



# Λιμνοποτάμιο Περιβάλλον και Οργανισμοί

Ενότητα 16: Βιοδείκτες – Βιοπαρακολούθηση

Καθηγήτρια Λαζαρίδου Μαρία  
Τμήμα Βιολογίας



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



# Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.



# Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.





**ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ**

**ΑΝΟΙΧΤΑ  
ΑΚΑΔΗΜΑΙΚΑ  
ΜΑΘΗΜΑΤΑ**



# **Βιοδείκτες - Βιοπαρακολούθηση**

# Περιεχόμενα ενότητας

1. Εκτίμηση της ποιότητας του νερού
2. Βιοπαρακολούθηση
3. Βιοδείκτες
4. Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των βενθικών μακροασπονδύλων
5. Παράγοντες που επηρεάζονται από τη ρύπανση
6. Εποχικότητα



# Σκοποί ενότητας

- Σκοπός της ενότητας είναι η εκπαίδευση των φοιτητών στην εκτίμηση της ποιότητας του νερού, στην αξία της Βιοπαρακολούθησης και της χρήσης των βιοδεικτών. Γίνεται λόγος στη συνέχεια στους παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των βενθικών μακροασπονδύλων και σε άλλους παράγοντες που επηρεάζονται από τη ρύπανση καθώς και την εποχικότητα



# Εκτίμηση της ποιότητας του νερού

- Η Ε.Ε. καθόριζε νομικά την «καλή» ποιότητα των υδάτων ανάλογα με τις χρήσεις τους
- Οι διάφορες οδηγίες (προ του 2000) αναφέρονταν στα φυσικά & στα χημικά χαρακτηριστικά του νερού
- Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ προσθέτει τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης επιφανειακών & υπόγειων υδάτων & ορίζει την λεκάνη απορροής ως βάση για τη διαχείρισή τους
- **ΜΠΟΡΟΥΝ ΕΠΟΜΕΝΩΣ ΟΙ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΘΟΥΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΡΕΟΝΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ;**
- **ΥΠΑΡΧΟΥΝ ΒΙΟΛΟΓΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΝΕΡΩΝ;**



# Βιοπαρακολούθηση

- Η **βιοπαρακολούθηση** των ρεόντων υδάτων είναι πολύ διαδεδομένη μέθοδος προσέγγισης σε πολλές ευρωπαϊκές χώρες, επειδή δίνει μια ολοκληρωμένη ένδειξη της ποιότητας των υδάτων αντίθετα με τη χημική μόνο προσέγγιση η οποία χαρακτηρίζει την ποιότητα των νερών μόνο κατά τη στιγμή δειγματοληψίας.
- Ο συνδυασμός της εφαρμογής των βιολογικών δεικτών & της μέτρησης διάφορων φυσικο-χημικών παραμέτρων προσφέρει πιο ολοκληρωμένη εικόνα σχετικά με την κατάσταση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων.
- Η έννοια της βιοπαρακολούθησης & των Βιολογικών δεικτών (Β.Δ) στηρίζονται στον προσδιορισμό της καθαρότητας του νερού (του επιπέδου ευτροφισμού ή του βαθμού ρύπανσης) βάσει των οργανισμών που ζουν σ' αυτό.





# Βιοπαρακολούθηση

Μεταξύ των βιοδεικτών των ρεόντων υδάτων καλύτεροι θεωρούνται τα **βενθικά διάτομα** για τα αποστραγγιστικά κανάλια & τα **βενθικά μακροασπόνδυλα** γιατί:

1. είναι **προσκολλημένα** & δεν μεταφέρονται παθητικά όπως το πλαγκτό, επομένως φέρουν όλη την τοπική πληροφορία & δέχονται την επίδραση τόσο των τοπικών ρύπων όσων & αυτών που μεταφέρει το νερό από πιο απομακρυσμένες πηγές ρύπανσης,
2. είναι λιγότερο ή περισσότερο ευαίσθητα στη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου & στην οργανική ρύπανση σε επίπεδο σύνθεσης της βιοκοινωνίας.



# Βιοπαρακολούθηση

- Το γεγονός αυτό τα κάνει μοναδικά και η σύνθεση των βιοκοινωνιών τους μας πληροφορεί για αλλαγές που έχουν συμβεί στο οικοσύστημα **εφόσον όμως γνωρίζουμε καλά ποιά είναι αυτή η σύνθεση σε αδιατάρακτη και μη επιβαρυμένη από οποιουδήποτε ρύπους κατάσταση**. Αυτό συμβαίνει γιατί οι βιοκοινωνίες τους απαρτίζονται από πολλά είδη τα οποία άλλα λιγότερο & άλλα περισσότερο είναι ευαίσθητα στους ρύπους & κυρίως στη μείωση του διαλυμένου οξυγόνου που προκαλούν αυτοί.
- Συγχρόνως, όμως, προκειμένου να είμαστε σίγουροι ότι η εξαφάνιση ορισμένων ειδών από αυτά οφείλεται στη ρύπανση & σε άλλες φυσικοχημικές παραμέτρους θα πρέπει να γνωρίζουμε μερικά παραπάνω χαρακτηριστικά για το **βιολογικό κύκλο και τις προτιμήσεις τους**.



# Βιοπαρακολούθηση

Πλεονεκτήματα χρησιμοποίησης οργανισμών για την εκτίμηση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων:

- Πολλά καταγράφουν τις συνθήκες του περιβάλλοντος τους για μεγάλο χρονικό διάστημα (κύκλοι ζωής σχετικά μακριοί)
- Δίνουν πληροφορίες που οι φυσικο-χημικές μετρήσεις ρουτίνας δεν μπορούν να εντοπίσουν
- Εκτιμάται απευθείας η επίδραση της ρύπανσης στους ζωντανούς οργανισμούς
- Εκτιμάται η οικολογική & αισθητική διάσταση της ποιότητας των υδάτων
- Καταγράφεται η επίδραση πολλών ρυπαντών ταυτόχρονα



# Βιοδείκτες

Υπάρχουν τουλάχιστον 50 συστήματα εκτίμησης ποιότητας των ρεόντων υδάτων που χρησιμοποιούν οργανισμούς (βιοδείκτες).

Τα πιο κοινά Συστήματα Αξιολόγησης –Δείκτες:

- Σαπροβιοτικοί δείκτες
- Δείκτες ποικιλότητας - μπορεί να είναι παραπλανητικοί [ $I=S(\text{αριθμός ειδών})/ N(\text{ολικ. αρ. ατόμ.})$ ]
- Πολυπαραγοντικοί δείκτες
- Βιολογικοί δείκτες
- Μοντέλα πρόβλεψης που οδηγούν στον υπολογισμό ενός βιοδείκτη



# Βιοδείκτες

- Τρία σεμινάρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης κατέληξαν στα **βενθικά μακροασπόνδυλα**, ως τα πλέον κατάλληλα για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού σχετικά με τη ρύπανση που οφείλεται σε οργανικά φορτία, εντομοκτόνα & παρασιτοκτόνα.

