

ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ

Ρύπανση είναι κάθε άμεση ή έμμεση εισαγωγή ουσιών ή ενέργειας στο υδάτινο περιβάλλον που:

- έχει βλαβερή επίδραση στους οργανισμούς**
- είναι επικίνδυνη για την ανθρώπινη υγεία,**
- αλλοιώνει την ποιότητα του νερού και υποβαθμίζει τις δυνατότητες χρήσης (ακόμη και για ψυχαγωγικούς σκοπούς)**

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ

ΑΠΟΞΥΓΟΝΩΣΗ

ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ

ΜΙΚΡΟΒΙΑΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΑΠΟ ΠΑΘΟΓΟΝΑ = ΜΟΛΥΝΣΗ

ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ (NH₃, Βαρέα Μέταλλα, Μικροοργανικά)

ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (Επιπλέοντα κλπ)

ΘΕΡΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ (Αύξηση θερμοκρασίας λόγω θερμών αποβλήτων)

Πηγή: κυρίως σταθμοί παραγωγής ενέργειας

ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

1^η Σχολή

Καθαρά ανθρωποκεντρική – Προστασία αποδέκτη ανάλογα με την χρήση

2^η Σχολή

Προσπάθεια πλήρους επαναφοράς του υδατικού περιβάλλοντος στην αρχική του κατάσταση

3^η Σχολή

Προσπάθεια βιώσιμης διαχείρισης των υδατικών πόρων ώστε όλοι υδατικοί αποδέκτες να έχουν τουλάχιστον καλή ποιότητα. Πολιτική Ε.Ε. – Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά 2000/60

DO = 8-10 mg/L



Διάθεση
ανεπεξεργαστων
αστικών λυμάτων



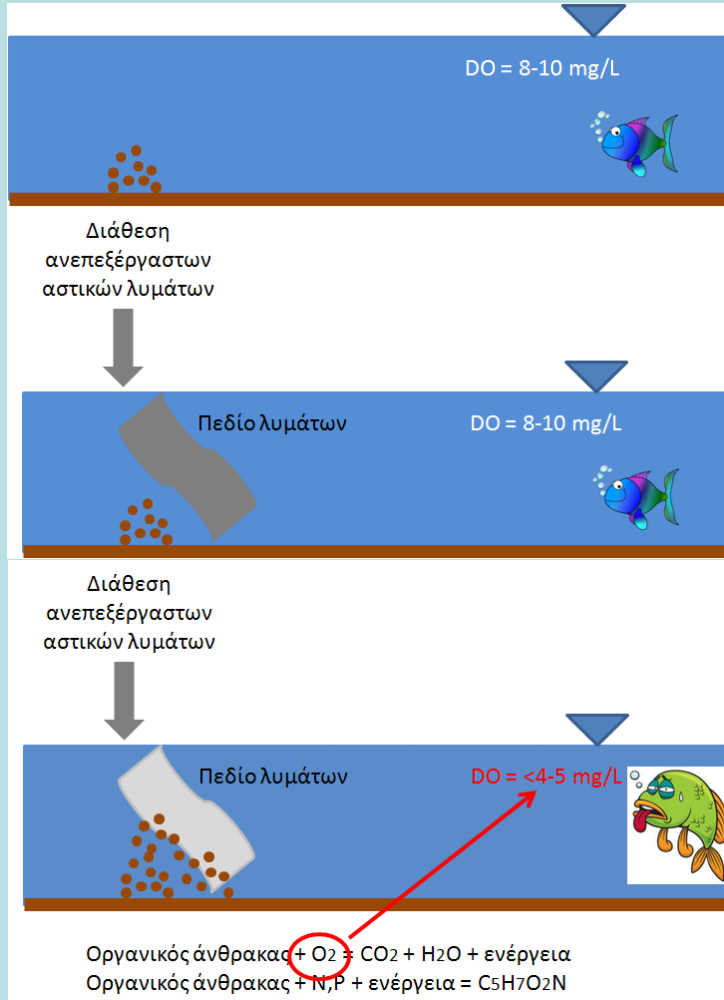
Πεδίο λυμάτων

DO = <4-5 mg/L



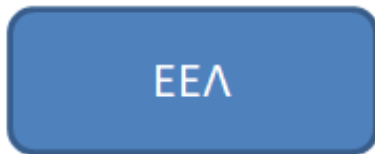
Οργανικός άνθρακας + O₂ = CO₂ + H₂O + ενέργεια
Οργανικός άνθρακας + N,P + ενέργεια = C₅H₇O₂N

Από την μελέτη της ρύπανσης στην περιβαλλοντική τεχνολογία



Από την μελέτη της ρύπανσης στην περιβαλλοντική τεχνολογία

Επεξεργασία αστικών
λυμάτων



Διάθεση
επεξεργαστων
αστικών λυμάτων



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΨΥΤΤΑΛΕΙΑΣ



ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΛΥΜΑΤΩΝ ΨΥΤΤΑΛΕΙΑΣ



Παράδειγμα Αποξυγόνωσης

Λίμνη δέχεται καθημερινά 2000 kg/ημέρα αποβλήτων τυροκομείου που περιέχουν αζωτούχες οργανικές ενώσεις με τον χημικό τύπο ($C_5H_8O_2N_2$). Τα απόβλητα οξειδώνονται πλήρως σε διοξείδιο του άνθρακα, νερό και νιτρικά. Η λίμνη είναι μη στρωματωμένη με συνολικό όγκο $10^7 m^3$. Λόγω της επαφής με τον ατμοσφαιρικό αέρα και της φωτοσύνθεσης συνολικά εισάγονται στο νερό 900 kgO₂/ημέρα από την ατμόσφαιρα. Με δεδομένο ότι οι υδρόβιοι οργανισμοί χρειάζονται κατ' ελάχιστο στο νερό οξυγόνο με συγκέντρωση ίση με 4 g/m³, υπολογίστε:

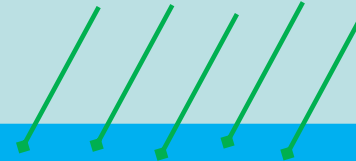
- α) πότε η λίμνη θα αντιμετωπίσει πρόβλημα αποξυγόνωσης και
- β) Ποιο είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο φορτίο αποβλήτων του τυροκομείου σε kg/ημέρα που μπορεί να διατίθεται στη λίμνη χωρίς να προκαλείται μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου στο νερό

Δίδονται: Ατομικά βάρη C, H, O, N είναι 12, 1, 16 και 14 αντίστοιχα.

Η αρχική συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό ισούται με 9 g/m³ νερού.

