



ΜΟΥΣΕΙΟ ΓΟΥΛΑΝΔΡΗ ΦΥΣΙΚΗΣ ΙΣΤΟΡΙΑΣ  
ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΒΙΟΤΟΠΩΝ-ΥΓΡΟΤΟΠΩΝ



MINISTRY OF FOREIGN  
AFFAIRS OF GREECE

ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΧΡΥΣΟΠΟΛΙΤΟΥ - ΒΑΣΙΛΙΚΗ ΤΣΙΑΟΥΣΗ

# κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης των εσωτερικών επιφανειακών υδάτων

Η πλήρης αναφορά στην παρούσα έκδοση είναι:  
Χρυσοπολίτου, Βασιλική και Βασιλική Τσιαούση. 2006.  
Κατευθύνσεις για τον σχεδιασμό προγραμμάτων  
παρακολούθησης των εσωτερικών επιφανειακών υδάτων.  
Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας/Ελληνικό Κέντρο  
Βιότοπων-Υγροτόπων. Θέρμη. 128 σελ.

**This publication may be cited as follows**

Chrysopolitou, Vasiliki and Vasiliki Tsioussi 2006. Guidelines  
for the design of monitoring programmes for inland surface  
waters. The Goulandris Natural History Museum/Greek Biotope-  
Wetland Centre. Thermi. 128 p. (In Greek).

Η παρούσα έκδοση εκπονήθηκε από το Ελληνικό Κέντρο  
Βιότοπων-Υγροτόπων (EKBY) στο πλαίσιο του έργου DAC  
με τίτλο «*Ελληνοτουρκική συνεργασία για την ενίσχυση της  
προστασίας και της διαχείρισης υγροτοπικών πόρων (Οδηγία  
2000/60/ΕΚ)*». Το έργο χρηματοδοτείται από το Πρόγραμμα  
Αναπτυξιακής Συνεργασίας της Υπηρεσίας Διεθνούς  
Αναπτυξιακής Συνεργασίας (ΥΔΑΣ) του Ελληνικού Υπουργείου  
Εξωτερικών.

**Επιμέλεια έκδοσης**

Κατερίνα Μπόλη, Μαρία Κατσακίωρη, Ελευθερία Θεοδωρούδη

**Γραφιστικός σχεδιασμός**

Colibri επε

**Εκτύπωση**

Παραγωγική μονάδα ΚΕ.Θ.Ε.Α.  
Σχήμα & Χρώμα

ISBN 978-960-7511-31-7

## ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΟΡΩΝ

Στον Πίνακα που ακολουθεί δίνονται οι επεξηγήσεις των κυριότερων ορισμών που απαντούν στο κείμενο των Κατευθύνσεων Παρακολούθησης. Διευκρινίζεται ότι η μετάφραση όλων των ορισμών που περιλαμβάνονται στον Πίνακα και στο κείμενο, βασίζεται στην ελληνική έκδοση της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα.

ΟΡΙΣΜΟΙ	ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΕΙΣ
<b>Ακρίβεια</b> <i>Precision</i>	Μέτρο της στατιστικής αβεβαιότητας που ισούται με το μισό του εύρους του διαστήματος εμπιστοσύνης %C (πιστότητα). Για κάθε μία από τις ασκήσεις παρακολούθησης, η εκτίμηση σφάλματος είναι η ασυμφωνία μεταξύ της απάντησης που προκύπτει από την επεξεργασία των δειγμάτων και της πραγματικής τιμής. Η ακρίβεια είναι, το επίπεδο εκτίμησης σφάλματος που επιτυγχάνεται και μπορεί να βελτιώνεται σε πολλές περιπτώσεις.
<b>Διαβαθμονόμηση</b> <i>Intercalibration</i>	Η άσκηση που διενεργείται από την Επιτροπή, με σκοπό τη διασφάλιση της συγκρισιμότητας των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα προγράμματα παρακολούθησης των διαφόρων κρατών μελών. Περιλαμβάνει δύο σκέλη: τον καθορισμό των ορίων μεταξύ των κλάσεων υψηλής/καλής κατάστασης και καλής/μέτριας κατάστασης, καθώς και την εναρμόνιση των παραπάνω ορίων με τους κανονιστικούς ορισμούς του Παραρτήματος V.1.2.
<b>Διασφάλιση ποιότητας</b> <i>Quality assurance</i>	Μέτρα που θα πρέπει να υιοθετούνται, ώστε τα αποτελέσματα των προγραμμάτων παρακολούθησης να επιτυγχάνουν τα απαιτούμενα επίπεδα ακρίβειας και πιστότητας. Μπορεί να αφορούν πρότυπα δειγματοληψίας και μεθόδων ανάλυσης, επαναληπτικούς ελέγχους, πιστοποίηση του εργαστηρίου, κ.ά.
<b>Επιπτώσεις</b> <i>Impacts</i>	Οι περιβαλλοντικές συνέπειες των πιέσεων (π.χ. μαζικός θάνατος ιχθυοπανίδας, υποβάθμιση οικοσυστήματος).
<b>Κίνδυνος</b> <i>Risk</i>	Η πιθανότητα να συμβεί ένα ανεπιθύμητο γεγονός. Έχει δύο συνιστώσες: την πιθανότητα και την περίπτωση να συμβεί. Αυτό, συνήθως, αποκαλείται πιθανότητα και συνέπεια.
<b>Λόγος οικολογικής ποιότητας</b> <i>Ecological quality ratio (EQR)</i>	Ο λόγος που αντιπροσωπεύει τη σχέση μεταξύ των τιμών των βιολογικών παραμέτρων που έχουν παρατηρηθεί σε ένα σύστημα και των τιμών των συγκεκριμένων παραμέτρων στις συνθήκες αναφοράς στο ίδιο σύστημα (ή τύπο συστήματος). Εκφράζεται ως αριθμητική τιμή μεταξύ του μηδενός και της μονάδας. Η υψηλή οικολογική κατάσταση δηλώνεται με τιμές γύρω στο ένα, ενώ η κακή οικολογική κατάσταση με τιμές γύρω στο μηδέν (Παράρτημα V.1.4.ii).
<b>Ομοίωμα κατανόησης</b> <i>Conceptual model</i>	Ένα ποιοτικό (και όχι μαθηματικό) ομοίωμα των αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα μέσα σε ένα υδατικό σύστημα. Αντιπροσωπεύει και περιγράφει (γραφικά) την αντίληψη των ειδικών για το υδατικό σύστημα, βάσει των πληροφοριών που αφορούν στα φυσικά γνωρίσματά του και στις πιέσεις που αυτό δέχεται.

ΟΡΙΣΜΟΙ	ΔΙΕΥΚΡΙΝΙΣΕΙΣ
<p><b>Παράμετροι</b> <i>Parameters</i></p>	<p>Οι ενδεικτικές παράμετροι των ποιοτικών στοιχείων που δίνονται στο Παράρτημα V.1.1. για κάθε κατηγορία επιφανειακών υδάτων και θα χρησιμοποιηθούν για τους σκοπούς της παρακολούθησης και ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης. Για παράδειγμα, οι σχετικές παράμετροι του βιολογικού ποιοτικού στοιχείου «σύνθεση και αφθονία της πανίδας βενθικών ασπονδύλων» είναι οι εξής: αριθμός των ειδών ή των ομάδων ειδών, παρουσία ευαίσθητων ειδών ή ομάδων ειδών και αναλογία ανθεκτικών/μη ανθεκτικών στην πίεση ειδών.</p>
<p><b>Πιέσεις</b> <i>Pressures</i></p>	<p>Οι άμεσες συνέπειες των δυνάμεων που ασκούνται στο υδατικό σύστημα (π.χ. μία μορφή πίεσης μπορεί να προκαλεί μεταβολή στη ροή ή στη χημική σύσταση των επιφανειακών υδάτων).</p>
<p><b>Πιστότητα</b> <i>Confidence</i></p>	<p>Η πιθανότητα (που εκφράζεται ως ποσοστό), η πραγματική τιμή μιας στατιστικής παραμέτρου (π.χ. του αριθμητικού μέσου ενός πληθυσμού) να βρίσκεται εντός υπολογισμένων και καθορισμένων ορίων γύρω από την τιμή του αποτελέσματος που προέκυψε από τα προγράμματα παρακολούθησης.</p>
<p><b>Ποιοτικά στοιχεία</b> <i>Quality elements</i></p>	<p>Τα στοιχεία που θα χρησιμοποιηθούν για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης των υδατικών συστημάτων. Δίνονται αναλυτικά στο Παράρτημα V.1.1. για κάθε κατηγορία επιφανειακών υδάτων. Διακρίνονται σε βιολογικά στοιχεία και στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά (υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά στοιχεία).</p>
<p><b>Πρότυπα παρακολούθησης</b> <i>Monitoring standards</i></p>	<p>Τα διεθνή ή εθνικά πρότυπα, η εφαρμογή των οποίων αποσκοπεί στη συγκέντρωση δεδομένων ισοδύναμης επιστημονικής ποιότητας και συγκρισιμότητας (π.χ. πρότυπα CEN και ISO).</p>
<p><b>Σύστημα επιφανειακών υδάτων</b> <i>Water body</i></p>	<p>Ένα διακεκριμένο και σημαντικό στοιχείο επιφανειακών υδάτων που αποτελεί τη βασική μονάδα για την εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα (προγράμματα παρακολούθησης, προγράμματα μέτρων, κ.ά.).</p>
<p><b>Τυποκαταριστικές συνθήκες αναφοράς</b> <i>Type-specific reference conditions</i></p>	<p>Οι συνθήκες που απαντούν σε υδατικά συστήματα, στα οποία επικρατούν αδιατάρακτες, ή σχεδόν αδιατάρακτες, συνθήκες και τα οποία δέχονται μικρή ή καθόλου πίεση από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Ο καθορισμός τους θεωρείται απαραίτητος για τον υπολογισμό του λόγου οικολογικής ποιότητας (EQR).</p>

# Περιεχόμενα

<b>ΕΠΕΞΗΓΗΣΕΙΣ ΟΡΩΝ</b>	σελ. 2
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	σελ. 6
<b>1. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ</b>	σελ. 8
1.1. Ποιος είναι ο σκοπός συγγραφής των Κατευθύνσεων Παρακολούθησης;	σελ. 8
1.2. Σε ποιους απευθύνονται οι Κατευθύνσεις Παρακολούθησης;	σελ. 9
1.3. Τι περιέχουν οι Κατευθύνσεις Παρακολούθησης;	σελ. 9
<b>2. ΟΔΗΓΙΑ 2000/60/ΕΚ</b>	σελ. 10
2.1. Σκοπός της Οδηγίας	σελ. 10
2.2. Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των άρθρων της Οδηγίας	σελ. 11
2.3. Προϋποθέσεις παρακολούθησης	σελ. 12
2.3.1. <i>Τυποκαταχρηστικές συνθήκες αναφοράς</i>	σελ. 12
2.3.2. <i>Άσκηση διαβαθμονόμησης</i>	σελ. 13
2.3.3. <i>Χαρακτηριστικά της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού</i>	σελ. 13
<b>3. ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΤΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ</b>	σελ. 14
3.1. Οι προβλέψεις της Οδηγίας	σελ. 14
3.2. Σκοπός κατάρτισης προγραμμάτων παρακολούθησης	σελ. 15
<b>4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ</b>	σελ. 16
4.1. Εισαγωγή	σελ. 16
4.2. Γενικές αρχές σχεδιασμού	σελ. 16
4.3. Ομοίωμα κατανόησης	σελ. 17
4.4. Βήματα για τον σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης	σελ. 19
4.4.1. <i>Σκοποί παρακολούθησης</i>	σελ. 19
4.4.2. <i>Στρατηγική δειγματοληψίας</i>	σελ. 19
4.4.3. <i>Συλλογή δεδομένων</i>	σελ. 22
4.4.4. <i>Διαχείριση δεδομένων</i>	σελ. 25
4.5. Εξωτερικοί περιοριστικοί παράγοντες	σελ. 27
<b>5. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ</b>	σελ. 28
5.1. Ορισμός του «συστήματος επιφανειακών υδάτων»	σελ. 28
5.2. Σκοπός προσδιορισμού «συστήματος επιφανειακών υδάτων»	σελ. 28
5.3. Κριτήρια προσδιορισμού «συστήματος επιφανειακών υδάτων»	σελ. 29
5.4. Στοιχεία που περιλαμβάνονται στα συστήματα επιφανειακών υδάτων	σελ. 30
5.5. Μη σημαντικά στοιχεία των επιφανειακών υδάτων	σελ. 30
5.6. Ομαδοποίηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων	σελ. 31

<b>6. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>	σελ. 32
6.1. Ποιοτικά στοιχεία των προγραμμάτων παρακολούθησης	σελ. 33
6.1.1. Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία	σελ. 33
6.1.2. Στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία	σελ. 34
6.2. Κύριοι τύποι υποβάθμισης των ποτάμιων και λιμναίων συστημάτων	σελ. 34
6.3. Ποτάμια συστήματα	σελ. 35
6.3.1. Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά	σελ. 35
6.3.2. Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά	σελ. 36
6.3.3. Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά	σελ. 36
6.4. Λίμνες	σελ. 37
6.4.1. Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά	σελ. 37
6.4.2. Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά	σελ. 38
6.4.3. Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά	σελ. 39
<b>7. ΤΥΠΟΙ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ</b>	σελ. 40
7.1. Εποπτική παρακολούθηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων	σελ. 40
7.1.1. Επιλογή των τόπων παρακολούθησης	σελ. 41
7.1.2. Επιλογή των ποιοτικών στοιχείων	σελ. 42
7.1.3. Συχνότητες παρακολούθησης	σελ. 43
7.2. Επιχειρησιακή παρακολούθηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων	σελ. 44
7.2.1. Επιλογή των τόπων παρακολούθησης	σελ. 45
7.2.2. Επιλογή των ποιοτικών στοιχείων	σελ. 46
7.2.3. Συχνότητες παρακολούθησης	σελ. 46
7.3. Διερευνητική παρακολούθηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων	σελ. 47
<b>8. ΑΛΛΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ</b>	σελ. 48
8.1. Ιδιαίτερος τροποποιημένα και τεχνητά υδατικά συστήματα	σελ. 48
8.1.1. Οικολογικό δυναμικό	σελ. 49
8.1.2. Ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης	σελ. 50
8.2. Προστατευόμενες περιοχές	σελ. 51
8.2.1. Τόποι υδροληψίας πόσιμου ύδατος	σελ. 51
8.2.2. Τόποι προστασίας οικοτόπων και ειδών	σελ. 52
8.3. Υγρότοποι	σελ. 53
<b>9. ΕΚΘΕΣΕΙΣ ΤΩΝ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ</b>	σελ. 54
9.1. Έκθεση Ι (Εποπτική και επιχειρησιακή παρακολούθηση)	σελ. 54
9.1.1. Περιεχόμενα (περιληπτικά)	σελ. 54
9.1.2. Περιεχόμενα (αναλυτικά)	σελ. 55
9.2. Έκθεση ΙΙ (Διερευνητική παρακολούθηση)	σελ. 57
9.2.1. Περιεχόμενα (περιληπτικά)	σελ. 57
9.2.2. Περιεχόμενα (αναλυτικά)	σελ. 57
<b>10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	σελ. 60
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	σελ. 62
<b>ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ</b>	
Ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης Δοϊράνης	σελ. 90

# Εισαγωγή

## Η κατάσταση των υδάτων στην Ελλάδα

### Ποσότητα υδάτων

Η Ελλάδα θεωρείται, γενικά, πλούσια σε υδατικούς πόρους χώρα. Η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται στα 700 mm. Ωστόσο, οι υδατικοί της πόροι είναι άνισα κατανεμημένοι, με τη δυτική πλευρά του ελλαδικού χώρου να εμφανίζει τα υψηλότερα επίπεδα βροχοπτώσεων και την ανατολική ενδοχώρα, την Κρήτη και τα νησιά του Αιγαίου να υποφέρουν από μεγάλες περιόδους ανομβρίας. Η κατανομή των υδατικών πόρων είναι άνιση, όχι μόνο χωρικά, αλλά και χρονικά. Κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου ξηρασίας, η κατανάλωση νερού αυξάνεται δραστικά, εξαιτίας της τουριστικής δραστηριότητας και της άντλησης νερού για άρδευση. Συνεπώς, το νερό δεν είναι πάντα διαθέσιμο, όπου και όταν απαιτείται περισσότερη ποσότητα. Η αποταμίευση του νερού, καθώς και η ορθολογική διαχείρισή του αποτελούν προτεραιότητες της πολιτικής των υδάτων στην Ελλάδα.

Οι μεγαλύτερες και σπουδαιότερες λεκάνες απορροής ποταμού της Ελλάδας, με μέση ετήσια επιφανειακή ροή πάνω από 35 δισεκατομμύρια κυβικά μέτρα, είναι οκτώ: του Αχελώου (Κεντρική Ελλάδα), του Αξιού, του Στρυμόνα και του Αλιάκμονα (Μακεδονία), του Έβρου και του Νέστου (Θράκη), του Άραχθου και του Καλαμά (Ήπειρος).

Οι 41 φυσικές λίμνες καταλαμβάνουν περισσότερα από 600.000 εκτάρια, ή το 0,5% της συνολικής έκτασης της χώρας. Οι μεγαλύτερες από αυτές είναι η Τριχωνίδα, η Βόλβη και η Βεγορίτιδα. Οι 14 τεχνητές λίμνες καταλαμβάνουν έκταση 26.000 εκτάρια. Τέλος, ο αριθμός των υγροτόπων της Ελλάδας, σύμφωνα με τον κατάλογο απογραφής του ΕΚΒΥ, ανέρχεται σε 378 (Fitoka et al. 2000).

### Ποιότητα υδάτων

Τα εθνικά πρότυπα ποιότητας νερού για διάφορες χρήσεις έχουν εναρμονιστεί με τη σχετική νομοθεσία της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι κυριότερες μορφές πιέσεων που ασκούνται στα συστήματα επιφανειακών υδάτων κάθε περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού στην Ελλάδα είναι η αγροτική δραστηριότητα, η ανάπτυξη της βιομηχανίας και η συγκέντρωση του πληθυσμού στα μεγάλα αστικά κέντρα (Freshwater2004-Greece). Η ποιότητα των υδάτων έχει βελτιωθεί τα τελευταία έτη, λόγω της κατασκευής μονάδων επεξεργασίας αποβλήτων.

Οι ελληνικοί ποταμοί βρίσκονται γενικά σε πολύ καλή κατάσταση. Η μέση ετήσια συγκέντρωση θρεπτικών ουσιών, καθώς και η συγκέντρωση βαρέων μετάλλων παραμένουν τις περισσότερες φορές στα επιτρεπτά όρια για το πόσιμο νερό. Αντίθετα, υψηλές συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών και βαρέων μετάλλων από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, έχουν παρατηρηθεί σε αρκετές λίμνες, κυρίως στο βόρειο τμήμα της χώρας. Στις περιπτώσεις αυτές, δεν είναι σπάνιο το φαινόμενο του ευτροφισμού των λιμνών (Freshwater2004-Greece).

## Το εθνικό δίκτυο παρακολούθησης

Το ΥΠΕΧΩΔΕ επιβλέπει το υφιστάμενο Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης Ποιότητας Υδάτων. Το δίκτυο λειτουργεί συστηματικά από το 1995 και περιλαμβάνει δειγματοληπτικούς σταθμούς που είχαν καθορισθεί από το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (πρώην Υπουργείο Γεωργίας) κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '70, με σκοπό την παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων που προορίζονταν για άρδευση. Τα δείγματα νερού προωθούνται για ανάλυση στα εργαστήρια του Γενικού Χημείου του Κράτους, καθώς και σε Δημοτικά ή Ερευνητικά Εργαστήρια. Η παρακολούθηση πραγματοποιείται σε 200 δειγματοληπτικούς σταθμούς, σε λίμνες και ποτάμια. Τα δείγματα αναλύονται, σε τριμηνιαία βάση, για 69 παραμέτρους (φυσικοχημικές παράμετροι, θρεπτικές ουσίες, βαρέα μέταλλα και μικροβιακό φορτίο). Σε 50 δειγματοληπτικούς σταθμούς σε όλη τη χώρα, το νερό εξετάζεται για 123 τοξικές ουσίες που περιέχονται στους Καταλόγους I (7 ουσίες) και II (116 ουσίες) της Οδηγίας 76/464/ΕΚ καθώς και 33 ουσίες προτεραιότητας.

Κατά περιόδους, στην Ελλάδα διεξάγονται διάφορα προγράμματα παρακολούθησης από πανεπιστήμια, άλλα ερευνητικά ιδρύματα, δημόσιες επιχειρήσεις και τοπικές αρχές. Τα δίκτυα παρακολούθησης που περιλαμβάνουν τα προγράμματα αυτά συνεισφέρουν στον εμπλουτισμό των υφιστάμενων βάσεων δεδομένων με νέες πληροφορίες, σχετικές με την ποιότητα των υδάτων.