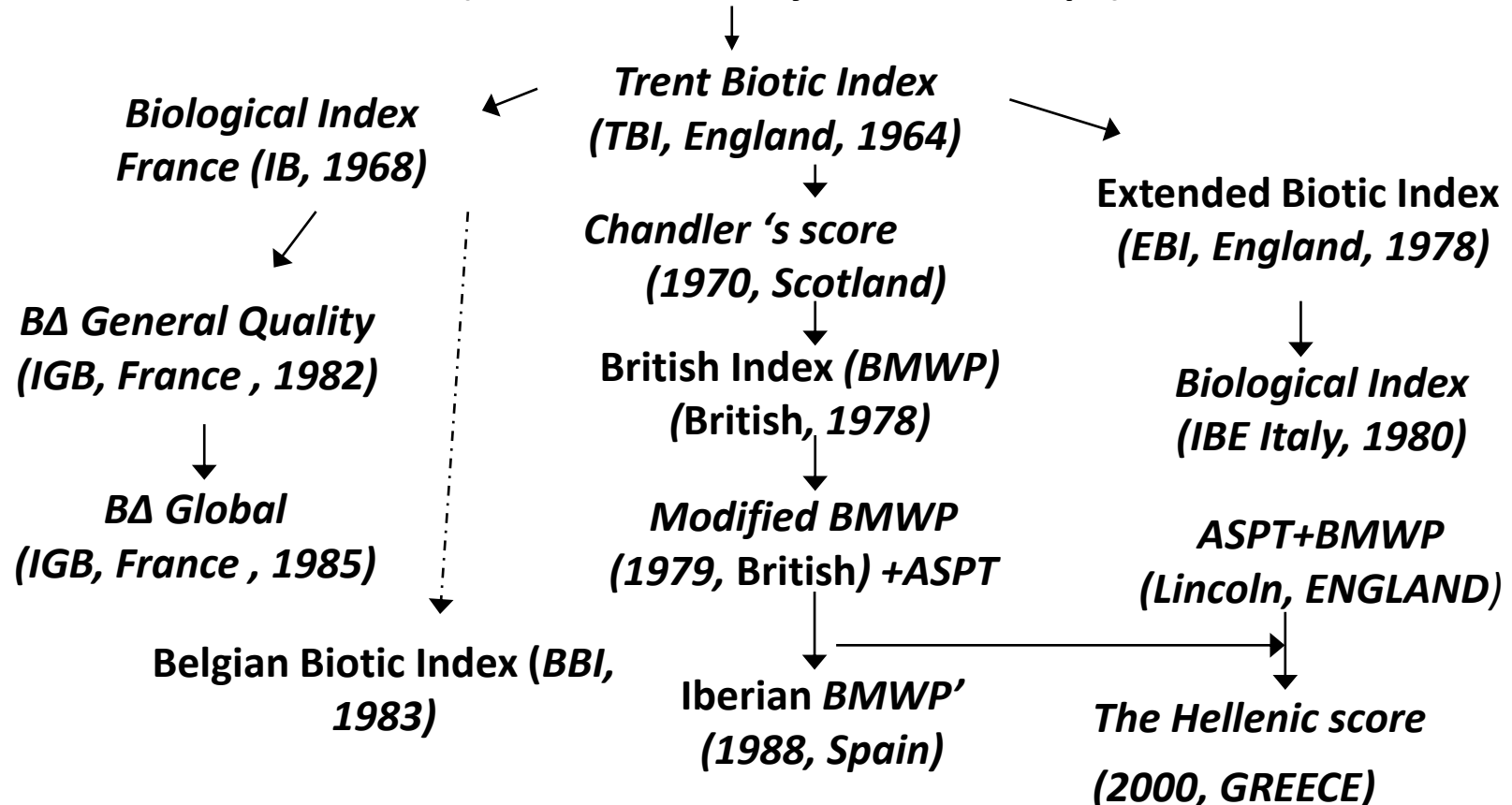
Πλεονεκτήματα βενθικών μακροασπονδύλων:

- Είναι πολυπληθή, συλλέγονται & προσδιορίζονται εύκολα
- Δεν μετακινούνται σε μεγάλες αποστάσεις
- Πολλές ταξινομικές ομάδες με διαφορετικό βαθμό ευαισθησίας
- Ο κύκλος ζωής τους δεν είναι πολύ σύντομος
- ✓ Έχουν ανομοιογενή κατανομή → δύσκολες οι ποσοτικές δειγματοληψίες  
Προτιμώνται οι ημιποσοτικές
- ✓ Επηρεάζονται από την εποχή & τα φυσικά χαρακτηριστικά των ποταμών γι αυτό στους βιοδείκτες πρέπει να επέρχεται διόρθωση



# Βιοδείκτες

**Saprobiotic indices (Q-index, BEOL, K 135)**  
(Holland, Germany, Eastern Europe)



# Βιοδείκτες

- Η ιστορία της εκτίμησης της ποιότητας του νερού χρησιμοποιώντας ως βιολογικούς δείκτες κάποιους οργανισμούς ξεκίνησε πριν την αλλαγή του προηγούμενου αιώνα στη Γερμανία (Metcalf 1989) & έπειτα προτάθηκαν και άλλοι
- Οι περισσότεροι βασίζονται σε ποσοτική προσέγγιση δίνοντας ένα συνολικό σκορ σαν δείκτη της ποιότητας
- Ασπόνδυλα που συλλέγονται από όλα τα διαθέσιμα ενδιαιτήματα & στη συνέχεια αναγνωρίζονται (ως οικογένεια-γένος-είδος) χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες
- Ο Trent Biotic Index & η μετεξέλιξή του, το Chandler Score έθεσαν τη βάση για την ανάπτυξη πολλών δεικτών σε ευρωπαϊκά κράτη [BMWP στο UK (1976), τον French Indice Biologique de Qualité Générale (1982), τον Belgian Biotic Index (1983) κ.α.]



# Βιοδείκτες

- Η παρουσία οργανισμών διαφορετικής αντοχής & ευαισθησίας βαθμολογείται & η τελική τιμή υπολογίζεται ανάλογα με το δείκτη που χρησιμοποιείται.
  - ✓ είναι δύσκολο να συγκριθούν περιοχές με διαφορετικά χαρακτηριστικά (υπόστρωμα, κλίμα κτλ.).
- Ο Β.Δ κατά TRENT δεν λαμβάνει υπόψη του την πληθυσμιακή πυκνότητα των ειδών. Για να υπολογίσουμε το Β.Δ κατά TRENT μιας περιοχής δίνουμε μία μονάδα (+1) στα ασπόνδυλα του δείγματός μας, σε επίπεδο είδους, οικογένειας ή προνύμφης, με βάση τον πίνακα I. Το άθροισμα θα μας δώσει το συνολικό αριθμό των ταξινομικών ομάδων (taxa) που εμφανίζονται στην περιοχή & αναφέρονται στην πρώτη γραμμή του Πίνακα II. Κατόπιν βρίσκουμε το πιο ευαίσθητο είδος που υπάρχει στο δείγμα μας, σύμφωνα με την πρώτη στήλη του πίνακα II και σε συνδυασμό με το συνολικό αριθμό των taxa βρίσκουμε την τελική τιμή του δείκτη, που κυμαίνεται από 0-10, δηλαδή ρυπαρά - καθαρά νερά, αντίστοιχα. Θα μπορούσαμε να πούμε ότι οι δείκτες 10,9,8 αντιπροσωπεύουν πολύ καλή ποιότητα νερού, οι δείκτες 7, 6 καλή ποιότητα νερού, 5,4 μέτρια ποιότητα, 3,2 κακή ποιότητα και 1,0 πολύ κακή ποιότητα νερού





