvataeformis*, *Marstoniopsis macedonica*, *Pyrgohydrobia prespaensis*, *Valvata piscinalis*, *Valvata cristata*, *Valvata* sp.2, *Acroloxus lacustris*, *Stagnicola* cf. *fuscus*, *Radix auricularia*, *Radix pinteri*, *Lymnaea stagnalis*, *Planorbarius corneus grandis*, *Planorbarius corneus arabatzis*, *Ferrissia wautieri*, *Planorbis planorbis*, *Planorbis presbensis*, *Gyraulus albus*, *Gyraulus stankovici* κ.ά), ενώ για 6 είδη που υπήρχαν σε παλαιότερες καταγραφές (*Pisidium nitidum*, *Ancylus fluviatilis*, *Radix labiata*, *Galba truncatula*, *Vinodolia lacustris*, *Marstoniopsis malaprespensis*), δεν υπάρχουν πρόσφατες αναφορές, για την ύπαρξή τους.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Μεγάλη Πρέσπα (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 30 μέτρων
Θερμοκρασία, °C	16.6+ ₋ 6.9	12.4+ ₋ 4.8
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	8.7+ ₋ 1.8 * 9.6+ ₋ 0.34	4.2+ ₋ 3.9
Αγωγιμότητα, μS/cm	199+ ₋ 24 *221+ ₋ 0.7	251+ ₋ 112
pH	8.6+ ₋ 0.3 *8.3+ ₋ 0.04	7.8+ ₋ 0.4
BOD ₅ , mg/l	2.9+ ₋ 0.9	1.9+ ₋ 0.6
Χλωριόντα,mg/l	5.1+ ₋ 0.8	5.3+ ₋ 0.8
Θειικά ιόντα, mg/l	12+ ₋ 3	12+ ₋ 2
Ολ.Αλκαλ., mg/l	97+ ₋ 7 *107.6+ ₋ 6.9	104+ ₋ 13
Ολ.Σκληρότ., mg/l	93.6+ ₋ 25.9	100.8+ ₋ 29.8
Διαφ.Δίσκ., Secchi, m	2.9+ ₋ 0.5 * 3.3+ ₋ 0.35	-

Χλωροφύλλη-α, mg/ m ³	*4.2+_0.7	-
Πηγή: * Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000), * Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν),		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα της Λίμνης Μεγάλη Πρέσπα (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 30 μέτρων
Ολικός Φώσφ., μg/l	45+_24 *71+_7.1	135+_137
Διαλυμένο Ανόργανο Άζωτο, μg/l	*260.7+_42	-
NO ₂ ⁻ , μg/l	26+_27 (*3.67+_1, νιτρώδη ιόντα)	26+_31
NO ₃ ⁻ , μg/l	210+_320 (*216.8+_41.6, νιτρικά ιόντα)	360+_490
NH ₃ , μg/l	30+_43 (*40.2+_2.67, αμμωνιακά ιόντα)	25+_46
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	5.48+_1.54	5.60+_1.92
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	9.14+_2.57	8.28+_1.48
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	22.24+_8.39	23.03+_8.12
S.A.R.	0.25+_0.1	0.24+_0.1
Πηγή: * Στεφανίδης Κ., 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη),		

Σταχυολογημένες πηγές: **Katsiapi et al., 2012** (J. Biol., Resear.,-Thessal., 17, 51-56, Ecological evaluation of lake Megali Prespa based on plankton), **Στεφανίδης Κ., 2012** (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας, Υδρόβια μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), **Kagalou, Leonardos, 2009** (Environ., Monit., Assessm., 150, 469-484, Typology, classification and management issues of Greek lakes), **Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιρ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη), **Zacharias et al., 2002** (Lak., Reserv., Res., Manag., 7, 55-62, Limnological Greek lakes overview), **Skoulikidis et al., 1998** (Env., Geol., 36, 1-17, Freshwater resources in Greece), **Crivelli, Catsadorakis et al., 1997** (Hydrob., 351, 107-125, Fish and fisheries of the Prespa lakes), **Crivelli, Malakou et al., 1996, 1997** (Foolia Zool., 45, 1, 21-32, Hydrob., 351, 1-3, 107-125, Foolia Zool., 46, 1, 37-49 for some fishes in Prespa lakes), **Pavlidis, 1997** (Hydrob., 351, 41-60, Aquatic and terrestrial vegetation of the Prespa area), **Koussouris, Photis et al., 1989** (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece), **Παυλίδης, 1985** (Βιβλίο, ΑΠΘ, 308σελ., Γεωβοτανική μελέτη Εθνικού Πάρκου Πρεσπών. Μέρος Α΄, Οικολογία, χλωρίδα, φυτογεωγραφία, βλάστηση),

- Λίμνες Χειματίτιδα και Ζάζαρη

(Natura2000=GR1340005, Δ.Μακεδονία, Αμύνταιο):



Οι λίμνες Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη, Πετρών και Βεγορίτιδα θεωρούνται υπολείμματα της παλαιάς μεγάλης λίμνης, της Εορδαίας που κάλυπτε την περιοχή. Η Ζάζαρη υπερχειλίζει στη Χειμαδίτιδα, μέσω τάφρου που κατασκευάστηκε τη δεκαετία του '60. Εξάλλου, τα υπερχειλίζοντα νερά της Χειμαδίτιδας, οδηγούνται, μέσω της απαγωγού τάφρου, μήκους 8 χιλιομέτρων στο ρέμα του Αμύντα και τελικά καταλήγουν στη λίμνη των Πετρών. Επίσης, η διώρυγα και η σήραγγα Πετρών-Βεγορίτιδας, που κατασκευάστηκε το 1962/63, παροχετεύει τα πλεονάζοντα νερά των λιμνών Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα και Πετρών στη λίμνη Βεγορίτιδα. Η Χειμαδίτιδα και η Ζάζαρη βρίσκονται σε μια λιμνοβαλτώδη περιοχή, ανάμεσα στη λεκάνη της Φλώρινας και της Κοζάνης. Η περιοχή των δύο αυτών λιμνών, κατακλύζεται από πυκνούς καλαμιώνες και έτσι προσφέρει ιδανικό βιότοπο για την αναπαραγωγή και τη διαχείμαση υδρόβιων πτηνών. Το σύμπλεγμα των δύο λιμνών που ανήκει στο 'Δίκτυο Natura 2000', αποτελεί υδροβιότοπο μεγάλης βιολογικής αξίας, όπου διαβιούν πολλά είδη οργανισμών. Κάποια από αυτά είναι απειλούμενα όπως η αγριόγατα, η βίδρα, ο αργυροπελεκάνος, η λαιμόστακτη χελώνα, πεταλούδες και κολεόπτερα. Συνολικά, οι δύο αυτές λίμνες προσφέρουν καταφύγιο σε 141 είδη πουλιών, 12 είδη θηλαστικών, 7 είδη αμφιβίων, 8 είδη ψαριών, ενώ υπάρχουν επίσης πολλά είδη ασπονδύλων. Πλούσια και η χλωρίδα της περιοχής με 150 είδη φυτών. Όμως, οι ανθρώπινες δραστηριότητες, όπως η υπεράντληση υδάτων, η χρήση λιπασμάτων, η παράνομη θήρευση, η αλιεία, η υλοτομία, η υπερβόσκηση και η ρύπανση του περιβάλλοντος δρουν αρνητικά για το εκεί λιμναίο περιβάλλον.

α) **Λίμνη Χειμαδίτιδα** (Δ.Μακεδονία, Νυμφαίο, Φλώρινα):

Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Χειμαδίτιδας

Επιφάνεια Λίμνης	9.5Km ² (στο μέγιστο υψόμετρο +591.3m) **10.3 Km ² *10.8Km ²	Υψόμετρο Λίμνης	+591.3m *+593m
Υδρολογική Λεκάνη	344Km ² (μείον έκταση	Μέγιστο Μήκος	6Km

	των λιμνών Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη, Πετρών) **34.7Km ² *155 Km ² (λεκάνη Χειμαδίτιδας)		**5 Km
Όγκος Λίμνης X10 ⁶	0.66m ³ *15.0 m ³	Μέγιστο Πλάτος	3Km **2.5 Km
Μέγιστο Βάθος	*2.5m	Μέσο Βάθος	*1.0m
πηγές: *Stefanidis, Papastergiadou, 2012 (Fres., Environ., Bull., 21, 10a, 3018-3026, Relationships between lake morphometry, water quality and aquatic macrophytes in 19 Greek lakes, -Petron, Zazari, Vegoritis, Kastoria, Prespes, Chimaditida, Koronia, Volvi, Pamvotis, Kalodiki, Amvrakia, Trichonis, Lysimachia etc), **Τσιρακίδου, 2008 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 191σελ., Βελτίωση λειτουργιών λίμνης Χειμαδίτιδας), Κουτσουμπίδης, 1989 (Τεχν., Έκθεσ., Νομαρχία Φλώρινας, 183σελ., Οικολογική έρευνα στις λίμνες και τους ποταμούς του Ν. Φλώρινας), Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθότι δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο προσωπικό.			

Η λίμνη Χειμαδίτιδα με σχήμα επίμηκες, που βρίσκεται στους πρόποδες του όρους Βέρνου, μαζί με τη Ζάζαρη, που βρίσκεται 2 περίπου χιλιόμετρα βόρειά της, αποτελούν τμήμα ενός ευρύτερου συμπλέγματος 4 λιμνών μαζί με τις λίμνες Πετρών και Βεγορίτιδας και οι οποίες συνδέονται υδρολογικά μεταξύ τους. αποτελεί πολύ σημαντικό οικοσύστημα για την ευρύτερη περιοχή και είναι ο σημαντικότερος τόπος αναπαραγωγής της βαλτόπαπιας που θεωρείται απειλούμενο είδος. Στις όχθες της βρίσκονται οι οικισμοί Ανάργυροι και Χειμαδιό, από όπου πήρε και το όνομά της.

Μετά την αποστράγγιση του πρώην έλους της Χειμαδίτιδας, στα βόρεια της σημερινής λίμνης, κατασκευάστηκε περιφερειακά του βόρειου τμήματός της χαμηλό ανάχωμα (0.5-1 μέτρο) με σκοπό τον περιορισμό της λίμνης και την προστασία των αποδοθέντων γεωργικών εκτάσεων. Παράλληλα, η υπερχειλίση της λίμνης στη μέγιστη στάθμη της, καθορίστηκε στο υψόμετρο +591.3 μέτρα. Οι κύριες επεμβάσεις στη λίμνη και στο ευρύτερο περιβάλλον ξεκίνησαν το 1961, για την αποξήρανση μέρους του έλους, με σκοπό την αύξηση των γεωργικών εκτάσεων της περιοχής. Η απόδοση όμως των έργων δεν ήταν ικανοποιητική. Έτσι στα μέσα της δεκαετίας του 1960 ο χείμαρρος του Σκλήθρου που κατέληγε στο έλος της Χειμαδίτιδας εκτράπηκε προς τη λίμνη Ζάζαρη, ενώ κατασκευάστηκε και ενωτική διώρυγα μεταξύ Ζάζαρης και Χειμαδίτιδας, αλλά και επεκτάθηκε το στραγγιστικό δίκτυο της περιοχής με επιπλέον διώρυγες. Τότε είναι που κατασκευάστηκε και το περιφερειακό ανάχωμα της λίμνης.

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Χειμαδίτιδας		
Παράμετρος	Ελάχιστη –Μέγιστη τιμή	**Μέγιστη τιμή
Θερμοκρασία, °C	14.7-28.6	
Αγωγιμότητα, $\mu\text{S}/\text{cm}$	* 815	
pH	7.7-10.5 *8.0	8.5
Διαφάνεια Secchi, m	*0.6	
Ολ.Αλκαλ., mg/l	108-182	
Ολ.Σκληρότ., mg/l	76-179	180
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	2.4-10.5	
Χλωριόντα,mg/l	15.6-29.78	
Θειικά ιόντα, mg/l	25.49-118.5	45.0
Χλωροφυλ.-α, mg/m^3	*7.0	
Πηγή: *Stefanidis, Papastergiadou, 2012 (Fres., Envir., Bull., 21, 10, 3018-3026, Relationship lake morphometry, water quality, aquatic macrophytes in Greek lakes), **Κιλικίδης και συν., 1992 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 81σελ., Υγροβιότοπος λιμνών Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, Κουτσουμπίδης, 1989 (Τεχν., Έκθεσ., Νομαρχία Φλώρινας, 183σελ., Οικολογική έρευνα στις λίμνες και τους ποταμούς του Ν. Φλώρινας),		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα Λίμνης Χειμαδίτιδας		
Παράμετρος	Ελάχιστη-Μέγιστη τιμή	**Μέγιστη τιμή
Ολικός Φώσφ., mg/l	*0.04	
Διαλυμένο Ανόργανο Άζωτο, mg/l	*0.3	
PO ₄ , mg/l	(ως Φωσφορικά, P ₂ O ₅ , $\mu\text{g}/\text{l}=100-3760$)	

NO ₂ , mg/l	(ως Νιτρώδη, NO ₂ , μg/l=20-793)	ως Νιτρώδη, NO ₂ , μg/l=147
NO ₃ , mg/l	(ως Νιτρικά, NO ₃ , μg/l=30-1490)	ως Νιτρικά, NO ₃ , μg/l=1950
NH ₃ , mg/l	(ως Αμμωνιακά, NH ₄ , μg/l=20-1870)	ως Αμμωνιακά, NH ₄ , μg/l=643
Πηγή:), * Stefanidis, Papastergiadou, 2012 (Fres., Envir., Bull., 21, 10, 3018-3026, Relationship lake morphometry, water quality, aquatic macrophytes in Greek lakes), ** Κιλικίδης και συν., 1992 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 81σελ., Υγροβιότοπος λιμνών Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, Κουτσομπίδης, 1989 (Τεχν., Έκθεσ., Νομαρχία Φλώρινας, 183σελ., Οικολογική έρευνα στις λίμνες και τους ποταμούς του Ν. Φλώρινας		

Η χλωρίδα της περιοχής είναι πλούσια και έχουν καταγραφεί παλαιότερα περισσότερα από 150 φυτικά είδη, από τα οποία τα 20 θεωρούνται σημαντικά λόγω της σπανιότητάς τους στον ελληνικό χώρο. Στη λίμνη Χειμαδίτιδα εκτεταμένοι είναι η υπερανάπτυξη των καλαμώνων καταλαμβάνοντας πάνω από το 90% της επιφάνειας της λίμνης (π.χ. με κυρίαρχα είδη τα *Phragmites australis*, *Cladium mariscus*, *Typha angustifolia*, *Scirpus lacustris*, και συνοδά τα *Carex pseudocyperus*, *Eleocharis palustris*, *Stachys palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, κ.ά), οι οποίοι διαμορφώνουν τις καλύτερες δυνατές συνθήκες για τα πουλιά της περιοχής. Η λιμναία βλάστηση της λίμνης αποτελείται από: α) υδρόβια πλευστόφυτα (π.χ. *Lemna minor*, *Spirodella polyrrhiza*, *Salvinia natans*, *Hydrocharis morsus-ranae*, κ.ά). β) εφυδατικά και υφυδατικά βενθικά υδρόφυτα που αναπτύσσονται σε ζώνες κατά μήκος της ακτογραμμής στα εξωτερικά και αβαθή τμήματα της λίμνης, πίσω ή και μπροστά από τους καλαμώνες και ανάμεσα σε ελοφυτικές συστάδες (π.χ. κύρια είδη είναι τα *Potamogeton perfoliatus*, *Ceratophyllum submersum*, *Chara spp.*, *Ceratophyllum demersum*, *Myriophyllum spicatum*, *Potamogeton crispus*, *Ranunculus trichophyllus*, *Myriophyllum spicatum*, *Zannichelia palustris*, *Nymphaea alba*, *Ranunculus aquatilis* κ.ά). γ) ελόφυτα που καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις σε όλη την περιφέρεια της λίμνης (π.χ. τα κυρίαρχα είδη είναι τα *Phragmites australis*, *Cladium mariscus*, *Typha angustifolia*, *Alnus glutinosa*, *Limodorum abortivum*, *Scirpus lacustris*, *Sparganium erectum*, *Iris pseudacorus*, *Carex pseudocyperus*, *Eleocharis palustris*, *Stachys palustris*, *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Solanum dulcamara*, *Calystegia sepium*, *Rorippa amphibia*, *Oenanthe aquatica*, κ.ά). Εξάλλου, σύμφωνα με τη Natura2000, Παράρτημα I, της Οδηγίας 92/43ΕΕ, στην περιοχή της Χειμαδίτιδας απαντώνται 6 τύποι οικοτόπων (και άλλοι 3 που δεν περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I, 92/43ΕΕ), μεταξύ των οποίων τα ‘‘Ασβεστούχα Τέλματα’’, κωδικός *7210, για τον οποίο υπάρχει προτεραιότητα για προστασία (οι άλλοι τύποι οικοτόπων είναι οι με κωδικούς 3140= Σκληρά ύδατα με βλάστηση Χαροειδών, 6420= Μεσογειακοί λειμώνες με υψηλές πόες και βούρλα, 91ΑΟ= Μικτά δάση φτελιάς και φράξου, 91ΕΟ= Αλλουβιακά υπολειμματικά δάση, 9280= Δάση πλατύφυλλης δρυός).

Επίσης στη Χειμαδίτιδα, έχουν καταγραφεί παλαιότερα 36 είδη φυτοπλαγκτού, από τα οποία 7 είναι κυανοβακτήρια, 14 χλωροφύκη 8 διάτομα, 1 κρυπτοφύκος δύο δινοφύκη, 2 ευγληνοειδή και 2 χρυσοφύκη. Η ποιοτική σύνθεση της φυτοπλαγκτικής κοινωνίας δείχνει

τον ευτροφικό χαρακτήρα της λίμνης, το οποίο στη διάρκεια του ετήσιου κύκλου και ανάλογα με υδρολογικούς, κλιματικούς, βιολογικούς και παράγοντες μπορεί να κυμαίνεται από μεσοτροφικό μέχρι και υπερτροφικό χαρακτήρα.

Εξάλλου, η περιοχή της λίμνης Χειμαδίτιδας έχει αξιολογηθεί σημαντική για τα πτηνά (έχουν καταγραφεί περισσότερα από 141 είδη στον υγρότοπο), λόγω της παρουσίας 4 απειλούμενων ειδών παγκοσμίως (λαγγόνα, αργυροπελεκάνος, βαλτόπαπια, κιρκινέζι) και 1 είδος που απειλείται σε ευρωπαϊκό επίπεδο (μουσταλάρονο). Επίσης από την υπόλοιπη πανίδα έχουν διαπιστωθεί ότι διαβιούν στην περιοχή 12 είδη θηλαστικών, 7 είδη αμφιβίων. 7 είδη ερπετών και 8 είδη ψαριών, ενώ από τα ασπόνδυλα έχουν καταγραφεί πάνω από 20 είδη εντόμων.

Απειλή για το οικοσύστημα και την ύπαρξη της λίμνης Χειμαδίτιδας, είναι η συνεχή πτώση της υπόγειας στάθμης των νερών της περιοχής, εξαιτίας των δραστηριοτήτων των ορυχείων της ΔΕΗ, η οποία δεν αποκλείεται να οδηγήσει και στην εποχική αποξήρανσή της. Έτσι, με την επερχόμενη μείωση της παροχής των αρδευτικών γεωτρήσεων της περιοχής, φαίνεται ότι θα έχει ως αποτέλεσμα η άντληση νερού για τις αρδευτικές ανάγκες της περιοχής (αρδεύονται περίπου 6500 στρέμματα), να κατευθυνθεί πλέον προς τις γειτονικές λίμνες Χειμαδίτιδα και δευτερεύοντος τη λίμνη Ζάζαρη.

Στο σημείο αυτό, και επειδή τα τελευταία χρόνια πολύ λόγος, αλλά και δράσεις εξυγίανσης των λιμναίων οικοσυστημάτων έχουν αρχίσει να υιοθετούνται, αξίζουν της προσοχής των ενδιαφερόμενων και των μη ειδικών να διατυπωθούν και τα ακόλουθα. Τα περισσότερα διεθνή προγράμματα αποκατάστασης μιας λίμνης βασίζονται σε πρακτικές διαχείρισης που εφαρμόζονται στις βαθιές λίμνες. Δυστυχώς, τα περισσότερα αυτά σχήματα διαχείρισης αποτυγχάνουν να εξετάσουν ή ανεπαρκώς διαχειρίζονται δράσεις μέσα στο οριζόντιο ή κάθετο περιεχόμενο της διαχείρισης, ένα ιδιαίτερα κριτικό στοιχείο, όταν έχεις να κάνεις με αβαθείς λίμνες. Για παράδειγμα, στη λίμνη Κορώνεια επικρατεί μονομερώς το φυτοπλαγκτό με τις διαρκείς “ανθήσεις” του, ενώ στη λίμνη Χειμαδίτιδα, η υπερανάπτυξη των καλαμώνων είναι ιδιαίτερα χαρακτηριστική. Έτσι, με τη χρησιμοποίηση της πρακτικής διαχείρισης με την ταπείνωση της στάθμης του νερού, στην πλειονότητα των περιπτώσεων αποτυγχάνουμε την εξυγίανση αβαθών λιμνών, καθώς με αυτή τη δράση δεν εκτιμάται όσο θα έπρεπε, η μεταβολή των φυσικοχημικών δεδομένων, καθότι από τη μια υπάρχει συμπίκνωση των “φθοροποιών” παραγόντων του νερού και από την άλλη, στο ίζημα κάθε λίμνης υπάρχει μια “τράπεζα”, ένα εγκλωβισμένο απόθεμα θρεπτικών και άλλων απειλητικών χαρακτηριστικών. Έτσι, προσπαθώντας να διαχειριστούμε τη δομή και λειτουργία των σημαντικών υδροτοπικών εκτάσεων και τους καλαμώνες για παράδειγμα (βλέπε Χειμαδίτιδα), μέσω κάθετων χειρισμών, μειώνοντας τη στάθμη του νερού, είναι

καταδικασμένοι αυτοί οι χειρισμοί σε αποτυχία καθώς δεν λαμβάνουμε υπόψη στις φυσικές και χημικές πτυχές της "μνήμης" της λίμνης που εμπεριέχονται στον πυθμένα της. Τελικά, επειδή κάθε λιμναίο οικοσύστημα έχει τη δικιά του "ιστορία", ηλικία και ταυτότητα συνθηκών, τα δικά του και μοναδικά δομικά και λειτουργικά χαρακτηριστικά, τους δικούς του οικοτόπους και την δικιά του πανίδα και χλωρίδα, είναι ανάγκη να τροποποιούμε σε κάθε περίπτωση το τρόπο προσέγγισης στο πρόβλημα και να αναγνωρίζουμε την ιδιαιτερότητά τους, καθώς υπάρχουν θεμελιώδεις διαφορές ανάμεσα και στα λιμναία οικοσυστήματα. (σταχυολόγηση από: **Crisman, Mitraki, Zalidis, 2005** (Ecol., Engin., 24, 4, 379-389, Integrating approaches for management of shallow lakes, Koronia and Chimaditida),

Σταχυολογημένες πηγές: **Katsiapi et al., 2012** (Hydrob., 698.1, 121-131, Watershed land use types as drivers of freshwater phytoplankton structure), **Stefanidis, Papastergiadou, 2012** (Fres., Envir., Bull., 21, 10, 3018-3026, Relationship lake morphometry, water quality, aquatic macrophytes in Greek lakes), **Pirini et al., 2011** (Arch., Biolog., Sc., 63, 3, 763-774, Macrophytes communities in lakes, in north central Greece), **Τσιρακίδου, 2008** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 191σελ., Βελτίωση λειτουργιών λίμνης Χειμαδίτιδας), **Σπυρίδης, 2007** (Τεχν., έκθεσ., YETOS + Νομαρχ., Αυτοδ., Φλώρινας, Α+Β Φάση, Σχέδιο διαχείρισης των υδάτων των λιμνών Χειμαδίτιδας και Ζάζαρη), **Παπαδήμος, 2007** (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, Εκτίμηση των αναγκών των οικοσυστημάτων σε νερό: η περίπτωση της λίμνης Χειμαδίτιδας), **Crisman, Mitraki, Zalidis, 2005** (Ecol., Engin., 24, 4, 379-389, Integrating approaches for management of shallow lakes, Koronia and Chimaditida), **Νάσκος, 2004** (Τεχν., Έκθεσ., LIFE00NAT/GR/7242, Διατήρηση-διαχείριση λιμνών Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη), **Μπούσμπουρας, Καζόγλου, 2003** (Τεχν., Έκθεσ., έργου LIFE00NAT/GR/7242, ΕΚΒΥ, Μελέτη δημιουργίας και ανόρθωσης υγρών λιβαδιών στη Χειμαδίτιδα), **Νικολαΐδης, Αλυγιζάκη, 2003** (Τεχν., Έκθεσ., έργο LIFE00NAT/GR/7242, Διατήρηση-διαχείριση λιμνών Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη, Φυτοπλαγκτόν και φυσικοχημικά, ΑΠΘ, 122σελ.), **Λαζαρίδου και συν., 2001** (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, ΑΠΘ, Έργα προστασίας και ανόρθωσης λειτουργιών υδροτόπων Ζάζαρης-Χειμαδίτιδας), **Τσιούρης, 1996** (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, ΑΠΘ, 212 σελ., Ειδικό διαχειριστικό για τις λίμνες Χειμαδίτιδα Ζάζαρη), **Κυλκίδης και συν., 1992** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 81σελ., Υδροβιότοπος λιμνών Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα), **Fotis et al., 1992** (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Κουτσουμπίδης, 1989** (Τεχν., Έκθεσ., Νομαρχία Φλώρινας, 183σελ., Οικολογική έρευνα στις λίμνες και τους ποταμούς του Ν. Φλώρινας), **Μουρκίδης και συν., 1988** (Γεωργ., Έρευν., Λίμνες Β. Ελλάδος, Ζάζαρη)

β) Λίμνη Ζάζαρη (Δ.Μακεδονία, Νυμφαίο, Φλώρινα):

Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά της Λίμνης Ζάζαρη

Επιφάνεια Λίμνης	2Km ²	Υψόμετρο Λίμνης	+602m
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη (συνολικά για Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη, Πετρώνς)	344Km ² (μείον έκταση λιμνών) *228, Ζάζαρη	Όγκος Λίμνης X10 ⁶	*3.4m ³
Μέγιστο Βάθος	4.6m *5.5	Μέσο Βάθος	2.7m *1.7
πηγές: ΕΚΒΥ, 2000, * Stefanidis, Papastergiadou, 2012 (Fres., Envir., Bull., 21, 10, 3018-3026, Relationship lake morphometry, water quality, aquatic macrophytes in Greek lakes), * Τα κυριότερα μορφομετρικά χαρακτηριστικά των λιμνών μεταβάλλονται εποχικά και διαχρονικά, ενώ πολλές μετρήσεις αμφισβητούνται για την ακρίβειά τους, καθώς δεν έγιναν με τον κατάλληλο εξοπλισμό και από έμπειρο			

Η λίμνη Ζάζαρη, βρίσκεται σε υψόμετρο +602 μέτρων και μια στενή λουρίδα γης, περίπου 2 χιλιομέτρων, τη διαχωρίζει από τη λίμνη Χειμαδίτιδα. Η λίμνη Ζάζαρη, τροφοδοτείται από τα ύδατα του Σκλήθρου ποταμού και από υπόγειες πηγές, ενώ με την σειρά της, τα πλεονάζοντα νερά της τα αποχετεύει στην κατά πολύ μεγαλύτερη και ρηχότερη γειτονική λίμνη Χειμαδίτιδα. Για την ικανοποίηση των αρδευτικών κυρίως αναγκών της ευρύτερης περιοχής αλλά και για αντιπλημμυρικούς σκοπούς κατασκευάστηκαν στο παρελθόν αρκετά έργα. Ένα από αυτά ήταν η εκτροπή, το 1961, της κοίτης του χειμάρρου του Σκλήθρου με σκοπό τον εμπλουτισμό της λίμνης Ζάζαρης με περισσότερο νερό και την αποξήρανση του έλους που υπήρχε στην περιοχή. Επίσης, στην ανατολική πλευρά της λίμνης, κατασκευάστηκε αντιπλημμυρικό ανάχωμα και στη νοτιοανατολική, υπερχειλιστής, προκειμένου να συγκρατείται επαρκής ποσότητα νερού στη λίμνη για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών. Το πλεόνασμα των νερών οδηγείται στη λίμνη Χειμαδίτιδα. Αξίζει να αναφερθεί ότι από αρδευτική άποψη, η μέχρι πρόσφατα συνεχή παρακολούθηση της ποιότητας των νερών της λίμνης Ζάζαρη, δείχνει ότι έχει εξαιρετικής ποιότητας νερά, εκτός του ότι παρουσιάζει σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου, ψευδαργύρου και μολύβδου.

Τα εσωτερικά νερά των δύο λιμνών Χειμαδίτιδα και Ζάζαρη, οι καλαμώνες, τα έλη, τα υγρολίβαδα, αλλά και τα παραλίμνια φυλλοβόλα δάση με την πλούσια πανίδα, συνθέτουν την ιδιαίτερη οικολογική αξία της ευρύτερης περιοχής των δύο αυτών λιμνών. Η λίμνη Ζάζαρη έχει πλούσια αναπτυγμένους καλαμώνες (π.χ. *Phragmites australis*, *Cladium mariscum*, *Typha angustifolia* κ.ά), αλλά και υδρόβια φυτά που επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού, και φυτά ριζωμένα στο βυθό τα οποία αναπτύσσονται μέσα στο νερό ή στην επιφάνεια (νούφαρα, ποταμογείτονες, κερατόφυλλα, μυριόφυλλα κλπ.) και συνοδά φυτά των καλαμώνων και των υγρών λιβαδιών. Συνολικά στην περιοχή έχουν καταγραφεί 150 φυτικά είδη, σε 9 τύπους οικοτόπων. Αξιόλογος είναι και ο αριθμός των ειδών των θηλαστικών που έχουν παρατηρηθεί, αρκετά από τα οποία είναι απειλούμενα όπως ο λύκος (*Canis lupus*), η βίδρα (*Lutra lutra*) και ο λαγόγυρος (*Citellus citellus*). Στο παραλίμνιο δάσος αλλά και στις γύρω υγρές περιοχές συναντώνται 7 είδη αμφιβίων από τα 17 είδη που υπάρχουν στην Ελλάδα, όπως ο κοινός τρίτωνας (*Triturus vulgaris*), ο χωματόφρυνος (*Bufo bufo*), ο λιμνοβάτραχος (*Rana ridibunda*), ο πράσινος φρύνος (*Bufo viridis*), ο δενδροβάτραχος (*Hyla arborea*), ο πηλοβάτης (*Pelobates syriacus*), και ο ευκίνητος βάτραχος (*Rana dalmatina*). Τα τέσσερα τελευταία είδη έχουν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενα σύμφωνα με διεθνείς συμβάσεις και οδηγίες. Στις κοντινές ορεινές περιοχές απαντώνται είδη όπως η σαλαμάνδρα (*Salamandra salamandra*), η μπομπίνα (*Bombina variegata*) και ο

βάτραχος των ρυακιών (*Rana graeca*). Η περιοχή των λιμνών είναι πλούσια και σε ερπετά όπως οι χελώνες *Testudo hermanni* και *Emys orbicularis*, οι σαύρες *Lacerta viridis* και *Podarcis muralis*, καθώς και τα φίδια μαυρόφιδο -*Malpolon monspessulanus*, οχιά -*Vipera ammodytes*, και νερόφιδο -*Natrix natrix*. Αξιόλογη είναι και η ιχθυοπανίδα με είδη όπως ο κυπρίνος (*Cyprinus carpio*), η τούρνα (*Esox lucius*), το γλίνι (*Tinca tinca*), η πλατίκα (*Rutilus rutilus vegariticus*), ο μυλωνάς (*Barbus meridionalis*) κ.α.

