



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΖΩΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΚΑΙ
ΥΔΑΤΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
(πρώην Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας –Υδατοκαλλιιεργειών)

Πτυχιακή Εργασία

ΘΕΜΑ: «Οι θερμοκρασίες των λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας»

ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ ΠΑΛΗΟΓΙΑΝΝΗ

ΑΜ:11161

Επιβλέπων καθηγητής

[Κλαδάς Ιωάννης]

Μεσολόγι 2020

Μέλη Εξεταστικής Επιτροπής

Βλασούλα Μπεκιάρη

Γιώργος Κατσέλης

Γιάννης Κλαδάς

Πρόλογος

Η παρούσα εργασία εκπονήθηκε στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, στο τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας, Υδατοκαλλιεργειών. Αντικείμενο μελέτης αποτέλεσε η θερμοκρασία των λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας, τόσο των φυσικών όσο και των τεχνητών λιμνών.

Επίσης, στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν και οι μορφομετρικοί παράμετροι των λιμνών, η λεκάνη απορροής και άλλα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους, από τα οποία και εξαρτάται η θερμοκρασία των λιμνών. Διαπιστώθηκε ότι η θερμοκρασία των λιμνών επηρεάζει τις μεταβολικές διεργασίες των οργανισμών και δρα ως φυσικό ερέθισμα για αναπαραγωγή, ανάπτυξη, αύξηση, μετανάστευση κ.α

Περίληψη

Η θερμοκρασία των λιμνών αποτελεί ένα σημαντικό παράγοντα στο λιμναίο υδάτινο περιβάλλον για όλες τις διεργασίες που συντελούνται σε αυτό. Τόσο οι φυσικές λίμνες όσο και οι ταμιευτήρες μεταβάλλουν τη θερμοκρασία τους σε συνάρτηση κάποιων παραγόντων. Ο κύριος παράγοντας που ρυθμίζει τις φυσικές, χημικές και βιολογικές διεργασίες στο εσωτερικό της λίμνης ή του ταμιευτήρα είναι η θερμοκρασία, η οποία προκαλεί τη θερμική στρωμάτωση (thermal stratification) της λίμνης κατά την άνοιξη και το καλοκαίρι ή τη θερμική ανάμειξη (thermal mixing) της λίμνης κατά το φθινόπωρο και τον χειμώνα (Μουτσόπουλος, Συλαίος 2015)

Στην παρούσα εργασία εξετάζεται η θερμοκρασία των λιμνών Αιτωλοακαρνανίας παρουσιάζοντας τις λίμνες με τα χαρακτηριστικά τους και τους παράγοντες που μεταβάλλουν τη θερμοκρασία τους.

Στο πρώτο κεφάλαιο της εργασίας γίνεται ανάλυση της έννοιας της Λιμνολογίας, δίνονται οι ορισμοί των εννοιών της φυσικής και τεχνητής λίμνης και παράλληλα γίνεται η ταξινόμηση των λιμνών με βάση κάποια κριτήρια.

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται η Δομή και η μορφολογία των λιμνών της Αιτωλοακαρνανίας, και το φαινόμενο της Ζώνωσης των λιμνών.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται μια της Χημικής δομής των Λιμνών, και της λεκάνης απορροής για κάθε λίμνη.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται μια ανάλυση για τις θερμοκρασίες των λιμνών και στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα στοιχεία που αφορούν τις θερμοκρασίες των λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας.

Τέλος παρατίθενται τα συμπεράσματα και η βιβλιογραφία που χρησιμοποιήθηκε για την συγκεκριμένη εργασία.

Ευχαριστίες

Μέσα από την εργασία αυτή θα θέλαμε να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Κλαδά Ιωάννη και την κ. Μπεκιάρη Βλασούλα για την εποπτεία και υποστήριξή τους στο σχεδιασμό και υλοποίησή της πτυχιακής μου.

Περιεχόμενα

Πρόλογος	3
Περίληψη	4
Ευχαριστίες	5
Περιεχόμενα.....	6
Κατάλογος Πινάκων και Εικόνων	8
Εισαγωγή	10
Κεφάλαιο 1ο Λιμνολογία.....	12
1.1 Ορισμός Λιμνολογίας- Λίμνης.....	12
1.2 Ταξινόμηση των λιμνών.....	15
1.2.1 Ταξινόμηση των λιμνών σύμφωνα με τον τρόπο σχηματισμού της Λιμναίας Λεκάνης.	16
1.2.2 Ταξινόμηση των λιμνών σύμφωνα με την κλιματική τους ζώνη.	18
1.2.3 Ταξινόμηση των λιμνών με βάση τον τρόπο αποστράγγισης.	18
1.2.4 Ταξινόμηση των λιμνών με βάση τις υδροχημικές συνθήκες.	18
1.2.5 Ταξινόμηση λιμνών με βάση τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες	19
1.2.6 Ταξινόμηση λιμνών σύμφωνα με τις βιοχημικές ιδιότητες.....	20
1.2.7 Ταξινόμηση λιμνών σύμφωνα με τη θερμοκρασία	24
Κεφάλαιο 2ο Δομή –Μορφολογία των Λιμνών της Αιτωλοακαρνανίας	25
2.2 Μορφομετρία των λιμνών	26
2.3 Μορφομετρία των λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας.....	28
2.3.1 Λίμνη Τριχονίδα	29
2.3.2 Λίμνη Αμβρακία.....	30
2.3.3 Λίμνη Οζερός	31
2.3.4 Λίμνη Λυσιμαχία.....	33
2.3.5 Λίμνη Βουλκαρία	35
2.4 Τεχνητές Λίμνες του Νομού Αιτωλοακαρνανίας.....	36

2.4.1 Η λίμνη Κρεμαστών	37
2.4.2 Η λίμνη Καστρακίου	38
2.4.4 Η λίμνη Στράτου.....	38
2.5 Ζώνωση των Λιμνών.....	39
Κεφάλαιο 3 ^ο Χημική δομή των Λιμνών	40
3.1 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Τριχωνίδας	40
3.2 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Αμβρακίας.....	41
3.3 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Λυσιμαχίας.....	41
3.4 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Οζερού	42
3.5 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Βουλκαρία.....	42
Κεφάλαιο 4 ^ο Οι θερμοκρασίες των λιμνών	43
4.1 Πυκνότητα του νερού και θερμοκρασία των λιμνών.....	46
4.3 Θερμοχωρητικότητα του νερού και θερμοκρασία των λιμνών.....	47
4.4 Φως και θερμοκρασία των λιμνών	48
Κεφάλαιο 5 ^ο Οι θερμοκρασίες των Λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας	49
5.1 Θερμοκρασία της Λίμνης Τριχωνίδας	49
5.2 Θερμοκρασία της Λίμνης Λυσιμαχίας.....	50
5.3 Θερμοκρασία της Λίμνης Αμβρακίας.....	50
5.4 Θερμοκρασία της Λίμνης Οζερού.....	51
5.4 Θερμοκρασία των τεχνητών λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας.....	51
Συμπεράσματα	53
Βιβλιογραφία	54
Δικτυογραφία.....	55

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Οι σημαντικότερες λίμνες της Αιτωλοακαρνανίας	13
Πίνακας 2 Δεκαβάθμια κλίμακα TSI.....	21
Πίνακας 3 Οι σημαντικότερες φυσικές λίμνες του νομού είναι οι:	25
Πίνακας 4 Τεχνητές λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας.....	26
Πίνακας 5 Οι φυσικές λίμνες της Αιτωλοακαρνανίας με τα μορφομετρικά στοιχεία...28	
Πίνακας 6 Λιμνολογικά Στοιχεία Λίμνης Τριχονίδας.....	29
Πίνακας 7 Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Αμβρακίας	30
Πίνακας 8 Λιμνολογικά στοιχεία Λίμνης Αμβρακίας	30
Πίνακας 9 Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Οζερού	32
Πίνακας 10 Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Οζερού	32
Πίνακας 11 Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Λυσιμαχίας	33
Πίνακας 12 Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Λυσιμαχίας	34
Πίνακας 13 Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βουλκαρίας.....	35
Πηγή: Georgiadis et al, 1995 (standard form for special protection areaw-SPA, Natura2000, Voulkaria)	36
Πίνακας 14 Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βουλκαρίας.....	36
Πίνακας 15 Οι τεχνητές λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας.....	36
Πίνακας 16 Πυκνότητα και Θερμότητα.....	47

Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Οι Λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας.....	14
Εικόνα 2 Τεκτονικής προέλευσης 3 Dauner Maare (Gemündener, Weinfelder) ,	16
Εικόνα 3 Ηφαιστειογενούς προέλευσης, Crater lake oregon.	17
Εικόνα 4 Jezero. A cenote / karst lake, reflecting the karst's water table, near Imotski, Croatia.....	17
Εικόνα 5 Το Λιμναίο περιβάλλον, Λιμνολογία	20
Εικόνα 6 Δείκτης TSI Λίμνη Λυσιμαχία	22
Εικόνα 7 Δείκτης TSI Λίμνη Αμβρακία	23
Εικόνα 8: Διαφορές ολιγοτροφικών και ευτροφικών λιμνών.....	24
Εικόνα 9 Λίμνη Αμβρακία.....	31
Εικόνα 10 Λίμνη Οζερός.	32
Εικόνα 11 Λίμνη Λυσιμαχία.....	35
Οι τεχνητές λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας είναι οι παρακάτω:.....	36
Εικόνα 12 Η λίμνη των Κρεμαστών.	37
Πηγή : http://old.wikimarria.org Πρόσβαση 20/5/2019.....	37
Εικόνα 13 Τεχνητή Λίμνη Καστρακίου, Υδροηλεκτρικός Σταθμός	38
Εικόνα 14 Η τεχνητή λίμνη Στράτου.....	39
Πηγή http://old.wikimarria.org/	39
Εικόνα 16 Βυθομετρική απεικόνιση της λίμνης Τριγωνίδας'	41
Εικόνα 17 Θερμική στρωμάτωση βαθιάς λίμνης στη διάρκεια του καλοκαιριού.....	44
Εικόνα 18 Θερμικός κύκλος στρωματοποίησης – αποστρωματοποίησης σε μία λίμνη ή ταμειυτήρα.	45
Εικόνα 19 Θερμική στρωμάτωση και αναστροφή.....	45
Εικόνα 20 Ένταση ακτινοβολίας και Βάθους.....	48

Εισαγωγή

Οι θερμοκρασίες των λιμνών Αιτωλοακαρνανίας αποτελεί τον αντικειμενικό στόχο των της παρούσας εργασίας. Η περιοχή αυτή έχει μεγάλη σημασία καθώς θεωρείται από τις λίγες περιοχές της Ελλάδας στις οποίες υπάρχει πλεόνασμα νερού και το οποίο συνήθως μένει ανεκμετάλλευτο και χύνεται στη θάλασσα. Αρχικά έγινε βιβλιογραφική διερεύνηση της Λιμνολογίας και της ταξινόμησης των λιμνών με βάση

τον τρόπο σχηματισμού της Λιμναίας Λεκάνης, ταξινόμηση σύμφωνα με την κλιματική τους ζώνη, τον τρόπο αποστράγγισης, τις υδροθερμικές συνθήκες, τις φυσικές τους ιδιότητες και τέλος τις θερμικές συνθήκες.

Με βάση τα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας έγινε περιγραφή της Δομής – Μορφολογίας των Λιμνών της Αιτωλοακαρνανίας και της μορφομετρίας των λιμνών με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους όλων των λιμνών όπως της Τριχωνίδας, της Λυσιμαχίας του Οζερού και των υπολοίπων.

Σημαντικό μέρος της πτυχιακής παρουσιάζουν και οι τεχνητές λίμνες του νομού και τέλος το φαινόμενο της ζώνωσης.

Η θερμοκρασία του νερού των λιμνών παρουσιάζει σημαντικές εποχιακές διακυμάνσεις. Τον χειμώνα, με την προϋπόθεση ότι η λίμνη δεν παγώνει, η θερμοκρασία του νερού είναι σχεδόν σταθερή σε όλο το βάθος.

Με την άνοδο της θερμοκρασίας η σχέση πυκνότητας-θερμοκρασίας του νερού και το γεγονός ότι το νερό είναι μάλλον κακός αγωγός της θερμότητας, έχουν ως αποτέλεσμα το σχηματισμό στρωμάτων (θερμική στρωματοποίηση).

Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, το επιφανειακό στρώμα θερμαίνεται από την ηλιακή ακτινοβολία. Επειδή δε είναι ελαφρύτερο σχηματίζει ένα επιφανειακό στρώμα, το επιλήμνιο (epilimnion), πάνω από το στρώμα του πυθμένα που ονομάζεται υπολήμνιο (hypolimnion). Αυτό διατυπώνεται στο 3 κεφάλαιο της πτυχιακής μου εργασίας.

Γενικά οι θερμοκρασίες των λιμνών εξαρτώνται από κάποιους παράγοντες σημαντικός όπως είναι η πυκνότητα του νερού, η θερμοχωρητικότητα και το φως.

Ειδικότερα, εξετάστηκαν οι θερμοκρασίες των λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας, καθώς η θερμοκρασία τόσο των φυσικών λιμνών όσο και των ταμιευτήρων αλλάζει και στον χώρο και στον χρόνο. Οι μεταβολές αυτές θεωρούνται ως αποτέλεσμα της θερμότητας που μεταφέρεται από τα ρεύματα, την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας ή την απώλεια θερμότητας λόγω εξάτμισης, κ.λπ. Η θερμοκρασία αυτή είναι διαφορετική για κάθε λίμνη και εξαρτάται από τον καθαρό ρυθμό θερμικής ροής, δηλαδή από τη διαφορά του ποσού της ακτινοβολίας που εισρέει και την ακτινοβολία που εκρέει. Γενικά οι θερμοκρασίες των λιμνών εξαρτώνται από κάποιους παράγοντες σημαντικός όπως είναι η πυκνότητα του νερού, η θερμοχωρητικότητα και το φως.

Ειδικότερα, εξετάστηκαν οι θερμοκρασίες των λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας, καθώς η θερμοκρασία τόσο των φυσικών λιμνών όσο και των ταμιευτήρων αλλάζει και στον χώρο και στον χρόνο. Οι μεταβολές αυτές θεωρούνται ως αποτέλεσμα της θερμότητας που μεταφέρεται από τα ρεύματα, την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας ή την απώλεια θερμότητας λόγω εξάτμισης, κ.λπ. Η θερμοκρασία αυτή είναι διαφορετική για κάθε λίμνη και εξαρτάται από τον καθαρό ρυθμό θερμικής ροής, δηλαδή από τη διαφορά του ποσού της ακτινοβολίας που εισρέει και την ακτινοβολία που εκρέει.

