

ΡΥΠΑΝΣΗ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

“ΡΥΠΑΝΣΗ είναι η άμεση ή έμμεση διοχέτευση από τον άνθρωπο στο υδάτινο περιβάλλον **ύλης ή ενέργειας** με επιβλαβή αποτελέσματα για τους οργανισμούς”
(ο ορισμός της ρύπανσης από τον ΟΗΕ)

Ρύποι

Φυσικοί

(εκρήξεις ηφαιστειών, ανθίσεις τοξικών ειδών φυτοπλαγκτού, διάχυση πετρελαίου από υποθαλάσσιες πηγές)

Ανθρωπογενείς

- Οργανική ρύπανση
- Χημική ρύπανση
- Στερεά απόβλητα
- Ραδιενεργά απόβλητα
- Θερμική ρύπανση
- Ρύπανση από υδρογονάνθρακες (πετρέλαιο)

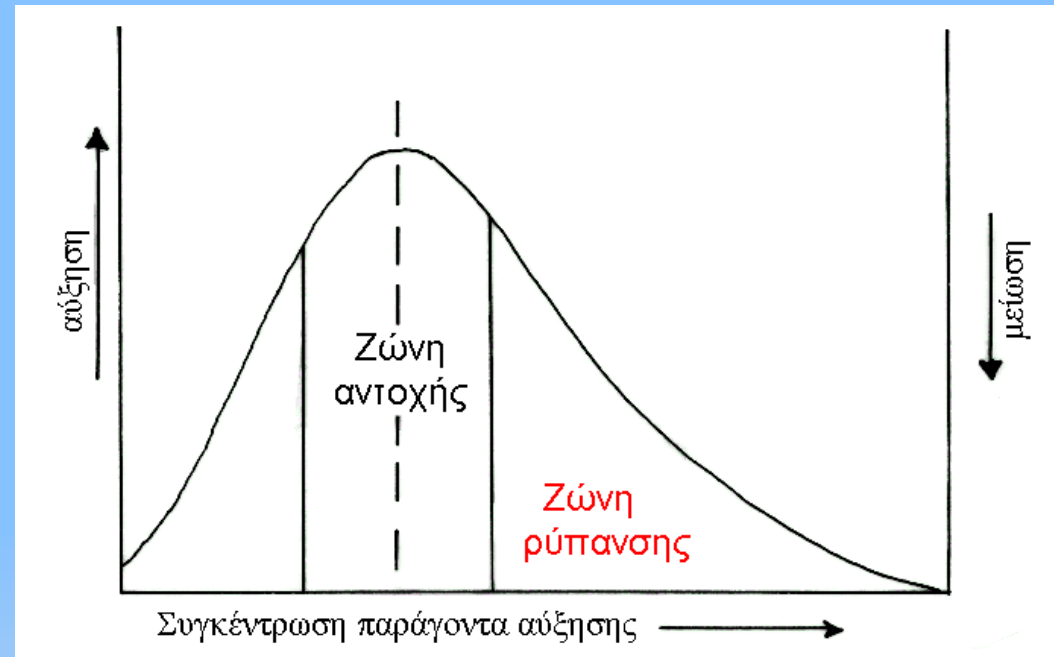
(*) ΜΟΛΥΝΣΗ

είναι η είσοδος στο υδάτινο περιβάλλον μικροβίων, ιών, ή γενικά παθογόνων οργανισμών

Η “καλή” ρύπανση....



Πολλά από τα υλικά που θεωρούμε ως ρυπαντές είναι και “**παράγοντες αύξησης**” για τους οργανισμούς του φυτοπλαγκτού (π.χ.: οργανική ύλη, θρεπτικά άλατα, κ.λ.π.)