Το Εθνικό Δίκτυο Παρακολούθησης Υδάτων θα πρέπει να αναπροσαρμοσθεί σύμφωνα με τα πρότυπα και τις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, του Νόμου 3199/2003 και του εκτελεστικού του Προεδρικού Διατάγματος. Προς την κατεύθυνση αυτή, προβλέπεται η ανάπτυξη ενός νέου, εκτεταμένου και ολοκληρωμένου δικτύου παρακολούθησης για την αξιολόγηση της κατάστασης των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων, καθώς και η εγκαθίδρυση ενός κεντρικού εργαστηρίου για τη βαθμονόμηση και τον συντονισμό όλων των περιφερειακών εργαστηρίων (Freshwater2004-Greece).

# 1. Κατευθύνσεις παρακολούθησης

## 1.1. Ποιος είναι ο σκοπός συγγραφής των Κατευθύνσεων Παρακολούθησης;

Τα 26 άρθρα της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000 «για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων» περιγράφουν τον τρόπο δράσης για την υλοποίηση της Οδηγίας. Τα 11 παραρτήματα διασφαλίζουν την ορθή εφαρμογή των άρθρων, σύμφωνα με τα πρότυπα και τις απαιτήσεις της Οδηγίας. Ωστόσο, λόγω της σύνθετης φύσης του κειμένου της Οδηγίας, τα παραρτήματα, από μόνα τους, ενδέχεται να μην παρέχουν επαρκή καθοδήγηση στα κράτη μέλη.

Σκοπός της συγγραφής των Κατευθύνσεων Παρακολούθησης είναι η παροχή της απαραίτητης βοήθειας για τον σχεδιασμό των προγραμμάτων παρακολούθησης των εσωτερικών επιφανειακών υδάτων, την επιλογή των κατάλληλων, σε κάθε περίπτωση, ποιοτικών στοιχείων και τέλος, για την επεξεργασία και ερμηνεία των δεδομένων που θα προκύψουν, σύμφωνα με το Άρθρο 8 και το Παράρτημα V της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Διευκρινίζεται ότι οι παρούσες Κατευθύνσεις δεν ασχολούνται με την παρακολούθηση των παράκτιων, μεταβατικών και υπογείων υδάτων.

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ προτείνει τον σχεδιασμό ευέλικτων προγραμμάτων παρακολούθησης των επιφανειακών συστημάτων υδάτων ανά την Ευρώπη και αναζητά πρωτίστως τους τρόπους εναρμόνισης των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από τα προγράμματα παρακολούθησης των διαφόρων κρατών μελών και λιγότερο την επιβολή ενός κοινού συστήματος παρακολούθησης για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης των υδάτων.

Οι Κατευθύνσεις Παρακολούθησης προσφέρουν μία γενική μεθοδολογική προσέγγιση για τον σχεδιασμό και την υλοποίηση των προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιότητας των υδάτων.

Οι παρούσες Κατευθύνσεις Παρακολούθησης βασίσθηκαν στα κείμενα που περιλαμβάνονται στο *Water Framework Directive, Common Implementation Strategy, Guidance Document No 7 (2003): Monitoring under the Water Framework Directive*. Για τη συγγραφή του Κεφαλαίου 4, που αφορά στον σχεδιασμό των προγραμμάτων παρακολούθησης, χρησιμοποιήθηκε η εργασία των *Vos, P., E. Meelis, και W.J. Ter Keurs. 2000: A Framework for the Design of Ecological Monitoring Programs as a Tool for Environmental and Nature Management. Environmental Monitoring and Assessment 61: 317-344.*

Η παράθεση ή υπαγόρευση δεσμευτικών πρωτοκόλλων θα αποτελούσε σφάλμα, καθώς σε αρκετές περιοχές της Ελλάδας έχουν εφαρμοσθεί ή εφαρμόζονται προγράμματα παρακολούθησης (από πανεπιστήμια, ερευνητικά ινστιτούτα). Στην περίπτωση αυτή, το παρόν κείμενο περιγράφει το πλαίσιο στο οποίο οι εμπλεκόμενοι φορείς καλούνται να αξιοποιήσουν αυτούσιες τις υπάρχουσες μεθόδους ή να τις τροποποιήσουν σύμφωνα με τα πρότυπα και τις απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ.

Επιπλέον, εξαιτίας της ποικιλότητας **α)** των ανθρωπογενών πιέσεων, **β)** των τύπων συστημάτων επιφανειακών υδάτων, **γ)** των βιοκοινοτήτων και **δ)** των υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών γνωρισμάτων μεταξύ διαφορετικών περιοχών λεκάνης απορροής ποταμού, ο τρόπος με τον οποίο θα εφαρμοσθούν οι προτεινόμενες από τις Κατευθύνσεις Παρακολούθησης μέθοδοι, θα διαφέρει από περιοχά σε περιοχά.

Τα προγράμματα παρακολούθησης μπορούν και πρέπει να προσαρμόζονται στις ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης, αρκεί να μπορούν να προσδιορίζουν με ακρίβεια:

- την απόκλιση των παρατηρούμενων συνθηκών από τις τυποχαρακτηριστικές συνθήκες αναφοράς,
- τις βραχυπρόθεσμες και μακροπρόθεσμες μεταβολές στα φυσικά, στα τεχνητά και στα ιδιαίτερω τροποποιημένα συστήματα επιφανειακών υδάτων,
- τη μεταβλητότητα όλων των ποιοτικών στοιχείων των επιφανειακών συστημάτων υδάτων, η οποία προκύπτει εξαιτίας φυσικών ή ανθρωπογενών πιέσεων και τέλος,
- ολόκληρο το φάσμα των πιθανών επιπτώσεων, ώστε να πραγματοποιηθεί σωστά η ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης των υδατικών συστημάτων.

Όλες οι τροποποιήσεις που πραγματοποιούνται θα πρέπει να αιτιολογούνται και να τεκμηριώνονται επιστημονικά στις εκθέσεις προς την Ευρωπαϊκή Επιτροπή.



## 1.2. Σε ποιους απευθύνονται οι Κατευθύνσεις Παρακολούθησης;

Οι Κατευθύνσεις Παρακολούθησης απευθύνονται, κυρίως, στις Διευθύνσεις Υδάτων των Περιφερειών, οι οποίες είναι αρμόδιες για τη διαχείριση και προστασία κάθε λεκάνης απορροής ποταμού που εκτείνεται στα διοικητικά όρια της περιοχής τους. Εφόσον η λεκάνη απορροής ποταμού εκτείνεται στα διοικητικά όρια περισσότερων Περιφερειών, οι παραπάνω αρμοδιότητες ασκούνται από κοινού, σύμφωνα με το Άρθρο 5 του Ν. 3199/2003 (ΦΕΚ 280Α).

Το παρόν κείμενο αφορά δευτερευόντως την Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων, την Τοπική Αυτοδιοίκηση Α' και Β' Βαθμού, τις Επιχειρήσεις Ύδρευσης και Αποχέτευσης (Δημοτικές και μη), διάφορους Συνδέσμους και Επιμελητήρια, Ερευνητικά Κέντρα και Ινστιτούτα, Περιβαλλοντικές Οργανώσεις, καθώς και όλους όσους εμπλέκονται στην υλοποίηση της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και, ιδιαίτερα, στον σχεδιασμό και την εφαρμογή προγραμμάτων παρακολούθησης.

## 1.3. Τι περιέχουν οι Κατευθύνσεις Παρακολούθησης;

Αρχικά, γίνεται μία συνοπτική αναφορά στην Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα, παρατίθεται ο σκοπός της, δίνεται ένα περιληπτικό χρονοδιάγραμμα σχετικό με την υλοποίηση των άρθρων της από το έτος 2000 που τέθηκε σε ισχύ έως το έτος 2015 και περιγράφονται εν συντομία οι αναγκαίες προϋποθέσεις για τον σχεδιασμό των προγραμμάτων παρακολούθησης.

Στη συνέχεια, οι Κατευθύνσεις Παρακολούθησης επικεντρώνονται στον τρόπο εκπόνησης προγραμμάτων παρακολούθησης.

Ειδικότερα εστιάζουν:

- › στον σκοπό εκπόνησης προγραμμάτων παρακολούθησης, ο οποίος αφορά στη χρήση των δεδομένων που θα προκύψουν από τα προγράμματα παρακολούθησης για την εκπόνηση και εφαρμογή κατάλληλων προγραμμάτων, μέτρων και σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού,
- › στον τρόπο σχεδιασμού και ειδικότερα στις γενικές αρχές και στα τεχνικά γνωρίσματα των προγραμμάτων παρακολούθησης, ώστε τα αποτελέσματα να χαρακτηρίζονται από ικανοποιητικά ποσοστά ακρίβειας και πιστότητας,
- › στον τρόπο καθορισμού των συστημάτων επιφανειακών υδάτων, που αποτελούν τις βασικές μονάδες εφαρμογής των απαιτήσεων της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και ειδικότερα των προγραμμάτων παρακολούθησης,
- › στην επιλογή των κατάλληλων υποχρεωτικών και βοηθητικών ποιοτικών στοιχείων, καθώς και των πιο αντιπροσωπευτικών παραμέτρων των πιέσεων που δέχεται κάθε επιφανειακό σύστημα υδάτων,
- › στους τρεις τύπους παρακολούθησης (εποπτική, επιχειρησιακή και διερευνητική), καθώς και στις συχνότητες παρακολούθησης,
- › στον τρόπο χαρακτηρισμού και καθορισμού των ιδιαίτερως τροποποιημένων και τεχνητών υδατικών συστημάτων, στις απαιτήσεις παρακολούθησής τους, καθώς και στις απαιτήσεις παρακολούθησης των προστατευόμενων περιοχών και των υγροτόπων και, τέλος,
- › στον τρόπο με τον οποίο θα πρέπει να συντάσσονται οι εκθέσεις των προγραμμάτων παρακολούθησης προς την Ευρωπαϊκή Ένωση και το Συμβούλιο.

Τέλος, στις Κατευθύνσεις Παρακολούθησης, παρατίθεται μια μελέτη περίπτωσης της Αν. Καθηγήτριας Βιολογίας ΑΠΘ κ. Μαρίας Μουστάκα, που αφορά στον σχεδιασμό της παρακολούθησης για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης Δοϊράνης, με βάση το φυτοπλαγκτό.

## 2. Οδηγία 2000/60/ΕΚ

Η υποβάθμιση της ποιότητας των υδάτων και των υδροτοπικών οικοσυστημάτων στην Ευρώπη, οδήγησε το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο της 23ης Οκτωβρίου 2003, μετά από αρκετά έτη διαβουλεύσεων και διαπραγματεύσεων με όλα τα εμπλεκόμενα μέρη, στην έκδοση της «**Οδηγίας 2000/60/ΕΚ για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων**». Επιπρόσθετα, η απαίτηση των πολιτών της Ευρωπαϊκής Ένωσης και των Περιβαλλοντικών Οργανώσεων για καθαρότερα νερά έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην κινητοποίηση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για προστασία των υδάτων. Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα συγχωνεύει και αντικαθιστά ένα πλήθος υφιστάμενων Οδηγιών, οι οποίες δημιουργήθηκαν παλαιότερα για την πρόληψη της υποβάθμισης του υδάτινου περιβάλλοντος λόγω φυσικών και ανθρωπογενών πιέσεων (Irvine 2004).

### 2.1. Σκοπός της Οδηγίας

Σκοπός της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, όπως περιγράφεται και στο Άρθρο 1, είναι η θέσπιση πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών επιφανειακών, των μεταβατικών, των παράκτιων και των υπόγειων υδάτων, το οποίο:

- α)** να αποτρέπει την περαιτέρω επιδείνωση, να προστατεύει και να βελτιώνει την κατάσταση των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς και των άμεσα εξαρτώμενων από αυτά χερσαίων οικοσυστημάτων και υδροτόπων, σε ό,τι αφορά τις ανάγκες τους σε νερό,
- β)** να προωθεί τη βιώσιμη χρήση του νερού, βάσει μακροπρόθεσμης προστασίας των διαθέσιμων υδάτινων πόρων,
- γ)** να αποσκοπεί στην ενίσχυση της προστασίας και τη βελτίωση του υδάτινου περιβάλλοντος, μεταξύ άλλων με ειδικά μέτρα για την προοδευτική μείωση των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών ουσιών προτεραιότητας και με την παύση ή τη σταδιακή εξάλειψη των απορρίψεων, εκπομπών και διαρροών των επικίνδυνων ουσιών προτεραιότητας,
- δ)** να διασφαλίζει την προοδευτική μείωση της ρύπανσης των υπογείων υδάτων και να αποτρέπει την περαιτέρω μόλυνσή τους και, τέλος,
- ε)** να συμβάλλει στον μετριασμό των επιπτώσεων από πλημμύρες και ξηρασίες.

Η υλοποίηση του σκοπού της Οδηγίας εξαρτάται από τα εθνικά νομικά πλαίσια, προϋποθέτει την ύπαρξη ή τη σύσταση, όπου δεν υφίστανται, διοικητικών δομών και την εφαρμογή επιστημονικών μεθόδων (Irvine κ.ά. 2002).

Ο απώτερος σκοπός της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, όπως ορίζει και το Άρθρο 4, είναι η επίτευξη *καλής κατάστασης* όλων των υδατικών συστημάτων (εσωτερικών επιφανειακών, μεταβατικών, παράκτιων και υπογείων υδάτων) το αργότερο έως το έτος 2015.

Για τα επιφανειακά ύδατα, η *καλή κατάσταση* αντιστοιχεί στην «κατάσταση επιφανειακού υδατικού συστήματος που χαρακτηρίζεται τουλάχιστον καλή, τόσο από οικολογική, όσο και από χημική άποψη». Η οικολογική κατάσταση προσδιορίζεται από τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία, που υποστηρίζονται από τα υδρομορφολογικά και τα φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία. Η καλή κατάσταση είναι αντιπροσωπευτική των υδατικών συστημάτων, στα οποία επικρατούν σχεδόν αδιατάρακτες συνθήκες και τα οποία δέχονται μικρές μόνο πιέσεις από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα δεν αφήνει μεγάλα περιθώρια στα κράτη μέλη για αδυναμία ή αποτυχία επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων που αναφέρονται στο Άρθρο 4. Ωστόσο, για υδατικά συστήματα τα οποία «*επηρεάζονται τόσο από ανθρώπινες δραστηριότητες [...], ή η φυσική τους κατάσταση είναι τέτοια, ώστε η επίτευξη των στόχων να είναι ανέφικτη, ή δυσανάλογα δαπανηρή*», ορίζονται λιγότερο αυστηροί περιβαλλοντικοί στόχοι. Από την άλλη πλευρά, η προθεσμία για την επίτευξη καλής

κατάστασης σε κάποια υδατικά συστήματα μπορεί να παραταθεί εξαιτίας τεχνικών δυσκολιών, υπέρμετρου κόστους ή ακόμη και επικράτησης ιδιαίτερων, δυσμενών περιβαλλοντικών συνθηκών. Στην περίπτωση αυτή, η Οδηγία παρέχει στα κράτη μέλη τη δυνατότητα να λάβουν μέρος σε δύο ακόμη εξάχρονους κύκλους σχεδιασμού και εφαρμογής προγραμμάτων μέτρων, μετά το τέλος του έτους 2015. Ωστόσο, κάθε αδυναμία επίτευξης περιβαλλοντικών στόχων εντός της προθεσμίας, ή γενικότερα, θα πρέπει να αναφέρεται, να επεξηγείται και να αιτιολογείται σε κάθε σχέδιο διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού.

## 2.2. Χρονοδιάγραμμα υλοποίησης των άρθρων της Οδηγίας

Το εθνικό δίκαιο της Ελλάδας εναρμονίσθηκε προς τις διατάξεις της Οδηγίας με τον Νόμο 3199/2003 (ΦΕΚ 280Α) για την «Προστασία και Διαχείριση των Υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23<sup>ης</sup> Οκτωβρίου 2000», στις 9 Δεκεμβρίου 2003 (Άρθρο 23). Αναμένεται η έκδοση του εκτελεστικού Προεδρικού Διατάγματος του εν λόγω νόμου.

Σύμφωνα με το Άρθρο 3 και το Παράρτημα Ι της Οδηγίας, η Ελλάδα προσδιόρισε 14 περιοχές λεκάνης απορροής ποταμού στο εθνικό της έδαφος (κάποιες από αυτές εκτείνονται και σε εδάφη γειτονικών κρατών) και, ακολούθως, συγκρότησε τις κατάλληλες αρμόδιες αρχές, για την οργάνωση, τον συντονισμό και την επίβλεψη των στρατηγικών δράσης στις περιφέρειες.

Οι σπουδαιότεροι σταθμοί στην πορεία υλοποίησης των άρθρων της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, όπως φαίνονται και στο χρονοδιάγραμμα του Πίνακα 1, είναι οι ακόλουθοι:

- › η αναγνώριση της «περιοχής λεκάνης απορροής» ως της βασικής μονάδας εφαρμογής και συντονισμού των άρθρων της Οδηγίας (Άρθρο 3),
- › η συμφωνία και συναίνεση όλων των κρατών μελών σε βασικά θέματα διαχείρισης υδατικών συστημάτων (Άρθρα 4, 5, 6 και 14),
- › η εγκατάσταση και λειτουργία κατάλληλων δικτύων παρακολούθησης, «ώστε να υπάρχει συνεκτική και συνολική εικόνα της κατάστασης των υδάτων σε κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού» (Άρθρο 8),
- › ο σχεδιασμός προγραμμάτων μέτρων, τα οποία θα πρέπει να περιλαμβάνουν τόσο «βασικά», όσο και «συμπληρωματικά» μέτρα, για την επίτευξη ή και διατήρηση της καλής κατάστασης των υδατικών συστημάτων (Άρθρο 11),
- › η ανάπτυξη τελικών σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού, το αργότερο έως το έτος 2009 (Άρθρο 13) και
- › η ενθάρρυνση της «ενεργούς συμμετοχής όλων των ενδιαφερόμενων μερών στην υλοποίηση της παρούσας Οδηγίας, ιδίως δε στην εκπόνηση, αναθεώρηση και ενημέρωση των σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού» (Άρθρο 14).

**Πίνακας 1.**

Συνοπτικό χρονοδιάγραμμα της εφαρμογής των σπουδαιότερων άρθρων για την υλοποίηση της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ

ΕΤΟΣ	ΟΡΟΘΕΣΙΑ	ΑΝΑΦΟΡΑ
2000	> Η Οδηγία τίθεται σε ισχύ	Άρθρο 24
2003	> Μεταφορά της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ στο εθνικό δίκαιο > Προσδιορισμός και όρια των περιοχών λεκάνης απορροής ποταμού > Προσδιορισμός των αρμοδίων αρχών	Άρθρο 23 Άρθρο 3
2004	> Ανάλυση των χαρακτηριστικών των λεκανών απορροής > Προσδιορισμός των πιέσεων και αξιολόγηση των επιπτώσεων > Οικονομική ανάλυση της χρήσης ύδατος > Δημιουργία μπρώου των Προστατευόμενων Περιοχών > Επανεξέταση του καταλόγου ουσιών προτεραιότητας και συμπληρωματικά: > Καθορισμός τυποχαρακτηριστικών συνθηκών αναφοράς > Άσκηση διαβαθμονόμησης	Άρθρο 5 Άρθρο 6 Άρθρο 16
2006	> Κατάρτιση προγραμμάτων παρακολούθησης > Πληροφόρηση του κοινού και διαβουλεύσεις	Άρθρο 8 Άρθρο 14
2008	> Κατάρτιση προσχεδίων διαχείρισης λεκανών απορροής	Άρθρο 13
2009	> Κατάρτιση τελικών σχεδίων διαχείρισης λεκανών απορροής > Κατάρτιση προγραμμάτων μέτρων	Άρθρο 13 Άρθρο 11
2010	> Ανάκτηση κόστους για υπηρεσίες ύδατος	Άρθρο 9
2012	> Υλοποίηση των προγραμμάτων μέτρων	Άρθρο 11
2015	> Επίτευξη περιβαλλοντικών στόχων	Άρθρο 4

Άλλοι σταθμοί-κλειδιά για την εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα είναι η προστασία των συστημάτων που προορίζονται για την άντληση πόσιμου ύδατος (Άρθρο 7), η τιμολόγηση της χρήσης των υδάτων (Άρθρο 9), ο έλεγχος των εκπομπών και των απορρίψεων ουσιών προτεραιότητας στα επιφανειακά ύδατα (Άρθρο 10) και η ανάπτυξη στρατηγικών κατά της ρύπανσης των υδάτων από επικίνδυνες ουσίες προτεραιότητας (Άρθρο 16) (WWF 2001).

## 2.3. Προϋποθέσεις παρακολούθησης

### 2.3.1. Τυποχαρακτηριστικές συνθήκες αναφοράς

Παράλληλα με τη διαδικασία υλοποίησης του Άρθρου 5 της Οδηγίας και πριν από τον σχεδιασμό και την εφαρμογή των προγραμμάτων παρακολούθησης, θα πρέπει να καθορισθούν οι χαρακτηριστικές συνθήκες αναφοράς (των βιολογικών, υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων) για κάθε τύπο συστημάτων επιφανειακών υδάτων, όπως αυτός προκύπτει από τη χρήση του συστήματος διαχωρισμού Α ή Β, που περιλαμβάνεται στο Παράρτημα ΙΙ.

Συνθήκες αναφοράς απαντούν σε υδατικά συστήματα όπου επικρατούν αδιατάρακτες ή σχεδόν αδιατάρακτες συνθήκες και τα οποία δέχονται μικρή ή καθόλου πίεση από ανθρωπογενείς δραστηριότητες.