# Βιοδείκτες

## Πίνακας Ι.

- κάθε είδος Στροβιλιστικού Πλατυέλμινθα (Turbellaria, Platyelminthes)
- κάθε είδος Ολιγόχαιτου Δακτυλιοσκώληκα (Oligochaeta, Annelida)
- κάθε είδος Βδέλλας (Hirudinea, Annelida)
- κάθε είδος Μαλακίου (Gastropoda και Bivalvia Mollusca)
- κάθε είδος Καρκινοειδούς (Crustacea, Arthropoda)
- κάθε οικογένεια νύμφης εφημερόπτερου εντόμου (Ephemeroptera Insecta)
- κάθε οικογένεια νύμφης οδοντόγναθου εντόμου (Odonata Insecta)
- κάθε είδος νύμφης πλεκόπτερου εντόμου (Plecoptera Insecta)
- προνύμφες νευρόπτερου (Neuroptera Insecta)
- προνύμφες οικογένειας Chironomidae (μικρά κουνούπια) (Diptera)
- κόκκινες προνύμφες οικογένειας Chironomidae
- κάθε είδος προνύμφης της οικογένειας Simuliidae
- κάθε είδος προνύμφης από τα υπόλοιπα δίπτερα (Diptera Insecta)-
- κάθε είδος από προνύμφες και ώριμα άτομα κολεόπτερων (Coleoptera, Insecta)
- κάθε είδος υδρόβιων ακάρεων



# Βιοδείκτες

Πίνακας II	Συνολικός αριθμός taxa (ταξινομικές ομάδες)					
		0-1	2-5	6-10	11-15	15+
<u>Είδη σύμφωνα με την ευαισθησία τους ως προς το O<sub>2</sub></u>						
(1) νύμφες από Plecoptera						
αριθμός ειδών	>1	-	7	8	9	10
αριθμός ειδών	=1	-	6	7	8	9
(2) νύμφες από Ephemeroptera εκτός από το <i>Baetis rhodani</i> *						
αριθμός ειδών	>1	-	6	7	8	9
αριθμός ειδών	=1	-	5	6	7	8
(3) προνύμφες από Trichoptera και τα <i>Baetis rhodani</i>						
αριθμός ειδών	>1	-	6	7	8	9
αριθμός ειδών	=1	4	4	5	6	7
(4) Οικογένεια Gammaridae (Καρκινοειδή, Αμφίποδα του γλυκού νερού). Απουσία των παραπάνω ειδών.						
		3	4	5	6	7
(5) Οικογένεια Asellidae (Καρκινοειδή, Ισόποδα του γλυκού νερού). Απουσία των παραπάνω ειδών.						
		2	3	4	5	6
(6) Προνύμφες της οικογένειας Chironomidae (Diptera). Απουσία των παραπάνω ειδών.						
		1	2	3	4	5
(7) Απουσία όλων σχεδόν των μορφών. (Παρουσία μερικών ανθεκτικών προνυμφών της τάξης Diptera, π.χ. του γένους <i>Eristalis</i> ).						
		0	1	2	-	-
* Τα <i>Baetis rhodani</i> είναι η κοινότερη νύμφη των εφημεροπτερών. Αυτή όμως δεν είναι τόσο ευαίσθητη στη ρύπανση όσο οι άλλες νύμφες.						



# Βιοδείκτες

BMWP'	Οικογένειες/families	Βαθμός Score
Εφημερόπτερα	Siphonuridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Potamanthidae, Ephemeridae	10
Πλεκόπτερα	Taeniopterygidae, Leuctridae, Capniidae, Perlodidae, Perlidae, Chloroperlidae	
Ημίπτερα	Aphelocheiridae	
Τριχόπτερα	Phryganeidae, Molannidae, Beraeidae, Odontoceridae, Leptoceridae, Goeridae, Lepidostomatidae, Brachycentridae, Serico-stomatidae	
Δίπτερα	Athericidae, Blephariceridae	
Καρκινοειδή Οδοντόγναθα	Astacidae Lestidae, Agriidae (C alopterygidae), Gomphidae, Cordulegasteridae, Aeshnidae, Corduliidae, Libellulidae	8
Τριχόπτερα	Psychomyidae, Philopotamidae, Glossosomatidae	
Εφημερόπτερα	Ephemerellidae	7
Πλεκόπτερα	Nemouridae	
Τριχόπτερα	Rhyacophilidae, Polycentropodidae, Limnephilidae	
Μαλάκια	Neritidae, Viviparidae, Ancyliidae Unionidae	6
Τριχόπτερα	Hydroptilidae	
Αμφίποδα	Corophiidae, Gammaridae	
Οδοντόγναθα	Platycnemididae, Coenagruidae	
Εφημερόπτερα	Oligoneuriidae	5
Κολεόπτερα	Dryopidae, Elmthidae, Helophoridae, Hydrochidae, Hydraenidae, Clambidae	
Τριχόπτερα	Hydropsychidae	
Δίπτερα	Tipulidae, Simuliidae	
Πλατυέλμινθες	Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae	
Εφημερόπτερα	Baetidae, Caenidae	4
Κολεόπτερα	Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae	
Δίπτερα	Tabanidae, Stratiomyidae, Empididae, Dolichopodidae, Dixidae, Ceratopogonidae, Anthomyidae, Limoniidae, Psychodidae	
Μεγαλόπτερα	Sialidae	
Ακάρεα	Hidracarina	
Βδέλλες	Piscicolidae	
Μαλάκια	Valvatidae, Hydrobiidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae	3
Ημίπτερα	Sphaeriidae, Bithyniidae, Bythinellidae	
Κολεόπτερα	Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Naucoridae, Notonectidae, Pleidae, Corixidae	
Βδέλλες	Helodidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, Dytiscidae, Gyrinidae	
Ισόποδα	Glossiphoniidae, Hirudinidae, Erpobdellidae	
Δίπτερα	Asellidae, Ostracoda	
Δίπτερα	Chironomidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae	2
Ολιγόχαιτοι	Oligochaeta (όλη η κλάση)	1



# Βιοδείκτες

Για τη δημιουργία του Ελληνικού Συστήματος Αξιολόγησης (ΕΣΑ) λήφθηκαν & χρησιμοποιήθηκαν 473 δείγματα από καθαρούς & ρυπασμένους σταθμούς από 8 λεκάνες απορροής

