

Πανεπιστήμιο Αιγαίου – Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας

**Παράκτια και μεταβατικά οικοσυστήματα**

**Διάλεξη 5. Βενθικοί βιοτικοί δείκτες  
& εφαρμογές τους στο πλαίσιο της Οδηγίας 2000/60/EC**

**Μέρος I**

Διδάσκων: Αθανάσιος Ευαγγελόπουλος

Γραφείο Α3  
(Εργαστήριο Θαλάσσιας Βιοποικιλότητας)  
[tevagelo@marine.aegean.gr](mailto:tevagelo@marine.aegean.gr)

2017 - 2018

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Βασικά στοιχεία της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60/EC

Εισαγωγή στους βιοτικούς δείκτες

Το μοντέλο των Pearson & Rosenberg

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Βασικά στοιχεία της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60/EC

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

- Η Οδηγία Πλαίσιο “περί Υδάτων” 2000/60/EC (Water Framework Directive - WFD) αποσκοπεί στη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής επί των υδάτων
- Ο βασικός στόχος της WFD είναι περιβαλλοντικός: η αναβάθμιση και προστασία της οικολογικής ποιότητας των υδατικών πόρων της ΕΕ
- Η WFD αποσκοπεί στο να επιτευχθεί τουλάχιστο καλή κατάσταση οικολογικής ποιότητας (Ecological Quality Status - EQS) μέχρι το 2015 όλα τα υδατικά σώματα της ΕΕ\*
- Η βασική μονάδα ταξινόμησης και διαχείρισης της WFD είναι το υδατικό σώμα (water body)

\*Member States may not always reach good water status for all water bodies of a river basin district by 2015, for reasons of technical feasibility, disproportionate costs or natural conditions. Under such circumstances that will be specifically explained in the RBMPs, the WFD offers the opportunity to Member States to engage in two further six- year cycles of planning and implementation of measures

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

Βασικές δράσεις στα πλαίσια της WFD:

- Καθορισμός τυπολογίας υδατικών σωμάτων
- Καθορισμός και οριοθέτηση υδατικών σωμάτων ανά λεκάνη απορροής (River Basin District - RBD)
- Καθορισμός συνθηκών αναφοράς για κάθε τύπο υδατικού σώματος
- Ταξινόμηση υδατικών σωμάτων σε κλάσεις οικολογικής ποιότητας

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

6 κατηγορίες επιφανειακών υδάτων:

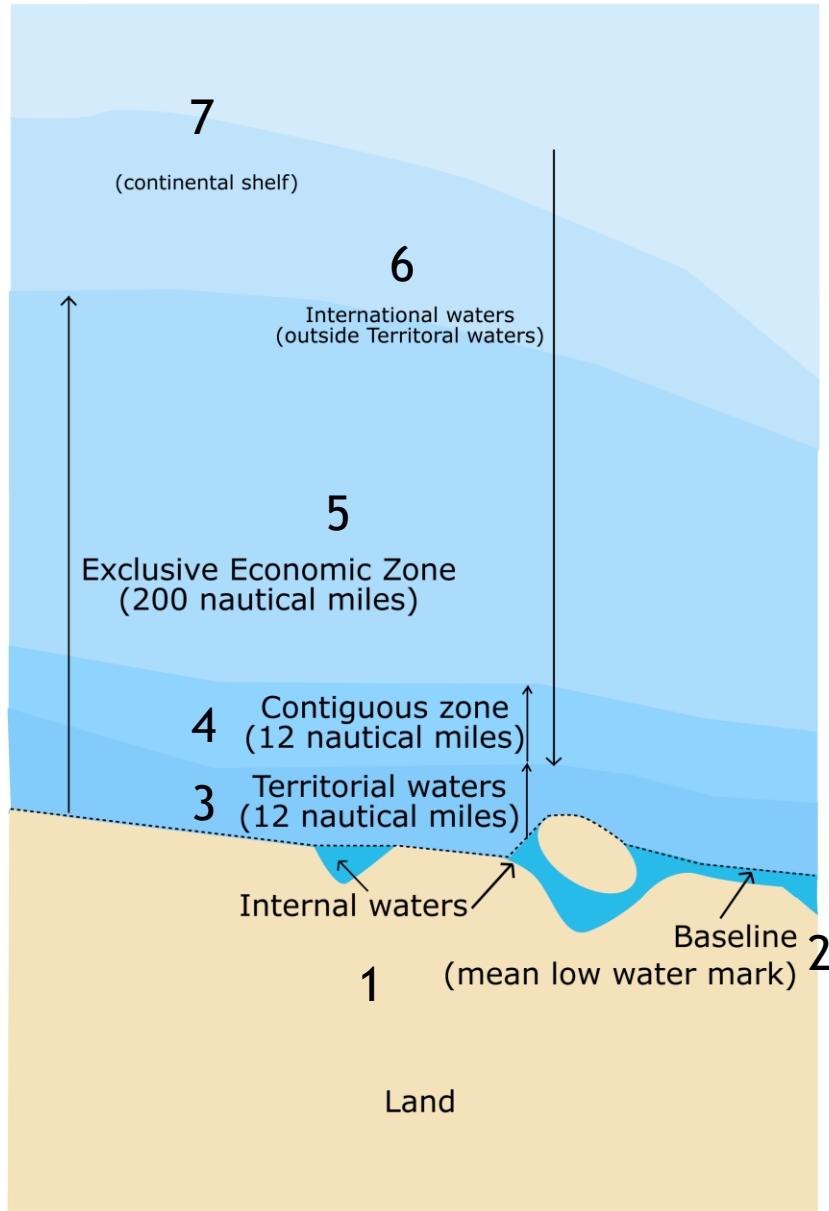
1. Ποτάμια

2. Λίμνες

3. Μεταβατικά (εκβολικά συστήματα, δέλτα ποταμών, λιμνοθάλασσες που επηρεάζονται από γλυκά ύδατα)

4. Παράκτια (1 ναυτικό μίλι από τη νοητή γραμμή με βάση την οποία καθορίζονται τα χωρικά ύδατα)

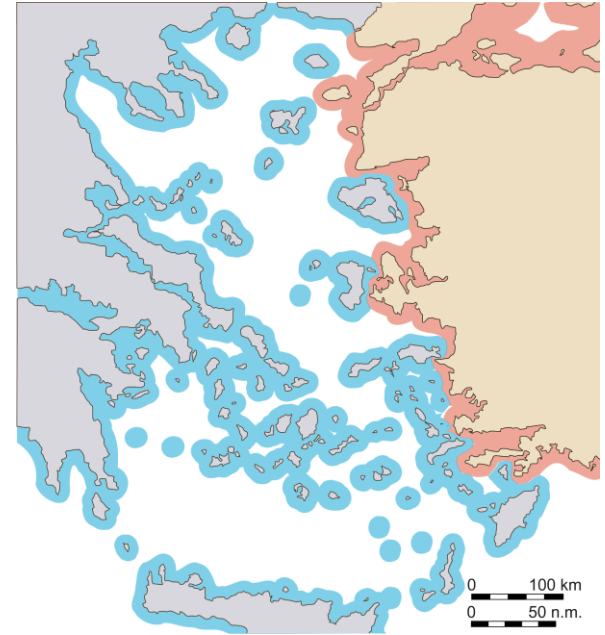
# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I



Θαλάσσιες Ζώνες (Σύμβαση των Ηνωμένων Εθνών για το Δίκαιο της Θάλασσας - UNCLOS 1982):

1. Εσωτερικά νερά
2. Γραμμή βάσης (ακτογραμμή)
3. Αιγιαλίτιδα ζώνη (χωρικά ύδατα)
4. Συνορεύουσα ζώνη
5. Αποκλειστική Οικονομική Ζώνη
6. Διεθνή ύδατα
7. Υφαλοκρηπίδα

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I



Παράκτια ύδατα, χωρικά ύδατα (Ελλάδα: 6 νμ), ΑΟΖ



# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

5. Ισχυρά τροποποιημένα (υδατικά σώματα που έχουν υποστεί σημαντικές υδρομορφολογικές μεταβολές, π.χ. λιμάνια)
6. Τεχνητά (υδατικά σώματα που έχουν δημιουργηθεί από τον άνθρωπο σε θέσεις όπου δεν προϋπήρχαν φυσικά υδατικά σώματα, π.χ. ταμιευτήρες νερού)

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

- Για τα τεχνητά και ισχυρά τροποποιημένα υδατικά σώματα ο στόχος που τίθεται στην WFD δεν είναι η τουλάχιστον καλή οικολογική κατάσταση (Good Ecological Status - GES), αλλά το καλό οικολογικό δυναμικό (Good Ecological Potential - GEP)
- Ένα υδατικό σώμα με καλό οικολογικό δυναμικό χαρακτηρίζεται από μικρές αλλαγές στις τιμές των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων σε σχέση με τις τιμές που χαρακτηρίζουν το μέγιστο οικολογικό δυναμικό (maximum ecological potential - MEP)
- Οι βιολογικές συνθήκες στο μέγιστο οικολογικό δυναμικό είναι εκείνες που χαρακτηρίζουν ένα φυσικό υδατικό σώμα παρόμοιας επιφάνειας με παρόμοιες υδρομορφολογικές και φυσικοχημικές συνθήκες (οι τελευταίες είναι συνάρτηση της χρήσης του υδατικού σώματος από τον άνθρωπο και δεν μπορούν να αλλάξουν)

