

**Προγράμματα ανοικτών Περιβαλλοντικών
τάξεων «ΚΑΛΛΙΣΤΩ»**

1

ΥΔΑΤΙΚΑ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΑ:

Λιμναία και Θαλάσσια

ΑΓΓΕΛΙΚΗ ΤΡΙΚΑΛΙΤΗ

**ΜΕΤΡΟ 3.6 «ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ»**

ΕΠΕΑΕΚ ΙΙ

**ΕΝΕΡΓΕΙΑ 2.6.1 «ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΚΑΙ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ»**

**ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΠΡΑΞΕΩΝ 2.6. ΙΒ. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ
ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΤΑΞΕΩΝ «ΚΑΛΛΙΣΤΩ**

ΜΕ ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ 75% ΑΠΟ ΤΟ ΕΚΤ ΚΑΙ 25% ΑΠΟ
ΕΘΝΙΚΟΥΣ ΠΟΡΟΥΣ

Περιεχόμενα

A.Θαλάσσια και λιμναία οικοσυστήματα	4-15
Χαρακτηριστικά ενός οικοσυστήματος	
Φυσικά χαρακτηριστικά σε ένα υδατικό οικοσύστημα	
Χημικά χαρακτηριστικά σε ένα υδατικό οικοσύστημα	
Βιολογικά χαρακτηριστικά σε ένα υδατικό οικοσύστημα	
Ρύπανση των υδάτων	
Δείκτες υποβάθμισης ενός υδατικού οικοσυστήματος	
B.Θάλασσα	16-20
Γ.Λίμνες	21-25
Βιβλιογραφία	26

A.Θαλάσσια και λιμναία οικοσυστήματα

Οι υδατικοί πόροι αναγνωρίζονται από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως σημαντικά οικοσυστήματα και ανεξάρτητα από τις χρήσεις τους οφείλουμε να διατηρήσουμε την ποιότητά του σε ένα καλό επίπεδο. Η παραπάνω φιλοσοφία διαπερνά την Οδηγία Πλαίσιο (2000/60 E.E.), για τη διαχείριση των υδατικών πόρων. Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά εισάγει για πρώτη φορά σε περιβαλλοντική ευρωπαϊκή νομοθεσία την σημασία της καλής κατάστασης όλων των οργανισμών ενός υδατικού οικοσυστήματος καθώς εξαρτά την καλή ποιότητα ενός οικοσυστήματος όχι μόνο από το φυσικοχημικό περιβάλλον αλλά και από την παρουσία και την ποικιλία των οργανισμών του οικοσυστήματος.

Ως οικολογική κατάσταση για τα υδατικά οικοσυστήματα νοείται, σύμφωνα με την οδηγία πλαίσιο, η ποιοτική έκφραση της διάρθρωσης και της λειτουργίας των υδάτινων οικοσυστημάτων που συνδέονται με τα επιφανειακά νερά. Η οικολογική κατάσταση καθορίζεται από βιολογικά στοιχεία και αβιοτικά χαρακτηριστικά τα οποία υποστηρίζουν τα βιολογικά. Η οικολογική κατάσταση αξιολογείται **μέσω σύγκρισης με συνθήκες αναφοράς**. Έτσι, τα εσωτερικά νερά πρέπει να ομαδοποιηθούν σε συγκρίσιμους τύπους από πλευράς υδρολογικών και φυσικοχημικών συνθηκών. Είναι επομένως ιδιαίτερα σημαντικό να κατανοήσουμε βασικές έννοιες που έχουν σχέση με τα υδατικά οικοσυστήματα, τις βασικές λειτουργίες τους και τις δυνατές διαταραχές που μπορεί να υποστούν.

Πως όμως προσδιορίζονται οι συνθήκες αναφοράς;

- Εντοπίζονται μη διαταραγμένα υδάτινα οικοσυστήματα και καταγράφονται οι παράμετροί τους

- Γίνεται χρήση ιστορικών δεδομένων για συγκρίσεις
- Με εφαρμογή μαθηματικών προσομοιώσεων
- Γίνονται εκτιμήσεις ειδικών

Ένα (υδατικό) οικοσύστημα μπορεί να οριστεί ως μία ενότητα πάνω στη γη που περιλαμβάνει:

- Τον τόπο και τα χαρακτηριστικά του (έδαφος, κλίμα, υγρασία, θερμοκρασία, ήλιος) και
- Το σύνολο των πληθυσμών που ζουν σε αυτόν (μικροοργανισμοί, φυτά και ζώα).
- Τις αλληλεπιδράσεις όλων των παραπάνω (ανταλλαγές ύλης και ενέργειας) .

Μια λίμνη, ένας ωκεανός, αλλά ακόμη και ένα ενυδρείο μπορούν να εξετασθούν ως υδατικά οικοσυστήματα. Η διάκριση των υδατικών οικοσυστημάτων σε τύπους γίνεται συνήθως για λόγους διδακτικούς, Η διαχείριση υδατικών οικοσυστημάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση προσεγγίζει το θέμα ανάλογα με τους διάφορους τύπους υδάτων εξειδικεύοντας τις δράσεις ή τα μέτρα προστασίας. Οι κυριότεροι τύποι υδατικών οικοσυστημάτων είναι:

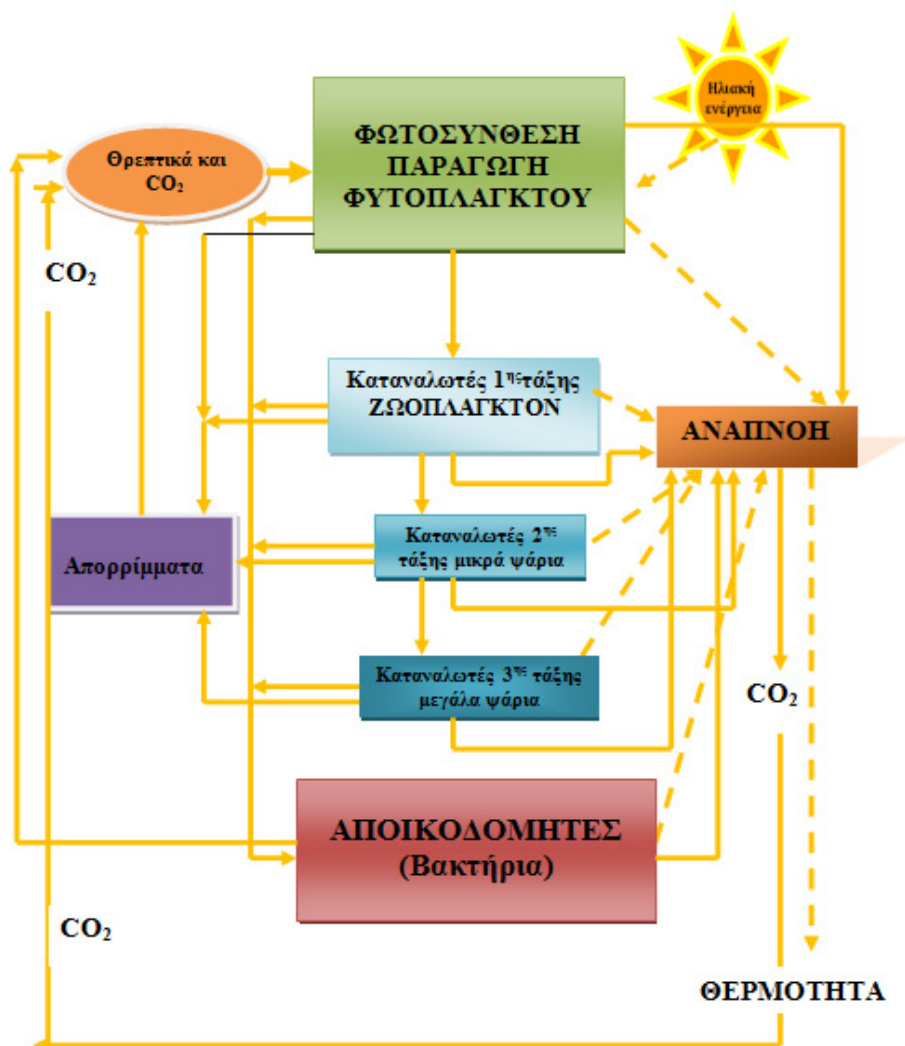
1. Οικοσυστήματα σε παράκτια ύδατα
 - Θάλασσες
 - Λιμνοθάλασσες
2. Οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων
 - Λίμνες
 - Ρέοντα ύδατα
3. Υγρότοποι

