

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ- ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

Εφαρμοσμένη Οικολογία & Διαχείριση Περιβάλλοντος

Μάθημα:

ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ, ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΔΑΤΙΝΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Διδάσκων: Νταϊλιάνης Στέφανος (Αναπληρωτής Καθηγητής)

**Ακαδημαϊκό Έτος
2023-2024**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΔΙΑΛΕΞΗΣ

- 1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος**
- 2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινα περιβάλλον**
- 3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί**
- 4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου**
- 5. Εκτίμηση τοξικών επιπτώσεων-Αρχές Τοξικολογίας/Οικοτοξικολογίας**

✓ Βασικές έννοιες αναφοράς....

Υδάτινα Οικοσύστημα: αυθαίρετες οικολογικές μονάδες/συστήματα **αβιοτικών¹** και **βιοτικών παραγόντων²** που βρίσκονται σε συνεχή αλληλεπίδραση.

Κύρια χαρακτηριστικά....

- Διαθέτουν αυτορρυθμιστικούς μηχανισμούς διατήρησης/επιαναφοράς σε κατάσταση ισορροπίας (**ευστάθεια³ οικοσυστήματος**).
- Η ευστάθεια εξαρτάται από την ποικιλότητα.

³Ευστάθεια ή ελαστικότητα (resilience): η ταχύτητα του οικοσυστήματος να απορροφά αλλαγές και να παραμένει αμετάβλητο, διατηρώντας τη δομή και το πρότυπο συμπεριφοράς του στην εμφάνιση μιας διαταραχής.

¹Αβιοτικοί παράγοντες: αέρας, νερό, χώμα, θερμοκρασία, pH, οξυγόνο, φως, κ.λπ.

²Βιοτικοί παράγοντες:

- ❖ Παραγωγοί (φυτά, κυανοβακτήρια, φύκη).
- ❖ Καταναλωτές (πρώτης, δεύτερης τάξης κ.ο.κ.).
- ❖ Αποικοδομητές (βακτήρια, μύκητες).

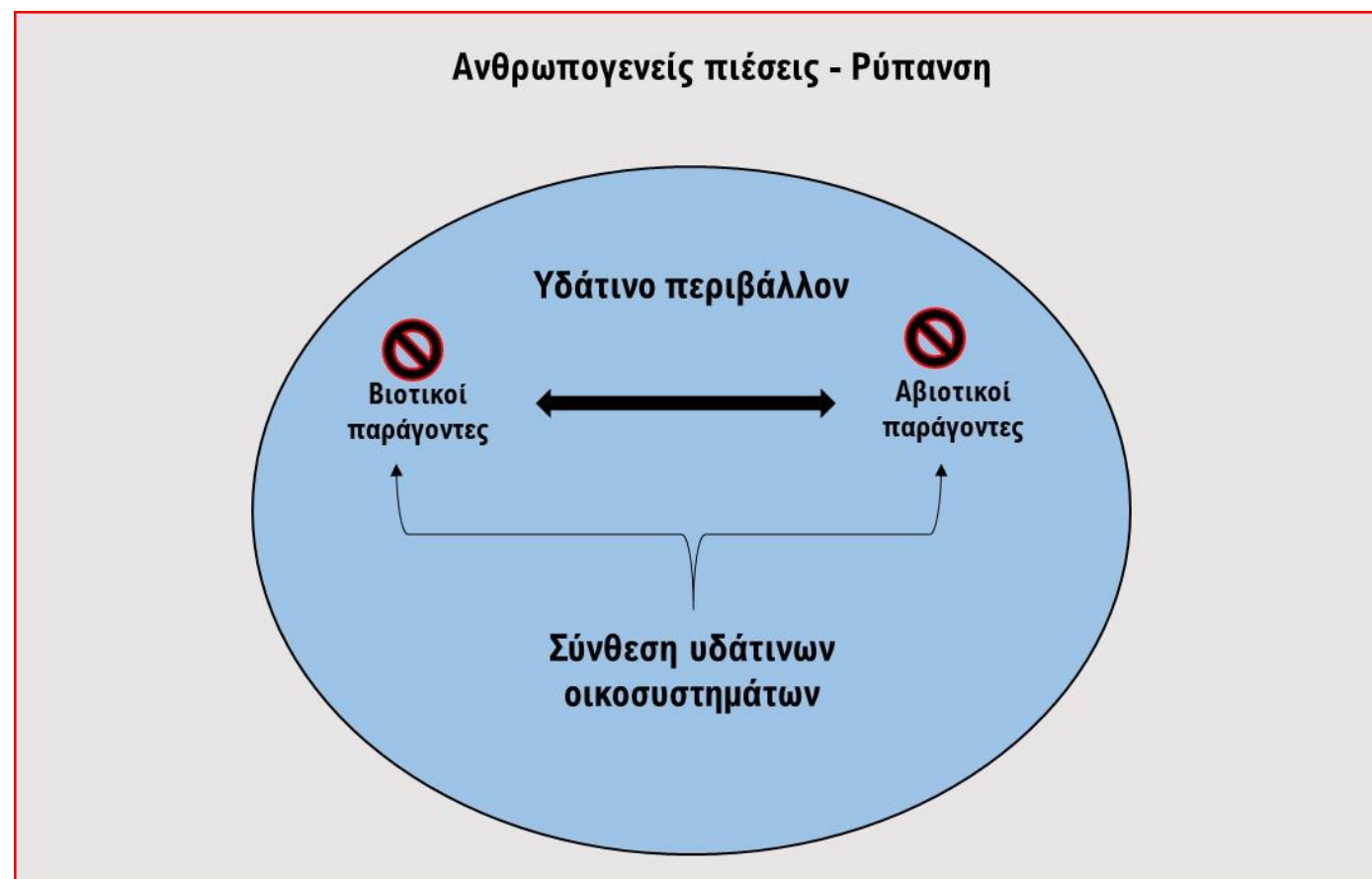
✓ Βασικές έννοιες αναφοράς....

Αξιολόγηση και διαχείριση υδάτινων οικοσυστημάτων...

Αξιολόγηση...

- Εντοπισμός και καταγραφή θετικών και αρνητικών στοιχείων του οικοσυστήματος.
- Εκτίμηση της «αξίας» του οικοσυστήματος.
- Αξιολόγηση της ευστάθειας οικοσυστήματος και των παραγόντων πίεσης που δέχεται.

Η αξιολόγηση και διαχείριση των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι άμεσα συνυφασμένη με τις ανθρωπογενείς πιέσεις που δέχονται και τις επιπτώσεις που μπορεί να προκαλέσουν στην ισορροπία τους.



✓ **Βασικές έννοιες αναφοράς....**

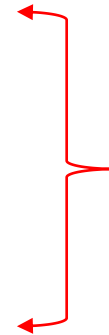
Αξιολόγηση και διαχείριση υδάτινων οικοσυστημάτων...

Αξιολόγηση...

- Εντοπισμός και καταγραφή θετικών και αρνητικών στοιχείων του οικοσυστήματος.
- Εκτίμηση της «**αξίας**» του οικοσυστήματος.
- Αξιολόγηση της ευστάθειας οικοσυστήματος και των παραγόντων πίεσης που δέχεται.

Ανθρωπογενείς πιέσεις...

- Αδυναμία εντοπισμού και καταγραφής των στοιχείων του οικοσυστήματος.
- Μείωση της «αξίας» του οικοσυστήματος.
- Διαταραχή της ευστάθειας του οικοσυστήματος.



Διαχείριση...

- Εντοπισμός και κατανόηση ανθρωπογενών πιέσεων.
- Εφαρμογή στρατηγικών μείωσης των ανθρωπογενών πιέσεων.
- Εξασφάλιση/διατήρηση θετικών και βελτίωση αρνητικών στοιχείων του οικοσυστήματος.
- Αποφυγή διατάραξης ευστάθειας οικοσυστήματος.
- Αειφόρος εκμετάλλευση πόρων των υδάτινων οικοσυστημάτων.

✓ Βασικές έννοιες αναφοράς....

- Το θαλάσσιο περιβάλλον και ειδικά οι κλειστές θαλάσσιες λεκάνες (π.χ. Μεσόγειος), καθώς και οι παράκτιες ζώνες δέχονται **τεράστιες περιβαλλοντικές πιέσεις**, αφενός λόγω των **φυσικών διεργασιών** και αφετέρου **λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας** (2017/845/EK).

Στόχος...

- **Θέσπιση στρατηγικών** για τη διατήρηση και βιώσιμη χρήση των υδάτινων πόρων και οικοσυστημάτων (<https://sustainabledevelopment.un.org/sdg14>)
 - Εναρμόνιση χωρών με **την οδηγία πλαίσιο για τα ύδατα** (2000/60/EK)*
 - Εναρμόνιση χωρών της ΕΕ με την **οδηγία πλαίσιο για την θαλάσσια στρατηγική** (2008/56/EK)*

* Οδηγία 2000/60/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 23ης Οκτωβρίου 2000, για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων/ΕΕ L 327 της 22.12.2000, σ. 1

**Οδηγία 2008/56/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου, της 17ης Ιουνίου 2008, περί πλαισίου κοινοτικής δράσης στο πεδίο της πολιτικής για το θαλάσσιο περιβάλλον, ΕΕ L 164 της 25.6.2008, σ. 19-40.

✓ Βασικές έννοιες αναφοράς....

Κριτήρια και προϋποθέσεις εφαρμογής της οδηγίας 2008/56/ΕΚ

- Αξιολόγηση της ποιοτικής κατάστασης του θαλάσσιου περιβάλλοντος
- Προσδιορισμός της «καλής περιβαλλοντικής κατάστασης»*
- Καθορισμός κατάλληλων περιβαλλοντικών στόχων
- Κατάρτιση κατάλληλων Προγραμμάτων Παρακολούθησης (Monitoring)
- Εφαρμογή μέτρων για την επίτευξη του βασικού στόχου, δηλ. της διασφάλισης της «καλής περιβαλλοντικής κατάστασης» όλων των θαλάσσιων υδάτων της ΕΕ έως το 2020.

* Η περιβαλλοντική κατάσταση προσδιορίζεται μέσω των ακόλουθων χαρακτηριστικών ποιοτικής περιγραφής (απόφαση ΕΕ 2017/848):

- D2 – Μη αυτόχθονα είδη (NIS)
- D3 – Εμπορικά εκμεταλλεύσιμοι ιχθύες και οστρακόδερμα
- D5 – Ευτροφισμός (π.χ. εισροή θρεπτικών ουσιών)
- D7 – Υδρογραφικές αλλοιώσεις/αλλαγές
- **D8 – Ρυπογόνες ουσίες στη θάλασσα**
- **D9 – Ρυπογόνες ουσίες σε ψάρια και άλλα θαλασσινά**
- **D10 – Θαλάσσια απορρίμματα**
- D11 – Ενέργεια, συμπεριλαμβανομένου του υποθαλάσσιου θορύβου.

Μέτρα αντιμετώπισης των πιέσεων στο θαλάσσιο περιβάλλον

- D1 – Βιοποικιλότητα
- D4 – Δίκτυα θαλάσσιας τροφής
- D6 – Ακεραιότητα του θαλάσσιου βυθού

Μέτρα αντιμετώπισης της κατάστασης της θαλάσσιας βιοποικιλότητας

✓ Βασικές έννοιες αναφοράς....

Πώς ερμηνεύουμε τη ρύπανση;

Ρύπανση: η είσοδος στο περιβάλλον **κάθε ουσίας ή ενέργειας (ρύποι ή ρυπογόνες ουσίες)** με **ρυθμό ταχύτερο από το ρυθμό αφομοίωσης ή/και απομάκρυνσής της**. Οι ουσίες αυτές ονομάζονται.

Τι είναι οι ρύποι ή ρυπογόνες ουσίες;

Ρύποι ή ρυπογόνες ουσίες: στερεές, υγρές ή αέριες που εκπέμπονται από **πηγές ανθρωπογενούς προέλευσης (Ρυπαντές)**, ή προκύπτουν μετά από αλληλεπίδραση του ανθρώπου με το εκάστοτε οικοσύστημα.

Πώς διακρίνονται οι ρύποι ή ρυπογόνες ουσίες;

- **Πρωτογενείς ρυπογόνες ουσίες** (εκπέμπονται άμεσα από την ανθρώπινη δραστηριότητα).
 - **Δευτερογενείς ρυπογόνες ουσίες** (προκύπτουν από τους πρωτογενείς μετά από αλληλεπίδραση τους με το οικοσύστημα).
- ← **Σωρευμένοι ρύποι (stock pollutants):** συσσωρεύονται στο περιβάλλον με την πάροδο του χρόνου (κυρίως **μη διασπώμενοι ρύποι**, όπως PCBs, βαρέα μέταλλα, κ.λπ.).
- ← **Μη σωρευμένοι ρύποι (fund pollutants):** ρύποι που γίνονται επιβλαβείς όταν η συγκέντρωσή τους υπερβεί τη **φέρουσα περιβαλλοντική ικανότητα αφομοίωσης** (environmental absorptive capacity¹).

¹“Η μέγιστη ποσότητα μιας ουσίας που μπορεί να αφομοιωθεί από το περιβάλλον, χωρίς να προκληθεί οποιαδήποτε μορφής περιβαλλοντική βλάβη” (by Oxford reference)

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Ανόργανα ιόντα/ρύποι

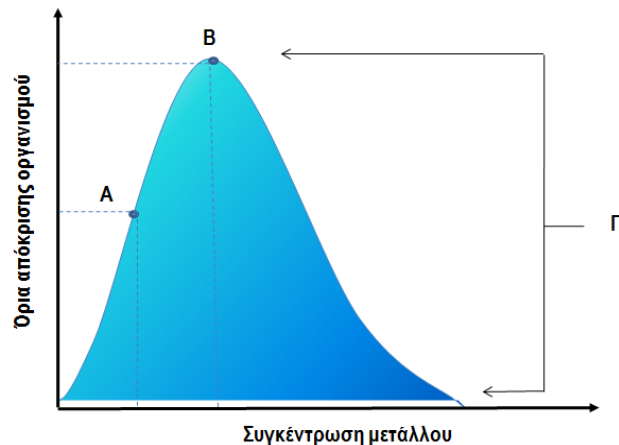
- ❖ Μεταλλικά και μη μεταλλικά στοιχεία.
- ❖ Αλκαλοειδή και αλογόνα.