Κεφάλαιο 1ο Λιμνολογία

1.1 Ορισμός Λιμνολογίας- Λίμνης

Η Λιμνολογία αποτελεί την *—μελέτη των γλυκών και αλμυρών νερών που περιβάλλονται από χερσαίες εκτάσεις. Αντικείμενό της δηλαδή είναι οι λίμνες, φυσικές και τεχνητές, οι χείμαρροι, τα ποτάμια, οι υγρότοποι και οι εκβολές των ποταμών*». ¹

Η Λιμνολογία γρήγορα αποτέλεσε μία σημαντική επιστήμη τους δύο τελευταίους αιώνες, καθώς οι εξελίξεις σε όργανα σημαντικά για τη μελέτη των νερών όπως τα μικροσκόπια και τα θερμόμετρα, ήταν πολύ γρήγορα αναπτυσσόμενες ενώ η δημιουργία κατάλληλων δικτύων για τη συγκέντρωση του φυτοπλαγκτού, έδωσαν τη δυνατότητα στους επιστήμονες να μελετήσουν τον μικρόκοσμο των λιμνών με όλα τα χαρακτηριστικά συστατικά που περικλείονται σε αυτόν. Ιδρυτής αυτής της επιστήμης αποτελεί ο -F.A.Forel, ένας εξαιρετικός ακαδημαϊκός του Πανεπιστημίου της Λοζάνης, με πολλές διακρίσεις, και ο οποίος το 1892 μιλάει πρώτος για την επιστήμη της «λιμνολογίας» (limnologie), στην έρευνά του Lemans: Monographie

¹ <http://www.env.upatras.gr/files/announcements/> Σημειώσεις λιμνολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Κεχαγιάς, 2015

Limnologique’, που αφορούσε τη γεωλογία, τη φυσική και τη χημεία της λίμνης της Γενεύης της Ελβετίας (Κεχαγιάς 2015).

«Ως λίμνη χαρακτηρίζεται μία μικρή ή μεγάλη υδάτινη ποσότητα στην ξηρά, με διαφορετικό βάθος μέγεθος και αλατότητα και μπορεί να συνδέεται άμεσα ή έμμεσα με τη θάλασσα, αλλά υπάρχει και περίπτωση να μην υπάρχει καμία σύνδεση».²

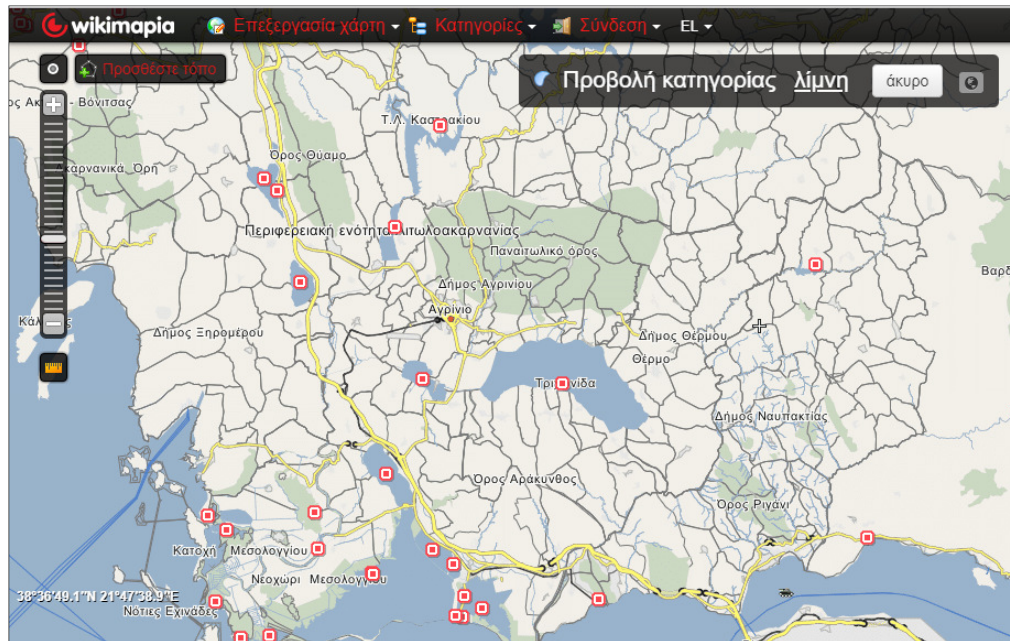
Οι περισσότερες λίμνες έχουν μία επιφάνεια στάθμης που φτάνει πάνω από την μέση στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας, αλλά υπάρχουν και λίμνες που η στάθμη τους φτάνει πολύ κάτω από τη στάθμη της θάλασσας. Οι περισσότερες από τις πλέον βαθιές λίμνες στον κόσμο βρίσκονται με το πιο βαθύ σημείο της λεκάνης τους, πολύ κάτω από τη στάθμη της θάλασσας και τα βυθίσματά τους ονομάζονται «κρυπτοβυθίσματα». Τέτοιο φαινόμενο με τα κρυπτοβυθίσματα στην Ελλάδα, παρουσιάζεται στις λίμνες της Αιτωλοακαρνανίας, Τριγωνίδα και Αμβρακία, καθώς παρατηρείται το βαθύτερο τμήμα της λιμναίας λεκάνης τους να βρίσκεται κάτω από τη μέση στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας.

Πίνακας 1 Οι σημαντικότερες λίμνες της Αιτωλοακαρνανίας

Όνομασία	Γεωγραφικό διαμέρισμα (Νομός)	Επιφάνεια (τ.χμ.)	Μέγιστο μήκος (χλμ.)	Μέγιστο πλάτος (χλμ.)	Βάθος (μ.)	Υψόμετρο (μ.)	Νησίδες
Τριγωνίδα	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	95,84	18,1	8,2	58	22	
Αμβρακία	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	14,477	13,15	3,74	40	16	-
Λυσιμαχία	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	13,085	6,238	3	9	20	-
Οζερός	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	9,45	5,2	2,683	10	110	
Βουλκαρία	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	9,207	4	3,54	2,5	10	

Πηγή: <https://el.wikipedia.org> Τελευταία Ανάκτηση[25/03/2019]

² <http://www.env.upatras.gr/files/announcements/> Σημειώσεις λιμνολογίας, Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Κεχαγιάς, 2015



Εικόνα 1 Οι Λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας

Πηγή:<http://wikimapia.org>

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω οι λίμνες εκτός από το νερό περικλείουν σημαντικά συστατικά στοιχεία ενός υδάτινου οικοσυστήματος ζώων, φυτών, μικροοργανισμών, που χαρακτηρίζονται από ποικιλία και διάφορα στοιχεία του λιμναίου οικοσυστήματος.

Οι λίμνες εκτός από τους φυσικούς παράγοντες επηρεάζονται και από άλλους επίσης σημαντικούς, όπως τους χημικούς, τους βιολογικούς και τους γεωλογικούς.

Οι λίμνες αποτελούν γεωμορφολογικές οντότητες με αρχή, εξέλιξη και τέλος μέσα στο γεωλογικό χρόνο, διακρίνονται με πολλές εισροές, εκροές και η ανανέωση του νερού της κάθε λίμνης είναι διαφορετική, με αργό μεν ρυθμό αλλά συνεχή και αποτελούν φυσικές παγίδες ιζημάτων.

Σύμφωνα με τον (Wetzel, 2001), η ταξιμόηση των λιμνών γίνεται με κάποιους βασικούς παράγοντες που είναι οι ακόλουθοι:

- ✓ Προέλευση
- ✓ Γεωμορφολογία
- ✓ Υδρολογικό καθεστώς

- ✓ Θερμική στρωμάτωση
- ✓ Τροφική κατάσταση

Το βασικό στοιχείο των λιμνών, η λεκάνη απορροής, θεωρείται το στοιχείο που υδροδοτεί τη λίμνη με τις απορροές και τις υπολίμνιες πηγές της, αλλά από την άλλη οποιαδήποτε αλλαγή της όπως μια οικιστική επέκταση, ένα αποστραγγιστικό έργο ή μια φωτιά σε δασική έκτασή της δημιουργούν μέγιστο πρόβλημα στην ισορροπία του λιμναίου οικοσυστήματος. Εξαιτίας των μεγάλων γεωλογικών φαινομένων κυρίως την περίοδο των παγετώνων, οι λίμνες εμφανίζονται στη διάρκεια της ζωής του πλανήτη και φαίνονται σε μας ως μόνιμοι σχηματισμοί της επιφάνειας της γης, στην ουσία όμως είναι γεωλογικά προσωρινοί.

«Με τον όρο τεχνητή λίμνη αποκαλούμε κάθε λίμνη που σχηματίστηκε με κατασκευή φραγμάτων, συνήθως στη ροή ποταμών και πολύ μικρότερων υδάτινων ρευμάτων, που προέρχονται από την ίδια λεκάνη απορροής. Ο σκοπός της δημιουργίας τέτοιων λιμνών είναι η παραγωγή ενέργειας, η άρδευση και η ύδρευση. Ο τεχνικός όρος που χρησιμοποιείται για την αναφορά στις τεχνητές λίμνες είναι Ταμιευτήρας.»³

Η κύρια διαφορά των φυσικών με τις τεχνητές λίμνες εντοπίζεται στις περιόδους ξηρασίας, όπου η άντληση νερού από τους ταμιευτήρες υπερβαίνει το ποσό συμπλήρωσής τους με νερό από τους τριγύρω ποταμούς και έτσι επέρχεται σημαντική μείωση στη στάθμη (Ρίζος 2011).

1.2 Ταξινόμηση των λιμνών

Προκειμένου να υπάρχει μία καλύτερη και βαθύτερη γνώση για τις λίμνες επιβάλλεται η ταξινόμησή τους σε κατηγορίες σύμφωνα με κάποια στοιχεία ώστε η λύση των προβλημάτων να είναι άμεση και αποτελεσματική. Οι θερμοκρασίες που επικρατούν σε μία λίμνη επηρεάζουν την κυκλοφορία και ανάμιξη του νερού και είναι καθοριστικές όσον αφορά τον τύπο του οικοσυστήματος που αναπτύσσεται γύρω από αυτές. Με βάση αυτήν την παρατήρηση οι επιστήμονες προσπάθησαν να ταξινομήσουν αναλόγως τις λίμνες (Skowron, 2008).

³ Εισαγωγή στην Φυσική Γεωγραφία και Οικολογία των Λιμνών , Διαθέσιμο στη διεύθυνση http://ydronaftes.gr/cms/common/pdf.php?article_id=176 [Τελευταία ανάκτηση 25/03/2019]

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταξινόμηση των λιμνών είναι η θερμοκρασία, η κυκλοφορία- ανάμιξης του νερού, η περιεκτικότητά τους σε θρεπτικά στοιχεία, ο τρόπος σχηματισμού της λιμναίας λεκάνης και διάφοροι άλλοι λόγοι.

1.2.1 Ταξινόμηση των λιμνών σύμφωνα με τον τρόπο σχηματισμού της Λιμναίας Λεκάνης.

Λίμνες τεκτονικής προέλευσης. Πρόκειται για τις λίμνες που η προέλευσή τους οφείλεται σε τεκτονικά αίτια. Οι περισσότερες από αυτές διακρίνονται από το επίμηκες σχήμα με μεγάλο βάθος και απότομες ακτές. Επιπρόσθετα, δημιουργούνται και από την παραμόρφωση της επιφάνειας της γης, λόγω κανονικών ρηγμάτων. Τέτοιες περιπτώσεις αποτελούν οι γνωστές λίμνες όπως η Κασπία, η λίμνη Ταγκανίκα (μήκος 650 km, πλάτος 30 – 80 km και βάθος 1435 m), καθώς και οι ελληνικές λίμνες Βόλβη και Λαγκαδά.



Εικόνα 2 Τεκτονικής προέλευσης 3 Dauner Maare (Gemündener, Weinfelder) ,

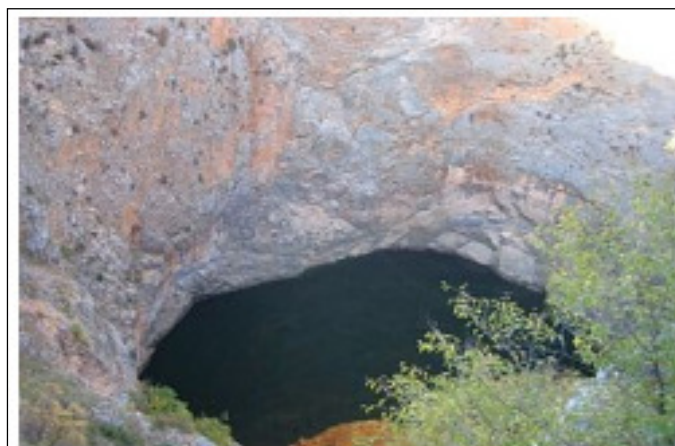
Πηγή: <https://en.wikipedia.org/wiki/Maarmediaviewer/File:Maare.jpg>



Εικόνα 3 Ηφαιστειογενούς προέλευσης, Crater lake oregon.

Πηγή Source: Martin Schildgen <http://en.wikipedia.org/wiki/Caldera#mediaviewer>

Διάλυσης (Καρστικές) . Οι λίμνες αυτού του τύπου δημιουργούνται σε περιοχές που παρατηρείται κυρίως μία καρστική διάβρωση, και εξαιτίας υπόγειας διάβρωσης των ασβεστόλιθων από το νερό, με αποτέλεσμα την δημιουργία υπόγειων εγκοίλων. Η τροφοδοσία των λιμνών σε νερό γίνεται επιφανειακά και υπόγεια. Στις καρστικές λίμνες ανήκουν και οι μικρές λίμνες των δολίνων.



Εικόνα 4 Jezero. A cenote / karst lake, reflecting the karst's water table, near Imotski, Croatia.

Πηγή: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_Lake,_Imotski,_Croatia

Παράκτιες λίμνες. Παρατηρούνται με το σχηματισμό ενός παράκτιου φράγματος ανάμεσα στην ξηρά και τη θάλασσα. Το παράκτιο τμήμα της ξηράς παρουσιάζει ένα σχηματισμό ενός κόλπου, που αποθέτονται σε αυτό διάφορα υλικά από τα κύματα ή τον αέρα. Έτσι προκύπτει ο σχηματισμός της λίμνης και αν παρουσιάζονται στενά περάσματα, που βοηθούν στην επικοινωνία με τη θάλασσα τότε σχηματίζεται η λιμνοθάλασσα.

Υδατοταμιευτήρες. Όταν υπάρχει μία κοιλότητα στη γη που είναι ανοικτή και αποφραχτεί από ένα φράγμα είναι δυνατό να σχηματισθεί μία λίμνη. Αυτό είναι αποτέλεσμα που προκύπτει από ένα ιζηματογενές υλικό, εξαιτίας μίας κατολίθωσης και τεμαχισμού του εδάφους, με αποτέλεσμα αυτό το σημείο να αποφραστεί καθώς βρίσκεται σε χαμηλό σημείο.

Ο παραπάνω τύπος λιμνών σχηματίζεται και με την εισροή προσχωματικών εδαφών, εξαιτίας των παγετώνων.⁴

Παγετώδεις λίμνες. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν κατά κύριο λόγο οι λίμνες που σχηματίστηκαν εξαιτίας της γεωμορφολογία από τους παγετώνες, κυρίως την τεταρτογενή περίοδο που οι πάγοι υποχώρησαν και διαμορφώθηκαν από τις αποθέσεις των διαφόρων υλικών. .

Αλμυρές λίμνες. Πρόκειται για τις λίμνες που τα νερά εμφανίζουν μεγάλη ποσότητα αλατιού εξαιτίας της συνεχούς απομάκρυνσης του καθαρού νερού μέσω της εξάτμισης. Τέτοια λίμνη είναι η λίμνη Αράλη, που αναγκαστικά αποξηράθηκε για να μην υπάρχει πρόβλημα επειδή οι άνθρωποι τη χρησιμοποιούσαν για άρδευση σε μεγάλες εκτάσεις γης.

