

Υδάτινα οικοσυστήματα

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΛΙΜΝΩΝ

Δρ. Χάρης Δημητριάδης

Τα εσωτερικά επιφανειακά υδάτινα συστήματα και η βιοποικιλότητα που αυτά υποστηρίζουν, αποτελούν πολύτιμο φυσικό πόρο, όσον αφορά την οικονομική, πολιτιστική, επιστημονική, βιολογική και αισθητική τους αξία

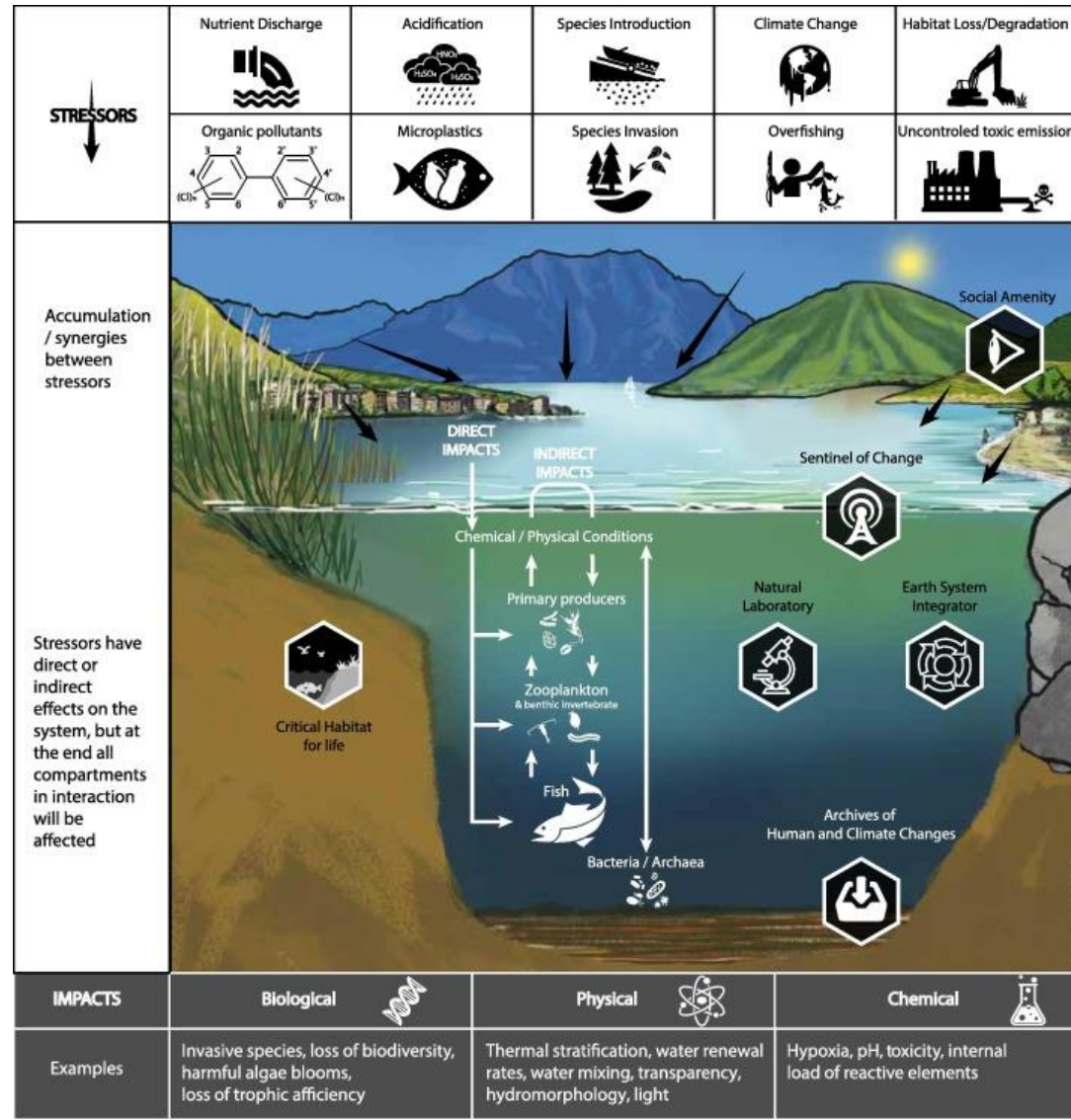


Στα εσωτερικά υδάτινα οικοσυστήματα απαντούν περισσότερα από 100.000 είδη οργανισμών, δηλαδή το 6% περίπου των ειδών που έχουν αναφερθεί παγκοσμίως



οι συνεχώς αυξανόμενες ανθρωπογενείς πιέσεις που ασκούνται στις λεκάνες απορροής των επιφανειακών υδάτινων συστημάτων, έχουν επιφέρει σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας των νερών τους και των ενδιαιτημάτων τους