Ανόργανα μεταλλικά στοιχεία (ανιόντα και κατιόντα): Στιλπνή εμφάνιση και **υψηλή ηλεκτροαγωγιμότητα**.

Η προέλευσή τους είναι...

- **είτε φυσική (π.χ.** αποσάθρωση φυσικών μεταλλευμάτων του εδάφους, ηφαιστειακές εκρήξεις, δασικές πυρκαγιές).
- **είτε αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων (π.χ.** η εξόρυξη και επακόλουθη απελευθέρωση και οξείδωση μεταλλευμάτων από πετρώματα).

- Τα μέταλλα ανάλογα με την πυκνότητά τους μπορεί να συμμετέχουν σε διάφορες βιολογικές διεργασίες (**απαραίτητα**) με τη μορφή των **ιχνοστοιχείων** (πολύ μικρές συγκεντρώσεις Fe, I, Cu, Mn, Z, Co, Mo, S), Cr, Ni, V, Si, As), οι οποίες σχετίζονται με την ανάπτυξη, τη δομή και τη λειτουργία των ζωικών και φυτικών οργανισμών.
- Τα απαραίτητα μεταλλικά στοιχεία **μπορεί να μετατραπούν σε τοξικές ρυπογόνες ουσίες** για τον οργανισμό, όταν η συγκέντρωσή τους ξεπεράσει την αναγκαία τιμή με την οποία θεωρούνται ευεργετικά (**μεταβατικά**).



A: ευεργετική συμμετοχή του ιχνοστοιχείου/απαραίτητου μεταλλικού στοιχείου σε φυσιολογικές διεργασίες του οργανισμού.

B: οριακή συγκέντρωση ανοχής του ιχνοστοιχείου/απαραίτητου μεταλλικού στοιχείου στον οργανισμό.

Γ: τοξική δράση του ιχνοστοιχείου/απαραίτητου μεταλλικού στοιχείου σε φυσιολογικές διεργασίες του οργανισμού.

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Ανόργανα ιόντα/ρύποι

- ❖ Μεταλλικά και μη μεταλλικά στοιχεία.
- ❖ Αλκαλοειδή και αλογόνα.

Ανόργανα μεταλλικά στοιχεία (ανιόντα και κατιόντα): Στιλπνή εμφάνιση και **υψηλή ηλεκτροαγωγιμότητα**.

Η προέλευσή τους είναι...

- **είτε φυσική (π.χ.** αποσάθρωση φυσικών μεταλλευμάτων του εδάφους, ηφαιστειακές εκρήξεις, δασικές πυρκαγιές).
- **είτε αποτέλεσμα ανθρώπινων δραστηριοτήτων (π.χ.** η εξόρυξη και επακόλουθη απελευθέρωση και οξείδωση μεταλλευμάτων από πετρώματα).

➤ Μέταλλα με πυκνότητα >5 σε σχέση με την πυκνότητα του H₂O χαρακτηρίζονται ως βαρέα, είναι μη-βιοδιασπώμενα και παρουσιάζουν **ικανότητα βιοσυσσώρευσης και επαγωγή τοξικότητας¹**.

¹Η τοξικότητα οφείλεται κατά κύριο λόγο:

- Στην ικανότητα **σηματισμού χημικών ενώσεων με ένζυμα**, παρεμποδίζοντας/αναστέλλοντας τη δράση τους.
- Στην ικανότητα **αντίδρασης με κυτταρικές μεμβρανικές δομές**, παρεμποδίζοντας τη διαπερατότητά τους σε ιόντα και οργανικά μόρια.
- Στη **συνεργητική τους δράση**, η οποία αυξάνει την τοξικότητά τους.

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Ανόργανα ιόντα/ρύποι

- ❖ Μεταλλικά και μη μεταλλικά στοιχεία.
- ❖ Αλκαλοειδή και αλογόνα.

Ανιόντα (φωσφορικά και νιτρικά).

- Χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες ως **νιτρικά και φωσφορικά λιπάσματα στη γεωργία** για τον εμπλουτισμό γεωργικών εδαφών.
- Σε μεγάλες ποσότητες τα νιτρικά και τα φωσφορικά ανιόντα είναι υπεύθυνα για **το φαινόμενο του ευτροφισμού** που παρατηρείται στις περισσότερες ελληνικές λίμνες.
- Ο άνθρωπος μπορεί να γίνει ο τελικός αποδέκτης τους, μέσω του πόσιμου νερού που χρησιμοποιεί από πηγές.
- **Όρια ασφαλείας για την παρουσία νιτρικών στο πόσιμο νερό = <10 ppm**, καθώς και «ζώνες αποκλεισμού» γύρω από υδάτινες πηγές που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση (WHO, 1989, 2006; EPA, 2004; FAO, 1992).

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Οργανικά προϊόντα/ρύποι

- Τα οργανικά προϊόντα είναι **αποτέλεσμα της ανθρώπινης ανάπτυξης**.
- Πρόκειται για χημικές ενώσεις που εμφανίστηκαν στο περιβάλλον τις τελευταίες δεκαετίες.
- Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν:
 - οι **υδρογονάνθρακες του πετρελαίου**¹
 - οι **αρωματικοί (αλογονομένοι) πολυκυκλικοί υδρογονάνθρακες και οργανοχλωριομένες ενώσεις**²

¹Αποτελείται από **περισσότερες από 200 διαφορετικές ενώσεις**. Οι υδρογονάνθρακες περιέχονται σε ποσοστό που κυμαίνεται από 50-98%. Οι κυριότερες κατηγορίες υδρογονανθράκων του πετρελαίου είναι (α) αλκάνια (παραφίνες), π.χ. ισοβουτάνιο, (β) κυκλοαλκάνια, π.χ., ναφθένιο, κυκλοπεντάνιο κ.λπ., (γ) αρωματικές ενώσεις, π.χ, βενζόλιο, ναφθαλένιο, ανθρακένιο, κ.λπ.

² Διακρίνονται σε:

- **Πολυχλωριωμένα διφαινύλια** (PCBs), π.χ., Aroclor, Clophen, Phenoclor.
- **Πολυχλωριωμένες διβενζο-διοξίνες και -φουράνια 1** (PCDD και PCDF), π.χ., πενταχλωροφαινόλη και χλωροφαινοξικού οξέος.
- **Πολυβρωμιωμένα διφαινύλια** (PBB).
- **Οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα** (EC), π.χ. εντομοκτόνο DDT.
- **Οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα** (OP), π.χ., παραθείο (E605).
- **Καρβαμικά εντομοκτόνα**, π.χ., Aldicarb και Carbofuran.
- **Πυρεθροειδή εντομοκτόνα**.
- **Χλωροφαινόλες**, π.χ., πενταχλωροφαινόλη.

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Οργανομεταλλικά συστατικά

- Ένωση μετάλλων με οργανικά μόρια.
- Χρησιμοποιούνται ως **παρασιτοκτόνα**.

Η περίπτωση του μεθυλιωμένου υδραργύρου:

- Η παρουσία του υδραργύρου στο υδάτινο περιβάλλον συνοδεύεται από την **μεθυλίωσή του**¹, με τη δράση αναγωγικών βακτηρίων, υπό υποξικές συνθήκες (μεταβολική διαδικασία).

¹Μεθυλιωμένη μορφή υδραργύρου

- ✓ Η κυρίαρχη μορφή υδραργύρου στα ψάρια (ποσοστό 90%).
- ✓ **Λιποδιαλυτή ένωση** με μεγάλο ρυθμό συσσώρευσης στον λιπώδη ιστό των οργανισμών.
- ✓ **Διαπερνά τον αιματοεγκεφαλικό φραγμό** (δημιουργία συμπλόκου με το αμινοξύ κυστεΐνη).
- ✓ Παρατηρούνται φαινόμενα **βιομεταφοράς και βιομεγένθυσης**.

Απορρυπαντικά (ανιονικά, κατιονικά και μη-ιονικά)

- Οργανικά συστατικά με **πολικό ή μη πολικό χαρακτήρα**, τα οποία τείνουν να **συνδέονται με μη-πολικές ενώσεις**.
- Χρησιμοποιούνται ευρύτατα σε **οικιστικές και βιομηχανικές δραστηριότητες**, ως υλικά παρασιτοκτόνων και ως υλικά καταπολέμησης των πετρελαιοκηλίδων πετρελαιοειδών.
- Εισέρχονται στο περιβάλλον **μέσω ανεξέλεγκτων αστικών και βιομηχανικών απορρίψεων ή με τις απορρίψεις των εργοστασίων βιολογικού καθαρισμού**.

Τοξικότητα:

- Η αποδόμηση μη πολικών απορρυπαντικών (πολυαιθοξυλικών αλκυλοφαινολών) μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό αλκυλοφαινολών, οι οποίες δρουν ως **ενδοκρινικοί αποδιοργανωτές/διαταρράκτες**.

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Απόβλητα

- **Μίγμα ανόργανων και οργανικών ουσιών** που διοχετεύονται στο υδάτινο περιβάλλον είτε ακατέργαστα είτε μετά από κατεργασία τους.
- **Πιθανές πηγές προέλευσης:**
 - Αστικές και βιομηχανικές περιοχές
 - Αγροτικές περιοχές
 - Παράνομες χωματερές
 - Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων/Αποβλήτων (**στραγγίσματα**).

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Ακτινοβολίες – Ιονίζουσες και ραδιενέργεια¹

¹Οι ιονίζουσες ακτινοβολίες οδηγούν στη δημιουργία ριζών και υπεροξειδίων μέσα στο σώμα των οργανισμών, προκαλώντας γενετικές βλάβες, μεταλλάξεις και καρκινογενέσεις.

Ιονίζουσες ή ιοντίζουσες ακτινοβολίες: Ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες με υψηλή ενέργεια (ακτίνες α, β, γ, πρωτονίων, νετρονίων ή βαρέων ιόντων), οι οποίες ιονίζουν την ύλη στην οποία προσπίπτουν.

➤ Προέρχονται από φυσικές και τεχνητές πηγές ακτινοβολίας.

➤ Φυσικές πηγές:

- **Πρωτογενής κοσμική ακτινοβολία:** από το σύμπαν ή τον ήλιο, περιέχει μεγάλο ποσοστό πρωτονίων και α-σωματιδίων και μικρό ποσοστό βαρέων πυρήνων και ηλεκτρονίων.
- **Δευτερογενής κοσμική ακτινοβολία:** από την πρόσκρουση ελεύθερων πρωτονίων με υψηλή ενέργεια σε ατομικούς πυρήνες, στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας, σχηματισμός δευτερογενών σωματιδίων που τελικά μετά από μετασχηματισμό ελευθερώνουν διάφορα είδη ακτίνων. Η δευτερογενής ακτινοβολία περιέχει μεσόνια υψηλής ενέργειας που μπορούν να διαπεράσουν ακόμη και τοίχους από μπετόν.

➤ Τεχνητές πηγές:

- ακτινοβολήσεις διαφόρων υλικών του περιβάλλοντος και πρόσληψη από πηγές που σχετίζονται με υλικά δόμησης και παραμονή μέσα σε οικίες.
- οι ιατρικές και τεχνολογικές εφαρμογές.
- πειράματα πυρηνικών όπλων.
- λειτουργία και ατυχήματα πυρηνικών εργοστασίων.

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Νανο-υλικά/σωματίδια (nanoparticles/NPs)

- Μέγεθος 100 nm ή και μικρότερο (τουλάχιστον μία από τις διαστάσεις του).
- Χρησιμοποιούνται ως καταλύτες, ημιαγωγοί, στην παρασκευή καλλυντικών και φαρμακευτικών προϊόντων, ως μεταφορείς φαρμακευτικών ουσιών, σε μικροηλεκτρονικές εφαρμογές, στην παρασκευή τζαμιών κ.λπ.
- Το μικρό μέγεθός τους, η προσροφητική ικανότητα και τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της επιφάνειάς τους μπορεί να προκαλέσουν σημαντικές **διαταραχές σε βιολογικές δομές**.

