



ΠΜΣ_ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ

Παρακολούθηση Παράκτιων Λιμνοθαλασσών με
Βιολογικά Ποιοτικά Στοιχεία–
Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/ΕΕ

Σχέδια Διαχείρισης Λεκανών Απορροής



Εύα ΠΑΠΑΣΤΕΡΓΙΑΔΟΥ

Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Βιολογίας
enapar@upatras.gr

1



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΟΔΗΓΙΑ ΠΛΑΙΣΙΟ ΓΙΑ ΤΑ
ΥΔΑΤΑ
WFD 2000/60/ΕΕ – Νόμος 3199/2003

Οδηγία 2000/60 του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου
της 23ης Οκτωβρίου 2000

*«το νερό δεν αποτελεί ένα απλό εμπορικό
προϊόν όπως οποιοδήποτε άλλο, αλλά,
είναι μια κληρονομιά που πρέπει να
προστατευθεί...»*

2

ΝΕΑ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΓΙΑ ΤΟ ΝΕΡΟ



EU Water Framework Directive 2000/60



• θέσπιση Κοινοτικού νομοθετικού & πολιτικού πλαισίου για την προστασία των *εσωτερικών, μεταβατικών, παράκτιων & υπόγειων υδάτων* με κοινές αρχές και μέσα.

• επίτευξη “καλής οικολογικής κατάστασης” σε όλα τα επιφανειακά νερά μέχρι το έτος 2015 για κάθε **Λεκάνη Απορροής Ποταμού**.



3



Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά WFD 2000/60/EE – Νόμος 3199/2003

Θέσπιση πλαισίου για την προστασία των *εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων & των υπόγειων υδάτων*:

- Να αποτρέψει την **περαιτέρω επιδείνωση**, να προστατεύσει & να βελτιώσει την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων αλλά & των εξαρτωμένων απ' αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων & υγροτόπων.
- Να προωθήσει τη **βιώσιμη χρήση του νερού** βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδατικών πόρων.
- Να διασφαλίσει την **προοδευτική μείωση της ρύπανσης** των υπόγειων υδάτων.
- Να συμβάλλει στο **μετριασμό των επιπτώσεων** από πλημμύρες & ξηρασία".



4

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΚΕΣ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΕΙΣ

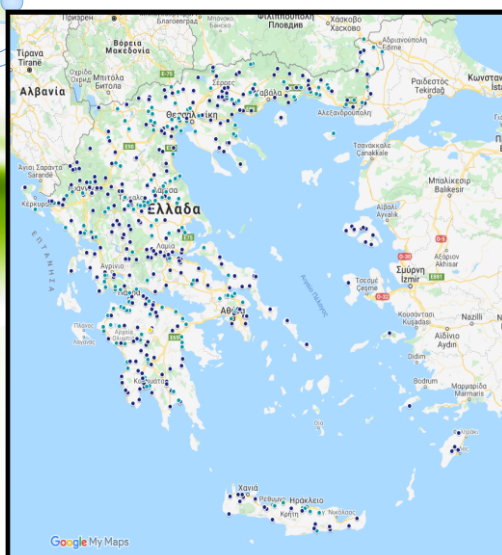
- Κατάρτιση προγραμμάτων Παρακολούθησης της Οικολογικής Κατάστασης των επιφανειακών υδάτων (**monitoring**).
- Δίκτυα Παρακολούθησης όλων των κατηγοριών επιφανειακών υδάτων σε κάθε **Λεκάνη Απορροής Ποταμού**.
- Πιστοποίηση της ποιότητας των επιφανειακών νερών με **Βιολογικά Κριτήρια**.



5

Δίκτυο Παρακολούθησης Οικολογικής Ποιότητας (Άρθρο 5)

Κάθε κράτος μέλος εξασφαλίζει ότι, για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού που βρίσκεται στο έδαφος του, αναλαμβάνει:



- την **ανάλυση των χαρακτηριστικών** της λ.α.
- την επισκόπηση **των επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων** στην κατάσταση των επιφανειακών & των υπόγειων υδάτων
- την **οικονομική ανάλυση** της χρήσης ύδατος



6

Θεοπιση Πλαισίου Ολοκληρωμένης Διαχείρισης των Υδάτων

α' Εσωτερικά επιφανειακά ύδατα

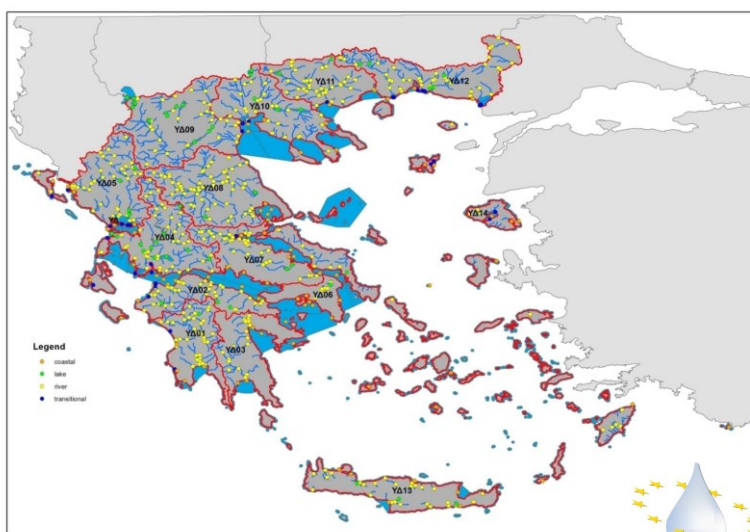
- Ποταμοί
- Λίμνες
- Μεταβατικά ύδατα (υφάλμυρα ύδατα στις εκβολές ποταμών)
- Παράκτια ύδατα
Έως ένα ναυτικό μίλι από τον αιγιαλό, εκτεινόμενο, κατά περίπτωση, έως το όριο των μεταβατικών υδάτων
- Χωρικά ύδατα, σε ότι αφορά την χημική τους σύσταση

β' Υπόγεια ύδατα



7

ΥΔΑΤΙΝΑ ΣΩΜΑΤΑ : ΛΙΜΝΕΣ, ΠΟΤΑΜΙΑ, ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΛΙΜΝΟΘΑΛΑΣΣΕΣ



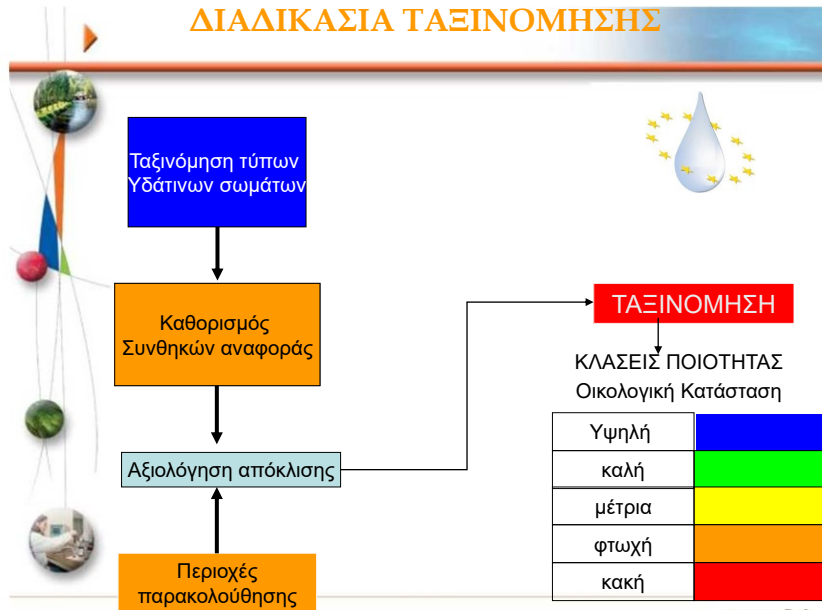
8



9



10



11

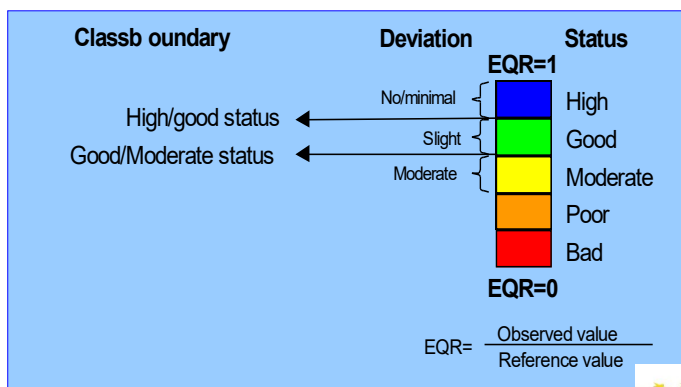


12

ΚΛΑΣΕΙΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ

Η απόκλιση από τις συνθήκες αναφοράς ενός υδάτινου σώματος υπολογίζεται με το

Λόγο Οικολογικής Ποιότητας (EQR)



