



ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΗ ΦΩΤΕΙΝΗ-ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΜΑΝΩΛΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

ΧΑΝΙΑ 2012



ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΧΑΤΖΗΒΑΣΙΛΗ ΦΩΤΕΙΝΗ-ΧΡΙΣΤΙΝΑ

ΜΑΝΩΛΑΚΗ ΓΕΩΡΓΙΑ

Επιβλέπων :

Δρ Γ Σταυρουλάκης
Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης :

Δρ. Κώττη Μελίνα
Καθηγήτρια Εφαρμογών

Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία παρουσίασης: 2/4/2012

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 49

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πριν ξεκινήσει ο καταιγισμός πληροφοριών και γραφημάτων θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Σταυρουλάκη Γεώργιο για την ανάθεση και την επίβλεψη αυτής της εργασίας καθώς και για τη σημαντική προσφορά στην υλοποίηση της, καθ' όλη τη διάρκεια αυτής.

Θερμές ευχαριστίες στον ιδιοκτήτη της κολυμβητικής δεξαμενής Μπομπ Βουρλούμη και στην σύζυγο του .

Τέλος, ευχαριστούμε τον Νικόστρατο Βαρδάκη για την υποστήριξη της κατά την εκπόνηση της εργασίας, για τις αμέτρητες αποστάσεις που διένυσε για την μεταφορά μας στη λίμνη ερχόμενοι κοντά στη φύση και στο υδάτινο στοιχείο

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

σελίδα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

Εισαγωγή	6
Τι είναι λίμνη	6
Πως σχηματίστηκαν οι λίμνες	6
Διάκριση διαφόρων ζωνών σε μια λίμνη	6
Πυθμενικές ζώνες	7
Κύκλος νερού στη φύση	7
Παγκόσμιο ισοζύγιο νερού	7
Ισοζύγιο νερού στις λίμνες	7

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΛΙΜΝΕΣ	8
Ορισμός	8
Ιστορικά- γενικά	9
Είδη κολυμβητικής λίμνης	10
Η φυσική λίμνη	10
Η κλασσική λίμνη	10
Η λίμνη design	10
Η Living Pool	10
Τμήματα λειτουργίας, ζώνες της Φ.Κ.Π.	11
Περίληψη λειτουργίας φυσικής κολυμβητικής λίμνης και χώροι λειτουργίας	11
Η άγρια ζωή στην ζώνη αναζωογόνησης	12
Οι ζώνες μεταξύ τους	13
Καθαρισμός του νερού	13
Οι οργανισμοί που χρησιμοποιούνται στον βιολογικό καθαρισμό των υδάτων	13
2.2 Εξοπλισμός λειτουργίας	14
Γενικά	14
Καθαρισμός υγιεινή και ποιότητα υδάτων	14
Περιβάλλον και Φ.Κ.Π	14
Υγεία-Πρότυπα	14
Φυσική οργάνωση της πισίνας Αποσύνθεση	14
Θερμοκρασία	14
Στοιχεία της λίμνης	14
Έδαφος	15
Φυσικός εξοπλισμός	15
Κατηγορίες φυτών	15
ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	17
Υποβρύχιο Αντλιοστάσιο	17
SKIMMER	18
Το φίλτρο φωσφόρου "PhosTec Ultra"	18
Καθαρισμός	19
Εξαφριστήρια	19
Αντλία κενού	20
Corner Elements	21
Biotop Carbonator	21
Φίλτρο φυτών	21
2.3 Υπάρχουσες Φ.Κ.Π σε ευρωπαϊκό επίπεδο	21

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ	23
Ιδιότητες του νερού	23
Ρύπανση	23

Μόλυνση	23
Υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων	23
Άμεση ρύπανση	23
Έμμεση ρύπανση	23
Πηγές ρύπανσης νερού	23
Νομοθεσία για κολυμβητικά νερά και για νερά διαβίωσης ψαριών	24
Νομοθεσία από IOB ΓΙΑ Φ.Κ.Π	24
ΑΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΛΙΜΝΩΝ	26
Φυσικοί παράγοντες	26
Φώς	27
Χρώμα	27
Θερμοκρασία	27
Αιωρούμενα στερεά	27
Χημικοί παράγοντες	28
ΟΟξυγόνο	29
Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο(BOD)	30
Διοξείδιο του άνθρακα	31
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	32
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	32
Θείο	33
Άζωτο	34
Φώσφορος	34
Ασβέστιο	35
Κάλιο	36
Νάτριο	36
Άλατα	37
Χλώριο και χλωραμίνη	37
Βαρέα μέταλλα	38
Βιοτικοί παράγοντες	39
Πλαγκτόν	39
Φυτοπλαγκτόν	39
Ζωοπλαγκτόν	39
Νηκτόν	40
Βενθός	40
Τροφισμός	40
Ολιγοτροφισμός	41
Μεσοτροφισμός	41
Ευτροφισμός	41
Άλγη	43
Μικροβιολογία	43
Μικροβιολογία λιμνών	44
Βακτήρια	44
Αερόβια βακτήρια	44
Αναερόβια βακτήρια	45
Οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν	45
Μύκητες	46
Πρωτόζωα	46
Ιοί	46
Φύκη	46
Μεταβολισμός των μικροοργανισμών	46
Ολικά κολοβακτηριοειδή	46
E.coli	47
Εντερόκοκκοι	47
Ψάρια-μικρόζωα	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	
4.1 Πειραματικό μέρος	48
Περιοχή μελέτης	48
Μετεωρολογικά δεδομένα Χανίων	48
Λίμνη που μελετήθηκε	48

Η κίνηση του νερού στην υπό μελέτη λίμνη	52
Βάθος λίμνης	53
Ζώνη αναζωογόνησης	53
Τα φυτά στη λίμνη	54
4.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ	62
Γενικά	62
Βασικοί κανόνες δειγματοληψίας	62
Δειγματοληψία απο λίμνες	62
Δειγματοληψία στην υπο μελέτη Φ.Κ.Π	62
Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης	63
Θερμοκρασία	63
Διαλυμένο οξυγόνο	63
Ηλεκτροχημική μέθοδος	63
ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	63
pH	63
Ηλεκτρική αγωγιμότητα	65
Θολερότητα	65
Σκληρότητα	65
Νιτρικά ιόντα (NO_3^-)	65
Αμμωνιακά NH_4^+	67
Θειικά ιόντα SO_4^-	67
Φώσφορος ($\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$)	68
Χλώριο Cl^-	68
Ασβέστιο	69
Μικροβιολογική εξέταση των υδάτων	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	
Παρατηρήσεις-Σχόλια	70
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	
Συμπεράσματα-Συζήτηση	110

Τίτλος:
ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΔΕΞΑΜΕΝΕΣ

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής είναι η μελέτη της χρονικής μεταβολής των φυσικοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων του νερού σε κολυμβητική λίμνη στην περιοχή της Πλάκας-Κόκκινο Χωριό, του Δήμου Αποκορώνου, κατά την περίοδο από Φεβρουάριο έως Ιούλιο 2011. Από τα δεδομένα προκύπτει ότι το οικοσύστημα της συγκεκριμένης κολυμβητικής λίμνης δεν ανταποκρίνεται πάντα στα απαιτούμενα ελάχιστα χαρακτηριστικά με αποτέλεσμα την εμφάνιση ευτροφικών συνθηκών και αυξημένο μικροβιολογικό φορτίο.

Title
NATURAL SWIMMING POOL

Abstract

The subject of this dissertation is to study the located in variation of the physicochemical and microbiological parameters of water in swimming pool in Plaka-Red Village, the City of Apokoronas, during the period from February to July 2011. The results had shown that the ecosystem of the lake bathing this does not always correspond to the required minimum, resulting in eutrophic conditions and increased microbiological load

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Η γεωλογική μορφολογία της χώρας και το ημίξηρο κλίμα σε μεγάλο μέρος αυτής αποτέλεσαν τις ευνοϊκές συνθήκες δημιουργίας στην Ελλάδα πλήθους μικρών υδρολογικών λεκανών με μικρές λίμνες. Οι περισσότερες λίμνες βρίσκονται στη βόρεια δυτική περιοχή της χώρας όπου οι βροχοπτώσεις ξεπερνούν τα 100 mm ετησίως. Οι 56 φυσικές λίμνες στην Ελλάδα καταλαμβάνουν έκταση περίπου 30% (600 Km) από το σύνολο των επιφανειακών εσωτερικών υδάτων της χώρας ενώ οι τεχνητές λίμνες καλύπτουν το 17%. Μόλις 7 λίμνες έχουν επιφάνεια μεγαλύτερη από 40 Km², ενώ μόνο τρεις ξεπερνούν σε βάθος τα 50m. Οι πηγές επιφανειακού νερού στην Ελλάδα εξυπηρετούν τους σκοπούς ανθρώπινης κατανάλωσης και άρδευσης, την υδροηλεκτρική παραγωγή ενέργειας, τις βιομηχανικές χρήσεις, την αλιεία και τις δραστηριότητες αναψυχής. Επιπλέον, πολλές λίμνες καταλαμβάνουν υγροτόπους διεθνούς σημασίας (προστατευόμενοι από τη σύμβαση Ramsar). Όμως οι υψηλοί ρυθμοί ιζηματογένεσης, που ενισχύονται από την εκτενή εδαφολογική διάβρωση λόγω της αναδάσωσης, έχουν μειώσει εντυπωσιακά τον όγκο των λιμνών. Επιπλέον, τα γεωργικά, αστικά και βιομηχανικά απόβλητα έχουν μεταβάλει τη σύσταση του επιφανειακού νερού και έχουν περιορίσει τη χρήση του. (1)

Τι είναι λίμνη

Ως λίμνη ορίζεται η μικρή ή μεγάλη υδάτινη μάζα με γλυκό, υφάλμυρο ή και αλμυρό νερό, που βρίσκεται συνήθως σε μία κλειστή γεωλογική λεκάνη στην επιφάνεια της γης, χωρίς να έχει άμεση επικοινωνία με τη θάλασσα. Η ελεύθερη επιφάνεια των λιμνών δεν παρουσιάζει μια μέση σταθερή στάθμη, γιατί εξαρτάται από την έκταση και τη χωρητικότητα της λίμνης, από τις παροχές των ποταμών και των πηγών και κυρίως από τις κλιματικές συνθήκες. Λίμνη, κατά την επιστημονική έννοια του όρου, είναι μία μάζα φυσικού νερού οποιουδήποτε μεγέθους ή βάθους ή αλατότητας και αν είναι, με άμεση ή έμμεση σύνδεση ή χωρίς σύνδεση με τη θάλασσα. Έτσι, στις λίμνες περιλαμβάνονται τόσο οι λιμνοθάλασσες και οι εσωτερικές λίμνες, όσο και οι υδατοσυλλογές για ιχθυοτροφική ή άλλη χρήση.

Ο τρόπος γένεσης μίας λίμνης έχει καθοριστικό ρόλο στα έμβια όντα που θα εγκατασταθούν και αναπτυχθούν σε αυτήν καθώς και στην μετέπειτα εξέλιξή της. Αρχική προϋπόθεση για να γεννηθεί μία λίμνη είναι να σχηματιστεί μία ύφεση στην επιφάνεια της γης με όχθες αρκετά υψηλές ώστε να μπορεί να συγκρατηθεί νερό. Υφέσεις σχηματίζονται από τρεις κατηγορίες διεργασιών. Πρώτον κατασκευαστικές διεργασίες που προκαλούν ενεργό σχηματισμό οχθών. Δεύτερον, καταστροφικές διεργασίες που προκαλούν εκβάθυνση μιας επίπεδης περιοχής. Και τρίτον, φραγματικές διεργασίες που σε προϋπάρχουσα μικρή ύφεση δημιουργούν φυσικό φράγμα ώστε να εμποδίζεται η εκροή των νερών που εισρέουν.(1)

Πως σχηματίστηκαν οι λίμνες

Η δημιουργία των λιμνών σχετίζεται με γεωλογικά φαινόμενα που συνέβησαν κατά την περίοδο των παγετώνων ή τις περιόδους των ισχυρών τεκτονικών και ηφαιστειακών δράσεων, με αποτέλεσμα η κατανομή τους στην επιφάνεια της γης να είναι ανομοιόμορφη. Αν και 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. Κάθε λίμνη, ακόμη και αν ανήκει γεωγραφικά σε μια "ομάδα" λιμνών, παρουσιάζει τα δικά της σύνθετα φυσικοχημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά τα οποία σχετίζονται με την προέλευση και την εξέλιξή της. Κάποιοι από τις παλαιότερες και βαθύτερες λίμνες έχουν τεκτονική προέλευση, κάποιοι από τις καθαρότερες και πιο πρόσφατες είναι ηφαιστειακές, αλλά οι περισσότερες λίμνες έχουν σχηματισθεί κατά την περίοδο των παγετώνων. Η λίμνη βέβαια δεν είναι μόνο μια συλλογή νερού, αλλά ένα οικοσύστημα, μια κοινότητα με αλληλεπιδράσεις μεταξύ ζώων, φυτών, μικροοργανισμών και του φυσικού και χημικού περιβάλλοντος στο οποίο ζουν. Η λεκάνη απορροής της κάθε λίμνης αποτελεί επίσης ένα σημαντικό παράγοντα για κάθε λιμναίο οικοσύστημα γιατί αφενός μεν υδροδοτεί τη λίμνη με τις απορροές και τις υπολίμνιες πηγές της, αφετέρου μια αλλαγή στη λεκάνη απορροής, όπως μια οικιστική επέκταση, ένα αποστραγγιστικό έργο ή μια φωτιά σε δασική έκτασή της μπορούν να τροποποιήσουν την ευαίσθητη ισορροπία του λιμναίου οικοσυστήματος. Η ύπαρξη μιας λίμνης με την ευρύτερη έννοια του όρου, εξαρτάται ουσιαστικά από την ύπαρξη ενός φυσικού βυθίσματος λίγο πολύ κλειστού από όλες τις πλευρές που κατέχει μία κεντρική έκταση πολύ πιο χαμηλή από τις όχθες του. Θα πρέπει ακόμη αυτό το βύθισμα να είναι λίγο πολύ στεγανό, ώστε να μπορέσει να γεμίσει με νερό που θα προέρχεται είτε από βροχοπτώσεις είτε από άλλες πηγές. Όλες οι λεκάνες, είτε προέρχονται από ρήγματα στο φλοιό της γης είτε από φράγματα σε κοιλάδες είτε από ηφαιστειακή δράση κτλ έχουν τη δυνατότητα να μετατραπούν σε λίμνες. Στα φυσικά αίτια μπορούμε να προσθέσουμε και τις ανθρώπινες παρεμβάσεις με τις οποίες δημιουργούνται τεχνητές λίμνες για ιχθυοκαλλιέργεια ή για αναψυχή ή ως τμήματα υδροηλεκτρικών, εγγειοβελτιωτικών και υδροδοτικών έργων. (1)

Διάκριση διαφόρων ζωνών σε μια λίμνη

Οι λίμνες παρουσιάζουν μεταξύ τους ποικιλότητα. Μπορεί να διαφέρουν σε πάμπολλα γνωρίσματα όπως μέγεθος, αλατότητα νερού, βάθος, θολότητα, ηλικία, ύπαρξη ελών γύρω τους, δομή και υφή πυθμένα, κλίμα, μορφή ακτών, ύπαρξη εισροής και εκροής νερών, περιεχόμενα σε θρεπτικά στοιχεία,

περιεχόμενες βιοκοινότητες, παραγωγικότητα. Το νερό των λιμνών έχει το χαρακτηριστικό να αλλάζει ποιότητα με τις εποχές. Η αλλαγή αυτή όμως είναι σταδιακή. Κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού το νερό της λίμνης μπορεί να στρωματοποιείται σε δύο στρώματα, όπου το θερμότερο στρώμα παραμένει πλησίον της επιφάνειας, ενώ το ψυχρότερο στρώμα παγιδεύεται χαμηλότερα με πολύ μικρή ανάμειξη των δύο στρωμάτων. Αυτή η κατάσταση είναι δυνατών να οδηγήσει σε εξάντληση του οξυγόνου στα χαμηλότερα στρώματα. Τα υψηλότερα στρώματα των λιμνών υπόκεινται στην μαζική αύξηση των μικροφυκών εάν η συγκέντρωση των ανθρακικών, των θρεπτικών συστατικών, της θερμοκρασίας και η ηλιοφάνεια είναι ευνοϊκά. Η μεγάλη αύξηση της συγκέντρωσης των μικροφυκών προκαλεί σημαντικές αλλαγές στη διαφάνεια του νερού, την αλκαλικότητα, τη γεύση, την οσμή, το pH και άλλα χαρακτηριστικά. (2)

Πυθμενικές ζώνες

Παραλιακή ζώνη: Η ζώνη αυτή είναι σχετικά αβαθής. Η θερμοκρασία του νερού μπορεί να παρουσιάσει χρονικά μεγάλες διακυμάνσεις. Το φως διεισδύει εύκολα ως τον πυθμένα όταν το νερό δεν είναι πολύ θολό. Παρατηρείται έντονη δράση κυμάτων. Το οξυγόνο του νερού ανανεώνεται συνεχώς. Στον πυθμένα της ζώνης αυτής υπάρχουν ριζωμένα φυτά. Το βένθος δηλ. οργανισμοί του πυθμένα, παρουσιάζει μεγάλη ποικιλότητα γιατί ο πυθμένας είναι συγκριτικά πολύ ανομοιομορφος οπότε δημιουργούνται πολλές οικολογικές θέσεις.

Υποπαραλιακή ζώνη: Είναι στενότερη ζώνη από την προηγούμενη. Αρχίζει εκεί που τελειώνουν τα ριζωμένα φυτά. Το νερό έχει συνήθως επαρκές οξυγόνο και φωτίζεται ικανοποιητικά. Οι μεταβολές θερμοκρασίας δεν είναι πολύ μεγάλες. Το βένθος περιέχει λιγότερο πλούτο ειδών σε σύγκριση με το βένθος της προηγούμενης ζώνης.

Βαθιά Ζώνη: Η θερμοκρασία του νερού λίγο μεταβάλλεται. Περιέχει λίγο οξυγόνο ή και καθόλου. Από την άλλη μεριά, περιέχει πολύ διοξείδιο του άνθρακα. Ο πυθμένας της βαθιάς ζώνης δέχεται ελάχιστο φως ή και καθόλου. Η βαθιά ζώνη δεν μπορεί να υπάρξει σε αβαθείς λίμνες, υπάρχει σε εκείνες που έχουν τόσο βάθος ώστε το νερό τους να παρουσιάσει στρωματοποίηση θερμοκρασίας.

Πελαγική ζώνη: Οι τρεις προηγούμενες ζώνες βρίσκονται υπό την επίδραση των ακτών, τον πυθμένα και των δύο. Αντίθετα η πελαγική ζώνη, που λέγεται και λιμνητική ή και ζώνη των ανοιχτών νερών, βρίσκεται μακριά από την άμεση επίδραση ακτών και πυθμένα. Ως καλύτερο βάθος της ζώνης αυτής ορίζεται το βάθος εκείνο στο οποίο η ένταση του φωτός που διεισδύει γίνεται ίση με εκείνη του σημείου αντισταθμίσεως δηλ. η ένταση στην οποία ο ρυθμός φωτοσυνθέσεως είναι ίσος προς τον ρυθμό αναπνοής των οργανισμών που φωτοσυνθέτουν. Η πελαγική ζώνη περιέχει πλαγκτόν, νηκτό, και καμιά φορά νευστό. Συνήθως είναι επαρκώς εμπλουτισμένη με οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Η πελαγική ζώνη δεν μπορεί να υπάρξει σε αβαθείς λίμνες. (2)

Κύκλος νερού στη φύση

Ο κύκλος νερού στη φύση περιλαμβάνει τρεις φάσεις: την εξάτμιση, την κατακρήμνιση και τη ροή (επιφανειακή και υπόγεια). Σε κάθε μια από αυτές γίνεται μεταφορά, αποθήκευση και αλλαγή της φυσικής κατάστασης του νερού. (1)

Παγκόσμιο ισοζύγιο νερού

Το παγκόσμιο ισοζύγιο νερού βασίζεται στο γεγονός ότι το περισσότερο νερό εξατμίζεται από τις θάλασσες και τους ωκεανούς από αυτό που επιστρέφει με τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, ενώ στη ξηρά περισσότερο νερό φτάνει από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα από αυτό που χάνεται με την εξάτμιση. Έτσι, η μεγαλύτερη ποσότητα των ηπειρωτικών νερών προέρχεται από την εξάτμιση των θαλασσών και των ωκεανών. Τα ηπειρωτικά νερά ως γνωστόν δεν διανέμονται ομοιόμορφα στις ηπείρους. Μέχρι πρόσφατα η διακύμανση του παγκόσμιου ισοζυγίου νερού ήταν μικρή. Τελευταία όμως ο άνθρωπος έχει επιφέρει σημαντικές αλλαγές στο περιβάλλον για αρδευτική, βιομηχανική, γεωργοκτηνοτροφική και οικιακή χρήση. Μερικά παραδείγματα τέτοιων αλλαγών είναι η αποψίλωση του εδάφους, για την απόκτηση περισσότερης καλλιεργήσιμης γης, οι πυρκαγιές, η βόσκηση, οι αλλαγές στις λεκάνες απορροής και η εκμετάλλευση των αποθεμάτων του υπόγειου νερού. Τα παραπάνω έχουν ως αποτέλεσμα της επιφανειακής απορροής. Όταν για παράδειγμα, καταστρέφονται τα δάση, ανυπολόγιστες ποσότητες νερού δεν συγκρατούνται και ρέουν κυρίως προς τις θάλασσες. Οι απαιτήσεις σε νερό για αγροτικές και βιομηχανικές χρήσεις έχουν φτάσει στο σημείο να αυξάνουν το ποσοστό της ηπειρωτικής εξάτμισης που οφείλεται στις ανθρωπίνες κατασκευές, από 3% έως 10% μέσα σε περίπου 30 χρόνια. Αν συνεχιστεί η ίδια κατάσταση θα φτάσει το 50% μέσα σε 70 χρόνια. Το αποτέλεσμα θα είναι επιτάχυνση του ρυθμού ανατροπής του ισοζυγίου των ηπειρωτικών γλυκών νερών. Από τη στιγμή που οι προμήθειες σε γλυκό νερό είναι ανεπαρκείς στις περιοχές όπου η ζήτηση είναι πολύ μεγάλη, η αφαλάτωση του θαλασσινού νερού με την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας είναι η μόνη πρακτική εναλλακτική λύση. Η χρησιμοποίηση σε μεγάλη κλίμακα επιφανειακών νερών θα οδηγήσει μοιραία σε αμετάκλητες αλλαγές του κλίματος. Μεταβολές τοπικών κλιματικών συνθηκών έχουν ήδη συμβεί ως αποτέλεσμα εκτεταμένων μεταβολών μεγάλων ποτάμιων συστημάτων, στα οποία έχουν αυξηθεί πολύ τα επιφανειακά νερά. Στις ηπείρους διακρίνονται τρεις υδρολογικές περιοχές: α) εξωρροϊκές περιοχές, μέσα στις οποίες δημιουργούνται ποταμοί οι οποίοι ρέουν προς τη θάλασσα και περιλαμβάνουν τις κυριότερες λιμναίες εκτάσεις. β) ενδορροϊκές περιοχές, μέσα στις οποίες δημιουργούνται ποταμοί που όμως ποτέ δεν φτάνουν στην θάλασσα και βρίσκονται

ανάμεσα στις υποτροπικές ερήμους και τις τροπικές και εύκρατες υγρές περιοχές. γ) αρροϊκές περιοχές, μέσα στις οποίες δεν υπάρχουν ποταμοί. (1)

Ισοζύγιο νερού στις λίμνες

Το ισοζύγιο του νερού στις λίμνες εκφράζεται από τη βασική υδρολογική σχέση, στην οποία οποιαδήποτε αλλαγή στη ποσότητα του νερού που είναι αποθηκευμένη από μονάδα χρόνου, ρυθμίζεται από την εισοδο του νερού από όλες τις πηγές, μείον την ποσότητα του νερού που χάνεται με οποιονδήποτε τρόπο. Έτσι, το νερό που εισέρχεται από την κατακρήμνιση, τα επιφανειακά ρεύματα και από τις υπόγειες πηγές ισοσταθμίζεται από το νερό που χάνεται με επιφανειακή απορροή, με διαρροή προς το έδαφος και εξάτμιση. Καθεμία από τις παραπάνω εισόδους και εξόδους του νερού ποικίλει εποχικά και γεωγραφικά και ρυθμίζεται από τα χαρακτηριστικά της λεκάνης απορροής και του κλίματος. Τα νερά που εισέρχονται στις λίμνες, προέρχονται από

α) άμεση κατακρήμνιση στην επιφάνεια της λίμνης. Αν και οι περισσότερες λίμνες κυρίως εξωρροϊκές περιοχές, λαμβάνουν μια σχετικά μικρή αναλογία νερού από άμεση κατακρήμνιση σε σχέση με το συνολικά εισερχόμενο σε αυτές νερό, οι πολύ μεγάλες λίμνες συγκεντρώνουν μια σημαντική ποσότητα.

β) Επιφανειακά νερά της λεκάνης απορροής. Η συνολική ποσότητα νερού που εισέρχεται σε μια λίμνη από τα επιφανειακά νερά ποικίλει πολύ. Οι λίμνες των ενδορροϊκών περιοχών παίρνουν σχεδόν όλο το νερό από την επιφανειακή απορροή. Η ποσότητα του νερού από τη λεκάνη απορροής και επομένως και οι αλλαγές της στάθμης των λιμνών επηρεάζονται σε μεγάλο βαθμό από τη φύση του εδάφους και της βλάστησης που καλύπτει τη λεκάνη απορροής.

γ) Εισροή υπόγειου νερού από τη λιμναία λεκάνη. Η εισροή υπολίμνιου υπόγειου νερού αποτελεί την κύρια πηγή νερού για τις καρστικές λίμνες. Τα νερά που χάνονται από τις λίμνες, οφείλονται σε:

1) απορροή από επιφανειακή διέξοδο.

2) διαρροή από τον πυθμένα της λεκάνης. Στις λίμνες διαρροής τα ιζήματα που αποτίθενται πάνω στα βαθιά τμήματα της λεκάνης σχηματίζουν συχνά ένα σημαντικό σφράγισμα.

3) άμεση εξάτμιση. Η έκταση και ο ρυθμός απώλειας νερού εξαιτίας της εξάτμισης ποικίλουν πολύ ανάλογα με την εποχή και γεωγραφικό πλάτος και είναι μεγαλύτεροι στις ενδορροϊκές περιοχές. Οι λίμνες των ημιάνυδρων περιοχών συνήθως δεν

έχουν καμία διέξοδο και χάνουν νερό μόνο από εξάτμιση. Τέτοιες λίμνες καλούνται κλειστές σε αντίθεση με τις ανοιχτές λίμνες στις οποίες παρατηρείται ροή νερού από κάποια έξοδο ή διαρροή.

4) εξάτμιση- διαπνοή από τα αναδυόμενα υδρόβια μακρόφυτα. Τα ποσοστά των απωλειών από εξάτμιση –διαπνοή ποικίλουν πολύ, αφού καθορίζονται από πολλές φυσικές και μεταβολικές παραμέτρους καθώς και από τα είδη που ζουν στην εξεταζόμενη περιοχή. Μεγαλύτερη φυτική ανάπτυξη και συνεπώς αυξημένη εξάτμιση –διαπνοή επικρατούν εποχικά στις λίμνες εξωρροϊκών περιοχών. Στις τροπικές λίμνες πολλά από είδη θα καταστραφούν. Άλλα υδρόφυτα είναι πολυετή και αυξάνονται λίγο-πολύ συνεχώς. Στις περισσότερες περιοχές όπου παρατηρείται έντονη αύξηση της παραλιακής βλάστησης αυξάνεται σημαντικά και η εξάτμιση σε σχέση με αυτή που συμβαίνει στα ανοιχτά νερά. Επειδή η πλειονότητα των λιμνών είναι μικρής έκτασης και συνήθως έχουν καλά αναπτυγμένη παραλιακή βλάστηση, αυτές οι φυτοκοινωνίες συμβάλλουν σημαντικά στο ισοζύγιο του νερού σε πολλές λίμνες. Η πτώση της στάθμης του νερού της λίμνης έχει δυσμενή αποτελέσματα για τους υδρόβιους οργανισμούς και ιδιαίτερα για τα ψάρια. Ορισμένα είδη ψαριών αφήνουν τα αβγά τους στα ρηχά νερά κοντά στη κοίτη. Όταν η απώλεια των νερών και συνεπώς και η πτώση της στάθμης συμβεί πριν την εκκόλαψη, τα αβγά θα μείνουν έξω από το νερό. (1)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΟΛΥΜΒΗΤΙΚΕΣ ΛΙΜΝΕΣ

Ορισμός

Ως φυσική κολυμβητική λίμνη ορίζονται οι κολυμβητικές εγκαταστάσεις με βιολογική επεξεργασία του νερού είναι τεχνητά οικοσυστήματα(δεν προϋπάρχουν, κατασκευάζονται σαν προσωμείωση των φυσικών) όπου το νερό καθαρίζεται μόνο με βιολογικά και φυσικά μέσα

Οι κολυμβητικές εγκαταστάσεις με βιολογική επεξεργασία του νερού είναι γνωστές στις ευρωπαϊκές χώρες ως:

Αγγλία: Swimming pond, natural swimming pool

Γαλλία: Etang de baignade, Baignade naturelle, Piscines naturelles, Piscines ecologiques

Γερμανία: Schwimmteich, Badeteich, Naturbad, Naturfreibad

Αυστρία: Kleinbadeteich, Schwimteich

Ολλανδία: Zwemvijver

Βέλγιο: Baignade biologique

Ισπανία: Piscina naturalizada, piscine natural

Ιταλία: Piscina biologica, Biopiscine

Τσεχία:Zahradni jezirka, Koupaci jezirka

Δανία:svømmesoen, naturlige poll

Πορτογαλία:piscinas biológicas, biopiscinas, lagos de banbo

Αυστραλία:Natural swimming pond, Natural swimming poll, natural pool, Biopool

Ελλάδα: Φυσικές κολυμβητικές πισίνες, φυσικές κολυμβητικές λίμνες, φυσικές πισίνες, *Κολυμβητικές λίμνες (3)



Ιστορικά

Οι πρώτες κολυμβητικές προσωπικές λίμνες, κατασκευάστηκαν στην Αυστρία και τώρα μετρούνται κατά χιλιάδες, ανά την Ευρώπη.

Οι μικροί αυτοί θησαυροί, είναι πραγματικοί βιότοποι και με την βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας και της απαραίτητης τεχνογνωσίας οι κολυμβητικές λίμνες χρησιμοποιούν την καθαριστική δράση των υδρόβιων φυτών, με αποτέλεσμα μια λίμνη που χαρίζει στο χώρο την ομορφιά ενός φυσικού υδροβιότοπου και δίνει την επιλογή της κολύμβησης σε ένα νερό «ζωντανό» χωρίς την ύπαρξη χημικών.

Το ιδανικότερο όλων Ένας κολυμβητικός χώρος, αυτοκαθαριζόμενος από τους μηχανισμούς της ίδιας της φύσης, χωρίς καμία χρήση χημικών, χωρίς την αλόγιστη σπατάλη νερού και με μηδαμινό ενεργειακό κόστος. (4)



Ιστορία

Οι πρώτες Φ.Κ.Π (φυσικές κολυμβητικές πισίνες)ή αλλιώς τεχνητές κολυμβητικές λίμνες, χτίστηκαν στις αρχές του 1980 στην Αυστρία, όπου είναι γνωστές ως Schwimmteich. Η πρώτη χτίστηκε από τον Daniel Werner Gameraith στον ιδιωτικό κήπο του. Ορισμένες από τις πρώτες εταιρείες που χρησιμοποιούν την ιδέα της Φ.Κ.Π εμπορικά είναι η αυστριακή εταιρεία, Biotop, Landschaftsgestaltung, και η γερμανική εταιρεία, BIONOVA. Το 1990 η πρώτη δημόσια Φ.Κ.Π χτίστηκε από την BIONOVA, ακολουθούμενη από μια άλλη μια το 1991 που χτίστηκε από την Biotop στο Unzmarkt (Steiermark Αυστρία)(4)

Η αγορά των Φ.Κ.Π εξαπλώθηκε στη Γερμανία στα τέλη της δεκαετίας του 1980. Το 1998, η πρώτη δημόσια Φ.Κ.Π στη Γερμανία, σχεδιάστηκε και χτίστηκε από τους Αυστριακούς Gerhard Brandlmeier και Rainer Grafinger

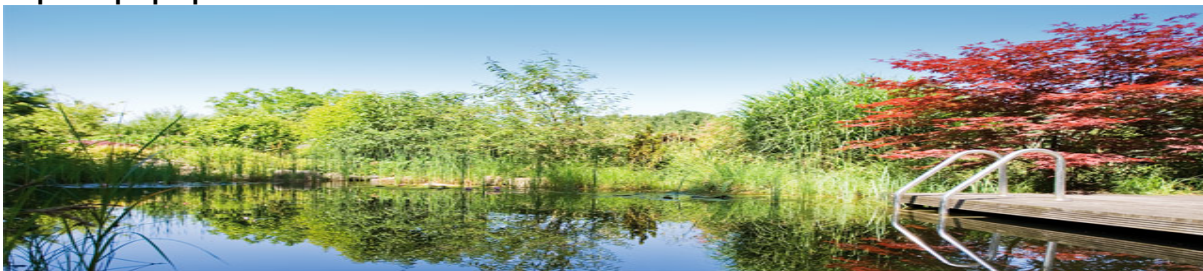
Η κατασκευή των Φ.Κ.Π εξαπλώθηκε σε όλη την Ευρώπη στην Ελβετία, το Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Ιταλία, Ισπανία, Βέλγιο, Ολλανδία, Ουγγαρία, και τη Τσεχική Δημοκρατία. Τον Νοέμβριο του 2005, η βρετανίδα σχεδιάστρια τοπίου Michael Littlewood έγραψε το πρώτο βιβλίο σχετικά με τις φυσικές πισίνες στα αγγλικά.(4)

Μια μεγάλη μερίδα της αμερικανικής αγοράς ενεπλάκη σε φυσικές πισίνες, όταν οι New York Times δημοσίευσαν ένα άρθρο σχετικά με τον Mick Hilleary(βιομηχανικός σχεδιαστής) που σχεδίασε ένα ,κτίριο με αρκετές φυσικές πισίνες στο Κάνσας και της εταιρείας του Bryan Mors [Expanding Horizons] αρκετά κοντά στην Καλιφόρνια. Ωστόσο, επειδή οι πισίνες του Hilleary χρησιμοποιούν υπεριώδη ακτινοβολία και ο Mors κάνει χρήση ίχνων χλωρίου στην πισίνα του, δεν είναι αλήθεια ευρωπαϊκό στυλ Φ.Κ.Π . Ο Mors έχει δημιουργήσει κάποιες αρκετά συμβατικές Φυσικές πισίνες στην Καλιφόρνια και

στην Ταϊλάνδη. Ο Mors καινοτόμησε επίσης τις τεχνικές οι οποίες δημιουργούν μια πολύ καθαρότερη περιοχή κολύμβησης η οποία είναι ουσιαστικά απαλλαγμένη από κάθε οργανικό υπόλειμμα

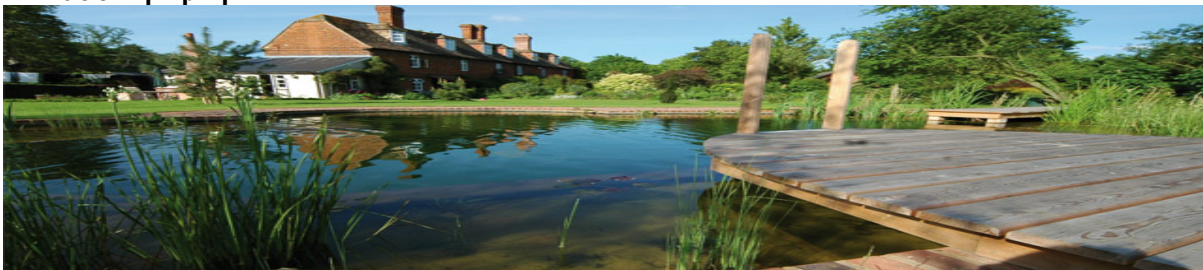
Είδη κολυμβητικής λίμνης

Η φυσική λίμνη



Η φύση ενώνεται με την σύγχρονη αρχιτεκτονική σε μια νέα, ολόκληρη. Ο σχεδιασμός και η κατασκευή της Κολυμβητικής Λίμνης, γίνεται κατά τρόπο όσο το δυνατόν πιο εναρμονισμένο με το περιβάλλον φυσικό τοπίο, έτσι ώστε να δίνει την εντύπωση ότι προϋπήρχε, ως δημιούργημα της φύσης και όχι του ανθρώπου. Αυτή η λίμνη μπορεί να κατασκευαστεί και να λειτουργεί εξ ολοκλήρου, ακόμα και δίχως την παραμικρή τεχνολογική παρέμβαση. Είναι το μόνο είδος που επιτρέπεται η ύπαρξη ορισμένων ψαριών. Η οργανική σχεδίαση δίνει την εντύπωση ότι η φυσική πισίνα ήταν πάντα εκεί.

Η κλασική λίμνη



Μια πισίνα στον κλασικό σχεδιασμό έχει ισχυρό αρχιτεκτονικό αντίκτυπο όλο το χρόνο. Τα φυτά και τα άγρια ζώα φέρνουν μια νέα και δυναμική διάσταση στον κήπο και η πισίνα συμπληρώνει και ενισχύει την υπάρχουσα αρχιτεκτονική. Αυτό το είδος προϋποθέτει την χρήση μηχανικού εξοπλισμού για τον πλήρη καθαρισμό της.

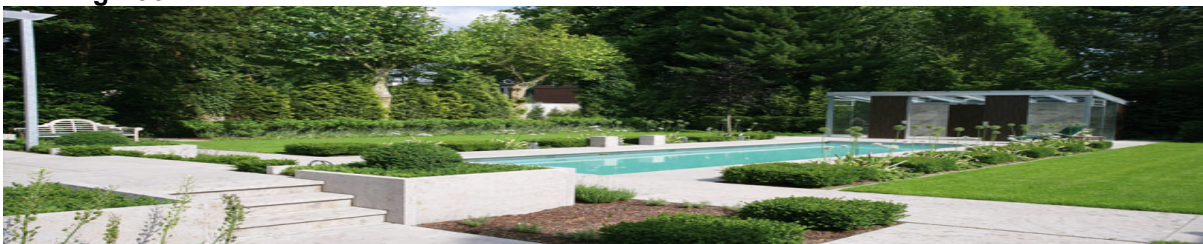
Η λίμνη design



Η βασική αρχιτεκτονική ιδέα του σπιτιού συνεχίζεται με επιτυχία στην Κολυμβητική Λίμνη.

Μοντέρνα δομικά υλικά, όπως ο ανοξείδωτος χάλυβας και το μπετόν, μπορούν άφοβα να χρησιμοποιηθούν και στην Κολυμβητική Λίμνη – το νερό, αναδεικνύει την ιδιαίτερη του δράση. Η ξεκάθαρη φόρμα της λίμνης και οι λιτές γραμμές της, ταιριάζουν απόλυτα στην μοντέρνα αρχιτεκτονική. Οι γυάλινοι τοίχοι και τα μεγάλα παράθυρα αυτού του κατασκευαστικού στυλ εναρμονίζονται πλήρως με το υγρό στοιχείο του τοπίου.

Η Living Pool



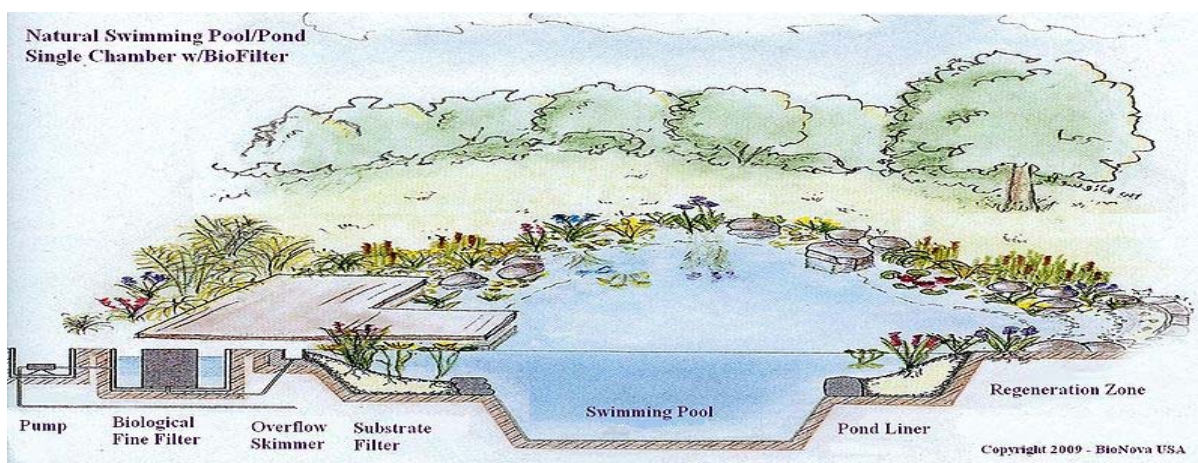
Η Living pool λειτουργεί ουσιαστικά σαν μια λίμνη στο βουνό. Πρόκειται για μια πισίνα με φυσικό νερό. Η Living pool προσφέρει το ίδιο καθαρό και κρυστάλλινο νερό όπως και τα βουνά. Αυτό επιτυγχάνεται με ένα ειδικό φίλτρο που αφαιρεί τα θρεπτικά συστατικά από το νερό, έτσι ώστε τα άγλη στερούνται τροφή τους - ακριβώς όπως σε μια λίμνη στο βουνό. Μοιάζει με μια κανονική πισίνα, αλλά λειτουργεί σαν μια πλήρως αναπτυσσόμενη φυσική πισίνα.

Η φύση απαιτεί προσεκτική, κόσμιος μεταχείρισης - "χρήση και όχι κατάχρηση» είναι το σύνθημα. Η living pool δεν απαιτεί καμία απολύτως προσθήκη χλωρίου ή άλλων τοξικών χημικών ουσιών. Η αναγέννηση της ζώνης και τα συνοδευτικά φυτά και τα ζώα του αντικαθίσταται από ένα βιολογικό φίλτρο και ένα ειδικά κατασκευασμένο φίλτρο φωσφόρου, τα οποία προβλέπουν τη φυσική επεξεργασία του νερού.

Τα πλεονεκτήματα της Living Pool:

- βιολογική επεξεργασία του νερού, χωρίς χλώριο
- διαυγές και ζωντανό νερό κάθε στιγμή
- τα τοιχία μένουν καθαρά
- δεν απαιτεί μεγάλη έκταση, αφού ο μηχανισμός είναι κρυμμένος κάτω από το κατάστρωμα της πισίνας
- συνδυάζεται και με άλλα στοιχεία του συστήματος της Κολυμβητικής Λίμνης (π.χ. εξωτερική ζώνη αναζωογόνησης)

Τμήματα λειτουργίας, ζώνες της Φ.Κ.Π.



Εικόνα 1 Σχηματικό σύστημα για ένα μόνο τμήμα Φ.Κ.Π (6)

Οι φυσικές πισίνες είναι οικολογικά ισορροπημένα συστήματα που εκμεταλλεύονται τις αυτόκαθαριστικές ικανότητες των φυτών και μικροοργανισμών και μπορούν να διατηρήσουν μεγάλη ποικιλία οργανισμών φυσικών λιμνών. Αυτό το σύστημα αποτελείται από ένα συνδυασμό της ζώνης κολύμβησης (η πισίνα) και της ζώνης αναγέννησης.

Περίληψη λειτουργίας φυσικής κολυμβητικής λίμνης και χώροι λειτουργίας

Η κολυμβητική λίμνη είναι ένας συνδυασμός πισίνας και φυσικής λίμνης, αποτελείται από ένα χώρο για κολύμπι και μία ζώνη αναζωογόνησης. Οι δύο αυτές περιοχές χωρίζονται μεταξύ τους από ένα φράγμα (τοιχίο) που είναι εξ'ολοκλήρου κάτω από την επιφάνεια του νερού. Το εμπόδιο μπορεί να αποτελείται από γωνιακά τεμάχια, τιμεντένιο τοίχο ή τοίχιο διαμορφωμένο κατά την εκσκαφή. Μια ξύλινη αποβάθρα συμπληρώνει την διαμόρφωση, ενώ μια συνθετική μεμβράνη εμποδίζει την διαροή του νερού. Η φυτεμένη ζώνη αναζωογόνησης χρησιμεύει για να κρατήσει το νερό καθαρό. Μέσω βιολογικών διαδικασιών γίνεται αποσύνθεση του οργανικού υλικού και των μικροοργανισμών. Τα υδρόβια φυτά χρειάζονται τις θρεπτικές ουσίες, που απελευθερώνονται μέσω της αποσύνθεσης, για την ανάπτυξη τους οπότε και τις απορροφούν. Η ζώνη αναζωογόνησης χρησιμεύει και για την θέρμανση του νερού. Το νερό σε αυτή τη ζώνη είναι ρηχό, οπότε θερμαίνεται πιο γρήγορα, αυτό το νερό μεταφέρεται στην κολυμβητική ζώνη μέσω της κυκλοφορίας του πάνω από το τοίχιο.

Η κολυμβητική ζώνη είναι καλυμμένη με μια συνθετική μεμβράνη. Το τοίχιο εμποδίζει την μεταφορά χρώματος και φυτών από την ζώνη αναζωογόνησης στην κολυμβητική ζώνη. Αυτό καθιστά δυνατό τον καθαρισμό από το ίζημα που δημιουργείται από τα αιωρούμενα σωματίδια που έχουν καταβυθιστεί στην πισίνα.

Μια κολυμβητική λίμνη μπορεί να εξοπλιστεί με διάφορα συστήματα και ανάλογα των αναγκών όπως αυτόματο καθαρισμό του νερού της επιφάνειας, αυτόματη αναπλήρωση νερού, υποβρύχιο φωτισμό κ.τ.λ. Ο καθαρισμός του νερού γίνεται από τους μικροοργανισμούς και τα φυτά της λίμνης και

συμπληρώνεται από μία μηχανική διάταξη φίλτρων.(4) Ο επιφανειακός καθαρισμός του νερού επιτυγχάνεται μέσω ενός έξυπνα σχεδιασμένου skimmer (συσκευή που μέσω της φυσικής τάσης του νερού απομακρύνει από το επιφανειακό στρώμα της λίμνης, φύλλα, μπουμπούκια κ.τ.λ.) φιλικό προς τα μικρά ζώα, που δεν παγιδεύονται μέσα σε αυτό. Βασικό στοιχείο είναι η σχάρα διαμετρήματος οπών 0,3 mm η οποία κατακρατά και τα μικρότερα σωματίδια, ακόμα και μέρους της άλγης. Η επανακυκλοφορία του νερού επιτυγχάνεται με μία αντλία μικρής ισχύος και κατανάλωσης, ενώ η εξισορρόπηση του pH είναι αποτέλεσμα της χρήσης της διοχέτευσης αέρα από το έδαφος. Οι κολυμβητικές λίμνες αποτελούνται από δύο χώρους, τον κολυμβητικό και τον χώρο των φυτών, τα οποία είναι υπεύθυνα για τον καθαρισμό και την αναζωογόνηση του νερού

Μια φυσική πισίνα ή φυσική λίμνη είναι ένα σύστημα που αποτελείται από ένα κομμάτι που είναι το νερό, όπου το νερό που περιέχεται απομονώνεται από μεμβράνη ή μεμβράνες, στις οποίες δεν υπάρχουν χημικές ουσίες ή συσκευές για απολύμανση ή αποστείρωση του νερού. Ο καθαρισμός του νερού επιτυγχάνεται αποκλειστικά με την κίνηση του νερού μέσω βιολογικών φίλτρων και των φυτών

Ονομάζεται "φυσική πισίνα" διότι τα χρησιμοποιούμενα συστήματα φιλτραρίσματος έχουν βιολογικά ισοδύναμα στο φυσικό κόσμο. Στην πραγματικότητα εάν δεν υπάρχει ένα παράδειγμα του τύπου της διήθησης που χρησιμοποιείται στο φυσικό κόσμο, τότε δεν θεωρείται από την IOB (Διεθνής Οργάνωση για τα φυσικά ύδατα κολύμβησης) να είναι φυσικό να είναι φιλτραρισμένο σωστά με φυσικό τρόπο. Συστήματα όπως UV και τεχνικές φιλτραρίσματος του χαλκού είναι παραδείγματα μη φυσικών μεθόδων (4)

Η κολυμβητική ζώνη είναι ο χώρος που προορίζεται για κολύμπι που μοιάζει με μια συμβατική πισίνα ή λίμνη και χωρίζεται από την ζώνη αναζωογόνησης με τοίχιο

Η ζώνη αναζωογόνησης Αποτελεί συνέχεια της υπερχειλισμένης κολυμβητικής ζώνης η ζώνη αναζωογόνησης. έχει πληρωθεί με ειδικά υλικά διήθησης (χαλίκι, άμμος ή ασβεστόλιθος) και την χλωρίδα. Τα φυτά που χρησιμοποιούνται για την αναγέννηση του νερού μπορούν να συμπληρωθούν με διακοσμητικά είδη ανθοφορίας ώστε να δημιουργηθεί ένα ελκυστικό περιβάλλον κήπου και νερού. Οι βιολογικές διαδικασίες που καθαρίζουν το νερό (αναφέρονται παρακάτω) γίνονται σε αυτή τη ζώνη περιέχει υδρόβια και άλλα είδη φυτών τα οποία βελτιώνουν την ποιότητα του νερού, φιλτράροντας και απορροφώντας μόρια χρώματος, οργανική ύλη και θρεπτικές ουσίες όπως το άζωτο και το φώσφορο. (5), λειτουργούν ως ζωντανά φίλτρα που κρατάνε το νερό καθαρό. Αυτή η ζώνη λειτουργεί και ως φίλτρο κάθαρσης του νερού αλλά και ως στοιχείο θέρμανσης για την πισίνα. Το ρηχό νερό σε αυτή τη ζώνη θερμαίνεται από τον ήλιο πιο γρήγορα, από ότι το νερό σε μεγαλύτερο βάθος. Έτσι, η περιοχή κολύμβησης έχει πάντα ζεστό νερό. Η ζώνη αναγέννησης είναι το κύριο λειτουργικό μέρος της φυσικής πισίνας

Τα υλικά που αφαιρούνται προσφέρουν ένα εμπλουτισμένο περιβάλλον για τα φυτά, τα άλγη και τα βακτήρια. Η ικανότητα των φυτών έλους(ειδική κατηγορία υδρόβιων φυτών τα οποία αναπτύσσονται σε περιοχές λιμναζόντων υδάτων) να αποβάλλουν τις τοξικές ουσίες και βαριά μέταλλα όπως τα κάδμιο, ψευδάργυρο, υδράργυρο, νικέλιο, χαλκό και βανάδιο, έχει αποδείξει την αξία τους για το περιβάλλον. Έχει βρεθεί ότι κάποια από αυτά τα φυτά συγκεντρώνουν βαριά μέταλλα στους ιστούς τους 100,000 φορές παραπάνω από την συγκέντρωση στο υπόλοιπο νερό. Ένα παράδειγμα της ικανότητας αυτών των φυτών να καθαρίζουν το νερό με φυσικό τρόπο είναι οι βάλτοι Κυπαρισσιών της Φλώριδας όπου το 98% του αζώτου και 97% όλου του φωσφόρου που μπαίνει στους υδροβιότοπους από το νερό αφαιρέθηκε πριν μπει το νερό στο υπόγειο νερό. (5)

Υπάρχουν πολλά διαφορετικά είδη υδρόβιων φυτών. Ο προσδιορισμός των ειδών που μπορούν να επιβιώσουν σε φυσικές πισίνες εξαρτάται από την γεωγραφική περιοχή που βρίσκεται η πισίνα· και το κλίμα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Αυτό που είναι χρήσιμο σε μία χώρα μπορεί να μην είναι σε άλλη, ή ακόμα και σε άλλη περιοχή της ίδιας χώρας. Οι ζώνες κλίματος ποικίλουν εξαιτίας των κυμαινόμενων θερμοκρασιών σε διαφορετικές τοποθεσίες κατά την διάρκεια της χρονιάς. Για παράδειγμα, το *Iris pseudocorrus* είναι πολύ παραγωγικό στην Αγγλία αλλά όχι στην νότια Γαλλία ενώ το *Typha minima* μεγαλώνει σε τεράστιο βαθμό στην Γαλλία αλλά όχι στην Αγγλία.(21)

Τα υδρόβια φυτά ποικίλουν σε σχήμα μεγέθους και μπορούν να χωριστούν σε πολλές κατηγορίες. Ο πιο βολικός τρόπος να ομαδοποιήσουμε τα φυτά αυτά είναι με βάση το βάθος του νερού ή πόσο νερό δέχονται πάνω από το στέμμα τους (το σημείο όπου εμφανίζονται τα φύλλα).(5)

Η άγρια ζωή στην ζώνη αναζωογόνησης

Η ζώνη αναζωογόνησης, η οποία κατοικείται από μία ποικιλία φυτών και μικροοργανισμών, φιλοξενεί επίσης και μεγάλη ποικιλία ωφέλιμων εντόμων και ζώων. Τα αρπακτικά έντομα, όπως το σκαθάρι και η λιλεβούλη είναι πολύτιμα για την φυσική πισίνα. Τα έντομα αυτά είναι ευλογία γιατί βοηθάνε τρώγοντας έντομα που καταστρέφουν το περιβάλλον, όπως τα κουνούπια. Πολλά αμφίβια επίσης θεωρούν σπίτι τους την φυσική πισίνα· τα βατράχια κάνουν καλό γιατί θεωρούνται βιολογικοί δείκτες. Η παρουσία πολλών βατράχων στην περιοχή δείχνει ότι το περιβάλλον είναι υγιές. «Πολλά αμφίβια βρίσκονται στην κόκκινη λίστα των ειδών υπό εξαφάνιση σε πολλές χώρες και δεν επιτρέπεται να αφαιρούνται από το φυσικό τους περιβάλλον για να τοποθετούνται σε φυσικές πισίνες.