Η ορνιθοπανίδα των δύο λιμνών αποτελείται από 141 είδη, 96 από τα οποία φωλιάζουν στην περιοχή, ενώ σημαντικός είναι και ο αριθμός των απειλούμενων και προστατευόμενων ειδών. Ξεχωριστή θέση καταλαμβάνουν τρία παγκοσμίως απειλούμενα είδη, η βαλτόπαπια (*Aythya nyroca*), το κερκινέζι (*Falco naumanni*) και ο αργυροπελεκάνος (*Pelecanus crispus*). Η περιοχή είναι σημαντική επίσης για την αναπαραγωγή και άλλων προστατευόμενων ειδών όπως ο μικροτσικνιάς (*Ixobrychus minutus*), ο πορφυροτσικνιάς (*Ardea purpurea*), ο πελαργός (*Ciconia ciconia*), ο καλαμόκιρκος (*Circus aeruginosus*), ο λιβαδόκιρκος (*Circus pygarpus*), το σαΐνι (*Accipiter brevipes*), η αετογερακίνα (*Buteo rufinus*), το χρυσογέρακο (*Falco biarmicus*), ο πετρίτης (*Falco peregrinus*), το μουστακογλάρονο (*Chlidonias hybridus*), το μαυρογλάρονο (*Chlidonias niger*), η χαλκοκουρούνα (*Coracias garrulus*) και ο γαϊδουροκεφαλός (*Lanius minor*). Αξίζει να σημειωθεί ότι οι δύο λίμνες Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, φιλοξενούν το μεγαλύτερο πληθυσμό κυνηγόπαπιας (*Aythya ferina*) κατά την περίοδο της φωλεοποίησης, και ότι το σύμπλεγμα των δύο αυτών λιμνών έχει χαρακτηριστεί ως “Σημαντική Περιοχή για τα Πουλιά της Ελλάδας”. Τέλος, αξιοσημείωτη είναι και η παρουσία των ασπονδύλων στην περιοχή. Καταγράφηκαν συνολικά 20 είδη, από τα οποία 2 έχουν χαρακτηριστεί ως κινδυνεύοντα. (σταχυολόγηση από το ΕΚΒΥ).

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Ζάζαρη (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 5 μέτρων, Πυθμένας
Θερμοκρασία, °C	16.6+ _{9.4}	8.1+ _{0.5}
Διαλ.Οξυγόνο, mg/l	8.7+ _{1.8}	6.3+ _{2.3}
Αγωγιμότητα, μS/cm	185+ ₂₄ *177	186+ ₂₆
pH	8.7+ _{0.7} *7.5	8.1+ _{0.5}

BOD ₅ , mg/l	4.7+ _{-1.9}	3.9+ _{-1.4}
Χλωριόντα,mg/l	7.5+ _{-1.7}	6.3+ _{-1.3}
Θειικά ιόντα, mg/l	21+ ₋₆	18+ ₋₂
Ολ.Αλκαλ., mg/l	100+ ₋₄₄	103+ ₋₅₂
Ολ.Σκληρότ., mg/l	49+ ₋₁₁	131.4+ _{-13.5}
Διαφ.Δίσκ.,Secchi, m	0.5+ _{-0.2} *0.3	
Χλωροφύλλη-α, µg/l	*40	
Πηγή: Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν.,Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη, 1999-2000), * Stefanidis, Papastergiadou, 2012 (Fres., Envir., Bull., 21, 10, 3018-3026, Relationship lake morphometry, water quality, aquatic macrophytes in Greek lakes),.		

Θρεπτικά Άλατα και άλλα Λίμνης Ζάζαρη (Μέση τιμή και τυπική απόκλιση)		
Παράμετρος	Επιφάνεια	Βάθος 5 μέτρων, Πυθμένας
Ολικός Φώσφ., µg/l	128+ ₋₁₂₅ *94	202+ ₋₁₃₅
N-NO ₂ , µg/l	42+ ₋₄₇	48+ ₋₃₈
N-NO ₃ , µg/l	1430+ ₋₁₄₂₀	1320+ ₋₁₄₇₀
N-NH ₃ , µg/l	160+ ₋₂₅₇	295+ ₋₅₂₀
Νάτριο, Na ⁺ , mg/l	12.28+ _{-2.60}	12.15+ _{-2.66}
Μαγνήσιο, Mg ⁺ , mg/l	6.50+ _{-1.35}	6.40+ _{-1.30}
Ασβέστιο, Ca ⁺⁺ , mg/l	9.33+ _{-4.16}	8.98+ _{-4.22}
S.A.R.	0.54+ _{-0.34}	0.84+ _{-0.67}
Πηγή: -Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν., 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ.,		

Σταχυολογημένες πηγές: **Katsiapi et al.**, 2012 (Hydrob., 698.1, 121-131, Watershed land use types as drivers of freshwater phytoplankton structure), **Stefanidis, Papastergiadou**, 2012 (Fres., Environ., Bull., 21, 10a, 3018-3026, Relationships between lake morphometry, water quality and aquatic macrophytes in 19 Greek lakes, -Petron, Zazari, Vegoritis, Kastoria, Prespes, Chimaditida, Koronia, Volvi, Pamvotis, Kalodiki, Amvrakia, Trichonis, Lysimachia etc), **Pirini et al.**, 2011 (Arch., Biolog., Sc., 63, 3, 763-774, Macrophytes communities in lakes, in north central Greece), **Kagalou**, 2010 (J. Environ., Monit., 12, 2207-2215, Classification and management of Greek lakes), **Τσιρακίδου**, 2008 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 191σελ., Βελτίωση λειτουργιών λίμνης Χειμαδίτιδας), **Σπυρίδης**, 2007 (Τεχν., έκθεσ., YETOS + Νομαρχ., Αυτοδ., Φλώρινας, Α+Β Φάση, Σχέδιο διαχείρισης των υδάτων των λιμνών Χειμαδίτιδας και Ζάζαρη), **Νάσκος**, 2004 (Τεχν., Έκθεσ., LIFE00NAT/GR/7242, Διατήρηση-διαχείριση λιμνών Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη), **Νικολαΐδης, Αλυσγιάκη**, 2003 (Τεχν., Έκθεσ., για LIFE00NAT/GR/7242, Διατήρηση-διαχείριση λιμνών Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη, Φυτοπλαγκτόν και φυσικοχημικά, ΑΠΘ, 122σελ.), **Λαζαρίδου και συν.**, 2001 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, ΑΠΘ, Έργα προστασίας και ανόρθωσης λειτουργιών υγροτόπων Ζάζαρης-Χειμαδίτιδας), **Τσιούρης**, 1996 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, ΑΠΘ, 212 σελ., Ειδικό διαχειριστικό για τις λίμνες Χειμαδίτιδα Ζάζαρη), **Κύκιδης και συν.**, 1992 (Τεχν., έκθεσ., ΑΠΘ, 81σελ., Υγροβιότοπος λιμνών Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, **Fotis et al.**, 1992 (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Κουτσομπήδης**, 1989 (Τεχν., Έκθεσ., Νομαρχία Φλώρινας, 183σελ., Οικολογική έρευνα στις λίμνες και τους ποταμούς του Ν. Φλώρινας), **Μουρικήδης και συν.**, 1988 (Γεωργ., Έρευν., Λίμνες Β. Ελλάδος, Ζάζαρη)

- Λίμνες της Χρυσούπολης και του ποταμού Νέστου

(για το Δέλτα Νέστου, Natura2000=GR1150010, και για το Αισθητικό Δάσος Νέστου, Natura2000=GR1120004)



Στο Δέλτα του Νέστου (ανατολική Μακεδονία και Θράκη) γύρω από το ποτάμι και τις εκβολές του υπάρχουν πολλοί υδροβιότοποι, το μοναδικό στην Ελλάδα παραποτάμιο δάσος, -γνωστό ως Μεγάλο Δάσος (Κοτζιά-Ορμάν)-, πολυάριθμες λιμνοθάλασσες, αμμοθίνες, οι επτά λίμνες της Χρυσούπολης και τα πανοραμικά Τέμπη του Νέστου. Το δέλτα του Νέστου είναι ένας από τους πιο σημαντικούς υδροβιότοπους σε ευρωπαϊκό έδαφος. Η μεγάλη του σημασία έχει αναγνωριστεί με σειρά διεθνών αποφάσεων και συνθηκών, μεταξύ των οποίων και από την ειδική συνθήκη Ramsar (Συνθήκη για την προστασία υδροτόπων διεθνούς σημασίας, ιδιαίτερα ως βιοτόπων υδροβίων πουλιών). Στο δέλτα του Νέστου υπάρχουν τέσσερα κύρια οικοσυστήματα το κάθε ένα με διαφορετικούς βιότοπους: α) η Κοίτη του Νέστου, συμπεριλαμβανομένων των αμμονησίδων, το μεγαλύτερο παραποτάμιο δάσος στην Ελλάδα με παραπόταμους, με στάσιμα και τρεχούμενα νερά και μεγάλη ποικιλία βιοτόπων στις εκβολές του ποταμού με υγρολίβαδα, καλαμιώνες, αλμυρίκια, εσωτερικές αμμοθίνες. β) μια εκτεταμένη ζώνη 50 χλμ. περίπου με Παραθαλάσσιες Αμμοθίνες, οι οποίες είναι οι μεγαλύτερες στη βόρεια Ελλάδα. γ) επτά Ρηχές Λιμνοθάλασσες με εκτεταμένους αλμυρόβαλτους, υγρολίβαδα και αλμυρίκια. γ) Μικρές Λίμνες γλυκού νερού και έλη, στην περιοχή βορειοανατολικά της Χρυσούπολης.

Οι Λίμνες της Χρυσούπολης, αναφέρονται σε μια εκτεταμένη περιοχή η οποία χαρακτηρίζεται από 20 μικρούς ως μέτριους υγρότοπους. Από αυτούς οι 7 μεγαλύτεροι θεωρούνται λίμνες και λιμνούλες. Άλλες είναι μικρές σαν νερόλακκοι, άλλες μεγαλύτερες και βαθιές όπως η ‘‘Αλατζά Γκιόλα’’, η λίμνη με τα νούφαρα. Συνολικά, αυτοί οι υγρότοποι καλύπτουν μια έκταση περίπου 20Km². Αυτή την περιοχή διαμορφώνουν οι φυσικές γεωμορφολογικές συνθήκες όπως π.χ. το λοφώδες ανάγλυφο, η ποικιλία εδαφών (αμμώδη στα κοιλάματα, κοκκινόχωμα στα υψώματα) και κυρίως οι μικροί διάσπαρτοι υγρότοποι, αλλά και η ανθρώπινη δραστηριότητα (κυρίως γεωργία και κτηνοτροφία). Η συγκεκριμένη περιοχή συνδέει οικολογικά και γεωγραφικά το Δέλτα του Νέστου, το παραποτάμιο δάσος και την κοντινή βόρεια ορεινή περιοχή. Στις μόνιμες ή περιοδικά κατακλυζόμενες από νερά εκτάσεις υπάρχει πλούσιο μωσαϊκό οικοτόπων. Εκεί συναντώνται καλαμιώνες, νούφαρα, νεροκάστανο, βούρλα, ίριδες, υγρά και ξερά λιβάδια, μικρές θαμνώδεις εκτάσεις και γειτονικά η παραδοσιακή γεωργία. Στην περιοχή των λιμνών της Χρυσούπολης έχουν καταγραφεί πάνω από 400 είδη φυτών, εντυπωσιακή ανάπτυξη με τα νούφαρα, *Nymphaea alba*, 15 είδη από ορχιδέες, 13 είδη ψαριών του γλυκού νερού (π.χ. *Leucaspis delineatus*, *Rhodeus sericeus amarus* και *Cobitis stroumicae*), 8 είδη αμφιβίων, 12 είδη ερπετών, αλλά και πάνω από 211 είδη πουλιών, από τα οποία ξεχωρίζουν ο μικροτσικνιάς-*Ixobrychus minutus*, ο πορφυροτσικνιάς-*Ardea purpurea*, η πετροτριλίδα-*Burhinus oedipnemus*, το ορτύκι-*Coturnix coturnix*, ο καλαμόκιρκος-*Circus aeruginosus* και η χαλκοκουρούνα-*Coracias garrulus*. Η περιοχή είναι σημαντικός χώρος

διατροφής για τους πελαργούς, ενώ το χειμώνα συγκεντρώνονται εδώ μερικές δεκάδες λαγγόνες-*Phalacrocorax pygmeus*, για διατροφή.

Σύμφωνα με έρευνα του Εργαστηρίου Οικολογικής Μηχανικής και Τεχνολογίας του Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου (2006-2007), στα επιφανειακά νερά της περιοχής μετρήθηκαν μέσες ετήσιες θερμοκρασίες από 13.5-14.8 °C, pH από 7.5-7.6, διαλυμένο οξυγόνο 6.7-6.9mg/l και BOD 11.0-14.9mg/l. Επίσης, διαπιστώθηκαν ότι οι μέσες ετήσιες συγκεντρώσεις του αζώτου των νιτρωδών κυμαίνονταν από 1069 και 356 μg/l για καλοκαίρι και χειμώνα αντίστοιχα και του αζώτου των νιτρικών αλάτων νιτρωδών ήταν 643 και 227 μg/l για καλοκαίρι και χειμώνα αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις του αμμωνιακού αζώτου κυμαίνονταν από 505 μέχρι 215μg/l, ενώ του ολικού φωσφόρου κυμαίνονταν από 147 μέχρι 19μg/l. Τα τελευταία πενήντα χρόνια, η μεταβολή του φυσικού περιβάλλοντος στο Νέστο με την τεχνητή οριοθέτηση της κοίτης και την εκχέρσωση του μεγαλύτερου μέρους του υδροχαρούς δάσους (έχουν απομείνει μόνο το 6% του παλιού πολύ μεγάλου παραποτάμιου δάσους του φημισμένου ‘Κοτζά-Ορμάν=Μεγάλο Δάσος’) είχε ως αποτέλεσμα την αλματώδη ανάπτυξη της γεωργικής δραστηριότητας, κυρίως της καλλιέργειας του καλαμποκιού. Εξάλλου, επεκτάθηκαν και οι βοσκότοποι σε παλιές εκτάσεις του παραποτάμιου δάσους, ενώ δε λείπουν μέχρι σήμερα οι περιπτώσεις της λαθροϋλοτομίας στα υπολείμματα του ‘Μεγάλου Δάσους’.

Σταχυολογημένες πηγές: **Μποσκίδης, 2011** (Διδakt., Διατρ., Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο, 208σελ., Περιβαλλοντική διαχείριση λεκάνης ποταμού Νέστου), **Psilovikos et al., 2006** (Environ., Monit., Assessm., 116, 1-3, 543-562, Water quality in Nestos river delta, 2000-2002), **Ψιλοβίκος και συν., 2002** (Πρακτ., Πανελ., Γεωγραφ., Συν., 2, 505-512σελ, Διαχείριση και περιβαλλοντική παρακολούθηση του ποτάμιου συστήματος του Νέστου), **Διαμαντής, 1991** (ΓΕΩΤΕΕ, πρακτ. Συν., 78-121, Ο νέστος το φυσικό περιβάλλον και τα προβλήματά του), **Ψιλοβίκος και συν., 1988** (Δελτ., Ελλην., Γεωλογ., Εταιρ., 20, 1, 313-324, Φυσικές και ανθρωπογενείς διεργασίες της πρόσφατης εξέλιξης του δέλτα του ποταμού Νέστου),

Β'

Οικολογική Ποιότητα – Εκτίμηση των Φυσικών Λιμνών

Οικολογική Αξιολόγηση και Δείκτες για τις Λίμνες

[σταχυολόγηση από: **ΕΕ, 2013** (Απόφαση 2013/480/ΕΕ, Τιμές ταξινόμηση στα συστήματα παρακολούθησης των κρατών μελών, βάσει των αποτελεσμάτων της διαβαθμονόμησης της οικολογικής εκτίμησης νερών), **Χαλκιά, 2013** (Διδακτ., Διατρ., Πανεπ., Δυτικής Ελλάδας, 368σελ., Βιολογία και Οικολογία ζωοπλαγκτού λιμνών Αμβρακίας, Αυσιαχείας, Οζερού), **Παπγιώτη, 2013** (Μεταπτ., Διατρ., Πανεπ., Πατρών, 86σελ., Οικολογική κατάσταση λίμνης Παμβώτιδας), **Ναυροζίδου, 2012** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Οικολογική ποιότητα και συνθήκες τροφοδοσίας με νερό της λίμνης Βεγορίτιδας), **Ντισλίδου, 2012** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Βενθικά ασπόνδυλα στις λίμνες Βόλβη, Καστοριάς, Μικρής Πρέσπας), **Αυτζή, 2010** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 97σελ., Μεθοδολογία CEN για την εκτίμηση της ιχθυοκοινοότητας στη λίμνη Βόλβη), **Εμφιετζής και συν., 2010** (Μεταπτ., εργ., ΑΠΘ, Οικολογική ποιότητα υδάτων σε επίπεδο λεκάνης απορροής λίμνης Βόλβης), **Ζαμπούρ και συν., 2010** (Μεταπτ., εργ., ΑΠΘ, Οικολογική ποιότητα υδάτων σε επίπεδο λεκάνης απορροής, Υδρογεωλογικές συνθήκες λίμνης Βόλβης), **Παπαδάκη, 2010** (Μεταπτ., Διατρ., ΕΜΠ, 117σελ., Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης λιμνών της Ηπείρου, Παμβώτιδα και Δρακόλιμνες), **Ντούλκα, 2010** (Διδακτ., Διατρ., Πανεπ., Ιωαννίνων, 308σελ., Ζωοπλαγκτικές κοινωνίες στη λίμνη Τριχωνίδα), **Χαραλάμπος, 2010** (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 79σελ., Οικολογική ποιότητα λίμνης Βόλβης με βάση το φυτοπλαγκτόν), **Kagalou, Leonardos, 2009** (Envir., Monit., Assessm., 150, 469-484, Typology, classification and management issues of Greek lakes), **Μπόμπορη, Σαλβαρίνα, 2009** (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 53σελ., Βενθικά ασπόνδυλα λίμνης Δοϊράνης), **Μουστάκα, Πολυκάρπου, 2006** (Μελέτη, ΑΠΘ, 128 σελ., Οικολογική κατάσταση λίμνης Δοϊράνης, στο: Χρυσοπολίτου, Τσιαούση, Σχεδιασμός προγραμμάτων εσωτερικών υδάτων, ΕΚΒΥ), **Στεφανίδης., 2005** (Μεταπ., Διατρ., Πανεπιστ., Πατρών, 130σελ., Οικολογική ποιότητα υδάτων και υδρόβιας βλάστησης λίμνης Παμβώτιδας), ***Moss et al., 2003** (**ECOFRAME, Aquat., Conserv., Marine and Freshwater Ecosystems, 13, 507-550, Ecological quality in shallow lakes-a tested expert system**)] (*49 ξένοι επιστήμονες από διεθνή ερευνητικά κέντρα και πανεπιστήμια),

Είναι γνωστό, ότι κάθε υδατοσυλλογή και ειδικότερα κάθε λίμνη, αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του υδρολογικού κύκλου. Είναι πηγή νερού, αλλά και άλλων αγαθών, με τα οποία οι λίμνες είναι οικοσυστήματα υψίστης σημασίας, συγκαταλέγονται στους παραγωγούς τροφής και τροφίμων, αλλά είναι και πεδίο φυσικών διεργασιών και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Πρόσθετα, με την εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά 2000/60 της Ευρωπαϊκής Ένωσης, ζητείται από τα κράτη μέλη να εφαρμόζουν βιώσιμες στρατηγικές διαχείρισης των εσωτερικών υδάτων σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης, ώστε να επιτευχθεί τουλάχιστον “Καλή Οικολογική Κατάσταση” μέσα σε εύλογο χρονικό διάστημα. Η Οδηγία αυτή, καινοτομεί και καθιερώνει ως μοντέλο διαχείρισης των υδατικών πόρων την ολοκληρωμένη διαχείριση σε επίπεδο λεκάνης απορροής. Προς τούτο, επειδή η οικολογική κατάσταση των υδατίνων σωμάτων (π.χ. λίμνες, ποτάμια, μεταβατικά ύδατα) εξαρτάται μεταξύ των άλλων από το κλίμα και τη γεωμορφολογία που με τη σειρά τους καθορίζουν τα μορφολογικά, φυσικοχημικά, βιολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά των υδατίνων σωμάτων, κάθε κράτος μέλος της ΕΕ υποχρεώνεται να ορίσει “Τυπολογία” για όλα τα υδάτινα σώματα, αλλά και “Τυπο-χαρακτηριστικές Συνθήκες Αναφοράς” για κάθε τύπο υδατινού σώματος.

Αλλωστε, εδώ και αρκετά χρόνια, η αναγνώριση της σπουδαιότητας της υδρολογικής λεκάνης και σε κάθε λίμνη, έχει οδηγήσει πλέον στην κοινά αποδεκτή αντίληψη της αντιμετώπισης, ερευνητικά και διαχειριστικά, του λιμναίου οικοσυστήματος ως άρρηκτα συνδεδεμένο με τη λεκάνη απορροής. Έτσι, αυτό το σύστημα χέρσου-λίμνης, με τις βιοκοινωνίες που το συνθέτουν, τις δραστηριότητες που εξασκούνται και τους εκεί παράγοντες που το διέπουν (π.χ. κλιματικοί, υδρολογικοί, φυσικοχημικοί, γεωμορφολογικοί, τροφικοί), φαίνεται ότι τελικά επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη διαθεσιμότητα οργανικού και ανόργανου υλικού και τις μεταβολικές διεργασίες, με αποτέλεσμα ένα πολύ μεγάλο μέρος της σύγχρονης λιμνολογίας να εστιάζεται στην κατανόηση των πολύπλοκων μηχανισμών και λειτουργιών που ρυθμίζουν αυτές τις σχέσεις. Κάθε όμως λίμνη, έχει τη δικιά της “προσωπικότητα”. Μπορεί μια τυπική λίμνη να διακρίνεται σε ζώνες, με την έννοια της φυσικής δομής της. Για παράδειγμα, διακρίνουμε την παρόχθια ζώνη στην οποία το φως του ήλιου φτάνει μέχρι και

τον πυθμένα της. Τη λιμνητική ζώνη, που περιλαμβάνει μέχρι εκείνο το βάθος που η ένταση του φωτός αντιστοιχεί στο 1% της επιφανειακής ηλιακής ακτινοβολίας (βάθος αντιστάθμισης). Και τη βαθυλιμναία ή βενθική ζώνη που περιλαμβάνει ένα μέρος του πυθμένα και ένα μέρος των ανοιχτών υδάτων. Εξάλλου, η παρόχθια ζώνη με την εκεί βλάστησή της, μπορεί να συγκρατήσει τα φερτά υλικά που εισρέουν στη λίμνη από τα ανάντη, να ενισχύει τη διαύγεια του νερού, να λειτουργεί ως αποδέκτης αλλά και να απομονώνει, μέσω των μηχανισμών τυρφογένεσης, τα κύρια ιόντα που εισέρχονται από τη λεκάνη απορροής, να απομακρύνει τα νιτρικά θρεπτικά άλατα, μέσω της απονιτροποίησης, και να προσφέρει σε ζώα καταφύγιο, πεδίο αναπαραγωγής και τροφής. Δηλαδή σε κάθε λίμνη, οι παραπάνω λειτουργίες μπορεί να παίζουν σημαντικό ρόλο ή να έχουν ελάχιστη επίδραση. Έτσι, σε μια μεγάλη και βαθιά λίμνη η παρόχθια ζώνη φαίνεται να μη διαδραματίζει τόσο σπουδαίο ρόλο. Σε αντίθεση με τις ρηχές λίμνες, όπου ο ρόλος και η επίδραση της παρόχθιας ζώνης είναι σημαντικότερος.

Εξάλλου, η γεωμορφολογία μιας λίμνης (π.χ. σχήμα, μέγεθος, βάθος, βυθομετρία, μέσο βάθος, γεωγραφική τοποθέτηση, μέγιστο μήκος και πλάτος, επιφανειακή έκταση, όγκος, μέσο και σχετικό βάθος, μήκος φύση και ανάπτυξη ακτογραμμής), επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό φυσικοχημικούς και βιολογικούς μηχανισμούς. Και διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στον έλεγχο του μεταβολισμού της λίμνης. Ουσιαστικά, η γεωμορφολογία ελέγχει τη φύση των απορροών, την τροφοδοσία σε θρεπτικά συστατικά και τον όγκο των υδάτινων εισροών, ενώ το σχήμα μιας λίμνης επηρεάζει συχνά την παραγωγικότητά της. Εξάλλου, σε κάθε λίμνη η διαπερατότητα του ηλιακού φωτός είναι ένας καθοριστικός παράγοντας, και για την ποιότητα του νερού και για τις υπόλοιπες λειτουργίες του λιμναίου οικοσυστήματος. Για παράδειγμα, η διαφάνεια του νερού καθορίζει την ανάπτυξη μιας καλά δομημένης υδρόβιας βλάστησης, που με τη σειρά τους επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την παραγωγικότητα του οικοσυστήματος με το να παρέχει οργανικά κατάλοιπα στο νερό και στο ίζημα του πυθμένα μιας λίμνης. Άλλοι παράγοντες είναι το υδρολογικό ισοζύγιο, το κλίμα της ευρύτερης περιοχής, η διακύμανση της επιφάνειας, η δομή του ιζήματος και η περιεκτικότητά του σε συγκεκριμένες ενώσεις και στοιχεία, μα και τα θρεπτικά φορτία και ο ρυθμός προσφοράς τους από τη λεκάνη απορροής. Συγχρόνως, ένα σύνολο βιοτικών παραγόντων διαδραματίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο στις λειτουργίες του λιμναίου οικοσυστήματος. Οι βιοκοινότητες των λιμναίων οργανισμών (π.χ. ορνιθοπανίδα, ψάρια, ζωοβένθος, ζωοπλαγκτόν, φυτοβένθος, φυτοπλαγκτόν, υδρόβια μακρόφυτα, μύκητες, βακτήρια, ιοί), δημιουργούς τις τροφικές αλυσίδες και τα τροφικά πλέγματα.. Κάθε βιοκοινωνία αποτελεί ένα κρίκο της τροφικής αλυσίδας και οποιαδήποτε διαταραχή μπορεί να οδηγήσει ένα οικοσύστημα, σε καταστροφικές και μη αναστρέψιμες συνέπειες.

Ωστόσο, η αξιολόγηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών, βασίζεται σε υδρομορφολογικά (π.χ. διακύμανση βάθους, δομή και φύση υποστρώματος πυθμένα, δομή της όχθης, χρόνος ανανέωσης υδάτων, ποσότητα και δυναμική υδάτινων ροών, σύνδεση ή όχι με υπόγεια νερά), φυσικοχημικά (π.χ. διαφάνεια, θερμοκρασία, οξύγνωση, αλατότητα, αλκαλικότητα, σκληρότητα, θρεπτικά συστατικά, συγκεκριμένοι ρυπαντές που ανήκουν σε ουσίες προτεραιότητας), και βιολογικά στοιχεία (π.χ. σύνθεση και αφθονία του φυτοπλαγκτού, ζωοπλαγκτού, υδρόβιας χλωρίδας, βενθικών ασπονδύλων και σύνθεση και κατανομή κατά ηλικίες της ιχθυοπανίδας). Πρόσθετα, ένα πολύ μεγάλο μέρος των επιστημονικών εργασιών επικεντρώνεται τα τελευταία χρόνια στους λεγόμενους “Οικολογικούς δείκτες”, σύμφωνα με τα κριτήρια της Ευρωπαϊκής Οδηγίας, όπως είναι το φυτοπλαγκτόν, τα υδρόβια μακρόφυτα, το ζωοπλαγκτόν, τα βενθικά ασπόνδυλα, τα ψάρια, οι αλληλεπιδράσεις των βιοκοινωνιών, οι μορφομετρικοί, οι φυσικοχημικοί, οι τροφικοί και άλλοι παράγοντες και χαρακτηριστικά των λιμνών. Αλλά, και οι παράγοντες που επικρατούν στην υδρολογική τους λεκάνη, και οι κοινωνικοοικονομικές συνθήκες της περιοχής, και οι κλιματικές διαφοροποιήσεις από εποχή σε εποχή και από χρόνο σε χρόνο, και οι σχέσεις των υδρόβιων οργανισμών σε κάθε λιμναίο οικοσύστημα που είναι πολυδιάστατες. Ενώ, η κατανόηση των επιμέρους μηχανισμών που διέπουν, σχέσεις, λειτουργίες και διεργασίες, είναι σημαντικές, ώστε να είναι δυνατή η εφαρμογή αποτελεσματικών στρατηγικών διαχείρισης και ανάκαμψης επιβαρυμένων οικοσυστημάτων, αλλά και να προληφθούν οι επιπτώσεις της επερχόμενης κλιματικής αλλαγής.