1.2.2 Ταξινόμηση των λιμνών σύμφωνα με την κλιματική τους ζώνη.

Οι κλιματικοί παράγοντες αποτελούν σημαντικές παραμέτρους για τη δημιουργία των λιμνών και η κατηγοριοποίησή τους έχει ως εξής:

α) Ζώνη τροπικών και υποτροπικών λιμνών γλυκού νερού. β) Ζώνη αλμυρών και υφάλμυρων λιμνών βόρεια και νότια των προηγούμενων. γ) Ζώνη ορεινών λιμνών (Γεωργίου 2013).

1.2.3 Ταξινόμηση των λιμνών με βάση τον τρόπο αποστράγγισης.

Οι κλιματικοί παράγοντες σε συνδυασμό με την γεωλογική μορφή του εδάφους προσδιορίζουν και τον τρόπο αποστράγγισης της λίμνης. Με βάση τα παραπάνω οι λίμνες διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

α)Λίμνες ελλιπούς αποστράγγισης β)Λίμνες διαρκούς αποστράγγισης γ)Λίμνες περιοδικής αποστράγγισης (Γεωργίου 2013).

1.2.4 Ταξινόμηση των λιμνών με βάση τις υδροχημικές συνθήκες.

⁴ <http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/chapter075.html>, Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας, Υδρολογία, Υδρογραφία, Λίμνες[Τελευταία ανάκτηση 28/03/2019]

Ανάλογα με το ποσοστό της αλατότητας διακρίνονται σε: α) Λίμνες γλυκού νερού, όπου το ποσοστό της αλατότητας φτάνει από 0.3 έως 1%, β) Λίμνες υφάλμυρου νερού, το ποσοστό της αλατότητας φτάνει από 1 έως και 24.7% γ) Λίμνες αλμυρού νερού το ποσοστό της αλατότητας ξεπερνάει το 27%. (Γεωργίου 2013).

1.2.5 Ταξινόμηση λιμνών με βάση τις επικρατούσες θερμικές συνθήκες

Καθώς οι περισσότερες λίμνες αποτελούνται από το επιλίμνιο, μεταλίμνιο και το υπολίμνιο στρώμα από την επιφάνεια προς τον βυθό, διακρίνονται σε:

1) Αμεικτικές Αποτελεί σπάνια κατηγορία. Η επιφάνεια της λίμνης καλύπτεται μόνιμα από πάγο. Δεν υπάρχουν σημαντικές θερμικές ανταλλαγές ανάμεσα στο εξωτερικό και το εσωτερικό του νερού.

2) Ψυχρές μονομεικτικές η κυκλοφορία και ανάμιξη γίνεται μια φορά το χρόνο κατά την θερινή περίοδο ενώ η θερμοκρασία του νερού δεν ξεπερνά ποτέ τους 4 0C. Κατά την ψυχρή εποχή η επιφάνεια καλύπτεται από στρώμα πάγου.

3. Δμεικτικές αποτελεί την πιο συχνή κατηγορία και είναι λίμνες του εύκρατου τύπου, με δυο περιόδους ανάμειξης, μια την άνοιξη και μια το φθινόπωρο και δυο περιόδους κυκλοφορίας ανάμεσα στις παραπάνω περιόδους στρωμάτωσης.

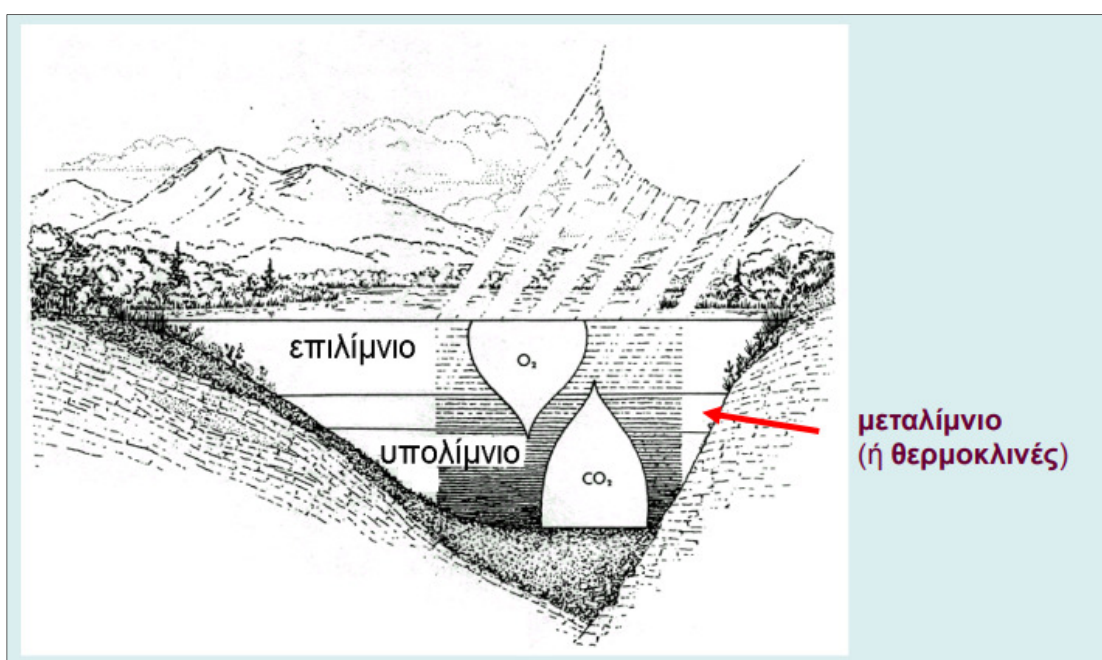
4. Θερμές μονομεικτικές στις λίμνες αυτές η θερμοκρασία δεν πέφτει κάτω από 4 0C και έχουν μια περίοδο κυκλοφορίας κατά την χειμερινή περίοδο και μια περίοδο άμεσης στρωμάτωσης κατά τη θερινή περίοδο.

5. Ολιγομεικτικές οι περίοδοι κυκλοφορίας είναι σπάνιες και ακανόνιστες ενώ η θερμοκρασία του νερού είναι πάνω από 4 0 C. Είναι οι λίμνες του τροπικού τύπου.

6. Πολυμεικτικές οι περίοδοι κυκλοφορίας είναι πολυάριθμες ή και συνεχής, με θερμοκρασία πάντα ανώτερη από 4 0 C. Είναι χαρακτηριστικές στις ενδοτροπικές περιοχές και συνήθως σε μεγάλο υψόμετρο. (Skowron R., 2008), (Hutchinson και Loffler, 1956)

Στο επίπεδο του επιλιμνίου διατηρείται σχεδόν ομοιόμορφη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού αλλά όχι η ίδια καθώς εξαρτάται σημαντικά από την

θερμοκρασία του αέρα. Το μεταλίμνιο και συγκεκριμένα στο ανώτερο όριό του, η πτώση της θερμοκρασίας αρχίζει να ξεπερνά τους 10°C ανά 1 μέτρο βάθους, ενώ το κατώτερο όριο είναι εκείνο στο οποίο η θερμοκρασία γίνεται μικρότερη από 10°C ανά 1 μέτρο βάθους. Το βάθος αυτού του επιπέδου δεν είναι σταθερό επίσης σε όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού. Όταν σχηματισθεί το μεταλίμνιο, τότε το υπολίμνιο απομονώνεται από κάθε μέρος της βιοκοινότητας που υπάρχει σε αυτό (Μαυραντωνάκη 2010)



Εικόνα 5 Το Λιμναίο περιβάλλον, Λιμνολογία

Πηγή: <http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/chapter075.html>, [Τελευταία ανάκτηση 28/03/2019]

1.2.6 Ταξινόμηση λιμνών σύμφωνα με τις βιοχημικές ιδιότητες

Ένας δείκτης τροφικής κατάστασης (Trophic State Index, TSI), χρησιμοποιεί τη βιομάζα του φυτοπλαγκτού, ως βάση μιας συνεχούς σειράς τροφικών καταστάσεων σε λίμνες υπό συνθήκες περιορισμού και μη θρεπτικών. Για την κατάταξη της τροφικής κατάστασης των λιμνών ο Carlso (1977) πρότεινε τρεις δείκτες σε μια κλίμακα 0-100.

Οι δείκτες αυτοί υπολογίζονται με βάση το SD (m), και τις συγκεντρώσεις των TP και Chl-a (mg m⁻³). Οι δείκτες τροφικής κατάστασης (TSI) του Carlson, βασίστηκαν στην μετατροπή της διαφάνειας του δίσκου Secchi, έτσι ώστε ο διπλασιασμός ή υποδιπλασιασμός της διαφάνειας να αντιστοιχεί σε μια δεκαβάθμια κλίμακα TSI.

Πίνακας 2 Δεκαβάθμια κλίμακα TSI

Carlson TSI			
Ημ/νια	TSI(Chl-a)	TSI(SD)	TSI(TP)
Ιουν-10	78	67	79
Ιουλ-10	75	66	76
Αυγ-10	73	68	83
Σεπ-10	75	70	78
Οκτ-10	65	66	75
Νοε-10	62	58	71
Δεκ-10	*	62	70
Ιαν-11	60	56	64
Φεβ-11	59	60	74
Μαρ-11	54	60	*
Απρ-11	49	60	*
Μαϊ-11	50	60	*

Πηγή: http://www.lakepamvotis.gr/img/monitoring/Monitoring_Nitas_P.pdf

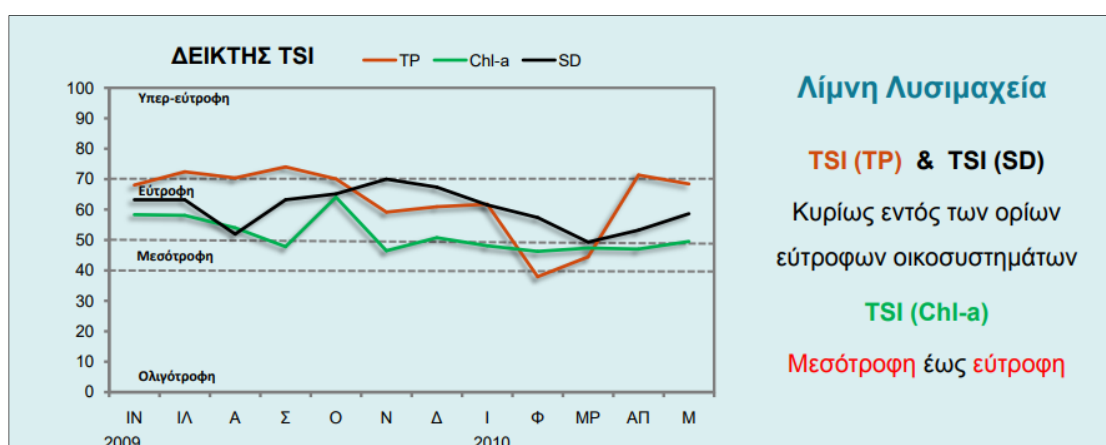
Τιμές TSI μικρότερες του 30 συνήθως εμφανίζονται σε oligotρφες λίμνες, ενώ τιμές μεταξύ 50 και 70 αντιστοιχούν σε τυπικές ευτροφικές συνθήκες. Υπερτροφικές συνθήκες έχουν συνήθως τιμές TSI μεγαλύτερες του 70.

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τις λίμνες που ταξινομούνται με βάση το δείκτη τροφικότητας, την οργανική ουσία που δημιουργείται στον οργανισμό από μόνος του ή το παίρνουν από άλλες πηγές.

α) Oλιγοτροφικές: Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι λίμνες που το υλικό τροφικότητας βρίσκεται σε χαμηλό ποσοστό, με πλούσια συστατικά από O₂ ώστε να δημιουργούνται οξειδωτικές συνθήκες στο υπολίμνιο, και παρατηρείται χαμηλή

ποσότητα σε νιτρικά και φωσφορικά άλατα υπάρχουν αποχρώσεις του πράσινου και μπλε. Έτσι χαρακτηρίζεται η λίμνη Τριχωνίδα.

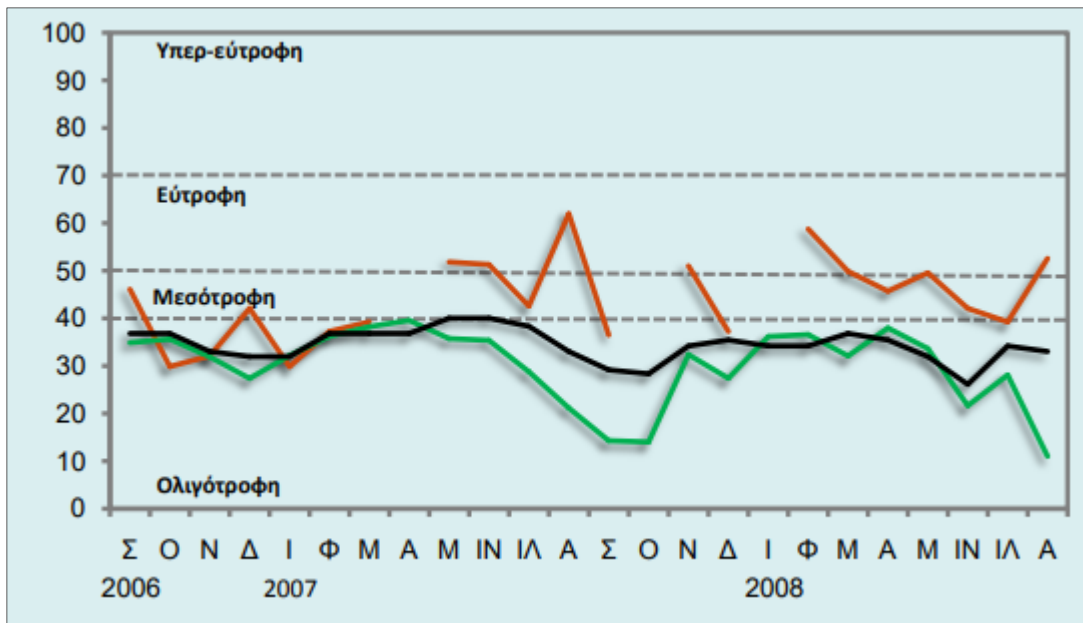
β) Ευτροφικές: Αντίθετα από τις Ολιγοτροφικές αυτές οι λίμνες συγκεντρώνουν μεγάλο ποσοστό από το υλικό τροφικότητας το οξυγόνο βρίσκεται σε χαμηλή περιεκτικότητα και νιτρικά , φωσφορικά και ανθρακικά άλατα είναι πολλά με αποτέλεσμα να υπάρχει κίτρινο χρώμα, και επιλίμνιο να έχει μεγαλύτερο πάχος από το υπολίμνιο. Τέτοιου είδους λίμνες βρίσκονται σε περιοχές με πορώδη ιζήματα που είτε περιέχουν, είτε εμπλουτίζονται σε οργανικό υλικό. Παράδειγμα αποτελεί η λίμνη Λυσιμαχεία.