Χαρακτηριστικά ενός οικοσυστήματος

Όρια. Όπως κάθε σύστημα έτσι και κάθε οικοσύστημα είναι σημαντικό να ορισθούν τα όριά του. που το διαχωρίζουν από άλλα συστήματα. Στα υδατικά οικοσυστήματα είναι σημαντικό να

διαχωρίζουμε το σύστημα εντός του νερό και το παρυδάτιο οικοσύστημα

Εισροές –εκροές . Είναι σημαντική η ροή ύλης και ενέργειας στα οικοσυστήματα. Οι τροφικές σχέσεις μεταξύ των διαφόρων οργανισμών έχουν ως τελική συνέπεια την ανακύκλωση της ύλης. Αντίθετα η ροή ενέργειας στα οικοσυστήματα δεν είναι κυκλική, αλλά έχει πάντα μία μόνο κατεύθυνση, που ορίζεται από τη μετατροπή διαφόρων μορφών ενέργειας (ηλιακή, χημική κ.λ.π.) σε υποβαθμισμένη μορφή ενέργειας (θερμότητα). Η διακοπή της ροής ενέργειας σ' ένα οικοσύστημα συνεπάγεται την άμεση κατάρρευση της οργάνωσής του και την σταδιακή μετατροπή του σε ανόργανη



ύλη.

Εικόνα 1. Ροή ενέργειας σε υδατικό οικοσύστημα Γεωλογικά χαρακτηριστικά σε ένα υδατικό οικοσύστημα

Φυσικά χαρακτηριστικά σε ένα υδατικό οικοσύστημα

Θερμοκρασία. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εντοπίζονται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ σε βάθη μεγαλύτερα από 200 μέτρα εμφανίζεται θερμοκρασιακή ομοιομορφία, χαρακτηριστική για κάθε υδατική λεκάνη. Άλλα χαρακτηριστικά είναι η πυκνότητα, το χρώμα, η διαύγεια, η απορρόφηση ηλιακού φωτός. Η θερμοκρασία επηρεάζει τους υδρόβιους πληθυσμούς

Χημικά χαρακτηριστικά σε ένα υδατικό οικοσύστημα

Ανόργανα άλατα. Τα κύρια ανόργανα συστατικά του νερού είναι τα ιόντα χλωρίου, νατρίου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου.

Μιά ειδική κατηγορία ανοργάνων αλάτων είναι τα άλατα αζώτου, φωσφόρου και πυριτίου, γνωστά ως **θρεπτικά άλατα** τα οποία είναι περιοριστικοί παράγοντες ανάπτυξης πρωτογενών οργανισμών και σχετίζονται άμεσα με το φαινόμενο του **ευτροφισμού**.

Εκτός από τα κύρια στοιχεία που προαναφέρθηκαν, στο νερό υπάρχουν και πολλά άλλα στοιχεία, συνήθως σε απειροελάχιστες ποσότητες (**ιχνοστοιχεία**).

Αέρια

Το οξυγόνο προέρχεται από την ατμόσφαιρα και από τα θαλάσσια φυτά που φωτοσυνθέτουν. Σε μερικές θάλασσες που είναι σχεδόν κλειστές, το οξυγόνο απουσιάζει τελείως από τα ακίνητα νερά του βυθού (π.χ. Μαύρη θάλασσα).

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ευδιάλυτο στο θαλάσσιο νερό και προέρχεται είτε από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας είτε από εκείνο που παράγεται από την αναπνοή των οργανισμών.

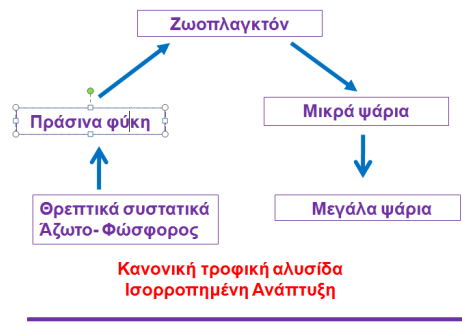
Οργανικές ενώσεις

Βιολογικά χαρακτηριστικά σε ένα υδατικό οικοσύστημα

1. Πλαγκτόν: το σύνολο των οργανισμών που η ενεργητική τους μετακίνηση είναι μικρότερη της παθητικής τους λόγω της κίνησης του νερού

- Βακτηριοπλαγκτόν: κυρίως κυανοβακτήρια ή κυανοφύκη (παραγωγικοί οργανισμοί) και ορισμένα αυτοτροφικά και ετεροτροφικά βακτήρια (αποικοδομητές)

- Φυτοπλαγκτόν: μικροσκοπικοί που φωτοσυνθέτουν οργανισμοί)



φυτικοί οργανισμοί (παραγωγικοί)

- Ζωοπλαγκτόν: καταναλωτικοί που τρέφονται με φυτοπλαγκτόν

οργανισμοί

2. Νηκτόν: το σύνολο των οργανισμών που μπορούν να κολυμπούν στο νερό (όλα καταναλωτικοί οργανισμοί)

- Ψάρια
- Ασπόνδυλα π.χ. Γαρίδες, καλαμάρια

3. Βένθος: το σύνολο των οργανισμών οι οποίοι είναι προσκολλημένοι ή ζουν μέσα ή πάνω ή κοντά στο βυθό

- Φυτοβένθος: φυτικοί οργανισμοί οι οποίοι φωτοσυνθέτουν (παραγωγικοί οργανισμοί) π.χ. μακροφύκη
- Βακτήρια: κυρίως αποικοδομητές
- Μύκητες: κυρίως αποικοδομητές σε περιορισμένο αριθμό
- Ζωοβένθος: καταναλωτικοί οργανισμοί οι οποίοι τρέφονται με φυτοβένθος ή ζωοβένθος πχ μαλάκια, πολύχαιτοι (θαλάσσια σκουλήκια), καρκινοειδή, κ.α.