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

## Φυσική τυπολογία:

- Η Οδηγία προβλέπει τον καθορισμό ενός συστήματος φυσικής τυπολογίας (physical typology) για την ταξινόμηση των υδατικών σωμάτων της ΕΕ σε φυσικούς τύπους (physical types) βασισμένους σε φυσικοχημικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά
- Ο στόχος της φυσικής τυπολογίας είναι η έγκυρη εκτίμηση της κατάστασης οικολογικής ποιότητας των υδατικών σωμάτων, μέσω του καθορισμού ιδιαίτερων συνθηκών αναφοράς (reference conditions) για κάθε τύπο

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

## 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>

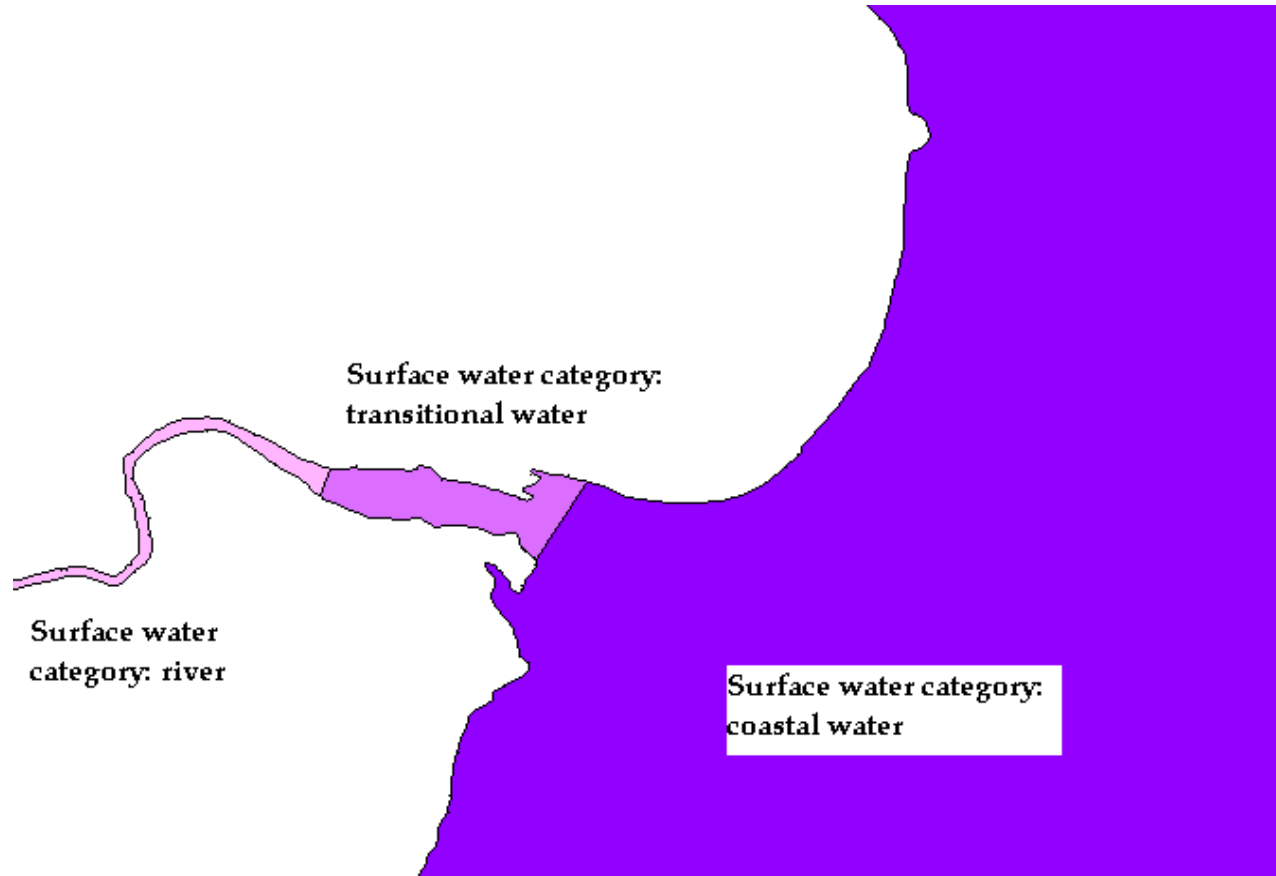
# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

## Annex II 1.2.3. Transitional Waters

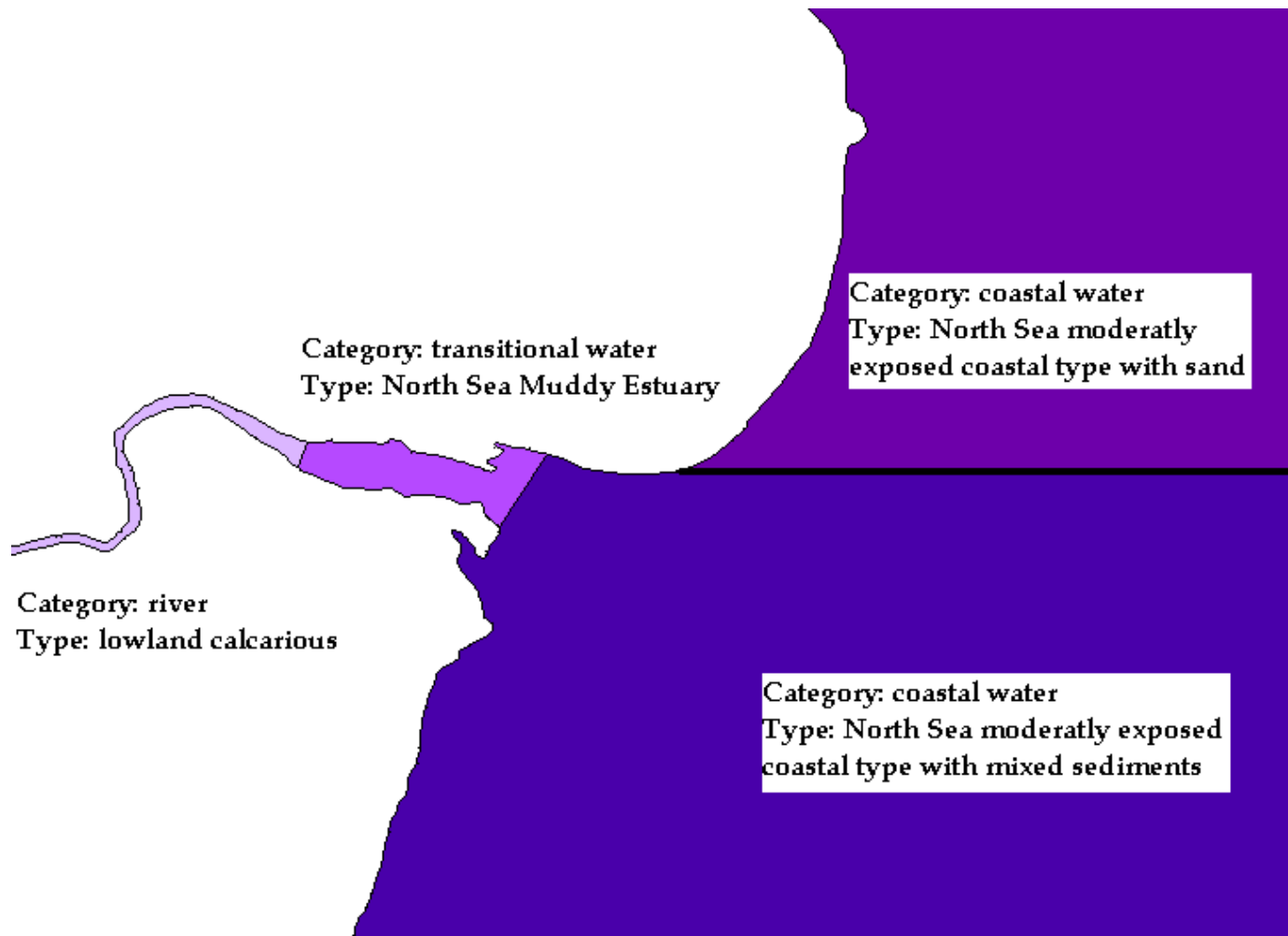
### System B

<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>

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I



# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I



# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

Βασικοί τύποι υδατικών σωμάτων για την Ελλάδα:

## Παράκτια Ύδατα

- 1.βραχώδη βαθιά
- 2.βραχώδη ρηχά
- 3.ιζηματικά βαθιά
- 4.ιζηματικά ρηχά
- 5.πολύ προστατευμένοι κόλποι

## Μεταβατικά Ύδατα

- 1.Ολιγόαλες-μεσόαλες λιμνοθάλασσες
- 2.Ευρύαλες-πολύαλες λιμνοθάλασσες
- 3.Εκβολές ποταμών



# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

Έχουν πλέον καθοριστεί στην Ελλάδα:

- 233 υδατικά σώματα και 80 σταθμοί παρακολούθησης σε παράκτια ύδατα
- 27 υδατικά σώματα και 34 σταθμοί παρακολούθησης σε μεταβατικά ύδατα

