

Υδάτινα Οικοσυστήματα

Ρύπανση και εκτίμηση οικολογικής κατάστασης στα
υδάτινα οικοσυστήματα

Ρύπανση και εκτίμηση οικολογικής κατάστασης στα υδατικά οικοσυστήματα

- Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων
- Η Οδηγία Πλαίσιο «περί Υδάτων» της Ε.Ε.
- Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Ρύπανση και εκτίμηση οικολογικής κατάστασης στα υδατικά οικοσυστήματα

- Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων
- Η Οδηγία Πλαίσιο «περί Υδάτων» της Ε.Ε.
- Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

- Τα υδατικά οικοσυστήματα ήταν από ανέκαθεν ο προτιμώμενος χώρος απόρριψης αποβλήτων από τον άνθρωπο: «the solution to pollution is dilution»
- Η ρύπανση ορίζεται ως η εισαγωγή στο περιβάλλον ουσιών ή ενέργειας με ανεπιθύμητα αποτελέσματα για τον άνθρωπο και τους άλλους οργανισμούς

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

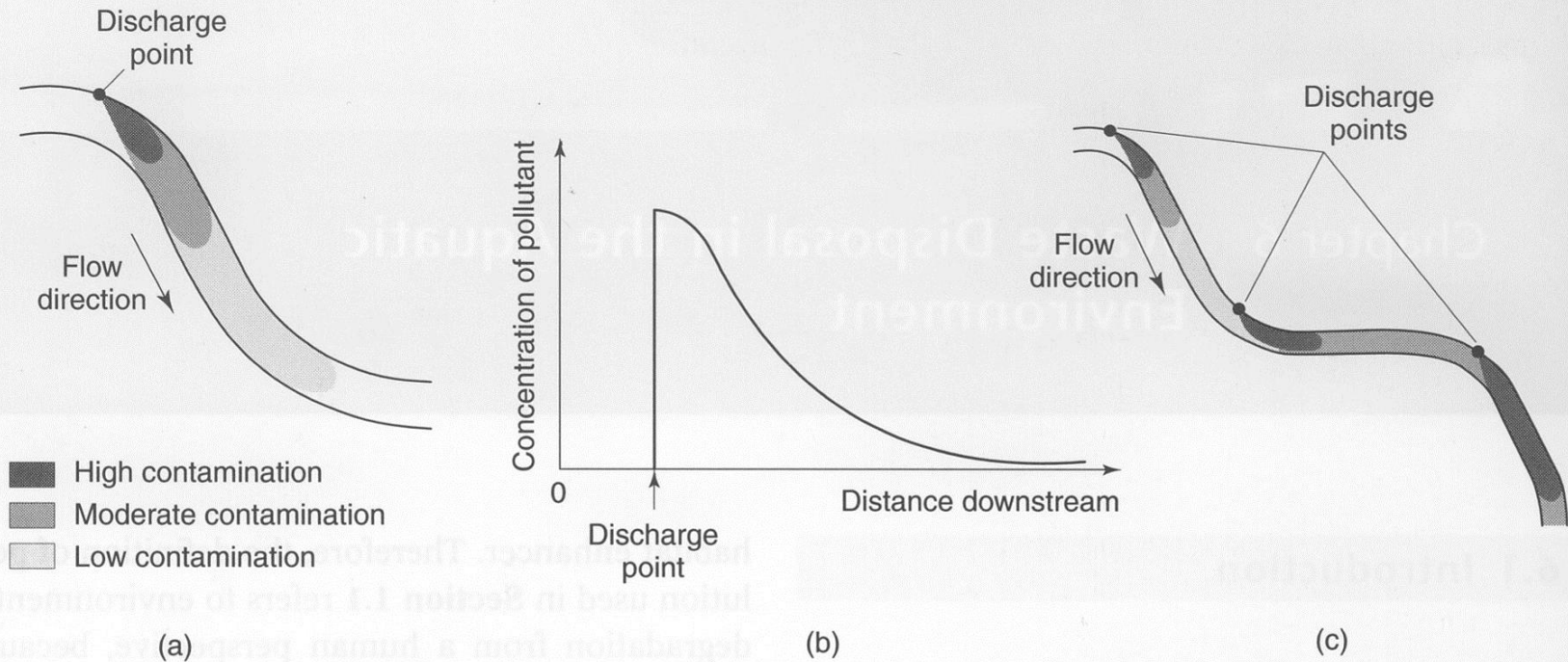
- Οι ρυπαντές διακρίνονται σε:
 - Βιοαποικοδομήσιμους (biodegradable), π.χ. οικιστικά και γεωργικά λύματα
 - Μη βιοαποικοδομήσιμους, π.χ. βαρέα μέταλλα, πλαστικά
 - Ενέργεια, π.χ. θερμότητα

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

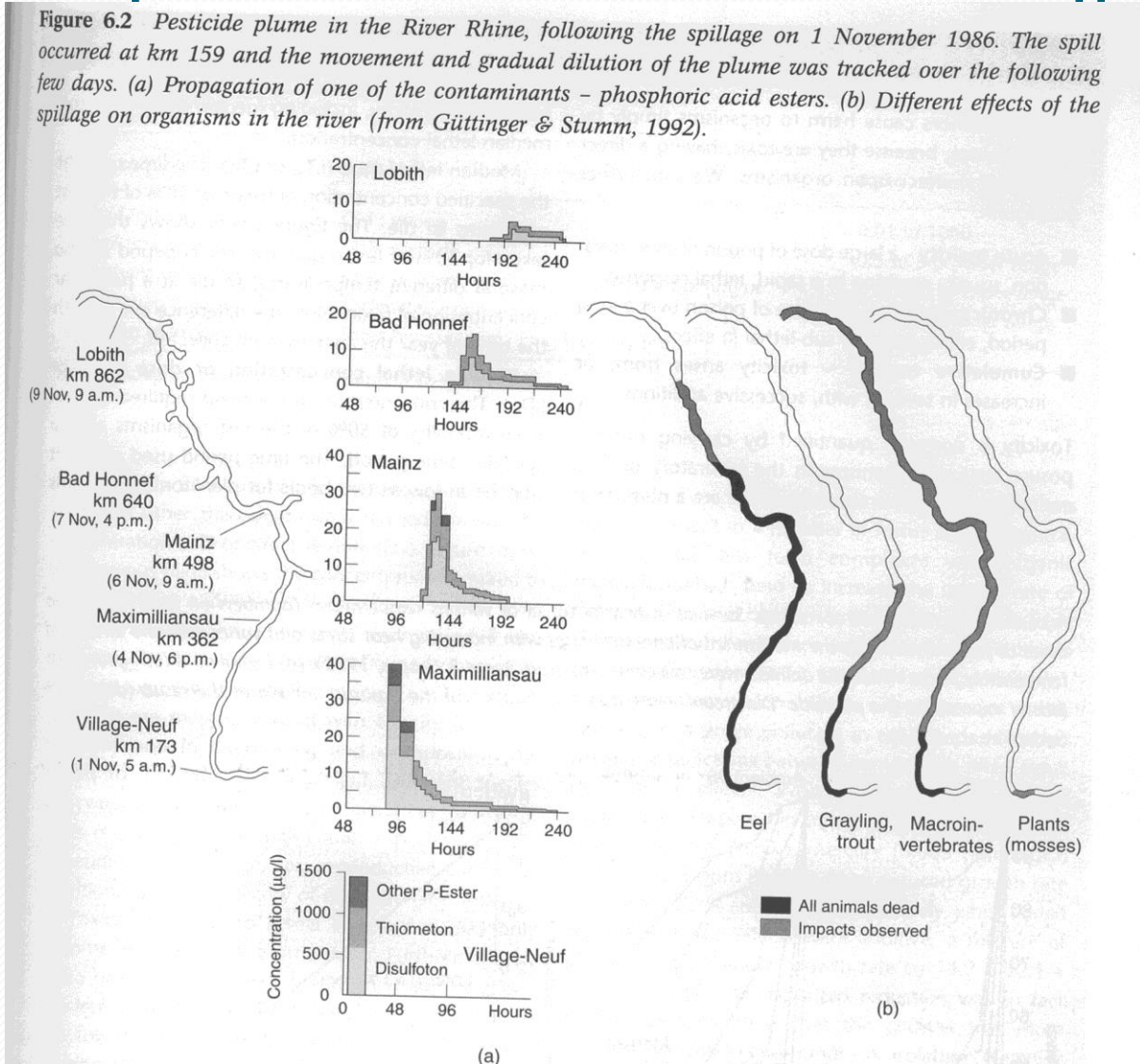
- Οι πηγές ρύπανσης διακρίνονται σε:
 - Σημειακές (point), π.χ. εκροή λυμάτων
 - Διαχεόμενες (diffuse), π.χ. όξινη βροχή, απόπλυση γεωργικής γης

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Figure 6.1 (a) Discharge plume in a river, showing gradual improvement in water quality. (b) Single discharge curve. (c) Additive effect of sewage discharges without adequate distance between each.



Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων



Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

- Οι ρυπαντές μπορούν να είναι:
 - Τοξικοί, με δυσμενή επίδραση στον μεταβολισμό οργανισμών, π.χ. βαρέα μέταλλα
 - Μη τοξικοί, οι οποίοι μεταβάλλουν το φυσικοχημικό περιβάλλον και προκαλούν αλλαγές στις βιοκοινότητες και το οικοσύστημα, π.χ. οργανική ρύπανση από λύματα, εμπλουτισμός σε ανόργανα θρεπτικά άλατα

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

- Ένας ρυπαντής μπορεί να αποτελεί:
 - Παράγοντα πίεσης (stress) για κάποιους οργανισμούς «ευαίσθητους» στο συγκεκριμένο ρυπαντή
 - Πόρο (resource), π.χ. τροφή, για κάποιους άλλους οργανισμούς, «ανεκτικούς» στο συγκεκριμένο ρυπαντή
 - Αιτία εξάλειψης «ευαίσθητων» βοσκητών, θηρευτών ή ανταγωνιστών ενός οργανισμού, ο οποίος έτσι θα ευνοηθεί από το συγκεκριμένο ρυπαντή

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

- Χαρακτηριστικό παράδειγμα της επίδρασης που μπορεί να έχει ένας ρυπαντής στις βιοκοινότητες είναι η εξαφάνιση των ευαίσθητων ειδών με θεμελιώδη ρόλο για το τροφικό πλέγμα και το οικοσύστημα (keystone species)
- Τα είδη αυτά έχουν ιδιαίτερη αξία για το οικοσύστημα επειδή η παρουσία ή η απουσία τους έχει δυσανάλογα σημαντικό αποτέλεσμα για τα υπόλοιπα είδη του τροφικού πλέγματος
- Για το λόγο αυτό, τα συγκεκριμένα είδη πρέπει να διατηρηθούν, μαζί με τα σπάνια είδη, τα ενδημικά είδη κλπ.