Ρύπανση Υδάτων - Αποξυγόνωση

Φωτοσύνθεση και αερισμός =
900 kg/d O₂



Υγρά Απόβλητα = 2000 kg/d
C₅H₉O₂N



$V_{\text{λίμνης}} = 10^7 \text{ m}^3$
 $C_{\text{O}_2} = 9 \text{ mg/L}, C_{\text{min O}_2} = 4 \text{ mg/L},$

Παράδειγμα Αποξυγόνωσης

α) Υπολογισμός διαθέσιμου οξυγόνου

Αρχική μάζα O₂ στη λίμνη = 10⁷ m³ x 9 g/m³ = 90000 kgO₂

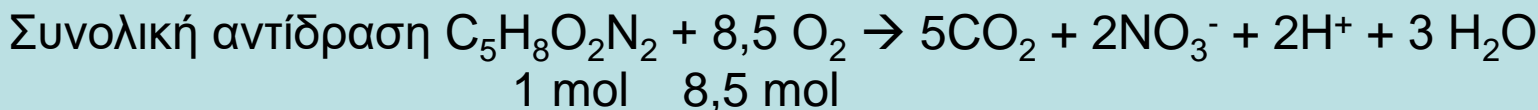
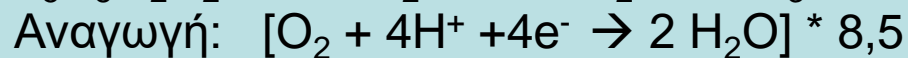
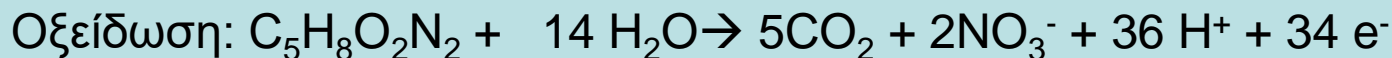
Ελάχιστη μάζα O₂ στη λίμνη για την επιβίωση ψαριών = 10⁷ m³ x 4 g/m³ = 40000 kgO₂

Άρα διαθέσιμο O₂ για κατανάλωση = 90000 – 40000 = 50000 kgO₂

β) Υπολογισμός κατανάλωσης O₂ μέσω της αντίδρασης οξειδοαναγωγής

Η γενική μορφή της αντίδρασης είναι $x \text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2 + y\text{O}_2 \rightarrow z\text{CO}_2 + a\text{NO}_3^- + b\text{H}_2\text{O}$

Γράφουμε τις ημιαντιδράσεις και στην συνέχεια τις προσθέτουμε ώστε να είναι σωστή η στοιχειομετρία των αντιδράσεων και να απαλείφονται τα e⁻:



MB (C₅H₈O₂N₂) = 5 * 12 + 8 + 2*16 + 2*14 = 128 g

άρα για την πλήρη οξείδωση 128 g C₅H₈O₂N₂ καταναλώνονται 8,5 * 32 = 272 g O₂

Συνεπώς για την οξείδωση 1 kg C₅H₈O₂N₂ απαιτούνται 2,125 kgO₂

Παράδειγμα Αποξυγόνωσης

γ) Πότε η λίμνη θα αντιμετωπίσει πρόβλημα αποξυγόνωσης

Για τα 2000 kg/d αποβλήτων του τυροκομείου απαιτούνται $2000 * 2,125 = 4250 \text{ kgO}_2 / \text{d}$

Η προσθήκη οξυγόνου λόγω επαναερισμού και φωτοσύνθεσης = $900 \text{ kgO}_2 / \text{d}$

Άρα καθαρή κατανάλωση οξυγόνου = $4250 - 900 = 3350 \text{ kgO}_2 / \text{d}$

Άρα θα αντιμετωπίσει πρόβλημα σε χρόνο $t = 50000 \text{ kgO}_2 / 3350 \text{ kgO}_2 / \text{d} = 15,4 \text{d}$

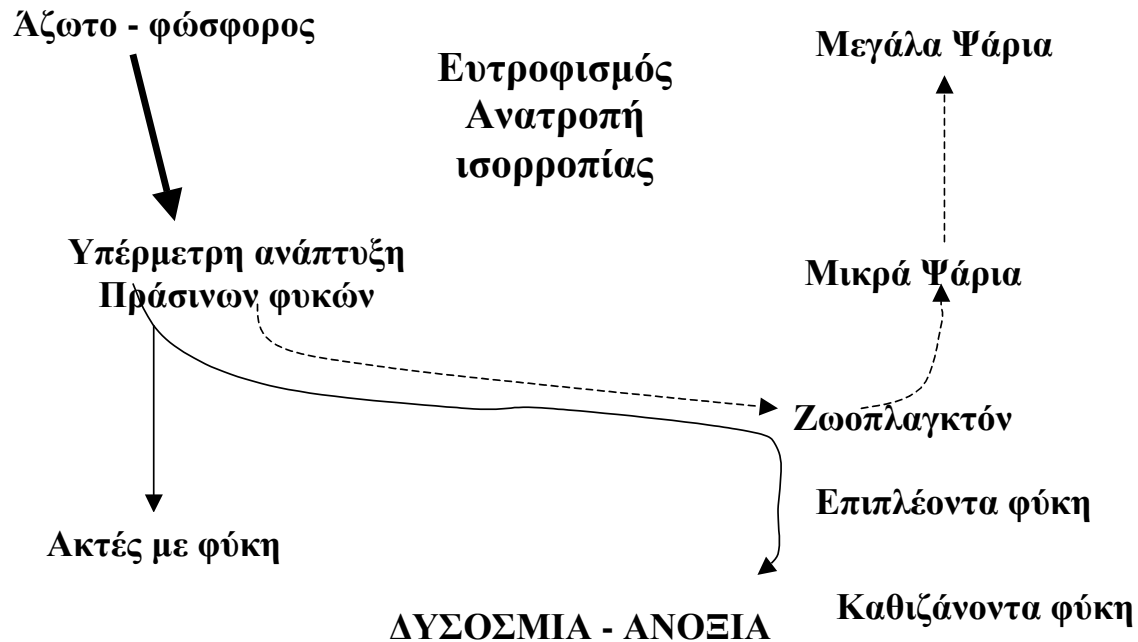
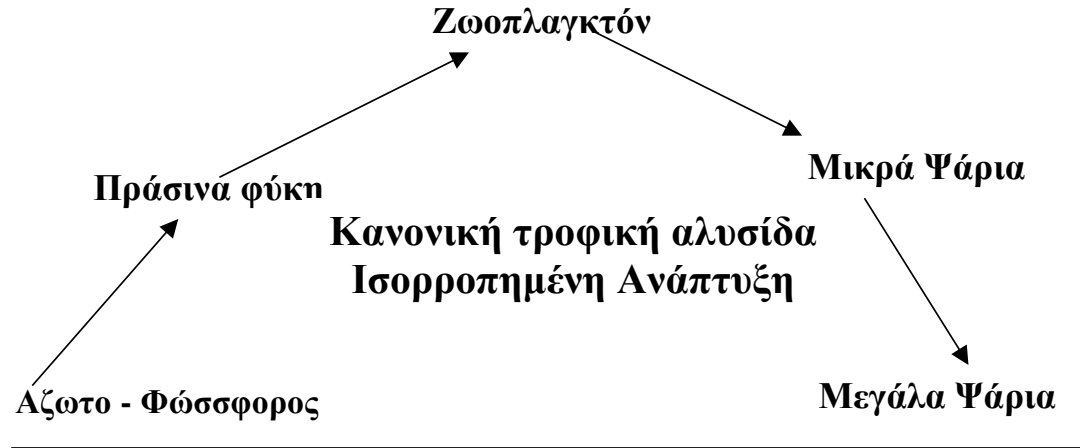
δ) Υπολογισμός του μέγιστου επιτρεπόμενου φορτίο αποβλήτων του τυροκομείου που μπορεί να διατίθεται στη λίμνη χωρίς να προκαλείται μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου στο νερό