4. Φυτά

- Υδροχαρή φυτά εμβραπτισμένα στο νερό
- Φυτά που επιπλέουν
- Υδροχαρή φυτά που αναδύονται από το νερό
- Χερσαία, παράκτια φυτά

Στις λίμνες, όπως και στις θάλασσες, οι υδάτινες μάζες διακρίνονται σε:

- **Ολιγοτροφικές**, οι οποίες εμφανίζουν χαμηλές ποσότητες βιομάζας και παρουσιάζουν μικρές συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων
- **Ευτροφικές**, οι οποίες εμφανίζουν μεγάλη παραγωγή βιομάζας και έχουν περίσσεια θρεπτικών.

Ρύπανση των υδάτων

Κάθε ουσία που εμποδίζει την κανονική χρήση του ύδατος θεωρείται ότι το ρυπαίνει. Ρύπανση υδάτων ονομάζεται η μεταβολή των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων του νερού (θαλασσών, λιμνών κ.ά), λόγω της παρουσίας σε αυτό ουσιών σε ποσότητα που υπερβαίνει τα φυσιολογικά όρια.

Οι ουσίες αυτές διαλύονται στο νερό, επιπλέουν ή κατακάθονται στον πυθμένα και προέρχονται κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Εκτός από τη ρύπανση λόγω ουσιών, μπορεί να έχουμε και τη «**θερμική ρύπανση** των υδάτων» δηλαδή αύξηση της θερμοκρασίας, τη ρύπανση από ακτινοβολία (ραδιενέργεια). καθώς και ρύπανση από «αδρανή» υλικά.

Η μικροβιακή ρύπανση (μόλυνση) των υδάτων προκαλείται από παθογόνους μικροοργανισμούς. **Παθογόνοι μικροοργανισμοί**, ονομάζονται όσοι είναι ικανοί να μολύνουν ή να μεταφέρουν ασθένειες. Πολλά είδη παθογόνων οργανισμών είναι ικανά να επιβιώσουν στο νερό και να διατηρήσουν τις μολυσματικές ιδιότητές τους για μεγάλες χρονικές περιόδους. Τέτοιοι οργανισμοί μπορεί να είναι:

Βακτήρια (Μονοκύτταροι οργανισμοί). Με τα παθογόνα βακτήρια μεταδίδονται πολλές ασθένειες, όπως η χολέρα, ο τυφοειδής πυρετός και η δυσεντερία. (ασθένειες με μεγάλη συχνότητα σε φτωχές χώρες).

Ιοί: Οι μικρότερες γνωστές βιολογικές δομές, που δρουν ως παράσιτα, καθώς χρησιμοποιούν άλλον οργανισμό για να ζήσουν και να αναπαραχθούν. Με ιό μέσα στο νερό μεταδίδεται η λοιμώδης ηπατίτιδα.

Πρωτόζωα: Είναι μονοκύτταροι οργανισμοί, πιο σύνθετοι στη δομή από τα βακτήρια, που συνήθως δρουν παρασιτικά και μπορεί να είναι παθογόνοι ή όχι. Από παρασιτικά πρωτόζωα όπως είναι οι αμοιβάδες μεταδίδεται η δυσεντερία.

Θόρυβος, εκπομπές ήχων

Η αισθητική ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων προκαλείται από:

- από αλλαγές στο τοπίο ως συστατικό του φυσικού περιβάλλοντος
- από αλλοίωση του χρώματος και της διαύγειας του νερού,
- από αλλοίωση της ακτογραμμής
- Από στερεά απόβλητα (απορρίμματα στο νερό και την παρυδάτια περιοχή)

Με οποιαδήποτε μεταβολή από τις παραπάνω μπορεί:

- να διαταραχθεί η ισορροπία των οικοσυστημάτων σε μικρή ή μεγάλη γεωγραφική κλίμακα.
- να υπάρξουν αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο, σε άλλους ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς και γενικότερα
- να αλλοιωθεί η ποιότητα του νερού και να υποβαθμιστούν οι δυνατότητες χρήσης (ακόμη και για ψυχαγωγικούς σκοπούς)

Σημειακές πηγές ρύπανσης

Έτσι χαρακτηρίζονται όλες οι πηγές που εκβάλλουν ρύπους σε εντοπισμένα σημεία. Τέτοια σημεία είναι τα άκρα αγωγών, τάφρων ή αποχετευτικών δικτύων που καταλήγουν σε υδάτινους αποδέκτες. Η προέλευση των ρύπων μπορεί να προέρχεται από βιομηχανικές μονάδες, μονάδες επεξεργασίας λυμάτων ενεργά ή εγκαταλελειμμένα ορυχεία, πετρελαιοπηγές και δεξαμενόπλοια.

Επειδή βρίσκονται σε συγκεκριμένο μέρος, συνήθως σε αστικές περιοχές, είναι σχετικά εύκολος ο εντοπισμός τους και κατά συνέπεια η παρακολούθησή τους.

Μη σημειακές πηγές ρύπανσης

Είναι πηγές οι οποίες δεν εντοπίζονται σε ένα συγκεκριμένο σημείο απορροής. Ο έλεγχος της ρύπανσης αυτού του τύπου είναι πολύ δύσκολος, επειδή οι πηγές ρύπανσης δεν είναι εντοπισμένες και έχουν μεγάλη έκταση. Τέτοιες πηγές ρύπανσης είναι μεγάλες περιοχές με γεωργικές, κτηνοτροφικές, υλοτομικές δραστηριότητες, αποχετεύσεις κ.ά. Η γεωργική ρύπανση (ανόργανα λιπάσματα, κοπριά, εντομοκτόνα, παρασιτοκτόνα κ.ά), είναι υπεύθυνη για πάνω από το 60% των συνολικών ρύπων που φτάνουν σε ποτάμια και λίμνες.

Ευτροφισμός

Δημιουργείται με το συνεχή εμπλουτισμό των υδάτων με θρεπτικά στοιχεία. Η ύπαρξη όλων αυτών των απαραίτητων θρεπτικών υλικών στο νερό προκαλεί υπέρμετρη ανάπτυξη των φυτικών κυρίως οργανισμών με διατάραξη της υπάρχουσας ισορροπίας. Δραστηριότητες οι οποίες προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού αποτελούν:

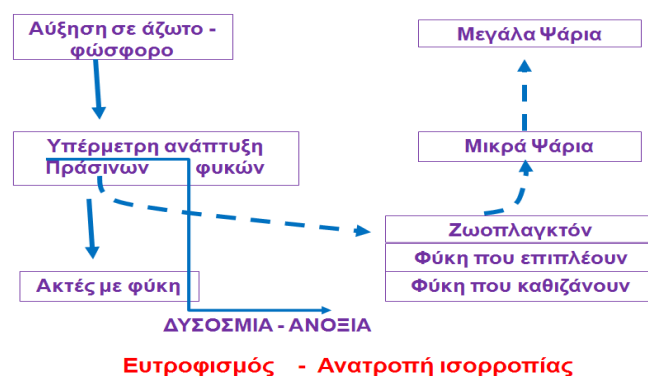
- η χρήση των λιπασμάτων στα χωράφια (νιτρικά φωσφορικά άλατα),
- η χρήση των απορρυπαντικών (φωσφορικά άλατα),
- η διοχέτευση λυμάτων.