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

- Οι πεταλίδες, τα θυσανόποδα και οι λιττορίνες είναι φυτοφάγα είδη με θεμελιώδη σημασία για το οικοσύστημα μιας βραχώδους ακτής, επειδή αυξάνουν την ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων της ακτής και κατά συνέπεια και τη βιοποικιλότητα
- Η εξαφάνιση τους από τη ρύπανση μιας πετρελαιοκηλίδας (π.χ. ναυάγιο του Torrey Canyon, U.K.) είναι δυνατό οδηγεί στην κυριαρχία των μακροφυκών και άρα μικρότερη βιοποικιλότητα για χρόνια, μέχρι το οικοσύστημα να ανακάμψει και να επανέλθει στην αρχική του κατάσταση υψηλής βιοποικιλότητας

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

- Συνήθως συνυπάρχουν πολλοί ρυπαντές, συχνά με συνεργιστικά αποτελέσματα λόγω της αλληλεπίδρασης των αποτελεσμάτων τους, π.χ. θερμική ρύπανση και ρύπανση από βαρέα μέταλλα

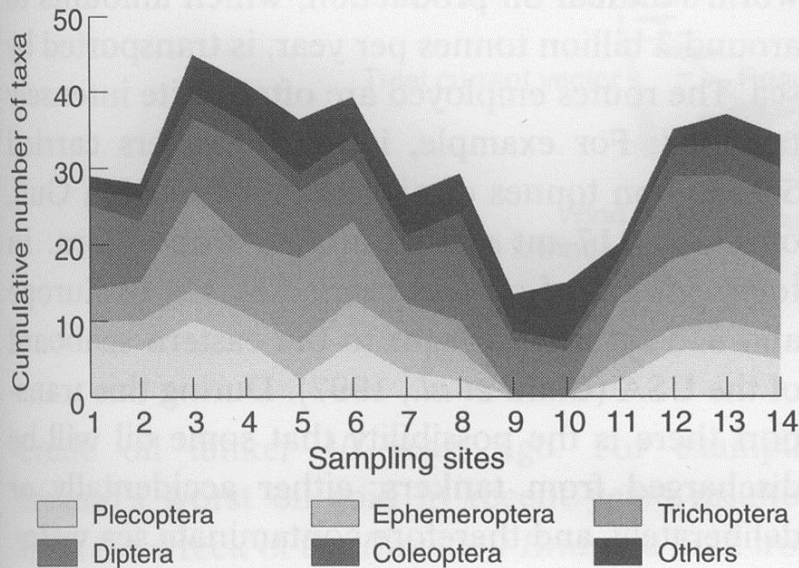
Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Λύματα:

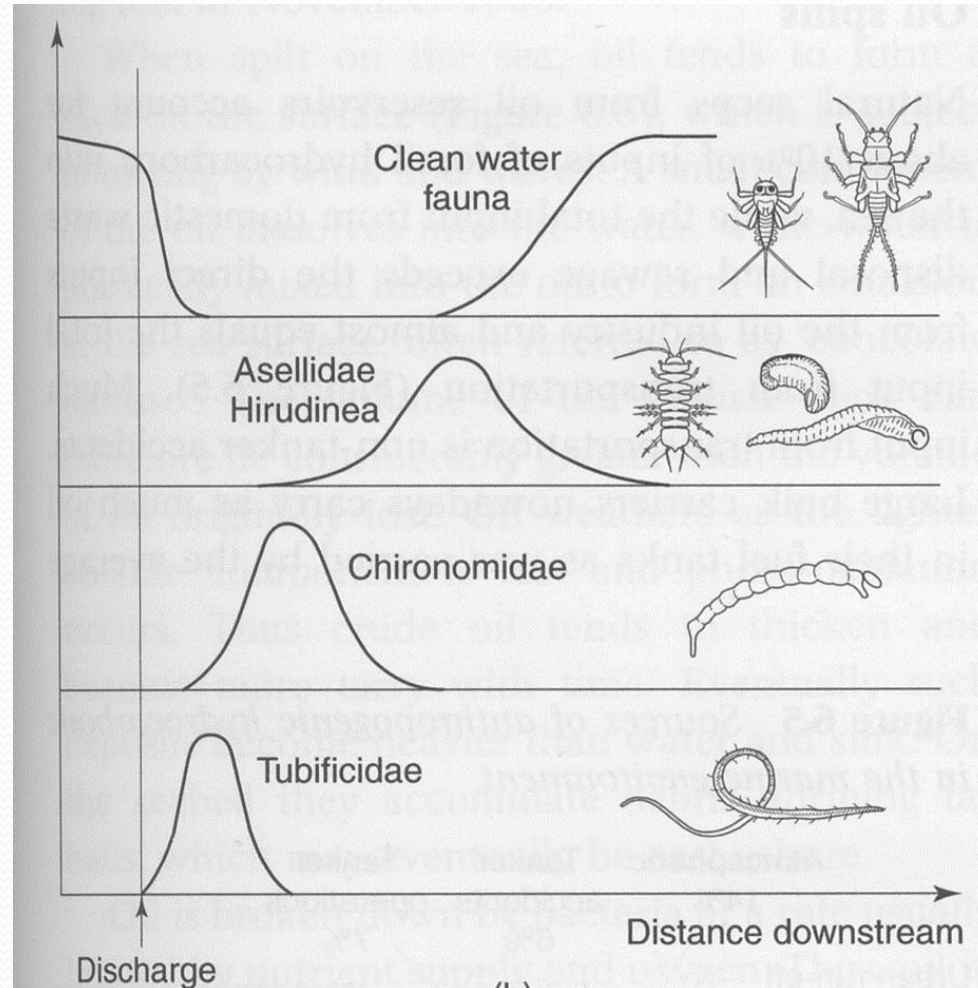
- Τα λύματα είναι μια μορφή μη τοξικών ρυπαντών με επίδραση στο φυσικό περιβάλλον, π.χ. αύξηση στα αιωρούμενα στερεά, μείωση στη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Figure 6.4 (a) Cumulative number of taxa of major macroinvertebrate groups at various sites on the Esquel River, Chile. The sudden change between sites 8 and 9 is caused by sewage discharge from a small town (from Miserendino & Pizzolón, 2000). (b) Longitudinal sequence of invertebrate distribution downstream of a sewage discharge in the UK.



(a)



(b)

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Ανόργανα θρεπτικά άλατα:

- Τα ανόργανα θρεπτικά άλατα με προέλευση τις δραστηριότητες του ανθρώπου είναι η αιτία του μη φυσικού, ανθρωπογενούς ευτροφισμού
- Μια από τις συνηθέστερες και πιο εμφανείς ενδείξεις ευτροφισμού είναι η εμφάνιση πληθυσμιακών εξάρσεων του φυτοπλαγκτού (blooms)

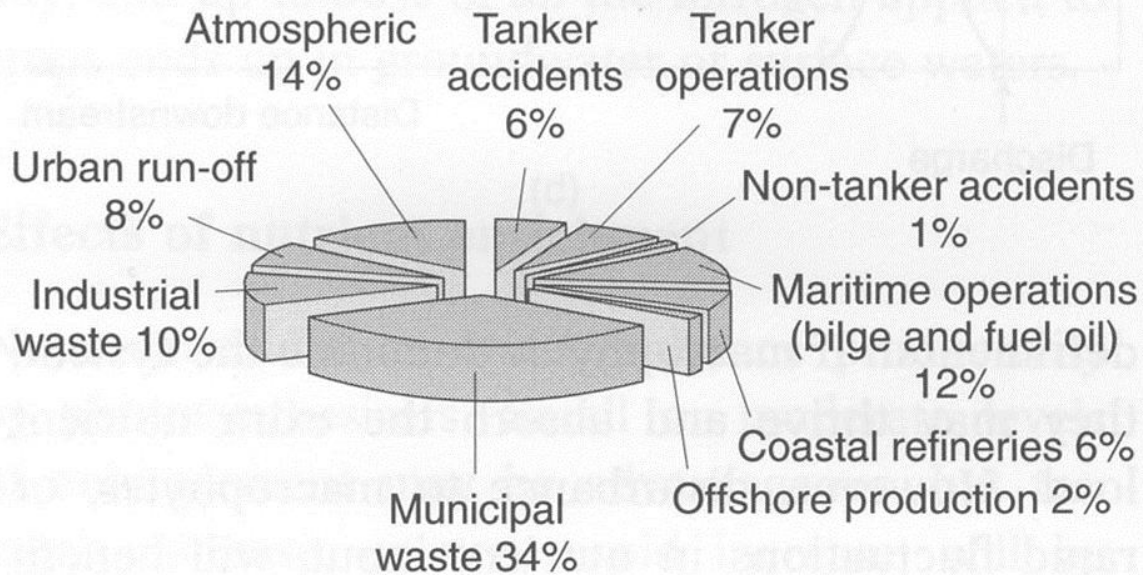
Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Πετρέλαιο:

- Η ρύπανση από πετρέλαιο έχει τοξικά αποτελέσματα σε πολλούς οργανισμούς αλλά και προκαλεί αλλαγές στις βιοκοινότητες

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Figure 6.5 *Sources of anthropogenic hydrocarbons in the marine environment.*



Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Table 6.1 *A classification of the sensitivity of the natural environment to oil spills*

Shore type	Sensitivity
Exposed rocky shores	Least sensitive – high natural dispersion ↓ Most sensitive – highly sensitive biota
Eroding wave cut platforms	
Fine grained sand beaches	
Coarse grained sand beaches	
Exposed, compacted tidal flats	
Mixed sand and gravel beaches	
Gravel beaches	
Sheltered rocky coasts	
Sheltered tidal flats	
Salt marshes and mangroves	
Coral reefs	

Source: Gundlach & Hayes (1978).

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Τοξικοί ρυπαντές:

- Οι τοξικοί ρυπαντές είναι συντηρητικοί ρυπαντές, δηλαδή παραμένουν στο περιβάλλον για μεγάλα χρονικά διαστήματα
- Οι τοξικοί ρυπαντές που δεν μεταβολίζονται, συσσωρεύονται στους ιστούς των οργανισμών (βιοσυσσώρευση, bioaccumulation)
- Η συγκέντρωση των τοξικών ρυπαντών μεγεθύνεται κατά μήκος της τροφικής αλυσίδας (βιομεγέθυνση, biomagnification) μέσω της κατανάλωσης της τροφής, η οποία έχει ήδη συσσωρευμένο το ρυπαντή

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

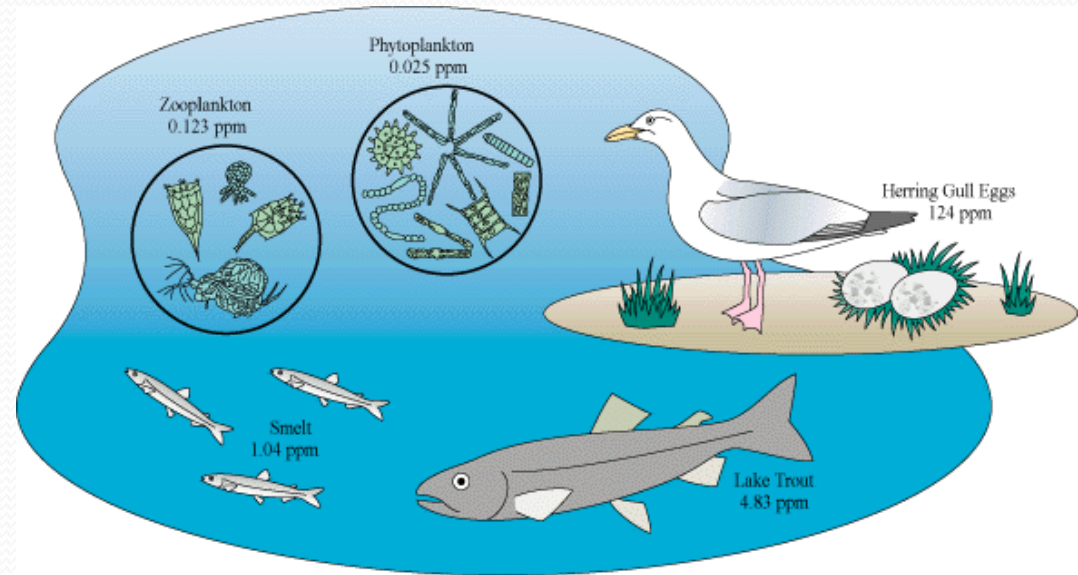
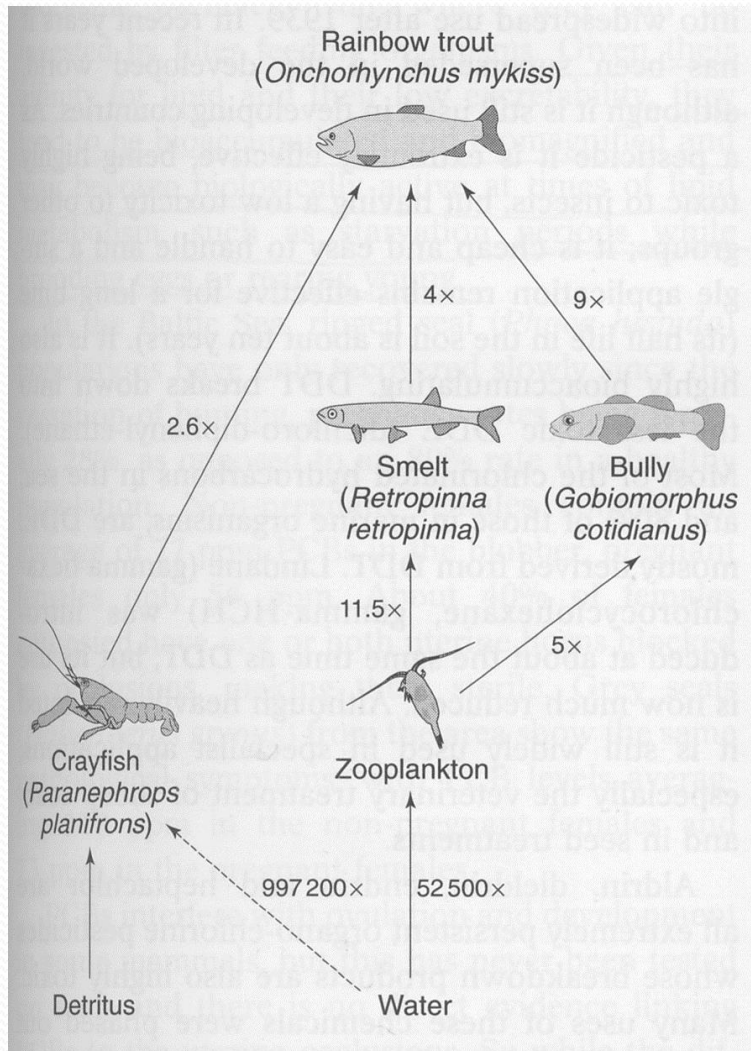


Figure 6.7 The process of bioaccumulation. In this example, the mercury is a natural input from geothermal emanations into several lakes in North Island, New Zealand (after Kim & Burggraaf, 1999). The increase in concentration between components of the food web is shown. The concentration of mercury in the water is 0.1–0.5 ng l⁻¹.