Τα δείγματα λαμβάνονταν με ημιποσοτική μέθοδο (3 -minute kick/sweep) & τα ζώα προσδιορίζονταν σε επίπεδο οικογένειας

## Ε.Σ.Α.

Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης

Vassilia Artemiadou and Maria Lazaridou (2005).  
Evaluation Score and Interpretation Index of the  
ecological quality of running waters in Central and  
Northern Hellas. *Environmental Monitoring and  
Assessment* 110: 1-40



# Βιοδείκτες

## Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (Ελληνικός βιολογικός δείκτης)

- Αναβαθμολόγηση ταξινομικών ομάδων
- Διαχωρισμός υποστρώματος σε τρεις κατηγορίες: τελείως χονδρόκοκκο (>70%), τελείως λεπτόκοκκο (>70%) & μικτό.
- Κάθε ταξινομική ομάδα για να εισαχθεί έπρεπε να έχει συλλεχθεί από 5 τουλάχιστον δείγματα κάθε κατηγορίας υποστρώματος
- Ακολούθησε μαθηματική επεξεργασία βασισμένη στις τιμές του Ισπανικού συστήματος αξιολόγησης BMWP' & του μέσου όρου του IASPT'
- Για τις οικογένειες Neritidae & Sphaeriidae κρατήθηκαν οι αρχικές βαθμολογίες



# Βιοδείκτες

## Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (Ελληνικός βιολογικός δείκτης)

- ✓ Ο παράγοντας της σχετικής αφθονίας λαμβάνεται υπόψη
- ✓ Το ελληνικό σύστημα αξιολόγησης (ΕΣΑ) επηρεάζεται σημαντικά από τις διαφορές μεταξύ των εποχών. Γι' αυτό είναι απαραίτητος ο υπολογισμός του ΜΟΔΤ επειδή δεν επηρεάζεται από τις εποχές
- ✓ Το ελληνικό σύστημα αξιολόγησης (ΕΣΑ) επηρεάζεται σημαντικά από την ποικιλότητα των ποτάμιων ενδιαιτημάτων για αυτό χρησιμοποιείται μια μήτρα ενδιαιτημάτων που μας βοηθάει να τα χαρακτηρίσουμε ως φτωχά ή πλούσια και ανάλογα να επιφέρουμε διόρθωση στο δείκτη
  - Μεγάλη ποικιλότητα ενδιαιτημάτων συνεπάγεται μεγάλη ποικιλότητα ειδών
  - Εάν η κατάσταση των ενδιαιτημάτων είναι καλή, δηλαδή φυσική, και ατροποποίητη τότε θα υπάρχει ποικιλία χλωρίδας & πανίδας....



# Βιοδείκτες

## Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης Hellenic Evaluation System

Taxa	P	C	A
	Scores of form J		
a) Capniidae, Chloroperlidae, b) Siphonuridae, c) Aphelocheiridae, d) Blephariceridae e) Phryganeidae, Molanidae, Odontoceridae, Bareidae, Lepidostomatidae, Thremmatidae, Brachycentridae, Helicopsychidae	100	110	120
a) Leuctridae, Perlodidae, Perlidae, b) Sericostomatidae, Goeridae, c) Neophemeridae	90	97	100
a) Nemouridae, Taeniopterygidae, b) Ephemeraeidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, c) Leptoceridae, Polycentropodidae, Psychomyiidae, Philopotamidae, Limnephilidae, Rhyacophilidae, Glossosomatidae, Ecnomidae, d) Aeshnidae, Lestidae, Corduliidae, Libellulidae, e) Athericidae, Dixidae, f) Scirtidae (Helodidae), Gyrinidae, Hydraenidae, g) Sialidae, h) Grapsidae, Potamonidae (Brachyura, i) Astacidae (Macrura)	80	86	90
a) Potamanthidae, b) Calopterygidae, Cordulegasteridae, c) Stratiomyidae, d) Hydrobiidae	70	75	78
a) Platycnemididae, Gomphidae, b) Tabanidae, Ceratopogonidae, Empididae, c) Elminthidae, d) Viviparidae, Neritidae, e) Unionidae,	60	64	67
a) Caenidae, Oligoneuriidae, Polymitarcidae, Isonychiidae, b) Hydropsychidae, c) Ancyliidae, Acroloxidae, d) Gammaridae, Corophidae e) Atyidae, e) Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae, f) Dryopidae, Helophoridae, Hydrochidae, Clambidae, g) Psychodidae, Simuliidae	50	53	56
a) Ephemereidae, Baetidae, b) Hydroptilidae, c) Tipulidae, Dolichopodidae, Anthomyiidae, Limoniidae, d) Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Hydroscaphidae, e) Hydracarina f) Piscicolidae, Glossiphonidae	40	38	35
a) Coenagrionidae, b) Chironomidae (not red) ****, c) Dytiscidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, d) Corixidae, Hebridae, Veliidae, Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Pleidae, Naucoridae, Notonectidae, Belostomatidae, e) Asellidae, Ostracoda, f) Physidae, Bythinidae, Bythinellidae, Melaniidae (Thiaridae), Ellobiidae, g) Hirudinidae, h) Sphaeriidae, i) Oligochaeta *****	30	25	20
a) Chironomidae (red), Rhagionidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephyridae, Chaoboridae b) Lymnaeidae, Planorbidae, c) Erpobdellidae	20	12	3
a) Tubificidae, b) Valvatidae, c) Syrphidae	10	2	1

P=0-1%, C=1,01-10%, A= >10%. \*\*\*\*Τα Chironomidae (όχι κόκκινα) & Oligochaeta (πλην Tubificidae) βαθμολογούνται όπως παραπάνω με κατηγορίες αφθονιών 0-10%, 10.01-20%, >20%.



# Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των βενθικών μακροασπονδύλων

Για να είναι βέβαιο ότι η εξαφάνιση ειδών από τις κοινωνίες οφείλεται στη ρύπανση & σε κάποιες φυσικο-χημικές παραμέτρους, πρέπει να είναι γνωστά ορισμένα χαρακτηριστικά για το **βιολογικό κύκλο** & τις **προτιμήσεις των ζώων αυτών**

- Οι **νύμφες των Plecoptera** εντόμων, που θεωρούνται από τα πλέον ευαίσθητα μακροασπόνδυλα στη ρύπανση, είναι τα πρώτα που εξαφανίζονται. Αυτές ζουν και αγαπούν ποικιλία υποστρώματος και χαμηλές θερμοκρασίες. Αυτό σημαίνει πως αναμένουμε να τα βρούμε στις πηγές και γενικά στα πάνω τμήματα ενός ποτάμιου συστήματος όχι κατά το τέλος του καλοκαιριού και το φθινόπωρο γιατί τότε επικρατούν υψηλές θερμοκρασίες στο νερό. Κατά τους μήνες αυτούς, έχει ήδη γίνει η εκκόλαψη και τα έντομα πετούν στον αέρα ως ενήλικα
- Οι **προνύμφες των Trichoptera** εντόμων, τόσο αυτές με θήκες όσο και αυτές χωρίς θήκες, αγαπούν ποικιλία υποστρώματος και αντέχουν στη μεγάλη ροή. Τις αναμένουμε λοιπόν να τις βρούμε στο ανάντη ενός ποτάμιου συστήματος





# Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των βενθικών μακροασπονδύλων

Άλλοι φυσικο-χημικοί παράγοντες:

Λήψη των μακροασπονδύλων με την ημιποσοτική 3-λεπτη μέθοδο λακτίσματος-σαρώματος (3 min kick-sweep) καλύπτοντας αναλογικά όλους τους μικρο-βιοτόπους.