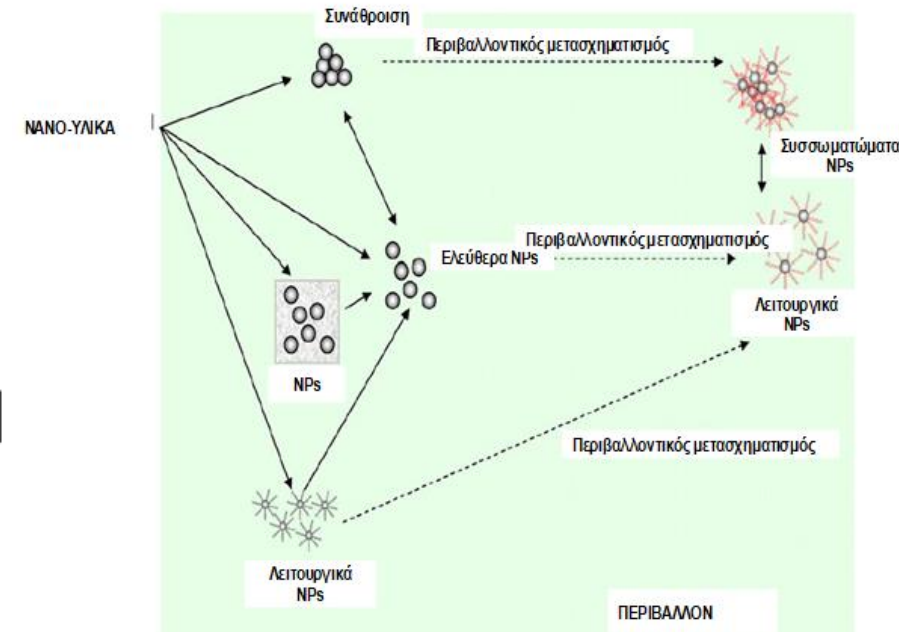
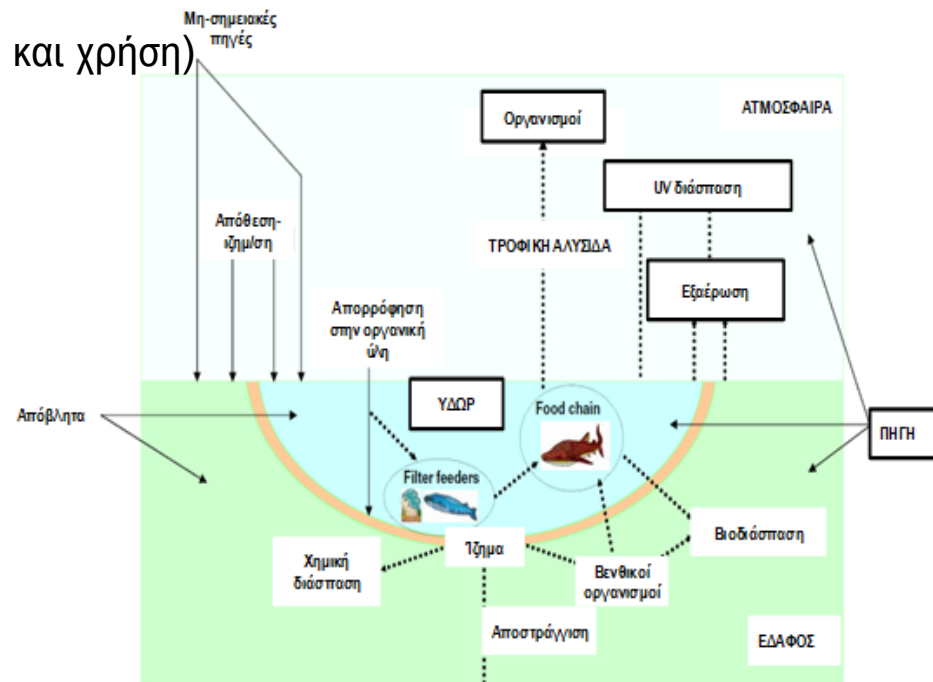
Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των NPs αποτελούν ένα εκτεταμένο πεδίο έρευνας, μέσω της ανάπτυξης της νανο-οικοτοξικολογίας (**nanoeotoxicology**).

Κύριες πηγές απελευθέρωσης NPs στο περιβάλλον:

A. Ανθρωπογενείς

B. Ακούσιες (μη σημειακές) πηγές

Γ. Μηχανικά νανოსωματίδια (παραγωγή και χρήση)



1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Η Ευρωπαϊκή Ένωση καλύπτει το 26% της παγκόσμιας αγοράς φαρμάκων.

Φαρμακευτικές ουσίες (PhCs)

- Ουσίες/παρασκευάσματα (**πολύπλοκα μόρια που φέρουν μεγάλη ποικιλία χαρακτηριστικών ομάδων και δραστικών ουσιών**) που χρησιμοποιούνται για τη διάγνωση, θεραπεία και την πρόληψη ασθενειών.
- Είναι επαρκώς ανθεκτικά, ώστε να διατηρούν τη θεραπευτική τους δράση για αρκετό χρόνο.

Διεθνές σύστημα ταξινόμησης ATC (Anatomical Therapeutic Chemical classification system)

- αντιπυρετικά (antipyretics)
- αναλγητικά (analgesics)
- αντιβιοτικά (antibiotics)
- αντισηπτικά (antiseptics)
- αντιπαροξυσμικά (anticonvulsants)

- **Περισσότερες από 80 φαρμακευτικές ουσίες** ανιχνεύονται στα λύματα, τα επιφανειακά και τα υπόγεια νερά.
- Υπολείμματα φαρμάκων σε απορροές βιολογικών καθαρισμών και σε επιφανειακά ύδατα (π.χ. αντιφλεγμονώδη και αδρενεργικοί αναστολείς, σε συγκεντρώσεις $> 5 \mu\text{g L}^{-1}$).
- Η τύχη των φαρμακευτικών ουσιών στο περιβάλλον σχετίζεται με την **βιολογική τους αποικοδόμηση**, καθώς και τη **φυσικοχημική τους διάσπαση** (π.χ. υδρόλυση, φωτοδιάσπαση).
- Η **δημιουργία μεταβολικών προϊόντων** μπορεί να επιφέρει δυσμενείς επιπτώσεις στους οργανισμούς με τους οποίους έρχονται σε επαφή (**non-target species¹**).

¹ Οι PhCs αποτελούν σημαντικό αντικείμενο μελέτης στα υδάτινα οικοσυστήματα, λόγω των επιπτώσεων που μπορεί να επιφέρουν στους υδρόβιους οργανισμούς.

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

Πλαστικά και Περιβάλλον (μικροπλαστικά)

- Μεγάλος αριθμός **συνθετικών και ημι-συνθετικών πολυμερών ενώσεων**.

Μικροπλαστικά (MPs)

- Διακρίνονται σε...
 - ❑ **Πρωτογενή MPs:** απελευθερώνονται απευθείας στο υδάτινο περιβάλλον μέσω των οικιακών και βιομηχανικών αποβλήτων, διαρροές και απορρίψεις λυμάτων και επιφανειακές απορροές.
 - ❑ **Δευτερογενή MPs:** σχηματίζονται ως αποτέλεσμα της **σταδιακής αποικοδόμησης μεγαλύτερων πλαστικών σωματιδίων** που είναι ήδη παρόντα στο περιβάλλον, εξαιτίας της **υπεριώδους ακτινοβολίας** (π.χ. φωτο-οξειδωση), μηχανικών τριβών (π.χ. τριβή κυμάτων) και της βιοαποικοδόμησης.
- Τα MPs μπορούν να κατακερματιστούν περαιτέρω σε **νανοπλαστικά (1-100 nm)**.
- Η ποσότητα των MPs στο θαλάσσιο περιβάλλον υπολογίζεται σε **>335 εκατομμύρια τόνους** (πηγή: Plastics Europe, 2017).

Χαρακτηριστικά MPs:

- αντίσταση στη διάβρωση.
- χαμηλή θερμική και ηλεκτρική αγωγιμότητα.
- ικανότητα μεταφοράς/ενσωμάτωσης άλλων υλικών.
- μεγάλη αναλογία εμβαδού επιφάνειας προς όγκο, η οποία παρέχει υψηλό δυναμικό συσχέτισης με περιβαλλοντικούς ρύπους, όπως PAHs και βαρέα μέταλλα.

Κατηγορίες MPs στο θαλάσσιο περιβάλλον πυκνότητας από 16 έως 2200 kg m⁻³ που επηρεάζει τη συμπεριφορά τους στο υδάτινο περιβάλλον (πηγή Plastics Europe, 2017):

- Πολυαιθυλένιο (PE) 28%.
- Πολυπροπυλένιο (PP) 19%.
- Πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC) 10%.
- Πολυστυρένιο 7%.

1. Κύριοι ρύποι του υδάτινου περιβάλλοντος

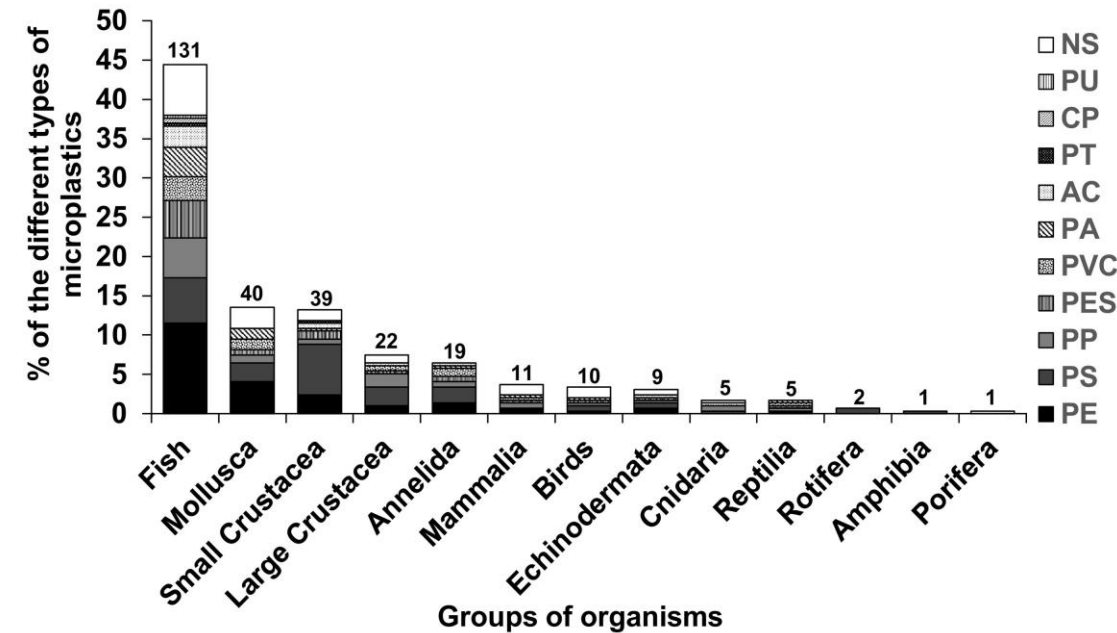
Πλαστικά και Περιβάλλον (μικροπλαστικά)

Μικροπλαστικά (MPs)

- Βρίσκονται σε ένα ευρύ φάσμα σχημάτων (π.χ. **σφαίρες, ίνες, φιλμ**, κ.λπ.).
- Το σχήμα και η πυκνότητα των MPs καθορίζουν με διαφορετικό τρόπο τη **διασπορά τους στο υδάτινο περιβάλλον** (επιφάνεια νερού, στήλη νερού και ιζήματα), καθώς και τη **βιοδιαθεσιμότητά τους** στους υδρόβιους οργανισμούς.
- Είναι **άμεσα βιοδιαθέσιμα** και με **ισχυρή επιφανειακή ικανότητα ρόφησης πληθώρας ρυπογόνων ουσιών** (π.χ. PCBs).

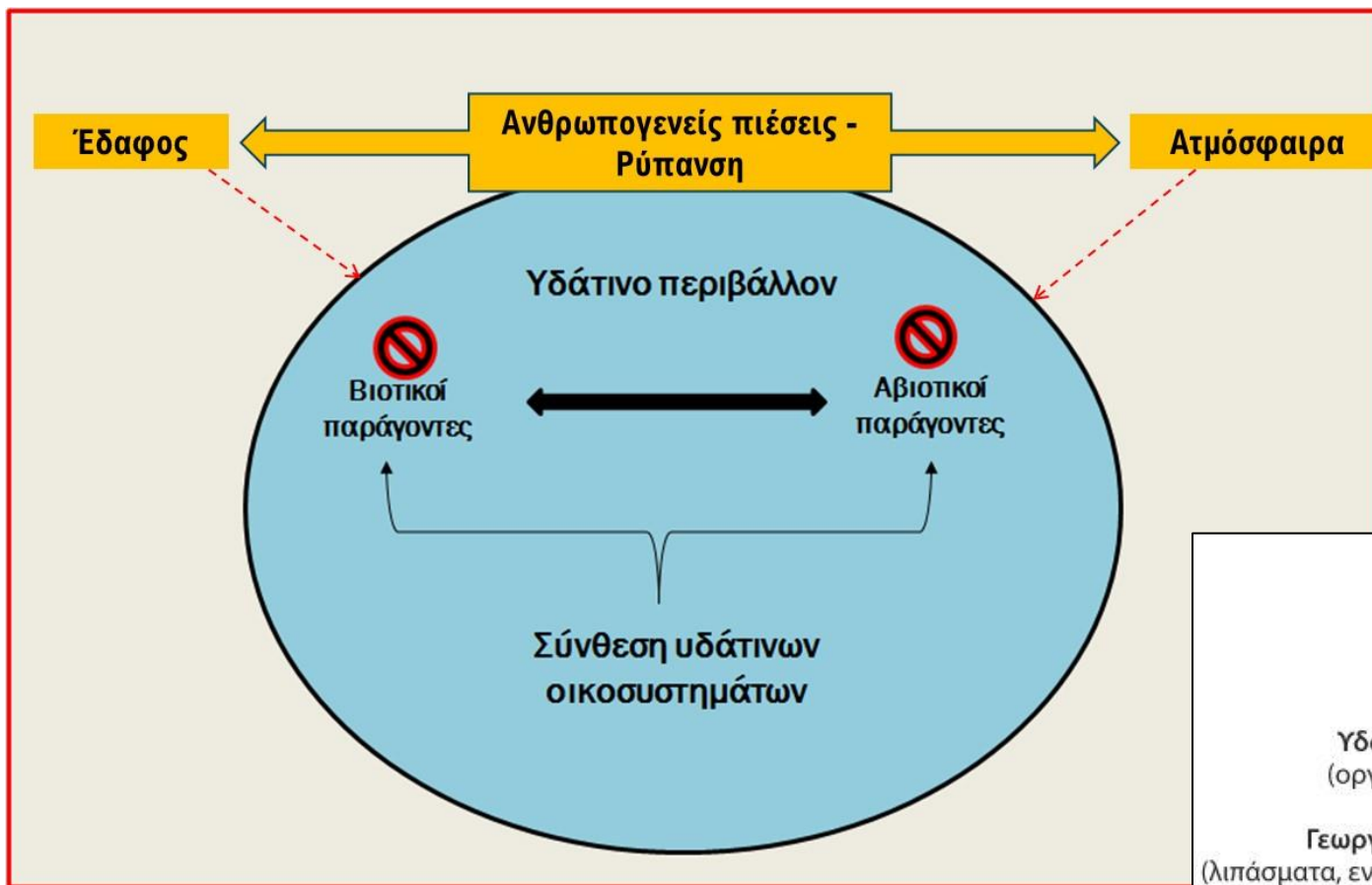
Για παράδειγμα:

- **Φυτοπλαγκτόν και μικρά καρκινοειδή (ζωοπλαγκτόν)** μπορεί να προσλάβουν χαμηλής πυκνότητας MPs.
- **Βενθικοί οργανισμοί (π.χ. αμφίποδα, μαλάκια, εχινόδερμα)** μπορεί να προσλάβουν μεγαλύτερης πυκνότητας MPs.
- **Βενθικοί και πελαγικοί ιχθύες** προσλαμβάνουν MPs μέσω της τροφής τους.