Με βάση τον επαναερισμό της λίμνης η μέγιστη ποσότητα οργανικού φορτίου θα πρέπει να προκαλεί κατανάλωση οξυγόνου ίση με $900 \text{ kgO}_2 / \text{d}$

Άρα το φορτίο αποβλήτων του τυροκομείου θα είναι $900 / 2,125 = 424 \text{ kg/d}$ αποβλήτων του τυροκομείου $\text{C}_5\text{H}_8\text{O}_2\text{N}_2$

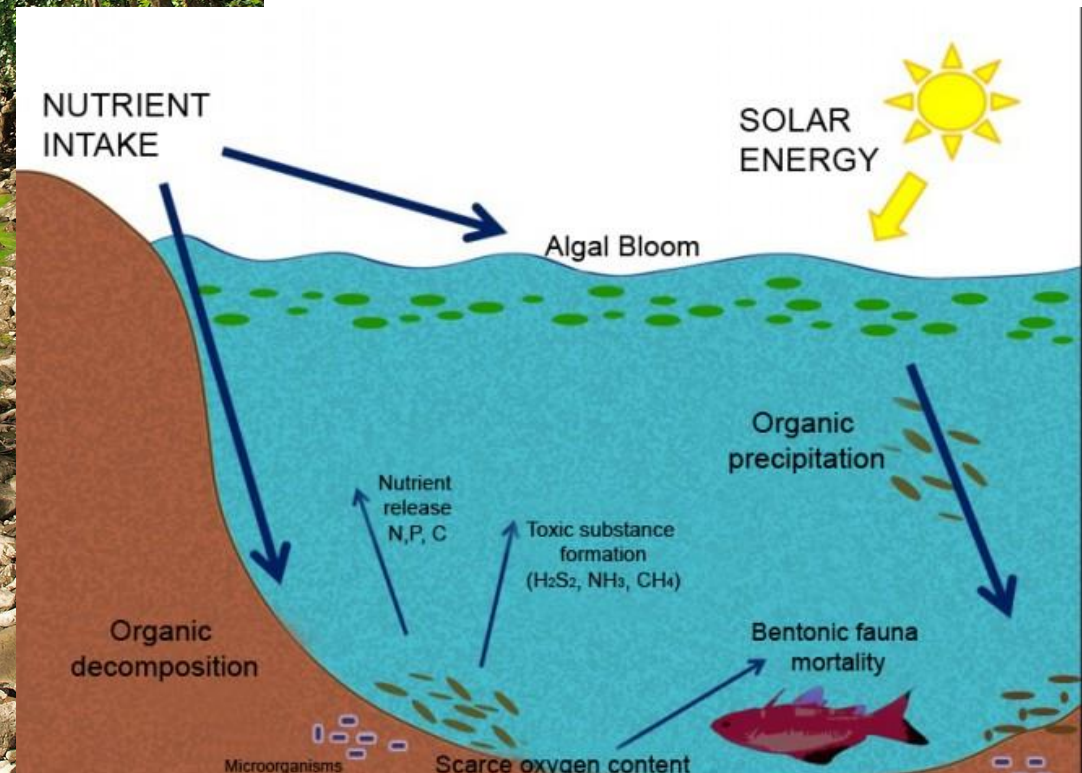
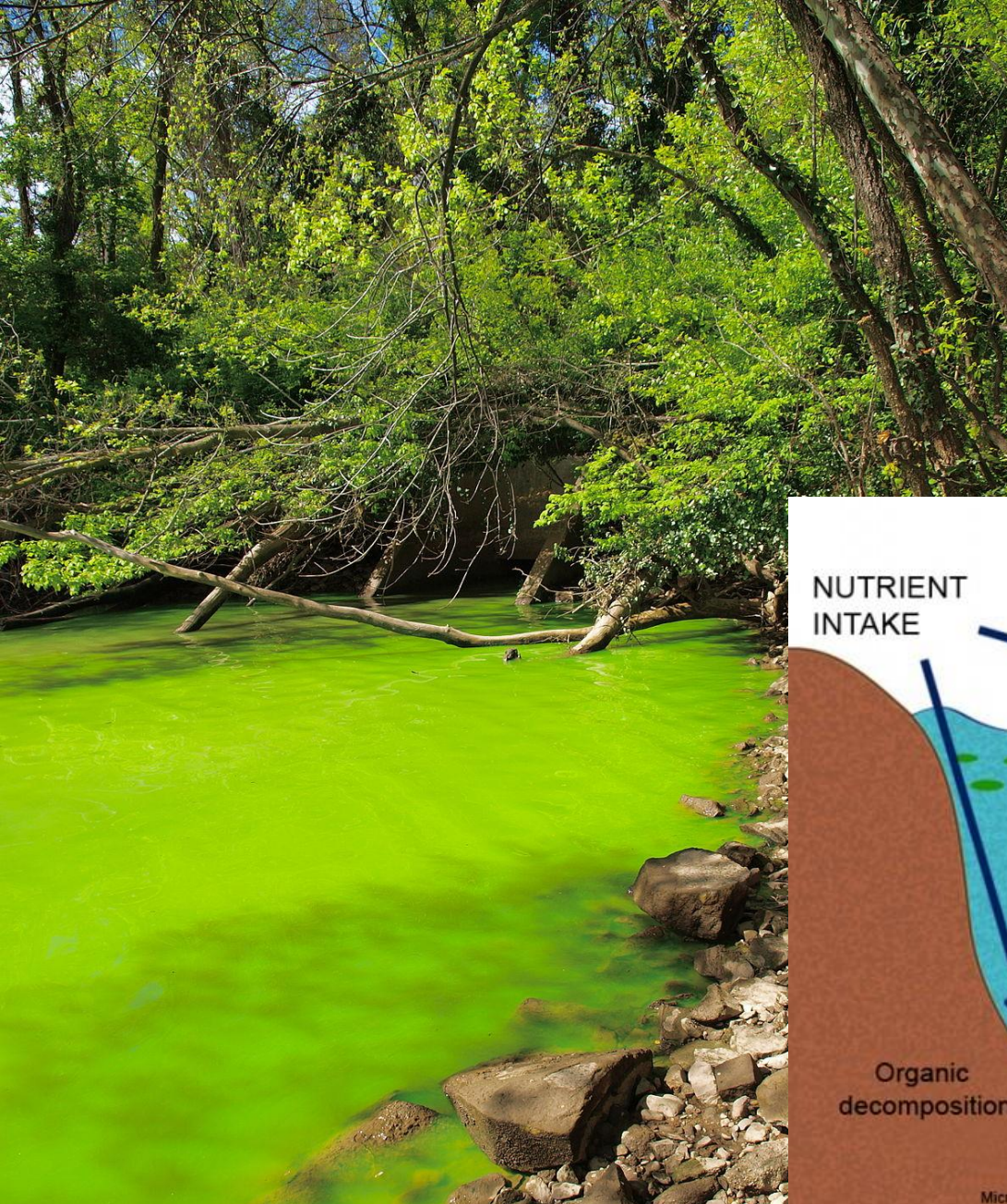
ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ

ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ



ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ

2. ΕΥΤΡΟΦΙΣΜΟΣ



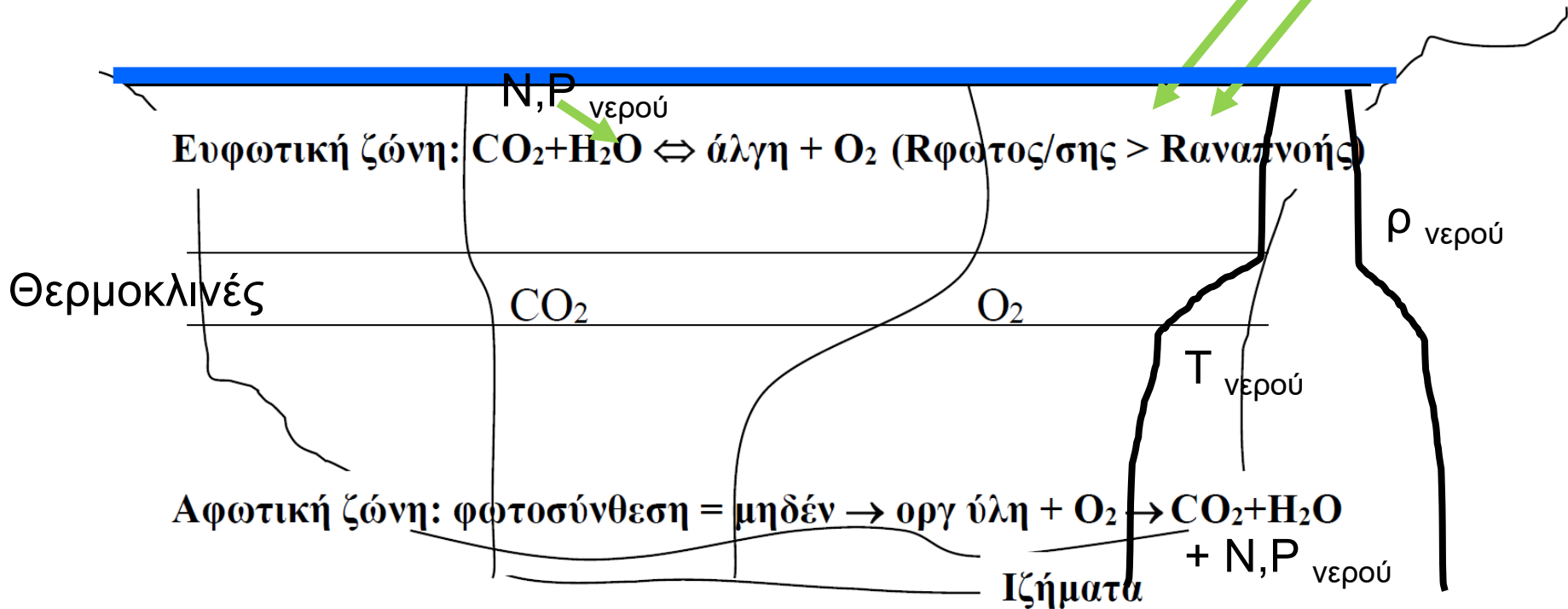
Η λίμνη ως υδατικό οικοσύστημα

Περιεκτικότητα νερού σε οξυγόνο πολύ χαμηλή

$$C_s \text{ οξυγόνου} = f(T, \text{αλατότητας})$$

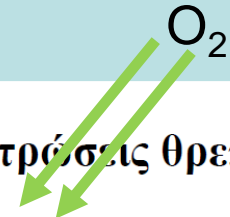
$C_s \text{ οξυγόνου (20°C, καθαρό νερό)} = 9,2 \text{ mg/l νερού}$