Δείκτες ρύπανσης (οργανισμοί “δείκτες”)

Κάποια είδη οργανισμών έχουν αυξημένη ανθεκτικότητα σε διάφορους τύπους ρύπων και έτσι μπορούν να επιβιώνουν σε ρυπασμένες περιοχές



Η παρουσία τους σε μία περιοχή υποδηλώνει την ύπαρξη συγκεκριμένου τύπου ρύπανσης

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑ: Οι βιολογικοί δείκτες δείχνουν την επίδραση της ρύπανσης στη δομή των βιοκοινωνιών ως ολοκληρωμένη εικόνα για τις προηγούμενες συνθήκες του περιβάλλοντος → απεικονίζουν με ακριβή και αξιόπιστο τρόπο το είδος, την έκταση και πολλές φορές τη χρονική πορεία της ρύπανσης

ΟΡΓΑΝΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

(προέρχεται κυρίως από τα οικιακά λύματα και απόβλητα ορισμένων βιομηχανιών – εργοστάσια κατασκευής χαρτοπολτού)



λύματα πλούσια σε νεκρές οργανικές ενώσεις που ευνοούν την ανάπτυξη αποσυνθετικών μικροοργανισμών

αποσύνθεση



παραγωγή ανόργανων συστατικών που θα προσληφθούν από τους φυτικούς οργανισμούς με τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης

Συνέπειες :

- υπερανάπτυξη φυτοπλαγκτού
- μείωση της διαύγειας του νερού
- αυξημένη αποσύνθεση οργανικής ύλης
- συνθήκες έλλειψης O_2 σε κάποιες περιόδους
- μαζικοί θάνατοι ψαριών από ασφυξία
- σημαντικές μεταβολές σε βενθικές βιοκοινωνίες

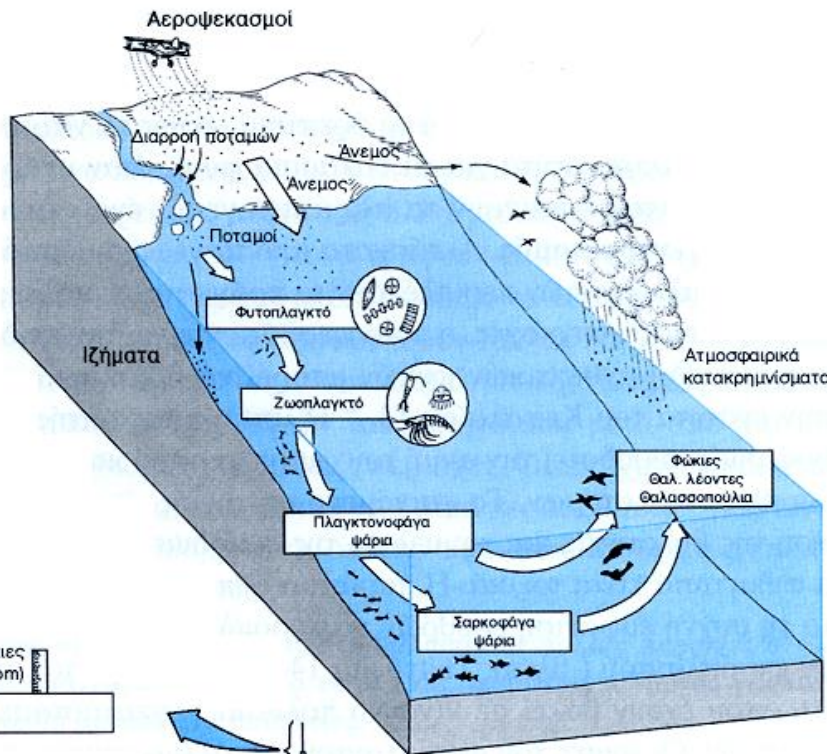


Ευτροφισμός

➔ ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

(προέρχεται από τα απόβλητα διαφόρων τύπων βιομηχανιών παραγωγής συνθετικών χημικών ουσιών οι οποίες αν και είναι οργανικές είναι **ασύμβατες** με όλες τις μορφές ζωής)