Παρόλο που πολλά είδη έχουν το σπίτι τους μέσα και γύρω από την πισίνα, οι πάπιες δεν είναι ευπρόσδεκτες. Οι πάπιες έχουν απίστευτα αρνητική επιρροή διότι ψάχνουν για φαγητό στο βυθό της πισίνας και ξεριζώνουν τα υδρόβια φυτά. Επίσης έχουν πάνω τους κολλητικές ασθένειες όπως

salmonella και cercaria. Και τα ψάρια κάνουν κακό στις πισίνες αφού δημιουργούν προβλήματα στα φυτά με τα απόβλητα τους. Επίσης, ελκύουν ερωδιούς και άλλα αρπακτικά πουλιά που προκαλούν ζημιές.

"Τα ψάρια είναι κάτι που δεν το θέλουμε γιατί αποβάλλουν νιτρικά, διαταράσσοντας την ισορροπία της λίμνης και επειδή αναζητώντας τροφή σκάβουν στο υπόστρωμα του βυθού με αποτέλεσμα να το αναταράσσουν και να χάνουμε την επιθυμητή διαύγεια του νερού. Όσο για τα κουνούπια είναι κάτι δεν μας ανησυχεί καθόλου. Ο λόγος είναι ότι δύο μήνες μετά τη δημιουργία του βιότοπου έχουν δημιουργηθεί οργανισμοί που τρέφονται με τον γόνιο των κουνουπιών. Επισκέπτες όπως τα βατράχια, οι λιβελούλες και τα πουλιά.(4)

Οι ζώνες μεταξύ τους

Η ζώνη κολύμβησης θα πρέπει να διαχωριστεί φυσικά από την ζώνη αναγέννησης και πρέπει να φτάσουν σε βάθος 2 m σε λίμνες κολύμβησης. Η ζώνη αναζωογόνησης και τη ζώνη κολύμβησης πρέπει να είναι ίσες σε έκταση για την επαρκή καθαρισμό. Το τμήμα κολύμβησης της πισίνας μπορεί να μοιάζει με μια συμβατική πισίνα ή μια φυσική λίμνη. Η ζώνη αναζωογόνησης μπορεί να τοποθετηθεί δίπλα στο χώρο της κολύμβησης ή σε μια απομακρυσμένη περιοχή, ανάλογα με το διαθέσιμο χώρο. Στη σύγχρονη φυσική πισίνα δεν υπάρχει ελάχιστο βάθος για τη κολυμβητική ζώνη και η ζώνη ανάπτυξης, το οποίο μπορεί τώρα να μειωθεί σημαντικά. Η Clear Water Revival ήταν η πρώτη εταιρεία που έκτισε εσωτερικές φυσικές πισίνες στο Ηνωμένο Βασίλειο. Σε αυτές τις πισίνες μια ζώνη αναγέννησης μπορεί να κατασκευαστεί έξω από το κτίριο ή ένας φυσικός θάλαμος φιλτραρίσματος μπορεί να οικοδομηθεί χωρίς ένα φυτεμένο εσωτερικό χώρο(4) Οι δύο ζώνες διαχωρίζονται με τοίχιο που είναι κάτω από την επιφάνεια του νερού, ώστε να επιτρέπει την κίνησή του σε όλη τη λίμνη.(5) "Με την ύπαρξη των τοιχίων, χώμα και φυτά δεν πηγαίνουν στη ζώνη της κολύμβησης. Η όποια άλγη αναπτύχθει στα τοιχώματα καθαρίζεται εύκολα, για λόγους αισθητικούς, μια φορά κάθε 3 - 4 μήνες. ".(5) Σε μια Φ.Κ.Π το νερό της πισίνας ρέει μέσω της βαρύτητας από την πισίνα(ζώνη κολύμβησης) σε φρεάτια διανομής. Το νερό στη συνέχεια διέρχεται από ένα βιολογικό λεπτό φίλτρο τον βιοαντιδραστήρα πριν αντληθεί από την ζώνη αναγέννησης. Τα φυτά που βρίσκονται στη ζώνη ανάπτυξης έχουν φυτευτεί στο υπόστρωμα, και αυτά τα φυτά ανταγωνίζονται μεταξύ τους για τα θρεπτικά συστατικά που θα τροφοδοτούνται από τα φύκια. Το νερό καθαρίζεται βιολογικά από τις μεταβολικές διαδικασίες που βρίσκονται στο υπόστρωμα στο οποίο είναι τις ρίζες των φυτών. Έτσι, οι μικροοργανισμοί και τα φυτά εξασφαλίζουν τον αποτελεσματικό, συνεχή καθαρισμό του νερού. (7)

Καθαρισμός του νερού

Ο καθαρισμός του νερού επιτυγχάνεται με τρεις τρόπους, μέσω φυσικών μηχανισμών (διάλυση, καθίζηση, προσρόφηση, ιονοανταλλαγή κ.τ.λ), μέσω χημικών μηχανισμών (οξειδοαναγωγή, συμπλοκοποίηση κ.τ.λ.) και μέσω βιολογικών μηχανισμών(βακτηριακή αποσύνθεση των διαλυτών ουσιών, κατανάλωση από ανώτερους οργανισμούς κ.τ.λ.)

Οι οργανισμοί που χρησιμοποιούνται στον βιολογικό καθαρισμό των υδάτων

Οργανισμοί Φυτά εκτελούν πολλαπλούς ρόλους στον καθαρισμό των υδάτων. Παρέχουν σκιά, ένα καταφύγιο για τα ψάρια, οξυγόνο για αερόβια βακτηρίδια. Επιπλέον, τα ψάρια μπορεί να περιορίσουν τα παράσιτα, όπως τα κουνούπια. Η επιλογή του οργανισμού εξαρτάται από τις τοπικές κλιματικές συνθήκες.

Διαφορετικά είδη φυτών είναι απαραίτητα σε κάθε μία από τέσσερις ζώνες βάθους.

0-20 εκατοστά

40-60 εκατοστών

60-120 εκατοστά

Μεγαλύτερο από 120 εκατοστά

Καθαρισμός υδάτων

Τα φυτά καθαρίζουν το νερό από την κατανάλωση περισεσιών θρεπτικών ουσιών και από των διόξινων αυτό με την αφαίρεση του διοξειδίου του άνθρακα.

Nymphaea Alba για εύκρατα κλίματα, βάθος 60-120cm, Phragmites australis, για εύκρατα κλίματα, Sparganium erectum, για εύκρατα κλίματα, βάθος 60-120cm., Iris pseudacorus, για εύκρατα κλίματα, βάθος 0-20cm, Schoenoplectus lacustris, για εύκρατα κλίματα, Carex acutiformis, για εύκρατα κλίματα.

Φυτά που προμηθεύουν οξυγόνου

Stratiotes aloides, για εύκρατα κλίματα, βάθος 40-60cm, Hydrocharis morsus-ranae, εύκρατα κλίματα, βάθος 40-60cm, Acorus calamus, για εύκρατα κλίματα,

Φυτά που προσφέρουν καταφύγιο

Hydrocharis morsus-ranae, εύκρατα κλίματα, βάθος 40-60cm, Nuphar lutea, εύκρατα κλίματα, βάθος 60-120cm

Extra εκτιμήσεις

Για την οικολογική / αυτοκαθαρισμού λιμνών, de-nitrified εδάφους πρέπει να ληφθεί υπόψη πως τα φυτά πρέπει να αποτρέψουν την πιθανή ανάπτυξη της άλγης.(8)

Εξοπλισμός λειτουργίας

Γενικά

Καθαρισμός υγιεινή και ποιότητα υδάτων

Οι Φ.Κ.Π βασίζονται στο συνδυασμό υδραυλικών τεχνικών σχεδιασμού παράλληλα με είδη φιλτραρίσματος. Τα υλικά όπως φύλλα, γύρη, σκόνη ή αντηλιακή λοσιόν που βρίσκονται συνήθως να επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού αφαιρούνται από εξειδικευμένο είδος κόσκινου ή από το κανάλι υπερχειλίσης. Αυτές οι ειδικές σχεδιασμένες συσκευές επιτρέπουν τη βέλτιστη ποιότητα στην επιφάνεια του νερού και τη μείωση των προσχώσεων. Τα μεταγενέστερα βιολογικά φίλτρα αφαιρούν και διατηρούν επιπλέον σωματίδια κάτω από ένα μέγεθος σωματιδίων το πολύ 100 μικρομέτρων. Αντλίες διαφορετικές από εκείνες που βρίσκονται στις συμβατικές πισίνες βελτιστοποιούν την υδραυλική ροή του νερού, επιταχύνοντας έτσι τη διαδικασία καθαρισμού ακόμη περισσότερο. Αυτό το μηχανικό ενισχυμένο φυσικό φιλτράρισμα παράγει, καθαρό νερό.(4)

Περιβάλλον και Φ.Κ.Π

Συνήθως, μια χημική επεξεργασία πισίνας μπορεί να εκκενώσει μέχρι 3 φορές τον όγκο του νερού στο αποχετευτικό ανά έτος. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει χρήση χημικών ουσιών στο νερό της Φ.Κ.Π και το νερό τους, διατηρείται ως «ζωντανό» (δηλαδή στη Φ.Κ.Π δεν αποστραγγίζονται και να ξαναγεμίσει), δεν υπάρχει καμία ανάγκη για αυτήν την σπατάλη νερού που απορρίπτεται στο αποχετευτικό δίκτυο. Επίσης, υπάρχει σημαντική μείωση στην κατανάλωση ενέργειας για τη μηχανική λειτουργία πολλών συστημάτων Φ.Κ.Π. Επιπλέον, τα αμφίβια και τα υδρόβια πλάσματα όπως βατράχια, σαλαμάνδρες, και τα σαλιγκάρια κάνουν συχνά τα σπίατα τους στις ζώνες αναγέννησης της Φ.Κ.Π. Ενώ ορισμένοι ιδιοκτήτες πισίνας μπορεί να νοιώθουν άβολα με την ιδέα αυτή, άλλοι βρίσκουν την άνεση να γνωρίζουν ότι η κολύμβηση τους στο περιβάλλον της πισίνας είναι καθαρή και ισορροπημένη αρκεί για να στηρίξει τη ζωή όπως είναι ευρέως γνωστό ότι αυτά τα είδη των πλασμάτων δείχνουν ένα υγιές οικοσύστημα. Ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται στην Φ.Κ.Π δίνει τη δυνατότητα αυτής της άγριας ζωής, όπως ξαφριστών, αν ληφθεί υπόψη πως χρησιμοποιούνται κόσκινα που εμποδίζουν μικρά πλάσματα να διηθηθούν κατά τη διάρκεια της διήθησης(4)

Υγεία-Πρότυπα

Αν και κατευθυντήριες γραμμές για την ποιότητα φυσικού νερού της πισίνας δεν υπάρχουν επί του παρόντος στις Ηνωμένες Πολιτείες, Ευρώπη και σε ευρωπαϊκό στυλ οι οικοδομημένες Φ.Κ.Π ακολουθούν την οδηγία της ΕΟΚ για τα ύδατα 2006/7/EG ως κατευθυντήρια γραμμή σχετικά με την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης και τη διαχείρισή τους. Ειδικές κατευθυντήριες γραμμές για την υγεία, επίσης δίνονται από την γερμανική FLL Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau (Εταιρεία Έρευνας Ανάπτυξης, Ερευνητικού τοπίου, Ανάπτυξη & Κοινωνία - των αλσών και Τοπίου) πρότυπα, τα οποία τηρούνται σε όλη την Ευρώπη. Στις 4 Μάρτη του 2006, τα νέα πρότυπα για νερό πισίνας, δημοσιεύθηκαν στην Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Τα πρότυπα αυτά, οι οποίοι εκδόθηκαν σε όλη την Ευρώπη μέσα σε δύο χρόνια, περιγράφουν τις μεθόδους παρακολούθησης της ποιότητας του νερού στην πισίνα. Αντίθετα από τα συμβατικά Βόρειας Αμερικής των οποίων τα επίπεδα υγιεινής παρακολουθούνται από τις δοκιμές για την καλή χημική ισορροπία στην πισίνα, οι ευρωπαϊκές Φ.Κ.Π ακολουθούν προδιαγραφές και για βακτηριακά επίπεδα.

Κατάλληλες δημόσιες Φ.Κ.Π στην Ευρώπη, τις επισκέπτονται μέχρι και 3.000 κολυμβητές ανά ημέρα, είναι σε θέση να ανταποκριθούν σε αυτές τις υψηλές προδιαγραφές υγιεινής. [10] Άλλοι δέχονται 1000 επισκέπτες / 3046m³ ανά ημέρα. Έτσι, η αποτελεσματικότητα της διαδικασίας καθαρισμού Φ.Κ.Π παραμένει σε αμφιβολία. (4)

Φυσική οργάνωση της πισίνας

Αποσύνθεση

Όλη η οργανική ύλη στην λίμνη αποσυνθέεται στα πιο απλά χημικά μέρη τα οποία με την σειρά τους εκπέμπουν ενέργεια από την οποία ζουν ακόμα και τα βακτήρια. Τα τελευταία γρήγορα αποσυνθέτουν ή τρώγονται και έτσι δεν υπάρχουν καθόλου συγκεντρώσεις που να μπορούν να προκαλέσουν μόλυνση. Όση περισσότερη ζωή υπάρχει στην λίμνη, τόσο μικρότερη η πιθανότητα βλαβερών ουσιών. Το στάσιμο νερό δεν έχει ζωή και το νερό που φιλοξενεί πολλές μορφές ζωής είναι πιο καθαρό από το φιλτραρισμένο νερό. Για αυτό τον λόγο η αναγέννηση του νερού συμβαίνει παντού στην λίμνη και όχι μόνο στην περιοχή αναγέννησης. (5)

Συγκεκριμένες θρεπτικές ουσίες και βακτήρια εμφανίζονται στο νερό από βροχή και μπορεί να είναι η αιτία ανάπτυξης βιολογικών φαινομένων στην επιφάνεια, όπως είναι τα άλγη. Είναι απαραίτητο αυτό να ελέγχεται για να μην ακολουθήσουν δυσάρεστες συνέπειες για αυτούς που θέλουν πάντα καθαρό νερό.

Θερμοκρασία

Ορισμένοι ανεπιθύμητοι μικροοργανισμοί είναι σε θέση να επιβιώσουν σε σταθερή θερμοκρασία άνω των 28 ° C. Για το λόγο αυτό και για περιβαλλοντικούς λόγους (δηλαδή κατανάλωση ενέργειας), το παραδοσιακό ευρωπαϊκό στυλ της Φ.Κ.Π συχνά αποφεύγει τα συστήματα θέρμανσης. Πρόσφατα, ωστόσο έχει γίνει γνωστή η χρήση αντλιών θερμότητας από την γη και ηλιακών συστημάτων θέρμανσης με πάνελ που μπορούν να ενσωματωθούν στις κατασκευές μιας Φ.Κ.Π(5)

Στοιχειά της λίμνης

Έδαφος

Η μορφή και η ποιότητα του εδάφους εκεί όπου θα κατασκευαστεί η λίμνη είναι ο δεύτερος κρίσιμότερος παράγοντας για την επιτυχία. Επηρεάζει την μορφή και το είδος της λίμνης με άμεση επίδραση στο τελικό κόστος της επένδυσής σας.

Προκειμένου να αποφευχθούν αστοχίες κατά την κατασκευή και από την πρώτη στιγμή ελέγχουμε και καταγράφουμε με κάθε λεπτομέρεια το τοπογραφικό και γεωφυσικό ανάγλυφο της περιοχής και λαμβάνονται δείγματα εδάφους από την περιοχή κατασκευής

εξετάζουμε :

- την διάβρωση εδάφους
- τον βαθμό διείσδυσης νερού
- στρωματοποίηση ιζημάτων
- την τοπογραφική ποικιλομορφία και την υδρολογία της περιοχής
- ελέγχουμε την πιθανότητα ρευστοποίησης του υπεδάφους σε περιπτώσεις σεισμού.

Σε ειδικές περιπτώσεις προχωρούμε σε δοκιμαστικές και δειγματοληπτικές γεωτρήσεις από διαπιστευμένα γεωλογικά εργαστήρια για ακριβέστερα εδαφοτεχνικά δεδομένα

Το νερό είναι ένας πολύτιμος πόρος. Οι λίμνες τα ποτάμια και τα ρέματα προσθέτουν μεγάλη οικονομική και οικολογική αξία στην ιδιοκτησία και την ευρύτερη περιοχή και επιπλέον συντελούν στην ψυχική γαλήνη και την εσωτερική ισορροπία του ανθρώπου.(5)

Φυσικός εξοπλισμός

Κατηγορίες φυτών

- Φυτά βυθισμένα στο νερό (οξυγονοποιητές)
- Επιπλέοντα φυτά
- Φυτά με επιπλέοντα φύλλα
- Φυτά που μεγαλώνουν σε ρηχά νερά στις ακτές των νερών
- Φυτά που μεγαλώνουν σε βαθιά νερά στις ακτές των νερών
- Υγρόφιλα φυτά
- Βαλτώδη φυτά
- Φυτά που μεγαλώνουν στους πρόποδες των πισινών

Αυτές οι 8 κατηγορίες καλύπτουν τις βασικές λειτουργίες των υδρόβιων φυτών για μία φυσική πισίνα και το γύρω περιβάλλον του.

Φυτά που ζουν κάτω από το νερό

Αυτά τα φυτά παίζουν ζωτικό ρόλο στο υδρόβιο οικοσύστημα. Το οξυγόνο που ελευθερώνεται από τα φύλλα λόγω της φωτοσύνθεσης περνάει κατευθείαν μέσα στο νερό, το οποίο με την σειρά του υποστηρίζει άλλες μορφές ζωής, εξασφαλίζοντας ένα αποτελεσματικό οικοσύστημα για όλη την πισίνα.

Τα φύλλα των περισσότερων μεγάλων υδρόβιων φυτών αφαιρούν τις απαραίτητες θρεπτικές ουσίες με απλό και αποτελεσματικό τρόπο από το νερό καθώς έχουν πολύ διαπερατές μεμβράνες. Τα φύλλα επίσης μπορούν να ξεχωρίσουν το CO² από το ανθρακικό ασβέστιο που υπάρχει στο νερό και περιέχει μεγάλες ποσότητες ασβεστίου. Το πιο αποτελεσματικό φυτό για βαθιά νερά είναι το *Potamogeton lucens*. Για πιο ρηχά νερά το *Potamogeton crispus* είναι κατάλληλο αλλά είναι πιο κατάλληλο για μερικώς σκιά και όχι πλήρως στον ήλιο. (5)

Όλα τα ζιζάνια της λίμνης σπάνε σε κομμάτια πολύ εύκολα και σχηματίζουν γρήγορα ρίζα, η οποία αφού ριζωθεί γίνεται άλλο ένα φυτό. Τα ζιζάνια της λίμνης είναι ειδικοί στην μετανάστευση. Αυτός είναι και ο λόγος που οι περιοχές των υδρόβιων φυτών δεν μπορούν να είναι σαν άλλες περιοχές φυτών.

Το σχέδιο φύτευσης για υδρόβιες περιοχές μπορεί να είναι αρκετά περίπλοκο για σχεδιαστές αν δεν είναι πλήρως ενημερωμένοι για τις συνθήκες των φυτών. Το *Myriophyllum spicatum* έχει την ικανότητα να χρησιμοποιήσει το νερό που περιέχει ορυκτά για την δικές του ανάγκες και είναι πολύ αποτελεσματικό στο να αφαιρεί θρεπτικές ουσίες από το νερό. Το *Ranunculus aquatilis* είναι ένα φυτό που καθαρίζει και έχει και αισθητική αξία. Μεγαλώνει καλύτερα σε βάθος 400-600 mm όπου μπορεί και δημιουργεί ένα μαξιλάρι φτερωτών φύλλων που παράγουν οξυγόνο και φιλτράρουν τις θρεπτικές ουσίες από το νερό. Αυτό το φυτό μεγαλώνει νωρίς την άνοιξη και είναι όμορφο με τα κάταστρα λουλούδια του. Τα σαλιγκάρια τρώνε τα φύλλα όταν πέφτουν στο νερό.

Βυθισμένα υδρόβια φυτά

Συνιστάται να υπάρχουν βυθισμένα φυτά που εξασφαλίζουν την ύπαρξη αλγοκτόνου γιατί τα άλγη δεν μεγαλώνουν κοντά τους. Το *Chara aspera* απορροφάει το ανθρακικό ασβέστιο που υπάρχει μέσα στο νερό, όσα περισσότερα βυθισμένα φυτά υπάρχουν τόσο το καλύτερο για τον έλεγχο των αλγών. Τα πράσινα άλγη είναι επίσης σημαντικά για το όλο υδρόβιο σύστημα καθώς υπάρχουν έστω και σαν μεμβράνη στα τοιχώματα. Το χειμώνα συνεχίζουν να παράγουν οξυγόνο. Φυτά που μεγαλώνουν κάτω από την επιφάνεια του νερού υπάρχουν 2 είδη, ριζωμένα ή επιπλέοντα, ονομάζονται μερικές φορές και οξυγονοποιητές.(5)

Τα επιπλέοντα φυτά

Αυτά τα φυτά έχουν φύλλα που αναπαύονται πάνω στην επιφάνεια. Οι ρίζες τους δεν ριζώνουν στο υπόστρωμα αλλά κρέμονται μέσα στο νερό. Οι ρίζες (ή το ισάξιο τους) ποικίλουν σε μέγεθος και δομή.

Αυτά τα φυτά μεγαλώνουν επιπλέοντας στην επιφάνεια του νερού ή ακριβώς κάτω από αυτό. Προσφέρουν σκιά για να βοηθήσουν στον περιορισμό της ανάπτυξης των άλγη. Επίσης παρέχουν προσωρινή κάλυψη πριν εμφανιστούν τα φύλλα από πιο μόνιμα φυτά.

Φυτά με επιπλέοντα φύλλα

Τα μεγάλα φύλλα των περισσότερων αυτών φυτών σπάνε την ανακλαστική επιφάνεια του νερού με σχήματα και χρωματιστά λουλούδια. Είναι επίσης χρήσιμα για την άγρια ζωή καθώς τα φύλλα τους δίνουν ένα προστατευτικό μέρος για πολλούς από τους υδρόβιους οργανισμούς.

Σε αντίθεση με τα βυθισμένα είδη, αυτά τα φυτά δεν οξυγονώνουν το νερό αλλά απορροφούν τις χημικές ενώσεις μέσα από τις ρίζες τους. Τα λουλούδια και τα φύλλα πρέπει να είναι πάνω από το νερό, να επιπλέουν στην επιφάνεια ενώ οι ρίζες τους να είναι κάτω από το νερό. Πρέπει να είναι στο πιο βαθύ μέρος της περιοχής φύτευσης στην ζώνη αναγέννησης. Εμποδίζουν την ανάπτυξη των αλγών επειδή τα φύλλα τους σκεπάζουν το νερό. Τα φυτά αυτά δεν ανέχονται συνεχή κίνηση του νερού και χρειάζονται τον χώρο τους.(5)

Κρίνοι

Υπάρχουν διάφορα είδη και μεγάλη ποικιλία κρίνων (*Nuphar*). Το πιο διάσημο στις Βόρειο-Ευρωπαϊκές χώρες είναι το *Nuphar Lutea*.

Φυτά που μεγαλώνουν σε ρηχά νερά στις ακτές νερών

Αυτά τα φυτά μεγαλώνουν σε ρηχά νερά, μέχρι και 150 mm βάθος γύρω από τις ακτές της πισίνας. Κάποια συνεισφέρουν στην ποιότητα του νερού αφαιρώντας τις περίσσειες θρεπτικές ουσίες με τις ρίζες τους.

Περιφερειακά φυτά που μεγαλώνουν σε ρηχά νερά

Αυτά τα φυτά μεγαλώνουν σε ρηχά νερά- μέχρι και 150 mm βάθος- γύρω από τα όρια της πισίνας. Κάποια συνεισφέρουν στην ποιότητα του νερού αφαιρώντας τις περίσσειες θρεπτικές ουσίες με την ρίζα τους. Βοηθάνε πάρα πολύ στο να σταθεροποιούν και να μεταμφιέζουν τις άκρες της πισίνας και στο να προσφέρουν οικείο περιβάλλον στα ζώα. Η ποικιλία τους στην μορφή, στο φύλλωμα και στα λουλούδια δημιουργεί μία κορνίζα για το νερό και δίνει χαρακτήρα στην πισίνα.

Περιφερειακά φυτά που μεγαλώνουν σε βαθιά νερά

Αυτά τα περιφερειακά φυτά μεγαλώνουν σε νερό βάθους 250-600 mm και είναι πολύ χρήσιμα στο να φυτρώνουν κοντά στον τοίχο που διαχωρίζει τις ζώνες κολύμβησης και αναγέννησης. Στην φύση τα περιθωριακά φυτά φυτρώνουν στα όρια των λιμνών, όπου το επίπεδο του νερού κυμαίνεται σύμφωνα με την ποσότητα βροχής και την εποχή. Τα περισσότερα φυτά αντέχουν τις αλλαγές στο βάθος του νερού αλλά η πλειοψηφία έχει ιδανικές συνθήκες. Για να καλλιεργήσει κάποιος τέτοια φυτά, πρέπει να δώσει ιδιαίτερη προσοχή στις απαιτήσεις του καθενός, ώστε για παράδειγμα να μην μεγαλώσει κάποιος ανεξέλεγκτα και εμποδίσει τα άλλα. Πρέπει επίσης να ληφθεί υπόψη το ύψος του κάθε φυτού ώστε να μην κρύβει ένα φυτό κάποιο άλλο. Τα περιθωριακά φυτά, είτε ρηχών, είτε βαθιών νερών έχουν και μικρά αλλά και μεγάλα φύλλα.

Υγρόφιλα φυτά

Τα φυτά αυτά ονομάζονται και φυτά βάλτου, πράγμα το οποίο προκαλεί μερικές φορές σύγχυση. Τα υγρόφιλα φυτά ανθίζουν σε υγρό χώμα στις όχθες της πισίνας, ή κατά το μήκος ενός ποταμού. Διαφέρουν από τα περιθωριακά φυτά στο ότι χρειάζονται οξυγόνο στις ρίζες τους. Η πλειοψηφία των υγρόφιλων φυτών δεν ανέχονται βάλτους γιατί χρειάζονται καλή αποστράγγιση. Αντέχουν σε συνθήκες, όπου το χώμα είναι σχεδόν στεγνό και τα περισσότερα επιβιώνουν σε περιόδους πλημμύρας. Ενώ δεν έχουν καμία λειτουργική χρήση στην οικολογία της πισίνας, προσφέρουν στην συνολική εικόνα της πισίνας. (5) Τα υγρόφιλα φυτά προσφέρουν έντονο φύλλωμα καθώς υπάρχουν είδη με μικρά και αλλά και μεγάλα φύλλα, χρωματιστά λουλούδια τεράστιο όγκο και ενδιαφέρουσες υφές των φύλλων.

Φυτά βάλτου και έλους

Οι βάλτοι και τα έλη είναι κάτι μεταξύ λίμνης και ποταμού. Το έλος είναι ένας φυσικός υγρότοπος που τροφοδοτείται από υπόγεια ύδατα ή την υπερχείλιση των ποταμών. Αντίθετα, ο βάλτος απεικονίζει κακή αποστράγγιση της γης που έχει τροφοδοτηθεί με νερό βροχής, αλλά που χρειάζεται συνέχεια υγρασία ώστε να λειτουργεί. Τα φυτά που φυτρώνουν σε τέτοια μέρη έχουν μεγάλη προσαρμοστικότητα στις διακυμάνσεις του επιπέδου του νερού και στην ποσότητα υγρασίας που υπάρχει.

Στους τεχνητούς βάλτους, πρέπει να υπάρχει μόνιμη πηγή υγρασίας. Ιδανικό μέρος για τέτοιο υγρότοπο είναι πλησίον μιας φυσικής πισίνας, μεγαλώνοντας έτσι τον χώρο κολύμβησης και της ζώνης αναγέννησης.

Φυτά με φύλλωμα

Πολλά από τα φυτά που μεγαλώνουν στις ακτές των λιμνών και ποταμών έχουν μεγάλα, έντονα φύλλα και γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης. Όταν ο χώρος περιορίζεται, πολλά από αυτά είναι ιδανικά φυτά για βιτρίνα.

Γρασιδί και σπάρτο

Υπάρχουν πολλά είδη όμορφων γρασιδιών και σπάρτων που μεγαλώνουν εύκολα στην όχθη μιας λίμνης. Είναι χρήσιμα γιατί οι ρίζες τους κρατάνε το χώμα στις όχθες των ποταμών και λιμνών. Έχουν επίσης ωραία όψη το χειμώνα, καλυμμένα από πάχνη.

Καλάμια και σπάρτα

Όλα τα καλάμια και τα σπάρτα μεγαλώνουν καλύτερα με τις ρίζες τους μέσα στο νερό και ενώ τα περισσότερα χρειάζεται μόνο ρηχά νερά, κάποια μεγαλώνουν και σε βάθος μέχρι και 3 μέτρων. Συνιστάται ίσως να μεγαλώνουν σε βυθισμένους κουβάδες ή καλάθια από σύρμα ώστε να ελέγχονται γιατί γενικά εισβάλουν. (5)

Φτέρη

Υπάρχει τεράστια ποικιλία φτερών που μπορούν να φυτευτούν μέσα ή κοντά στο νερό αλλά εδώ συμπεριλαμβάνονται και αυτά που θέλουν οι ρίζες τους να βρίσκονται μέσα στο νερό ή ακριβώς στην άκρη. Η φτέρη έχει τη δυνατότητα να μεγαλώσει σε οποιαδήποτε θέση υπό σκιά. Ένα είδος φτέρης έχει την δυνατότητα να καλύψει 40 m² σε 4 εβδομάδες. (5)

Ευαίσθητα φυτά

Οι τροπικοί κρίνοι είναι ευαίσθητοι και θα έπρεπε να χρησιμοποιούνται από την άνοιξη έως το φθινόπωρο.

Φυτά για όχθες

Αυτά τα φυτά είναι ιδανικά για φόντο σε κάθε πισίνα, έχοντας πρακτικές και αισθητικές λειτουργίες πέρα από το χρώμα του φύλλου. Πολλά έχουν ξεχωριστή ένδειξη φλοιού το χειμώνα. Χρειάζονται προστασία από τον αέρα και τον πολύ ήλιο. Έτσι σχηματίζουν περίφραγμα γύρω από την πισίνα, που είναι ιδανικό για διάφορες δραστηριότητες. (5)

Τα δέντρα και οι θάμνοι είναι μεγάλα φυτά δομής και χρειάζεται να τοποθετηθούν με προσοχή. Λόγω του μεγέθους τους, ο όγκος που πιάνουν πρέπει να κολακεύει την οριζόντια έκταση του νερού και της γύρω περιοχής. Ακόμα μεγαλύτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στους πρόποδες των λόφων όταν διαλέγουμε δέντρα και θάμνους. Εκτός από την αισθητική επίδραση που θα προσφέρουν πρέπει να προσέχουμε πόση σκιά θα προσφέρουν όσο μεγαλώνουν. Επίσης να δοθεί προσοχή και στα φύλλα τους όταν θα πέσουν τα φυλλοβόλα φύλλα μαζεύονται εύκολα με δίχτυ αλλά τα περισσότερα έλατα ρίχνουν πολλά από τα φύλλα τους ασταμάτητα κατά την διάρκεια της χρονιάς. Επίσης, πρέπει να δοθεί προσοχή στις ρίζες για να μην εισβάλουν.

Φυτά που εισβάλουν

Πολλά φυτά αναπαράγονται ελεύθερα σε σημείο που είναι συχνά αφηνιασμένα και έτσι κάποια έχουν καταργηθεί από κάποιες χώρες.

Ο υάκινθος του νερού δεν επιτρέπεται να μετακινηθεί εσωτερικά στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Τη φακή του νερού μπορεί να τη μεταφέρουν τα πουλιά και να εξαπλωθεί γρήγορα.

Υπόστρωμα της Φ.Κ.Π.

Το υπόστρωμα είναι ένα υλικό πάνω στο οποίο ζουν οι μικροοργανισμοί και μεγαλώνουν τα υδρόβια φυτά. Το υπόστρωμα αποτελείται από χαλίκι, ασβέστη (για να αυξηθεί το pH), άμμο και ενώσεις θρεπτικών ουσιών. Το υπόστρωμα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην περιοχή αναγέννησης. Αυτή η ζώνη καλύπτεται από υπόστρωμα και όχι χώμα ή άλλα παραδοσιακά μέσα ανάπτυξης διότι το γόνιμο χώμα δίνει υψηλά επίπεδα θρεπτικών ουσιών στο νερό και θα αναιρούσε τις προσπάθειες κάθαρσης των φυτών και επίσης συνεισφέρει στην συγκέντρωση της λάσπης στον βυθό της πισίνας. Τα περιθωριακά φυτά στο υπόστρωμα θα πάρουν τις θρεπτικές τους ουσίες από το ίδιο το νερό καθαρίζοντας έτσι την πισίνα. Το νερό που ρέει στην ζώνη αναγέννησης φιλτράρεται μηχανικά μέσα από το υπόστρωμα και τις ρίζες των φυτών που βρίσκονται εκεί. Αυτή η διαδικασία καθαρίζει το νερό με φυσικό τρόπο· φιλτράρονται όλα τα βακτήρια και μικρόβια. Στην επιφάνεια του υποστρώματος δημιουργείται ένα βιολογικό στρώμα το οποίο βοηθάει μειώνοντας τις οργανικές ατέλειες. Το υπόστρωμα βοηθάει τα φυτά να καθαρίζουν το νερό φυσικά αλλά επίσης ενθαρρύνει την ανάπτυξη των φυτών του νερού και δημιουργεί ένα ευνοϊκό περιβάλλον για αυτά μέσα στην ζώνη αναγέννησης. (5). Κάτω από το υπόστρωμα έχει τοποθετηθεί μεμβράνη πολυτροπυλενίου η οποία στεγανοποιεί τον χώρο της Φ.Κ.Π. και την απομονώνει από ανταλλαγές με το έδαφος.

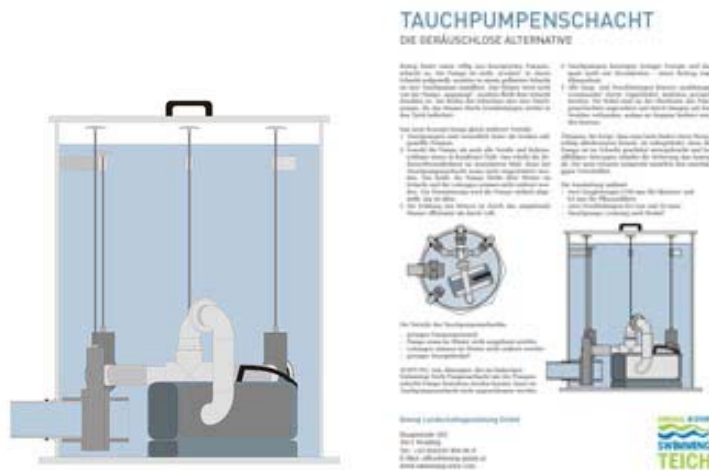
2.2 ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Υποβρύχιο Αντλιοστάσιο

Αντλίες

Ένα σύστημα αντλιών είναι απαραίτητο για την εξασφάλιση της αποτελεσματικότητας του βιολογικού καθαρισμού.

Επίσης, η αντλία εξαλείφει την επίδραση της θερμικής στρωμάτωσης, το φαινόμενο όπου τα διάφορα βάθη του νερού έχουν διαφορετικές θερμοκρασίες. Όσο πιο βαθιά είναι το νερό, τόσο λιγότερο επηρεάζεται από την θερμοκρασία του αέρα γύρω του και έτσι είναι πάντα πιο κρύο το νερό. Το νερό της επιφάνειας πάντοτε επηρεάζεται από τον ήλιο και τον ζεστό αέρα και έτσι δημιουργεί βελτιωμένες συνθήκες για την ανάπτυξη των άλγεων που οδηγεί στο φαινόμενο του πράσινου νερού. Η επίδραση της αντλίας θα μειώσει την θερμοκρασία του νερού γενικά, κάτι το οποίο περιορίζει αυτό το φαινόμενο, πάντα με την προϋπόθεση η αντλία να μην έχει πολύ πίεση. Αρκεί η απαλή κίνηση ώστε να μην υπάρχουν αρνητικές επιδράσεις στους μικροοργανισμούς. (5)



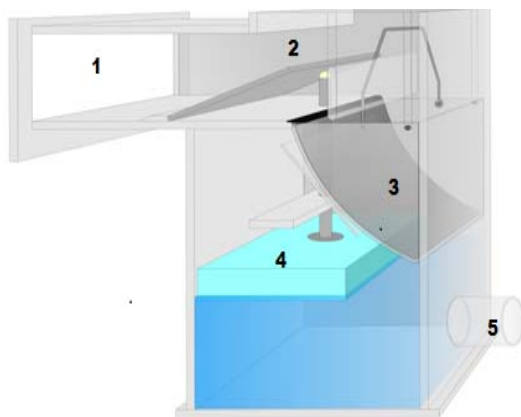
Εικόνα 2 Υποβρύχιο αντλιοστάσιο (9)

Η Βιοτοπ προσφέρει ένα αντλιοστάσιο με μια εντελώς νέα έννοια. Η αντλία δεν έχει τοποθετηθεί σε ένα "στεγνό" περίβλημα αλλά μια υποβρύχια αντλία είναι εγκατεστημένη σε ένα πλημμυρισμένο αντλιοστάσιο. Η αντλία δεν αναρροφά το νερό, αλλά αυτό ρέει μέσα στο αντλιοστάσιο χωρίς πίεση. Η υποβρύχια αντλία είναι τοποθετημένη στο πάτωμα του αντλιοστασίου και μεταφέρει το νερό στη φυσική πισίνα, μέσα από τις γραμμές πίεσης.(9).

Λειτουργία

Το νερό εισέρχεται στο αντλιοστάσιο μέσω του κόσκινου νερό αυτό θεωρείται καθαρό(χωρίς θρεπτικά στοιχεία και με μικρό μικροβιολογικό φορτίο). Η αντλία έχει 3 εξόδους, μία που διοχετεύει το νερό πίσω στην ζώνη αναζωογόνησης, και τις άλλες που το διοχετεύουν σε επιλεγμένα σημεία που συνήθως είναι απομακρυσμένα από το σημείο που γίνεται η επεξεργασία,(στην υπό μελέτη λίμνη η μία διοχετεύει το νερό στο σημείο πάνω σκαλιά και η άλλη στο σημείο πηγής)

Κόσκινο



Εικόνα 3 Καμπύλο skimmer MODELL 2010 (10)

1 εισροή skimmer, 2 πτερύγιο skimmer, 3 δοχείο για δίσκο με κυρτό κόσκινο 3 δοχείο για τον δίσκο αλιευμάτων με καμπύλο κόσκινο, 4 μετρητής στάθμης, 5 γραμμές για το αντλιοστάσιο

Το κόσκινο(skimmer) είναι μια συσκευή που τραβά τα επιφανειακά ύδατα της πισίνας. Χρησιμοποιεί την επιφανειακή τάση του νερού για να τραβήξει τα φύλλα, τα μπουμπούκια, κ.λπ. που πέφτουν στην πισίνα. Υπάρχουν διάφορα είδη skimming pool

(1) Το ευρύτερα εγκατεστημένο σε ιδιωτικές πισίνες είναι το στατικό skimmer. Αυτό χρησιμοποιεί την πίεση του νερού της πισίνας ως μοχλό για να λειτουργήσει σωστά και έχει περιορισμένη επίδραση αφού χρησιμοποιεί την επιφανειακή τάση του νερού για να προσελκύσει επιπλέοντα φύλλα κ.τ.λ.

(2) ένα πιο αποτελεσματικό skimmer pool είναι το κυμαινόμενο skimmer pool, αυτό το είδος skimmer συνδέει το κενό πάνω από το καλάθι των φύλλων στις στατικές μονάδες skimmer μέσω ενός

σωλήνα σαν ένα συνδέει ένα κενό στην πισίνα. Το πλεονέκτημα με αυτό το είδος του skimmer είναι ότι αποδίδει πάντα στη βέλτιστη απόδοση γιατί κινείται πάνω-κάτω λόγω του νερού

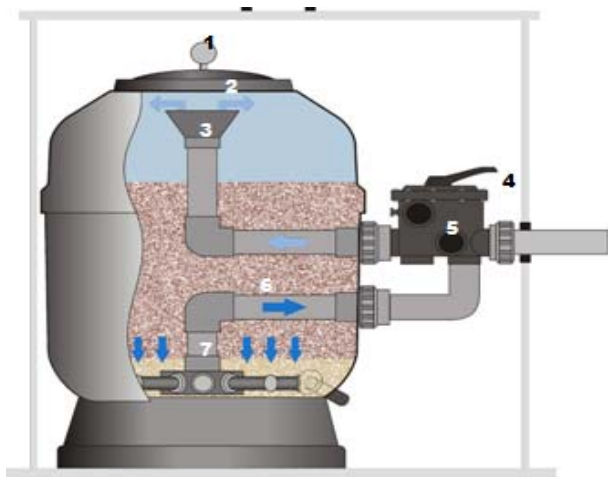
(3) υγρό τοίχο ή υπερχειλίσης. Αυτή η μέθοδος είναι ο καλύτερος τρόπος για να ξαφριστεί μια πισίνα, η πισίνα είναι χτισμένη με τέτοιο τρόπο ώστε να ξεχειλίζει γύρω από έναν ή περισσότερους τοίχους σε ένα σημείο συλλογής η δεξαμενή έρχεται σε ισορροπία απ'όπου το νερό καθαρίζεται και διοχετεύεται και πάλι στη πισίνα. Οι περισσότερες δημόσιες πισίνες έργο χρησιμοποιούν αυτού του είδους καθαρισμό. Είναι πολυδάπανη δημιουργία και γι'αυτό δεν παρατηρείται σε ιδιωτικές πισίνες πολύ συχνά(10)

Καμπύλο κόσκινο.

Το καμπύλο κόσκινο, το νερό ρέει πάνω από ένα κυρτό κόσκινο. Το μέγεθος των πόρων του κόσκινου είναι μόνο 0,3 mm. Το πλεονέκτημα αυτού είναι ότι ακόμη και μικρές ακαθαρσίες και κολλώδη φύκια πιάνονται στο κόσκινο. Οι ακαθαρσίες απομακρύνονται από το σύστημα πριν τα θρεπτικά συστατικά που περιέχουν, επιστρέψουν πίσω στο νερό. Το κόσκινο είναι αυτό-καθαριζόμενο καθώς, οι ακαθαρσίες ξεπλένονται προς τα κάτω. Λόγω του ότι ο μηχανισμός του έχει επινοηθεί με έξυπνο τρόπο, η ροή του νερού ρυθμίζεται μέσω ενός πτερύγιου skimmer που επιτρέπει πάντα ακριβώς τη σωστή ποσότητα νερού να ρέει πάνω από το κόσκινο(4)

Το φίλτρο φωσφόρου "PhosTec Ultra"

Χωρίς χρήση των χημικών ουσιών, το φίλτρο φωσφόρου "PhosTec" είναι πολύ αποτελεσματικό διότι δεσμεύει τον φώσφορο που είναι διαλυμένος στο νερό και ο οποίος είναι υπεύθυνος για την ανάπτυξη των φυκιών - ουσιαστικά «λιμοκτονούν τα φύκια (11) ". Το PhosTec Ultra είναι ένα κλειστό φίλτρο πίεσης το οποίο είναι μόνιμα εγκατεστημένο στη φυσική πισίνα. Το δοχείο του φίλτρου είναι γεμάτο με ένα υψηλής απόδοσης υλικό(δεν αναφέρεται από την εταιρία η σύσταση του υλικού αυτού), το οποίο δεσμεύει φυσικά το φώσφορο στην επιφάνειά του και, επομένως τον αφαιρεί από το νερό.



Εικόνα 4 Φίλτρο φωσφόρου (1 μανόμετρο, 2 καπάκι, 3 τροφοδοσία, 4 μοχλός χειρισμού, 5 πέρασμα μέσω βαλβίδων, 6 υλικό filtraρίσματος, 7 σωλήνας αποχέτευσης (11)

Καθαρισμός

Η λάσπη, η συγκέντρωση των συμπαγών στον πάτο της λίμνης, ένας συνδυασμός αποσυντεθειμένης βλάστησης, σκόνης και άλλων τριμάτων, θα σχηματίζεται πάντοτε σε κάθε σώμα νερού. Στην παραδοσιακή πισίνα αυτό αφαιρείται με το να απορροφάται το νερό μέσα από μηχανικό φίλτρο άμμου. Στην πισίνα, η έλλειψη του εξωτερικού φίλτρου θα είχε ως αποτέλεσμα να γεμίζει γρήγορα με λάσπη η ζώνη αναγέννησης. Έτσι, η αποδεκτή λύση είναι να αφήνουμε αυτό το υλικό να μαζεύεται. Ανάλογα το μέγεθος και την τοποθεσία της πισίνας, η λάσπη μπορεί να αφαιρεθεί και με ηλεκτρική σκούπα. Με την αφαίρεση των υπολειμμάτων, η επιφανειακή ποσότητα της οργανικής ύλης και του φωσφόρου μειώνεται(5)

Εξαφριστήρια

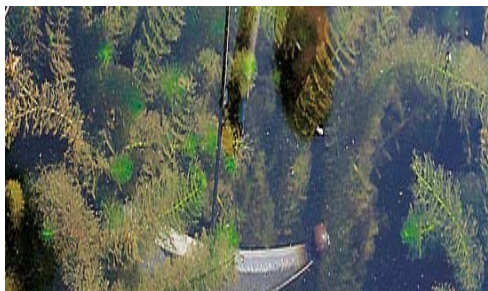
Το εξαφριστήρι φύλλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αφαίρεση υπολειμμάτων που επιπλέουν στο νερό. Η Biotop έχει δημιουργήσει ένα εξαφριστήρι φιλικό προς τα ζώα, που είναι ειδικά φτιαγμένο για τις φυσικές πισίνες(5)

Υποβρύχια λεπίδα

Τα δύο άκρα της σφυρήλατης σιδερένιας λεπίδας- δρεπάνι προστατεύονται με μπάλες σιδήρου. Δεν υπάρχει κίνδυνος, όταν κόψει τα φυτά κάτω από το νερό να βλάψει το προστατευτικά.. χρησιμεύει για το κούρεμα του γρασιδιού και των φυτών. Τα κομμένα φυτά μαζεύονται με δίχτυ ή με την τσουγκράνα.(12)



Εικόνα 5 Υποβρύχια λεπίδα (12)



Αντλία κενού



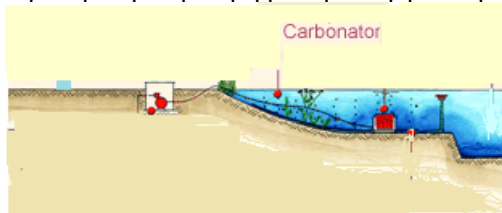
Εικόνα 6 Αντλία κενού Pool Vacuum Cleaner IP7 Full Set 9(13)

Η αντλία κενού IP7 είναι μια εύχρηστη, ανθεκτική συσκευή για τον καθαρισμό της λίμνης . Ο IP7 τροφοδοτείται από έναν ηλεκτρικό κινητήρα (230V) και έχει χωρητικότητα από 7 m³ / ώρα. Η κατεύθυνση της άντλησης μπορεί να αντιστραφεί από ένα διακόπτη. Η IP7 είναι ευαίσθητη ως προς το σύστημα του αέρα. Οι αναρροφώμενοι ρυπαντές δεν φιλτράρονται, αλλά αντλούνται. Το κενό στη λίμνη είναι έτοιμο μέσα σε λίγα λεπτά. Το σετ αποτελείται από το αντλία κενού IP7, σωλήνα αναρρόφησης με διαφανή κομμάτια και Σωλήνα πίεσης. Συνολικό μήκος του σωλήνα 25,50 m, διαμέτρου 38 mm, σε τηλεσκοπική κατασκευή ,για την περιοχή και το κεφάλι αναρρόφησης για ένα από τρία μέρη τηλεσκοπικό μπαστούνι 1,80 - 4,80 μ.(13)

Biotop Carbonator.