Για κάθε κατηγορία επιφανειακών υδάτων διακρίνεται η τυπολογία τους με το ‘**Σύστημα Α’**’ (έχει ως βάση το υψόμετρο, το μέσο βάθος την επιφανειακή έκταση και τη γεωλογία της περιοχής), ή το ‘**Σύστημα Β’**’ (έχει ως βάση τους υποχρεωτικούς παράγοντες –υψόμετρο, γεωγραφικό μήκος και πλάτος, βάθος, γεωλογία και μέγεθος, αλλά και προαιρετικούς, όπως είναι το μέσο βάθος, το σχήμα, χρόνος παραμονής του νερού στην υδατοσυλλογή, διακύμανση και μέση ετήσια θερμοκρασία αέρα, μικτικά χαρακτηριστικά –μονομικτική, διμικτική, πολυμικτική, ικανότητα εξουδετέρωσης οξέων, αγωγιμότητα, βασική κατάσταση θρεπτικών αλάτων, μέση σύνθεση υποστρώματος, διακύμανση στάθμης νερού). Οι παράγοντες αυτοί με το Α’ ή το Β’ Σύστημα, καθορίζουν τα χαρακτηριστικά μιας λίμνης και κατά συνέπεια τη δομή και τη σύνθεση των βιοκοινωνιών της.

Τυπολογία Επιφανειακών Υδάτων

Σύστημα Α’	Σύστημα Β’	
<u>Τυπολογία με βάση το Υψόμετρον</u> Υψηλός >800m Μεσαίος >200-800m Πεδινός <200m	<u>Υποχρεωτικοί</u> <u>Παράγοντες</u>	-Υψόμετρον -Γεωγραφικό πλάτος -Γεωγραφικό μήκος Βάθος -Γεωλογία -Μέγεθος
<u>Τυπολογία με βάση το Μέσο Βάθος</u> <3m 3-15m <15m		
<u>Τυπολογία με βάση την έκταση της Επιφάνειας</u> 0,5-1 km ² 1-10 km ² 10-100 km ²	<u>Προαιρετικοί</u> <u>Παράγοντες</u>	-Μέσο βάθος νερού -Σχήμα λίμνης -Χρόνος παραμονής νερού στη λίμνη -Μέση ατμοσφαιρική θερμοκρασία -Φάσμα ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας
<u>Τυπολογία με βάση τη Γεωλογία</u> Ασβεστολιθικός Πυριτικός Οργανικός		-Μικτικά χαρακτηριστικά (π.χ. μονομικτική, διμικτική, πολυμικτική) -Ικανότητα εξουδετέρωσης οξέων -Βασικά κατάσταση θρεπτικών ουσιών

Σύμφωνα, με σχετικά πρόσφατη αξιολόγηση της τυπολογία 24 λιμνών της Ελλάδας, (Kagalou, Leonardos, 2009), υποστηρίχθηκε από τους ερευνητές ότι ανακύπτουν αρκετές διαφορές, ανάλογα με το σύστημα τυπολογίας που χρησιμοποιείται. Έτσι, με βάση το ‘Σύστημα Α’ η πλειονότητα των ελληνικών λιμνών χαρακτηρίζονται ως πεδινές, ρηχές, με μεγάλη επιφάνεια και γεωλογικά ασβεστολιθική σύσταση. Η τυπολογία με βάση το ‘Σύστημα Β’ κατατάσσει τις ελληνικές λίμνες σε δύο ομάδες. Λίμνες που διακρίνονται ως πολυμικτικές και μονομικτικές που παρουσιάζουν υψηλές τιμές pH και τιμές αγωγιμότητας που κυμαίνονται κυρίως από 200-600μS/cm. Επομένως, λόγω της ιδιαιτερότητας και της πολυπλοκότητας στην τυπολογία των ελληνικών λιμνών, ενδέχεται να απαιτούνται ολιστικές προσεγγίσεις,

όπως είναι για παράδειγμα τυπολογία με βάση γεωμορφολογικά, γεωγραφικά ή και άλλα κριτήρια.

Τύποι Μεσογειακών Λιμνών

(MedGIG, άσκηση διαβαθμονόμησης)

Τύπος Λίμνης	Περιγραφή	Υψόμετρο (m)	Μέση Ετήσια Βροχόπτωση (mm) και Θερμοκρασία (oC)	Μέσο Βάθος (m)	Γεωλογία Αλκαλικότητα (meq.l)
L-M5/7	Λίμνες, Μεγάλου βάθους και Επιφάνειας, σε Πυριτικό υπόστρωμα και σε Ξηρή περιοχή.	0-800	<800, και >15	>15	Πυριτικό
L-M5/7	Λίμνες, Μεγάλου βάθους και Επιφάνειας, σε Πυριτικό υπόστρωμα και σε Υγρή περιοχή.	0-800	>800, ή <15	>15	Πυριτικό
L-M8	Λίμνες, Μεγάλου βάθους και Επιφάνειας, σε Ασβεστολιθικό υπόστρωμα.	0-800	-	>15	>1meq/l -Ασβεστολιθικό -Υψηλή αλκαλικότητα

Γενικές Παραδοχές και Διαπιστώσεις. Η ποιότητα του νερού των λιμνών καθορίζεται από πλήθος βιοτικών και αβιοτικών παραγόντων, σπουδαιότεροι εκ των οποίων είναι η θερμοκρασία, η πρωτογενής παραγωγικότητα, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου και των θρεπτικών στοιχείων. Επιπλέον, παράμετροι όπως η αλατότητα, το pH, η συγκέντρωση ανόργανων και οργανικών ουσιών, η παρουσία βαρέων μετάλλων, τοξικών ουσιών ή άλλων ρύπων κ.α. διαμορφώνουν τη συνολική ποιοτική κατάσταση μιας λίμνης. Η καλή ποιοτική κατάσταση του νερού αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση για ένα υγιές λιμναίο οικοσύστημα. Συνήθως όμως αυτό δεν αποτελεί τον κανόνα, αλλά την εξαίρεση. Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των λιμνών τις καθιστούν ευάλωτες στη ρύπανση και την υποβάθμισή τους, με αποτέλεσμα πολλές λίμνες παγκοσμίως να αντιμετωπίζουν σοβαρά προβλήματα ποιότητας, κυρίως εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

Ένας συνηθισμένος δείκτης της ποιοτικής κατάστασης των λιμνών είναι η τροφική τους κατάσταση ή αλλιώς ο βαθμός ευτροφισμού τους. Ως ευτροφισμός ορίζεται η διαδικασία εμπλουτισμού της μάζας του νερού των λιμνών με θρεπτικά στοιχεία με αποτέλεσμα την αύξηση της πρωτογενούς παραγωγικότητάς τους. Ως πρωτογενής παραγωγικότητα αναφέρεται ο ρυθμός παραγωγής υδρόβιας φυτομάζας (π.χ. φυτοπλαγκτόν, μακρόφυτα) με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης.

Ο ευτροφισμός είναι ένα φυσιολογικό φαινόμενο της ωρίμανσης μιας λίμνης, που συμβαίνει σταδιακά σε χρονικό διάστημα αιώνων, καθώς θρεπτικά υλικά από τη λεκάνη απορροής εισέρχονται συνεχώς στη λίμνη και ρυθμίζεται από πολλούς παράγοντες που μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κατηγορίες: **1)** κλιματικές συνθήκες (ηλιοφάνεια, θερμοκρασία, υδρολογία), **2)** μορφολογικές συνθήκες (βάθος, επιφάνεια, όγκος λίμνης, μέγεθος λεκάνης απορροής), **3)** ρυθμός εισροής θρεπτικών (γεωλογία, εδαφικές συνθήκες, υδρολογικές συνθήκες και βλάστηση λεκάνης απορροής, ανθρώπινες χρήσεις και διαχείριση).

Η ανθρωπογενής επιτάχυνση της διαδικασίας του ευτροφισμού καλείται “Επιταχυνόμενος” ή “Ανθρωπογενής Ευτροφισμός” (cultural eutrophication) και προκαλείται από τον υπέρμετρο εμπλουτισμό με θρεπτικά στοιχεία των λιμνών εξαιτίας των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και επεμβάσεων στη λεκάνη απορροής τους. Ο εμπλουτισμός με θρεπτικά, σημαντικότερα εκ των οποίων είναι ο φώσφορος και το άζωτο, οφείλεται κυρίως στα αστικά και βιομηχανικά απόβλητα και την εντατική χρήση λιπασμάτων στις αγροτικές δραστηριότητες. Συνήθως πλέον, όταν χρησιμοποιείται ο όρος ευτροφισμός εννοείται ο επιταχυνόμενος ευτροφισμός.

Οι λίμνες ανάλογα με το βαθμό ευτροφισμού τους διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: ολιγότροφες, μεσότροφες και εύτροφες. Οι ολιγότροφες λίμνες έχουν μικρή παραγωγικότητα και βιολογική δραστηριότητα, χαμηλή συγκέντρωση θρεπτικών στοιχείων και χαρακτηρίζονται από καθαρά και διαυγή νερά. Οι μεσότροφες λίμνες έχουν μέση παραγωγικότητα και αποτελούν ένα ισορροπημένο σύστημα με καλή ποιότητα νερού. Οι εύτροφες λίμνες παρουσιάζουν μεγάλη παραγωγικότητα και έντονη βιολογική δραστηριότητα, μεγάλη συγκέντρωση θρεπτικών, χαμηλή διαφάνεια, ενώ το νερό τους είναι ποιοτικά υποβαθμισμένο. Επιπλέον στις εύτροφες λίμνες παρατηρείται μικρότερη ποικιλία φυτοπλαγκτονικών ειδών, μεγάλο ποσοστό των οποίων ανήκουν στην ομάδα των κυανοφυκών. Σε μερικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται και οι όροι υπερολιγότροφες για πολύ φτωχές σε θρεπτικά λίμνες και υπερέυτροφες για εξαιρετικά παραγωγικές λίμνες.

Ο ευτροφισμός αποτελεί ένα από τα πιο σοβαρά προβλήματα ρύπανσης των υδάτων παγκοσμίως. Οι συνέπειές του είναι ποικίλες και εξαρτώνται και από τη χρήση του νερού. Η έντονη ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού σε εύτροφες λίμνες έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων ποσοτήτων νεκρής οργανικής ύλης, για την αποσύνθεση των οποίων απαιτούνται σημαντικές ποσότητες οξυγόνου. Συχνά είναι τα φαινόμενα ανοξίας στο υπολίμνιο ή και στο μεταλίμνιο εύτροφων λιμνών, την ίδια στιγμή που μπορεί να παρατηρείται υπερκορεσμός οξυγόνου στο επιλίμνιό τους λόγω της έντονης φωτοσυνθετικής δραστηριότητας. Η έλλειψη οξυγόνου οδηγεί σε αναερόβιες συνθήκες κατά τις οποίες παράγονται αέρια όπως μεθάνιο, αμμωνία και υδρόθειο. Αυτά τα αέρια εκτός του ότι αλλοιώνουν τη γεύση του νερού και παράγουν άσχημες οσμές είναι τοξικά (ειδικά το υδρόθειο) για τους οργανισμούς της λίμνης, κυρίως για τα ψάρια. Οι ανοξικές συνθήκες ευνοούν επιπλέον και την απελευθέρωση φωσφορικών και αμμωνιακών ιόντων από τα ιζήματα του πυθμένα, με αποτέλεσμα τον επιπρόσθετο εμπλουτισμό του νερού με θρεπτικά στοιχεία. Σε συνθήκες ευτροφισμού εννοείται η ανάπτυξη φυτοπλαγκτονικών ειδών της ομάδας των κυανοφυκών, μερικά εκ των οποίων παρουσιάζουν έντονη τοξικότητα.

Ο προσδιορισμός της τροφικής κατάστασης των λιμνών δεν μπορεί να γίνει με μια μοναδική και ξεκάθαρη μέθοδο. Για το σκοπό αυτό έχουν καθιερωθεί διάφορα κριτήρια που μετρούν τα συμπτώματα (π.χ. πρωτογενής παραγωγικότητα, βάθος δίσκου Secchi), τις αιτίες (π.χ. συγκέντρωση φωσφόρου, φορτίο φωσφόρου) ή τις συνέπειες (π.χ. υπολιμνική συγκέντρωση οξυγόνου) του ευτροφισμού. Η τροφική κατάσταση συνήθως προσδιορίζεται με ένα συνδυασμό κριτηρίων τα οποία παρουσιάζονται σε μορφή πινάκων ή διαγραμμάτων. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα είναι η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου στη λίμνη, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α και το βάθος της διαφάνειας του δίσκου Secchi. Επιπλέον, έχουν προταθεί διάφοροι “Τροφικοί Δείκτες” (Trophic State Indices) οι οποίοι ουσιαστικά είναι εξισώσεις που συσχετίζουν μεταξύ τους τα διάφορα κριτήρια και έτσι, ανάλογα με την τιμή του δείκτη η λίμνη κατατάσσεται στην αντίστοιχη τροφική κατηγορία.

Η τροφική κατάσταση είναι ουσιαστικά δείκτης της πρωτογενούς παραγωγικότητας των λιμνών, δηλαδή του ρυθμού παραγωγής βιομάζας από τους φυτικούς (αυτότροφους-πρωτογενείς παραγωγούς) οργανισμούς τους. Οι κυριότεροι φυτικοί οργανισμοί που συναντώνται σε λίμνες είναι τα φύκη και τα μακρόφυτα. Τα φύκη διαιρούνται στο **α**) φυτοπλαγκτόν που αποτελείται από διάφορα είδη μικροσκοπικών φυτών τα οποία ζουν εν αιωρήσει στη μάζα του νερού και στο **β**) περίφυτον, φυτά που ζουν προσκολλημένα στον πυθμένα και τα τοιχώματα των λιμνών. Το φυτοπλαγκτόν παρουσιάζει το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη διαχείριση των λιμνών των εύκρατων περιοχών και στις περισσότερες περιπτώσεις αποτελεί το κυρίαρχο ποσοστό της φυτομάζας τους, ειδικά σε βαθιές λίμνες όπου τα μακρόφυτα περιορίζονται στην

παραλιακή ζώνη Τα μακρόφυτα, είναι επιπλέοντα ή ριζωμένα αγγειόσπερμα φυτά, μεγαλύτερα από τα φύκη που αναπτύσσονται στην παρόχθια ζώνη των λιμνών. Τα μακρόφυτα διαιρούνται σε τέσσερις κατηγορίες: α) τα υπερυδατικά μακρόφυτα που είναι ριζωμένα στον πυθμένα και προεξέχουν της επιφάνειας του νερού, β) τα εφυδατικά που αποτελούνται από είδη ριζωμένα στον πυθμένα των οποίων τα φύλλα και τα άνθη επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού, γ) τα υφυδατικά, είδη που είναι ριζωμένα στον πυθμένα και ζουν βυθισμένα εξολοκλήρου μέσα στο νερό και δ) τα ελεύθερα πλέοντα μακρόφυτα που δεν είναι ριζωμένα ή προσκολλημένα στον πυθμένα, αλλά οι έρπουσες ρίζες τους επιτρέπουν να πλέουν ελεύθερα μέσα ή στην επιφάνεια του νερού.

Ο καθορισμός της τυπολογίας των υδάτινων σωμάτων είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την εφαρμογή των βιοτικών δεικτών και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των διαφορετικών δεικτών. Συνήθως, για διαφορετικούς τύπους υδάτινων σωμάτων αναπτύσσονται και διαφορετικοί δείκτες, προσαρμοσμένοι στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε τύπου. Επειδή, οι περισσότεροι δείκτες υπολογίζονται, σύμφωνα με την παρουσία ή απουσία κάποιων ταξινομικών ομάδων, είναι απόλυτα λογικό το γεγονός ότι διαφορετικές ταξινομικές ομάδες συναντώνται σε διαφορετικούς τύπους υδάτινων σωμάτων. Έτσι, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γίνει σωστά η κατάταξη του υδάτινου σώματος στο σωστό τύπο, διότι διαφορετικά τα αποτελέσματα των δεικτών δεν θα είναι έγκυρα. Εκτός όμως από την αναγνώριση του σωστού τύπου θα πρέπει να διευκρινιστεί το κατά πόσο η τυπολογία που εμφανίζει μία περιοχή προέρχεται από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις ή από εγγενείς διαδικασίες. Ο διαχωρισμός αυτός δεν είναι πάντα εύκολος και ξεκάθαρος, και χρήζει ιδιαίτερης προσοχής. Σε αυτό το σημείο θα μπορούσαν να συμβάλλουν τα ιστορικά δεδομένα για τη συγκεκριμένη περιοχή, εφόσον υπάρχουν.

Βιολογικοί Δείκτες. Η έννοια του βιολογικού δείκτη ως μέσο αξιολόγησης της ποιότητας των υδάτων προέκυψε μέσα από την παρατήρηση της εξέλιξης των οικοσυστημάτων. Όταν σε ένα υδατικό οικοσύστημα μεταβάλλονται οι ισορροπίες, οι οργανισμοί που ζουν σε αυτό τείνουν να διαταραχθούν σε περίπτωση που δεν μπορέσουν να ανακάμψουν από τη διαταραχή με τα όρια προσαρμοστικότητας που ενδεχομένως έχουν. Συνήθως η διαταραχή αυτή γίνεται εμφανής με αλλαγή στη σχετική αφθονία και την ποικιλία των ειδών που διαβιούν σε ένα υδρόβιο οικοσύστημα.

Ως βιολογικοί δείκτες στα υδατικά περιβάλλοντα χρησιμοποιούνται το φυτοπλαγκτόν, τα μακρόφυτα, το φυτοβένθος, τα ψάρια και τα βενθικά μακροασπόνδυλα. Η παρουσία τους ή η απουσία τους είναι ενδεικτική της ποιοτικής κατάστασης ενός οικοσυστήματος. Έχει αποδειχθεί ότι σε προγράμματα βιο-ελέγχου οικοσυστημάτων, η σχετική αφθονία και η ποικιλία των ειδών αντανακλούν τον βαθμό ρύπανσης ενός υδρόβιου συστήματος. Ο προσδιορισμός της σύνθεσης, της αφθονίας και της βιομάζας του φυτοπλαγκτού, είναι μεγάλης σημασίας για την αξιολόγηση της κατάστασης των λιμνών. Η αύξηση και κατανομή του φυτοπλαγκτού επηρεάζεται ταχύτατα από μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων και οι υπερβολικές χρονικά “ανθήσεις” φυτοπλαγκτού, θεωρούνται ένδειξη φαινομένων ευτροφισμού. Οι συγκεντρώσεις χλωροφύλλης αποτελούν “ενδείκτη” της βιομάζας του φυτοπλαγκτού, καθώς και της τροφικής κατάστασης των λιμνών. Επιπρόσθετα, οι συνενυρέσεις των ειδών φυτοπλαγκτού (κοιρότητες) μπορεί να αποτελούν κατάλληλο ενδείκτη για την παρακολούθηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών. Αυτό συμβαίνει διότι η μορφολογία των λιμνών, σε συνδυασμό με τους περιοδικούς εποχικούς κύκλους των κύριων περιβαλλοντικών μεταβλητών, διαμορφώνουν το πεδίο στο οποίο τα βέλτιστα προσαρμοσμένα είδη μπορούν να κυριαρχήσουν σε λειτουργικές ομάδες, σε συγκεκριμένες περιόδους της εποχικής διαδοχής τους.

Τα μακρόφυτα και το φυτοβένθος παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη ρύθμιση των διεργασιών των λιμνών. Ο προσδιορισμός της σύνθεσης και της αφθονίας τους σχετίζεται με τη διαδοχή και τη δομή των ενδιαιτημάτων άλλων οργανισμών, όπως είναι τα ψάρια και τα βενθικά μακροασπόνδυλα. Παράλληλα, όσον αφορά τα μακρόφυτα και την υδρόβια χλωρίδα

γενικότερα, γίνονται προσπάθειες εξακρίβωσης της αλληλεπίδρασης που έχουν με τα θρεπτικά συστατικά που υπάρχουν σε μία λίμνη.

Από την άποψη της ανάλυσης των βιοτικών δεικτών και των μεθόδων εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων προκύπτουν, κάποια σημαντικά σημεία καθώς και ορισμένα στοιχεία που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής, τα οποία συνοψίζονται στη συνέχεια:

A) Η εκτίμηση της ποιότητας των υδάτινων σωμάτων με τη χρήση βιοτικών δεικτών βασίζεται σε μία γενικότερη αρχή σύμφωνα με την οποία τα πιο ευαίσθητα στη ρύπανση είδη εξαφανίζονται στα αρχικά στάδια της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και τα πιο ανθεκτικά είδη επιβιώνουν. Αυτή η διαδικασία οδηγεί στη μείωση της βιοποικιλότητας καθώς η ρύπανση αυξάνει. Η ανάπτυξη των περισσότερων βιοτικών δεικτών στηρίζεται σε αυτή τη διαδικασία.

B) Το επίπεδο ταξινόμησης που απαιτείται από τους διάφορους δείκτες είναι ένας επιπλέον σημαντικός παράγοντας. Συγκεκριμένα, η χρησιμοποίηση των υψηλότερων ταξινομικών επιπέδων συνεπάγεται και μεγαλύτερη λεπτομέρεια στις πληροφορίες που συλλέγονται. Ειδικότερα, η κατάταξη των οργανισμών στο υψηλότερο ταξινομικό επίπεδο, που είναι το επίπεδο του είδους, βασίζεται κυρίως σε μορφολογικά χαρακτηριστικά και λιγότερο σε λειτουργικά. Συνεπώς, τα είδη που εντάσσονται σε ένα γένος ή μία οικογένεια (χαμηλό ταξινομικό επίπεδο) μπορεί να έχουν διαφορετικές οικολογικές απαιτήσεις και διαφορετικές αποκρίσεις σε αλλαγές των περιβαλλοντικών παραγόντων. Παρόλα αυτά, η ταυτοποίηση σε υψηλό ταξινομικό επίπεδο (είδος) είναι χρονοβόρα διαδικασία και απαιτούνται αρκετές γνώσεις της αυτο-οικολογίας (οι οποίες δεν υπάρχουν πάντα) και ύπαρξη κατάλληλων μέσων (π.χ. βιβλία-κλειδιά) για την ταυτοποίηση. Επιπλέον, η αναγνώριση σε υψηλότερο ταξινομικό επίπεδο συνεπάγεται υψηλότερο κόστος. Έτσι, με τη χρήση των χαμηλότερων ταξινομικών επιπέδων χάνεται μεν μέρος της πληροφορίας αλλά η χρήση τους, αν συνοδεύεται από προσεκτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων, μπορεί να συμβάλλει σε σωστή εκτίμηση. Γενικά, το κατάλληλο κάθε φορά επίπεδο ταξινόμησης μπορεί να είναι διαφορετικό. Για παράδειγμα, εάν ο στόχος της έρευνας είναι η εκτίμηση της κατάστασης μίας αρκετά μεγάλης έκτασης ενός υδάτινου σώματος και δεν υπάρχουν αρκετές γνώσεις για τα είδη που είναι πιθανό να ενδιατούν σε εκείνη την περιοχή, ούτε είναι διαθέσιμοι αρκετοί χρηματικοί πόροι, τότε πρέπει να προτιμηθεί η αναγνώριση σε χαμηλότερο ταξινομικό επίπεδο για την επίτευξη των στόχων της δεδομένης έρευνας.

Γ) Βασικές παράμετροι για την εφαρμογή ενός βιοτικού δείκτη, είναι η μέθοδος δειγματοληψίας και η ποικιλομορφία του ενδιαιτήματος. Η ποικιλομορφία που εμφανίζεται εντός των διαφορετικών τύπων ενδιαιτημάτων είναι ένας σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης των βιοκοινοτήτων που υπάρχουν σε μία περιοχή, διότι διαφορετικοί οργανισμοί προτιμούν να καταλαμβάνουν διαφορετικά ενδιαιτήματα ανάλογα με τις ανάγκες τους. Επιπλέον, στα διαφορετικά στάδια ζωής τους οι οργανισμοί μπορεί να προτιμούν και διαφορετικούς τύπους ενδιαιτημάτων. Έτσι, εάν η δειγματοληψία πραγματοποιηθεί μόνο σε έναν τύπο ενδιαιτήματος μίας ευρύτερης περιοχής τότε τα αποτελέσματα δε θα είναι αντιπροσωπευτικά για ολόκληρη την περιοχή. Με τη μέθοδο δειγματοληψίας ‘‘multi-habitat’’, που εφαρμόζεται στο σύστημα εκτίμησης ‘‘AQEM’’, λαμβάνεται υπόψη αυτή η ποικιλότητα των επιμέρους ενδιαιτημάτων μίας περιοχής. Επιπλέον, η μέθοδος δειγματοληψίας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το ποιοι οργανισμοί θα συλλεχθούν. Υπάρχουν μέθοδοι δειγματοληψίας που εφαρμόζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα αλλά υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να μη συλλεχθούν όλοι οι οργανισμοί και άλλες που εξασφαλίζουν μεγαλύτερη λεπτομέρεια αλλά είναι χρονοβόρες και απαιτούν υψηλά χρηματικά ποσά. Επιπροσθέτως, υπάρχουν μέθοδοι που βασίζονται σε σταθμούς δειγματοληψίας που βρίσκονται σε συγκεκριμένα σημεία της ευρύτερης υπό εκτίμηση περιοχής και άλλες που εκτιμούν τη συνολική έκταση της περιοχής αλλά στερούνται λεπτομέρειας. Η επιλογή κάθε φορά της μεθόδου δειγματοληψίας εξαρτάται τόσο από τους σκοπούς της έρευνας και τους διαθέσιμους πόρους όσο και από το μέγεθος της υπό μελέτη περιοχής και τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις για τα είδη που ενδιατούν σε αυτή.

Δ) Η διαδικασία διαβαθμονόμησης των δεικτών είναι πολύ σημαντική, διότι με αυτήν εξασφαλίζεται η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων των δεικτών. Ένα από τα βήματα που πρέπει να ολοκληρωθούν στο άμεσο μέλλον είναι η ολοκλήρωση της διαδικασίας διαβαθμονόμησης (και η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της), τόσο μεταξύ των χωρών που συμμετέχουν στις “Γεωγραφικές Ομάδες Διαβαθμονόμησης”, τόσο και μεταξύ των ομάδων αυτών. Βέβαια, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η διαβαθμονόμηση θα πρέπει οι “Εθνικές μέθοδοι εκτίμησης των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων” να είναι ολοκληρωμένες και καλά καθορισμένες, γεγονός που δε συμβαίνει σε όλες τις χώρες, τη δεδομένη χρονική περίοδο.

Τέλος, από όσες εργασίες έχουν δημοσιευτεί, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η ανάπτυξη των βιοτικών δεικτών εκτίμησης της οικολογικής ποιότητας των παράκτιων και μεταβατικών υδάτων στην Ελλάδα είναι σε πολύ καλό στάδιο, εφόσον έχουν ήδη ολοκληρωθεί ο δείκτης “BENTIX” (για τα βενθικά μακροασπόνδυλα των παράκτιων υδάτων), ο δείκτης “EEI” (για τα μακρόφυτα των μεταβατικών και παράκτιων υδάτων) και ο δείκτης “ISD” (για τα βενθικά μακροασπόνδυλα των μεταβατικών υδάτων), ενώ υπό μελέτη βρίσκεται οι δείκτες για την εκτίμηση του φυτοπλαγκτού και των αγγειοσπέρμων. Το ίδιο δεν ισχύει για τις λίμνες, για τις οποίες υπάρχουν σημαντικές ελλείψεις χωρο-χρονικών δεδομένων (γενικά στις Μεσογειακές χώρες, καθώς και στην Ελλάδα), οι οποίες δυσχεραίνουν τη διαδικασία εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης. Πρόσθετα, για την εκτίμηση της κατάστασης των ποταμών στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί δύο δείκτες (HES και STAR_ICM), για τα βενθικά μακροασπόνδυλα, όμως κανένας από τους δύο δεν έχει οριστεί ως Εθνικός Δείκτης Εκτίμησης της Οικολογικής Κατάστασης.

Για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών θα πρέπει να συλλεχθούν περισσότερα χωρο-χρονικά δεδομένα με σκοπό την επαλήθευση των προκαταρκτικών τιμών των παραμέτρων που μετρώνται. Γενικά, υπάρχει σημαντική έλλειψη δεδομένων που σχετίζονται με τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία, τα οποία πρέπει να συλλεχθούν και να επεξεργασθούν προκειμένου να εκτιμηθεί με συνέπεια η οικολογική κατάσταση των λιμνών.

Η Διαβαθμονόμηση. Για την καλύτερη εφαρμογή της Οδηγίας υλοποιούνται, μεταξύ των διαφόρων κρατών της ΕΕ, ασκήσεις διαβαθμονόμησης. Τα κράτη-μέλη διαχωρίζονται σε γεωγραφικές ομάδες διαβαθμονόμησης (GIG: Geographical Intercalibration Groups) πραγματοποιώντας κάποιες “δοκιμές-ασκήσεις”. Η διαβαθμονόμηση πραγματοποιήθηκε σε όλη την Ευρώπη την περίοδο 2003-2007 με τη συμμετοχή εκατοντάδων εμπειρογνομόνων. Το τεχνικό αυτό έργο συντόνισε το Κοινό Κέντρο Ερευνών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, που λειτουργεί στην Ispra της Ιταλίας. Λόγω της τεράστιας ποικιλίας των υδατινών συστημάτων της Ευρώπης, οι εμπειρογνώμονες συγκρότησαν διαφορετικές γεωγραφικές ομάδες διαβαθμονόμησης (GIG, από τα αρχικά των λέξεων Geographical Intercalibration Groups).

Σκοπός μιας άσκησης διαβαθμονόμησης είναι να διασφαλιστεί η συμβατότητα με τους κανονιστικούς ορισμούς της Οδηγίας Πλαίσιο για τα νερά, μέσω της συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα συστήματα παρακολούθησης ποιοτικών βιολογικών στοιχείων, μεταξύ των διαφόρων κρατών μελών. Η διαβαθμονόμηση εξασφαλίζει την παροχή συγκρίσιμων αποτελεσμάτων από διαφορετικά εθνικά συστήματα.