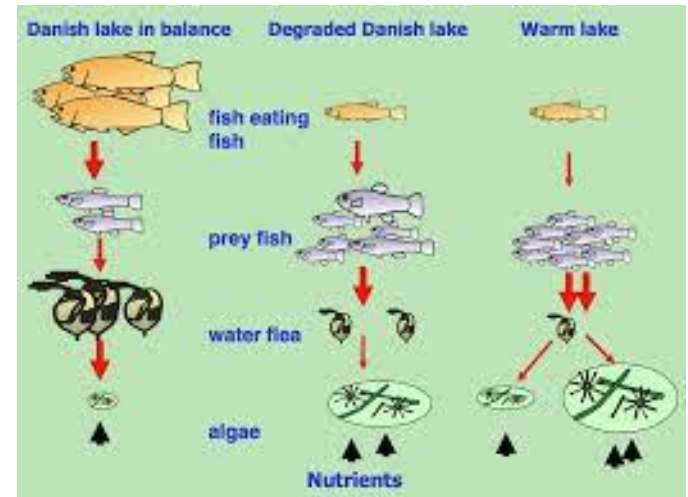
Όσον αφορά τις λίμνες, οι κύριες πιέσεις που δέχονται σχετίζονται με αλλαγές στην κάλυψη των χρήσεων γης στη λεκάνη απορροής τους, την αύξηση των θρεπτικών φορτίων που εισρέουν σε αυτές και που κατά συνέπεια προάγουν τον ευτροφισμό των νερών τους, τη συσσώρευση τοξικών ουσιών, την αυξημένη ιζηματοπόθεση από τη διάβρωση των λεκανών απορροής, τις αλλαγές του υδρολογικού καθεστώτος (υδρολογικό ισοζύγιο, μεταβολές της στάθμης), την εισαγωγή ξενικών ειδών και την υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων



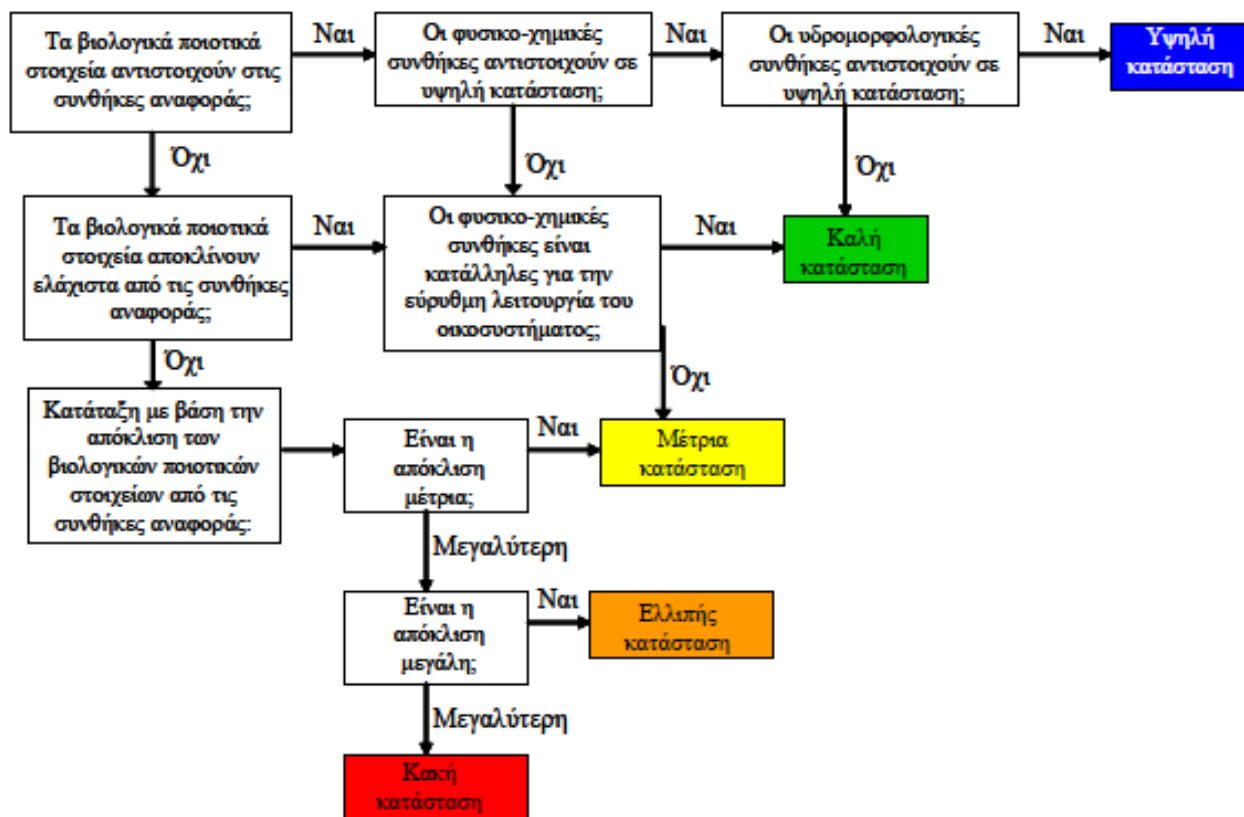
Η υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων έκανε επιτακτική τη λήψη μέτρων με στόχο την προστασία τους. Στο πλαίσιο αυτό προωθήθηκε η παρακολούθηση των βιοκοινοτήτων τους που διαδέχθηκε την παρακολούθηση μόνο των φυσικο-χημικών παραμέτρων του νερού

οι βιολογικές κοινότητες διαμορφώνονται από τις μακροπρόθεσμες συνθήκες του περιβάλλοντος και αντικατοπτρίζουν με μεγαλύτερη ακρίβεια την «υγεία» του οικοσυστήματος, που καθορίζεται από τις φυσικές, χημικές και βιολογικές παραμέτρους,