- Τύπος υποστρώματος με την κλίμακα Wentworth

Υπόστρωμα:	Ογκόλιθοι	Κροκάλες	Χαλίκια	Αδρό ίζημα	Αμμος	Ιλύς
Διάμετρος (mm) :	> 256 mm	16-256	4-16	>2	0.625-2	0.0039- 0.0625

- Βάθος και πλάτος
- Ταχύτητα ρεύματος (ροή)
- Απόσταση από την πηγή
- Υψόμετρο
- Κλίση εδάφους
- Χαρακτηριστικά τοπίου (κοίτης, όχθων, χρήσεων γης στα 50μ από τις όχθες)
- Χλωρίδα και Πανίδα
- Φυσικοχημικές μετρήσεις



# Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των βενθικών μακροασπονδύλων

Δεδομένα που αντανακλούν την ποιότητα του νερού η οποία εκφράζεται με τη δομή των κοινωνιών του μακροζωοβένθους:

- **Διαπερατότητα** του νερού στο **φως**
- **O<sub>2</sub>**
- **Θερμοκρασία**
- **pH** {υπόστρωμα, σκληρότητα του νερού)
- **Αγωγιμότητα** (μέτρηση της ιοντικής δυναμικότητας)  $\approx$  ρύπανση
- **BOD**  $\approx$  οργανική ρύπανση
- **Ροή**
- **Ολικά διαλυτά στερεά (TDS)**
- **Υπόστρωμα** {ιλύς / άμμος / αδρό ίζημα / χαλίκια / κροκάλες / ογκόλιθοι}
- **Αμμωνιακά**
- **Νιτρώδη και νιτρικά**  $\approx$  οργ. ρύπανση
- **Φωσφορικά** συνεισφέρουν στον ευτροφισμό
- **Ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS)**



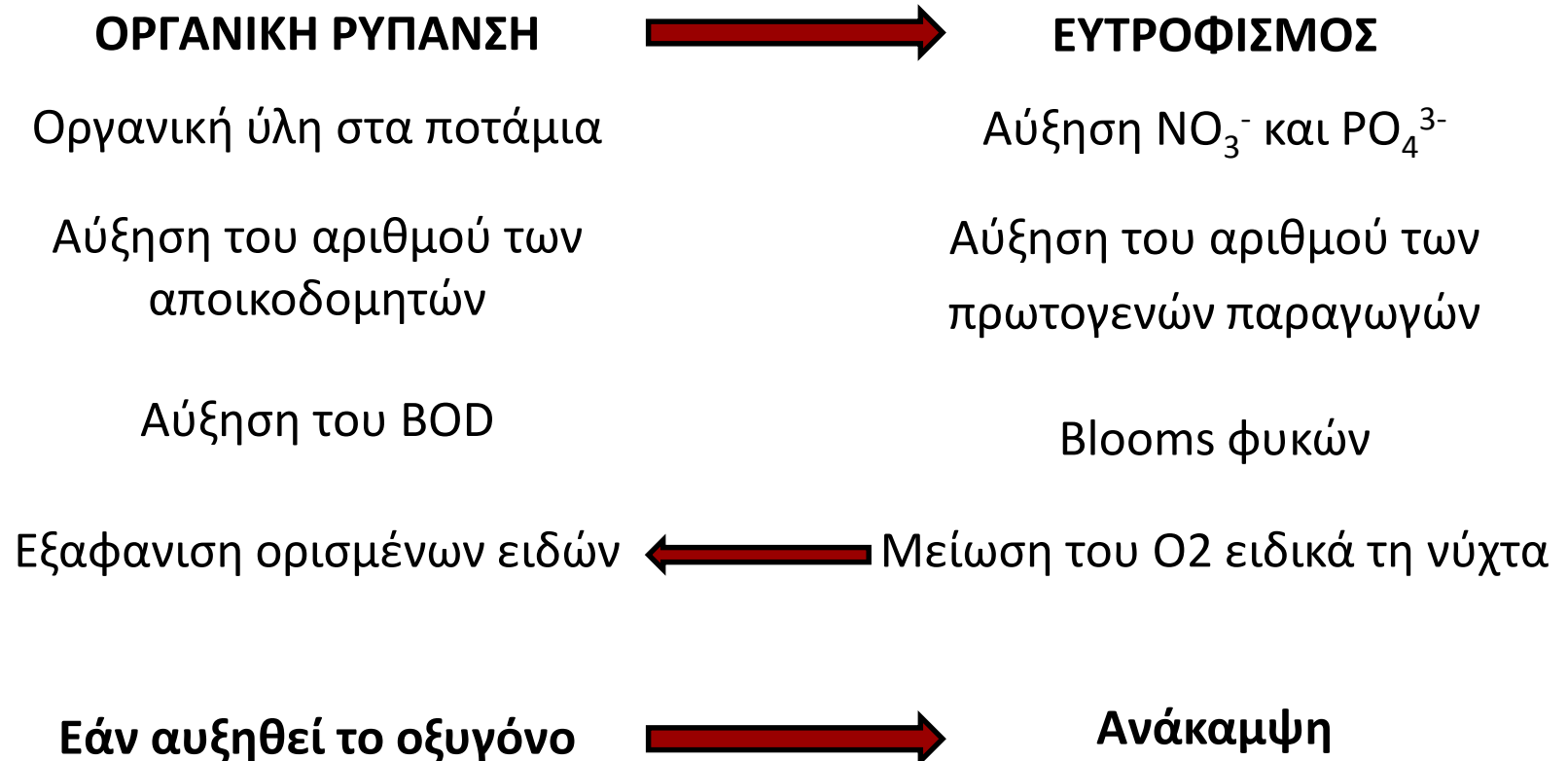
# Παράγοντες που επηρεάζουν την κατανομή των βενθικών μακροασπονδύλων

Τιμές φυσικο-χημικών παραμέτρων για καθαρά νερά: Gammarus/ Asellus (>1)