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Μέταλλα:

- Ορισμένα μέταλλα, π.χ. ο χαλκός και ο σίδηρος, είναι για πολλούς οργανισμούς απαραίτητα μικροθρεπτικά
- Σε μεγάλες όμως συγκεντρώσεις μπορούν να γίνουν τοξικά, π.χ. ο χαλκός, ο οποίος χρησιμοποιείται σε παρασκευάσματα anti-fouling
- Άλλα μέταλλα είναι τοξικά ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις, π.χ. ο υδράργυρος και το κάδμιο, τα οποία μάλιστα βιοσυσσωρεύονται
- Τα μαλάκια είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στο χαλκό

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Οργανοχλωριωμένες ενώσεις:

- Οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις, π.χ. DDT, PCB, είναι τεχνητές και μη βιοαποικοδομήσιμες
- Χρησιμοποιούνται ως παρασιτοκτόνα και είναι ιδιαίτερα τοξικές
- Βιοσυσσωρεύονται κυρίως σε λιπώδεις ιστούς και έτσι ενεργοποιούνται όταν πραγματοποιείται ο μεταβολισμός των αποθηκευμένων λιπαρών ουσιών, π.χ. σε περιόδους έλλειψης τροφής ή κατά την επώαση αυγών και την ανατροφή των απογόνων

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Οργανοχλωριωμένες ενώσεις:

- Ένας βασικός μηχανισμός με τον οποίο εκδηλώνεται η τοξικότητα των οργανοχλωριωμένων ενώσεων είναι η παρεμπόδιση της ομαλής λειτουργίας του ενδοκρινούς συστήματος και της αναπαραγωγής
- Πολλές οργανοχλωριωμένες ενώσεις μοιάζουν ή είναι ανταγωνιστές στεροειδών ορμονών, όπως τα οιστρογόνα



Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Οργανοχλωριωμένες ενώσεις:

- Στις συνέπειες της έκθεσης των οργανισμών σε οργανοχλωριωμένες ενώσεις, ακόμα και σε χαμηλές συγκεντρώσεις, συγκαταλέγονται:
 - Θηλυκοποίηση αρσενικών ατόμων
 - Μη φυσιολογικές μεταβολές στη δομή και τη λειτουργία των αναπαραγωγικών οργάνων
 - Αδυναμία εκκόλαψης των αυγών

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Ουσίες anti-fouling:

- Η αποίκιση π.χ. των ύφαλων των πλοίων και των κλωβών ιχθυοκαλλιεργειών από θαλάσσια φυτά και ζώα ονομάζεται fouling
- Για την αντιμετώπιση του fouling έχουν χρησιμοποιηθεί βαφές anti-fouling με TBT (οργανική ένωση με κασσίτερο), η οποία έχει βρεθεί να είναι τοξική για τα μαλάκια, π.χ. σε στρειδοκαλλιέργειες, στα οποία δημιούργησε προβλήματα στο σχηματισμό του οστράκου και στην αναπαραγωγή

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Θερμότητα:

- Το νερό ποταμών και της θάλασσας χρησιμοποιείται συχνά ως ψυκτικό μέσο, με συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας του νερού στο οικοσύστημα με την επιστροφή του χρησιμοποιημένου σε αυτό νερού (αυτό συμβαίνει κυρίως σε ποτάμια και σε εκβολικά συστήματα, με αύξηση της θερμοκρασίας του νερού μέχρι και 6°C)
- Οι αλλαγές στη θερμοκρασία του νερού του υδατικού οικοσυστήματος είναι σε σχέση με τις φυσικές αλλαγές:
 - Μεγαλύτερες
 - Πιο ξαφνικές
 - Πιο μόνιμες ή ακανόνιστες

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Θερμότητα:

- Η τεχνητή αύξηση της θερμοκρασίας του νερού σε ένα υδατικό οικοσύστημα θα προκαλέσει:
 - Αύξηση του μεταβολικού ρυθμού (ακόμα και σε θανατηφόρο βαθμό)
 - Αύξηση των απαιτήσεων σε τροφή
 - Μείωση του διαλυμένου οξυγόνου
 - Αύξηση της τοξικότητας των τοξικών ρυπαντών
 - Αλλαγές στον αναπαραγωγικό κύκλο
 - Εισβολή ξενικών ειδών

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Οξίνιση (acidification):

- Η οξίνιση (μείωση του pH) θα προκληθεί από ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα πλούσια σε NO_3^- ή SO_4^{2-} (όξινη βροχή), όταν τα φορτία τους υπερβούν τη ρυθμιστική ικανότητα του νερού ή του εδάφους (χάρη στην παρουσία ιόντων όπως Ca^{2+} και Mg^{2+}).
- Η βιομηχανικές εκπομπές είναι υπεύθυνες για την όξινη βροχή

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Οξίνιση (acidification):

- Το νερό της θάλασσας, τα νερά πάνω από ασβεστολιθικά πετρώματα και τα ευτροφικά νερά έχουν υψηλή ρυθμιστική ικανότητα και είναι λιγότερο ευαίσθητα στην όξινη βροχή
- Η οξίνιση θα πραγματοποιηθεί ξαφνικά, μετά την εξάντληση της ρυθμιστικής ικανότητας του νερού ή του εδάφους

Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων

Οξίνιση (acidification):

- Το μειωμένο pH προκαλεί αλλαγές στη φυσιολογία των υδρόβιων οργανισμών, π.χ. στην ανταλλαγή ιόντων με το περιβάλλον (ιοντορύθμιση)
- Διευκολύνει στην απελευθέρωση από γρανιτικά πετρώματα αργιλίου στην τοξική μορφή Al^{3+}
- Το όστρακο των μαλακίων και ο εξωσκελετός πολλών καρκινοειδών διαλύεται σε όξινο περιβάλλον επειδή περιέχουν ασβέστιο
- Αν επηρεαστούν είδη με θεμελιώδη σημασία θα προκληθούν αλλαγές σε ολόκληρο το τροφικό πλέγμα

Ρύπανση και εκτίμηση οικολογικής κατάστασης στα υδατικά οικοσυστήματα

- Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων
- Η Οδηγία Πλαίσιο «περί Υδάτων» της Ε.Ε.
- Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Ιστορικό

- Μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 1980, η έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των υδατικών πόρων ρυθμίζεται με σειρά από νόμους, διατάγματα και διοικητικές αποφάσεις (>300), ορισμένα από τα οποία χρονολογούνται από το 1930, που πολλές φορές επικαλύπτονται ή έρχονται σε αντίθεση μεταξύ τους.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Μετά τα μέσα της δεκαετίας του 1980, ψηφίστηκαν νομοθετήματα με περισσότερο σύγχρονο πνεύμα που λειτουργούν συμπληρωματικά, διακρίνονται για την διατομεακή τους αντίληψη και την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των υδατικών πόρων.
- Ειδικότερα με το Ν. 1739/87 προβλέπονται διάφορες ρυθμίσεις για τα όργανα και τις διαδικασίες που κρίθηκαν αναγκαίες για την αποτελεσματική διαχείριση των υδατικών πόρων της χώρας, οι οποίες καλύπτουν παράλληλα και απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ και οι στόχοι της

- Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/ΕΚ, που δημοσιεύτηκε στην Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων στις 22/12/2000, αποσκοπεί στη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής επί των υδάτων.
- Η υλοποίηση των στόχων από όλα τα Κράτη Μέλη προβλέπεται να γίνει με κοινά βήματα, σε προκαθορισμένο χρονοδιάγραμμα από το 2002 έως το 2015.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

2002

Καθορισμός ΥΣ

- Καθορισμός ΥΣ
- Ένταξη ΥΣ σε λεκάνες απορροής
- Ένταξη λεκανών απορροής σε Υδατικές Περιφέρειες

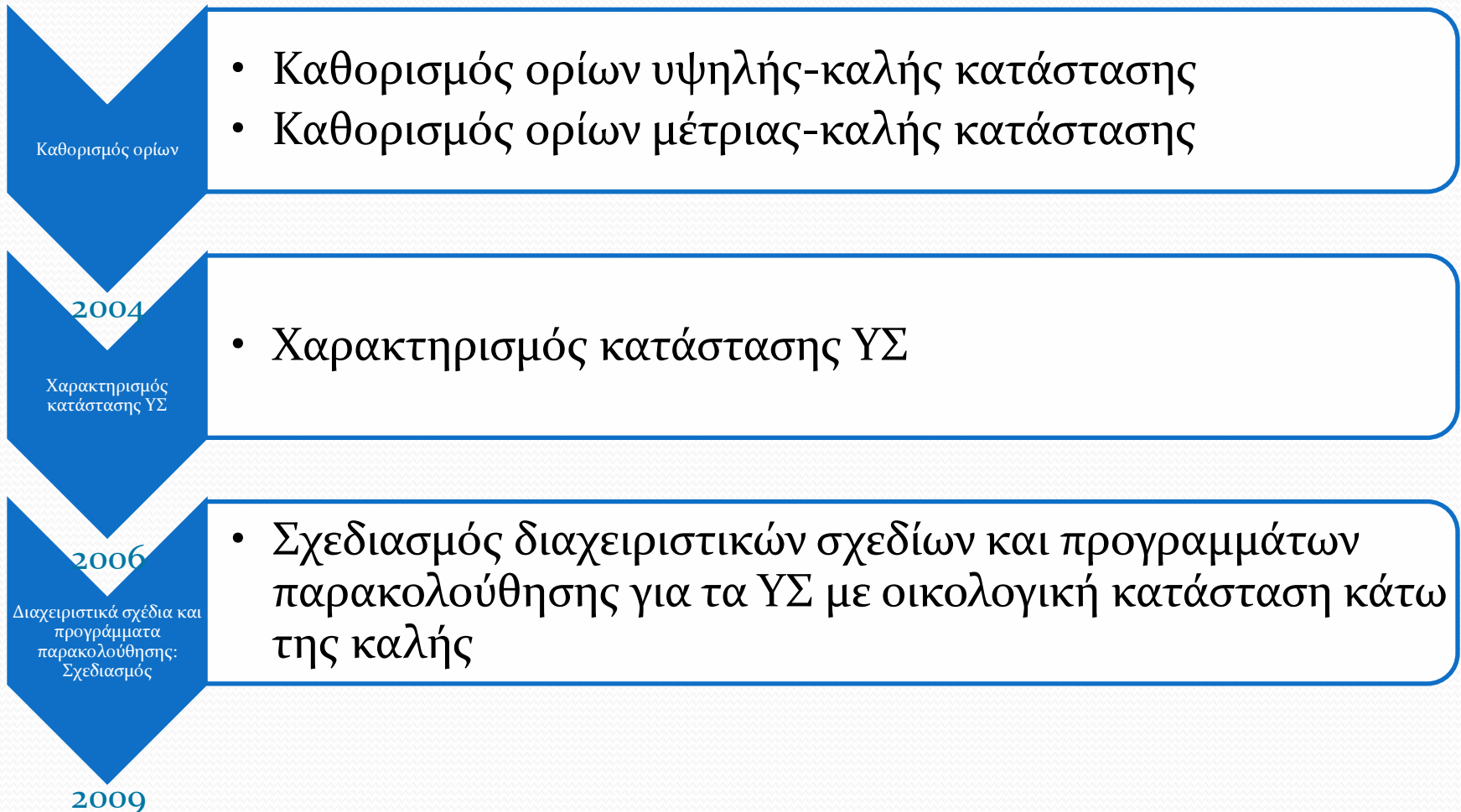
Τυπολογία ΥΣ

- Καθορισμός τύπων ΥΣ

Καθορισμός
συνθηκών
αναφοράς

- Αναγνώριση οικοσυστημάτων για κάθε τύπο με συνθήκες αναφοράς
- Καθορισμός συνθηκών αναφοράς για κάθε ποιοτικό στοιχείο