Ατμόσφαιρα,
21% O₂

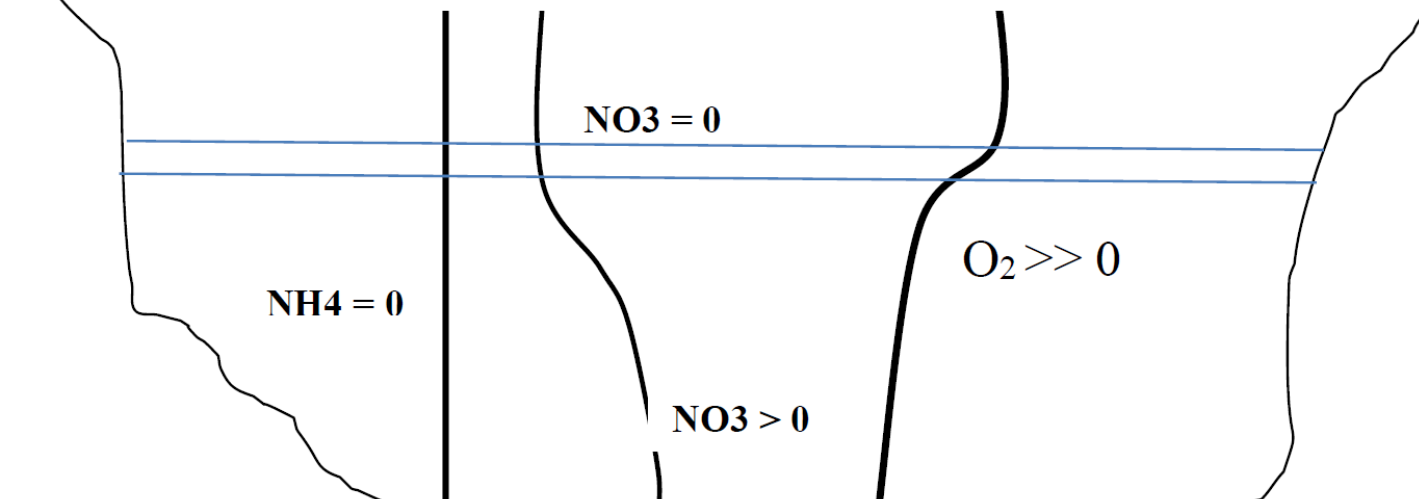


Η λίμνη ως υδατικό οικοσύστημα, περιοριστικός παράγοντας ανάπτυξης αλγών το N

1η περίπτωση = ολιγοτροφικό σύστημα, περιορισμένες συγκεντρώσεις θρεπτικών



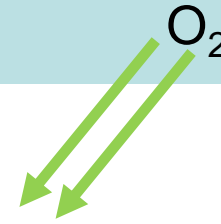
Ευφωτική ζώνη: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{άλγη} + \text{O}_2$ ($R_{\text{φωτοσ/σης}} > R_{\text{αναπνοής}}$)



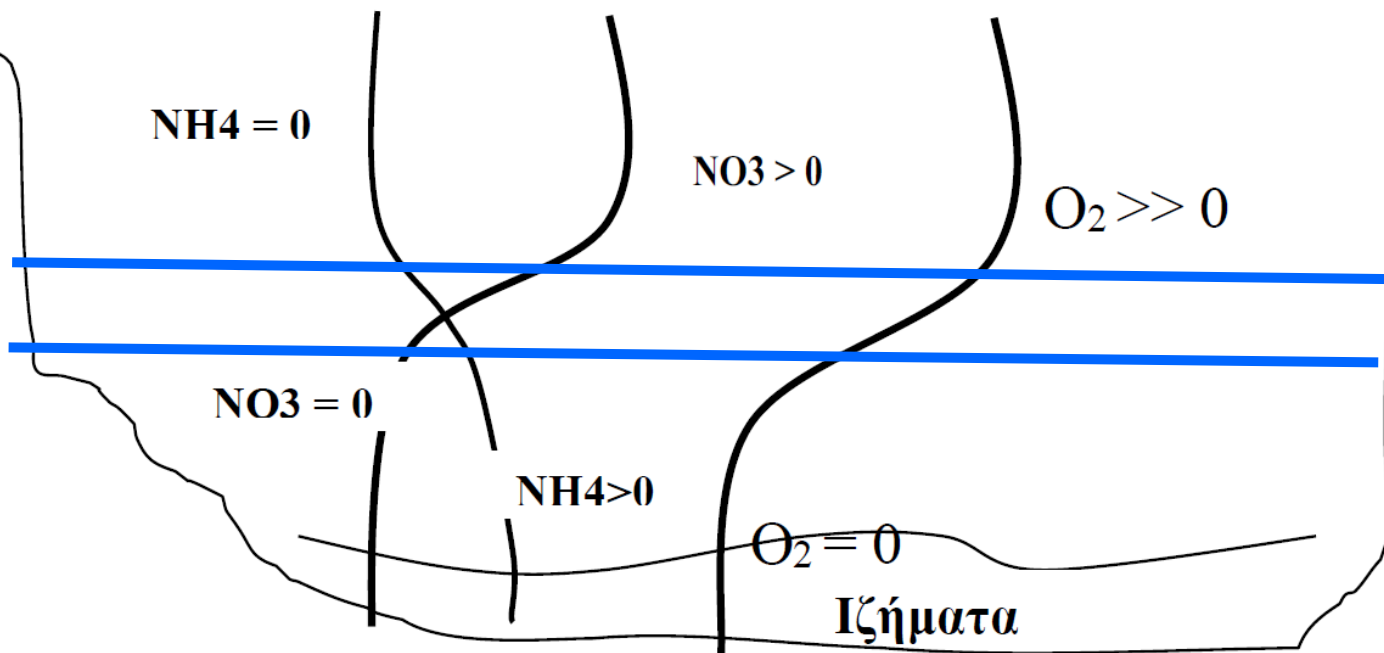
Αφωτική ζώνη: $\text{φωτοσύνθεση} = \text{μηδέν} \rightarrow \text{οργ ύλη} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Η λίμνη ως υδατικό οικοσύστημα, περιοριστικός παράγοντας ανάπτυξης αλγών το N - Ευτροφισμός

2η περίπτωση = οικοσύστημα με υψηλές θρεπτικών



Ευφωτική ζώνη: $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \Leftrightarrow \text{άλγη} + \text{O}_2$ ($R_{\text{φωτοσ/σης}} > R_{\text{αναπνοής}}$)



Αφωτική ζώνη: $\text{φωτοσύνθεση} = \text{μηδέν} \rightarrow \text{οργ ύλη} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Παράδειγμα Ευτροφισμού

Στο πυθμένα στρωματωμένης λίμνης μεγάλου βάθους καταλήγουν κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού καθημερινά 100 kg νεκρών αλγών τα οποία αποσυντίθενται πλήρως και οξειδώνονται πλήρως καταναλώνοντας οξυγόνο. Το υπολίμνιο (πυθμενικό στρώμα νερού) έχει συνολικό όγκο 10^6 m^3 νερού και συγκέντρωση οξυγόνου στην αρχή του καλοκαιριού 10 g/m^3 . Οι βενθικοί οργανισμοί που αναπτύσσονται στον πυθμένα της λίμνης χρειάζονται κατ' ελάχιστο $4,0 \text{ g/m}^3$ οξυγόνου. Θεωρίστε ότι στον πυθμένα της λίμνης λόγω έλλειψης φωτός δεν πραγματοποιείται φωτοσύνθεση και υπολογίστε αν και πότε θα αντιμετωπίσουν πρόβλημα οι βενθικοί οργανισμοί κατά την διάρκεια του καλοκαιριού. (Δίδονται χημικός τύπος αλγών $\text{C}_6\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$ - Ατομικά βάρη C, H, O και N είναι 12, 1, 16 και 14, αντίστοιχα).