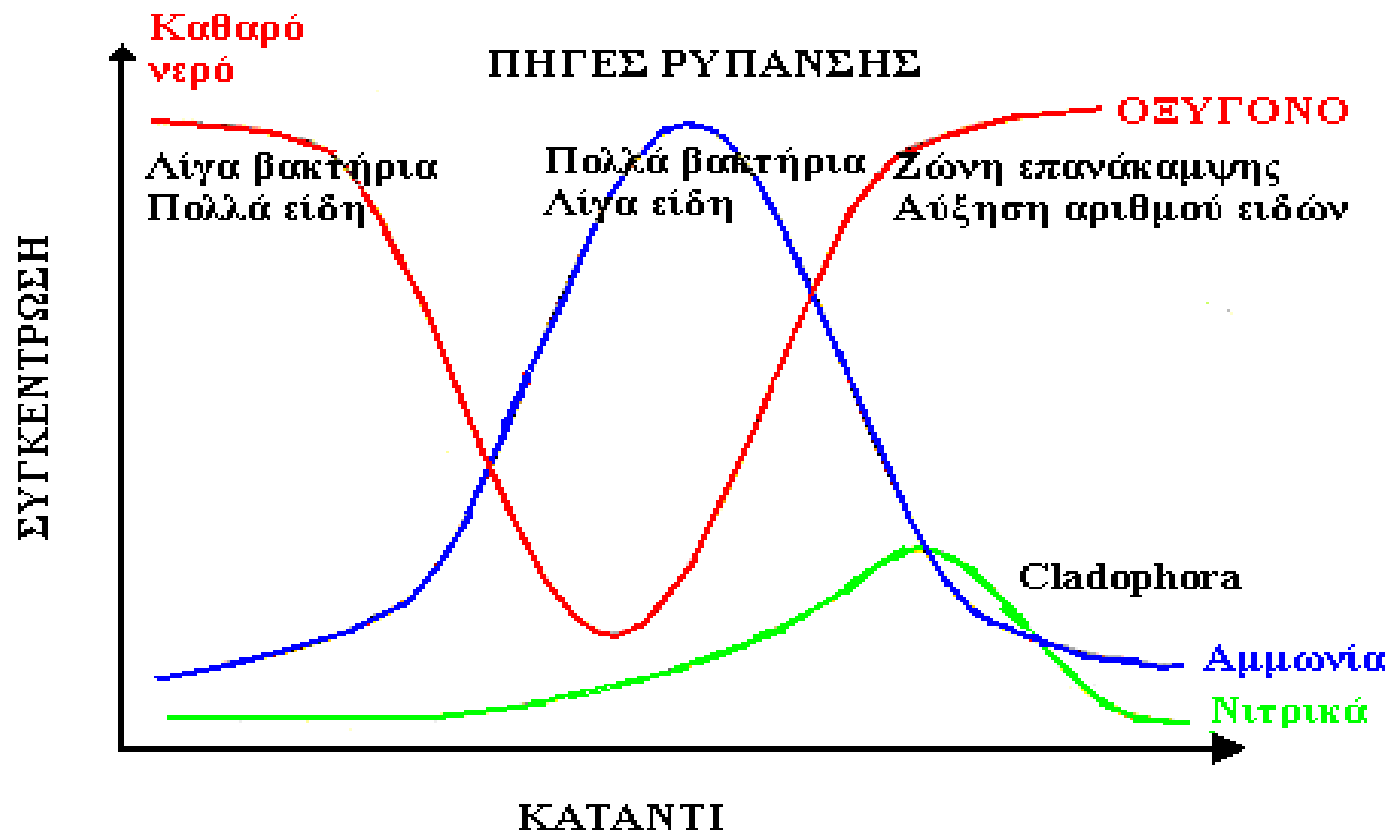
- $T^{\circ}\text{C} \sim 12-25^{\circ}\text{C}$
- $\text{DO} > 60\%$  ή  $5\text{mg/l}$
- $\text{pH} \quad 6.5-8.5$
- $\text{BOD} < 2.5 \text{ mg/l}$
- $\text{ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ} < 400 \mu\text{Siemens}$
- $\text{NH}_4\text{-N} < 5\text{mg/l}$
- $\text{NH}_4 \quad 0.04 -1 \text{ mg/l}$
- $\text{NH}_3\text{-N} < 0.02 \text{ mg/l}$
- $\text{N-NO}_3 \quad 25-50 \text{ mg/l}$  (νιτρικά)
- $\text{O-PO}_4 \quad 0.4-5 \text{ mg/l}$
- $\text{P tot} < 1 \text{ mg/l}$
- Αιωρούμενα στερεά  $25 \text{ mg/l}$



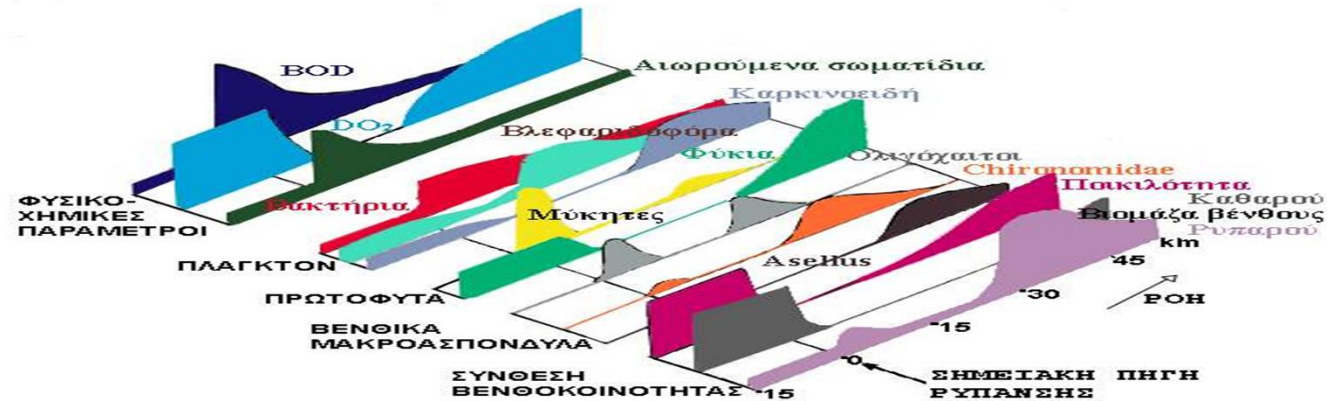
# Παράγοντες που επηρεάζονται από τη ρύπανση



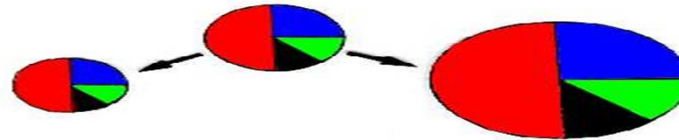
# Παράγοντες που επηρεάζονται από τη ρύπανση



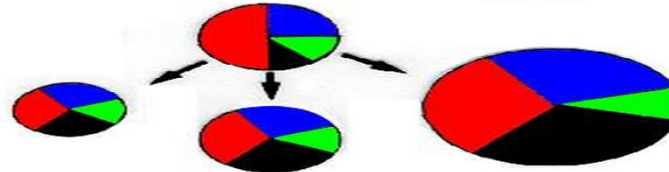
# Παράγοντες που επηρεάζονται από τη ρύπανση