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I



Λεκάνες απορροής

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

## Τύποι υδατικών σωμάτων

### Παράκτια ύδατα:

βραχώδη βαθιά

βραχώδη ρηχά

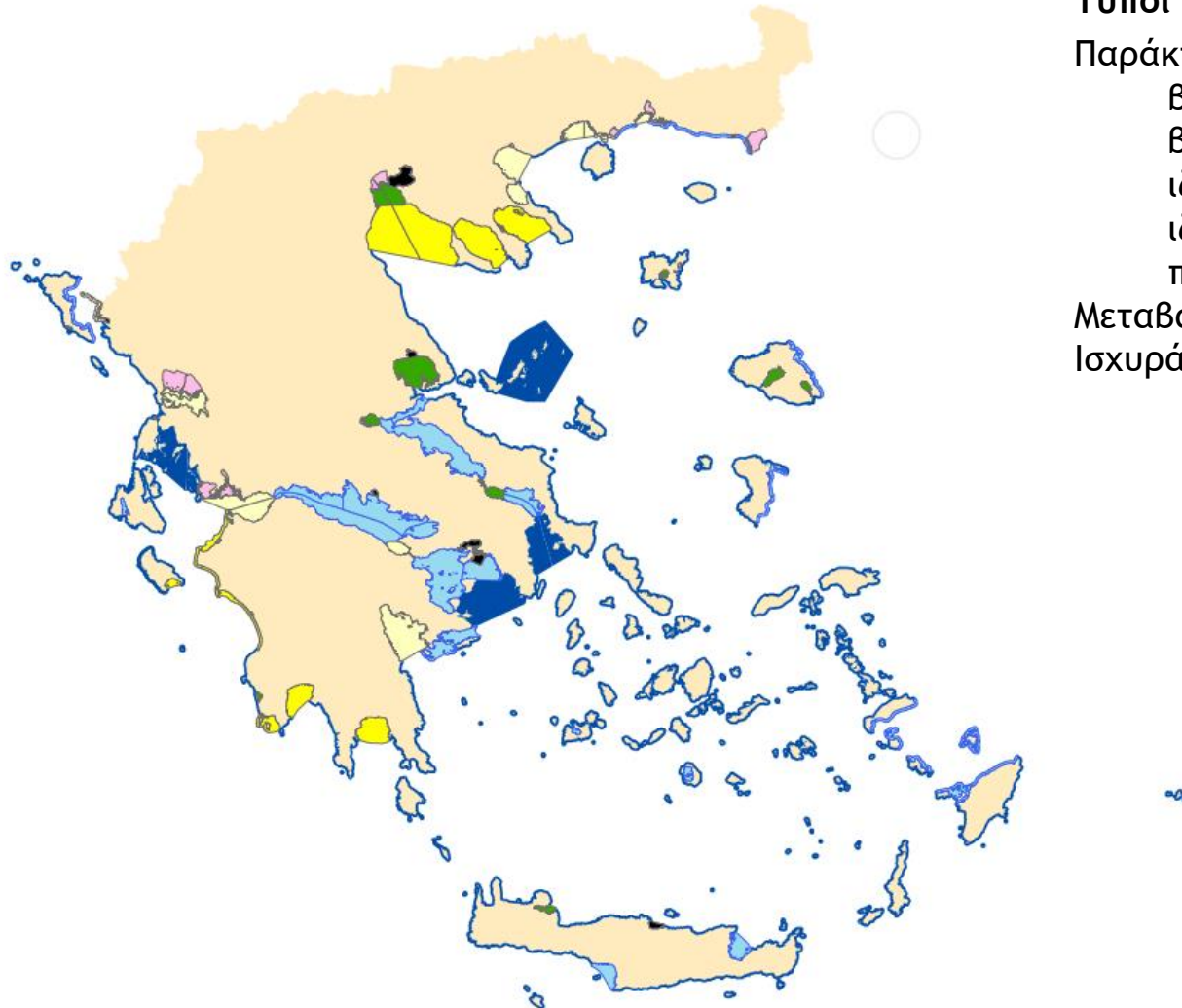
ιζηματικά βαθιά

ιζηματικά ρηχά

πολύ προστατευμένοι κόλποι

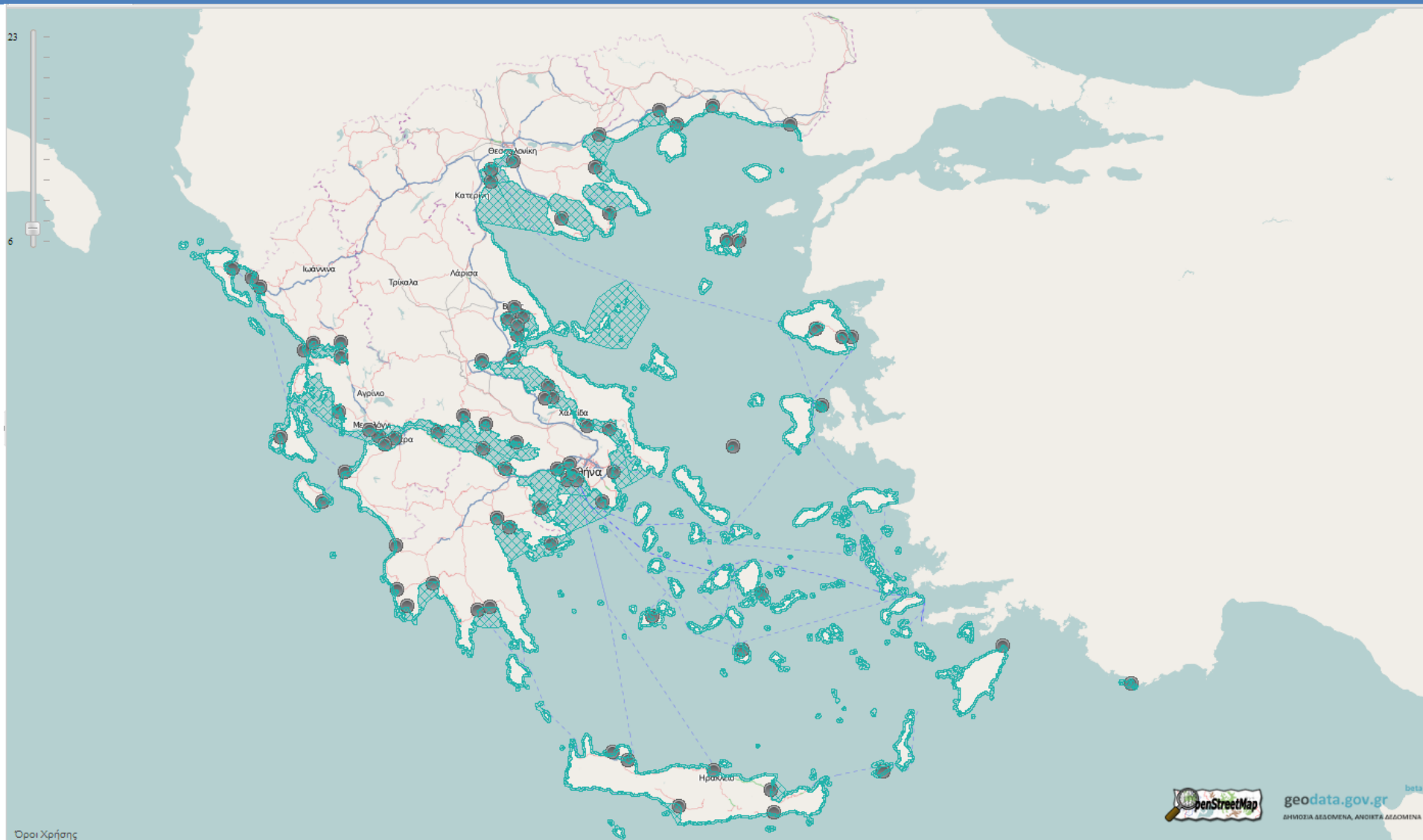
### Μεταβατικά ύδατα

Ισχυρά τροποποιημένα



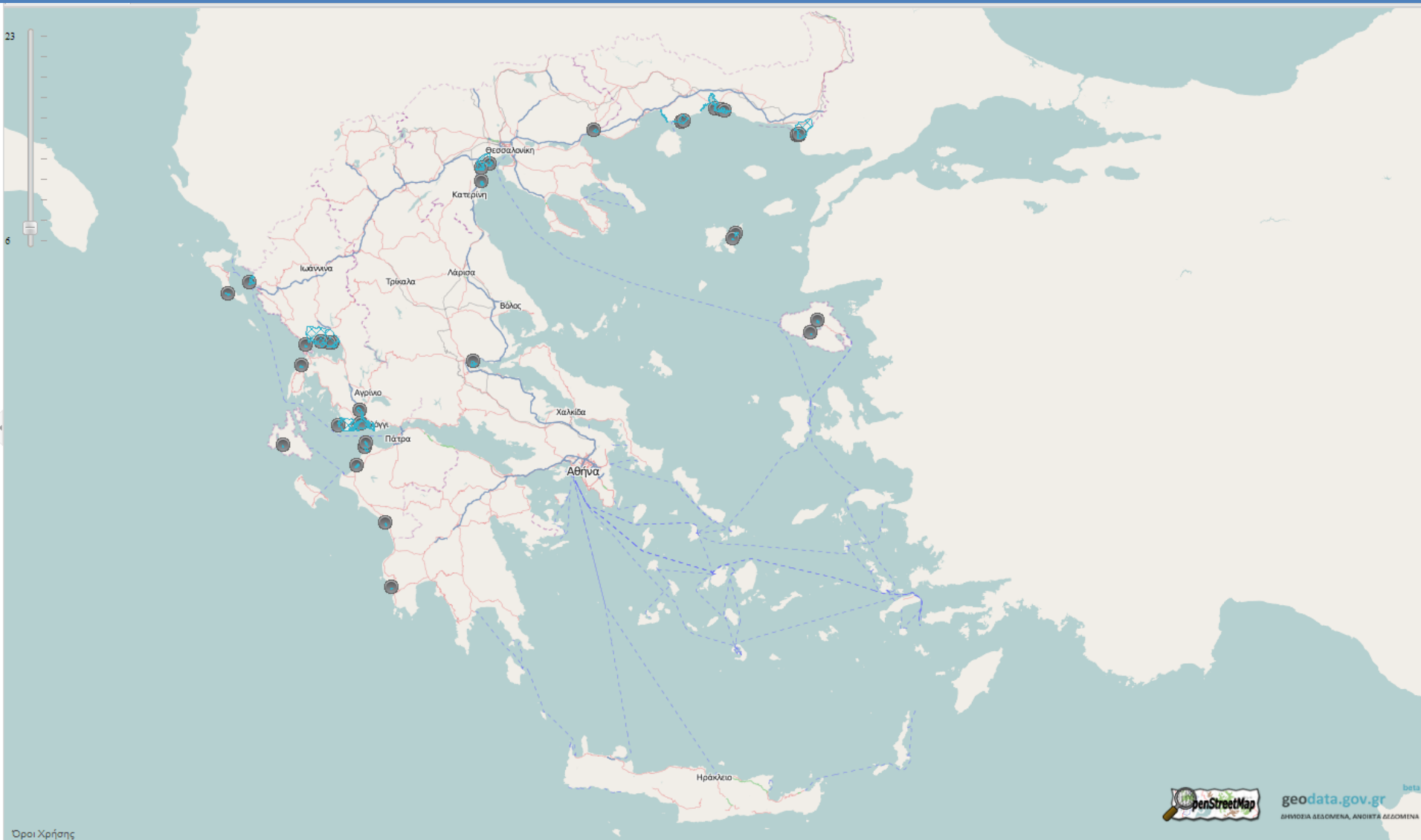
Υδατικά σώματα παράκτιων και μεταβατικών υδάτων