οι βιοκοινότητες αντανακλούν τις επιπτώσεις της συνέργειας πλήθους παραγόντων καταπόνησης



Η συμμόρφωση με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ προϋποθέτει την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτινων συστημάτων με βάση βιολογικά ποιοτικά στοιχεία, που για τις λίμνες είναι τέσσερα: το φυτοπλαγκτό, η υδατική χλωρίδα (μακρόφυτα), τα βενθικά ασπόνδυλα και η ιχθυοπανίδα



Κλάσεις ποιότητας και χρωματικό πρότυπο απόδοσής τους σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Κλάσεις οικολογικής ποιότητας	Χρώμα απόδοσης
Υψηλή	
Καλή	
Μέτρια	
Ελλιπής	
Κακή	

Καθορισμός συνθηκών αναφοράς

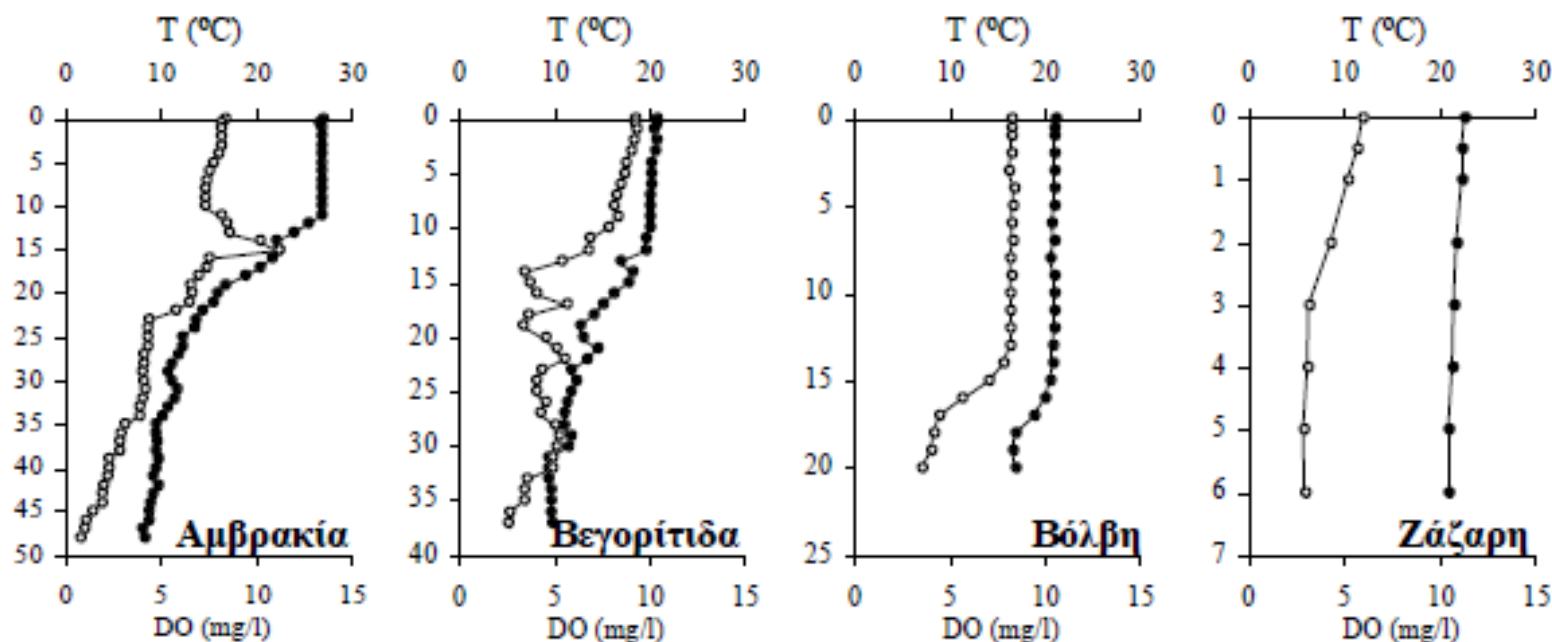
Πίεση	Κριτήριο επιλογής για συνθήκες αναφοράς
Σημειακές πηγές ρύπανσης	Απουσία βιομηχανιών και μεγάλου αριθμού οικισμών (Κύπρος)
Διάχυτες πηγές ρύπανσης*	91% των χρήσεων γης της λεκάνης απορροής καλύπτεται από φυσική βλάστηση και η αγροτική χρήση γης δεν ξεπερνάει το 7% (Ελλάδα)
Μεταβολές της στάθμης του νερού	Μικρές/ Μέτριες διακυμάνσεις (0 - 20 m) (Πορτογαλία)
Αντληση ύδατος	Συνολική ζήτηση νερού ανάντη για αγροτική χρήση < 10%, για βιομηχανική χρήση < 1,5% και για οικιστική χρήση < 3% (Ισπανία)
Άλλες πιέσεις	Μικρής ή μέτριας έντασης αλιεία (Πορτογαλία, Ρουμανία)
Πρόσθετες προσεγγίσεις	Μικρής ή μέτριας έντασης ναυσιπλοΐα (Πορτογαλία, Ρουμανία) Έλεγχος των συγκεντρώσεων του ολικού φωσφόρου και αζώτου καθώς και των κυανοβακτηρίων βάσει ιστορικών δεδομένων (Ρουμανία) Ανθίσεις κυανοβακτηρίων (Πορτογαλία)