Εικόνα 6 Δείκτης TSI Λίμνη Λυσιμαχεία

Πηγή: Κεχαγιάς 2015

γ) Δυστροφικές: Για να χαρακτηριστεί μία λίμνη ως Δυστροφική θα πρέπει το οργανικό υλικό και τα θρεπτικά συστατικά να υπάρχουν σε μεγάλες ποσότητες και να μειωθεί το O_2 , αποκτώντας ένα καφέ χρώμα, και αν το οξυγόνο μειωθεί σε πολύ μεγάλο βαθμό μέχρι να εξαφανιστεί η περιοχή μετατρέπεται σε έλος και υπάρχει περίπτωση να γίνει χώρος απόθεσης τύρφης. Στην κατηγορία αυτή τοποθετείται η Λίμνη Αμβρακία.



Εικόνα 7 Δείκτης TSI Λίμνη Αμβρακία

Πηγή: Κεχαγιάς 2015

ΠΑΡΑΓΟΝΤΑΣ	ΟΛΙΓΟΤΡΟΦΙΚΕΣ	ΕΥΤΡΟΦΙΚΕΣ
Συστατικά	Χαμηλά επίπεδα και χαμηλή παροχή των κύριων συστατικών (άζωτο, φώσφορος, θείο)	Υψηλά επίπεδα και υψηλά παροχή κύριων και δευτερευόντων συστατικών
Διαλυμένο οξυγόνο	Δεν διαφοροποιείται αρκετά από στο επιλίμνιο ή το υπολίμνιο (10±10%).	Μεγάλο εύρος τιμών κορεσμού. Μείωση στο υπολίμνιο (0-100%) και υπερκορεσμός (100-250%)
Βιοτική κατάσταση	Χαμηλή η κύρια παραγωγικότητα. Χαμηλή πυκνότητα και ένδειξη φυτοπλαγκτονικών, ζωοβενθικών, ζωοπλαγκτονικών, οργανισμών και ψαριών	Υψηλή παραγωγικότητα. Υψηλή πυκνότητα και ένδειξη φυτοπλαγκτονικών, ζωοβενθικών, ζωοπλαγκτονικών οργανισμών, και ψαριών
Φως	Διαυγή νερά, εισβολή φωτός ακόμη και κάτω από το θερμοκλινές	Θαμπό νερό, εισβολή φωτός αρκετά χαμηλή που συχνά δεν φτάνει μέχρι το θερμοκλινές ή τον πυθμένα.
Σχήμα λεκάνης και διαστρωμάτωση νερού	Βαθείς λίμνες με απότομες πλαγιές άγονα εδάφη	Ρηχές λίμνες με ελαφρά κεκλιμένα ακτές. Καλλιεργημένο και αναταραγμένο έδαφος

Τροφικό επίπεδο	Μέση ετήσια τιμή P (σε mg/l)	Μέση ετήσια τιμή Chl-a (σε mg/l)	Μέση ετήσια τιμή Chl-1 (σε mg/l)	Μέση ετήσια διαφάνεια (σε m δίσκου Secchi)	Ελάχιστη ετήσια διαφάνεια (σε m δίσκου Secchi)
Υπερ-ολιγότροφη	<4.0	<1.0	<2.5	>12.0	>8.0
Ολιγότροφη	<10.0	<2.5	<8.0	>8.0	>3.0
Μεσότροφη	10-35	2.5-8	8-25	6-3	3-15
Εύτροφη	35-100	8-25	25-75	3-1.5	1.5-0.7
Υπερτροφική	>100	>25	<75	<1.5	<0.7

Εικόνα 8: Διαφορές ολιγοτροφικών και ευτροφικών λιμνών.

Πηγή (Γεωργίου 2011)

1.2.7 Ταξινόμηση λιμνών σύμφωνα με τη θερμοκρασία

Η διάκριση των λιμνών ανάλογα με την γεωγραφική τους θέση, τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής και το βάθος τους περιγράφονται παρακάτω ως εξής:

Τροπικές: όταν η θερμοκρασία των νερών είναι μεγαλύτερη από 4°C

Εύκρατες: όταν η θερμοκρασία των νερών είναι κάτω από 4°C

Πολικές: όταν η θερμοκρασία των νερών είναι μικρότερη από 4°C όλη τη διάρκεια του έτους (στον πυθμένα όμως η θερμοκρασία σταθεροποιείται στους 4°C)

Κεφάλαιο 2ο Δομή –Μορφολογία των Λιμνών της Αιτωλοακαρνανίας

Οι φυσικές λίμνες στη Δυτική Ελλάδα αποτελούνται από 15 υδάτινα σώματα. Και θεωρούνται πολύ σημαντικές για την ανάπτυξη της περιοχής του νομού Αιτωλοακαρνανίας.

Πίνακας 3 Οι σημαντικότερες φυσικές λίμνες του νομού είναι οι:

Όνομασία	Γεωγραφικό Διαμέρισμα (Νομός)	Επιφάνεια (τ.χμ.)	Μέγιστο μήκος (χλμ.)	Μέγιστο πλάτος (χλμ.)	Βάθος (μ.)	Υψόμετρο (μ.)	Νησίδες
Τριγωνίδα	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	95,84	18,1	8,2	58	22	
Αμβρακία	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	14,477	13,15	3,74	40	16	-
Λουσαζία	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	13,085	6,238	3	9	20	-
Οζερός	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	9,45	5,2	2,683	10	110	
Βουλκαρία	Στερεά Ελλάδα(Αιτωλοακαρνανία)	9,207	4	3,54	2,5	10	

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/> Κατάλογος Λιμνών #Φυσικές Λίμνες Πρόσβαση 15/05/2019

Εκτός όμως από τις φυσικές λίμνες υπάρχουν και 3 τεχνητές και είναι οι παρακάτω:

Πίνακας 4 Τεχνητές λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας

Όνομασία	Γεωγραφικό διαμέρισμα	Επιφάνεια (τ.χμ.)	Μέγιστο μήκος (χλμ.)	Μέγιστο πλάτος (χλμ.)	Βάθος (μ.)	Υψόμετρο (μ.)
Κρεμαστών	Ελλάδα (Αιτωλοακαρνανία)	68,532	44,92	13,19	60	750
Καστρακίου	Στερεά Ελλάδα (Αιτωλοακαρνανία)	26,804	29,38	3,25	50	144
Στράτου	Ελλάδα (Αιτωλοακαρνανία)	8,4			20	

Πηγή: <https://el.wikipedia.org/> Κατάλογος Λιμνών#Τεχνητές Λίμνες Πρόσβαση 15/05/2019

Κάθε λίμνη διακρίνεται από το σχήμα της, το οποίο και εξαρτάται από το πως έχει σχηματιστεί και την μορφολογική της δομή με κύριο χαρακτηριστικό την επιφάνεια, που αλλάζει μέσα στο χρόνο.

2.2 Μορφομετρία των λιμνών

Η μορφομετρία των λιμνών καταγράφει κάθε στοιχείο που χαρακτηρίζει τη λίμνη και υπολογίζεται με βάση έναν βυθομετρικό χάρτη. Αυτά είναι ανάλογα με τα το σχήμα της και την γεωλογική της προέλευση και είναι τα εξής:

1.Η έκταση (A), είναι το εμβαδόν της επιφάνειας μιας λίμνης

2.Το μέγιστο βάθος (Zmax) και το μέσο βάθος (Z) της λίμνης

Με τον όρο μέγιστο βάθος εννοούμε το βάθος που χαρακτηρίζεται ως μεγαλύτερο ύστερα μετρήσεις που πραγματοποιούνται από ειδικά όργανα, τα βυθόμετρα και αλλάζει ανάλογα με την παρουσία ιζημάτων ή της διάβρωσης στη διάρκεια του χρόνου καθώς και με σειсмоγράφους ή σχετικές ακουστικές μεθόδους.

3. Το μήκος (L) και το πλάτος της.

Όπως και το μέγιστο βάθος έτσι και το μέγιστο μήκος (L) μιας λίμνης αποτελεί την μεγαλύτερη απόσταση των δυο πιο απομακρυσμένων σημείων της, ενώ μέγιστο πλάτος προσδιορίζεται ως η απόσταση των πιο απομακρυσμένων σημείων της ακτής που είναι όμως κάθετη προς τον άξονα του μέγιστου μήκους. Ως μέσο πλάτος (B) υπολογίζεται το πηλίκο της επιφάνειας (A) της λίμνης προς το μέγιστο μήκος της, και δίνεται από τον τύπο: $B = A/L$.

4. Ο όγκος (V) του νερού της

Το χαρακτηριστικό στοιχείο των λιμνών, ο όγκος (V) του νερού, βρίσκεται από τις συναρτήσεις των ισοβαθών καμπυλών, προσθέτοντας τον όγκο που υπάρχει ανάμεσα σε διάφορες επιφάνειες όλων αυτών των ισοβαθών καμπυλών.

Όγκος Λίμνης = \sum όγκος στρωμάτων, όπου όγκος στρώματος = $h/3 \cdot (a_1 + a_2 + \sqrt{a_1 \cdot a_2})$

και h = ύψος στρώματος, a_1 = έκταση επιφανειακού στρώματος .

Τα στοιχεία που αφορούν το μήκος, την επιφάνεια και τον όγκο μιας λίμνης βρίσκονται από τους υδρογραφικούς χάρτες.

μέσο βάθος (Z) μιας λίμνης αποτελεί το πηλίκο του όγκου του νερού προς την επιφάνεια του, δηλαδή:

$$Z = \frac{\text{όγκος νερού (V) σε } m^3}{\text{επιφάνεια (A) σε } m^2}$$

5. Το μήκος της ακτογραμμής και η ανάπτυξη της ακτογραμμής

Με τον όρο μήκος ακτογραμμής, ορίζεται η γραμμή μεταξύ νερού και λίμνης και ποτέ δεν είναι σταθερή αλλά πάντα αλλάζει εξαιτίας των υδάτων από τις βροχές.⁵

2.3 Μορφομετρία των λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας

Η Τριχωνίδα όπως και οι υπόλοιπες λίμνες (Λυσιμαχία, Οζερός και Αμβρακία) του νομού, ανήκουν στην κατηγορία της τεκτονικής προελεύσεως και αναπτύσσονται στο ταφροειδές βύθισμα Αγρίνιου. Η στάθμη των νερών της Τριχωνίδας δεν παρουσιάζει μεγάλη αλλαγή εξαιτίας της μικρής λεκάνης απορροής και της ρυθμιζόμενης αποχέτευσης προς τη Λυσιμαχία, μέσω της τεχνητής τάφρου Αλάμπεη στο δυτικότερο άκρο της (Τάφας 1991).

Πίνακας 5. Οι φυσικές λίμνες της Αιτωλοακαρνανίας με τα μορφομετρικά στοιχεία

Όνομασία Λίμνης	Επίπεδο Επιφανείας (m)	Εμβαδό Λίμνης (Km ²)	Εμβαδό Περιοχής (Km ²)	Όγκος νερού (X10 ₃ m ³)	Μέσο βάθος Z ₁ (m)	Μέγιστο Βάθος Y (m)	Χρόνος ανανέωσ ης (χρόνια)
Τριχωνίδα	15	97	250	2868	29	57	9,4
Αμβρακία	16	14	177	62	4,4	35	
Λυσιμαχία	14	13	246	53	3,9	9	

⁵ Άνοικτα Ακαδημαϊκά μαθήματα, Διαθέσιμο στη διεύθυνση⁵ <https://eclass.upatras.gr/> Κεχαγιάς-Ντούλκα Τελευταία ανάκτηση [28/03/2019]

Οζερός	23	11		59	1,6	2	
Βουλκαρία	5	10		16	1,8	2,5	

Πηγή: Επεξεργασία της ίδιας, στοιχεία από την ηλεκτρονική διεύθυνση:
<https://el.wikipedia.org/> Πρόσβαση 18/5/2019

2.3.1 Λίμνη Τριγωνίδα

Η μορφολογία των λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας είναι αρκετά περίπλοκη. Όπως προαναφέρθηκε οι λίμνες αυτές είναι τεκτονικής προελεύσεως. Η λεκάνη απορροής της Τριγωνίδας χαρακτηρίζεται από κυκλικό σχήμα με κέντρο την ίδια τη λίμνη. Διακρίνεται από αποθέσεις ιζημάτων και η έκταση της λεκάνης είναι 399 Km² από τα οποία τα 97 είναι η επιφάνεια που καταλαμβάνει η ίδια η λίμνη. Και η Τριγωνίδα και οι λίμνες της Λυσιμαχίας, του Οζερού και της Αμβρακίας βρίσκονται σε ένα ταφροειδές βύθισμα που δημιουργήθηκε εξαιτίας πολλών τεκτονικών αιτιών και συχνών σεισμών. Εξαιτίας της παραπάνω δραστηριότητας αρχικά διαχωρίστηκε η λίμνη Αμβρακία και στη συνέχεια οι άλλες λίμνες.

Πίνακας 6 Λιμνολογικά Στοιχεία Λίμνης Τριγωνίδας

Λιμνολογικά Στοιχεία Λίμνης Τριγωνίδας	
Διαύγεια	12-15 m
Θερμοκρασία	12°C- 29,7 ° C
Αγωγιμότητα	270-330_μS/cm
Διαλ. O ₂	6-11mg/l
pH	7.7-8.2

Θερμοκλινές	5-20
Υπολίμνιο	>30

Πηγή: Ψιλοβίκος και συν.1995_(Τεχνική Έκθεση. ΑΠΘ, τευχ., 1για εκτίμηση και διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου)

2.3.2 Λίμνη Αμβρακία

Η Αμβρακία βρίσκεται στο πιο βαθύ σημείο του τεκτονικού βυθίσματος του νομού Αιτωλοακαρνανίας, και η λεκάνη απορροής της έχει έκταση 101.5km², από τα οποία τα 87 km² αποτελούν την περιλίμνια χερσαία ζώνη και τα 14.5 αποτελούν την έκταση της λίμνης. Το σχήμα της λίμνης είναι τριγωνικό, με την κορυφή της προς νότο, ενώ στη διάρκεια των βροχοπτώσεων το νερό εκτείνεται μέχρι την Αμφιλοχία με έκταση 2.7 km², με αποτέλεσμα η έκταση της λίμνης να αλλάζει και να φτάνει μέχρι και 11.8 km², και η στάθμη 25 m.