μη βιοδιασπώμενες ουσίες δηλαδή οι οργανισμοί δεν έχουν τον τρόπο να τις αποικοδομήσουν



Θαλασσοπούλια, φύκιες
θαλ. λείοντες (10-25 ppm)

Σαρκοφάγα ψάρια
(1,0-2,0 ppm)

Πλαγκτοφάγα
ψάρια (0,5 ppm)

Ζωοπλαγκτό (0,3 ppm)

Φυτοπλαγκτό (0,1 ppm)

Βιοσυσώρευση

όταν μία ομάδα οργανισμών προσλάβει ένα χημικό παράγοντα οι θηρευτές τους (που θα καταναλώσουν σημαντικές ποσότητες αυτών των οργανισμών) θα προσλάβουν με την τροφή τους πολλαπλάσιες ποσότητες της επικίνδυνης χημικής ουσίας

ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΡΥΠΑΝΣΗΣ ΣΕ ΑΝΩΤΕΡΟΥΣ ΘΗΡΕΥΤΕΣ

- **Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες:** περιλαμβάνουν μεγάλο αριθμό γεωργικών φαρμάκων –παρασιτοκτόνων (π.χ. **DDT**)

ανιχνεύεται ακόμη και σήμερα → λιποδιαλυτή ουσία

- **Βαρέα μέταλλα:** ενώσεις μετάλλων που μπορεί να είναι ιδιαίτερα τοξικές για τους οργανισμούς

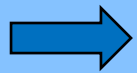
Υδράργυρος: ο υδράργυρος που εισρέει στα νερά μπορεί να ενώνεται με οργανικές χημικές ενώσεις με τη μεσολάβηση βακτηρίων και άλλων μικροοργανισμών

(μεθυλικός υδράργυρος)

πολύ τοξική ουσία για τους οργανισμούς

Μόλυβδος: μπορεί να ενωθεί με οργανικές ενώσεις όπως ο υδράργυρος

Κάδμιο, Χαλκός: επίσης αργή συσσώρευση στους οργανισμούς

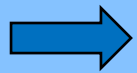


ΣΤΕΡΕΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

- Πρόκειται για διάφορα στερεά βιομηχανικά απόβλητα και υπολείμματα από την επεξεργασία ορυκτών –π.χ. βωξίτης, αμίαντος, άνθρακας
- Περιλαμβάνονται και πλαστικά τα οποία δεν αποικοδομούνται, καθώς και διαφόρων τύπων σκουπίδια (π.χ. γυαλί, λάστιχο, μέταλλα, κ.λ.π.)

Επιπτώσεις ρύπανσης με στερεά απόβλητα

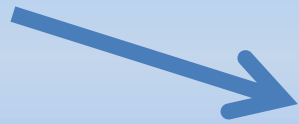
- Τα στερεά υλικά που πέφτουν σε μεγάλες ποσότητες στο βυθό μπορούν να σκεπάσουν και να θανατώσουν τους οργανισμούς που βρίσκονται εκεί
- Υπολείμματα επεξεργασίας ορυκτών μπορεί να αλλάξουν την κοκκομετρική σύνθεση των ιζημάτων μεταβάλλοντας έτσι τις βενθικές βιοκοινωνίες
- Πλαστικά τα οποία διασπώνται σε μικρά κομμάτια (**μικροπλαστικά**) μεταφέρονται και ρυπαίνουν μεγάλες εκτάσεις, ενώ έχουν βρεθεί στα στομάχια πολλών οργανισμών προκαλώντας πεπτικά προβλήματα ή δηλητηρίαση



ΡΑΔΙΕΝΕΡΓΑ ΑΠΟΒΛΗΤΑ

(είναι όλα εκείνα τα υλικά που εκπέμπουν κάποιας μορφής ακτινοβολία)