Η Carbonator καταπολεμά την αύξηση φυκιών: Σωλήνες που είναι στο έδαφος εκτός της δεξαμενής που απορροφούν αέρα από το έδαφος. Αυτός ο αέρας - φιλτράρεται φυσικά μέσα από το έδαφος - έχει διαφορετική χημική σύνθεση από τον ατμοσφαιρικό αέρα. Κατά τη διάρκεια της ημέρας, όταν η τιμή του pH του νερού ανεβαίνει, ο αέρας αναρροφάται μέσα από μια αντλία αέρα και διοχετεύονται στο carbonator, το οποίο βρίσκεται στην πισίνα. Τα ρεύματα του αέρα περνούν μέσα από πορώδη βράχο, ο οποίος δεσμεύει τα θρεπτικά συστατικά όπως φωσφόρο, και στη συνέχεια διανέμεται στην πισίνα με σωλήνες αερισμού ή εγχυτήρες πίδακες. Τα αποτελέσματα είναι εκπληκτικά. Καθώς επιτυγχάνεται ταυτόχρονα: η τιμή του pH του νερού, οι συνθήκες διαβίωσης επιδεινώνονται για

τα φύκη.Θρεπτικά συστατικά δεσμεύονται και το οξυγόνο εισέρχεται στο νερό. Η ανάπτυξη της άλγης είναι μειωμένη σε μόνιμη βάση και η φυσική ισορροπία επιστρέφει στην πισίνα.(4)



Εικόνα 7 Σημείο τοποθέτησης carbonator σχηματικά (4)

Φίλτρο φυτών

Ένα φίλτρο φυτών μπορεί να εισαχθεί στην ζώνη αναγέννησης που καλύπτεται από ένα ειδικό φίλτρο. Βοηθάει στην αύξηση της διαύγειας του νερού και επιβραδύνει το νερό καταφέροντας να:

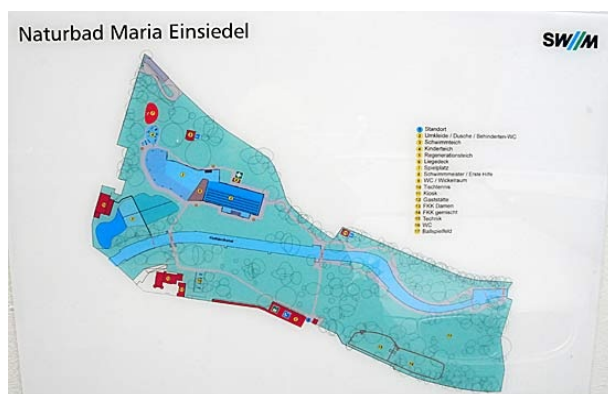
- Καθαρίσει μικρό-ατέλειες όπως τα άλγη
- Εξαφανίσει βακτήρια και μικρόβια και
- Μειώσει τις οργανικές ατέλειες.
- Το φίλτρο χρειάζεται αλλαγή κάθε 5 χρόνια διότι οι θρεπτικές ουσίες καταναλώνονται από τα φυτά. (5)

Το φίλτρο φυτών της Βιοτορ παρέχει συγκεκριμένους όρους. Το πλαγκτόν δεν καταστρέφεται σε αυτή τη διαδικασία. Στην επιφάνεια του φίλτρου κόκκων ένα βιοφίλμ αναπτύσσεται το οποίο μειώνει οργανικές ακαθαρσίες. Τα βακτήρια και τα μικρόβια αποβάλλονται από το νερό. Το υπόστρωμα του φίλτρου δεν πρέπει να αλλάξει, όπως είναι τα θρεπτικά συστατικά που έχουν απελευθερωθεί προσλαμβάνονται από τα φυτά Το αποτέλεσμα είναι σαφές, υγιεινά καθαρό νερό. Το φίλτρο φυτών Βιοτορ μπορεί να ενσωματωθεί στον κύκλο του νερού. Το φίλτρο φυτών είναι ενσωματωμένο στη ζώνη ανάπτυξης, (4)

2.3 Υπάρχουσες Φ.Κ.Π σε ευρωπαϊκό επίπεδο

Σήμερα, υπάρχουν πάνω από 20.000 Φ.Κ.Π στην Ευρώπη, εκ των οποίων 100 είναι στην πραγματικότητα δημόσιες πισίνες στη Γερμανία. η Φ.Κ.Π Bad Maria Einsiedel, σχεδιασμένη από την BIONOVA, σηματοδότησε την 100η δημόσια πισίνα και άνοιξε για το κοινό στο Μόναχο, στις 7 του Ιούνη 2008. Το καλοκαίρι του 2010 η πρώτη δημόσια φυσική πισίνα της Σουηδίας χτίστηκε από την BIONOVA στην πόλη Sigtuna (4)

Στην Ελλάδα δεν υπήρχαν Φ.Κ.Π.. Η πρώτη Φ.Κ.Π. που δημιουργήθηκε στην Ελλάδα είναι αυτή η οποία μελετήθηκε στην παρούσα εργασία ενώ υπάρχουν σχέδια για μια ακόμη στην βόρεια Ελλάδα έκτασης 200 τετραγωνικών μέτρων.



Εικόνα 8 η δημόσια Φ.Κ.Π naturbad Maria einsiedel(15)



Εικόνα 9 Φ.Κ.Π στη North Wales



Εικόνα 10 Φ.Κ.Π σε σπίτι, η οποία ολοκληρώθηκε των Ιουλίου του 2004(4)

ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

Ιδιότητες του νερού

Το νερό έχει μια ασυνήθιστη μοριακή δομή. Όπως είναι γνωστό, ένα μόριο νερού αποτελείται από ένα άτομο οξυγόνου και δύο άτομα υδρογόνου. Τα άτομα αποτελούνται από ένα πυρήνα και από ηλεκτρόνια τα οποία περιφέρονται γύρω από αυτόν σε μια ή σε περισσότερες τροχιές. Το άτομο του οξυγόνου έχει ένα πυρήνα και δυο τροχιές. Η εσωτερική τροχιά έχει δυο ηλεκτρόνια και η εξωτερική έχει χώρο για οκτώ ηλεκτρόνια, αλλά στην πραγματικότητα υπάρχουν μόνο έξι. Τα άτομα του υδρογόνου αποτελούνται από ένα πυρήνα και μια τροχιά με ένα μόνο ηλεκτρόνιο, αλλά υπάρχει χώρος για δυο. Έτσι, αναπτύσσεται ένας ισχυρός δεσμός ανάμεσα σε τρία άτομα που έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία ενός μορίου, αντίθετα με τα περισσότερα άλλα μόρια, είναι ασύμμετρο με ασταθές ηλεκτρικό φορτίο. Από το γεγονός ότι στα περισσότερα ορυκτά που υπάρχουν στην φύση, τα άτομα συγκρατούνται μεταξύ τους με ηλεκτρικούς δεσμούς, το μόριο του νερού με το θετικό και αρνητικό φορτίο μπορεί εύκολα να εισέρχεται ανάμεσα στα άτομα άλλων μορίων. Αυτός είναι ο λόγος που το νερό έχει τόσο μεγάλη διαλυτική ικανότητα. Το νερό μπορούμε να πούμε ότι: α)είναι το μόνο πλέον άφθονο από όλες τις ουσίες που υπάρχουν στην επιφάνεια της γης β)είναι σχεδόν το μόνο ανόργανο υγρό που είναι δυνατόν να βρεθεί στη φύση σε μορφή αέρια, υγρή και στερεά και μάλιστα πολλές φορές τον ίδιο χρόνο γ)το νερό έχει την μεγαλύτερη διαλυτική ικανότητα από οποιοδήποτε άλλο ρευστό δ)οι θάλασσες, οι ωκεανοί και όλα τα επιφανειακά νερά βοηθούν στην διατήρηση των χημικών συνθηκών της ατμόσφαιρας σε ισορροπία και επιδρούν στην θερμοκρασία και το κλίμα. (1)

Ρύπανση

Ρύπανση μπορεί να θεωρηθεί η δυσμενής μεταβολή των φυσικοχημικών ή βιολογικών συνθηκών ενός συγκεκριμένου περιβάλλοντος ή/και η βραχυπρόθεσμη ή μακροπρόθεσμη βλάβη στην ευζωία, την ποιότητα ζωής και την υγεία των ανθρώπων και των άλλων ειδών του πλανήτη. Η ρύπανση μπορεί να επηρεάζει, επίσης, την υλική και πολιτιστική βάση της ζωής, τους φυσικούς πόρους, τις ανθρώπινες δραστηριότητες, συμπεριλαμβανομένης και της αναψυχής. Η ρύπανση μπορεί να είναι χημική, με την εισαγωγή επικίνδυνων, βλαβερών ή και τοξικών ουσιών, ενεργειακή (θερμική, ραδιενεργή κ), βιολογική, αισθητική, ηχητική, γενετική (με την εισαγωγή π.χ. γενετικά μεταλλαγμένων ειδών). (10)

Μόλυνση

Μόλυνση είναι μια ειδική κατηγορία ρύπανσης, που οφείλεται σε μικροοργανισμούς. Όταν καταλήγουν σε ποτάμια, λίμνες ή στη θάλασσα βρώμικα νερά από κατοικίες, νοσοκομεία ΝΧ/ΡΥ=α, χώρους απόρριψης σκουπιδιών κλπ μπορεί να προκαλέσουν διάφορες μορφές ρύπανσης: για παράδειγμα, ρύπανση εξαιτίας της παρουσίας χημικών, βλαβερών ουσιών, αλλά και μόλυνση εξαιτίας της παρουσίας μικροβίων και γενικότερα παθογόνων οργανισμών στα βρώμικα νερά. (10)

Υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων

Ως υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων θεωρείται κάθε διαταραχή της ισορροπίας και της αναπαραγωγικής ικανότητας των οικοσυστημάτων που εξαρτώνται από το νερό.

Άμεση ρύπανση

Άμεση ρύπανση είναι αυτή που μπορεί να αντιληφθούμε άμεσα. Ένα παράδειγμα άμεσης ρύπανσης είναι η περίπτωση ενός ποταμού ή μιας λίμνης, όπου καταλήγουν τοξικά απόβλητα και προκαλείται άμεσος κι αιφνίδιος θάνατος ψαριών. (10)

Έμμεση ρύπανση

Έμμεση ρύπανση είναι η μορφή ρύπανσης, που δεν αντιλαμβανόμαστε εύκολα, επειδή δεν είναι ορατή. Για παράδειγμα, όταν καταλήγουν σε ένα ποτάμι ή σε μια λίμνη ή στη θάλασσα λύματα ή απόβλητα, σε ποσότητες που δεν μπορούν τα υδατικά οικοσυστήματα να καθαρίσουν, είναι πολύ πιθανό να προκληθούν σταδιακά αλλαγές στα είδη που υπάρχουν σε αυτό. Ορισμένα είδη αναπτύσσονται υπερβολικά, ενώ άλλα περιορίζονται ή εξαφανίζονται (ευτροφισμός). Σε πιο προχωρημένο επίπεδο ρύπανσης, μπορεί το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο να μειωθεί και να αρχίσει η παραγωγή άλλων αερίων, επικίνδυνων για τις μορφές ζωής (υδροθείο, αμμωνία κ). (10)

Πηγές ρύπανσης νερού

Οι σπουδαιότερες πηγές ρύπανσης, οι οποίες επιβαρύνουν κατά αρχήν τα επιφανειακά νερά και στη συνέχεια τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, μπορεί να ταξινομηθούν στις εξής κατηγορίες:

- **Αστικά λύματα:** Ακάθαρτα νερά πόλεων και οικισμών που προέρχονται από τις κατοικίες και διάφορες άλλες δραστηριότητες (σχολεία και πανεπιστήμια, δημόσιες επιχειρήσεις, χώροι εργασίας, τουριστικές μονάδες, νοσοκομεία, εργαστήρια και ιατρικά κέντρα, βιοτεχνίες κ).
- **Βιομηχανικά υγρά απόβλητα,** που μπορεί να είναι παρόμοια με τα αστικά λύματα ή να περιέχουν και επικίνδυνα ή και τοξικά στοιχεία.
- **Γεωργικά υγρά απόβλητα,** τα νερά απορροής εντατικά καλλιεργούμενων εκτάσεων που μπορεί να περιέχουν λιπάσματα ή/και φυτοφάρμακα.
- **Κτηνοτροφικά υγρά απόβλητα,** τα υγρά απόβλητα που προέρχονται από μεγάλες ή μικρότερες μονάδες εκτροφής ζώων.
- **Διείσδυση θαλασσινού νερού** λόγω υπεράντλησης των υπόγειων νερών ή λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας της αλλαγής του παγκόσμιου κλίματος ("φαινόμενο θερμοκηπίου").
- **Όξινη βροχή** εξαιτίας της ατμοσφαιρικής ρύπανσης ή κατακρήμνισης των αερίων ρύπων με τη βροχή, το χιόνι, τον άνεμο ή λόγω βαρύτητας. (10)

Νομοθεσία για κολυμβητικά νερά και για νερά διαβίωσης ψαριών

Η νομοθεσία που αναφέρεται παρακάτω είναι μέρος της υπουργικής απόφασης με αριθμό 46399/1352/86(ΦΕΚ 138/τ.β/3.7.86) και βάση αυτής της νομοθεσίας σε συνδυασμό με αυτήν της IOB θα εξαχθούν τα συμπεράσματα για τις μετρήσεις που έγιναν στην λίμνη

Ενδεικτικές παράμετροι

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

Πρότυπα ποιότητας νερών κολύμβησης

A/A	Παράμετροι	Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπτό όριο
1	Σύνολο κολοβακτηριειδων/100ml	500	10000
2	Κολοβακτηρίδια/100ml	100	500
3	Εεντερόκοκκοι/100 ml	100	-
4	pH μονάδες	-	6,6-8,8
5	Χρώμα	-	Όχι ασυνήθιστη μεταβολή
6	Διαφάνεια m	5	2
7	Σαλμονέλες/1000ml	-	0
8	Διαλυμένο οξυγόνο,% της συγκέντρωση Κορεσμού O ₂	80-120	-

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

Πρότυπα ποιότητας γλυκών επιφανειακών νερών για διαβίωση ψαριών

Α/Α	Παράμετροι	Κατηγορίες νερών			
		Νερά σαλμονέλων		Νερά κυπρινιδων	
		Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπτό όριο	Επιθυμητό όριο	Ανώτατο επιτρεπτό όριο
		1	2	1	2
1	Διαλυμένο οξυγόνο,mg/l O ₂	50%δειγμα>-9 100%δειγμα.>=7	50% δειγμα.=9 100%δειγμα>=6	50% δειγμα.=8 100%δειγμα>=5	50% δειγμα.=7 100%δειγμα>=4
2	Ολικός φώσφορος mg/l P	(3)		(3)	
3	Νιτρώδη mg/l NO ₂	0,01		0,03	
4	Ελεύθερη αμμωνία mg/l NH ₄	0,005	0,025	0,005	0,025
5	Ολική αμμωνία mg/l NH ₃	0,04	1	0,2	1
6	Ολικός ψευδάργυρος mg/l Zn		0,3		1
7	Διαλυμένος χαλκός mg/l Cu	0,04		0,04	
8	Ελεύθερη αμμωνία mg/l NH ₄	0.04	1	0.2	1

3)Όσον αφορά λίμνες με μέσω βάθος 18-300μ υπολογίζεται από $L \leq 10$ Στις άλλες περιπτώσεις 0,2 mg/l για νερά σαλμονιδων και 0,4mg/l για νερά κυπρινιδων εκφρασμένα σε PO₄ θα λαμβάνονταν ως ενδεικτικές για μείωση ευτροφισμό(16)

Νομοθεσία από ΙΟΒ ΓΙΑ Φ.Κ.Π

Οι κολυμβητικές εγκαταστάσεις με βιολογική επεξεργασία του νερού είναι τεχνητώς κατασκευασμένα οικοσυστήματα όπου οι θρεπτικές ουσίες και οι παθογόνοι μικροοργανισμοί απομακρύνονται από το νερό, προκειμένου να γίνει κατάλληλο για κολύμβηση και ψυχαγωγικές δραστηριότητες

Αυτές οι κολυμβητικές εγκαταστάσεις ρυθμίζονται από την τροφική τους κατάσταση .Η σταθερότητα του συστήματος εξαρτάται κυρίως από το τροφικό καθεστώς ,την ανταπόκριση του οικοσυστήματος της τοπικής υδρόβιας ζωής και της τροφικής τους αλυσίδας Όμως σχετικά με την τοπική υδρόβια ζωή πρέπει κανείς να σκέπτεται το πλαγκτόν επειδή αυτό είναι πολύ πιο σημαντικό για την ποιότητα των υδάτων από τα μεγαλύτερα ζώα όπως βατράχια και φίδια(5)

Πίνακας 1

Φυσικές παράμετροι στην περιοχή κολύμβησης(17)

Παράμετρος	Κατευθυντήρια τιμή
Θερμοκρασία νερού	< 25 °C
Κορεσμός σε οξυγόνο	80-120%
Ορατότητα	Εως τον βυθό

Πίνακας 2

Παράμετροι υγιεινής για τον χώρο κολύμβησης (17)

Παράμετρος	Κατευθυντήρια τιμή
E.coli αποικίες/100ml	100
Εντερόκοκκοι αποικίες/100ml	50

E.coli και εντερόκοκκοι αντιπροσωπεύουν οργανισμούς δείχτες οι οποίοι δεν είναι συνήθως οι ίδιοι παθογόνοι αλλά μπορεί να υποδεικνύουν την παρουσία των παθογόνων μικροοργανισμών(17)

Πίνακας 3

Χημικές παράμετροι για το νερό πλήρωσης(17)

Γενικά το ημερήσιο ποσό του νερού αναπλήρωσης δεν πρέπει να ξεπερνά το 2% του συνολικού όγκου της εγκατάστασης

Παράμετρος	Κατευθυντήριες τιμές/όρια
pH	6-9
Ολικός φώσφορος	<0,02 mg/l P
Αγωγιμότητα	<1000 μS/cm(20 οC)
Νιτρικά	<50 mg/l
Αμμωνία	<0,5 mg/l
Σίδηρος	<0,2 mg/l
Μαγγάνιο	<0,1 mg/l
Σκληρότητα	>1 mmol/l

Πίνακας 4

Χημικές παράμετροι για τον χώρο κολύμβησης (17)

Παράμετρος	Νερό της περιοχής κολύμβησης	Καθαρό νερό
pH	6-8,5	6-8.5
Ολικός φώσφορος	>0,01 mg/l P	0,01 mg/l P
Νιτρικά	<30 mg/l	-
Αμμωνία	<0,3 mg/l	0.1 mg/l
Σκληρότητα	>1 mmol/l	-
Αγωγιμότητα	>200<1500 μS/cm(20 οC)	-

Υπέρβαση των κατευθυντήριων τιμών

Σε περίπτωση υπέρβασης των κατευθυντήριων τιμών πρέπει να ληφθούν τα ακόλουθα μέτρα(17)

A) Υπέρβαση των κατευθυντήριων τιμών στο χώρο κολύμβησης

Σε περίπτωση επιβεβαιωμένων αποτελεσμάτων που υπερβαίνουν τις κατευθυντήριες τιμές σε διαφορετικά σημεία δειγματοληψίας

- Επαναλαμβάνεται η διαδικασία για την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων

Σε περίπτωση επιβεβαιωμένων αποτελεσμάτων που υπερβαίνουν τις κατευθυντήριες τιμές σε ένα σημείο δειγματοληψίας

- Συμφωνία μεμονωμένης περίπτωσης μεταξύ των υγειονομικών αρχών, διαχειριστών και των σχεδιαστών να συνεχιστεί η χρήση της κολυμβητικής εγκατάστασης

Σε περίπτωση επιβεβαιωμένων αποτελεσμάτων άνω των κατευθυντήριων τιμών >100/100ml σε διαφορετικά σημεία δειγματοληψίας

Με συμφωνία μεταξύ των υγειονομικών αρχών, των διαχειριστών και των σχεδιαστών

- Περιορισμός του αριθμού επισκεπτών
- Κλείσιμο της κολυμβητικής εγκατάστασης
- Έκκληση εμπειρογνώμονα ή σχεδιαστή για την εξέταση της κολυμβητικής εγκατάστασης

Για πολλαπλές βακτηριολογικές καταγγελίες(ή μετρήσεις)

- Αύξηση συχνότητας ελέγχων
- Εξέταση ενδεχόμενης επέκτασης του μικροβιολογικού φάσματος ανάλυσης
- Εξέταση ενδεχόμενης συμμετοχής εμπειρογνώμονα (17)
-

B) Υπέρβαση των κατευθυντήριων τιμών στην περιοχή του καθαρού νερού

- Έλεγχος για μόλυνση(κόπρανα)
- Επανάληψη της διαδικασίας για την επιβεβαίωση των αποτελεσμάτων
- Στην περίπτωση επιβεβαίωσης και επιθεώρηση της περιοχής του καθαρού νερού , συμπεριλαμβανομένων όλων των επισυναπτόμενων και διασυνδεδεμένων συστημάτων

Γ) Υπέρβαση των κατευθυντήριων τιμών στο νερό πλήρωσης

- Έλεγχος για μόλυνση(κόπρανα)(17)

ΑΒΙΟΤΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΛΙΜΝΩΝ

Οι αβιοτικοί παράγοντες των λιμνών χωρίζονται σε δυο μεγάλες κατηγορίες: στους φυσικούς και στους χημικούς. Αναλύονται και μελετώνται λεπτομερώς και οι δυο κατηγορίες εφόσον μια από τις ποικίλες επιδράσεις τους είναι αυτή που έχουν πάνω στους οργανισμούς που ζουν στα φυσικά νερά, οι οποίοι είναι πολυάριθμοι και πολυποίκιοι σε μέγεθος, σε συμπεριφορά, σε αναπνευστικές και θρεπτικές απαιτήσεις. Οι τελευταίοι εξαρτώνται μεταξύ τους και μπορεί να είναι φυτικοί και ζωικοί όπως: βακτήρια, μύκητες, φύκη, φανερόγαμα, πρῶτιστα, ασπόνδυλα και σπονδυλωτά.(18)

Φυσικοί παράγοντες

Οι οργανισμοί που ζουν στα φυσικά νερά είναι πολυάριθμοι και πολύπλοκοι σε μέγεθος, συμπεριφορά, αναπνευστικές και θρεπτικές απαιτήσεις. Εξαρτώνται μεταξύ τους και υφίστανται τις επιδράσεις των φυσικοχημικών παραγόντων. Αυτοί οι οργανισμοί είναι φυτικοί και ζωικοί : βακτήρια, μύκητες, φύκη, ασπόνδυλα, σπονδυλωτά. Ορισμένοι από αυτούς είναι παθογόνοι για τον άνθρωπο και άλλοι χρησιμεύουν ως τροφή. Όλοι αυτοί οι οργανισμοί κατά τη διάρκεια της ζωής τους εκκρίνουν μέσα στο νερό τα προϊόντα του μεταβολισμού τους, προϊόντα που βοηθούν στην ανάπτυξη άλλων οργανισμών. Επίσης, προσλαμβάνοντας διάφορα στοιχεία από το νερό, για την σύνθεση των δικών τους ζωικών συστατικών , μεταβάλλουν την σύνθεση αυτού, το οποίο γίνεται ακατάλληλο για ορισμένα είδη. (2)

Φυσικοί παράγοντες είναι:

Φώς

Χρώμα

Θερμοκρασία

Αιωρούμενα στερεά

Φώς

Όπως η ενέργεια του φωτός τα χερσαία οικοσυστήματα έτσι και στα υδάτινα οικοσυστήματα η ενέργεια του φωτός που προσπίπτει στους παραγωγούς οργανισμούς του συστήματος και που δεσμεύεται από αυτούς είναι ο αρχικός παράγοντας της παραγωγικότητας. Στα υδάτινα οικοσυστήματα η παραγωγικότητα επηρεάζεται έμμεσα και από το φως που προσπίπτει στους χερσαίους παραγωγούς οργανισμούς της λεκάνης απορροής. Και αυτό γιατί τα απορρέοντα νερά από τη λεκάνη απορροής προς την υδατοσυλλογή μεταφέρουν διαλυμένες οργανικές ουσίες και οργανικά θρύμματα που αποτελούν έναν από τους παράγοντες που ρυθμίζουν την παραγωγικότητα του υδάτινου οικοσυστήματος. Από το φως που προσπίπτει στην επιφάνεια μιας υδατοσυλλογής το 80-90% διεισδύει, το υπόλοιπο ανακλάται. Το ποσοστό ανακλάσεως εξαρτάται πολύ από τη γωνία προσπτώσεως. Σε ήρεμο νερό το χειμώνα η ανάκλαση είναι ως 10% , ενώ το θέρος που οι ακτίνες πέφτουν κάθετα η ανάκλαση είναι 5-6%. Σε νερό με κυματισμούς η ανάκλαση μπορεί να φτάσει και το 20%. Το διάχυτο ηλιακό φως ανακλάται λιγότερο από το άμεσο. Από το φως που διεισδύει στο νερό περίπου το μισό μετατρέπεται σε θερμότητα προτού προλάβει να περάσει το πρώτο στρώμα του 1 μέτρου. Ένας καθαρά βιοτικός παράγοντας που μπορεί καμιά φορά να επηρεάσει την διείσδυση του φωτός είναι τα φύκη, όταν βέβαια βρίσκονται σε υψηλές πυκνότητες. Μπορεί να συμβεί αλληλοσκίαση και στις υδάτινες φυτοκοινωνίες δηλαδή ένα φύκος να σκιάζει το άλλο μόνο σε περιόδους που συμβαίνει μεγάλη αύξηση του αριθμού τους. Διείσδυση του φωτός στο νερό συνεπάγεται οπωσδήποτε με σκέδαση του. Τη σκέδαση είναι σαν ανάκλαση του φωτός προς όλες τις κατευθύνσεις, του φωτός που προσπίπτει στα μόρια του νερού και στα μόρια των άλλων ουσιών που υπάρχουν είτε σε διάλυση είτε σε αραιώση. (2)

Χρώμα

Το χρώμα των νερών της λίμνης είναι αποτέλεσμα το φωτός που η λίμνη διαχέει προς τα πάνω, αφού αυτό περάσει σε διάφορα βάθη και υποστεί κατά τη διαδρομή του επιλεκτική απορρόφηση. Η διάχυση του φωτός από τα αιωρούμενα στερεά, όμως αυξάνει λιγότερο επιλεκτικά με αυξημένο μέγεθος σωματιδίων. Το κolloειδές CaCO_3 , που υπάρχει συνήθως στις λίμνες με σκληρά νερά, διαχέει το φως στο πράσινο και στο κυανούν και δίνει σε αυτά τα νερά πολύ χαρακτηριστικό γαλαζοπράσινο χρώμα. Τα περισσότερα από τα χρώματα των νερών των λιμνών προέρχονται από διαλυμένη οργανική ύλη και τη γρήγορη επιλεκτική απορρόφηση του μικρότερου μήκους κύματος. Το αποτέλεσμα είναι η επικράτηση του εκπεμπόμενου φωτός διάχυσης στην πράσινη περιοχή του φάσματος και σε αύξηση των συγκεντρώσεων της οργανικής ύλης. Όταν η πυκνότητα των σωματιδίων της ύλης που αιωρείται στο νερό γίνεται μεγαλύτερη σε χρώμα σειστού (συλλογικός όρος για όλα τα σωματίδια του υλικού που υπάρχει στο ελεύθερο νερό). Καθώς η ηλιακή ακτινοβολία εισέρχεται βαθμιαία βαθύτερα υφίσταται μια απορρόφηση που ελαττώνει την ποσότητα ενέργειας. Αυτή η απορρόφηση είναι έργο του ίδιου του νερού, των ανόργανων ουσιών που βρίσκονται διαλυμένες σε αυτό ,καθώς και των σωματιδίων όλων των ειδών ζωντανών ή νεκρών που βρίσκονται σε αιώρηση. Οι διαλυμένες ουσίες και τα αιωρούμενα σωματίδια μπορεί να είναι εκλεκτικά στην απορρόφηση διαφόρων χρωμάτων. (19)

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι από τους κυριότερους αβιοτικούς παράγοντες και επιδρά σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής. Καθορίζει τη μεταβολική διαδικασία πολύ σημαντικά. Πολλές φορές οι μεταβολές της θερμοκρασίας δρουν ως φυσικό ερέθισμα που καθορίζει την έναρξη μερικών διαδικασιών, όπως: αναπαραγωγή, ανάπτυξη, αύξηση, μετακίνηση οργανισμών. Η θερμοκρασία του περιβάλλοντος δεν είναι σταθερή μέρα και νύχτα. Η μεταβολή της θερμοκρασίας στο νερό είναι πιο μικρή παρά στη ξηρά και το ποσό της μεταβολής μειώνεται, όσο αυξάνεται το μέγεθος της υδάτινης έκτασης. Η θερμοκρασία καθορίζει, την ταχύτητα και την ένταση των βιοχημικών αντιδράσεων. Το νερό σε σύγκριση με άλλες ουσίες, έχει πολύ μεγάλη ειδική θερμότητα. Δηλαδή, χρειάζονται πολύ μεγάλα ποσά θερμότητας για να υψωθεί η θερμοκρασία του. Η ειδική θερμότητα του είναι 1°C . Ελάχιστες άλλες ουσίες έχουν ειδική θερμότητα 1 ή πάνω από 1. Επίσης η λανθάνουσα θερμότητα τήξεως είναι πολύ χαμηλή, χρειάζονται 80 cal για να λιώσει 1 g πάγου, ομοίως η λανθάνουσα θερμότητα εξατμίσεως 539 cal είναι η μεγαλύτερη σε σχέση με τις άλλες ουσίες. Μια τέταρτη πολύ σπουδαία θερμική ιδιότητα που είναι υπεύθυνη για ότι οι λίμνες τυπικά δεν παγώνουν μέχρι τον πυθμένα, είναι η εξής: το νερό παρουσιάζει τη μέγιστη πυκνότητα στους 4°C . Πάνω και κάτω από τους 4°C η πυκνότητα είναι μικρότερη για αυτό και ο πάγος επιπλέει. Σε εύκρατες περιοχές στις οποίες υπάρχουν μεγάλες εποχιακές διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του αέρα, οι λίμνες υφίστανται και αυτές κυμάνσεις θερμοκρασίας του νερού τους. Οι κυμάνσεις αυτές μπορούν να δημιουργήσουν, σε διάφορες εποχές, δυο πολύ ενδιαφέροντα φαινόμενα: την κυκλοφορία του νερού και τη στρωματοποίηση της θερμοκρασίας του. Η κυκλοφορία του νερού οφείλεται στις εποχικές μεταβολές της θερμοκρασίας του αέρα που προκαλούν μεταβολές της θερμοκρασίας του επιφανειακού στρώματος του νερού. Μεταβολή της θερμοκρασίας του νερού σημαίνει μεταβολή πυκνότητας, άρα αρχίζει διαφοροποίηση του βάρους των διαφόρων στρωμάτων του νερού. Αναφορικά σε μια λίμνη παρατηρείται πρώτα ένα ανώτερο θερμότερο στρώμα, το επιλίμνιο, με θερμοκρασία λίγο-πολύ ομοιόμορφη. Κατόπιν ένα ενδιάμεσο στρώμα το μεταλίμνιο ή θερμοκλινές του οποίου η θερμοκρασία δεν είναι ομοιόμορφη αλλά πέφτει απότομα όσο αυξάνει το βάθος. Τέλος μετά το μεταλίμνιο, διακρίνουμε ένα κατώτερο στρώμα, έως τον πυθμένα, το υπολίμνιο, του οποίου η θερμοκρασία είναι ομοιόμορφη και μπορεί να διαφέρει αρκετά σε σύγκριση με εκείνη του επιλίμνιου. Το φαινόμενο της στρωματοποίησης επηρεάζεται από πλήθος παραγόντων π.χ. ανάγλυφο πυθμένα, γεωγραφική θέση, μετεωρολογικοί παράγοντες, εποχή, φύση των εισροών και εκροών νερού. Για αυτό και ο τρόπος εκδηλώσεως του φαινομένου ποικίλει από λίμνη σε λίμνη, από έτος σε έτος στην ίδια λίμνη ακόμη και κατά τη διάρκεια του ίδιου έτους.

Αιωρούμενα στερεά

Εκτός από τα διαλυμένα υλικά, το νερό ενός ποταμού μεταφέρει και μια ποσότητα υλικών σε αραίωση. Αυτά τα υλικά συνίστανται από σωματίδια καθόλου ή πολύ δύσκολα διαλυτά, ορυκτά ή φυσικά λίγο πολύ κολλοειδή όπως των οργανικών υλικών. Η διατήρησή τους είναι σε αραίωση είναι αποτέλεσμα : α) των φαινομένων της αναταραχής β) του μεγέθους και της μορφής των κόκκων από τα οποία συνθέτεται το ίζημα γ) των μεταβολών της παροχής και της κλίσης του ρεύματος του νερού. Οι κόκκοι των οποίων το μέγεθος και η πυκνότητα προσαρμόζονται καλύτερα στις τοπικές συνθήκες της αναταραχής, κυλούν, νερών, εξασφαλίζοντας τη μεταφορά ελαττώνεται ξαφνικά. Η μεταφορά στη λίμνη τα νερά των ποταμών είναι φορτωμένα με υλικά σε αιώρηση. Ορισμένα από αυτά τα σωματίδια είναι νεκροί μικροοργανισμοί ή διάφορα οργανικά θρύμματα, άλλα θα μπορούσαν να σχηματίζονται εκ νέου μέσα στο νερό από διαλυμένα υλικά. Το νερό περιέχει πολλές διαλυμένες οργανικές ουσίες διαφόρων μοριακών βαρών (19)

Κριτήρια ποιότητας νερού για τα αιωρούμενα στερεά

Τα κριτήρια ποιότητας του νερού για τα αιωρούμενα στερεά είναι χρήσιμα για την αλιεία στα γλυκά νερά και θα πρέπει μερικές φορές να γνωρίζουμε για παράδειγμα την ποσότητα στερεών υλικών που θα μπει σε μια λίμνη χωρίς να κινδυνεύσει πολύ η αλιεία. Υπάρχουν τουλάχιστον πέντε τρόποι, με τους οποίους μια υπερβολική συγκέντρωση διαιρεμένου στερεού υλικού μπορεί να είναι βλαβερή για την αλιεία σε μια λίμνη.

- i. Με άμεση επίδραση στα ψάρια, θανατώνοντας ή μειώνοντας το ρυθμό αύξησης τους
- ii. Εμποδίζοντας την πετυχημένη εκκολαφή και ανάπτυξη των προνυμφών των ψαριών
- iii. Τροποποιώντας τις φυσικές κινήσεις και μεταναστεύσεις των ψαριών
- iv. Μειώνοντας την αφθονία της διαθέσιμης τροφής και
- v. Επηρεάζοντας την αποτελεσματικότητα των μεθόδων σύλληψης

Μερικοί ή άλλοι παράγοντες θα μπορούσαν να συνεπιδράσουν και να βλάψουν την αλιεία.

Όλα τα είδη των ψαριών δεν υφίστανται την ίδια επίδραση από τα αιωρούμενα στερεά και όλα τα είδη των στερεών υλικών δεν είναι εξίσου βλαβερά. Δεν υπάρχει μια αυστηρά καθορισμένη συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών, πάνω από την οποία βλάπτει την αλιεία και κάτω από την οποία παραμένει τελείως αβλαβής. Φαίνεται ότι κάθε αύξηση στη φυσιολογική συγκέντρωση αιωρούμενων στερεών πάνω από ένα αρκετά χαμηλό επίπεδο, μπορεί να προκαλέσει κάποια απόκλιση στην κατάσταση και στην αξία της αλιείας στα γλυκά νερά και ο κίνδυνος της καταστροφής αυξάνεται με τη συγκέντρωση. Αν και δεν υπάρχουν αρκετά στοιχεία που να επιτρέπουν να καθοριστεί ακριβώς η

σχέση ανάμεσα στην συγκέντρωση των στερεών και τον κίνδυνο της καταστροφής, θεωρείται ότι ο βαθμός κινδύνου μπορεί να διακριθεί σε τέσσερις αυθαίρετες κατηγορίες.

i. Δεν υπάρχουν στοιχεία ότι οι συγκεντρώσεις αιωρούμενων στερεών κάτω από 25 mg/l έχουν βλαβερές επιδράσεις στην αλιεία

ii. Θα ήταν συνήθως, δυνατό να διατηρήσουμε καλή ή μέτρια αλιεία σε νερά που φυσιολογικά περιέχουν 25-80 mg/l αιωρούμενα στερεά.

iii. Νερά που φυσιολογικά περιέχουν 80-400 mg/l αιωρούμενα υλικά είναι πιθανόν να μην ευνοούν μια καλή αλιεία

iv. Στην καλύτερη περίπτωση μόνο φτωχή αλιεία μπορεί να υπάρχει σε νερά που κανονικά περιέχουν πάνω από 400 mg/l αιωρούμενα στερεά. (19)

Χημικοί παράγοντες

Η κατανομή χημικών ειδικά των θρεπτικών, στα λιμναία νερά αποτελεί το δεύτερο σημαντικότερο στοιχείο της δομής των λιμνών. Μετά τη θερμική στρωμάτωση, τα θρεπτικά ελαττώνονται συνήθως στο επιλίμνιο, ενώ την ίδια στιγμή συσσωρεύονται στο υπολίμνιο. Κατά αναλογία με τη θερμοκρασία, το βάθος το οποίο παρατηρείται απότομη μεταβολή σε μια ουσία ονομάζεται χημειόκλινο. Σε μερικές λίμνες το χημειόκλινο είναι μόνιμο χαρακτηριστικό, ενώ συνήθως η χημική στρωμάτωση καθορίζεται από την κατανομή της θερμοκρασίας και της πυκνότητας. Η παραλιακή ζώνη τείνει να έχει μικρή κατακόρυφη στρωμάτωση των χημικών συστατικών. Αν η ακτογραμμή είναι καλά αναπτυγμένη θα υπάρχει μεγαλύτερη επαφή του νερού με την ακτή και τον πυθμένα. Αυτή η επαφή συνήθως επιτρέπει στα θρεπτικά όπως: φώσφορο, νιτρικά, σίδηρο και ιχνοστοιχεία να διαλύονται σε μεγάλο βαθμό από τη λεκάνη και τα ιζήματα μέσα στο νερό. Η χημική σύσταση της λίμνης έχει μια οριζόντια και κατακόρυφη δομή. Η κατακόρυφη δομή είναι εποχική και σχετίζεται με την παρουσία στρωμάτων νερού σταθερής πυκνότητας. Η οριζόντια δομή μπορεί να υπάρχει όλο το χρόνο και είναι αποτέλεσμα της επίδρασης των ακτών της λίμνης. Η ζωή είναι άρρηκτα συνδεδεμένη με τη δυναμική πολλών χημικών στοιχείων και ιδιαίτερα με τη κατανομή των θρεπτικών και βιοχημική τους ρύθμιση. Τα φυσικά νερά και ιδιαίτερα τα επιφανειακά βρίσκονται σχεδόν συνεχώς σε επαφή με τον ατμοσφαιρικό αέρα. Τα αέρια που συνθέτουν τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι όλα διαλυτά στο νερό και ορισμένα από αυτά έχουν μεγάλη σημασία για τους υδρόβιους οργανισμούς, είτε γιατί τους είναι απαραίτητα (οξυγόνο, διοξείδιο του άνθρακα) είτε για την βλαβερή τους ενέργεια. Η διαλυτότητα αυτών των αερίων είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας, της πίεσης, του συντελεστή διαλυτότητας και της πίεσης του ατμού του εξεταζόμενου αερίου. Εκτός από το άζωτο και το μοριακό οξυγόνο που περιέχει κυρίως ο αέρας και άλλα αέρια εισέρχονται στη σύνθεση του όπως: όζον, μονοξείδιο του αζώτου, μεθάνιο, διοξείδιο του άνθρακα. Τα συστατικά των φυσικών νερών μπορούν να ταξινομηθούν σε: α) διαλυμένα ανόργανα υλικά και ενώσεις β) μερίδια ανόργανων ενώσεων γ) διαλυμένες οργανικές ενώσεις δ) μερίδια οργανικών υλικών ε) διαλυμένα αέρια. Τα διαλυμένα ανόργανα συστατικά μπορούν να χωριστούν σε κύρια και σε δευτερεύοντα συστατικά, ιχνοστοιχεία, αέρια. Τα κύρια συστατικά είναι εκείνα τα στοιχεία ή ενώσεις που καθορίζουν ποιοι οργανισμοί θα υπάρχουν στο νερό. Η ποσότητα τους κυμαίνεται από 0,1-10 mg/l και μαζί δημιουργούν την αγωγιμότητα του νερού. Τα δευτερεύοντα συστατικά είναι εκείνα που περιορίζουν κυρίως την ανάπτυξη των φυτών. (1)

Χημικοί παράγοντες είναι:

Οξυγόνο

Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)

Διοξείδιο του άνθρακα

Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου

Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Ανιόντα

Θείο

Άζωτο

Νιτρώδη-νιτρικά

Φώσφορος

Κατιόντα

Ασβέστιο

Κάλιο

Νάτριο

Μαγνήσιο

Οξυγόνο

Αναγκαίο ενδιάμεσο ανάμεσα στον ανόργανο και οργανικό κόσμο, προϊόν “υπολείμματος” της φωτοσύνθεσης, απαραίτητο στην ενεργητική οξειδωση της ανθρακοξυαιμογλοβίνης. Μέσα στον αέρα του οξυγόνου είναι σε αέρια κατάσταση και αποτελεί το 21% κατ’ όγκων. Αν και το οξυγόνο είναι αέριο, συνηθίζεται να προσδιορίζεται το βάρος του παρά ο όγκος του και εκφράζεται σε mg/l. Στα υδάτινα οικοσυστήματα ο παράγοντας οξυγόνο συχνά είναι περιοριστικός για τους οργανισμούς που το προσλαμβάνουν. Αν γνωρίζουμε το πόσο οξυγόνο περιέχει το νερό μπορούμε να προβλέψουμε τα

είδη των ιχθύων που αναμένεται να έχει μια λίμνη, καθώς και την αποικοδόμησης της οργανικής ουσίας. Στην πορεία της διάλυσης του ατμοσφαιρικού αέρα στο νερό, οι αναλογίες των συστατικών του ποικίλουν. Το οξυγόνο, σχετικά περισσότερο διαλυτό, διαλύεται περισσότερο και έτσι στους 0°C παρουσιάζει, κατά μέσο όρο, ποσοστό περισσότερο από 34,9% σε όγκο των διαλυμένων αερίων, αν και στους 30°C το ποσοστό είναι 33,6% σε φυσιολογική πίεση. Η διαλυτότητα του οξυγόνου στο νερό εξαρτάται από την θερμοκρασία, την αλατότητα και την πίεση. Υψώνοντας την θερμοκρασία και την αλατότητα μικραίνει η διαλυτότητα. Αντίθετα όσο μεγαλώνει η ατμοσφαιρική πίεση τόσο μεγαλώνει η διαλυτότητα. Αν μόνο η θερμοκρασία μεταβάλλεται με το βάθος, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο θα ποικίλλει κανονικά από την επιφάνεια στο βυθό. Στα φυσικά νερά, οι φυτικοί οργανισμοί ελευθερώνουν οξυγόνο μέσω της φωτοσύνθεσης, ενώ τα ζώα και οι χημειοσυνθετικοί και ανοργανοποιητικοί μικροοργανισμοί καταναλώνουν αυτό. Έτσι λοιπόν θα υπάρχει τουλάχιστον στα “στάσιμα” νερά μια κατακόρυφη διανομή του οξυγόνου, του οποίου η μεταβολή μέσα στο χρόνο θα είναι συνδεδεμένη με πολυάριθμους φυσιολογικούς και βιολογικούς παράγοντες. Οι πηγές ανεφοδιασμού σε οξυγόνο είναι κυρίως η ατμόσφαιρα και κατά το μεγαλύτερο ποσοστό η οξυγόνωση του νερού που σχετίζεται με την φωτοσύνθεση. Από την ατμόσφαιρα είσοδος οξυγόνου στο νερό γίνεται σχεδόν μόνο μέσω αναδεύσεως και αναμίξεως εξαιτίας των κυμάτων και των ρευμάτων. Με απλή διάχυση ελάχιστο οξυγόνο εισέρχεται στο νερό. Ο εμπλουτισμός μέσω της φωτοσύνθεσης γίνεται από το φυτοπλαγκτόν της πελαγικής ζώνης το οποίο πολλές φορές αντιπροσωπεύει πολύ μεγάλες ποσότητες φυτομάζας και από το φυτοπλαγκτόν και τα μακρόφυτα της παραλιακής ζώνης η οποία σε αβαθής λίμνες περιέχει επίσης πλούσια φυτομάζα. Το οξυγόνο που παράγεται στην πελαγική και την παραλιακή ζώνη μεταφέρεται στα άλλα μέρη της λίμνης την κυκλοφορία του νερού. Συνεπώς στα μέρη της λίμνης που δεν φθάνει αρκετό φως για φωτοσύνθεση, δεν υπάρχει παραγωγή οξυγόνου. Παράγοντες απώλειας οξυγόνου είναι κυρίως η αναπνοή φυτικών και ζωικών οργανισμών και η αποικοδόμηση νεκρής οργανικής ουσίας. Μεγάλο μέρος της νεκρής οργανικής ουσίας εναποτίθενται στον πυθμένα. Όταν η αποικοδόμηση γίνεται αεροβίως τότε το στρώμα του νερού γειτονιάζει άμεσα με τον πυθμένα και χάνει πολύ οξυγόνο. Για αυτό η μορφολογία του πυθμένα επηρεάζει έμμεσα τις απώλειες όλοι οι παράγοντες (π.χ. θερμοκρασία, είδος και ποσότητα οργανικής ουσίας, όγκος βαθιάς ζώνης σε σχέση με τον όγκο της πελαγικής), που επηρεάζουν τον ρυθμό αερόβιας αποικοδομήσεως της οργανικής ουσίας επηρεάζουν κατά ανάγκη τον ρυθμό απώλειας οξυγόνου. Σε ένα φωτιζόμενο περιβάλλον η απορρόφηση του οξυγόνου, με τη διαδικασία της αναπνοής, θα είναι σε μεγάλο μέρος αντισταθμισμένη με την απελευθέρωση του από την φωτόλυση του νερού, χάρη στα φυτά που αυτό περιέχει. Συγχρόνως στο βυθό, όπως και την νύχτα στην επιφάνεια, δεν υπάρχει παρά απορρόφηση οξυγόνου` απορρόφηση συνδεδεμένη με την αναπνοή και με αντιδράσεις της βακτηριακής χημειοσύνθεσης. Στους δυο παραπάνω κύριους παράγοντες απώλειας οξυγόνου μπορούν να προστεθούν και άλλοι που συνήθως θεωρούνται δευτερεύοντες. Μεταξύ αυτών μπορεί να αναφερθεί η παρουσία άλλων αερίων όπως π.χ. του μεθανίου. Το μεθάνιο όταν συγκεντρωθεί στο νερό του πυθμένα σε αρκετά μεγάλες ποσότητες ανεβαίνει προς τα πάνω παρασύροντας και λίγο οξυγόνο. Επίσης η άνοδος της θερμοκρασίας του επιλιμνίου κατά το θέρος επιφέρει μείωση της διαλυτότητας του οξυγόνου. Ο παράγοντας αυτός μπορεί και να μειώσει το οξυγόνο του επιλιμνίου ως και στο μισό. Με την φωτοσύνθεση παράγεται οξυγόνο και οργανική ουσία. Αλλά η οργανική ουσία που θα παραχθεί, κάποτε θα νεκρωθεί. Η νεκρή οργανική ουσία υφίστανται αποικοδόμηση. Η αερόβια αποικοδόμηση καταναλίσκει οξυγόνο, όσο οξυγόνο παραχθεί για να σχηματιστεί οργανική ουσία άλλο τόσο θα καταναλωθεί για να οξειδωθεί η ίδια ποσότητα της ουσίας οπότε το ισοζύγιο” εμπλουτισμός μέσω φωτοσύνθεσης” και “απώλεια μέσω αποικοδόμησης” είναι θεωρητικά μηδέν. Ενδέχεται μέρος της παραγόμενης οργανικής ουσίας να διαφύγει την οξείδωση, τουλάχιστον για λίγο χρόνο. Με αυτές τις παρατηρήσεις ξετυλίγεται ο κύκλος του οξυγόνου στα φυσικά νερά. Αν θεωρήσουμε μία λίμνη σε περίοδο κυκλοφορίας: α) δίχως την παρουσία οργανισμών η περιεκτικότητα των νερών σε οξυγόνο τείνει να πλησιάζει αυτή του καθαρού νερού της ίδιας θερμοκρασίας και που είναι κορεσμένο σε διαλυμένο οξυγόνο. β) αν φυτικοί, ζωικοί και βακτηριακοί οργανισμοί εισαχθούν στην λίμνη, θα δημιουργήσουν με τον μεταβολισμό τους μια διαβάθμιση του διαλυμένου οξυγόνου που θα είναι αποτέλεσμα του φωτισμού` θα υπάρχει λοιπόν υπερκορεσμός του περιβάλλοντος σε οξυγόνο την ημέρα και κοντά στην επιφάνεια, αν η ποσότητα της οργανικής ύλης που ενεργεί και φωτοσύνθεσης είναι επαρκής. Αντίθετα, οι αναπνευστικές διαδικασίες θα απορροφούν ένα μέρος του οξυγόνου την νύχτα. Στο βυθό μόνο τα φαινόμενα της αναπνοής και της βακτηριακής αποσύνθεσης ενεργούν μέσα στο σχετικό ή διαρκές σκοτάδι και θα υπάρχει πάντοτε απορρόφηση.

Την εποχή που η λίμνη στρωματοποιείται θερμικά, το υπολίμνιο είναι απομονωμένο από τα ανώτερα στρώματα και δεν γίνεται ανανέωση του οξυγόνου του, που δαπανάται για την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης. Άρα, τείνει να μειωθεί η περιεκτικότητα οξυγόνου του υπολιμνίου σε σχέση με εκείνη του μεταλιμνίου. Άρα θα υπάρξει και πολύ νεκρή φυτομάζα στο υπολίμνιο η οποία για να αποικοδομηθεί Αν η λίμνη είναι πολύ ολιγότροφη, η παραγόμενη φυτομάζα του επιλιμνίου είναι λίγη, οπότε θα είναι λίγο και το οξυγόνο που θα χάσει το υπολίμνιο. Αν αντίθετα, η λίμνη είναι εύτροφη, θα παραχθεί πολύ φυτομάζα στο επιλιμνιο, άρα θα υπάρξει πολύ νεκρή φυτομάζα στο υπολίμνιο η οποία για να αποικοδομηθεί θα καταναλώσει αρκετό από το οξυγόνο του υπολιμνίου. Υπάρχει μία στενή σχέση ανάμεσα στη διανομή του διαλυμένου οξυγόνου σε διαφορετικές περιόδους

του έτους, στην παραγωγή και την παραγωγικότητα της οργανικής ύλης ζωντανής και νεκρής μέσα στην μάζα του νερού. Η ποσότητα του διαλυμένου οξυγόνου στο νερό πληροφορεί για την ικανότητα αποκαθαρισμού μιας μάζας νερού και συνδέεται με την ποσότητα των ανοργανοποιητικών μικροβιακών οργανισμών που υπάρχουν εκεί. Η διανομή του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα είναι άρα αποτέλεσμα της αναπνοής των οργανισμών, συνδεδεμένο με αυτό της οργανικής σύνθεσης από τα χλωροφυλλούχα φυτά. (19)

Κριτήρια ποιότητας νερού διαλυμένου οξυγόνου

Η ευαισθησία των ψαριών στις χαμηλές συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου διαφέρει ανάμεσα στα είδη, στα διάφορα στάδια όπως ανάμεσα στις δραστηριότητες της ζωής (διατροφή, αύξηση, αναπαραγωγή). Όσο θερμότερο είναι το νερό τόσο μεγαλύτερη είναι η κατανάλωση του οξυγόνου. Τα ψάρια σε υψηλότερες θερμοκρασίες καταναλώνουν μεγαλύτερη ενέργεια, τρέφονται καλύτερα και καταναλώνουν περισσότερο οξυγόνο. Υπάρχουν δυσκολίες στον καθορισμό κριτηρίων διαλυμένου οξυγόνου για την αλιεία, εξαιτίας των πολύ διαφορετικών μορφών διακύμανσης που μπορεί να υπάρχουν στα εσωτερικά νερά, ακόμη και όταν δεν έχουν ρυπανθεί και της αδυναμίας να καθορίσουμε από την αρχή την επίδρασή τους ακόμα και όταν περιγράφονται επαρκώς, εκτός αν τα επίπεδα είναι τόσο χαμηλά, ώστε να είναι άμεσα θανατηφόρα για τα ψάρια ή τόσο υψηλά ώστε να μην τα επηρεάζουν καθόλου.

Βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο(BOD)

Η οξείδωση των οργανικών ενώσεων του άνθρακα: $(\text{CH}_2\text{O}) + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Απαιτεί την παρουσία διαλυμένου οξυγόνου και θερμοκρασίες πάνω από 0°C. Η οξείδωση της αμμωνίας: $\text{NH}_4^+ + 2\text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{NO}_3^- + \text{H}_2\text{O}$, απαιτεί θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 4°C.

Αυτή η απαίτηση σε οξυγόνο ονομάζεται βιοχημική ή βιολογική (Biochemical Oxygen Demand) και αναφέρεται ως BOD. Αν υπάρχει μεγάλη ποσότητα οργανικού υλικού που μπορεί να οξειδωθεί σε μία λίμνη η οποία προέρχεται από απόβλητα, τα βακτήρια που φέρουν σε πέρας την οξείδωση μπορεί να χρησιμοποιήσουν όλο το διαθέσιμο διαλυμένο οξυγόνο, προκαλώντας έντονη έλλειψη οξυγόνου. Άλλες βιοχημικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στα νερά είναι:

- i. Αναγωγή νιτρικών από μικροοργανισμούς ($\rightarrow \text{N}_2$ και λίγο N_2O) σε απουσία διαλυμένου οξυγόνου.
- ii. Υδρόλυση ρύπων από μικροοργανισμούς.
- iii. Αφαίρεση αλογόνων ορισμένων χλωριωμένων ενώσεων.
- iv. Υδροξυλίωση αρωματικών ενώσεων
- v. Καθίζηση μετάλλων
- vi. Δημιουργία συμπλοκών μετάλλων

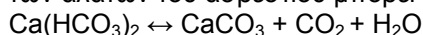
Το BOD μετριέται στα νερά με προσδιορισμό της ποσότητας του οξυγόνου που καταναλώνεται από τους υδρόβιους μικροοργανισμούς σε μια περίοδο 2 ημερών (BOD2) ή 5 ημερών (BOD5). Λαμβάνεται ένα δείγμα νερού στο οποίο μετριέται η περιεκτικότητα του οξυγόνου και στη συνέχεια τοποθετείται σε φιάλες για 48 ώρες ή 5 ημέρες, οι οποίες φυλάγονται στο σκοτάδι και σε θερμοκρασία 20°C. Μετά από αυτό το διάστημα η τελική τιμή της περιεκτικότητας σε οξυγόνο ξαναμετριέται και συγκρίνεται με την αρχική. Η διαφορά δίνει την κατανάλωση του οξυγόνου σε αυτό το διάστημα. Η τιμή είναι ανάλογη της ποσότητας των υποκειμένων σε σήψη ουσιών μέσα στο νερό και έτσι μπορούμε να βγάλουμε σχετικά με την οργανική επιβάρυνση, ειδικά αν η διαδικασία συνδυαστεί με την εκτίμηση της κατανάλωσης του υπερμαγγανικού καλίου. Η κακή ποιότητα των νερών των παράκτιων ρευμάτων αντικατοπτρίζεται στο υψηλό οργανικό φορτίο (BOD), στις ακραίες τιμές χαμηλού και υψηλού κορεσμού του οξυγόνου, στη μεγάλη θολότητα και στα σχετικά υψηλά επίπεδα απορρυπαντικών που μεταφέρονται στις εκροές. Αν θεωρήσουμε τα επίπεδα BOD σαν μια μέτρηση της οργανικής ρύπανσης, η κατάσταση των παράκτιων ρευμάτων μπορεί να περιγραφεί ως εξής:

- μη ρυπασμένα, BOD < 5 mg/l
- ελαφρά ρυπασμένα, BOD=5-10 mg/l
- ρυπασμένα, BOD=10-20 mg/l
- πολύ ρυπασμένα, BOD > 20 mg/l

Αυτή η ταξινόμηση είναι αυθαίρετη, αλλά αντικατοπτρίζει την πραγματικότητα των εύτροφων φυσικών νερών σε έλλειμμα οξυγόνου, το οποίο σχετίζεται με τη χαμηλή ποιότητα των νερών. (19)

Διοξείδιο του άνθρακα

Μέσα στα φυσικά νερά το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται συχνότερα με παρουσία αλκαλικών και αλκαλινο-γεωδών, συνδυάζεται με αυτά για να σχηματίσει ανθρακικά και δισσάνθρακικά άλατα. Υπάρχει μια χημική ισορροπία ανάμεσα στις τρεις μορφές του ανθρακικού οξέος που στην περίπτωση των αλάτων του ασβεστίου μπορεί να αποδοθεί ως:



Όταν το ανθρακικό οξύ βρίσκεται διαλυμένο σε καθαρό νερό, προκαλεί πτώση του pH. Οι δυο οξυπτες αυτού του οξέος εξουδετερώνονται σε pH 8,3 και 4,5. Σε ελεύθερη κατάσταση θα βρει μια βάση για να σχηματίσει ένα άλας, θα είναι λοιπόν "επιθετικό" για τα άλατα των βάσεων, τέτοια όπως του ασβεστίου και του μαγνησίου. Αυτή η "επιθετικότητα" δεν αφορά στο σύνολο του ανθρακικού

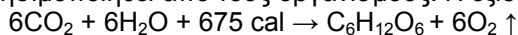
οξέος, μια και υπολογίσιμο μέρος αυτού είναι η ισορροπία με τα άλατα όπως δείχνει η παραπάνω εξίσωση και δεν μπορεί να αντιδράσει με το ουδέτερο άλας για να δώσει όξινο άλας. Με παρουσία βάσεων, όπως ασβεστίου, το ανθρακικό οξύ θα σχηματίσει αρχικά ένα όξινο ανθρακικό ή δισσανθρακικό άλας. Χάρη στη πρώτη από τις δυο οξυτήτες του θα είναι ημισυνδυασμένο, ενώ με τη μορφή ανθρακικού άλατος, αδιάλυτο κατά τον περισσότερο χρόνο, συνδυασμο. Έτσι, στα φυσικά νερά το διοξειδίο του άνθρακα παρoυσιάζεται κάτω

από τέσσερις διαφορετικές μορφές:

- A. Ανθρακικό οξύ συνδυασμένο, με μορφή ουδέτερου άλατος
- B. Ανθρακικό οξύ ημισυνδυασμένο, με μορφή όξινου άλατος
- Γ. Ανθρακικό οξύ “επιθετικό”, με μορφή ελεύθερου και αντιδραστικού οξέος
- Δ. Ανθρακικό οξύ ισοσταθμισμένο ελεύθερο και όχι αντιδραστικό, απαραίτητο για να διατηρεί

σε διάλυση το ημισυνδυασμένο ανθρακικό οξύ. Ένα από τα πιο σημαντικά στοιχεία του μεταβολισμού, στα βαθιά στρώματα της λίμνης και κυρίως κοντά στον πυθμένα, είναι η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα. Μέσα στην τροφογενή ζώνη η αποβολή του διοξειδίου του άνθρακα δεν είναι μετρήσιμη παρά μόνο η απουσία της φωτοσύνθεσης.

Η γνώση της ποσότητας του αφομοιούμενου διοξειδίου του άνθρακα με φωτοσυνθετικό τρόπο επιτρέπει να υπολογίσουμε την ποσότητα της λαμβανόμενης ενέργειας από το περιβάλλον που έχει χρησιμοποιηθεί από τους οργανισμούς. Η εξίσωση της φωτοσύνθεσης μπορεί να γραφτεί:



Η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται στη ροή της αυτόχθονης θρέψης των οργανισμών που υπάρχουν, είναι ένα μέτρο των μετατροπών ενέργειας, των οποίων έδρα είναι η μάζα του νερού. Η κατακόρυφη διανομή διοξειδίου του άνθρακα συγγενεύει αρκετά με αυτή του ελλείμματος σε οξυγόνο. το οξυγόνο ισορροπεί πιο γρήγορα με υπερκείμενο αέρα από ότι το διοξειδίο του άνθρακα που τότε είναι σε καθαρό υπερκορεσμό εξαιτίας της δραστηριότητας των φωτοσυνθετικών οργανισμών. Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στο υπολίμνιο οφείλεται:

A. Στην αύξηση του ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα που προέρχεται κυρίως από την δραστηριότητα των οργανισμών

B. Στο σχηματισμένο δισσανθρακικό άλας αμμωνίο στο αποξυγονομένο περιβάλλον με άμεση ενέργεια του διοξειδίου του άνθρακα πάνω στο αμμωνιακό

Γ. Στην αύξηση μη εξατμιζόμενων διαλυτών δισσανθρακικών αλάτων Η ύπαρξη μιας σημαντικής αναταραχής στο επίπεδο της εσωεπιφάνειας υπολίμνιου- μεταλίμνιου μας υποχρεώνει να θεωρήσουμε ότι υπάρχει μια ορισμένη μεταβίβαση του διοξειδίου του άνθρακα των βαθιών στρωμάτων προς εκείνα της επιφάνειας και στην περίοδο της στρωμάτωσης κυρίως στα άκρα μιας λίμνης. Τα φυτά είναι πολύ ικανά να αφομοιώνουν όχι μόνο το ελεύθερο διοξειδίο του άνθρακα, αλλά άμεσα και ορισμένα ανθρακικά και δισσανθρακικά άλατα. Το pH μιας μάζας νερού είναι συνδεδεμένο με την παρ ευρισκόμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα. Η συνεχής εναλλαγή του διοξειδίου του άνθρακα ανάμεσα σε οργανισμούς και περιβάλλον θα προκαλέσει μια μεταβολή του pH μέσα στο χρόνο. Οι διακυμάνσεις του διοξειδίου του άνθρακα, συνδεδεμένες με μεταβολικά φαινόμενα, προκαλούν μια συνεχή τροποποίηση της ισορροπίας ανάμεσα στο διοξειδίο του άνθρακα και στα άλατα του, κυρίως του ανθρακικού ασβεστίου που θα μπορεί να κατακρημνίζεται, αν ελαττώνεται η ποσότητα του ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα. (19)

Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου

Υπάρχει μια στενή σχέση ανάμεσα στη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, στην περιεκτικότητα του ελεύθερου διοξειδίου του άνθρακα, στα αλκαλικά αποθέματα ή στο σύνολο των ανθρακικών και δισσανθρακικών αλάτων που μπορούν να ελευθερώσουν αφομοιώσιμο διοξειδίο του άνθρακα και στη φωτοσύνθεση. Σε νερά σχετικά πλούσια σε ασβέστιο, η χρησιμοποίηση από τα φυτά του διαθέσιμου διοξειδίου του άνθρακα προκαλεί τη διακοπή της μεταβίβασης ισορροπίας που υπάρχει ανάμεσα στα διάφορα παρ ευρισκόμενα ιόντα και καταβύθιση του ανθρακικού ασβεστίου με διάσπαση των δισσανθρακικών αλάτων. Στα ασβεστούχα νερά το pH θα προσδιορίζεται από τη σχέση ανάμεσα σε ιόντα H⁺ που προέρχονται από τη διάσπαση του ανθρακικού οξέος και σε ιόντα OH⁻ που προέρχονται από την υδρόλυση των όξινων ανθρακικών αλάτων. Όλα τα χλωροφυλλούχα φυτά δεν είναι ικανά να χρησιμοποιήσουν το ιόν HCO₃⁻. Ένας ορισμένος αριθμός πρέπει να περιοριστεί σε ελεύθερο διοξειδίο του άνθρακα. (19)

Κριτήρια ποιότητας νερού για τη συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου

Η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (τιμή pH) επηρεάζει το μεταβολισμό τόσο των ζώων όσο και των φυτών. Υπάρχει μια κανονική διακύμανση των τιμών pH για τα νερά για καλή αλιεία.

A. Δεν υπάρχει καθορισμένη διακύμανση του pH, μέσα στα οποία η αλιεία δεν βλάπτεται και έξω από την οποία καταστρέφεται, αλλά υπάρχει μια σταδιακή επιδείνωση, καθώς και οι τιμές του pH απομακρύνονται πέρα από την κανονική διακύμανση

B. Η διακύμανση του pH που δεν είναι άμεσα θανατηφόρα για τα ψάρια είναι 5 ως 9. Η τοξικότητα κοινών ρυπαντών επηρεάζεται έντονα από τις μεταβολές του pH μέσα σε αυτό το εύρος και αυξημένη οξύτητα ή αλκαλικότητα μπορεί να κάνει αυτά τα δηλητήρια πιο τοξικά. Επίσης, μια εκκένωση οξέων

μπορεί να ελευθερώσει αρκετό διοξείδιο του άνθρακα από δισανθρακικά άλατα μέσα στο νερό και να είναι άμεσα τοξική ή να έχει ως συνέπεια το εύρος 5-6 του pH να είναι θανατηφόρο.

Γ. Κάτω από τη τιμή 5 του pH πρέπει να αναμένεται η θνησιμότητα των ψαριών, αν και μερικά είδη μπορούν να προσαρμόζονται σε χαμηλές τιμές ως 3,7. Η παραγωγικότητα του υδάτινου οικοσυστήματος μειώνεται αισθητά κάτω από την τιμή pH 5, ώστε η σοδειά από την αλιεία να μειώνεται. Μερικά όξινα νερά μπορεί να περιέχουν ιζηματοποιημένο υδροξείδιο του τρισθενούς σιδήρου, το οποίο μπορεί επίσης να δράσει ως ένας θανατηφόρος παράγοντας.

δ. Εργαστηριακά δεδομένα δείχνουν ότι οι τιμές pH μεταξύ 9 και 10 μπορεί να είναι βλαβερές για λίγα είδη ψαριών και πάνω από 10 θανατηφόρες για τα υπόλοιπα. (19)

Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Τα φυσικά νερά παίζουν ρόλο διαλύτη ενός σημαντικού αριθμού αλάτων, τα οποία σε διάλυση είναι περισσότερο ή λιγότερο διασπασμένα σε ιόντα. Αυτά τα ιόντα μετακινούνται άλλα προς το ένα ηλεκτρόδιο και άλλα προς το άλλο, όταν υποβληθεί το εξεταζόμενο νερό σε ηλεκτρικό πεδίο. Τα ανιόντα κατευθύνονται προς την άνοδο και τα κατιόντα προς την κάθοδο. Όλα τα ιόντα δεν έχουν την ίδια κινητικότητα και μετρώντας την ικανότητα διέλευσης του ρεύματος (αγωγιμότητα), προσδιορίζουμε την κινητικότητα του συνόλου των παρευρισκομένων ιόντων. Η αγωγιμότητα μιας μάζας νερού εξαρτάται όχι μόνο από την περιεκτικότητα της σε ιονισμένα άλατα, αλλά και από το μέγεθος και την απόσταση των ηλεκτροδίων. Ειδική αγωγιμότητα του νερού είναι η ποσότητα του ηλεκτρισμού που μεταφέρεται από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο σε ένα δευτερόλεπτο, μέσα από μια τομή 1cm^2 και κάτω από μια διαφορά δυναμικού 1 volt/cm . Επειδή η αγωγιμότητα είναι το αντίστροφο της αντίστασης, η ειδική αγωγιμότητα είναι το αντίστροφο της ειδικής αντίστασης. Η μονάδα της αγωγιμότητας είναι mho (αντίστροφο του ohm). Τα άλατα σε διάλυση έχουν μια αγωγιμότητα που ποικίλει ανάλογα με τη συγκέντρωση, περνώντας από το μέγιστο σε μια ορισμένη τιμή αυτής. Αν εισάγουμε την έννοια της ισοδύναμης αγωγιμότητας ή το πηλίκο της αγωγιμότητας δια των αριθμών των ισοδύναμων των διαλυμένων σε ένα χιλιοστόλιτρο (1ισοδύναμο= 1 mol g/ σθένος), παίρνουμε μια γραμμική σχέση της αγωγιμότητας ανάλογα με τη συγκέντρωση. Για ισχυρούς ηλεκτρολύτες η ισοδύναμη αγωγιμότητα αυξάνει κανονικά με τη διάλυση, αν και για ασθενείς ηλεκτρολύτες ατελώς διασπασμένους ποικίλει εξαιτίας του αποτελέσματος της διάλυσης πάνω στην τιμή της διάσπασης. Η ιοντική σύνθεση του νερού παίζει αποφασιστικό ρόλο στην παρουσία ή την απουσία των φυτών και των ζώων στο νερό. Τα ζώα του γλυκού νερού ζουν μέσα σε ένα υποτονικό διάλυμα, το νερό δηλαδή είναι πάντοτε φτωχότερο σε ιόντα από ότι είναι τα σωματικά τους υγρά και το πρόβλημα για αυτά είναι η σταθερή διατήρηση της συγκέντρωσης ορισμένων ιόντων στο αίμα τους.(19)

Ανιόντα

Το φυσικό νερό περιέχει ηλεκτρολύτες που ορισμένοι είναι ανιόντα ή ιόντα φορτισμένα αρνητικά. Είναι το αποτέλεσμα διάσπασης των αλάτων, από τα οποία τα κυριότερα είναι γεωλογικής προέλευσης και από τα οποία μερικά συμμετέχουν δραστήρια, άμεσα ή έμμεσα στη ζωή των υδρόβιων οργανισμών, στην ανάπτυξη τους, στο μεταβολισμό τους. (19)

Αλογόνα, έννοια της αλατότητας

Από τα κυριότερα ανιόντα που υπάρχουν στα φυσικά νερά, τα αλογόνα είναι τα πιο σημαντικά. Βρίσκονται κυρίως σε ρυπασμένα νερά και υφάλμυρα. Το χλώριο είναι το πιο άφθονο. Τα χλωριούχα προέρχονται συχνά από νερά βροχής και είναι θαλάσσιας προέλευσης. Άλλες φορές επίσης, η μεταφορά των χλωριούχων οφείλεται στη διάλυση των ίδιων των πετρωμάτων και κυρίως των διαλυτών ορυκτών. Επίσης δεν πρέπει να υποτιμάται ο εμπλουτισμός των φυσικών νερών σε χλωριούχα από τις συνεισφορές των ζώων και των ανθρώπων, των οποίων τα προϊόντα έκκρισης περιέχουν κατά μέσο όρο περισσότερα από 5 g/l ιόντα χλωρίου. (19)

Κριτήρια ποιότητας νερού για μορφές χλωρίου

Το χλώριο με τη μορφή υποχλωρικού οξέος και χλωραμινών είναι τοξικό για την υδρόβια ζωή. Η τοξικότητα του χλωρίου στα ψάρια αυξάνεται με τη συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου και μεταβάλλεται λίγο με αύξηση της αλατότητας ως 50% στο θαλασσινό νερό, αλλά υπάρχουν λίγα ή καθόλου δεδομένα για την επίδραση θερμοκρασίας, του pH και της σκληρότητας του νερού. (19)

Θείο

Μετά τα δισανθρακικά και τα πυριτικά άλατα τα θειικά είναι το κύριο συστατικό των νερών. Τα θειικά ιόντα SO_4 είναι συνδεδεμένα με τα αλκαλικά κατιόντα και τα αλκαλινογεώδη. Το νερό της βροχής περιέχει μια αξιόλογη ποσότητα, αλλά η πιο σημαντική πηγή θειικών αλάτων είναι αναμφισβήτητα το θειικό άλας του ένυδρου ασβεστίου(γύψος), συχνό ορυκτό και αρκετά διαλυτό στο νερό. Στις ηφαιστιογενείς περιοχές τα νερά μπορεί να είναι εμπλουτισμένα σε θείο από τις αναθυμιάσεις του υπεδάφους, ενώ είναι η εξάτμιση που συγκεντρώνει τα θειικά άλατα στις λιμναίες λεκάνες των ημιξηρών περιοχών. Επίσης τα θειικά άλατα έχουν και ανθρώπινη προέλευση από μεταλλευτικές δραστηριότητες (ορυχεία άνθρακα). Το νερό μπορεί έτσι να είναι εμπλουτισμένο από

αυτό το ανιόν και σε αυτή την περίπτωση είναι μια σοβαρή χαρακτηριστική ένδειξη της βιομηχανικής ρύπανσης. Οι συνθήκες των περιοχών δεν είναι οι μόνες που επηρεάζουν την περιεκτικότητα των νερών θειικά και θειούχα άλατα. Οι κλιματικές συνθήκες μπορούν εξίσου να παίξουν ένα σημαντικό ρόλο. Έτσι τα νερά του χιονιού μπορούν να διαλύσουν σημαντικά τις εισφορές του υπεδάφους, ενώ η εξάτμιση όπως εξίσου και η πήξη παίζουν έναν αντίστροφο ρόλο. Ακόμη οι ζωντανοί οργανισμοί μπορούν εξίσου να τροποποιήσουν την χημική σύσταση των στάσιμων νερών από μεταβολικούς μετασχηματισμούς και τα θειικά άλατα να μετατραπούν σε θειούχα. Οι αυτότροφοι οργανισμοί και πολυάριθμοι ετερότροφοι αφαιρούν το θείο που έχουν ανάγκη από τα θειικά άλατα. Για να συγκροτήσουν έναν αρκετό αριθμό θειούχων αμινοξέων χρειάζεται το «θειικό “στοιχείο”». Αλλού, ορισμένα βακτήρια καταστρέφουν τις οργανικές συνθέσεις του θείου και ανανεώνουν έτσι είτε το στοιχειώδες θείο, είτε τα προϊόντα της οξειδωσης του, τέλος τα θειούχα και θειικά άλατα και τα προϊόντα της αναγωγής τους, υδρόθειο και θειούχα. Οι έρευνες του κύκλου του θείου στα λιμναία νερά είναι σχετικά πρόσφατες. Παρότι που τα θειικά άλατα είναι γενικά αρκετά διαλυτά μέσα στο νερό, το θειικό άλας του ασβεστίου είναι ταυτόχρονα το πιο διαδεδομένο στη φύση. Το υδρόθειο, είναι πολύ διαλυτό στο νερό και διαλύεται από 3,3 ως 7,0 g περίπου ανά λίτρο σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας και πίεσης. Το θειικό άλας του νατρίου είναι χαρακτηριστικό των νερών των ημίξηρων περιοχών και σε μερικές ιδιαίτερες περιπτώσεις μπορεί να παρατηρηθεί σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις, σχηματίζοντας μαζί με άλλα άλατα, γνήσια ορυκτά επικαλύμματα στην όχθη ορισμένων λιμνών. (19)

Ο κύκλος του αζώτου

Ανεξάρτητα από το αν υπάρχει βιολογικό φίλτρο, ο κύκλος του αζώτου θα γίνει. Η αζωτοποίηση και τα αναερόβια βακτήρια είναι απαραίτητα για αυτόν τον κύκλο. Κατά την διάρκεια της αποσύνθεσης της οργανικής ύλης στο νερό, παράγεται η αμμωνία. Τα βακτήρια αζωτοποίησης μετατρέπουν την αμμωνία σε νιτρώδη και αυτό μετά μετατρέπεται, από άλλο βακτήριο - το νίτρο-βακτήριο – σε νιτρικό. Τα νιτρώδη είναι ακόμα πιο βλαβερά από την αμμωνία. Μετρήσεις των επιπέδων αμμωνίας και νιτρώδων πρέπει να γίνονται κάθε άνοιξη. Η αμμωνία φτάνει σε αιχμή πρώτη και ακολουθεί το νιτρώδη μετά από περίπου μία εβδομάδα. Όταν τα επίπεδα και των 2 είναι αμελητέα, η πίσίνα θεωρείται σε κατάσταση ισορροπίας. Τα νιτρώδη καταναλώνονται από φυτά αλλά την άνοιξη που η ενεργή ανάπτυξη έχει μόλις ξεκινήσει. Τα υψηλά επίπεδα των νιτρώδων μπορούν να έχουν ως αποτέλεσμα την άνθιση αλγών. Η φράση ‘ισορροπία του οικοσυστήματος’ σχετίζεται με έναν ισορροπημένο κύκλο αζώτου. Υπάρχουν αρκετά βακτήρια αζωτοποίησης ώστε να ελέγχονται τα επίπεδα αμμωνίας και νιτρώδων και αρκετά φυτά ώστε να ελέγχονται τα επίπεδα νιτρικού(5)

Αζωτο

Ο αέρας διαλυόμενος στο νερό εφοδιάζει αυτό με άζωτο, το οποίο χάρη σε βιολογικούς καταλύτες επανέρχεται στη σύνθεση οξειδωμένων μορίων NO, NO₂, NO₃ που αναγόμενα θα σχηματίσουν αμμωνία ή αμμωνιακό άλας. Το μεταβολικό άζωτο φτάνει στα φυσικά νερά κυρίως με διάλυση και ξέπλυμα των εδαφών και ανακυκλώνεται διαρκώς με αποσύνθεση των οργανισμών που το περιέχουν. Το άζωτο είναι πολύ σημαντικό συστατικό της οργανικής ύλης και εισέρχεται στη σύνθεση των κυτταρικών πρωτεϊνών. Είναι απαραίτητο στην αύξηση των φωτοσυνθετικών οργανισμών που το αντλούν από το περιβάλλον με τη μορφή των νιτρικών αλάτων.

Άλλες μορφές αζώτου:

-Τα **νιτρικά άλατα** που μερικές φορές χρησιμοποιούνται άμεσα από του οργανισμούς και που παίζουν το ρόλο του περιοριστικού παράγοντα για τους αυτότροφους οργανισμούς. Τα νιτρικά άλατα έχουν μια διανομή που φυσικά εξαρτάται από την προέλευσή τους αλλά επίσης και από και από τη διανομή του οξυγόνου κάτω από την εξάρτηση της διανομής των αυτότροφων και ετερότροφων οργανισμών. Όταν οι συνθήκες είναι δυσμενείς στη σταθερότητα του νιτρικού αζώτου, τα νιτρικά άλατα τείνουν να εξαφανιστούν και αντικαθίστανται από δύο μορφές πολύ λιγότερο σταθερές, τα νιτρώδη και την αμμωνία.

Τα **νιτρώδη** εμφανίζονται στο περιβάλλον όταν το οξειδοαναγωγικό δυναμικό φτάνει την τιμή E7=0,45 έως 0,40 volt. Είναι ασταθή, εξαιτίας του γεγονότος ότι το περιβάλλον σπάνια παραμένει σε κανονικές συνθήκες σταθερότητας για αυτά τα ιόντα. Υπακούουν, λοιπόν, είτε σε μια τάση για οξειδωση με αναγέννηση των νιτρικών αλάτων: $\text{NO}_2^- + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^- - 18.000 \text{ cal}$ Είτε σε μια τάση για αναγωγή που τα μετατρέπει σε στοιχειώδες άζωτο και σπανιότερα σε αμμωνία.

Η **αμμωνία** είναι το παράγωγο της τελικής αναγωγής των αζωτούχων οργανικών ενώσεων. Μερικές φορές όταν το περιβάλλον είναι ισχυρά αναγωγικό, και κυρίως στην επιφάνεια του ιζήματος, αποκαλύπτονται σημαντικές ποσότητες. Επίσης με τη μορφή αμμωνιακών αλάτων είναι ένα παράγωγο υποβάθμισης που εκκρίνεται από τους οργανισμούς. Σε οξειδωμένο περιβάλλον η αμμωνία μετατρέπεται βαθμιαία σε νιτρώδη. Σε φυσικά νερά η ανεύρεση αμμωνίας σε μεγάλες ποσότητες είναι ένα κριτήριο ρύπανσης. Η συγκέντρωση των φυσικών νερών σε παράγωγα υποβάθμισης εξαρτάται κυρίως από την ποσότητα της οργανικής ύλης που υπάρχει και από την φύση των ανοργανοποιητών των επιφορτισμένων να μετατρέπουν και να αποδίδουν επαναχρησιμοποίησιμα τα οργανικά παράγωγα του μεταβολισμού.

Η επίδραση της αμμωνίας είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Τα οικιακά λύματα, τα απόβλητα ορισμένων βιομηχανιών και της γεωργίας είναι συνήθεις πηγές αμμωνίας στο νερό. Οι βλαβερές επιδράσεις της αμμωνίας συνδέονται με το Ρh και τη θερμοκρασία του νερού, εξαιτίας του γεγονότος ότι μόνο το ιονισμένο μέρος της είναι δηλητηριώδες. Το μη ιονισμένο μέρος αυξάνεται με την αύξηση της τιμής της τιμής του Ρh και με την αύξηση της θερμοκρασίας. (19)

Φώσφορος

Ανάμεσα στα θρεπτικά στοιχεία μιας υδατοσυλλογής, εκείνο που πολλοί πιστεύουν ότι αποβαίνει συχνότερα περιοριστικός παράγοντας για την πρωτογενή παραγωγικότητα, είναι ο φώσφορος. Η έλλειψη του είναι πιο αισθητή στο επιλίμνιο κατά τις περιόδους που οι άλλοι παράγοντες, ιδίως το φως ευνοούν υψηλούς ρυθμούς φωτοσύνθεσης. Είναι ταυτόχρονα το πιο αναγκαίο στην υδρόβια ζωή. Το λιγότερο άφθονο και αυτό που παρουσιάζεται με την πιο απλή μορφή, αυτή του ορθοφωσφορικού άλατος. Το υδάτινο οικοσύστημα περιέχει πολύ περισσότερο οργανικό φώσφορο από ότι ανόργανο. Ένα μέρος των φωσφορικών αλάτων που υπάρχουν δεν είναι άμεσα αφομοίωσιμα. Τα ζωντανά κύτταρα έχουν εξάλλου, τη δυνατότητα να απορροφούν, να συσσωρεύουν και να αποβάλλουν το φώσφορο στο περιβάλλον στο οποίο ζουν. Ο διαλυτός φώσφορος, του οποίου η συγκέντρωση ποικίλει από ίχνη λιγότερο από 1 mg/m³ μέχρι υψηλές τιμές 203 g/m³ σε άγονη ζώνη, είναι ταυτόχρονα υπεύθυνος που μερικές λίμνες είναι φτωχές και σε ισχυρές συγκεντρώσεις, απαγορευτικός παράγοντας της ανάπτυξης ορισμένων φυτών. Ο διαλυτός φώσφορος βρίσκεται κυρίως υπό μορφή ορθοφωσφορικών και πολυφωσφορικών ενώσεων. οι οποίες προέρχονται κυρίως από απορρυπαντικά. Διαλυτός φώσφορος επίσης υπάρχει υπό μορφή κολλοειδών οργανικών ενώσεων. Μια από τις δυσκολίες προσέγγισης του φωσφόρου που υπάρχει μέσα σε μια μάζα νερού, είναι ότι μόνο ένα μέρος αυτού βρίσκεται σε κατάσταση ιόντων. Ορισμένα σύνθετα φωσφορούχα βρίσκονται σε κολλοειδή κατάσταση (οργανικός διαλυμένος φώσφορος) και άλλα είναι οργανικά σύνθετα που υπάρχουν σε ιδιαίτερη κατάσταση μέσα στα νερά. Η σχέση Ρ οργανικός διαλυτός/ Ρ ολικός θα είναι σταθερή στις λίμνες από 25 ως 32 %.

Οι πηγές φωσφόρου εμπλουτισμού με φώσφορο είναι:

α) η ατμόσφαιρα

β) υπόγεια νερά: ορυκτά που περιέχουν φώσφορο δεν διαλύονται στο νερό.

γ) επιφανειακά νερά λεκάνης απορροής: είναι ο κύριος τρόπος εμπλουτισμού των υδατοσυλλογών με φώσφορο.

Ο φώσφορος που περιέχουν τα νερά αυτά μπορεί να έχει τις εξής προελεύσεις: Φυσική διάβρωση εδαφών, και πετρωμάτων στα επιφανειακά απορρέοντα νερά που εμπλουτίζονται με διαλυτό φώσφορο και με σωματίδια αργίλου που έχουν προσροφημένο φώσφορο, απόβλητα οικισμών, κτηνοτροφικών εγκαταστάσεων και βιομηχανιών. Τα υγρά απόβλητα μπορεί να εισρεύσουν άμεσα στη λίμνη ή και έμμεσα. Τα οικιακά απόβλητα είναι πολύ πλούσια σε φώσφορο. Και τέλος φωσφορικά λιπάσματα. Όταν η λεκάνη απορροής είναι καλλιεργούμενη, τα απορρέοντα νερά θα περιέχουν και φώσφορο προερχόμενο από τη φωσφορική λίπανση των αγρών. Οι πηγές φωσφόρου έχουν μειωθεί. Μόνο ορισμένα πετρώματα τον περιέχουν αλλά οι πιο σημαντική πηγή φαίνεται να είναι το ξέπλυμα των εδαφών, και οι βιομηχανίες απορρυπαντικών. Η χρησιμοποίηση σημαδεμένου φωσφόρου (32Ρ) έδειξε ότι το ίζημα παίζει ένα ρόλο ανταλλαγής του φωσφόρου και μπορεί να χρησιμεύει σαν αποθήκη των αφομοίωσιμων φωσφορικών αλάτων. Αυτό σημαίνει ότι η απουσία διαλυτού φωσφόρου στο νερό δεν έχει σημασία, παρά μόνο όταν ο φώσφορος δεν βρίσκεται κάτω από τη μορφή κυρίως δεσμευμένη στον πυθμένα. Οι περιπτώσεις απώλειας φωσφόρου είναι οι εκροές του νερού από την υδατοσυλλογή οι οποίες αφαιρούν διαλυτό και αδιάλυτο φώσφορο, καθώς επίσης η απομάκρυνση υδρόβιων φυτών και αλιευμάτων. Ο φώσφορος κατανέμεται ομοιόμορφα σε όλο το βάθος κατά τις περιόδους αναμίξεως των νερών, ανεξάρτητα από τον βαθμό ευτροφισμού. Αντίθετα, η κατανομή κατά τη στρωματοποίηση της θερμοκρασίας είναι ομοιόμορφη μόνο στις ολιγότροφες λίμνες ενώ στις εύτροφες είναι ανομοιόμορφη. Στις εύτροφες το υπολίμνιο έχει μεγαλύτερη περιεκτικότητα φωσφόρου από το επιλίμνιο γιατί ο διαλυτός φώσφορος αυξάνει στο στρώμα του νερού που γειτνιάζει άμεσα με τα ιζήματα του πυθμένα. Μια αιτία της αύξησής αυτής είναι τα κατακρημνιζόμενα οργανικά θρύμματα του επιλίμνιου προς το υπολίμνιο. Άλλη αιτία πολύ συνηθισμένη, είναι η ελευθέρωση φωσφόρου εξαιτίας της αναγωγής που συμβαίνει στα ιζήματα. Η αύξηση του φωσφόρου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως π.χ. Ρh του νερού, θερμοκρασία, η παρουσία ενώσεων που περιέχουν S, C, Fe κ.α. οι ίδιοι παράγοντες ρυθμίζουν γενικά την ανακύκλωση του φωσφόρου μέσα στο υδάτινο οικοσύστημα. Η ανακύκλωση του φωσφόρου μπορεί να χωρισθεί σε δύο κύκλους, τον εσωτερικό (ή βιοτικό) κύκλο και τον εξωτερικό (ή γεωχημικό). (19) Ο εσωτερικός συνοψίζεται ως εξής: Πρωτογενής ανοργανοποίηση

Ορθοφωσφορικός Ρ νερού —————→ ορθοφωσφορικός Ρ κυττάρων —————→

Παραγωγή

Ορθοφωσφορικός Ρ νερού + οργανικός Ρ κυττάρων.

Ο εξωτερικός κύκλος είναι:

Ορθοφωσφορικός Ρ νερού → Ρ ιζημάτων → Ορθοφωσφορικός Ρ νερού + οργανικός Ρ νερού.

Μια από τις σπουδαιότερες διεργασίες της ανακυκλώσεως είναι η εναλλαγή φωσφόρου μεταξύ των πυθμενικών ιζημάτων και του νερού. Στα ιζήματα συγκεντρώνεται ο φώσφορος που μπορεί να δεσμευθεί προσωρινά ή για μακρό χρονικό διάστημα οπότε γίνεται μη διαθέσιμος για τους οργανισμούς. Εξαιτίας της δεσμεύσεως αυτής η περιεκτικότητα των ιζημάτων δεν έχει άμεση σχέση με την παραγωγικότητα της υδατοσυλλογής. Η περιεκτικότητα των ιζημάτων σε φώσφορο είναι κατά πολλές τάξεις μεγέθους μεγαλύτερη από την περιεκτικότητα του νερού. Ένας παράγοντας που μπορεί να επιταχύνει πάρα πολύ την ελευθέρωση φωσφόρου από τα ιζήματα προς το νερό είναι η διατάραξη των ιζημάτων από τα ρεύματα που σχηματίζονται στην υδατοσυλλογή. (19)

Κατίοντα

Τα κατίοντα είναι εξίσου σημαντικά όσο και τα ανιόντα. Ανάμεσα σε αυτά τα αλκαλινο- γεώδη μέταλλα είναι τα πιο κοινά και το ασβέστιο παίζει πρωταρχικό ρόλο στην δυναμική των θρεπτικών ουσιών. (19)

Αλκαλικά και αλκαλικό-γεώδη

Τα φυσικά λιμναία νερά περιέχουν νάτριο και κάλιο με τη μορφή χλωριούχων, θειικών και ανθρακικών αλάτων. Το κάλιο είναι απαραίτητο στους ζωντανούς οργανισμούς αλλά ταυτόχρονα σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να θεωρηθεί δηλητήριο. Το ασβέστιο και το μαγνήσιο παίζουν πρωταρχικό ρόλο στα φυσικά νερά. Τα άλατα του ασβεστίου είναι πολυάριθμα στη φύση και η διαλυτότητά τους ποικίλει. Τα χλωριούχα είναι πολύ διαλυτά, τα θειικά είναι λιγότερο, τα ανθρακικά ακόμα λιγότερο, ενώ τα φωσφορικά ποικίλουν πολύ, ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. (19)

Ασβέστιο

Το ασβέστιο που φτάνει σε μια λίμνη προέρχεται από τη διάλυση του ασβεστούχων πετρωμάτων της λεκάνης τροφοδοσίας. Υπάρχουν νερά που απουσιάζει τελείως το ασβέστιο και άλλα που σχηματίζει ίζημα (υπερκορεσμός). Το ασβέστιο εμπλέκεται ποικιλότροπα στην ανάπτυξη και τη δυναμική των πληθυσμών της πανίδας και χλωρίδας των γλυκών νερών. Το ασβέστιο είναι απαραίτητο θρεπτικό στοιχείο του μεταβολισμού των φυτών. Το ασβέστιο όπου είναι απαραίτητο, χρειάζεται σε μικροποσότητες, ως ιχνοστοιχείο. Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο των λιμνών με μαλακά νερά παραμένει πολύ κάτω από τα επίπεδα κορεσμού και παρουσιάζει πολύ μικρές εποχικές διακυμάνσεις με το βάθος. Συνήθως, το ποσό του ασβεστίου που χρησιμοποιείται από τους οργανισμούς είναι τόσο μικρό, σε σύγκριση με αυτό που υπάρχει ελεύθερο στο οικοσύστημα, που ο προσδιορισμός του με συνηθισμένες μεθόδους είναι πολύ δύσκολος. Οι αποσυνθετικές διεργασίες μπορούν να οδηγήσουν σε κάποια αύξηση του ποσού του ασβεστίου στο υπολίμνιο των παραγωγικών λιμνών με μαλακό νερό κατά τη διάρκεια της στρωμάτωσης. Η περιεκτικότητα σε ασβέστιο των λιμνών με σκληρό νερό παρουσιάζει εποχιακές διακυμάνσεις. Τα επίπεδα του ασβεστίου αλλά και του δισανθρακικού άλατος μειώνονται σημαντικά, ως αποτέλεσμα της καθίζησης $CaCO_3$ κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι μειώσεις της συγκέντρωσης του ασβεστίου και του ανόργανου άνθρακα στο επιλίμνιο και στο μεταλίμνιο είναι το άμεσο αποτέλεσμα της ταχείας αύξησης της φωτοσύνθεσης από το φυτοπλαγκτόν και την παραλιακή χλωρίδα, δείχνοντας με τον καλύτερο τρόπο τον πολύ σημαντικό ρόλο της φωτοσύνθεσης στην απασβεστοποίηση του επιλίμνιου. Το μαγνήσιο είναι πολύ πιο διαλυτό από το ασβέστιο είναι ένα στοιχείο συνοδό, του οποίου η επίδραση διαφέρει αισθητά εξαιτίας της διαφοράς διαλυτότητας. Κατά τη διάρκεια της εξάτμισης ανθρακούχου νερού που περιέχει αυτά τα δυο κατίοντα, το ασβέστιο αποτίθεται πρώτα όσο το νερό εμπλουτίζεται σε μαγνήσιο, γεγονός που επιφέρει τροποποιήσεις στη χλωρίδα και την πανίδα. (19)

Κάλιο

Το χημικό στοιχείο Κάλιο είναι μέταλλο με ατομικό αριθμό (Z) 19 και ατομικό βάρος (AB) 39,0983 amu. Το μεταλλικό (στοιχειακό) κάλιο είναι ένα μαλακό αργυρόλευκο μέταλλο, που οξειδώνεται τάχιστα στον ατμοσφαιρικό αέρα και αντιδρά έντονα με το νερό, παράγοντας υδρογόνο και σημαντική θερμότητα, που συχνά είναι αρκετή ώστε να προκαλέσει την ανάφλεξη του παραγόμενου υδρογόνου.

Το κάλιο και το νάτριο είναι αλκαλιμέταλλα πολύ παρόμοια, από χημικής πλευράς. Για το λόγο αυτό, αρχικά (στην Ιστορία), τα άλατά τους δεν διαφοροποιούνταν. Το κάλιο βρίσκεται στη φύση μόνο στη μορφή ιονικών αλάτων του. Με τη μορφή αυτή βρίσκεται διαλυμένο στο θαλασσινό νερό (σε μέση περιεκτικότητα 0,04 %, κατά βάρος), αλλά και σε πολλά ορυκτά.

Το ιόν του καλίου είναι απαραίτητο για τη λειτουργία όλων (των γνωστών) ζωντανών κυττάρων και γι' αυτό είναι παρόν σε όλους τους φυτικούς και ζωικούς ιστούς. Βρίσκεται σε εξαιρετικά μεγάλες συγκεντρώσεις στο εσωτερικό των φυτικών κυττάρων και ιδιαίτερα στα φρούτα. Η σχετικά υψηλότερη συγκέντρωση καλίου σε σύγκριση με αυτήν του νατρίου στα φυτικά μέρη, είχε ως αποτέλεσμα, η πρώτη (ιστορικά) απομόνωση του στοιχείου να γίνει από τη στάχτη φυτικών υλών (απ' όπου προήλθε και η λέξη potash, που ελληνοποιήθηκε σε «ποτάσσα»)..

Η φυσιολογική (βιοχημική) λειτουργία του καλίου είναι πολύ διαφορετική από αυτήν του νατρίου. Στα ζώα, ειδικότερα, τα ιόντα νατρίου και καλίου χρησιμοποιούνται διαφορετικά για την παραγωγή ηλεκτρικού δυναμικού στα κύτταρά τους και ιδιαίτερα στα νευρικά κύτταρα. Η έλλειψη καλίου στα ζώα (και στους ανθρώπους) έχει ως συνέπεια νευρολογικές δυσλειτουργίες.

Το μεταλλικό (στοιχειακό) κάλιο δεν υπάρχει ελεύθερο στη φύση, γιατί αντιδρά βίαια με το νερό (και άλλες ουσίες που είναι διαδεδομένες σ' αυτήν).

Τα κυριότερα ορυκτά του καλίου, από τα οποία μπορεί να ληφθεί καθαρό μέταλλο, είναι ο καρναλλίτης [$KMgCl_3 \cdot 6(H_2O)$], ο συλβίνης (KCl) και ο πολυαλίτης [$K_2Ca_2Mg(SO_4)_4 \cdot 2(H_2O)$].

Φυσικές ιδιότητες και χημική ανάλυση

Σε μια θετική δοκιμή [[πυρανίνχνευση]]πυρανίνχνευσης], το στοιχειακό κάλιο και οι ενώσεις τους βάφουν τη φλόγα με ένα λιλά χρώμα, που όμως μπορεί να καλυφθεί από το (περισσότερο) έντονο κίτρινο χρώμα εκπομπής του νατρίου, αν είναι επίσης παρόν στο δείγμα. Σ' αυτήν την περίπτωση μπορεί να χρησιμοποιηθεί γυαλί κοβαλτίου, ως φίλτρο για το κίτρινο χρώμα εκπομπής του νατρίου. Η συγκέντρωση του καλίου σε ένα διάλυμα συχνά προσδιορίζεται με τη χρήση φλογοφωτομετρίας, με φασματοσκοπία ατομικής απορρόφησης και τελικά με ζευγικό πλάσμα ή με εκλεκτικά ιονικά ηλεκτρόδια

Χημικές ιδιότητες

Το στοιχειακό κάλιο πρέπει να προστατεύεται από τον ατμοσφαιρικό αέρα και την υγρασία κατά την αποθήκευση του, για να αποφευχθεί η διάβρωσή του που οδηγεί σε επιφανειακό (τουλάχιστον) σχηματισμό του οξειδίου του (K_2O) ή του υδροξειδίου του (KOH), αντίστοιχα. Γι' αυτό τα δείγματα του στοιχειακού καλίου πρέπει να προστατεύονται κάτω από ένα υλικό μέσο που δεν αντιδρά μ' αυτό (το κάλιο δηλαδή) και δεν επιτρέπει τη διόδο του αέρα ή της υγρασίας ως το δείγμα του μετάλλου. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιείται συνήθως πετρέλαιο, κηροζίνη ή τετραϋδροφουράνιο (THF).(20)

Νάτριο

Το χημικό στοιχείο Νάτριο [σύμβολο Na (λατινικά: Natrium)] είναι ένα μαλακό, ασημόλευκο, πολύ δραστικό μέταλλο από την ομάδα των αλκαλίων στον Περιοδικό πίνακα με ατομικό αριθμό 11 και ατομικό βάρος 22,98 .

Το νάτριο είναι πολύ διαδομένο στη φύση με τη μορφή χημικών ενώσεων, όπως το χλωριούχο νάτριο, ($NaCl$, κοινό αλάτι), που βρίσκεται σε πολύ μεγάλες ποσότητες στο θαλασσινό νερό, το νιτρικό νάτριο ή νίτρο της Χιλής, που είναι κρυσταλλικό και βρίσκεται μέσα στο έδαφος. Άλλες ενώσεις είναι το υδροξείδιο του νατρίου ($NaOH$), το ανθρακικό νάτριο (Na_2CO_3) και η μαγειρική σόδα ($NaHCO_3$). Αποτελεί το περίπου 2.5 % του φλοιού της γης και έτσι είναι το πιο άφθονο αλκάλιο. Επίσης βρίσκεται και στα άστρα.

Οξειδώνεται όμως γρήγορα στον αέρα. Για να μην οξειδώνεται φυλάγεται μέσα σε παραφινέλαιο ή πετρέλαιο.

Ενώνεται πάρα πολύ εύκολα με τα περισσότερα αμέταλλα και πιο πολύ με το υδρογόνο, τα αλογόνα και το θείο. Διασπά το νερό εν ψυχρώ και δίνει υδρογόνο και καυστικό νάτριο. λόγω της δραστικότητάς του δεν απαντάνται ελεύθερο στη φύση, παρά μόνο σε ενώσεις.

Παρασκευάζεται με ηλεκτρόλυση καυστικού νατρίου ή χλωριούχου νατρίου ή με αναγωγή του ανθρακικού νατρίου με άνθρακα.