εξασφαλίζοντας έτσι τη συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων

13



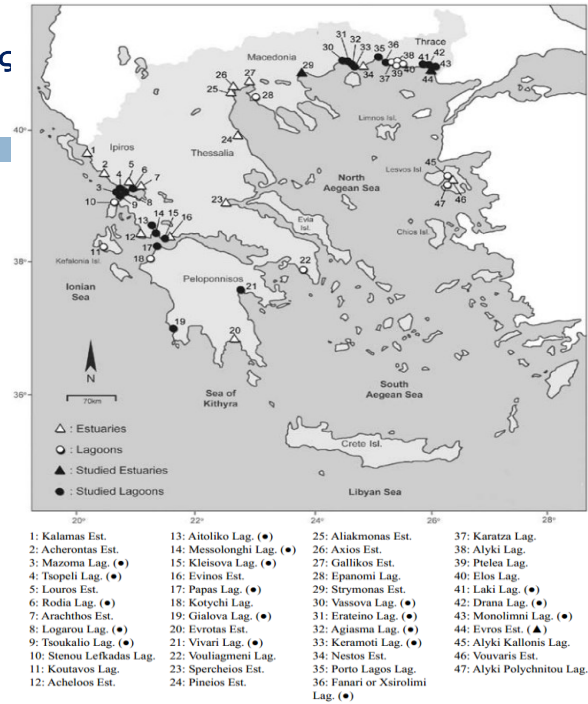
WFD/2000/60: Μεταβατικά ύδατα [Transitional waters] – Παράκτιες λιμνοθάλασσες [Coastal lagoons]

- Οι παράκτιες λιμνοθάλασσες '*Coastal lagoons*' είναι δυναμικά οικοσυστήματα που χαρακτηρίζονται από ρηχά νερά και απομονώνονται από την ανοικτή θάλασσα μέσω παράκτιων φραγμάτων (Kjerfve, 1994).
- Αντιπροσωπεύουν έναν οικοτόνο "ecotone" μεταξύ θαλάσσιων, γλυκού νερού & χερσαίων οικοσυστημάτων, παρουσιάζοντας μερικά από τα τυπικά χαρακτηριστικά & των τριών.
- Τα **μεταβατικά ύδατα** '*Transitional waters*' είναι συστήματα επιφανειακών υδάτων κοντά στα στόμια του ποταμού, τα οποία έχουν μερικώς αλμυρό νερό, ως αποτέλεσμα της εγγύτητάς τους με τα παράκτια ύδατα & τα οποία επηρεάζονται ουσιαστικά από τις ροές γλυκού νερού (WFD/2000/60/EE).

14

Ελληνικές Λιμνοθάλασσες Coastal lagoons

- Υψηλής Οικονομικής Αξίας για την Αλιεία
- 10 Λιμνοθάλασσες είναι περιοχές Ramsar
- Δυτική Ελλάδα (43,3%)
- Ανατολική Μακεδονία & Θράκη(28,9%)
- Καλύπτουν το 14,1% της συνολικής έκτασης των υγροτόπων




15




16



17



Μεσογειακές λιμνοθάλασες



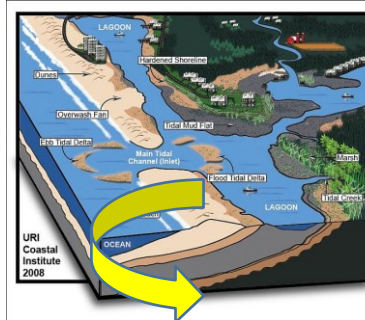
- ✓ Ανήκουν στα **μεταβατικά ύδατα** (transitional waters, TW) της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα [WFD 2000/60/ΕΕ]
- ✓ Αποτελούν αυτόνομα, δυναμικά οικοσυστήματα υψηλής παραγωγικότητας
- ✓ Παρουσιάζουν ιδιαίτερα μορφολογικά και οικολογικά χαρακτηριστικά (μικρό βάθος, μεγάλο εύρος τιμών αλατότητας)
- ✓ Έντονες χωρικές & χρονικές διακυμάνσεις των αβιοτικών παραμέτρων
- ✓ Αποτελούν προστατευόμενο Οικότοπο κατά Προτεραιότητα της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ (*1150 *lagoons*) Δίκτυο Natura 2000.

18

Μεσογειακές λιμνοθάλασσες

Από γεωλογική άποψη

Δημιουργήθηκαν τα τελευταία
20.000 χρόνια



Δημιουργία φραγμού

- α) Κάποτε ήταν τμήματα του ωκεανού που αποκόπηκαν ή χωρίστηκαν από αυτόν με προσχώσεις, θίνες ή προέκυψαν ως αποτέλεσμα τεκτονικών διεργασιών
- β) Ήταν λίμνες γλυκού νερού που ενώθηκαν με τη θάλασσα
- γ) Σχηματίστηκαν με μεταφορά αλλουβιακών υλών από ποτάμια

19

Μεσογειακές λιμνοθάλασσες



- Περιοχές μεγάλης αξίας για τον άνθρωπο
- Πολυπληθείς οικονομικές -ψυχαγωγικές δραστηριότητες
- Στήριξη της βιοποικιλότητας

Καθεστώς προστασίας

- ✓ Παράρτημα Ι της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ (*1150 lagoons)
- ✓ Διεθνείς Συμβάσεις (π.χ. Ραμσάρ, ICZM, WFD 2000/60)

Απειλές

- ✓ Ευτροφισμός
- ✓ Τουρισμός, οικιστική ανάπτυξη
- ✓ Εισροές πρωτογενή τομέα (γεωργία, κτηνοτροφία)
- ✓ Αλιεία
- ✓ Κλιματική αλλαγή

20



Ελληνικές λιμνοθάλασες



➤ **Γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά** (Papatheodorou et al., 2002; Kapsimalis et al., 2005; Karageorgis, 2007)

➤ **Μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων** (Kormas et al., 2001; Sylaios & Theocharis, 2002; Avramidis et al., 2010; Alexakis, 2011, Χρησιτά, 2005, Φυττής, 2011, Christia & Papastergiadou, 2006, 2007)

➤ Παρακολούθηση βιολογικών ποιοτικών στοιχείων όπως **φυτοπλαγκτόν, ασπόνδυλα, ψάρια** (Nicolaidou et al., 2005; Reizopoulou & Nicolaidou, 2007; Katselis et al., 2003, Fyttis et. al. 2018)

➤ **Υδρόβια μακρόφυτα** μόνο σε κάποιες λιμνοθάλασες της Β. Ελλάδας κυρίως μακροφύκη (Orfanidis et al., 2001, 2003; Malea et al., 2004)

21

Mediterranean Coastal lagoons

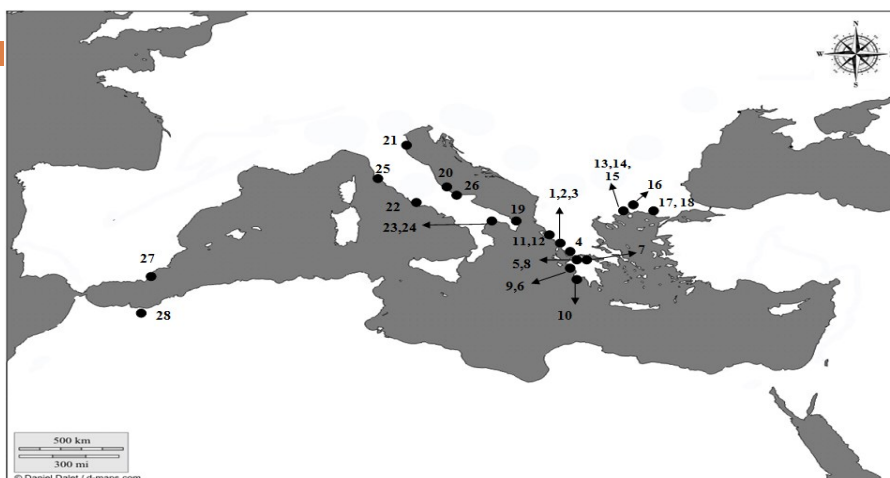


Figure 1. Map with coastal lagoons of the Mediterranean Sea used for the typological classification of coastal lagoons of Western Greece. Numbers showed coastal lagoons (1, 2, 3: Rodia, Tsoukalio, Logarou – 4: Klisova – 5, 8: Araxos, **Prokopos** – 7: Alyki Aigiou, 9, 6: **Kotychi**, Kaiafas – 10: Gialova – 11,12: Loutsia-Papadia, Richo – 13,14,15: Erateino, Vassova, Agiasma – 16: Vistonis – 17,18: Drana, Monolimni – 19: Alimini- 20: Lesina – 21: Valli di Comacchio – 22: Fogliano – 23, 24: Mar Grande, Mar Piccolo – 25: Orbetello – 26: Varano – 27: Mar Menor – 28: Nador).