- Συνήθως τα ραδιενεργά απόβλητα προέρχονται είτε από απόρριψη καταλοίπων από πυρηνικούς αντιδραστήρες, είτε είναι κατάλοιπα κάποιας πυρηνικής έκρηξης
- Η επίδρασή τους στους οργανισμούς μοιάζει με αυτή των χημικών αποβλήτων (**ΒΙΟΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ**) όμως είναι ίσως πιο επικίνδυνα γιατί δεν μπορούν να ανιχνευτούν από τους υδρόβιους οργανισμούς
- Τα περισσότερα από τα ραδιενεργά απόβλητα μπορούν να διατηρούν τις επιβλαβείς τους ιδιότητες για πάρα πολύ μεγάλα χρονικά διαστήματα

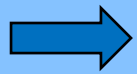


μεγάλος χρόνος ημίσειας ζωής

(Cs¹³⁷ = 30 χρόνια)

(Sr⁹⁰ = 29 χρόνια)

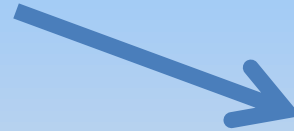
(Pu²³⁹ = 24000 χρόνια)



ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ

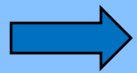
(το θερμό νερό που επιστρέφει σε ένα υδάτινο οικοσύστημα μετά τη χρησιμοποίησή του για την ψύξη εργοστασιακών εγκαταστάσεων, επιδρά στο περιβάλλον με τη μορφή της θερμικής ρύπανσης)

- Συνήθως το νερό χρησιμοποιείται για την ψύξη πυρηνικών σταθμών παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, σε διυλιστήρια πετρελαίου ή σε άλλες βιομηχανίες
- Η αύξηση της θερμοκρασίας του νερού που παρατηρείται μπορεί να επηρεάσει **άμεσα** και **έμμεσα** τους υδρόβιους οργανισμούς



- **όχι ανοχή** στις απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας ή συνεχείς υψηλές θερμοκρασίες στις περιοχές διοχέτευσης του θερμού νερού
- μεταβολή στη **φυσιογνωμία των βιοκοινωνιών** με επικράτηση θερμόφιλων ή και ευρύθερμων ειδών έναντι ειδών που προϋπήρχαν στην περιοχή

- με την αύξηση της θερμοκρασίας **μειώνεται η διαλυτότητα του οξυγόνου** και επομένως μεταβάλλεται και αυτή η παράμετρος, γεγονός που επιτείνει την όχληση των οργανισμών
- η θερμική ρύπανση έχει συχνά ως αποτέλεσμα τη δημιουργία **θερμικής στρωμάτωσης** του νερού (θερμοκλινές) που μπορεί να είναι μόνιμη



ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ-ΥΔΡΟΓΟΝΑΝΘΡΑΚΕΣ

(συνήθως πρόκειται για αθέλητη έκλυση τέτοιων ουσιών στο θαλάσσιο χώρο οι οποίες επηρεάζουν μια μεγάλη ποικιλία υδάτινων οικοσυστημάτων)

- Τα περισσότερα από τα συστατικά του πετρελαίου είναι ελαφρύτερα του νερού, δεν διαλύονται σ' αυτό και επιπλέουν στην επιφάνεια ορατά ως ιριδίζουσες κηλίδες
- Μερικά από τα ελαφρύτερα συστατικά εξατμίζονται και τα υπόλοιπα αποικοδομούνται τελικά από βακτήρια

ΠΕΤΡΕΛΑΙΟ = ΒΙΟΔΙΑΣΠΩΜΕΝΟ

ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

- **Δηλητηρίαση** λόγω πρόσληψης με την τροφή (ΒΙΟΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ)
- Επιδράσεις σε **ποικίλες λειτουργίες** των οργανισμών (ανάπτυξη, αναπαραγωγή, συμπεριφορά, ευαισθησία σε ασθένειες, αναστολή αύξησης φυτοπλαγκτού)
- Περισσότερο επηρεάζονται **οι βενθικοί οργανισμοί** ιδιαίτερα σε ομαλές αμμώδεις ή λασπώδεις ακτές → **μεγάλη θνησιμότητα**
- Μεταβολή στη **σύνθεση των βιοκοινωνιών** όταν ανθεκτικές μορφές κάποιων φυτικών οργανισμών (π.χ. σπόρια φυκών) τους δώσουν τη δυνατότητα να επιβιώσουν και να αναπτυχθούν χωρίς την παρουσία των ζωικών θηρευτών τους

ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΡΥΠΑΣΜΕΝΩΝ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΛΕΚΑΝΩΝ

Αποκατάσταση: Επιστροφή του οικοσυστήματος στις συνθήκες που προϋπήρχαν (!)
ή Επιστροφή του οικοσυστήματος σε μια υγιή κατάσταση (?)
ή Επιστροφή των θεμελιωδών διεργασιών λειτουργίας του (?)



Επιστροφή του οικοσυστήματος σε μια προηγούμενη αποδεκτή κατάσταση...

ΒΗΜΑ 1^ο - Έλεγχος των πηγών ρύπανσης

Περιορισμός–παύση εισαγωγής νέων ρυπαντών στο οικοσύστημα
ή εγκατάσταση συστημάτων επεξεργασίας των λυμάτων

ΒΗΜΑ 2^ο - Επιλογή της στρατηγικής και των στόχων της αποκατάστασης

Περιορισμός της μακροφυτικής βλάστησης
Περιορισμός της αφθονίας του φυτοπλαγκτού
Αύξηση της διαύγειας και της οξυγόνωσης του νερού
Απομάκρυνση-έλεγχος των ανεπιθύμητων οργανισμών
Βελτίωση του βιοτόπου για τα επιθυμητά είδη

ΒΗΜΑ 3^ο - Εφαρμογή της κατάλληλης μεθοδολογίας αποκατάστασης

Φυσικές, χημικές, βιολογικές μέθοδοι....

ΣΥΝΟΨΗ ΜΕΘΟΔΩΝ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΛΙΜΝΩΝ

A) Φυσικές μέθοδοι:

➔ Μηχανικός αερισμός του νερού ή και του ιζήματος



Προσθήκη αέρα ή οξυγόνου με αντλίες ή αναδευτήρες (φτερωτές)

- Βελτίωση συνθηκών διαβίωσης για ψάρια ασπόνδυλα
- Μείωση αναερόβιας αποικοδόμησης οργανικής ύλης
- Βελτίωση ποιότητας (οσμή, γεύση) του νερού

➔ Απομάκρυνση νερού από το υπολίμνιο



Απομάκρυνση ποσοτήτων νερού με μηχανικό τρόπο (αντλίες) και αντικατάστασή του με νερό από το επιλίμνιο

- Βελτίωση της κυκλοφορίας του νερού ➔ οξυγόνωση στο υπολίμνιο
- Η ανάμιξη του νερού ➔ αύξηση παραγωγικότητας, μεταφορά H_2S από μεγάλο βάθος, θερμικές μεταβολές....

➔ Απομάκρυνση ιζήματος - εκβάθυνση



Απομάκρυνση ποσοτήτων ιζήματος με μηχανικό τρόπο (αντλίες-τσάπες)

- Μείωση του φορτίου θρεπτικών που έχουν «αποθηκευτεί» στο βυθό
- Μείωση αναερόβιας αποικοδόμησης οργανικής ύλης
- Έλεγχος της υπερανάπτυξης των μακροφύτων
- Εκβάθυνση της λίμνης και αύξηση του όγκου του νερού της

➔ Μεταφορά νερού διαφορετικής ποιότητας



Σύνδεση της λεκάνης του οικοσυστήματος με παροχή νερού από κάποιο ποτάμι ή από γειτονική λίμνη με νερό καλύτερης ποιότητας