Παράδειγμα Αποξυγόνωσης

α) Υπολογισμός διαθέσιμου οξυγόνου

Αρχική μάζα O₂ στη λίμνη = 10⁶ m³ x 10 g/m³ = 10000 kgO₂

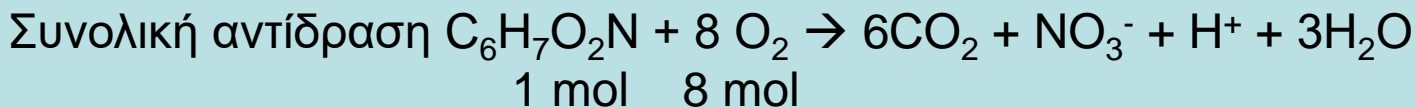
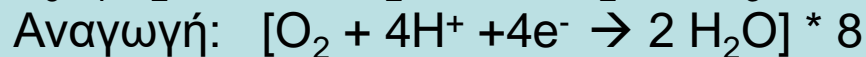
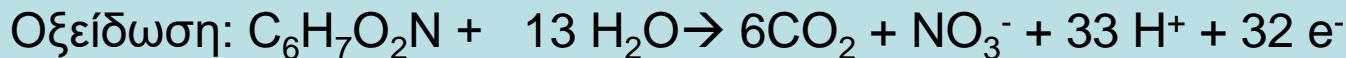
Ελάχιστη μάζα O₂ στη λίμνη για την επιβίωση ψαριών = 10⁶ m³ x 4 g/m³ = 6000 kgO₂

Άρα διαθέσιμο O₂ για κατανάλωση = 10000 – 4000 = 6000 kgO₂

β) Υπολογισμός κατανάλωσης O₂ μέσω της αντίδρασης οξειδοαναγωγής

Η γενική μορφή της αντίδρασης είναι $x C_6H_7O_2N + yO_2 \rightarrow zCO_2 + aNO_3^- + bH_2O$

Γράφουμε τις ημιαντιδράσεις και στην συνέχεια τις προσθέτουμε ώστε να είναι σωστή η στοιχειομετρία των αντιδράσεων και να απαλείφονται τα e⁻:



$$MB (C_6H_7O_2N) = 6 * 12 + 7 + 2*16 + 14 = 125 \text{ g}$$

Άρα για την πλήρη οξείδωση 125 g C₆H₇O₂N καταναλώνονται 8 * 32 = 256 g O₂

Συνεπώς για την οξείδωση 1 kg C₅H₉O₂N απαιτούνται 2,05 kgO₂

γ) Πότε θα εμφανιστεί πρόβλημα

θα αντιμετωπίσει πρόβλημα σε χρόνο $t = 6000 \text{ kgO}_2 / 205 \text{ kgO}_2 / \text{d} = 29,3 \text{ d}$

ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ

Μικροβιακή ρύπανση – μόλυνση

Πηγή: Αστικά και βιομηχανικά απόβλητα – ζώα

Αύξηση παθογένειας υδάτων λόγω:

- Παρουσίας παθογόνων βακτηρίων (χολέρα, τύφος, δυσεντερία, κλπ)**
- Παρουσίας παθογόνων ιών (ηπατίτιδα, πολυεμυλίτιδα)**
- Παρουσίας παθογόνων παρασίτων (cryptosporidium, σχιστοσωμίαση)**

Επηρεάζει χρήσεις νερού όπως:

Πόση

Κολύμβηση

Υδατοκαλλιέργειες

Θερμική ρύπανση

Πηγή: κυρίως σταθμοί παραγωγής ενέργειας

Αποτελέσματα

Αποξυγόνωση λόγω:

Μείωσης διαλυτότητας οξυγόνου

Αύξησης μεταβολισμού οργανισμών

Αδυναμία ποικιλόθερμων οργανισμών να αναπτυχθούν σε περιπτώσεις συχνών αλλαγών στην θερμοκρασία (1,5 – 3°C)

ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ - Μη συμβατικοί ρύποι

Οι θαλάσσιοι οργανισμοί (φυτικοί και ζωικοί) και ο άνθρωπος δέχονται τις επιπτώσεις των ρύπων που απελευθερώνονται στο θαλάσσιο περιβάλλον



- ❑ Στο περιβάλλον, οι υδρόβιοι οργανισμοί, εκτός από την περίπτωση κάποιου ατυχήματος, σπάνια υφίστανται άμεση τοξική δράση από τους ρύπους (άμεση τοξικότητα)
- ❑ Συνήθως οι οργανισμοί έρχονται σε επαφή με συγκεντρώσεις ρύπων που δεν είναι άμεσα θανατηφόρες, αλλά προκαλούν μακροχρόνια προβλήματα και χρόνια τοξικότητα (πχ μεταλλάξεις, καρκινογενέσεις, μείωση ρυθμού ανάπτυξης, ρυθμού αναπαραγωγής, κ.α.).

ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ - Μη συμβατικοί ρύποι

Προσθήκη σε αποδέκτη ουσιών (οργανικών και ανόργανων) που δεν βρίσκονται φυσικά σε αυτό ή περιέχονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις

Είδη ρύπων	Επίδραση
Βαρέα μέταλλα Cd, Zn, Cr, Hg, Pb, Ni, Cu, κλπ	<ol style="list-style-type: none">1. Συνήθως μακροπρόθεσμη τοξική επίδραση σε υδρόβιους οργανισμούς και στον άνθρωπο2. Ορισμένα (π.χ. Cd, Cr⁺⁶) ύποπτα καρκινογόνα3. Οργανικά σύμπλοκα παρουσιάζουν βιοσυσσωρευση4. Δεν είναι βιοδιασπάσιμα
Συνθετικές οργανικές ενώσεις Χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες (π.χ. διαλύτες, TCE) Φυτοφάρμακα (οργανοχλωριωμένα), Παρασιτοκτόνα Οργανοφωσφορικές ενώσεις, εντομοκτόνα Τριαλογονομένα μεθάνια	<ol style="list-style-type: none">1. Κυρίως μακροπρόθεσμη τοξική επίδραση στην υγεία των ανθρώπων2. Άμεση τοξική επίδραση σε έντομα, φυτοπλαγκτό3. Μικρή βιοδιασπασιμότητα → Βιολογική συσσωρευση και μεγέθυνση4. Αρκετά είναι ύποπτα καρκινογόνα και τερατογόνα
Συνθετικές οργανικές ενώσεις που χρησιμοποιούμε καθημερινά Φαρμακευτικά προϊόντα, Απορρυπαντικά (εννευλοφαινόλες) Triclosan (οδοντόπαστες, στοματικά διαλύματα)	<ol style="list-style-type: none">1. Κυρίως μακροπρόθεσμη επίδραση σε ψάρια (ενδοκρινικοί διαταράκτες, θηλυκοποίηση ψαριών)2. Τοξική επίδραση σε κάποιους οργανισμούς3. Μικρή βιοδιασπασιμότητα → Βιολογική συσσωρευση και μεγέθυνση