22

Βιολογικά Ποιοτικά Στοιχεία αξιολόγησης Biological Quality Elements [BQEs]

Υδρόβια μακρόφυτα των λιμνοθαλασσίων

Αγγειόσπερμα



Χαρόφυτα



Ruppia cirrhosa

Φυτοπλαγκτόν



Φύκη (Algae)

Χλωρόφυτα



Ροδόφυτα



Ωχροφύτα



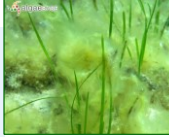


Bio indicators of Water Quality Assessment

23

Βιολογικά Ποιοτικά Στοιχεία αξιολόγησης Biological Quality Elements [BQEs]

Τα υδρόβια μακρόφυτα ως βιοδείκτες

- ✓Χρήσιμα εργαλεία για την παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας υδάτινων οικοσυστημάτων
- ✓Είναι ορατά με γυμνό μάτι – δεν απαιτείται ιδιαίτερος εξοπλισμός
- Ως δομικά στοιχεία παρουσιάζουν δυναμικές μεταβολές στην κλίμακα του χώρου & του χρόνου
- Σταθερά είδη
- Ενσωματώνουν τις περιβαλλοντικές μεταβολές

24

Τα υδρόβια μακρόφυτα ως βιοδείκτες



Lamprothamnium papulosum,
Zostera noltii & *Ruppia cirrhosa*

Ευκαιριακά είδη (*Ulva*, *Chaetomorpha* κ.α.)



Ruppia cirrhosa &
Cymodocea nodosa



Cymodocea nodosa



Potamogeton pectinatus &
Chara hispida f. corfuensis

Chara hispida f. corfuensis

- > Κόκκινη λίστα για τα χαρόφυτα στα Βαλκάνια
- > Κινδυνεύον είδος σε παγκόσμια κλίμακα (IUCN)

25

Δείκτες

Βιολογικά Ποιοτικά Στοιχεία

Ψυτοπλαγκτό

σύνθεση & αφθονία ειδών,
φυτοπλαγκτονική βιομάζα, άνθηση

Αγγειόσπερμα & Μακροφύκη

διατάραξη ευαίσθητων ειδών, κάλυψη,
αφθονία

Βενθικά ασπόνδυλα & ψάρια

ποικιλότητα, αφθονία, διατάραξη
ευαίσθητων ειδών

Οι δείκτες επιλέγονται με κριτήρια:

- την **ικανότητά** τους να εκφράζουν δομικές & λειτουργικές πτυχές της βιοκοινωνίας.
- την **ευαισθησία** τους σε συγκεκριμένες ανθρωπογενείς πιέσεις



26

Δείκτες

Οι **Βιο δείκτες** είναι εύκολα μετρήσιμα στοιχεία του οικοσυστήματος, χρησιμοποιούνται ως εργαλεία Διαχείρισης για να παρέχουν μακροπρόθεσμα οικολογική πληροφορία σχετικά με την κατάσταση του οικοσυστήματος (OECD 1994, EEA 1999, DEFRA 2003, κ.λπ).

- διακρίνουν αποτελεσματικά την απόκριση της ανθρώπινης επίδρασης από την φυσική διακύμανση,
- στηρίζονται σε μοντέλα πρόβλεψης
- παρέχουν εγκαίρως μηνύματα περιβαλλοντικής αλλαγής & μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διαγνωστικούς σκοπούς.
- προωθούν την ανταλλαγή πληροφοριών και την εύκολη σύγκριση τόσο σε χωρική όσο και σε χρονική βάση.

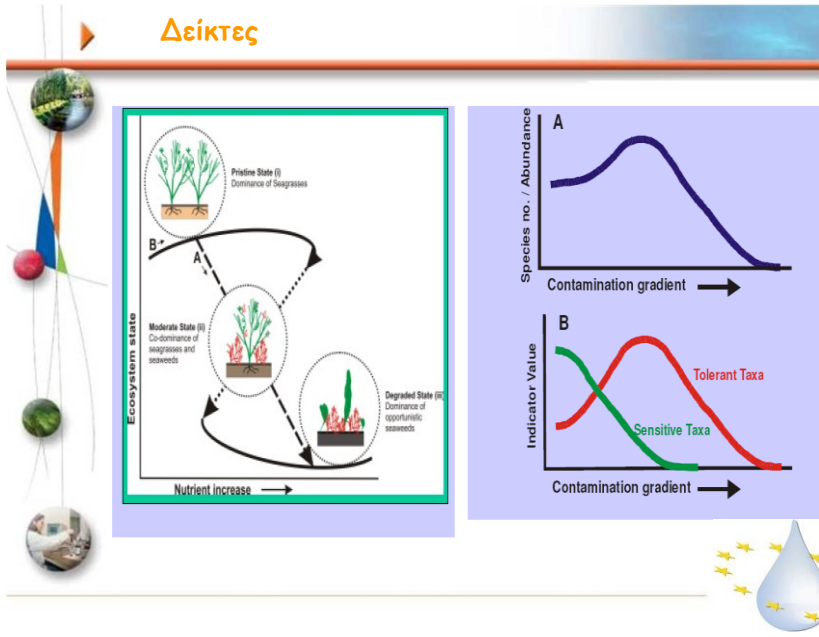
27

Δείκτες

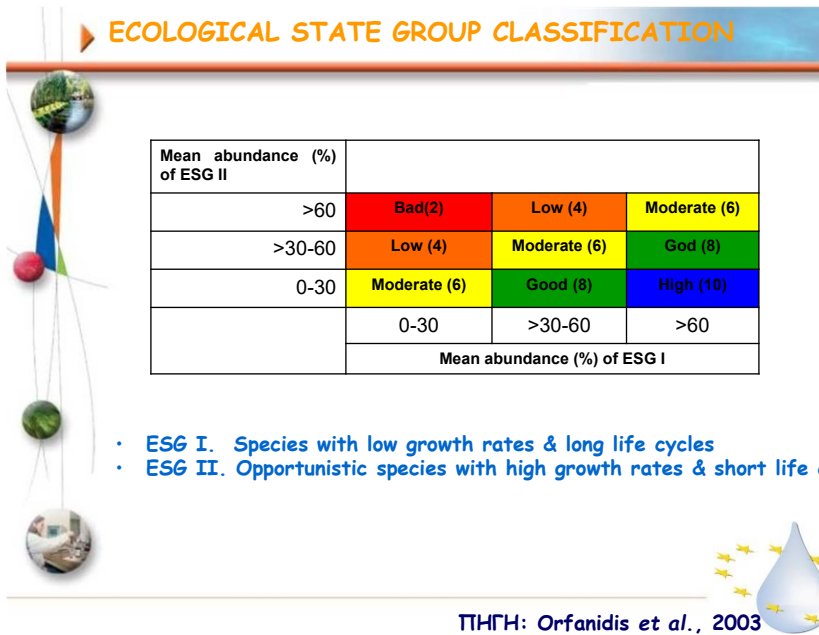
....να αναγνωριστούν χαρακτηριστικά «κλειδιά» της δομής του οικοσυστήματος, λειτουργικά ή οργανισμικά, τα οποία να περιγράφουν αποτελεσματικά την:

- Οικολογική κατάσταση
- Τις πιέσεις Διαταραχής
- Αποτελέσματα της Διαχείρισης

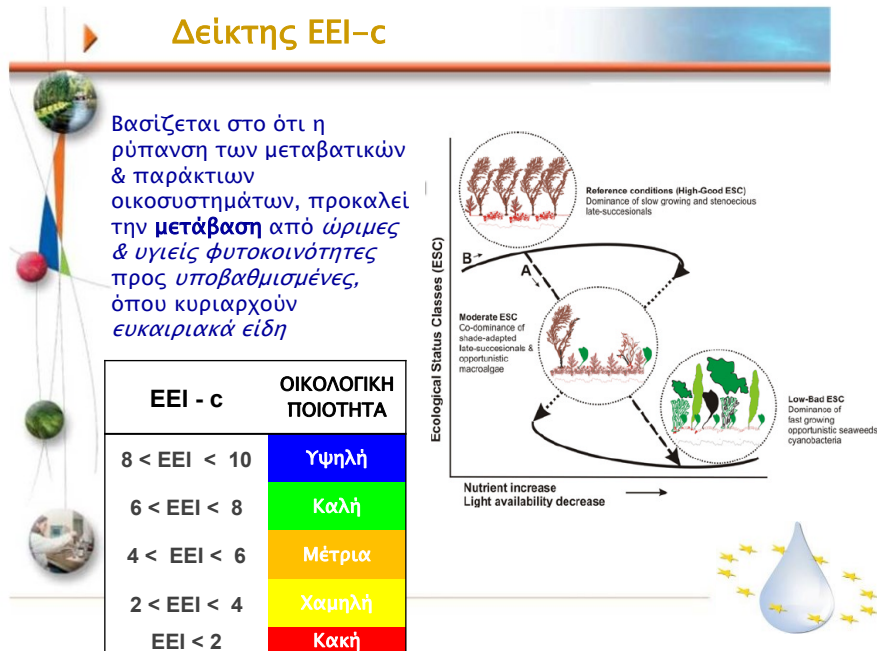
28



29



30



31



32



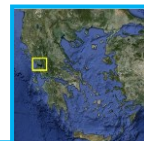
Ελληνικές λιμνοθάλασσες

- ✓ Αξιολόγηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνοθαλασσών της Δ. Ελλάδας με τη χρήση BQEs-βιοδείκτες

- Κατάταξη των λιμνοθαλασσών σε τύπους με αβιοτικά κριτήρια
- Παρακολούθηση της εποχικής διακύμανσης των αβιοτικών και βιοτικών παραμέτρων
- Ανάλυση της δομής και της σύνθεσης των υδρόβιων μακροφυτικών συναθροίσεων
- Διερεύνηση των σχέσεων των αβιοτικών παραμέτρων με τις υδρόβιες μακροφυτικές συναθροίσεις
- Αξιολόγηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνοθαλασσών με τη χρήση τροφικών δεικτών

33

Λιμνοθάλασσες Αμβρακικού Κόλπου



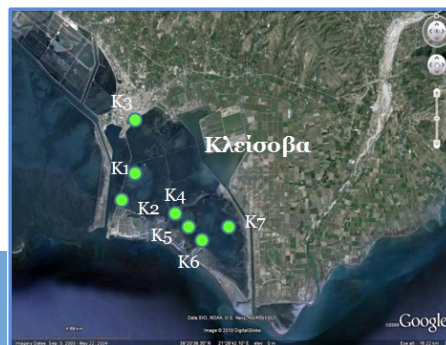
34



35



Λιμνοθάλασσα Κλεισόβα



Επιφάνεια: 19Km²
 Μέσο βάθος: 0,6m
 Μεγ. Βάθος: 1m
Μέση αλατότητα: 45‰ (33,2–56,1‰)
 Είσοδοι επικοινωνίας: 5
 Εισροή γλυκών υδάτων: μέτρια
Βαθμός απομόνωσης: μικρός
Πιέσεις: αγροτικές καλλιέργειες,
 αλιεία, βιολογικός καθαρισμός
 Μεσολογγίου



36



Λιμνοθάλασσα Αράξου

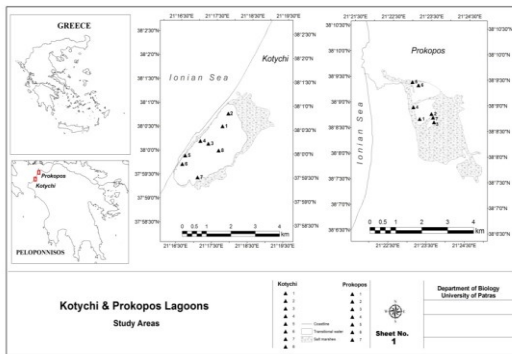


Επιφάνεια: 4Km²
 Μέσο βάθος: 1,2m
 Μεγ. Βάθος: 3m
Μέση αλατότητα: 40,5‰ (30,9–44,7‰)
Εισοδοι επικοινωνίας: 3
Εισροή γλυκών υδάτων: μικρή
 Βαθμός απομόνωσης: μέτριος
Πιέσεις: αλιεία, αγροτικές καλλιέργειες, ανοξικές κρίσεις που οδηγούν σε θάνατο ψαριών



37

Λιμνοθάλασσες Κοτύχι, Πρόκοπος



38

Λιμνοθάλασσα Καϊιάφα

Επιφάνεια: 2Κm²
 Μέσο βάθος: 3,2m
 Μεγ. βάθος: 8,1 m
 Μέση αλατότητα: 9,35‰ (6,9–14,2%)
 Είσοδοι επικοινωνίας: 1
 Εισροή γλυκών υδάτων: υψηλή
 Βαθμός απομόνωσης: μέτριος
 Πιέσεις: τουριστικές δραστηριότητες ιαματικές πηγές
 βιολογικός καθαρισμός Ζαχαρώς πυρκαγιές του 2007



39

Συλλογή δεδομένων

Στο πεδίο (WTW 340i)

Φυσικοχημικές παράμετροι

- Βάθος (m)
- Διαφάνεια (Secchi disk)
- Θερμοκρασία (°C)
- Διαλυμένο Οξυγόνο(DO) (mg/l)
- pH
- Αλατότητα(‰)



Στο εργαστήριο

Στα δείγματα νερού μετρήθηκαν (Α.Ρ.Η.Α.1989)

Ενώσεις του Αζώτου: NO₂-N, NO₃-N, NH₄-N (μg/l)

$$\text{DIN} = (\text{NO}_2\text{-N} + \text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N})$$

Ενώσεις του Φωσφόρου: PO₄-P, Total P (μg/l)

Συγκέντρωση Χλωροφύλλης-α (Chl-a)(μg/l)

40

Συλλογή δεδομένων

Υδρόβια μακρόφυτα

- ❖ Αφθονία (%)
- ❖ Φυτοκάλυψη (%)
- ❖ Σύνθεση

▪ Ελάχιστη δειγματοληπτική επιφάνεια: (50cm x 50cm)

▪ Κάλυψη - αφθονία, (κλίμακα του Braun-Blanquet)

1 = <20%,
2 = 21-40%,
3 = 41-60%,
4 = 61-80%,
5 = 81-100%

▪ Προσδιορισμός των ειδών σε γένη και είδη με τις κατάλληλες κλείδες προσδιορισμού

Εκτίμηση Δεικτών Ποικιλότητας

- Αριθμός ειδών (Number of species)
- Δείκτης ποικιλότητας Margalef
- Δείκτης ομοιοκατανομής (Evenness)
- Δείκτης Shannon - Weaver (H)



41

Τυπολογική διάκριση των λιμνοθαλασσών

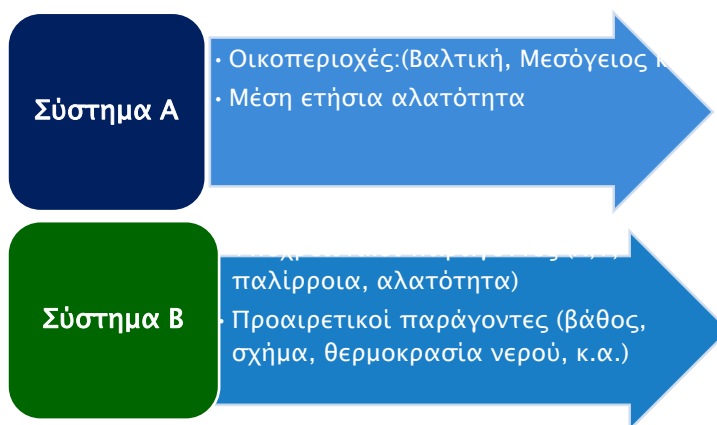


42

Συλλογή δεδομένων

Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/ΕΕ (WFD)