Στο πλαίσιο της διαβαθμονόμησης, καθορίζονται οι τιμές του ορίου μεταξύ των κλάσεων της υψηλής και της καλής κατάστασης ενός υδατικού οικοσυστήματος, καθώς και των αμέσως επόμενων κλάσεων, καλής, μέτριας, φτωχής και κακής κατάστασης. Οι παραπάνω τιμές εκφράζονται ως “Λόγοι Οικολογικής Ποιότητας” (EQR ratios). Αυτοί οι λόγοι οικολογικής ποιότητας, αντιπροσωπεύουν τη σχέση μεταξύ των τιμών των βιολογικών παραμέτρων που έχουν παρατηρηθεί σε ένα σύστημα και των τιμών των παραμέτρων αυτών στις συνθήκες αναφοράς στο ίδιο σύστημα (ή στον ίδιο τύπο συστήματος) εκφραζόμενοι ως αριθμητική τιμή μεταξύ του μηδέν και του ένα. Η υψηλή οικολογική κατάσταση, δηλώνεται με τιμές γύρω στο ένα, ενώ η κακή οικολογική κατάσταση με τιμές γύρω στο μηδέν. Σε επίπεδο Ελλάδας διαπιστώνεται έλλειμμα συγκεντρωτικών δεδομένων (χρονοσειρών, data bases) και μάλιστα ιδιαίτερα βιολογικών-οικολογικών και επομένως η ένταξη της χώρας μας σε μία άσκηση διαβαθμονόμησης δεν είναι ακόμα απόλυτα εφικτή.

Για την ορθότερη εφαρμογή των μεθόδων οι λίμνες, έχουν διαχωριστεί σε τρεις βασικούς τύπους (LCB1, LCB2 και LCB3), και ανάλογα με τις τιμές των συγκεντρώσεων της χλωροφύλλης-α, το βάθος των λιμνών και την αλκαλικότητα των νερών τους. Αυτή η διαδικασία έχει συμφωνηθεί από όλες τις χώρες που πραγματοποιούν γεωγραφικές ασκήσεις διαβαθμονόμησης.

Τύπος Λίμνης και Όρια Τιμών

(ως προς τις συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης -α, του βάθους και της αλκαλικότητας, και όπως έχουν συμφωνηθεί από τη Γεωγραφική Ομάδα διαβαθμονόμησης, Lakes- Central GIG, 21.9.2005)

Τύπος λίμνης GIG	Υψηλή- Καλή chl _a (mg chl- a/l)	Καλή- Μέτρια chl _a (mg chl- a/l)	Βάθος (m)	Αλκαλικότητα meq/l
LCB1	9.9- 11.7	21.0- 25.0	3- 15	> 1
LCB2	4.6- 7.0	8.0- 12.0	< 3	>1
LCB3	4.3- 6.5	8.0- 12.0	χωρίς όρια	> 1

Από τα μέχρι τώρα δεδομένα, όπως αυτά έχουν προκύψει από προηγούμενες εργασίες, αναμένεται οι λίμνες που έχουν χαμηλή συγκέντρωση χλωροφύλλης-α, να έχουν υψηλά ποσοστά μακροφυτικής βλάστησης, ενώ λίμνες που έχουν υποστεί φαινόμενα ευτροφισμού και έχουν υψηλές τιμές χλωροφύλλης-α, να έχουν χαμηλά ποσοστά μακροφυτικής βλάστησης. Επιπλέον, στις λίμνες εκείνες που κάνει αισθητή την παρουσία της "χαμηλής" ποιότητας μακροφυτικής βλάστησης, είναι δυνατόν να σχετίζονται και με χαμηλές τιμές σε χλωροφύλλη-α. Κάτι που πρέπει ακόμα να σημειωθεί και που τυγχάνει άξιο διερεύνησης λόγω έλλειψης δεδομένων, είναι ότι σε λίμνες οι οποίες δεν έχουν υψηλά επίπεδα ευτροφισμού, η μακροφυτική βλάστηση μπορεί να είναι ελλιπής ή και να απουσιάζει εντελώς εξαιτίας ευαισθησίας της σε άλλες παραμέτρους όπως η όξινη βροχή κ.ά.

Τελικά, τόσο η δημιουργία, όσο και η εφαρμογή των βιοτικών δεικτών στην εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας των υδάτινων σωμάτων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, διότι τα οικοσυστήματα, και κατά συνέπεια οι οργανισμοί που ενδιαιτούν σε αυτά, έχουν ιδιαίτερα εγγενή χαρακτηριστικά και δέχονται ανθρωπογενείς επιδράσεις, ο διαχωρισμός των οποίων δεν είναι πάντοτε ευδιάκριτος. Για την ανάπτυξη ενός βιοτικού δείκτη απαιτούνται πολύ καλές γνώσεις της ταξινομικής και αυτο-οικολογίας των οργανισμών, του τύπου ενδιαιτήματος στην εκτίμηση του οποίου στοχεύει ο δείκτης καθώς και των ιστορικών δεδομένων (η επεξεργασία των οποίων είναι ιδιαίτερα σημαντική) για αυτό τον τύπο. Επιπλέον, απαιτείται ενδελεχής μελέτη του τρόπου δημιουργίας και λειτουργίας άλλων παρόμοιων δεικτών που πιθανώς υπάρχουν. Η εφαρμογή των βιοτικών δεικτών εξελίσσεται ραγδαία, τόσο στην Ελλάδα όσο και στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες, με έναυσμα τις απαιτήσεις της Οδηγίας – Πλαίσιο. Όμως, ο τρόπος εφαρμογής των δεικτών και των μεθόδων εκτίμησης και κυρίως η ερμηνεία των αποτελεσμάτων απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να παρέχονται έγκυρα αποτελέσματα. Ωστόσο, σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση παίζουν, επίσης, και τα φυσικοχημικά και υδρομορφολογικά στοιχεία. Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων έχει άμεσο αντίκτυπο στην ποιότητα των οικοσυστημάτων, καθώς η σχεδίαση ή μη των κατάλληλων δράσεων αποκατάστασης εξαρτάται άμεσα από την οικολογική εκτίμηση. Επιπλέον, η λήψη μέτρων αποκατάστασης σε περιοχές όπου δεν είναι στην πραγματικότητα απαραίτητο (εξαιτίας λανθασμένης εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης) έχει άμεσο αρνητικό οικονομικό αντίκτυπο.

Διαβαθμονόμηση και η Περίπτωση της Ελλάδας

[σταχυολογημένα κείμενα από: Ιωαννίδου, 2009 (Μεταπτ., Διατρ., ΕΜΠ, 186σελ., Η χρήση βιοτικών δεικτών στα πλαίσιο εφαρμογής της Οδηγίας για τα νερά στην Ελλάδα), Solimini, Cardoso, Heiskanen, 2006 (Techn., report, European Commission, Joint Research Center, Indicators and Methods for the ecological status assessment under the Water Framework Directive. Linkages between chemical and biological quality of surface water), Solimini, Free, Donohue, Irvine, Pusch, Rossaro, Leonard Sandin , Cardoso, 2006 (Techn., report, European Commission, Joint Research Center, Using Benthic Macroinvertebrates to Assess Ecological Status of lakes. Current Knowledge and Way Forward to Support WFD implementation” . Institute for Environment and Sustainability)].

Πριν από την Οδηγία – Πλαίσιο 2000/60ΕΕ για τα νερά, όλες οι χώρες συνέλλεγαν δεδομένα φυτοπλαγκτού με σκοπό την εκτίμηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης – α και σε ορισμένες περιπτώσεις της βιομάζας του φυτοπλαγκτού. Οι στρατηγικές όμως δειγματοληψίας ήταν ποικίλες και μη επαρκείς για τους σκοπούς της διαδικασίας διαβαθμονόμησης, δεδομένα που αφορούσαν κυρίως τη συχνότητα και τα στρώματα των υδάτων της δειγματοληψίας. Η έλλειψη έγκυρων δεδομένων σε συνδυασμό με τη συνολική θέληση των κρατών μελών της Γεωγραφικής Ομάδας Διαβαθμονόμησης της Μεσογείου (Med GIG) να συγκλίνουν σε κοινές στρατηγικές, οδήγησε στην κοινή επιλογή των βιολογικών παραμέτρων, των στρατηγικών δειγματοληψίας και των εργαστηριακών μεθοδολογιών. Η Ελλάδα ανήκει στην Γεωγραφική Ομάδα Διαβαθμονόμησης της Μεσογείου (Med GIG), από την οποία αποφασίστηκε η χρήση της “Επιλογής 1” για τη διαδικασία της διαβαθμονόμησης (MedGIG Intercalibration technical report – Part 2 Lakes, Section 2 Chlorophyll – a concentration, 2007). Σύμφωνα με την “Επιλογή 1”, όλα τα κράτη μέλη έχουν κοινή διαδικασία ταξινόμησης (1. Εφαρμογή της συμφωνημένης διαδικασίας καθορισμού ορίων, 2. Κοινή μέθοδος εκτίμησης της Οδηγίας – Πλαίσιο, 3. Συμφωνημένες τιμές Λόγων Οικολογικής Ποιότητας-EQR- για τα όρια της καλής οικολογικής κατάστασης, 4. Προσδιορισμός των τύπων διαβαθμονόμησης που αντιπροσωπεύουν τα συμφωνημένα όρια των κλάσεων). Είναι σημαντικό να επισημανθεί το γεγονός ότι η “Επιλογή 1” προτείνεται ως η καταλληλότερη όταν τα κράτη μέλη δεν έχουν καθιερώσει επαρκώς τις εθνικές μεθόδους εκτίμησης στα πλαίσια της εφαρμογής της Οδηγίας – Πλαίσιο και ταυτόχρονα μπορεί να ταυτοποιηθεί μία οριστική κοινή μέθοδος εκτίμησης. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα της “Επιλογής 1” είναι το γεγονός ότι δεν περιλαμβάνει στην πραγματικότητα διαδικασία διαβαθμονόμησης, εφόσον δεν υπάρχουν διαφορετικές μέθοδοι εκτίμησης οι οποίες θα συγκριθούν μεταξύ τους. Ουσιαστικά, η διαβαθμονόμηση έγκειται στην κοινή απόφαση ορίων των κλάσεων ποιότητας (υψηλή – καλή και καλή – μέτρια), σε κλίμακα Λόγων Οικολογικής Ποιότητας (EQRs) για την κοινή μέθοδο.

Δείκτες στην άσκηση Διαβαθμονόμησης. Τα κράτη μέλη που ανήκουν στη Γεωγραφική Ομάδα Διαβαθμονόμησης της Μεσογείου (Med GIG) αποφάσισαν ότι η ομάδα θα εστιάσει στο βιολογικό στοιχείο του φυτοπλαγκτού, λόγω έλλειψης δεδομένων για τα άλλα βιολογικά στοιχεία, και ότι ο κύριος τύπος περιβαλλοντικής πίεσης που θα ληφθεί υπόψη για την άσκηση διαβαθμονόμησης είναι το φορτίο των θρεπτικών (ΕΛΚΕΘΕ, 2006), το οποίο έχει ως επίπτωση τον ευτροφισμό. Μετρήθηκαν οι ακόλουθοι παράμετροι: Συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α (mg/m^3), Συνολική Βιομάζα (mm^3/lt), Ποσοστιαία (%) Βιομάζα Κυανοβακτηρίων, Καταλανικός Δείκτης (General Algal Index, GAI, Catalan et al., 2003), MedPTI (Mediterranean Phytoplankton Trophic Index, Marchetto et al, 2007)

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α και η συνολική βιομάζα χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της αφθονίας και της βιομάζας του φυτοπλαγκτού, όπως ορίζεται από την Οδηγία – Πλαίσιο. Η ποσοστιαία (%) βιομάζα κυανοβακτηρίων, ο Καταλανικός Δείκτης και ο δείκτης MedPTI χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της ταξινομικής σύνθεσης του φυτοπλαγκτού.

Οι χώρες της Γεωγραφικής Ομάδας Διαβαθμονόμησης της Μεσογείου (Med GIG) που συμμετείχαν στη διαβαθμονόμηση, διεξήγαγαν δειγματοληψίες κατά τη θερινή περίοδο του 2005. Η κοινή μέθοδος δειγματοληψίας ήταν η ακόλουθη (ΕΛΚΕΘΕ, 2006):

-Περίοδος δειγματοληψιών- Από τον Ιούνιο έως το Σεπτέμβριο.

-Συλλογή ενός δείγματος από όλη την ευφωτική ζώνη (2.5*βάθος δίσκου Secchi), η οποία πραγματοποιήθηκε σε δύο, τρεις και στις περισσότερες περιπτώσεις τέσσερις ημερομηνίες δειγματοληψίας (μέσος όρος).

-Εξαγωγή χλωροφύλλης με ακετόνη 90%, φίλτρο fiber glass και μέθοδος φασματοσκόπησης Lorenzen (1967) και Jeffrey & Humphrey (1975).

-Μέτρηση βιομάζας και σύνθεσης ειδών με τη μέθοδο Utermohl με ανεστραμμένο μικροσκόπιο.

Συλλέχθηκαν επίσης, κλιματολογικά, υδρομορφολογικά και φυσικο-χημικά υποστηρικτικά δεδομένα (βάθος Secchi, Ολικός P, Αμωνία – N, Νιτρικά – N, διαλυμένο O₂, pH, θερμοκρασία νερού, αγωγιμότητα, αλκαλικότητα). Όπως προαναφέρθηκε, όλα τα δεδομένα συλλέχθηκαν από όλη τη ζώνη του ευτροφικού στρώματος (2.5 * βάθος Secchi) και ο καλοκαιρινός μέσος όρος βασίζεται σε δύο, τρεις ή στις περισσότερες περιπτώσεις τέσσερις ημερομηνίες δειγματοληψίας. Η συνεισφορά των Κυανοβακτηρίων στη συνολική βιομάζα του φυτοπλαγκτού (Ποσοστιαία Βιομάζα Κυανοβακτηρίων) θεωρείται ως αξιόπιστος, σημαντικός και εύκολος στη χρήση δείκτης, διότι (MedGIG Intercalibration technical report – Part 2 Lakes, Section 3 Phytoplankton Composition, 2007):

-Τα περισσότερα είδη κυανοβακτηρίων δείχνουν ισχυρή/έντονη προτίμηση για τις ευτροφικές συνθήκες. Έτσι η συμβολή των κυανοβακτηρίων μπορεί να θεωρηθεί ως δείκτης του ευτροφισμού.

-Οι ανθήσεις (blooms) των κυανοβακτηρίων είναι ξεκάθαρα ορατές, και ευρέως διαδεδομένος δείκτης του ευτροφισμού.

-Εξαιτίας της τοξικότητας των ανθήσεων ορισμένων taxa, οι ανθήσεις μπορούν να προκαλέσουν σοβαρά προβλήματα στην ποιότητα των υδάτων και στην υγεία ζώων και ανθρώπων. Άσχημες οσμές και γεύσεις, έλλειψη οξυγόνου, θάνατοι ψαριών και βλάβες ως προς την ψυχαγωγία και την ποσιμότητα του νερού αποτελούν συμπτώματα υδάτων που είναι μολυσμένα με ανθήσεις.

-Τέλος, είναι μεγάλη η συμβολή των ανθήσεων των κυανοβακτηρίων στην βιομάζα του φυτοπλαγκτού.

Ο Καταλανικός Δείκτης βασίζεται στην βιομάζα των ομάδων αλγών που λαμβάνονται υπόψη στον εν λόγω δείκτη, ο οποίος υπολογίζεται με τον παρακάτω τύπο:

$$Iga = [1+0.1Cr+Cc+2(Dc+Chc) + 3Vc +4Cia]/[1+ 2(D+Cnc) + Chnc+Dnc],$$

(όπου, Iga -Group of algae composition index: Δείκτης Σύνθεσης Ομάδας Αλγών, Cr: Cryptomonads, Cc: Colonial Chrysophyte, Dc: Colonial Diatoms, Chc: Colonial Chlorococcales, Vc: Colonial Volvocales, Cia: Cyanobacteria, D: Dinoflagellates, Cnc: Chrysophyte not colonial, Chnc: Chlorococcales not colonial, Dnc: Diatoms not colonial).

Ο Δείκτης MedPTI είναι δείκτης σύνθεσης του φυτοπλαγκτού που αναπτύχθηκε για τους μεγάλους βάθους ταμιευτήρες στην Ιταλία. Για το δείκτη MedPTI σημειώνονται τα παρακάτω:

-Όπως οι περισσότεροι όμοιοι δείκτες που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη, ο δείκτης MedPTI βασίζεται σε μεθόδους σταθμικών μέσων όρων. Περιλαμβάνονται 46 taxa στη λίστα, και σε κάθε ένα από αυτά αποδίδονται “τροφικές τιμές” (trophic values) και “τιμές δείκτη” (indicator values). Η τιμή του δείκτη MedPTI για κάθε ταμιευτήρα υπολογίζεται διαδοχικά ως ο σταθμικός μέσος όρος της βιομάζας των “τροφικών τιμών” των ειδών, σταθμισμένος με τις “τιμές δείκτη”.

-Ο δείκτης MedPTI εφαρμόζεται σε ταμιευτήρες της Μεσογειακής οικοπεριοχής, που έχουν μέσο βάθος μεγαλύτερο από 15 m και αγωγιμότητα μικρότερη από 2.5 mS cm⁻¹.

-Όμως ο δείκτης πρέπει να εφαρμόζεται αξιόπιστα στους ταμιευτήρες μόνο όταν η ετήσια μέση βιομάζα των ειδών που χρησιμοποιούνται για τη διαβαθμονόμηση είναι μεγαλύτερη από το 70% της συνολικής μέσης ετήσιας βιομάζας στο συγκεκριμένο ταμιευτήρα (MedGIG Intercalibration technical report – Part 2 Lakes, Section 3 Phytoplankton Composition, 2007).

Αποτελέσματα Διαβαθμονόμησης για τις λίμνες της Γεωγραφικής Ομάδας Διαβαθμονόμησης της Μεσογείου. Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι τιμές του μέγιστου οικολογικού δυναμικού και οι τιμές του ορίου καλής-μέτριας οικολογικής κατάστασης για τους τύπους λιμνών που ανήκουν στα κράτη μέλη της Γεωγραφικής Ομάδας Διαβαθμονόμησης της Μεσογείου. Σημειώνεται ότι για τον τύπο “Πυριγενείς ξηροί ταμιευτήρες” βρέθηκε μόνο μία περιοχή με “Μέγιστο Οικολογικό Δυναμικό”, έτσι η Γεωγραφική Ομάδα Διαβαθμονόμησης επιφυλάχθηκε να ορίσει τιμές. Γενικώς επισημαίνεται ότι όλες οι τιμές θεωρούνται προκαταρκτικές (ΕΛΚΕΘΕ, 2006).

Τιμές μέγιστου οικολογικού δυναμικού σε ταμιευτήρες

Τύπος Ταμιευτήρα	Χλωροφύλλη-α (mg/m ³)	Συνολική Βιομάζα (mm ³ /l)	% Βιομάζα Κυανοβακτηρίων	Καταλανικός Δείκτης	Δείκτης MedPTI
Πυριγενείς σε ξηρές περιοχές	Δεν υπάρχουν αρκετές περιοχές. Προτείνεται για το επόμενο στάδιο διαβαθμονόμησης	Δεν υπάρχουν αρκετές περιοχές. Προτείνεται για το επόμενο στάδιο διαβαθμονόμησης	Δεν υπάρχουν αρκετές περιοχές. Προτείνεται για το επόμενο στάδιο διαβαθμονόμησης	Δεν υπάρχουν αρκετές περιοχές. Προτείνεται για το επόμενο στάδιο διαβαθμονόμησης	Δεν υπάρχουν αρκετές περιοχές. Προτείνεται για το επόμενο στάδιο διαβαθμονόμησης
Πυριγενείς σε υγρές περιοχές	1.4	0.36	0	0.1	3.08
Ασβεστολιθικοί	1.8	0.76	0	0.61	3.09
Πηγή: MedGIG, 2007 (Intercalibration technical report –Part 2 Lakes, Section 2 Chlorophyll-a concentration & Section 3 Phytoplankton Composition),					

Τιμές ορίου καλής – μέτριας οικολογικής ποιότητας

Τύπος Ταμιευτήρα	Χλωροφύλλη-α (mg/m ³)	Συνολική Βιομάζα (mm ³ /l)	% Βιομάζα Κυανοβακτηρίων	Καταλανικός Δείκτης	Δείκτης MedPTI
Πυριγενείς σε υγρές περιοχές	6.7	1.9	9.2	10.6	2.32
Ασβεστολιθικοί	4.2	2.1	28.5	7.73	2.38
Πηγή: MedGIG, 2007 (Intercalibration technical report – Part 2 Lakes, Section 2 Chlorophyll – a concentration & Section 3 Phytoplankton Composition),					

Υπολογισμός EQRs για τις μεθόδους μέτρησης της σύνθεσης του φυτοπλαγκτού. Σύμφωνα με την Οδηγία – Πλαίσιο ο υπολογισμός των Λόγων Οικολογικής Ποιότητας (EQR) γίνεται διαιρώντας την παρατηρούμενη τιμή του κάθε δείκτη με την τιμή των συνθηκών αναφοράς του ίδιου δείκτη. Όμως, στην περίπτωση κατά την οποία τιμές που αντιστοιχούν στις συνθήκες αναφοράς είναι κοντά στο μηδέν ή ίσες με το μηδέν αυτή η προσέγγιση δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί διότι οι τιμές των Λόγων Οικολογικής Ποιότητας (EQRs) που προκύπτουν είναι εξαιρετικά χαμηλές. Προκειμένου να ξεπερασθεί αυτό το εμπόδιο χρησιμοποιήθηκε η ακόλουθη διαδικασία (MedGIG Intercalibration technical report – Part 2 Lakes, Section 3 Phytoplankton Composition, 2007):

-Στην περίπτωση κατά την οποία οι συνθήκες αναφοράς δεν ισούνται με το μηδέν (MedPTI), οι Λόγοι Οικολογικής Ποιότητας (EQRs) υπολογίστηκαν διαιρώντας την παρατηρούμενη τιμή του εν λόγω βιοτικού δείκτη με την τιμή του ίδιου δείκτη σε συνθήκες αναφοράς. $EQR = \text{τιμή ορίου} / \text{τιμή αναφοράς}$.

-Για την Ποσοστιαία Βιομάζα Κυανοβακτηρίων όπου οι συνθήκες αναφοράς ισούνται με το μηδέν και η μέγιστη τιμή με το 100, ο Λόγος Οικολογικής Ποιότητας (EQR) υπολογίζεται ως εξής: $EQR = (100 - \text{τιμή ορίου}) / (100 - \text{τιμή αναφοράς})$.

-Για τον Καταλανικό δείκτη όπου το θεωρητικό εύρος των τιμών είναι από 0.005 έως 400, ο Λόγος Οικολογικής Ποιότητας (EQR) υπολογίζεται ως εξής: $EQR = (400 - \text{τιμή ορίου}) / (400 - \text{τιμή αναφοράς})$.

Επιπλέον πρέπει να σημειωθεί ότι για τον υπολογισμό του Λόγου Οικολογικής Ποιότητας, για τη Συγκέντρωση Χλωροφύλλης- α και τη Βιομάζα του Φυτοπλαγκτού χρησιμοποιήθηκαν ειδικές λογαριθμικές προσαρμογές σε συμφωνία και με την αλπική ομάδα διαβαθμονόμησης. Οι λογαριθμικές αυτές προσαρμογές επιτρέπουν τη μετατροπή των τιμών των ορίων των

κλάσεων σε μία κλίμακα Λόγων Οικολογικής Ποιότητας. Αυτή η μέθοδος προσφέρει το πλεονέκτημα της διατήρησης της ίδιας κλίμακας Λόγων Οικολογικής Ποιότητας για κάθε παράμετρο. Όμως, θεωρείται απαραίτητη η βελτίωση των αποτελεσμάτων μετά από επανάληψη του υπολογισμού των τιμών των συνθηκών αναφοράς και του ορίου καλής – μέτριας κατάστασης μετά από επόμενες δειγματοληψίες (MedGIG Intercalibration technical report – Part 2 Lakes, Section 2 Chlorophyll – a concentration, 2007). Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τιμές των Λόγων Οικολογικής Ποιότητας που προέκυψαν για το όριο καλής–μέτριας οικολογικής κατάστασης για τους δείκτες εκτίμησης της αφθονίας, της βιομάζας και της σύνθεσης του φυτοπλαγκτού.

Τιμές EQR για το όριο καλής – μέτριας οικολογικής ποιότητας

Τύπος Ταμιευτήρα	Χλωροφύλλη-α (mg/m ³)	Συνολική Βιομάζα (mm ³ /l)	Βιομάζα Κυανοβακτηρίων %	Καταλανικό δ Δείκτης	Δείκτης MedPTI
Πυριγενείς σε υγρές περιοχές	0.21	0.19	0.91	0.97	0.75
Ασβεστολιθικοί	0.43	0.36	0.72	0.98	0.77
Πηγή: MedGIG, 2007 (Intercalibration technical report – Part 2 Lakes, Section 3 Phytoplankton Composition),					

Βενθικά Μακροασπόνδυλα ως Βιοτικοί δείκτες για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των Λιμνών. Πρόσφατες εκτενείς έρευνες που αφορούν την παρούσα εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των υδάτων στην Ευρώπη φανέρωσαν, ότι ενώ χρησιμοποιούνται ήδη πρακτικά εργαλεία που περιλαμβάνουν παραμέτρους των μακροασπόνδυλων για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των ποταμών, σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες δεν υπάρχουν, προς το παρόν, ανάλογα συστήματα εκτίμησης για τις λίμνες (τα οποία βασίζονται στα μακροασπόνδυλα). Πράγματι, αυτό έχει πρόσφατα αναγνωρισθεί ως ένα από τα κυριότερα οικολογικά “κενά γνώσης” που αφορούν την πλήρη εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας των λιμνών, όπως απαιτείται από την Οδηγία – Πλαίσιο. Επιπλέον, η τωρινή έλλειψη γνώσης περιορίζει την εφαρμογή της διαδικασίας διαβαθμονόμησης που αφορά τα συστήματα εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης των λιμνών (Solimini et al., 2006). Πρέπει να σημειωθεί ότι η πλήρης εφαρμογή της διαδικασίας διαβαθμονόμησης θέτει τη βάση για τον καθορισμό των περιβαλλοντικών αντικειμενικών στόχων (γεγονός που απαιτείται από την Οδηγία-Πλαίσιο) και ειδικότερα για την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων στα οικοσυστήματα, οι οποίες οφείλονται στο φορτίο των θρεπτικών (ευτροφισμός) που είναι η πιο διαδεδομένη πίεση στην οικολογική ποιότητα των επιφανειακών υδάτων στην Ευρώπη. Εντός της Ευρώπης, ο ευτροφισμός υπήρξε στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος από τις αρχές της δεκαετίας του 1980 όταν η ευρέως εξαπλωμένη ύπαρξη των ανθίσεων των κυανοφυκών στα στάσιμα και τα χαμηλής ροής εσωτερικά ύδατα αποτέλεσε το έναυσμα για την ύπαρξη εκτεταμένου ενδιαφέροντος και ανησυχίας από το κοινό, τα ΜΜΕ και τις βιομηχανίες ύδατος. Η επίδραση του εμπλουτισμού με θρεπτικά συστατικά στις λίμνες και στους ταμιευτήρες τυγχάνει μεγάλης προσοχής και είναι κατανοητή σε γενικούς ποιοτικούς όρους. Τα θρεπτικά συστατικά τείνουν να είναι μία δευτερογενής και έμμεση κινητήρια δύναμη της σύνθεσης της βιοκοινότητας, αλλά αποτελούν σημαντική κινητήρια δύναμη της παραγωγικότητας, οδηγώντας στην αύξηση της ανάπτυξης των αλγών (φυτοπλαγκτόν και νηματοειδή άλγη) και των υδρόβιων φυτών. Η αύξηση του φυτοπλαγκτού μπορεί να οδηγήσει σε δευτερογενή προβλήματα, όπως η μείωση των ευαίσθητων μακροφύτων και των ειδών των ψαριών. Αυτές οι επιδράσεις καθώς και η αυξανόμενη συχνότητα και ένταση των ανθίσεων

των τοξικών κυανοβακτηρίων αποτελούν εκτεταμένο πρόβλημα στις λίμνες της Ευρώπης και έχουν σημαντικές επακόλουθες περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές επιπτώσεις.

Ένας ορισμός του ευτροφισμού είναι ο ακόλουθος (Solimini, Cardoso, Heiskanen, 2006): «Ο εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικά, κυρίως αποτελούμενα από φώσφορο (P) ή/και άζωτο (N), που προκαλεί επιταχυνόμενη αύξηση των αλγών και των ανώτερων μορφών φυτικής ζωής, έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή μη επιθυμητής διατάραξης για την ισορροπία των οργανισμών που είναι παρόντες στο νερό και στην εν λόγω ποιότητα του νερού». Ένα πρόβλημα που υπάρχει στον παραπάνω ορισμό είναι το γεγονός ότι δεν μπορεί εύκολα να ποσοτικοποιηθεί. Ο ευτροφισμός είναι μία διαδικασία, όχι μία κατάσταση όπως η ευτροφική, η οποία μπορεί να οριστεί καλύτερα σε όρους βιομάζας του φυτοπλαγκτού (π.χ. ως συγκέντρωση της χλωροφύλλης-α) ή συγκέντρωσης ενός θρεπτικού όπως ο φώσφορος. Στην Οδηγία-Πλαίσιο το θέμα του τρόπου με τον οποίο θα υπολογισθεί ο βαθμός αλλαγής στην ποιότητα των εσωτερικών υδάτων αντιμετωπίζεται με τη συσχέτιση της οικολογικής ποιότητας με την κατάσταση αναφοράς κάτω από τις ελάχιστες ανθρώπινες επιδράσεις. Η Οδηγία-Πλαίσιο, για τον καθορισμό των θρεπτικών συνθηκών της υψηλής και της καλής οικολογικής κατάστασης, απαιτεί μία ειδική ποσοτική κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι θρεπτικές συνθήκες συνδέονται με τη βιολογική ποιότητα σε επιμέρους οικοτύπους των λιμνών.

Ο εμπλουτισμός των λιμνών, μέσω της εισροής θρεπτικών, συχνά έχει ως αποτέλεσμα στην αύξηση της παράκτιας και πελαγικής παραγωγικότητας με επακόλουθο την αύξηση της εισροής οργανικής ύλης στο υπόστρωμα. Η αύξηση της αναπνοής των μικροοργανισμών που σχετίζεται με την εισροή οργανικής ύλης, μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση του οξυγόνου στο υπολίμνιο των λιμνών. Αυτή η έμμεση επίδραση του ευτροφισμού στη διαθεσιμότητα του οξυγόνου έχει άμεση επίδραση στη βενθική πανίδα. Συνεπώς, η συγκέντρωση των οργανισμών που ενδιααιτούν στην κατώτερη ζώνη μπορεί να παρέχει μία ένδειξη των παρελθοντικών και των τωρινών διαταραχών και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση των οικολογικών συνθηκών μίας δεδομένης λίμνης (Brinkhurst, 1974, Rosenberg & Resh, 1993).