Εικόνα 2. Ευτροφισμός αλγών με κόκκινο χρώμα

Από όλες τις παραπάνω δραστηριότητες μεγάλες ποσότητες νιτρικών ή/και φωσφορικών αλάτων καταλήγουν στο νερό, οπότε παρατηρείται απότομη αύξηση των φυτικών οργανισμών στο υδατικό οικοσύστημα με μια όπως ονομάζεται «άνθιση» της άλγης. Όταν παρατηρηθεί αυτή η άνθιση τότε δημιουργούνται πολλά προβλήματα στη λίμνη όπως:

- Αναπτύσσονται υπέρμετρα ορισμένα ανθεκτικά φυτά σε βάρος άλλων που είναι πιο ευαίσθητα.
- Το νερό αποκτά πράσινο χρώμα και δεν μπορεί να



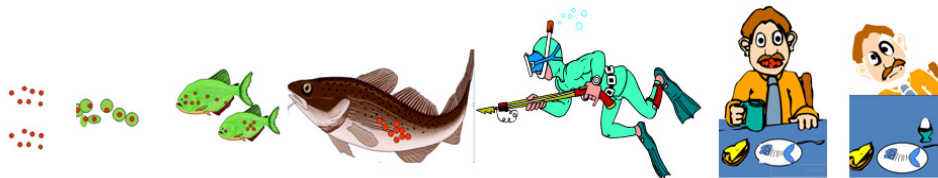
χρησιμοποιηθεί για ψυχαγωγικούς σκοπούς.

- Η ανάπτυξη των φυτών και των αλγών προκαλεί υπέρμετρη κατανάλωση του οξυγόνου και μείωση της ταχύτητας του επιφανειακού αερισμού. Δημιουργείται έτσι κατάσταση **ανοξίας**, δηλαδή κατάσταση έλλειψης οξυγόνου, οπότε:
 - Οι ζωικοί οργανισμοί –μη έχοντας το απαραίτητο οξυγόνο – πεθαίνουν.
 - Από τις αναερόβιες διεργασίες των οργανισμών αναδίδονται δυσάρεστες οσμές.
 - Αύξηση θολερότητας (Μείωση διαύγειας)
 - Εμφάνιση τοξικότητας. Συγκεντρώνονται τοξικές ουσίες οι οποίες προσροφώνται στις άλγες
 - Δημιουργία δυσάρεστων οσμών και γεύσεων
 - Δημιουργία γλοιωδών επικαλύψεων

Όλη η παραπάνω διαδικασία οδηγεί σταδιακά στη γήρανση λίμνης. Η γήρανση αυτή μπορεί να γίνει σε διάρκεια χιλιάδων χρόνων. Αυτό εξαρτάται από την περιεκτικότητα και την ποσότητα των θρεπτικών υλικών που εισρέουν στην λίμνη.

Βιοσυσσώρευση

Σοβαρή πηγή ρύπανσης των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι και η βιομηχανική δραστηριότητα. Στα βιομηχανικά απόβλητα περιέχονται επικίνδυνες χημικές ουσίες, οργανικοί διαλύτες και πετρελαιοειδή. Επίσης τα παρασιτοκτόνα, τα εντομοκτόνα και τα ραδιενεργά απόβλητα και παραπροϊόντα είναι πολύ τοξικοί ρύποι. Το κοινό στοιχείο όλων των παραπάνω ουσιών είναι ότι είναι μη βιοδιασπώμενες ουσίες.



Ιδιαίτερα επικίνδυνες είναι οι οργανικές μορφές υδραργύρου που προσβάλλουν το νευρικό σύστημα του ανθρώπου. Απόβλητα ενός εργοστασίου που περιείχαν Hg, στον κόλπο της Μίναμاتا στην Ιαπωνία. (1950-60), προκάλεσαν σοβαρές ασθένειες. Συγκεκριμένα, οι κάτοικοι της περιοχής μετά από επιδημίες γρίπης αντιμετώπιζαν νευροκινητικά συμπτώματα που κάποια από αυτά κατέληγαν σε θάνατο (46 θανατηφόρα κρούσματα). Τι είχε συμβεί; Κατά την επιδημία οι ασθενείς, προκειμένου να ενισχύσουν το αμυντικό σύστημα του οργανισμού τους κατανάλωναν συκώτι ψαριού επειδή το θεωρούσαν δυναμωτικό. Όμως ο Hg, ενώ κατ'αρχάς συσσωρεύτηκε στο πλαγκτόν, τα όστρακα με τη διαδικασία της βιοσυσσώρευσης κατέληξε στο συκώτι των ψαριών και από εκεί στους ανθρώπους (φαινόμενα βιομεταφοράς και βιομεγέθυνσης) με τις συνέπειες που αναφέρθηκαν.

Τέτοιες μη βιοδιασπώμενες ουσίες εισέρχονται στον οργανισμό των ζώων και των φυτών με την αναπνοή και τη διατροφή και κατακρατούνται στους ιστούς. Μερικά από τα ζώα της θάλασσας έχουν την ιδιότητα να βιοσυσσωρεύουν τους ρύπους κατά εκατοντάδες φορές. Η βιοσυσσώρευση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως είναι το είδος και η συγκέντρωση του ρύπου, ο χρόνος έκθεσης καθώς και το είδος, η ηλικία, ο ιστός ή το όργανο και γενικά ο βιολογικός κύκλος του οργανισμού.

Βιομεταφορά. Οι βιοσυσσωρευμένοι ρύποι δεν εξαφανίζονται με τον θάνατο του οργανισμού, αλλά μεταφέρονται διαμέσου των

τροφικών αλυσίδων σε επόμενα τροφικά επίπεδα. Με τον τρόπο αυτό ένας ρύπος μπορεί να μεταφερθεί σταδιακά σε περιοχές πολύ μακρινές από το σημείο απόρριψής του.

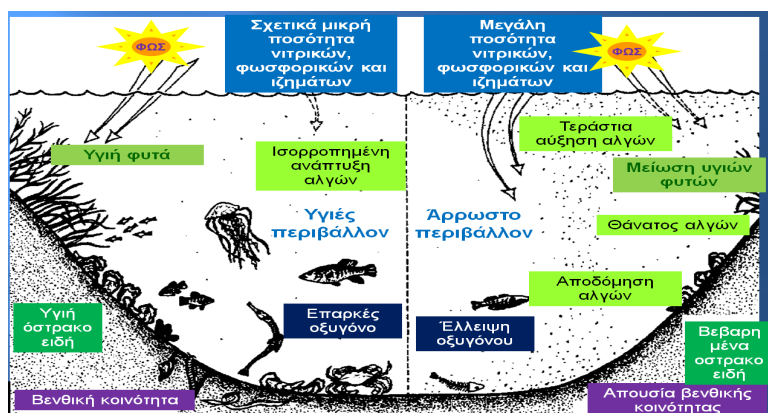
Βιομεγέθυνση. Καθώς οι ρύποι αυτοί περνούν από κατώτερο τροφικό επίπεδο σε ανώτερο, έχουν την ιδιότητα να αυξάνουν δραματικά τη συγκέντρωσή τους Ένας τέτοιος ρύπος είναι και ο υδράργυρος.