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I



Σταθμοί Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Υδάτων στα παράκτια ύδατα

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I



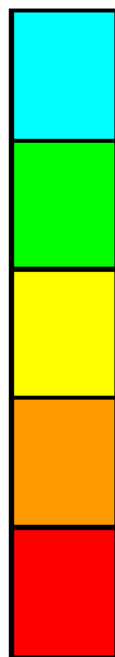
Σταθμοί Εθνικού Δικτύου Παρακολούθησης Υδάτων στα μεταβατικά ύδατα

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

5 κλάσεις κατάστασης οικολογικής ποιότητας:

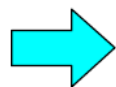
Η WFD προβλέπει την εκτίμηση της κατάστασης οικολογικής ποιότητας (Ecological Quality Status - EQS) κάθε υδατικού σώματος και την ταξινόμηση του σε μια από πέντε κλάσεις:

EQR  $\approx$  1



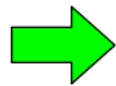
EQR  $\approx$  0

Υψηλή κατάσταση ή  
συνθήκες αναφοράς



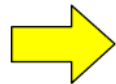
Μηδενική ή ελάχιστη απόκλιση  
από αδιατάρακτες συνθήκες  
(συνθήκες αναφοράς)

Καλή κατάσταση



Μικρή απόκλιση από συνθήκες αναφοράς  
(π.χ. απουσιάζουν κάποια σπάνια είδη)

Μέτρια κατάσταση



Μέτρια απόκλιση από συνθήκες αναφοράς  
(π.χ. όταν λείπουν πολλά από τα ευαίσθητα στη ρύπανση είδη)

Φτωχή κατάσταση

(π.χ. όταν έχουν εξαφανιστεί όλα τα ευαίσθητα στη  
ρύπανση είδη)

Κακή κατάσταση

(π.χ. παρουσία μόνο των ανθεκτικών στη ρύπανση ειδών  
ή ακόμα και πλήρης απουσία μακροσκοπικών οργανισμών)

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

**(nearly) totally undisturbed  
slight alterations**

high

good

**OK!**

---

**moderate alterations**

moderate

**major alterations**

poor

**severe alterations**

bad

**Restoration  
needed**

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

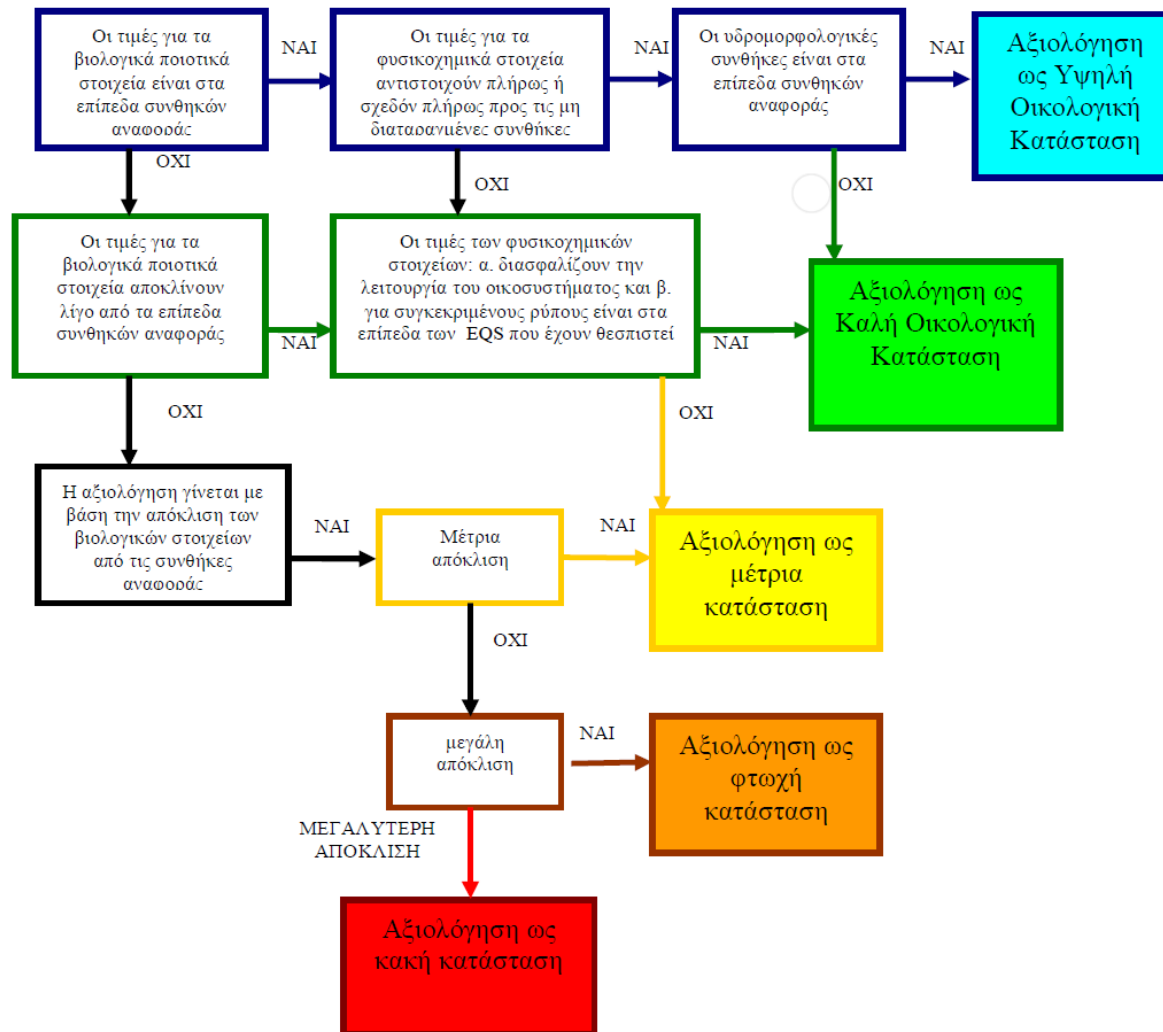
Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία:

Βασική καινοτομία της WFD αποτελεί το γεγονός ότι ο καθορισμός της οικολογικής ποιότητας γίνεται με βιολογικά κριτήρια, βασίζεται δηλαδή σε βιολογικά ποιοτικά στοιχεία (biological quality elements), και δευτερευόντως σε φυσικοχημικά και υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία



# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Σχετικοί ρόλοι ποιοτικών στοιχείων στον καθορισμό της κατάστασης οικολογικής ποιότητας ενός υδατικού σώματος:



# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία:

Τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία των παράκτιων και μεταβατικών υδάτων είναι:

- Φυτοπλαγκτό
- Μακροφύκη
- Αγγειόσπερμα
- Βενθική μακροπανίδα
- Ψάρια (μόνο μεταβατικά ύδατα)

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί Δείκτες I

Biological Quality Elements indicator parameters:

- Phytoplankton:
  - composition and abundance of phytoplanktonic taxa
  - phytoplankton biomass
  - planktonic blooms
- Macroalgae and Angiosperms:
  - disturbance-sensitive macroalgal and angiosperm taxa
  - the levels of macroalgal cover and angiosperm abundance
- Benthic Invertebrate fauna:
  - diversity and abundance of invertebrate taxa
  - disturbance-sensitive taxa
- Fishfauna (only for transitional waters):
  - species composition and abundance

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

## Συνθήκες αναφοράς:

- Η WFD προβλέπει τον καθορισμό των συνθηκών αναφοράς για όλα τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία
- Οι συνθήκες αναφοράς περιγράφουν τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία για κάθε φυσικό τύπο υδατικού σώματος κάτω από συνθήκες υψηλής οικολογικής ποιότητας
- Οι συνθήκες αναφοράς πρέπει να αντανakλούν την φυσική μεταβλητότητα των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων στο χώρο και το χρόνο