Μπορούν να προσδιορισθούν με τη χρήση χωρικών μεθόδων (δίκτυα που περιλαμβάνουν επαρκή αριθμό τόπων σε υψηλή κατάσταση), ομοιωμάτων, εισηγήσεων εμπειρογνομόνων, ή ακόμη και με

συνδυασμό των παραπάνω μεθόδων. Ο εκ των προτέρων καθορισμός τους θεωρείται απαραίτητο βήμα για τη μετέπειτα ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης των υδάτων, καθώς το ζητούμενο των προγραμμάτων παρακολούθησης είναι να βρεθεί το πόσο απέχουν τα υδατικά συστήματα από τις ιδανικές συνθήκες αναφοράς.

Τα σφάλματα στον προσδιορισμό των συνθηκών αναφοράς και τα σφάλματα στην εκτίμηση της τρέχουσας κατάστασης των υδατικών συστημάτων δρουν αθροιστικά. Για την επίτευξη επιθυμητών επιπέδων πιστότητας και ακρίβειας στην ταξινόμηση της κατάστασης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων θα πρέπει να αποφεύγονται, κατά το δυνατόν, και τα δύο είδη σφαλμάτων.

### 2.3.2. Άσκηση διαβαθμονόμησης

Πριν από τον σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης, κρίθηκε, επίσης, απαραίτητη η εφαρμογή διαβαθμονόμησης. **Σκοπός της άσκησης διαβαθμονόμησης είναι να διασφαλισθεί η συμβατότητα με τους κανονιστικούς ορισμούς της Οδηγίας και η συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα συστήματα παρακολούθησης ποιοτικών βιολογικών στοιχείων των διαφόρων κρατών μελών.** Στο πλαίσιο της διαβαθμονόμησης καθορίζονται οι τιμές του ορίων μεταξύ των κλάσεων της υψηλής και της καλής κατάστασης, καθώς και των κλάσεων της καλής και της μέτριας κατάστασης. Οι παραπάνω τιμές εκφράζονται ως λόγοι οικολογικής ποιότητας (EQRs–ratios).

Οι Λόγοι Οικολογικής Ποιότητας (EQRs–ratios) αντιπροσωπεύουν τη σχέση μεταξύ των τιμών των βιολογικών παραμέτρων που έχουν παρατηρηθεί σε ένα σύστημα και των τιμών των παραμέτρων αυτών στις συνθήκες αναφοράς στο ίδιο σύστημα (ή στον ίδιο τύπο συστήματος) και εκφράζονται ως αριθμητική τιμή μεταξύ του μηδενός και του ενός.

Η υψηλή οικολογική κατάσταση δηλώνεται με τιμές γύρω στο ένα, ενώ η κακή οικολογική κατάσταση με τιμές γύρω στο μηδέν. Το δίκτυο τόπων διαβαθμονόμησης για κάθε οικοπεριοχή, θα πρέπει να περιλαμβάνει τουλάχιστον δύο σημεία δειγματοληψιών, ανά όριο κλάσης και ανά τύπο συστημάτων επιφανειακών υδάτων.

Το πρώτο στάδιο της διαδικασίας διαβαθμονόμησης και αναφοράς των αποτελεσμάτων στην Ευρωπαϊκή Ένωση ολοκληρώνεται το 2007. Αναμένεται η εναρμόνιση των τιμών των δύο ορίων μεταξύ των τριών κλάσεων για όλα τα κράτη μέλη, ανά γεωγραφική ομάδα διαβαθμονόμησης (GIG-Geographical Intercalibration Group), ώστε να είναι εφικτή η ορθή ταξινόμηση των διαφόρων τύπων υδατικών συστημάτων στις πέντε κλάσεις της οικολογικής κατάστασης (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής και κακή), με βάση πάντα τα κατάλληλα βιολογικά, φυσικοχημικά και υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία. Αναμένεται, τέλος, να ολοκληρωθεί η εναρμόνιση όλων των κλάσεων οικολογικής ποιότητας με τους κανονιστικούς ορισμούς του Παραρτήματος V.1.2.

### 2.3.3. Χαρακτηριστικά της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού

Το Άρθρο 5 (χαρακτηριστικά της περιοχής λεκάνης απορροής και επισκόπηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων) σχετίζεται άμεσα με τις διαδικασίες της παρακολούθησης. Προσφέρει στην ουσία μια πρώτη εκτίμηση της κατάστασης των υδατικών συστημάτων σε κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού και παρέχει τη βάση, όχι μόνο για τον σχεδιασμό, αλλά και για την αναθεώρηση των προγραμμάτων παρακολούθησης για τα επιφανειακά ύδατα.

Η υλοποίηση των απαιτήσεων του Άρθρου 5 και των Παραρτημάτων II και III της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ δεν είναι εύκολη υπόθεση. Το 2005, το ΥΠΕΧΩΔΕ κατόνομασε μια σειρά υπολογίσιμων προβλημάτων, όπως π.χ. η δυσκολία εναρμόνισης της ελληνικής νομοθεσίας με τους ευρωπαϊκούς κανόνες, η καθυστερημένη συγκρότηση των αρμοδίων αρχών, η μικρή διαθεσιμότητα ή αξιοπιστία δεδομένων και πληροφοριών (ειδικά για τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία), η έλλειψη πείρας, οι ιδιομορφίες που χαρακτηρίζουν τα υδατικά συστήματα της χώρας, κ.ά. (Zikos κ.ά. 2005).

Τον Ιούνιο του 2006, η Ελλάδα υπέβαλλε στην Επιτροπή την έκθεση σχετικά με τις αναλύσεις που απαιτούνται δυνάμει του Άρθρου 5.

## 3. Παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτων

### 3.1. Οι προβλέψεις της Οδηγίας

Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ απαιτεί τον σχεδιασμό και την εφαρμογή πλαισίων ταξινόμησης, τα οποία θα απεικονίζουν με ακρίβεια την οικολογική κατάσταση των συστημάτων επιφανειακών υδάτων, όπως αυτή καθορίζεται από τη μέτρηση των διαφόρων βιολογικών, υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων.

Όπως αναφέρεται και στο Άρθρο 8 της Οδηγίας, τα κράτη μέλη εξασφαλίζουν την κατάρτιση προγραμμάτων για την παρακολούθηση της κατάστασης των υδάτων, ώστε να υπάρχει συνεκτική και συνολική εικόνα σε κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού. Συγκεκριμένα, για τα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα (λιμναία και ποτάμια συστήματα), τα προγράμματα καλύπτουν:

- α)** τον όγκο και τη στάθμη ή τον ρυθμό ροής στο μέτρο που αφορά στην οικολογική και στη χημική τους κατάσταση, καθώς και
- β)** την οικολογική και χημική τους κατάσταση.

Στο Παράρτημα V της Οδηγίας περιλαμβάνονται αναλυτικοί πίνακες με τους κανονιστικούς ορισμούς για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης κάθε κατηγορίας υδάτων, καθώς και τα προτεινόμενα ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης (βιολογικά, υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά) με τις αντίστοιχες παραμέτρους. Δίνονται, επίσης, συνοπτικά στοιχεία που αφορούν, τόσο στον σχεδιασμό των προγραμμάτων παρακολούθησης (τύποι παρακολούθησης, επιλογή τόπων παρακολούθησης, συχνότητα), όσο και στον τρόπο ταξινόμησης και παρουσίασης των αποτελεσμάτων (συγκρισιμότητα αποτελεσμάτων, κ.ά.).

Τα προγράμματα παρακολούθησης θα πρέπει να εκπληρώνουν τις απαιτήσεις του Παραρτήματος V και θα έπρεπε να είχαν τεθεί σε λειτουργία το αργότερο έως τις 22 Δεκεμβρίου 2006.

### 3.2. Σκοπός της κατάρτισης προγραμμάτων παρακολούθησης

Οι πληροφορίες και τα στοιχεία που θα προκύψουν από την εφαρμογή των προγραμμάτων παρακολούθησης των λιμνών και των ποταμών, σύμφωνα με το Παράρτημα V, απαιτούνται για:

- › την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης των συγκεκριμένων επιφανειακών συστημάτων υδάτων,
- › τη συμπλήρωση και επικύρωση της διαδικασίας αξιολόγησης του κινδύνου μη τήρησης των ποιοτικών περιβαλλοντικών στόχων, για κάποια υδατικά συστήματα (Παράρτημα II),
- › τον αποτελεσματικό σχεδιασμό μελλοντικών προγραμμάτων παρακολούθησης,
- › την εκτίμηση μακροπρόθεσμων μεταβολών των φυσικών συνθηκών,
- › την εκτίμηση μακροπρόθεσμων μεταβολών που προκύπτουν από διαδεδομένες ανθρωπογενείς δραστηριότητες,
- › τον προσδιορισμό των φορτίων ρύπων που μεταφέρονται μέσω διεθνών συνόρων ή απορρίπτονται στη θάλασσα,
- › την εκτίμηση μεταβολών στην κατάσταση των συστημάτων που έχουν χαρακτηριστεί ότι κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς στόχους, σε απόκριση της εφαρμογής μέτρων για βελτίωση ή πρόληψη της υποβάθμισης,
- › την εξακρίβωση των αιτιών, εξαιτίας των οποίων τα συστήματα υδάτων δεν μπορούν να επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς στόχους,
- › την εξακρίβωση της έκτασης και των επιπτώσεων ρύπανσης οφειλόμενης σε ατύχημα,
- › την επικύρωση των αποτελεσμάτων της άσκησης διαβαθμονόμησης και, τέλος,
- › την ποσοτικοποίηση των τυποκατασκευαστικών συνθηκών αναφοράς.

Ο απώτερος σκοπός των προγραμμάτων παρακολούθησης είναι η ταξινόμηση όλων των συστημάτων επιφανειακών υδάτων σε μία από τις πέντε κλάσεις οικολογικής κατάστασης (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής και κακή).

Τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τα προγράμματα παρακολούθησης είναι αυτά που, στην ουσία, θα καθορίσουν πόσα και ποια συστήματα επιφανειακών υδάτων θα συμπεριληφθούν στα προγράμματα μέτρων και στα σχέδια διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού. Αν ένα υδατικό σύστημα βρεθεί σε υψηλή ή καλή οικολογική κατάσταση, τότε δεν απαιτούνται περαιτέρω ενέργειες, παρά μόνο τα απολύτως απαραίτητα μέτρα για πρόληψη υποβάθμισης της ποιότητας. Αντίθετα, στην περίπτωση που η κατάσταση ενός υδατικού συστήματος είναι κατώτερη της καλής, εφαρμόζονται μέτρα αποκατάστασης της οικολογικής ποιότητας του συστήματος.

## 4. Σχεδιασμός προγραμμάτων παρακολούθησης

### 4.1. Εισαγωγή

Χωρίς την ύπαρξη αξιόπιστων πληροφοριών σχετικά με τις μεταβολές της ποιότητας των υδατικών συστημάτων και των αιτιών που τις προκαλούν, δεν είναι δυνατή η λήψη κατάλληλων αποφάσεων για την αντιμετώπιση προβλημάτων που σχετίζονται με την υποβάθμιση του περιβάλλοντος. Η ύπαρξη ενός γενικού και συστηματικού, θεμελιώδους πλαισίου διευκολύνει και κατευθύνει τους εμπλεκόμενους στη διαδικασία σχεδιασμού προγραμμάτων παρακολούθησης.

Ως παρακολούθηση μπορεί να ορισθεί η επαναλαμβανόμενη μέτρηση ενός συγκεκριμένου συνόλου μεταβλητών σε ένα ή περισσότερα σημεία παρακολούθησης, κατά τη διάρκεια μιας σχετικά παρατεταμένης περιόδου, σύμφωνα με προκαθορισμένα χρονοδιαγράμματα.

Είναι σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη ότι, η παρακολούθηση δεν αποτελεί αυτοσκοπό, αλλά μέσο για την επίτευξη κάποιου σκοπού (Αναγνωστοπούλου 1996). Ωστόσο, για να θεωρείται αποτελεσματικό και λειτουργικό ένα πρόγραμμα παρακολούθησης, θα πρέπει να αποτελεί κάτι παραπάνω από ένα εργαλείο συλλογής δεδομένων. Ο σχεδιασμός και η εκπόνηση προγραμμάτων παρακολούθησης θεωρείται εξαιρετικά πολύπλοκο ζήτημα. Για την απλοποίησή του, θα πρέπει ολόκληρη η διαδικασία σχεδιασμού να διαιρεθεί σε επί μέρους τμήματα.

Η Οδηγία 2000/60/EK και οι παρούσες Κατευθύνσεις Παρακολούθησης εισηγούνται ένα ευέλικτο ιεραρχικό σύστημα για την παρακολούθηση όλων των διαφορετικών τύπων υδατικών συστημάτων, που αντανακλούν την ποικιλότητα, τόσο των φυσικών και γεωλογικών συνθηκών, όσο και των ανθρωπογενών πιέσεων, ανά την Ευρώπη. Όπως έχει προαναφερθεί, η Οδηγία αναζητά περισσότερο τρόπους εναρμόνισης των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από τα προγράμματα παρακολούθησης των διαφόρων κρατών μελών, παρά επιβολής ενός κοινού συστήματος παρακολούθησης για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης των υδάτων.

Η έννοια της παρακολούθησης απαντά συχνά και σε άλλα άρθρα και παραρτήματα της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα. Η αξιολόγηση των επιπτώσεων, για παράδειγμα (Άρθρο 5, Παράρτημα II), παίζει πρωτεύοντα ρόλο, όχι μόνο στον αρχικό σχεδιασμό, αλλά και στην επανεξέταση και αναθεώρηση των προγραμμάτων παρακολούθησης.

### 4.2. Γενικές αρχές σχεδιασμού

Ο σημαντικότερος παράγοντας για την αξιολόγηση του σχεδιασμού ενός προγράμματος παρακολούθησης είναι ο εκ των προτέρων καθορισμός του τι θα παρακολουθείται, πώς, πότε και πόσο συχνά. Οι απαντήσεις στα ερωτήματα αυτά εξαρτώνται από:

- › τους σκοπούς κάθε προγράμματος παρακολούθησης (π.χ. εκτίμηση της γενικότερης κατάστασης ενός συστήματος επιφανειακών υδάτων ή έλεγχος της ανοδικής τάσης κάποιας συγκεκριμένης ουσίας),
- › τα κατάλληλα επίπεδα ακρίβειας και πιστότητας στα αποτελέσματα της παρακολούθησης και, τέλος,
- › τον τύπο και το μέγεθος της μεταβλητότητας που εμφανίζουν τα συστήματα επιφανειακών υδάτων τα οποία παρακολουθούνται.

Ο σαφής, δηλαδή, προσδιορισμός των σκοπών τους οποίους τα προγράμματα παρακολούθησης καλούνται να επιτύχουν, είναι επιβεβλημένος. Αυτός θα καθορίσει τον τρόπο προσέγγισης της διαδικασίας σχεδιασμού προγραμμάτων παρακολούθησης, βοηθώντας στην ταυτοποίηση:

- › της προς έλεγχο υπόθεσης,
- › ρεαλιστικών και μετρήσιμων στόχων, καθώς και
- › των αποδεκτών επιπέδων κινδύνου, ακρίβειας και πιστότητας στα αποτελέσματα.



Οι πληροφορίες που θα προκύψουν θα βοηθήσουν στην κατανόηση του προς μελέτη συστήματος και στον προσδιορισμό των κατάλληλων ερωτημάτων για τον έλεγχο της αρχικής υπόθεσης. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί, για παράδειγμα, μέσω του σχεδιασμού ομοιωμάτων κατανόησης που θα περιλαμβάνουν και θα συνδέουν τις κινητήριες δυνάμεις, τις πιέσεις και την τρέχουσα κατάσταση του οικοσυστήματος. Τα ομοιώματα αυτά μπορούν και πρέπει να αναθεωρούνται και να επικυρώνονται κατά τη διάρκεια της παρακολούθησης, καθώς όλο και περισσότερες πληροφορίες θα έρχονται στο φως.

Θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η χρονική και χωρική μεταβλητότητα, τόσο η φυσική όσο και η ανθρωπογενής, αφού θα επηρεάσει σίγουρα την τοποθεσία και τον αριθμό των συστημάτων επιφανειακών υδάτων που θα περιλαμβάνονται στα προγράμματα παρακολούθησης, τον αριθμό των σταθμών παρακολούθησης μέσα σε κάθε σύστημα, καθώς και τη συχνότητα των δειγματοληψιών.

Η εκ των προτέρων επιλογή κατάλληλων επιπέδων ακρίβειας και πιστότητας βοηθά στη θέσπιση ορίων του βαθμού αβεβαιότητας (λόγω φυσικών και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων) των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από τα προγράμματα παρακολούθησης.

Αφού καθορισθούν τα αποδεκτά επίπεδα κινδύνου, ακρίβειας και πιστότητας που σχετίζονται με τους σκοπούς της παρακολούθησης, τότε μόνο μπορεί να σχεδιασθεί το κατάλληλο πρόγραμμα παρακολούθησης με τη χρήση στατιστικών εργαλείων. Τα εργαλεία αυτά εξασφαλίζουν:

- › την επίτευξη των σκοπών του προγράμματος,
- › την παρακολούθηση επαρκών σημείων και σε συχνότητες που παρέχουν τα απαιτούμενα επίπεδα ακρίβειας και πιστότητας στα αποτελέσματα και τέλος,
- › την εφαρμογή των προγραμμάτων, με τρόπο οικονομικά αποδοτικό και επιστημονικά αξιόπιστο.

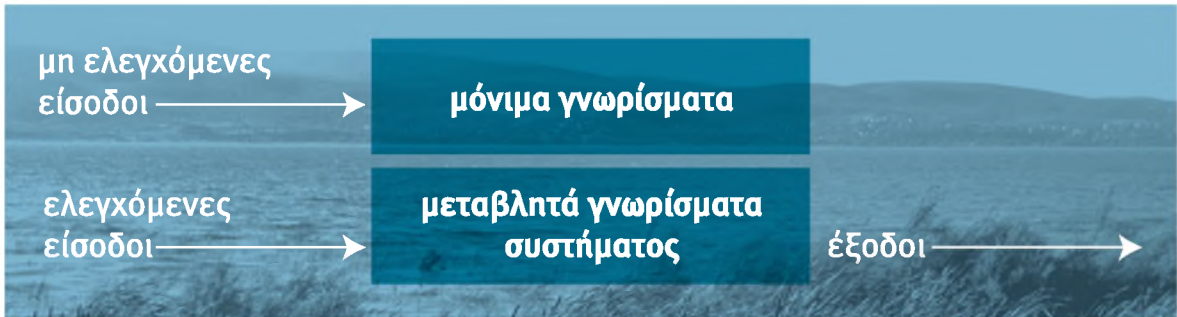
Μεγάλη σημασία έχει, τέλος, η σωστή επεξεργασία και ανάλυση των δεδομένων, καθώς και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Οι απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα θα συνεισφέρουν στον αποτελεσματικό σχεδιασμό της παρακολούθησης και, επομένως, στη λήψη και εφαρμογή κατάλληλων μέτρων για ορθολογική διαχείριση των υδατικών πόρων.

### 4.3. Ομοίωμα κατανόησης

Τα ομοιώματα κατανόησης θα πρέπει να χρησιμοποιούνται ως βάση για την ανάπτυξη, αλλά και αναθεώρηση των προγραμμάτων παρακολούθησης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα. Στο κείμενο αυτό, η έννοια «ομοίωμα κατανόησης» δεν αναφέρεται σε κάποιο ποσοτικό μαθηματικό ομοίωμα, αλλά περιγράφει ένα ποιοτικό ομοίωμα κατανόησης των αλληλεπιδράσεων που λαμβάνουν χώρα σε ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων.

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο σχεδιασμός ενός προγράμματος παρακολούθησης θα πρέπει να ξεκινά με τη διατύπωση των σκοπών. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο εφόσον προσδιορισθούν, οριοθετηθούν και περιγραφούν με σαφήνεια, τόσο το σύστημα λήψης αποφάσεων (το οποίο θα επεξεργαστεί τις πληροφορίες και τα δεδομένα), όσο και το προς παρακολούθηση υδατικό σύστημα. Ο προσδιορισμός του συστήματος λήψης αποφάσεων θα πρέπει να περιλαμβάνει ακριβή περιγραφή του πεδίου και των ορίων δράσης όλων των εμπλεκόμενων στον σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης. Ο προσδιορισμός του προς παρακολούθηση συστήματος, δεν περιλαμβάνει μόνο οριοθέτηση του συστήματος στον χώρο και στον χρόνο. Με βάση το ομοίωμα κατανόησης του συστήματος, θα πρέπει να καθορισθούν με ακρίβεια οι σχετικές εισόδους, τα γνωρίσματα του συστήματος και οι έξοδοί του, και, στη συνέχεια, το σύστημα να υποδιαιρεθεί σε επί μέρους συστήματα (Εικόνα 1). Μια σημαντική διάκριση των (φυσικών ή ανθρωπογενών) εισόδων είναι αυτή μεταξύ «ελεγχόμενων» (π.χ. εξαρτώμενων από το αντίστοιχο σύστημα λήψης αποφάσεων, εξ ορισμού μόνο ανθρωπογενούς προέλευσης) και «μη ελεγχόμενων»

εισόδων (φυσικές και ανθρωπογενείς –οι τελευταίες μπορεί να εξαρτώνται από άλλα συστήματα λήψης αποφάσεων). Στην περίπτωση της παρακολούθησης συστημάτων επιφανειακών υδάτων, οι σχετικές έξοδοι (εκτιμώμενα σημεία κατάληξης) είναι οι πληθυσμοί των ειδών και οι βιοκοινότητες. Οι έξοδοι μπορεί να έχουν κοινωνική-οικονομική αξία (αλιεία, αναψυχή) ή φυσική αξία, όπως την αντιλαμβάνεται το κοινό. Όλα τα υπόλοιπα μεταξύ των εισόδων και των εξόδων αποτελούν τα γνωρίσματα του συστήματος. Γνωρίσματα που μπορεί να είναι μόνιμα (π.χ. τύπος υποστρώματος), ή μεταβλητά, να επηρεάζονται, δηλαδή, από τις εισόδους (π.χ. τοξίνες στο περιβάλλον, ρυθμοί αναπαραγωγής).