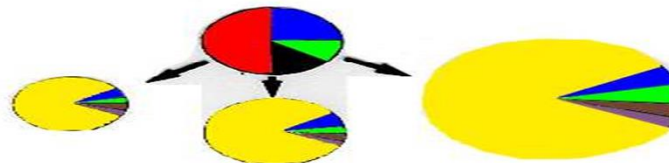
Αλλάζει η βιομάζα  
Σύνθεση βιοκοινότητας ίδια



Ίδια είδη  
Αλλαγή σύνθεσης & βιομάζας



Είδη & σύνθεση αλλάζουν  
Βιομάζα μπορεί ν' αλλάξει



# Εποχικότητα

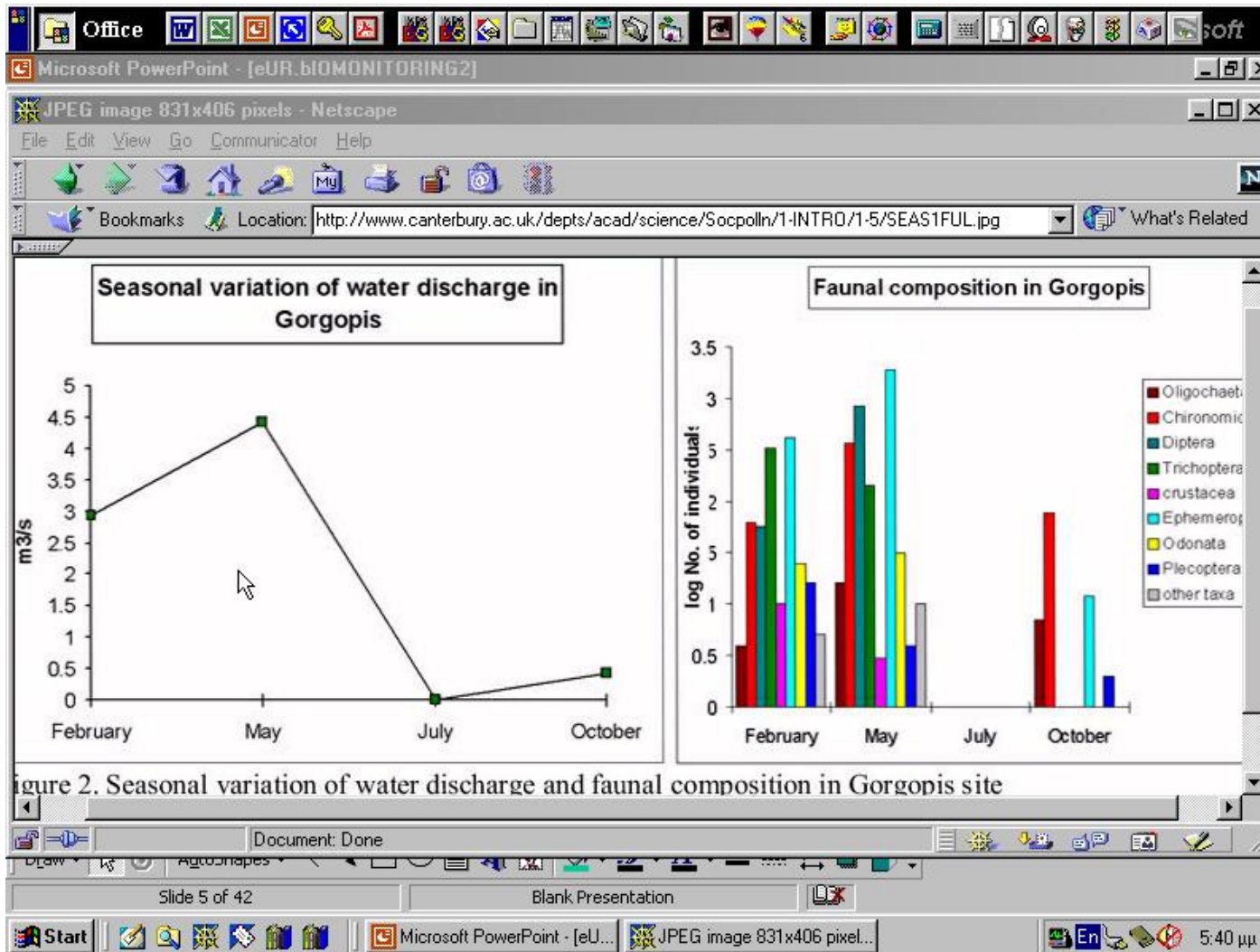


Figure 2. Seasonal variation of water discharge and faunal composition in Gorgopis site



# Μοντέλα πρόβλεψης

Οποιοσδήποτε αλλαγές της βιοκοινωνίας σχετίζονται με τους διάφορους οργανικούς ρύπους, σε περίπτωση που οι διάφορες φυσικο-χημικές παράμετροι παραμένουν σταθερές και ευνοϊκές για την αναμενόμενη σύνθεση της βιοκοινωνίας (παράμετροι όπως το υπόστρωμα, η θερμοκρασία, το pH).

Για να είναι γνωστή η σύνθεση των βιοκοινωνιών κατά μήκος ενός ποταμού, πρέπει να υπάρχουν **μελέτες αναφοράς** οι οποίες να αναφέρονται:

- 1) στις **μηνιαίες αλλαγές της σύνθεσης** κατά μήκος ενός ποταμού (εξαιτίας κυρίως της αλλαγής της ροής και του υποστρώματος ενός ποτάμιου συστήματος) από τις πηγές ως τις εκβολές του και
- ✓ Για να μελετήσουμε την επίπτωση μιας σημειακής πηγής ρύπανσης ως προς τις **αλλαγές της σύνθεσης της κοινωνίας των βενθικών μακροασπονδύλων** πρέπει να μελετήσουμε έναν σταθμό ακριβώς ανάντη της πηγής («σταθμός αναφοράς») και έναν κατόντη.





# Μοντέλα πρόβλεψης

Στη Μεγάλη Βρετανία αναπτύχθηκε το πρόγραμμα RIVPACS (River Invertebrate Prediction and Classification System) στο οποίο εισήχθησαν δεδομένα από φυσικο-χημικές παραμέτρους, αβιοτικούς περιγραφείς όπως το υψόμετρο και τα βενθικά μακροασπόνδυλα αδιατάρακτων σταθμών (αναφοράς), Με αυτό:

➤ Δίνεται η δυνατότητα για θεωρητική εκτίμηση των βιοκοινωνιών των βενθικών μακροασπονδύλων όταν γνωρίζουμε τις φυσικο-χημικές παραμέτρους. Το πρόγραμμα αυτό έχει τη δυνατότητα πρόβλεψης:

**α)** ταξινόμησης με βάση της παρουσίας/απουσίας οικογενειών & ειδών,

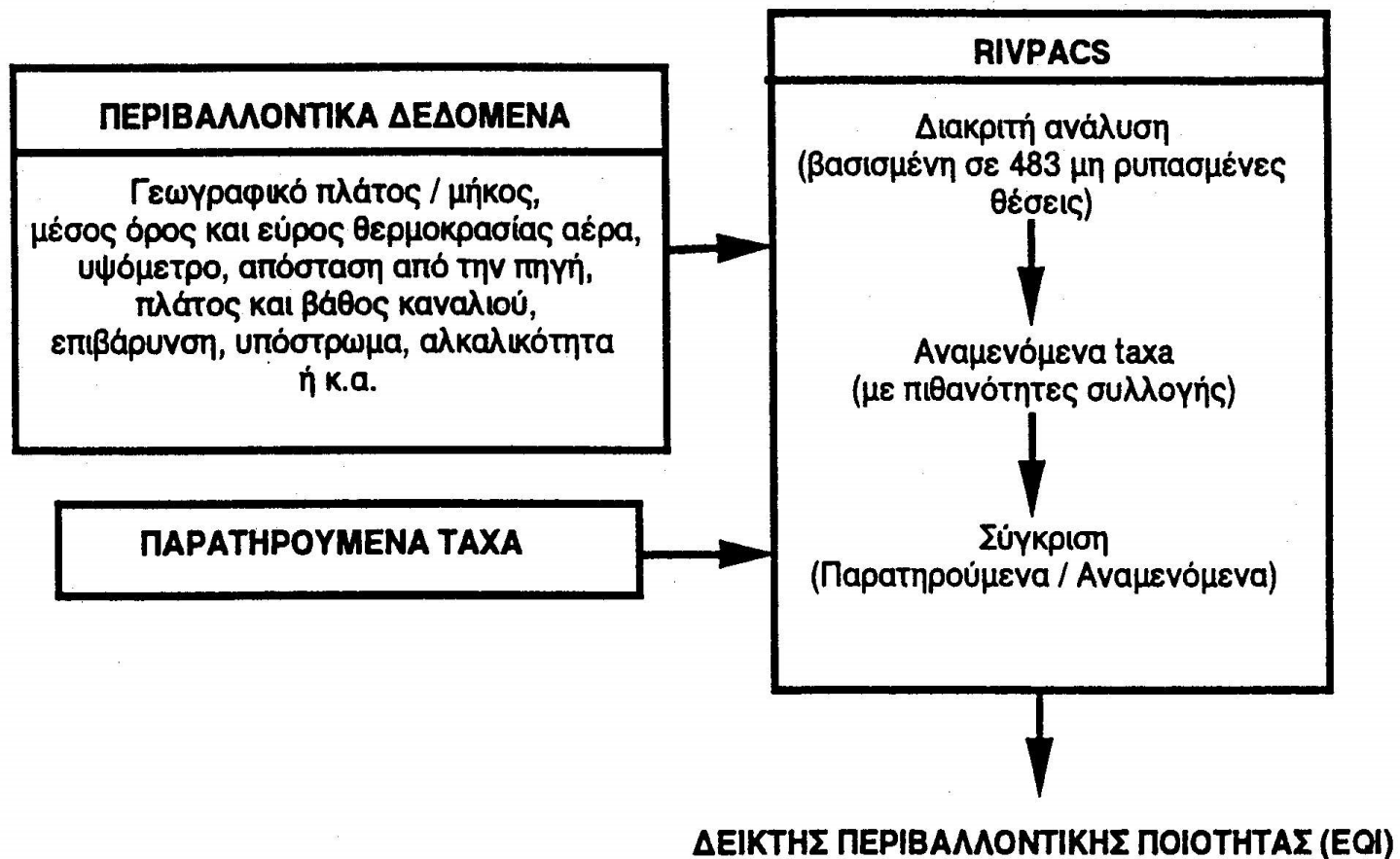
**β)** ομαδοποίησης των σταθμών,

**γ)** εκτίμησης της παρουσίας ή απουσίας των οικογενειών και ειδών βενθοπανίδας όταν είναι γνωστά κάποια φυσικο-χημικά δεδομένα στους σταθμούς και

**δ)** το βαθμό καθαρότητας, για το δεδομένο σταθμό, σύμφωνα με κάποιο βιολογικό δείκτη όπως του Μέσου δείκτη ανά Ταχον (Μ.Δ.Α.Τ.).



# Μοντέλα πρόβλεψης



Απεικόνιση της λειτουργίας του προγράμματος RIVPACS.



# Μοντέλα πρόβλεψης

**Γιατί χρειάζεται στην Ελλάδα να κατασκευαστεί δικό μας μοντέλλο πρόβλεψης:**

- Η λειτουργία του προγράμματος RIVPACS το οποίο εφαρμόζεται στη Μ. Βρετανία και έχει τη δυνατότητα πρόβλεψης **δεν είναι δυνατόν να εφαρμοστεί ως έχει στη χώρα μας** αν λάβουμε υπόψη τις διαφορές των κλιματικών συνθηκών της Ελλάδας (μεγάλο ποσοστό ξηρασίας των χειμάρων) και την άρδευση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.
- ✓ Στη χώρα μας χρειάζεται συστηματική και εκτεταμένη έρευνα και παρακολούθηση των βιοκοινωνιών των βενθικών μακροασπονδύλων για να κατασκευαστούν μοντέλα πρόβλεψης προσαρμοσμένοι στα ποτάμια συστήματα της Ελλάδας.



# Βιβλιογραφία

- Croft P.S. (1986) *Field Studies* 6,531-579.
- Mellanby H. (1963) *Animal life in fresh water*. Chapman and Hall, London.
- Perry S. (1990) *Life in freshwater (Projects for rivers, streams, ponds and lakes)* *Biological Sciences Review* 3 (1), 25-31
- Clarke R.T. (2000): *Uncertainty in estimates of biological quality based on RIVPACS*, pp. 39-54. In J.F. Wright, D.W. Sutcliffe & M.T. Furse (eds):
- Clarke R.T., Wright J.F. & Furse M.T. (2003): RIVPACS models for predicting the expected macroinvertebrate fauna and assessing the ecological quality of rivers. *Ecological Modelling*, 160, 219-233.
- Sutcliffe & M.T. Furse (eds): *Assessing the Biological Quality of Fresh Waters: RIVPACS and Other Techniques*. Freshwater Biological Association, Ambleside, pp. 373.
- Moss D., Furse M.T., Wright J.F. & Armitage D. (1987): The prediction of the macroinvertebrate fauna of unpolluted running water sites in Great Britain using environmental data. *Freshwater Biology*, 17, 41-52.
- Moss D. (2000): *Evolution of statistical methods in RIVPACS*. pp. 25-38. In J.F. Wright, D.W. Sutcliffe & M.T. Furse (eds): *Assessing the Biological Quality of Fresh Waters: RIVPACS and Other Techniques*. Freshwater Biological Association, Ambleside, pp. 373.





# Τέλος Ενότητας 16

Επεξεργασία: Λατινόπουλος Διονύσης  
Θεσσαλονίκη, Εαρινό Εξάμηνο 2014



Ευρωπαϊκή Ένωση  
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ  
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΣΠΑ  
2007-2013  
πρόγραμμα για την ανάπτυξη  
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