Τα διαφορετικά είδη μακροασπόνδυλων που κυριαρχούν σε ένα ενδιαίτημα σχετίζονται με την τροφική κατάσταση της λίμνης, η οποία επηρεάζει την ποιότητα και την ποσότητα της τροφής καθώς και την κατάσταση του οξυγόνου. Όταν οι περιβαλλοντικές συνθήκες δεν είναι ιδιαίτερα περιοριστικές, η τροφή είναι ο κύριος παράγοντας αλλαγής της σύνθεσης της βιοκοινότητας. Όμως, όταν η οργανική ρύπανση είναι πιο έντονη, η συγκέντρωση οξυγόνου είναι εκείνος ο παράγοντας που περιορίζει την επιβίωση των ειδών και καθορίζει τη σύνθεση της βιοκοινότητας. Οι βιοκοινότητες, επίσης, επηρεάζονται ισχυρά από τις τοπο-ειδικές συνθήκες. Γι' αυτό αν και ορισμένες γενικεύσεις είναι εφικτές, κάθε λίμνη έχει τη δική της ιστορία, η οποία πρέπει να γίνει κατανοητή προτού χρησιμοποιηθούν τα βενθικά μακροασπόνδυλα για τη βιολογική εκτίμηση. Ο τύπος της λίμνης είναι σημαντικός παράγοντας στον καθορισμό της σύνθεσης των ειδών μακροασπόνδυλων. Για παράδειγμα (Rossaro et al., 2006), διαφορετικές αποκρίσεις των βενθικών ειδών στις αλληλεπιδράσεις μεταξύ μέγιστου βάθους, αγωγιμότητας, διαλυμένου οξυγόνου και συγκέντρωσης θρεπτικών παρατηρήθηκαν σε διαφορετικές τυπολογίες λιμνών.

Οι τυπολογίες για τις λίμνες, οι οποίες βασίζονται στη σύνθεση των κοινωνιών των βενθικών μακροασπόνδυλων, σχεδόν δεν υπάρχουν και είναι περιορισμένες σε τοπική εμβέλεια. Καθώς οι βιολογικοί τύποι των λιμνών, οι οποίοι βασίζονται στα βενθικά μακροασπόνδυλα, δεν υπάρχουν στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, δεν μπορούν να προσδιοριστούν, ούτε οι συνθήκες αναφοράς, ούτε τα επίπεδα υποβάθμισης που αποδίδονται σε συγκεκριμένη οικολογική κατάσταση. Η αναγνώριση της κατάστασης αναφοράς για ένα συγκεκριμένο τύπο λίμνης, η οποία βασίζεται στα βενθικά μακρο-ασπόνδυλα, περιπλέκεται από το γεγονός ότι η σύνθεση των κοινωνιών των βενθικών μακρο-ασπόνδυλων παρουσιάζει φυσική διακύμανση (Solimini et al., 2006) εξαιτίας της εποχικότητας, του βάθους της λίμνης, της δομής του ενδιαιτήματος και επιπλέον εξαιτίας των βιοτικών επιπτώσεων (ανταγωνισμός και θήρευση).

Η μορφομετρία της λίμνης επηρεάζει τη δομή της κοινωνίας τόσο των βενθικών μακρο-ασπόνδυλων, όσο και των μακροφύτων. Γενικά, η βενθική ζώνη των λιμνών μπορεί να

διαχωριστεί σύμφωνα με το μοτίβο του βάθους σε παράλια, υποπαράλια και κατώτερη ζώνη. Η παράλια ζώνη καθορίζεται ως οι περιοχές του πυθμένα κοντά στις ακτές της λίμνης όπου αναπτύσσονται τα αναδυόμενα μακρόφυτα. Η υποπαράλια ζώνη αποτελεί την περιοχή του πυθμένα η οποία καλύπτεται από βυθισμένα μακρόφυτα ή από βλάστηση αλγών. Η κατώτερη ζώνη είναι η περιοχή του πυθμένα που εκτείνεται σε βάθος και αποτελείται από εκτεθειμένο λεπτόκοκκο ιζημα χωρίς βλάστηση. Είναι προφανές ότι ο εμπλουτισμός με θρεπτικά επηρεάζει αυτές τις ζώνες με διαφορετικό τρόπο. Είναι γνωστό ότι οι βενθικές κοινωνίες της κατώτερης ζώνης επηρεάζονται σημαντικά από την τροφική κατάσταση της λίμνης. Από πρόσφατες έρευνες προκύπτει ότι ο ευτροφισμός επηρεάζει τη υποπαράλια ζώνη γενικότερα σε μικρότερο βαθμό και την παράλια ζώνη σε ακόμη μικρότερο. Αντίθετα, οι υδρομορφολογικές μετατροπές θα επηρεάσουν ισχυρά κυρίως την παράλια ζώνη, αλλά την υποπαράλια σε μικρότερο βαθμό. Η κατώτερη ζώνη πιθανώς δεν επηρεάζεται σχεδόν καθόλου. Ομοίως, η οξύτητα πιθανώς επηρεάζει κυρίως τις ανώτερες ζώνες της λίμνης. Η ιδέα της εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης των λιμνών βάση των βενθικών μακροασπόνδυλων μπορεί να εφαρμόζεται και στους ταμειυτήρες. Σύμφωνα με την Οδηγία–Πλαίσιο αυτά τα ισχυρά τροποποιημένα υδάτινα σώματα (HMWB, Heavily Modified Water Body) θα πρέπει να εκτιμηθούν όπως οι λίμνες, με τη διαφορά ότι το “Μέγιστο Οικολογικό Δυναμικό” θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ως συνθήκη αναφοράς. Σε ορισμένα κράτη μέλη της Μεσογείου, η πλειοψηφία των στάσιμων υδάτων είναι ταμειυτήρες. Συχνά έχουν ιδιαίτερη οικονομική σημασία για την παροχή νερού για γεωργικούς σκοπούς και για τα αστικά κέντρα. Καθώς οι περισσότεροι ταμειυτήρες σχηματίζονται με κατασκευή φραγμάτων στα ποτάμια, έχουν συνήθως μεγάλη λεκάνη απορροής. Αυτό καθιστά τους ταμειυτήρες ιδιαίτερα ευαίσθητους στις ανθρωπογενείς επιδράσεις που πραγματοποιούνται στις λεκάνες απορροής, όπως εισροές θρεπτικών, βαρέων μετάλλων ή οργανικών τοξικών ρυπαντών από τη γεωργία, τη βιομηχανία ή τους συν οικισμούς. Σύμφωνα με την Οδηγία–Πλαίσιο θα πρέπει να εξετασθεί εάν τα βενθικά μακρο-ασπόνδυλα θα μπορούσαν να χρησιμεύσουν ως δείκτες αυτών των επιδράσεων στους ταμειυτήρες. Σήμερα, είναι διαθέσιμα λίγα δεδομένα για την αποίκιση των δεξαμενών από βενθικά μακρο-ασπόνδυλα. Είναι γνωστό ότι τα ιζήματα των δεξαμενών εμφανίζουν ευδιάκριτη βαθμίδα, με τα χοντρόκοκκα ιζήματα να βρίσκονται κοντά στα σημεία εισροής και τα λεπτόκοκκα ιζήματα κοντά στο φράγμα, τα οποία πιθανώς θα μπορούσαν να είναι συγκρίσιμα με την κατώτερη ζώνη. Η παράλια και υποπαράλια ζώνη, τις περισσότερες περιπτώσεις, στερούνται μακροφυτικής και παρόχθιας βλάστησης καθώς οι όχθες είναι απότομες και το επίπεδο του νερού παρουσιάζει συχνές αλλαγές. Μόνο οι όχθες κοντά στα σημεία εισροής συχνά εμφανίζουν ομαλή κλίση, η οποία μπορεί να επιτρέπει την ανάπτυξη βλάστησης. Η πυκνότητα των βενθικών μακρο-ασπόνδυλων στην παράλια ζώνη είναι πολύ χαμηλή κάτω από αυτές τις συνθήκες και είναι ευρέως καθορισμένη από τη δυναμική των διακυμάνσεων των επιπέδων του νερού. Επιπλέον, η παράλια ζώνη προσφέρει λιγοστές πηγές άνθρακα για τα βενθικά μακρο-ασπόνδυλα σε αυτές τις συνθήκες. Γενικά, ο ρόλος αυτής της ζώνης για την ποικιλότητα και τη λειτουργία ενός λιμναίου οικοσυστήματος είναι στενά συνδεδεμένος με τις εκτεταμένες και τις γρήγορες διακυμάνσεις των επιπέδων του νερού. Επιπλέον, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι η σύνθεση των βενθικών μακρο-ασπόνδυλων της παράλιας ζώνης επηρεάζεται ισχυρά και από άλλους παράγοντες όπως η τροφική κατάσταση, η διαθεσιμότητα των ενδαιτημάτων, η οποία εξαρτάται από την οικοπεριοχή, τον τύπο της λίμνης και των ανθρωπογενών μετατροπών των ακτών. Έχει αποδειχθεί ότι υπάρχει ένας αριθμός υδρομορφολογικών μετατροπών που μπορεί να βλάψουν την οικολογική κατάσταση μίας λίμνης. Ο βαθμός κατά τον οποίο τα λιμναία οικοσυστήματα επηρεάζονται, θα πρέπει να εκτιμηθεί κατά προτίμηση με τη χρήση βενθικών μακρο-ασπόνδυλων, καθώς αυτά έχουν μικρότερη κινητικότητα απ’ ό,τι τα ψάρια και παρουσιάζουν πολύ μεγαλύτερη εξάρτηση από τους παράλιους τύπους ενδαιτημάτων. Έτσι, η ανάπτυξη της ακτογραμμής αναμένεται να έχει αξιοσημείωτα πολύ σοβαρές επιδράσεις στις κοινωνίες των μακρο-ασπόνδυλων. Υπάρχουν ορισμένες ενδείξεις, ότι ευδιάκριτα βενθικά είδη αντιδρούν με πιο ευαίσθητο τρόπο σε συγκεκριμένες πιέσεις. Όμως τα εμπειρικά δεδομένα για τις σχέσεις μεταξύ της υδρομορφολογίας της λίμνης και του ζωοβένθους της

υπάρχουν μόνο για επιλεγμένες οικοπεριοχές και τύπους λιμνών μέχρι στιγμής. Επίσης, μερικοί τύποι πιέσεων πιθανώς δεν έχουν εκτιμηθεί ποτέ. Έτσι, η εκτίμηση των οικολογικών επιπτώσεων των υδρομορφολογικών μετατροπών στις Ευρωπαϊκές λίμνες θα χρειαστεί μία έρευνα πεδίου για τις πιο έντονες επιδράσεις σε κάθε οικοπεριοχή και μία βάση δεδομένων για τα βιολογικά – οικολογικά χαρακτηριστικά των ειδών του λιμναίου ζωοβένθους (Solimini et al., 2006). Τέτοια γνώση θα καθιστούσε ικανή την ολιστική εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών και την αναγνώριση αποτελεσματικών μέτρων αποκατάστασης για τις ακτές των λιμνών.

Μία γενική κατανόηση των οικολογικών, μηχανισμών με τους οποίους τα προτεινόμενα taxa –δείκτες ανταποκρίνονται στις πιέσεις, είναι συχνά ελλιπής και ιδιαίτερα για την περίπτωση των λιμνών. Επομένως, η χρήση ορισμένων taxa ως οικολογικούς δείκτες μπορεί να μην καταδεικνύει την οικολογική κατάσταση. Επιπλέον, η χρήση ενδεικτικών taxa είναι αναπόφευκτα εξαρτημένη από την ύπαρξη των taxa. Τα ευαίσθητα taxa μπορεί να είναι σπάνια και η ανίχνευσή τους μπορεί να ποικίλει ανάλογα με την δειγματοληψία. Πράγματι, είναι αξιοσημείωτο το γεγονός ότι τα περισσότερα taxa που εντοπίζονται στην παράλια ζώνη των λιμνών είναι σπάνια και οι τύποι με τις μικρότερες επιδράσεις/επιρροές τείνουν να έχουν μεγαλύτερη ποικιλότητα taxa και περισσότερα σπάνια είδη απ' ό,τι οι τύποι με μεγαλύτερες επιδράσεις/επιρροές. Για αυτούς τους λόγους, πολλοί συγγραφείς αμφισβητούν το γεγονός ότι τα σπάνια είδη είναι σημαντικοί δείκτες της υγείας των οικοσυστημάτων. Επιπλέον, είναι πιθανόν να αποτύχει η έρευνα για τις απλές σχέσεις μεταξύ επιμέρους taxa ή συγκεντρώσεων (assemblages), επειδή δεν θα περιλαμβάνει μία επαρκή κλίμακα συνθηκών. Ο Nijboer et al. (2005) συμπεραίνει ότι τα επιμέρους ή οι υπο-ομάδες taxa οδηγούν σε υψηλά λάθη ταξινόμησης και προτείνει τη χρησιμοποίηση όλων των taxa για το χαρακτηρισμό μίας βιοκοινότητας, ειδικά στις περιπτώσεις όπου η ποικιλότητα του ενδιαιτήματος είναι μεγάλη. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει τις υποθετικές αποκρίσεις των βενθικών μακρο-ασπόνδυλων στις πιέσεις στις διαφορετικές ζώνες των λιμνών. Οι εκτιμήσεις αυτού του πίνακα βασίζονται κυρίως σε διάσπαρτα αποτελέσματα, μόνο τα κελιά "οξύτητα-παράλια" και "ευτροφισμός-κατώτερη" βασίζονται σε πιο εκτεταμένες βάσεις δεδομένων, οι οποίες όμως είναι περιορισμένες σε τοπικό επίπεδο.

Υποθετική απόκριση των μακρο-ασπόνδυλων σε πιέσεις στις διαφορετικές ζώνες των λιμνών.

Ζώνη	Ευτροφισμός	Υδρομορφολογία	Οξύτητα	Συνδυασμός
Παράλια	+	+++	+++	+++/?
Υποπαράλια	++/?	+/?	++/?	++/?
Κατώτερη	+++	0	?	++/?
+: ελάχιστη απόκριση, ++: κύρια απόκριση, +++: ευαίσθητη απόκριση, 0: καμία απόκριση ?: ιδιαίτερα υψηλή αβεβαιότητα της συγκεκριμένης/αντίστοιχης υπόθεσης Πηγή: Solimini et al., 2006,				

Επιπρόσθετα των πιέσεων που εμφανίζονται στον πίνακα, οι κοινωνίες των βενθικών μακροασπόνδυλων στις λίμνες μπορεί να διαφοροποιηθούν ισχυρά και από άλλες πιέσεις, όπως η μετανάστευση ξένων ειδών, καθώς και από την εισαγωγή τοξικών ρυπαντών.

Ωστόσο, ενώ η Οδηγία-Πλαίσιο για τα νερά προκάλεσε την έρευνα για τα μακρο-ασπόνδυλα της παράλιας ζώνης στις λίμνες, η εφαρμογή της παρακολούθησης και της ταξινόμησης παραμένει περιορισμένη. Ενώ, η χημεία των υδάτων, οι τύποι του υποστρώματος και της βλάστησης έχουν σημαντικές επιδράσεις στη δομή της κοινωνίας των μακρο-ασπόνδυλων, οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ αυτών, παρόλα αυτά, ποικίλουν, συχνά είναι περίπλοκες και διέπονται από τροφικές σχέσεις. Η εξάπλωση των μακρο-ασπόνδυλων της παράλιας ζώνης επηρεάζεται από τη δομή του ενδιαιτήματος, το βάθος και την εποχή. Οι βιοτικές επιδράσεις του ανταγωνισμού και της θήρευσης μπορεί επίσης να είναι σημαντικές.

Ουσιαστικά, απαιτείται παραπέρα έρευνα για το κατά πόσο η ποικιλότητα των λιμνών είναι μεγαλύτερη απ' ό,τι αυτή που παρατηρείται μεταξύ των διαφορετικών τύπων λιμνών. Ένας

αριθμός μελετών υποδεικνύει τη χρησιμότητα των επιμέρους taxa ή ομάδων taxa για την ταξινόμηση των λιμνών. Πολυμετρικά και πολυπαραγοντικά μοντέλα έχουν επίσης χρησιμοποιηθεί. Η εφαρμογή των μεθόδων που βασίζονται στις βιοκοινότητες και αναπτύχθηκαν για τα ποτάμια μπορεί να είναι χαμηλής αξίας για την εκτίμηση των λιμνών. Αυτό δεν αποτελεί έκπληξη καθώς αυτές οι μέθοδοι αναπτύχθηκαν ευρέως από την απόκριση των μακροασπόνδυλων, τα οποία ενδιατούν στις περιοχές των ποταμών όπου τα ύδατα ρέουν με ελαφρύ κυματισμό (riffles), στην ελάττωση του οξυγόνου (ως αποτέλεσμα της οργανικής ρύπανσης). Παρόλα αυτά, παραμένει ελπιδοφόρα η έρευνα για τη χρησιμότητα των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στο AQEM για την εφαρμογή τους στις λίμνες. Δεν υπάρχει γενική συμφωνία για το ποιες μέθοδοι μετρήσεων (metrics) ή ποιες ομάδες taxa προσφέρουν τη βέλτιστη επιλογή για τη χρήση μίας οικονομικά συμφέρουσας παρακολούθησης. Ενώ αυτά τα προβλήματα μπορούν να ξεπερασθούν με προσεκτικό σχεδιασμό της μεθόδου δειγματοληψίας, υπάρχει, δυστυχώς, η αναγνώριση του γεγονότος ότι η θεωρητικά απαιτούμενη δειγματοληπτική προσπάθεια (αριθμός των δειγμάτων που χρειάζονται για την παροχή αξιόπιστης εκτίμησης της κατάστασης ενός τόπου) είναι περιορισμένη εξαιτίας του οικονομικού κόστους. Η διαδικασία ταξινόμησης που σχεδιάστηκε στα πλαίσια της Οδηγίας-Πλαίσιο είναι εμπειρική, αλλά οι δυσκολίες που προκαλούν οι οικονομικά συμφέρουσες δειγματοληψίες και εκτιμήσεις των μακρο-ασπόνδυλων της παράλιας ζώνης στις λίμνες θα λυθούν μόνο μέσω ελέγχων των αποτελεσμάτων και εκτενών δειγματοληψιών (Solimini et al., 2006). Δεδομένου του γεγονότος ότι τα μακρο-ασπόνδυλα της παράλιας ζώνης θα έχουν μία σημαντική συμβολή στην εκτίμηση των λιμνών, αναγνωρίζεται η ανάγκη για σημαντική αύξηση στην κατανόηση της απόκρισης αυτών των κοινωνιών στις θρεπτικές και άλλες ανθρωπογενείς πιέσεις.

Συμπεράσματα-Προτάσεις. Από την ανάλυση των βιοτικών δεικτών και των μεθόδων εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων σωμάτων προκύπτουν κάποια σημαντικά σημεία καθώς και ορισμένα στοιχεία που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής, τα οποία συνοψίζονται στη συνέχεια:

-Η εκτίμηση της ποιότητας των υδάτινων σωμάτων με τη χρήση βιοτικών δεικτών βασίζεται σε μία γενικότερη αρχή σύμφωνα με την οποία τα πιο ευαίσθητα στη ρύπανση είδη εξαφανίζονται στα αρχικά στάδια της υποβάθμισης του περιβάλλοντος και τα πιο ανθεκτικά είδη επιβιώνουν. Αυτή η διαδικασία οδηγεί στη μείωση της βιοποικιλότητας καθώς η ρύπανση αυξάνει. Η ανάπτυξη των περισσότερων βιοτικών δεικτών στηρίζεται σε αυτή τη διαδικασία.

- Για την εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας των ποταμών χρησιμοποιούνται ευρέως τα βενθικά μακρο-ασπόνδυλα. Ιδιαίτερα για την περίπτωση των Μεσογειακών ποταμών, αυτοί οι οργανισμοί θεωρούνται ως κατάλληλοι δείκτες της κατάστασης των ενδιατημάτων, διότι η υδατική πορεία των ποταμών είναι εύκολα επαναποικίσιμη από αυτά τα είδη, τα οποία έχουν την ικανότητα γρήγορης ανάκαμψης (ως προς την ποικιλότητα και τον αριθμό των ατόμων) μετά από ξηρασίες ή πλημμύρες. Όμως, δε θα πρέπει να παραλείπονται και τα άλλα στοιχεία για την εκτίμηση της κατάστασης των ποταμών, τα οποία είναι η υδατική χλωρίδα και η ιχθυοπανίδα (βιολογικά ποιοτικά στοιχεία) καθώς και τα υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά στοιχεία, σύμφωνα με την Οδηγία-Πλαίσιο. Επομένως, η χρήση των μακρο-ασπόνδυλων παρέχει μόνο μία εκτίμηση της κατάστασης. Για την οριστική κατάταξη ενός ποταμού ή τόπου δειγματοληψίας σε μία από τις πέντε κλάσεις οικολογικής ποιότητας θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλοι οι παράγοντες, οι οποίοι αλληλεξαρτώνται και αλληλεπιδρούν.

- Ο καθορισμός της τυπολογίας των υδάτινων σωμάτων είναι πολύ σημαντικός παράγοντας για την εφαρμογή των βιοτικών δεικτών και τη σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των διαφορετικών δεικτών. Συνήθως για διαφορετικούς τύπους υδάτινων σωμάτων αναπτύσσονται και διαφορετικοί δείκτες, προσαρμοσμένοι στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του κάθε τύπου. Επειδή οι περισσότεροι δείκτες υπολογίζονται σύμφωνα με την παρουσία ή απουσία κάποιων ταξινομικών ομάδων, είναι απόλυτα λογικό το γεγονός ότι διαφορετικές ταξινομικές ομάδες συναντώνται σε διαφορετικούς τύπους υδάτινων σωμάτων. Έτσι, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να γίνει σωστά η κατάταξη του υδάτινου σώματος στο σωστό τύπο, διότι

διαφορετικά τα αποτελέσματα των δεικτών δε θα είναι έγκυρα. Εκτός όμως από την αναγνώριση του σωστού τύπου θα πρέπει να διευκρινιστεί το κατά πόσο η τυπολογία που εμφανίζει μία περιοχή (π.χ. ένα ποτάμι ή τμήμα του) προέρχεται από ανθρωπογενείς παρεμβάσεις ή από εγγενείς διαδικασίες. Πιο συγκεκριμένα, εάν δύο ποτάμια εμφανίζουν παρόμοια τυπολογικά χαρακτηριστικά, θα εμφανίζουν και παρόμοιες βιοκοινότητες. Όμως, εάν στο ένα ποτάμι τα χαρακτηριστικά οφείλονται σε ανθρωπογενείς παρεμβάσεις ενώ στο άλλο όχι, τότε το πρώτο ποτάμι θα πρέπει να εκτιμηθεί βάσει των αρχικών του χαρακτηριστικών (πριν τις παρεμβάσεις) ενώ για το δεύτερο δε θα ισχύει κάτι τέτοιο. Ο διαχωρισμός αυτός δεν είναι πάντα εύκολος και ξεκάθαρος, και χρήζει ιδιαίτερης προσοχής. Σε αυτό το σημείο θα μπορούσαν να συμβάλλουν τα ιστορικά δεδομένα για τη συγκεκριμένη περιοχή, εφόσον υπάρχουν.

-Το επίπεδο ταξινόμησης που απαιτείται από τους διάφορους δείκτες είναι ένας επιπλέον σημαντικός παράγοντας. Συγκεκριμένα, η χρησιμοποίηση των υψηλότερων ταξινομικών επιπέδων συνεπάγεται και μεγαλύτερη λεπτομέρεια στις πληροφορίες που συλλέγονται. Ειδικότερα, η κατάταξη των οργανισμών στο υψηλότερο ταξινομικό επίπεδο, που είναι το επίπεδο του είδους, βασίζεται κυρίως σε μορφολογικά χαρακτηριστικά και λιγότερο σε λειτουργικά. Συνεπώς, τα είδη που εντάσσονται σε ένα γένος ή μία οικογένεια (χαμηλό ταξινομικό επίπεδο) μπορεί να έχουν διαφορετικές οικολογικές απαιτήσεις και διαφορετικές αποκρίσεις σε αλλαγές των περιβαλλοντικών παραγόντων. Παρόλα αυτά, η ταυτοποίηση σε υψηλό ταξινομικό επίπεδο (είδος) είναι χρονοβόρα διαδικασία και απαιτούνται αρκετές γνώσεις της αυτοοικολογίας (οι οποίες δεν υπάρχουν πάντα) και ύπαρξη κατάλληλων μέσων (π.χ. βιβλία-κλειδιά) για την ταυτοποίηση. Επιπλέον, η αναγνώριση σε υψηλότερο ταξινομικό επίπεδο συνεπάγεται υψηλότερο κόστος. Έτσι, με τη χρήση των χαμηλότερων ταξινομικών επιπέδων χάνεται μεν μέρος της πληροφορίας αλλά η χρήση τους, αν συνοδεύεται από προσεκτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων, μπορεί να συμβάλλει σε σωστή εκτίμηση. Γενικά, το κατάλληλο κάθε φορά επίπεδο ταξινόμησης μπορεί να είναι διαφορετικό. Για παράδειγμα, εάν ο στόχος της έρευνας είναι η εκτίμηση της κατάστασης μίας αρκετά μεγάλης έκτασης ενός υδάτινου σώματος και δεν υπάρχουν αρκετές γνώσεις για τα είδη που είναι πιθανό να ενδιατούν σε εκείνη την περιοχή ούτε είναι διαθέσιμοι αρκετοί χρηματικοί πόροι τότε πρέπει να προτιμηθεί η αναγνώριση σε χαμηλότερο ταξινομικό επίπεδο για την επίτευξη των στόχων της δεδομένης έρευνας.

-Βασικές παράμετροι για την εφαρμογή ενός βιοτικού δείκτη, είναι η μέθοδος δειγματοληψίας και η ποικιλομορφία του ενδιαιτήματος. Η ποικιλομορφία που εμφανίζεται εντός των διαφορετικών τύπων ενδιαιτημάτων είναι ένας σημαντικός παράγοντας διαφοροποίησης των βιοκοινοτήτων που υπάρχουν σε μία περιοχή, διότι διαφορετικοί οργανισμοί προτιμούν να καταλαμβάνουν διαφορετικά ενδιαιτήματα ανάλογα με τις ανάγκες τους. Επιπλέον, στα διαφορετικά στάδια ζωής τους οι οργανισμοί μπορεί να προτιμούν και διαφορετικούς τύπους ενδιαιτημάτων. Έτσι, εάν η δειγματοληψία πραγματοποιηθεί μόνο σε έναν τύπο ενδιαιτήματος μίας ευρύτερης περιοχής τότε τα αποτελέσματα δε θα είναι αντιπροσωπευτικά για ολόκληρη την περιοχή. Με τη μέθοδο δειγματοληψίας "multi-habitat", που εφαρμόζεται στο σύστημα εκτίμησης AQEM, λαμβάνεται υπόψη αυτή η ποικιλομορφία των επιμέρους ενδιαιτημάτων μίας περιοχής. Επιπλέον, η μέθοδος δειγματοληψίας καθορίζει σε μεγάλο βαθμό το ποιοι οργανισμοί θα συλληχθούν. Υπάρχουν μέθοδοι δειγματοληψίας που εφαρμόζονται σε σύντομο χρονικό διάστημα αλλά υπάρχει αυξημένη πιθανότητα να μη συλληχθούν όλοι οι οργανισμοί και άλλες που εξασφαλίζουν μεγαλύτερη λεπτομέρεια αλλά είναι χρονοβόρες και απαιτούν υψηλά χρηματικά ποσά. Επιπροσθέτως, υπάρχουν μέθοδοι που βασίζονται σε σταθμούς δειγματοληψίας που βρίσκονται σε συγκεκριμένα σημεία της ευρύτερης υπό εκτίμηση περιοχής και άλλες που εκτιμούν τη συνολική έκταση της περιοχής αλλά στερούνται λεπτομέρειας. Η επιλογή κάθε φορά της μεθόδου δειγματοληψίας εξαρτάται τόσο από τους σκοπούς της έρευνας και τους διαθέσιμους πόρους όσο και από το μέγεθος της υπό μελέτη περιοχής και τις ήδη υπάρχουσες γνώσεις για τα είδη που ενδιαιτούν σε αυτή.

-Η διαδικασία διαβαθμονόμησης των δεικτών είναι πολύ σημαντική, διότι με αυτήν εξασφαλίζεται η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων των δεικτών. Ένα από τα βήματα που πρέπει να ολοκληρωθούν στο άμεσο μέλλον είναι η ολοκλήρωση της διαδικασίας διαβαθμονόμησης (και η επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων της) τόσο μεταξύ των χωρών που συμμετέχουν στις ‘Γεωγραφικές Ομάδες Διαβαθμονόμησης’ τόσο και μεταξύ των ομάδων αυτών. Βέβαια, προκειμένου να πραγματοποιηθεί η διαβαθμονόμηση θα πρέπει οι εθνικές μέθοδοι εκτίμησης των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων να είναι ολοκληρωμένες και καλά καθορισμένες, γεγονός που δε συμβαίνει σε όλες τις χώρες, τη δεδομένη χρονική περίοδο.

-Από την παρούσα μελέτη, εξάγεται το συμπέρασμα ότι η ανάπτυξη των βιοτικών δεικτών εκτίμησης της οικολογικής ποιότητας των παράκτιων και μεταβατικών υδάτων στην Ελλάδα είναι σε πολύ καλό στάδιο, εφόσον έχουν ήδη ολοκληρωθεί ο δείκτης BENTIX (για τα βενθικά μακροασπόνδυλα των παράκτιων υδάτων), ο δείκτης EEI (για τα μακρόφυτα των μεταβατικών και παράκτιων υδάτων) και ο δείκτης ISD (για τα βενθικά μακροασπόνδυλα των μεταβατικών υδάτων), ενώ υπό μελέτη βρίσκεται οι δείκτες για την εκτίμηση του φυτοπλαγκτού και των αγγειοσπέρμων. Το ίδιο δεν ισχύει για τις λίμνες, για τις οποίες υπάρχουν σημαντικές ελλείψεις δεδομένων (γενικά στις Μεσογειακές χώρες καθώς και στην Ελλάδα), οι οποίες δυσχεραίνουν τη διαδικασία εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης. Για την εκτίμηση της κατάστασης των ποταμών στην Ελλάδα έχουν αναπτυχθεί δύο δείκτες (HES και STAR_ICM), για τα βενθικά μακροασπόνδυλα, όμως κανένας από τους δύο δεν έχει ορισθεί ως εθνικός δείκτης εκτίμησης.