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

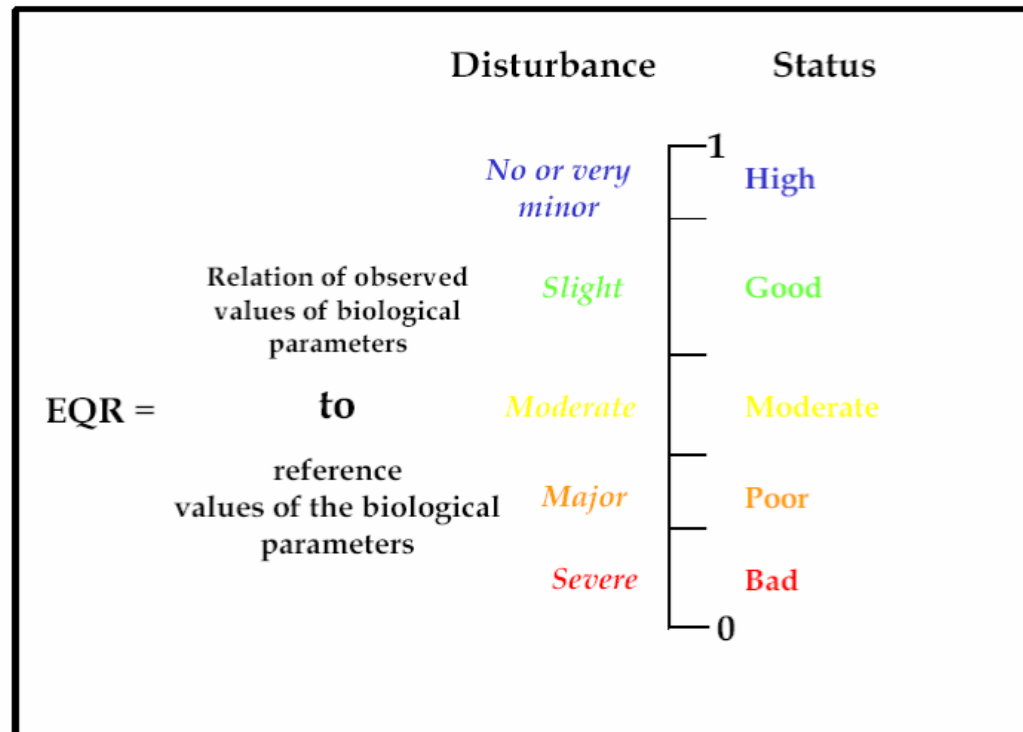
## Methods for Reference Conditions Setting:

- historic data
- expert judgement
- reference areas
- modelling

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Λόγος οικολογικής ποιότητας:

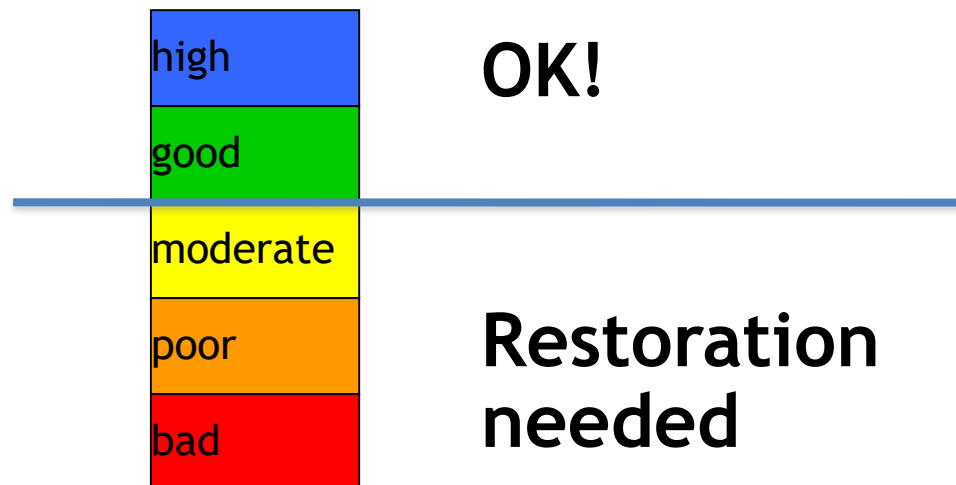
Για τον καθορισμό της κατάστασης οικολογικής ποιότητας ενός υδατικού σώματος, η WFD προβλέπει τη σύγκριση με τις συνθήκες αναφοράς για το συγκεκριμένο φυσικό τύπο μέσω του λόγου οικολογικής ποιότητας (Ecological Quality Ratio - EQR)



# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

Λόγος οικολογικής ποιότητας:

- Οι τιμές του EQR μπορούν να κυμαίνονται από 0 (κάτω όριο κακής οικολογικής ποιότητας) έως 1 (άνω όριο υψηλής οικολογικής ποιότητας)
- Ο καθορισμός των ορίων (thresholds, boundaries) των κλάσεων οικολογικής κατάστασης είναι σημαντικός, ιδιαίτερα των ορίων μέτρια-καλή και καλή-υψηλή



# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

- Η WFD προβλέπει την ανάπτυξη και υιοθέτηση βιοτικών δεικτών για κάθε βιολογικό ποιοτικό στοιχείο
- Οι βιοτικοί δείκτες (biotic indices) είναι αριθμητικές κλίμακες, με την χρήση των οποίων ταξινομούμε την κατάσταση οικολογικής ποιότητας του περιβάλλοντος, βασιζόμενοι σε βιοτικά (βιολογικά) δεδομένα
- Οι βιοτικοί δείκτες που θα υιοθετηθούν θα πρέπει να είναι συμβατοί με το λόγο οικολογικής ποιότητας EQR





# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

## Βιοτικοί δείκτες

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

## Βιοτικοί δείκτες:

Οι βιοτικοί δείκτες (biotic indices) είναι αριθμητικές κλίμακες, με την χρήση των οποίων ταξινομούμε την κατάσταση οικολογικής ποιότητας του περιβάλλοντος, βασιζόμενοι σε βιοτικά (βιολογικά) δεδομένα

EQR boundaries used to define EQS in the four methodologies compared

EcoQ	Ambi	Bentix	Bentix (modified scale)	M-AMBI	ISD
High	>0.83	>0.75	>0.67	>0.83	>0.60
Good	0.53–0.83	0.58–0.75	0.50–0.67	0.62–0.83	0.39–0.60
Moderate	0.39–0.53	0.42–0.58	0.42–0.50	0.41–0.62	0.20–0.39
Poor	0.21–0.39	0.33–0.42	0.33–0.42	0.20–0.41	0.10–0.20
Bad	<0.21	<0.33	<0.33	<0.20	<0.10

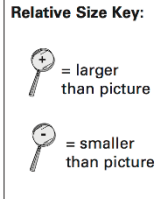
# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

## Ένας απλός βιοτικός δείκτης: Citizen Monitoring Biotic Index

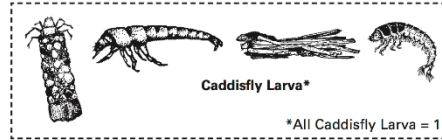
**Group 1: These are sensitive to pollutants. Circle each animal found.**



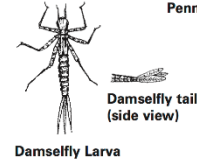
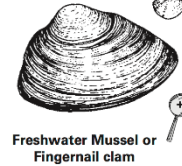
No. of group 1 animals circled:



**Group 2: These are semi-sensitive to pollutants. Circle each animal found.**



No. of group 2 animals circled:



No. of animals circled from group 1 \_\_\_\_\_ x 4 = \_\_\_\_\_

No. of animals circled from group 2 \_\_\_\_\_ x 3 = \_\_\_\_\_

No. of animals circled from group 3 \_\_\_\_\_ x 2 = \_\_\_\_\_

No. of animals circled from group 4 \_\_\_\_\_ x 1 = \_\_\_\_\_

**TOTAL ANIMALS (a):** \_\_\_\_\_

**TOTAL VALUE (b):** \_\_\_\_\_

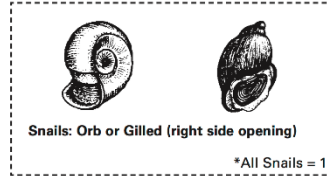
Divide totaled value (b) \_\_\_\_\_ by total no. of animals (a) \_\_\_\_\_ for index score:

**Index score:**

**How Healthy is the stream?**

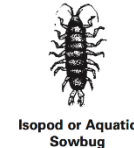
Excellent \_\_\_\_\_ 3.6+  
 Good \_\_\_\_\_ 2.6 - 3.5  
 Fair \_\_\_\_\_ 2.1 - 2.5  
 Poor \_\_\_\_\_ 1.0 - 2.0

**Group 3: These are semi-tolerant of pollutants. Circle each animal found.**



No. of group 3 animals circled:

**Group 4: These are tolerant of pollutants. Circle each animal found.**



No. of group 4 animals circled:

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί Δείκτες I

## Ένας λιγότερο απλός βιοτικός δείκτης: Hilsenhoff Biotic Index

### Hilsenhoff Biotic Index

The Hilsenhoff Biotic Index (HBI) estimates the overall tolerance of the community in a sampled area, weighted by the relative abundance of each taxonomic group (family, genus, etc.). Organisms are assigned a tolerance number from 0 to 10 pertaining to that group's known sensitivity to organic pollutants; 0 being most sensitive, 10 being most tolerant.

$$HBI = \frac{\sum n_i \times a_i}{N};$$

$n$  = number of specimens in taxa  $i$   
 $a$  = tolerance value of taxa  $i$   
 $N$  = total number of specimens in sample

An example of how one would use this equation to calculate a biotic index:

Group (i)	Tolerance Value (a)	Specimens (n)	Product (n x a)
Perlodidae	2	5	10
Baetidae	4	3	12
Uenoidae	3	7	21
	<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>43</b>

To calculate the Hilsenhoff Biotic Index number (HBI), multiple the tolerance values times the number of specimens (n x a). The sum the products (sigma,  $\Sigma$ ). The total is divided by the total number of specimens in all groups (N). In this example:

$$HBI = 43 \div 15 = 2.87$$

APPENDIX 1. Tolerance values for families of stream arthropods in the western Great Lakes region.