	Μinamata	Μη ρυπασμένες περιοχές
Μύδια	11-39 mg/kg	1,7-6 mg/kg
Ψάρια	10-55 mg/kg	0,01-1,7 mg/kg
Άνθρωπος (νεφρά)	22-144 mg/kg	0,25-10,7 mg/kg

Δείκτες υποβάθμισης ενός υδατικού οικοσυστήματος

• Με την παρακολούθηση διαφόρων βιολογικών ή/και χημικών δεικτών μπορούμε να συμπεράνουμε κατά πόσο ένα υδατικό οικοσύστημα βρίσκεται σε καλή κατάσταση ή σε κατάσταση ρύπανσης και υποβάθμισης. Μερικά ανησυχητικά στοιχεία είναι τα παρακάτω:

- Μείωση της ποικιλίας των βενθικών και φυτοπλαγκτονικών ειδών
- Αύξηση της βιομάζας των φυκών, της υδρόβιας και χερσαίας βλάστησης



Εικόνα 3 Καλή και κακή ποιότητα ζωής σε ένα υδατικό οικοσύστημα

- Αύξηση της βακτηριακής πυκνότητας

- Αύξηση του αριθμού εκείνων των βενθικών και των πλαγκτονικών ειδών, που αποτελούν δείκτες ρύπανσης
- Αύξηση των νιτρικών και φωσφορικών αλάτων
- Μείωση του διαλυμένου οξυγόνου...

Φυσικοί δείκτες υποβάθμισης ενός υδατικού οικοσυστήματος μπορεί να αποτελέσουν η μείωση του μέσου βάθους (κυρίως για λίμνες) ή η μείωση της διαύγειας του νερού.

Β.Θάλασσα

Με την ευρύτερη έννοιά του ο όρος **θάλασσα** περιλαμβάνει το σύνολο των αλμυρών τμημάτων της υδρόσφαιρας, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους και καλύπτουν τα 7/10 της επιφάνειας του πλανήτη. Με την γεωγραφική έννοια ο όρος αναφέρεται σε σχετικά περιορισμένες εκτάσεις που περιβάλλονται από την ξηρά (π.χ. Μεσόγειος θάλασσα), σε αντίθεση με τον ανοικτό **ωκεανό**.



Γεωλογικά χαρακτηριστικά

Κατά την διάρκεια του γεωλογικού χρόνου η μορφή των θαλασσών άλλαξε επανειλημμένα καθώς το υγρό στοιχείο προσαρμόζονταν στο σχήμα που του επέβαλε η συνεχής μετατόπιση των ηπείρων. Η μετατόπιση αυτή (που ερμηνεύεται ικανοποιητικά από την θεωρία της Τεκτονικής των Πλακών) ξεκινώντας από μια ενιαία ήπειρο (την Παγγαία) και μιά ενιαία θάλασσα (την Πανθάλασσα), οδήγησε στην σημερινή μορφή των ωκεάνιων λεκανών. Η θάλασσα είναι ο τελικός αποδέκτης της επιφανειακής απορροής που μεταφέρει όλα τα προϊόντα της διάβρωσης της χέρσου, καθώς και τα υλικά που προέρχονται από την βιολογική δραστηριότητα. Κάθε στερεό σώμα που φτάνει ή αναπτύσσεται στο θαλάσσιο περιβάλλον, αργά ή γρήγορα οδηγείται στο βυθό. Η διαδικασία αυτή καλείται *ιζηματογένεση*. Με τη μελέτη των παλαιότερων θαλάσσιων ιζημάτων έχουμε πληροφορίες για τις διεργασίες ιζηματογένεσης και με αυτές μπορούμε να ερμηνεύσουμε τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούσαν στο περιβάλλον. Με τη μελέτη των σύγχρονων

(επιφανειακών) ιζημάτων μπορούμε να έχουμε πολύτιμες πληροφορίες για τις ανθρωπογενείς επιδράσεις.

Φυσικά χαρακτηριστικά των θαλασσών

Θερμοκρασία. Στη θάλασσα η θερμοκρασία σπανίως διαφέρει, από τόπο σε τόπο, περισσότερο από 30 βαθμούς Κελσίου. Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας εντοπίζονται στο επιφανειακό στρώμα, ενώ σε βάθη μεγαλύτερα από 200 μέτρα εμφανίζεται θερμοκρασιακή ομοιομορφία, χαρακτηριστική για κάθε θαλάσσια λεκάνη (π.χ. στο βυθό της Μεσογείου η θερμοκρασία είναι παντού μεταξύ 13 και 14 βαθμών Κελσίου). Μεταξύ δύο θαλάσσιων στρωμάτων με διαφορετική θερμοκρασία εμφανίζεται μία μεταβατική ζώνη απότομης μεταβολής της θερμοκρασίας που λέγεται **θερμοκλινές**. Ο παγκόσμιος ωκεανός παίζει ένα σημαντικό ρόλο θερμορυθμιστικό. Αποτελεί επίσης μια τεράστια θερμική αντλία, που μεταφέρει προς τους Πόλους τεράστια ποσά θερμικής ενέργειας από τις περιοχές που βρίσκονται μεταξύ των Τροπικών. Ταυτόχρονα, στα βαθύτερα στρώματα συμβαίνει μετακίνηση ψυχρών ρευμάτων από τους Πόλους προς τους Τροπικούς.

Πυκνότητα. Η πυκνότητα του θαλάσσιου νερού αυξάνεται με την αύξηση της αλατότητας και της πίεσης, ενώ μειώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Μεταξύ δύο θαλάσσιων στρωμάτων με διαφορετική πυκνότητα εμφανίζεται μια μεταβατική ζώνη απότομης μεταβολής της πυκνότητας που λέγεται **πυκνοκλινές**. Ενώ το καθαρό νερό αποκτά την μέγιστη πυκνότητα στους 4 βαθμούς Κελσίου, το θαλάσσιο νερό αποκτά την μέγιστη πυκνότητα σε χαμηλότερη θερμοκρασία, που εξαρτάται από την αλατότητα. Όσο μεγαλύτερη είναι η αλατότητα τόσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία στην οποία η πυκνότητα γίνεται μέγιστη.