**Εικόνα 1.** Πρότυπο ομοίωμα κατανόησης του προς παρακολούθηση συστήματος

Το επίπεδο λεπτομερειών που απαιτείται στο ομοίωμα αυτό είναι ευθέως ανάλογο της δυσκολίας εκτίμησης των επιπτώσεων των πιέσεων στους περιβαλλοντικούς στόχους. Τα δεδομένα που προκύπτουν από την παρακολούθηση χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο, ή την επικύρωση του ομοιώματος κατανόησης μέσα από μια επαναλαμβανόμενη διαδικασία. Για τους σκοπούς της επικύρωσης, απαιτείται η συλλογή πληροφοριών από όλα τα συστήματα επιφανειακών υδάτων που έχουν χαρακτηριστεί ότι βρίσκονται σε κίνδυνο να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους, καθώς και μία επιλογή από εκείνα τα υδατικά συστήματα που δεν διατρέχουν παρόμοιο κίνδυνο.

Η ποσότητα των πληροφοριών από τα προγράμματα παρακολούθησης που απαιτείται για την επικύρωση της εκτίμησης κινδύνου του Παραρτήματος II, εξαρτάται εν μέρει από το επίπεδο σημαντικότητας (βεβαιότητας) του ομοιώματος κατανόησης. Όσο μεγαλύτερη είναι η δυσκολία εκτίμησης του κινδύνου μη επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων, τόσο περισσότερα δεδομένα παρακολούθησης απαιτούνται. Όπου οι επιπτώσεις από τυχόν εσφαλμένη εκτίμηση του κινδύνου είναι πολύ σημαντικές (όπου, για παράδειγμα, μπορεί να οδηγήσει στη χωρίς λόγο επιβολή μεγάλων προστίμων στους χρήστες ύδατος –σφάλμα Τύπου I, ή να αποτύχει να εκτιμήσει τον κίνδυνο σημαντικών βλαβών που θα μπορούσαν να είχαν αποφευχθεί –σφάλμα Τύπου II), απαιτείται η μέγιστη ποσότητα πληροφοριών.

Η έκταση της παρακολούθησης που απαιτείται σε κάθε περίπτωση σχετίζεται με:

- › τη δυσκολία στην ταξινόμηση της κατάστασης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων,
- › την παρουσία σημαντικών και έμμεσων ανοδικών τάσεων και
- › τις επιπτώσεις των σφαλμάτων, λόγω εσφαλμένων εκτιμήσεων.

Κατά τη διάρκεια κάθε κύκλου σχεδιασμού και εφαρμογής προγραμμάτων μέτρων, καθώς και μεταξύ ενός κύκλου και του επόμενου, τα νέα δεδομένα που προκύπτουν θα συμβάλουν στην κατανόηση των συστημάτων επιφανειακών υδάτων και της ευαισθησίας τους στις διάφορες μορφές πιέσεων. Αυτό αναμένεται να αυξήσει την πιστότητα του ομοιώματος κατανόησης και τον βαθμό εκτίμησης κινδύνου που αυτό επιτρέπει.

Το ομοίωμα κατανόησης αντιπροσωπεύει την τρέχουσα αντίληψή μας για το υδατικό σύστημα, βάσει των πληροφοριών που αφορούν στα φυσικά γνωρίσματά του και στις πιέσεις στις οποίες υπόκειται. Τα προγράμματα παρακολούθησης θα πρέπει να παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για τον έλεγχο του ομοιώματος και τη βελτιστοποίησή του, ώστε να διασφαλίζεται ένα κατάλληλο επίπεδο σημαντικότητας στον προσδιορισμό των πιέσεων και την αξιολόγηση των επιπτώσεων.

## 4.4. Βήματα για τον σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης

Ειδικότερα, τα προγράμματα παρακολούθησης διακρίνονται σε τέσσερις συνιστώσες:

- › σκοποί παρακολούθησης (ερωτήματα και υποθέσεις προς διατύπωση),
- › στρατηγική δειγματοληψίας (σχεδιασμός δειγματοληψίας),
- › συλλογή δεδομένων (δειγματοληψία),
- › διαχείριση δεδομένων (ανάλυση, ερμηνεία και παρουσίαση).

### 4.4.1. Σκοποί παρακολούθησης

Η διατύπωση των σκοπών παρακολούθησης αποτελεί το πλέον κρίσιμο στάδιο στον σχεδιασμό ενός προγράμματος παρακολούθησης. Οι σκοποί θέτουν τη βάση για τη συλλογή των δεδομένων και για τον λόγο αυτό, θα πρέπει να διατυπώνονται με σαφήνεια και ακρίβεια. Όπως προαναφέρθηκε, οι σκοποί θα πρέπει να είναι ρεαλιστικοί και να μπορούν να πραγματοποιούνται μέσα σε εύλογο χρόνο, με τη χρήση μετρήσιμων παραμέτρων (Finlayson 1996 από Αναγνωστοπούλου 1996).

Υπάρχουν δύο κατηγορίες γενικών σκοπών παρακολούθησης: εκτίμηση της κατάστασης και ανίχνευση μεταβολών. Περαιτέρω λεπτομερής περιγραφή των σκοπών θα περιλαμβάνει τα επιθυμητά επίπεδα ακρίβειας και πιστότητας, χωρικές μεθόδους ανάλυσης και χρονοδιαγράμματα. Επιπλέον, στους σκοπούς των προγραμμάτων παρακολούθησης εντάσσονται και οι ανάγκες των διαχειριστών σε πληροφορίες (σημείο εκκίνησης), ο προσδιορισμός των πιθανών αιτιών των ανιχνεύσιμων μεταβολών του συστήματος και η ενδεχόμενη παραβίαση των περιβαλλοντικών προτύπων και κανόνων.

Ενώ οι γενικοί σκοποί των προγραμμάτων παρακολούθησης καθορίζονται με σαφήνεια από την Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα, οι ειδικοί σκοποί παρακολούθησης είναι δύσκολο να προσδιορισθούν με ακρίβεια, αφού μεταβάλλονται, εξαρτώμενοι από τον τύπο παρακολούθησης που επιλέγεται κάθε φορά, π.χ. εποπτική, επιχειρησιακή, διερευνητική, ή παρακολούθηση προστατευόμενων περιοχών. Από την άποψη αυτή, οι σκοποί των προγραμμάτων παρακολούθησης θα διαφέρουν στην εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης, ανάλογα με το αν αξιολογούνται εποχικές ή μακροπρόθεσμες μεταβολές. Παρομοίως, η διερευνητική παρακολούθηση μπορεί να περιλαμβάνει διαφορετικές παραμέτρους, τρόπους παρακολούθησης και συχνότητες από ό,τι τα γενικότερης φύσης προγράμματα εποπτικής και επιχειρησιακής παρακολούθησης, αφού έχει σχεδιαστεί για την αξιολόγηση συγκεκριμένων πιέσεων και επιπτώσεων.

Τα προγράμματα παρακολούθησης θα πρέπει να παρέχουν τις απαραίτητες πληροφορίες για την αξιολόγηση της δυνατότητας επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας. Αυτό σημαίνει πως ο σχεδιασμός προγραμμάτων παρακολούθησης σύμφωνα με τα πρότυπα και τις απαιτήσεις της Οδηγίας, προϋποθέτει σαφή και βαθιά κατανόηση των περιβαλλοντικών συνθηκών που απαιτούνται για την επίτευξη των στόχων, καθώς και γνώση του τρόπου με τον οποίο τα συστήματα αυτά θα μπορούσαν να επηρεασθούν από ανθρώπινες δραστηριότητες.

### 4.4.2. Στρατηγική δειγματοληψίας

Αφού καθορισθούν οι σκοποί των προγραμμάτων παρακολούθησης, στη συνέχεια, θα πρέπει να καταστρωθεί η στρατηγική δειγματοληψίας. Η στρατηγική αυτή αποτελεί τον μεθοδολογικό πυρήνα των προγραμμάτων: καθορίζει τον βαθμό πιστότητας με τον οποίο στατιστικά σημαντικές μεταβολές του περιβάλλοντος μπορούν να συσχετισθούν με συγκεκριμένες αιτίες.

Εξαιρετικά σημαντική είναι η επιλογή, α) του τύπου παρακολούθησης (εποπτική, επιχειρησιακή, διερευνητική παρακολούθηση, κ.λπ.) και β) των ποιοτικών στοιχείων παρακολούθησης και των αντίστοιχων συχνοτήτων, καθώς και των τρόπων παρακολούθησης (συγκεκριμένα, αντιπροσωπευτική, κανονική ή τυχαία δειγματοληψία). Η στρατηγική δειγματοληψίας σχετίζεται στενά, τόσο με τους σκοπούς των προγραμμάτων παρακολούθησης (και κυρίως με την ανάγκη ανίχνευσης των μεταβολών), όσο και με την προτεινόμενη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων. Η στρατηγική θα πρέπει να καθιστά δυνατή τη στατιστική ανάλυση και ερμηνεία που απαιτούνται για τη συσχέτιση αιτίας-αποτελέσματος.

## ■ Τύποι παρακολούθησης

Ανάλογα με τους σκοπούς που διατυπώθηκαν αρχικά, επιλέγεται και ο τύπος παρακολούθησης. Κάθε τύπος παρακολούθησης απαιτεί διαφορετική μεθοδολογική προσέγγιση, όσον αφορά στη διαδικασία συλλογής των δεδομένων και έχει ως αποτέλεσμα τη λήψη εντελώς διαφορετικών διαχειριστικών αποφάσεων.

Για τα επιφανειακά ύδατα, η Οδηγία προβλέπει, αρχικά, τον σχεδιασμό προγραμμάτων εποπτικής παρακολούθησης που καλύπτουν έναν επαρκή αριθμό από κάθε κατηγορία και τύπο συστημάτων επιφανειακών υδάτων, ώστε να υπάρχει μία συνεκτική και συνολική εικόνα της κατάστασης των υδάτων σε κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού. Αυτός ο τύπος παρακολούθησης (έγκαιρης προειδοποίησης, *early warning*) θεωρείται, φύσει, προληπτικός και η εφαρμογή του έχει σκοπό την πρόβλεψη και αποφυγή μελλοντικών περιβαλλοντικών προβλημάτων, καθώς και την εξοικονόμηση των πόρων που θα απαιτούνταν για την αποκατάσταση του υδατικού συστήματος.

Επιχειρησιακή παρακολούθηση εφαρμόζεται μόνο στα συστήματα εκείνα που έχει διαπιστωθεί ότι κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς στόχους, με σκοπό την εκτίμηση των μεταβολών στην κατάστασή τους που ενδέχεται να προκύψουν από την εφαρμογή των προγραμμάτων μέτρων. Αυτός ο τύπος παρακολούθησης (έγκαιρου ελέγχου, *early control*) αντικαθιστά τα μη αποτελεσματικά μέτρα που εμφανίζουν ανεπιθύμητες περιβαλλοντικές παρενέργειες, με άλλα, περισσότερο αποδοτικά. Τα προγράμματα επιχειρησιακής παρακολούθησης χρησιμοποιούν παραμέτρους των ποιοτικών στοιχείων, ενδεικτικές των πιέσεων στις οποίες υπόκειται το σύστημα επιφανειακών υδάτων. Αυτό σημαίνει πως στην επιχειρησιακή παρακολούθηση, χρησιμοποιείται ο ελάχιστος αριθμός ποιοτικών στοιχείων και, έτσι, ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος σφαλμάτων στην ταξινόμηση της κατάστασης των υδατικών συστημάτων.

Με βάση τον χαρακτηρισμό και την εκτίμηση των επιπτώσεων που διενεργούνται σύμφωνα με το Άρθρο 5 και το Παράρτημα II, τα κράτη μέλη, για κάθε περίοδο εφαρμογής ενός σχεδίου διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού, εκπονούν ένα πρόγραμμα εποπτικής παρακολούθησης και ένα πρόγραμμα επιχειρησιακής παρακολούθησης. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις (π.χ. άγνωστη πηγή ρύπανσης, ρύπανση οφειλόμενη σε ατύχημα), εφαρμόζεται η διερευνητική παρακολούθηση.

## ■ Επιλογή ποιοτικών στοιχείων και ενδεικτικών παραμέτρων

Για τον προσδιορισμό των τιμών των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων χρησιμοποιούνται οι αντίστοιχες ενδεικτικές παράμετροι (ενδείκτες). Στην εποπτική παρακολούθηση είναι απαραίτητο να παρακολουθούνται όλες οι ενδεικτικές παράμετροι των βιολογικών, υδρομορφολογικών, καθώς και ειδικών και γενικών φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων. Στην επιχειρησιακή παρακολούθηση, ωστόσο, θα πρέπει να παρακολουθούνται μόνο οι ενδεικτικές παράμετροι εκείνων των βιολογικών, υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων που εμφανίζουν ευαισθησία στις πιέσεις που ασκούνται στο υδατικό σύστημα, καθώς και όλες οι ουσίες προτεραιότητας, αλλά και άλλες ουσίες που απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες.

Ο αριθμός των ενδεικτών που πρέπει να παρακολουθούνται για κάθε βιολογικό ποιοτικό στοιχείο ποικίλλει ανάλογα με τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Εάν, για παράδειγμα, ένας και μόνο ενδείκτης δεν επαρκεί για τον ασφαλή προσδιορισμό της τιμής του αντίστοιχου ποιοτικού στοιχείου, τότε χρησιμοποιούνται περισσότεροι. Επίσης, για τα προγράμματα παρακολούθησης συνιστάται να επιλέγονται εκείνες οι παράμετροι βιολογικών ποιοτικών στοιχείων, των οποίων οι αντίστοιχες τυποκατασκευαστικές συνθήκες αναφοράς έχουν καθοριστεί με μεγαλύτερη ακρίβεια. Τέλος, τα κράτη μέλη είναι υπεύθυνα για τον εντοπισμό του κατάλληλου ταξινομικού επιπέδου για την επίτευξη της δέουσας πιστότητας και ακρίβειας στην ταξινόμηση των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων.

## ■ Τόποι παρακολούθησης

Τα συστήματα επιφανειακών υδάτων αποτελούν τις βασικές μονάδες για την εφαρμογή, τόσο των προγραμμάτων παρακολούθησης, όσο και των προγραμμάτων μέτρων και των σχεδίων διαχείρισης

λεκάνης απορροής ποταμού. Ο σκοπός προσδιορισμού των συστημάτων επιφανειακών υδάτων είναι η ακριβής περιγραφή της κατάστασης των επιφανειακών υδάτων.

Η Οδηγία απαιτεί την παρακολούθηση όλων των συστημάτων επιφανειακών και υπογείων υδάτων, κάτι τέτοιο, όμως, είναι οικονομικά ανέφικτο. Για αυτόν τον λόγο, είναι απαραίτητη η ομαδοποίηση παρόμοιων συστημάτων επιφανειακών υδάτων και η επιλογή αντιπροσωπευτικών τόπων, αρκεί να επιτυγχάνονται τα απαιτούμενα επίπεδα ακρίβειας και πιστότητας στα αποτελέσματα της παρακολούθησης.

Τα κράτη μέλη καθορίζουν αρχικά ποια συστήματα επιφανειακών υδάτων θα παρακολουθούνται, σύμφωνα με τις απαιτήσεις τις Οδηγίας και ανάλογα με τους σκοπούς της παρακολούθησης, αποκλείοντας εκείνα στα οποία δεν είναι απαραίτητη η εφαρμογή προγραμμάτων παρακολούθησης.

Μόλις τα σχετικά υδατικά συστήματα καθορισθούν, μπορεί να χρειασθεί και περαιτέρω ομαδοποίηση, εξαιτίας οικονομικών περιορισμών. Τα συστήματα επιφανειακών υδάτων μπορούν να ομαδοποιηθούν με βάση παρόμοια υδρολογικά, γεωμορφολογικά, γεωγραφικά ή τροφικά κριτήρια. Εναλλακτικά, θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν βάσει παρόμοιων επιπτώσεων λεκάνης απορροής ή χρήσης γης. Μια άλλη δυνατότητα είναι η χρήση πολυμεταβλητών διαδικασιών ταξινόμησης για την ταυτοποίηση ομάδων τόπων που σχηματίζουν σχετικά ομοιογενείς περιοχές (παρόλο που αυτή η προσέγγιση θα πρέπει να εφαρμόζεται με προσοχή, αφού δεν υπάρχουν εγγυήσεις ότι η σύνθεση των ομάδων που θα προκύψουν θα έχει κάποια αναγνωρίσιμη λογική βάση).

### ■ Συχνότητες παρακολούθησης

Οι συχνότητες παρακολούθησης δεν προσδιορίζονται με ακρίβεια στο κείμενο της Οδηγίας, καθώς κάποια ποιοτικά στοιχεία μπορεί να εμφανίζουν μεγαλύτερη ή μικρότερη μεταβλητότητα σε σχέση με άλλα. Η Οδηγία επιτρέπει στα κράτη μέλη να προσαρμόσουν τις συχνότητες παρακολούθησης, ανάλογα με τις συνθήκες και τις διακυμάνσεις που παρουσιάζονται στα δικά τους ύδατα. Δεν είναι ανάγκη να παρακολουθούνται όλα τα ποιοτικά στοιχεία, κάθε έτος, σε κάθε σταθμό. Δηλαδή, ο σχεδιασμός προγραμμάτων παρακολούθησης πρέπει να είναι στοχοποιημένος και οικονομικά αποδοτικός.

Κάποιοι καθοριστικοί παράγοντες και ποιοτικά στοιχεία αναμένεται να εμφανίσουν μεγάλες διακυμάνσεις (λόγω φυσικών συνθηκών, ανθρωπογενών επιπτώσεων, ακόμη και δειγματοληπτικών σφαλμάτων) σε συγκεκριμένα συστήματα επιφανειακών υδάτων. Σε αυτές τις περιπτώσεις, απαιτείται μεγάλος αριθμός τόπων και υψηλή συχνότητα παρακολούθησης, ώστε να επιτευχθούν υψηλά, ή τουλάχιστον αποδεκτά, επίπεδα πιστότητας και ακρίβειας στην αξιολόγηση της κατάστασης ενός υδατικού συστήματος. Αυτό συνεπάγεται πως το κόστος εφαρμογής για τα κράτη μέλη θα είναι μεγάλο. Θα πρέπει, λοιπόν, να βρεθεί το σημείο ισορροπίας μεταξύ αποδεκτών επιπέδων πιστότητας και ακρίβειας και κόστους.

Χαμηλότερες συχνότητες παρακολούθησης ή και καθόλου παρακολούθηση, σε κάποιες περιπτώσεις, ενδέχεται να επαρκούν, όταν προηγούμενα προγράμματα παρακολούθησης έχουν δείξει πως οι συγκεντρώσεις των ουσιών (ρύπων) βρίσκονται κάτω από τα επίπεδα ανίχνευσης, σταδιακά μειούμενες ή σταθερές, ενώ δεν παρατηρείται κανένας κίνδυνος αύξησής τους (εάν, για παράδειγμα, η ουσία αυτή δεν χρησιμοποιείται στη λεκάνη απορροής και δεν αποτίθεται στα ύδατα από την ατμόσφαιρα).

### ■ Προσδιορισμός της μεταβλητότητας

Μία από τις σημαντικότερες πλευρές του σχεδιασμού προγραμμάτων παρακολούθησης είναι η ποσοτικοποίηση της χρονικής και χωρικής μεταβλητότητας των ποιοτικών στοιχείων και των ενδεικτικών τους παραμέτρων, για κάθε τύπο υδατικού συστήματος. Συστήματα που εμφανίζουν μεγάλη μεταβλητότητα απαιτούν υψηλότερες συχνότητες δειγματοληψιών (και άρα μεγαλύτερο κόστος) σε σχέση με αυτά που είναι σταθερά ή προβλέψιμα.