PLECOPTERA—Capniidae 1, Chloroperlidae 1, Leuctridae 0, Nemouridae 2, Perlidae 1, Perlodidae 2, Pteronarcyidae 0, Taeniopterygidae 2

EPHEMEROPTERA—Baetidae 4, Baetiscidae 3, Caenidae 7, Ephemerellidae 1, Ephemeridae 4, Heptageniidae 4, Leptophlebiidae 2, Metretopodidae 2, Oligoneuriidae 2, Polymitarcyidae 2, Potomanthidae 4, Siphonuridae 7, Tricorythidae 4

ODONATA—Aeshnidae 3, Calopterygidae 5, Coenagrionidae 9, Cordulegastridae 3, Corduliidae 5, Gomphidae 1, Lestidae 9, Libellulidae 9, Macroziidae 3

TRICHOPTERA—Brachycentridae 1, Glossosomatidae 0, Helicopsychidae 3, Hydropsychidae 4, Hydroptilidae 4, Lepidostomatidae 1, Leptoceridae 4, Limnephilidae 4, Molannidae 6, Odontoceridae 0, Philopotamidae 3, Phryganeidae 4, Polycentropodidae 6, Psychomyiidae 2, Rhyacophilidae 0, Sericostomatidae 3

MEGALOPTERA—Corydalidae 0, Sialidae 4

LEPIDOPTERA—Pyrallidae 5

COLEOPTERA—Dryopidae 5, Elmidae 4, Psephenidae 4

DIPTERA—Athericidae 2, Blephariceridae 0, Ceratopogonidae 6, Blood-red Chironomidae (Chironomini) 8, other (including pink) Chironomidae 6, Dolichopodidae 4, Empididae 6, Ephydriidae 6, Psychodidae 10, Simuliidae 6, Muscidae 6, Syrphidae 10, Tabanidae 6, Tipulidae 3

AMPHIPODA—Gammaridae 4, Talitridae 8

ISOPODA—Asellidae 8

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Μεθοδολογικές προσεγγίσεις βιοτικών δεικτών με παραδείγματα:

Ποικιλότητα ειδών	Ταξινομική ποικιλότητα	Λειτουργική ποικιλότητα	
Δείκτης ποικιλότητας του Shannon (H')	μέση ταξινομική διακριτότητα (Δ+) διακύμανση ταξινομικής διακριτότητας (Λ+)	Biological Traits Analysis (BTA)	
Παρουσία ειδών ή ταξινομικών ομάδων - δεικτών	Αναλογίες ταξινομικών ομάδων	Μοντέλο Pearson & Rosenberg	Οικολογικές στρατηγικές r & K
Biological Monitoring Working Party index (BMWP)	DAPHNE BOPA	AMBI M-AMBI	Καμπύλες ABC EEI
Hilsenhoff Biotic Index		MEDOCC	
Citizen Monitoring Biotic Index		BENTIX ISD	

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

r	K
Unstable environment	Stable environment
small size of organism	large size of organism
energy used to make each individual is low	energy used to make each individual is high
many offspring are produced	few offspring are produced
early maturity	late maturity, often after a prolonged period of parental care
short life expectancy	long life expectancy
each individual reproduces only once	individuals can reproduce more than once in their lifetime

# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

- Οι πολυμετρικοί βιοτικοί δείκτες (multi-metric indices) συνδυάζουν σειρά μέτρων της κατάστασης οικολογικής ποιότητας του περιβάλλοντος
- Παράδειγμα τέτοιων βιοτικών δεικτών είναι ο M-AMBI: συνδυάζει S, H', AMBI

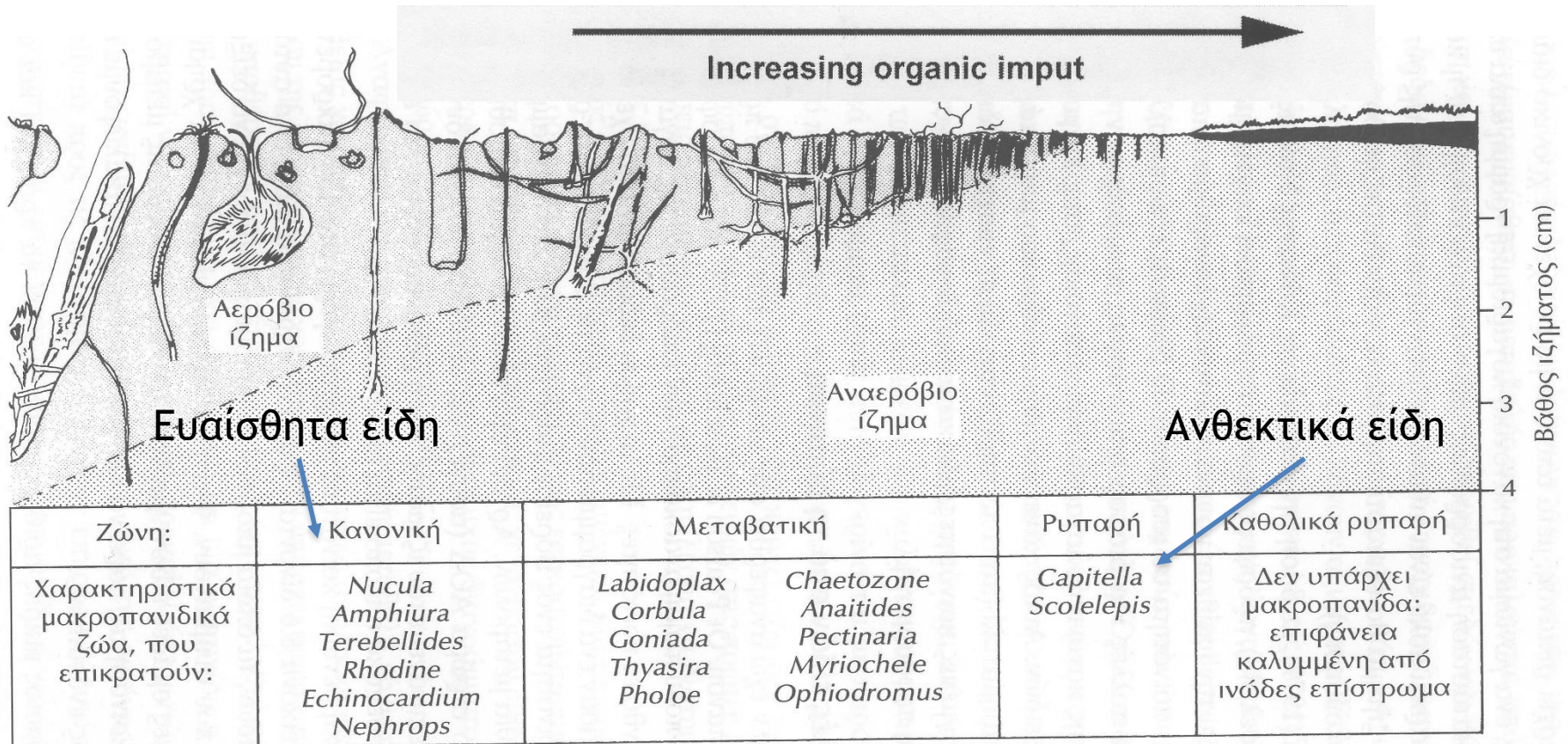
# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Το μοντέλο των Pearson & Rosenberg