Χρώμα. Το φως όταν εισχωρεί στο θαλάσσιο νερό μέρος του απορροφάται από το νερό και τις διαλυμένες ουσίες σε αυτό κενώ ένα άλλο μέρος του σκεδάζεται από τα αιωρούμενα σωματίδια που βρίσκονται σ' αυτό. Έτσι τελικά το ηλιακό φως εξασθενίζει. Ανάλογα

λοιπόν με το ποιες ακτινοβολίες απορροφώνται το θαλασσινό νερό έχει και διαφορετικό χρώμα. Η απορρόφηση και η σκέδαση είναι γενικά εντονότερες στα μικρά μήκη κύματος. Η θάλασσα φαίνεται γαλάζια όταν το νερό είναι καθαρό και πρασινίζει ή κιτρινίζει όταν το νερό γίνεται πλούσιο σε διαλυμένες ουσίες και αιωρούμενα σωματίδια (ανόργανα υλικά ή μικροσκοπικοί οργανισμοί).

Χημικά χαρακτηριστικά. Η χημική σύσταση της θάλασσα στο πέρασμα των γεωλογικών αιώνων έχει αλλάξει σημαντικά. Ο αρχέγονος ωκεανός δημιουργήθηκε όταν η θερμοκρασία της επιφάνειας της Γης ψύχθηκε κάτω από το σημείο ζέσεως του νερού. Με την εμφάνιση του πρώτου ωκεανού άρχισαν να δημιουργούνται τα πρώτα θαλάσσια ιζήματα και ιζηματογενή πετρώματα. Η μελέτη αυτών των πετρωμάτων δείχνει ότι, μέχρι πριν 1,5-2 δισεκατομμύρια χρόνια, η χημική σύσταση της θάλασσας ήταν πολύ διαφορετική από τη σημερινή. Μια σημαντική διαφορά εντοπίζεται στη ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου, που ήταν τότε πολύ μικρότερη από τη σημερινή. Με τη σταδιακή ανάπτυξη των φυτών στη θάλασσα το παραγόμενο οξυγόνο αυξήθηκε. Η σημερινή σύσταση του θαλάσσιου νερού προέρχεται από τη δυναμική ισορροπία που έχει αναπτυχθεί, ανάμεσα στο ποσό των διαλυμένων συστατικών που καταλήγουν στη θάλασσα από την ατμόσφαιρα, τη λιθόσφαιρα και τη βιόσφαιρα και σε αυτά που απομακρύνονται από τη θάλασσα, μέσω της ενσωμάτωσής τους στα ιζήματα των βυθών ή μέσω της επιστροφής τους στην ατμόσφαιρα και τη βιόσφαιρα (μέσω της διατήρησης των κύκλων του άνθρακα, του αζώτου, του οξυγόνου, του φωσφόρου, του θείου κ.ά).

Ανόργανα άλατα. Τα κύρια ανόργανα συστατικά του θαλάσσιου νερού είναι τα ιόντα χλωρίου, νατρίου, καλίου, ασβεστίου και μαγνησίου. Τα ιόντα νατρίου και χλωρίου αντιπροσωπεύουν πάνω από το 85% του συνολικού βάρους των διαλυμένων αλάτων. Μιά ειδική κατηγορία ανοργάνων αλάτων είναι τα άλατα αζώτου, φωσφόρου και πυριτίου, γνωστά ως **θρεπτικά άλατα** τα οποία,

όπως είδαμε, συνδέονται με το φαινόμενο του ευτροφισμού. Η συνολική ποσότητα των διαλυμένων ουσιών ορίζεται ως **αλατότητα** και μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον τόπο και το χρόνο. Ωστόσο, οι σχετικές αναλογίες των συστατικών διατηρούνται σε σημαντικό βαθμό σταθερές. Η συνολική συγκέντρωση των διαλυμένων αλάτων υφίσταται διακυμάνσεις στο χώρο και το χρόνο. Εκτός από τα κύρια στοιχεία που προαναφέρθηκαν, στο θαλάσσιο νερό υπάρχουν και πολλά άλλα στοιχεία, συνήθως σε απειροελάχιστες ποσότητες. Τα στοιχεία αυτά λέγονται **ιχνοστοιχεία** και συχνά έχουν μεγάλη σημασία για τη θαλάσσια ζωή.

Αέρια. Επειδή η θάλασσα βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με την ατμόσφαιρα, τα αέρια υπάρχουν και στο θαλάσσιο νερό, σε συγκεντρώσεις που εξαρτώνται από τη διαλυτότητά τους, καθώς και από τις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις στις οποίες συμμετέχουν. Το άζωτο έχει μικρή σημασία για τη θαλάσσια ζωή, με εξαίρεση ορισμένα βακτήρια που ζουν πάνω ή κοντά στο βυθό. Το οξυγόνο προέρχεται από την ατμόσφαιρα και από τα θαλάσσια φυτά που φωτοσυνθέτουν. Σε μερικές θάλασσες που είναι σχεδόν κλειστές, δηλαδή απομονωμένες από τον παγκόσμιο ωκεανό, το οξυγόνο απουσιάζει τελείως από τα ακίνητα νερά του βυθού (π.χ. Μαύρη θάλασσα). Στις περιπτώσεις αυτές δεν υπάρχει ανάμιξη των ανώτερων με τα κατώτερα στρώματα, ενώ λόγω απουσίας οξυγόνου αναπτύσσονται αναερόβια βακτήρια που παράγουν υδρόθειο. Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ευδιάλυτο στο θαλάσσιο νερό και προέρχεται είτε από το διοξείδιο του άνθρακα της ατμόσφαιρας είτε από εκείνο που παράγεται από την αναπνοή των οργανισμών. Συμμετέχει σε πολύπλοκο σύστημα αντιδράσεων. Μέσα από αυτές τις αντιδράσεις προκύπτουν διάφορα ρυθμιστικά διαλύματα δηλαδή διαλύματα που έχουν την ιδιότητα να κρατούν σχετικά σταθερή την οξύτητα (το pH) της θάλασσας. Πολλοί θαλάσσιοι οργανισμοί δεσμεύουν το διοξείδιο του άνθρακα υπό μορφή ανθρακικού ασβεστίου, με το οποίο κατασκευάζουν τα κελύφη τους. Τα κελύφη

αυτά, μετά τον θάνατο των οργανισμών συσσωρεύονται στο βυθό και σχηματίζουν ασβεστολιθικά ιζήματα(βιολογικής προέλευσης). Σημαντικός είναι ο ρόλος των ωκεανών στην απορρόφηση του ανθρωπογενούς διοξειδίου του άνθρακα, το οποίο ενοχοποιείται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Βιολογικά χαρακτηριστικά