Πίνακας 7 Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Αμβρακίας

Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Αμβρακίας			
Επιφάνεια Λίμνης	14.5 km ²	Υψόμετρο Λίμνης	+25 m
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	87 km ²	Μέγιστο Μήκος	13.8 km
Όγκος Λίμνη Χ10 ⁶	278 m ³	Μέγιστο Πλάτος	3.8 km
Μέγιστο Βάθος	53 m	Μήκος Ακτών	34.2 km
Μέσο Βάθος	30 m	Χρόνος ανανέωσης Νερών	6

Πηγή: Ψιλοβίκος και συν.1995 (Τεχνική Έκθεση. ΑΠΘ, τευχ., 1για εκτίμηση και διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου)

Πίνακας 8 Λιμνολογικά στοιχεία Λίμνης Αμβρακίας

Λιμνολογικά στοιχεία Λίμνης Αμβρακίας	
Διαύγεια	4-5m
Θερμοκρασία	11 ^ο -28 ^ο C
Αγωγιμότητα	881-991 Ms/cm

Διαλ O ₂	7-8.5
Επιλίμνιο	0-10 m
Υπολίμνιο	20-53 m

Πηγή: Ψιλοβίκος και συν.1995_(Τεχνική Έκθεση. ΑΠΘ, τευχ., Για εκτίμηση και διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου



Εικόνα 9 Λίμνη Αμβρακία

Πηγή: <http://wikimapia.org>

2.3.3 Λίμνη Οζερός

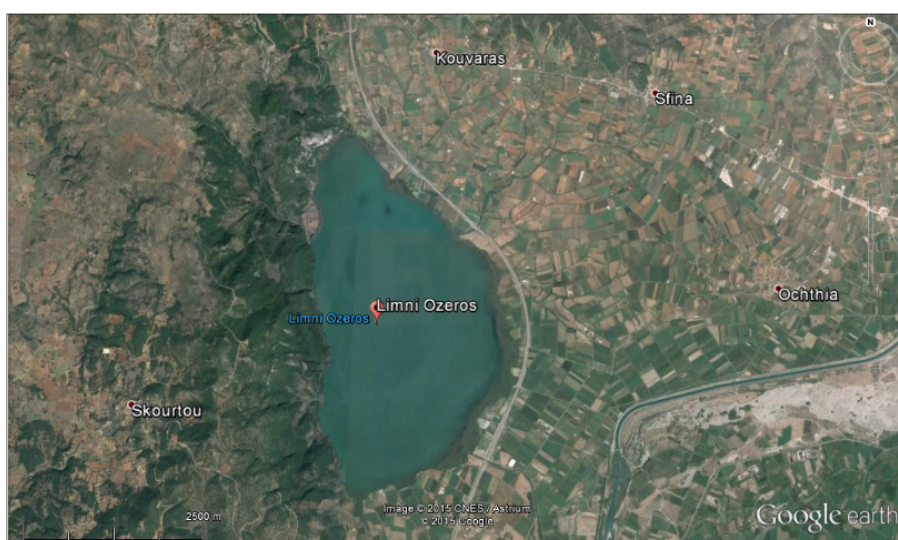
Η Λίμνη του Οζερού βρίσκεται δυτικά του Αχελώου, με συνολική έκταση 59 km². Το βάθος της φτάνει τα 8 -10 m και υπερθαλάσσιο ύψος 23 m. Όπως αναφέρθηκε πρόκειται για λίμνη τεκτονικής προέλευσης και δημιουργήθηκε από την τεκτονική δραστηριότητα της περιοχής και τον εγκλωβισμό των υδάτων από τις προσχώσεις του Αχελώου.⁶

⁶Δίκτυο Πόλεων με Λίμνες, Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://lakesnetwork.org>, Τελευταία ανάκτηση 28/03/2019]

Πίνακας 9 Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Οζερού

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Οζερού			
Παράμετρος	Ελάχιστη Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Περίοδος 2009-2010
Θερμοκρασία, °C	9.6-28.7	20.1	9.9-28.9
Αγωγιμότητα, μS/cm	225-6.30	420	201-398
pH	6.9-8.4	7,7	7.7-8.8
Διαφάνεια Secchi, m	-----	-----	0.5-2.0
Ολική Σκληρότητα,mg/l	125-320	180	-----
Διαλυτότητα Οξυγόνου, mg/l	6.7-12.8	8.5	7.04-12.09
Χλωριόντα, mg/l	3.5-5.5	20	-----
Θειικά Ιόντα, mg/l	43-281	97	-----
Χλωροφυλ., α, mg/m	-----	-----	1.48-11.7

Πηγή: Ψιλοβίκος και συν.1995_(Τεχνική Έκθεση. ΑΠΘ, τευχ., 1για εκτίμηση και διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου



Εικόνα 10 Λίμνη Οζερός.

Πηγή: <http://wikimapia.org>

Πίνακας 4 Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Οζερού

Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Οζερού			
Επιφάνεια Λίμνης	9.4 Km ²	Μέγιστο Μήκος	5 Km
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	63 Km ²	Μέγιστο Πλάτος	2.5 Km
Όγκος Λίμνη Χ10 ⁶	33.5Χ10 ⁶ m ³	Μήκος Ακτών	13.4 Km
Μέγιστο Βάθος	5.5m	Εισροές Νερού προς τη λίμνη	34.2 Km
Μέσο Βάθος	4.5m	Χρόνος ανανέωσης Νερών	6
Υψόμετρο Λίμνης	+24(+20-+22)m		2 έτη (κατά Αλαμπανάκη και συν 1998)

Πηγή: Ψιλοβίκος και συν.1995(Τεχνική Έκθεση. ΑΠΘ, τευχ., 1για εκτίμηση και διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου

2.3.4 Λίμνη Λυσιμαχία

Η Λίμνη της Λυσιμαχίας αποτελεί μία λίμνη της Αιτωλοακαρνανίας χωρίς μεγάλος βάθος. Όπως και οι προηγούμενες έχει τεκτονική προέλευση και πρόκειται για λίμνη με αρκετές αποθέσεις υλικών. Βρίσκεται μεταξύ των βουνών Αράκυνθου και Παναιτωλικού, με σχήμα επίμηκες και αρκετούς καλαμώνες γύρω από αυτή. Παλαιότερα, η επιφάνεια της λίμνης έφθανε τα 13.5 Km² , το μέγιστο μήκος της ήταν πάνω από 6 Km, το πλάτος της περίπου 3 Km. Η λίμνη αυτή ουσιαστικά θεωρείται συνέχεια της λίμνης Τριχωνίδας.

Πίνακας 5 Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Λυσιμαχίας

Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Λυσιμαχίας			
Επιφάνεια Λίμνης	11-13 Km ²	Μέγιστο Μήκος	6,5 Km

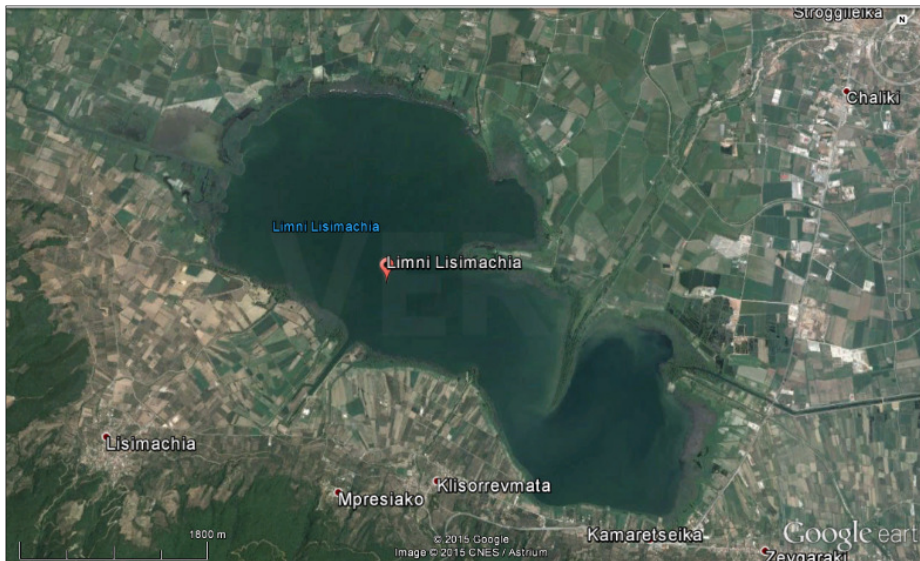
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	314 Km ²	Μέγιστο Πλάτος	3 Km
Όγκος Λίμνη Χ10 ⁶	52 Χ10 ⁶ m ³	Μήκος Ακτών	22Km
Μέγιστο Βάθος(1990)	7-9m		
Μέσο Βάθος	3.7-4.5m	Χρόνος ανανέωσης Νερών	6 μήνες
Υψόμετρο Λίμνης	12.5-14.5m		

Πηγή: Ψιλοβίκος και συν.1995_(Τεχνική Έκθεση. ΑΠΘ, τευχ., 1για εκτίμηση και Διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου

Πίνακας 12 Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Λυσιμαχίας

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Λυσιμαχίας			
Παράμετρος	Ελάχιστη Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Περίοδος 2009-2010
Θερμοκρασία, ° C	7.2	27.6	15.6
Αγωγιμότητα, μS/cm	285	460	343
pH	7.6	8.4	8.1
Διαφάνεια Secchi, m	2	4	-----
Ολική Σκληρότητα,mg/l	164	251	207
Διαλυτότητα Οξυγόνου, mg/l	175	230	200
Χλωριόντα, mg/l	6.4	13.2	8.8
Θεϊκά Ιόντα, mg/l	17.6	39.4	23.2
Χλωροφυλ., α, mg/m	71.2	77.7	73.9

Πηγή: Υπουργείο Γεωργίας,1997-1997_(Γ.Δ Εγγειοβελτικών Έργων /Τμήμα Προστ. Αρδευτ. Νερών, Υπουργείο Ανάπτυξης, 1996, Ψιλοβίκος και συν.1995(Τεχνική Έκθεση. ΑΠΘ, τευχ., 1για εκτίμηση και Διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου



Εικόνα 11 Λίμνη Λυσιμαχία

Πηγή: <http://wikimapia.org>

2.3.5 Λίμνη Βουλκαρία

Η λίμνη αυτή ονομάζεται Βουλκαρία ή Μυρτούντια Λίμνη. Πρόκειται για μία μικρή λίμνη που η έκτασή της φτάνει περίπου τα 9 km^2 , χωρίς μεγάλο βάθος και με διακυμάνσεις στη στάθμη της επιφάνειάς της. Η λεκάνη απορροής της λίμνης περιλαμβάνει κυρίως τις βορειοδυτικές υπώρειες των Ακαρνανικών ορέων. Στο μεγαλύτερο μέρος της λεκάνης η έκταση είναι πεδινή με εκτεταμένες καλλιεργούμενες περιοχές, ενώ στα νοτιοδυτικά υπάρχουν βουνά αλλά μικρά. Μεγάλη είναι και η βλάστηση από τα καλάμια που υπάρχει στην περιοχή, καθώς και τα πλωτά νησιά με τους αποσπασμένους καλάμωνες της περιμέτρου της. (Κουσουρής 2015)

Πίνακας 6 Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βουλκαρίας

Μορφομετρικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βουλκαρίας			
Επιφάνεια Λίμνης	9.4 Km^2	Μέγιστο Μήκος	4.3 Km
Υδρολογική Εδαφική Λεκάνη	63.8 Km^2	Μέγιστο Πλάτος	3.5 Km
Όγκος Λίμνη $\times 10^6$	$\times 10^6 \text{ m}^3$	Μήκος Ακτών	

Μέγιστο Βάθος(1990)	2.5 m	Υψόμετρο Λίμνης	+5 m
Μέσο Βάθος	31.6 m		

Πηγή: Georgiadis et al, 1995 (standard form for special protection areaw-SPA, Natura2000, Voulkaria)

Πίνακας 7 Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βουλκαρίας

Φυσικοχημικά Χαρακτηριστικά Λίμνης Βουλκαρίας			
Παράμετρος	Ελάχιστη Μέγιστη Τιμή	Μέση τιμή	Περίοδος 2009-2010
Θερμοκρασία, ° C	10.6	28.8	21.2
Αγωγιμότητα, μS/cm	1145	4000	18000
pH	6.9	8.5	7.8
Ολική Σκληρότητα,mg/l	240	775	340
Διαλυτότητα Οξυγόνου, mg/l	6.8	12/7	11.4
Χλωριόντα, mg/l	200	980	500
Θειικά Ιόντα, mg/l	140	640	400

Πηγή: Georgiadis et al, 1995(standard form for special protection areaw-SPA, Natura2000, Voulkaria)

2.4 Τεχνητές Λίμνες του Νομού Αιτωλοακαρνανίας

Το συνολικό υδάτινο σύστημα της Ελλάδας αποτελείται από μία επιφάνεια γύρω στα 2200 km² , δηλαδή ποσοστό κάλυψης 1.6%. Από αυτό οι φυσικές και οι τεχνητές λίμνες καλύπτουν έκταση περίπου 956 km² (47.2%), που χρόνο με το χρόνο μειώνονται με έργα αποξήρανσης και διευθετησής τους (Γεωργιάδου 2017).

Οι τεχνητές λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας είναι οι παρακάτω:

Πίνακας 8 Οι τεχνητές λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας

Όνομασία	Γεωγραφικό διαμέρισμα	Επιφάνεια (τ.γμ.)	Μέγιστο μήκος (γλμ.)	Μέγιστο πλάτος (γλμ.)	Βάθος (μ.)	Υψόμετρο (μ.)
Κρεμαστών	Ελλάδα (Αιτωλοακαρνανία)	68,532	44,92	13,19	60	750
Καστρακίου	Ελλάδα (Αιτωλοακαρνανία)	26,804	29,38	3,25	50	144
Στράτου	Ελλάδα (Αιτωλοακαρνανία)	8,4			20	

Πηγή: <https://el.wikipedia.org> Τελευταία Ανάκτηση[25/03/2019]

2.4.1 Η λίμνη Κρεμαστών

Αποτελεί τη μεγαλύτερη τεχνητή λίμνη της Ελλάδος. Δημιουργήθηκε μετά την κατασκευή του φράγματος των Κρεμαστών το 1965 από τα νερά των ποταμών Αχελώου, Αγραφιώτη, Ταυρωπού και Τρικεριώτη.

Η χωρητικότητά της φτάνει τα 4.750.000.000 m³ νερού. Γεωγραφικά τοποθετείται μεταξύ των νομών Αιτωλοακαρνανίας και Ευρυτανίας οι οποίοι ενώνονται μέσω της Γέφυρας της Επισκοπής. Η περιοχή είναι ενταγμένη στο πρόγραμμα Natura 2000.⁷



Εικόνα 12 Η λίμνη των Κρεμαστών.