Για την περαιτέρω εφαρμογή της Οδηγίας-Πλαίσιο, προτείνονται από τους ερευνητές **για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών**, ότι θα πρέπει να συλλεχθούν περισσότερα δεδομένα με σκοπό την επαλήθευση των πρακαταρκτικών τιμών των παραμέτρων που μετρώνται. Γενικά, υπάρχει σημαντική έλλειψη δεδομένων που σχετίζονται με τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία, τα οποία πρέπει να συλλεχθούν και να επεξεργασθούν προκειμένου να εκτιμηθεί με συνέπεια η οικολογική κατάσταση των λιμνών.

Συμπερασματικά, τόσο η δημιουργία όσο και η εφαρμογή των βιοτικών δεικτών στην εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας των υδατινών σωμάτων απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή, διότι τα οικοσυστήματα, και κατά συνέπεια οι οργανισμοί που ενδιατούν σε αυτά, έχουν ιδιαίτερα εγγενή χαρακτηριστικά και δέχονται ανθρωπογενείς επιδράσεις, ο διαχωρισμός των οποίων δεν είναι πάντοτε ευδιάκριτος. Για την ανάπτυξη ενός βιοτικού δείκτη απαιτούνται πολύ καλές γνώσεις της ταξινομικής και αυτοοικολογίας των οργανισμών, του τύπου ενδιαιτήματος στην εκτίμηση του οποίου στοχεύει ο δείκτης καθώς και των ιστορικών δεδομένων (η επεξεργασία των οποίων είναι ιδιαίτερα σημαντική) για αυτό τον τύπο. Επιπλέον, απαιτείται ενδελεχής μελέτη του τρόπου δημιουργίας και λειτουργίας άλλων παρόμοιων δεικτών που πιθανώς υπάρχουν. Η εφαρμογή των βιοτικών δεικτών εξελίσσεται ραγδαία, τόσο στην Ελλάδα όσο και στις υπόλοιπες Ευρωπαϊκές χώρες, με έναυσμα τις απαιτήσεις της Οδηγίας – Πλαίσιο. Όμως, ο τρόπος εφαρμογής των δεικτών και των μεθόδων εκτίμησης και κυρίως η ερμηνεία των αποτελεσμάτων απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή προκειμένου να παρέχονται έγκυρα αποτελέσματα.

Σημαντικό ρόλο στην εκτίμηση παίζουν, επίσης, και τα φυσικοχημικά και υδρομορφολογικά στοιχεία. Η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων έχει άμεσο αντίκτυπο στην ποιότητα των οικοσυστημάτων, καθώς η σχεδίαση ή μη των κατάλληλων δράσεων αποκατάστασης εξαρτάται άμεσα από την εκτίμηση. Επιπλέον, η λήψη μέτρων αποκατάστασης σε περιοχές όπου δεν είναι στην πραγματικότητα απαραίτητο (εξαιτίας λανθασμένης εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης) έχει άμεσο αρνητικό οικονομικό αντίκτυπο.

Σταχυολογημένες Πηγές: **Ιωαννίδου, 2009** (Μεταπτ., Διατρ., ΕΜΠ, 186σελ., Η χρήση βιοτικών δεικτών στα πλαίσια εφαρμογής της Οδηγίας για τα νερά στην Ελλάδα), **Solimini, Cardoso, Heiskanen, 2006** (European Commission, Joint Research Center, Indicators and Methods for the ecological status assessment under the Water Framework Directive-Linkages between chemical and biological quality of surface water), **Solimini, Free, Donohue, Irvine, Pusch, Rossaro, Leonard Sandin, Cardoso, 2006** (European Commission. Joint Research Center, Institute for Environment and Sustainability, Using Benthic Macroinvertebrates to Assess Ecological Status of lakes- Current Knowledge and Way Forward to Support WFD implementation), **ΕΛΚΕΘΕ, 2006** (Τεχνική Έκθεση ΕΛΚΕΘΕ, 168σελ., Επμέλεια Π. Παναγιωτίδης, Ν. Σύμπορου, Κ. Γκρίτζαλης, Β. Τσιαούση, Εφαρμογή στην Ελλάδα της Οδηγίας Πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60/ΕΕ- Άσκηση Διαβαθμονόμησης Οικολογικών Κριτηρίων), **Illies, 1978** (Limnofauna Europaea. 2nd edn.,Gustav Fischer Verlag, Stuttgart,

A checklist of the animals inhabiting European Inland Waters, with account to their distribution and ecology), **Hutchinson, 1975** (Limnological Botany. J. Wiley and Sons, New York, NY, A treatise of limnology: Volume III),
Αλλά και από τις παραδοσιακές λιμνολογικές πηγές, όπως είναι μεταξύ άλλων των Vollenweider 1968, OECD 1982, Wetzel 1983, Henderson-Sellers 1984, Thomann and Mueller 1987, Landner and Wahlgren 1988, Stefan, 1994, Dinar et al. 1995, Chapra 1997, Carlson 1997, USEPA 2000, Padisak 2006, Willen 2000, κ.ά.

Γ'

Βιβλιογραφικές Πηγές για τις Λίμνες στην Ελλάδα

(ενδεικτικές και σταχυολογημένες εργασίες-πηγές πληροφόρησης για τις φυσικές λίμνες στην Ελλάδα που καταγράφηκαν-διερευνήθηκαν από Έλληνες μόνο επιστήμονες)

-**Αγγελάκης**, 2008 (Μεταπτ., Διατρ., ΔΠΘ, 112σελ., Πανίδα ιχθύων και αμφιβίων Μακεδονίας-Θράκης), **Αγγελίδης, Κωτσοβίνος**, 2008 (Τεχν., Έκθεσ., Ν.Α., Ξάνθης, 22σελ., για την αλατότητα της λίμνης Βιστωνίδας), **Αδαμαντιάδου, Κάτσικας**, 1997 (Τεχν., Έκθεσ., ΥΠΕΧΩΔΕ, σελ., 116, Λίμνες Κορώνεια και Βόλβη), **Αλεξίου**, 2009 (Μεταπτ., Διατρ., ΓΠΑ, 92σελ., Ολοκληρωμένη διαχείριση λίμνης Τάκα), **Αλμπανάκης και συν.**, 1993 (Ψηφ. Βιβλιοθ., Τμ., Γεωλογίας ΑΠΘ, 42-53σελ., Λίμνη Οζερός), **Αλμπανάκης και συν.**, 1998 (Ψηφ. Βιβλιοθ., Τμ., Γεωλογίας ΑΠΘ, 54-63σελ., Λίμνη Αμβρακία), **Αναγνωστίδης**, 1968 (Διδακ., Διατρ., 866σελ., για τις θειοβιοκοινωνίες αλμυρών και γλυκών νερών), **Αναγνωστίδης και συν.**, 1982 (Bot., Χρον., 2/2, 190-191 για υδροπτέριδα *Azolla filiculoides* και συμβιώτη *Anabaena azollae* στη λίμνη Τριχωνίδα), **Ανδρεαδάκης, Αφραταίος**, 1986 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΜΠ, Ευτροφισμός στη λίμνη Παμβώτιδα), **Αντωνόπουλος και συν.**, 1996 (Γεωτ., Επιστ., Θέμ., 7, 1, 63-78, Λίμνη Βεγορίτιδα, υδρολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά), **Αργυρόπουλος**, 1997 (Τεχν., Έκθεσ., για την ποιότητα των εσωτερικών νερών στην Ελλάδα), **Αρώνης**, 1964 (Τεχν., Έκθεσ., ΙΓΜΕ, 1163, για τη γεωλογία και υδρολογία λίμνης Αμβρακίας), **Ασημάκης και συν.**, 2009 (Πτυχ., εργασία, ΤΕΙ Δ.Μακεδονίας, Ποιότητα νερών για τις λίμνες Ζάζαρη, Χειμαδίτιδα, Πετρών), **Αυτζή**, 2010 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 97σελ., Μεθοδολογία CEN για την εκτίμηση της ιχθυοκοινότητας στη λίμνη Βόλβη), **Albanis et al.**, 1982, 1986a, 1986b (Pan., Chem., Conf., 37-48, Chemos., 15, 8, 1023-1034, Sc., Tot., Env., 58, 243-253, Pesticides in Ioannina lake), **Alexandridis et al.**, 2007 (Envir., Manag., 39, 2, 278-290, Sustainable scenario for lake Koronia), **Anagnostidis et al.**, 1985, 1986 (Arch., Hydr., 104, 205-217, IAC Symp., for blue-green algae in Amvrakia and Trichonis lake), **Anagnostidis, Economou-Amilli**, 1980 (Arch., Hydrob., 89, 313-342, for limnology of Pamvotis lake), **Ananiadis**, 1977 (Ann., Hell., Hydrob., Inst., 2, 57-71, A preliminary survey of the Haghios Vassilios Lake), **Ananiadis**, 1951, 1956 (Proc., Hell., Hydr., 5, 2, 25-71 for Hagios Vassilios and Bull., Inst., Ocean., no 1083, 19pp, for limnological study of lake Karla), **Ananiadis**, 1956 (Bull. Inst. Océanogr. 1083:1-19, Limnological study of Lake Karla), **Antonopoulos et al.**, 2008 (Ocean., Hydrob., studies, 37, 7-20, 7-19, Limnological features with emphasis on zooplankton in laker

Pamvotis), **Antonopoulos et al.**, 2003 (Ecol., Model., 160, 39-53, Simulation of water temperature and DO in lake Vegoritis), **Apostolidis**, 1883 (Fauna Ichthyol., de Grece, 1-35p., for the fishes of Greece), **Athanasopoulos**, 1917, 1923 (Bull.,Hydrob.,Stat., 1, 24-25, for freshwater fishes and Bull., Soc., Centr., Agricult., Pesche, 115-117, for fishes in Macedonia and Thessali), **Athanasopoulos**, 1935 (Verh., Int., Ver.,Limnol., v 7, 117-121, for the distribution of fish fauna in Greece),

-Βαβλιάκης και συν., 1993 (3^ο Πανελλ., Γεωγρ.,Συν., 275-289, Ανθρωπογενείς επιδράσεις στην εξέλιξη λίμνης Βεγορίτιδας), **Βαρδάκα**, 2001 (Διδак., Διατρ., ΑΠΘ, 265σελ., Τοξικά κυανοβακτηρια και κυανοτοξίνες στη λίμνη Καστοριά και άλλες λίμνες), **Βαφειάδης**, 1988 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 48σελ., Υδρογεωλογική προμελέτη λίμνη Βόλβης), **Βαφειάδης**, 1983 (Διδак., Διατρ., ΑΠΘ, 130σελ., για τη Λίμνη της Καστοριάς), **Βελεγράκη**, 2003(Διπλωμ., Εργασ., ΔΠΘ, 115σελ., για τις συνθήκες διαχείρισης υδατικών πόρων του ποταμού Κομψάτου), **Βεράνης, Καρτιτζόγλου**, 2003 (Τεχν., Έκθ., ΙΓΜΕ, Υδρολογικό ισοζύγιο λίμνης Κορώνειας), **Βούρκα**, 2011 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 101σελ., Οικολογική ποιότητα λίμνης Πετρών με βάση το φυτοπλαγκτόν και ζωοπλαγκτόν), **Vardaka et al.**, 2005 (J. Appl., Phycol., 17, 391-401, Cyanobacterial blooms in lake Doirani, Kastoria, Mikri Prespa, Pamvotis, Vistonis, Zazari, Volvi, Amvrakia.), **Vardaka et al.**, 2000 (Nord., J. Bot., 20, 501-511, Planktonic cyanobacteria in Lake Kastoria), **Vareli et al.**, 2009 (Harmfull Algae, 8, 3, 447-453, *Planktothrix rubescens* bloom in lake Ziros), **Vasilikiotis et al.**, 1990 (J., Environ., Sc., Health, 25, 6, 611-620, Chemical pollution of the lake Koronia), **Verginis, Leontaris**, 1978 (Inter., Rev., Gesam., Hydrob.,Hydrog., 63, 6, 831-839, Morphology and development of lake Amvrakia), **Babalonas et al.**, 1989 (Bios 9-17, Vegetation of Vistonis lake), **Barbieri et al.**, 2000, 2002 (Envir., Biol., Fishes, 65, 46p., and Medit., Mar., Scien., 1, 2, 75-90, for biology and ecology of *Valencia letourneuxi*), **Becacos-Kontos**, 1971 (Hell., Ocean., Limn., 10, 469-472, for hydrobiological characteristics in some lakes), **Beklioglu, Moss**, 1996 (Hydrob., 337, 93-116, Existence of a macrophyte-dominated clear water state over a very wide range of nutrient concentrations in a small shallow lake), **Beklioglu, Romo, Kagalou et al.**, 2007 (Hydrob., 584, 317-326, State of the art in the functioning of shallow Mediterranean lakes), **Bertahas et al.**, 2006 (Acta Hydroch.,Hydrobiol., 34, 349–359, Climate change and agricultural pollution effects on the trophic status of Trichonis lake), **Bobori, Salvarina**, 2010 (J., Envir., Biol., 31, 6, 995-1000, Fish abundance and biomass in lake Doirani), **Bobori et al.**, 1996, 2001 (Tox., Envir.,Chem., 57, 103-121, for heavy metals in perch in lake Koronia and Aquat., Ecos., Heal., Manag., 4, 4, 381-391, for freshwater fish habitat in Greece), **Botis et al.**, 1993 (Intern., Peat J., 5, 25-34, Geology and paleoecology of the Kalodiki peatland), **Bousbouras, Ioannidis**, 1997 (Hydrob., 351, 127-133, Amphibians of Prespa national park),

-**Γενίτσαρης**, 2005 (Μεταπτ., Διπλωμ., Εργασ., ΑΠΘ, 155σελ., Οικολογικά χαρακτηριστικά φυτοπλαγκτού λίμνης Δοϊράνης), **Γεράκης και συν.**, 2007 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, 256σελ., Υδατικό καθεστώς και βιωτή υδροτόπων Μακεδονίας Θράκης), **Γεράκης, Κουτράκης**, 1996 (Μουσείο Φυσ., Ιστορίας Γουλανδρή, ΕΚΒΥ, 381σελ., έκδοσ., Εμπορική Τράπεζα, Ελληνικοί υγρότοποι), **Γεωργιάδης**, 1976 (Τεχν., Έκθεσ., 15σελ., για ασπόνδυλα λίμνης Ιωαννίνων), **Γιανακοπούλου**, 1989 (Διδασκ., Διατρ., 202σελ., για τη λίμνη Βιστωνίδα), **Γιαννακοπούλου**, 1995 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, ΔΠΘ, 36σελ., Παρακολούθηση ποιότητας νερών Ισμαρίδος), **Γιανακοπούλου**, 1995 (Proc., Env., Sc., Techn., 584-593, για τη λίμνη Καστοριά), **Γιαννιού**, 2009 (Διδακτ., Διατρ., ΑΠΘ, 302σελ., Μοντέλο προσομοίωσης με εφαρμογή στη λίμνη Βεγορίτιδα), **Γκανιάτσας**, 1970 (Ηπειρ., Εστία, 20σελ., για υδρόβια βλάστηση λίμνη Ιωαννίνων), **Γκίκας**, 2002 (Διδασκ., Διατρ., ΔΠΘ, 178σελ., για το υδατικό οικοσύστημα της Βιστωνίδας), **Γκίκας και συν.**, 2006 (Πρακτ., 10^{ου} Πανελ., Συν., ΕΥΕ, 329-336, Μοντέλα και εκτίμηση τροφικής κατάστασης λίμνης Βιστωνίδας), **Catsadorakis**, 1997 (Hydrob., 351, 157-174, Prespa national park for breeding and wintering birds), **Chalkia, Kehayias**, 2013 (Medit., Mar., Scienc., 14,3, 32-41 -special issue-, Zooplankton and physicochemicals in lake Ozeros), **Chalkia, Kehayias et al.**, 2012b (Malacol., 55, 1, 135-150, *Dreissena blanci* larvae in Greek lakes), **Chalkia, Zacharias et al.**, 2012a (Biolog., 67, 1, 151-163, Zooplankton and interrelation with the abiotic environment in lake Amvrakia), **Christanis**, 1994 (Int., J., Coal Geol., 26, 63-77, The genesis of the Nissi peatland), **Christophoridis, Fytianos**, 2006 (J. Environ. Qual., 35, 1181-1192, Conditions affecting the release of phosphorus from surface lake sediments in Koronia and Volvi lakes), **Cook, Vardaka, Lanaras**, 2004 (Acta Hydroch., Hydrobiol., 32, 107-124, Toxic cyanobacter in Greek freshwaters, 1987-2000), **Crisman, Mitraki, Zalidis**, 2005 (Ecol., Engin., 24, 4, 379-389, Integrating approaches for management of shallow lakes, Koronia and Chimaditida), **Crivelli, Catsadorakis**, 1997 (Hydrob., vol 351, Spec., Ed., Lake Prespa, a unique Balkan wetland), **Crivelli, Catsadorakis et al.**, 1997 (Hydrob., 351, 107-125, Fish and fisheries of thw Prespa lakes), **Crivelli, Malakou et al.**, 1996, 1997 (Foolia Zool., 45, 1, 21-32, Hydrob., 351, 1-3, 107-125, Foolia Zool., 46, 1, 37-49 for some fishes in Prespa lakes), **Conides et al.**, 1995 (GeoJ., 36, 4, 383-390, for nutrient relationship of Greece lakes), **Gantidis et al.**, 2007 (Env., Monit., Asses., 125, 1-3, 175-181, Quality characteristics of Koronia and Volvi lakes), **Genitsaris et al.**, 2011b (Front., Biosc., 3, 772-787, Airborne algae and cyanobacteria-occurrence and related health effects), **Genitsaris et al.**, 2009 (FEMS Microb., Ecol., 69, 75-83, Microscopic eukaryotes living in a dying lake- Koronia), **Gerakis et al.**, 1998 (Agric., Ecos., Environ., 70, 2-3, 119-128, Agricultural activities affecting Ramsar wetlands of Greece), **Gikas et al.**, 2006 (Hydrob., 563, 385-406, for water quality trends in lake Vistonis etc), **Gkelis, Zaoutsos**, 2014 (Toxicon 78, 1-9, Cyanotoxin occurence and toxin producing

cyanobacteria in freshwaters of Greece), **Gkelis et al.**, 2005 (Environ., Toxic., 20, 249-256, Hepatotoxic microcystins and bioactive anabaenopeptins in cyanobacterial blooms from Greek freshwaters), **Grigoriadis et al.**, 2009 (Plant Biosys., 143, 1, 162-172, Habitat and characteristics of the Agras wetland), **Grimanis et al.**, 1964 (Proc, UN Conf., 15, 412-419, for trace elements in some Greek lakes),

-**Δελημάνη, Ξειδάκης**, 2004 (Δελτίο ΕΓΕ, 36, 988-997, Γεωμορφολογικές μεταβολές ακτών λίμνης Βιστωνίδας), **ΔΕΛΙ (Πάσχος, Κάγκαλου, Νάτσης)**, 1995 (Δημοτική Επιχείριση Λίμνης Ιωαννίνων, 25σελ., Διαχειριστική μελέτη λίμνης Ιωαννίνων), **Δημητρακόπουλος**, 2007 (Πρακ., Επιστ., Συναν., Συλ., Προστ.,Βεγορίτιδας, 54-66, Υδατικό ισοζύγιο Βεγορίτιδας), **Δημητρίου, Οικονομίδης και συν**, 2001 (Pesca project, Υπουργείο Γεωργίας, ΙΧΘΥΚΑ Α.Ε., 166σελ., Μελέτη για την αλιεία των λιμνοθαλασσών), **Δημόπουλος και συν.**, 2006 (Τεχν., Έκθεσ., Life04Nat-GR000105, για τα Μεσογειακά Εποχικά Λιμνία της Κρήτης), **Δημόπουλος και συν.**, 2012 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, 79σελ., για οικολογικό πάρκο υγροτόπου Μουστου κλπ), **Δημόπουλος και συν**, 2008 (Αειφορική Διαχείριση και προστασία περιβάλλοντος, εκδόσεις Παππάς, 643σελ.), **Διαμαντής**, 1985 (Διδακτ., Διατρ., ΔΠΘ, 224σελ., για υδρογεωλογική μελέτη λεκάνης λίμνης Βιστωνίδας), **Διαμαντίδης**, 1984 (Γεωτεχν., 4, 93-107, Πρωτογενή παραγωγή και βιομάζα στη λίμνη Βεγορίτιδα), **Δρούγκα**, 2006 (Πτυχ. Εργασ., Χαροκ., Πανεπ., 117 σελ., Γεωμορφολογική μελέτη Καστοριάς), **Δωρικός**, 1981 (Υπουργείο Συντον., Υπηρ., Χωροτ., Περιβάλλοντος, 400σελ., Βασικοί υγρότοποι της χώρας), **Dafis et al.**, 1996 (Directive 92/43 EE, 893pp., The Greek Habitat project Natura2000, An Overview), **Danielidis et al.**, 1996 (Hydrob., 318, 207-218, A limnological survey of lake Amvrakia), **Daoulas et al.**, 1984, 1985, 1986 (Cyb., 8, 29-38, Act., Hydr., 28, 227-235, Vie Mill., 35,63-68, Hydrob., 124,49-55, Fragm., Balk., 12, 1, 1-14, for fish fauna in Trichonis lake), **Dimopoulos et al.**, 2005 (Biol., Bratisl., 60, 1, 69-82, Vegetation ecology of Kalodiki fen), **Dotsika et al.**, 2012 (Quater., Intern., 266, 74-80, Isotope contents and origin of water at Pikrolimni lake), **Dotsika et al.**, 2009 (J., Geochem., Exploit., 103, 133-143, A natron source at lake Pikrolimni? Geochemical evidence), **Dotsika et al.**, 2004 (Bull., Geol., Soc., of Greece, 36, 192-195pp., Hydrochemical conditions of the Pikrolimni lake), **Drosos**, 1992, (Willden., 22, 97-117, for a floristic study of Mitrikou lake), **Doulka, Kehayias**, 2011 (Biol., 66, 308-319, seasonal distribution of zooplankton in lake Trichonis), **Doulka, Kehayias**, 2008 (J. Nat., Hist., 42, 575-595, Zooplankton in lake Trichonis),

-**ΕΕ**, 2013 (Απόφαση 2013/480/ΕΕ, Τιμές ταξινόμηση στα συστήματα παρακολούθησης των κρατών μελών, βάσει των αποτελεσμάτων της διαβαθμονόμησης της οικολογικής εκτίμησης νερών), **Εταιρία Προστασίας Πρεσπών**, 2007 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ, Μαλακού και συν.,

Life-Φύση 2002, NAT/GR/8494, 246σελ., Σχέδιο-Οδηγός αποκατάστασης και διαχείρισης των υγρών λιβαδιών στη λίμνη Μικρή Πρέσπα), **Εταιρία Προστασίας Πρεσπών και συν.**, 2005 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ+WWF+PPNEA+MAP, Στρατηγικό σχέδιο δράσης για την αιεφορική ανάπτυξη πάρκου Πρεσπών), **ΕΤΜΕ**, 1976 (Τεχν., Έκθεση 135σελ., για υδρολογικά δεδομένα των λιμνών Λυσιμαχείας και Τριχωνίδας), **ΕΥΔΑΠ**, 1989-95 (Δεδομένα για λίμνες Υλίκη και Παραλίμνη), **Economidis**, 1999 (5th Hell.,Symp., Ocean., Fisher., 355-358, Macrobenthic abundance in lake Pamvotis), **Economidis et al.**, 2001 (Fisher., Manag., Ecoilogy, 7, 3, 239-250, Introduced and translocated fish species in the inland waters of Greece), **Economidis**, 1972, 1991 (Hell., Soc., Prot., Nat., 48pp, and Hell., Ocean., Limn., 11, 421-599, for freshwater fishes), **Economidis et al.**, 1981, 1985, 1986, 1992, 1995 (Scien., An., Fac., Phys., Math., Un., Thess., 21, 2-58, Biol., Gallo-Hell., 10, 89-93, J., Nat., Hist., 20, 723-734, fishes in lake Koronia, The red data book, Hell., Zool., Soc., Biol., Cons., 72, 201-211, Few fishes in Volvi, Doirani and Vistonis lakes and some endemic fishes), **Economou-Amilli**, 1979 (Nov., Hedw., 31,467-477, for new phytoplankton taxa in Trichonis lake), **Economou-Amilli et al.**, 1988-1992 (Scientif., ReportENV4V, 0133, 56pp., for hydrological surveillance in Lakes Trichonis and Amvrakia), **Economou et al.**, 2007 (Medit., Mar., Scien., 8, 1, 91-166, The freshwater ichthyofauna of Greece-an update survey), **Economou et al.**, 1994 (J. Fish Biol., 45, 17-35, Freshwater larval fishes from lake Trichonis), **EC**, 1999 (European Commission, Directorate General XVI, Regional Policy and Cohesion, Final Report: Environmental rehabilitation of Lake Koronia, Greece), **EC**, 1998, (European Commission, Directorate General XVI, Regional Policy and Cohesion,): Final Report: Annexure 2. Environmental rehabilitation of Lake Koronia, Greece),

-Ζαλίδης και συν., 2004 (Τεχν., Έκθ., ΑΠΘ, 121σελ., Αναθεωρημένο σχέδιο αποκατάστασης της λίμνης Κορώνειας), **Ζαλίδης, Μαντζαβέλας**, 1994 (έκδ., ΕΚΒΥ, 587σελ., Απογραφή ελληνικών υγροτόπων), **Ζαρκάδας**, 2005 (Πτυχ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Διαχείριση υδατικών πόρων στην υδρολογική λεκάνη της λίμνης Καστοριάς), **Ζαρφτζιάν**, 1989 (Διδாக., Διατρ., 249σελ., Πλαγκτικά ασπόνδυλα της λίμνης Βόλβης), **Ζαχαρίας**, 1993 (Διδாக., Διατρ., 213σελ. για την κυκλοφορία των υδάτων σε λίμνες), **Ζαχαρίας, Κουσουρής**, 2000 (Τεχν., Έκθεσ., Life-Φύση, “Ασβεστούχοι Βάλτοι Τριχωνίδας”, τευχ., 8, 484σελ, για την προστασία και ανάδειξη των ασβεστούχων βάλτων της Τριχωνίδας), **Ζεϊμπέκη**, 2004 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Διαχείριση υδατικών πόρων της Βόλβης), **Ζιώγας και συν.**, 1986 (Τεχν., Έκθεσ., ΤΕΕ Ηπείρου, 144σελ., Ρύπανση και περιβαλλοντικά προβλήματα στη λεκάνη των Ιωαννίνων), **Ζώτος**, 2006 (Διδακτ., Διατρ., Πανεπιστ., Ιωαννίνων, 314σελ., Χλωρίδα και βλάστηση στις λίμνες Τριχωνίδα και Λυσιμαχία), **Zacharias**, 1998 (Env., Softw., 12, 311-321, for Trichonis lake), **Zacharias et**

al., 2002 (Lak., Reserv., Res., Manag., 7, 55-62, Limnological Greek lakes overview), **Zacharias et al.**, 2004 (Env., Mod., Softw., 20, 177-185, for Trichonis lake), **Zacharias et al.**, 2008 (Annal., Limnol., 44, 4, 253-266, for DPSIR model for Mediterranean temporary ponds), **Zalidis, Matzavelas**, 1996 (Wetlands, 16, 4, 548-556, Inventory of Greek wetlands), **Zalidis et al.**, 2004 (Environ. Managem. 34:875-886, Re-establishing a sustainable wetland at former Lake Karla, using Ramsar restoration guidelines), **Zogaris et al.**, 2009 (Environ., Managem., 43, 682-697, Ecoregions in the southern Balkans: should be revised?), **Zotos**, 2006 (Willden., 36, 731-739, Floristic report from lakes Trichonis and Lysimachia), **-Hadjibiros et al.**, 1997 (EurAqua, Let the Fish Speak, Proc., 103-123), **Hela, et al.**, 2005 (Environ., Tox., Chem., 24, 1548-1556, Pesticides contamination in lake Pamvotis), **Hellenic Ministry of Agriculture**, 2001 (Directorate of Land Reclamation. Water quality characteristics of Greek rivers and lakes. Athens, Greece), **Hellenic Ministry of Environment**, Physical Planning and Public Works, 1996 (Environmental Planning Division, Prefectures of Thessaloniki, Management program of the protected area of lakes Koronia, Volvi and their surrounding areas), **Hindak, Moustaka**, 1988 (Hydrob., Suppl., 80, 479-528, Planktic cyanophytes of lake Volvi), **Hrissanthou et al.**, 2010 (Inter., J., Sed., Res., 25, 2, 161-174, Sediments flow in lake Vistonis), **-Θεοχάρη, Παπαδόπουλος**, 1990 (Θαλασσογρ., 13, 55-70, Ευτροφισμός στη λίμνη Ιωαννίνων), **-Ιατρού και συν.**, 2003 (Τεχν., Έκθεσ., Β' Φάση, 115σελ., Σχέδιο διαχείρισης της λίμνης Παμβώτιδας), **Ιωακειμίδου**, 2010 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Οικολογική ποιότητα λίμνης Δοϊράνης με βάση το φυτοπλαγκτόν), **Ιωαννίδου και συν.**, 2006 (Τεχν. Έκθ., ΑΠΘ, Διαχείριση υδατικών πόρων λίμνης Βεγορίτιδας), **Iliadou, Ontrias**, 1980 (Biol., Gallo-Hell., 9, 195-206, for a fish in Lisimachia and Trichonis lake), **-Κάγκαλου**, 2005 (Φορέας Διαχείρισης Λίμνης Παμβώτιδας, Ιωάννινα), **Κάγκαλου**, 1990 (Διδாக., Διατ., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 216σελ., Φυσικοχημικοί παράγοντες υγειονομικού ελέγχου στη λίμνη Παμβώτιδα), **Κάγκαλου και συν.**, 1989 (Συν., Περιβ., Επιστ., Τεχνολ., 230-234), **Κάγκαλου, Κατσουγιαννόπουλος**, 1989 (Συν., Περιβ., Επιστ., Τεχνολ., 345-354, Θρεπτικά και μικροβιακή χλωρίδα στη λίμνη Παμβώτιδα), **Κακαλής**, 2009 (Τεχν., Έκθεσ. GR4110006 Λήμνος: Λίμνες Χορταρόλιμνη και Αλυκή, Κόλπος Μούδρου, Έλος Διαπόρι και Χερσόνησος Φακός, 41σελ, Σχέδιο δράσης για τη Ζώνη Ειδικής Προστασίας: στο Δημαλέξης, Α. Μπούσμπουρας, Δ., Καστρίτης, Θ., Μανωλόπουλος Α. και Saravia V., ΥΠΕΧΩΔΕ), **Κάκος**, 2006 (Μεταπτ., Διατρ., ΔΠΘ, 127σελ., για προσομοίωση υδρολογίας και αλατότητας στη λίμνη Βιστωνίδα), **Καλαϊτζίδης**, 2007 (Διδாகτ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Πατρών, 350σελ., Εξέλιξη της τυρφογένεσης στην Ελλάδα), **Καλλέργης και συν.**, 1993