✓ Απαιτεί την εφαρμογή **τυπολογίας** για τα υδάτινα σώματα βάσει των φυσικών χαρακτηριστικών τους



43

Αβιοτική Τυπολογία λιμνοθαλασσών

Κριτήρια	Μονάδες
Γεωγραφικές συντεταγμένες	Γεωγραφικό μήκος Γεωγραφικό πλάτος
Έκταση λιμνοθαλασσών	Km ²
Μήκος και πλάτος της λιμνοθάλασσας	Km
Μέσο και μέγιστο βάθος του νερού	m
Βαθμός απομόνωσης (confinement)	1=υψηλός, 2= μέτριος, 3= μικρός
Είσοδοι επικοινωνίας με τη θάλασσα	Αριθμός
Εμβαδό εισόδων επικοινωνίας	Km ²
Εισροή γλυκών υδάτων	1=υψηλή, 2= μέτρια, 3=μικρή
Μέση και μέγιστη τιμή αλατότητας	%
Μήκος και πλάτος φράγματος	Km
Τύπος υποστρώματος	άμμος %, ιλύς %, άργιλος %

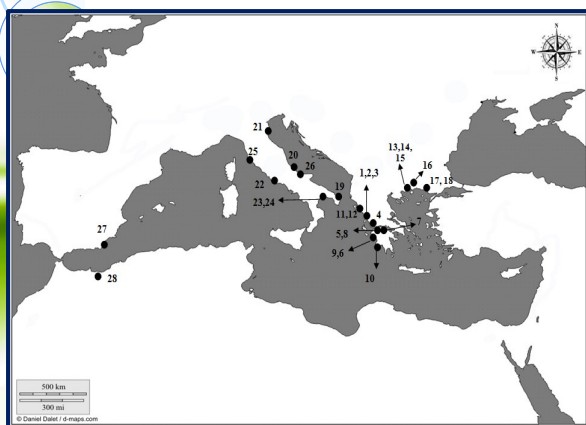
44

Στόχος

1. Τυπολογική διάκριση των λιμνοθαλασσών σύμφωνα με τα αβιοτικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά
2. Διερεύνηση των αβιοτικών παραμέτρων που συμβάλλουν στην διάκριση των λιμνοθαλασσών σε τύπους
3. Διερεύνηση των σχέσεων των λιμνοθαλασσών της Δ. Ελλάδας με άλλες λιμνοθάλασσες της Μεσογείου

45

Αποτελέσματα



28 Μεσογειακές λιμνοθάλασσες

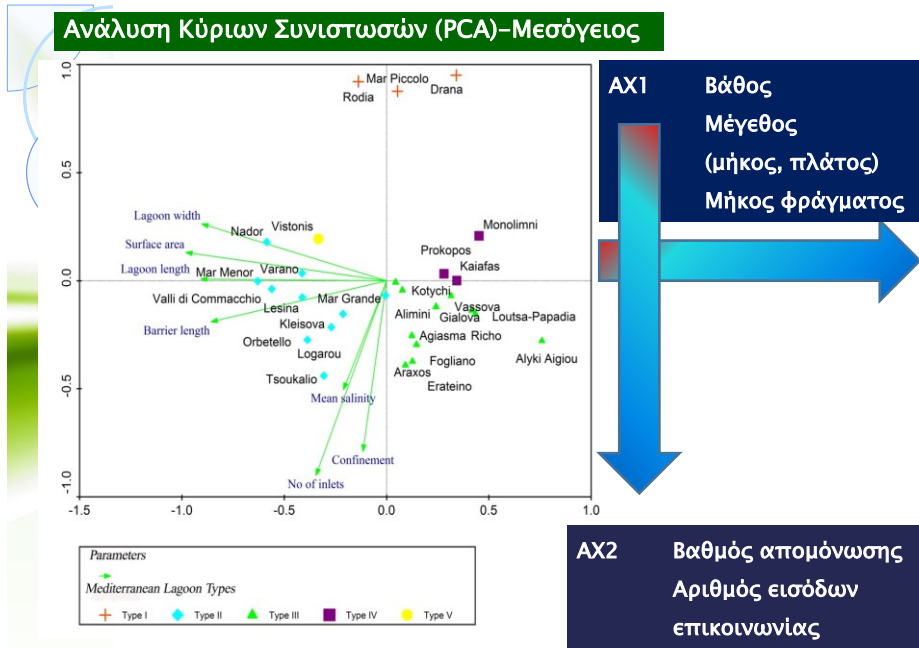
Ελλάδα (N=18): Ροδιά, Τσουκαλιό, Λογαρού, Κλείσοβα Άραξος, Πρόκοπος, Αλυκή Αιγίου, Κοτύχι, Καιάφας, Γιάλοβα, Λούτσα-Παπαδιά, Ρηχό, Ερατεινό, Βάσσοβα, Αγίασμα, Βιστωνίδα, Δράνα, Μονολίμνι

Ιταλία (N=8): Alimini, Lesina, Valli di Comacchio, Fogliano, Mar Grande, Mar Piccolo, Orbetello, Varano

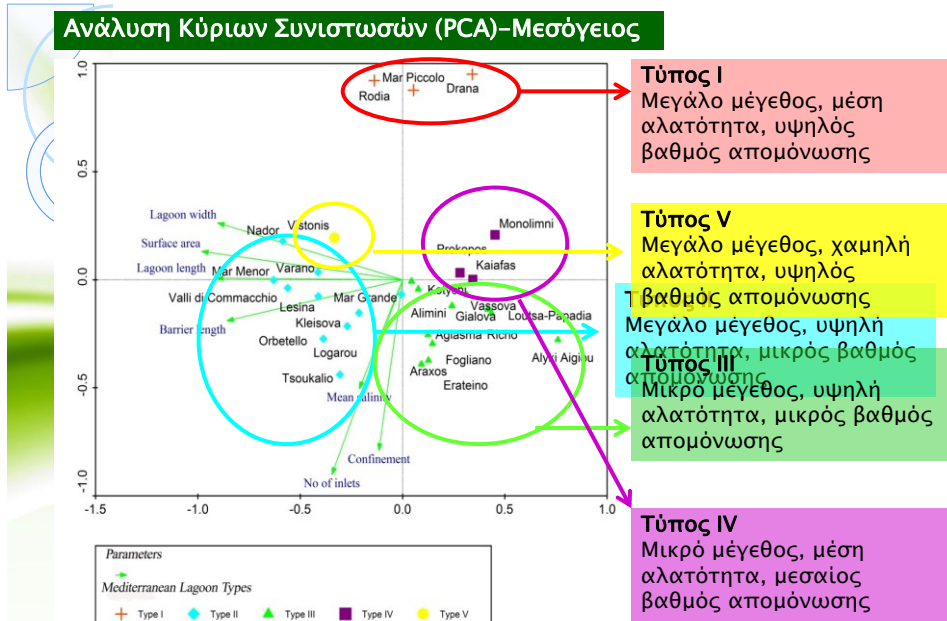
Ισπανία (N=1): Mar Menor

Μαρόκο (N=1): Nador

46



47



48

Λιμνοθάλασσες της Δυτικής Ελλάδας

Ανήκουν στους 4 από τους 5 τύπους

Λιμνοθάλασσες της Β. Ελλάδας ανήκουν στον Τύπο III

Τύπος I: Δράνα, Ροδιά

Τύπος II: Τσουκαλιό, Λογαρού, Κλείσοβα

Τύπος III: Άραξος, Αλυκή Αιγίου, Γιάλοβα, Κοτύχι

Τύπος IV: Καϊάφας, Πρόκοπος

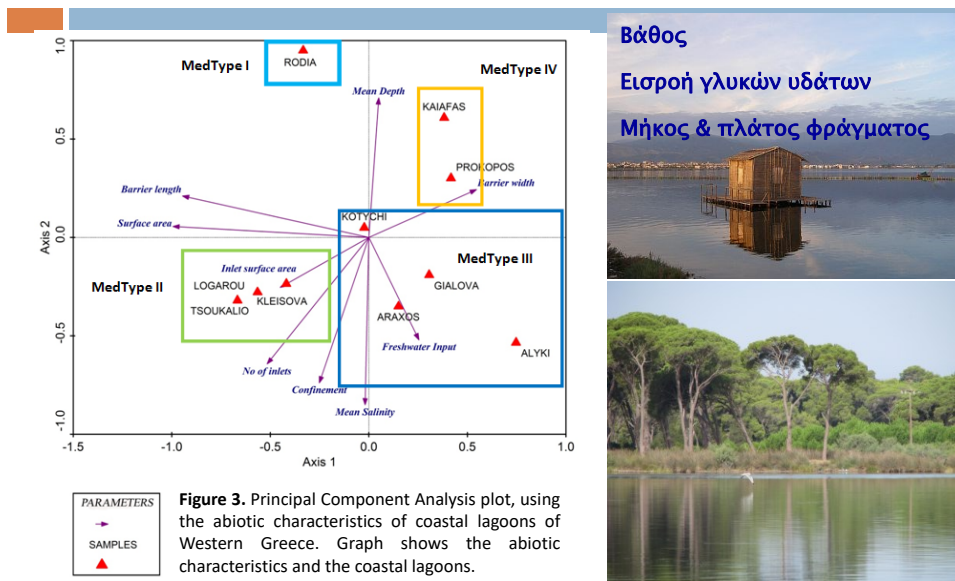
Ανάλυση Ομοιότητας (ANOSIM)

Στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τύπων λιμνοθαλασσών ($0,641 < R < 1$, $p < 0,001$)

- Τύπος I – Τύπος III ($R=1$, $p < 0,001$)
- Τύπος IV – Τύπος V ($R=1$, $p < 0,001$)
- Τύπος II – Τύπος III ($R=0,742$, $p < 0,001$)
- Τύπος II – Τύπος IV ($R=0,919$, $p < 0,001$)

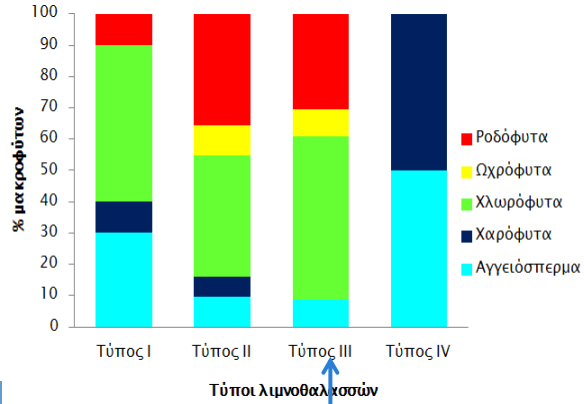
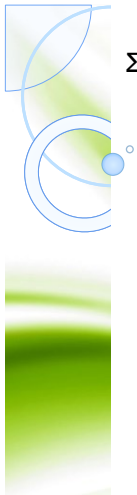
49

Ανάλυση Κύριων Συνιστωσών (PCA) – Τυπολογική διάκριση των λ/θ της Δ. Ελλάδας



50

Συνολικά καταγράφηκαν 40 είδη υδρόβιων μακροφύτων

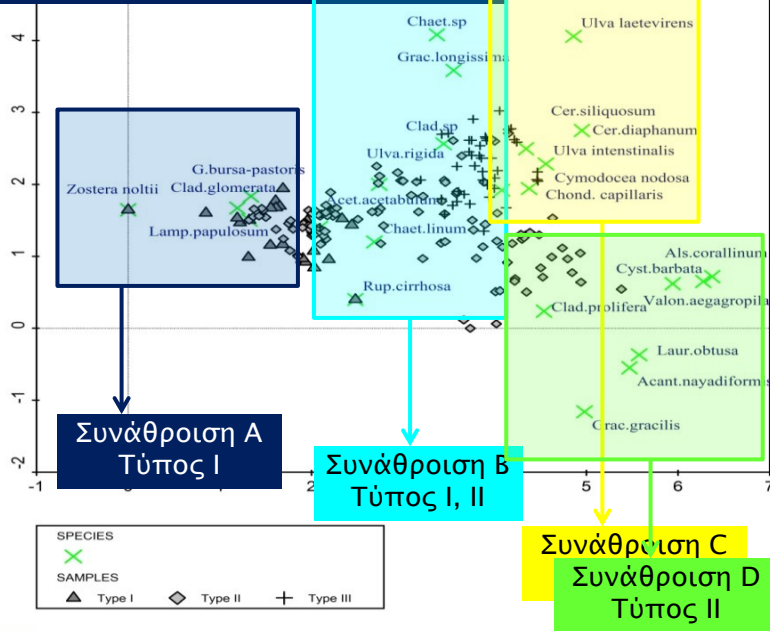


- 15 Ροδόφυτα (37,5%)
- 4 Ωχροφύτα (10%)
- 15 Χλωρόφυτα (37,5%)
- 2 Χαρόφυτα (5%)
- 4 Αγγειόσπερμα (10%)

Απουσία χαροφύτων

51

Ανάλυση Βελτιωμένων Αντιστοιχιών (DCA)



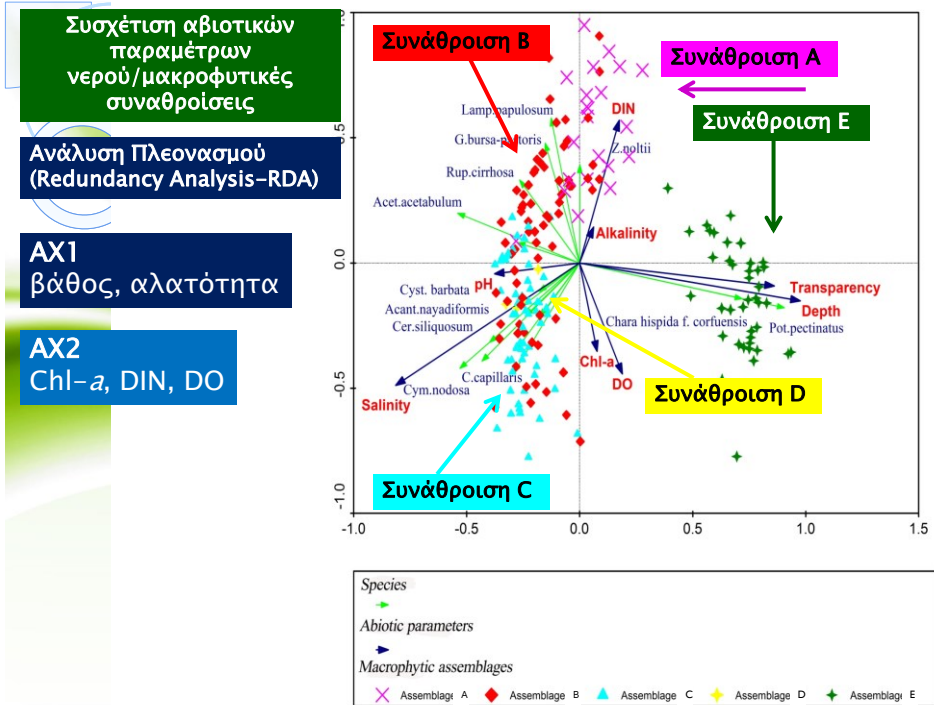
52



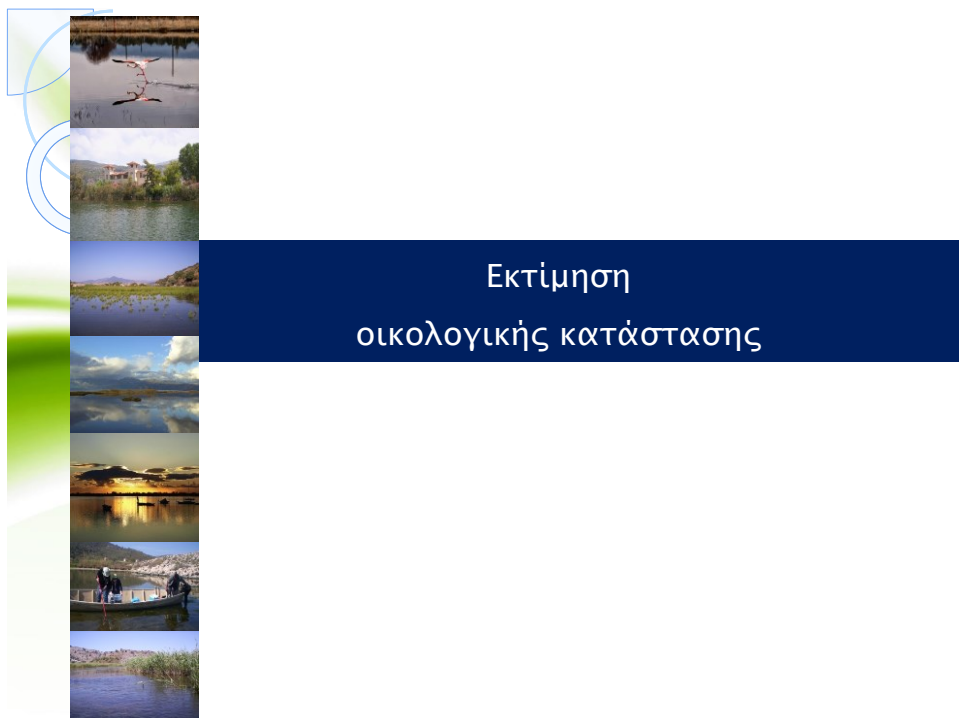
Τύπος λιμνοθάλασσας Συναθροίσεις μακροφύτων