Το νάτριο χρησιμοποιείται σαν αναγωγικό μέσο κι επιτρέπει την παρασκευή του πυριτίου και του βόριου. Έχει πολλές χρήσεις στην οργανική χημεία. Απ' τις πολυάριθμες ενώσεις του οι κυριότερες είναι οι εξής: Το αζίδιο και το αμίδιο του νατρίου, το ανθρακικό και το δισανθρακικό νάτριο (σόδα), το υπερβορικό νάτριο, το θειικό νάτριο (άλας του Γκλάουμπερ), το θειούχο νάτριο, το νιτρικό νάτριο, το όξινο θειώδες νάτριο, το υδροξείδιο του νατρίου, το ιωδιούχο νάτριο και το χλωριούχο νάτριο (μαγειρικό αλάτι).(21)

Άλατα

Μέσα στα νερά, όπως στην ξηρά, η ζωή εξαρτάται από την φυτική ύλη που δεσμεύει ηλιακή ενέργεια. Η φυτική ύλη εξαρτάται από την προμήθεια των αλάτων, που λέγονται θρεπτικά, ιδίως τα φωσφορικά και τα νιτρικά. Η έλλειψη ενός μόνο από αυτά τα σύνθετα ή λιγότερο άφθονο από ότι το κανονικό αρκεί για να σταματήσει η φυτική παραγωγή. Η αύξηση των φυκών, όπως και κάθε φυτού, απαιτεί επιπλέον επαρκές φως. Άρα πρέπει να βρίσκονται μέσα στη φυτική ζώνη που περιορίζεται στα επιφανειακά νερά. Αυτό σημαίνει πως το νερό της επιφάνειας τείνει να φτωχύνει περισσότερο. Η συνέχιση παραγωγής εξαρτάται από μια κανονική προμήθεια τροφής που ανέρχεται από βαθύτερα στρώματα, συνεπώς μια κατακόρυφη κυκλοφορία των μαζών νερού. Κύρια πηγή των ανόργανων θρεπτικών αλάτων είναι η ανοργανοποίηση των οργανικών υλών όλων των ειδών ,διαλυμένωνπου αντιπροσωπεύονται από τα υπολείμματα του μεταβολισμού των ζωντανών οργανισμών. Η αποικοδόμηση της οργανικής νεκρής ύλης είναι κυρίως έργο ετερότροφων κατώτερων οργανισμών , μυκήτων και κυρίως βακτηρίων. Αυτοί οι οργανισμοί καταστρέφουν βαθμηδόν όλα τα οργανικά μόρια ως την τελική κατάσταση των ανόργανων σχετικά απλών: διοξείδιο του άνθρακα, φωσφορικά,

αμμωνιακά, νιτρικά, νιτρώδη άλατα. Η ανοργανοποίηση με οξειδωση προμηθεύει την ενέργεια που χρησιμοποιείται από αυτούς τους μικροοργανισμούς για την σύνθεση της δικής τους ύλης. Το 60 με 70% της ενέργειας που αντιπροσωπεύεται από νεκρή οργανική ύλη, χρησιμοποιείται από αυτούς τους οργανισμούς για να αντιμετωπίσουν τις δαπάνες που συνδέονται με το μεταβολισμό. Το 30 με 40 % που απομένουν, αντιστοιχούν στην αποθηκευμένη ενέργεια που αντιπροσωπεύεται από τη ζωντανή βακτηριακή ύλη. Ο ρόλος λοιπόν των ετερότροφων μικροοργανισμών στην αναγέννηση των ανόργανων θρεπτικών αλάτων είναι κεφαλαιώδης. Η ανοργανοποιητική δραστηριότητα ξετυλίγεται μέσα στα ίδια τα νερά και κυρίως σε ένα επίπεδο κείμενο λίγο πιο κάτω από το βάθος ισορροπίας, όπου παρατηρούμε, ένα μέγιστο αφθονίας των πληθυσμών , γενικά συνδυαζόμενο με ένα ελάχιστο της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου. Η μικροβιακή συγκέντρωση έχει σχέση με τι ότι διάφορα οργανικά θρύμματα, που προέρχονται από πλούσιους ζωντανούς πληθυσμούς στο φωτισμένο στρώμα, κατά την πτώση τους προς το βυθό αναχαιτίζονται από ελάττωση της θερμοκρασίας που αυξάνει τον συντελεστή του ιξώδους του νερού και άρα της δύναμης επαφής που ενεργεί στα σωματίδια. Η αύξηση του αριθμού των σωματιδίων είναι καθοριστικό στοιχείο της αύξησης του αριθμού των μικροοργανισμών. Τα πιο σταθερά σωματίδια συνεχίζουν την πτώση τους προς το βυθό. Σε βάθη σχετικά μικρά η περιεκτικότητα σε οργανικές ύλες που μπορούν να μεταβολιστούν εύκολα πάνω στο βυθό, ιδίως όταν ο βυθός είναι καλυμμένος από λεπτό υπόστρωμα. Έτσι, οι μικροβιακοί πληθυσμοί είναι πολύ μεγάλοι με αποτέλεσμα η ανοργανοποίηση να είναι έντονη. (19)

Χλώριο και χλωραμίνη

Το νερό των φυσικών πισινών δεν έχει βλαβερές ουσίες λόγω του αποτελεσματικού συστήματος των φυσικών φίλτρων. Οι πισίνες έχουν υποβληθεί στα πιο αναλυτικά τεστ των ευρωπαϊκών αρχών και τα αποτελέσματα ξεπερνάνε τις απαιτήσεις όσον αφορά την υγεία και τη διαύγεια του νερού. Αν λάβουμε υπόψη μας την χρήση του χλωρίου μπορούμε να υπολογίσουμε τις πιθανές του επιδράσεις στο φυσικό υδρόβιο οικοσύστημα. Είναι ένα βλαβερό αέριο που χρησιμοποιείται για να καθαρίσει το νερό και προστίθεται στην πλειοψηφία του πόσιμου νερού, όπως επίσης και στις κλασικές πισίνες, τόσο στις ιδιωτικές όσο και στις δημόσιες. Μπορεί να βλάψει την χλωρίδα και πανίδα, αλλά και τους ανθρώπους. Ευτυχώς το χλώριο επανέρχεται γρήγορα στην φυσική κατάσταση του αερίου · αφαιρείται από το νερό απλά ψεκάζοντας το ή φεύγει μόνο του αν το νερό μείνει μερικές μέρες. Αντίθετα, αρκετές επιστημονικές μελέτες αναφέρουν ότι το χλωριούχο νερό, το οποίο χρησιμοποιείται αρκετά συχνά σε πισίνες, ερεθίζει το δέρμα και σχετίζεται με εξανθήματα, όπως το έκζεμα και άλλοι πολλοί πιο σοβαροί νόσοι. Σύμφωνα με τον Δρ. Herbert Schwartz, «το χλώριο είναι τόσο επικίνδυνο που θα έπρεπε να καταργηθεί .» (Βιβλιοθήκη Υγείας του Διαδικτύου 2). Ο καρκίνος, τα προβλήματα καρδιάς και η πρόωγη γήρανση είναι ασθένειες για τις οποίες ευθύνεται πιθανώς το χλωριούχο νερό. Άλλο αρνητικό παράδειγμα είναι τα ετήσια έξοδα των κλασικών συστημάτων. Λαμβάνοντας υπόψη τις αρνητικές επιδράσεις του χλωρίου, η εναλλακτική επιλογή της φυσικής πισίνας φαίνεται ολοένα και πιο απαραίτητη για έναν υγιεινό τρόπο ζωής. Το χλωριούχο νερό περιέχει χημικές ενώσεις που λέγονται τριαλομεθάνια, οι οποίες είναι καρκινογόνες ως αποτέλεσμα του συνδυασμού του χλωρίου με οργανικές ενώσεις στο νερό. Αυτές οι χημικές ουσίες, που λέγονται και οργανοχλωρίνες, δεν αποβάλλονται πολύ εύκολα και γενικά αποθηκεύονται στους λιπώδεις ιστούς του σώματος (στήθος, μητρικό γάλα, αίμα και σπέρμα). Οι οργανοχλωρίνες μπορούν να προκαλέσουν μεταλλάξεις καθώς τροποποιούν το DNA καταπιέζοντας την ανοσοποιητική λειτουργία και μπαίνοντας εμπόδιο στους φυσικούς ελέγχους της ανάπτυξης κελιών. Έχει καταγραφεί ότι το χλώριο επιδεινώνει το άσθμα, ειδικά στα παιδιά που κολυμπούν συχνά σε χλωριωμένες πισίνες. Διάφορες έρευνες έχουν δείξει επίσης έναν σύνδεσμο μεταξύ του χλωρίου και των υποπροϊόντων του χλωριούχου νερού με την αυξημένη εμφάνιση του καρκίνου του μαστού, του εντέρου όπως και του κακοήθους μελανώματος.«Πολλές τοπικές αρχές και εταιρίες προμήθειας νερού έχουν ανακαλύψει, ότι η μακροζωία του χλωρίου μπορεί να επεκταθεί προσθέτοντας αμμωνία που ενώνεται με το χλώριο και δημιουργούνται χλωραμίνες. Και το χλώριο, αλλά και η αμμωνία προστίθενται στο νερό για να επιτευχθεί αυτή η ένωση.»Οι πραγματικές απειλές της χλωραμίνης για μια πισίνα σχετίζονται με την παρουσία της αμμωνίας, κάτι που θα μπορούσε να βλάψει ή και να σκοτώσει την ζωή. Κάποιες ποσότητες επεξεργασμένων νερών από τα δημόσια απόθεμα θα μπορούσαν να περιέχουν τοξικά επίπεδα αμμωνίας. Υπάρχουν προϊόντα που μειώνουν τις χλωραμίνες και τις μετατρέπουν σε μη-τοξικές μορφές αμμωνίας (NO₄).»(21)

Σε μία φυσική πισίνα, η μη-τοξική μορφή της αμμωνίας μετατρέπεται με ασφαλές τρόπο σε μη βλαβερές νιτρικές ενώσεις. Αν το νερό θεραπευτεί με χλωραμίνες, οποιαδήποτε ποσότητα νερού που υπερβαίνει το 5% του συνολικού όγκου της πισίνας, θα χρειαστεί θεραπεία. Να θεραπευτεί μόνο το νερό που έχει προστεθεί.

Αν το απόθεμα νερού περιέχει χλωραμίνες, η χρήση του ζεόλιθου θα μπορούσε να βοηθήσει. Ο ζεόλιθος απορροφάει την αμμωνία αφαιρώντας τη χημικά από το νερό. Η αμμωνία αφαιρείται από το ζεόλιθο και σχηματίζει μη βλαβερό νιτρικό χλωρικό οξύ και υδροξείδιο του νατρίου, αφήνοντας έτσι τον ζεόλιθο να απορροφήσει και άλλη αμμωνία.

Με ένα καλό βιολογικό φίλτρο, οποιαδήποτε ποσότητα αμμωνίας εμφανιστεί ακόμα και από τη μικρότερη αλλαγή νερού, επεξεργάζεται με ασφάλεια μέσα από τον κύκλο του αζώτου.

Τα παρακάτω είναι ευρήματα έρευνας που σχετίζεται με την κολύμβηση:

Οι κολυμβητές μπορούν να απορροφήσουν τοξικά επίπεδα χλωρίου κατά την διάρκεια της προπόνησης. Η προπόνηση άνω των 2 ωρών την ημέρα δεν αφήνει τις τοξικές ουσίες να φύγουν από τα σώματα των περισσότερων κολυμβητών. Τα παιδιά εισπνέουν παραπάνω αέρα ανά μονάδα βάρους σώματος σε σχέση με τους ενήλικες. Τα μικρά παιδιά απορροφούν σχετικά παραπάνω ποσότητες τοξικών ουσιών από ότι οι μεγαλύτεροι κολυμβητές και έτσι κινδυνεύουν περισσότερο. Η έντονη προπόνηση και ο αριθμός των προπονήσεων αυξάνουν τις τοξικές συγκεντρώσεις στους κολυμβητές. Η μεγαλύτερη τοξική απορρόφηση γίνεται από το δέρμα και όχι μέσω της εισπνοής. Παρόλα αυτά, η ενέργεια της εισπνοής από μόνη της αρκεί για την δημιουργία υπερευαισθησίας και αναπνευστικών προβλημάτων σε κάποιους κολυμβητές τουλάχιστον.

Η παραπάνω χλωριοποίηση είναι ιδιαίτερα επικίνδυνη για την υγεία των κολυμβητών.

Το παραπάνω αποτελεί ένα αρκετά αντιφατικό ζήτημα που έχει ως συνέπεια μεγάλο διάλογο, όπως προκαλεί και η χρήση του φθορίου στο πόσιμο νερό. Δεν βοηθάει ούτε την ανθρωπότητα, ούτε το περιβάλλον να συνεχίσουμε να χρησιμοποιούμε χημικά που σκοτώνουν κάθε ζωντανό οργανισμό. Η κολύμβηση σε φυσικές πισίνες αφαιρεί τέτοιους φόβους και ανησυχίες.(21)

Βαρέα μέταλλα

Στο περιβάλλον έχουν ανιχνευθεί άνω των 40 στοιχείων που ανήκουν στην κατηγορία των μετάλλων. Επικίνδυνα είναι τα αποκαλούμενα βαρέα μέταλλα όπως βηρύλλιο, κάδμιο, μόλυβδος, υδράργυρος, νικέλιο, άργυρος, χρυσός, χρώμιο, ψευδάργυρος και χαλκός. Τα πολύτιμα μέταλλα (άργυρος, χρυσός) ανακτώνται από τα υγρά απόβλητα λόγω της τιμής τους και έτσι δεν είναι πρακτικά ρύποι. Θεωρούνται τοξικά όσα μέταλλα έχουν δυσμενή επίδραση στους οργανισμούς ακόμη και όταν βρίσκονται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Η κυριότερη πηγή μετάλλων στο περιβάλλον είναι το έδαφος της γης όπου βρίσκονται όλα σχεδόν τα μέταλλα και τα οποία με διάφορους γεωχημικούς κύκλους και ανθρωπογενείς επεμβάσεις ανακατανέμονται στα διάφορα περιβαλλοντικά διαμερίσματα. Η βιομηχανική, τεχνολογική και γεωργική δραστηριότητα αποτελούν σημαντικούς παράγοντες ρύπανσης από μέταλλα, από την απόρριψη βιομηχανικών αποβλήτων, μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις, εμπλουτισμό και παραγωγή μεταλλικών αντικειμένων, χρήση λιπασμάτων, κλπ. Η καύση στερεών καυσίμων είναι μία άλλη πηγή εκπομπής μετάλλων στην ατμόσφαιρα που τελικά εναποτίθενται στο έδαφος και τα νερά.

Τα μέταλλα δεν αφομοιώνονται, λόγω αδυναμίας των οργανισμών να τα «αναγνωρίσουν», ούτε όμως αποβάλλονται από το σύστημα των οργανισμών, κατά συνέπεια συσσωρεύονται και μάλιστα εκλεκτικά σε ορισμένους ιστούς (συκώτι, νεφρά) εμφανίζοντας έτσι υψηλές συγκεντρώσεις. Οι κυριότερες δράσεις τους είναι και καρκινογόνες. Η καρκινογόνος δράση των μετάλλων έχει μελετηθεί με μεγάλο αριθμό τοξικολογικών ερευνών και έχει βρεθεί ότι ο μηχανισμός της άμεσης προσθήκης σε κυτταρικό DNA (που προκαλεί μεταλλάξεις) είναι δευτερεύουσας σημασίας, σε σχέση με τη δράση μέσω οξειδωτικών βλαβών στο DNA που προκαλούνται από την παραγωγή ελευθέρων ριζών.(9)

Πηγές ρυπάνσεως του περιβάλλοντος με βαρέα μέταλλα

- I. Ηφαίστεια
- II. Πετρώματα και ορυκτά
- III. Χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στην γεωργία
- IV. Καυσαέρια αυτοκινήτων
- V. Απόβλητα αγροτικών ζώων
- VI. Βιομηχανικά απόβλητα

Βιοτικοί παράγοντες

Πλαγκτόν

Στα φυσικά νερά διακρίνουμε βασικά δυο επικράτειες την πελαγική και την βενθική. Η πελαγική περιλαμβάνει δυο μεγάλες ενότητες οργανισμών, ανάλογα με το βαθμό ελευθερίας τους σε σχέση με τις μετατοπίσεις μαζών νερού, το πλαγκτόν και το νήκτο και τα βένθη. Το πλαγκτόν αποτελείται από το ζωοπλαγκτόν και το φυτοπλαγκτόν που δεν έχουν ή έχουν πολύ μικρή δυνατότητα μετακίνησης. Έτσι είναι εκτεθειμένοι στις μετακινήσεις από δράση των κυμάτων. Η λέξη πλαγκτόν είναι ελληνική και σημαίνει περιπλανώμενος.(19)

Φυτοπλαγκτόν

Ο σημαντικός ρόλος του φυτοπλαγκτού σε μια μάζα νερού προκύπτει από το γεγονός ότι οι φωτοαυτότροφοι φυτοπλαγκτικοί οργανισμοί είναι οι κυριότεροι παραγωγοί από τους οποίους εξαρτάται η υδρόβια ζωή. Μερικοί κατώτεροι φυτικοί οργανισμοί και μάλιστα φύκη συγκεντρώνονται στην επιφάνεια του νερού με τη μορφή πυκνών και ορατών επιστρώματων. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό ως “άνθη του νερού”. Ο κύκλος ζωής κάθε είδους εξαρτάται, από τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών, το βαθμό της θερμικής στρωμάτωσης, τις κινήσεις των φυκών σε σχέση με το νερό, τη θήρευση από το ζωοπλαγκτόν, τον ενδοφυτικό ανταγωνισμό και τον παρασιτισμό από πρωτόζωα, μύκητες, βακτήρια και ιούς. Η κατανομή του φυτοπλαγκτού στο χώρο είναι ακανόνιστη για όλα σχεδόν

τα είδη. Μεταβολές επίσης, στους πληθυσμούς συμβαίνουν σε σχέση με το βάθος. Γρήγορη αύξηση προκαλεί πυκνές μάζες φυκών, αν ο αριθμός αύξησης επικαλύπτει την διασπορά εξαιτίας της ανατάραξης του νερού. Οριζόντιες πυκνές μάζες και κατακόρυφες στρώσεις συχνά προκαλούνται εξαιτίας της ενεργητικής κίνησης των φυκών, στην προσπάθεια τους να βελτιώσουν τις συνθήκες φωτισμού και θρεπτικών. Η σύνθεση του φυτοπλαγκτού είναι ποικίλη και διαφορετική στα νερά διαφορετικών γεωγραφικών πλατών, τα βάθη των στρωμάτων και την εποχή του έτους. Γενικά, το φυτοπλαγκτόν υπόκειται σε εποχικές μεταβολές της σύνθεσης του, παράλληλα με τις φυσικοχημικές μεταβολές των νερών κατά την διάρκεια του έτους. Το φυτοπλαγκτό με τη βοήθεια της ηλιακής ακτινοβολίας, δηλαδή κατά αυτότροφο τρόπο (φωτοσύνθεση), δομεί διάφορες ουσίες οι οποίες αποδομούνται και πάλι από βακτήρια. Σε υγιή νερά η δομή και η αποδομή των ουσιών βρίσκονται σε ισορροπία. Δεν προκύπτει δηλαδή, συσσώρευση οργανικών ουσιών. Από τα βακτήρια η κάθαρση καλείται “αυτοκάθαρση”. Όταν παρουσιάζονται “άνθη του νερού”, η ισορροπία διαταράσσεται. Σε αυτή την περίπτωση συσσωρεύονται περισσότερες οργανικές ουσίες, αφού τα βακτήρια δεν είναι πλέον σε θέση να αποδημήσουν τις μεγάλες ποσότητες αυτών των ουσιών. Έτσι τα βακτήρια είναι αποφασιστικής σημασίας για την διατήρηση της καθαρότητας του νερού. Κατά την αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών από τα βακτήρια καταναλώνεται οξυγόνο. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις επέρχεται πλήρης κατανάλωση του οξυγόνου που έχει μεγάλη επίδραση στη κυκλοφορία και την πορεία εξέλιξης των ουσιών που υπάρχουν στο νερό, αφού από το νερό που στερείται οξυγόνο απελευθερώνονται ενώσεις φωσφόρου. Η κατανάλωση του οξυγόνου επιτείνεται ακόμη περισσότερο με τη βακτηριακή οξείδωση του μεθανίου του τελικού προϊόντος αποδομής των οργανικών ουσιών. Ο φώσφορος και άλλα θρεπτικά άλατα είναι αποφασιστικοί παράγοντες οι οποίοι ρυθμίζουν την ανάπτυξη των φυκών. (19)

Το φυτοπλαγκτόν(επιπλέοντα φύκη) στις Φ.Κ.Π. δεν πρέπει να προκαλεί θολερότητα του νερού σε βαθμό που ο πυθμένας της πισίνας να μην είναι ορατός

Το φυτοπλαγκτόν θα πρέπει να απαρτίζεται κυρίως από τα είδη: πράσινα άλγη (chlorophyta), διατομα bacillariophyceae),και Cryptophyceae (3)

Ζωοπλαγκτόν

Το ζωοπλαγκτόν περιλαμβάνει ζώα τα οποία αιωρούνται στο νερό με περιορισμένες δυνατότητες μετακίνησης. Όπως το φυτοπλαγκτόν έτσι και το ζωοπλαγκτόν είναι συνήθως πυκνότερο από το νερό και μπορεί να βυθίζεται σε μεγαλύτερα βάθη. Τα πλαγκτικά πρωτόζωα έχουν περιορισμένη ικανότητα μετακίνησης. Η διάκριση ανάμεσα στο αιωρούμενο ζωοπλαγκτόν που έχει περιορισμένη ικανότητα μετακίνησης και τα ζώα εκείνα που είναι δυνατόν να μετακινούνται ανεξάρτητα από την ύπαρξη ή μη κυματισμού των ρευμάτων. Οι προσαρμογές των ζωοπλακτικών οργανισμών στο υδάτινο ενδιαίτημα και περιλαμβάνουν γρήγορη αναπαραγωγή, μικρό μέγεθος. Η θήρευση τους μειώνεται με την κατακόρυφη μετακίνηση τους κατά τη διάρκεια της ημέρας και με τη διαφάνεια του σώματος που συνήθως παρουσιάζουν. Η πρωταρχική σημασία του ζωοπλαγκτού στην οικονομία μιας υδάτινης μάζας συνάγεται από το γεγονός ότι η πλειονότητα των ζωοπλακτικών οργανισμών μετατρέπουν τη φυτική ύλη του φυτοπλαγκτού σε ζωικές πρωτεΐνες. Είναι τα βασικά φυτοφάγα. Τα φυτοφάγα μπορούν να φαγωθούν είτε από μεγαλύτερα ζώα του πλαγκτού είτε από ευκίνητους οργανισμούς. Με αυτό τον τρόπο η πολυπλοκότητα του ζωοπλαγκτού δημιουργεί την σύνδεση ανάμεσα στους μικροσκοπικούς βοσκότοπους και τους μεγαλύτερους κατοίκους των νερών.(19)

Το ζωοπλαγκτόν εκπροσωπεί στο σύνολο του μια ζωική λειτουργία για τον καθαρισμό του νερού, διότι αφαιρεί μέσω βιογενούς διήθησης και άλλων διεργασιών φυτοπλαγκτόν, βακτήρια και σωματίδια από το νερό

Η ύπαρξη Cladocera, Rotatoria, Ciliata και άλλων ομάδων του ζωοπλαγκτόν πρέπει να ενθαρρυνθεί με κατάλληλα μέσα, στις εγκαταστάσεις κολύμβησης με βιολογική επεξεργασία του νερού καθώς έχουν την δυνατότητα να φιλτράρουν το νερό πολύ αποτελεσματικά(3)

Νηκτόν

Με τον όρο Νηκτόν (Αγγλικά: Nekton) χαρακτηρίζεται το σύνολο των έμβιων οργανισμών, δηλ. στη πραγματικότητα το σύνολο των ζώων που ζουν και κολυμπούν ελεύθερα μέχρι και στη πελαγία ζώνη των ωκεανών και των θαλασσών. Το νηκτόν σε αντιδιαστολή με το πλαγκτόν περιλαμβάνει όλα τα είδη των ψαριών και υδρόβιων ζώων που δεν παρασύρονται στον υδάτινο χώρο, αλλά κινούνται αυτοδύναμα.

Βενθός

Με τον όρο Βένθος (αγγλ. Benthos) χαρακτηρίζεται το σύνολο των έμβιων οργανισμών, που ζουν και αναπτύσσονται στο βυθό των ωκεανών και των θαλασσών ή και των λιμνών και κατά τελευταία ακόμη προσδιορισμό από το σημείο που παρατηρείται παλίρροια μέχρι τις πλέον βαθιές υποθαλάσσιες τάφρους. Οι οργανισμοί της κατηγορίας αυτής διακρίνονται σε επιμέρους σύγχρονες κατηγορίες ανάλογα του βυθομετρικού βιότοπου αυτών και που είναι:

Παράλιοι: Στη κατηγορία αυτή υπάγονται οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος είναι μέχρι 40m βάθος.

Υποπαράλιοι: Ονομάζονται οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος είναι από 41m μέχρι 200 m βάθος.

Βαθύαλοι: Είναι εκείνοι οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος είναι από 201m μέχρι 400m βάθος.

Αβυσσαίοι: Καλούνται οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος είναι από 401m μέχρι 6.000m και τέλος

Πλουτώνιοι: Ονομάζονται οι βενθικοί οργανισμοί των οποίων ο βιότοπος βρίσκεται σε μεγαλύτερο από 6.000m βάθος

Δομή του πληθυσμού της λίμνης

Μεγάλο μέρος ενδιαφέροντος συγκεντρώνεται στη μελέτη των λιμνών όπου οφείλεται στη δομή και στη δυναμική των πληθυσμών των ζωοπλακτονικών οργανισμών στο χώρο και στο χρόνο. Η κοινότητα του ζωοπλακτού στις περισσότερες λίμνες, αποτελείται από πέντε έως οκτώ επικρατέστερα είδη και αρκετές άλλες σπανιότερες μορφές. Παράγοντες, όπως το pH, το φως, η θερμοκρασία, η τροφή και οι κινήσεις του νερού επηρεάζουν τον αριθμό των ειδών στις λίμνες. Χαμηλό pH, για παράδειγμα, είναι δυνατόν να προκαλέσει μείωση τόσο στην αφθονία όσο και στην ποικιλότητα των ειδών. Όσο περισσότερα είδη ψαριών υπάρχουν σε μια λίμνη τόσο μεγαλύτερος είναι και ο αριθμός των ειδών του ζωοπλακτού που είναι δυνατόν να βρίσκεται σε αυτήν. Επίσης, μεγάλες oligότροφες λίμνες έχουν περισσότερα είδη από άλλες μικρότερες.

Κύκλος της ύλης και της ενέργειας

Ο κύκλος της ύλης στα υδάτινα οικοσυστήματα εξελίσσεται ακολουθώντας το ίδιο γενικό σχήμα με αυτών των χερσαίων. Το στοιχείο κλειδί είναι η ικανότητα των φωτοαυτότροφων φυτών, προικισμένων με χλωροφυλλούχες χρωστικές ουσίες, να χρησιμοποιούν τη φωτεινή ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας, για να πραγματοποιούν τη σύνθεση των οργανικών μορίων από τα σύνθετα ανόργανα: διοξείδιο του άνθρακα, φωσφορικά, νιτρικά, νιτρώδη, αμμωνιακά άλατα κ.ά. Ο κλασικός τρόπος εξέτασης ενός οικοσυστήματος είναι σαν ένα αυτοτελές σύστημα στο οποίο παρέχεται ενέργεια με μορφή ακτινοβολίας. Αυτή η ενέργεια περνά μέσα από μια σειρά τροφικών επιπέδων και που αποδίδει τα βασικά υλικά στην αρχική μορφή τους. Αυτό το μοντέλο ταιριάζει πολύ σε λιμναία οικοσυστήματα. Στα οικοσυστήματα των τρεχούμενων νερών κάθε τι που παράγεται από μεταβολισμό, τείνει να ακολουθήσει την κάθοδο του υδάτινου ρεύματος, ενώ η πιθανότητα να ανακυκλωθεί σε σύντομο χρονικό διάστημα είναι πολύ μικρή. Η χημική σύσταση των ρευμάτων επηρεάζεται από την ακανόνιστη εκροή τους. Οι περισσότεροι χείμαρροι και ποταμοί έχουν μια μέγιστη εκροή κατά τη διάρκεια των χειμερινών βροχών ή από το λιώσιμο του χιονιού την άνοιξη. Σωματίδια αποσπώνται από την κοίτη κατά τη διάρκεια της μέγιστης εκροής. Αυτά, μεταφέρουν σχεδόν όλο το χρόνο θρεπτικά συστατικά, όπως φώσφορο και σίδηρο, τα οποία είναι στενά συνδεδεμένα με τη σωματιδιακή ύλη. Οι μεγάλες εκροές μεταφέρουν, επίσης μεγάλο ποσοστό του ετήσιου φορτίου των διαλυμένων θρεπτικών συστατικών, όπως νιτρικά και πυριτικά. Ρεύματα τα οποία τροφοδοτούνται από πηγές, έχουν σταθερή ροή και συγκέντρωση θρεπτικών συστατικών. (19) Τα ρεύματα με μαλακά ή όξινα νερά απαντούν σε πολύ σκληρά ή όξινα πετρώματα. Οι μύκητες και τα βακτήρια επεξεργάζονται τα νεκρά αυτόχθονα και αλόχθονα οργανικά υλικά, τα οποία ονομάζονται συνολικά θρύμματα και τρώγονται από άλλους οργανισμούς του ρεύματος. Αυτή η μικροβιακή αποσύνθεση απαιτεί άφθονες προμήθειες από ανόργανα θρεπτικά και ειδικότερα το άζωτο για την κατακρήμνιση του οργανικού άνθρακα των θρυμμάτων. Τα ρεύματα με σκληρά νερά παρέχουν περισσότερα θρεπτικά ανόργανα συστατικά για ταχύτερη αποικοδόμηση από ότι τα ρεύματα με μαλακά νερά.

Τροφισμός

Όταν σχηματίζεται μια λεκάνη με νερό, όσο μεγάλη και αν είναι, στερείται για ένα χρονικό διάστημα ορισμένα στοιχεία: γεωγραφικά, χημικά, βιολογικά. Στη συνέχεια δημιουργούνται κανονικές συνθήκες ύπαρξης και μια κατάσταση της οποίας η σταθερότητα θα εξαρτηθεί από τη φύση και την ταχύτητα εξέλιξης των παραγόντων που προσδιορίζουν. (19)

Ολιγοτροφισμός

Όπως και αν εξελίσσεται ένα υδάτινο σύστημα, αυτό περνά στην αρχή της ζωής του, από μια κατάσταση που χαρακτηρίζεται από υπεροχή των φυσικών και χημικών παραγόντων και από τον σχετικά ασήμαντο ρόλο που παίζουν για αυτό οι οργανισμοί. Οι πραγματικά oligότροφες λίμνες έχουν απλά χαρακτηριστικά. Είναι οι νέες λίμνες ή εκείνες των οποίων η παραγωγή παραμένει ασήμαντη, εξαιτίας της πραγματικής φτώχειας σε θρεπτικές ουσίες που έχει ως αποτέλεσμα μια ασήμαντη βιομάζα και ασήμαντη δυνατότητα αύξησης. Είναι βαθιές λίμνες που έχουν μια αναλογία : όγκος υπολίμνιου προς όγκο επιλίμνιου σχετικά υψηλή. Τα νερά τους είναι διαφανή, χρώμα που μοιάζει με αυτό του καθαρού νερού που βρίσκεται μεταξύ του γαλάζιου και ενός πράσινου έντονου.

Μεσοτροφισμός

Μια πραγματικά oligότροφη λίμνη εξελίσσεται με το πέρασμα του χρόνου. Κάτω από μια σταθερή επίδραση των εξωτερικών μεταφορών τελειοποιείται, με το να εμπλουτίζεται σε θρεπτικές ουσίες που επιτρέπουν μια πιο σημαντική αύξηση των πληθυσμών και ύστερα μια μεταβολή αυτών που επιτρέπει επιτάχυνση της περιόδου. Μετά από μια μακρά φάση βραδείας εξέλιξης δημιουργείται μια περίοδος επιταχυνόμενη εξέλιξης που επιτρέπει να φτάσει στην επόμενη φάση εξέλιξης. Η διαφορετική ηλικία των περισσότερων λιμνών της γης έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχουν όλα τα ενδιάμεσα στάδια εξέλιξης ανάμεσα στις πραγματικά oligότροφες λίμνες και αυτές που ονομάστηκαν ευτροφικές. Αυτές φτάνουν στο τελευταίο στάδιο εξέλιξης που θα οδηγήσει στην πλήρωσή τους, στο θάνατο τους, στην εξαφάνισή τους.

Ευτροφισμός

Μια καλά στοιχειοθετημένη ανθρώπινη επίδραση πάνω στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι ο ευτροφισμός. Ένας πολυσύνθετος όρος που γενικά συνδέεται με την αυξημένη παραγωγικότητα, την δομική απλοποίηση των βιοτικών συστατικών και τη μείωση της ικανότητας του μεταβολισμού των οργανισμών να προσαρμόζονται στις επιβαλλόμενες μεταβολές των συνθηκών. Σε συνθήκες ευτροφισμού, η περίσσεια συντελεστών παραγωγής συχνά τείνουν να ξεπεράσουν τη δυνατότητα του οικοσυστήματος να είναι σε ισορροπία. Στην πραγματικότητα, τα οικοσυστήματα είναι εκτός ισορροπίας, μόνο σε ότι αφορά τα χημικά και βιοτικά χαρακτηριστικά των γλυκών νερών που επιθυμεί ο άνθρωπος να είναι σε κάποια σταθερά επίπεδα. Ο ευτροφισμός ή ο τροφικός εμπλουτισμός και οι συνέπειες του, αναγνωρίστηκαν ως πρόβλημα κατά τα μέσα και τέλη του 20ου αιώνα. Πρόκειται για ένα τεχνητό ευτροφισμό, ο οποίος προέρχεται από την αστική, τη βιομηχανική και τη αγροτική δραστηριότητα του ανθρώπου. Παρόλα αυτά, ο ευτροφισμός δεν είναι μόνο ένα ανθρωπογενές πρόβλημα, αφού οποιαδήποτε μεταβολή μέσα σε μια φυσική ή μη λεκάνη απορροής θα επηρεάσει τη βιολογική κατάσταση των λιμνών. Σε πολλά μέρη ο άνθρωπος εκμεταλλεύτηκε τα οφέλη του τεχνητού εμπλουτισμού, απαιξάνοντας την αλιευτική παραγωγή σε υδατοσυλλογές και λίμνες. Ο ευτροφισμός είναι όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή των βιολογικών αποτελεσμάτων μιας αυξανόμενης συγκέντρωσης λιπασμάτων (συνήθως αζωτούχων και φωσφορικών, αλλά μερικές φορές καλίου, ασβεστίου, σιδήρου) σε υδάτινα οικοσυστήματα. Είναι δύσκολο να οριστεί επακριβώς, γιατί η περιγραφή της τροφικής φύσης οποιασδήποτε λίμνης, συνήθως συσχετίζεται με μια προηγούμενη κατάσταση ή με μια κατάσταση αναφοράς με χαμηλότερη συγκέντρωση θρεπτικών, ονομαζόμενη ως μεσότροφη ή oligότροφη. (19)

Άμεσες και έμμεσες βιολογικές αλλαγές ευτροφισμού

Οι βιολογικές αλλαγές που συμβαίνουν σε μια λίμνη, ως αποτέλεσμα του ευτροφισμού, είναι δυνατόν να διαχωριστούν σε αυτές που είναι άμεσα αποτελέσματα της εισροής των θρεπτικών, όπως είναι η διέγερση της αύξησης των φυκών, και σε αυτές που είναι έμμεσα αποτελέσματα, όπως οι αλλαγές στη κοινότητα των ψαριών ως συνέπεια της μείωσης του συγκέντρωσης του οξυγόνου. Τα άμεσα αποτελέσματα συμβαίνουν όταν η αύξηση των οργανισμών, συνήθως των πλαγκτικών φυτών, απελευθερώνεται από τον τροφικό περιορισμό. Σε κάθε οικοσύστημα η μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε παραγωγή οργανικής ύλης σπάνια φτάνει στη μέγιστη φυσιολογική ικανότητα των φυτών που ζουν εκεί. Κάθε είδος θα περιορίζεται από τους περιβαλλοντικούς πόρους, οι οποίοι είναι διαθέσιμοι σε μικρότερη ποσότητα τη στιγμή εκείνη, ακόμη και αν οι άλλοι βρίσκονται σε αφθονία σε σχέση με τις ανάγκες ενός οργανισμού. Οι πλέον συνήθεις περιβαλλοντικοί πόροι που επηρεάζουν την παραγωγή είναι το φως και τα τροφικά αποθέματα. Όποιος από αυτούς πέσει κάτω από το ελάχιστο επίπεδο στήριξης της αύξησης, θα ρυθμίσει τον πληθυσμό αυτών των ειδών. Αυτό συχνά ονομάζεται νόμος του ελαχίστου και αποτελεί σημαντική οικολογική έννοια. Υπάρχουν περιορισμοί στον ρυθμό αύξησης παρά στο ανώτερο όριο της πληθυσμιακής βιομάζας. Στις λίμνες συνήθως οι περιοριστικοί παράγοντες είναι ο φώσφορος και το φως για τα φύκη, τα τροφικά διαθέσιμα και η θερμοκρασία για τα ζώα. Υπάρχουν επίσης, έμμεσα βιολογικά αποτελέσματα στην απελευθέρωση ενός πληθυσμού από τη φάση του περιορισμού, με ένα κατάλληλο απόθεμα όλων των πόρων. Ο ρυθμός αύξησης αυξάνει και μπορεί να φτάσει στο σημείο όπου ο πληθυσμός έρχεται σε ανταγωνισμό για έναν ή περισσότερους πόρους με γειτονικά είδη. Μια συνέπεια αυτού μπορεί να είναι η αντικατάσταση ενός μικρότερου ανταγωνιστή με έναν άλλο που είναι πιο αποτελεσματικός στη χρήση των πόρων. Έτσι, σε μια λίμνη με μια αύξηση των αποθεμάτων του φωσφόρου θα αυξηθεί η βιομάζα των φυκών, και θα αλλάξουν τα είδη που συνιστούν την βιομάζα αυτή.

Άλλα έμμεσα αποτελέσματα του ευτροφισμού μπορεί να εμφανιστούν, όταν μια αύξηση στην παραγωγή του πληθυσμού οποιοδήποτε είδους έχει επιδράσεις πάνω στο φυσικοχημικό περιβάλλον όπου ζει (όπως συγκέντρωση οξυγόνου ως αποτέλεσμα της κατανάλωσης από την αναπνοή του βακτηριακού πληθυσμού ή ποσότητα του φωτός ως αποτέλεσμα της πυκνότητας του πληθυσμού των φυκών). Αυτό μπορεί να επηρεάσει άλλα είδη που μοιράζονται το ίδιο περιβάλλον, αλλά δεν ανταγωνίζονται άμεσα για πόρους μέσα σε αυτό. (19)

Η διαδοχή των αλλαγών με τον ευτροφισμό

Η διαδοχή των αλλαγών που συμβαίνουν συνήθως σε λίμνες υποκείμενες σε ευτροφισμό είναι μια άμεση και έμμεση συνέπεια της αύξησης της συγκέντρωσης των θρεπτικών, τα οποία εμπεριέχονται σε κάθε συστατικό του λιμναίου οικοσυστήματος. Αρχικά μπορεί να ανιχνευτεί μια αύξηση στην εισροή των αζωτούχων και φωσφορικών αλάτων, μερικές φορές μαζί με άλλα ιόντα, όπως: ασβεστίου, καλίου, σιδήρου, μαγγανίου, θειικών και χλωριούχων, που εξαρτώνται από την πηγή προέλευσης. Αυτές οι θρεπτικές ουσίες προσλαμβάνονται από επίφυτα (προσκολλημένα) και πλαγκτικά φύκη. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της βιομάζας και της παραγωγικότητας και άλλες στο εποχικό πρότυπο τους. Παρουσιάζονται αλλαγές στα είδη, όπως διάτομα, κυανοβακτήρια και μονοκύτταρα πράσινα φύκη. Μπορεί επίσης να παρουσιαστούν μικρότερες μετατοπίσεις, όπως αλλαγές στα είδη των διατομών μέσα σε ένα γένος. Βυθισμένα μακρόφυτα μπορούν επίσης να αυξηθούν σε βιομάζα, ιδιαίτερα σε ασβεστούχα νερά, αλλά συχνότερα η μακροφυτική βιομάζα μειώνεται με την αύξηση του εμπλουτισμού, ως αποτέλεσμα του ανταγωνισμού για το φως με το φυτοπλαγκτό ή τα επίφυτα. Υπάρχει ακόμα μια μείωση της ποικιλότητας, καθώς εξαφανίζονται είδη μη ανθεκτικά σε χαμηλό φως, σε υψηλές συγκεντρώσεις διαλυμένων στερεών ή στον ανταγωνισμό. Αλλαγές εμφανίζονται στο καθεστώς του οξυγόνου του υδάτινου όγκου ως αποτέλεσμα της συσσώρευσης και αποσύνθεσης των φυτικών θρυμμάτων του φυτοπλαγκτού και των μακροφύτων στη λάσπη του βυθού της λίμνης. Η έκταση των αλλαγών αυτών εξαρτάται πάρα πολύ από την έκταση της λεκάνης της λίμνης, ιδιαίτερα αν είναι βαθιά. Οι περισσότερες λίμνες με βάθος πάνω από τα 10 μέτρα είναι ενδεχομένως ικανές να σχηματίζουν στρώματα. Αυτό σημαίνει ότι οι συνθήκες νηνεμίας και ζέστης, το πάνω στρώμα του νερού, πάχους λίγων μέτρων, συγκεντρώνει τη θερμότητα, γίνεται ελαφρότερο και επιπλέει στο ψυχρότερο και πυκνότερο νερό του βυθού. Αν η στρωμάτωση διαρκεί για περισσότερο από μερικές ημέρες, τα στρώματα βαθμιαία θα διαχωρίζονται χημικά και βιολογικά. Το πάνω στρώμα που ονομάζεται επιλίμνιο, φωτίζεται και περιέχει τους περισσότερους φυτοπλαγκτονικούς πρωτογενείς παραγωγούς και το ζωοπλαγκτόν που τρέφεται από αυτό. Αυτό παραμένει εμπλουτισμένο με οξυγόνο, ως αποτέλεσμα της δραστηριότητας των πρωτογενών παραγώγων και της διάχυσης από την ατμόσφαιρα, αλλά γίνεται φτωχό σε θρεπτικά, εξαιτίας της απορρόφησής τους από τους φυτικούς και ζωικούς ιστούς. Νεκροί οργανισμοί και περιττώματα βυθίζονται στο χαμηλότερο στρώμα που ονομάζεται υπολίμνιο, όπου αποσυντίθεται από βακτήρια ταυτόχρονα στη στήλη του νερού και το ίζημα, και εξασφαλίζουν τροφή για τα ασπόνδυλα που διαβιούν στο ίζημα. Το οξυγόνο εδώ είναι μειωμένο ως αποτέλεσμα της αναπνοής και της απουσίας αναπλήρωσης του από την επιφάνεια. Ορισμένα διαλυτά θρεπτικά, όπως τα φωσφορικά και τα διαλυτά ιόντα ελευθερώνονται από ανοξική δραστηριότητα και συγκεντρώνονται μέχρις ότου προσληφθούν από πρωτογενείς παραγωγούς ή μέχρις ότου αναμειχθούν. Σε πολλές λίμνες η στρωμάτωση καταστρέφεται κατά τη διάρκεια της νύχτας ή από τους φθινοπωρινούς ανέμους που ανατρέπουν την στρωμάτωση και προκαλούν ανάμειξη των νερών της λίμνης. Η μέγιστη έκταση της μείωσης του οξυγόνου εξαρτάται από την αλληλεπίδραση των παρακάτω παραγόντων:

- Όγκος του υπολίμνιου. Ένα μεγαλύτερο υπολίμνιο συγκρατεί περισσότερο οξυγόνο, έτσι ώστε η μείωση του θα συμβεί αργότερα από ότι σε ένα υπολίμνιο με μικρότερο όγκο.

- Βάθος της λίμνης. Το υπολίμνιο μιας βαθύτερης λίμνης θα παραμείνει σε χαμηλότερη θερμοκρασία από αυτό μιας ρηχότερης λίμνης της ίδιας περιοχής, γιατί μπορεί να απορροφηθεί από το επιλίμνιο λιγότερη θερμότητα ανά μονάδα όγκου. Κατά συνέπεια θα μειωθεί η αναπνοή της κοινότητας και η μείωση του οξυγόνου θα είναι βραδύτερη.

- Ποσότητα οργανικών κατακρημνισμάτων από το επιλίμνιο. Αυτή αυξάνει καθώς αυξάνεται η παραγωγή στο επιλίμνιο. Για το λόγο αυτό θα αυξηθεί ο μεταβολισμός της κοινότητας στο υπολίμνιο και κατά συνέπεια ο βαθμός μείωσης του οξυγόνου.

- Διάρκεια του χρόνου διατήρησης της στρωμάτωσης. Διαφορές όπως, μια προφυλαγμένη θέση ή ένα μακρύ ζεστό καλοκαίρι, θα παρατείνουν τη στρωμάτωση και θα επαυξήσουν τη μείωση του οξυγόνου.

Η βακτηριακή βιομάζα και παραγωγή ακολουθεί ως αποτέλεσμα της αύξησης των θρεπτικών και των οργανικών θρυμμάτων. Η αναπνοή της βακτηριακής βιομάζας στην υπολίμνια στήλη νερού και στο ίζημα είναι ο πλέον σημαντικός παράγοντας της απορρόφησης του οξυγόνου, που ανευρίσκονται στο πλαγκτό και στο ίζημα. Μια αύξηση στην πυκνότητα του ζωοπλαγκτού ακολουθεί μια αύξηση στη βιομάζα των φυτικών, των βακτηρίων και των θρυμμάτων. Παρόλα αυτά, αλλαγές στη σύνθεση των ειδών μπορούν να συμβούν σαν συνέπεια των διαφορετικών ικανοτήτων που χρησιμοποιεί το ζωοπλαγκτό για να προσλάβει τμήμα της τροφής διαφορετικών μεγεθών και δια μέσου της επίδρασης της επιλογής μεγέθους των αρπακτικών ψαριών. Ποιοτικές και ποσοτικές αλλαγές συμβαίνουν στην βενθική πανίδα ως αποτέλεσμα των αλλαγών στο καθεστώς οξυγόνωσης και του τροφικού αποθέματος από το επιλίμνιο. Είδη λιγότερο ανθεκτικά στη μείωση του οξυγόνου λιγοστεύουν και αυτά που απομένουν μπορούν να φτάσουν σε πολύ υψηλές πυκνότητες. Η σύνθεση των ειδών των ψαριών μπορεί να αλλάξει, αρχικά ως αποτέλεσμα της έλλειψης οξυγόνου στο υπολίμνιο που ωθεί είδη ευαίσθητα στο οξυγόνο σε πιο θερμά, ανώτερα στρώματα της λίμνης. Τα μη αποσυνθεμένα σκληρά τμήματα πολλών ειδών υδρόβιων ζώων και φυτών συσσωρεύονται στα ιζήματα των λιμνών, προσφέροντας τη δυνατότητα καταγραφής των διαδικασιών της αλλαγής. (19)

Ο ευτροφισμός ως φυσικό τμήμα της λιμναίας διαδοχής

Όλες οι λίμνες και οι υδατοσυλλογές έχουν μια καθορισμένη διάρκεια ζωής, αργά ή γρήγορα θα γεμίσουν με ίζημα και αν δεν γίνει επέμβαση, θα αντικατασταθούν από χερσαίες κοινότητες. Αυτή η διάρκεια ζωής μπορεί να ποικίλει από λίγα χρόνια, για λίμνες που δημιουργήθηκαν εξαιτίας αλλαγών της κοίτης των ποταμών, ως εκατομμύρια χρόνια για βαθιές λίμνες που δημιουργήθηκαν εξαιτίας μετακινήσεων του φλοιού της γης. Ο τρόπος σχηματισμού που θα έχει η λίμνη είναι σημαντικό, επειδή όσο βαθύτερη είναι η λίμνη τόσο μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απαιτείται για να γεμίσει και επειδή το βάθος μπορεί να ελέγχει την παραγωγικότητα.

Η ιδέα του Lindeman για την εξέλιξη μιας υποθετικής λίμνης αρχίζει από μια κατάσταση χαμηλής περιεκτικότητας σε θρεπτικά στοιχεία, χαμηλής παραγωγικότητας και πλήρως οξυγονούμενου ολιγότροφου υπολίμνιου. Αυτή η κατάσταση επιτρέπει την σταδιακή εισαγωγή θρεπτικών ουσιών και αυξάνει την παραγωγικότητα, η οποία προκαλεί μεγαλύτερη αποξυγόνωση του υπολίμνιου, ως συνέπεια των βαρύτερων οργανικών θρυμμάτων που πέφτουν σαν βροχή, σε έναν όγκο σταδιακά μειούμενο από την ιζηματογένεση, εξαιτίας των θρυμμάτων και της διάβρωσης που προκαλούν τα νερά στη λεκάνη απορροής. Σε ευρωπαϊκές λίμνες που μελετήθηκαν, μη παραγωγικές ορεινές λίμνες ήταν βαθιές και δέχονταν λίγα θρεπτικά στοιχεία από τις εισροές. Αυτές είχαν σταθερά οξυγονούμενα υπολίμνια και ήταν ολιγότροφες. Αντίθετα, οι ρηχές και σε μικρό υψόμετρο λίμνες είχαν μεγαλύτερη εισροή θρεπτικών συστατικών, παραγωγικά επιλίμνια, μικρότερα και πιο ρηχά υπολίμνια, υφιστάμενα μείωση του οξυγόνου και ήταν εύτροφες. Άλλες μελέτες έδειξαν, ότι υπάρχουν περίοδοι κατά τις οποίες οι λίμνες γίνονται λιγότερο παραγωγικές και περισσότερο ολιγότροφες. Για παράδειγμα, σε πολλές αγγλικές λίμνες που δημιουργήθηκαν με την υποχώρηση των παγετώνων, έχουν δείξει αρχικές περιόδους υψηλότερης παραγωγικότητας μετά το σχηματισμό λιμνών, επειδή στερούμενη βλάστησης λεκάνες απορροής διαβρώνονταν και τα θρεπτικά συστατικά μεταφέρονταν στις λίμνες. Ακολούθησαν περίοδοι με χαμηλότερη παραγωγικότητα, με ολιγότροφα είδη δείκτες, καθώς και λεκάνες απορροής βλάστησαν και η διάβρωση μειώθηκε. Οι πρώιμες περίοδοι των φυσικών αλλαγών στις λίμνες παρέχουν ένα κριτήριο ως προς το οποίο εκτιμάται ο προχωρημένος τεχνητός ευτροφισμός. Στις αγγλικές λίμνες η ολιγότροφη περίοδος αρχίζει να αλλάζει με τους πρώτους αποίκους. Η παραγωγικότητα και η εισαγωγή ιζήματος αυξήθηκε σε μερικές, αλλά δεν συμπίπτουν όλες οι λίμνες με την εκκαθάριση της βλάστησης στη λεκάνη απορροής. Οι ιζηματογενείς ενδείξεις των πρώιμων εισαγόμενων ανθρώπινων αλλαγών μπορούν να παρέχουν, ένα κριτήριο με το οποίο να εκτιμώνται αλλαγές του 20ου αιώνα. Η αρχική μετατροπή της φυσικής βλάστησης σε καλλιέργειες έγινε σε διάφορες χρονικές στιγμές από τη μια άκρη της γης στην άλλη, έχει παρόμοια αποτελέσματα στις λεκάνες απορροής. Η σύγκριση μεταξύ φυσικού και τεχνητού ευτροφισμού μπορεί να συνοψιστεί καλύτερα με τις λέξεις της Hutcinson(1973): ευτροφισμός σε μια λίμνη της νέας Αγγλίας πριν το 1650 πιθανόν σήμαινε καλό ψάρεμα, τώρα σημαίνει ένα παχύ στρώμα κυανοπράσινων φυκών. Ο ευτροφισμός άρχισε να χρησιμοποιείται ευρέως ως όρος από τα τέλη του 1940. (19)

Άλγη

Τα άλγη είναι σημαντικοί, κύριοι παραγωγοί σε οποιαδήποτε λίμνη. Είναι η βάση της τροφικής αλυσίδας για τους ασπόνδυλους οργανισμούς και είναι ο πρώτος σύνδεσμος μεταξύ των χημικών και των βιολογικών στοιχείων του νερού. Δεν πρέπει να αφαιρούνται όλα τα άλγη, αλλά κάποια πρέπει να φυλαχθούν για τον βιολογικό έλεγχο. Υπάρχουν 2 κύρια είδη των άλγεων που ξεχωρίζουν από τον τρόπο ανάπτυξης: τα μονοκυτταρικά και τα νηματοειδή. Τα μονοκυτταρικά άλγη ονομάζονται φυτοπλαγκτόν. Κάθε φυσική λίμνη περιέχει μεγάλη ποικιλία φυτοπλαγκτόν και κάποια νηματοειδή άλγη. Συνήθως υπάρχει μία ισορροπία με το περιβάλλον και δεν τίθενται εκτός ελέγχου.(5)

Ελέγχοι

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να ελεγχθούν τα άλγη όπως οι υπέρηχοι, οι προσθέσεις βακτηρίων που επιτίθενται στις θρεπτικές ουσίες, αλλά και η πρόσθεση των ασπόνδυλων οργανισμών, όπως το *Daphnia*, που είναι ο καλύτερος τρόπος να ελεγχθούν τα φυτοπλαγκτόν. Ο έλεγχος των νηματοειδή άλγεων μπορεί να επιτευχθεί προσθέτοντας βακτήρια στο νερό.. Σε νερά με φυσικά υψηλά επίπεδα θρεπτικών ουσιών δεν είναι δυνατόν να εξαλειφθούν τα άλγη και πρέπει να δοθεί προσοχή στο να αφαιρούνται θρεπτικές ουσίες από το νερό. Όταν γεμίζουμε τις λίμνες πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στο να μην προστεθεί παραπάνω νερό οποιαδήποτε στιγμή, ώστε να μην υπάρξει παραπάνω δόση θρεπτικών ουσιών που ίσως οδηγήσει σε μεγάλη άνθιση των άλγεων, αν το επίπεδο νιτρικών ιόντων είναι υψηλό.(5)

Μικροβιολογία

Ο όρος «μικροοργανισμός» ή ο ταυτόσημος «πρώτιστο» θα χρησιμοποιηθεί για μονοκύτταρους οργανισμούς ή πολυκύτταρους με κύτταρα του ίδιου τύπου και λειτουργιών. Στους ανώτερους οργανισμούς (φυτά, ζώα) διαφορετικού τύπου κύτταρα επιτελούν διαφορετικές λειτουργίες. Ως μικρόβια θεωρήθηκαν παλαιότερα, αδιάκριτα από την συστηματική τους ταξινόμηση, οι οργανισμοί που εντοπιζόνταν με το μικροσκόπιο. Ο όρος αυτός εξακολουθεί να χρησιμοποιείται για τους παθογόνους μικροοργανισμούς των ζώων, των ανθρώπων ή των φυτών. Το σύνολο των

μικροοργανισμών, ιδιαίτερα βακτηρίων και μυκήτων αναφέρονται ως μικρόβια. Στην φύση υπάρχει μεγάλος αριθμός μικροοργανισμών που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στις οικολογικές ισορροπίες και ελάχιστα είδη προκαλούν παθογόνα φαινόμενα στον άνθρωπο, στα ζώα ή στα φυτά. Οι μικροοργανισμοί αποτελούν βασικό κρίκο στους βιολογικούς κύκλους και εξασφαλίζουν τη ροή τους. Οι σπουδαιότερες ταξονομικές κατηγορίες μικροοργανισμών είναι πέντε: τα βακτήρια, οι μύκητες, τα πρωτόζωα, τα φύκη και οι ιοί.