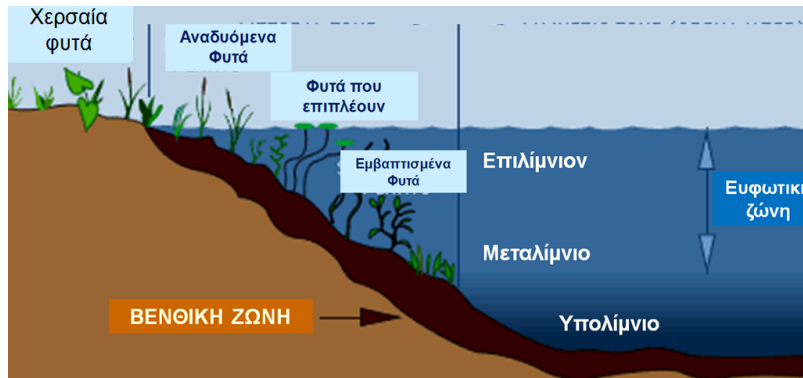
Οι συνθήκες που επικρατούν στο θαλάσσιο περιβάλλον, είναι εξαιρετικά ποικίλες και διαμορφώνουν ποικίλα οικολογικά περιβάλλοντα, από τα επιφανειακά νερά, πλούσια σε οξυγόνο και ηλιακή ακτινοβολία, μέχρι τα νερά των αβύσσων με μόνιμη απουσία φωτός, τεράστιες πιέσεις, χαμηλές θερμοκρασίες και συχνά έλλειψη οξυγόνου. Δεν είναι τυχαίο ότι η πολυμορφία των συνθηκών έδωσε τη δυνατότητα ανάπτυξης μεγάλης ποικιλίας οργανισμών, από μονοκύτταρα φύκη έως τα μεγάλα θηλαστικά, οι οποίοι προσάρμοσαν τις λειτουργίες τους στις συνθήκες αυτές.

Παράκτιες περιοχές

Οι παράκτιες ελληνικές περιοχές έχουν ιδιαίτερη σημασία λόγω συγκέντρωσης μεγάλου ποσοστού πληθυσμού και λόγω: του ότι διαθέτουν ένα βιολογικό, γεωφυσικό, αισθητικό, πολιτισμικό, και οικονομικό πλούτο. Εκεί συγκεντρώνεται ένας μεγάλος αριθμός από σημαντικές οικονομικές, μεταφορικές, οικιστικές λειτουργίες και λειτουργίες αναψυχής. Αποτελούν επομένως έναν φυσικό πόρο και μια κοινή κληρονομιά η οποία πρέπει να διασφαλιστεί για τις παρούσες και τις μελλοντικές γενιές και για το λόγο αυτό είναι σημαντική η ενασχόληση των προγραμμάτων Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης με αυτές.

Γ.Λίμνες

Ως λίμνες ορίζονται υδατοσυλλογές, που καταλαμβάνουν μιά ενδοηπειρωτική λεκάνη. Οι λίμνες είναι γεωμορφολογικές οντότητες με αρχή, εξέλιξη και τέλος μέσα στο γεωλογικό χρόνο. Περιέχουν συνήθως γλυκό νερό, μπορεί όμως αυτό να είναι και υφάλμυρο ή και αλμυρό.



Εικόνα 4. Ζώνες μιας λίμνης

Η επιφανειακή ζώνη της λίμνης που διαπερνάται από το φως λέγεται **ευφωτική**, ενώ η έλλειψη φωτός χαρακτηρίζει την **αφωτική** ζώνη. Μεταξύ των δύο στρωμάτων υπάρχει το **θερμοκλινές** στρώμα, δηλαδή μια ζώνη απότομης μεταβολής της θερμοκρασίας σε συνάρτηση με το βάθος. Το φθινόπωρο, με την πτώση της θερμοκρασίας και την αύξηση του κυματισμού, δημιουργείται κατακόρυφη κυκλοφορία και το θερμοκλινές εξαφανίζεται. Οι αβαθείς λίμνες δεν στρωματώνονται παρά μόνο για σύντομες περιόδους. Κατά την περίοδο της θερμικής στρωμάτωσης, τα θρεπτικά άλατα συχνά εξαντλούνται στο επιλίμνιο και συγκεντρώνονται στο υπολίμνιο. Συνεπώς, η θερμική στρωμάτωση προκαλεί χημική στρωμάτωση.

Δημιουργία Λιμνών

Απαραίτητες προϋποθέσεις για τη δημιουργία μιας λίμνης είναι η ύπαρξη ενός στεγανού κοιλώματος του εδάφους και η ύπαρξη πλεονάσματος στο υδρολογικό ισοζύγιο της περιοχής. Γενικά οι διαδικασίες σχηματισμού μιας λίμνης μπορεί να προκαλούν:

- σταδιακή δημιουργία μιας λίμνης
- απότομο σχηματισμό μιας λίμνης
- μετατροπή μιας προϋπάρχουσας κοιλότητας σε λίμνη

Οι προϋποθέσεις σχηματισμού είναι κοινές για όλες τις λίμνες, όμως τα γενεσιουργά αίτιά τους διαφέρουν. Ετσι, οι λίμνες κατατάσσονται σε κατηγορίες ανάλογα με την προέλευσή τους σε **ΤΕΚΤΟΝΙΚΕΣ, ΗΦΑΙΣΤΕΙΑΚΕΣ, ΛΙΜΝΕΣ ΚΑΤΟΛΙΣΘΗΣΕΩΝ, ΠΑΓΕΤΩΝΙΚΕΣ, ΚΑΡΣΤΙΚΕΣ**). Τέλος, **παράκτιες** λίμνες σχηματίζονται από την συνδυασμένη δράση των ποταμών και της θάλασσας στις περιοχές των εκβολών.



Εικόνα 5 Λίμνη ηφαιστειακής προέλευσης

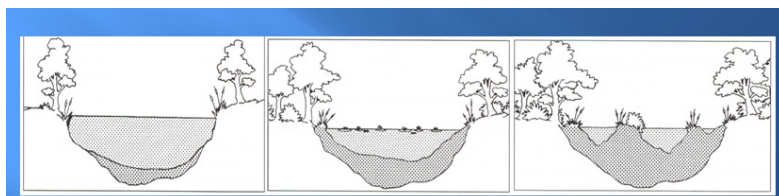
Η δημιουργία των λιμνών μπορεί να σχετίζεται με γεωλογικά φαινόμενα που συνέβησαν κατά την περίοδο των παγετώνων ή τις περιόδους των ισχυρών τεκτονικών και ηφαιστειακών δράσεων. Οι λίμνες εμφανίζονται στον πλανήτη έχουν περιορισμένο χρόνο ζωής και εξαφανίζονται



Εικόνα 6. Λίμνη παγεγωνικής προέλευσης

Στις λίμνες ο **φυσικός ευτροφισμός** (σε αντιδιαστολή με τον ανθρωπογενή ή τεχνητό ευτροφισμό), είναι μία φυσική διεργασία.

Το γεγονός ότι τα νερά στις λίμνες είναι σε μεγάλο βαθμό ακίνητα και δεν ανανεώνονται έχει ως αποτέλεσμα να συγκεντρώνονται στις λίμνες μεγάλα ποσά φερτών υλικών. Από τη στιγμή της δημιουργίας τους, οι λίμνες παρουσιάζουν μια σειρά διαδοχικών σταδίων, με τελευταίο στάδιο το "θάνατο", δηλαδή την εξαφάνισή τους.