Οι πραγματικές τιμές πιστότητας και ακρίβειας που προκύπτουν από τα προγράμματα παρακολούθησης για έναν συγκεκριμένο σταθμό παρακολούθησης, εξαρτώνται πρωτίστως από τις διακυμάνσεις των μετρούμενων παραμέτρων, λόγω φυσικών, αλλά και ανθρωπογενών δραστηριοτήτων και

δευτερευόντως από τη συχνότητα δειγματοληψίας. Τα κράτη μέλη μπορούν να διεξάγουν την παρακολούθηση σε συγκεκριμένες περιόδους του έτους, ώστε να μπορούν να υπολογίσουν και να ποσοτικοποιήσουν τη διακύμανση που εμφανίζουν κάποιοι εποχικοί παράγοντες. Για παράδειγμα, η μέτρηση των συγκεντρώσεων των θρεπτικών ουσιών στα θαλάσσια οικοσυστήματα θα πρέπει να πραγματοποιείται κατά τη χειμερινή περίοδο, όταν η πρόσληψή τους από τους φυτικούς και ζωικούς οργανισμούς βρίσκεται στα κατώτερα επίπεδα. Η χρονική στιγμή που διενεργείται η παρακολούθηση μπορεί να επιλέγεται έτσι, ώστε να ελαχιστοποιούνται οι επιπτώσεις των εποχικών διακυμάνσεων στα αποτελέσματα, και έτσι να εξασφαλίζεται ότι αυτά αντικατοπτρίζουν μεταβολές στο υδατικό σύστημα που προέρχονται από μεταβολές οφειλόμενες σε ανθρωπογενή πίεση. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου στόχου, διενεργείται, όπου κρίνεται απαραίτητο, πρόσθετη παρακολούθηση σε διάφορες εποχές του ίδιου έτους. Ωστόσο, η πλειονότητα των υφιστάμενων συστημάτων βιολογικής ταξινόμησης δεν περιλαμβάνει μεταβολές και διακυμάνσεις του φυσικού περιβάλλοντος.

#### 4.4.3. Συλλογή δεδομένων

Κατά τη διάρκεια του σχεδιασμού προγραμμάτων παρακολούθησης, οι επιλογές που αφορούν στις μεθόδους δειγματοληψίας πεδίου, στη συνολική προσπάθεια δειγματοληψίας και στην κατανομή της στον χώρο και στον χρόνο (αριθμός και τοποθεσία των τόπων παρακολούθησης, συχνότητα παρακολούθησης, αριθμός επαναλήψεων της διαδικασίας) θα πρέπει να οδηγούν σε ένα ολοκληρωμένο σχέδιο δειγματοληψίας. Στο επιχειρησιακό στάδιο της παρακολούθησης, η συλλογή των δεδομένων εξαρτάται άμεσα από τα διαθέσιμα μέσα. Για τον λόγο αυτό, η εκτίμηση και βελτιστοποίηση του κόστους και του βαθμού αποτελεσματικότητας κρίνονται απαραίτητες.

Οι βασικές αρχές για τη βελτιστοποίηση των προγραμμάτων παρακολούθησης είναι σχετικά απλές: για κάθε μέθοδο πεδίου που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση μιας παραμέτρου ενός ποιοτικού στοιχείου, θα πρέπει να υπολογίζεται, τόσο το κόστος, όσο και ο βαθμός αποτελεσματικότητας, όπως οι παράγοντες αυτοί καθορίζονται από τη συχνότητα των δειγματοληψιών, τον αριθμό των τόπων παρακολούθησης και τις επαναλήψεις της διαδικασίας παρακολούθησης. Έπειτα, η ανάλυση του διαγράμματος κόστους-αποτελεσματικότητας θα υποδείξει την καταλληλότερη μέθοδο δειγματοληψίας πεδίου. Τελευταίο βήμα στην προετοιμασία της διαδικασίας συλλογής δεδομένων αποτελεί ο καθορισμός των ακριβών τοποθεσιών, ακόμη και ημερομηνιών που θα διεξαχθούν οι μετρήσεις, καθώς και των ατόμων που θα τις πραγματοποιήσουν.

Την επιτυχία της στατιστικής επεξεργασίας των αποτελεσμάτων θα κρίνουν η προσπάθεια δειγματοληψίας, η κατανομή των διαθέσιμων μέσων στο χώρο και το χρόνο, καθώς και η μεταβλητότητα των μετρούμενων παραμέτρων, η οποία, ωστόσο, είναι δυνατό να υπολογισθεί με χρήση βιβλιογραφίας ή πιλοτικών προγραμμάτων παρακολούθησης. Τέλος, για τη μεγιστοποίηση του βαθμού αξιοπιστίας του ατόμου που διεξάγει τη δειγματοληψία (παρατηρητής), προτείνεται η επιλογή των απλούστερων μεθόδων πεδίου, με τα λιγότερα, κατά το δυνατόν, υποκειμενικά στοιχεία.

#### ■ Πρότυπα διασφάλισης ποιότητας

Οι μέθοδοι που ακολουθούνται για την παρακολούθηση των τυπικών παραμέτρων θα πρέπει να είναι σύμφωνες με διεθνή, ευρωπαϊκά ή εθνικά πρότυπα, ώστε να διασφαλίζεται η οσίτιμη ποιότητα και συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων. Σε περίπτωση που μία μέθοδος δεν έχει επικυρωθεί από κάποιο φορέα τυποποίησης, η διαδικασία περιγραφής και τεκμηρίωσης της μεθόδου θα πρέπει να είναι σαφής, ώστε η εφαρμογή της και από άλλους οργανισμούς να είναι εύκολη. Σε κάθε περίπτωση, το εργαστήριο που χρησιμοποιεί μία μέθοδο είναι υπεύθυνο και για τη διασφάλιση της επαρκούς επικύρωσής της.

Τα περισσότερα από τα πρότυπα που έχουν δημιουργηθεί μέχρι σήμερα, αναπτύχθηκαν από τον οργανισμό CEN (*Comité Européen de Normalisation*), σε συνεργασία με τον ISO (*International Organization for Standardization*). Εξαιτίας, ωστόσο, της τοπικής φύσης της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, πολλές από τις μεθόδους που αναπτύσσονται επί του παρόντος από τον CEN, μπορεί να μην είναι δυνατό να εγκριθούν και από τον ISO. Μέχρι σήμερα, υπάρχουν διαθέσιμα 13 EN πρότυπα (Πίνακας 4.1.), ενώ άλλα 16 βρίσκονται σε εξέλιξη (Πίνακας 4.2.), για την εξυπηρέτηση των αναγκών των προγραμμάτων

παρακολούθησης και ταξινόμησης των υδατικών συστημάτων, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας. Ο συνολικός χρόνος ανάπτυξης ενός προτύπου, από την πρώτη επίσημη συμφωνία πάνω στο αντικείμενο της εργασίας μέχρι την τελική του έκδοση, ανέρχεται, συνήθως, σε 3 έτη.

### Μέτρα διασφάλισης ποιότητας

Κατά τη δειγματοληψία και την ανάλυση των δειγμάτων είναι αναπόφευκτο να συμβαίνουν σφάλματα. Σκοπός μιας κατάλληλης διαδικασίας διασφάλισης ποιότητας είναι η ποσοτικοποίηση και ο έλεγχος αυτών των σφαλμάτων. Επομένως, τα μέτρα διασφάλισης ποιότητας θα πρέπει να υιοθετηθούν από κάθε οργανισμό που σχεδιάζει και εφαρμόζει προγράμματα παρακολούθησης, καθώς και από κέντρα συλλογής και επεξεργασίας δεδομένων, ώστε να εξασφαλίζεται ότι όλα τα αποτελέσματα επιτυγχάνουν εγγυημένα επίπεδα ακρίβειας, ενώ τα συστηματικά σφάλματα δείγματος είναι ελεγχόμενα.

Τα μέτρα διασφάλισης ποιότητας αφορούν σε όλα τα επιχειρησιακά στάδια ενός προγράμματος παρακολούθησης:

- › λήψη δειγμάτων από το πεδίο,
- › αποθήκευση και συντήρηση δειγμάτων,
- › εργαστηριακή ανάλυση.

#### Πίνακας 4.1.

Υφιστάμενα πρότυπα EN για τα προγράμματα παρακολούθησης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας

EN 25667-1	Water quality – Sampling – Part 1: Guidance on the design of sampling programs (ISO 5667-1:1980)	1993
EN 25667-2	Water quality – Sampling – Part 2: Guidance on sampling techniques (ISO 5667-2:1991)	1993
EN ISO 5667-3	Water quality – Sampling guidance on the preservation and handling of samples (ISO 5667-3:1994)	1995
EN 27828	Water quality – Methods of biological sampling – Guidance on handnet sampling of aquatic benthic macro-invertebrates (ISO 7828:1985)	1994
EN 28265	Water quality – Methods of biological sampling – Guidance on the design and use of quantitative samplers for benthic macro-invertebrates on stony substrata in shallow freshwaters (ISO 8265:1988)	1994
EN ISO 9391	Water quality – Sampling in deep waters for macro-invertebrates – Guidance on the use of colonization, qualitative and quantitative samples (ISO 9391:1993)	1995
EN ISO 5667-16	Water quality – Sampling – Part 16: Guidance on biotesting of samples (ISO 5667-16:1998)	1998
EN ISO 8689-1	Water quality – Biological classification of rivers – Part 1: Guidance on the interpretation of biological quality data from surveys of benthic macro-invertebrates (ISO 8689-1:2000)	2000
EN ISO 8689-2	Water quality – Biological classification of rivers – Part 2: Guidance on the presentation of biological quality data from surveys of benthic macro-invertebrates (ISO 8689-2:2000)	2000
EN 13946	Water quality – Guidance standard for the routine sampling and pretreatment of benthic diatoms from rivers	2003
EN 14184	Water quality – Guidance standard for the surveying of aquatic macrophytes in running waters	2003
EN 14011	Water quality – Sampling of fish with electricity	2003
EN 14407	Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters	2004

**Πίνακας 4.2.**

*Πρότυπα CEN, σε εξέλιξη, για τα προγράμματα παρακολούθησης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας*

<b>CEN/TC230/WG2/TG1 N 72 E</b>	Water quality – Guidance standard for surveying of benthic macro-invertebrates in lentic waters
<b>CEN/TC230/WG2/TG1 N 90</b>	Water quality – Guidance on the scope and selection of benthic macro-invertebrate sampling methods in freshwater
<b>CEN/TC230/WG2/TG1 N 91</b>	Water quality – Guidance on the design, operation and performance characteristics of sampling devices for evaluation of benthic macro-invertebrate populations in freshwaters
<b>CEN/TC230/WG2/TG1 N 92</b>	Water quality – Guidance on the field and laboratory procedures for processing samples of benthic macro-invertebrates from inland freshwaters
<b>CEN/TC230/WG2/TG1 N 77</b>	Water quality – Guidance standard for the sampling of zooplankton from standing waters
<b>CEN/TC230/WG2/TG1 N 89</b>	Water quality – Guidance on the sampling and processing of the pupal exuviae of Chironomidae (Order Diptera) for ecological assessment
<b>CEN/TC230/WG2/TG3</b>	Water quality – Guidance standard for the survey, sampling and laboratory analysis of phytobenthos in shallow running waters
<b>CEN/TC230/WG2/TG3 N 83</b>	Water quality – Guidance standard for the routine analysis of phytoplankton abundance and composition using inverted microscopy (Utermöhl technique)
<b>CEN/TC230/WG2/TG3 N 80</b>	Water quality – Guidance standard for the surveying of macrophytes in lakes
<b>CEN/TC230/WG2/TG3 prEN 14407</b>	Water quality – Guidance standard for the identification, enumeration and interpretation of benthic diatom samples from running waters
<b>CEN/TC230/WG2/TG4 prEN 14757</b>	Water quality – Sampling of fish with multi-mesh gillnets
<b>CEN/TC230/WG2/TG4 prEN 14962</b>	Water quality – Guidance on the scope and selection of fish sampling methods
<b>CEN/TC230/WG2/TG5 prEN 14614</b>	Water quality – Guidance standard for assessing the hydromorphological features of rivers
<b>CEN/TC230/WG2/TG6 prEN 14996</b>	Water quality – Guidance on assuring the quality of biological and ecological assessments in the aquatic environment
<b>CEN/TC230/WG2/TG7 prEN/ISO 16665</b>	Water quality – Guidelines for quantitative investigations of marine soft-bottom benthic fauna in the marine environment (ISO/DIS 16665)
<b>CEN/TC230/WG2/TG7 ISO/CD 19493</b>	Water quality – Guidance on the marine biological surveys of littoral and sublittoral hard bottom



Τα κριτήρια διασφάλισης ποιότητας, τα οποία θα πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση για την επίτευξη αποδεκτών επιπέδων ποιότητας των αποτελεσμάτων παρακολούθησης, σύμφωνα με τα πρότυπα και τις απαιτήσεις της Οδηγίας, είναι τα ακόλουθα:

- ▶ Τα δεδομένα παρακολούθησης παρατίθενται στις εκθέσεις, μαζί με το ποσοστό αβεβαιότητας, το οποίο υπολογίζεται, είτε μέσω του ελέγχου αξιοπιστίας της μεθόδου, είτε μέσω ασκήσεων αντιπαραβολής δεδομένων με άλλα εργαστήρια.
- ▶ Τα όρια ανίχνευσης θα πρέπει να βρίσκονται αρκετά κάτω από τα κύρια επίπεδα ενδιαφέροντος και να επιτρέπουν την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων.
- ▶ Συνιστάται η ανάλυση ανεξάρτητων δειγμάτων αναφοράς και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων με κατάλληλα διαγράμματα ελέγχου για τις παραμέτρους ενδιαφέροντος.
- ▶ Η συμμετοχή του εργαστηρίου σε σχετικά προγράμματα πιστοποίησης γνώσης και πείρας, τουλάχιστον μία φορά ανά έτος (η αναλογία των αποτελεσμάτων που βρίσκεται εκτός των αποδεκτών ορίων σφάλματος δεν θα πρέπει να υπερβαίνει σε καμία περίπτωση το 20%).

#### 4.4.4. Διαχείριση δεδομένων

Το τελευταίο αυτό στάδιο περιλαμβάνει αποθήκευση και στατιστική ανάλυση των δεδομένων, ερμηνεία και παρουσίαση των αποτελεσμάτων. Η μεγάλη και συνεχής ροή δεδομένων απαιτεί την εκ των προτέρων δημιουργία μιας βάσης δεδομένων. Οι μέθοδοι που θα χρησιμοποιηθούν για τη στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων θα πρέπει να καθορισθούν στα αρχικά στάδια σχεδιασμού, ώστε να υπάρχει συμβατότητα μεταξύ των μεθόδων αυτών και της επιλογής των μεταβλητών, της στρατηγικής δειγματοληψίας και της συλλογής δεδομένων. Τέλος, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων θα πρέπει να περιλαμβάνει το σύνολο των δεδομένων και να εμφανίζει ισορροπία μεταξύ της παραγωγής δεδομένων και της ικανότητας ερμηνείας των αποτελεσμάτων.

Όποιες τεχνικές ανάλυσης κι αν χρησιμοποιηθούν, η επεξεργασία των δεδομένων, αλλά και η παρουσίαση των αποτελεσμάτων αποτελούν διαδικασίες χρονοβόρες και δαπανηρές. Ένα μεγάλο τμήμα των διαθέσιμων μέσων για το πρόγραμμα παρακολούθησης θα πρέπει να διατεθεί για τους σκοπούς αυτούς.

#### ■ Στατιστικές παράμετροι στην εκτίμηση της κατάστασης των υδάτων

Ως **κίνδυνος (risk)** μπορεί να θεωρηθεί η πιθανότητα να συμβεί ένα ανεπιθύμητο γεγονός. Έχει δύο συνιστώσες: την πιθανότητα και την περίπτωση να συμβεί. Αυτό συνήθως αποκαλείται πιθανότητα και συνέπεια. Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα αναφέρεται στον κίνδυνο που αντιμετωπίζουν κάποια υδατικά συστήματα να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους (καλή κατάσταση υδάτων).

**Πιστότητα (confidence)** ονομάζεται η πιθανότητα (που εκφράζεται ως ποσοστό), η πραγματική (αληθινή) τιμή μιας στατιστικής παραμέτρου να βρίσκεται εντός υπολογισμένων και καθορισμένων ορίων που υπάρχουν γύρω από την τιμή του αποτελέσματος που προέκυψε από τα προγράμματα παρακολούθησης (βαθμός πιστότητας των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης).

**Ακρίβεια (precision)** είναι ένα μέτρο της στατιστικής αβεβαιότητας που ισούται με το μισό του εύρους του διαστήματος εμπιστοσύνης %C (πιστότητα). Για κάθε μία από τις ασκήσεις παρακολούθησης, η εκτίμηση σφάλματος είναι η ασυμφωνία μεταξύ της απάντησης που προκύπτει από την επεξεργασία των δειγμάτων και της πραγματικής (αληθινής) τιμής. Η ακρίβεια είναι, λοιπόν, το επίπεδο εκτίμησης σφάλματος που επιτυγχάνεται και μπορεί, σε πολλές περιπτώσεις, να βελτιώνεται (ακρίβεια στα αποτελέσματα της παρακολούθησης).

Όπου ο σκοπός της παρακολούθησης σχετίζεται με τον χαρακτηρισμό της ποιότητας των υδατικών συστημάτων (εποπτική παρακολούθηση), ο στατιστικός στόχος προσδιορίζεται εκφράζοντας:

- την παράμετρο προς αξιολόγηση (π.χ. αριθμητικός μέσος),
- το επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας (π.χ. 0,5 mg/l ή 20%) και
- το επιθυμητό επίπεδο πιστότητας (π.χ. 90% ή 99%).

Εναλλακτικά, οι σκοποί παρακολούθησης μπορεί να σχετίζονται με την ανίχνευση τάσεων ή διαφορών (επιχειρησιακή παρακολούθηση). Ο στατιστικός στόχος εκφράζεται σε αυτήν την περίπτωση κάπως διαφορετικά, διότι υπάρχουν δύο τύποι σφαλμάτων προς μελέτη. Απαραίτητο είναι να διευκρινισθούν:

- η παράμετρος προς αξιολόγηση (π.χ. η μέση διαφορά πριν και μετά, ή η κλίση μιας καμπύλης τάσης),
- το επιθυμητό επίπεδο πιστότητας που σχετίζεται με κάθε ισχυρισμό ανίχνευσης μιας μεταβολής (π.χ. 90% ή 99%). Ο τύπος σφάλματος I –κίνδυνος μιας λάθος θετικής απάντησης– δίνεται έπειτα από τον τύπο  $(100 - C)\%$ ,
- ο τύπος σφάλματος II –δηλαδή ο κίνδυνος κάποια διαφορά να είναι υπαρκτή, αλλά να μη μπορεί να εντοπιστεί από το πρόγραμμα παρακολούθησης.

Παρότι το επίπεδο πιστότητας, που, συνήθως, χρησιμοποιείται, είναι γύρω στο 95%, υπάρχει η δυνατότητα ανταλλαγής του βαθμού ακρίβειας με αυτόν της πιστότητας, ώστε να παράγεται ένας βελτιωμένος στατιστικός προσδιορισμός, με δεδομένη την προσπάθεια δειγματοληψίας. Ωστόσο, μειώνοντας το επίπεδο πιστότητας κάτω από 90%, καταλήγουμε σε μία ψευδή εξοικονόμηση (Ellis 1989), διότι δεν κερδίζεται τίποτα αν υπάρχει ένα υψηλό επίπεδο ακρίβειας, εις βάρος ενός χαμηλού επιπέδου πιστότητας. Ως πιθανό σημείο εκκίνησης, τα κράτη μέλη θα πρέπει να θέσουν το απαιτούμενο επίπεδο πιστότητας στο 90% και να συγκρίνουν την αποκτούμενη ακρίβεια για τους διάφορους τύπους επιφανειακών υδάτων, τα ποιοτικά στοιχεία και τα στατιστικά δεδομένα. Ομοίως, ο τύπος σφάλματος II (ο κίνδυνος αποτυχίας ανίχνευσης μιας μεταβολής που έχει στην πραγματικότητα συμβεί) μπορεί να τεθεί στο 10%, όταν καθορίζεται το ποσό των μεταβολών ή διαφορών που μπορεί πρακτικά να ανιχνευθεί από τα υπάρχοντα προγράμματα παρακολούθησης.

Το κατάλληλο επίπεδο πιστότητας και ακρίβειας σχετίζεται, μερικώς, και με το μέγεθος των επιπτώσεων μιας εσφαλμένης εκτίμησης της κατάστασης (π.χ. εσφαλμένη ταξινόμηση ενός υδατικού συστήματος, ως κατώτερης της καλής κατάστασης και, συνεπώς, αναίτιες χρεώσεις στους χρήστες ύδατος). Σε μία περιοχή όπου δεν ασκούνται πιέσεις, θα απαιτηθεί σχετικά μικρός αριθμός πληροφοριών, ώστε να επιτευχθεί αξιόπιστη ταξινόμηση. Ομοίως, ακόμη και σε μια περιοχή, όπου οι περιβαλλοντικές φθορές είναι εκτεταμένες, υψηλή πιστότητα στην εκτίμηση της κατάστασης μπορεί, επίσης, να επιτευχθεί με περιορισμένη παρακολούθηση. Στον αντίποδα, σημαντική προσπάθεια παρακολούθησης θα πρέπει να γίνει σε περιοχές όπου ασκούνται πολλές διαφορετικές πιέσεις και παρατηρείται μεγάλο εύρος ευαισθησίας σε αυτές.

Ο αριθμός των σταθμών παρακολούθησης μέσα σε ένα υδατικό σύστημα δεν καθορίζει παρά ελάχιστα την προσπάθεια δειγματοληψίας. Η προσπάθεια παρακολούθησης υπαγορεύεται από τη δυσκολία καθορισμού των επιπτώσεων των σημαντικών πιέσεων στο υδάτινο περιβάλλον.