Μικροβιολογία Λιμνών

Παρόλο που η λειτουργία των λιμνών είναι παρόμοια με αυτή των εγκαταστάσεων ενεργού ιλύος, η μάζα των βιολογικών στερεών είναι στις λίμνες πολύ μικρότερη. Οι λίμνες έχουν 50 - 200 mg/lit βιομάζας έναντι των 2000 - 5000 mg/lit ενός συστήματος ενεργού ιλύος. Η συνολική μάζα των βιολογικών στερεών καθορίζει τον ρυθμό των βιολογικών αντιδράσεων σε μια εγκατάσταση επεξεργασίας λυμάτων. Οι λίμνες λειτουργούν 10 - 20 φορές πιο αργά από τις εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος. Οι μικροοργανισμοί που είναι υπεύθυνοι για την βιολογική επεξεργασία στις λίμνες βρίσκονται σε αλληλεξάρτηση. Τα οργανικά υλικά του λύματος περιέχουν οργανικό άνθρακα που χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Τα βακτήρια αποδομούν τα οργανικά υλικά και τα μετατρέπουν σε νέα βιομάζα και διοξείδιο του άνθρακα. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από την διαδικασία αυτή καθώς και το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας, χρησιμοποιείται από τα άλγη για την παραγωγή νέων αλγών και οξυγόνου (κατά την διάρκεια της ηλιοφάνειας). Μικροσκοπικά ζώα (φυτοφάγα) τρέφονται από άλγη και βακτήρια. Μεγαλύτερου μεγέθους ζώα (σαρκοφάγα) τρέφονται από τα φυτοφάγα. Στις λίμνες συναντώνται αερόβια και αναερόβια βακτήρια καθώς και άλγη και μερικές ανώτερες μορφές ζωής όπως πρωτόζωα, τροχόζωα, δαρηνία και προνύμφες εντόμων. (5)

Βακτήρια

Πρόκειται για ομοταξία κατώτερων οργανισμών. Είναι όντα μονοκύτταρα που ζουν μεμονωμένα ή κοινοβιακά. Τα βακτήρια είναι πλατιά διαδεδομένα στη φύση και βρίσκονται στον αέρα, το νερό, το έδαφος, στην επιφάνεια και τις ρίζες των φυτών. Τα βακτήρια έχουν εξαιρετική σημασία για την οικονομία της φύσης. Συντελούν μαζί με τους μύκητες στην αποσύνθεση οργανικών ουσιών στο έδαφος, στο νερό και στα απορρίμματα. Στα βακτήρια ανήκουν είδη αερόβια, αναερόβια και προαιρετικά αναερόβια. Τα βακτήρια είναι διαφανή και άχρωμα και στην μικροσκοπική παρατήρηση ξεχωρίζουν από τη διαφορετική οπτική τους πυκνότητα. Για την παρατήρηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών των βακτηρίων χρησιμοποιούνται, ειδικές τεχνικές μικροσκοπικής παρατήρησης που βασίζονται στο διαφορικό χρωματισμό των διαφόρων ειδών ή των επιμέρους χαρακτηριστικών του βακτηριακού κυττάρου. (22)

Αερόβια βακτήρια

Τα αερόβια βακτήρια είναι παρόμοια με αυτά που συναντώνται και σε άλλες διαδικασίες επεξεργασίας (ενεργός ιλύς κλπ). Υπάρχουν μεμονωμένα βακτήρια, βακτήρια που σχηματίζουν κροκίδες (φλόκους) καθώς και νηματοειδή βακτήρια. Όλα λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο, οξειδώνοντας τον οργανικό άνθρακα (BOD) και παράγουν CO₂ και νέα βακτήρια (βιολογική λάσπη). Τα μεμονωμένα βακτήρια τα διανεμημένα μέσα στο λύμα, παρόλο που οξειδώνουν εύκολα το BOD, δεν καθιζάνουν και επομένως συχνά εγκαταλείπουν το σύστημα με την εκροή ως αιωρούμενα στερεά. Αυτά αναπτύσσονται κυρίως σε λίμνες με υψηλό οργανικό φορτίο και χαμηλές συνθήκες οξυγόνωσης. Πιο σημαντικά είναι τα βακτήρια που σχηματίζουν φλόκους, τα οποία αναπτύσσονται σε μεγάλα συσσωματώματα λόγω εξωκυτταρικής παραγωγής πολυμερούς (glycocalyx). Αυτή η μορφή ανάπτυξης είναι σημαντική επειδή αυτά τα συσσωματώματα αποδομούν το BOD και καθιζάνουν με αποτέλεσμα να μειώνεται ο αριθμός των αιωρούμενων στερεών στην έξοδο. Τα νηματοειδή βακτήρια (filamentous) αναπτύσσονται στις λίμνες κάτω από ειδικές συνθήκες. Γενικά δεν προκαλούν λειτουργικά προβλήματα στις λίμνες όπως στις εγκαταστάσεις ενεργού ιλύος. Τα περισσότερα από τα ετερότροφα βακτήρια έχουν μεγάλη ανοχή στις διάφορες περιβαλλοντικές συνθήκες και μπορούν να λειτουργήσουν αποτελεσματικά σε μεγάλη περιοχή pH και θερμοκρασίας. Η αφαίρεση του BOD επιτυγχάνεται καλά σε συνθήκες pH από 6.5 έως και 9.0 και σε θερμοκρασίες από 3-4 °C έως και 60-70 °C. Κάτω από τους 3 °C η αφαίρεση του BOD μειώνεται ραγδαία και σταματάει εντελώς στον 1 °C. Μια ειδική ομάδα βακτηρίων που συναντώνται στις λίμνες (όπως και σε άλλα συστήματα επεξεργασίας) είναι τα νιτροποιητικά βακτήρια που οξειδώνουν την αμμωνία σε νιτρώδη αρχικά και στη συνέχεια σε νιτρικά. Πρόκειται για αυστηρά αερόβια βακτήρια και απαιτούν ένα δυναμικό redox τουλάχιστον +200 mV (Holt et al. 1994). Αρχικά εθεωρείτο ότι μόνον δύο βακτήρια συμμετείχαν στην νιτροποίηση: το Nitrosomonas που οξειδώνει την αμμωνία σε νιτρώδη και το Nitrobacter που οξειδώνει τα νιτρώδη σε νιτρικά. Σήμερα είναι γνωστό ότι τουλάχιστον πέντε είδη οξειδώνουν την αμμωνία, και τουλάχιστον τρία είδη βακτηρίων οξειδώνουν τα νιτρώδη (Holt et al. 1994). Εκτός από οξυγόνο, τα νιτροποιητικά βακτήρια απαιτούν ουδέτερο pH (7-8) και σημαντική αλκαλικότητα (χρησιμοποιούν το CO₂ σαν τροφή για την ανάπτυξη τους). Πλήρης νιτροποίηση αναμένεται σε τιμές pH μεταξύ 7.0 και 8.5. Η νιτροποίηση μειώνεται σημαντικά για pH μεγαλύτερο του 9.0 και σταματάει εντελώς για pH κάτω από 7. (22)

Αναερόβια βακτήρια

Τα αναερόβια, ετερότροφα βακτήρια που συναντώνται στις λίμνες, εμπλέκονται στον σχηματισμό μεθανίου και την αναγωγή των θειικών. Ο αναερόβιος σχηματισμός μεθανίου γίνεται από τρεις διαφορετικές ομάδες αναερόβιων βακτηρίων που μετατρέπουν τα οργανικά Αρχικά, οι πρωτεΐνες, τα λίπη και τα πολυσακχαρίδια του λύματος υδρολύονται σε αμινοξέα, πτεππίδια, λιπαρά οξέα, γλυκερόλη και μονο- και δισακχαρίδια. Η υδρόλυση αυτή πραγματοποιείται από πολλά είδη αναερόβιων βακτηρίων που έχουν μεγάλη ανοχή σε διαφορετικές συνθήκες pH και θερμοκρασίας. Τα προϊόντα των προηγούμενων διαδικασιών, μετατρέπονται σε απλές αλκοόλες και οργανικά οξέα όπως οξικό, προπιονικό και βουτυρικό, από διαφορετική ομάδα βακτηρίων (οξειδοποιητικά βακτήρια). Τα βακτήρια αυτά είναι ανθεκτικά σε μεγάλη περιοχή τιμών pH και θερμοκρασίας. Τέλος τα μεθανοβακτήρια μετατρέπουν το μυρμηγκικό οξύ, την μεθανόλη, την μεθυλαμίνη και το οξικό οξύ σε μεθάνιο (κάτω από αναερόβιες πάντα συνθήκες). Μεθάνιο παράγεται επίσης και από την αναγωγή του CO₂. Τα μεθανοβακτήρια είναι ευαίσθητα και απαιτούν θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 14 οC και περιοχή pH μεταξύ 6,5 και 7,5. Τα προϊόντα των οξειδοποιητικών βακτηρίων αποτελούν το υπόστρωμα για τα μεθανοποιητικά. Όταν η παραγωγή οργανικών οξέων είναι μεγάλη, μειώνεται το pH κάτω από την περιοχή στην οποία λειτουργούν τα μεθανοβακτήρια με αποτέλεσμα να αναστέλεται η λειτουργία τους και να συσσωρεύεται στην λίμνη λάσπη με χαμηλό pH. Άλλη κατηγορία αναερόβιων βακτηρίων είναι τα βακτήρια αναγωγής θειικών. Αυτά χρησιμοποιούν τα θειικά ως δέκτη ηλεκτρονίων και τα ανάγουν σε υδρόθειο. Αυτή η αναγωγή συμβαίνει σε παρουσία BOD και θειικών και απουσία οξυγόνου, και είναι μία από τις κύριες αιτίες πρόκλησης οσμών στις λίμνες. (22)

Οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν

Αναερόβια, φωτοσυνθετικά βακτήρια υπάρχουν σε όλες τις λίμνες και είναι οι επικρατέστεροι φωτοσυνθέτοντες οργανισμοί στις αναερόβιες λίμνες. Τα αναερόβια θειοβακτήρια ομαδοποιούνται σε κόκκινα και πράσινα βακτήρια και αποτελούνται από περίπου 28 είδη. Οξειδώνουν τις ανηγμένες θειούχες ενώσεις (H₂S) χρησιμοποιώντας την ηλιακή ενέργεια και παράγουν θείο και θειικά. Πρόκειται για αντίστοιχη διαδικασία με τη φωτοσύνθεση των αλγών μόνον που αντί για H₂O και παραγωγή O₂ έχουμε το H₂S και παραγωγή SO₄

- Τα πιο κοινά από τα θειοβακτήρια είναι τα Chromatium, Thiocystis, και Thiopedia, που μπορούν να αναπτυχθούν σε αφθονία και να προσδώσουν στην λίμνη ένα ροζ ή κόκκινο χρώμα. Ο υπερπληθυσμός τους φανερώνει οργανική υπερφόρτωση και αναερόβιες συνθήκες, που δεν είναι επιθυμητές σε ένα αερόβιο σύστημα. Γενικά η παρουσία τους είναι επιθυμητή επειδή αποτελούν έναν καλό μηχανισμό ελέγχου των οσμών αφού μετατρέπουν το υδρόθειο σε θειικά και θείο.

Τα άλγη είναι αερόβιοι οργανισμοί που φωτοσυνθέτουν και αναπτύσσονται με απλά ανόργανα συστατικά (CO₂, NH₃, NO₃, και PO₄⁻) χρησιμοποιώντας το φως ως πηγή ενέργειας. Σημειώτεον ότι τα άλγη παράγουν οξυγόνο κατά τη διάρκεια της ημέρας και καταναλώνουν οξυγόνο κατά τη διάρκεια της νύχτας. Στις λίμνες συναντώνται τρία είδη αλγών ανάλογα με το είδος της χλωροφύλλης τους: τα καφέ άλγη (διάτομα), τα πράσινα άλγη και τα κόκκινα άλγη. Το πιο είδος επικρατεί κάθε φορά εξαρτάται από τις συνθήκες ανάπτυξης που επικρατούν στην λίμνη, κυρίως την θερμοκρασία, την οργανική φόρτιση, το επίπεδο οξυγόνου και την διαθεσιμότητα των θρεπτικών. Ένα τέταρτο είδος "αλγών" συνηθισμένο στις λίμνες είναι τα κυανοβακτήρια ή πρασινογάλαζα βακτήρια. Αυτοί οι οργανισμοί αναπτύσσονται περίπου όπως και τα πραγματικά άλγη με την εξαίρεση ότι τα περισσότερα είδη μπορούν να παρασκευάσουν ατμοσφαιρικό άζωτο. Τα κυανοβακτήρια συχνά υπεραναπτύσσονται στις λίμνες και μερικά είδη παράγουν οσμηρά και τοξικά παραπροϊόντα. Φαίνεται να ευνοούνται από φτωχές συνθήκες ανάπτυξης όπως υψηλές θερμοκρασίες, λίγο φως, λίγα θρεπτικά. Τα πιο κοινά απαντώμενα σε λίμνες κυανοβακτήρια είναι τα Aphanothece, Microcystis, Oscillatoria και Anabaena. Κατά τη διάρκεια του έτους υπάρχουν εναλλαγές στα είδη των αλγών που υπάρχουν στις λίμνες, ανάλογα με την εκάστοτε θερμοκρασία και τον πληθυσμό των πρωτόζων και των daphnia. Τα διάτομα συνήθως επικρατούν το χειμώνα σε θερμοκρασίες μικρότερες από 15 °C. Στις αρχές της άνοιξης, με την αύξηση της θερμοκρασίας, επικρατούν τα πράσινα άλγη, όπως τα Chlorella, Chlamydomonas και Euglena. Όταν αρχίσουν να αναπτύσσονται τα τροχόζωα και τα Daphnia και ο ανταγωνισμός για την διαθέσιμη τροφή, τα προηγούμενα είδη δίνουν τη θέση τους σε είδη που επιβιώνουν ευκολότερα όπως τα Scenedesmus, Micractinium και Ankistrodesmus. Τα άλγη αναπτύσσονται σε ασθενείς θερμοκρασίες και μεγάλους χρόνους παραμονής. Το μόνο θρεπτικό που επηρεάζει την ανάπτυξή τους φαίνεται να είναι η αλκαλικότητα (ανόργανος άνθρακας). Η συσσωρευμένη λάσπη στον πυθμένα της λίμνης μπορεί να γίνει διαλυτή με την αύξηση της θερμοκρασίας και έτσι να απελευθερωθούν θρεπτικά απαραίτητα για την ανάπτυξη των αλγών και να προκαλέσουν υπερπληθυσμό αλγών. Ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης μιας τέτοιας κατάστασης είναι η αφαίρεση της λάσπης. Η ανάπτυξη των αλγών έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση του pH λόγω της κατανάλωσης του ανόργανου άνθρακα (CO₂ και HCO₃⁻). Αν η αλκαλικότητα είναι χαμηλή, ο υπερπληθυσμός των αλγών μπορεί να οδηγήσει σε αλκαλικό pH (πολύ πάνω από 9.5). Αυτό οδηγεί σε παραβίαση του επιτρεπόμενου pH της εκροής, (που συνήθως είναι 9), αλλά από την άλλη μεριά είναι ωφέλιμο επειδή:

- Σε υψηλά επίπεδα pH αυξάνεται σημαντικά η φυσική απολύμανση και έτσι μειώνονται τα παθογόνα της εκροής.

- Η αμμωνία αποδεσμεύεται και διαφεύγει στην ατμόσφαιρα.
- Η αφαίρεση του φωσφόρου με φυσικά χημική κατακρήμνιση ενισχύεται σε υψηλές τιμές pH. (22)

Μύκητες

Οι μύκητες είναι ευκαριωτικοί, ετερότροφοι μικροοργανισμοί, μη φωτοσυνθετικοί, ικανοί να αναπτύσσονται όπου υπάρχουν οργανικές ενώσεις που αποτελούν τα θρεπτικά υποστρώματα. των φυτών να φωτοσυνθέτουν, δηλαδή, να δεσμεύουν ηλιακή ενέργεια και να την μετατρέπουν σε χημική, με την παράλληλη παραγωγή οξυγόνου, καθιστά τα φύκη μεγάλης σπουδαιότητας για την φύση. Οι μύκητες ζουν σε πολλούς βιότοπους του πλανήτη. Ως συνήθης βιότοπός τους είναι το έδαφος, πολλά είδη όμως ζουν στο νερό των λιμνών και θαλασσών ενώ σπόρια μυκήτων περιέχονται και στον αέρα. Μαζί με τα βακτήρια οι μύκητες παίζουν σημαντικό ρόλο στην αποσύνθεση νεκρών φυτών στο έδαφος. (11)

Πρωτόζωα

Τα πρωτόζωα αποτελούν μια μεγάλη ομάδα μονοκύτταρων, ευκαριωτικών οργανισμών που ζουν ελεύθερα σε λίμνες, ποτάμια, τη θάλασσα ή το έδαφος και παρασιτούν σε διάφορους οργανισμού. Πολλές ανώτερες μορφές ζωής αναπτύσσονται στις λίμνες. Αυτές περιλαμβάνουν πρωτόζωα και μικροασπόνδυλα όπως τροχόζωα, daphnia, ζωοσκώληκες, προνύμφες χειρονόμων και προνύμφες κουνουπιών, που συνήθως καλούνται ζωοπλαγκτόν. Τα πρωτόζωα είναι τα πιο συνηθισμένα είδη ανώτερης μορφής ζωής που συναντώνται στις λίμνες. Έχουν αναγνωριστεί περίπου 250 είδη μέχρι σήμερα (Curds, 1992). Τα τροχόζωα και τα Daphnia είναι ιδιαίτερα σημαντικά αφού συντελούν στον έλεγχο της υπερανάπτυξης των αλγών. Πρόκειται για είδη με αργή ανάπτυξη και εμφανίζονται σε συστήματα με χρόνο παραμονής μεγαλύτερο από 10 ημέρες. (11)

Ιοί

Οι ιοί είναι ενδοκυτταρικά παράσιτα. Οι ιοί παρασιτούν σε όλο το φάσμα των ζώντων οργανισμών από τα βακτήρια και τους μύκητες ως τα ανώτερα φυτά και ζώα. Ορισμένοι ιοί έχουν την ικανότητα να παίρνουν μορφές επιβίωσης κρυσταλλικού σχεδόν τύπου που τους επιτρέπουν την διατήρησή τους στο περιβάλλον για μεγάλα χρονικά διαστήματα και σε αντίξοες συνθήκες. (11)

Φύκη

Τα φύκη είναι υδρόβιοι, ευκαριωτικοί οργανισμοί ικανοί να φωτοσυνθέτουν. Ζουν μεμονωμένα ή σε συναθροίσματα, σε κάθε ελεύθερη υδάτινη επιφάνεια. Κοινό χαρακτηριστικό των φυκών είναι η παρουσία στο κύτταρό τους, ειδικών ενώσεων που έχουν φωτοχημικές ιδιότητες. Πρόκειται για διάφορες χρωστικές ουσίες που απορροφούν ορισμένες από τις ακτινοβολίες του φάσματος του ηλιακού φωτός. (11)

Μεταβολισμός των μικροοργανισμών

Οι ετεροτροφικοί-χημικοσυνθετικοί μικροοργανισμοί χρησιμοποιούν την οργανική τροφή (οργανικός άνθρακας) για σύνθεση και απόληψη ενέργειας. Η οξειδωση πραγματοποιείται με αφαίρεση ιόντων υδρογόνου (ηλεκτρονίων) από την οργανική ύλη και μεταφέρεται στην αναγόμενη ύλη. Αν τελικός αποδέκτης είναι το μοριακό οξυγόνο το διαλυμένο στο νερό τότε η οξειδωση ονομάζεται αερόβια. Αν είναι οποιαδήποτε άλλη ύλη τότε η οξειδωση ονομάζεται αναερόβια. Προϊόντα της αερόβιας οξειδωσης είναι κατά βάση τα CO_2 , H_2O . Κατά την αναερόβια οξειδωση τελικοί αποδέκτες του υδρογόνου μπορούν να είναι τα θειικά (SO_4^{+}) με προϊόν το κάκκοσμο και τοξικό υδρόθειο, τα νιτρικά (NO_3^-) με προϊόν τα N_2 και N_2O , το CO_2 και οξειδωμένες οργανικές ενώσεις. Αντίστοιχα, οι μικροοργανισμοί διακρίνονται σε αερόβιους, αναερόβιους και επαμφοτερίζοντες που δρουν ως αερόβιοι με παρουσία οξυγόνου και ως αναερόβιοι με απουσία οξυγόνου. Οι σημαντικότεροι αυτοτροφικοί-χημικοσυνθετικοί μικροοργανισμοί είναι η νιτροσομονάδα και το νιτροβακτηρίδιο. Η πρώτη οξειδώνει το αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_3^+\text{NH}_4^+$) σε νιτρώδη (NO_2^-) και το δεύτερο τα νιτρώδη σε νιτρικά (NO_3^-). Οι οξειδώσεις είναι αερόβιες με κατανάλωση 4,5 gr οξυγόνου ανά γραμμάριο (ως N) αμμωνιακού αζώτου που οξειδώνεται τελικώς σε νιτρικά. Άλλοι σημαντικοί αυτοτροφικοί-χημικοσυνθετικοί μικροοργανισμοί είναι οι αερόβιοι θειοβάκιλλος και σιδηροβακτηρίδιο. Ο πρώτος οξειδώνει στο εκτός ροής τμήμα αποχετευτικών αγωγών, όπου επικρατούν αερόβιες συνθήκες, το εκλυόμενο υδρόθειο σε θειικό οξύ που μπορεί να προκαλέσει καταστροφές στους αγωγούς. Το υδρόθειο παράγεται κάτω από αναερόβιες συνθήκες που μπορούν να παρατηρούνται στο βρεγμένο τμήμα των αγωγών. Το σιδηροβακτηρίδιο οξειδώνει διασθενή σίδηρο που μπορεί να βρίσκεται στο νερό σε κατακρημνιζόμενο σε μείγμα με βιομάζα τρισθενή σίδηρο. Αποτέλεσμα μπορεί να είναι η δυσάρεστη οσμή και γεύση του νερού και ακόμη μείωση της διοχετευτικότητας των αγωγών. Κατά τη διάρκεια του έτους υπάρχουν εναλλαγές στα είδη των αλγών που υπάρχουν στις λίμνες, ανάλογα με την εκάστοτε θερμοκρασία και τον πληθυσμό των πρωτόζωων και των daphnia. Τα διάτομα συνήθως επικρατούν το χειμώνα σε θερμοκρασίες μικρότερες από 15 °C. Στις αρχές της άνοιξης, με την αύξηση της θερμοκρασίας, επικρατούν τα πράσινα άλγη, όπως τα Chlorella, Chlamydomonas και Euglena. Όταν αρχίσουν να αναπτύσσονται τα

τροχόζωα και τα Daphnia και ο ανταγωνισμός για την διαθέσιμη τροφή, τα προηγούμενα είδη δίνουν τη θέση τους σε είδη που επιβιώνουν. Οι συχνότερα χρησιμοποιούμενοι δείκτες είναι τα ολικά κολοβακτηριοειδή, η E.coli, οι Εντερόκοκκοι, το Cl. Perfringens. (11)

Ολικά κολοβακτηριοειδή

Ανήκουν στην οικογένεια των Εντεροβακτηριακών. Τυπικά γένη συναντώμενα στα δίκτυα νερού είναι τα Citrobacter, Enterobacter, Hafnia, Serratia, Klebsiella. Δεν θεωρούνται σαν ειδικοί δείκτες κοπρανώδους μόλυνσης του νερού, δεδομένου ότι πολλά είδη είναι περιβαλλοντικής προέλευσης (έδαφος, φύλλα κ.λ.π.) Παρέχουν ενδείξεις για άλλης προέλευσης μικροβιακής μόλυνσης του νερού, συμπληρώνοντας έτσι τα στοιχεία που παρέχονται από άλλες παραμέτρους. Αποτελούν ενδεικτική παράμετρο. (11)

E.coli

Ανήκει στα κολοβακτηριοειδή, συνεπώς είναι μέλος της οικογένειας των Εντεροβακτηριακών και θεωρείται ο βασικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης, τόσο του πρωτογενούς, όσο και του κατεργασμένου νερού. Η E.coli αποτελεί μόνιμο ξενιστή του εντέρου των ανθρώπων και των θερμόαιμων ζώων, όπου μπορεί να υπάρχει σε μεγάλους αριθμούς (μέχρι και 10⁹/gr κοπράνων) και μπορεί να αντιπροσωπεύει το 95% των εντεροβακτηριακών που ανευρίσκονται στα κόπρανα. Τα χαρακτηριστικά επιβίωσης και η ευαισθησία της στα απολυμαντικά είναι όμοια με εκείνα πολλών παθογόνων μικροβίων, ιδιαίτερα δε με την Σαλμονέλα και την Σιγκέλλα. Λόγω των ιδιοτήτων αυτών, η E.coli είναι ο καλύτερος βιολογικός δείκτης κοπρανώδους μόλυνσης του νερού. Η απομόνωση της από δείγματα νερού, αποδεικνύει πέρα από κάθε αμφιβολία την πρόσμειξη του νερού με περιπτώματικές ουσίες, υποδηλώνοντας ότι και οποιοσδήποτε άλλος μικροοργανισμός που τυχόν βρίσκεται στο έντερο των ανθρώπων και των ζώων μπορεί να εισχωρήσει στο νερό και κατ' επέκταση και παθογόνοι μικροοργανισμοί, επισημαίνοντας τους δυνητικούς κινδύνους μετάδοσης λοιμωδών νοσημάτων. (23)

Μία από τις εκατοντάδες μορφές του βακτηρίου Escherichia coli (E coli), η O157:H7, είναι η πλέον ανερχόμενη από τις ασθένειες που προκαλούνται από το φαγητό και το νερό (σύμφωνα με τον Αμερικανικό Οργανισμό Προστασίας Περιβάλλοντος). Το E coli είναι ένα είδος κολοβακτηριδίων κοπράνων που συναντάται συχνά στα έντερα των ζώων και ανθρώπων. Παρόλο που τα περισσότερα είδη είναι αβλαβή, αυτό το είδος δημιουργεί μία δυνατή τοξική ουσία και μπορεί να προκαλέσει σοβαρή ασθένεια. Η παρουσία του E coli στο νερό είναι προειδοποίηση της πρόσφατης μόλυνσης από αποχέτευση ή απόβλητων ζώων, αλλά είναι βλαβερό μόνο από συγκεκριμένη ποσότητα και πάνω. Τα παραπάνω δεδομένα αφορούν την πιθανότητα των βλαβερών βακτηρίων που πιθανόν να υπάρχουν στις φυσικές πισίνες. Όμως, έχει βρεθεί ότι τα υδρόβια φυτά, και ειδικά τα καλάμια, ίσως να είναι πιο αποτελεσματικά από το χλώριο στο να αποτρέπουν την μόλυνση E coli. Το χαλίκι στην ζώνη αναγέννησης βοηθάει τα θετικά βακτηρίδια να ενωθούν, έτσι ώστε να βοηθήσουν τα φυτά στην μάχη εναντίον στα βλαβερά βακτήρια όπως το E coli.(5)

Οι Δρ Mascher, Reichel, Pihler-Semmelbrook και Marth, όλοι από το Πανεπιστήμιο του Γκραζ της Αυστρίας, εξέτασαν 45 φυσικές πισίνες κατόπιν παράκλησης της Αυστριακής Κοινότητας Φυσικών Πισινών. Οι περισσότερες λίμνες στις οποίες κολυμπούσε κόσμος ήταν ιδιωτικές, μικρότερες των 220 μ² και δεν είχαν τεχνικό εξοπλισμό. Τα αποτελέσματα των ερευνών υγιεινής συγκρίθηκαν με τα ενδοχώρια και διεθνή δεδομένα και όρια. Η ποιότητα του νερού των λιμνών ανταποκρίνεται στα σημερινά δεδομένα.(5)

Διάφορα είδη τεστ E coli κυκλοφορούν στην αγορά. Σύμφωνα με τον Οργανισμό Περιβαλλοντικής Προστασίας των Ηνωμένων Πολιτειών, το προϊόν Colitag είναι πολύ αποτελεσματικό στο να εντοπίζει και να αναγνωρίζει την παρουσία του E coli βακτηρίου στο πόσιμο νερό. Το Colitag είναι ένα υγρό αποτελούμενο από ένζυμα που καθορίζει τη συνολική παρουσία των κολοβακτηριδίων και E coli(5).

Το E coli υπάρχει πάντοτε στο νερό και γίνεται βλαβερό μόνο όταν υπάρχει σε μεγάλη συγκέντρωση. Οι μικροσκοπικές μορφές ζωής συνήθως το τρώνε. Για να εξασφαλίσουμε την εξαφάνιση του E coli μπορούν να χρησιμοποιηθούν συστήματα αποστείρωσης. Όμως με την χρήση τους θυσιάζουμε και την ύπαρξη των μικροσκοπικών οργανισμών.(5)

Εντερόκοκκοι

Ανήκουν στην οικογένεια των στρεπτοκόκκων, στην ομάδα των D κατά Lancefield. Αποτελούνται από διάφορα είδη που υπάρχουν στα κόπρανα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων. Στα κόπρανα ανθρώπων οι εντερόκοκκοι σπανίως υπερβαίνουν τους 10⁶ /gr, ενώ στα κόπρανα των ζώων υπάρχουν σε μεγαλύτερο αριθμό από την E.coli. Σπανίως πολλαπλασιάζονται στο νερό και παρουσιάζουν μεγαλύτερη ανθεκτικότητα στα περιβαλλοντικά stress και στην χλωρίωση από την E.coli. Η παρουσία τους αποτελεί απόδειξη μόλυνσης του ύδατος με περιπτώματικές ουσίες και δη παλαιότερης μόλυνσης. Ο κύριος λόγος αναζήτησής τους είναι η εκτίμηση της σημασίας της παρουσίας Ολικών Κολοβακτηριοειδών επί απουσίας E.coli καθώς και η παροχή συμπληρωματικών πληροφοριών για την εκτίμηση της έκτασης πιθανής κοπρανώδους μόλυνσης. (23)

Ψάρια-μικρόζωα

Στις εγκαταστάσεις κολύμβησης με βιολογική επεξεργασία του νερού δεν πρέπει να χρησιμοποιούνται ψάρια, ενώ τα υπάρχοντα ψάρια πρέπει να αφαιρούνται

Για υγειονομικούς και μικροβιολογικούς λόγους υδρόβια πτηνά, ποντίκια και άλλα θηλαστικά πρέπει να κρατούνται μακριά από τις κολυμβητικές εγκαταστάσεις ή να αποτρέπεται η είσοδος τους με στοχευμένες δράσεις

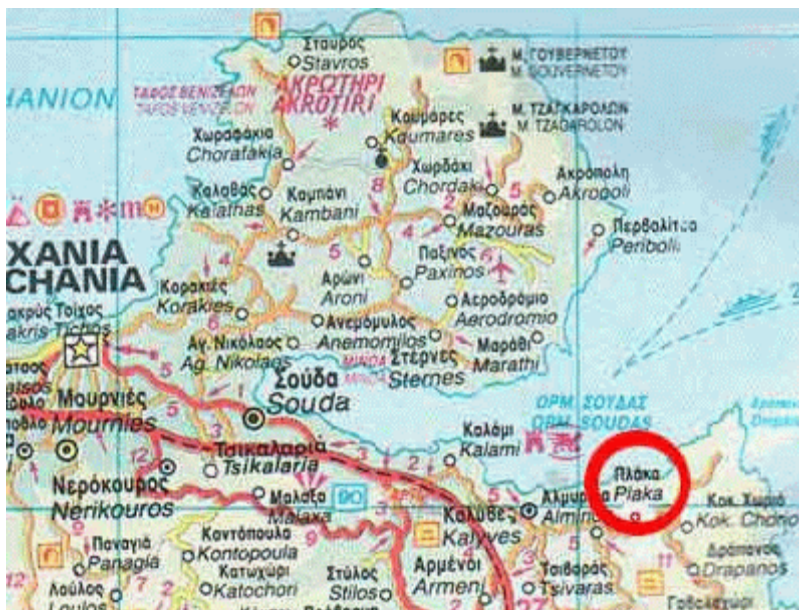
Στην περιοχή κολύμβησης οι πληθυσμοί σαλιγκαριών πρέπει να περιορίζονται στο ελάχιστο .Σε περιπτώσεις μεγάλων πληθυσμών σαλιγκαριών τα σαλιγκάρια πρέπει να απομακρύνονται.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ

Πλάκα Αποκόρωνας - Χανιά Κρήτη

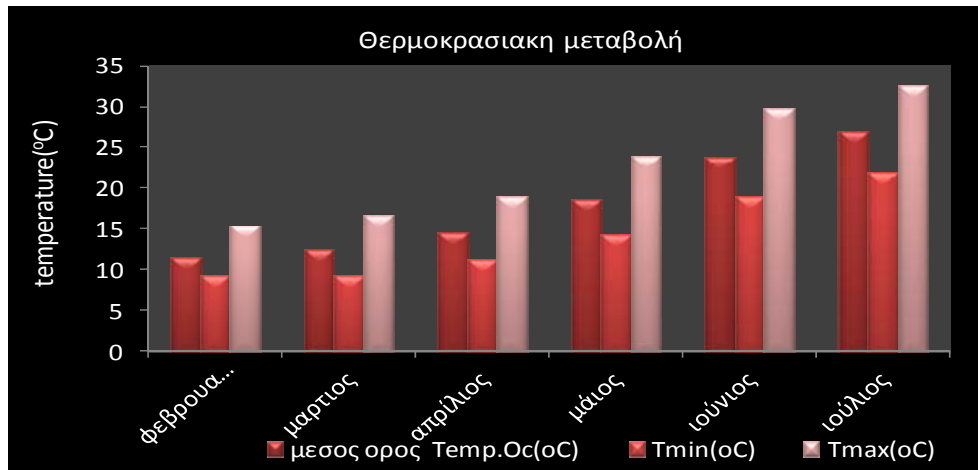


Η Πλάκα είναι ένα από τα πιο παραδοσιακά χωριά της Κρήτης. Διοικητικά ανήκει, στον Δήμο Αποκορώνου του νομού Χανίων και ευρίσκεται 23 χιλιόμετρα από τα Χανιά. Είναι κτισμένη σε υψόμετρο 70 περίπου μέτρων, πάνω από την παραλιακή Αλμυρίδα και έχει πολύ υγιεινό κλίμα.

ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ ΧΑΝΙΩΝ ANNUAL CLIMATOLOGICAL SUMMARY

Θερμοκρασία στην περιοχή των Χανίων κατά την περίοδο των δειγματοληψιών

	μέσος όρος Temp.Οc(°C)	Tmin(°C)	Tmax(°C)
Φεβρουάριος	11,6	9,2	15,3
Μάρτιος	12,4	9,2	16,7
Απρίλιος	14,5	11,2	18,9
Μάιος	18,6	14,3	24
Ιούνιος	23,8	19	29,6
Ιούλιος	26,9	21,8	32,6



Τα δεδομένα για τις τιμές της θερμοκρασίας έχουν ληφθεί από τον μετεωρολογικό σταθμό της Ε.Μ.Υ που βρίσκεται στα Χανιά .

Στις τιμές της θερμοκρασίας παρατηρείται μια φυσιολογική διακύμανση. Και ιδιαίτερα υψηλές τιμές κατά την περίοδο Ιουνίου-Ιουλίου όπου αναμένεται ποσοτική αύξηση της άγλης στη λίμνη που μελετάται.

Η λίμνη που μελετήθηκε

Η υπό μελέτη λίμνη είναι ουσιαστικά μια Φ.Κ.Π. Βρίσκεται στο Κόκκινο Χωριό του δήμου Αποκορώνου. Κατασκευάστηκε από την εταιρία BIOTOP και ήταν υπό τη επίβλεψη του Νικόστατου Βαρδάκη ενώ ανήκει στον Bob Voulioumis. Η κατασκευή της τελείωσε τον Ιανουάριο του 2011. Έχει εμβαδόν 80 m² . Το νερό με το οποίο πληρώθηκε ήταν νερό δικτύου με ποιοτικά χαρακτηριστικά που αναφέρονται στον (πιν 1)



Εικόνα 11 Πανοραμική φωτογραφία της υπό μελέτη λιμνής, με αναγραφόμενα τα σημεία δειγματοληψίας(24)(1 ζώνη αναζωογόνησης, 2 ακτή κολύμβησης, 3 πηγή, 4 κολυμβητική ζώνη, 5 δίκτυο, 6 κάτω σκαλιά, 7 πάνω σκαλιά)

Τα σημεία δειγματοληψίας ήταν :

1)ζώνη αναζωογόνησης, η ζώνη που είναι φυτεμένα τα φυτά με μέγιστο βάθος 1,10 m(εικ. 12)

2)κολυμβητική ακτή, ζώνη η οποία βρίσκεται στο τέλος της κολυμβητικής ζώνης και κατακρατεί τυχών επιβαρυντές αλλά και φύλλα κ.τ.λ. τα οποία μπορεί να παρασυρθούν .ακόμα σε αυτή την ζώνη το νερό είναι κατά πολύ θερμότερο από την υπόλοιπη λίμνη αφού το μέγιστο βάθος είναι 30 cm (εικ. 13)

3)πηγή, αναφέρεται έτσι λόγω του σχεδιασμού της γιατί αναβλύζει σαν πηγή(το νερό ρέει μέσα από ένα πιθάρι), ουσιαστικά είναι το νερό το οποίο έχει τραβηχτεί από το επιφανειακό στρώμα της ζώνης αναζωογόνησης και έχει επεξεργαστεί ώστε να μην είναι επιβαρυνμένο, το νερό σε αυτό το σημείο είναι τρεχούμενο (εικ. 14)

4)κολυμβητική ζώνη, είναι ουσιαστικά η ζώνη που προορίζεται για κολύμβηση, σχεδόν αποκομμένη από τα υπόλοιπα τμήματα της λίμνης. Η ζώνη αυτή έχει βάθος 2 m (εικ 15)

5)νερό δικτύου, το νερό που υπάρχει στο δίκτυο και συμπληρώνει το νερό της λίμνης αν χρειαστεί .Αξίζει να σημειωθεί πως το νερό που μελετάται από αυτό το σημείο είναι αποθηκευμένο σε 3 δεξαμενές των 500lt οι οποίες συνδέονται μεταξύ τους και στις οποίες τοποθετήθηκαν φίλτρα κατακράτησης αιωρημάτων 30-60 mm(στις 13/6/11) λόγω της τελικής ποιότητας του νερού η οποία δεν ήταν η αναμενόμενη.

6)κάτω σκαλιά. Ονομάστηκαν έτσι , γιατί είναι το σημείο όπου το νερό το οποίο έχει τραβηχτεί από το επιφανειακό στρώμα της ζώνης αναζωογόνησης και έχει επεξεργαστεί ώστε να μην είναι επιβαρυνμένο και καταλήγει στα "πάνω σκαλιά" διέρχεται μέσω ενός πέτρινου μονοπατιού το οποίο καταλήγει στην λίμνη και συγκεκριμένα στην ζώνη κολύμβησης. Το νερό σε αυτό το σημείο είναι τρεχούμενο.(εικ 16)

7)πάνω σκαλιά, Είναι το σημείο το οποίο το νερό το οποίο έχει τραβηχτεί από το επιφανειακό στρώμα της ζώνης αναζωογόνησης και έχει επεξεργαστεί ώστε να μην είναι επιβαρυνμένο. Το σημείο αυτό είναι σε υψηλότερη θέση από την λίμνη κατά 5 m.Το νερό σε αυτό το σημείο είναι τρεχούμενο.(εικ 17)

Σημεία στη λίμνη και εξοπλισμός



Εικόνα12 Ζώνη αναζωογόνησης ,παρατηρούνται συνθήκες ευτροφισμού (24)



Εικόνα 13 Κολυμβητική ακτή (24)



Εικόνα 14 Σημείο πηγή και το φίλτρο φυτών όπου καταλήγει(24)



Εικόνα 15 Κολυμβητική ζώνη (24)



Εικόνα 16 Σημείο δειγματοληψίας κάτω σκαλιά και τα σκαλιά που διαρρέουν (24)



Εικόνα 17 Σημείο πάνω σκαλιά το νερό αναβλύζει μέσα από έναν βράχο(24)



Εικόνα 18 Υποβρύχιο αντλιοστάσιο (24)



Εικόνα 19 Carbonator Biotor(τροφοδοσία αέρα μέσω πίεσης) (24)



Εικόνα 20 Skimmer(24)

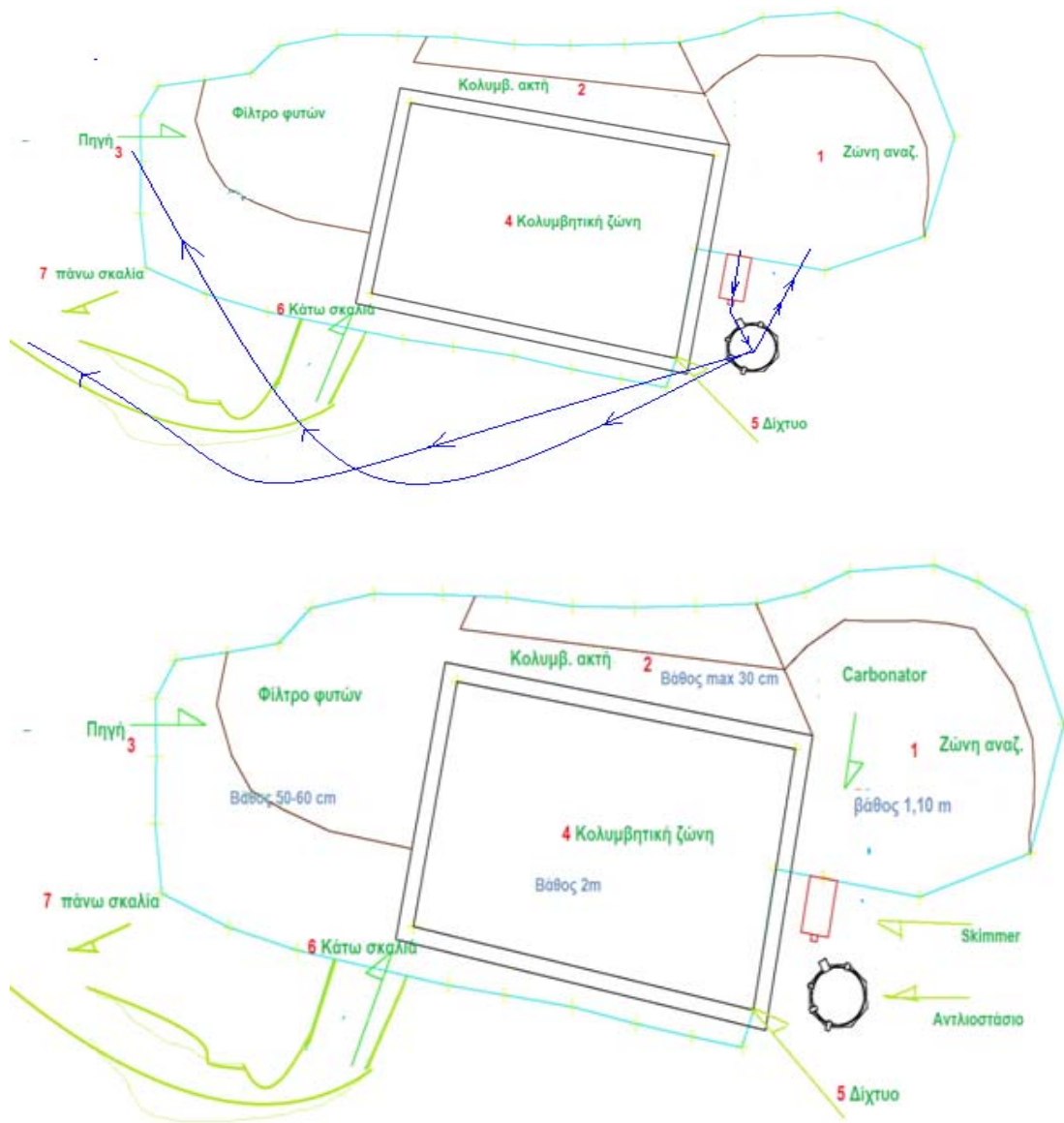
Η κίνηση του νερού στην υπό μελέτη λίμνη

Το νερό με το οποίο πληρώθηκε η λίμνη ήταν νερό δικτύου το οποίο δεν είχε καμία επιβάρυνση είτε μικροβιολογική είτε φυσικοχημική.

Το νερό οδηγείται από την ζώνη αναζωογόνησης στο φίλτρο (skimmer) όπου συγκρατούνται φύλλα και μικροοργανισμοί. Έπειτα, το φιλτραρισμένο νερό οδηγείται μέσω σωλήνων στο αντλιοστάσιο το οποίο μέσω γραμμών πίεσης οδηγεί το νερό στην ζώνη αναζωογόνησης, στο σημείο πάνω σκαλιά και πηγή. Από τα πάνω σκαλιά το νερό οδηγείται μέσω διαμορφωμένων πέτρινων αναβαθμίδων, από τις οποίες αφήνεται να ρέει με την βαρύτητα προς την λίμνη, στην κολυμβητική ζώνη. Από το σημείο πηγή καταλήγει στο φίλτρο φυτών όπου συγκρατούνται τυχόν μικροβιολογικό φορτίο και ιόντα κάποιων παραμέτρων τα οποία πέρα από κάποιο όριο είναι δείχτες ρύπανσης νερό έτσι αναζωογονείται συνεχώς. Βάση αυτής της διαδρομής του νερού αναμένεται το δείγμα στο σημείο πηγή και πάνω σκαλιά να είναι όμοια. Για την ισορροπία αυτού του μικρού τεχνητού οικοσυστήματος υπάρχει η προϋπόθεση το νερό με το οποίο πληρώνεται αρχικά η Φ.Κ.Π. να μην είναι επιβαρυσμένο, παρακάτω παραθέτονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του νερού πλήρωσης.

Πίνακας 5 Ποιοτικά χαρακτηριστικά νερού πλήρωσης

Παράμετρος	Τιμή νερού δικτύου
pH	6,92
Αγωγιμότητα (μS/cm)	240
Θολρότητα (NTU)	6
Νιτρικά ιόντα (mg/l)	5,3
Αμμωνιακά ιόντα (mg/l)	0.05
Φωσφορικά ιόντα (mg/l)	0,03
Θειικά ιόντα (mg/l)	<0.01
Μικροβιολογικό φορτίο	0



Εικόνα 21 Τεχνικό σκαρίφημα της λίμνης

Βάθος λίμνης

Το πιο βαθύ σημείο της λίμνης είναι τα 2 μέτρα.

Στη ζώνη αναζωογόνησης είναι 1,10 μέτρα

Στην πηγή όπου είναι η άργιλος είναι εκατοστά

Στην ακτή κολύμβησης είναι 30-40 εκατοστά

Στην κολυμβητική ζώνη είναι 2 μέτρα

Στα πάνω και κάτω σκαλιά το νερό είναι τρεχούμενο. Τα πάνω σκαλιά είναι σε διαφορά ύψους από την επιφάνεια της λίμνης 5 m, τα κάτω σκαλιά σε ύψος 40 cm, και η πηγή σε 60 cm.

Ζώνη αναζωογόνησης: Ίσως το βασικότερο σημείο στην λίμνη καθώς εκεί είναι ριζωμένα τα φυτά και γίνονται οι περισσότερες διεργασίες αυτοκαθαρισμού. Τα φυτά στη λίμνη είναι:

Chara , Elodea , Myriophyllum, Hippuris, Potamogeton, Aponogeton, Nymphoides peltata, Water lilies, Polygonum, Potentilla lanceolata, Caltha palustris, Iris Louisiana , Iris pseudacorus , Butomus umbel, . Acorus gramineus var. Variegates, Acorus gramineus var. ogon, Myosostis palustris, Mimulus luteus, Lysimachia nummularia, Cyperus haspans, Cyperus alternifolius, Equisetum hyemale.

Τα φυτά στη λίμνη

(Αλγη)



Εικόνα 22 Chara globularis (25)

Chara είναι ένα γένος των πράσινων φυκών στην οικογένεια Characeae

Δομή

Είναι πολυκύτταρα και επιφανειακά φυτά μοιάζουν με τα φυτά της γης εξαιτίας των βλαστών τους και του φυλλώματος τους. Το σύστημα διακλάδωσης είναι πολύπλοκο. Είναι συνήθως συνδεδεμένα με το παράκτιο υπόστρωμα μέσω της διακλάδωσης υπόγειων ριζωμάτων. Τα φυτά στην κατηγορία αυτή είναι τραχιά στην αφή, λόγω των αποθέσεων αλάτων ασβεστίου στο κυτταρικό τοίχωμα. Οι μεταβολικές διαδικασίες που συνδέονται με αυτό συχνά δίνουν δυσάρεστη οσμή του υδρόθειου.

Μορφολογία

Το σώμα του φυτού είναι ένα γαμετόφυτο. Αποτελείται από ένα κεντρικό άξονα (διαφοροποιούνται σε κόμβους και μεσογονάτια), διμορφικούς κλάδους (μεγάλες Brach της απεριόριστης ανάπτυξης και της μικρούς κλάδους της περιορισμένης ανάπτυξης), rhizoids (πολυκύτταροι με πλάγια διαφράγματα) και stipurilodes (δομές σε σχήμα βελόνα στη βάση της δευτεροβάθμιας laterals).

Εμφάνιση

Είδη που βρίσκονται σε γλυκό νερό, ιδιαίτερα σε περιοχές με ασβεστόλιθο σε όλη τη βόρεια εύκρατη ζώνη. Προτιμούν λιγότερο οξυγονωμένο και σκληρό νερό και δεν βρίσκονται σε ύδατα όπου οι προνύμφες κουνουπιών είναι παρόντες. Το φυτό είναι βυθισμένο και ριζωμένο σε λασπώδη βυθό από τις πσιίνες και λίμνες με καθαρό νερό. Είναι καλυμμένο με καταθέσεις ανθρακικού ασβεστίου.