(Τεχν., Έκθεσ., Πανεπ., Πατρών, 300σελ., για οικολογική χωροταξική μελέτη λιμνών Αιτωλοακαρνανίας), **Καλογερόπουλος**, 1994 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπ., Ιωαννίνων, 250σελ., Ρύπανση υδάτινων αποδεκτών), **Καραγιάννης**, 1994 (Τεχν., Έκθεσ., Πανεπ., Ιωαννίνων, 178σελ., Παρακολούθηση και έλεγχος της ποιότητας των νερών και ιζημάτων της λίμνης Παμβώτιδας, Εκδόσ., Παπαζήση), **Καρβουνάρης**, 1979 (Διδασκ., Διατρ., 158σελ., για τα πλαγκτικά κοπήποδα και κλαδοκεραιωτά στις λίμνες της Μακεδονίας), **Κασεκτζίδου**, 2009 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 174σελ., Το χειμαρρικό περιβάλλον της λίμνης Βεγορίτιδας), **Κατσαδωράκης**, 1986 (Τεχν., Έκθεση, Πανεπ., Αθηνών, 161σελ., για το Εθνικό Πάρκο Πρεσπών), **Κατσαδωράκης, Παραγκαμιάν**, 2006 (WWF-Ελλάς, 28σελ., Υγρότοποι του Αιγαίου), **Κατσαδωράκης**, 1996 (Εταιρ., Προστ., Πρεσπών, 52σελ., Ψάρια και αλιεία στις Πρέσπες), **Κατσιάπη**, 2012 (Διδακτ., Διατρ., ΑΠΘ, 185σελ., Ποιότητα νερού λιμνών και ταμιευτήρων με χρήση οικολογικών και μοριακών δεικτών), **Κατσιάπη**, 2007 (Μεταπτ., εργασ., ΑΠΘ, 78σελ., Φυτοπλαγκτό στη λίμνη Καστοριά σε σχέση με σχεδιασμό αποκατάστασης), **Κιλικίδης και συν.**, 1992 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 81σελ., Υγροβιότοπος λιμνών Ζάζαρη και Χειμαδίτιδα, **Κιλικίδης και συν.**, 1992 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 45σελ., Υγροβιότοπος λίμνης Μητρικού), **Κιλικίδης και συν.**, 1984 (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 22, 281-309, Οικολογική έρευνα στις λίμνες Β. Ελλάδας Αγ.Βασιλείου, Δοϊράνης, Βιστωνίδα), **Κόγια**, 2002 (Μεταπτ., Διατρ., ΔΠΘ, 165σελ., για διείδυση θάλασσας στη λίμνη Βιστωνίδα), **Κοκκινάκης και συν.**, 2000 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 227σελ., Μελέτη ιχθυοπανίδας κλπ στις λίμνες Κορώνεια και Βόλβη), **Καραβοκύρης και συν.**, 2003. Τεχν., Έκθεσ., ΕΠΠ, Μελέτη υδρολογίας και διαχείριση στάθμης λίμνης Μικρής Πρέσπας), **Κουμπλή-Σοβαντζή**, 1983 (Διδασκ., Διατρ., ΕΚΠΑ, 346σελ., για την υδρόβια βλάστηση της λίμνης Τριχωνίδας κλπ), **Κουσουρής**, 2001, (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΘΕ, Δήμος Δελβινακίου, 116σελ., Λίμνη Ζαραβίνα: προέλευση, μορφομετρία, υδρολογία, υδροφορία, περιβάλλον), **Κουσουρής**, 1998 (Μονογραφ., Θαλ., Επιστ., ΕΚΘΕ, Νο 1, 188σελ., για το νερό, λίμνες, ποτάμια κλπ), **Κουσουρής**, 1993 (Διδασκ., Διατρ., ΑΠΘ, 120σελ., για τη λίμνη Τριχωνίδα), **Κουσουρής**, 1985 (Τεχν., Έκθεσ., 22σελ., για τη λίμνη Βιστωνίδα), **Κουσουρής**, 1984 (Ιο.Πανελ., Συμπ., Ωκεαν., Αλ., 519-523, Τροχόζωα ελληνικών λιμνών), **Κουσουρής**, 1980 (Τεχν., Έκθεσ., ΙΩΚΑΕ, 78σελ., για την αξιοποίηση των εσωτερικών υδάτων. Ειδ., Ερωτ., Συλ., Δεδομ.), **Κουσουρής, Γεωργιάδης**, 1977 (Τεχν., Έκθεσ., ΙΩΚΑΕ, 23σελ., Κατάσταση της λίμνης και λήψη μέτρων επαναφοράς της στη φυσική κατάσταση), **Κουσουρής, Φώτης και συν.**, 1991 (Γεωτεχν., 2, 49-67, Η εξυγίανση της λίμνης Καστοριάς), **Κουσουρής και συν.**, 1996 (Πρακ., Συν., Διαχ., Υδατ., Πόρων, 7σελ., για προβλήματα ύδρευσης στη Χαλκίδα και το Αγρίνιο), **Κουσουρής και συν.**, 1985 (Ειδ., Έκδοσ., ΙΩΚΑΕ 10, 126σελ., για τη λίμνη Καστοριά), **Κουσουρής και συν.**, 1983 (Ειδ., Έκδοσ., ΙΩΚΑΕ, 6, 89σελ., για τη λίμνη Μικρή Πρέσπα), **Κουτράκης**, 1994 (Διδακτ., Διατρ., ΑΠΘ, 256σελ., Βιολογία και δυναμική πληθυσμών

κεφάλων στη λίμνη Βιστωνίδα και το Πόρτο Λάγος), **Κουτσερή**, 2012 (Εταιρ., Προστ., Πρεσπών, 128σελ., LIFE09 INF/GR/319, Ιχθυοπανίδα και βιώσιμη αλιεία στις Πρέσπες), **Κουτσουμπίδης**, 1989 (Τεχν., Έκθεσ., Νομαρ., Φλώρινας, 183σελ., για τις λίμνες και τα ποτάμια Ν.Φλώρινας), **Κωτσοβίνος**, 1981, 1983, 1986 (Θρακ., Χρον., 36, 170-175, 38, 157-162, 41, 166-173, για τη λίμνη Βιστωνίδα), **Kaiserli et al.**, 2002 (Chemosph., 46, 8, 1147-1155, Phosphorus in sediments of lakes Koronia and Volvi), **Kagalou, Kosmas et al.**, 2012 (Fed., Envir., Agen., Germany, Texte 63.2012 Current approaches to Cyanotoxins risk by I.Chorus-Ed, <http://www.uba.de/uba-info-medien-e/4390.html> , Cyanobacteria and Cyanotoxins in Greek lakes), **Kagalou**, 2010 (J. Environ., Monit., 12, 2207-2215, Classification and management of Greek lakes), **Kagalou, Leonardos**, 2009 (Environ., Monit., Assessm., 150, 469-484, Typology, classification and management issues of Greek lakes), **Kagalou, Leonardos**, 2006 (J. Freshwat., Ecol., 21, 3, 531-533, Planktonic respiration in lake Pamvotis), **Kagalou, I., Papadimitriou, et al.**, 2008 (Assessment of microcystins in lake water and the omnivorous fish *Carassius gibelio*, Bloch), **Kagalou et al.**, 2010 (Envir., Monit., Assess., 170, 1-4, 445-455, Assessing the zooplankton community in Kalodiki wetland), **Kagalou, et al.**, 2008 (J. Environ., Manag., 87, 497-506, Eutrophication process in a shallow Mediterranean lake ecosystem), **Kagalou et al.**, 2006 (Limnologica-Ecol., Manag., Inland Waters, 36, 4, 269-278, Assessment of lake Pamvotis using benthic community diversity), **Kagalou, et al.**, 2006 (Limnol., 36, 269-278, Benthic community diversity response to environmental parameters in lake Pamvotis), **Kagalou et al.**, 2006 (Fres., Envir., Bul., 15, 136-140, Trophic state of Kalodiki wetland), **Kagalou et al.**, 2003a (Hydrob., 1-8, 506-509, Trophic state in lake Pamvotis), **Kagalou et al.**, 2003b (J. Freshw., Ecol., 18, 199-206, Water quality and plankton in lake Pamvotis), **Kagalou et al.**, 2001 (Fres., Environ., Bulletin 10, 845-849, Phytoplankton dynamic and physicochemical features in Lake Pamvotis), **Kagalou et al.**, 2001 (Global Nest, Inter., J., 3, 2, 85-94, Water chemistry and biology in lake Pamvotis), **Karvounaris**, 1973 (Hell., Ocean., Limn., 11, 665-714, Biological and fishing observations in lake Doirani), **Katsavouni, Petrovski**, 2004 (Bioeco, EKBY, 117pp, Overview of lake Doiran), **Katsiapi et al.**, 2013 (Archiv., Hydrob., 182, 3, 219-230, Phytoplankton descriptors show asynchronous changes in a shallow urban lake after sewage diversion), **Katsiapi et al.**, 2012 (J. Biol., Resear.,-Thessal., 17, 51-56, Ecological evaluation of lake Megali Prespa based on plankton), **Katsiapi et al.**, 2012 (Hydrob., 698.1, 121-131, Watershed land use types as drivers of freshwater phytoplankton structure), **Katsiapi et al.**, 2011 (Harm., Algal News, 43, 21pp., A *Microcystis* bloom under the ice), **Katsiri et al.**, 1989 (Pros., Con., Env., Sc., Techn., 234-252, for Kastoria lake), **Kehayias et al.**, 2013 (Med., Mar., Scien., 14, 1, 179-192, Zooplankton in a Mediterranean deep and anoxic coastal lake-Aitoliko), **Kehayias et al.**, 2004 (Med., Mar., Scien., 5, 1, 19-28, Zooplankton and Dreissena

larvae in lake Trichonis), **Kilikidis, Kamarianos et al.**, 1984 (Sc., Ann., Univ., Thess., 22, 269-440, for Lagada, Doirani, Vistonis lakes), **Kleanthidis et al.**, 2001 (Isr., J., Zool., 47, 213-231, Alosa macedonica in lake Volvi), **Kosmas et al.**, 2011 (Limnolog., 41, 167-173, Analysis of bloom-forming cyanobacterial in two shallow eutrophic lakes, Kastoria and Doirani), **Kosmas et al.**, 2010 (Limnolog., 10.1016, Cyanobacteria in Kastoria and Doirani lakes), **Kotti et al.**, 2000 (Intern., J., Environ., Anal., Chem., 78, 455-467, Phosphorous and nitrogen in sediments in lake Pamvotis), **Kouli, Dermitzakis**, 2010 (Grana 49, 2, 154-156, Lake Orestias, contribution to the european pollen database), **Koumpli-Sovantzi**, 1997 (Flora Mediter., 7, 173-179, Charophyte flora of Greece), **Koumpli-Sovantzi et al.**, 1997 (Fed., Repert., 108, 5-6, 453-461, Hydrophilous flora of Peloponnisos), **Koumpli-Sovantzi, Vallianatou**, 1985 (Thalassogr., 8, 33-41, Aquatic vegetation of lake Lyssimachia), **Koussouris**, 1981 (MSc Dissert., UK, 144pp, for Trichonis lake), **Koussouris**, 1978 (Thalass., J., 4, 115-123, Plankton in three lakes in western Greece), **Koussouris**, 1978 (Proc., Inter., Symp., Zoogeog., Ecol., Greece and Neib., Reg., 135-140, for plankton in some lakes of western Greece), **Koussouris et al.**, 1992 (Fresh., Env., Bull., 1, 96-101, for trophic state of Greek lakes), **Koussouris et al.**, 1992 (Fresh., Env., Bull., 1, 96-101, for trophic state of Greece's lakes), **Koussouris et al.**, 1991 (Tox., Env., Chem., 31-32, 303-313, for Ioannina lake), **Koussouris et al.**, 1991 (GeoJ., 23, 2, 153-161, for Kastoria lake), **Koussouris et al.**, 1989 (Tox., Env., Chem., 20-21, 307-312, for Meligou lake), **Koussouris et al.**, 1988 (Annls., Limn., 25, 17-24, for Mikri Prespa lake), **Koussouris et al.**, 1987 (GeoJ., 14, 3, 377-379, for Kastoria and Mikri Prespa lakes), **Koussouris et al.**, 1983 (Rev., Inter., d'Ocean, Med., LXXII, 55-72, for Trichonis lake), **Koussouris et al.**, 1982 (Thalass., J., 5, 2, 17-25, Macrozoobenthos in Trichonis lake), **Koussouris et al.**, 1982 (Thalass., J., 2, 5, 33-40 for Trichonis lake), **Koussouris, Photis et al.**, 1989 (Watershed '89 Conf., in ed. D.Wheeler, M.Richardson, J.Bridges. 119-128pp, Water quality evaluation in lakes of Greece), **Koussouris, Photis**, 1980 (Acta Hydrob., 22, 3, 337-344, for Amvrakia lake), **Koussouris, Satmadjis**, 1987 (Rev. Int. Oceanogr. Med. 87/88: 51-66, Changes in plankton assemblages from spring to summer in a Greek lake), **Koutrakis et al.**, 2007 (Bull., Fr., Peche Piscic., 385. 25-44, Crayfish in hellenic fresh waters), **Koutrakis et al.**, 1994 (Isr., J., Aquacul., 46, 4, 182-196, Gray mullet in Vistonis lake), **Kungolos et al.**, 1998 (Fres., Env., Bull., 7, 615-622, Water quality and toxicity in Koronia lake),

-**Λαζαρίδου και συν.**, 2001 (Τεχν., Έκθεσ., EKBY, ΑΠΘ, Έργα προστασίας και ανόρθωσης λειτουργιών υγροτόπων Ζάζαρης-Χειμαδίτιδας), **Λάμπρου**, 1988 (Διπλ., Διατρ., ΕΜΠ, 105σελ., Υδατικό ισοζύγιο λίμνης Παμβώτιδας), **Λατινόπουλος**, 2012 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Ολοκληρωμένη διαχείριση λίμνης Βόλβης), **Λαυρεντιάδης**, 1956 (Διδாக., Διατρ.,

88σελ., ΑΠΘ, για υδρόβια φυτά της Μακεδονίας), **Λεοντάρης**, 1967 (Διδασκ., Διατρ., 79σελ., για την Αιτωλοακαρνανία λεκάνη), **Λουκάτος, Λαγουδάκη**, 2001 (Ειδική περιβαλλοντική μελέτη ανάδειξης-ανάπλασης και προστασίας της λίμνης Παμβώτιδας, ΕΠΕΜ Α.Ε.), **Lambropoulou, et al.**, 2005 (Environ., Toxic., Chem., 24, 1548–1556, Environmental monitoring and ecological risk assessment for pesticide contamination and effects in Lake Pamvotis), **Lanaras et al.**, 1989 (J. Appl., Phyc., 1, 67-73, Toxic cyanobacteria in Greek freshwaters), **Laspidou, et al.**, 2011 (Desal. Water Treat. 33:61-67, Ecosystem simulation modeling of nitrogen dynamics in the restored lake Karla), **Laspidou, Vaina**, 2009 (Int. J. Design Nature Ecodyn. 3:273-280, Ecosystem modeling of sediment dynamics in the constructed wetland Carla), **Leonardos et al.**, 2007 (Ecol., Freshwater Fish 17, 1, 165-173, Fish fauna in lake Pamvotis, biodiversity introduced fish species over a 80 year period and their impacts on the ecosystem), **Leonardos**, 2004 (J. Appl., Ichthyol., 20, 258-264, Scardinius acamanicus in Lakes Lysimachia and Trichonis), **Leonardos**, 2001 (J.Appl., Ichthyol., 17, 6, 262-266, Atherina boyeri in lake Trichonis),

-Μάργαρης, Κουσουρή, 1990 (Τεχν., Έκθεσ., Πανεπιστ., Αιγαίου, 77σελ., για την Αποκατάσταση της λίμνης Παμβώτιδας), **Μιχαλούδη**, 1997 (Διδασκ., Διατρ., ΑΠΘ, 231σελ., Ζωοπλαγκτόν Μικρής Πρέσπας), **ΜΑΙΧ-Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων**, 2003 (Φουρναράκη, Δεληπέτρου και Durban- Μελέτη της βλάστησης και της χλωρίδας επιλεγμένων υγροτόπων της Κρήτης. Μεσογειακοί υγρότοποι και ταμιευτήρες: Επιδεικτική διαχείριση πολλαπλών σκοπών στις υδατοσυλλογές της Κρήτης. LIFE00ENV/ GR/ 000685, σελ., 64. (http://www.nhmc.uoc.gr/Wetlands/files/meleti_hloridas.pdf), **Μουζούρη και συν.**, 2002 (Πανελλην., Γεωργ., Συν., Πρακτικά 1, 202-209, Υδρολογικό ισοζύγιο και εξέλιξη μορφομετρικών χαρακτηριστικών λίμνης Κορώνειας), **Μουρκίδης και συν.**, 1988 (Γεωργ., Έρευν., Λίμνες Β. Ελλάδος, Ζάζαρη), **Μουρκίδης**, 1986 (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 26, 217-238, Οι λίμνες της Β. Ελλάδος, II, Χρήση γης και φορτίο των λιμνών Κορώνεια και Βόλβη), **Μουρκίδης**, 1985 (Γεωργ., Έρευν., 9, 455-473, Η τροφική κατάσταση της Δοϊράνης, 1982-1985), **Μουρκίδης και συν.**, 1978 (Επιστ., Επετ., ΑΠΘ, 21, 5, 95-123, Λίμνες της Β. Ελλάδος. I Βαθμός ευτροφισμού), **Μουρκίδης, Τσιούρης**, 1984 (Γεωργ., Έρευν., 8, 317-334, Τροφική κατάσταση λίμνης Καστοριάς), **Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Γουλιανδρή**, 1994 (Δεδομένα ΕΚΒΥ), **Μουστάκα, Πολυκάρπου**, 2006 (Μελέτη, ΑΠΘ, 128 σελ., Οικολογική κατάσταση λίμνης Δοϊράνης, στο: Χρυσοπολίτου, Τσιαούση, Σχεδιασμός προγραμμάτων εσωτερικών υδάτων, ΕΚΒΥ), **Μουστάκα**, 1988 (Διδασκ., Διατρ., 230σελ.,+119 Παραρτ., για το φυτοπλαγκτό της λίμνης Βόλβης), **Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης**, 2005 (Techn., Report, Project LIFE, -Mediterranean reservoirs and wetlands. A demonstration of multiple-obsective management in the island of Crete. LIFE/ENV/GR/000685,

<http://www.nhmc.uoc.gr/Wetlands/files>, **Μπαμπαλόνας, Παυλίδης**, 1989 (BIOS, 1, 19-29, Υδροβία μακρόφυτα λίμνης Μικρής Πρέσπας), **Μπαρούνης**, 1966 (Δελτ., Γεωλ., Εταιρ., 1-2, 22-35, για την πλημμύρα του 1963 στη λίμνη Αμβρακία), **Μπόμπορη**, 1996 (Διδασκ., Διατρ., ΑΠΘ, Βιοσυσσώρευση βαρέων μετάλλων στη λίμνη Καστοριά), **Μπόμπορη, Σαλβαρίνα**, 2009 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 53σελ., Βενθικά ασπόνδυλα λίμνης Δοϊράνης), **Μπόμπορη, Σαλβαρίνα**, 2007 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 123σελ., Ιχθυολογική διερεύνηση λίμνης Δοϊράνης), **Μποναζούντας και συν**, 1987-1988 (Τεχν., Έκθεση, Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας, 314σελ., 6-11, Περιβαλλοντικές επιπτώσεις από το υπό κατασκευή δίκτυο άρδευσης στη λίμνη Μικρή Πρέσπα), **Μπούσμπουρας**, 2007 (Πρακ., Επιστ., Συναν., Σουλ., Προστ., Βεγορίτιδας, 18-23, Η ορνιθοπανίδα της λίμνης Βεγορίτιδας), **Μπούσμπουρας και συν.**, 2010 (Τεχν., Έκθεση, Περιφ., Αν., Μακεδονίας Θράκης, 146σελ., Διαχείριση καλαμιώνων λίμνης Ισμαρίδας), **Μπούσμπουρας, Καζόγλου**, 2004 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΝΕΦ, Planet Regional, ΝΑ Φλώρινας, 86σελ., Μελέτη διαχείρισης καλαμιώνων λίμνης Πετρών), **Μπούσμπουρας, Καζόγλου**, 2003 (Τεχν., Έκθεσ., έργου LIFE00NAT/GR/7242, ΕΚΒΥ, Μελέτη δημιουργίας και ανόρθωσης υγρών λιβαδιών στη Χειμαδίτιδα), **Μπρομπονά**, 2010 (Μεταπ., Διατρ., Πανεπ., Πατρών, 159σελ., Περιβαλλοντικοί παράμετροι λίμνης Παμβωτιδας), **Manakou, et al.**, 2013 (Desal., Water Treatm., 51, 13-15, 2955-2976, A mathematical approach to restore the water balance of lake Koronia), **Manakou, et al.**, 2008 (Risk Anal., VI, 8pp, Hazards that threaten Greek wetlands-the case of lake Koronia), **Manolaki et al.**, 2011 (Fres., Envir., Bul., 20, 861-874, Aquatic and riparian flora in Ziros lake and the rivers Louros, Acheron), **Mantzafleri et al.**, 2009 (Wat., Res., Manag., 23, 3221-3254, Water quality monitoring and modeling in lake Kastoria), **Maris, Kitikidou**, 2012 (Environ., Model Assess, 17.3, 267-273, Spatial patterns for watershed erosion data collected at 17 natural lakes in Greece), **Mazaris et al.**, 2010 (J., Biogeogr., 37, 1341-1351, Biogeographical pattern of freshwater micro and macroorganisms in the eastern Mediterranean), **Maurakis et al.**, 2005 (Virginia, J., Scienc., 56, 3, 121, Fish consumption pattern of populations in vicinities of lakes Kastoria and Pamvotis), **Michaloudi**, 2005 (Belg., J., Zool., 135, 2, 223-227, Zooplanktons dry weights in lake Mikri Prespa), **Michaloudi et al.**, 2012 (Intern., Rev., Hydrob., 1-15, Plankton succession in lake Koronia after intermittent dry-out), **Michaloudi et al.**, 2009 (J. Plank., Res., 31, 301-209, Plankton community during an ecosystem disruptive algal bloom of *Prymnesium parvum*), **Michaloudi et al.**, 2004 (Biol., Bratisl., 59, 2, 165-172, Zooplankton of lake Koronia), **Michaloudi et al.**, 1997 (Hydrobiol., 351, 77-94, Zooplankton in lake Mikri Prespa), **Mitraki et al.**, 2004 (Limnolog., 34, 110-116, Shift from autotrophy to heterotrophy with cultural eutrophication and progressive water-level reduction in lake Koronia), **Mitraki et al.**, 2004 (Proc., Lake Shore Conf., 68pp, Kostanz, Lake Koronia, Shift from autotrophy to heterotrophy with cultural eutrophication), **Mitsoura et**

al., 2013 (Int. Aquat. Res. 5:8, doi:10.1186/2008-6970-5-8, The presence of microcystins in *Cyprinus carpio* tissues: an histopathological study), ***Moss et al.**, 2003 (ECOFRAME, Aquat., Conserv., Marine and Freshwater Ecosystems, 13, 507-550, Ecological quality in shallow lakes-a tested expert system), **Mourkidis et al.**, 1978 (Sc. Ann, Univ., Thess., 21, 5, 95-131, for trophic status of northern Greece's lakes), **Mourkides**, 1988 (FAO, Agris, 3, 9, The trophic status of Doirani lake, 1982-1985), **Mourkidis**, 1986 (Sc., Ann., Univ., Thess., 26, 217-238, for Koronia and Volvi), **Moustaka-Gouni**, 1988 (Arch., Hydrob., 112, 2, 251-264, Phytoplankton composition in lake Vovlvi), **Moustaka-Gouni et al.**, 2012 (European Wat., 40, 43-51, Plankton changes for restoration plans of lakes Kastoria and Koronia), **Moustaka-Gouni et al.**, 2010 (J., Phytoplank., Res., 32, 6, 927-936, *Aphanizomenon issatschenkoi* and *Raphidiopsis mediterranea* in Doirani lake), **Moustaka-Gouni et al.**, 2009 (Harm., Algal News, 8, 864-872, *Raphidiopsis mediterranea* represents of *Cylindrospermopsis raciborski* in lake Kastoria), **Moustaka-Gouni et al.**, 2007 (Arch., Hydrob., 375, 129-140, Phytoplankton species succession in lake Kastoria), **Moustaka-Gouni et al.**, 2007 (Harm., Algae News, 35, 6-7, *Arthrospira-Anabaenopsis* bloom and the massive mortality of birds in lake Koronia), **Moustaka-Gouni et al.**, 2006 (Limn., Ocean., 51, 715-727, Plankton food web in a eutrophic lake, Kastoria lake), **Moustaka-Gouni et al.**, 2004 (Harm., Algae News, 26, 1-2, *Prymnesium parvum* bloom and mass kill of birds and fish in lake Koronia), **Moustaka-Gouni, Nikolaidis**, 1990 (Arch., Hydrob., 119, 3, 299-313, Phytoplankton in lake Vegoritisi), **Moustaka-Gouni et al.**, 1989 (Arch., Hydrob., 115, 575-588, for phytoplankton in lake Volvi), **Mylopoulos et al.**, 2007 (Water Intern., 32, 1, 720-738, Integrated water management plans for the restoration of lake Koronia),

-Νάσκος, 2004 (Τεχν., Έκθεσ., LIFE00NAT/GR/7242, Διατήρηση-διαχείριση λιμνών Χειμαδίτιδα, Ζάζαρη), **Ναυροζίδου**, 2012 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Οικολογική ποιότητα και συνθήκες τροφοδοσίας με νερό της λίμνης Βεγορίτιδας), **Νικολαΐδης, Αλυγιζάκη**, 2003 (Τεχν., Έκθεσ., για LIFE00NAT/GR/7242, Διατήρηση-διαχείριση λιμνών Χειμαδίτιδα, **Νικολαΐδης, Καρατζάς και συν.**, 2013 (Τεχν., Έκθεσ., Πολυτεχνείο Κρήτης, 226σελ., για ειδικό σχέδιο διαχείρισης υδατικών πόρων λεκάνης απορροής λίμνης Κουρνά), **Νικολαΐδης και συν.**, 2001 (Τεχν., Έκθεσ., Δήμος Δοϊράνης, 288σελ., Μελέτη ανάπτυξης λίμνης Δοϊράνης), **Νικολάου, Σαχπάζης**, 1999 (Υδρογεωλογική πραγματογνωμοσύνη σχετικά με τον τρόπο δημιουργίας και τροφοδοσίας της λίμνης Ζαραβίνας , σελ.51.), **Νταουλάς**, 1981 (Διδακτ., Διατρ., ΑΠΘ, 143σελ., για τα ψάρια της λίμνης Τριχωνίδας.), **Ντισλίδου**, 2012 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Βενθικά ασπόνδυλα στις λίμνες Βόλβη, Καστοριάς, Μικρής Πρέσπας), **Ντούλκα**, 2010 (Διδακτ., Διατρ., Πανεπ., Ιωαννίνων, 308σελ., Ζωοπλαγκτικές κοινωνίες στη λίμνη Τριχωνίδα), **Ντούλκα, Κεχαγιάς**, 2009 (9^ο Πανελ., Συμπ., Ωκεαν.,

Αλιείας, τομ., II, 1223-1228, Τροφική κατάσταση Τριχωνίδας, σύγκριση με παλαιότερα δεδομένα), **Natura 2000**, 1995 (Georgiadis et al., Standard form for special protection areas, SPA), **Natura 2000**, 1996 (Dafis et al., Direct., 92/43/EEC –The Greek Habitat Project-Goulandris N.H., Museum, 932pp., for Natura areas in Greece), **Neophitou**, 1993 (Acta Hydrob., 35, 4, 367-379, Tench in lake Kastoria and Geot., Scien., 4, 3, 38-47, Perch in lake Doirani), **Nikolaidis et al.**, 1985 (Int., Soc., Env., Mod., J., 7, 3-4, 11-26, for Vegoritis lake), **Nikolaidis et al.**, 1992 (J. Lak., Reserv., Manag., 12, 3, 364-370, for nutrients and heavy metals in *Phragmites australis* of lake Trichonis), **Nikouli et al.**, 2013 (Hydrobiol., DOI:10.1007/s10750-013-1604-8, Harmful and parasitic unicellular eukaryotes persist in a shallow lake under reconstruction lake Karla),

-**Ξανθόπουλος και συν.**, 1984 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΜΠ, Ποιότητα και αφομοιωτική ικανότητα νερών Καλαμά και Παμβώτιδας),