Τύπος	Συναθροίσεις μακροφύτων
Τύπος I	A. <i>Zostera noltii</i> - <i>Lamprothamnium papulosum</i> - <i>Gracilaria bursa pastoris</i> - <i>Cladophora glomerata</i> B. <i>Ruppia cirrhosa</i> - <i>Acetabularia acetabulum</i> - <i>Gracilariopsis longissima</i> - <i>Ulva rigida</i>
Τύπος II	B. <i>Ruppia cirrhosa</i> - <i>Acetabularia acetabulum</i> - <i>Gracilariopsis longissima</i> - <i>Ulva rigida</i> C. <i>Cymodocea nodosa</i> - <i>Chondria capillaris</i> - <i>Ceramium siliquosum</i> - <i>Ulva species</i> D. <i>Cystoseira barbata</i> , <i>Alsidium corralinum</i> , <i>Acanthophora nayadiformis</i> , <i>Gracilaria gracilis</i> και <i>Valonia aegagropila</i>
Τύπος III	C. <i>Cymodocea nodosa</i> - <i>Chondria capillaris</i> - <i>Ceramium siliquosum</i> - <i>Ulva species</i>
Τύπος IV	E. <i>Chara hispida f. corfuensis</i> - <i>Potamogeton pectinatus</i>

53



54



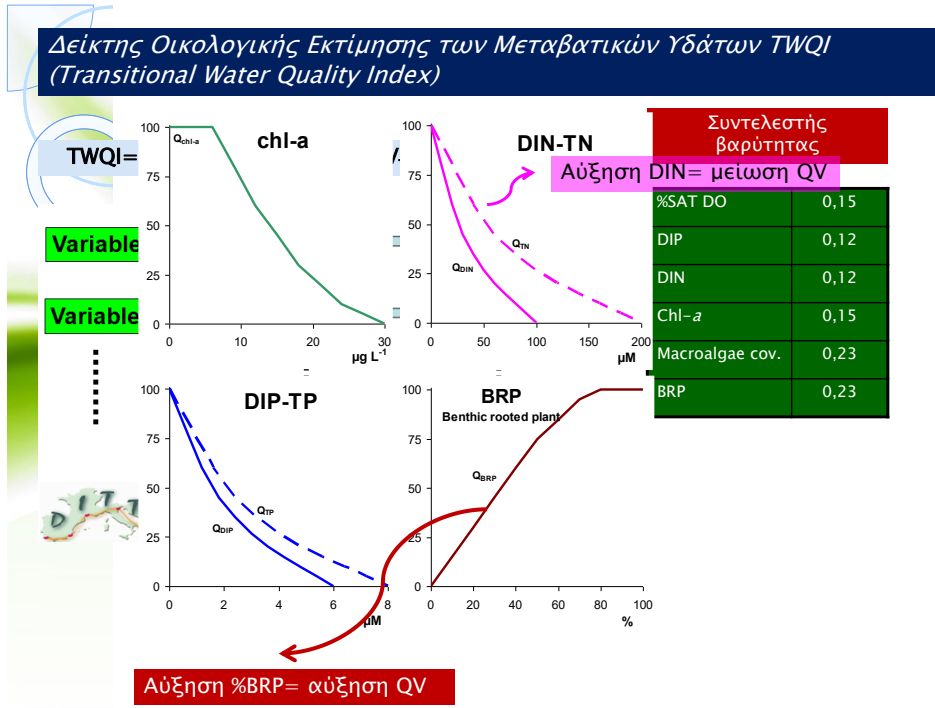
Εκτίμηση οικολογικής κατάστασης

55

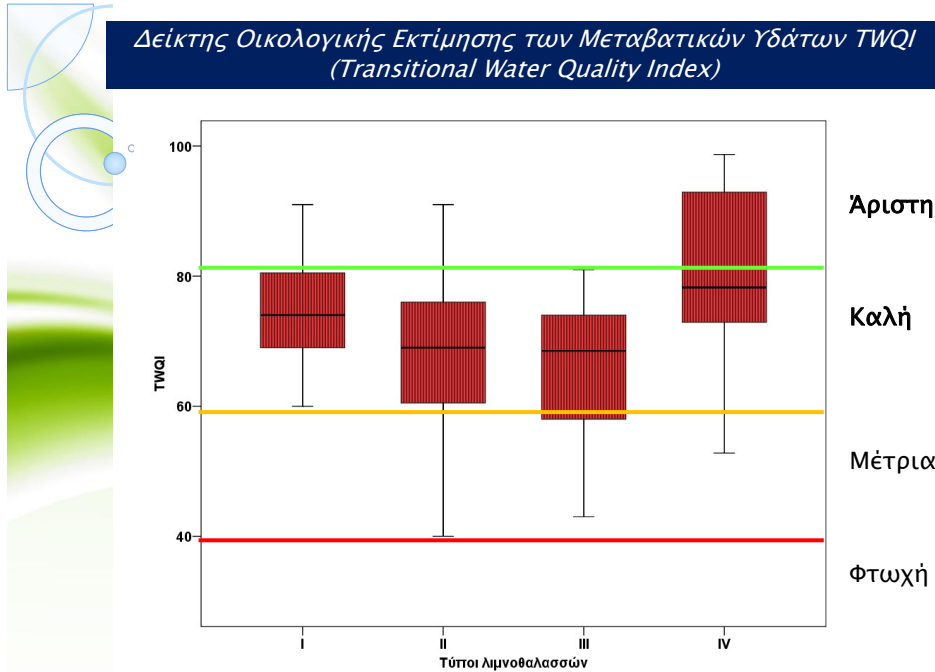
*Δείκτης Οικολογικής Εκτίμησης των Μεταβατικών Υδάτων **TWQI** (Transitional Water Quality Index)*

- ✓Ειδικά σχεδιασμένος για μεταβατικά οικοσυστήματα
- ✓Οι λιμνοθάλασσες της Δυτικής Ελλάδας χρησιμοποιήθηκαν ως μελέτη περίπτωσης (case study)
- ✓Η υδρόβια βλάστηση των λιμνοθαλασσών της Δ. Ελλάδας αποτέλεσε σημαντικό στοιχείο για την επέκταση του δείκτη
- ✓Εφαρμόστηκε σε όλους τους τύπους λιμνοθαλασσών