- Μείωση της συγκέντρωσης θρεπτικών/ρύπων στο νερό
- Συνολική βελτίωση συνθηκών διαβίωσης για τους οργανισμούς

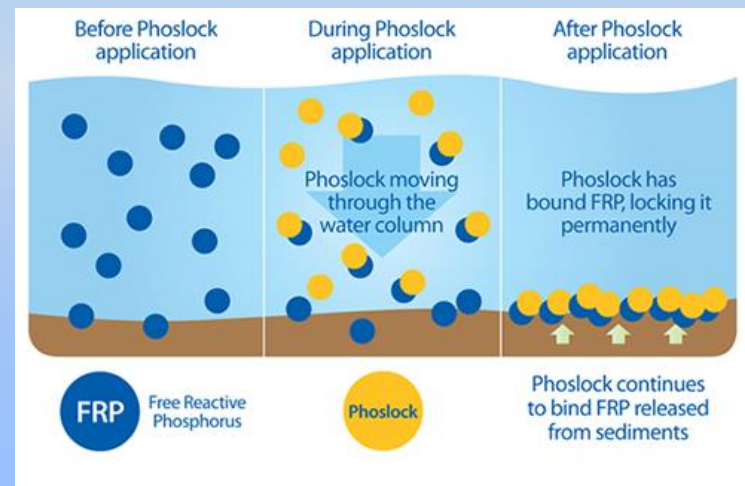
B) Χημικές μέθοδοι:

➔ Δέσμευση-απομάκρυνση θρεπτικών από το νερό και το ίζημα



Πραγματοποιείται με τη χρήση χημικών παρασκευασμάτων που δεσμεύουν μορφές φωσφόρου ή/και αζώτου από το νερό ή το ίζημα

- Έλεγχος-περιορισμός της συγκέντρωσης του φυτοπλαγκτού
- Αύξηση της διαφάνειας του νερού
- Συνολική μείωση της τροφικότητας του οικοσυστήματος



Γ) Βιολογικές μέθοδοι:

⇒ Βιολογικοί παράγοντες δέσμευσης-απομάκρυνσης ρύπων



Ορισμένα μακρόφυτα (π.χ. καλάμια) δεσμεύουν ρύπους από το νερό ή/και το ίζημα και τους αποθηκεύουν στη βιομάζα τους

- Μείωση ρυπογόνων χημικών παραγόντων, οργανικής ρύπανσης
- Ευνοείται η ανάπτυξη των φυτοφάγων ψαριών του οικοσυστήματος
- Ευνοείται η βιοποικιλότητα → βιότοπος πολλών ειδών
- Απαιτείται η συχνή απομάκρυνση των μακροφύτων

⇒ Εισαγωγή φυτοφάγων ειδών



Χρησιμοποιούνται είδη που τρέφονται είτε με τη βλάστηση (μακρόφυτα), είτε με το φυτοπλαγκτό ως μία έμμεση μέθοδος μείωσης της πρωτογενούς παραγωγικότητας και επομένως της συνολικής τροφικότητας

- Μπορεί να θεωρηθεί ως εμπλουτισμός → αξιοποίηση της επιπλέον φυτικής βιομάζας του οικοσυστήματος → ενίσχυση αλιευμάτων
- Με την κατανάλωση του φυτοπλαγκτού → βελτίωση ποιότητας νερού
 - Με την επιφύλαξη των προβλημάτων ενός εμπλουτισμού...
 - Αν χρησιμοποιηθούν ψάρια θα πρέπει να γίνεται αφαίρεση της ζωικής βιομάζας (αλιεία) για να υπάρξει αποτέλεσμα

Το μύδι ζέβρα
(*Dreissena polymorpha*)



Τρέφεται καταναλώνοντας φυτοπλαγκτό → η έντονη παρουσία του μειώνει τις συγκεντρώσεις του φυτοπλαγκτού και αυξάνει τη διαύγεια του νερού

ΤΕΛΟΣ