Οδηγία	pH	Cond ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	TSS (mg/l)	N-NO ₃ [*] (mg/l)	N-NO ₂ [*] (mg/l)	N-NH ₄ [*] (mg/l)
Υ2/2600/2001	6,5 - 9,5	2500		11,29	0,152	0,388
2006/44/ΕΚ για σολομοειδή	6,0 - 9,0		25		0,003	0,031
2006/44/ΕΚ για κυπρινοειδή	6,0 - 9,0		25		0,009	0,155

Οικολογική ποιότητα	Secchi (m)	TP ($\mu\text{g}/\text{l}$)	Chl-a ($\mu\text{g}/\text{l}$)
Υψηλή	> 3	< 15	< 10
Καλή	> 3	16 - 30	11 - 20
Μέτρια	2 - 2,9	31 - 50	21 - 30
Ελλιπής	1 - 1,9	51 - 57	31 - 50
Κακή	< 0,9	> 76	> 51

Λίμνη	D _a (km ²)	Z _{rel} (m)	T _{mean} (°C)	T _{sum} (°C)	Diff T (°C)	ILBS	SLDF	Sc _{ra}
AMB	106,90	0,49	15,96	35,41	18,49	0,015	2,54	0,44
ΒΕΓ	1770,39	0,24	13,04	26,87	22,79	0,007	1,70	1,69
ΒΟΛ	1289,61	0,14	15,38	30,54	20,84	0,003	1,77	1,37
ΖΑΖ	124,42	0,18	12,42	25,95	22,21	0,004	1,16	27,41
ΚΑΣ	282,99	0,07	12,74	26,63	23,39	0,002	1,67	2,46
ΛΥΣ	323,50	0,07	17,06	35,47	18,59	0,002	1,79	8,60
ΠΡΕ	261,21	0,05	11,62	24,46	23,40	0,001	2,23	1,59
ΟΖΕ	85,19	0,13	16,85	34,92	18,88	0,002	1,25	2,24
ΠΑΜ	308,11	0,09	14,10	29,17	20,49	0,002	1,65	3,96
ΠΕΤ	121,78	0,07	12,50	25,39	23,77	0,001	1,22	4,17
ΧΕΙ	102,74	0,03	12,75	25,64	22,34	0,001	1,16	9,78

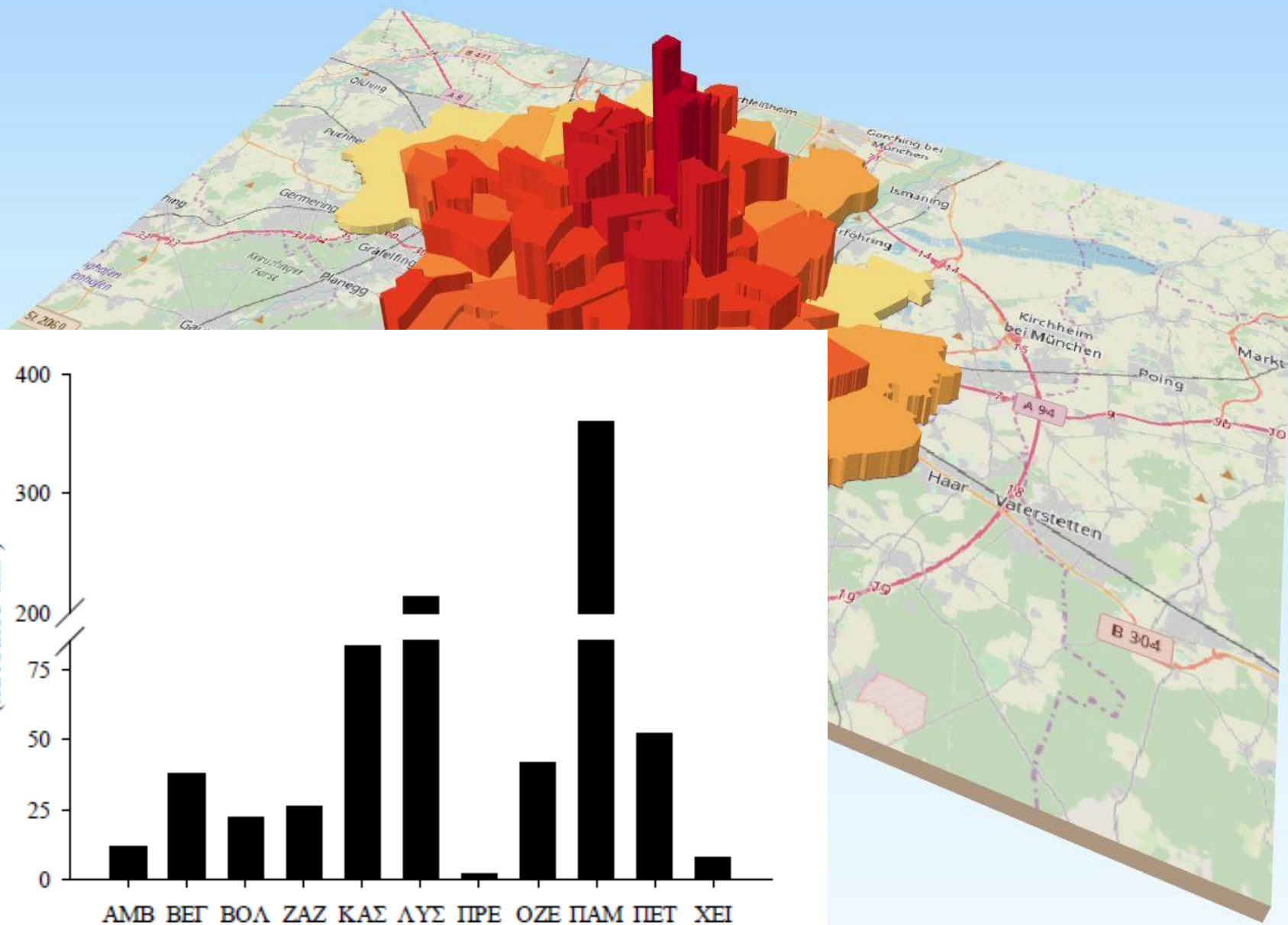
D_a: επιφάνεια λεκάνης απορροής, Z_{rel}: σχετικό βάθος λίμνης, T_{mean}: μέση ετήσια τιμή θερμοκρασίας, T_{sum}: άθροισμα μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών Ιανουαρίου και Ιουλίου, Diff T: διαφορά μέσων μηνιαίων θερμοκρασιών Ιανουαρίου και Ιουλίου, ILBS: δείκτης σχήματος λιμναίας λεκάνης, SLDF: δείκτης ανάπτυξης ακτογραμμής, Sc_{ra}: κλάσμα του Schindler.