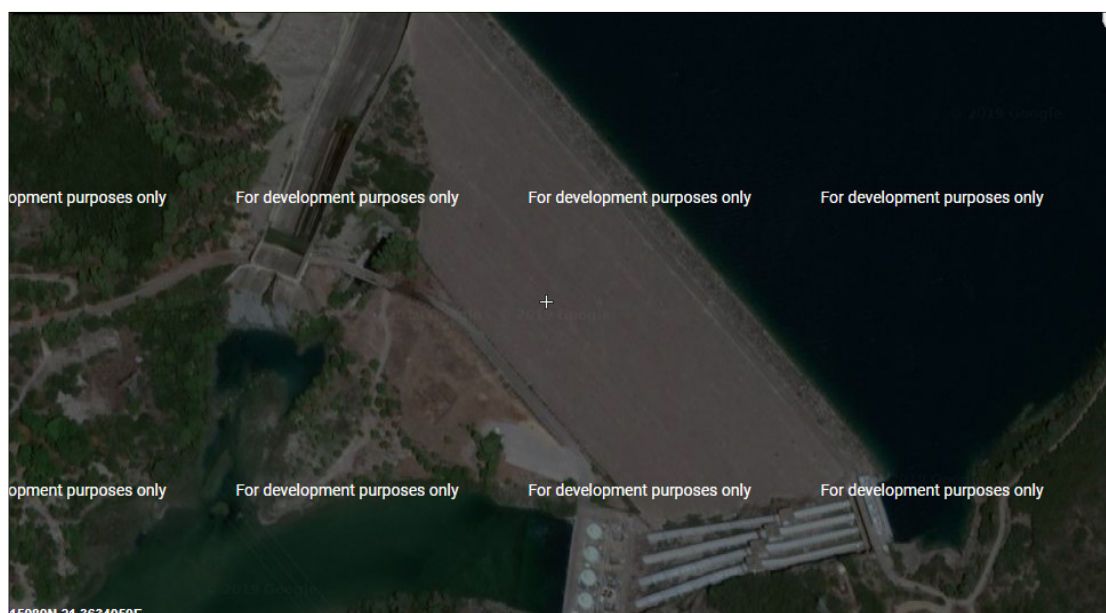
Πηγή : <http://old.wikimapia.org> Πρόσβαση 20/5/2019

⁷ Λίμνη των Κρεμαστών, Διαθέσιμο στη διεύθυνση <https://el.wikipedia.org/> [Τελευταία ανάκτηση 25/03/2019]

2.4.2 Η λίμνη Καστρακίου

Η λίμνη Καστρακίου ανήκει τις τεχνητές λίμνες του νομού Αιτωλοακαρνανίας και βρίσκεται κοντά στα χωριά Καστράκι και Μπαμπαλιό της Αιτωλοκαρνανίας, πάνω στην κοίτη του ποταμού Αχελώου στην περιοχή συμβολής του με τον παραπόταμο Ίναχο. Περιέχει 1.000.000 m³ νερό και η έκτασή της φτάνει τα 28 km.². Το φράγμα της λίμνης έχει ύψος 95 μέτρα, μήκος 530 μέτρα και το πάχος στην βάση του είναι 380 μέτρα, και εκεί υπάρχει υδροηλεκτρικός σταθμός της ΔΕΗ.

Η λίμνη στο Καστράκι δημιουργήθηκε και αυτή από ένα δεύτερο φράγμα στον Αχελώο ποταμό. Το φράγμα έχει ύψος 95 μέτρα, μήκος 530 μέτρα και πλάτος στη βάση 380 μέτρα. Έχει δημιουργηθεί υδροηλεκτρικός σταθμός που εξοικονομεί σημαντική ενέργεια από πετρέλαιο και την μόλυνση από αυτό του περιβάλλοντος.⁹



Εικόνα 13 Τεχνητή Λίμνη Καστρακίου, Υδροηλεκτρικός Σταθμός

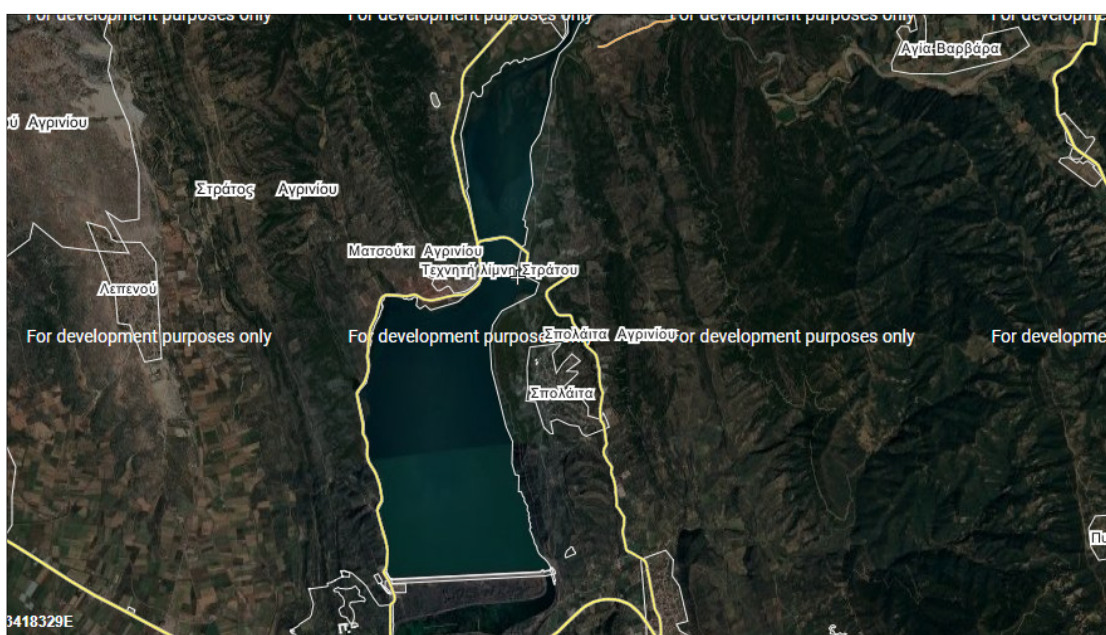
Πηγή <http://old.wikimapia.org/> Πρόσβαση 22/5/2019

2.4.4 Η λίμνη Στράτου

⁹ <https://el.wikipedia.org/> Λίμνη του Καστρακίου [Τελευταία ανάκτηση 25/03/2019]

Η λίμνη Στράτου είναι η τρίτη τεχνητή λίμνη που δημιουργήθηκε με φράγμα στον ποταμό Αχελώο, και ανήκει στον νομό Αιτωλοακαρνανίας.

Ο ταμιευτήρας του μικρού αρδευτικού φράγματος, κάτω από το φράγμα Στράτου, χρησιμοποιείται με επιτυχία από την Ελληνική Ομοσπονδία Θαλάσσιου Σκι όπου λειτουργούν οι εγκαταστάσεις του Εθνικού Κέντρου Θαλασσίου Σκι.



Εικόνα 14 Η τεχνητή λίμνη Στράτου

Πηγή <http://old.wikimapia.org/>

2.5 Ζώνωση των Λιμνών

Η Λίμνη αποτελείται από δύο ζώνες βάθους με τις ίδιες αναλογίες με το θαλάσσιο περιβάλλον. Η πρώτη που αρχίζει από την ακτή, φτάνει μέχρι το σημείο που αναπτύσσονται τα φυτά. Το τμήμα της άλλης ζώνης είναι η πελαγική ζώνη.

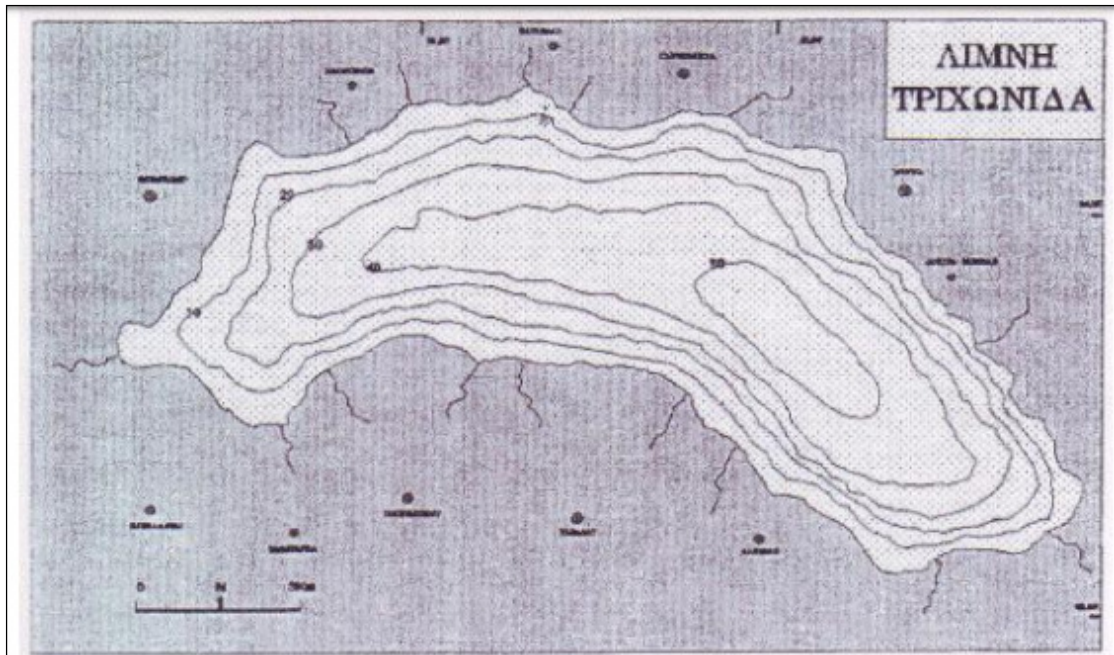
Κεφάλαιο 3^ο Χημική δομή των Λιμνών

Σε κάθε στρώμα μίας λίμνης περικλείονται πολλά χημικά στοιχεία και θρεπτικά ενώ στο υπολίμνιο περιέχεται και το μεγαλύτερο ποσοστό τροφής και ειδικά στην αφωτική ζώνη. Η θέση της λίμνης που παρουσιάζει μεγαλύτερο μεταβολή σχετικά με το ποσοστό ενός θρεπτικού συστατικού ονομάζεται χημοκλινές και η μεταβολή του είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας των λιμνών. Συμπερασματικά η χημική δομή μιας λίμνης αποτελείται από δύο παραμέτρους, μια κατακόρυφη και μια οριζόντια. Η πρώτη θεωρείται ότι διαμορφώνεται από την διαφορά της πυκνότητα μεταξύ των στρωμάτων της λίμνης και η δεύτερη η κατακόρυφη, είναι εποχιακή και εξαρτάται από την παρουσία των στρωμάτων λόγω διαφοράς πυκνότητας. Η οριζόντια συνιστώσα χρειάζεται αρκετά χρόνια για να δημιουργηθεί και επηρεάζεται από τις ακτές της λίμνης (Παπαρίζος 2015)

3.1 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Τριχονίδας

Τα βασικά στοιχεία που επηρεάζουν τη σύσταση της λίμνης από τα υλικά που βρίσκονται στον πυθμένα της, αποτελούν το μέγεθος, η κλίση, η γεωλογική μορφή και το κλίμα της περιοχής που βρίσκεται η λίμνη. Ο βαθμός ευτροφικότητας της λίμνης επιδρά στην λεκάνη απορροής προς την επιφάνεια της και έτσι είτε αυξάνεται είτε μειώνεται.

Το ζεστό κλίμα επιφέρει πιο πολύ τη διάβρωση με αποτέλεσμα την μεταφορά μεγαλύτερου ποσοστού ιζήματος και τροφής στην λίμνη (Γεωργίου 2011). Σύμφωνα με τον Λεοντάρη (1967), η λεκάνη απορροής της λίμνης είναι τέσσερις φορές μεγαλύτερη συγκριτικά με την λίμνη όσον αφορά την έκταση.



Εικόνα 15 Βυθομετρική απεικόνιση της λίμνης Τριχωνίδας¹⁰.

Πηγή: <http://nemertes.lis.upatras.gr>, [Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]

3.2 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Αμβρακίας

Η λεκάνη απορροής της λίμνης είναι μικρή και το νερό της προέρχεται από τις βροχοπτώσεις, καθώς και από τα νερά των πηγών και από υπόγεια υδρολογική λεκάνη.

Η λεκάνη απορροής της λίμνης περιέχει κυρίως το βορειοδυτικό τμήμα των Ακαρνανικών ορέων. Ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα της λίμνης αυτής αποτελεί και η ύπαρξη πολλών καλαμώνων.

3.3 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Λυσιμαχίας

Δέχεται τα νερά από την Ερμίτσα και της υδρολογικής της λεκάνης, καθώς και τα νερά από την λίμνη Τριχωνίδα καθώς επικοινωνούν μέσω της τάφρου Αλάμπεη, που φτάνει σε μήκος περίπου τα 2,8 m.¹¹

¹⁰ <http://nemertes.lis.upatras.gr>, [Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]

¹¹ <http://www.minagric.gr> Υδατικό Διαμέρισμα Δυτικής Στερεάς Ελλάδας, Λίμνη Λυσιμαχία, [Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]

3.4 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Οζερού

Η λίμνη έχει μεγάλη λεκάνη απορροής, καθώς το δυτικό της τμήμα περιέχει και το ανατολικό τμήμα του λόφου του λιγοβιτισίου.

Το μέρος του δυτικού τμήματος αποτελείται από βλάστηση φρυγάνων με κύριο είδος την *Phlomis fruticosa*, ενώ στην ακτή της υπάρχει το είδος *Lippia nodiflora*. Στην ανατολική πλευρά της υπάρχουν έλη με βλάστηση που κυριαρχείται από τα είδη *Scirpus maritimus*, *Eleocharis palustris*, *Carex otrubae* κ.λπ., καθώς και μια σχεδόν συνεχής ζώνη με τα υπερυδατικά είδη *Phragmites australis*, *Typha domingensis* και κατά τόπους *Scirpus littoralis*.¹²

3.5 Λεκάνη απορροής της Λίμνης Βουλκαρία

Η λίμνη Βουλκαρία είναι μία λίμνη με έκταση περίπου 9Km², και οφείλει την προέλευσή της στην καρστικοποίηση ρηγμάτων και τάφρων της περιοχής.

12 Λίμνη Οζερός, Διαθέσιμο στη διεύθυνση http://discoveryaitoloakarnania.blogspot.com/2016/02/blog-post_56.htm, [Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]

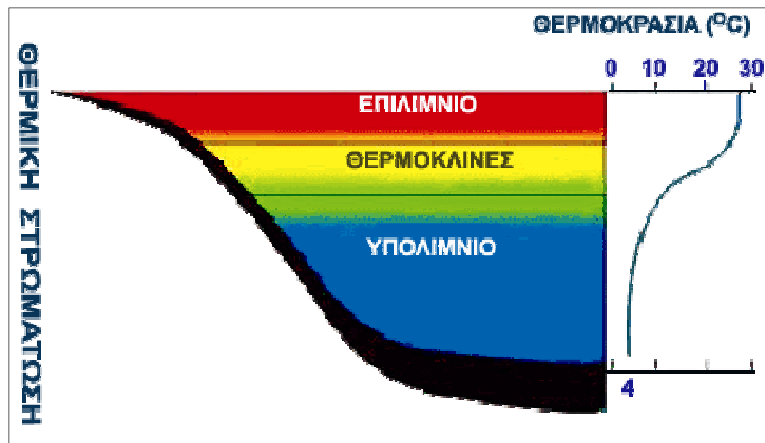
Κεφάλαιο 4^ο Οι θερμοκρασίες των λιμνών

Η θερμοκρασία είναι καθοριστικός παράγοντας για τον ρόλο της διαδικασίας διάσπασης των οργανικών ουσιών που υπάρχουν σε αυτήν. Οι θερμοκρασίες των νερών των λιμνών ανάλογα με την τιμή της για άλλους οργανισμούς θεωρείται βέλτιστη και για άλλους όχι. Επομένως οι οργανισμοί διακρίνονται σε θερμοανθεκτικούς με αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες και σε ψυχροανθεκτικούς με αντοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Σχετικά με την ευρύτητα της θερμοκρασίας και την των υδρόβιων πληθυσμών, η διάκριση των οργανισμών γίνεται σε ευρύθερμους, με ανθεκτικότητα σε μεγάλες θερμοκρασίες και σε στενόθερμους, με ανθεκτικότητα σε μικρές αλλαγές θερμοκρασίας. Η βέλτιστη θερμοκρασία ωθεί τους οργανισμούς στην μεγαλύτερη δραστηριοποίησή τους και σε μεγαλύτερη κατανάλωση τροφής αφού χρειάζονται περισσότερο οξυγόνο.