ΒΑΡΕΑ ΜΕΤΑΛΛΑ

Τα βαρέα μέταλλα δεν είναι πάντα τοξικοί ρύποι αλλά όλα τα βαρέα μέταλλα είναι δυνητικά τοξικά αν η συγκέντρωσή τους είναι πολύ μεγάλη. Κάποια είναι ιχνοστοιχεία π.χ. Ψευδάργυρος, Μαγγάνιο, Χαλκός. άλλα δεν έχουν καμιά μεταβολική αξία για τον οργανισμό π.χ. Μόλυβδος, Υδράργυρος.

Πηγές

1. Από διάβρωση και απόπλυση με ποτάμια
2. Από ηφαίστεια που βρίσκονται στον πυθμένα υδατικών σωμάτων
3. Από την ατμόσφαιρα μέσω σκόνης ή σταγονιδίων
4. Από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (σημειακές και μη σημειακές πηγές ρύπανσης)

Το φαινόμενο της συνέργειας

Π.χ. η τοξικότητα του καδμίου στον οργανισμό εξαρτάται από τις αντίστοιχες ποσότητες ψευδαργύρου. Συχνά η τοξική δράση των μετάλλων αυξάνεται λόγω συνεργισμού στη περίπτωση ταυτόχρονης έκθεσης σε πολλά βαρέα μέταλλα.

ΣΥΝΘΕΤΙΚΕΣ ΟΡΓΑΝΙΚΕΣ ΕΝΩΣΕΙΣ

Πηγές

- Επιφανειακές απορροές από γεωργικές εκτάσεις
- βιομηχανικά απόβλητα
- αστικά χλωριωμένα λύματα
- αερομεταφορά

Αρκετές από αυτές είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες ενώσεις με μεγάλο χρόνο ζωής και χαμηλό ως μηδενικό ρυθμό αποικοδόμησης καθώς αποτελούν ουσίες που έχει κατασκευάσει ο άνθρωπος και σε ορισμένες περιπτώσεις η φύση δεν έχει πλήρως αναπτύξει μηχανισμούς αποδόμησης των ουσιών αυτών

ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

ΠΡΟΣΡΟΦΗΣΗ

Τμήμα των ρύπων προσροφάται στους οργανισμούς ή και στα ιζήματα

ΒΙΟΣΥΣΣΩΡΕΥΣΗ

Οι ρύποι εισέρχονται στον οργανισμό των ζώων και φυτών με την αναπνοή και τη διατροφή και κατακρατούνται στους ιστούς.

Μερικοί θαλάσσιοι οργανισμοί έχουν την ιδιότητα να βιοσυσσωρεύουν τους ρύπους κατά εκατοντάδες φορές.

Η βιοσυσσώρευση εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Περιβαλλοντικούς: το είδος του ρύπου και η συγκέντρωση του ρύπου, ο χρόνος έκθεσης, κλπ
- Βιολογικούς: είδος, ηλικία, φύλο, ιστός/όργανο, βιολογικός κύκλος

ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΜΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΡΥΠΩΝ ΣΤΟΥΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

ΒΙΟΜΕΤΑΦΟΡΑ

Οι βιοσυσσωρευμένοι ρύποι δεν εξαφανίζονται με τον θάνατο του οργανισμού, αλλά μεταφέρονται διαμέσου της τροφικής αλυσίδας.

Με αυτόν τον τρόπο ένας ρύπος μπορεί διαδοχικά να μεταφερθεί χρονικά και γεωγραφικά μακριά από το σημείο απόρριψής του