Εικόνα 7. Εξέλιξη λιμναίου οικοσυστήματος

Αποξηράνσεις λιμνών

Οι κοινωνικές προτεραιότητες και οι αναπτυξιακές ανάγκες της χώρας μας κατά τη διάρκεια του 20ού αιώνα, οδήγησαν στην αποξήρανση μεγάλων φυσικών λιμνών και στην κατασκευή επίσης μεγάλων τεχνητών λιμνών. Ως σημαντικότερες αιτίες για την αποξήρανση των λιμνών, των ελών και των λιμνοθαλασσών καταγράφονται το μεγάλο πρόβλημα της ελονοσίας και οι μεγάλες ανάγκες για καλλιεργήσιμη γη. Οι φυσικές λίμνες κατείχαν εύφορες πεδινές εκτάσεις και η αποξήρανση τους οδήγησε τόσο σε απελευθέρωση παραγωγικής γης όσο και σε θεαματική αύξηση της αγροτικής παραγωγής μέσω της εκτέλεσης μεγάλων εγχειοβελτιωτικών έργων. Ταυτόχρονα, οδήγησε σε θεαματική βελτίωση των συνθηκών υγείας του πληθυσμού σε αποκατάσταση ακτημόνων και προσφύγων και σε αλλαγή του επιπέδου ζωής των κατοίκων.

Αρχικά λοιπόν, οι περισσότεροι κάτοικοι των παραλίμνιων χωριών αποδέχτηκαν πολύ θετικά την αποξήρανση με την ελπίδα απόκτησης πεδινού κλήρου, τη βελτίωση της απόδοσης των γεωργικών εκτάσεων στις παραλίμνιες περιοχές και γενικότερα από το αναμενόμενο όφελος ενός μεγάλου εγχειοβελτιωτικού έργου

αντιπλημμυρικής προστασίας. Όμως την αρχική αισιοδοξία των κατοίκων των παραλίμνιων περιοχών άρχισε να τη διαδέχεται σκεπτικισμός και απογοήτευση. Στις περισσότερες περιπτώσεις άρχισε να παρατηρείται αλλαγή του μικροκλίματος, πτώση της στάθμης του υπόγειου νερού από τη συνεχή άντληση του νερού, υφαλμύρωση του νερού από τις γεωτρήσεις καθώς το θαλασσινό νερό εισχωρούσε στα υπόγεια νερά της περιοχής. Ασφαλώς ο βιότοπος εξαφανίστηκε παντελώς. Για όλους τους παραπάνω λόγους σε πολλές περιοχές έχει αποφασιστεί η μερική έστω ανασύσταση των αποξηραμένων λιμνών. Τέτοιες προσπάθειες καταβάλλονται για την ανασύσταση της λίμνης Κάρλας του θεσσαλικού κάμπου, αλλά σε πολλές άλλες. Οι προσπάθειες αυτές είναι χρονοβόρες προκειμένου για την πλήρη αποκατάσταση του βιότοπου της λίμνης.

Τεχνητές λίμνες. Δημιουργήθηκαν σε κοίτες ποτάμιων κοιλάδων ορεινών και ημιορεινών περιοχών της χώρας μας. Ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο δημιουργήθηκε μία τεχνητή λίμνη μπορεί να ανήκει σε:

Λίμνες για αντιπλημμυρική προστασία και άρδευση, όπως είναι η Κερκίνη στον ποταμό Στρυμόνα (πεδιάδα Σερρών) και η λίμνη του Πηνειού στην Πελοπόννησο (πεδιάδα Ανδραβίδας-Γαστούνης-Κυλλήνης).

Λίμνες για ύδρευση, όπως είναι οι λίμνες του Μαραθώνα και του Μόρνου για την ύδρευση της Αθήνας.

Λίμνες για παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, με παράλληλη χρήση του νερού για άρδευση και ύδρευση, όπως είναι οι λίμνες της ΔΕΗ. Αυτές κατασκευάστηκαν είτε ως μεμονωμένα έργα στους ποταμούς Λάδωνα (Αλφειό), Εδεσαίο (Άγρα), Λούρο, Άραχθο (Πουρνάρι), Αώο (πηγές), είτε τμήματα μεγάλων έργων στους ποταμούς Αχελώο (Πλαστήρας, Κρεμαστά, Καστράκι, Στράτος και Μεσοχώρα, Συκιά), Αλιάκμονα (Πολύφυτο, Σφηκιά, Ασώματα και

Ιλαρίωνας) και Νέστο (Θησαυρός, Πλατανόβρυση, Τέμενος). Στην κατηγορία αυτή ανήκει και η Λίμνη Πλαστήρα.

Η διάθεση των υδάτων τα οποία συγκεντρώνονται στις τεχνητές λίμνες αποτελεί καθοριστικό παράγοντα της εθνικής οικονομίας και του επιπέδου ζωής της χώρας, καθώς χρησιμοποιούνται κατά την ξηρή και θερμή θερινή περίοδο του έτους

Τεχνητές λίμνες και μεγάλα φράγματα Η δημιουργία των τεχνητών λιμνών συνδέεται με την κατασκευή σοβαρών τεχνικών έργων σε επιλεγμένες θέσεις ποτάμιων κοιλάδων, όπως είναι τα μεγάλα φράγματα και την ύπαρξη ανάντη αυτών λεκάνης πλήρωσης. Τέτοιες θέσεις αφθονούν στη χώρα μας λόγω του πολύπλοκου ανάγλυφου που διαθέτει. Προϋποθέτει επίσης και την ικανότητα των ποταμών να πληρούν τις λεκάνες αυτές κατά την διάρκεια εκδήλωσης πλημμυρικών φαινομένων. Τέτοια φαινόμενα ευνοούνται επίσης από τους κλιματικούς χαρακτήρες της χώρα μας.

Βιβλιογραφία

Αριανούτσου, Μ. & Φαραγγιτάκης, Γ., 1996. Περιβαλλοντική Εκπαίδευση στα Χερσαία Οικοσυστήματα της Ελλάδας. Έκδοση Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε.

Γεράκης Π.-Α. 1996. Ελληνικοί υγρότοποι. Στο: Φίλης κ.ά. (εκδ.) Το Ελληνικό Περιβάλλον. Εκδ. Σαββάλας.

Ζαλιδης Χ.Γ. & Μαντζαβέλας Α.Λ. (συντονιστές έκδοσης) 1994. *Απογραφή των ελληνικών υγροτόπων ως φυσικών πόρων (Πρώτη προσέγγιση)*. ΕΚΒΥ, xviii+587σελ.

Δ. Μαμάης, 2007, Σημειώσεις του μαθήματος «Υδατικό περιβάλλον και ανάπτυξη». Σχολή Πολιτικών Μηχανικών, Ε.Μ.Π, Αθήνα.

Παναγιωτίδης Π., Τύποι υδατικών οικοσυστημάτων, στο <http://www.itia.ntua.gr/>
Φυτιανός, Κ.Κ. & Σαμανίδου Φ.Β., 1988, Η Ρύπανση των Θαλασσών. University Studio Press. Θεσσαλονίκη.

Κ. Χατζημπίρος, 2007, «Οικολογία. Οικοσυστήματα και Προστασία του Περιβάλλοντος», Γ' Έκδοση, εκδόσεις Συμμετρία.

Towards Sustainable Development: Environmental Indicators, OECD, 2001

- <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/limnology/>
 - <http://www.itia.ntua.gr/>
 - www.rsnz.org/sustainable/mtg0403.php
-