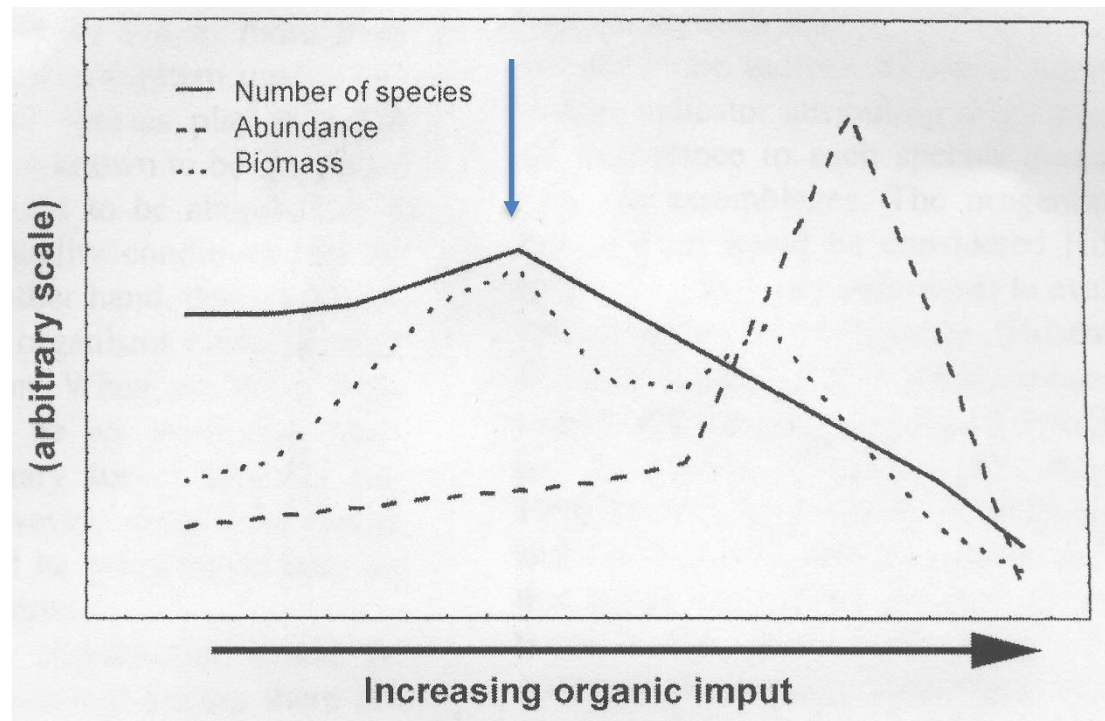
# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Μοντέλο των Pearson και Rosenberg (1978): Η σύνθεση των ειδών της βενθικής μακροπανίδας κατά μήκος μιας διαβάθμισης οργανικής ρύπανσης στο χώρο ή το χρόνο (οικολογική διαδοχή) μεταβάλλεται και τα ευαίσθητα είδη αντικαθίστανται σταδιακά από ανθεκτικά είδη



# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Ο αριθμός των ειδών είναι αυξημένος σε ενδιάμεσα επίπεδα οργανικής ρύπανσης -> προβλέπεται από την «Υπόθεση της Ενδιάμεσης Διαταραχής»



# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί δείκτες I

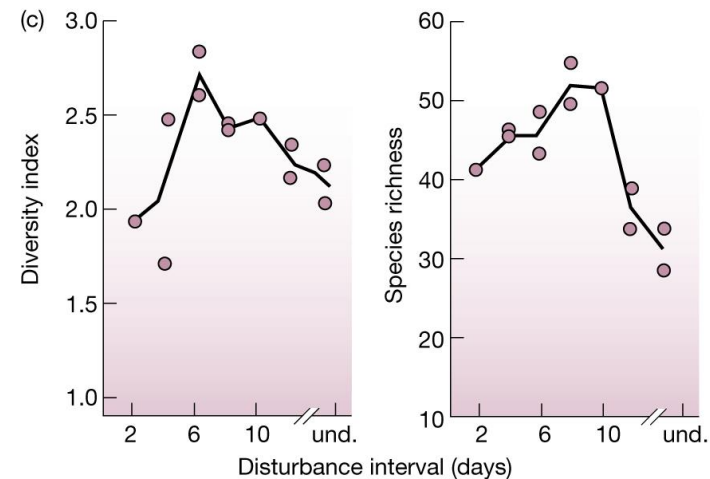
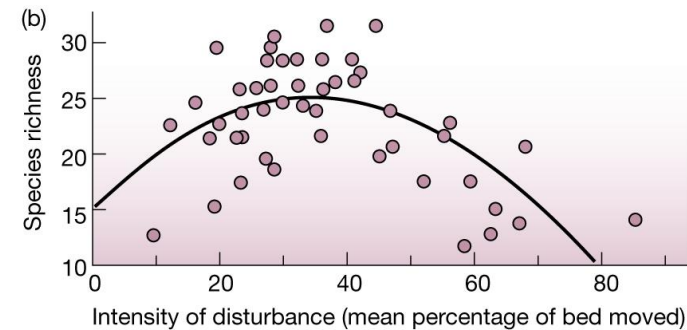
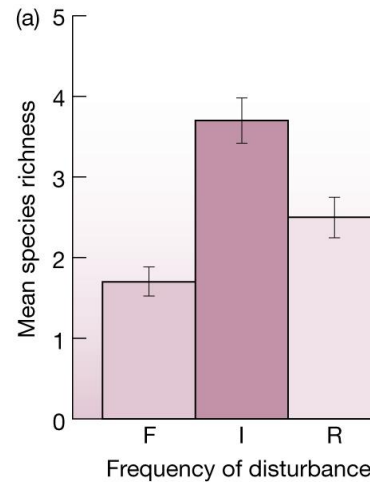
## «Υπόθεση της Ενδιάμεσης Διαταραχής»

- Διαταραχή: Οποιοδήποτε γεγονός που προκαλεί αλλαγές στη δομή του οικοσυστήματος, των βιοκοινοτήτων ή των πληθυσμών και μεταβολές στη διαθεσιμότητα πόρων και υποστρώματος ή στο φυσικό περιβάλλον (Picket & White, 1985).
- Η σημασία των διαταραχών έγκειται στο ότι αποτελούν μια από τις πιο σημαντικές διεργασίες διατήρησης της ποικιλότητας ειδών με το να απελευθερώνουν πόρους για χρήση από ευκαιριακά είδη.
- Όμως, υπερβολικά υψηλά επίπεδα διαταραχών οδηγούν σε βιοκοινότητες φτωχές σε είδη.

# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

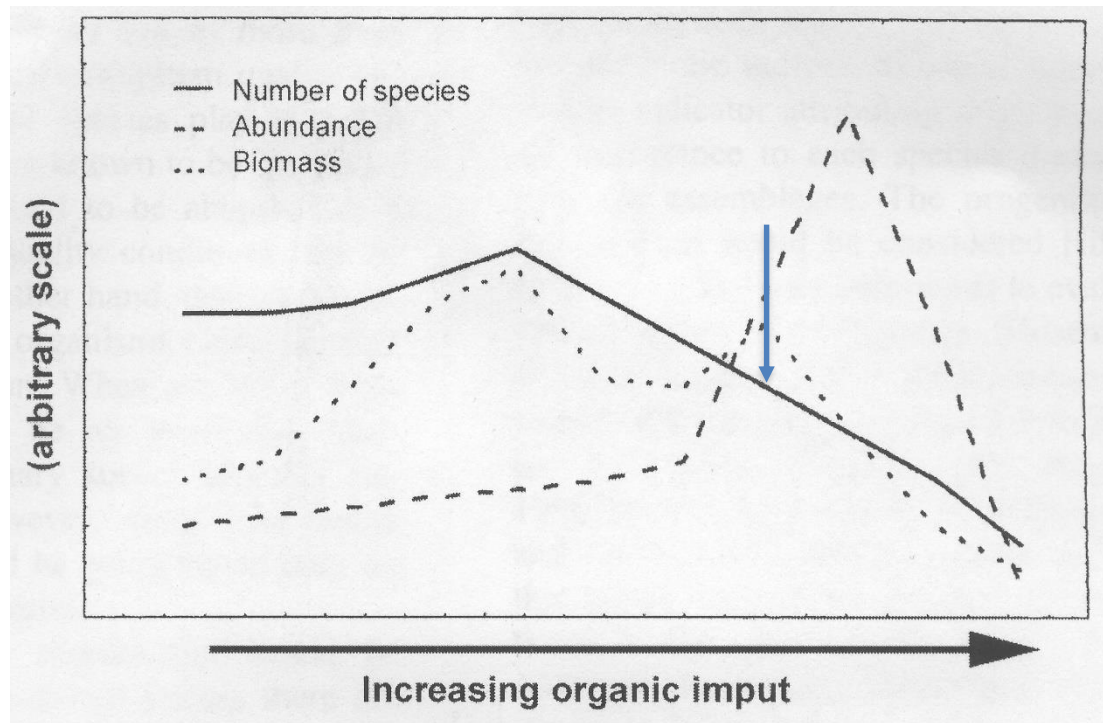
## «Υπόθεση της Ενδιάμεσης Διαταραχής»

- Περιγράφει την απόκριση της ποικιλότητας των ειδών κατά μήκος διαβάθμισης (έντασης ή συχνότητας) διαταραχής
- Η υψηλότερη ποικιλότητα προβλέπεται σε ενδιάμεσα επίπεδα έντασης ή συχνότητας διαταραχής που επιτρέπουν την συνύπαρξη ευκαιριακών ειδών και καταληκτικών ειδών