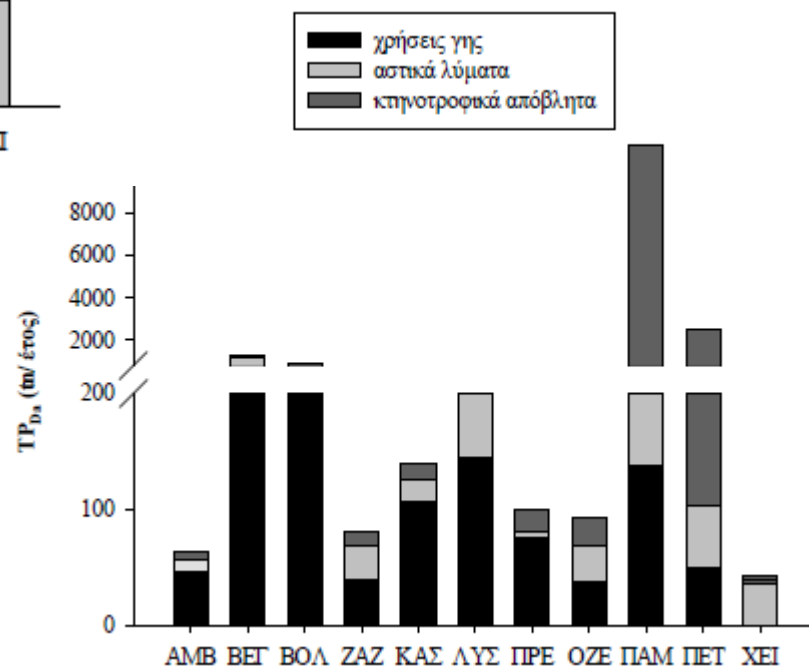
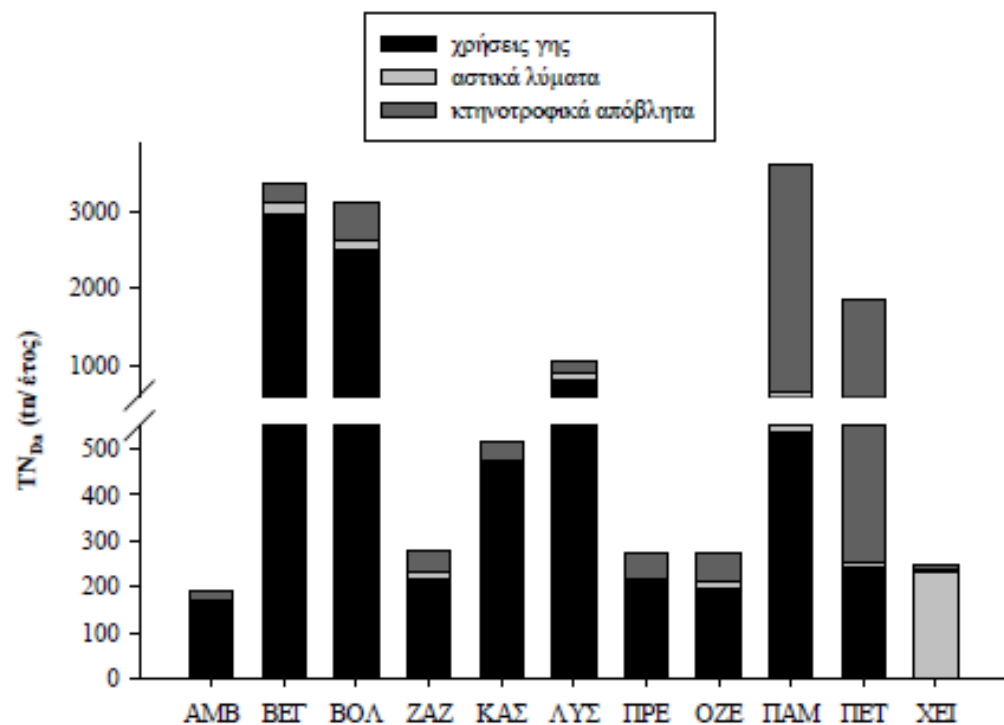