Ποσοστό MPs σε διαφορετικές ομάδες υδρόβιων οργανισμών (πηγή de Sa et al., 2018. **Science of The Total Environment** 645, 1029-1039).

2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινο περιβάλλον



2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινο περιβάλλον

Μεταφορά ρύπων μέσω της χέρσου

Έδαφος: Αποτελεί προϊόν αποσάθρωσης διαφόρων πετρωμάτων και ορυκτών.

¹ Οι οργανικές και ανόργανες ουσίες αποτελούν δείκτη ποιότητας των εδαφών.

➤ Αποτελείται από:

- **Ανόργανα συστατικά¹:** Σωματίδια από την αποσάθρωση βράχων και ορυκτά (όπως ο χαλαζίας), ασβεσίτη, καθώς και υδροξείδια των Fe, Al και Mn.
- **Οργανικά στερεά συστατικά:** Αποσυντεθειμένη φυτική βιομάζα και μίγματα από τη δράση μικροοργανισμών.
- **Χώρους που καταλαμβάνονται από αέρια:** Αέρια φάση παρόμοιας σύνθεσης με την ατμόσφαιρα, εκτός της συγκέντρωσης του CO₂ η οποία είναι οκταπλάσια στον αέρα πάνω από το έδαφος.
- **Χώρους που καταλαμβάνονται από νερό:** Περιέχει ιόντα και διαλυτές οργανικές ενώσεις.

➤ **Υποβάθμιση των εδαφών** μέσω:

- αμεθόδευτης απόθεσης αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων.
- αλόγιστης χρησιμοποίησης προϊόντων/παραγώγων σε αγροτικές καλλιέργειες.
- διαφόρων **εντομοκτόνων²** και **βιοκτόνων** που χρησιμοποιούνται για τον πληθυσμιακό έλεγχο ζώων, φυτών και μικροοργανισμών.
- συσσώρευσης νιτρικών, φωσφορικών και απορρυπαντικών σε εδάφη στα οποία διοχετεύεται ως λίπασμα λάσπη βιολογικού καθαρισμού, αποτελεί σημαντικό παράγοντα επιβάρυνσής τους.
- εξόρυξης, επεξεργασίας και εναπόθεσης μεταλλευμάτων και των τελικών προϊόντων της επεξεργασίας τους, με άμεσο αντίκτυπο στην παραγωγικότητά του.
- συσσώρευσης απορριμμάτων σε χωματερές με κίνδυνο μετατροπής τους σε «χρονοβόμβες».

²Εντομοκτόνα:

- Εμφανίζουν ιδιαίτερη **αντοχή στο έδαφος**.
- Η **ανθεκτικότητά τους** καθορίζεται κατά κύριο λόγο από την **ισορροπία μεταξύ:**
 - α) της προσρόφησης στα εδαφικά κolloειδή.
 - β) της λήψης από τα φυτά.
 - γ) των διεργασιών μετασχηματισμού ή εκφύλισης.
 - δ) των απωλειών σε υγρή ή αέρια μορφή.

➤ **Παράγοντες** που επηρεάζουν τη σχέση ανθεκτικότητας/ισορροπίας:

1. Ο **τύπος** του εντομοκτόνου.
2. Η **ποσότητα** στην οποία χρησιμοποιείται.
3. Τα **φυσικοχημικά χαρακτηριστικά** του εδάφους (υφή, οργανική του ύλη, θερμοκρασία και υγρασία).

2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινο περιβάλλον

Μεταφορά ρύπων μέσω της ατμόσφαιρας

- Η κατακρήμνιση χημικών, αιωρούμενων σωματιδίων και βιολογικών υλικών της ατμόσφαιρας τους αποτελεί τη σημαντικότερη πηγή εισόδου στο υδάτινο περιβάλλον.
- Οι αέριοι ρύποι προέρχονται κυρίως από:
 - Καμινάδες βιομηχανικής ή οικιστικής προέλευσης.
 - Ατελή καύση υγρών καυσίμων από μηχανές εσωτερικής καύσης.
 - Χρήση παρασιτοκτόνων με τη μορφή σπρέι ή σκόνης.
 - Ραδιενεργές/πυρηνικές δοκιμές.
 - Χρήση αλογονομένων υδρογονανθράκων, όπως οι χλωροφθοράνθρακες (CFC) ως προωθητικά σε σπρέι και ως υγραέρια ψύξης στα ψυγεία, καθώς και τα χλωριομένα συστατικά (CHCl_2) που χρησιμοποιούνται στα στεγνοκαθαριστήρια.
 - Την αντίδραση οργανικών ενώσεων και διοξειδίου του αζώτου με το ηλιακό φως και τους υδρατμούς της ατμόσφαιρας, πάνω από μεγαλουπόλεις, με επακόλουθο την παραγωγή του νιτρικού υπεροξυακετυλίου.

2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινο περιβάλλον

Μεταφορά ρύπων μέσω άμεσης διοχέτευσης

1500 νέες χημικές ενώσεις διοχετεύονται κάθε χρόνο στο υδάτινο περιβάλλον εμπλουτίζοντας τους 100.000 είδη γνωστούς ρυπογόνους παράγοντες.

Άμεση διοχέτευση σε επιφανειακά ύδατα

- Η διοχέτευση οικιακών αποβλήτων σε δίκτυο υπονόμων, π.χ., ουρία, κόπρανα, σαπούνι και συνθετικά απορρυπαντικά.
- Η διοχέτευση βιομηχανικών αποβλήτων¹ στο αποχετευτικό δίκτυο ή στα επιφανειακά νερά.
- Στην περίπτωση των εκβολών ποταμών, παρατηρείται σημαντική παρακράτηση στερεών σωματιδίων και θρεπτικών συστατικών, τα οποία υπό κατάλληλες συνθήκες προκαλούν τον **ευτροφισμό** των περιοχών αυτών.

¹ **Βαρέα μέταλλα** που προέρχονται από την εξόρυξη και χύτευση μεταλλευμάτων. **Χλωροφαινόλες και μυκητοκτόνα**, τα οποία χρησιμοποιούνται σε εργοστάσια επεξεργασίας χαρτοπολτού. **Εντομοκτόνα**, τα οποία προέρχονται από εργοστάσια παραγωγής εντομοκτόνων-σκωροκτόνων. **Οργανικά χημικά** που προέρχονται από χημικές βιομηχανίες. **Βιοκτόνα** (πληθυσμιακός έλεγχος ασπόνδυλων και φυτών). **Φυτοκτόνα** (καταπολέμηση ζιζανίων σε λίμνες και άλλες υδάτινες περιοχές). **Εντομοκτόνα** (καταπολέμηση παρασίτων των ψαριών σε ιχθυοκαλλιέργειες). **Αέριοι ρύποι** (μέσω της καθίζησης σκόνης, της βροχής και του χιονιού, αλλά και της απόπλυσης χειρσαίων ρυπογόνων ουσιών, π.χ., μέταλλα, παρασιτοκτόνα, εντομοκτόνα).



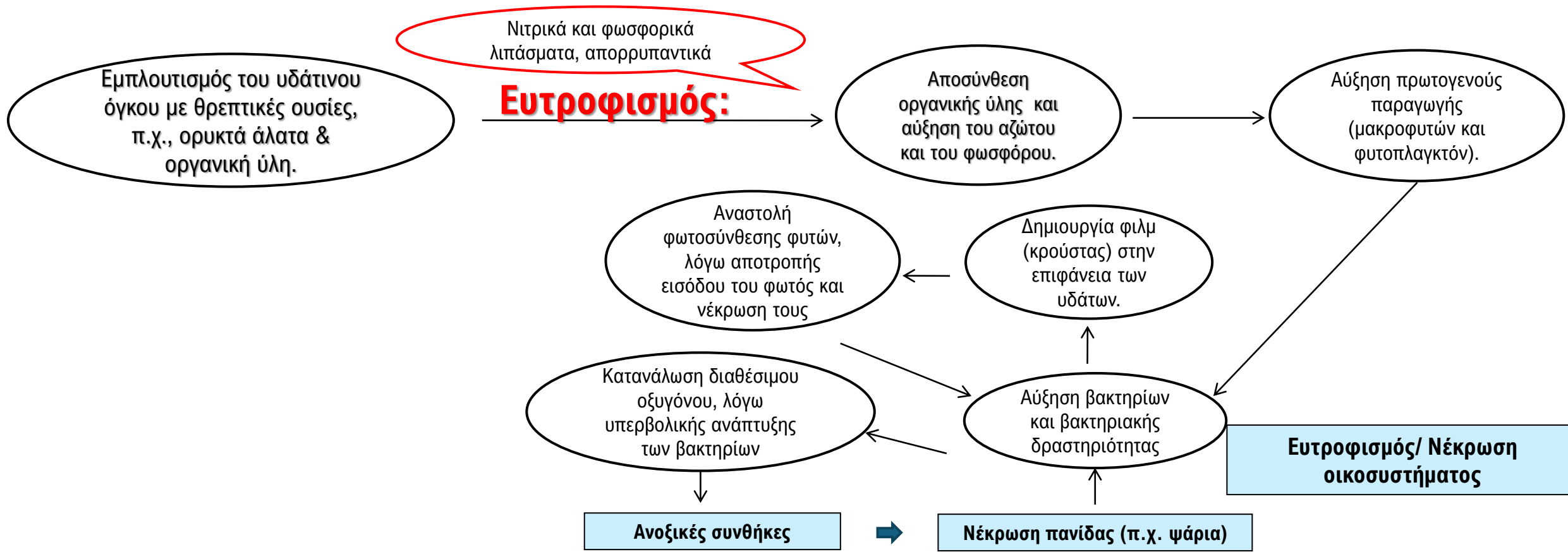
2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινα περιβάλλον

Μεταφορά ρύπων μέσω άμεσης διοχέτευσης

Άμεση διοχέτευση σε επιφανειακά ύδατα – Ευτροφικά φαινόμενα

Ο φυσικός ευτροφισμός είναι το αποτέλεσμα της φυσικής γήρανσης της λίμνης που πραγματοποιείται με το πέρασ αιώνων.

Ο τεχνητός ευτροφισμός είναι το αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης και επιτυγχάνεται μέσα σε δεκαετίες.



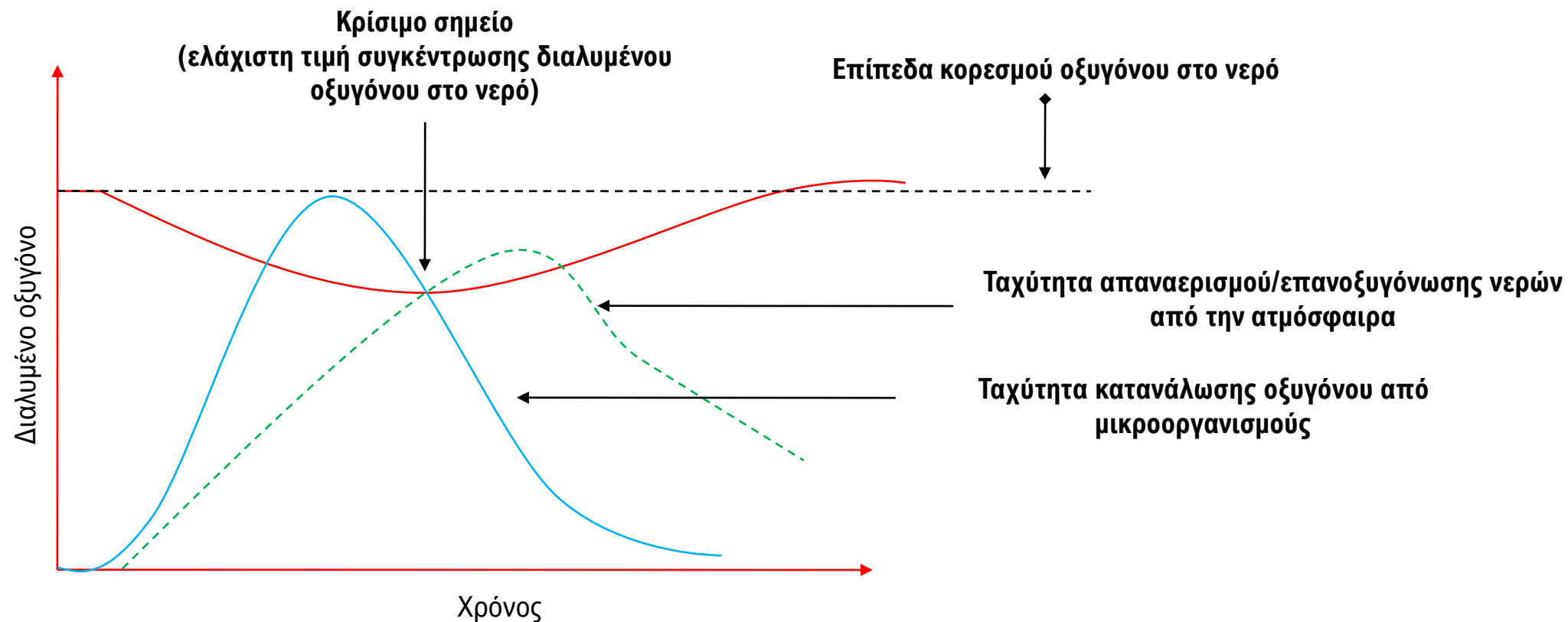
2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινο περιβάλλον

Μεταφορά ρύπων μέσω άμεσης διοχέτευσης

Άμεση διοχέτευση σε επιφανειακά ύδατα – Ευτροφικά φαινόμενα

Ο φυσικός ευτροφισμός είναι το αποτέλεσμα της φυσικής γήρανσης της λίμνης που πραγματοποιείται με το πέρασ αιώνων.