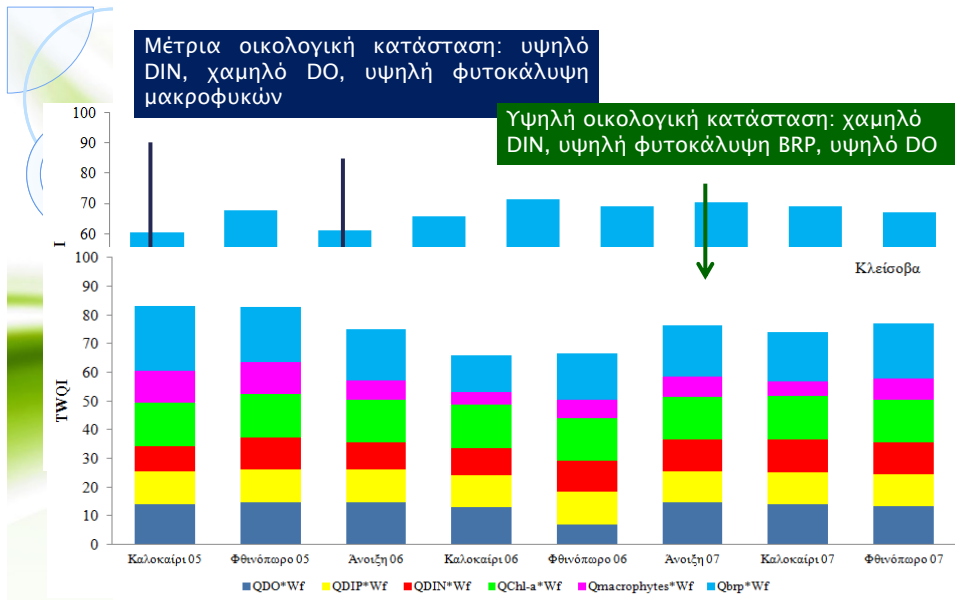
56



57



58



59

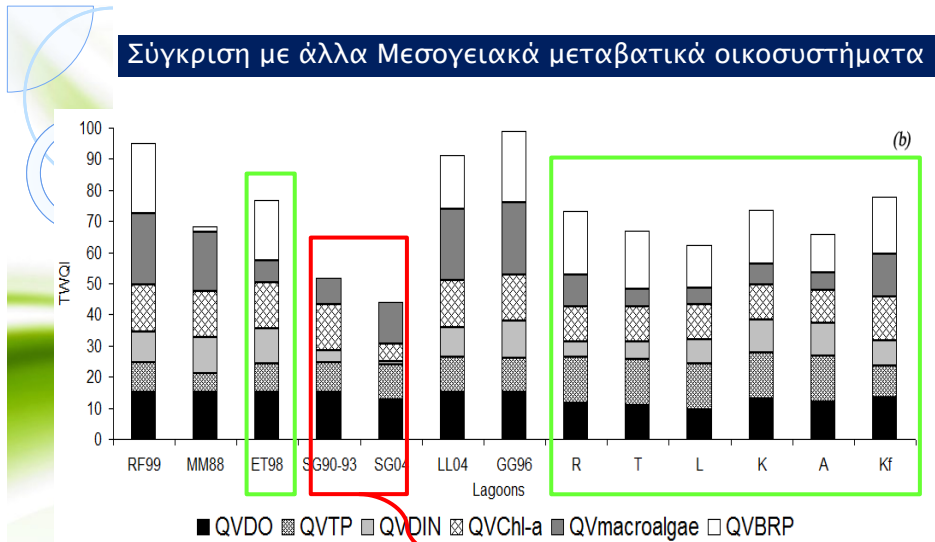
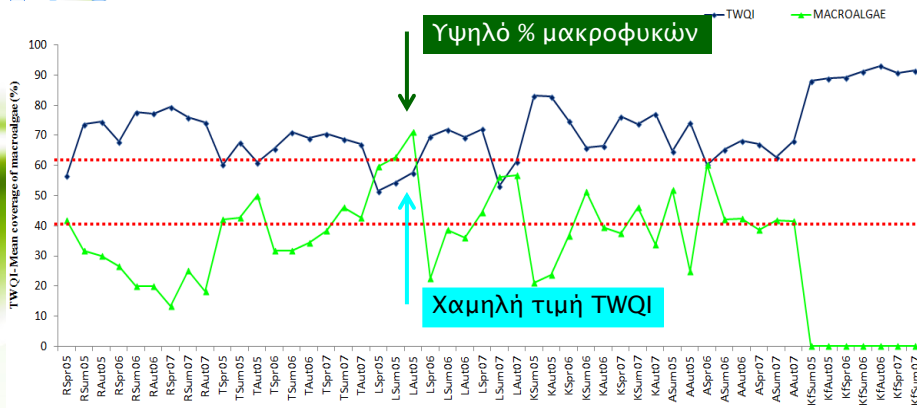


Figure Comparison of QV values of DO, Chl-a, DIN, DIP, Macroalgae and BRP in Sacca di Goro (SG), Lagoon of Lesina (LE), Etang du Thau (ET), Ria Formosa (RF), Mar Menor (MM) and Gulf of Gera (GG) with the studied lagoons of Rodia (R), Tsoukalio (T), Logarou (L), Kleisova (K), Araxos (A) and Kaiafas (Kf) (modified from Giordani et al., 2009).

60



Δείκτης Οικολογικής Εκτίμησης των Μεταβατικών Υδάτων TWQI (Transitional Water Quality Index)



✓Ο συνδυαστικός δείκτης TWQI εφαρμόστηκε σε όλες τις λιμνοθάλασσες & έδωσε αξιόπιστα αποτελέσματα

✓Είναι λιγότερο ευαίσθητος στις μεταβολές της Chl-a & των θρεπτικών & προτείνεται η εφαρμογή του στις λιμνοθάλασσες

61



Παρακολούθηση - Αξιολόγηση Παράκτιων Λιμνοθαλασσών

✓Αποτελούν οικοσυστήματα όπου η συνεχής επιστημονική παρακολούθηση είναι αναγκαία

✓Η ανάπτυξη τυπολογίας των λιμνοθαλασσών αποτελεί προϋπόθεση για τη διερεύνηση της οικολογικής τους ποιότητας

✓Διακρίθηκαν 5 τύποι Μεσογειακών λιμνοθαλασσών σύμφωνα με το μέγεθος, την αλατότητα & τον βαθμό απομόνωσης

✓Λιμνοθάλασσες που ανήκουν στην ίδια γεωγραφική περιοχή μπορεί να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους

✓Η εισροή γλυκών υδάτων, το βάθος & το μέγεθος του φραγμού παίζουν σημαντικό ρόλο στη διάκριση των λιμνοθαλασσών

✓Οι αβιοτικές παράμετροι πρέπει να συνυπολογίζονται στην εκτίμηση των βιοτικών δεικτών για την αξιολόγηση της οικολογικής κατάστασης



62

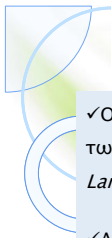


Παρακολούθηση – Αξιολόγηση Παράκτιων Λιμνοθαλασσών

- ✓ Οι αβιοτικές παράμετροι διαφέρουν στατιστικά σημαντικά μεταξύ των τύπων λιμνοθαλασσών
- ✓ Την άνοιξη & το καλοκαίρι οι διαφορές είναι μεγαλύτερες σε σχέση με το φθινόπωρο
- ✓ Ο βαθμός απομόνωσης επηρεάζει το βάθος & τις συγκεντρώσεις των αλάτων του αζώτου (Τύποι I–IV)
- ✓ Ο φώσφορος αποτελεί περιοριστικό παράγοντα ανάπτυξης των ειδών
- ✓ Η οικολογική κατάσταση των περισσότερων λιμνοθαλασσών μπορεί να θεωρηθεί καλή παρά τις πιέσεις που δέχονται, ενώ κάποιοι σταθμοί μπορεί να θεωρηθούν και σταθμοί αναφοράς
- ✓ Η εφαρμογή των βιοτικών δεικτών χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή, λόγω της ετερογένειας των οικοσυστημάτων και της διαφορετικής απόκρισης του κάθε δείκτη στις περιβαλλοντικές μεταβολές



63



Παρακολούθηση – Αξιολόγηση Παράκτιων Λιμνοθαλασσών

- ✓ Ο βαθμός απομόνωσης & η αλατότητα επηρεάζουν τον αριθμό και τη σύνθεση των υδρόβιων μακροφύτων – Αντικατάσταση ειδών *Zostera noltii* & *Lamprothamnium rapulosum* στον Τύπο I από *Ruppia cirrhosa*
- ✓ Λιμνοθάλασσες με υψηλό βαθμό επικοινωνίας με τη θάλασσα (Τύποι II–III) παρουσιάζουν μεγαλύτερο αριθμό ειδών & υψηλότερο δείκτη ποικιλότητας Shannon
- ✓ Σημαντικότερες μεταβολές στον μέσο όρο αφθονίας παρατηρούνται σε εποχική κλίμακα & λιγότερο σε χρονική
- ✓ Το είδος *Ruppia cirrhosa* παρουσιάζει μεγαλύτερο εύρος διακύμανσης στην αλατότητα & τα θρεπτικά με ψηλότερη τιμή του μέσου όρου αφθονίας την περίοδο άνοιξη–καλοκαίρι
- ✓ Το είδος *Cymodocea nodosa* είναι περισσότερο ευάλωτο στις μεταβολές των θρεπτικών & της αλατότητας αποικίζει στα όρια με το θαλάσσιο περιβάλλον.
- ✓ Η τροφική κατάσταση μιας λιμνοθάλασσας μπορεί να διαφέρει ανάλογα με τον δείκτη που έχει εφαρμοστεί και τις παραμέτρους που περιλαμβάνει



64



Ευχαριστώ για την προσοχή σας