Λίμνη	pH	Cond μS/cm	Secchi (m)	TSS (mg/l)	N-NO ₃ (mg/l)	N-NO ₂ (mg/l)	N-NH ₄ (mg/l)	P-PO ₄ (mg/l)	TP (mg/l)	TN (mg/l)	TN:TP	Chl-a (μg/l)
AMB	7,86	968	8,10	0,47	0,019	n.d.	0,029	0,012	0,040	0,4	10,00	2,14
ΒΕΓ	8,94	621	1,90	2,10	0,060	n.d.	0,045	0,004	0,090	0,9	10,00	16,81
ΒΟΛ	9,00	985	1,95	5,00	0,033	n.d.	0,019	0,029	0,130	1,2	9,23	32,15
ΖΑΖ	8,77	156	0,65	15,00	0,015	n.d.	0,021	0,381	0,510	2,1	4,12	109,51
ΚΑΣ	8,88	320	0,45	20,80	0,020	n.d.	0,025	0,018	0,230	1,7	7,39	122,53
ΛΥΣ	7,90	320	1,20	5,20	0,021	0,002	0,037	0,013	0,120	0,8	6,67	21,25
ΠΙΠΕ	7,38	266	1,35	3,00	0,062	n.d.	0,031	0,007	0,080	0,9	11,25	24,61
ΟΖΕ	8,15	215	0,30	17,50	0,095	0,056	0,160	0,017	0,150	1,8	12,00	54,90
ΠΙΑΜ	8,02	371	0,25	18,00	0,056	0,001	0,063	0,042	0,240	2,1	8,75	145,01
ΠΙΕΤ	7,60	803	0,50	4,50	0,103	n.d.	0,031	0,012	0,110	1,3	11,82	24,81
ΧΕΙ	8,81	442	0,71	9,30	0,013	n.d.	0,009	0,013	0,090	2,2	24,44	33,45

pH: ενεργός οξύτητα, Cond: αγωγιμότητα, Secchi: βάθος δίσκου Secchi, TSS: ολικά αιωρούμενα στερεά, N-NO₃: συγκεντρώσεις αζώτου νιτρικών, N-NO₂: συγκεντρώσεις αζώτου νιτρώδων, N-NH₄: συγκεντρώσεις αζώτου αμμωνιακών αλάτων, P-PO₄: συγκεντρώσεις φωσφόρου ορθοφωσφορικών ιόντων, TP: συγκεντρώσεις ολικού φωσφόρου, TN: συγκεντρώσεις ολικού αζώτου, Chl-a: συγκεντρώσεις χλωροφύλλης a, n.d.: μη ανιχνεύσιμο.

Λίμνη	Κάλυψη γης σε επίπεδο λεκάνης απορροής (%)					Έκταση μη φυσικής χρήσης γης (NNLC, km ²)
	Τεχνητές επιφάνειες	Αγροτικές εκτάσεις	Δάση και ημιφυσικές εκτάσεις	Υγρότοποι	Υδάτινα σώματα	
ΑΜΒ	0,71	31,84	56,08	0,00	11,37	34,80
ΒΕΓ	7,12	38,09	52,48	0,00	2,31	800,39
ΒΟΛ	1,08	43,51	49,75	0,35	5,30	575,04
ΖΑΖ	1,32	41,66	55,40	0,00	1,63	53,48
ΚΑΣ	1,59	35,89	51,53	0,74	10,24	106,06
ΛΥΣ	4,37	58,37	33,32	0,65	3,27	202,96
ΠΡΕ	0,10	14,87	64,87	5,03	15,13	39,10
ΟΖΕ	1,48	53,03	33,72	0,73	11,04	46,44
ΠΑΜ	9,34	41,20	41,81	1,13	6,52	155,72
ΠΕΤ	1,59	46,94	40,88	2,31	8,29	59,10
ΧΕΙ	16,55	56,32	16,84	0,00	10,30	74,87





Πιέσεις σε επίπεδο υδάτινου συστήματος

Δείκτης τροποποίησης του λιμναίου ενδιαιτήματος (Lake Habitat Modification Score, LHMS, Rowan et al. 2006)

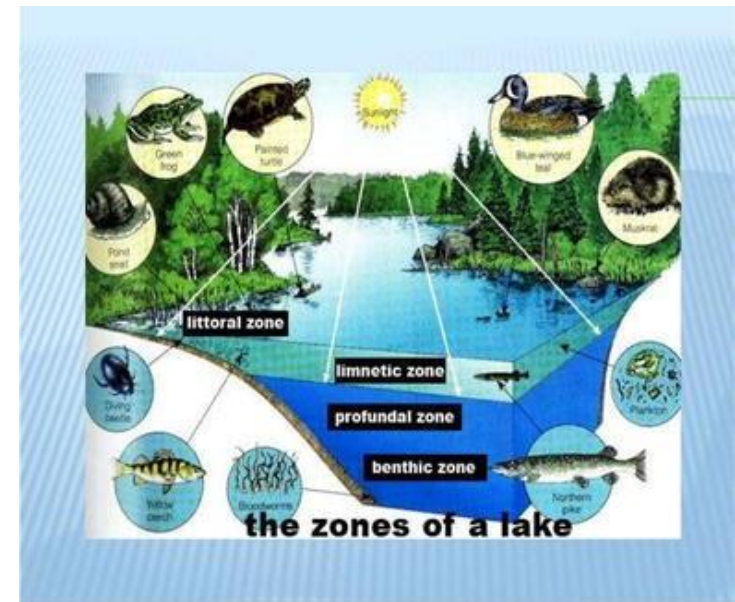
Μέθοδος που περιλαμβάνει εκτιμήσεις και καταγραφή επί τόπου της κατάστασης των ενδιαιτημάτων στην ακτογραμμή της λίμνης, των χρήσεων της παρόχθιας ζώνης, των εποχικών μεταβολών της στάθμης του νερού και των πιέσεων που ασκούνται από τις δραστηριότητες μέσα στη λίμνη (αλιεία, ναυσιπλοΐα, απόρριψη σκουπιδιών)