Ο τεχνητός ευτροφισμός είναι το αποτέλεσμα της ανθρώπινης παρέμβασης και επιτυγχάνεται μέσα σε δεκαετίες.



2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινο περιβάλλον

Μεταφορά ρύπων μέσω άμεσης διοχέτευσης

Άμεση διοχέτευση σε θαλάσσια ύδατα

□ Το θαλάσσιο περιβάλλον και ειδικά οι κλειστές θαλάσσιες λεκάνες (π.χ. Μεσόγειος), καθώς και οι παράκτιες ζώνες δέχονται **τεράστιες περιβαλλοντικές πιέσεις**, αφενός λόγω των **φυσικών διεργασιών** και αφετέρου **λόγω της ανθρώπινης δραστηριότητας** (2017/845/EK).

- Οι κυριότερες πηγές ρύπανσης σχετίζονται με ανθρώπινες δραστηριότητες που πραγματοποιούνται:
- στη ξηρά (**land based discharges**).
 - στην ατμόσφαιρα (**atmospheric inputs**), (UNEP, 1990).

Σημαντικότερες πηγές της θαλάσσιας ρύπανσης και ποσοστιαία συμμετοχή τους στην ανάπτυξη του φαινομένου (Αλεξόπουλος, 2004).

Πηγή	% συμμετοχή
Ρύπανση από χερσαίες πηγές (απορροές και απόβλητα)	44
Εκπομπές ατμοσφαιρικών ρύπων	33
Εξορύξεις υποθαλάσσιων κοιτασμάτων πετρελαίου	1
Ρύπανση από ναυτιλιακές δραστηριότητες	12
Απορρίψεις-ποντίσεις	10

2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινο περιβάλλον

Μεταφορά ρύπων μέσω άμεσης διοχέτευσης

Άμεση διοχέτευση σε θαλάσσια ύδατα - Ρύπανση από χερσαίες πηγές

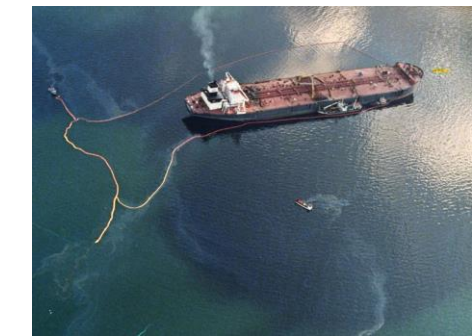
- Οι κυριότερες ρυπογόνες ουσίες που εισέρχονται στη θάλασσα από την ξηρά είναι:
 - Τα βιομηχανικά λύματα.
 - Τα απορρίμματα.
 - Τα χημικά που διοχετεύονται απευθείας στη θάλασσα ή χρησιμοποιούνται ως λιπάσματα και φυτοφάρμακα στις γεωργικές καλλιέργειες.
 - Το θερμό ύδωρ από υδροηλεκτρικούς σταθμούς.
 - Ραδιενεργά απόβλητα που απορρίπτονται στη θάλασσα μέσα σε αεροστεγή μεταλλικά κιβώτια.

2. Είσοδος και τύχη των ρύπων στα υδάτινο περιβάλλον

Μεταφορά ρύπων μέσω άμεσης διοχέτευσης

Άμεση διοχέτευση σε θαλάσσια ύδατα - Ρύπανση από θαλάσσιες μεταφορές

- Οι επιπτώσεις είναι ορατές σε σύντομο χρονικό διάστημα.
- Περιοχές με έντονη θαλάσσια κυκλοφορία (π.χ., τα στενά του Γιβραλτάρ και των Δαρδανελλίων, καθώς και μεγάλα εμπορικά λιμάνια, όπως του Πειραιά, της Γένοβα, της Τεργέστης κ.α.) αποτελούν «καυτά σημεία» ρύπανσης.
- Η ρύπανση που προκαλείται από τις θαλάσσιες μεταφορές μπορεί να διακριθεί σε δύο κατηγορίες.
 - ❑ **Λειτουργική ρύπανση:** προέρχεται από τις λειτουργικές διαδικασίες ενός πλοίου, όπως για παράδειγμα
 - (α) διαρροές κατά τη φόρτωση και την εκφόρτωση, ή κατά τον ερματισμό και αφερματισμό.
 - (β) διαρροές κατάλοιπων στους χώρους φορτίου και μηχανοστασίου.
 - (γ) απορρίψεις αποβλήτων κατά την πλύση των δεξαμενών του πλοίου.
 - (δ) μεταγίσεις καυσίμων.
 - (ε) ρύπανση που προκαλείται από λύματα και απορρίμματα του πλοίου.
 - ❑ **Ρύπανση που προέρχεται από ατυχήματα:** Περιλαμβάνει...
 - (α) συγκρούσεις ή επαφές πλοίων τόσο μεταξύ τους όσο και με μόνιμες εγκαταστάσεις.
 - (β) προσαράξεις.
 - (γ) εκρήξεις και φωτιές.
 - (δ) βυθίσεις.
 - (ε) ζημιές στη δομή του πλοίου.



3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Ξενοβιοτικές ουσίες (xenobiotics): ουσίες ξένες ως προς τους οργανισμούς.

- Μπορεί να διαχωριστούν ανάλογα με...
 - τη **χρήση τους** (εντομοκτόνα, διαλύτες, προσθήκες σε τρόφιμα).
 - την **προέλευσή τους** (φυτικές ή ζωικές τοξίνες).
 - τη **χημεία τους** (αρωματικές αμίνες, αλογονομένοι υδρογονάνθρακες).
 - σύμφωνα με το **όργανο ή τον ιστό στόχο**.
 - τη **βιοχημική του φύση** (αναστολείς, ενεργοποιητές, κ. λπ.).
 - το **αποτέλεσμα που προκαλούν** (καρκινογόνες, μεταλλαξιγόνες, τραυματογενείς).

- Μετά την απελευθέρωση στο περιβάλλον υπόκεινται σε διασπορά στην ατμόσφαιρα, τα υδάτινα συστήματα, το έδαφος και στα ιζήματα ανάλογα με τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες.

- **Κυριότεροι παράγοντες ελέγχου της βιοδιαθεσιμότητας μιας ξενοβιοτικής ουσίας:**
 - η **υδατοδιαλυτότητα** της ξενοβιοτικής ουσίας.
 - ο **ρυθμός και η έκταση της έκλουσής της** από τη στερεά φάση στον υδάτινο όγκο.
 - η ικανότητα **διαλυτοποίησής** της από τις διαδικασίες πέψης των οργανισμών.

- Η ποσότητα της ξενοβιοτικής ουσίας δεν είναι κάτι δεδομένο και απόλυτο, αλλά εξαρτάται:
 - από τον **οργανισμό**.
 - τη **φυσική του κατάσταση**.
 - τον **τρόπο εισόδου**.
 - το **ποσοστό απορρόφησής της**.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

1. Μοριακοί και βιοχημικοί μηχανισμοί τοξικότητας

➤ Η τοξική δράση των ρυπογόνων ουσιών καθορίζεται κυρίως από:

- Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά της ουσίας.
- Την εξειδίκευση της δράσης της έναντι σε βιοχημικούς και μοριακούς στόχους.

➤ Μια ρυπογόνος ουσία μπορεί να δράσει:

A. Ως **σηματοδοτικό μόριο**, συνδεδεμένο σε πρωτεΐνες σύνδεσης της κυτταρικής μεμβράνης

B. **Ενδοκυτταρικά** ασκώντας **τοξική δράση** σε οργανίδια, κυτταρικές διαδικασίες και σε λειτουργίες μακρομορίων του κυττάρου.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

1. Μοριακοί και βιοχημικοί μηχανισμοί τοξικότητας

1.1 Νευροτοξική δράση ρυπογόνων ουσιών.

- Οργανοφωσφορικά
- Οργανοχλωριωμένα
- Καρβαμικά
- Πυρεθροειδή εντομοκτόνα

Έντονη νευροτοξική δράση,
παρόμοια με αυτή των φυσικών
νευροτοξινών.

¹Οι φυσικές νευροτοξίνες των οργανισμών δρουν ως νευροδηλητήρια στη φύση για την αντιμετώπιση διαφόρων προκλήσεων.

Φυσικές νευροτοξίνες¹:

- ✓ **Τετραδοτοξίνες** του ψαριού puffer fish.
- ✓ **Οι βοτουλινο-τοξίνες** του αναερόβιου βακτηρίου *Clostridium betulinum*.
- ✓ **Οι ατροπίνες** (διάφορα φυτά π.χ. μπελλαντόνα).
- ✓ **Η νικοτίνη** (φυσικό εντομοκτόνο).
- ✓ **Η πυρεθρίνη** (στα άνθη του φυτού *Chrysanthemum sp.*).

Τεχνικές νευροτοξίνες²:

Νευροτοξίνη	Στόχος
DDT	Κανάλια Na νευρικών αξόνων
Dieldrin	Προ- και μετα- συναπτική μεμβράνη νευρικών αξόνων

²Μπορεί να διαταράξουν...

- την **κανονική μεταβίβαση του δυναμικού δράσης** κατά μήκος του νεύρου και/ή διαμέσου των συνάψεων, μεταβάλλοντας τη ροή των ιόντων Na⁺ κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης (π.χ. DDT).
- τη **λειτουργία των καναλιών Cl⁻** (GABA υποδοχείς), (π.χ. Διελδρίνη).
- των **υποδοχέων της ακετυλχολίνης**, ασκώντας έντονη νευροτοξική δράση (π.χ. Διελδρίνη).

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

1. Μοριακοί και βιοχημικοί μηχανισμοί τοξικότητας

1.2 Τοξική δράση έναντι μιτοχονδριακών συστημάτων.

✓ Βιοσίδια π.χ., **2,4-δινιτροφαινόλη, ροτενόνη, ιόντα κυανιδίου.**

→ Αναστέλλουν τη λειτουργία των μιτοχονδριακών συστημάτων

1.3 Ανταγωνιστές βιταμινών.

✓ Γουαρφαρίνη (παρασιτοκτόνο)
✓ Φλοκουμαφένιο (τροκτικοκτόνο)

Αναστολή της δράσης της **βιταμίνης K** (βασικός παράγοντας σύνθεσης πρωτεϊνών πήξης του αίματος που πραγματοποιείται στο ήπαρ).

1.4 Ανταγωνιστές ορμονών.

✓ **3,3'-4,4 τετραχλωροδιφαινύλιο** (3,3'-4,4-TCB)/ υδροξυλιωμένος μεταβολίτης του PCB).
✓ **4'-υδρόξυ-3,3'-4,5' τετραχλωροφαινόλιο.**

Αναστολή της δράσης και της έκκρισης των ορμονών, π.χ. της **ορμόνης θυροξίνης (T₄)¹.**

¹Τα επίπεδα της T₄ αντανakλούν την παραγωγική δραστηριότητα του θυροειδούς. Είναι αυξημένα στην πλειοψηφία των υπερθυροειδικών ατόμων και ελαττωμένα στους περισσότερους υποθυροειδικούς.

1.5 Αναστολή της δράσης ενζυμικών συστημάτων.

➤ Χαρακτηριστικό το παράδειγμα των ΑΤΡασων.

ΑΤΡασες (αδενοτριφωσφατάσες).

✓ Σημαντική οικογένεια ενζύμων που παίζουν σημαντικό ρόλο...
- στην μεταφορά ιόντων Na⁺ & K⁺ (Na-K-ATPases & Ca⁺²-ATPases).
- στη διαδικασία της ωσμωρύθμισης (διατήρηση των επιπέδων αλάτων στο σώμα).

✓ Οργανοχλωρίνες, όπως του **p-DDE** (επικρατών και δραστικότερος μεταβολίτης του DDT).

→ **Αναστολή των ΑΤΡασων**, π.χ., Ca⁺²-ΑΤΡασης, η οποία συμβάλλει στη μεταφορά ιόντων ασβεστίου.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

1. Μοριακοί και βιοχημικοί μηχανισμοί τοξικότητας

1.6 Περιβαλλοντικά οιστρογόνα και ανδρογόνα.

- Ονομάζονται και **ψευδο-οιστρογόνα**.
- Είναι **φυσικά και χημικά οιστρογόνα** τα οποία επηρεάζουν τη φυσιολογική ανάπτυξη των φυλετικών χαρακτηριστικών των οργανισμών, εμφανίζοντας οιστρογόνο ή αντι-οιστρογόνο δράση (π.χ., TBT, TCDO).
- **Προκαλούν:**
 - ✓ **διέγερση μεταγραφικών διεργασιών.**
 - ✓ **αναστολή της δράσης των υποδοχέων** και κατεπέκταση των οιστρογονικών διεργασιών.
 - ✓ **«αδρανοποίηση»** του οργανισμού.

Ψευδο-οιστρογόνα	
Φυσικά οιστρογόνα	<ul style="list-style-type: none"> • 17β-οιστραδιόλη • Κουμestρόλη (cumestrol)
Συνθετικά οιστρογόνα	<ul style="list-style-type: none"> • Διαιθυλοστιλβεστρόλη • Φυτοφάρμακα (π.χ., chlordecone, o,p-DDT, PCBs, Atrazine, Diuron, Simazine, Endrin, Bisphenol A). • Διοξίνες και Endosulfan (αντι-οιστρογονική δράση). • Arochlor 1254, διθειοκαρβαμιδικές ενώσεις, διθειάνθρακας, εστέρες του φθαλικού οξέος και χρώματα ανιλίνης. • Μέταλλα (π.χ., Cd, Hg, Cu). • Τριβουτυλοκασσίτερος (Tributyltin, TBT). • Αλκυλοφαινόλες (π.χ., νονυφαινόλες ή εννεανοφαινόλες) και πεντυλοφαινόλες. • Απόβλητα υπονόμων, πλούσια σε οιστρογόνα και στεροειδή ανθρωπογενούς προέλευσης.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

1. Μοριακοί και βιοχημικοί μηχανισμοί τοξικότητας

1.7 Αντιδράσεις με σουλφυδρυλικές ομάδες (-SH) πρωτεϊνών.