## ■ Παρουσίαση των αποτελεσμάτων

Τα κράτη μέλη παρέχουν έναν ή περισσότερους χάρτες για κάθε λεκάνη απορροής ποταμού, στους οποίους φαίνεται το δίκτυο παρακολούθησης των επιφανειακών υδάτων. Στους συγκεκριμένους χάρτες θα πρέπει να απεικονίζεται και η ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης (και για τα τεχνητά και ιδιαίτερος τροποποιημένα υδατικά συστήματα του οικολογικού δυναμικού) και χημικής κατάστασης κάθε υδατικού συστήματος, η οποία γίνεται χρησιμοποιώντας τους χρωματικούς κώδικες του Παραρτήματος V.1.4.2 και 1.4.3. Στους χάρτες σημειώνονται υποχρεωτικά και τα επίπεδα πιστότητας και ακρίβειας των αποτελεσμάτων των προγραμμάτων παρακολούθησης.

Τα κράτη μέλη δηλώνουν, επίσης, με μια μαύρη κουκίδα στο χάρτη, τα υδατικά συστήματα, στα οποία η αδυναμία επίτευξης καλής κατάστασης ή καλού οικολογικού δυναμικού οφείλεται σε μη τήρηση ενός ή περισσότερων προτύπων περιβαλλοντικής ποιότητας, που έχουν καθορισθεί για το εν λόγω υδατικό σύστημα όσον αφορά συγκεκριμένους συνθετικούς και μη συνθετικούς ρύπους (σύμφωνα με το καθεστώς συμβατότητας που καθορίζει το κράτος μέλος).

## 4.5. Εξωτερικοί περιοριστικοί παράγοντες

Οι επιλογές για καθένα από τα παραπάνω τμήματα της διαδικασίας σχεδιασμού των προγραμμάτων παρακολούθησης ενδέχεται να υπόκεινται σε περιορισμούς εξαιτίας εξωτερικών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί μπορεί να είναι, είτε οικολογικής φύσεως (π.χ. μεγάλες διακυμάνσεις των σχετικών παραμέτρων), είτε τεχνικοί (π.χ. διαθεσιμότητα των μεθόδων πεδίου), μεθοδολογικοί (π.χ. έλλειψη των κατάλληλων τόπων αναφοράς), στατιστικοί (π.χ. αδυναμία να εκπληρωθούν οι απαιτήσεις μιας συγκεκριμένης υπόθεσης), ή άλλοι (π.χ. προσβασιμότητα τόπων παρακολούθησης). Αν και δεν συνηθίζεται, σε πολλές περιπτώσεις, τα διαθέσιμα οικονομικά μέσα μπορούν να θεωρηθούν ως εξωτερικοί περιοριστικοί παράγοντες. Όπως έχει προαναφερθεί, ο σχεδιασμός προγραμμάτων παρακολούθησης αποτελεί μία ιεραρχική διαδικασία και, ως τέτοια, χαρακτηρίζεται από αυστηρή χρονική ακολουθία των βημάτων που την αποτελούν. Από την άποψη αυτή, οι επιλογές που πραγματοποιούνται σε ένα δεδομένο βήμα, αναπόφευκτα, επηρεάζουν και περιορίζουν τις διαθέσιμες επιλογές του επόμενου (για παράδειγμα, η στρατηγική δειγματοληψίας και ο τύπος παρακολούθησης που θα επιλεγεί θα καθορίσει σε μεγάλο βαθμό την επιλογή των τόπων παρακολούθησης). Ωστόσο, το εύρος των επιλογών, για κάθε συνιστώσα της διαδικασίας σχεδιασμού προγραμμάτων παρακολούθησης, μπορεί να περιορίζεται, επιπλέον, από εξωτερικούς παράγοντες και, συνεπακόλουθα, να θέτει όρια για τα βήματα που προηγούνται (για παράδειγμα, η προσβασιμότητα των τόπων παρακολούθησης θα καθορίσει ποια στρατηγική δειγματοληψίας είναι κατάλληλη). Έτσι, θα πρέπει να υπάρχουν βρόγχοι ανάδρασης ανάμεσα σε κάθε ζεύγος βημάτων. Θεωρητικά, κάθε προηγούμενο βήμα του σχεδιασμού θα πρέπει να αναθεωρείται με την πραγματοποίηση του επόμενου. Συνεπώς, ο σχεδιασμός προγραμμάτων παρακολούθησης αποτελεί μία επαναλαμβανόμενη διαδικασία που επιτρέπει την επανεξέταση όλων των βημάτων, αυξάνοντας το επίπεδο, κάθε φορά, των λεπτομερειών, ελέγχοντας όλα τα στοιχεία αναφορικά με τους εξωτερικούς περιοριστικούς παράγοντες και αναθεωρώντας τις προηγούμενες επιλογές.

## 5. Συστήματα επιφανειακών υδάτων

### 5.1. Ορισμός του συστήματος επιφανειακών υδάτων

Σύμφωνα με το Άρθρο 2.10 της Οδηγίας, ως σύστημα επιφανειακών υδάτων ορίζεται «*ένα διακεκριμένο<sup>1</sup> και σημαντικό<sup>2</sup> στοιχείο επιφανειακών υδάτων, όπως π.χ. μία λίμνη, ένας ταμιευτήρας, ένα ρεύμα, ένας ποταμός ή μία διώρυγα, ένα τμήμα ρεύματος, ποταμού ή διώρυγας, μεταβατικά ύδατα ή ένα τμήμα παράκτιων υδάτων*».

Παρά το γεγονός ότι η Οδηγία αναφέρει παραδείγματα τέτοιων διακεκριμένων και σημαντικών στοιχείων, δεν παρέχει επαρκή καθοδήγηση για τον προσδιορισμό των συστημάτων επιφανειακών υδάτων (π.χ. ένα τμήμα ρεύματος, ποταμού ή διώρυγας).

### 5.2. Σκοπός του προσδιορισμού συστήματος επιφανειακών υδάτων

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα καλύπτει όλες τις κατηγορίες εσωτερικών υδάτων (επιφανειακά και υπόγεια), καθώς και τα μεταβατικά και παράκτια ύδατα (εκτός εάν πρόκειται για τη χημική τους κατάσταση, οπότε περιλαμβάνονται και τα χωρικά ύδατα).

Το σύνολο των υδάτων, για τους σκοπούς της Οδηγίας, αποδίδεται σε γεωγραφικές ή διαχειριστικές μονάδες, όπως είναι η λεκάνη απορροής ποταμού, η περιοχική λεκάνης απορροής ποταμού, και το σύστημα επιφανειακών υδάτων. Παρότι η λεκάνη απορροής ποταμού είναι μια γεωγραφική περιοχή που σχετίζεται με το υδρολογικό σύστημα, η περιοχική λεκάνης απορροής ποταμού προσδιορίζεται από τα κράτη μέλη και αποτελεί, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας, «την κύρια μονάδα για τη διαχείριση των λεκανών απορροής».

Όπως έχει ήδη αναφερθεί, ο πρωταρχικός σκοπός της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ είναι η πρόληψη της υποβάθμισης και η προστασία και αναβάθμιση της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων. Ο βαθμός επίτευξης του συγκεκριμένου σκοπού θα εξαρτηθεί από την τελική οικολογική κατάσταση των συστημάτων επιφανειακών υδάτων. Δηλαδή, τα συστήματα επιφανειακών υδάτων αποτελούν τις βασικές μονάδες για την εφαρμογή τόσο των προγραμμάτων παρακολούθησης, όσο και των προγραμμάτων μέτρων και των σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού. Ωστόσο, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στο γεγονός ότι ο προσδιορισμός συστημάτων επιφανειακών υδάτων αποτελεί απλώς εργαλείο για την υλοποίηση των απαιτήσεων της Οδηγίας και όχι αντικειμενικό σκοπό.

Ο προσδιορισμός των συστημάτων επιφανειακών υδάτων βασίζεται, πρωτίστως, σε γεωγραφικά και υδρολογικά κριτήρια. Ωστόσο, το στοιχείο-κλειδί για τον προσδιορισμό συστημάτων επιφανειακών υδάτων είναι η κατάσταση των υδατικών συστημάτων. Εάν προσδιορισθούν συστήματα επιφανειακών υδάτων, τα οποία δεν επιτρέπουν την ακριβή περιγραφή της κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων, δεν θα είναι δυνατή η ορθή εφαρμογή των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας. Από την άλλη πλευρά, θα πρέπει να αποφεύγονται οι ατελείωτες και άσκοπες υποδιαιρέσεις των συστημάτων επιφανειακών υδάτων, καθώς δυσχεραίνουν την εφαρμογή της Οδηγίας.

<sup>1</sup> Για να αποτελεί ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων διακεκριμένο στοιχείο των επιφανειακών υδάτων, δεν θα πρέπει:

- α) να επικαλύπτεται ή να μοιράζεται κοινά γνωρίσματα με παρακείμενα υδατικά συστήματα και
- β) να αποτελείται από στοιχεία των επιφανειακών υδάτων που δεν είναι παρακείμενα.

<sup>2</sup> Στην Οδηγία δεν αναφέρεται κανένα όριο μεγέθους των συστημάτων επιφανειακών υδάτων, κάτω από το οποίο τα υδατικά συστήματα θα πρέπει να χαρακτηρίζονται ως μη σημαντικά. Ωστόσο, στο Παράρτημα II και συγκεκριμένα στους Πίνακες 1.2.1. και 1.2.2., όπου περιλαμβάνονται τα κριτήρια κατάταξης (οι περιγραφείς διαχωρισμού) των υδατικών συστημάτων σε τύπους συστημάτων επιφανειακών υδάτων, αναφέρονται οι μικρότερες κατηγορίες μεγέθους για τους ποταμούς (10-100 km<sup>2</sup>) και τις λίμνες (0,5-1 km<sup>2</sup>), σύμφωνα με το σύστημα διαχωρισμού Α.

Πληροφορίες για τον προσδιορισμό των υδατικών συστημάτων προκύπτουν, ή αναμένεται να προκύψουν και από την εφαρμογή των Άρθρων 5 (επισκόπηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων) και 8 (παρακολούθηση της κατάστασης υδάτων) της Οδηγίας. Οι πληροφορίες αυτές πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για την επανεξέταση και αναθεώρηση των συστημάτων επιφανειακών υδάτων.

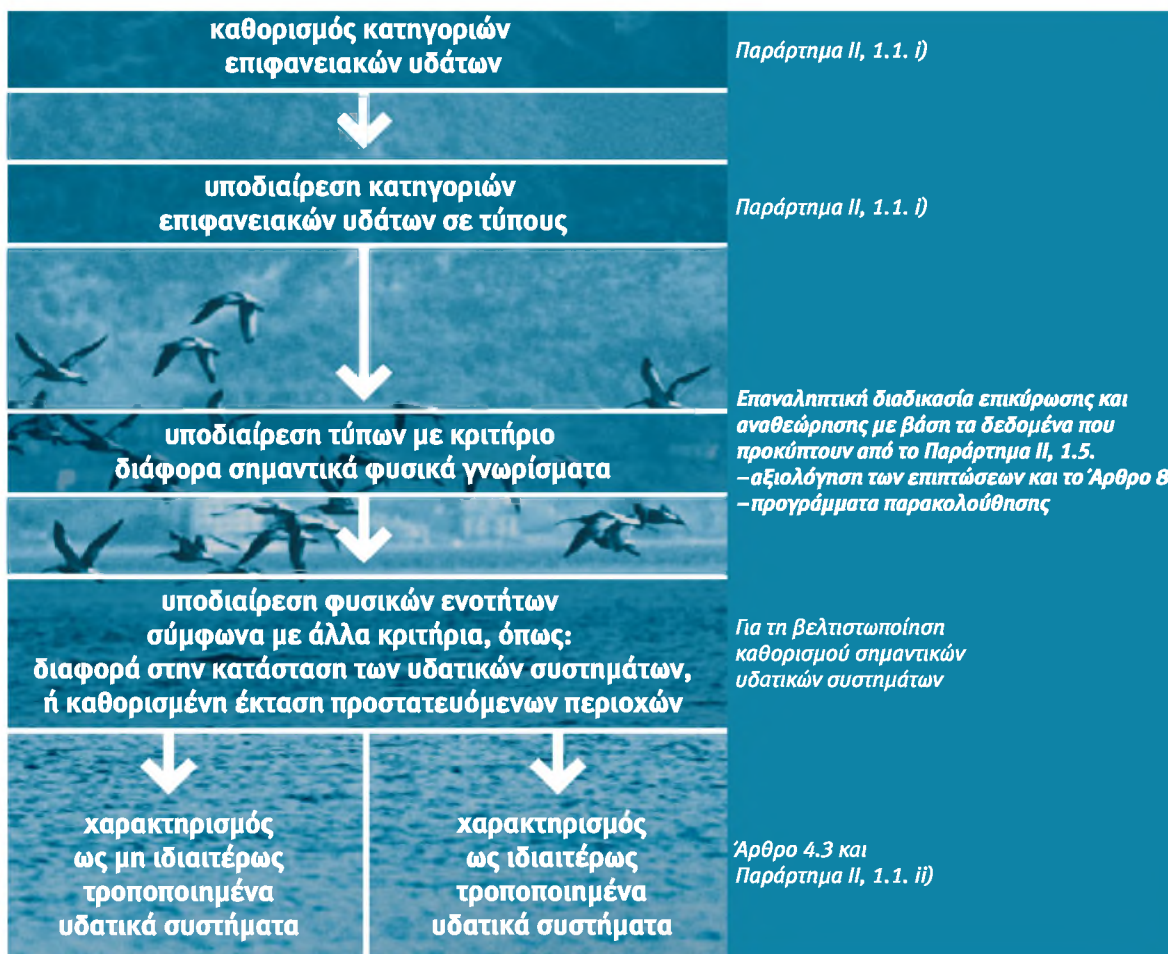
Το «σύστημα επιφανειακών υδάτων» θα πρέπει να αποτελεί μία συνεκτική υπομονάδα της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού, η οποία θα έχει ενεργό ρόλο σε πολλά από τα στάδια υλοποίησης των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας. Δηλαδή, ο κύριος σκοπός προσδιορισμού των συστημάτων επιφανειακών υδάτων είναι η διασφάλιση της ακριβούς περιγραφής της κατάστασης των υδάτων και η δυνατότητα σύγκρισης των αποτελεσμάτων που θα προκύψουν από τα προγράμματα παρακολούθησης με τους περιβαλλοντικούς στόχους.

### 5.3. Κριτήρια προσδιορισμού συστήματος επιφανειακών υδάτων

Για τον καθορισμό των συστημάτων επιφανειακών υδάτων απαιτείται η εφαρμογή μιας σειράς κανόνων και προϋποθέσεων που προσδιορίζουν με σαφήνεια κάθε «διακεκριμένο και σημαντικό» υδατικό στοιχείο. Οι προϋποθέσεις αυτές προτείνεται να εφαρμοστούν ιεραρχικά (Εικόνα 2), σύμφωνα με την ακόλουθη διαδικασία:

- α)** προσδιορισμός των ορίων της κατηγορίας στην οποία ανήκουν τα επιφανειακά ύδατα (π.χ. όρια ποταμού ή λίμνης),
- β)** προσδιορισμός των ορίων του τύπου των επιφανειακών υδάτων σε κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού,
- γ)** προσδιορισμός ορίων με κριτήριο διάφορα φυσικά γνωρίσματα (γεωγραφικά και υδρομορφολογικά), τα οποία αποτελούν σημαντικά στοιχεία, είτε για την υλοποίηση των στόχων της Οδηγίας, είτε για τη διαμόρφωση της κατάστασης των υδατινών οικοσυστημάτων (π.χ. βάθος μιας λίμνης) και, τέλος,
- δ)** προσδιορισμός ορίων, με βάση άλλα κατάλληλα κριτήρια, όπως, για παράδειγμα, η ανάλυση πιέσεων και επιπτώσεων.

Η διαδικασία υποδιαίρεσης των επιφανειακών υδάτων των ποταμών και λιμνών σε συστήματα επιφανειακών υδάτων, κρίνεται απαραίτητο να προηγηθεί της εφαρμογής προγραμμάτων παρακολούθησης. Ωστόσο, καθώς ο προσδιορισμός συστημάτων επιφανειακών υδάτων είναι μία επαναληπτική διαδικασία, τα αποτελέσματα που θα προκύψουν από τα προγράμματα παρακολούθησης θα χρησιμοποιηθούν για την αναθεώρηση της ταξινόμησης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων, ώστε να έχουμε το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα έως τη φάση εκπόνησης των σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού. Οι αρμόδιες αρχές κάθε περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού είναι, τελικά, αυτές οι οποίες θα αποφασίσουν, τότε και πώς θα επιτευχθεί το κατάλληλο σημείο ισορροπίας μεταξύ αυτής της επαναληπτικής διαδικασίας και του οριστικού καθορισμού των συστημάτων επιφανειακών υδάτων.



Εικόνα 2. Περιληπτική απεικόνιση της προτεινόμενης ιεραρχικής προσέγγισης για τον προσδιορισμό των συστημάτων επιφανειακών υδάτων

## 5.4. Στοιχεία που περιλαμβάνονται στα συστήματα επιφανειακών υδάτων

Ένα επιφανειακό σύστημα υδάτων περιλαμβάνει όλα εκείνα τα ποιοτικά στοιχεία που παρατίθενται στην Οδηγία για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης (Παράρτημα V.1.1. και V.1.2.). Αυτό σημαίνει ότι, για παράδειγμα, ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων που ανήκει σε ποταμό, θα περιλαμβάνει:

- α) υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία, όπως η ποσότητα και η δυναμική της ροής του ποταμού, η μορφή του υποστρώματος, οι συνθήκες που επικρατούν στην παρόχθια ζώνη, κ.ά., καθώς και
- β) όλα τα σχετικά βιολογικά ποιοτικά στοιχεία.

## 5.5. Μη σημαντικά στοιχεία των επιφανειακών υδάτων

Ενώ στην Οδηγία δεν αναφέρεται κανένα όριο μεγέθους των συστημάτων επιφανειακών υδάτων κάτω από το οποίο τα υδατικά συστήματα θα πρέπει να χαρακτηρίζονται ως μη σημαντικά, στο Παράρτημα II δίνονται οι μικρότερες κατηγορίες μεγέθους για τους ποταμούς (10-100 km<sup>2</sup>) και τις λίμνες (0,5-1 km<sup>2</sup>), σύμφωνα με το σύστημα διαχωρισμού Α.

Ωστόσο, υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός διακεκριμένων ποταμών και λιμνών στην Ελλάδα, το μέγεθος των οποίων είναι μικρότερο από τα κατώτατα αυτά όρια. Τα μη σημαντικά αυτά στοιχεία δυσχεραίνουν

την υλοποίηση των προγραμμάτων παρακολούθησης. Γι' αυτό και η Οδηγία δεν θεωρεί υποχρεωτικό, ούτε τον χαρακτηρισμό των μη σημαντικών, αλλά διακεκριμένων στοιχείων ως ολόκληρα συστήματα επιφανειακών υδάτων, ούτε την ένταξή τους στα προγράμματα παρακολούθησης.

Οι Κατευθύνσεις Παρακολούθησης, για την προστασία και αναβάθμιση της κατάστασης των μη σημαντικών στοιχείων, προτείνουν την ακόλουθη προσέγγιση (Εικόνα 3):

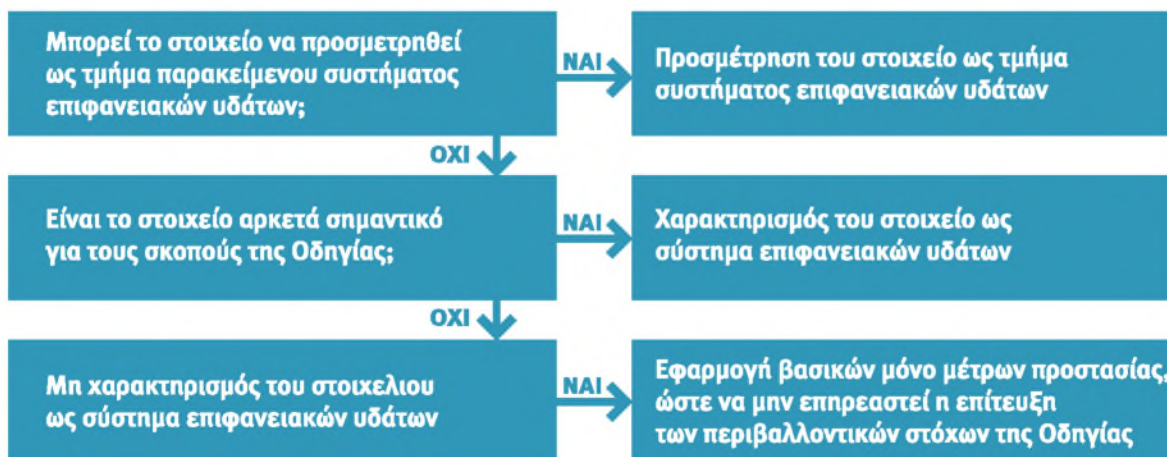
- α) προσμέτρηση των μη σημαντικών στοιχείων επιφανειακών υδάτων ως τμήματα παρακείμενων συστημάτων επιφανειακών υδάτων, τα οποία ανήκουν στην ίδια κατηγορία και στον ίδιο τύπο,
- β) προσδιορισμό, όπου η παραπάνω περίπτωση δεν είναι εφικτή, των μη σημαντικών στοιχείων ως ανεξάρτητα συστήματα επιφανειακών υδάτων, αρκεί αυτά να είναι αρκετά σημαντικά για τους σκοπούς της Οδηγίας (π.χ. οικολογική σπουδαιότητα, προστατευόμενες περιοχές, κ.ά.). Στην περίπτωση αυτή, τα μη σημαντικά στοιχεία τα οποία ανήκουν στην ίδια κατηγορία και τύπο, υφίστανται τις ίδιες μορφές πιέσεων, επηρεάζουν άλλα, σαφώς καθορισμένα, συστήματα επιφανειακών υδάτων και μπορούν να ομαδοποιηθούν για τους σκοπούς των προγραμμάτων παρακολούθησης, διαχείρισης και αναφοράς των αποτελεσμάτων και
- γ) για τα μη σημαντικά στοιχεία επιφανειακών υδάτων που δεν μπορούν να προσμετρηθούν σε παρακείμενα συστήματα, ούτε θεωρούνται αρκετά σημαντικά ώστε να χαρακτηρισθούν ως ανεξάρτητα συστήματα επιφανειακών υδάτων, εφαρμογή των απολύτως απαραίτητων μέτρων προστασίας, ώστε να μην αποτελέσουν εμπόδιο στην επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας.