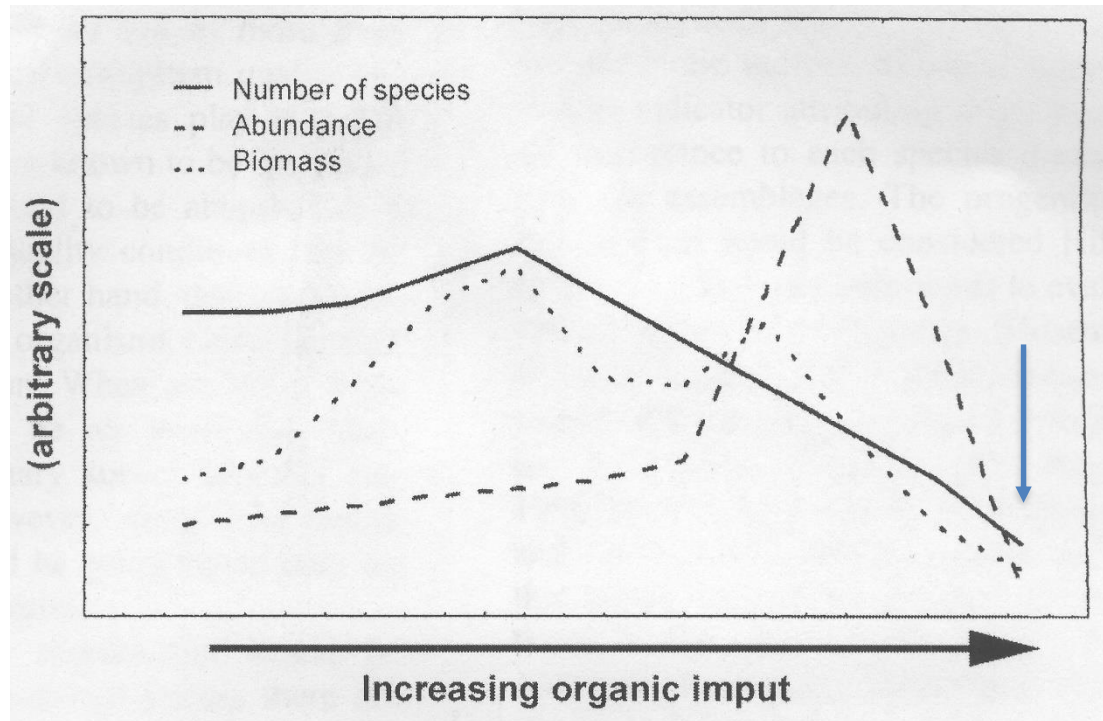
# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Υψηλά επίπεδα οργανικής ρύπανσης έχουν ως συνέπεια μειωμένο αριθμό ειδών



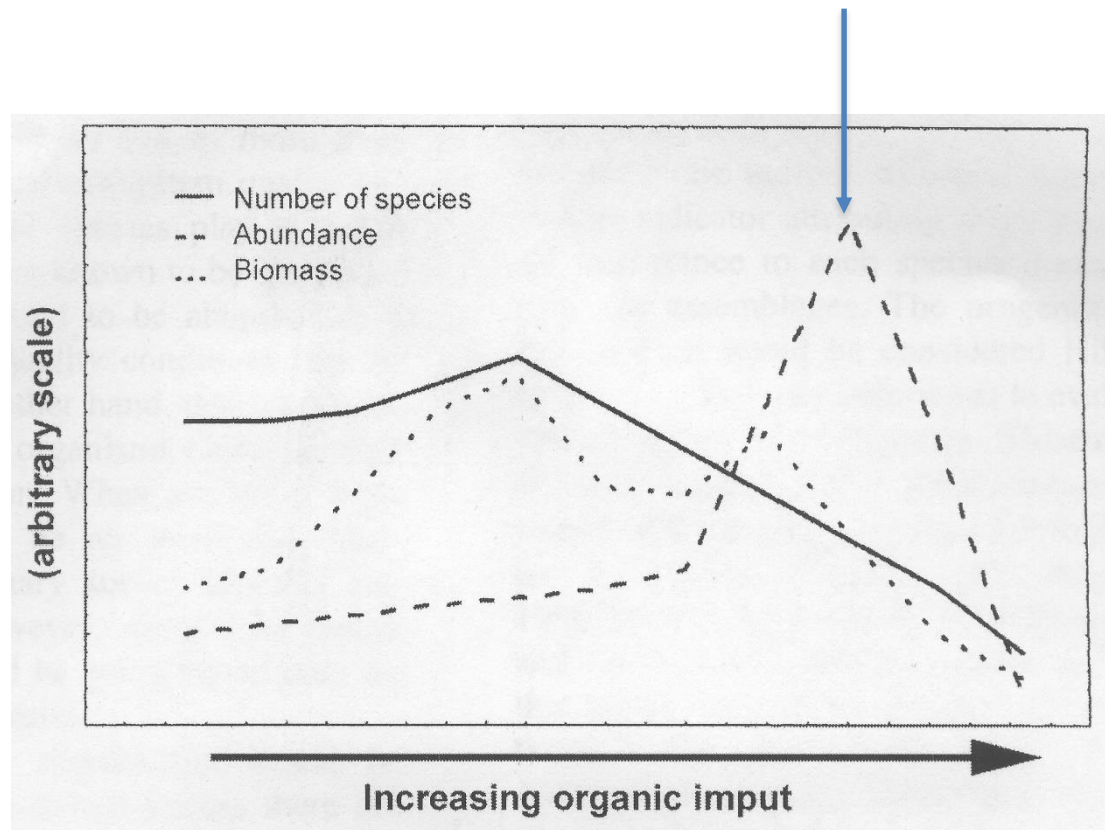
# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Πολύ υψηλά επίπεδα οργανικής ρύπανσης έχουν ως αποτέλεσμα την εξαφάνιση των μακροβενθικών ειδών («αζωϊκές συνθήκες»)



# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Η αφθονία των οργανισμών είναι ιδιαίτερα αυξημένη σε συνθήκες υψηλής οργανικής ρύπανσης, εξαιτίας των μεγάλων αφθονιών των ευκαιριακών ειδών r-επιλογής που είναι ανθεκτικά στην ρύπανση

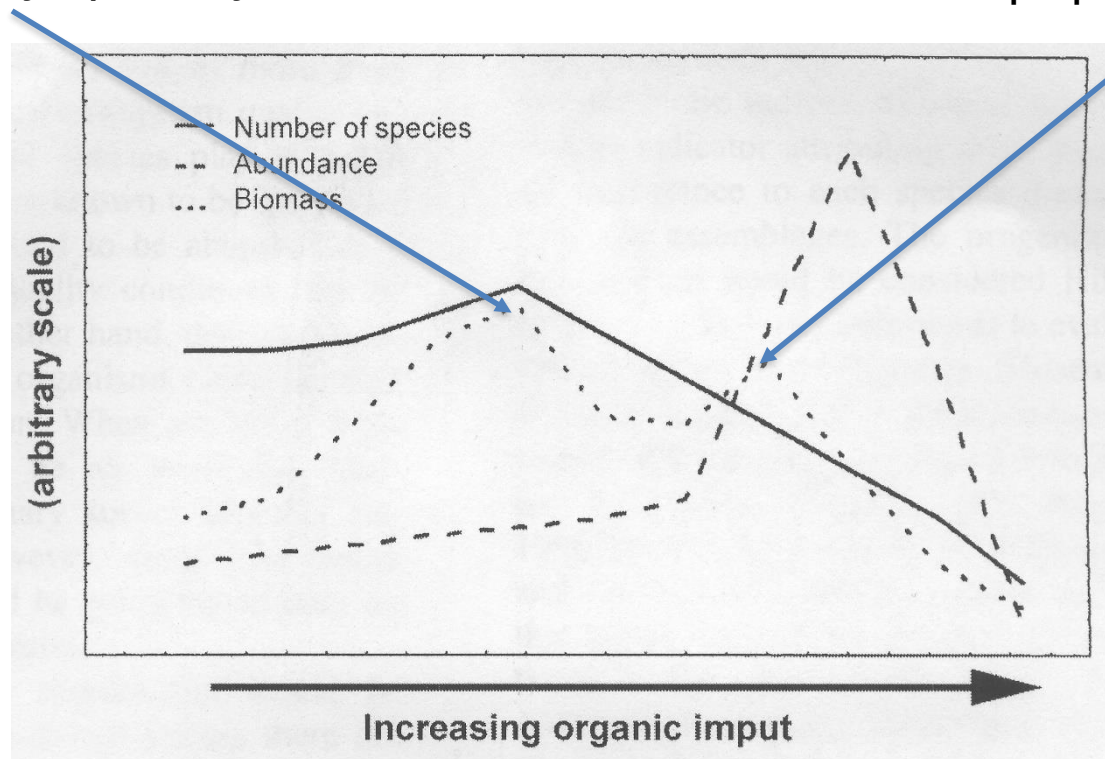


# WFD - Βενθικοί βιοτικοί δείκτες I

Το πρότυπο μεταβολής της συνολικής βιομάζας κατά μήκος της διαβάθμισης οργανικής ρύπανσης εμφανίζει δυο μέγιστα:

Πολλά είδη  
μεγάλου σωματικού μεγέθους  
αλλά με μικρές αφθονίες

Λίγα είδη  
μικρού σωματικού μεγέθους  
αλλά με μεγάλες αφθονίες





# WFD - Βενθικοί Βιοτικοί Δείκτες I

## Βιβλιογραφία

### Papers:

Pearson, T. & Rosenberg, R. (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology Annual Review*, 16: 229 - 311.

### Reviews:

Magni, P., Hyland, J., Manzella, G., Rumohr, H., Viaroli, P. & Zenetos A. (Eds.) (2004). Proceedings of the Workshop "Indicators of Stress in the Marine Benthos", Torregrande-Oriстано, Italy, 8–9 October 2004, Paris, UNESCO/IOC, IMC. IOC Workshop Reports 195, 46 pp.

Ponti, M., Pinna, M., Vadrucci, M.R. & Orfanidis, S. (2006). Biotic indices of transitional ecosystem health. TWReferenceNET - EU INTERREG IIIB - CADSES PROJECT 3B073. Di.S.Te.B.A., University of Lecce, Lecce, 68 pp.

UNEP/MAP/MED POL (2004). Guidelines for the development of ecological status and stress reduction indicators for the Mediterranean region. MAP Technical Reports Series No. 154, UNEP/MAP, Athens, 85 pp.

### EU Documents:

WFD-CIS (2003). Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). Guidance Document No 5. Transitional and Coastal Waters – Typology, Reference Conditions and Classification Systems. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg, 107pp.