- Οι σουλφυδρυλικές ομάδες παίζουν σημαντικό ρόλο τόσο στη **δομική και λειτουργική αρτιότητα των πρωτεϊνών**, όσο και στην **ενζυμική δραστηριότητα** ορισμένων από αυτών.

✓ Ιόντα Hg^{+2} και Cd^{+2}

→ Αντιδρούν με **ομάδες -SH ενζύμων και πρωτεϊνών** που παίζουν σημαντικό ρόλο στην εύρυθμη λειτουργία των οργανισμών.

1.8 Διαταραχή φωτοσυνθετικού μηχανισμού και ανάπτυξης των φυτών.

✓ Φυτοκτόνα
π.χ., **τριαζίνες και η υποκατεστημένη ουρία.**

→ Εμποδίζουν τη **ροή ηλεκτρονίων στα συστήματα των φωτο-εξαρτώμενων αντιδράσεων της φωτοσύνθεσης**, π.χ., διάσπαση νερού για την απελευθέρωση μοριακού οξυγόνου.

✓ Φυτοκτόνα
π.χ., **MCRA, 2,4-D, CMPP και 2,4-DB.**

→ Προκαλούν την **παραγωγή αιθυλενίου στα φυτά**, το οποίο ρυθμίζει την ανάπτυξη των φυτών.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

1. Μοριακοί και βιοχημικοί μηχανισμοί τοξικότητας

1.9 Δημιουργία ελεύθερων ριζών και επαγωγή φαινομένων οξειδωτικού stress.

✓ Η διαταραχή της ισορροπίας σε βάρος των αντιοξειδωτικών μηχανισμών αποτελεί το οξειδωτικό stress και μπορεί να αποδοθεί:

A) στην υπέρμετρη παραγωγή ROS.

B) στην παρουσία τοξικών ουσιών, όπως οργανικών ρύπων και βαρέων μετάλλων.

Γ) σε υπερβολική ενεργοποίηση των συστημάτων παραγωγής ROS, όπως της φαγοκυτταρικής διαδικασίας.

Δ) σε ανεπάρκεια αντιοξειδωτικών μηχανισμών.

✓ Οι ROS προκαλούν:

- υπεροξείδωση των λιπιδίων της κυτταρικής μεμβράνης και άλλων μεμβρανικών δομών του κυττάρου.
- μετουσίωση πρωτεϊνών.
- αδρανοποίηση ενζύμων.
- αλλοίωση της γενετικής σύστασης, μέσω της οξείδωσης νουκλεϊκών οξέων και πυριμιδίων στο εσωτερικό του πυρήνα.
- πρόκληση κυτταρικών βλαβών και ογκογενέσεων.
- επαγωγή αποπτωτικών φαινομένων.
- αναστολή των επιδιορθωτικών ενζύμων που είναι υπεύθυνα για την ακεραιότητα του γενετικού υλικού στον πυρήνα των κυττάρων.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

2. Επιπτώσεις σε κυτταρικό επίπεδο

➤ **Η είσοδος μιας ξενοβιοτικής ουσίας στο εσωτερικό των κυττάρων προκαλεί:**

- διεύρυνση των μεσοκυττάρων χώρων.
- αλλαγές στο σχήμα και στο μέγεθος των μιτοχονδρίων.
- αύξηση των στοιχείων του λυσοσωμικού συστήματος (αποσταθεροποίηση λυσοσωμικών μεμβρανών).
- εμφάνιση νεοπλασιών.
- αύξηση στις προσβολές των κυττάρων από βακτήρια και ιούς.
- αλλαγές στην αναλογία των κυτταρικών τύπων.
- εμφάνιση κοκκιόδων αιμοκυττάρων.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

3. Επιπτώσεις σε επίπεδο οργανισμού (συμπεριφορικό επίπεδο)

3.1 ΝΕΥΡΟΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ.

➤ Κύριες ομάδες εντομοκτόνων:

- Οργανοχλωριωμένες ενώσεις.
- Οργανοφωσφορικές.
- Καρβαμικές.
- Πυρεθροειδείς.

Έντονη νευροτοξική δράση, επηρεάζοντας υποδοχείς του ΚΝΣ και του περιφερικού νευρικού συστήματος.

3.2 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.

- Η ανάπτυξη και η αναπαραγωγή των οργανισμών σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με την ικανότητά τους να αναζητούν και να βρίσκουν εύκολα την τροφή τους.
- Οι επιδράσεις της ρύπανσης στη συμπεριφορά έχουν ως αποτέλεσμα **το χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης και την αυξημένη θνησιμότητα των οργανισμών.**

3.3 ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ.- ΕΝΔΟΚΡΙΝΙΚΟΙ ΑΠΟΔΙΟΡΓΑΝΩΤΕΣ/ΔΙΑΤΑΡΑΚΤΕΣ

Ενδοκρινικοί αποδιοργανωτές/διαταράκτες:

- Χημικές ουσίες με **δομή ανάλογη των ορμονών.**
- Μπορεί να προκαλέσουν είτε **τοξική δράση** είτε **υπερβολική έκκριση των φυσιολογικών ορμονών του οργανισμού.**
- Διαδραματίζουν **σημαντικό ρόλο στην αναπαραγωγή και τη σεξουαλική ανάπτυξη.**
- Μπορεί να δεσμευτούν σε **ορμονικούς υποδοχείς και να μιμηθούν τη δράση της φυσιολογικής ορμόνης**, προκαλώντας:
 - την **υπερβολική ή άστοχη ενεργοποίηση** της φυσιολογικής ενδογενούς διαδικασίας, π.χ. **TBT**.
 - τη **λέπτυνση του κελύφους και το σπάσιμο των αυγών**, π.χ. **DDE** (ενεργός μεταβολίτης του DDT).
 - **καταστροφή του τοιχώματος της μήτρας στα θηλαστικά**, π.χ. **οργανοχλωριωμένες ενώσεις.**
 - διαταραχή της **βιτελογενίνης**, ουσίας που είναι πρόδρομος του κρόκου των αυγών, η σύνθεση του οποίου επάγεται από τις γοναδοτροπίνες στα θηλυκά άτομα.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

3. Επιπτώσεις σε επίπεδο οργανισμού (συμπεριφορικό επίπεδο)

3.4 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΤΩΝ ΑΛΛΑΓΩΝ ΤΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ.

- Η μηχανισμοί αποτοξικοποίησης καταναλώνουν ενέργεια, οδηγώντας σε **απώλειες στις παραγωγικές διεργασίες του οργανισμού.**
- Η επίδραση της ρύπανσης στις παραγωγικές διεργασίες συνήθως υπολογίζεται με την επίδρασή της **στη «δυναμική αύξηση» (Scope for Growth – SFG)** που ορίζεται ως **η διαφορά μεταξύ της προσλαμβανόμενης ενέργειας και των συνολικών απωλειών.**
- **Αυξημένη συσσώρευση ρυπογόνων παραγόντων σχετίζεται με:**
 - ✓ **Αυξημένες ενεργειακές απαιτήσεις** των μηχανισμών αποτοξικοποίησης.
 - ✓ **Μείωση του παράγοντα SFG.**
 - ✓ **Μείωση της αύξησης και ανάπτυξης των οργανισμών.**

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

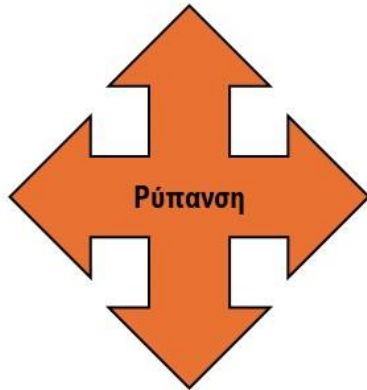
4. Επιπτώσεις στη δυναμική των πληθυσμών – Αλλαγές σε Βιοκοινότητες και Οικοσυστήματα

Πληθυσμός: ομάδα **ατόμων του ίδιου είδους** που καταλαμβάνουν ορισμένο χώρο σε μια συγκεκριμένη στιγμή.

Βιοκοινότητα: διαφορετικοί πληθυσμοί που ζουν σε ένα βιότοπο και βρίσκονται σε άμεση αλληλεξάρτηση τόσο μεταξύ τους όσο και με το περιβάλλον τους.

Σταθεροποίηση πληθυσμού.

Μείωση του μεγέθους του πληθυσμού, λόγω έλλειψης ανθεκτικότητας των ατόμων στον ρυπογόνο παράγοντα.

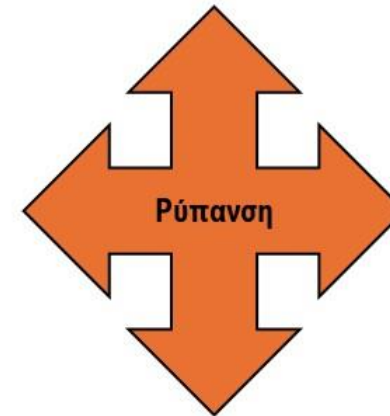


Αύξηση του μεγέθους του πληθυσμού, λόγω ανθεκτικότητας των ατόμων στον ρυπογόνο παράγοντα.

Διαταραχή οικοσυστήματος από ρύπους (εκφύλιση ή υποτροπή).

Μείωση της ροής γονιδίων μεταξύ των ατόμων του πληθυσμού, λόγω γενετικών αλλαγών.

Επικράτηση ανθεκτικών πληθυσμών εις βάρος ευαίσθητων.



Διαταραχή της ισορροπίας του οικοσυστήματος και των ενεργειακών πόρων/τροφικών αλυσίδων.

Αλλαγή στο «προφίλ» του βιοτόπου με κίνδυνο ερημοποίησης.

3. Ξενοβιοτικές ουσίες και υδρόβιοι οργανισμοί

Επιπτώσεις ξενοβιοτικών ουσιών

4. Επιπτώσεις στη δυναμική των πληθυσμών – Αλλαγές σε Βιοκοινότητες και Οικοσυστήματα

Οικοσύστημα και ευστάθεια: Η επίδραση ρυπογόνων ουσιών μπορεί να διαταράξει την ποικιλότητα των οικοσυστημάτων, η οποία αποτελεί βασικό παράγοντα της ευστάθειας.

Ευστάθεια οικοσυστήματος: Η δυνατότητα επαναφοράς του οικοσυστήματος στην αρχική κατάσταση ισορροπίας του, μετά από την επίδραση εξωτερικής διαταραχής που επηρέασε το μέγεθος ή/και τη σύνθεση των πληθυσμών του.

➤ Η επίδραση της ρύπανσης μπορεί να οδηγήσει σε **κατάρρευση οικοσυστημάτων** που χαρακτηρίζονται από **μικρή ευστάθεια**.

Προβλεπόμενες αλλαγές στα οικοσυστήματα, λόγω της επίδρασης τοξικών ουσιών σε βιοκοινωνίες (Newman and Unger, 2003).

Ιδιότητα	Προβλεπόμενη αλλαγή
Ενέργεια	Αύξηση της αναπνοής τις κοινωνίας. Ανισορροπία του λόγου παραγωγής (P)/αναπνοής ($P/R < 1$ ή $P/R > 1$) Αύξηση της παραγωγής/βιομάζας/βιομάζας και αναπνοής/βιομάζας Αύξηση της πρωτογενούς παραγωγής
Θρεπτικά	Αύξηση του κύκλου των θρεπτικών Μείωση της ανακύκλωσης των θρεπτικών Αύξηση της απώλειας θρεπτικών, λόγω των παραπάνω αλλαγών
Δομή της κοινωνίας	Αύξηση του ποσοστού των ειδών με r-στρατηγική Μείωση του μεγέθους των οργανισμών Μείωση της διάρκειας ζωής των οργανισμών Λιγότεροι κρίκοι στις τροφικές αλυσίδες Μείωση της ποικιλότητας των ειδών με αύξηση της επικράτειας κάποιων από αυτά
Οικοσύστημα	Μείωση της εσωτερικής ανακύκλωσης και αύξηση της εισόδου και εξόδου από εξωτερικές πηγές Επαναφορά σε προηγούμενα εξελικτικά στάδια Οι λειτουργικές αλλαγές (π.χ., μεταβολισμός) είναι λιγότερες από τις δομικές (αφθονία ειδών) Μείωση των θετικών αλληλεπιδράσεων (π.χ., συμβίωση) και αύξηση των αρνητικών (π.χ., ασθένεια ή παρασιτισμός)

4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

- ❑ Οι **ανθρωπογενείς πιέσεις** που δέχεται το θαλάσσιο περιβάλλον απαιτούν την θέσπιση **διαχειριστικών στρατηγικών που βασίζονται σε εκτιμήσεις των εν δυνάμει οικολογικών κινδύνων.**

Τί είναι η εκτίμηση οικολογικού κινδύνου;

- Εκτίμηση **της πιθανότητας να συμβεί ένα ανεπιθύμητο γεγονός** σε ένα οικοσύστημα, μετά την επίδραση **ενός παράγοντα έντασης.**
- Ως παράγοντας έντασης νοείται:
 - **κάποιος εξωγενής παράγοντας** (χημική ουσία-ρύπος).
 - **μια νέα περιβαλλοντική κατάσταση stress** (π.χ., θερμοκρασιακές αλλαγές, επίδραση ιοντίζουσας ακτινοβολίας, κ.λπ).
- **Εργαλείο διαχείρισης** για τη λήψη αποφάσεων σχετικά με την εμπορία και χρήση νέων χημικών ουσιών, παρασκευασμάτων, συσκευασιών κ.λπ.