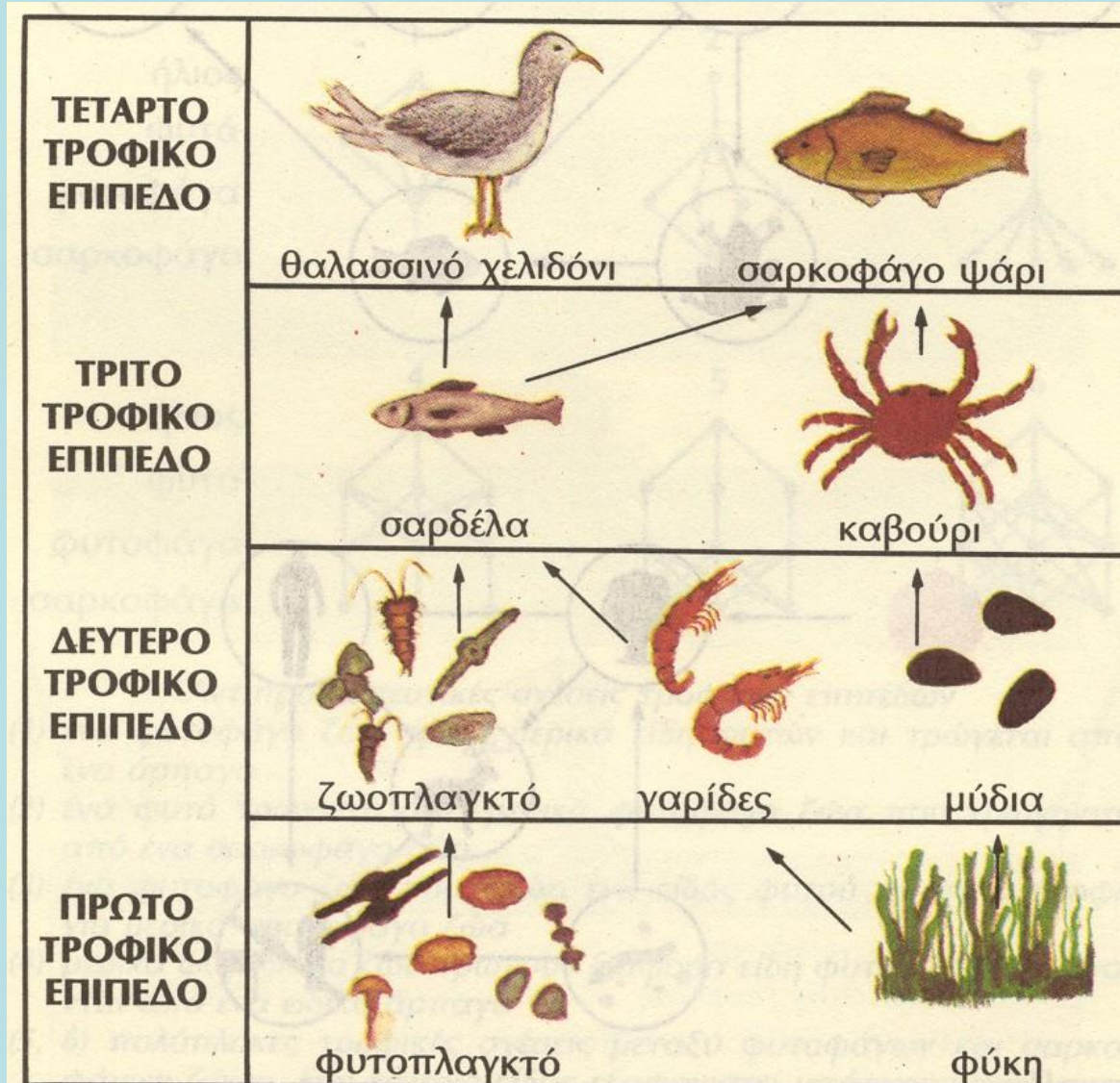
ΒΙΟΜΕΓΕΘΥΝΣΗ

Ορισμένοι ρύποι έχουν την ιδιότητα να αυξάνουν σε συγκέντρωση όταν περνούν από κατώτερο τροφικό επίπεδο σε ανώτερο

Ξέρουμε ότι αυτό ισχύει για τα εντομοκτόνα, πολλούς άλλους συνθετικούς οργανικούς ρύπους και από τα μέταλλα για τον υδράργυρο

ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ - Μη συμβατικοί ρύποι

ΒΙΟΜΕΓΕΘΥΝΣΗ

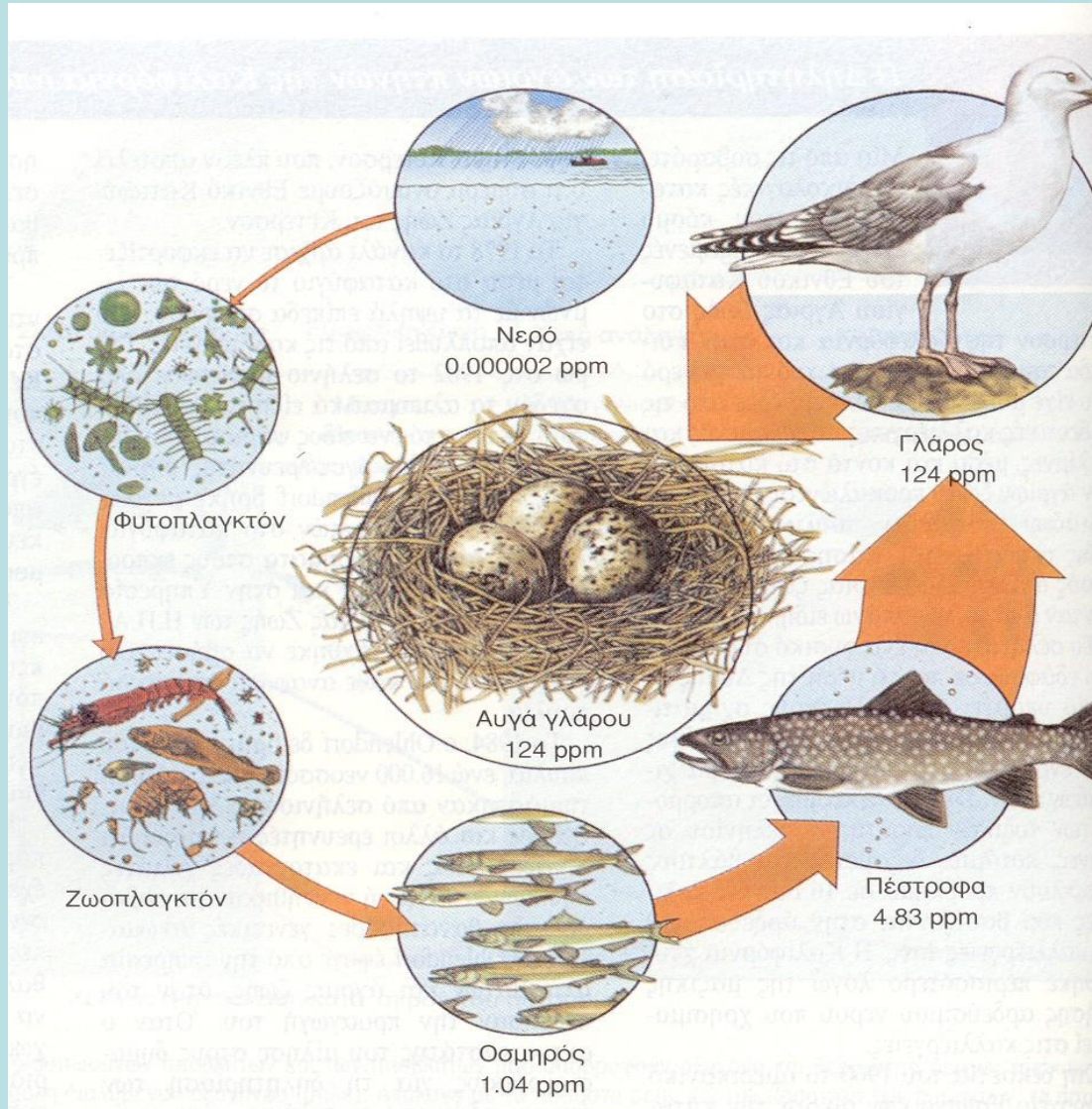


Τυπική τροφική αλυσίδα σε υδρόβιο οικοσύστημα.

ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ - Μη συμβατικοί ρύποι

ΒΙΟΜΕΓΕΘΥΝΣΗ - DDT

Χρόνος υποδιπλασιασμού DDT = 4 έτη



ΧΗΜΙΚΗ ΡΥΠΑΝΣΗ ΝΕΡΟΥ - Μη συμβατικοί ρύποι

ΒΙΟΜΕΓΕΘΥΝΣΗ – Μεθυλιωμένες μορφές Hg