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC



Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Διαχειριστικά σχέδια και
προγράμματα
παρακολούθησης: Εφαρμογή
και έλεγχος αποτελεσμάτων

- Εφαρμογή διαχειριστικών σχεδίων και προγραμμάτων παρακολούθησης για τα ΥΣ με οικολογική κατάσταση κάτω της καλής
- Εφαρμογή τιμολογιακής πολιτικής
- Έλεγχος επίτευξης στόχων
- Επανάληψη κάθε 6 χρόνια

2015

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Βασικός στόχος της Οδηγίας είναι η αναβάθμιση και προστασία της ποιότητας των υδατικών πόρων και το πνεύμα της είναι σε μεγάλο βαθμό περιβαλλοντικό.
- Βασικός στόχος της Οδηγίας είναι η εξασφάλιση της «καλής οικολογικής κατάστασης» για όλα τα ύδατα της Ε.Ε. μέχρι το 2015.
- Μεταξύ των βασικών και καινοτόμων αρχών της Οδηγίας είναι η συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων, μέχρι και τον τελικό χρήστη-καταναλωτή, στη διαχείριση των υδατικών πόρων και η αποτελεσματική εφαρμογή οικονομικών εργαλείων.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Οι νεωτερισμοί της οδηγίας είναι:
 - Η εφαρμογή ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδατικών πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής.
 - Η εφαρμογή της αρχής της αυτονομίας.
 - Η εφαρμογή μιας συνδυασμένης προσέγγισης για τον έλεγχο της ρύπανσης καθορίζοντας τόσο όρια εκπομπών ρύπων όσο και στόχους για την επίτευξη της επιθυμητής ποιότητας των υδάτινων σωμάτων.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Η εφαρμογή τιμολογιακής πολιτικής στις διαφορετικές χρήσεις του νερού.
- Η συμμετοχή του κοινού στη λήψη αποφάσεων για την διαχείριση υδάτινων πόρων.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Η Οδηγία δημιουργεί ένα πλαίσιο για την προστασία όλων των υδάτινων σωμάτων, ώστε:
 - Να αποτρέπεται η περαιτέρω υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και να προστατεύονται και βελτιώνονται οι υδατικοί πόροι.
 - Να προωθείται η βιώσιμη διαχείριση των υδάτων, μέσω της μακροπρόθεσμης προστασίας των υδατικών πόρων.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Να υποβοηθείται η βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος μέσω εφαρμογής συγκεκριμένων μέτρων για τη σταδιακή μείωση της απόρριψης ρυπαντικών ουσιών προτεραιότητας και την εξάλειψη της απόρριψης επικίνδυνων ρυπαντικών ουσιών προτεραιότητας.
- Να εξασφαλίζεται η προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπόγειων υδάτων και να αποτρέπεται η περαιτέρω ρύπανσή τους.
- Να υποβοηθείται η αντιμετώπιση των επιπτώσεων ακραίων φαινομένων πλημμυρών και ξηρασίας.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

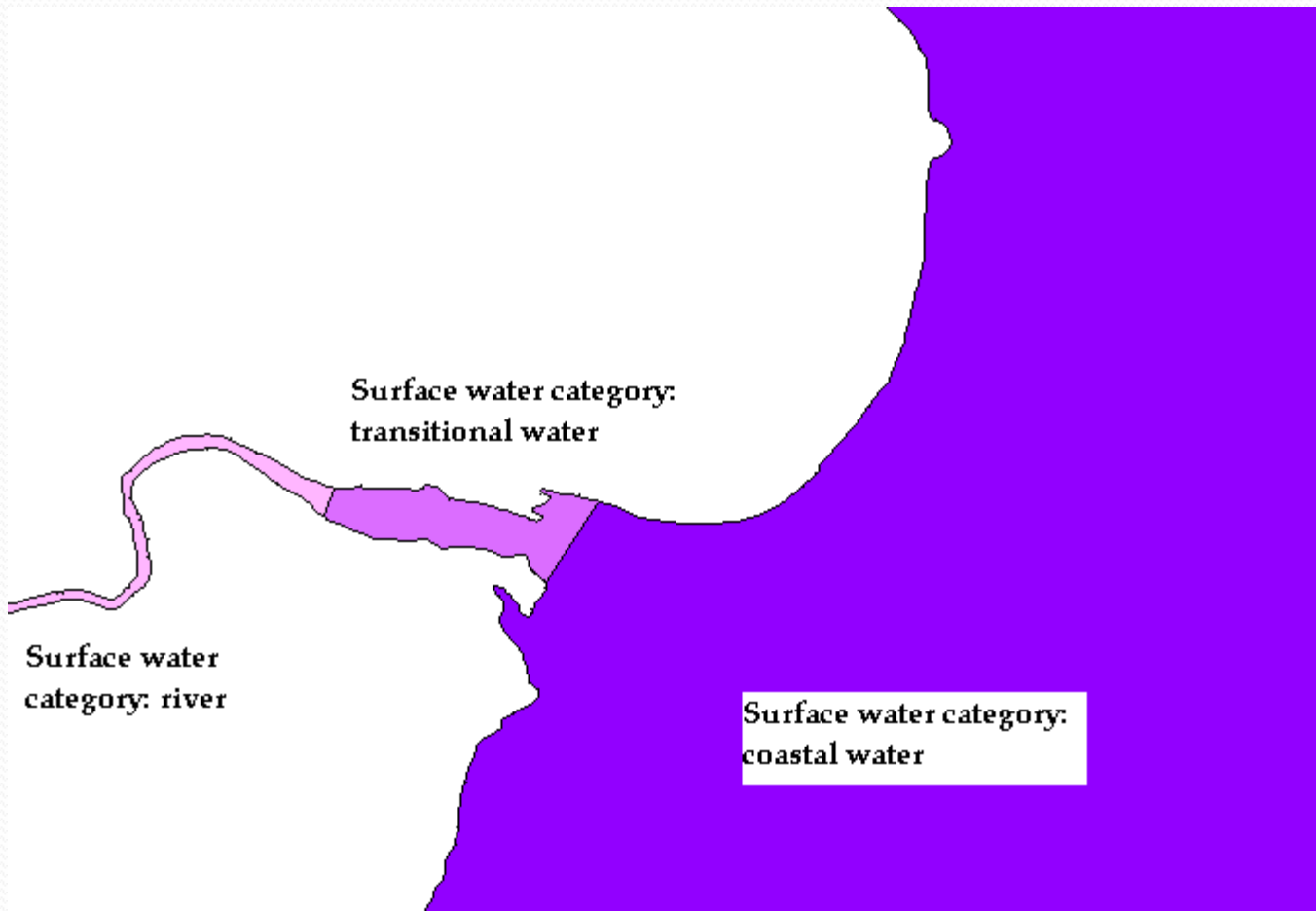
Κατηγορίες υδάτινων σωμάτων

Η Οδηγία αναφέρεται σε όλες τις κατηγορίες υδάτων:

- Εσωτερικά
 - Επιφανειακά
 - Ποτάμια
 - Λίμνες
 - Υπόγεια
- Μεταβατικά
- Παράκτια
- Τεχνητά
- Ισχυρά τροποποιημένα

ανεξαρτήτως μεγέθους και χαρακτηριστικών.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC



Παραδείγματα κατηγοριών επιφανειακών υδάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Διάκριση υδατικών σωμάτων

- Για λόγους που σχετίζονται με την πρακτική εφαρμογή και τον έλεγχο εφαρμογής της Οδηγίας, όλα τα νερά θα πρέπει να συγκροτηθούν σε υδάτινα σώματα, τα οποία αποτελούν διακριτά και σημαντικά στοιχεία νερού, για τα οποία θα πρέπει να επιτευχθούν οι περιβαλλοντικοί στόχοι της Οδηγίας.

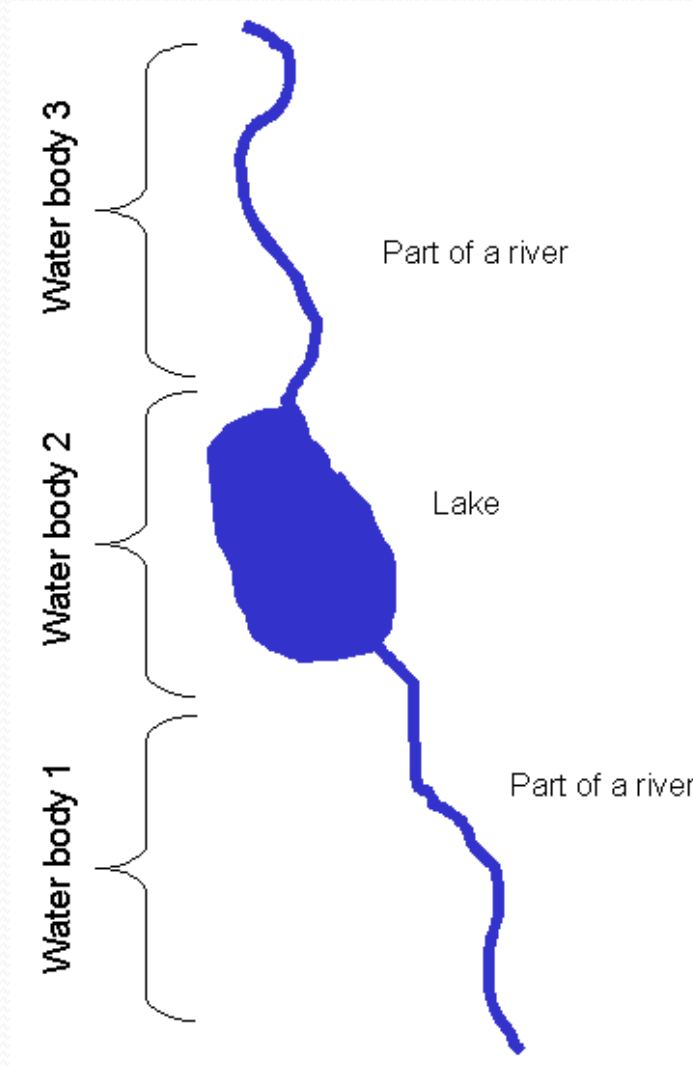
Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Πως θα διακριθούν τα υδάτινα σώματα;

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Η διάκριση των υδάτινων σωμάτων θα γίνει πρωταρχικά με γεωγραφικά και υδρομορφολογικά κριτήρια.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