## 5.6. Ομαδοποίηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων

Η ομαδοποίηση των συστημάτων επιφανειακών υδάτων αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση του κινδύνου μη επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων, καθώς και για τους σκοπούς των προγραμμάτων παρακολούθησης, διαχείρισης και αναφοράς των αποτελεσμάτων στην Επιτροπή. Μια τέτοια ομαδοποίηση θα καθιστούσε ευκολότερη και πιο οικονομική την υλοποίηση των απαιτήσεων της Οδηγίας.

Όπου υπάρχουν παρακείμενα στοιχεία της ίδιας κατηγορίας επιφανειακών υδάτων, τα οποία ανήκουν στον ίδιο τύπο και παρουσιάζουν όμοια οικολογική κατάσταση, τότε είναι σκόπιμη η ομαδοποίησή τους σε ένα και μόνο σύστημα επιφανειακών υδάτων.

Απαραίτητος όρος είναι, η ομαδοποίηση των συστημάτων επιφανειακών υδάτων να διασφαλίζει ένα τουλάχιστον αποδεκτό επίπεδο βαθμού πιστότητας και ακρίβειας για τα αποτελέσματα των προγραμμάτων παρακολούθησης και, συγκεκριμένα, για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης.



Εικόνα 3. Προτεινόμενη προσέγγιση για τη διασφάλιση της προστασίας και αναβάθμισης της κατάστασης των μη σημαντικών στοιχείων επιφανειακών υδάτων

## 6. Ποιοτικά στοιχεία

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα αποσκοπεί στη θέσπιση ενός πλαισίου για την εκτίμηση της κατάστασης των επιφανειακών συστημάτων υδάτων με τη χρήση ενδεικτών από διάφορες ομάδες οργανισμών –τα οποία αναφέρονται ως βιολογικά ποιοτικά στοιχεία. Για τους ποταμούς και τις λίμνες, συγκεκριμένα, η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των υδατικών συστημάτων θα βασίζεται σε μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων του φυτοπλαγκτού, των μακρόφυτων, του φυτοβένθους, της πανίδας των βενθικών ασπονδύλων, καθώς και της ιχθυοπανίδας.

Στο Παράρτημα V1.1. της Οδηγίας αναφέρονται όλα τα ποιοτικά στοιχεία για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης. Σε αυτά περιλαμβάνονται και υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά. Η ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης ενός συστήματος επιφανειακών υδάτων, αντιπροσωπεύεται πάντα από τη χαμηλότερη τιμή των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης των σχετικών ποιοτικών στοιχείων και πραγματοποιείται σύμφωνα με τους κανονιστικούς ορισμούς του Παραρτήματος V.

Στην εποπτική παρακολούθηση είναι απαραίτητο να παρακολουθούνται όλες οι ενδεικτικές παράμετροι των βιολογικών, υδρομορφολογικών, καθώς και ειδικών και γενικών φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων. Στην επιχειρησιακή παρακολούθηση, ωστόσο, θα πρέπει να παρακολουθούνται μόνο οι ενδεικτικές παράμετροι εκείνων των βιολογικών, υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων, τα οποία εμφανίζουν ευαισθησία στις πιέσεις που ασκούνται στο υδατικό σύστημα, καθώς και όλες οι ουσίες προτεραιότητας, αλλά και άλλες ουσίες που απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες στη λεκάνη απορροής ποταμού.

Στο Παράρτημα των Κατευθύνσεων Παρακολούθησης περιλαμβάνονται αναλυτικοί πίνακες όλων των ποιοτικών στοιχείων που προτείνει η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα για τους ποταμούς και τις λίμνες, καθώς και οι βασικές παράμετροι των στοιχείων αυτών, προτεινόμενες μέθοδοι δειγματοληψίας και επεξεργασίας δειγμάτων, πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα των μεθόδων, πληροφορίες αναφορικά με την τρέχουσα χρήση τους ανά την Ευρώπη, κ.ά.

Η επιλογή των προτεινόμενων από την Οδηγία 2000/60/ΕΚ και τις Κατευθύνσεις Παρακολούθησης ποιοτικών στοιχείων και παραμέτρων δεν αποτελεί δέσμευση για τα κράτη μέλη, αλλά έχει καθοδηγητικό χαρακτήρα μόνο. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να επιλέγουν τα κατάλληλα για κάθε περίπτωση ποιοτικά στοιχεία, με βάση τις ιδιαιτερότητες της κάθε περιοχής, την κρίση εμπειρογνομόνων και λαμβάνοντας υπόψη τη γνώμη των τοπικών πληθυσμών αναφορικά με την κατάσταση των οικοσυστημάτων. Η επιλογή τέτοιων στοιχείων ή παραμέτρων στοιχείων θα πρέπει να αντανακλά, με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, τις πιέσεις που ασκούνται στην εκάστοτε λεκάνη απορροής ποταμού.



## 6.1. Ποιοτικά στοιχεία για τα προγράμματα παρακολούθησης

### 6.1.1. Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία

Σε αντίθεση με ό,τι ισχύει για τα υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία, οι μέθοδοι παρακολούθησης των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων και πρόβλεψης των πιθανών επιπτώσεων των διαφόρων μορφών πιέσεων απαιτούν περαιτέρω ανάπτυξη. Η χωρική και χρονική τους ετερογένεια, οι δειγματοληπτικές τεχνικές, καθώς και η μη-γραμμική σχέση ερεθίσματος-απόκρισης δυσχεραίνουν την εκτίμηση της κατάστασης των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων και κατ' επέκταση του υδατικού συστήματος, στο οποίο περιλαμβάνονται (Irvine 2004).

Η Οδηγία αφήνει στα κράτη μέλη το περιθώριο να υπολογίσουν τις τιμές των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων, χρησιμοποιώντας δεδομένα που θα προκύψουν από την παρακολούθηση παραμέτρων ενδεικτικών των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων. Η χρήση των ενδεικτικών παραμέτρων καθιστά την αξιολόγηση της οικολογικής κατάστασης πιο αξιόπιστη, αποτελεσματική και οικονομική. Για παράδειγμα, η παρακολούθηση βιολογικών ποιοτικών στοιχείων, όπως είναι η αφθονία όλων των ειδών ψαριών σε κάθε σύστημα επιφανειακών υδάτων, αποτελεί χρονοβόρα και επίπονη διαδικασία. Για τον λόγο αυτόν, η Οδηγία νομιμοποιεί τη χρησιμοποίηση αντιπροσωπευτικών ειδών, ή ακόμη και ομάδων ειδών, στα προγράμματα παρακολούθησης. Ωστόσο, όπου υπάρχει ο κίνδυνος εσφαλμένης ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης, επιβάλλεται η χρησιμοποίηση περισσότερων ενδεικτικών παραμέτρων, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα διασταυρωτικού ελέγχου μεταξύ διαφορετικών παραμέτρων του ίδιου βιολογικού ποιοτικού στοιχείου. Εάν τα αποτελέσματα της μίας παραμέτρου έρχονται σε αντίθεση με τα αποτελέσματα της άλλης, αυτό σημαίνει πως απαιτούνται περισσότερα δεδομένα για την επίτευξη ενός ικανού βαθμού πιστότητας για τον υπολογισμό της τιμής του βιολογικού ποιοτικού στοιχείου.

Γενικά, η Οδηγία απαιτεί την παρακολούθηση βιολογικών, υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων, ώστε να είναι δυνατός ο ακριβής καθορισμός του πόσο απέχει ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων από τις τυποκατακτηριστικές συνθήκες αναφοράς. Όσα περισσότερα στοιχεία περιλαμβάνονται στη διαδικασία αυτή, τόσο αυξάνεται η πιθανότητα το υδατικό σύστημα να ταξινομηθεί εσφαλμένα. Σε μία έρευνα ελέγχου ενός συστήματος ταξινόμησης που εφαρμόστηκε σε 66 ρηχές λίμνες και στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν 28 βιολογικές, υδρομορφολογικές και φυσικοχημικές ποιοτικές μεταβλητές, καμία από τις λίμνες δεν βρέθηκε σε υψηλή ή καλή κατάσταση, παρά την κρίση σχετικών εμπειρογνομόνων ότι σε πολλές από αυτές ασκούσαν ελάχιστες ανθρωπογενείς πιέσεις (Moss κ.α. 2003). Τα συστήματα παρακολούθησης που υποβαθμίζουν την ταξινόμηση, κατά τύχη και μόνο, έχουν προφανώς μικρή ή μηδαμινή αξία. Ομοίως, μικρής αξίας είναι και τα συστήματα που δεν μπορούν να εκτιμήσουν τις εποχικές και χωρικές μεταβολές των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων (Irvine 2004).

### 6.1.2. Στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία

Ο όρος υποστηρικτικό στοιχείο σημαίνει ότι οι τιμές των υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων είναι τέτοιες ώστε να στηρίζουν μία βιοκοινότητα συγκεκριμένης οικολογικής κατάστασης. Εξάλλου, οι βιοκοινότητες θεωρούνται προϊόντα των φυσικών και χημικών στοιχείων του περιβάλλοντος. Δηλαδή, τα υδρομορφολογικά, φυσικά και χημικά στοιχεία καθορίζουν τον τύπο των συστημάτων επιφανειακών υδάτων και των ενδιαιτημάτων και, επομένως, τις χαρακτηριστικές, για κάθε περιβάλλον, βιοκοινότητες. Ωστόσο, τα στοιχεία που υποστηρίζουν τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία δεν μπορούν, σε καμία περίπτωση, να υποκαταστήσουν τα ίδια τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία σε κανέναν τύπο παρακολούθησης. Η παρακολούθηση και αξιολόγηση των υδρομορφολογικών και φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων θα βοηθήσει απλώς στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων ταξινόμησης που θα προκύψουν από την παρακολούθηση των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων.

Σε κάποιες περιπτώσεις, η χρησιμοποίηση ενδεικτών μη βιολογικών στοιχείων κρίνεται απαραίτητη. Όπου οι πιέσεις που δέχεται ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων επιδρούν στην υδρομορφολογία του (όπως είναι για παράδειγμα η μείωση των διαθέσιμων ενδιαιτημάτων), οι ενδείκτες των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων, οι οποίοι προσδιορίζουν την κατάσταση στις εναπομένουσες βιοκοινότητες, δεν επαρκούν. Απαιτείται, επιπλέον, η μέτρηση και ποσοτικοποίηση της αιτίας μεταβολής της κατάστασης (απώλεια ενδιαιτημάτων), με τη χρήση ενός μη βιολογικού ενδείκτη.

Η χρησιμοποίηση μη βιολογικών ενδεικτών για την αξιολόγηση της κατάστασης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων μπορεί να δρα συμπληρωματικά με τη χρήση βιολογικών παραμέτρων, αλλά σε καμία περίπτωση δε μπορεί να τις υποκαταστήσει. Από την άλλη, χωρίς συνεκτική εικόνα όλων των πιέσεων που ασκούνται σε ένα υδατικό σύστημα και των επιπτώσεων που προκαλούν, οι απευθείας μετρήσεις της κατάστασης των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων με τη χρήση ενδεικτικών βιολογικών παραμέτρων δεν αρκούν, αλλά χρειάζεται η επικύρωσή τους και από μετρήσεις μη βιολογικών ενδεικτών.

## 6.2. Κύριοι τύποι υποβάθμισης των ποτάμιων και λιμναίων συστημάτων

Τα υδατικά συστήματα επιβαρύνονται με ποικίλους τρόπους. Τέσσερις τύποι υποβάθμισης των επιφανειακών συστημάτων υδάτων έχουν εμφανιστεί σε πρόσφατους χρόνους. Η επιβάρυνση με θρεπτικές ουσίες, ιδιαίτερα φωσφόρου και αζώτου, είχαν ως αποτέλεσμα την εμφάνιση φαινομένων επιταχυνόμενου ευτροφισμού στα λιμναία οικοσυστήματα, υπερβολική δηλαδή, ανάπτυξη φυτοπλαγκτού και μακροφύτων.

Ένας δεύτερος τύπος υποβάθμισης προκύπτει κυρίως από γεωργικές δραστηριότητες και οδηγεί σε προσχώσεις, απώλεια όγκου στο υδατικό ενδιαίτημα και ρύπανση από γεωργικά φάρμακα.

Έναν τρίτο τύπο υποβάθμισης αποτελεί η υπερβολική φόρτιση ιόντων υδρογόνου ισχυρών οξέων, που προκύπτουν από αέρια (π.χ.  $\text{SO}_2$  και  $\text{NO}_x$ ) προερχόμενα από προϊόντα καύσης ορυκτών καυσίμων, τα οποία είναι διαλυμένα στις ατμοσφαιρικές κατακρημνίσεις ή προσροφημένα σε σωματίδια και αποτίθενται από την ατμόσφαιρα στα επιφανειακά ύδατα ή τη χέρσο. Η προκύπτουσα οξίνιση των ανεπαρκώς ρυθμιζόμενων υδάτων, όχι μόνον αυξάνει την οξύτητα και αλλοιώνει τις οσμωρυθμιστικές ικανότητες των οργανισμών, αλλά μεταβάλλει τη διαλυτότητα και τη βιοδιαθεσιμότητα πολλών μετάλλων και άλλων ιόντων ποικίλης τοξικότητας.

Ο τέταρτος, τέλος, τύπος υποβάθμισης περιλαμβάνει την εισαγωγή τοξικών ουσιών, όπως βαρέα μέταλλα, κλωριωμένοι υδρογονάνθρακες και ραδιενεργά υλικά. Οι πηγές όλων αυτών των ρύπων είναι συχνά διάχυτες (μη σημειακές), γεγονός που καθιστά τον έλεγχό τους πολύ δύσκολο (Wetzel 2001).

## 6.3. Ποτάμια συστήματα

Τα ποτάμια συστήματα ανά την Ευρώπη εμφανίζουν μεγάλη ποικιλότητα σε ό,τι αφορά το υδρολογικούς καθεστώδες και τη δομή τους και, παρότι έχουν μελετηθεί εκτενώς στο παρελθόν ως προς την απόκρισή τους σε διάφορες μορφές πιέσεων, η παρακολούθηση των επιπτώσεων στις βιοκοινοότητες παραμένει περίπλοκη. Η επιλογή των ποιοτικών στοιχείων παρακολούθησης εξαρτάται από το μέγεθος του ποτάμιου συστήματος, τη διαθεσιμότητα δεδομένων και μεθόδων παρακολούθησης, καθώς και τη γνώση και εμπειρία των τοπικών πληθυσμών για σημαντικές μορφές πιέσεων.

### 6.3.1. Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά

Η χρήση μακροασπόνδυλων για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της οργανικής ρύπανσης στους ποταμούς, εφαρμόζεται ευρέως στην Ευρώπη, και παρόλο που κάποιες λεπτομέρειες μπορεί να διαφέρουν από χώρα σε χώρα, παραμένει η πιο κοινή μέθοδος για την παρακολούθηση και ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης των ποτάμιων συστημάτων. Πρόσφατα, έχουν αναπτυχθεί νέες μέθοδοι, οι οποίες χρησιμοποιούν τα μακροασπόνδυλα ως στοιχεία, ενδεικτικά κάποιων μορφών πιέσεων, όπως είναι οι τοξικές ουσίες και οι μεταβολές στη δυναμική της ροής και στη μορφολογία του ποταμού. Η ευαισθησία των μακροασπόνδυλων σε ένα μεγάλο εύρος πιέσεων, τα καθιστά πολύ χρήσιμο εργαλείο για την αξιολόγηση της ποιότητας των ποταμών. Η χρησιμότητά τους περιορίζεται κατά πολύ στους μεγάλους και βαθείς ποταμούς, καθώς είναι δύσκολο να συλλεχθούν.

Η παρακολούθηση της δομής και της βιομάζας μακροφυτικών κοινοτήτων προσφέρεται για την αξιολόγηση των επιπτώσεων του ευτροφισμού σε ποταμούς μικρού και μεσαίου μεγέθους. Μπορούν, επίσης, να χρησιμοποιηθούν για την αξιολόγηση των επιπτώσεων της υψηλής ροής ή της συγκράτησης των υδάτων και των διακυμάνσεων της στάθμης τους που σχετίζονται με την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας. Τα πρότυπα των μακροφυτικών κοινοτήτων, αλλά και η σύνθεση και αφθονία των ειδών, ποικίλλουν σημαντικά μεταξύ των διαφόρων τύπων ποτάμιων συστημάτων. Προχωρώντας από μικρού μεγέθους, ρηχούς και ορεινούς προς μετρίου μεγέθους, πεδινούς ποταμούς, παρατηρείται μια μετάβαση από την επικράτηση πτωχών σε είδη κοινοτήτων με βρυόφυτα σε κοινότητες που χαρακτηρίζονται από την παρουσία πολλών ανώτερων μακροφυτικών ειδών, τα οποία διαθέτουν αγγειακό σύστημα (Baatrup–Pedersen κ.ά. 2006). Τα μακρόφυτα είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθούν σε βαθιά ποτάμια συστήματα ή και πιο ρηχούς ποταμούς που, όμως, εμφανίζουν διακυμάνσεις στην παροχή, λόγω π.χ. της τήξης του χιονιού. Τέλος, τα μακρόφυτα ενδέχεται να απουσιάζουν τελείως από τμήματα ποταμών που βρίσκονται σε πυκνές και σκιώδεις δασώδεις περιοχές. Τα σχετικά πρότυπα CEN και ISO για τις μεθόδους δειγματοληψίας μακροφύτων δεν έχουν ολοκληρωθεί ακόμη, γεγονός που δυσκολεύει την εφαρμογή της μεθόδου στο πλαίσιο της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα.

Το φυτοβένθος δεν χρησιμοποιείται ιδιαίτερα από τα ευρωπαϊκά κράτη, παρότι τα διάτομα και τα νηματοειδή φύκη θεωρούνται αποτελεσματικοί ενδείκτες για την αξιολόγηση των επιπτώσεων του ευτροφισμού. Γενικά, τα βενθικά φύκη αποκρίνονται με άμεσο τρόπο σε μεταβολές του φυσικού περιβάλλοντος, όμως απαιτείται προσεκτική ανάλυση, προκειμένου να γίνει διάκριση μεταξύ των επιπτώσεων που οφείλονται σε φυσικές διεργασίες και εκείνων που προκύπτουν από ανθρωπογενείς δραστηριότητες (Foerster κ.ά. 2004).

Η σύνθεση και αφθονία του ποτάμιου φυτοπλαγκτού μπορούν να αξιοποιηθούν για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης, αλλά η χρήση τους ενδείκνυται μόνο σε μεγάλου μεγέθους ποταμούς, με χαμηλή ταχύτητα ροής.

Η χρησιμοποίηση της ιχθυοπανίδας για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης στα ποτάμια συστήματα δεν είναι διαδεδομένη στην Ευρώπη. Παρότι είναι γενικά παραδεκτό ότι οι ιχθείς αποτελούν σημαντικούς ενδείκτες της κατάστασης των ποταμών, οι μέθοδοι δειγματοληψίας απαιτούν ειδικό εξοπλισμό και τα αποτελέσματα δεν είναι πάντα εύκολο να ερμηνευθούν κατάλληλα. Οι δυσκολίες προκύπτουν από τη μεγάλη κινητικότητα των ειδών της ιχθυοπανίδας, των υδροφραγμάτων στα ποτάμια συστήματα, των επιπτώσεων της αλιείας, κ.ά. Έτσι, θα πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη σημασία στην

επιλογή του καταλληλότερου σε κάθε περίπτωση είδους, σύμφωνα με τις τοπικές συνθήκες και τον τύπο των πιέσεων που ασκείται στο σύστημα. Τελευταία, αναπτύσσεται η μέθοδος χρησιμοποίησης των ιχθύων ως ενδεικτών στην εκπόνηση προγραμμάτων παρακολούθησης για την αξιολόγηση των επιπτώσεων που προκαλούνται από ρύπανση οφειλόμενη σε ατύχημα.