Στις περιοχές με εύκρατο κλίμα και σε λίμνες με μεγάλο βάθος ο ήλιος θερμαίνει τη λίμνη, και δημιουργεί ένα θερμό στρώμα με σχετικά ομοιόμορφη θερμοκρασία και δική του κυκλοφορία, το επιλίμνιο. Το νερό στο επιλίμνιο είναι πιο ζεστό από ότι στα παρακάτω στρώματα της λίμνης, αλλά τους χειμερινούς μήνες το **επιλίμνιο** μπορεί να είναι ψυχρότερο από τα υποκείμενα στρώματα, που η θερμοκρασία τους παραμένει σταθερή (4°C).

Κάτω από το επιλίμνιο βρίσκεται το **υπολίμνιο** που είναι πιο ψυχρό στο μεγαλύτερο μέρος του έτους και περιέχει πολύ χαμηλά επίπεδα διαλυμένου οξυγόνου. Η θερμοκρασία στο υπολίμνιο παραμένει σταθερή (4°C) και υψηλότερη από αυτή του επιλίμνιου.¹³

¹³ Λιμνολογία, Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology> [Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]



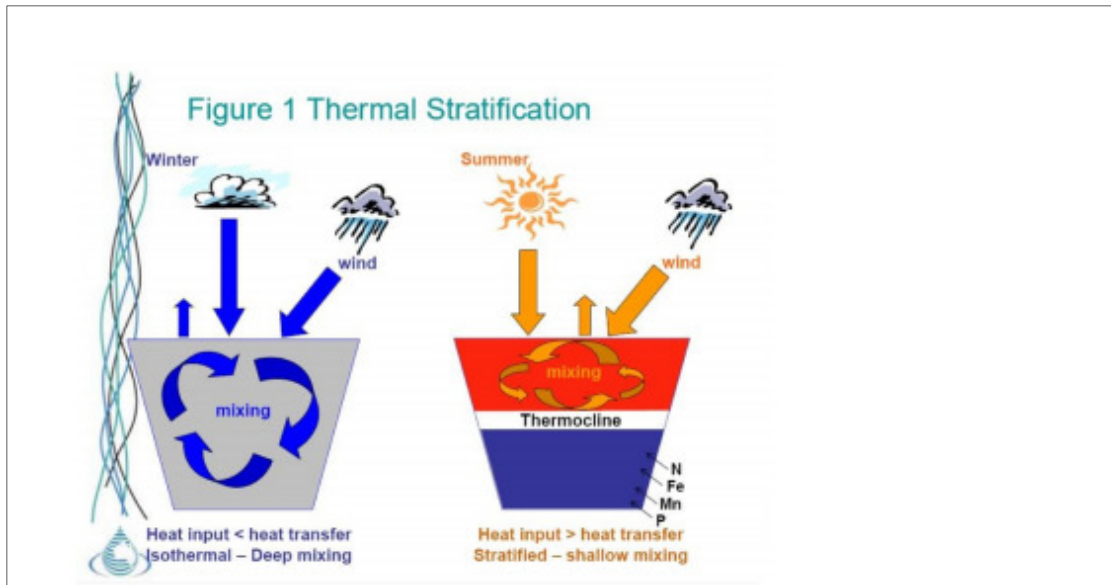
Εικόνα 16 Θερμική στρωμάτωση βαθιάς λίμνης στη διάρκεια του καλοκαιριού

Πηγή: Λιμνολογία, Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology>
[Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]

Στο τελευταίο τμήμα του υπολιμνίου, περιέχεται και το **μεταλίμνιο**, και ένα λεπτό στρώμα το **θερμοκλινές**, που η θερμοκρασία του ελαττώνεται όσο αυξάνεται το βάθος. Πολλοί χρησιμοποιούν τον όρο μεταλίμνιο ως συνώνυμο του θερμοκλινούς αλλά στην πραγματικότητα, το θερμοκλινές ορίζει την επιφάνεια του νερού που παρουσιάζει τον μεγαλύτερο βαθμό ελάττωσης της θερμοκρασίας σε σχέση με το βάθος. Επομένως το θερμοκλινές αποτελεί το στρώμα με την μεγαλύτερη θερμοκρασία μέσα στο μεταλίμνιο.

Τους χειμερινούς μήνες δεν υπάρχει μεγάλη θερμική στρωμάτωση, καθώς η θερμοκρασία στο επιλίμνιο μειώνεται και ελάχιστα επηρεάζεται το υπολίμνιο και ενικά θεωρείται ότι η θερμοκρασία παραμένει σχεδόν σταθερή.

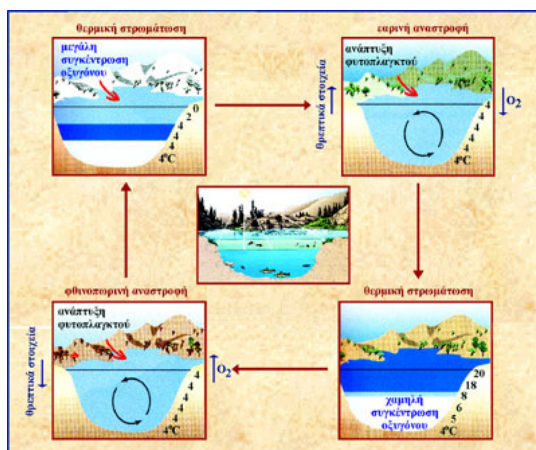
Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού, όμως η θερμική στρωμάτωση είναι εντονότερη καθώς τα νερά θερμαίνονται και παραμένουν στην επιφάνεια, οπότε δεν παρατηρείται καμία ανάμιξη με τα βαθύτερα στρώματα.



Εικόνα 17 Θερμικός κύκλος στρωματοποίησης – αποστρωματοποίησης σε μία λίμνη ή ταμιευτήρα.

Πηγή: Μείξη σε Λίμνες και Ταμιευτήρες (Συλαίος, Μουτσόπουλος 2015)

Το φθινόπωρο, επειδή παρουσιάζεται η ηλιακή ακτινοβολία και μειώνεται και η θερμότητα κατά τη διάρκεια της νύχτας, το επιλίμνιο έχει μικρότερη θερμοκρασία φτάνοντας πολλές φορές τη θερμοκρασία του υπολιμνίου, με αποτέλεσμα να υπάρχει ανάμιξη των επιφανειακών στρωμάτων με τα βαθύτερα στρώματα καθώς σ'εαυτό βοηθάει και ο αέρας. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται φθινοπωρινή αναστροφή.



Εικόνα 18 Θερμική στρωμάτωση και αναστροφή

Πηγή: Λιμνολογία, Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology>

[Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]

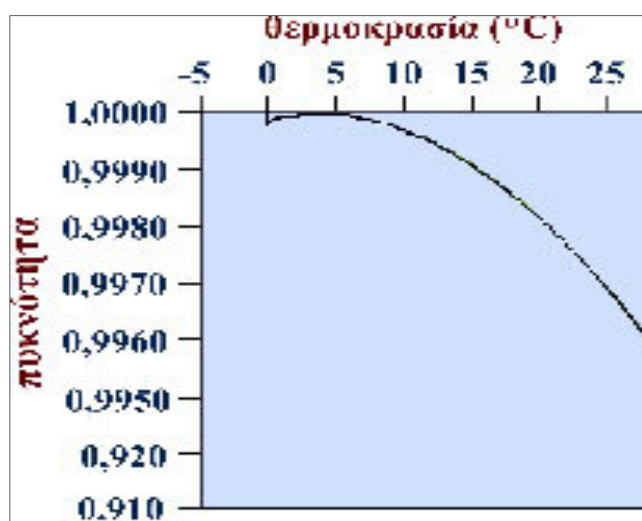
Ακριβώς την άνοιξη παρατηρείται **εαρινή αναστροφή**, αφού η αύξηση της θερμοκρασίας επιφέρει και αύξηση των νερών των λιμνών και επομένως τα παγωμένα επιφανειακά νερά εξισώνονται θερμοκρασιακά με τα νερά του υπολιμνίου, οπότε είναι πάλι δυνατή η ανάμιξη των νερών. Στα νερά των λιμνών καθώς και των θαλασσών η θερμοκρασία του νερού αυξάνεται εξαιτίας της θερμότητας της ατμόσφαιρας. Εκτός από την θερμότητα αυτή ο αέρας και τα ιζήματα συμβάλλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας. Η έκθεση της λίμνης στον αέρα και συγκεκριμένα , η απόσταση της λίμνης από το σημείο που φυσάει ο άνεμος, επηρεάζει και το βάθος μέχρι το οποίο γίνεται η ανάμιξη του νερού. Άλλος παράγοντας που επηρεάζει το παραπάνω είναι και η έκταση της λίμνης

4.1 Πυκνότητα του νερού και θερμοκρασία των λιμνών

Μία σημαντική παράμετρος από την οποία εξαρτάται και η θερμοκρασία των λιμνών αποτελεί και η **μεγιστοποίηση της πυκνότητάς του στους 4°C**. Η ελάττωση της θερμοκρασίας του νερού μέχρι τους 4oC αυξάνει το βάρος του άρα και την πυκνότητά του.

«Η πυκνότητα του νερού στην υγρή του μορφή είναι 0,99987g/cm³, ενώ στη στερεή μορφή - πάγος - είναι 0,9164g/cm³, με αποτέλεσμα μεγάλοι όγκοι νερού να μην παγώνουν ολοσχερώς, όταν η θερμοκρασία είναι ίση με μηδέν ή μικρότερη, αλλά μόνο επιφανειακά. Τα μόρια του πάγου έχουν κρυσταλλική διάταξη, με αποτέλεσμα ο πάγος να είναι λιγότερο πυκνός από το νερό κι έτσι να επιπλέει. Το γεγονός αυτό εξασφαλίζει τη ζωή σε λίμνες, θάλασσες και ποτάμια που παγώνουν κατά τη διάρκεια των ψυχρών εποχών του έτους.» (Μαυραντωνάκη 2010).

Πίνακας 9 16 Ποκνότητα και Θερμότητα



Πηγή: Μείξη σε Λίμνες και Ταμιευτήρες (Συλαίος, Μουτσόπουλος 2015)

Εξαιτίας αυτής της ιδιαιτερότητας το νερό που παγώνει θα βυθίζονταν όπως και κάθε στρώμα που θα δημιουργούνταν στην επιφάνεια του νερού και όλο το υδάτινο σύστημα θα ήταν ένα ομοιόμορφο στρώμα πάγου όπου καμιά μορφή ζωής δεν θα μπορούσε να επιβιώσει.

4.3 Θερμοχωρητικότητα του νερού και θερμοκρασία των λιμνών

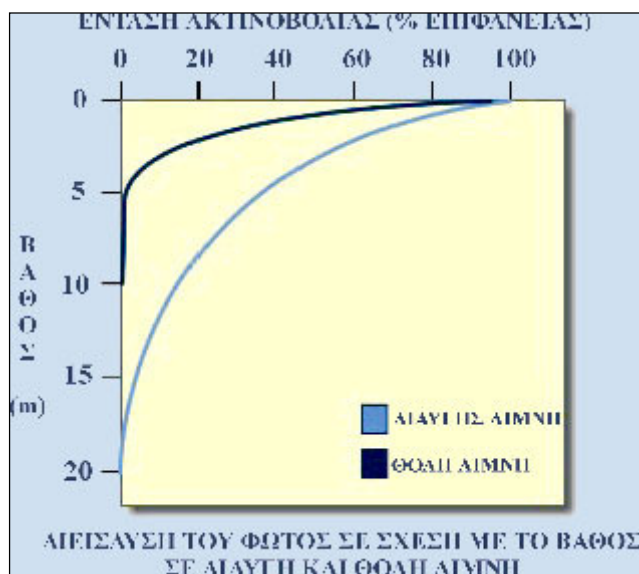
Το νερό χαρακτηρίζεται επίσης από μεγάλη **θερμοχωρητικότητα**, οι αλλαγές στη θερμοκρασία του γίνονται σε μεγάλο χρονικό διάστημα και αργά αφού για να ανέβει η θερμοκρασία 1g νερού κατά 1°C απαιτείται 1cal. Άρα υπάρχει μεγάλη ποσότητα θερμότητας χωρίς όμως να αυξάνεται πολύ η θερμοκρασία του. Αυτό βέβαια αποτελεί και το σημείο που δίνει ζωή στους οργανισμούς που ζουν στις στον ισημερινό, παρόλη την έντονη ηλιακή ακτινοβολία.

Από την άλλη το φαινόμενο της εξάτμισης του νερού προκαλεί μείωση και οι λίμνες μετατρέπονται σε θερμοσυσσωρευτές. Παίρνουν δηλαδή θερμότητα, όταν η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας είναι υψηλή και δίνουν επίσης θερμότητα στην ατμόσφαιρα, όταν επικρατεί κρύο. Το αποτέλεσμα αυτής της σχέσης είναι να μην εμφανίζονται μεγάλες αλλαγές στη θερμοκρασία και οι κλιματικές συνθήκες να είναι πιο ήπιες καθώς και η μεταβολές που συνοδεύουν την αλλαγή των εποχών.

4.4 Φως και θερμοκρασία των λιμνών

Όπως προαναφέρθηκε για κάθε λιμναίο περιβάλλον η θερμότητα του ήλιου αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα που αποδίδει θερμοκρασία μεγάλη στο νερό των λιμνών. Η ηλιακή θερμότητα που φτάνει το νερό των λιμνών, μετατρέπεται σε χημική και μέσω της φωτοσύνθεσης, είτε μέσα στο υδάτινο οικοσύστημα είτε στη λεκάνη απορροής, παράγεται οργανική ύλη.

Ανάλογα με το βάθος που φτάνει το φως στο νερό της λίμνης τόσο περισσότερες φωτοσυνθετικές δραστηριότητες εκτελούνται.. Από την άλλη η ηλιακή ακτινοβολία που φθάνει στην επιφάνεια μιας λίμνης είναι συνάρτηση του γεωγραφικού πλάτους και μήκους της περιοχής που βρίσκεται η λίμνη, της εποχής, της ώρας της ημέρας αλλά και των διαφόρων ατμοσφαιρικών συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή. τις ατμοσφαιρικές και μετεωρολογικές συνθήκες.(Γεωργιάδου 2017)



Εικόνα 190 Ένταση ακτινοβολίας και Βάθους

Πηγή: Μείξη σε Λίμνες και Ταμιευτήρες (Συλαίος, Μουτσόπουλος 2015)

Το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει τον βυθό της λίμνης ελαττώνεται όσο αυξάνεται το βάθος καθώς απορροφάται από το ίδιο το νερό και από τα συστατικά του που περιέχονται σε αυτό.

Κεφάλαιο 5^ο Οι θερμοκρασίες των Λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας

5.1 Θερμοκρασία της Λίμνης Τριχωνίδα

Σύμφωνα με τη μελέτη των (Ντούλκα, Κεχαγιά, 2015) προκύπτει ότι η μέγιστη τιμή θερμοκρασίας που καταγράφηκε στη λίμνη Τριχωνίδα έχει αυξηθεί κατά 2^ο C στο διάστημα 1985 – 2006, ενώ σχεδόν κατά 5^ο C από την αντίστοιχη καταγραφή κατά την περίοδο 1978-1981 όπως παρατίθεται στον πίνακα 5 της εργασίας μου.