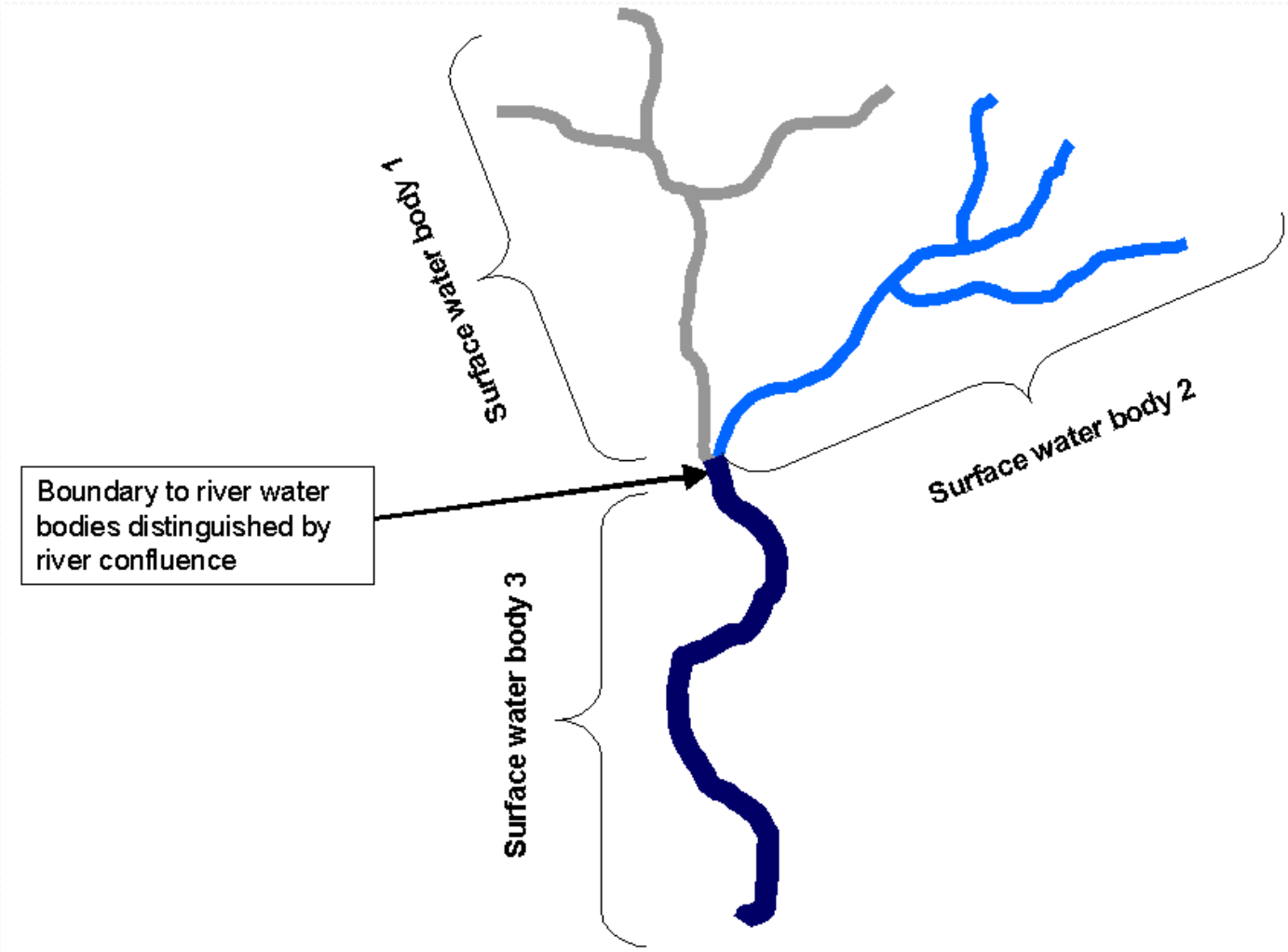


Παράδειγμα διάκρισης υδατικών σωμάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Η συμβολή δύο τμημάτων ενός ποταμού (παραποτάμων) μπορεί να είναι ένα σαφές σημείο διάκρισης των επιφανειακών υδάτινων σωμάτων.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC



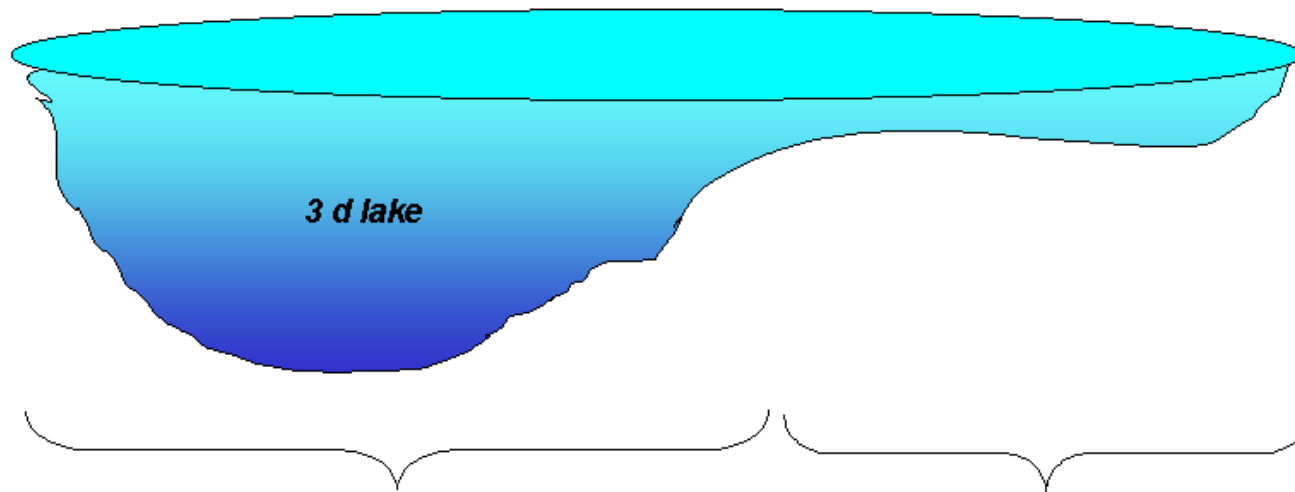
Παράδειγμα διάκρισης υδατικών σωμάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Ένα υδατικό σώμα πρέπει να ανήκει σε μια μόνο κατηγορία και έναν τύπο (βλ. Τυπολογία).
- Τμήματα λιμνών ή τμήματα μεταβατικών υδάτων μπορεί να αποτελέσουν διακριτά υδάτινα σώματα, εφόσον ανήκουν σε διαφορετικούς τύπους.
- Μια λίμνη για παράδειγμα που αποτελείται από ένα σαφώς διακριτό ρηχό τμήμα και ένα βαθύτερο με διαφορετικά τυπολογικά χαρακτηριστικά μπορεί να διακριθεί σε δύο υδάτινα σώματα.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Sub-division of lakes on the basis of significant differences in characteristics



Water body 1, type (a)

- Deep
- Naturally nutrient poor water (oligotrophic)
- Different reference conditions to water body 2
- Different vulnerability to pressures compared with water body 2

Water body 2, type (b)

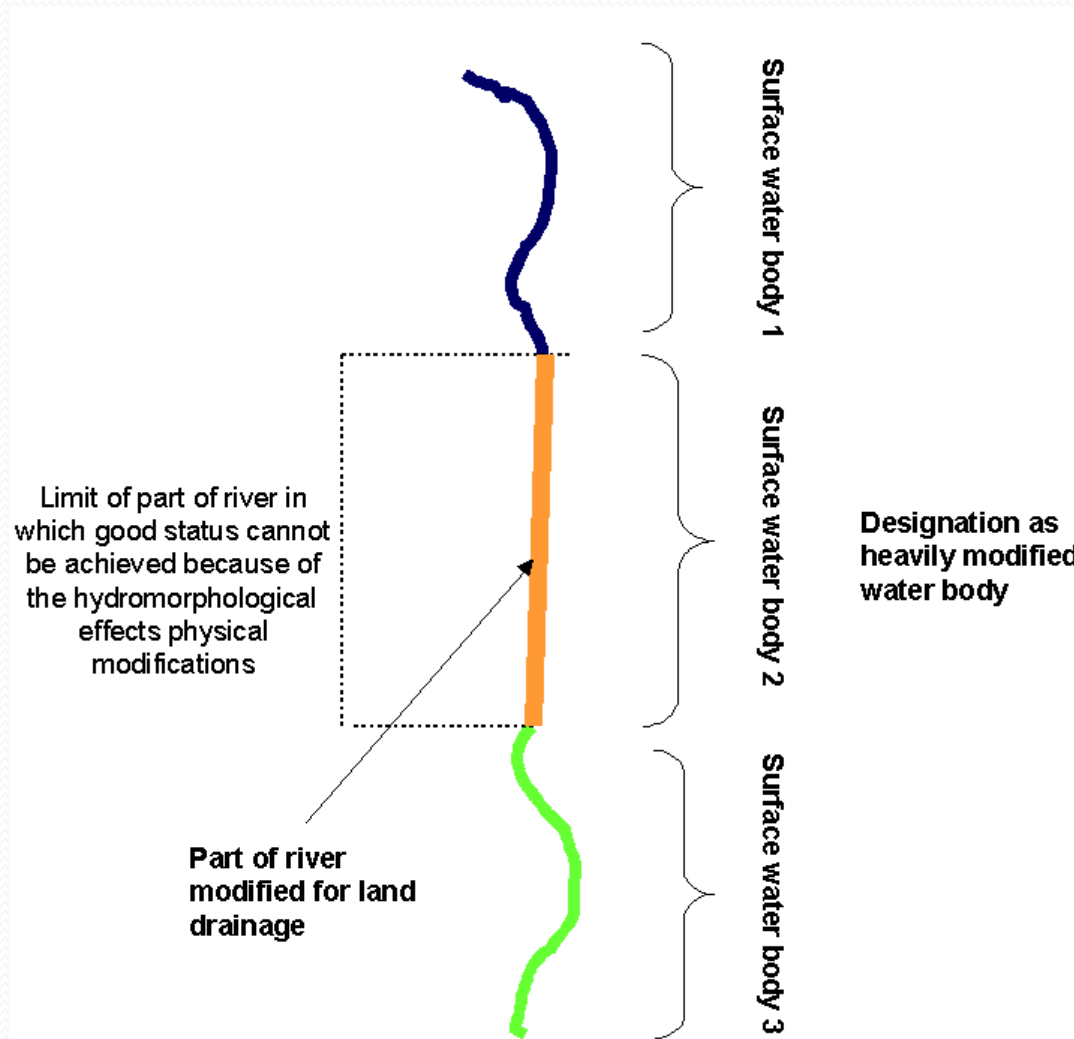
- Shallow
- Naturally nutrient rich water (eutrophic)
- Different reference conditions to water body 1
- Different vulnerability to pressures compared with water body 1

Παράδειγμα διάκρισης υδατικών σωμάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Η ύπαρξη ισχυρώς τροποποιημένων ή τεχνητών υδατίνων σωμάτων, μπορεί επίσης να αποτελέσει κριτήριο για την διάκριση επιμέρους υδατίνων σωμάτων.
- Για παράδειγμα, εξαιτίας της ύπαρξης ενός διευθετημένου τμήματος στο μήκος ενός ποταμού προκύπτει η ανάγκη της διάκρισης επιμέρους υδατίνων σωμάτων, ώστε το ισχυρώς τροποποιημένο να αποτελεί διακριτό υδατινό σώμα.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