Αναπαραγωγή

Η Chara αναπαράγεται αγενώς. Αγενής αναπαραγωγή γίνεται με κονδύλους, αστέρια Amylum και δευτεροβάθμιας protonema. Ο εγγενής πολλαπλασιασμός γίνεται με μικρά καρπίδια.(25)

Elodea



Εικόνα 23 Elodea (26)

Είναι ένα γένος των υδρόβιων φυτών που συχνά αποκαλείται το waterweeds. Το Elodea είναι εγγενές στην Βόρεια Αμερική και επίσης χρησιμοποιείται ευρέως ως βλάστηση σε ευδρεία. Η εισαγωγή ορισμένων ειδών *Elodea* σε μέρη της Ευρώπης, την Αυστραλία, την Αφρική, την Ασία, και η Νέα Ζηλανδία έχει δημιουργήσει ένα σημαντικό πρόβλημα και πλέον θεωρείται επιβλαβής σε waterweeds σε αυτούς τους τομείς. Ένα παλαιότερο όνομα για αυτό το γένος είναι *Anacharis*, το οποίο χρησιμοποιείται ως ένα κοινό όνομα στη Βόρεια Αμερική. Τα *Elodea* χρησιμοποιούν το διοξείδιο του άνθρακα με τη χρήση του κυανίου της βρωμοθυμόλης. Η αμερικανική *Elodea* ζει εντελώς υποβρύχια με την εξαίρεση των μικρών λευκών λουλουδιών που ανθίζουν στην επιφάνεια και είναι συνδεδεμένα με το φυτό από λεπτό μίσχο. Παράγει μπουμπούκια το χειμώνα από τις άκρες που διαχειμάζουν στον πάτο της λίμνης. Το φθινόπωρο, φυλλώδη κοτσάνια θα αποκολληθούν από το μητρικό φυτό τα οποία επιπλέουν μακριά από την ρίζα ώστε να δημιουργηθεί νέο φυτό. Αυτή είναι η

πιο σημαντική μέθοδος εξάπλωσης της αμερικανικής *Elodea*, ενώ η παραγωγή σπόρων έχουν έναν σχετικά μικρό ρόλο. Ιλυώδη ιζήματα και νερό πλούσιο σε θρεπτικά συστατικά ευνοούν την ανάπτυξη των φυτών *Elodea*. Ωστόσο, τα φυτά θα μεγαλώνουν σε ένα ευρύ φάσμα των συνθηκών, από πολύ ρηχά σε βαθιά νερά, και σε πολλούς τύπους ιζημάτων. *American water weed (elodea)* είναι ένα σημαντικό μέρος του οικοσυστήματος της λίμνης. Παρέχει καλή ενδοποιότητα για πολλά υδρόβια ασπόνδυλα καθώς και κάλυψη για τους νέους οργανισμούς, τα ψάρια και τα αμφίβια. Υδρόβια πτηνά, κυρίως πάπιες, καθώς και ο κάστορας, μωσχοπόντικα και χελώνες τρώνε το φυτό. (26)

Myriophyllum



Εικόνα 24 *Myriophyllum (watermilfoil)* (27)

Είναι ένα γένος από τα περίπου 69 είδη των υδρόβιων φυτών του γλυκού νερού, με μια κοσμοπολίτικη κατανομή. Το κέντρο της πολυμορφίας για *Myriophyllum* είναι η Αυστραλία με 43 αναγνωρισμένα είδη (37 ενδημικά). Το όνομά του προέρχεται από τα λατινικά, "myrio" που σημαίνει "πάρα πολλά για να μετράνε", και "phyllum", που σημαίνει "φύλλο". Αυτά τα υποβρύχια υδρόβια φυτά ίσως πιο συχνά αναγνωρίζονται για το γεγονός ότι επιμηκύνονται με τα κανάλια αέρα και τα σπειροειδή φύλλα, αλλά υπάρχουν πολλές εξαιρέσεις. Τα φυτά είναι συνήθως πάνω από το νερό. Τα φυτά είναι μονόοικα ή δίοικα, τα άνθη τους είναι μικρά. Οι καρποί και τα φύλλα μπορούν να αποτελέσουν σημαντική πηγή τροφής για τα υδρόβια πτηνά, τα οποία πιστεύεται ότι είναι μια σημαντική πηγή σπόρου. (27)

Hippuris



Εικόνα 25 *Hippuris vulgaris* (28)

Hippuris, (ουρά της φοράδας), στο παρελθόν ήταν το μοναδικό γένος στην οικογένεια Hippuridaceae. Μετά από τη γενετική έρευνα από την Ομάδα Φυλογένεση αγγειοσπέρμων, έχει πλέον μεταφερθεί στην οικογένεια Plantaginaceae. Το σχέδιο περιλαμβάνει μία ονομασία σε κάθε ένα από τα τρία είδη ανάλογα με την ταξινομική ερμηνεία. Ορισμένες αρχές δέχονται μόνο το πρώτο είδος από αυτές που αναφέρονται παρακάτω, η αντιμετώπιση των άλλων δύο ως συνώνυμα της:

Κοινή ουρά φοράδας, *Hippuris vulgaris*

Βουνό ουρά φοράδας, *Hippuris montana*

Ουρά τετράφυλης φοράδας, *Hippuris tetraphylla*

Πρόκειται για υδρόβια φυτά που βρίσκονται σε ρηχά νερα σε λιμνούλες και ρυάκια.. (28)

Potamogeton



Εικόνα 26 Potamogeton (29)

Μερικά είδη, ειδικά σε λίμνες και σε πολύ αργά κινούμενα νερά, έχουν επιπλέοντα φύλλα τα οποία τείνουν να είναι πιο δερματώδη .

Ταξινομία

Τα *Potamogeton* είδη που βρέθηκαν σε όλο τον κόσμο όπου υπάρχει μόνιμο ή τρεχούμενο νερό. Εκτιμάται ότι υπάρχουν \ περίπου 90 είδη, αλλά ο υβριδισμός παρέχει μια προστιθέμενη πολυπλοκότητα της ταξινομίας . Τουλάχιστον 26 υβρίδια έχουν παρατηρηθεί σε βρετανικά νησιά και μόνο.(29)

Οικολογία

Τα *Potamogeton* που βρίσκονται σε όλο τον κόσμο σε πολλά υδάτινα οικοσυστήματα. Είναι σημαντικά, ως τροφή για τα ζώα.

Aponogeton



Εικόνα 27 Aponogeton distachyos (30)

Είναι ένα γένος των 45 - 50 ειδών ανθοφόρων φυτών , το μόνο γένος της οικογένειας Aponogetonaceae .η οποία θεωρείται σύμμαχος των Potamogetonaceae - Najadaceae. Το όνομα προέρχεται από μια γεωγραφική τοποθεσία. Μερικά είδη χρησιμοποιούνται ως διακοσμητικά φυτά σε ενυδρεία.

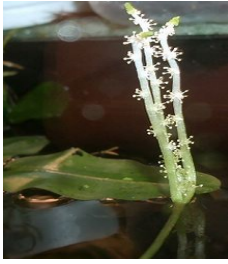
Διανομή

Πρόκειται για τα υδρόβια φυτά , τα οποία βρίσκονται σε τροπικές εύκρατες περιοχές της Αφρικής , της Ασίας και της Αυστραλασίας *Aponogeton distachyos* κατάγεται από τη Νότια Αφρική , αλλά έχει πολιτογραφηθεί στη Νότια Αυστραλία , Δυτική Νότια Αμερική , και τη Δυτική Ευρώπη .

Μεμονωμένες εγκαταστάσεις δεν είναι πάντα εύκολο να εντοπιστούν λόγω του υβριδισμού (ιδιαίτερα εκείνα που πωλούνται ως *A. crispus* - οι οποίες καλλιεργούνται συχνά υβρίδια με *A. natans*). Γενικά μια *Aponogeton* από την Ασία θα έχει μία άνθιση, ενώ εκείνο από την αφρικανική κληρονομιά (συμπεριλαμβανομένων της Μαδαγασκάρης) θα έχει πολλαπλές ανθίσεις στο ίδιο μίσχο άνθους.

Οικολογία

Πολλά είδη που αναπτύσσονται σε μόνιμα ή τρεχούμενα νερά. Είναι πλήρως υδρόβια πλώδη φυτά με γαλακτώδη χυμούς, που γίνεται αδρανές κατά τη διάρκεια ξηρασίας. Τα περισσότερα είδη αναπτύσσονται από βολβούς. Τα περισσότερα ασιατικά είδη παραμένουν βυθισμένα όλο το χρόνο, ενώ η tubercles αμυλούχα της Αφρικανικής είδη είναι σε θέση να επιβιώσουν από την εποχή της ξηρασίας , ρίπτοντας τα φύλλα τους και έτσι υποβάλλονται σε λανθάνουσα περίοδο. .



Εικόνα 28 Ένα αφρικανικό Αρονογετον με τριπλή ακίδα λουλούδι (30)

Καλλιέργεια

Όλα τα είδη *Aronogetons* είναι εύκολο να αυξηθούν, όταν πληρούνται οι προτιμήσεις τους. Το φυτό *A. Μαδαγασκάρης* (*A. madagascarensis*) απαιτεί ειδικό χειρισμό, όπως τους αρέσει το κρύο περιβάλλον 20° max..

Οι περίοδοι ανάπαυσης

Το ασιατικό είδος μπορεί να έχει μια περίοδο ανάπαυσης, αλλά αυτό έχει να κάνει με την θερμοκρασία που βρίσκεται. Καθώς το φυτό σταματά να αυξάνεται, μπορεί να αφαιρεθεί από την λίμνη ή ενυδρείο και να τοποθετηθεί σε ένα μπολ με υγρό άμμο. Κρατήστε το μπολ σε ένα σκοτεινό, δροσερό μέρος με την άμμο, διατηρείται υγρό για περίπου 2 - 3 μήνες σε θερμοκρασία περίπου 10 – 18 °C μέχρι μικρά φύλλα να φυτρώνουν από τον κόνδυλο, τότε αυτά μπορούν να επιστρέφονται στη λίμνη ή ενυδρείο.

Nymphoides peltata

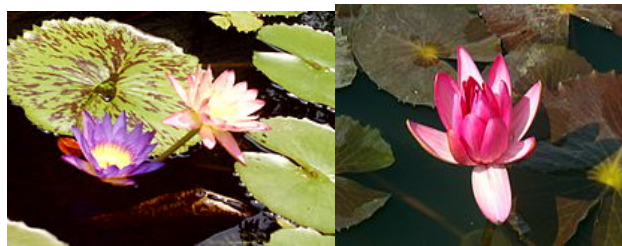


(syn. *nymphaeoides Villarsia*,) είναι ένα υδρόβιο φυτό της οικογένειας Menyanthaceae κατάγονται από την Ευρασία . Έχει καρδιοειδής επιπλέοντα φύλλα που με κίτρινα λουλούδια. Τα φυτά συνήθως πωλούνται για χρήση σε διακοσμητικούς κήπους του νερού. Έξω από τη μητρική σειρά τους, μπορούν να ξεφύγουν από την καλλιέργεια και να γίνουν επιβλαβή ζιζάνια (noxious weeds).

Εικόνα 29 Νούφαρα (31)



Εικόνα 30 Λουλούδι της Βικτόρια cruziana ή *Victoria regia* , Νούφαρο της λεκάνης του Αμαζονίου (31)



Εικόνα 31 νούφαρο με Λουλού (31) Εικόνα 32 Νούφαρο του στο Sambalpur (31)

Είναι μια οικογένεια των ανθοφόρων φυτών. Τα μέλη αυτής της οικογένειας ονομάζονται κοινώς **νούφαρα** και ζουν σε περιοχές γλυκών υδάτων σε εύκρατα και τροπικά κλίματα σε όλο τον κόσμο. Η οικογένεια περιλαμβάνει οκτώ γένη. Υπάρχουν περίπου 70 είδη νούφαρων σε όλο τον κόσμο. *Nymphaea* Το γένος περιλαμβάνει περίπου 35 είδη σε όλο Βόρειο Ημισφαίριο . Το γένος *Victoria* περιέχει δύο είδη γιγαντιαία νούφαρα και μπορεί να βρεθεί στη Νότια Αμερική. Στα Νούφαρα οι ρίζες τους βρίσκονται σε χώμα σε υδάτινα συστήματα, με φύλλα και λουλούδια που επιπλέουν στην επιφάνεια του νερού. Τα φύλλα είναι στρογγυλά, με μια ακτινική εγκοπή Τα Νούφαρα χωρίζονται σε δύο κύριες κατηγορίες: σκληραγωγημένα και τροπικά. Hardy νούφαρα ανθίζουν μόνο κατά τη διάρκεια

της ημέρας, αλλά τροπικά νούφαρα ανθίζουν, είτε κατά τη διάρκεια της ημέρας ή τη νύχτας, και είναι η μόνη ομάδα που περιέχει μπλε άνθη..

Ταξινόμηση

Nymphaeaceae: Έχει ερευνηθεί συστηματικά για δεκαετίες, επειδή πιστεύεται ότι αποτελούν μια πρώτη ομάδα στο αγγειόσπερμα, όπου πρόκειται για τα πρώτα ανθοφόρα φυτά που αποκλίνουν από τις πατρογονικές των αγγειοσπέρμων. Πιο συγκεκριμένα, είναι τα πιο βασικά αγγειόσπερματα, που αποτελούνται από Amborella, Austrobaileyales και Nymphaeales. Η ταξινόμηση του Nymphaeaceae ήταν πάντα κάπως αμφίβολη. Η ανατομία των φυτών αυτών είναι σχεδόν όπως των μονοκοτυληδόνων, ενώ η φλέβωση των φύλλων αναφέρεται ότι είναι όπως των δικοτυλίδων..

Περιγραφή

Η Nymphaeaceae είναι υδρόβια. Χαρακτηρίζονται από διάσπαρτες αγγειακές δεσμίδες στα στελέχη, συνήθως με διακριτές, αστεροειδείς διακλαδώσεις. Τα φύλλα είναι σε σχήμα σπирάλ, απέναντι ή περιστασιακά σπειροειδής. Τα άνθη είναι μοναχικά, ακτινωτά, με ένα μακρύ ποδίσκο και συνήθως κυμαινόμενο ή υψώνονται πάνω από την επιφάνεια του νερού. (31)

Polygonum είναι ένα γένος που ανήκει στην Polygonaceae οικογένεια. Στη κοινή αγγλική γλώσσα των βοτάνων «Alphita» ήταν γνωστό ως **ars-smerte**. Το γένος ευδοκιμεί κυρίως στις βόρειες εύκρατες περιοχές. Διαφέρουν σημαντικά από είδος σε είδος, σε ετήσια φυτά κάτω από 5 cm, άλλα όρθια ποώδη πολυετή φυτά με αύξηση έως και 3-4 m ύψος, ενώ άλλες πολυετή ξυλώδη αμπέλια αυξάνεται σε 20-30 m. Αρκετά είναι υδρόβια, ως επιπλέοντα φυτά και τα συναντάμε σε λίμνες. Τα φύλλα τους έχουν εύρος από 1 έως 30cm, και ποικίλλουν σε σχήμα ανάλογα με το είδος από τα στενά λογοειδή προς ωοειδή, ευρεία τριγωνικά και σε σχήμα καρδιάς. Ο μίσχος είναι συχνά κοκκινωτός ενώ τα μικρά άνθη είναι ροζ, λευκό, ή πρασινωπά.



Εικόνα 33 Polygonum (32)

Το όνομα του γένους προέρχεται από την ελληνική λέξη "πολύ" και *gonu*, "γόνατο".

Διανομή και τις χρήσεις

Πολλά είδη μπορούν να καταναλωθούν μαγειρευμένα. Η ποικιλία *Polygonum cognatum*, γνωστή στους ντόπιους ως "madimak", τακτικά καταναλώνεται σε κεντρικά σημεία της Τουρκίας. Ακόμα χρησιμοποιείται για τη θεραπεία λοιμώξεων του ουροποιητικού συστήματος.

Είδη

Μεταξύ 65 και 300 είδη που αναγνωρίζονται, ανάλογα με το περίγραμμα του γένους μερικοί βοτανολόγοι τα διαχωρίζουν σε μικρότερα γένη, μεταξύ των *Fagopyrum*, *Fallopia* και *Persicaria*.

Το γένος *Polygonella* έχει μια σειρά από μορφολογικές ομοιότητες με *Polygonum*, και ορισμένοι συγγραφείς το έχουν συμπεριλάβει στο *Polygonella* σε *Polygonum*.(32)

Caltha palustris



Εικόνα 34 Caltha palustris (33)

Caltha palustris (Kingscup, Marsh Marigold) Είναι ένα ποώδες πολυετές φυτό της οικογένειας νεραγκούλα, τα οποία τα συναντάμε σε βάλτους, χαντάκια και υγρά δάση σε εύκρατες περιοχές του βορείου ημισφαιρίου. Στο Ηνωμένο Βασίλειο, είναι ίσως ένα από τα πιο αρχαία ενδημικά φυτά, επιζών των παγετώνων. Το ύψος είναι έως και 80 cm (31 in). Τα φύλλα είναι στρογγυλοποιημένα με πλάτος 30-20 cm (01.02- 07.09 in). Τα άνθη τους είναι κίτρινα διαμέτρου 2-5 cm τα οποία εμφανίζονται στις αρχές της άνοιξης έως τα τέλη του καλοκαιριού. Τα λουλούδια επισκέπτονται μια μεγάλη ποικιλία εντόμων για τη γύρη και για το νέκταρ που εκκρίνεται από μικρές κοιλότητες, σε κάθε πλευρά του κάθε καρπόφυλλο. Το *Caltha palustris* είναι ένα ιδιαίτερα πολυμορφικό είδος, που δείχνει τη συνεχή και

ανεξάρτητη μεταβολή του σε πολλά χαρακτηριστικά. Μερικές φορές θεωρείται ως ζιζάνιο σε αργιλώδη εδάφη, όπου κάθε κομμάτι της ρίζας του θα επιβιώσει και θα εξαπλωθεί. Όπως συμβαίνει με πολλά μέλη της Ranunculaceae, όλα τα μέρη του φυτού είναι δηλητηριώδη και μπορούν να προκαλέσουν ερεθισμό. Εξανθήματα του δέρματος και δερματίτιδα έχουν αναφερθεί μετά από την υπερβολική επαφή με το φυτό. Στη Λετονία η *Caltha palustris* είναι επίσης γνωστή ως *Gundega*. Η συνθέτη λέξη *Gundega* είναι κατασκευασμένη από 2 λέξεις - *uguns* (φωτιά) και *dega* (καίγονται).(32)

Iris giganteaerulea

Iris είναι ένα είδος της ίριδας. Κατάγονται από την Αλαμπάμα , Λουιζιάνα και το Μισισιπή στις Ηνωμένες Πολιτείες .



Εικόνα 35 *Iris pseudacorus* (34)

Iris pseudacorus είναι ένα είδος της *Iris* , κατάγεται από την Ευρώπη , Δυτική Ασία και την βορειοδυτική Αφρική .

Ανάπτυξη

Είναι ένα ποώδες πολυετές φυτό, αυξάνεται στο 1-1,5 m (σπάνια 2 m)σε ύψος, του οποίου τα φύλλα είναι όρθια με μήκος 90 cm και πλάτος 3 cm. Τα λουλούδια έχουν χρώμα φωτεινό κίτρινο, την τυπική μορφή της ίριδας. Ο καρπός είναι σε σχήμα κάψουλας, με πλάτος 4-7cm. Αναπτύσσεται καλύτερα σε πολύ υγρές συνθήκες, σε υγροτόπους , όπου ανέχεται να βυθιστεί, το χαμηλό pH βοηθά την ανάπτυξη του. Το φυτό εξαπλώνεται γρήγορα στο νερό, τόσο από τις ρίζες όσο και από την διασπορά των σπόρων. Αν και είναι κυρίως ένα υδρόβιο φυτό, το ριζώματα μπορούν να επιβιώσουν σε παρατεταμένες ξηρές συνθήκες. Επίσης είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ένα μέσω επεξεργασίας νερού, δεδομένου ότι έχει την ικανότητα να συγκρατεί τα βαρέα μέταλλα μέσα από τις ρίζες του. Οι ρίζες του ιστορικά έχουν χρησιμοποιηθεί ως βοτανική θεραπεία , τις περισσότερες φορές ως εμετικό . Όταν έρχεται σε επαφή με το δέρμα ή εισπνέεται, ο πλούσιος σε τανίνη χυμός του μπορεί να είναι πικνός και ερεθιστικός. Έχει φυτευτεί σχεδόν σε όλο τον κόσμο ως καλλωπιστικό φυτό , με πολλές ποικιλίες που έχουν επιλεγεί για φύτευση κήπων.(34)

Buttumus



Εικόνα 36 *Buttumus*(35)

Είναι το μοναδικό γένος στην οικογένεια Butomaceae, που περιέχει το μοναδικό είδος *Butomus umbellatus*

Περιγραφή

Το φυτό είναι υδρόβιο και αιώνιο. Το όνομά του προέρχεται από την ελληνική *Bous*, που σημαίνει «αγελάδα», «βόδι» κλπ και *τόμο*, μια περικοπή (που σημαίνει «τεμνείν» το ρήμα «να κόψει»), το οποίο αναφέρεται στα ξιφοειδή φύλλα του φυτού. Συχνά χρησιμοποιείται σε περιοχές της Ρωσίας ως τρόφιμο (35)

Acorus gramineus



Εικόνα 37 Acorus gramineus (36)

Ανήκει στην κατηγορία των βοτάνων που ανήκουν στην οικογένεια του Acorus

Κοινή ονομασία Νάνος, σπαθόχορτο

Προέλευση Προέρχεται από την Ιαπωνία και την Ανατολική Ασία, όπου εμφανίζεται συνήθως σε υγροτόπους και ρηχά νερά.

Περιγραφή Τα φύλλα του είναι ελαφρώς κυρτά και μπορεί να αυξηθεί έως 30 cm (12 ίντσες) στο ύψος. Μπορεί να αναπτυχθεί πλήρως ή μερικώς βυθισμένο, σε πολύ υγρό χώμα (36)

Myosotis scorpioides



Εικόνα 38 Myosotis scorpioides (37)

(ΣΥΝ. *Myosotis palustris*) Είναι ένα ποώδες πολυετές φυτό του γένους *Myosotis*. Είναι εγγενές στην Ευρώπη και την Ασία και μπορεί να βρεθεί αλλού, συμπεριλαμβανομένης το μεγάλο μέρος της Βόρειας Αμερικής. Φυτεύεται σε έλη και υγρές θέσεις και δίπλα σε ρέματα και ποτάμια. Το ύψος κυμαίνεται από 6 ίντσες με δύο πόδια, έχοντας μικρά μπλε λουλούδια με κίτρινα κέντρα. Ανθίζει από τα μέσα της άνοιξης μετά τον πρώτο παγετό σε εύκρατα κλίματα. (3)

Mimulus

Τα περίπου 150 είδη που βρίσκονται επί του παρόντος έχουν τοποθετηθεί στην οικογένεια Phrymaceae. Το γένος έχει παραδοσιακά τοποθετηθεί σε Scrophulariaceae. Η απομάκρυνση του *Mimulus* από αυτή την οικογένεια έχει υποστηριχθεί από μελέτες των χλωροπλαστών DNA δημοσιεύτηκε για πρώτη φορά στα μέσα της δεκαετίας του 1990. Πολλαπλές μελέτες του DNA χλωροπλαστών δείχνουν ότι τα γένη *Phryma*, *Berndtiella*, *Hemichaena*, *Leucocarpus*, *Microcarpeae*, *Peplidium*, *Glossostigma*, και *Elacholoma* όλα προέρχονται από το εσωτερικό *Mimulus* και θα πρέπει να προγραμματιστεί εκ νέου.



Εικόνα 39 Mimulus (38)

Αναγνωρίζεται ότι υπάρχουν δύο μεγάλες ομάδες ειδών *Mimulus*, με την μεγαλύτερη ομάδα των ειδών στη δυτική Βόρεια Αμερική, και μια δεύτερη ομάδα στην Αυστραλία

Χαρακτηριστικά

Τα περισσότερα από τα είδη είναι μονοετή ή ποώδη πολυετή φυτά. Ένας μεγάλος αριθμός από τα είδη αναπτύσσονται σε υγρό έδαφος και κάποια αναπτύσσονται ακόμα και σε ρηχά νερά. Μερικά είδη παράγουν άφθονα ποσά των αρωματικών ενώσεων, δίνοντάς τους μια μοσχοβολιστή οσμή (εξ ου και «μόσχος-λουλούδια").

Mimulus ονομάζονται μαϊμού-λουλούδια, επειδή ορισμένα είδη έχουν άνθη σε σχήμα πρόσωπο πιθήκου, άλλοι έχουν βαμμένα πρόσωπα που μοιάζει με πίθηκο. Το γενικό όνομα, στη Λατινική

mimus έννοια «μιμούνται ηθοποιός», από την ελληνική *mimos* έννοια «μμητής. Σε μερικά είδη το στέλεχος τους μπορεί να είναι είτε λείο ή τριχωτό, και αυτό το χαρακτηριστικό καθορίζεται από μια απλή αλληλομόρφων διαφορά. (38)

Lysimachia nummularia



Εικόνα 40 *Lysimachia nummularia* (39)

Είναι χαμηλό, αναρριχητικό φυτό του γένους, *Lysimachia* Είναι εγγενές στην Ευρώπη, αλλά έχει εισαχθεί στην Βόρεια Αμερική. Εξαπλώνεται επιθετικά υπό ευνοϊκές συνθήκες, όπως το βρεγμένο έδαφος ή κοντά σε λίμνες, συνήθως αφαιρείται εύκολα με το χέρι τραβώντας το. Είναι διαθέσιμο για φύτευση στη Βόρεια Αμερική ως κηπευτικό στοιχείο αλλά πρέπει να χρησιμοποιείται με προσοχή γιατί μπορεί να εξαπλωθεί γρήγορα και να αποκλείσει τα άλλα φυτά. Παράγει κίτρινα άνθη στις αρχές του καλοκαιριού.

Παραδοσιακές χρήσεις

Χρησιμοποιείται σε βότανα για την επούλωση πληγών. Το φυτό περιέχει μια σειρά φαινολικών οξέων Στην παραδοσιακή κινεζική ιατρική, *Lysimachia* (ολόκληρο το φυτό) χρησιμοποιείται για τη θεραπεία της πέτρας της χοληδόχου και της ουροδόχου κύστης. Μερικοί επαγγελματίες χρησιμοποιούν αυτό το βότανο στα συμπτώματα της ουρικής αρθρίτιδας

4.2 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΕΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ

Γενικά

Ως δειγματοληψία νοούνται όλες οι διαδικασίες επιλογής, συλλογής, διατήρησης και μεταφοράς προς ανάλυση μιας ενδεικτικής ποσότητας ενός υλικού. Η ποσότητα αυτή (δείγμα) πρέπει να ανταποκρίνεται στα χαρακτηριστικά του προς ανάλυση υλικού και να επιτρέπει την αναγωγή των παραμέτρων που θα προσδιοριστούν στο δείγμα. Πριν την δειγματοληψία μελετάται το υλικό που πρόκειται να αναλυθεί, καθορίζονται οι απαιτούμενοι προσδιορισμοί που επιλέγονται οι ποσότητες που θα χρησιμοποιηθούν ως δείγμα. Η αντιπροσωπευτικότητα εξασφαλίζεται με επιλογή των κατάλληλων σημείων και του χρόνου δειγματοληψίας και της συχνότητας συλλογής δειγμάτων. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων πρέπει να είναι κατά το δυνατόν επαναλήψιμα, για αυτό το σημείο δειγματοληψίας σε υδάτινους αποδέκτες πρέπει να ορίζονται σε σχέση με σταθερά σημεία ή να προσδιορίζονται και να σημειώνονται. Η συλλογή δειγμάτων από λίμνες παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις, κατά τη διάρκεια της ημέρας και του έτους. Απαιτεί συνήθως ειδική μελέτη για τον καθορισμό σημείων δειγματοληψίας και τη συχνότητα συλλογής δειγμάτων. Βασική αρχή για την συλλογή δειγμάτων από επιφανειακούς αποδέκτες, είναι η δειγματοληψία από σημεία όπου το νερό του αποδέκτη έχει πλήρως αναμιχθεί με νερό πλευρικών εκβολών ή παραπόταμων, εκτός αν ο σκοπός της δειγματοληψίας είναι να προσδιοριστεί η τοπική επίδραση μιας εκβολής στο κυρίως υδατόρευμα. Η συλλογή δειγμάτων από λίμνες δεν πρέπει να γίνεται κοντά στην εκβολή των ποταμών ή χειμάρρων ή στάσιμα νερά. Η συλλογή δειγμάτων σε λίμνες πρέπει να γίνεται σε διάφορα βάθη, δεδομένου ότι υπάρχουν διαφοροποιήσεις στα χαρακτηριστικά του νερού αυξανόμενου του βάθους. (40)

Βασικοί κανόνες δειγματοληψίας

Το δείγμα πρέπει να είναι αντιπροσωπευτικό και να αντιστοιχεί στις συνηθισμένες συνθήκες του προς ανάλυση υλικού. Η συλλογή και μεταφορά του δείγματος στο εργαστήριο πρέπει να εξασφαλίζουν τη διατήρηση χαρακτηριστικών του δείγματος και να αποκλείουν την αλλοίωση του. Η συλλογή δειγμάτων νερού γίνεται συνήθως σε επιμελώς καθαρές φιάλες. Αν πρόκειται και για μικροβιολογικές παραμέτρους, το δοχείο δειγματοληψίας πρέπει να είναι αποστειρωμένο. Οι λεπτομέρειες δειγματοληψίας διαφέρουν σημαντικά, ανάλογα με τις τοπικές συνθήκες. (40)

Δειγματοληψία από λίμνες

Τα ποιοτικά και ποσοτικά χαρακτηριστικά των υδάτων από λίμνες υπόκεινται σε σημαντικές διαφορές από τις εποχιακές στρωματώσεις, βροχοπτώσεις, τους ανέμους κλπ. Η επιλογή της τοποθεσίας, του βάθους και της συχνότητας δειγματοληψίας εξαρτάται από τις επί τόπου συνθήκες και το σκοπό της έρευνας. Η συλλογή νερών από διαφορετικά βάθη σε λίμνες γίνεται με δειγματολήπτες ώστε να μη αλλοιώνονται τα χαρακτηριστικά του δείγματος από την επαφή του με τον αέρα. (40).

Δειγματοληψία στην υπό μελέτη Φ.Κ.Π

Στην υπό μελέτη λίμνη συλλέχτηκαν δείγματα από 5 βασικές θέσεις και όταν κρινόταν αναγκαίο βάση των αποτελεσμάτων της προηγούμενης δειγματοληψίας και από 2 ακόμα. Τα σημεία έχουν προαναφερθεί και δεν είναι τυχαία η επιλογή τους. Επειδή η Φ.Κ.Π δεν έχει μεγάλο βάθος, άρα ούτε και μεταβολές που θα οφείλονταν σε αυτό από το οποίο λαμβάνονταν τα δείγματα ήταν (όπου ήταν δυνατόν) 50 cm. Τα δείγματα συλλέχθηκαν με απλή βύθιση και υπερχειλίση των φιαλών Δειγματοληψίας 500ml και 330ml. Η συχνότητα των δειγματοληψιών ήταν 2 εβδομάδες (εκτός έκτακτων περιστάσεων) στην χρονική περίοδο 1/2/2011-20/7/2011



Εικόνα 41 Δειγματοληψία στην ζώνη αναζ(24)

Υλικά και μέθοδοι ανάλυσης

Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία μαζί με το διαλυμένο στο νερό οξυγόνο αποτελούν τις βασικότερες ίσως παρεμποδίσσεις που επηρεάζουν τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Όλοι οι υδρόβιοι οργανισμοί μπορούν να ζήσουν σε πολύ συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών, το ξεπέραςμα του οποίου επιφέρει, αρχικά “στρες” και στη συνέχεια, το θάνατο. Για αυτό η μέτρηση της θερμοκρασίας πρέπει να συνοδεύει κάθε δειγματοληψία. Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι ακόμα απαραίτητη στη διαδικασία μέτρησης ορισμένων χαρακτηριστικών του νερού, όπως αλκαλικότητα, αλατότητα, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο κ.λ.π. Επίσης, σε λιμνολογικές έρευνες, η μέτρηση της θερμοκρασίας μαζί με εκείνη του βάθους, του διαλυμένου οξυγόνου και της αλατότητας είναι βασική προϋπόθεση προκειμένου να υπολογιστεί το επίπεδο κορεσμού του νερού σε οξυγόνο. Η θερμοκρασία των αποβλήτων που αποθηκεύονται στα επιφανειακά νερά πρέπει να βρίσκεται σε ορισμένα όρια συνήθως (25-40 °C) και πρέπει να ελέγχεται τακτικά, σύμφωνα με τη νομοθεσία. (40)

Αρχή μεθόδου μέτρησης

Η μέτρηση της θερμοκρασίας δείγματος νερού όταν αυτή γίνεται λίγο κάτω από την επιφάνεια του νερού ή στο εργαστήριο μπορεί να γίνει με οποιοδήποτε καλό υδραργυρικό θερμομέτρο Κελσίου. Το θερμομέτρο πρέπει να είναι βαθμονομημένο, τουλάχιστον ανά 0,10 C και έχει μικρή θερμοχωρητικότητα για να γίνεται γρήγορα εξισορρόπηση της θερμοκρασίας. Η ακρίβεια των θερμομέτρων πρέπει να συγκρίνεται με Πρότυπα Θερμόμετρα του Διεθνούς Γραφείου Προτύπων και να χρησιμοποιούνται πάντοτε θερμομέτρα εφοδιασμένα με το σχετικό πιστοποιητικό και διάγραμμα διορθώσεων. Για επιτόπιες μετρήσεις το θερμομέτρο πρέπει να προστατεύεται με μεταλλική θήκη. Στην υπο μελέτη λίμνη λόγω μικρού βάθους υπήρχε πάντα ένα θερμομέτρο τοποθετημένο στην ζώνη αναζ.και σε βάθος 1 μέτρο από το οποίο μετρήθηκαν οι θερμοκρασίες στην λίμνη σε όλες τις δειγματοληψίες.

Διαλυμένο οξυγόνο

Αρχή μεθόδου

Ο προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου με την ηλεκτροχημική μέθοδο, γίνεται με τη χρήση ενός ευαίσθητου στοιχείου, με το οποίο μετράται η μερική πίεση του οξυγόνου σε νερό. Το στοιχείο μέτρησης του οξυγόνου, είναι ένα ηλεκτρόδιο με δυο μεταλλικούς πόλους. Η άνοδος, είναι συνήθως μια σπείρα από άργυρο και η κάθοδος ένας δακτύλιος από χρυσό, στη βάση του ηλεκτροδίου. Το εσωτερικό του ηλεκτροδίου, περιέχει ηλεκτρολύτη χλωριούχου καλίου, σε μορφή ζελέ ή υπέρκορου διαλύματος. Το κάτω μέρος του ηλεκτροδίου καλύπτεται από μια λεπτή μεμβράνη εκλεκτικής διαπερατότητας. Η μεμβράνη είναι αδιαπέραστη στο νερό και τα διαλυμένα στερεά συστατικά του νερού και περατή στο οξυγόνο και ορισμένα άλλα αέρια που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό. Το ηλεκτρόδιο βρίσκεται συνδεδεμένο με εξωτερική πηγή τάσης. Το στοιχείο βυθίζεται στο νερό που πρόκειται να αναλυθεί. Κάτω από τη επίδραση διαφοράς δυναμικού που παράγεται από πολαρογραφικό ή γαλβανικό στοιχείο το οξυγόνο που περιέχεται στο δείγμα διέρχεται από μεμβράνη του ηλεκτροδίου και ανάγεται στην κάθοδο ενώ τα υδροξυλίοντα αντιδρούν με τα μεταλλικά ιόντα στην επιφάνεια της ανόδου. Το ρεύμα διάχυσης που δημιουργείται, είναι γραμμικά ανάλογο με τη μερική πίεση του οξυγόνου του δείγματος, σε ορισμένη θερμοκρασία. Το ρεύμα που παράγεται, ενισχύεται κατάλληλα και μετατρέπεται, απευθείας, σε ένδειξη της συγκέντρωσης οξυγόνου πάνω σε βαθμολογημένη κλίμακα του οργάνου. Το πεδίο εφαρμογής των οξυγονόμετρων, είναι ευρύ. Τα οξυγονόμετρα αποτελούν την καλύτερη μέθοδο για τον προσδιορισμό του διαλυμένου οξυγόνου, σε έντονα ρυπασμένα ή χρωματισμένα νερά, λύματα και απόβλητα.

Διαδικασία μέτρησης

Ηλεκτρόδιο DO Επιλέγεται στο πολυοργανο την ένδειξη DO % και γίνεται βαθμονόμηση στο 100 %. Βυθίζεται το ηλεκτρόδιο στο δείγμα και λαμβάνεται μέτρηση, επί τις % ή σε mg/l. Το ηλεκτρόδιο ξεπλένεται πολύ καλά με άφθονο απιονισμένο νερό και σκουπίζεται με χαρτί και είναι έτοιμο για την επόμενη μέτρηση.

ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

pH

Η μέτρηση του pH, είναι μια από τις σημαντικότερες και βασικότερες μετρήσεις κατά την εξέταση των υδάτων και αποβλήτων. Σε δεδομένη θερμοκρασία, το pH δείχνει πόσο όξινο ή αλκαλικό είναι ένα διάλυμα, ή τον βαθμό ιονισμού του διαλύματος. Με το pH δεν μετράται η οξύτητα ή η αλκαλικότητα του δείγματος, όμως τιμές pH μεγαλύτερες από 7 δείχνουν μια τάση προς την αλκαλικότητα. Στα νερά φυσικής προέλευσης, το pH κυμαίνεται συνήθως από 6,5 ως 8,5 (χωρίς να αποκλείονται ακραίες τιμές). Σε αυτά τα όρια, πρέπει να βρίσκεται και το pH των λυμάτων και αποβλήτων πριν τη διάθεση τους σε ρέματα και υπονόμους. (40)

Μέθοδος μέτρησης

Το pH μετράται ηλεκτρομετρικά. Ο ηλεκτρομετρικός προσδιορισμός του pH γίνεται με τη χρήση ειδικών οργάνων, γνωστών ως πεχάμετρα. Τα όργανα αυτά είναι συσκευές ηλεκτρικών μετρήσεων με αισθητήριο αποτελούμενο από ηλεκτρόδιο υάλου συνδεδεμένο με ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο. Προσδιορισμοί στο ύπαιθρο, μπορούν να γίνουν και χρωματομετρικά με τη χρησιμοποίηση δεικτών που αλλάζουν χρώμα σε διαφορετικά πεδία pH. Η σύγκριση του δημιουργούμενου χρώματος με πρότυπη χρωματική κλίμακα δίνει την τιμή του pH.

Δειγματοληψία και συντήρηση δείγματος

Ο προσδιορισμός του pH στα δείγματα, πρέπει να γίνεται κατά προτίμηση αμέσως μετά τη δειγματοληψία. Αν αυτό δεν είναι δυνατόν, η μεταφορά του δείγματος στο εργαστήριο πρέπει να γίνεται το συντομότερο δυνατόν από τη στιγμή της δειγματοληψίας. Τα δοχεία δειγματοληψίας γεμίζονται ως απάνω και διατηρούνται σφραγισμένα μέχρι τη στιγμή του προσδιορισμού.

Παρεμποδιστικές ουσίες και περιορισμοί μεθόδου

Το ηλεκτρόδιο υάλου δεν επηρεάζεται από το χρώμα, τη θολερότητα, τα κolloειδή διαλύματα, τις αναγωγικές και οξειδωτικές ουσίες, που υπάρχουν στα διαλύματα και την αλατότητα. Η επικάλυψη του ηλεκτροδίου με ελαιώδεις ουσίες ή αιωρούμενα στερεά μπορεί να επηρεάσει την τιμή μέτρησης του pH. Αυτή η επικάλυψη μπορεί να απομακρυνθεί με ελαφρό στέγνωμα ή πλύσιμο με απορρυπαντικό και ξέβγαλμα του ηλεκτροδίου με αποσταγμένο νερό. Εφόσον απαιτείται, γίνεται πρόσθετη κατεργασία με έκπλυση του ηλεκτροδίου με διάλυμα HCl (1+9). Η θερμοκρασία επηρεάζει την τιμή του pH, για αυτό πρέπει να αναφέρεται, πάντα, μαζί με την τιμή του pH και η θερμοκρασία του δείγματος τη στιγμή της μέτρησης. Επειδή η ακρίβεια του οργάνου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία του δείγματος, τα πεχάμετρα σκόπιμο είναι να διαθέτουν αντισταθμική διάταξη θερμοκρασίας. Αλλιώς το όργανο θα πρέπει να ρυθμίζεται στη θερμοκρασία του δείγματος.

Εργαστηριακός εξοπλισμός

Πεχάμετρο εργαστηριακού τύπου ή φορητό για επιτόπιες μετρήσεις πλήρες με ηλεκτρόδιο υάλου και ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο.

Το ηλεκτρόδιο αναφοράς είναι καλομέλανος ή Ag-AgCl ή άλλου τύπου, σταθερού δυναμικού. Τα σύνθετα ηλεκτρόδια περιλαμβάνουν, στο ίδιο στέλεχος, το ηλεκτρόδιο υάλου και το ηλεκτρόδιο αναφοράς, είναι εύκολα στη χρήση και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Αντιδραστήρια

Ρυθμιστικά διαλύματα

Στο εμπόριο, κυκλοφορούν έτοιμα ρυθμιστικά διαλύματα, σε διάφορα πεδία pH, για τη ρύθμιση του πεχαμέτρου πριν από κάθε μέτρηση pH.

Διαδικασία μέτρησης

Πριν από κάθε μέτρηση, γίνεται βαθμονόμηση του πεχαμέτρου, σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Η βαθμονόμηση γίνεται σε δύο τουλάχιστον τιμές, μεταξύ των οποίων βρίσκεται το pH του δείγματος οι οποίες απέχουν τρεις ή περισσότερες μονάδες pH μεταξύ τους. Στη συνέχεια τοποθετείται σε ποτήρι ζέσεως, που περιέχει τόση ποσότητα από το δείγμα ή το ρυθμιστικό διάλυμα, ώστε να καλύπτονται τα ευαίσθητα μέρη του ηλεκτροδίου με συνεχή ανάδευση του δείγματος. Αν πρόκειται να γίνουν επιτόπιες μετρήσεις, τα ηλεκτρόδια πρέπει να βυθίζονται απευθείας στο νερό σε κατάλληλο βάθος και να κινούνται στο νερό με τέτοιο τρόπο, ώστε να εξασφαλίζεται αρκετή κίνηση του υγρού ανάμεσα από τα ευαίσθητα στοιχεία του ηλεκτροδίου. Οι ικανοποιητικές συνθήκες ανάδευσης φαίνονται από τη σταθερότητα της ένδειξης του οργάνου. Αν η θερμοκρασία διαφέρει περισσότερο από 2 °C από την θερμοκρασία των ρυθμιστικών διαλυμάτων, οι τιμές του pH που διαβάζονται στο όργανο πρέπει να διορθωθούν. Τα περισσότερα σύγχρονα όργανα είναι εφοδιασμένα με αυτόματους εξισορροπητές της θερμοκρασίας. Πριν από κάθε μέτρηση τα ηλεκτρόδια ξεπλένονται με αποσταγμένο νερό και σκουπίζονται μαλακά με απορροφητικό χαρτί. Στη συνέχεια, βυθίζονται σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει το δείγμα και τίθεται σε λειτουργία ο μαγνητικός αναδευτήρας. Ο ρυθμός ανάδευσης πρέπει να μην επιτρέπει τη μεταφορά αέρα από την ατμόσφαιρα στο δείγμα (σπηλαίωση). Σημειώνουμε και καταγράφουμε την τιμή του pH και της θερμοκρασίας του δείγματος. Επαναλαμβάνουμε τη μέτρηση διαδοχικά, με νέες ποσότητες δείγματος ωστόσο η διαφορά των τιμών να είναι μικρότερη από 0,1 μονάδες pH. Στη συνέχεια το ηλεκτρόδιο ξεπλένεται με αποσταγμένο νερό, σκουπίζεται μαλακά με απορροφητικό πανί και το ηλεκτρόδιο βυθίζεται σε ποτήρι ζέσεως που περιέχει ρυθμιστικό διάλυμα 0,7 μονάδων ή σε απεσταγμένο νερό.

Τα δείγματα της λίμνης μετρηθήκαν με το πεχάμετρο με τον εξής τρόπο. Το όργανο βαθμονομήθηκε με πρότυπα με τιμές 4 και 7 μονάδες pH, έπειτα το ηλεκτρόδιο υάλου ξεπλένεται με απιονισμένο νερό και βυθίζεται στο δείγμα με συνεχή ανάδευση. Μόλις ληφθεί η μέτρηση το ηλεκτρόδιο ξεπλένεται με απιονισμένο νερό σκουπίζεται με απορροφητικό χαρτί και είναι έτοιμο για την επόμενη μέτρηση.

Ηλεκτρική αγωγιμότητα

Αρχή μεθόδου μέτρησης

Μετράται η ειδική αντίσταση ή η ειδική αγωγιμότητα ενός κύβου νερού, ίσου με 1 cm³, που βρίσκεται μεταξύ δύο παράλληλων ηλεκτροδίων πλατίνας ή (καλυμμένων με μαύρο πλατίνας). Ο

βαθμός αντίστασης εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά αγώγιμων συστατικών του εξεταζόμενου δείγματος. Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ειδικά όργανα γνωστά ως αγωγιμόμετρα. Τα όργανα αυτά μετρούν την αντίσταση του διαλύματος ή την τάση του εναλλασσόμενου ρεύματος. Τα αγωγιμόμετρα, συνήθως αποτελούνται από μια πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος γέφυρα Wheatstone και κύτταρο αγωγιμότητας και δίνουν κατευθείαν τιμή της αγωγιμότητας. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε αντίθεση με την αγωγιμότητα των μετάλλων αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας, με ρυθμό περίπου $1,9\%/^{\circ}\text{C}$. Σημαντικές διαφορές στις μετρήσεις προέρχονται συνήθως, από τη διαφορετική θερμοκρασία μέτρησης, η μέτρηση της αγωγιμότητας πρέπει πάντα να πραγματοποιείται σε σταθερή θερμοκρασία συνήθως ($20,0^{\circ}\text{C}$) η οποία και να αναγράφεται δίπλα στο αποτέλεσμα της μέτρησης.

Εργαστηριακός εξοπλισμός

Αγωγιμόμετρο

Στο εμπόριο κυκλοφορούν πολλοί τύποι αγωγιμόμετρων.τα περισσότερα είναι εφοδιασμένα με διάταξη αυτόματης αντιστάθμισης της θερμοκρασίας, η οποία επιτρέπει την άμεση ανάγνωση, με πολύ καλή προσέγγιση, της ειδικής αντίστασης στη θερμοκρασία αναφοράς. Η περιοχή της θερμοκρασίας για τη οποία η αντιστάθμιση γίνεται αυτόματα

Προσδιορισμός της ειδικής αγωγιμότητας του νερού που εξετάζεται

Ηλεκτρόδιο αγωγιμότητας,Tassel το οποίο τοποθετείται στο πολυοργανο, ρυθμίζεται το πολυοργανο ώστε να μετρήσει αγωγιμότητα(κουμπί με ένδειξη con,TDS,sale).Το ίδιο ξεπλένεται και σκουπίζεται ,έπειτα το αγωγιμόμετρο βυθίζεται στο δείγμα με συνεχή ανάδευση και λαμβάνεται η τιμή

Θολερότητα

Θολερότητα είναι μια έκφραση οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει και απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό και να μη μεταδίδει το φως σε ευθεία γραμμή. Η μέτρηση της θολερότητας είναι μια σημαντική μέτρηση στην εξέταση των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, γιατί η διαύγεια του νερού επηρεάζει τους υδρόβιους οργανισμούς και τις χρήσεις των νερών. Η θολερότητα στα επιφανειακά νερά προέρχεται από αιωρούμενα σωματίδια, ανόργανης ή οργανικής φύσης (όπως χύμα, πηλός, βακτήρια). Συσχέτιση της θολερότητας με το περιεχόμενο του δείγματος σε βάρος εναιωρούμενων στερεών είναι δύσκολη διότι το διαφορετικό μέγεθος, σχήμα και σύσταση των στερεών επηρεάζουν τη σκέδαση του φωτός. Ο προσδιορισμός της θολερότητας αποτελεί μια σημαντική παράμετρο για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού των λιμνών. Η μέτρηση της θολερότητας επιτρέπει τον έλεγχο και αυτοματοποίηση των μονάδων καθαρισμού του νερού και αποβλήτων διότι μπορεί να μετρηθεί με όργανα συνεχούς καταγραφής. (3)

Διαδικασία μέτρησης (Lovidond CR3210)

Το θολερόμετρο που χρησιμοποιήθηκε έχει εύρος μέτρησης 0-1000 NTU.Και τα πρότυπα με τα οποία βαθμονομήθηκε 0-1,1-10,10-100,100-1000 NTU.

Μέτρηση δείγματος Ενεργοποιείται η συσκευή με το πλήκτρο on/off.Με το πλήκτρο mode επιλέγεται το εύρος μέτρησης. Ελέγχεται η κυψελίδα να είναι καθαρή, ξεπλένεται με το δείγμα νερού και γεμίζεται μέχρι τη χαραγή. Η κυψελίδα σφραγίζεται και σκουπίζεται έπειτα τοποθετείται στο θολόμετρο. Παίρνω μέτρηση σε μονάδες θολότητας NTU

Σκληρότητα

Μέθοδοι προσδιορισμού

Δύο μέθοδοι μέτρησης χρησιμοποιούνται συνήθως για τον προσδιορισμό της σκληρότητας. Η πρώτη μέθοδος βασίζεται στον υπολογισμό της σκληρότητας στοιχειομετρικά, αφού προσδιοριστούν ξεχωριστά οι συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου, μαγνησίου. Η δεύτερη μέθοδος είναι ογκομετρική και βασίζεται στην από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από τη χημική ένωση EDTA.

Προσδιορισμός με τη μέθοδο EDTA

Αρχή μεθόδου

Ο προσδιορισμός της σκληρότητας με αυτή τη μέθοδο βασίζεται στην, από κοινού, δέσμευση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου από το δινάτριο άλας του αιθυλενο-διαμινο- τετραοξικού οξέος (EDTA) σε αλκαλικό περιβάλλον (pH: $10 \pm 0,1$),παρουσία δείκτη Eriochrome Black T.

Παρεμποδιστικές ουσίες στη μέτρηση

Ιόντα αργιλίου, χαλκού, σιδήρου, μολύβδου, μαγγανίου και ψευδαργύρου μπορεί να επηρεάσουν το αποτέλεσμα δίνοντας θετικό σφάλμα στη μέτρηση ή καθιστώντας δυσδιάκριτο το τελικό σημείο στην τιτλοδότηση.

Επίσης, τα φωσφορικά και ανθρακικά ιόντα, σε αλκαλικό περιβάλλον, μπορεί να καταβυθίζουν το ασβέστιο και έτσι επηρεάζουν το αποτέλεσμα με αρνητικό σφάλμα. Αντίθετα, τα πολυφωσφορικά ιόντα, σε συγκέντρωση ως 5 mg/L , δεν επηρεάζουν την μέτρηση. Με την προσθήκη, περίπου 250 mg κυανούχου νατρίου, στην ογκομετρική ποσότητα του δείγματος, ο επηρεασμός από ιόντα σιδήρου σε συγκεντρώσεις ως 30 mg/L μπορεί να αποκλειστεί. Σε δείγματα που περιέχουν μεγάλες συγκεντρώσεις από μεταλλοίοντα, συνιστάται να μην χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος και να χρησιμοποιείται η υπολογιστική μέθοδος για τον προσδιορισμό της σκληρότητας. Κατά την εκτέλεση της ανάλυσης, το

pH δεν πρέπει να υπερβαίνει την τιμή 8, γιατί επηρεάζεται το χρώμα του δείκτη και εμποδίζεται η μέτρηση.