4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

Αξιολόγηση και εκτίμηση κινδύνων από την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών σε θαλάσσια οικοσυστήματα

Hazard Assessment (ποιοτική αξιολόγηση της επικινδυνότητας μιας ουσίας)¹.

¹ Ικανότητα του ρύπου να προκαλεί δυσμενείς επιπτώσεις στο περιβάλλον και στην υγεία του ανθρώπου.

Risk Assessment (ποσοτική εκτίμηση κινδύνου)².

² χρήση **οικοτοξικολογικών ερευνών** για την απόκτηση ποσοτικών δεδομένων σχετικά με την πιθανότητα πρόκλησης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, καθώς και διαταραχών στην ανθρώπινη υγεία - **διάγνωση των επιβλαβών επιπτώσεων στα έμβια όντα** (hazard identification), μέσω πειραμάτων σε υδρόβιους οργανισμούς διαφόρων τροφικών επιπέδων (π.χ. προσδιορισμός τοξικολογικών παραμέτρων, όπως οι LC₅₀) - **συνεισφορά στον χαρακτηρισμό του κινδύνου**.

Στρατηγική διαχείρισης για την εκτίμηση του οικολογικού κινδύνου³.

³ Περιλαμβάνει διάφορα στάδια, τα οποία αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, με **κύριο γνώμονα την εξαγωγή αντικειμενικών δεδομένων**. Στην περίπτωση των φυσικών οικοσυστημάτων, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη (α) η πολυπλοκότητα του οικοσυστήματος, (β) η σύσταση και το είδος των βιοτόπων, (γ) οι διάφορες τροφικές αλυσίδες και τα τροφικά πλέγματα, (δ) η δυναμική των πληθυσμών, (ε) ο βαθμός βιοσυσσώρευσης του παράγοντα stress και (στ) οικοτοξικολογικές αναλύσεις.

Πλαίσιο εκτίμησης οικολογικού κινδύνου⁴.

⁴ Αποτελεί ένα **πολύπλοκο δίκτυο επιμέρους διεργασιών**, το οποίο περιλαμβάνει:

- την **γνώση του προβλήματος** μετά από συλλογή, επιβεβαίωση και ανάλυση των στοιχείων.
- τον **χαρακτηρισμό της επικινδυνότητας** και των οικολογικών επιπτώσεων του παράγοντα stress.
- τη **δημιουργία ενός διαχειριστικού πλάνου**, έτσι ώστε να ελαχιστοποιηθεί ο οικολογικός κίνδυνος.

4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

Αξιολόγηση και εκτίμηση κινδύνων από την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών σε θαλάσσια οικοσυστήματα

Πλαίσιο εκτίμησης οικολογικού κινδύνου.

Συλλογή, επιβεβαίωση και παρακολούθηση στοιχείων προβλήματος
Ανταλλαγή απόψεων μεταξύ εκτιμητή¹ και διαχειριστή² του κινδύνου

Τυποποίηση προβλήματος και ανάλυση

Χαρακτηρισμός και έκθεση προβλήματος

Οικολογικές επιπτώσεις του προβλήματος

Χαρακτηρισμός οικολογικού κινδύνου

¹Εκτιμητής κινδύνου (risk assessor): ο εμπειρογνώμονας που ασχολείται με την ποιοτική και ποσοτική ανάλυση του προβλήματος

²Διαχειριστής κινδύνου: η αρμόδιες αρχές που θα αναλύσουν τεχνο-οικονομικά και βάσει της εισήγησης του εκτιμητή το μέγεθος του προβλήματος και θα προχωρήσουν στην ορθή διαχείριση.

Διαχείριση οικολογικού κινδύνου

4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

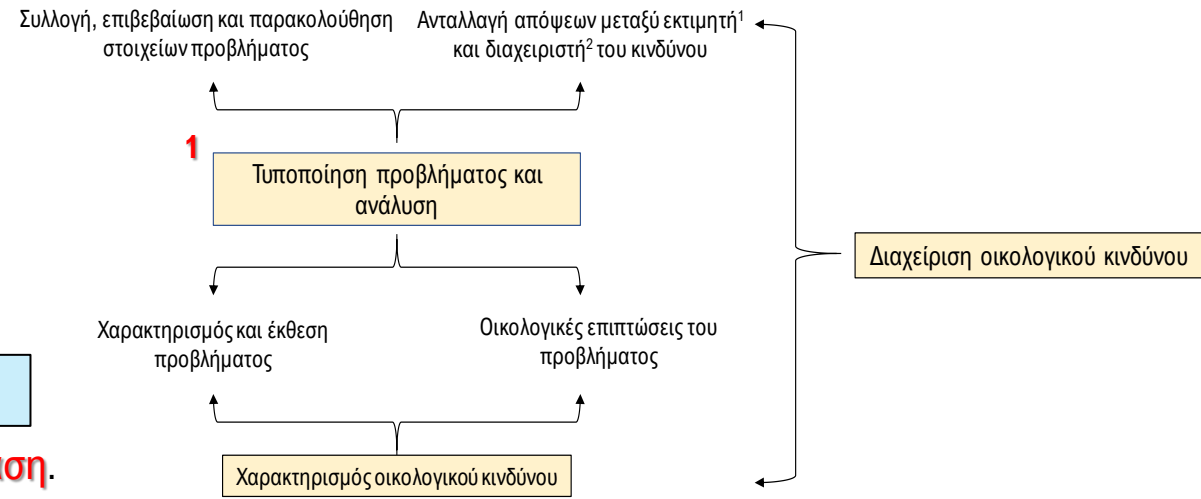
Αξιολόγηση και εκτίμηση κινδύνων από την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών σε θαλάσσια οικοσυστήματα

Πλαίσιο εκτίμησης οικολογικού κινδύνου – Τυποποίηση προβλήματος¹

- ❑ Απαραίτητη για την **πιστοποίηση των δεδομένων που αφορούν τον παράγοντα έντασης**.
- ❑ Διαμόρφωση των **τεχνο-οικονομικών ορίων επίτευξης της εκτίμησης και των τελικών στόχων** (π.χ. προστασία αγριοπανίδας ή αγριοχλωρίδας, υδάτινοι πόροι και ρύπανση).
- ❑ Εκτίμηση της **αβιοτικής και βιολογικής κατάστασης του οικοσυστήματος** που βρίσκεται ή θα βρεθεί υπό πίεση.

Πλαίσιο εκτίμησης οικολογικού κινδύνου – Ανάλυση προβλήματος¹

- ❑ Αποσκοπεί **στον χαρακτηρισμό του οικοσυστήματος και την αποκατάσταση**.
- ❑ Περιλαμβάνει:
 - **ανάλυση εκθέσεων** που αφορούν μετρήσεις συγκεντρώσεων, δεδομένα βιοδιαθεσιμότητας, βιοσυσσώρευσης, βιομεγένθυσης, μετασχηματισμών, κατανομής και αποικοδόμησης των ρύπων.
 - **δεδομένα τοξικότητας** σε εργαστηριακές μελέτες και μελέτες πεδίου.
 - **οικολογικά δεδομένα** και σχέσεις τοξικότητας.
 - **ανάλυση του προφίλ του παράγοντα έντασης** και των επιπτώσεων σε επίπεδο βιοκοινοτήτων και οικοσυστήματος.



4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

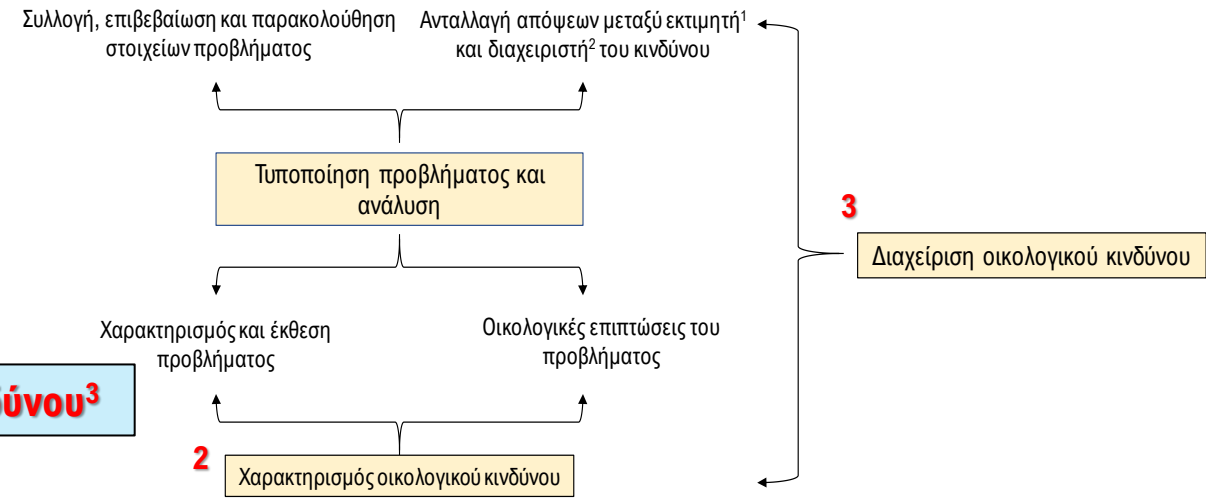
Αξιολόγηση και εκτίμηση κινδύνων από την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών σε θαλάσσια οικοσυστήματα

Πλαίσιο εκτίμησης οικολογικού κινδύνου – Χαρακτηρισμός οικολογικού κινδύνου²

- **Ενσωμάτωση των τοξικολογικών δεδομένων** στην τελική έκθεση για τον χαρακτηρισμό της επικινδυνότητας.
- **Ανάλυση και αναφορά στις αβεβαιότητες των δεδομένων.**
- **Περιγραφή των δυνητικών επιπτώσεων** των ρύπων στο οικοσύστημα (εκτίμηση πραγματικού κινδύνου).
- **Ερμηνεία της οικολογικής σημασίας του κινδύνου.**

Πλαίσιο εκτίμησης οικολογικού κινδύνου – Διαχείριση οικολογικού κινδύνου³

- **Βασική προτεραιότητα του Διαχειριστή του οικολογικού κινδύνου.**
- Περιλαμβάνει την **ανάλυση κόστους/οφέλους**, βάσει των οικονομικών και κοινωνικών συνθηκών της χώρας.



4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

Αξιολόγηση και εκτίμηση κινδύνων από την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών σε θαλάσσια οικοσυστήματα

□ Κατηγοριοποίηση θαλάσσιων υδάτων ανάλογα με την περιβαλλοντική ποιότητα

Καλή ποιότητα

- μικρή περιεκτικότητα σε θρεπτικά συστατικά και σε οργανική ύλη.
- κορεσμένα σε διαλυμένο οξυγόνο.
- πλούσια χλωρίδα.
- κατάλληλα για διαβίωση ευαίσθητων ειδών ψαριών.

Ικανοποιητική ποιότητα

- περιέχουν σημαντικές ποσότητες οργανικής ύλης και θρεπτικών συστατικών.
- καλά οξυγονωμένα.
- πλούσια χλωρίδα και πανίδα και μεγάλους ιχθυοπληθυσμούς.

Μέτρια ποιότητα

- αυξημένη οργανική ρύπανση.
- μικρή περιεκτικότητα σε διαλυμένο οξυγόνο.
- ανοξικές συνθήκες σε ιζήματα.
- εμφάνιση ευτροφικών φαινομένων.
- επικράτηση ανθεκτικών στην έλλειψη οξυγόνου οργανισμών.
- περιορισμένος ιχθυοπληθυσμός.
- Εμφάνιση μαζικών θανάτων ιχθύων υπό ανοξικές συνθήκες.

Κακή ποιότητα

- μεγάλη οργανική ρύπανση.
- παρατεταμένη εμφάνιση ανοξικών συνθηκών σε υδάτινη στήλη και ιζήματα.
- εμφάνιση τοξικών φαινομένων.
- απουσία ιχθυοπληθυσμών.

4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

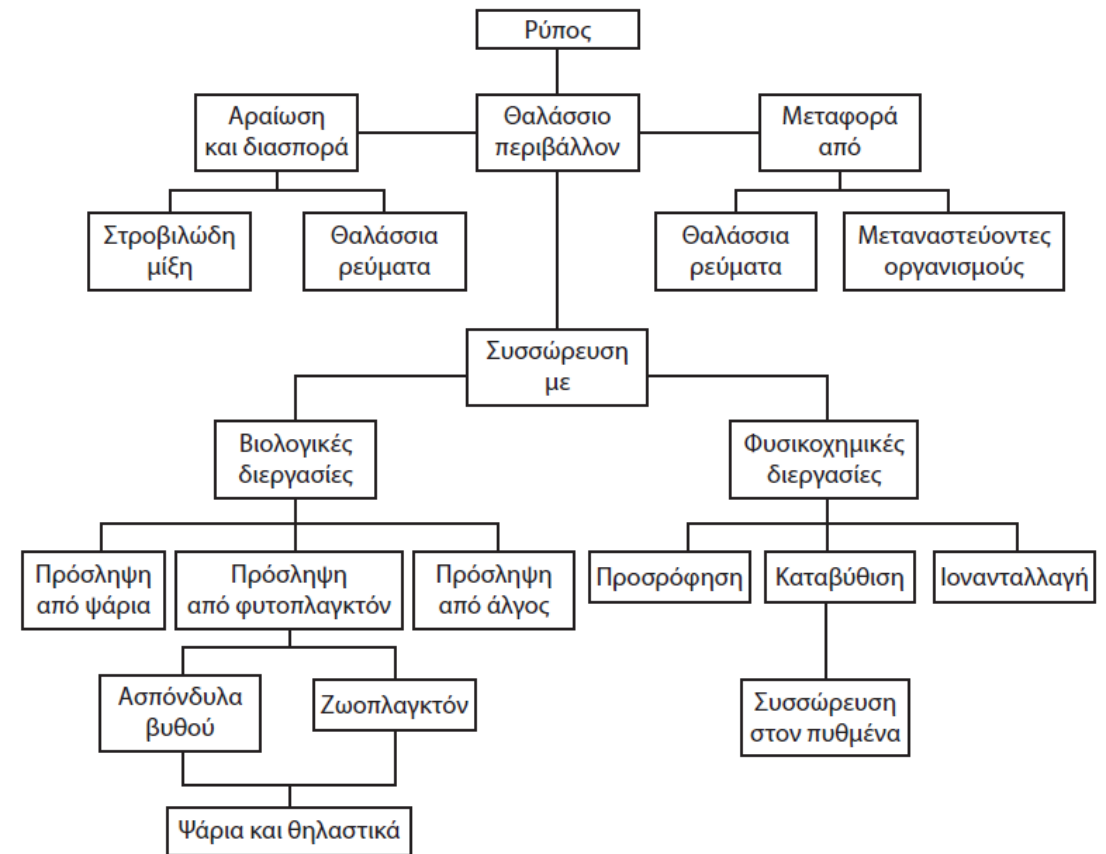
Αξιολόγηση και εκτίμηση κινδύνων από την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών σε θαλάσσια οικοσυστήματα

□ Η μεταφορά, συγκέντρωση και τύχη των ρυπογόνων ουσιών από σημειακές¹ ή/και μη-σημειακές² πηγές εξαρτώνται από μια σειρά ωκεανογραφικών παραγόντων:

- ✓ Χημική σύσταση και μέγεθος στερεών ουσιών.
- ✓ Ταχύτητα και διάρκεια εκροής.
- ✓ Ταχύτητα και διεύθυνση ρευμάτων.
- ✓ Δίνες που προκαλούνται από πλοία και φορτηγίδες.
- ✓ Βάθος αναμιγνυόμενης στιβάδας.
- ✓ Πυκνότητα νερού κάτω από την αναμιγνυόμενη στιβάδα.
- ✓ Διαχωρισμός των διαφορετικών φάσεων των ρευστών, π.χ. ελαφρά και βαριά σωματιδιακά κλάσματα, διαλυτά κλάσματα.
- ✓ Βάθος υδάτινης στήλης.
- ✓ Τοπογραφία και σύσταση πυθμένα.