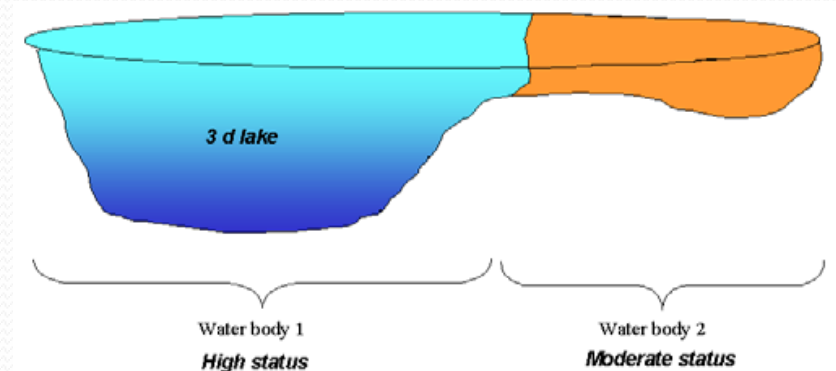
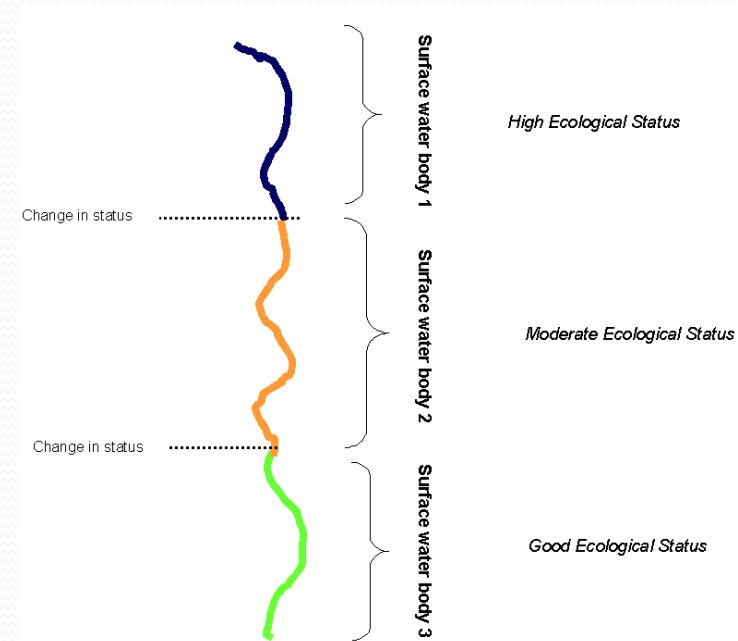
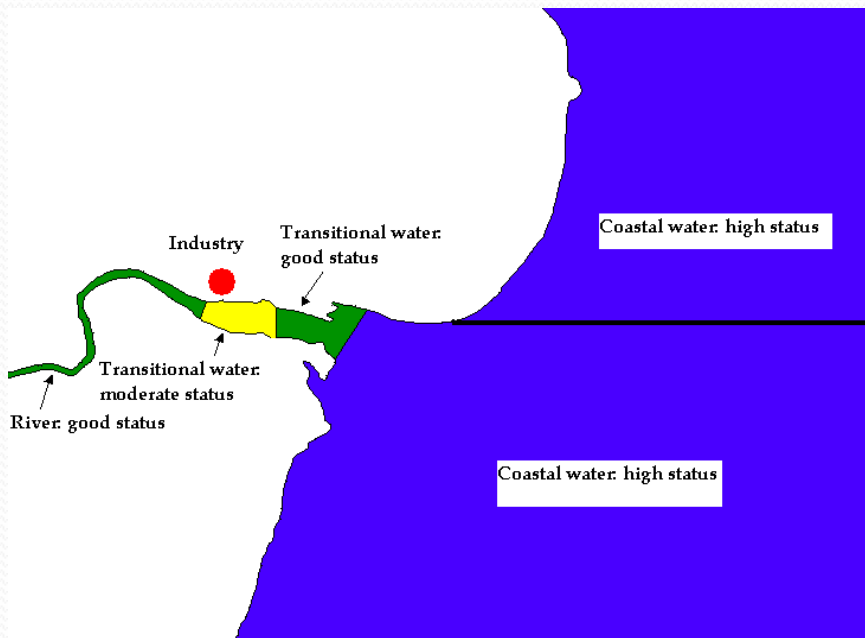


Παράδειγμα διάκρισης υδατικών σωμάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Ένα υδατικό σώμα δεν πρέπει να αποτελείται από τμήματα διαφορετικής οικολογικής κατάστασης.
- Για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης μπορεί αρχικά να χρησιμοποιηθεί η ανάλυση πιέσεων και επιπτώσεων (DPSIR) μέχρι να καθοριστεί με ακρίβεια η οικολογική κατάσταση κάθε υδάτινου σώματος.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC



Παράδειγμα διάκρισης υδατικών σωμάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Η διάκριση σε υδάτινα σώματα, ως το πρώτο ουσιαστικό βήμα για την θέσπιση των στόχων και την οργάνωση των διαχειριστικών σχεδίων των λεκανών, αποτελεί ουσιαστικά μια επαναληπτική διαδικασία με την δυνατότητα αναθεωρήσεων.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/ΕC

Λεκάνες απορροής και Υδατικές Περιφέρειες

- Τα υδατικά συστήματα θα ενταχθούν σε λεκάνες απορροής και Υδατικές Περιφέρειες και θα καθοριστούν οι Φορείς Διαχείρισης.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/ΕC

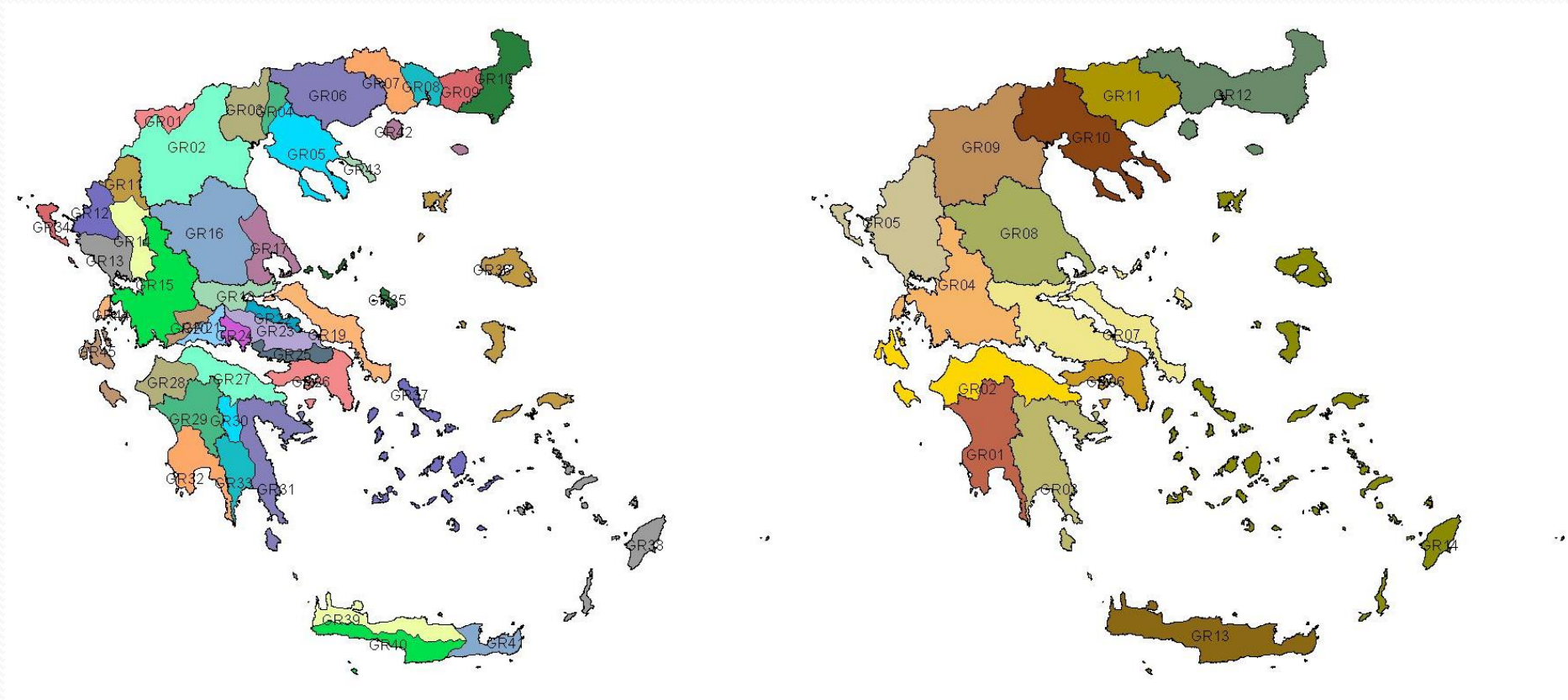


Λίμνες



Ποτάμια

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/ΕC



Λεκάνες απορροής

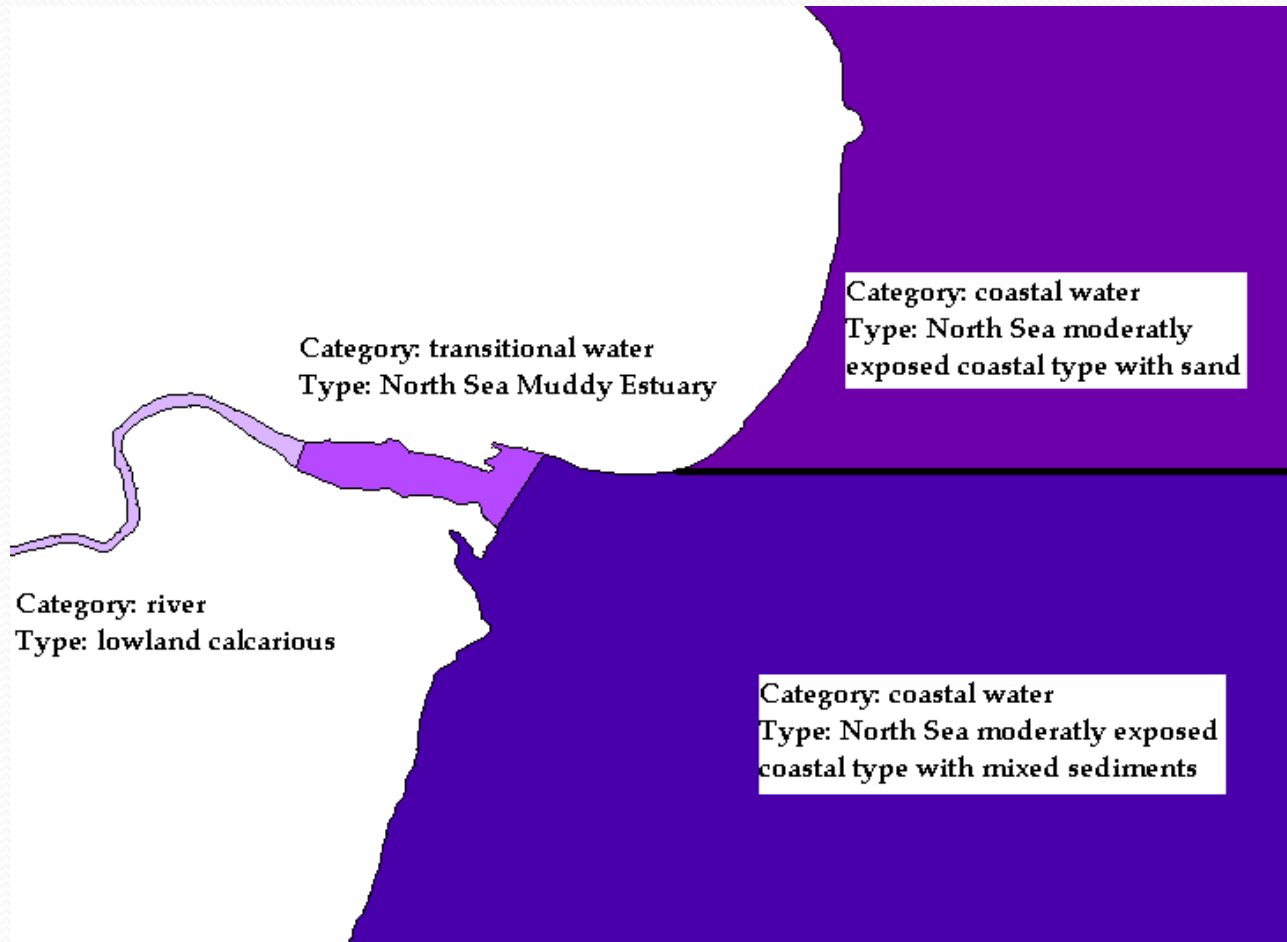
Υδατικές Περιφέρειες

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Τυπολογία

- Η τυπολογία είναι η ταξινόμηση των υδάτινων σωμάτων σε τύπους με βάση γεωγραφικά και φυσικοχημικά χαρακτηριστικά.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC



Παραδείγματα τύπων υδατικών σωμάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Το σύστημα φυσικής τυπολογίας των υδάτινων σωμάτων θα πρέπει να είναι πρακτικό αλλά και να είναι αποδεκτό στα πλαίσια της επιστήμης της Οικολογίας.
- Η τυπολογία θα πρέπει να διασφαλίζει πως μπορούν να καθοριστούν ιδιαίτερες συνθήκες αναφοράς (βλ. Συνθήκες αναφοράς) για κάθε τύπο.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Annex II 1.2.4. Coastal Waters

System B

<i>Alternative Characterisation</i>	<i>Physical and chemical factors that determine the characteristics of the coastal water and hence the biological population structure and composition</i>
<i>Obligatory factors</i>	<i>latitude longitude tidal range salinity</i>
<i>Optional factors</i>	<i>current velocity wave exposure mean water temperature mixing characteristics turbidity retention time (of enclosed bays) mean substratum composition water temperature range</i>

Οι παράγοντες ταξινόμησης των παράκτιων υδάτων σε τύπους

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Annex II 1.2.3. Transitional Waters

System B

<i>Alternative Characterisation</i>	<i>Physical and chemical factors that determine the characteristics of the transitional water and hence the biological population structure and composition</i>
<i>Obligatory factors</i>	<i>latitude longitude tidal range salinity</i>
<i>Optional factors</i>	<i>depth current velocity wave exposure residence time mean water temperature mixing characteristics turbidity mean substratum composition shape water temperature range</i>

Οι παράγοντες ταξινόμησης των μεταβατικών υδάτων σε τύπους

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Ποιοτικά στοιχεία

- Η ποιότητα της οικολογικής κατάστασης (βλ. Οικολογική κατάσταση) καθορίζεται με τη βοήθεια περιγραφέντων ποιοτικών στοιχείων του οικοσυστήματος.
- Τα ποιοτικά στοιχεία είναι:
 - Βιολογικά
 - Υδρομορφολογικά
 - Χημικά και φυσικοχημικά

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Παράδειγμα: **T r a n s i t i o n a l w a t e r s**

- Biological elements
 - Composition, abundance and biomass of phytoplankton
 - Composition and abundance of other aquatic flora
 - Composition and abundance of benthic invertebrate fauna
 - Composition and abundance of fish fauna

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Παράδειγμα: **T r a n s i t i o n a l w a t e r s**

- Hydro-morphological elements supporting the biological elements
 - Morphological conditions
 - depth variation
 - quantity, structure and substrate of the bed
 - structure of the intertidal zone
 - Tidal regime
 - freshwater flow
 - wave exposure

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Παράδειγμα: **T r a n s i t i o n a l w a t e r s**

- Chemical and physico-chemical elements supporting the biological elements
 - General
 - Transparency
 - Thermal conditions
 - Oxygenation conditions
 - Salinity
 - Nutrient conditions
 - Specific pollutants
 - Pollution by all priority substances identified as being discharged into the body of water
 - Pollution by other substances identified as being discharged in significant quantities into the body of water

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Συνθήκες αναφοράς

- Οι συνθήκες αναφοράς περιγράφουν τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία για κάθε τύπο σώματος επιφανειακών υδάτων κάτω από συνθήκες υψηλής οικολογικής κατάστασης, δηλαδή με καθόλου ή πολύ μικρή διαταραχή από ανθρώπινες δραστηριότητες.
- Απαιτείται ο καθορισμός των συνθηκών αναφοράς για κάθε τύπο υδατικού σώματος (τυποχαρακτηριστικές συνθήκες αναφοράς).

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Οι συνθήκες αναφοράς αποτελούν την κατεύθυνση και όχι το στόχο της αποκατάστασης των υδατικών σωμάτων.

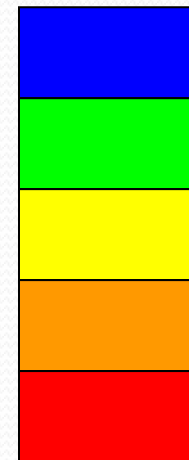
Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Οι συνθήκες αναφοράς πρέπει να αντανακλούν την φυσική μεταβλητότητα με το να αναφέρονται στο εύρος των τιμών των περιγραφέων των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων, τόσο στο χρόνο όσο και στο χώρο.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Οικολογική κατάσταση

- Σύμφωνα με την Οδηγία, όλα τα επιφανειακά υδάτινα σώματα θα πρέπει να αξιολογηθούν και να καταταγούν σε πέντε κατηγορίες ποιότητας της οικολογικής κατάστασης (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλειπής, κακή).



Άριστη

Καλή

Μέτρια

Ελλειπής

Κακή

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

**(nearly) totally undisturbed
slight alterations**

high

good

OK

moderate alterations

moderate

major alterations

poor

severe alterations

bad

**Restoration
needed**

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Η υψηλή ποιότητα αντιστοιχεί σε ένα πρακτικά αδιατάρακτο οικοσύστημα και οι υπόλοιπες κατηγορίες αντιπροσωπεύουν μικρότερες ή μεγαλύτερες αποκλίσεις από την υψηλή κατάσταση (η οποία αποτελεί ή προσεγγίζει τις συνθήκες αναφοράς).

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Ο χαρακτηρισμός ενός υδάτινου σώματος σε υψηλή κατάσταση προϋποθέτει την τήρηση των συνθηκών αναφοράς για όλα τα εξεταζόμενα ποιοτικά στοιχεία.

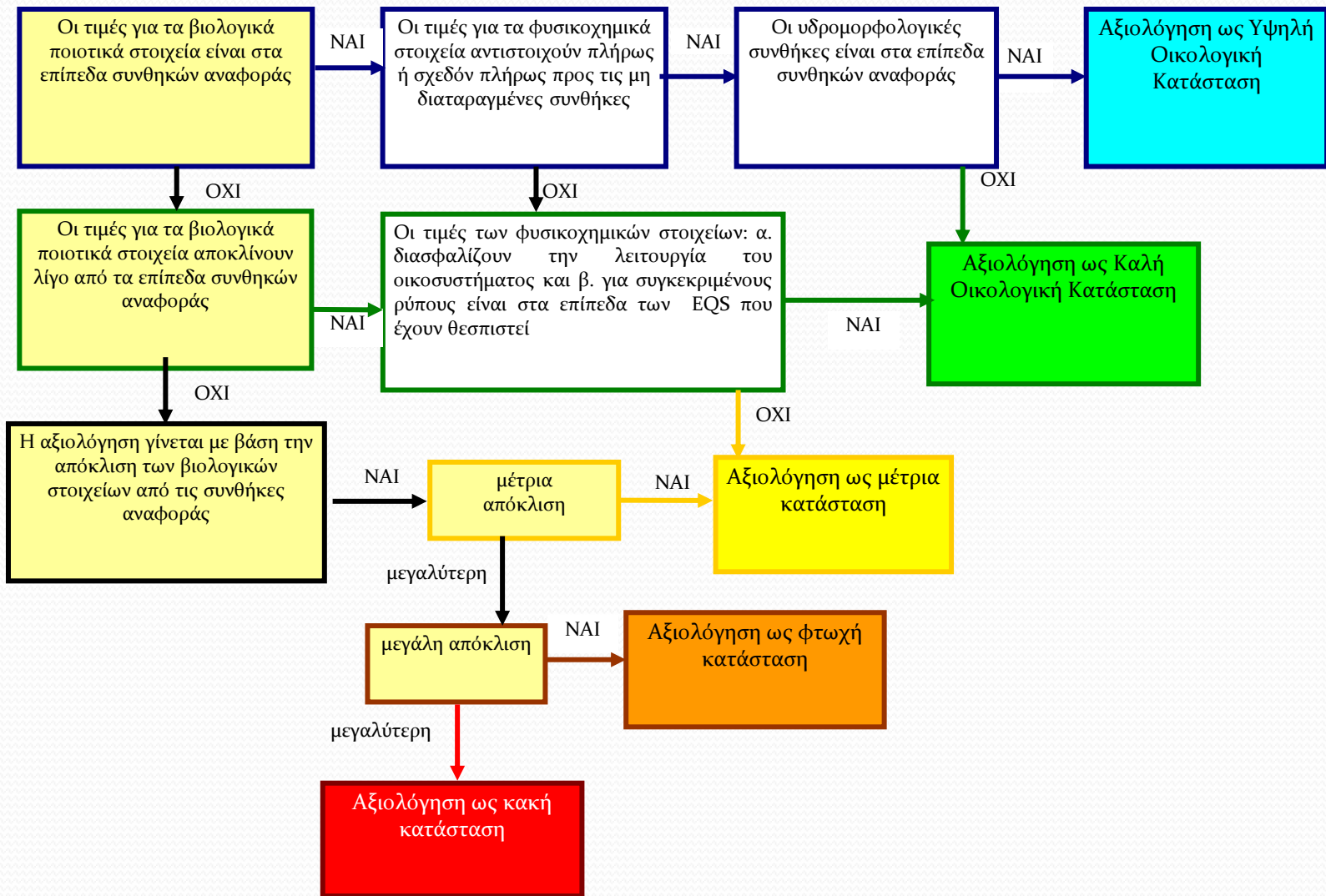
Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Η αξιολόγηση της οικολογικής κατάστασης ως καλή επιτρέπει μικρές αποκλίσεις από τα επίπεδα των συνθηκών αναφοράς για τα βιολογικά στοιχεία.
- Οι τιμές για τα φυσικοχημικά στοιχεία θα πρέπει να διασφαλίζουν τη λειτουργία των οικοσυστημάτων, ενώ παράλληλα θα πρέπει να τηρούνται σε κάθε περίπτωση οι εν ισχύ ποιοτικοί στόχοι, όπως αυτοί προσδιορίζονται από άλλες οδηγίες της ΕΕ.
- Σε ό,τι αφορά τις υδρομορφολογικές συνθήκες αυτές δύναται να αποκλίνουν από τα επίπεδα των συνθηκών αναφοράς.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Στις επόμενες τρεις κατηγορίες ποιότητας (μέτρια, φτωχή και κακή) η κατάταξη γίνεται μετά από σύγκριση μόνο των τιμών των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων των υδατίνων σωμάτων σε σχέση με τις συνθήκες αναφοράς και το εύρος απόκλισής τους.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC



Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

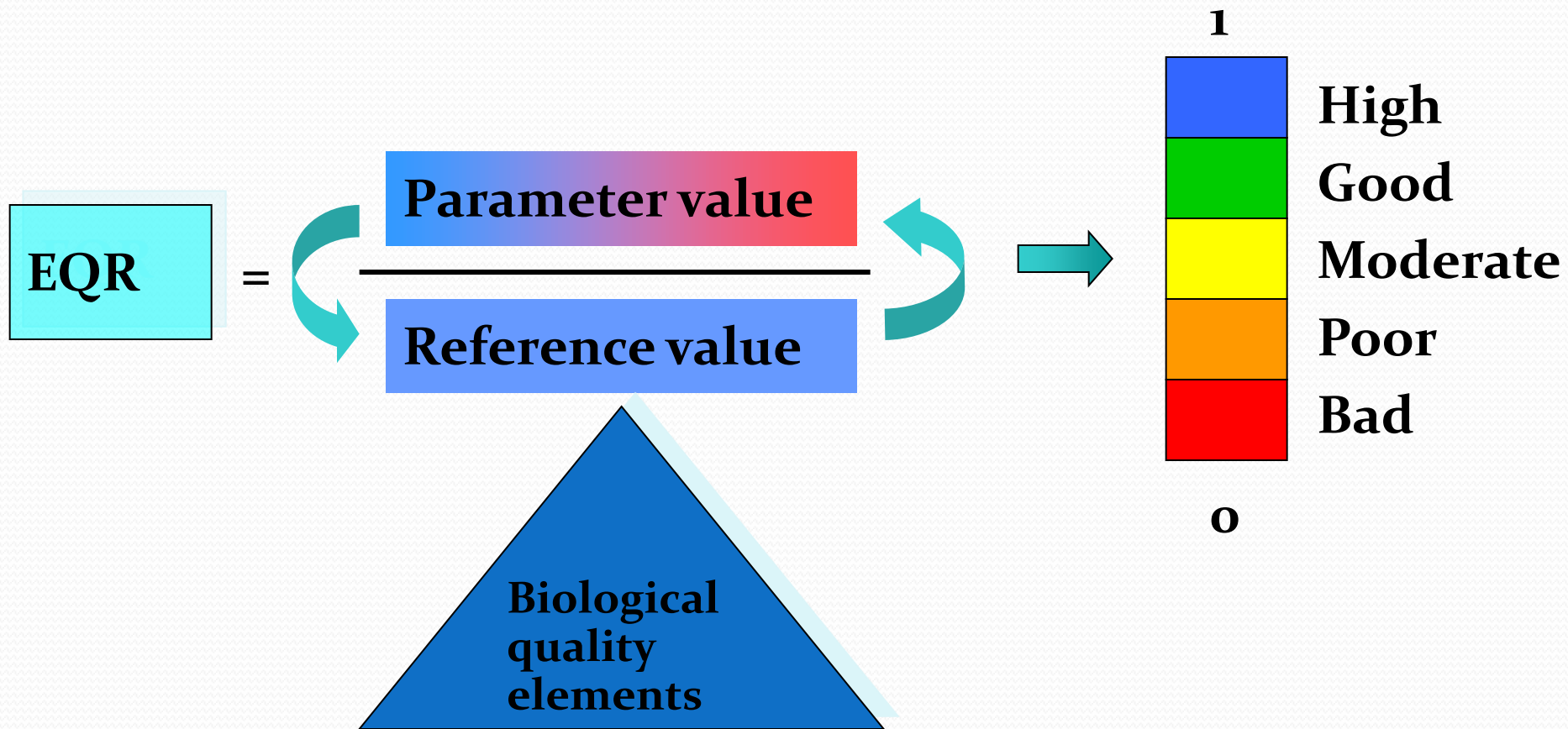
- Η ταξινόμηση των υδατίνων σωμάτων με βάση την οικολογική τους κατάσταση αποτελεί έναν από τους σημαντικότερους νεωτερισμούς της οδηγίας. Ο στόχος της επίτευξης καλής οικολογικής ποιότητας, απαιτεί την αλλαγή νοοτροπίας στην διαχείριση υδατίνων πόρων τόσο από την πλευρά φορέων και υπηρεσιών αλλά και από την πλευρά των τελικών χρηστών.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

Λόγος Οικολογικής Ποιότητας

- Η απόκλιση από τις συνθήκες αναφοράς για ένα υδάτινο σώμα χαρακτηρίζεται από τον λόγο μεταξύ της τιμής ενός δείκτη, που αντιστοιχεί στις συνθήκες αναφοράς προς την τιμή του δείκτη στο εξεταζόμενο υδάτινο σώμα (Λόγος Οικολογικής Ποιότητας, EQR).
- Η προτεινόμενη διακύμανση του λόγου είναι από 0 (για μία ιδιαίτερα κακή κατάσταση) έως 1 (για τις συνθήκες αναφοράς).

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC



Κατηγορίες ποιότητας υδατίνων σωμάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Καθώς οι αποκλίσεις για κάθε κατηγορία έχουν στην Οδηγία περιγραφικό και συχνά ασαφή χαρακτήρα, θα πρέπει να αντιστοιχισθούν οι περιγραφικές αυτές διατυπώσεις με καθορισμένα διαστήματα τιμών του λόγου, στο εύρος 0-1.

Η Οδηγία Πλαίσιο «περι Υδάτων» 2000/60/EC

- Δεδομένου ότι τα Διαχειριστικά Προγράμματα επικεντρώνονται κατά κύριο λόγο σε υδάτινα σώματα που χαρακτηρίζονται ως μέτρια, φτωχά ή κακά (με στόχο την βελτίωσή τους και την μελλοντική ένταξή τους στην κατηγορία της καλής κατάστασης), ιδιαίτερη σημασία έχει ο σαφής καθορισμός των ορίων μεταξύ υψηλής/καλής και καλής/μέτριας κατάστασης.

Ρύπανση και εκτίμηση οικολογικής κατάστασης στα υδατικά οικοσυστήματα

- Ρύπανση των υδατικών οικοσυστημάτων
- Η Οδηγία Πλαίσιο «περί Υδάτων» της Ε.Ε.
- Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Ένα από τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία της Οδηγίας Πλαίσιο «περί Υδάτων» για τα παράκτια ύδατα είναι και η πανίδα των μακροβενθικών ασπονδύλων.

Η βενθική μακροπανίδα φαίνεται πως αποτελεί καλό βιολογικό κριτήριο της οικολογικής κατάστασης των υδατικών οικοσυστημάτων επειδή:

- (1) αποκρίνεται σχετικά γρήγορα σε ανθρωπογενείς και φυσικές περιβαλλοντικές πιέσεις (stress)
- (2) δεν μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις όπως το νηκτό, ώστε να αποφύγουν δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες
- (3) έχουν σχετικά μεγάλη διάρκεια ζωής και έτσι αποτυπώνουν τα αποτελέσματα περιβαλλοντικών πιέσεων που έχουν ενδεχόμενα δράσει επί μακρά χρονικά διαστήματα (long-term integration of environmental conditions)
- (4) περιλαμβάνουν είδη με ευαισθησία (sensitive) ή ανοχή (tolerance) σε παράγοντες περιβαλλοντικής πίεσης σε διαφορετικούς βαθμούς

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

- (5) παίζουν ιδιαίτερα σημαντικούς ρόλους στους κύκλους των θρεπτικών και της ύλης ανάμεσα στο ίζημα και το υπερκείμενο νερό
- (6) περιλαμβάνουν είδη σημαντικά από εμπορική και διατροφική άποψη
- (7) τα μακροβενθικά ασπόνδυλα αποτελούν σημαντικά δομικά στοιχεία του τροφικού πλέγματος
- (8) παρέχουν ένα *in situ* μέτρο της οικολογικής κατάστασης
- (9) υπάρχουν για αυτή πληθώρα δεδομένων σε μεγάλη γεωγραφική και ιστορική έκταση.

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Η χρήση της βενθικής μακροπανίδας ως βιολογικό κριτήριο φαίνεται πως παρουσιάζει και ορισμένα μειονεκτήματα:

- (1) Συχνά απαιτείται γνώση της ταξινόμιας της (taxonomic expertise)
- (2) συχνά είναι δυνατή μεν η διάκριση των ιδιαίτερα επιβαρυσμένων από τις ελάχιστα επιβαρυσμένες περιοχές, αλλά δεν είναι δυνατή η διάκριση ενδιάμεσων καταστάσεων
- (3) συχνά απαιτείται η λήψη πολλών δειγμάτων
- (4) το οικονομικό κόστος είναι συχνά υψηλό.

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Οι βιοτικοί δείκτες (biotic indices) αποτελούν ευρέως χρησιμοποιούμενα βιολογικά κριτήρια και ένας καλός βιοτικός δείκτης θα πρέπει:

- (1) να αποτυπώνει το βαθμό της ακεραιότητας του βιολογικού συστήματος (biological integrity)
- (2) να αποκρίνεται στις περιβαλλοντικές πιέσεις με μονοτονικό (monotonic) τρόπο
- (3) να είναι μετρήσιμος με χαμηλό ποσοστό λάθους
- (4) να είναι οικονομικά αποτελεσματική (cost effective) η εφαρμογή του
- (5) να μην είναι παρεμβατική και καταστρεπτική για το φυσικό περιβάλλον η εφαρμογή του.

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Στις οδηγίες εφαρμογής της Οδηγίας Πλαίσιο “περί Υδάτων” της Ε.Κ., προτείνεται η διερεύνηση της εφαρμογής των ακόλουθων μεθοδολογιών για την αξιοποίηση της βενθικής μακροπανίδας με στόχο τον καθορισμό της οικολογικής κατάστασης των παράκτιων υδάτων:

- (1) δείκτης ποικιλότητας Shannon-Wiener («Νορβηγικό σύστημα»)
- (2) βιοτικός δείκτης AMBI
- (3) βιοτικός δείκτης BENTIX.

Στην επιστημονική βιβλιογραφία αναφέρονται επίσης η δυνατότητα εφαρμογής και πολλών άλλων βιοδεικτών.

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Βιοτικοί δείκτες AMBI, M-AMBI, BENTIX:

Βασίζονται στις κατανομές των “οικολογικών ομάδων” των ειδών

AMBI/M-AMBI

- EGI: Είδη ευαίσθητα σε διαταραχές.
- EGII: Είδη αδιάφορα σε διαταραχές, με μικρή αφθονία.
- EGIII: Είδη ανθεκτικά σε διαταραχές, με αφθονία που ενδεχομένως αυξάνεται κάτω από συνθήκες διαταραχής.
- EGIV: Ευκαιριακά είδη δεύτερης τάξης.
- EGV: Ευκαιριακά είδη πρώτης τάξης.

BENTIX

- EGI: Είδη ευαίσθητα σε διαταραχές + Είδη αδιάφορα σε διαταραχές, με μικρή αφθονία.
- EGII: Είδη ανθεκτικά σε διαταραχές, με αφθονία που ενδεχομένως αυξάνεται κάτω από συνθήκες διαταραχής + Ευκαιριακά είδη δεύτερης τάξης.
- EGIII: Ευκαιριακά είδη πρώτης τάξης.

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης

Βιοτικοί δείκτες AMBI, M-AMBI, BENTIX:

Βασίζονται στις κατανομές των οικολογικών ομάδων των ειδών

AMBI

$$AMBI = \{(0 \times \%GI) + (1.5 \times \%GII) + (3 \times \%GIII) + (4.5 \times \%GIV) + (6 \times \%GV)\}/100$$

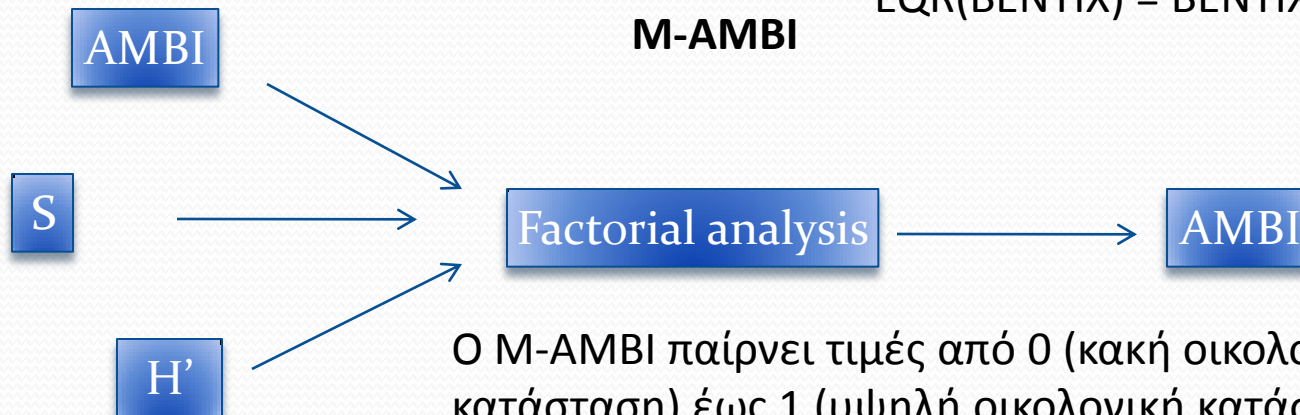
Ο AMBI παίρνει συνεχείς τιμές από 0 έως 6
(AMBI = 7 σε αζωϊκό περιβάλλον)

BENTIX

$$BENTIX = \{6 \times \%EGI + 2 \times (\%EGII + \%EGIII)\}/100$$

Ο BENTIX παίρνει συνεχείς τιμές από 2 έως 6
(0 σε αζωϊκές συνθήκες)

$$EQR(BENTIX) = BENTIX/6$$



M-AMBI

Ο M-AMBI παίρνει τιμές από 0 (κακή οικολογική κατάσταση) έως 1 (υψηλή οικολογική κατάσταση) – όπως απαιτείται για το EQR από WFD [M-AMBI=EQR(AMBI)]