Μέθοδος EDTA

Διάλυμα EDTA 0,01M Σε ογκομετρική φιάλη του 1lt διαλύονται 3,725 gr ethylene diaminetetraacetic acid disodium salt dehydrate(EDTA) με απιονισμένο νερό μέχρι τη χαραγή. Το διάλυμα διατηρείται σε φιάλη πολυαιθυλενίου διότι το EDTA έχει την τάση να δεσμεύει κατιόντα από τα απλά γυάλινα δοχεία . τέλος σημειώνουμε το όνομα του περιεχομένου και την ημερομηνία παρασκευής του

Προετοιμασία δείγματος Σε ογκομετρική φιάλη μπαίνουν 25 ml δείγματος, προσθέεται 1 ml αμμωνίας ,προσθέεται μια ταμπλέτα από αντιδραστήριο indicator buffer tablet(προσοχή, να διαλυθεί πλήρως η ταμπλέτα) ,αρχίζει η τιτλοδότηση γυρίζοντας πολύ λίγο τη στρόφιγγα της προχοϊδας, αναμένεται αλλαγή χρώματος από πράσινο σε μπορντό , καταγράφεται η ένδειξη της προχοϊδας, υπολογίζονται τα ml που καταναλωθήκαν και εφαρμόζεται ο παρακάτω τύπος

σκληρότητα (EDTA) σε mg/lit CaCO₃=(A*B*1.000)/ml δείγματος

όπου A:ml του διαλύματος EDTA που χρησιμοποιήθηκαν

B:mg του CaCO₃ που περιέχονται σε 1 ml διαλύματος EDTA

Αζωτο

Το άζωτο βρίσκεται στο νερό μιας υδατοσυλλογής σε ποσότητες συχνά περιοριστικές για την πρωτογενή παραγωγικότητα. Οι κύριες μορφές του με τις οποίες είναι προσλήψιμες από τους αυτότροφους οργανισμούς και αυτές θα μελετηθούν είναι η αμμωνία NH₄⁺ και τα νιτρικά NO₃⁻

Νιτρικά ιόντα (NO₃⁻)

Γενικά

Τα νιτρικά ιόντα αποτελούν το τελικό στάδιο οξειδωσης των αζωτούχων ενώσεων. Στα επιφανειακά υπόγεια νερά, οι συγκεντρώσεις των νιτρικών είναι συνήθως μικρές. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, είναι δείκτης ρύπανσης των υδάτων από λιπάσματα ή λύματα και απόβλητα. Τα ανεπεξέργαστα λύματα δεν περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών, γιατί το μεγαλύτερο μέρος του αζώτου που βρίσκεται δεσμευμένο σε οργανικές ενώσεις . αντίθετα, τα επεξεργαζόμενα λύματα περιέχουν συνήθως, υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών ως αποτέλεσμα του παρατεταμένου αερισμού που οδηγεί στην νιτροποίηση των αζωτούχων ενώσεων. Η ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση των νιτρικών στο πόσιμο είναι 50 mg/L, στα απόβλητα που διαθέτονται στα ρέματα (ΕΥΔΑΠ) 4 mg/L. (40)

Πειραματική διαδικασία

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε νιτρικά ιόντα, χρησιμοποιήθηκε το spectroquant Nitrate test (1.09713.0001) της Merck με εύρος μέτρησης 0,10-25,0 mg/l NO₃⁻-N. Με σιφώνιο, μεταφέρονται 4 ml από το αντιδραστήριο NO₃-1 μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολούθως, προστίθενται στο δοκιμαστικό σωλήνα 0,5 ml δείγματος και 0,5 ml από το αντιδραστήριο NO₃-2 με σιφώνιο ακριβείας. Βιδώνεται ο δοκιμαστικός σωλήνας και ανακινείται με προσοχή γιατί το περιεχόμενο του ζεσταίνεται αρκετά. Αφήνουμε το δοκιμαστικό σωλήνα για 10 λεπτά σε ηρεμία ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση. Μετά το πέρας των 10 λεπτών, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου, ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητως να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Επιπροσθέτως, τυχόν αιωρούμενα που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο δείγμα πρέπει να διαλύονται ή να απομακρύνονται με κατάλληλη μέθοδο. Κατά τη μέτρηση, τα φιαλίδια πρέπει να είναι καθαρά ή να καθαρίζονται με στεγνό, καθαρό πανί. Δείγματα στα οποία διακρίνεται θολερότητα, τα αποτελέσματα της μέτρησης δεν είναι αξιόπιστα. Ο χρωματισμός στο διάλυμα μετά το τέλος της αντίδρασης παραμένει σταθερός για 30 λεπτά αλλά η μέτρηση πρέπει να γίνεται αυστηρά στα 10 λεπτά

Φωτόμετρο Merck

Προσδιορισθείσα χρήση του οργάνου: Η χρήση του οργάνου έχει προσδιορίσει για την ανάλυση περιεχομένων ουσιών στο νερό και σε υδατικά διαλύματα με κυλινδρικές και ορθογώνιες κυψελίδες(OS).

Μέτρηση της συγκέντρωσης

Ενεργοποιείται το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει ένα αυτοέλεγχο(self-check)όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης της συγκέντρωσης(concentration).Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement"

Τοποθετείται η κυλινδρική κυψελίδα στον υποδοχή κυλινδρικών κυψελίδων ως ότου κουμπώσει, ή τοποθετείται ο Auto selector στον υποδοχέα κυλινδρικών κυψελίδων και την ορθογώνια κυψελίδα στον υποδοχέα ορθογώνιων κυψελίδων (Προσοχή η κυψελίδα να είναι καθαρή την έχει ξεπλυθεί με το δείγμα πριν τοποθετηθεί το δείγμα και πολύ καλά σκουπισμένη με ιδιαίτερη έμφαση στις διαμπερές πλευρές)

Εμφανίζεται η ένδειξη "μέτρηση" και η εμφάνιση του αποτελέσματος στην οθόνη

Τιμές εκτός των χαρακτηριστικών ορίων μέτρησης, εμφανίζονται στην οθόνη με μικρά ψηφία.

Αμμωνιακά NH_4^+

Αρχή μεθόδου

Αμμωνιακό άζωτο εμφανίζεται (NH_4^+N) εν μέρει με τη μορφή ιόντων αμμωνίου και εν μέρει ως αμμωνία. Η ισορροπία μεταξύ των δύο μορφών είναι εξαρτώμενη από το pH. Σε ισχυρό αλκαλικό διάλυμα το αμμωνιακό άζωτο είναι σχεδόν εξ ολοκλήρου η αμμωνία, η οποία αντιδρά με παράγωγα χλώριου για το σχηματισμό monochloramine. Αυτό με τη σειρά του αντιδρά με θυμόλη για να σχηματίσουν ένα μπλε παράγωγο indorhenols το οποίο καθορίζεται φωτομετρικά

Πειραματική διαδικασία

Η μέθοδος είναι ανάλογη με EPA 350.1, APHA 4500-NH₃ D, και ISO 7150 / 1.

Το pH του διαλύματος αυτού πρέπει να είναι εντός του εύρους 4-13

Για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των δειγμάτων σε αμμωνιακά ιόντα, χρησιμοποιήθηκε το spectroquant Ammonium test (1.14752.0001) της Merck με εύρος μέτρησης 0,01-3,0 mg/l NH_4^+ -N. Με σιφώνιο, μεταφέρονται 5 ml από το δείγμα μέσα σε δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολούθως, προστίθενται στο δοκιμαστικό σωλήνα 0,6 ml από το αντιδραστήριο NH_4^+ -1 και το αναδεύεται. Έπειτα προστίθεται 1 μικροκουταλάκι από το αντιδραστήριο NH_4^+ -2. Βιδώνεται ο δοκιμαστικός σωλήνας και ανακινείται μέχρι να διαλυθεί τελείως. Ο δοκιμαστικός σωλήνας αφήνεται για 5 λεπτά σε ηρεμία ώστε να πραγματοποιηθεί η αντίδραση. Έπειτα προστίθενται 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο NH_4^+ -3 αναδεύεται και ηρεμεί 5 min. Μετά το πέρας των 5 λεπτών, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου, ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζίας πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητως να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Επιπροσθέτως, τυχόν αιωρούμενα που μπορεί να υπάρχουν μέσα στο δείγμα πρέπει να διαλύονται ή να απομακρύνονται με κατάλληλη μέθοδο. Κατά τη μέτρηση, τα φιαλίδια πρέπει να είναι καθαρά ή να καθαρίζονται με στεγνό, καθαρό πανί. Δείγματα στα οποία διακρίνεται θολρότητα, τα αποτελέσματα της μέτρησης δεν είναι αξιόπιστα. Ο χρωματισμός στο διάλυμα μετά το τέλος της αντίδρασης παραμένει σταθερός για 30 λεπτά αλλά η μέτρηση πρέπει να γίνεται αυστηρά στα 10 λεπτά

Θειικά ιόντα SO_4^-

Πειραματική διαδικασία

Λαμβάνονται από το δείγμα 2,5 ml με ένα σιφώνι και τοποθετούνται σε ένα κενό φιαλίδιο. Στη συνέχεια προσθέτονται 2 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4^- 1 και το φιαλίδιο ανακινείται. Προστίθεται 1 κουταλάκι από το αντιδραστήριο SO_4^- 2 και αφού αναδευτεί, τοποθετείται στο υδατόλουτρο για 5 min στους 40°C. Μετά το τέλος των 5 min προστίθενται 2,5 ml από το αντιδραστήριο SO_4^- 3 και αναδεύεται. Στη συνέχεια φιλτράρεται όλο το περιεχόμενο του φιαλιδίου με απλό ηθμό σε άλλο φιαλίδιο. Προστίθενται 4 σταγόνες από το αντιδραστήριο SO_4^- 4 και αναδεύεται. Το φιαλίδιο τοποθετείται στο υδατόλουτρο για άλλα 7 min στους 40 °C. Μετά το πέρας του χρόνου επώασης μετράμε το δείγμα στο φωτόμετρο με τη βοήθεια κυψελίδας. Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (MERCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (auto selector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του auto selector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία

σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία. Το εύρος του test είναι 25-300 mg/l SO₄. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

Φώσφορος (PO₄³⁻-P)

Πειραματική διαδικασία

Κατά τη διαδικασία μέτρησης, προστίθεται 5,0 ml δείγμα, με τη χρήση σιφωνίου, σε κάθε φιαλίδιο και στη συνέχεια 5 σταγόνες του αντιδραστήριου P-1A σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα. Ακολουθεί ανάδευση σε αναδευτήρα (Minishaker MS2, IKA WORKS). Κατόπιν προστίθεται 1 δόση του αντιδραστήριου P-2A με μικροκουταλάκι. Ακολουθεί έντονη ανάδευση έως ότου διαλυθεί το ίζημα. Ο σωλήνας διατηρείται σε ηρεμία για 5 λεπτά. Ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου (MERCCK Spectroquant NOVA 60), ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο. Το φωτόμετρο διεξάγει έναν αυτοέλεγχο (self-check) όλου του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης Concentration (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη "insert cell or start measurement". Η κυψελίδα αναγνώρισης (autoselector) τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που χρησιμοποιείται. Η κάθετη γραμμή (μαρκάρισμα) του autoselector πρέπει να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με κάποιο ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη "measuring" (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία, επίσης δείγματα με μεγάλη θολότητα πρέπει απαραίτητα να διηθούνται γιατί δίνουν θετικό σφάλμα στη μέτρηση. Δείγματα που περιέχουν Cl⁻ > 1000 mg/lit πρέπει να αραιώνονται με απιονισμένο νερό. Το εύρος του test είναι 0,05-5,00 mg/l PO₄-P.

Για την διασφάλιση της ποσότητας του test μπορεί να χρησιμοποιηθεί πρότυπο διάλυμα με 0,80 mg/l PO₄-P (Spectroquant Combicheck 10) για τον έλεγχο του φωτομετρικού συστήματος μέτρησης (αντιδραστήρια των test, της συσκευής μέτρησης, χειρισμός) και του τρόπου λειτουργίας και επίσης ένα πρόσθετο διάλυμα για τον προσδιορισμό ξένων ουσιών που ενδέχεται να επηρεάσουν το αποτέλεσμα. Για τις φωτομετρικές μετρήσεις οι κυψελίδες που χρησιμοποιούνται πρέπει να είναι καθαρές.

Χλώριο Cl⁻

Γενικά

Το χλώριο υπό μορφή χλωριόντων, αποτελεί ένα από τα βασικά ανιόντα των υδάτων και αποβλήτων. Στα φυσικά επιφανειακά νερά, η συγκέντρωση χλωριόντων διαφέρει και εξαρτάται κυρίως από τη χημική σύσταση των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό. Στη χώρα μας σε πολλές περιοχές παρατηρούνται υψηλές τιμές χλωριόντων στα υπόγεια νερά. Υψηλές τιμές χλωριόντων παρατηρούνται και σε όλα σχεδόν τα υπόγεια νερά των παράκτιων περιοχών, λόγω των υπεραντλήσεων και της προέλασης του θαλάσσιου μετώπου. Στα αστικά λύματα, η συγκέντρωση των χλωριόντων είναι υψηλότερη από εκείνη των πόσιμων νερών γιατί κατά τη χρήση του από τον άνθρωπο, το νερό επιβαρύνεται με άλατα και κυρίως με χλωριούχο νάτριο. (40)

Μέθοδος νιτρικού αργύρου

Αρχή μεθόδου

Σε ουδέτερο ή αλκαλικό περιβάλλον με pH(8.3) και παρουσία δείκτη χρωμικού καλίου, γίνεται ποσοτική καταβύθιση των χλωριόντων, με σχηματισμό χλωριούχου αργύρου και χρωμικού αργύρου. Ο χλωριούχος άργυρος έχει καταβυθιστεί ποσοτικά όταν αρχίζει να εμφανίζεται το κόκκινο χρώμα του χρωμικού αργύρου. Η μέθοδος αυτή εφαρμόζεται σε νερά και απόβλητα με συγκεντρώσεις χλωριόντων από 1,5 ως 100 mg/L Cl⁻.

Παρεμποδιστικές ουσίες

Τα ιόντα βρωμίου, ιωδίου και τα θειώδη ιόντα τιτλοδοτούνται σαν ισοδύναμες ποσότητες ιόντων χλωρίου. Το χρώμα και η θολερότητα θα πρέπει να απομακρύνονται πριν τον προσδιορισμό των χλωριόντων. Τα ορθοφωσφορικά ιόντα, όταν είναι περισσότερα από 25 mg/L, καθιζάνουν σαν φωσφορικός άργυρος. Ο σίδηρος, σε συγκέντρωση μεγαλύτερη από 10 mg/L, παρεμποδίζει τη σωστή αναγνώριση αλλαγής του χρώματος του δείκτη στο τέλος της ογκομέτρησης.

Εργαστηριακός εξοπλισμός

Μέθοδος νιτρικού αργύρου Cl⁻

Παρασκευή AgNO₃ 0.0141N: Σε σφαιρική ογκομετρική φιάλη 1L τοποθετούνται 2.395 g AgNO₃, συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό, το διάλυμα αποθηκεύεται σε σκουρόχρωμη φιάλη σημειώνοντας πάνω σε αυτό το περιεχόμενο του και την ημερομηνία παρασκευής

Παρασκευή διαλύματος K₂Cr₂O₇: Διαλύονται 12,26 gr potassium dichromate (K₂Cr₂O₇) σε απιονισμένο νερό και μεταφέρονται ποσοτικά σε ογκομετρική φιάλη 250 ml αραιώνοντας μέχρι τη χαραγή.

Προετοιμασία δείγματος κωνική φιάλη τοποθετούνται 25ml δείγματος με pH 7-10 προσθέεται 1 ml από το δείκτη η K_2CrO_4 2%(Κατά την προσθήκη του δείκτη K_2CrO_4 2% το διάλυμα αποκτά κίτρινο χρώμα).

Τιτλοδότηση:Η προχοίδα γεμίζεται με διάλυμα $AgNO_3$ 0.0141N,καταγράφεται το ύψος του διαλύματος στην προχοίδα, το διάλυμα τιτλοδοτείται με $AgNO_3$ αναδεύοντας ταυτόχρονα έως το χρώμα του δείγματος να αλλάξει από κίτρινο σε πορτοκαλί, καταγράφεται το ύψος του διαλύματος στην προχοίδα, υπολογίζεται ο όγκος του $AgNO_3$ που καταναλώθηκε, και εφαρμόζεται ο παρακάτω τύπος.

$$mg/l\text{t } CL = ((A-B) \cdot N \cdot 35.450) / C$$

Όπου : A=ml διαλύματος $AgNO_3$ που καταναλωθήκαν για το δείγμα
B=ml διαλύματος $AgNO_3$ που καταναλωθήκαν για το τυφλό
N= η κανονικότητα του διαλύματος $AgNO_3$
C=ml δείγματος

Ασβέστιο

Το ασβέστιο στα επιφανειακά και υπόγεια νερά είναι φυσικής προέλευσης και οφείλεται στη χημική σύσταση που έχουν τα πετρώματα, από τα οποία διέρχεται το νερό. Τα πετρώματα, τα οποία είναι πλούσια σε ασβέστιο και εμπλουτίζουν τα φυσικά νερά, είναι ασβεστόλιθοι, οι δολομίτες, ο γύψος κ.α. Στη χώρα μας λόγω ασβεστολιθικής σύστασης των πετρωμάτων, τα νερά σε πολλές περιοχές είναι πλούσια σε ασβέστιο. Το ασβέστιο, δεσμευμένο με ανθρακικά ιόντα, σχηματίζει ανθρακικό ασβέστιο, που συμβάλλει στη δημιουργία ολικής σκληρότητας. Υψηλές συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου, προκαλούν καθυστερήσεις στις σωληνώσεις και τις μεταλλικές επιφάνειες, ιδιαίτερα εκείνες από τις οποίες διέρχεται ζεστό νερό. (40)

Μέθοδος προσδιορισμού συγκέντρωσης του ασβεστίου

Φασματοφωτομετρο

Αρχή λειτουργίας: Τα μόρια της ένωσης το οποίο μπαίνει στη φλόγα διασπώνται σε άτομα. Τα άτομα διεγείρονται και κατά την αποδιέγερση τους παρατηρείται εκπομπή ακτινοβολίας. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται εξαρτάται από την φύση του στοιχείου που εισέρχεται στο χώρο της φλόγας. Αυτή η εκπομπή σε συγκεκριμένο μήκος κύματος μπορεί να απομονωθεί με την χρήση κατάλληλων οπτικών φίλτρων και να ανιχνευτεί από έναν Φωτο-ανιχνευτή η ένταση της ακτινοβολίας που εκπέμπεται είναι το μετρό της συγκέντρωσης του στοιχείου στο δείγμα που εισάγεται στην φλόγα. Η παρουσία νάτριου χρωματίζει την φλόγα κίτρινη παρουσία αλάτων ασβεστίου χρωματίζει την φλόγα πορτοκαλί η παρουσία καλίου λιλά.

Παρασκευή προτύπων. Από πυκνά διαλύματα Na(νάτριου), K(καλίου) και Ca(ασβεστίου) συγκέντρωσης 1000ppm και βάση του νομού αραιώσης ($V_{\text{αρχικό}} \cdot C_{\text{αρχικό}} = V_{\text{τελικό}} \cdot C_{\text{τελικό}}$, όπου V=όγκος και C=συγκέντρωση),φτιάχνονται πρότυπα μικρότερων συγκεντρώσεων.

Για κάλιο οι συγκεντρώσεις είναι 10,8,6,4,2 ppm

Για ασβέστιο οι συγκεντρώσεις είναι 100,80,60,40,20 ppm

Για νάτριο οι συγκεντρώσεις είναι 10,7,5,3,1 ppm

ΣΗΜΕΙΩΣΗ :για πρότυπα καλίου και νάτριου επειδή οι συγκεντρώσεις είναι πολύ μικρότερες άρα και οι όγκοι από το πυκνό διάλυμα και υπάρχει πιθανότητα σφάλματος παρασκευάζεται πρώτα ένα διάλυμα 100ppm και από αυτό όλα τα υπόλοιπα πρότυπα(14,κιτ φωτόμετρο)

Λειτουργία: Ενεργοποιείται η αντλία αέρα, ανοίγεται η φιάλη καύσιμου. ενεργοποιείται το φλογοφωτομετρο, ελέγχεται το χρώμα της φλόγας, παραμένει για 30 λεπτά πριν αρχίσουν οι αναλύσεις, επιλέγεται το κατάλληλο φίλτρο Ca,Na,K μετακινώντας το διακόπτη που είναι πάνω από την καμινάδα του οργάνου και μέτρα τα αντίστοιχα πρότυπα για την θέση που είναι το φίλτρο. Τοποθετείται ο σωλήνας απορρόφησης σε υπερκάθαρο νερό και το όργανο μηδενίζεται. Τοποθετείται στο σωλήνα απορρόφησης στο κατάλληλο πρότυπο διάλυμα(K,Ca,Na)με την μεγαλύτερη συγκέντρωση. επιλέγεται η κλίμακα μέτρησης με τον διακόπτη στο πάνω δεξιά σημείο του οργάνου, πατώντας τον διακόπτη decimal που βρίσκεται δεξιά της οθόνης με ένδειξη ανάλυσης με πρώτο δεκαδικό ψηφίο ,ρυθμίζεται η ένδειξη του οργάνου στην τιμή του προτύπου με την μεγαλύτερη συγκέντρωση περιστρέφοντας το διακόπτη στο πάνω αριστερό σημείο του οργάνου ,τοποθετείται ο σωλήνας αναρρόφησης στα υπόλοιπα πρότυπα διαλύματα διαδοχικά από το μεγαλύτερο στο μικρότερο και καταγράφονται οι αντίστοιχες ενδείξεις του οργάνου,Αφου ολοκληρώθει η καμπύλη αναφοράς κάθε στοιχείου αρχίζει η μέτρηση των άγνωστων δειγμάτων.Τα δείγματα θα πρέπει να έχουν διηθηθεί από φίλτρο 40 mm. Αν το δείγμα έχει τιμή μεγαλύτερη ή όση από το μεγαλύτερο πρότυπο διάλυμα πρέπει να γίνει αραιώση του δείγματος

Μικροβιολογική εξέταση των υδάτων

Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου

Μετά από διήθηση του δείγματος υπό κενό, το φίλτρο που χρησιμοποιήθηκε στη διήθηση τοποθετείται σε θρεπτικό υλικό και επωάζεται σε θάλαμο επώασης σταθερής θερμοκρασίας.

Απαιτούμενος εξοπλισμός και διαλύματα: Κατά τη διαδικασία μέτρησης των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων και ολικών κολοβακτηριδίων χρησιμοποιήθηκε αντλία κενού, αποστειρωμένα τρυβλία με υπόστρωμα, αποστειρωμένα φίλτρα 47mm - 0,45 μm (Pall GN-6 mertica/® Grid), μαγνητική χοάνη διήθησης 300ml, μεταλλική λαβίδα με στρογγυλεμένα άκρα, πιπέτες ρυθμιζόμενου όγκου 1 - 10 ml, ογκομετρικοί κύλινδροι, θάλαμοι επώασης (G®-Cell 075) και (Heraeus kentro UB6) ρυθμιζόμενοι σε θερμοκρασία 44°C και 37°C αντίστοιχα. Για τα ολικά και κοπρανώδη κολοβακτήρια χρησιμοποιήθηκε Agar και Membrane Laury/ Su/phate Broth. Για τους εντερόκοκκους χρησιμοποιήθηκε το S/anetz & Bart/ey Medium (Lab M 166).(40)

Προετοιμασία θρεπτικών υλικών

Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των ολικών και κοπρανωδών κολοβακτηριδίων ακολουθείται η εξής διαδικασία. Σε φιάλη Boro τοποθετείται η ποσότητα του Agar και του Membrane Laury/ Su/phate Broth (Lab 82), ανάλογα με την ποσότητα των τρυβλίων που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Το καπάκι του μπουκαλιού τοποθετείται χωρίς να βιδωθεί και το μπουκάλι τοποθετείται στον κλίβανο υγρής αποστείρωσης για 10 λεπτά. Όταν τελειώσει η λειτουργία του κλιβάνου, το θρεπτικό υλικό μοιράζεται στα αποστειρωμένα τρυβλία. Αφού κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του.

Για την δημιουργία του θρεπτικού υλικού που θα χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση των εντερόκοκκων ακολουθείται η εξής διαδικασία. Σε ειδικό μπουκάλι Boro, τοποθετείται ανάλογη ποσότητα του S/anetz & Bart/ey Medium (Lab 166) με τα τρυβλία που θα χρησιμοποιηθούν. Συμπληρώνεται με απιονισμένο νερό και τοποθετείται μαγνητικός αναδευτήρας για τη διάλυση των στερεών υλικών. Βιδώνεται το καπάκι του μπουκαλιού και τοποθετείται στην θερμαντική πλάκα με ανάδευση έως ότου αρχίσει ο βρασμός και γίνει διαυγές. Στην συνέχεια μοιράζεται στα τρυβλία. Αφού κρυώσει και πήξει φυλάσσεται στο ψυγείο μέχρι την χρήση του. Το θρεπτικό υλικό για μέτρηση εντερόκοκκου συντηρείται έως 1 εβδομάδα ενώ αυτό για την μέτρηση των ολικών κολοβακτηριδίων και των E.coli για τρεις μήνες στο ψυγείο(περίπου 20 °C

Διήθηση

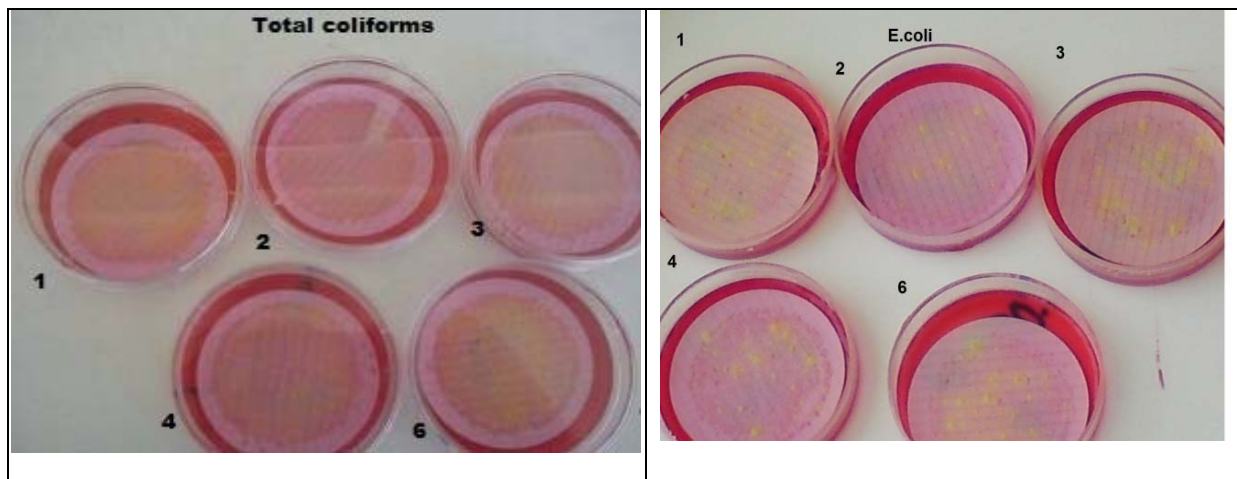
Η μαγνητική χοάνη προσαρμόζεται στη συσκευή διήθησης. Αποστειρώνεται με οινόπνευμα η λαβίδα με την οποία τοποθετείται το αποστειρωμένο φίλτρο πάνω στη βάση της μαγνητικής χοάνης. Κατόπιν ανοίγεται η αντλία κενού και διηθείται το δείγμα όγκου 100ml. Το φίλτρο μεταφέρεται με αποστειρωμένη λαβίδα στο τρυβλίο με το θρεπτικό υλικό.

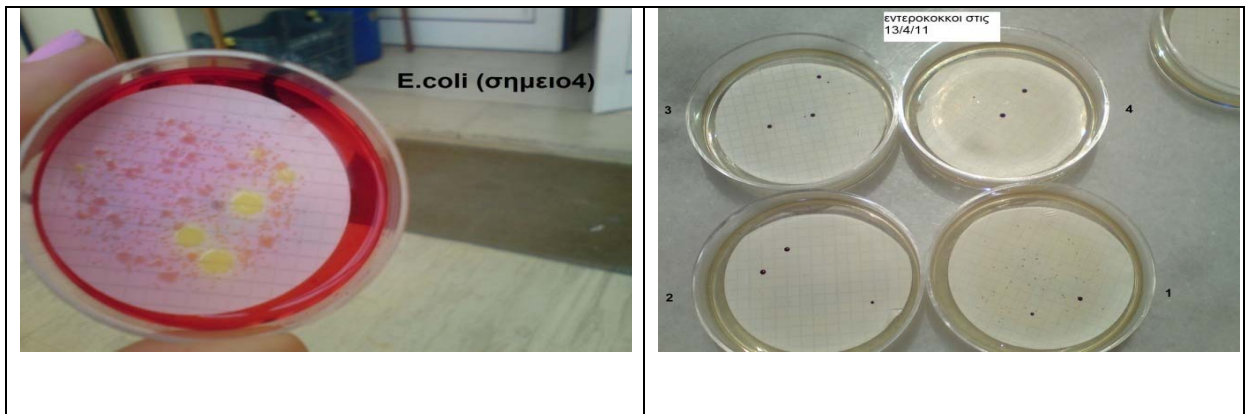
Επώαση

Τα τρυβλία των ολικών κολοβακτηριδίων (Total/ Col/iforms) τοποθετούνται για 22 – 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C. Τα τρυβλία των κοπρανωδών κολοβακτηριδίων (Faecal/ Col/iforms) τοποθετούνται για 24 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 44 °C. Τέλος, τα τρυβλία των εντερόκοκκων τοποθετούνται για 48 ώρες σε θάλαμο επώασης στους 37°C.

Καταμέτρηση αποικιών

Τα ολικά κολοβακτηρίδια καθώς και τα κοπρανώδη κολοβακτήρια δημιουργούν αποικίες κίτρινου χρώματος, ενώ οι εντερόκοκκοι εμφανίζουν κόκκινο χρώμα.





Εικόνα 42 Τριβλία με μικροβιολογικό φορτίο απο δείγματα στην υπο μελέτη λίμνη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα παρατεθούν τα συγκεντρωτικά διαγράμματα ανά παράμετρο, όπου κάθε διάγραμμα θα περιέχει τις πληροφορίες για όλα τα σημεία δειγματοληψίας και όλες τις δειγματοληψίες,

Ακόμα σε αυτά τα διαγράμματα έχει προστεθεί το σημείο δειγματοληψίας <<πάνω σκαλιά>> στο οποίο υπάρχουν μετρήσεις μόνο από δύο δειγματοληψίες

Αυτό που πρέπει θεωρητικά και αναμένεται να φανεί από τα διαγράμματα είναι ίδιες τιμές στα σημεία πηγή και πάνω σκαλιά, καθώς και σε αυτά τα σημεία το νερό να είναι το λιγότερο επιβαρυνμένο, αφού το επεξεργασμένο νερό διοχετεύεται σε αυτά τα σημεία, σε ιδανικές συνθήκες θα έπρεπε να είναι και στα κάτω σκαλιά αλλά επειδή η διαδρομή από τα πάνω σκαλιά προς τα κάτω γίνεται μέσω πέτρινων τεχνητών σκαλιών τα οποία είναι ανοικτά για ανταλλαγή ύλης από το περιβάλλον και μπορεί να επιβαρυνθούν δεν εντάσσονται στην ίδια κατηγορία. Ακόμα τα σημεία της ζώνη αναζωογόνηση και της ακτής κολύμβησης πρέπει να έχουν παρόμοιες τιμές σε παραμέτρους που αφορούν τις διεργασίες που γίνονται από τα φυτά αφού σε αυτά τα σημεία βρίσκονται τα φυτά, καθώς και σε παραμέτρους που επηρεάζονται από την θερμοκρασία αφού είναι ρηχές ζώνες(βέβαια η ακτή κολύμβησης είναι κατά πολύ πιο ρηχή από την ζώνη αναζωογόνησης.) Τα δείγματα από το νερό του δικτύου δεν θα σχολιαστούν σε αυτό το κεφάλαιο αφού το δείγμα λαμβάνονταν μόνο για να επιβεβαιωθεί πως η λίμνη συμπληρωνόταν με καθαρό μη επιβαρυνμένο νερό. Η ζώνη κολύμβησης ουσιαστικά είναι αυτή που καθαρίζεται συνέχεια αφού είναι κλειστό σύστημα μέσω τοιχίου και το νερό που επικοινωνεί με την υπόλοιπη λίμνη είναι το επιφανειακό το οποίο μέσω του skimmer ανανεώνεται συνέχεια. Ακόμα αυτή η ζώνη ανανεώνεται με το νερό από τα πάνω-κάτω σκαλιά το οποίο είναι επεξεργασμένο και θεωρείται καθαρό και καταλήγει κατευθείαν σε αυτή την ζώνη., όπως και το νερό του δικτύου διοχετεύεται πρώτα σε αυτό το σημείο .

E

Παρατηρώντας συνολικά τις μεταβολές των τιμών των ποιοτικών χαρακτηριστικών του νερού τις κολυμβητικής λίμνης διαπιστώνεται ανάλογη τάση εποχιακής μεταβολής του. Η θερμοκρασία, η αγωγιμότητα, η θολότητα, η συγκέντρωση νιτρικών ιόντων, η συγκέντρωση ιόντων χλωρίου και οι μικροβιολογικές παραμέτροι εμφανίζουν γενικά παρόμοιες εποχικές διακυμάνσεις

Σημαντικές διαφοροποιήσεις παρατηρήθηκαν στις τιμές των παραμέτρων ανάλογα με την θέση δειγματοληψίας, η λίμνη παρουσιάζει αξιοσημείωτο μικροβιολογικό φορτίο ειδικά σε σημεία που θεωρητικά θα έπρεπε να είναι μηδενικό ή ελάχιστο

Το pH του νερού της λίμνης μπορεί να χαρακτηριστεί ελαφρά αλκαλικό. Άλλωστε το νερό με το οποίο

πληρώθηκε η λίμνη είχε pH αλκαλικό καθώς τα επιφανειακά και υπόγεια νερά της Ελλάδας είναι στην πλειοψηφία τους αλκαλικά λόγω συγκεκριμένων ποτάμιων υλικών και κυριάρχηση ανθρακικών μεταλλευμάτων στα πετρώματα και στα πρόσφατα ιζήματα

Παρατηρείται μια μικρή αύξηση τους θερινούς μήνες στις τιμές της αγωγιμότητας ή οποία όμως δεν ακολουθείται με παράλληλη αύξηση της συγκέντρωσης των χλωριόντων. Ίσως αυτή η άνοδος οφείλεται στην παρουσία κάποιων άλλων ιόντων και αλάτων αλλά επειδή είναι τόσο μικρή δεν μετρήθηκε κάποια αξιόλογη μεταβολή εκείνο το χρονικό διάστημα που να υποδεικνύει τον λόγο αυτής της μικρής ανόδου. Παρόλα αυτά παρατηρείται παράλληλη αύξηση των συνολικά αιωρούμενων στερεών .

Η αγωγιμότητα της κολυμβητικής λίμνης είναι φυσικό να είναι σε πολύ χαμηλές τιμές αφού το νερό με το οποίο πληρώθηκε η λίμνη είναι νερό δημοτικού δικτύου. Ακόμη η λίμνη δεν έχει καμιά ανταλλαγή ύλης με τους γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής, η οποία θα μπορούσε να μεταβάλει τις μετρήσεις, αφού η λίμνη έχει στεγανοποιηθεί με μεμβράνη πολυαιθυλενίου

Οι τιμές των νιτρικών ιόντων, είναι σε χαμηλές συγκεντρώσεις και αυξάνεται τους θερινούς μήνες και περισσότερο στην ζώνη αναζωογόνησης και στην ακτή κολύμβησης. Το νιτρικό ιόν αποτελεί την σταθερή μορφή του οξειδωμένου αζώτου. Η παρουσία νιτρικών ιόντων στα επιφανειακά νερά οφείλεται εν μέρει στη διαρκή επαφή με την ατμόσφαιρα με αποτέλεσμα τον κορεσμό τους σε αέριο άζωτο. Συνεπώς η παρουσία του νιτρικού ιόντος στα επιφανειακά νερά σε χαμηλές συγκεντρώσεις θεωρείται φυσιολογική(13).Οι τιμές που παίρνουν τα νιτρικά ιόντα στην κολυμβητική λίμνη κυμαίνονται από 0,8-20,8 mg/l ενώ οι περισσότερες τιμές είναι περίπου από 5-7 mg/l με τις υψηλότερες τιμές στις 16/3/11 και 15/6/11 .Αν και παρατηρείται και μια υψηλή και κατά πολύ διαφορετική τιμή στο νερό του δικτύου στις 30/3/11 με τιμή 8,8 mg/l .Η αύξηση των νιτρικών ιόντων με παράλληλη αύξηση της συγκέντρωσης καλίου υποδεικνύει πιθανή προσθήκη νιτρικού καλίου

Οι τιμές των αμμωνιακών ιόντων κυμαίνονται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα και υπήρξε μόνο μια έξαρση στις 19/5/11 στην ζώνη αναζωογόνησης με τιμή 1,3mg/l και κάποιες λίγο υψηλότερες μετρήσεις στις 6/7/11 σε όλο το εύρος τις λίμνης. Παρόλα αυτά οι συγκεντρώσεις μέχρι 0,5mg/l δεν θεωρούνται επικίνδυνες για το υδάτινο οικοσύστημα και στην κολυμβητική λίμνη η πλειοψηφία των μετρήσεων είναι κάτω από αυτό το όριο.

Αξιοσημείωτες είναι οι υψηλές τιμές των φωσφορικών ιόντων οι οποίες συγκρινόμενες με τα όρια τις IOB είναι αρκετά μεγαλύτερες και σε πολλές περιπτώσεις υποδεικνύουν ευτροφικές καταστάσεις. Οι πολύ υψηλές τιμές τις μετρήθηκαν στις 4/5/11 και 6/7/11 στην κολυμβητική λίμνη και για αυτό τον λόγο είναι δύσκολο να αναγνωριστεί η αιτία αυτών των τιμών αφού το οικοσύστημα είναι κλειστό για ανταλλαγή ύλης μέσω νερού και με τον αέρα δεν μπορούν να μεταφερθούν τέτοιες συγκεντρώσεις. Το πιθανότερο είναι να δημιουργούνται λόγω έλλειψης μικροοργανισμών(ψάρια, βατράχια κ.τ.λ.)τα οποία χρησιμοποιούν την άγλη για να τραφούν. Μια ακόμα αιτία μπορεί να είναι το μικρό βάθος της λίμνης και άρα η πολύ γρήγορη διάχυση των ηλιακών ακτινών οι οποίες δημιουργούν ιδανικές συνθήκες για δημιουργία άγλης. Η ίδια αιτία μπορεί να ισχύει και για τον ολικό φώσφορο όπου βάση και νομοθεσίας για νερά κολύμβησης αλλά και για κολυμβητικές λίμνες από IOB. Οι τιμές στην κολυμβητική λίμνη είναι πολύ υψηλότερες των ορίων. Ακόμα ένας λόγος που μετρήθηκαν σε κάποιες ημερομηνίες χαμηλότερες τιμές φωσφορικών ιόντων και ολικού φωσφόρου είναι η κατά περιόδους αύξηση των συγκεντρώσεων των νιτρικών ιόντων. Στα περισσότερα φυσικά νερά οι συγκεντρώσεις του ολικού φωσφόρου (το σύνολο του ανόργανου και οργανικού, διαλυμένου και σωματιδιακού φωσφόρου) κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 10 και 50μg/l. Ωστόσο σε μη παραγωγικά, ολιγότροφα νερά η συγκέντρωση του ολικού φωσφόρου μπορεί να είναι μικρότερη από 5μg/l, ενώ σε πολύ εύτροφες συνθήκες μπορεί να υπερβαίνει τα 100 μg/l. Στην κολυμβητική λίμνη υπερβαίνει αυτή την τιμή κατά πολύ. Όμως στην τελευταία μέτρηση όπου έχει εφαρμοστεί χημικό(copper surfate) για την καταπολέμηση της άγλης μετρήθηκαν μηδενικές τιμές φωσφορικών και ολικού φωσφόρου αφού το φίλτρο φωσφόρου δεν λειτούργησε σωστά.

Η συγκέντρωση των θειικών ιόντων είναι σχεδόν σε όλο το χρονικό διάστημα των δειγματοληψιών σε κανονικά επίπεδα και παρατηρείται μόνο μια έξαρση σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας στις 1/3/11 η οποία όμως δεν είναι ανησυχητική. Κύρια πηγή των θειικών ιόντων στο νερό των λιμνών είναι το νερό της βροχής. Άλλες πιθανές πηγές θειικών ιόντων είναι ιζηματογενή πετρώματα που περιέχουν θειικό ασβέστιο ή θειικό πυρίτιο. Στην κολυμβητική λίμνη ο μόνος τρόπος εμπλουτισμού είναι η βροχή. Ακόμα παρατηρείται μια μικρή αύξηση των θειικών ιόντων στις μετρήσεις έπειτα από την προσθήκη θειικού χαλκού, κάτι που ήταν αναμενόμενο.

Αξιοσημείωτο είναι το μικροβιακό φορτίο με αυξητική τάση την περίοδο άνοιξη-καλοκαίρι, περισσότερο την θερινή περίοδο. Οι πηγές των μικροοργανισμών πιθανόν είναι ανθρωπογενής(δεν τηρηθήκαν οι κανόνες υγιεινής πριν και κατά την κολύμβηση στην λίμνη).η ζωικά λύματα, από μικρά ζώα και πουλιά. Ακόμα δεν υπάρχει πάντα ταύτιση μεταξύ των σημείων, όπως και στο ίδιο σημείο σε διαδοχικές μετρήσεις υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις. Παρατηρείται ακόμα και μια σταδιακή αύξηση του εντερόκοκκου τους θερινούς μήνες όπου είχαν αρχίσει να κολυμπούν στην λίμνη.

Ταυτόχρονα με την αύξηση του μικροβιακού φορτίου παρατηρείται μείωση του διαλυμένου οξυγόνου. Η καθαρότητα του νερού είναι κατά μεγάλο βαθμό εξαρτημένη από την συνεχή οξυγόνωση του. Ευνοείται σε συνθήκες υψηλής και συνεχούς ροής που βελτιώνουν τον επιφανειακό αερισμό.. Αντίθετα

σε χαμηλές ροές που παρατηρούνται κατά την διάρκεια της ξηρής περιόδου ευνοείται η συσσωμάτωση των ρύπων που μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρά προβλήματα ποιότητας νερού. Επίσης υψηλότερες τιμές θερμοκρασίας του νερού και η μείωση των βροχοπτώσεων κατά την διάρκεια της ξηρής περιόδου μπορεί να οδηγήσουν σε χαμηλότερη τιμή κορεσμού του διαλυμένου οξυγόνου. Κάτι τέτοιο ίσως να έχει συμβεί στις 6/7/11 που ο κορεσμός του οξυγόνου έχει μειωθεί περισσότερο από όσο επιτρέπουν τα όρια χωρίς να υπάρχει εμφανής μικροβιολογικό αίτιο. Η μεγάλη συγκέντρωση εντερόκοκκου ενώ η μικρότερη E-coli υποδεικνύει πως η μόλυνση είναι ζωικής προέλευσης

Οι τιμές της σκληρότητας σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας και σε όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών χαρακτηρίζουν την ποιότητα του νερού ως <<μαλακό νερό>>.

Οι τιμές της θολότητας δεν είναι πολύ υψηλές αλλά παρατηρείται μια σημαντική άνοδος σε αυτές κατά τις τελευταίες μετρήσεις όπου είναι φανερό πώς αυτή η άνοδος οφείλεται στην παρουσία αλγης. Ακόμα οι υψηλότερες τιμές μετριούνται στα σημεία ζώνη αναζωογόνησης και κολυμβητική ακτή όπως είναι αναμενόμενο καθώς εκεί βρίσκονται τα φυτά και είχαν τις υψηλότερες τιμές φωσφόρου όπου σε συνδυασμό με το φως είναι οι ευνοϊκότερες συνθήκες για δημιουργία αλγης

Οι συγκεντρώσεις των ιόντων νατρίου είναι σε κανονικά πλαίσια. Έχουν μια αύξηση στις 19/5/11 αλλά μετά μειώνονται πάλι σταδιακά.

Οι συγκεντρώσεις των ιόντων καλίου είναι σε κανονικά πλαίσια. Έχουν μια αύξηση στις 15/6/11 αλλά μετά μειώνονται πάλι σταδιακά.

Οι συγκεντρώσεις των ιόντων ασβεστίου είναι σε κανονικά πλαίσια.

Η κολυμβητική λίμνη που μελετήθηκε λειτουργεί αρκετά καλά και παρόμοια με την φυσική. Είναι κατάλληλη για κολύμβηση. Το μόνο πρόβλημα που υπάρχει είναι η μεγάλη παρουσία αλγης η οποία μπορεί να δικαιολογηθεί μόνο από την απουσία του φίλτρου φωσφόρου και τις πολύ υψηλές ηλιοφάνειες στην Κρήτη και στην περιοχή Κόκκινο Χωριό αφού η λίμνη δεν έχει κανένα τεχνητό ή φυσικό μέσω σκίασης. Ακόμη η απουσία μικροοργανισμών και οργανισμών που αποικοδομούν ή καταναλώνουν την άλγη είναι ένας ακόμα βασικός παράγοντας ,όπου όλοι μαζί αυτοί οι παράγοντες οδηγούν την λίμνη σε ευτροφικές καταστάσεις και μερικές φορές ακραίες ευτροφικές.

Δεν παρατηρηθήκαν τα αποτελέσματα που ήταν αναμενόμενα ως προς τα σημεία και την ποιότητα του νερού που θα αναμένεται σε αυτά βάση της επεξεργασίας του. Οι μετρήσεις στα κάτω σκαλιά και στη πηγή ήταν αρκετά επιβαρυνμένες σε σχέση με μετρήσεις τις ίδιες περιόδου τόσο στη συγκέντρωση αμμωνιακών ιόντων όσο και μικροβιακού φορτίου. Το νερό στην λίμνη ομογενοποιείται σχεδόν και δεν δημιουργείται πρόβλημα στην κολυμβητική ζώνη. Σε κάποιες δειγματοληψίες δεν δικαιολογείται η μεγάλη διαφοροποίηση που έχουν μεταξύ τους ως προς την ποιότητα του νερού, δεδομένου ότι είναι μια λίμνη μικρής έκτασης και βάθους.

Τέλος θα πρέπει οι ιδιοκτήτες να δείξουν μεγάλη προσοχή στην τήρηση των κανόνων υγιεινής καθώς και στον καθαρισμό της λίμνης και την προστασία της από εξωτερικούς παράγοντες(ζώα, χημικά κ.τ.λ.)

Βιβλιογραφία

- 1) <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/limnology/eisagogi.htm> (5/6/11)
- 2) Γσιούρης Σ., 2001. Θέματα Προστασίας Περιβάλλοντος . Εκδόσεις Γαρταγάνη 349 σελίδες
- 3) Νομοθεσία από ΕΟΚ(προσωπικό αρχείο)

- 4) <http://www.biotop-natural-pool.com/index.html>(12/4/11)
- 5) Natural Swimming Pools: Inspiration For Harmony With Nature (Schiffer Design Book),Michael Littlewood
- 6) http://en.wikipedia.org/wiki/File:Single_Chamber_NSP.jpg(12/4/11)
- 7) <http://www.bionova.gr/> ,(συμπεριλαμβάνονται έντυπα που έστειλε η εταιρία μετα από αίτημα μας)
- 8)http://translate.google.gr/translate?hl=el&sl=en&u=http://en.wikipedia.org/wiki/Natural_pool&ei=G_fMTqG8CKn64QSstYhB&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=8&ved=0CFwQ7gEwBw&prev=/search%3Fq%3DNATURAL%2BPOOLS%26hl%3Del%26biw%3D1024%26bih%3D664%26prmd%3Dimvns (5/10/11)
- 9) http://www.swimming-teich.com/pdf/Infoblatt_Tauchpumpenschacht.pdf (12/4/11)
- 10) http://www.swimming-teich.com/pdf/Infoblatt_Bogensiebskimmer.pdf (12/4/11)
- 11) http://www.swimming-teich.com/pdf/Infoblatt_PhosTec_Ultra_en.pdf (12/4/11)
- 12) <http://www.swimming-teich.com/pdf/magazine/Infoblatt%20Unterwassersense%20Kescher.pdf> (12/4/11)
- 13) http://www.biotop-natural-pool.com/system_winkelelemente.html(15/4/11)
- 14)http://www.swimmingteich.com/pdf/magazine/Teichsauger%20IP7%20Komplettset%20mit%20Logo_2007.pdf (12/6/11)
- 15)http://www.google.gr/imgres?q=natural+swimming+pond+naturbad+Maria+einsiedel&hl=el&tbnid=t6Ctra9sGTcUM:&imgrefurl=http://rin-robyn-pools.blogspot.com/&docid=LJRADiHLmbfV5M&imgurl=http://4.bp.blogspot.com/_lqRnWPsKyHE/SPR9c6niaXI/AAAAAAAAAEI/1DNtzjhQ9jI/s400/blog24.jpg&w=400&h=300&ei=01AdT9OHDsr24QTlmp3uDQ&zoom=1&iact=rc&dur=226&sig=100049334753833225975&page=1&tbnh=158&tbnw=221&start=0&ndsp=15&ved=1t:429,r:0,s:0&tx=155&ty=98&biw=1434&bih=703 (12/4/11)
- 16)Υπουργική απόφαση 46399/1352/86(ΦΕΚ 438/τ.β/3.7.86)
- 17)Νομοθεσία και έντυπα από IOB(προσωπικό αρχείο)
- 18)<http://nefeli.lib.teicrete.gr/browse/stef/sdfp/2010/MavradonakiFotini/attached-document-1283343628-135422-20206/2010mavradonaki.pdf> (12/1/12)
- 19) Σίνης Α.,2005. Λιμνολογία Θεωρία και Ασκήσεις. University Studio Press, 327 σελίδες
- 20) Σταυρουλάκης Γιώργος, Γεωργία Κακουλάκη, Ανδρονίκη Παπαφιλιππάκη και Μαρία Κυρίου. 2007. Μελέτη του ρυπαντικού φορτίου στην λίμνη Αγιάς. 13Ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων «Υδάτινοι Βιολογικοί Πόροι και Οικοσυστήματα Διαχείριση – Αξιοποίηση – Προστασία». Μυτιλήνη 27-30 Σεπτεμβρίου 2007
- 21) planetearth.pblogs.gr/2008/11/352887.html (12/4/11)
- 22) www.e-tipos.com/multimedia_popup? (12/4/11)
- 23) www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=528 - 132k
- 24)Προσωπικό αρχείο με φωτογραφίες της υπο μελετη Φ.Κ.Π

- 25) [http://en.wikipedia.org/wiki/Chara_\(alga\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Chara_(alga)) (16/9/11)
- 26) <http://en.wikipedia.org/wiki/Elodea> (16/9/11)
- 27) <http://en.wikipedia.org/wiki/Myriophyllum>(16/9/11)
- 28) <http://en.wikipedia.org/wiki/Hippuris> (16/9/11)
- 29) <http://en.wikipedia.org/wiki/Potamogeton> (16/9/11)
- 30) <http://en.wikipedia.org/wiki/Aponogeton> (16/9/11)
- 31) http://en.wikipedia.org/wiki/Nymphoides_peltata (16/9/11)
- 32) <http://en.wikipedia.org/wiki/Polygonum> (16/9/11)
- 33) http://en.wikipedia.org/wiki/Caltha_palustris (16/9/11)
- 34) http://en.wikipedia.org/wiki/Iris_pseudacorus (16/9/11)
- 35) <http://en.wikipedia.org/wiki/Butomus> (16/9/11)
- 36) <http://en.wikipedia.org/wiki/Acorus> (16/9/11)
- 37) http://en.wikipedia.org/wiki/Myosotis_scorpioides (16/9/11)
- 38) <http://en.wikipedia.org/wiki/Mimulus> (16/9/11)
- 39) http://en.wikipedia.org/wiki/Lysimachia_nummularia (16/9/11)
- 40) Ζανάκη Κ., 2001. Έλεγχος Ποιότητας Νερού. Εκδόσεις Ίων, 508 σελίδες.