Λίμνη	LHMS	SLBM (%)	Αλιευτική πίεση
ΑΜΒ	0	0 ¹	μικρή
ΒΕΓ	2	0	μέτρια
ΒΟΛ	4	1,8	μέτρια
ΖΑΖ	6	8,1	μέτρια
ΚΑΣ	12	17,6	έντονη
ΛΥΣ	10	0	μικρή
ΠΡΕ	4	0 ²	μικρή
ΟΖΕ	4	0	μικρή
ΠΑΜ	16	23,5 ³	έντονη
ΠΕΤ	4	0	μικρή
ΧΕΙ	4	0	μέτρια

Η ιχθυοπανίδα των λιμνών ως βιολογικός περιγραφέας

Στα εσωτερικά νερά της χώρας απαντά ένας μεγάλος αριθμός ειδών ψαριών

160 είδη, 47 από τα οποία είναι ενδημικά της Ελλάδας



Δειγματοληψίες

Δειγματοληψίες με ηλεκτραλιεία

Συλλήψεις πελαγικών/ βενθικών διχτυών

Τι μετράμε;

Σύνθεση ιχθυοπανίδας

Μετρήσεις μήκους - βάρους

Συλλήψεις ανά μονάδα αλιευτικής προσπάθειας (CPUE, Catch Per Unit of Effort)

Οι πολυμετρικοί δείκτες είναι συστήματα εκτίμησης και αξιολόγησης της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών υδάτων, η οποία εκφράζεται με μία αριθμητική τιμή, διευκολύνοντας έτσι την επικοινωνία μεταξύ επιστημόνων, διαχειριστών και κοινού

Γιατί τα ψάρια;



απαντούν σε όλα σχεδόν τα υδάτινα συστήματα και η αναγνώρισή τους σε επίπεδο είδους είναι σχετικά εύκολη και δεν απαιτεί εργαστηριακές αναλύσεις

Είναι γνωστές σε μεγάλο βαθμό οι περιβαλλοντικές παράμετροι που καθορίζουν τις ιχθυοκοινοότητες αλλά και η απόκριση των τελευταίων στις ανθρωπογενείς πιέσεις

Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής και έτσι μπορούν να συμβάλουν στον προσδιορισμό τόσο μεσοπρόθεσμων όσο και μακροπρόθεσμων πιέσεων

Εξαιτίας της εμπορικής και αισθητικής τους αξίας, υπάρχουν ιστορικές καταγραφές από όπου μπορούν να αντληθούν πληροφορίες σχετικά με τη δομή των ιχθυοκοινοτήτων

Οι παράμετροι της ιχθυοπανίδας των λιμνών που θα πρέπει να παρακολουθούνται σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ είναι η σύνθεση, η αφθονία και οι ηλικιακές κατανομές των ιχθυοπληθυσμών.

Επιλογή περιβαλλοντικών περιγραφέν και πιέσεων

Εκτίμηση μετρικών ιχθυοπανίδας



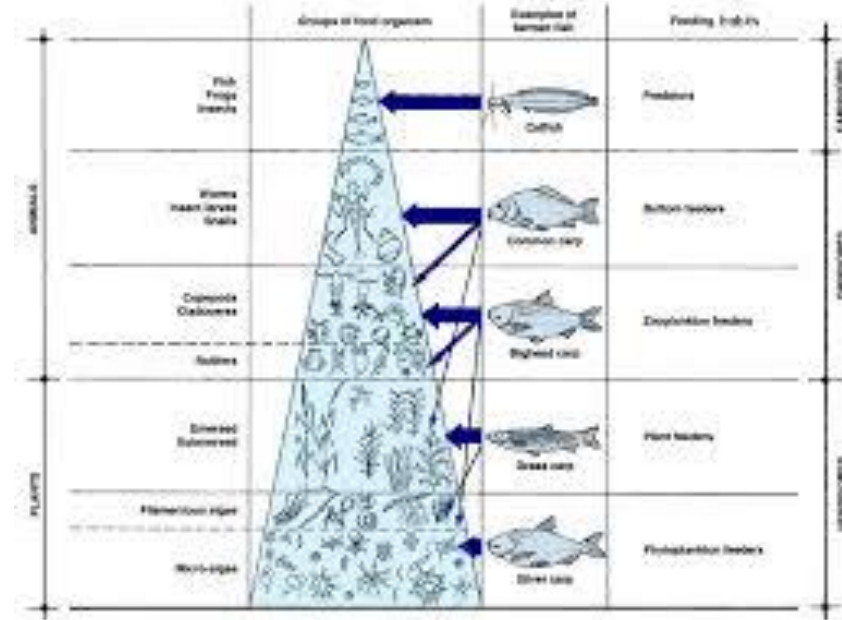
Διάκριση της ιχθυοπανίδας σε λειτουργικές ομάδες ως προς τις προτιμήσεις των ειδών στην επιλογή του αναπαραγωγικού υποστρώματος, τη διαίτα και το ενδιαίτημα.