¹ **Σημειακή πηγή (Point source):** μία απλή και εμφανής πηγή εισόδου ρύπων στο οικοσύστημα, π.χ. αγωγός αστικών και βιομηχανικών λυμάτων.

² **Μη σημειακή πηγή (Non-point source):** πολλές και διαφορετικές πηγές διάχυσης ρυπογόνων ουσιών στα οικοσυστήματα, π.χ., αποπλύσεις εδάφους, ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις, αποστραγγίσεις κ.λπ.



4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

Αξιολόγηση και εκτίμηση κινδύνων από την ύπαρξη ρυπογόνων ουσιών σε θαλάσσια οικοσυστήματα

- Οι επιδράσεις των ρυπογόνων ουσιών στα θαλάσσια οικοσυστήματα εξαρτώνται από:
 - ❖ τη συγκέντρωση¹
 - ❖ τη βιοδιαθεσιμότητα²
 - ❖ τη δυνατότητα βιοσυσσώρευσης³
 - ❖ τη δυνατότητα βιομεταφοράς⁴ και βιομεγέθυνσης⁵

¹**Συγκέντρωση:** Η γραμμομοριακότητα κατ' όγκο του ρύπου (g L^{-1} ή mol L^{-1}) στο υδάτινο μέσο.

²**Βιοδιαθεσιμότητα:** Η ικανότητα ενός ρύπου να προσλαμβάνεται/απορροφάται από έναν οργανισμό.

³**Βιοσυσσώρευση:** Η αύξηση των συγκεντρώσεων ορισμένων ουσιών σε ιστούς των οργανισμών, λόγω αδυναμίας αποικοδόμησης και απομάκρυνσής της.

⁴**Βιομεταφορά:** Η μεταφορά των βιοσυσσωρευμένων ρύπων διαμέσου της τροφικής αλυσίδας.

⁵**Βιομεγέθυνση:** Η μεταφορά των βιοσυσσωρευμένων ρύπων από ένα κατώτερο τροφικό επίπεδο σε ένα ανώτερο.

Συντελεστής συγκέντρωσης (F_c) = η σχέση της συγκέντρωσης ενός ρύπου στον οργανισμό και της συγκέντρωσης με την οποία απαντά στο περιβάλλον (νερό, αέρας, έδαφος).
[ρύπος] σε οργανισμό

$$F_c = \frac{\text{[ρύπος] σε οργανισμό}}{\text{[ρύπος] στο περιβάλλον}}$$

Συντελεστής μεταφοράς (F_t): η σχέση μεταξύ της συγκέντρωσης X_{n+1} του ρύπου στον οργανισμό ενός τροφικού επιπέδου $n+1$ και της συγκέντρωσης X_n του ρύπου στον οργανισμό του τροφικού επιπέδου n .

$$F_t = \frac{[X_{n+1}]}{[X_n]}$$

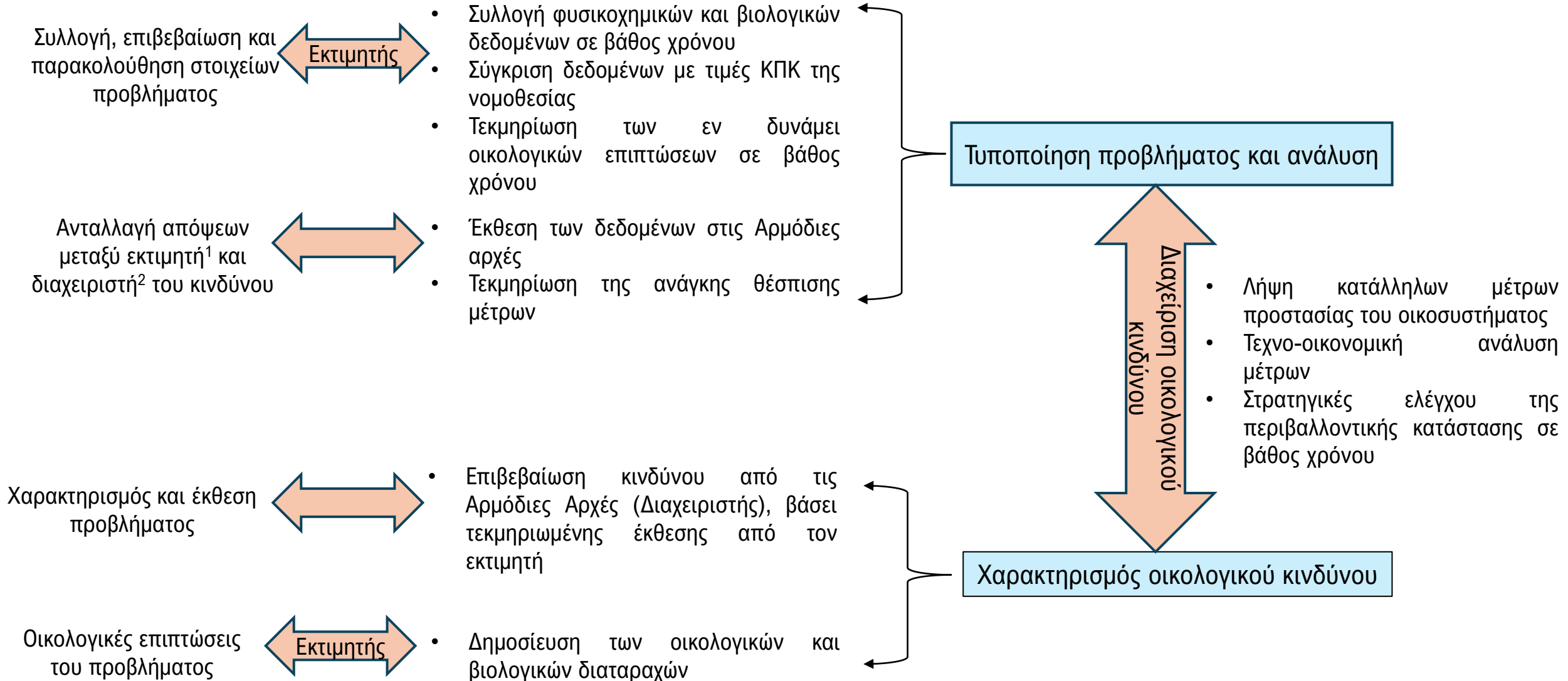
$F_t > 1$ → Φαινόμενα βιοσυσσώρευσης ουσίας

$F_t = 1$ → Απλή μεταφορά στην τροφική αλυσίδα

$F_t < 1$ → η συγκέντρωση του ρύπου θα μειώνεται καθώς ανεβαίνουμε τροφικά επίπεδα

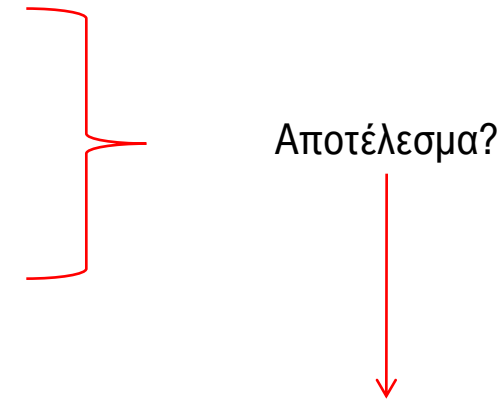
4. Εκτίμηση Οικολογικού κινδύνου

Πλαίσιο εκτίμησης οικολογικού κινδύνου

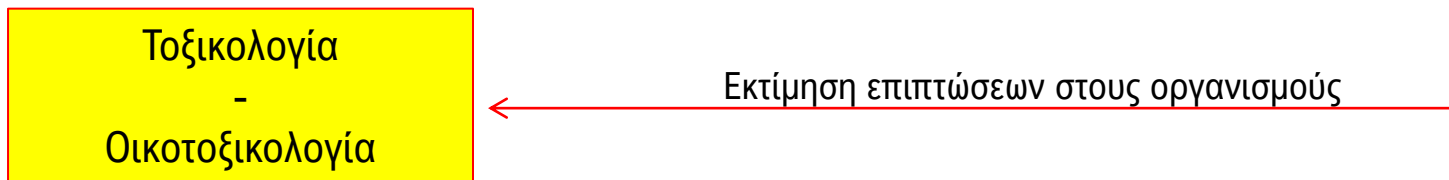


5. Εκτίμηση τοξικών επιπτώσεων-Αρχές Τοξικολογίας/Οικοτοξικολογίας

- ❑ Η είσοδος κάποιας ρυπογόνου ουσίας στο περιβάλλον μπορεί να συνοδεύεται από:
 - Διαδικασίες βιοδιάσπασης και απομάκρυνσής της με το πέρασ του χρόνου (μείωση δραστηκότητας).
 - Αδυναμία διάσπασης με αποτέλεσμα τη συσσώρευση και βιοδιάθεσή της.
 - Συσσώρευση προϊόντων διάσπασης και διαθεσιμότητά τους.



- Διαταραχές της οικολογικής ισορροπίας.
- Αλλαγή της «Εικόνας» του οικοσυστήματος.
- Αλλαγή στη σύνθεση των ειδών.
- Διαταραχές της φυσιολογικής ομοιόστασης των οργανισμών.



5. Εκτίμηση τοξικών επιπτώσεων-Αρχές Τοξικολογίας/Οικοτοξικολογίας

➤ Περιβαλλοντική τοξικολογία

- Αποτελεί βασικό εργαλείο στην **προσπάθεια εκτίμησης του οικολογικού κινδύνου**.
- Προσπαθεί να λύσει ειδικά επιστημονικά προβλήματα, ιδιαίτερα για τις επιβλαβείς επιδράσεις χημικών ουσιών-ρύπων σε οργανισμούς και οικοσυστήματα.
- Λαμβάνει υπόψιν τις **αλληλοεπιδράσεις** μεταξύ των οργανισμών που συμβιώνουν στο ίδιο περιβάλλον και **οι διασυνδέσεις τους** με το αβιοτικό περιβάλλον (έδαφος, νερά και ατμόσφαιρα).
- Μελετά τη **βιοσυσσώρευση** των ουσιών μέσω της τροφικής αλυσίδας ή στους διάφορους ιστούς και όργανα των οργανισμών, τη **βιοαποικοδόμηση** ή διάσπαση των ουσιών με την επίδραση του φυσικού περιβάλλοντος, τα **όρια ευαισθησίας** των οργανισμών, καθώς και τις **επιδράσεις των ουσιών σε διάφορα επίπεδα οργάνωσης** του οργανισμού.

5. Εκτίμηση τοξικών επιπτώσεων-Αρχές Τοξικολογίας/Οικοτοξικολογίας

- ❑ Οι χημικές ουσίες όταν απελευθερωθούν στο φυσικό περιβάλλον υπόκεινται σε διασπορά στην ατμόσφαιρα, τα υδάτινα συστήματα, το έδαφος και στα ιζήματα ανάλογα με τις φυσικοχημικές τους ιδιότητες.
- ❑ Η Οικοτοξικολογική έρευνα ενδιαφέρεται για...
 - ...τη **βιοσυσσώρευση** των ουσιών μέσω της τροφικής αλυσίδας ή στους διάφορους ιστούς και όργανα των οργανισμών
 - ...τη **βιοαποικοδόμηση** ή διάσπαση των ουσιών με την επίδραση του φυσικού περιβάλλοντος.
- Οι χημικές ουσίες με την είσοδο στο σώμα των βιολογικών οργανισμών μπορούν να προκαλέσουν **βλάβες ανάλογα με την ποσότητα και το είδος της έκθεσης**.
- Οι επιδράσεις σε οργανισμούς μπορεί να είναι **θανατηφόρες αλλά και μη θανατηφόρες¹**.

¹Στις μη **θανατηφόρες επιπτώσεις περιλαμβάνονται...**

- η αναστολή ενζυμικών διεργασιών.
- η ναρκωτική δράση.
- η εμφάνιση κακοήθων νεοπλασμάτων.
- οι βλάβες στην λειτουργία οργάνων.

Ευχαριστώ....