- **Οδηγία 2006/44/ΕΕ**, 2006 (L264/20, Luxembourg, Περί της ποιότητας των γλυκών νερών που έχουν ανάγκη προστασίας ή βελτίωσης για τη διατήρηση της ζωής των ιχθύων), **Οικονομίδης**, 1991 (Διδασκ., Διατρ., 211σελ., για τη βενθική πανίδα λίμνης Βόλβης), **Οικονόμου και συν.**, 1999 (Τεχν., Έκθεσ., ΠΕΝΕΔ, 341σελ.=4 Παραρτ., Ενδημικά ψάρια Δ.Ελλάδος+Πελοποννήσου), **Οικονόμου και συν.**, 2001 (Τεχν., Έκθεσ., για Υπουργ., Γεωργίας, PESCA, 559σελ., αλιευτική διαχείριση λιμνών Αιτωλοακαρνανίας, Ευρυτανίας, Καρδίτσας, Βοιωτίας, Αρκαδίας, Ηλείας, Αχαΐας), **ΟΙΚΟΣ**, 2005 (Τεχν., Έκθεσ., 325σελ., Σχέδιο διαχείρισης λίμνης Παμβώτιδας), **Ουζούνης**, 1985 (Τεχν., Χρον., 5, 1-2, 39-50, για λίμνη Βιστωνίδα φυσικοχημικά), **Oikonomou et al.**, 2012 (The Scientific World J., doi, 10.1100/2012 no 504135, Plankton microorganisms coinciding with two consecutive mass fishkills in a newly reconstructed lake), **Orfanidis, Panayotidis, Stamatis**, 2001 (Medit., Mar., Scien., 10, 45-65, Ecological evaluation of transitional and coastal waters), **Ovenbeck, Anagnostidis et al.**, 1982 (Arch., Hydrob., 95, 365-394, limnological survey in Trichonis, Lyssimachia, Amvrakia lakes), **Ouzounis et al.**, 1984 (Thalassogr., 7, 61-72, for some physicochemical features in lake Vistonis),

-**Παναγιώτου**, 2012 (Πτυχ. Εργασ., Χαρακ., Πανεπ., 114 σελ., Γεωμορφολογική, οικολογική χαρτογράφηση λίμνης Καστοριάς), **Παναγόπουλος και συν.**, 1997 (Τεχν., Έκθεσ., Αναπτυξιακή Καστοριάς, Α' φάση, 267σελ., Οριοθέτηση υγροτόπου λίμνης), **Παπαδάκη**, 2010 (Μεταπτ., Διατρ., ΕΜΠ, 117σελ., Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης λιμνών της Ηπείρου, Παμβώτιδα και Δρακόλιμνες), **Παπαδημητρίου**, 2010 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, 284σελ., Επιπτώσεις μικροκυστινών σε υδρόβιους οργανισμούς σε 13 υδάτινα συστήματα), **Παπαδήμος**, 2007 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, Εκτίμηση των αναγκών των οικοσυστημάτων σε νερό: Η περίπτωση της λίμνης Χειμαδίτιδας), **Παπαδόπουλος και**

συν., 2009 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, Υδρογαία, Ποσοτική αποκατάσταση της λίμνης Κορώνειας μέσω της αλλαγής του συστήματος άρδευσης), **Παπαδοπούλου-Μουρκίδου και συν.**, 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 129σελ., Προγρ., Ελέγ., Ποιοτ., Επιφ., Υδατ., Μακεδονία Θράκη), **Παπακώστα**, 2011 (Μεταπτ., Διατρ., ΓΠΑ, 73σελ., Υδρολογικές και υδρογεωλογικές συνθήκες λεκάνης Κάρλας), **Παπαστεργιάδου**, 1990 (Διδασκ., Διατρ., ΑΠΘ, 266σελ., για τα υδρόβια φυτά στη βόρεια Ελλάδα), **Παπιγγιώτη**, 2013 (Μεταπτ., Διατρ., Πανεπ., Πατρών, 86σελ., Οικολογική κατάσταση λίμνης Παμβώτιδας), **Πάσχος, Κάγκαλου**, 2000 (Τεχν., Έκθεσ., πρόγραμμα PESCA, Υπουργείο Γεωργίας), **Παυλίδης**, 1985 (Βιβλίο, ΑΠΘ, 308σελ., Γεωβοτανική μελέτη Εθνικού Πάρκου Πρεσπών. Μέρος Α΄, Οικολογία, χλωρίδα, φυτογεωγραφία, βλάστηση), **Παυλόπουλος και συν.**, 2009 (Ανάσκαμμα, περιοδ., τ., 3, εκδ., Χουρμουζιάδη, Γεωμορφολογική χαρτογράφηση λίμνης Καστοριάς), **Περγαντής και συν.**, 2010 (Τεχν., Έκθεσ., Διαχειριστικό σχέδιο εθνικού πάρκου δέλτα Νέστου, Βιστωνίδας, Ισμαρίδας), **Πετροπούλου**, 2008 (Πτυχ., εργ., ΤΕΙ Ν.Μουδανιά, 56σελ., Κυανοβακτήρια λίμνης Καστοριάς), **Πολυκάρπου**, 2006 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, Φυτοπλαγκτό και μικροβιακό φορτίο στη λίμνη Δοϊράνη), **Πυρίνη**, 2007 (Πρακ., Επιστ., Συναν., Συλ., Προστ., Βεγορίτιδας, 13-17, Ο βοτανικός πλούτος της Βεγορίτιδας), **Παυλίδης**, 1989 (BIOS, 1, 159-170, Η βλάστηση των υδρόβιων μακροφύτων της τεχνητής λίμνης Άγρα), **Panagiotopoulos et al.**, 2013 (Quatern., Intern., 293, 157-169, Vegetation and climate history of the lake Prespa), **Papademetriou et al.**, 2005 (EAAP public., Ed., Georgoudis, Rosati, Mosconi, No 115, 140-144, Flora of the Agra lake), **Papadimitriou et al.**, 2010 (Envir., Toxic., 25, 4, 418-427, Risk associated with cicrocystins in most of the Greek lakes), **Papadopoulos, et al.**, 1995 (Proc., Env., Sc., Techn., 574-583, for Vegoritis lake), **Papageorgiou**, 1977, 1979, 1982 (Freshwat., Biol, 7, 6, 559-565, for perch in lake Agios Vassilios, J.Fish., Biol., 14, 6, 529-538, for roach in lake Volvi, Thalassogr., 5, 2, 5-15, for the rudd in lake Kastoria), **Papagiannis et al.**, 2002 (Fres., Environ., Bulletin 11, 659–664, Heavy metals in Lake Pamvotis), **Papakonstantinou et al.**, 1989 (Braunkohle, 41, 3, 44-50, Kasthydrologische Untersuchungen des Amyndeon Braunkohlenbekens), **Papastergiadou et al.**, 2010 (Wat., Resour., Managem., 24, 415-435, Effects of anthropogenic influences on the trophic state, land uses and aquatic vegetation in a shallow Mediterranean lake- Pamvotis, Implication for restoration), **Papastergiadou et al.**, 2007 (Hydrob., 584, 361-372, for Stymfalia lake), **Papastergiadou, et al.**, 2003a (Hydrob., 506/509, 1–8, Evaluation of the trophic state of Lake Pamvotis), **Papastergiadou, Babalonas**, 1993 (Willdew., 23, 137-142, Aquatic flora of N.Greece), **Papigiotti**, 2012 (Environ., Monit., Assess., 137, 185–195, Dense cyanobacterial bloom in Lake Pamvotis), **Paschos, et al.**, 2002 (EIFAC, E/5, Status of inland waters in Greece), **Pavlidis**, 1997 (Hydrob., 351, 41-60, Aquatic and terrestrial vegetation of the Prespa area), **Perennou, Gletsos, et al.**, 2009 (Development of a Transboundary Monitoring System

for the Prespa Park Area, Aghios Germanos, Greece, 381pp), **Pertsemli, Voutsas**, 2007 (J. Hazard., Mater., 148, 3, 529-537, Heavy metals in lakes Doirani and Kerkini), **Petaloti et al.**, 2004 (Envir., Sc., Poll., Res., 11, 11-17, Nutrient dynamic in shallows lakes of northern Greece -Volvi, Prespes, Doirani, Koronia), **Petridis, Sinis**, 1997 (Develop.,Hydrob., 122, 95-105, Benthic fauna of lake Mikri Prespa), **Petridis, Sinis**, 1995 (Hydrob., 304, 185-196, Benthos of lake Mikri Prespa), **Petridis**, 1993 (Arch., Hydrob., 128, 367-384, for macroinvertebrate in Lyssimachia lake), **Pirini et al.**, 2011 (Arch., Biolog., Sc., 63, 3, 763-774, Macrophytes communities in lakes, in north central Greece), **Pirini et al.**, 2010 (Phytol., Balcan., 16, 1, 109-129, Aquatic flora in lakes Petron and Vegoritida), **Phychoudakis et al.**, 1993 (Techn., Report, EKBY +Univ., of Thessaloniki, 44pp., An assessment of the irrigation project affecting the wetland of Prespa), **Pyrovetsi, Gerakis**, 1987 (Environmental., 7, 35-42, Environmental problems from agriculture in Prespa National Park), **Pyrovetsi, Carteris**, 1986 (J., Environ., Managem., 23, 173-183, Land cover/use changes in Prespa National Park), **Pyrovetsi et al.**, 1984 (Tech., Report EEC., DG/XI, 205pp, for Prespa National Park, 49-86, 144-155),

-Ρηγίδης, Γόντικας, 1959-60 (Προμελέτη εγγειοβελτιωτικών έργων Ζαραβίνας, Ηπείρου. Εισηγητική έκθεση και Βασικά στοιχεία, σελ. 15 και σελ. 28, Υπουργείο Γεωργίας, Δ/ση Υδραυλικών Κατασκευών), **Ρίζος**, 2011 (Μεταπτ., Διπλ., Εργα., Πανεπ., Πάτρας, 118σελ., Περιβαλλοντικές συνθήκες στη λίμνη Τριχωνίδα και πιθανές επιπτώσεις από κλιματικές αλλαγές), **Radea, Parmakelis et al.**, 2013 (Zookeys 350, 1-20, Freshwater gastropods of Greece – Trichonis, Vegoritida, Petron, Lysimachia, Lake Toumpa, Lake Louros etc), **Radea, Louvrou, Economou-Amilli**, 2008 (Aquat., Invas., 3, 341–344, First record of the New Zealand mud snail *Potamopyrgus antipodarum* in trichonis lake etc), **Romero, Kagalou et al.**, 2002 (Hydrob., 474, 1-3, 91-105, Seasonal water quality in lake Pamvotis),

-Σακκάς, 1994 (Τεχν., Έκθεσ., ΔΠΘ, 186σελ., Υδρολογική μελέτη λεκάνης απορροής λίμνης Καστοριάς), **Σαρίκα-Χατζηνικολάου**, 1999 (Διδακτ., Διατρ., 497σελ., ΕΚΠΑ., Αθηνών, Χλωριδική και φυτοκοινωνιολογική έρευνα στις Δρακόλιμνες Ηπείρου, Λίμνη Ζαραβίνα και Παμβώτιδα κλπ), **Σαρτσίδης**, 2010 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 72σελ., Μικροβιακή ποικιλότητα στη λίμνη Καστοριά), **Σεβτσένκο, Ξυνή**, 2009 (Πτυχ., εργ., ΤΕΙ Μουδανιών, 55σελ., Δυναμική κυανοβακτηρίων στη λίμνη Παμβώτιδα), **Σίνης**, 1981 (Διδακ., Διατρ., 198σελ., για ένα ψάρι της λίμνης Βόλβης), **Σκούλος**, 1993 (Τεχν., Έκθεσ., ΥΠΕΧΩΔΕ, Διαχείριση λίμνης Ισμαρίδας κλπ), **Σπαρτινού**, 1992 (Διδακ., Διατρ., 353σελ., για τη μικροχλωρίδα της λίμνης Αμβρακίας), **Σπυρίδης**, 2007 (Τεχν., έκθεσ., YETOS + Νομαρχ., Αυτοδ., Φλώρινας, Α+Β Φάση, Σχέδιο διαχείρισης των υδάτων των λιμνών Χειμαδίτιδας και Ζάζαρη), **Στάμος**, 1996 (Πρακτ., Ημερ, ΤΕΕ, 69-82, Λίμνη Βεγορίτιδα, υδρολογικά

στοιχεία), **Στεφανίδης**, 2012 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστ., Πατρών, 301σελ., Αξιολόγηση λιμνών ΒΔ Ελλάδας-Υδροβία μακρόφυτα-Ζωοπλαγκτόν), **Στεφανίδης**, 2005 (Μεταπ., Διατρ., Πανεπιστ., Πατρών, 130σελ., Οικολογική ποιότητα υδάτων και υδρόβιας βλάστησης λίμνης Παμβώτιδας), **Στεφανίδης**, 1939 (Διδασκ., Διατρ., 44σελ., για τα ψάρια των γλυκών νερών), **Σωματαρίδου, Βυρίδης**, 2002 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 52σελ., Υδρογεωλογική συμπεριφορά ιζημάτων λίμνης Κορώνειας), **Sakkas et al.**, 2002 (5th Inter., Conf, Europ., Wat., Res., Assoc., 164-171, hydrological modeling in lake Kastoria), **Sarika-Hatzinikolaou et al.**, 2003 (Phytocoenol., 33, 1, 93-151, The macrophytic vegetation in seven aquatic ecosystems in Epirus, NW Greece), **Sarika-Hatzinikolaou et al.**, 1997 (Phyton, 37, 1, 19-30, for macrophytes in alpine aquatic ecosystem of Pindos), **Sarika-Hatzinikolaou et al.**, 1996 (Webbia 50, 2, 223-236, The vascular flora of lake Kalodiki), **Scoulos, Hatzianestis**, 1989 (Wat., Air, Soil Poll., 44, 307-320, Trace metals in lake Mikri Prespa), **Sidiropoulos et al.**, 2012 (Fresen. Environ. Bullet. 21(10 A):3027-3034, Past, present and future concepts for conservation of the re-constructed Lake Karla), **Skoulikidis et al.**, 2008 (Hydrob., 613, 71-83, Sediment pollution in lake Vegoritis), **Skoulikidis et al.**, 1998 (Env., Geol., 36, 1-17, Freshwater resources in Greece), **Stalikas, Pilidis, Karayiannis**, 1994 (Fres., Envir., Bull., 3, 575-579, Heavy metals in sediments in lake Pamvotis), **Stefanidou**, 2012 (Erasmus ip Docum/Univ., of Ioannina, Phytoplankton community of lake Pamvotis), **Stephanides**, 1948b (Prakt., Hell., Hydrob., Inst., Acad., Athens, 2, 205-213, Freshwater organisms of certain region of Macedonia, Epirus, Central Greece), **Stephanides**, 1948a (Prakt., Hell., Hydrob., Inst., Acad., Athens, 2, 178-201, Freshwater biology of Corfu and of certain regions of Greece), **Stefanidis, Papastergiadou**, 2013 (Knowl., Manag., Aquat., Ecos., 411, 05, 14pp., Effects of a long term water level reduction on the ecology and water quality in lake Vegoritis), **Stefanidis, Papastergiadou**, 2012 (Fres., Environ., Bull., 21, 10a, 3018-3026, Relationships between lake morphometry, water quality and aquatic macrophytes in 19 Greek lakes, -Petron, Zazari, Vegoritis, Kastoria, Prespes, Chimaditida, Koronia, Volvi, Pamvotis, Kalodiki, Amvrakia, Trichonis, Lysimachia etc), **Stefanidis, Papastergiadou**, 2010 (Hydrob., 656, 55-65, Influence of hydrophytes on the distribution of zooplankton in lakes Kastoria, Vegoritis, Petron, Mikri Prespa), **Stefanidis, Papastergiadou**, 2007 (Belg., J., Bot., 140, 25-38, Aquatic vegetation in a shallow urban lake, western Greece), **-Τάφας**, 1991 (Διδασκ., Διατρ., 300σελ., ΕΚΠΑ, Φυτοπλαγκτό της λίμνης Τριχωνίδας), **Τίγκλης**, 2007 (Διδασκ., Διατρ., Πανεπιστ., Κρήτης, 354σελ., +Παράρτημα, Μελέτη οικοσυστήματος λίμνης Κουρνά Χανίων με έμφαση στο πλαγκτόν και την ιχθυοπανίδα), **Τζιμόπουλος και συν.**, 2004 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 147σελ., Σχέδιο αποκατάστασης λίμνης Κορώνειας), **Τολίκας και συν**, 2000 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, 128σελ., Παροχές φερτών και ποιότητα νερού στη λεάνη απορροής της Καστοριάς), **Τότσα**, 2009 (Διπλ., εργασία ΑΠΘ,

117 σελ., Φυτοπλαγκτό και ζωοπλαγκτό στη λίμνη Βόλβη), **Τρύφων**, 1994 (Διδακτ., Διατρ., 259σελ.,+16 Παράρτ, 8., ΑΠΘ, Φυτοπλαγκτό λίμνης Μικρής Πρέσπας), **Τσαμαρδά**, 2006 (Μεταπτ., Διατρ., Χαροκόπειο Πανεπ., 184σελ., Τυπολογία των λιμνοθαλασσών Αμβρακικού κόλπου), **Τσέκος και συν**, 1988 (Τεχν., Έκθεση, ΑΠΘ, Υπουργείο Γεωργίας, Λιμνολογική μελέτη λίμνης Βεγορίτιδας), **Τσέκος και συν**, 1985 (Τεχν., Έκθεσ., ΥΠΕΧΩΔΕ, 127σελ., για λίμνη Βιστωνίδα κλπ), **Τσιούρης**, 1996 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, ΑΠΘ, 212 σελ., Ειδικό διαχειριστικό για τις λίμνες Χειμαδίτιδα Ζάζαρη), **Τσιούρης, Γεράκης**, 1991 (WWF, IUCN, Πανεπ., Θεσσαλ., 96σελ., για τους υγρότοπους στην Ελλάδα), **Τσιρακίδου**, 2008 (Μεταπτ., Διατρ., ΑΠΘ, 191σελ., Βελτίωση λειτουργιών λίμνης Χειμαδίτιδας), **Τσουμέρκας**, 1989 (Δεδομένα ΕΥΔΑΠ για την Υλίκη και Παραλίμνη), **Tafas, et al.**, 1997 (Hydrob., 344: 129-139, Limnological survey of the warm monomictic lake Trichonis. I. The physical and chemical environment), **Tafas, Economou-Amilli**, 1997b (Hydrobiol., 344, 141–153, Limnological survey of the warm monomictic lake Trichonis. II. Seasonal phytoplankton periodicity), **Tafas, Economou-Amilli**, 1991 (Mem., Istit., Idrob., D.Marco De Marchi, 99-113, Evaluation of phytoplankton in lake Trichonios), **Temponeras et al.**, 2000a (Hydrob., 424, 109-122, Phytoplakton composition and physicochemicals features of lake Doirani), **Temponeras et al.**, 2000b (Hydrob., 424, 101-108, for lake Doirani), **Tolikas et al.**, 2001 (1st Inter., Conf., Wat, Res., Manag., 385-393, for sediments control in lake Kastoria), **Thomatou et al.**, 2013 (J., Envir., Prot., 4, 5, 426-434, Land use changes and trophic state of lake Amvrakia), **Tsiouris et al.**, 1993 (Techn., Report ΕΚΒΥ, Effects of agricultural practices on the quality of surface runoff water and transported soil sediments in the watershed of lake Koronia, Greece), **Tsoumani et al.**, 2006 (J, Applied Ichthyol., 22, 4, 281-284, The invasive *Carassius gibelio* from 12 lakes in relation to their trophic states), **Tryfon et al.**, 1994 (Arch.,Hydrob., 131, 477-494, Phytoplankton and physic-chemical features of lake Mikri Prespa), **Tryfon, Moustaka-Gouni**, 1997 (Hydrob., 351, 61-75, Phytoplankton-nannoplankton in lake Mikri Prespa), **Tzedakis et al.**, 2003 (Glob., Planet., Change, 36,157-170, Interglacial conditions from Ioannina lake), **Tzimopoulos et al.**, 2005 (Global Nest J., 7, 3, 379-385, Water resources management in the watershed of Volvi lake),

-Υπουργείο Ανάπτυξης, 1996 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΜΠ, ΙΓΜΕ, ΚΕΠΕ, 335σελ., +4 Παραρτ., για τη διαχείριση υδατικών πόρων Ελλάδας), **Υπουργείο Γεωργίας**, 2001 (Αλιευτική διαχείριση λιμνών και αξιοποίηση, Επιχειρησιακό πρόγραμμα PESCA, Κλαδικές μελέτες ΤΕΙ Ηγουμενίτσας, ΑΠΘ, ΕΛΚΕΘΕ, ΙΝΑΛΕ), **Υπουργείο Γεωργίας**, 1972-1997 (Γ.Δ., Εγγειοβελτ., Έργων/Τμήμα Προστ., Αρδευτ. Νερών, <http://www.minagric.gr/index.php/el/for-farmer-2/eggeiesbeltioseis/sxedismowee/1306-pinakas-potamon-limnon>, Πρόγραμμα

ελέγχου ποιότητας αρδευτικών νερών), **ΥΠΕΚΑ**, 2009 (Ενιαίος κατάλογος Natura2000, ενημέρωση 2009, 16σελ.), **ΥΠΕΧΩΔΕ**, 1986 (Πρόγραμμα οριοθέτησης υγροτόπων σύμβασης Ramsar, Λίμνη Βόλβη, Λαγκαδά, Παυλίδης και συν., ΑΠΘ, 105σελ), **Yannitsaros et al.**, 1991 (Bot., Chron., 10, 579-586, Flora of Crete).

-Φατούρος, 2006 (Βιβλίο, έκδοσ., Πατάκη, Λιμνών Περιήγηση), **Φατούρος**, 2007 (Πίνακας λιμνών της Ελλάδος, http://gfatouros.blogspot.gr/2007/12/blog-post_9952.html), **Φώτης, Κουσουρήs, Κριάρης**, 1974 (Κτην., Νέα, 5, 4-5, 97-107, για τη λίμνη Βιστωνίδα και μια ασθένεια ψαριών της), **Φώτης και συν.**, 1986 (Τεχν., Έκθεσ., Υπουργ., Β. Ελλάδος, 40σελ., Προτάσεις προστασίας λίμνης Βεγορίτιδας), **Φώτης και συν.**, 1984 (Γεωτεχν., 3, 74-79, Μελέτη ρύπανσης και παραγωγικότητας λίμνης Βεγορίτιδας), **Fotis et al.**, 1992 (Fres., Env., Bull., 1, 523-528, Fishery potential of lakes in macedonia), **Falniowski, Economou-Amilli, Anagnostidis**, 1998 (Inter., Rev., Hydrob., 73, 3, 327-335, *Valvata piscinalis* and its epizoic diatoms from lake Trichonis), **Fytianos, Kotzakioti**, 2005 (Envir., Monit., Asses., 100, 1, 3, 191-200, Phosphorus in lakes Koronia and Volvi), **Fytianos, Laurantou**, 2004 (Envir., Int., 30, 1, 11-7, Speciation of elements in sediment at Volvi and Koronia), **Fytianos et al.**, 1986 (Ambio 15, 1, 42-44, Heavy metals in Lakes Doirani, Vegoritis, Kastoria, Vistonis, Koronia and rivers), **Fytianos, et al.**, 1985 (Proc., Pan., Chem., Cof., 37-48, for pollution of the major rivers and lakes in northern Greece), **Fytianos, et al.**, 1982 (Proc., Heav., Met., Cong., 119-122, for heavy metals in northern Greece lakes), **Fytikas et al.**, 2000 (Proc., World Geotherm., Cong., 10pp., Geothermal exploitation and development activities in Greece),

-Χαλκιά, 2013 (Διδακτ., Διατρ., Πανεπ., Δυτικής Ελλάδας, 368σελ., Ζωοπλαγκτό Αμβρακίας, Λυσιμαχείας, Οζερού), **Χαραλαμπίδου, Γκίκας και συν.**, 2005 (http://library.tee.gr/digital/m2045/m2045_charalabidou.htm, Πολυτ., Σχολή, ΔΠΘ, 8σελ., Θρεπτικά σε λιμνοθάλασσες της Β. Ελλάδας), **Χαραλάμπους**, 2010 (Μετατρ., Διατρ., ΑΠΘ, 79σελ., Οικολογική ποιότητα Βόλβης με βάση το φυτοπλαγκτόν), **Χρηστάνης, και συν.**, 1999 (Τεχν., Έκθεσ., ΠΕΝΕΔ95, 173σελ., Ομβρογενείς και τοπογενείς τυρφώνες του Ελληνικού χώρου), Χατζηγιαννάκης, 1993 (Τεχν., Έκθεσ., ΕΚΒΥ, 53σελ., Τα υδρολογικά προβλήματα της λίμνης Δοϊράνης), **Χωραφάς**, 1957 (Βιβλίο, Λίμνη Βεγορίτις, υδρολογική και υδροδυναμική κατάσταση),

-Ψαλτόπουλος, 1992 (Θρακ., Χρον., 461, 201-207, υδάτινο περιβάλλον, ρύπανση και ιχθυοπαραγωγή λίμνης Βιστωνίδας), **Ψαριανού**, 2010 (Διπλ. Διατρ., ΕΜΠ, 58σελ., Προσομοίωση ποιοτικής κατάστασης λίμνης Παμβώτιδας), **Ψιλοβίκος**, 1977 (Διδακ., Διατρ., για τη Μυγδονία κοιλάδα), **Ψιλοβίκος**, 1990 (Πρακ., Συν., Εργ., ΑΠΘ, για τις μεταβολές των ελληνικών υγροτόπων τον 20^ο αιώνα), **Ψιλοβίκος και συν.**, 1995 (Τεχν., Έκθεσ., ΑΠΘ, τευχ.,

1=498σελ, τευχ., 2=261σελ, τευχ., 3=221σελ, για εκτίμηση και διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου κλπ), **Ψιλοβίκος και συν.**, 1990 (Ψηφ. Βιβλιοθ., Τμ., Γεωλογίας ΑΠΘ, 359-369σελ., Λίμνη Λυσιμαχία), **Ψιλοβίκος και συν.**, 1990 (Ψηφ. Βιβλιοθ., Τμ., Γεωλογίας ΑΠΘ, 348-358σελ., Λίμνη Τριχωνίδα), **Ψιλοβίκος**, 1987 (Ψηφιακ., Βιβλιοθ., Τμ., Γεωλογίας ΑΠΘ, 346-356, Ανθρωπογενείς επεμβάσεις στους υδροτόπους βόρειας Ελλάδας),

-**WWF Ελλάς**, 2009 (Εκδοση Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρία, Ελληνική Εταιρία Περιβάλλοντος και Πολιτισμού, 38σελ., Ελληνικοί υγρότοποι Ramsar, αξιολόγηση, προστασία και Διαχείριση),

-Ενδιαφέρουσες συνδέσεις στο Διαδίκτυο

http://geodata.gov.gr/geodata/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=18&sobi2Id=31&Itemid=(Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της κατάστασης των υδάτων – Σταθμοί στις Λίμνες)

http://www.geodata.gov.gr/geodata/index.php?option=com_sobi2&sobi2Task=sobi2Details&catid=30&sobi2Id=214&Itemid=(Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης της κατάστασης των υδάτων – Σταθμοί στους Ποταμούς)

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=hgplEfmS32k%3d&tabid=249&language=el-GR> (ΥΠΕΚΑ, Παρακολούθηση Επιφανειακών Νερών)

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=247&language=el-GR> (ΥΠΕΚΑ, Διαχείριση Υδατικών Πόρων)

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=gOA9KdQwS9w%3d&tabid=367&language=el-GR> (ΥΠΕΚΑ)

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=245&language=el-GR> (ΥΠΕΚΑ,)

<http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=248&language=el-GR> (Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά, ΥΠΕΚΑ),

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=lSDCuibQOx0%3D&tabid=518&language=el-GR> (ΤΟ ΚΟΚΚΙΝΟ ΒΙΒΛΙΟ ΤΩΝ ΑΠΕΙΛΟΥΜΕΝΩΝ ΖΩΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ, ΣΠΟΝΔΥΛΟΖΩΑ, Για τα Ψάρια των Εσωτερικών Υδάτων, Π.Οικονομίδης, Β. Χρυσοπολίτου, Ε. Κουτσερή, 95-124σελ.)

http://www.hcmr.gr/inlandwaters/upload_files/File/PESCA-Alieias.pdf

<http://www.hcmr.gr> (Ελληνικό Κέντρο Θαλάσσιων Ερευνών -Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων και Εσωτερικών Υδάτων, ΕΚΘΕ)

<http://www.ekby.gr> (Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας-Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων Υγροτόπων, ΕΚΒΥ)

<http://www.nhmc.uoc.gr/Wetlands/files> (Μουσείο Φυσικής Ιστορίας Κρήτης)

<http://www.maich.gr> (ΜΑΙΧ=Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων)

<http://ornithologiki.gr/> (Ορνιθολογική Εταιρία),

<http://www.greekballoon.gr/limnes/> (εκλαϊκευμένα δεδομένα)

<http://lake-net.blogspot.com>

<http://www.perivallon.com>

<http://phdtheses.ekt.gr/eadd/> , <http://openarchives.gr/set/3351#> , (Εθνικό Αρχείο Διδακτορικών Διατριβών)

http://library.aua.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=70%3A-a-&catid=23%3A-a-&Itemid=12&lang=el (Διατριβές Πανεπιστημίου Αθηνών)

<http://invenio.lib.auth.gr/collection/Theses?ln=el> (Διατριβές και άλλα, ΑΠΘ)

<http://dspace.lib.ntua.gr/handle/123456789/321> (Διατριβές ΕΜΠ)

<http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/handle/10889/5>,

http://www.lis.upatras.gr/Info/collection_dissertations_EL.php (Διατριβές Πανεπιστημίου Πατρών)

<http://estia.hua.gr:8080/dspace/handle/123456789/1> (Διατριβές Χαροκόπειου Πανεπιστημίου Αθηνών)

http://phdtheses.ekt.gr/eadd/browse?type=university&order=DESC&sort_by=2&value=%CE%A0%CE%B1%CE%BD%CE%B5%CF%80%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CE%BC%CE%B9%CE%BF+%CE%99%CF%89%CE%B1%CE%BD%CE%BD%CE%AF%CE%BD%CF%89%CE%BD (Διατριβές Πανεπιστημίου Ιωαννίνων)

<http://www.math.uoc.gr:1080/erevna/didaktorikes/> (Διατριβές Πανεπιστημίου Κρήτης)

<http://career.duth.gr/cms/?q=taxonomy/term/72/view> (Διατριβές Δημοκρίτειου Πανεπιστημίου Θράκης)

http://www.enveng.tuc.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=370:phd-awarded&catid=128:2012-05-01-07-14-47&Itemid=516&lang=el (Διατριβές Πολυτεχνείου Κρήτης, Σχολή Μηχανικών Περιβάλλοντος)

<http://www.zoologiki.gr> (Κέντρο Απογραφής της Πανίδας της Ελλάδας)

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=lSDCuibQOx0%3D&tabid=518&language=el-GR> (Το Κόκκινο Βιβλίο των Απειλούμενων Ζώων της Ελλάδας)

<http://www.fishbase.org> (Τράπεζα δεδομένων για τα ψάρια)