Αναπαραγωγικό υπόστρωμα

- λιθόφιλα (lithophilic, LITH): είδη που προτιμούν να αποθέτουν τα αβγά τους σε πετρώδες υπόστρωμα,
- φυτολιθόφιλα (phyto-lithophilic, PHLI): δε δείχνουν συγκεκριμένη προτίμηση και μπορούν να αποθέσουν τα αβγά τους τόσο σε πετρώδες υπόστρωμα όσο και σε φυτά,
- φυτόφιλα (rhytophilic, RHYT): αποθέτουν τα αβγά τους πάνω σε βλάστηση,
- πελαγόφιλα (pelagophilic, PEL): σκορπίζουν τα αβγά τους στη στήλη του νερού και
- οστρακόφιλα (ostracophilic, OSTR): αποθέτουν τα αβγά τους μέσα σε δίθυρα.

Δίαιτα

- ✓ παμφάγα (omnivores, OMNI): η διαίτα τους περιλαμβάνει τουλάχιστον 25% φυτικό και 25% ζωικό υλικό
- ✓ βενθοφάγα (invertebrates, INV): τρέφονται τουλάχιστον κατά 75% με ασπόνδυλα/έντομα,
- ✓ πλαγκτοφάγα (planktivores, PLAN): τρέφονται με ζωοπλαγκτό και φυτοπλαγκτό σε ποσοστό > 75%,
- ✓ φυτοφάγα (herbivores, HERB): > 75% της διαίτας τους είναι φυτά και
- ✓ ιχθυοφάγα (piscivores, PISC): > 75% της διαίτας τους είναι ψάρια.



ενδιαίτημα

- ✓ Βενθοπελαγικά (χρησιμοποιούν όλη τη στήλη του νερού)
- ✓ βενθικά (προτιμούν τα ενδιαιτήματα κοντά στον πυθμένα της λίμνης)



GLFI (Greek Lakes' Fish Index)

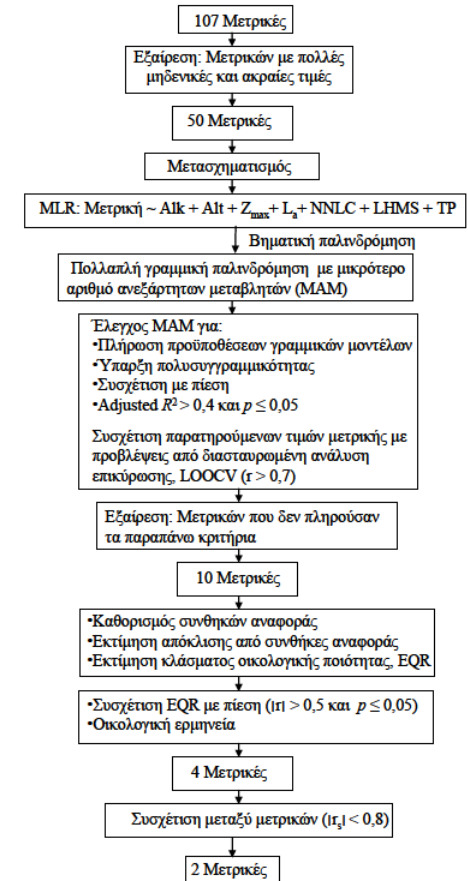
$$GLFI = \frac{EQR_{OMNI_b} + EQR_{Introduced_a}}{2} \quad (\text{Εξίσωση 5.4})$$

όπου:

$$EQR_{OMNI_b} = 0,8 * \left(1 - \frac{(OMNI_{b_obs} - OMNI_{b_hind}) - 0,219}{1,4957}\right) \quad (\text{Εξίσωση 5.5})$$

και

$$EQR_{Introduced_a} = 0,8 * \left(1 - \frac{(Introduced_{a_obs} - Introduced_{a_hind}) - 1,004}{1,5683}\right) \quad (\text{Εξίσωση 5.6})$$



Μετρική	Σταθερά	Περιβαλλοντικοί περιγραφείς			Πιέσεις			Adj. R ²	p
		log(Alk)	log(Alt)	log(Z _{max})	log(NNLC)	log(LHMS+1)	log(TP)		
arcsin(√OMNI _b)	-2,509**	1,733**		0,522.	-0,601*	-0,422	1,591**	0,751	<0,05
arcsin(√Introduced _a)	-1,356.		0,2880.	0,559.		0,938*		0,489	0,05

GLFI (Greek Lakes' Fish Index)

Όρια κλάσεων ποιότητας του δείκτη GLFI	Κλάσεις ποιότητας
(0,8-1]	υψηλή
(0,6-0,8]	καλή
(0,4-0,6]	μέτρια
(0,2-0,4]	ελλιπής
[0-0,2]	κακή

GLFI: δείκτης εκτίμησης της οικολογικής ποιότητας λιμνών με βάση τα ψάρια.