Στη λίμνη Τριχωνίδα το επιλίμνιο φτάνει τα 10m κατά τη θερμή εποχή του καλοκαιριού και αυξάνεται σε 12 m το θερμοκλινές και το υπολίμνιο φτάνει τα 40 m ανάλογα με το σημείο της λίμνης.

Η λίμνη Τριχωνίδα όπως και άλλες λίμνες δημιουργεί το θερμοκλινές την άνοιξη και το φθινόπωρο το εξαφανίζονται. Η Τριχωνίδα αποτελεί μονομικτική λίμνη αφού ποτέ δεν σκεπάζεται η επιφάνεια των νερών της με στρώμα πάγου , και παρατηρείται συνέχεια ένας άνεμος κατά την χειμερινή περίοδο. Επιπρόσθετα, η Τριχωνίδα ανήκει και στην κατηγορία των ολομικτικών λιμνών, καθώς το χειμώνα αναμιγνύεται σε όλο το βάθος της.

Το θερμοκλινές στην Τριχωνίδα είναι σε μικρό βάθος με αποτέλεσμα το νερό που βρίσκεται σε κατώτερο στρώμα να είναι πιο θερμό από το νερό που βρίσκεται σε ανώτερο και άρα ελαφρύτερο. Έτσι αντιστέκεται στη μίξη των στρωμάτων των νερών. Εξαιτίας του ανέμου και της πλευστότητας των πιο θερμών νερών δεν γίνεται η παραπάνω μίξη.

Ένα σημαντικό στοιχείο που σχετίζεται άμεσα με τη θερμοκρασία της λίμνης της Τριχωνίδα είναι ο μέσος όρος της θερμοκρασίας του επιλιμνίου και του υπολιμνίου την καλοκαιρινή περίοδο.

Αυτό που επιδρά άμεσα στο υπολίμνιο είναι η γνωστή στρωμάτωση, και αν η λίμνη σωματοποιηθεί γρήγορα τότε το νερό όταν θα είναι κρύο το υπολίμνιο θα γίνει και

αυτό πιο ψυχρό, όπως το 1986 που η θερμοκρασία του υπολιμνίου ήταν πιο ψυχρή από το 1987.

Άλλο σημαντικό στοιχείο της θερμοκρασίας της λίμνης αποτελεί και ο έλεγχος για την ανάπτυξη του ζωοπλαγκτόν και των ψαριών σε αυτή τη λίμνη. Επειδή η θερμότητα του φωτός κατά την εισχώρησή της στη λίμνη δεν θερμαίνει την λίμνη ανάλογα, η εισροή και η εξάτμιση παρατηρούνται στα ίδια επίπεδα, χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα. Η μεταβολή της θερμοκρασίας της λίμνης πραγματοποιείται και από την ανάδυση του νερού από το βάθος, εξαιτίας των δυνατών ανέμων που φέρνουν το νερό με τη μικρότερη θερμοκρασία στην ακτή εκθέτοντας το θερμοκλινές στον αέρα. (Ρίζος 2015)

5.2 Θερμοκρασία της Λίμνης Λυσιμαχίας

Μία άλλη σημαντική λίμνη, η Λυσιμαχία παρουσιάζει τις ίδιες διακυμάνσεις στη θερμοκρασία. Όπως και η Τριχωνίδα έτσι και η Λυσιμαχία εμφανίζει περίπου την ίδια θερμοκρασία από 15,5 έως 25,4 °C, και ανήκει καυτή στην κατηγορία των μονομικτικών λιμνών.¹⁴

Από φυσικοχημική άποψη η Λυσιμαχία ανήκει στην κατηγορία των λιμνών που χαρακτηρίζεται ως θερμή, μονομικτική.

5.3 Θερμοκρασία της Λίμνης Αμβρακίας

Το διάστημα του το κλίμα είναι ψυχρό, το θερμοκλινές της λίμνης παρουσιάζεται ελαφρό και το υπολίμνιο έχει 11 °C σε βάθος μεγαλύτερο από 15 m και επιλίμνιο 12 -15°C.

Αντίθετα κατά την περίοδο του καλοκαιριού, παρουσιάζεται πλήρες ανάπτυξη του θερμοκλινούς με υπολίμνιο 11 12°C, μεταλίμνιο 12 - 13°C και επιλίμνιο 26 -28°C.

¹⁴ http://naturahellas.blogspot.com/2013/01/blog-post_4066.html [Τελευταία ανάκτηση 20/04/2019]

Επίσης, αξίζει να σημειωθεί ότι πάχος του μεταλιμνίου φτάνει τα 9-20 m και η διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ επιλιμνίου και υπολιμνίου είναι μεγαλύτερη από 15°C.

5.4 Θερμοκρασία της Λίμνης Οζερού

Η θερμοκρασία της λίμνης αυτής είναι περίπου ίδια με την θερμοκρασία των άλλων λιμνών του νομού, και ανάλογο με την εποχή. Η διαλυτότητα του οξυγόνου στον πυθμένα είναι πολύ μικρή και κατά το καλοκαίρι, και κατά τη διάρκεια του χειμώνα παρατηρούνται μειωμένες στη διαφάνεια του νερού. (Κουσουρής 2016)

5.4 Θερμοκρασία των τεχνητών λιμνών του νομού Αιτωλοακαρνανίας

Οι ταμιευτήρες μεταβάλλουν τη θερμοκρασία του κατάντη νερού και πολλές φορές τη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων, τη συγκέντρωση θρεπτικών αλάτων και τη θολερότητά του.

Κάθε λίμνη αποτελείται από διαφορετική θερμοκρασία ή άλλης μορφής στρωματώσεις στο νερό της. Τέτοιες στρωματώσεις μπορούν να αναφέρονται στα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού, στην εμφανιζόμενη πανίδα ή χλωρίδα κ.α. (Γεωργιάδου 2017).

Η θερμοκρασία τόσο των φυσικών λιμνών όσο και των ταμιευτήρων αλλάζει και στον χώρο και στον χρόνο. Οι μεταβολές αυτές θεωρούνται ως αποτέλεσμα της θερμότητας που μεταφέρεται από τα ρεύματα, την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας ή την απώλεια θερμότητας λόγω εξάτμισης, κ.λπ. Η θερμοκρασία αυτή είναι διαφορετική για κάθε λίμνη και εξαρτάται από τον καθαρό ρυθμό θερμικής ροής, δηλαδή από τη διαφορά του ποσού της ακτινοβολίας που εισρέει και την ακτινοβολία που εκρέει.

Οι τεχνητές λίμνες που έχουν κατασκευαστεί στον νομό Αιτωλοακαρνανίας για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, και τη χρήση του νερού για άρδευση ή ύδρευση

μεταβάλλουν τη θερμοκρασία των τμημάτων που βρίσκονται προς τις εκβολές. Οι ταμειυτήρες έχουν μεγάλα βάθη και το νερό παραμένει εκεί για μεγάλο χρονικό, δέχεται περισσότερο τοπικές επιδράσεις, όπως θέρμανση ή ψύξη, ιζηματοποίηση, βιολογικές ή χημικές μετατροπές. (Συλαίος, Γ. Μουτσόπουλο, Κ., (2015)

Σίγουρα κάθε μεταβολή στη θερμοκρασία των λιμνών θα είχε πολύ καταστροφικά αποτελέσματα για τις λίμνες. Κάθε παράγοντας που θα αλλάξει τον τρόπο της μεταβολής της θερμοκρασίας σε μικρότερο από 1οC καταστρέφει τους οργανισμούς του λιμναίου περιβάλλοντος, καθώς αυτή η αλλαγή στη θερμοκρασία τους φέρνει σε καταστάσεις που δεν μπορούν να επιβιώσουν.

Η θερμότητα και το φως όπως επισημάνθηκε στην εργασία επηρεάζουν τη θερμική στρωμάτωση της λίμνης και με τη σειρά της η στρωμάτωση φέρνει αλλαγές στα φυτά και τα ψάρια . Επομένως, η άνοδος της θερμοκρασίας των λιμνών, δημιουργεί μεγαλύτερες ανάγκες για οξυγόνο και πολλά από τα ψάρια και τα φυτά δεν αντέχουν τέτοιες μεγάλες θερμοκρασίες.

Συμπεράσματα

Οι περισσότερες λίμνες έχουν μία επιφάνεια στάθμης που φτάνει πάνω από την μέση στάθμη της επιφάνειας της θάλασσας, αλλά υπάρχουν και λίμνες που η στάθμη τους φτάνει πολύ κάτω από τη στάθμη της θάλασσας.

Σκοπός της συγκεκριμένης εργασίας ήταν η θερμοκρασία των λιμνών της Αιτωλοακαρνανίας σε συνάρτηση με κάποιους παράγοντες. Ο βαθμός σπουδαιότητας της θερμοκρασίας των λιμνών είναι μεγάλος και προσδιορίστηκε μέσα από κάθε κεφάλαιο της εργασίας. Όλοι οι φυσικοί μηχανισμοί και οι παράγοντες των λιμνών, όπως το φως είναι πάρα πολύ σημαντικοί, αφού επηρεάζουν τους οργανισμούς που ζουν σε αυτές.

Γενικότερα η Αιτωλοακαρνανία αποτελεί ένα νομό με πολύ σημαντικές λίμνες τόσο οι φυσικές όσο και οι τεχνητές.

Τα οικοσυστήματα των λιμναίων υδάτων θεωρούνται πολλοί σημαντικοί πόροι τόσο για τη βιόσφαιρα όσο και για την ίδια την ύπαρξη του ανθρώπου. Στις λίμνες συντηρείται μια μεγάλη ποικιλία ειδών φυτικών και ζωικών οργανισμών, οι οποίοι συναντώνται τόσο στο νερό, όσο και στα όρια αυτών των περιοχών.

Επιπρόσθετα, οι λίμνες αποτελούν ένα προστατευτικό μέσο από τις πλημμύρες αφού δέχονται τεράστιες ποσότητες των βροχοπτώσεων και από τη άλλη αποτελούν και ένα σημείο παροχής νερού προς άρδευση καλλιεργούμενων εκτάσεων από γειτονικούς ποταμούς, λίμνες ή άλλες συγκεντρώσεις υδάτων.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι πολλές από αυτές συμβάλλουν στον τομέα αναψυχής του ανθρώπου. (κολύμπι, αγώνες, κ.τ.λ.)

Βιβλιογραφία

1. Georgiadis et al, 1995 (standard form for special protection areaw-SPA, Natura 2000, Voulkaria)
2. Skowron, R., (2008). *Criteria of Thermal Classifications of Lakes. Bulletin of Geography – physical geography series*, 2, 88-105

3. Γεωργιάδου , Μ.,(2017) *Σύγκριση ευτροφικού καθεστώτος δύο ρηχών λιμνών Η περίπτωση μελέτης της λίμνης Καστοριάς (φυσική λίμνη) και της λίμνης Κερκίνης (τεχνητή λίμνη)*, (Διπλωματική Εργασία) .Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
4. Γεωργίου, Ν.,(2011) *Υδρογεωλογική μελέτη υδροφόρου ορίζοντα στο βόρειο μέρος της Λίμνης Τριχωνίδας*(Διπλωματική Εργασία) .Πάτρα.
5. Ιερόθεος Ζαχαρίας (1992), *Μελέτη της κυκλοφορίας των υδάτων σε λίμνες εφαρμογή στην λίμνη Τριχωνίδα*. Πάτρα 1992
6. Κουσουρής, Θ.(2016) *Οι λίμνες της Ελλάδας*, Αθήνα
7. Λεοντάρης Σ.,(1967) *Γεωμορφολογικές έρευνες επί της λεκάνης των Αιτωλοακαρνανικών λιμνών*, Αθήνα .
8. Ντούλκα Ε., Κεχαγιάς Γ.(2009) Εκτίμηση της σημερινής τροφικής κατάστασης της λίμνης Τριχωνίδας –Σύγκριση με παλιότερα δεδομένα. 9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας 2009 - Πρακτικά, Τόμος II
9. Παπαρίζος, Γ.,(2015) *Στρατηγικό σχέδιο βιώσιμης διαχείρισης του υγροτόπου Τριχωνίδας-Λυσιμαχείας*, (Διπλωματική Εργασία), Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας
10. Ρίζος, Ν.,(2011), *Εκτίμηση των περιβαλλοντικών συνθηκών στη λίμνη Τριχωνίδα Πιθανές επιπτώσεις από τις κλιματικές αλλαγές* Πάτρα
11. Στέφα Ιωάννα Αθήνα (2011) *Μορφομετρική μελέτη των αλλουβιακών ριπιδίων και των αντίστοιχων λεκανών απορροής στις βόρειες όχθες της λίμνης Τριχωνίδας του νομού Αιτωλοακαρνανίας* (Διπλωματική εργασία)
12. Συλαίος, Γ. Μουτσόπουλο, Κ., (2015) Περιβαλλοντική Υπολογιστική Ρευστομηχανική). Αθήνα. Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών. Διαθέσιμο στο <https://repository.kallipos.gr/handle/11419/3643>.
13. Ψιλοβίκος και συν.1995(Τεχνική Έκθεση. ΑΠΘ, τευχ., 1για εκτίμηση και διαχείριση υδατικού δυναμικού λεκάνης Αχελώου)

Δικτυογραφία

1. <https://el.wikipedia.org>
2. <https://en.wikipedia.org/wiki/Maarmediaviewer/File:Maare.jpg>
3. Source: Martin Schildgen <http://en.wikipedia.org/wiki/Caldera#mediaviewer>

4. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Red_Lake,_Imotski,_Croatia
5. <http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/chapter075.html>, Μαθήματα Φυσικής Γεωγραφίας, Υδρολογία, Υδρογραφία, Λίμνες [Τελευταία ανάκτηση 28/03/2019]
6. Εισαγωγή στην Φυσική Γεωγραφία και Οικολογία των Λιμνών , Διαθέσιμο στη διεύθυνση http://ydronaftes.gr/cms/common/pdf.php?article_id=176 [Τελευταία ανάκτηση 25/03/2019]
7. Ανοικτά Ακαδημαϊκά μαθήματα, Διαθέσιμο στη διεύθυνση¹ <https://eclass.upatras.gr/> Κεχαγιάς- . Ντούλκα Τελευταία ανάκτηση [28/03/2019]
8. <http://www.geo.auth.gr/courses/gge/gge427y/chapter075.html>, [Τελευταία ανάκτηση 28/03/ Δίκτυ Πόλεων με Λίμνες, Διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://lakesnetwork.org>, Τελευταία ανάκτηση 28/03/2019]
9. Πηγή Σημειώσεις μαθήματος Λιμνολογία ,Διαθέσιμο στη διεύθυνση <http://www.env.upatras.gr> Κεχαγιάς 2015 Πανεπιστήμιο Πατρών [Τελευταία ανάκτηση 28/03/219]
10. : <http://nemertes.lis.upatras.gr>, [Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]
11. Λίμνη Οζερός, Διαθέσιμο στη διεύθυνση http://discoveryaitoloakarnania.blogspot.com/2016/02/blog-post_56.htm, [Τελευταία ανάκτηση 22/04/2019]