### **6.3.2. Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά**

Το υδρολογικό καθεστώς, η συνέχεια του ποταμού και οι μορφολογικές συνθήκες, τα οποία η Οδηγία ορίζει ως υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία, επιδρούν στους οργανισμούς και στη σύνθεση των βασικών κλωριδικών και πανιδικών κοινοτήτων των ποταμών. Τα υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία επηρεάζουν, επίσης, τον ρυθμό αποικοδόμησης της οργανικής ύλης και τον βαθμό αλληλεπίδρασης με την παράχθια ζώνη.

Γεγονός, πάντως, είναι ότι απαιτείται περαιτέρω έρευνα για τη βελτίωση των μεθόδων που περιγράφουν τις σχέσεις και τις αλληλεπιδράσεις μεταξύ των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων και της μορφολογίας, της συνέχειας του ποταμού και του υδρολογικού καθεστώτος.

Η επίδραση της εισροής υπογείων υδάτων στα ποτάμια συστήματα είναι ένα ακόμη θέμα που θα πρέπει να μελετηθεί στο πλαίσιο εκπλήρωσης των απαιτήσεων της Οδηγίας. Σε αρκετές περιπτώσεις, τα υπόγεια ύδατα στηρίζουν και συντηρούν τα ποτάμια συστήματα.

### **6.3.3. Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά**

Πολλά από τα κύρια φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία που περιέχονται στο Παράρτημα V της Οδηγίας βοηθούν ιδιαίτερα στην αξιολόγηση της κατάστασης των ποταμών και επηρεάζουν σημαντικά τα ποτάμια συστήματα. Τέτοια στοιχεία είναι η θερμοκρασία, οι θρεπτικές ουσίες, η αλατότητα και το ισοζύγιο pH. Συνεπώς, είναι σημαντικό να περιλαμβάνονται μετρήσεις αυτών των στοιχείων σε σχέση, τόσο με τις φυσικές συνθήκες, όσο και με τις ενδεχόμενες πηγές ρύπανσης. Για παράδειγμα, αυξημένες συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών είναι δυνατόν να επιταχύνουν την πορεία του συστήματος προς τον ευτροφισμό.

Άλλα κύρια ποιοτικά στοιχεία, τα οποία θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, είναι κάποιοι συγκεκριμένοι ρύποι, ικανοί να προκαλέσουν υποβάθμιση της κατάστασης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων. Η διασπορά τους μπορεί να εμφανίζει χωρική ετερογένεια και για τον λόγο αυτό θα πρέπει να έχουν ήδη καθορισθεί κατά την ανάλυση των πιέσεων.

## 6.4. Λίμνες

Ο ευτροφισμός επιδρά στη δομή και λειτουργία των λιμναίων οικοσυστημάτων. Αποτελεί μία φυσική, αλλά βραδεία διαδικασία, η οποία επιταχύνεται ιδιαίτερα από ανθρωπογενείς πιέσεις και προκαλεί, μεταξύ άλλων, ανθήσεις του φυτοπλαγκτού (algal blooms), υποβάθμιση της αισθητικής του τοπίου, ελάττωση του διαθέσιμου οξυγόνου στο υπολίμνιο, μειωμένη διαφάνεια του ύδατος και μαζικούς θανάτους ψαριών.

### 6.4.1. Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά

Ο προσδιορισμός της σύνθεσης, της αφθονίας και της βιομάζας του φυτοπλαγκτού, είναι μεγάλης σημασίας για την αξιολόγηση της κατάστασης των λιμνών (Willén 2000). Η αύξηση και κατανομή του φυτοπλαγκτού επηρεάζεται ταχύτατα από μεταβολές των φυσικοχημικών παραμέτρων και οι υπερβολικές εξανθήσεις φυτοπλαγκτού θεωρούνται ένδειξη φαινομένων ευτροφισμού. Οι συγκεντρώσεις χλωροφύλλης αποτελούν ενδεικτική της βιομάζας του φυτοπλαγκτού, καθώς και της τροφικής κατάστασης των λιμνών. Επιπρόσθετα, οι συνευρέσεις των ειδών φυτοπλαγκτού (κοινότητες) μπορεί να αποτελούν κατάλληλο ενδεικτική για την παρακολούθηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών. Αυτό συμβαίνει διότι η μορφολογία των λιμνών, σε συνδυασμό με τους περιοδικούς εποχικούς κύκλους των κύριων περιβαλλοντικών μεταβλητών, διαμορφώνουν το πεδίο στο οποίο τα βέλτιστα προσαρμοσμένα είδη μπορούν να κυριαρχήσουν σε λειτουργικές ομάδες, σε συγκεκριμένες περιόδους της εποχικής διαδοχής (Padišák 2006). Παρόλα αυτά, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία στη μέθοδο ανάλυσης που θα χρησιμοποιηθεί, αφού τα σχετικά πρότυπα CEN/ISO για τις δειγματοληψίες φυτοπλαγκτικών οργανισμών δεν έχουν ακόμη ολοκληρωθεί.

Τα μακρόφυτα και το φυτοβένθος παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη ρύθμιση των διεργασιών των λιμνών. Παρά το γεγονός ότι η απόκριση των μακροφύτων στο φαινόμενο της ρύπανσης δεν έχει τεκμηριωθεί επαρκώς, ο προσδιορισμός της σύνθεσης και της αφθονίας τους βοηθά στον καθορισμό της διαδοχής και της δομής των ενδιαιτημάτων άλλων οργανισμών όπως τα ψάρια και τα βενθικά μακροασπόνδυλα. Τόσο τα μακρόφυτα, όσο και η επιφυτική μικροχλωρίδα λειτουργούν ως φίλτρα για τις ανόργανες θρεπτικές ουσίες και το διαλυμένο οργανικό υλικό. Οι μεγάλες διακυμάνσεις της στάθμης του νερού σε μία λίμνη ή σε έναν ταμειυτήρα μπορεί να περιορίσουν την ανάπτυξη της παραγωγικής και σταθεροποιητικής χλωρίδας της παράλιας ζώνης (Kimmel κ.ά. 1990). Συνεπώς, οι ταμειυτήρες δεν μπορούν να υποστηρίξουν την ανάπτυξη άφθονης μακροφυτικής ζωής, εξαιτίας μεγάλων διακυμάνσεων της στάθμης του νερού. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη ικανότητα απομάκρυνσης θρεπτικών ουσιών και την ανάληψη αυτής της διεργασίας από πελαγικούς οργανισμούς.

Οι ενδείκτες της ιχθυοπανίδας δε χρησιμοποιούνται συχνά στα συστήματα ταξινόμησης, εξαιτίας ορισμένων γνωρισμάτων της συμπεριφοράς των ιχθύων, όπως η μεγάλη κινητικότητα, η εποχική μετανάστευση κάποιων ειδών και η ικανότητά τους να αποφεύγουν τις αντίξοες συνθήκες (π.χ. τα ρυπασμένα ενδιαιτήματα). Επιπλέον, η σχέση μεταξύ της δομής των κοινοτήτων των ιχθύων και της οικολογικής ποιότητας δεν είναι πάντα εμφανής. Για παράδειγμα, σε ένα υποβαθμισμένο οικοσύστημα, μπορεί να παρατηρείται μεγάλη ποικιλότητα ειδών, η οποία, ωστόσο να οφείλεται σε εισαγωγή νέων, αλλόχθονων ειδών. Παρόλα αυτά, η σύνθεση, η δομή και η αφθονία των ιχθυοκοινοτήτων, αποτελούν χρήσιμους ενδείκτες για την αξιολόγηση των μακροχρόνιων μεταβολών στην κατάσταση των οικοσυστημάτων, αφού οι ιχθείς έχουν μεγάλους κύκλους ζωής, ανήκουν σε διαφορετικά τροφικά επίπεδα και ο προσδιορισμός τους είναι σχετικά απλός. Κάποια είδη ιχθύων (όπως και τα μύδια) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης επικίνδυνων οργανικών ουσιών και βαρέων μετάλλων, καθώς διαθέτουν μεγάλη ικανότητα βιοσυσσώρευσης.

### 6.4.2. Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά

Κάθε σύστημα επιφανειακών υδάτων χαρακτηρίζεται από ένα μοναδικό υδρολογικό καθεστώς, το οποίο εξαρτάται από τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα και τα μορφολογικά γνωρίσματα της λεκάνης απορροής. Η ποσότητα, η δυναμική και το χρονικό πρότυπο της ροής των υδάτων, και άρα ο χρόνος παραμονής, επιδρούν στην οικολογία των συστημάτων επιφανειακών υδάτων, μέσω των φορτίων θρεπτικών ουσιών που μεταφέρουν, της ανάπτυξης της υδατικής χλωρίδας, της διατήρησης των θέσεων αναπαραγωγής των ψαριών, κ.ά. Η φυσική, ωστόσο, μεταβλητότητα μπορεί να προκύψει και από φυσικές ή ανθρωπογενείς κλιματικές μεταβολές.

Η ποσότητα και η δυναμική της ροής επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τη στράγγιση και την εκτροπή των υδάτων. Ομοίως, η προσθήκη νερού σε μία λίμνη ή σε έναν ταμιευτήρα μπορεί να έχει καταστροφικά αποτελέσματα για την οικολογική ισορροπία του συστήματος, εξαιτίας της εισαγωγής υδάτων διαφορετικής χημικής σύστασης και βιολογικών γνωρισμάτων.

Η μορφολογία της λίμνης, και ιδιαίτερα ο λόγος της επιφάνειας προς το βάθος, παίζει πρωτεύοντα ρόλο στην ανάπτυξη των παράλιων ζωνών, οι οποίες προσφέρουν επαρκές ιζηματογενές υπόστρωμα για την ανάπτυξη της παράλιας χλωρίδας. Οι περισσότερες λίμνες και ταμιευτήρες της Ευρώπης έχουν σχετικά μικρό βάθος (μέσο βάθος <10 m), με αποτέλεσμα ένα μεγάλο τμήμα της λίμνης να είναι κατάλληλο για εποίκισμο από τα είδη της παράλιας χλωρίδας. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τον υψηλό ρυθμό ιζηματοπόθεσης, σημαίνει πως οι ρηχές λίμνες μπορούν θεωρητικά να υποστηρίξουν μεγαλύτερο αριθμό υδρόβιων μακρόφυτων. Ο Wetzel (1990) υποστηρίζει πως λόγω της ρηχής φύσης των περισσότερων λιμνών του κόσμου, η παράλια ζώνη επικρατεί της πελαγικής, σε παγκόσμιο επίπεδο.

Η ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού και η σύνθεση των ειδών επηρεάζονται από τον ρυθμό ανανέωσης των υδάτων του συστήματος. Ο μεγάλος χρόνος παραμονής των υδάτων οδηγεί το σύστημα σε μεγαλύτερη σταθερότητα, αυξάνει την ιζηματοπόθεση του αζώτου και του φωσφόρου και επηρεάζει τη συσσώρευση ιζήματος και οργανικής ύλης (Petrere 1996). Επιπλέον, ο χρόνος παραμονής καθορίζει τον διαθέσιμο χρόνο για την επίτευξη βιολογικών διεργασιών και επηρεάζει παράγοντες όπως η ιζηματοπόθεση, η αναδιάθεση, η διάλυση, η διάχυση, η θολότητα και η παροχή θρεπτικών ουσιών (Soballe και Kimmel 1987). Οι μικροί σε μέγεθος ταμιευτήρες χαρακτηρίζονται γενικά από μικρούς χρόνους παραμονής των υδάτων.

Η κατασκευή ταμιευτήρων παρεμβαίνει στη λειτουργία των οικοσυστημάτων, δημιουργώντας ένα φυσικό εμπόδιο ενάντια στη μετανάστευση των ιχθύων, αυξάνοντας το μέσο βάθος του νερού, αλλάζοντας τους χρόνους παραμονής και ανανέωσης των υδάτων, και επιδρώντας στη δομή και λειτουργία των βιοκοινοτήτων (Petrere 1996).

### 6.4.3. Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία – Κλειδιά

Τα διαφορετικά τροφικά επίπεδα δημιουργούν διαφορετικές συνθήκες στις λίμνες και, έτσι, επηρεάζουν σημαντικά τους κύκλους του αζώτου και του φωσφόρου, μέσω της μεταβολής της οξειδοαναγωγικής κατάστασης της επιφάνειας επαφής ιζήματος-νερού. Η χαμηλή πρωτογενής παραγωγή που παρατηρείται στις oligότροφες λίμνες δηλώνει ότι η κατανάλωση του οξυγόνου δεν είναι ικανή να προκαλέσει συνθήκες ανοξίας στο υπολίμνιο, κατά την περίοδο της στρωμάτωσης. Αντίθετα, η απόθεση οργανικής ύλης στο ιζημα εύτροφων υδάτων, αυξάνει την κατανάλωση οξυγόνου και δημιουργεί συνθήκες ανοξίας.

Οι αναερόβιες συνθήκες περιορίζουν την ποικιλότητα των οργανισμών που ζουν στο υπολίμνιο και μπορεί να έχουν καταστροφικά αποτελέσματα για την ποιότητα των αλιευμάτων, αλλά και άλλων φυτικών και ζωικών οργανισμών. Τα χαμηλά επίπεδα οξυγόνου, σε κρίσιμες περιόδους του έτους, παρεμποδίζουν τις μετακινήσεις των μεταναστευτικών ιχθύων, αλλά και την αναπαραγωγή. Έτσι, κρίνεται απαραίτητη η παρακολούθηση στοιχείων, όπως η θερμοκρασία και το οξυγόνο, για τον καθορισμό των συμβάντων στρωμάτωσης ή και ανάμειξης, καθώς και των επιπέδων της βιολογικής παραγωγικότητας. Οι συνθήκες οξυγόνου έχουν χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του τροφικού επιπέδου των λιμνών και σχετίζονται άμεσα με τα φορτία των θρεπτικών ουσιών (OECD 1982).

Ο φωσφόρος, και σε μικρότερο βαθμό το άζωτο, αποτελούν τους περιοριστικούς παράγοντες για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού στις λίμνες και, συνεπώς, η παρακολούθησή τους κρίνεται απαραίτητη για την αξιολόγηση της οικολογικής κατάστασης. Η παρακολούθηση των θρεπτικών ουσιών παρέχει πληροφορίες για την τροφική κατάσταση μιας λίμνης και βοηθά στη διάκριση των πηγών ρύπανσης (π.χ. σημειακές και διάχυτες). Έτσι, τα προγράμματα παρακολούθησης θα πρέπει να περιλαμβάνουν όλες τις κύριες μορφές αζώτου και φωσφόρου, περιλαμβανομένων των διαλυμένων και σωματιδιακών οργανικών και ανόργανων μορφών. Επιπρόσθετα, η μέτρηση του πυριτίου ( $\text{Si-SiO}_3$ ,  $\mu\text{g/l}$ ) αποτελεί πολύτιμο ενδείκτη για τον ρυθμό ανάπτυξης των διατόμων.

## 7. Τύποι παρακολούθησης

### 7.1. Εποπτική παρακολούθηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων

Ο σκοπός κατάρτισης προγραμμάτων εποπτικής παρακολούθησης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων είναι η συλλογή πληροφοριών σχετικά με:

- › τη συμπλήρωση και την επικύρωση της επισκόπησης των επιπτώσεων, που αναπτύσσεται λεπτομερώς στο Παράρτημα II της Οδηγίας,
- › τον αποτελεσματικό και ουσιαστικό σχεδιασμό μελλοντικών προγραμμάτων παρακολούθησης,
- › την εκτίμηση μακροπρόθεσμων μεταβολών των φυσικών συνθηκών και
- › την εκτίμηση μακροπρόθεσμων μεταβολών, που προκύπτουν από διαδομένες ανθρώπινες δραστηριότητες.

Τα αποτελέσματα αυτού του τύπου παρακολούθησης εξετάζονται και χρησιμοποιούνται, σε συνδυασμό με την αξιολόγηση των επιπτώσεων που περιγράφεται στο Παράρτημα II της Οδηγίας, για τον καθορισμό των απαιτήσεων αναφορικά με τα προγράμματα παρακολούθησης στο τρέχον και τα επόμενα σχέδια διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού.

Η εποπτική παρακολούθηση θα πρέπει να έχει διάρκεια τουλάχιστον ενός έτους, πριν και κατά την περίοδο κατάρτισης των σχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού. Τα πρώτα αποτελέσματα, που θα προκύψουν από τα προγράμματα εποπτικής παρακολούθησης, θα χρησιμοποιηθούν στην κατάρτιση των προσχεδίων διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού, τα οποία θα πρέπει να έχουν ολοκληρωθεί έως το τέλος του έτους 2008. Για τα τελικά σχέδια λεκάνης απορροής ποταμού, ως όριο τίθεται το έτος 2009. Τα σχέδια αυτά θα πρέπει να περιλαμβάνουν έναν ή περισσότερους χάρτες, όπου θα απεικονίζεται το δίκτυο παρακολούθησης και η κατάσταση των υδατικών συστημάτων.

Το πρώτο πρόγραμμα εποπτικής παρακολούθησης θα πρέπει να θέτει ποσοτικοποιημένες βάσεις για μελλοντικές εκτιμήσεις μακροπρόθεσμων φυσικών ή ανθρωπογενών μεταβολών, καθώς και για τις τυχόν προοδευτικές μειώσεις της ρύπανσης από τις ουσίες προτεραιότητας και την παύση ή τη σταδιακή εξάλειψη των εκπομπών, των απορρίψεων και των διαρροών επικινδύνων ουσιών προτεραιότητας. Εάν η αξιολόγηση του κινδύνου μη επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων που πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Άρθρου 5 και τις τεχνικές προδιαγραφές του Παραρτήματος II, δεν θεωρείται αρκετά αξιόπιστη (π.χ. εξαιτίας έλλειψης επαρκών δεδομένων παρακολούθησης), τότε απαιτείται οπωσδήποτε η εφαρμογή προγραμμάτων εποπτικής παρακολούθησης για τη συμπλήρωση και επικύρωση της εκτίμησης των επιπτώσεων. Σε αντίθετη περίπτωση, όπου, δηλαδή, η αξιολόγηση κινδύνου βασίσθηκε σε ικανό όγκο σχετικών πληροφοριών, η εκπόνηση προγραμμάτων εποπτικής παρακολούθησης για τα συγκεκριμένα συστήματα επιφανειακών υδάτων δεν κρίνεται απαραίτητη.

Επίσης, αρχικά είναι δυνατό να απαιτηθεί σχεδιασμός και εφαρμογή εκτεταμένων προγραμμάτων εποπτικής παρακολούθησης, όσον αφορά στον αριθμό των συστημάτων επιφανειακών υδάτων, των τόπων παρακολούθησης κάθε συστήματος, καθώς και των ποιοτικών στοιχείων. Αυτό μπορεί να οφείλεται:

- › σε πιθανή έλλειψη σχετικών πληροφοριών και δεδομένων παρακολούθησης και
- › στο γεγονός ότι η Οδηγία 2000/60/ΕΚ απαιτεί από τα κράτη μέλη να περιλάβουν μεγαλύτερο ή διαφορετικό εύρος ποιοτικών στοιχείων και πιέσεων στις μετρήσεις τους, από ό,τι προηγούμενες Οδηγίες.



Τα κράτη μέλη έχουν ακόμη τη δυνατότητα (εάν δεν υπάρχουν επαρκή στοιχεία ή πιστότητα στην πρώτη επισκόπηση των επιπτώσεων σύμφωνα με το Άρθρο 5) να σχεδιάζουν και να εφαρμόζουν προγράμματα εποπτικής παρακολούθησης κάθε έτος, τουλάχιστον κατά την περίοδο των τριών πρώτων ετών .

Για τα μελλοντικά προγράμματα εποπτικής παρακολούθησης που θα ακολουθήσουν, ισχύουν οι ίδιες αρχές που προαναφέρθηκαν, σχετικά με την αξιολόγηση του κινδύνου, καθώς η κατάσταση μπορεί, στο μεταξύ, να έχει αλλάξει. Για την εκπόνησή τους θα χρησιμοποιηθούν όλα τα στοιχεία που θα έχουν προκύψει ακόμη και από τα προγράμματα επιχειρησιακής παρακολούθησης.

Η αξιολόγηση κινδύνου του Παραρτήματος II της Οδηγίας έχει σκοπό τον προσδιορισμό όλων εκείνων των υδατικών συστημάτων που κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους. Εάν όμως οι διαδικασίες αξιολόγησης κινδύνου του Παραρτήματος II και των αποτελεσμάτων της εποπτικής παρακολούθησης δεν σταθούν ικανές να προσδιορίσουν με ακρίβεια τα υδατικά συστήματα που κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους, τότε απαιτείται να προσμετρηθούν σε αυτά που κινδυνεύουν ακόμη και οικοσυστήματα που στην πραγματικότητα δεν διατρέχουν κίνδυνο. Συνεπώς, στην περίπτωση που δεν πραγματοποιείται αξιόπιστα ο διαχωρισμός των υδατικών συστημάτων που βρίσκονται σε κίνδυνο ή όχι, θεωρείται αναγκαίος ο σχεδιασμός, αλλά και η εφαρμογή ενός μεγαλύτερου δικτύου επιχειρησιακής παρακολούθησης, από ό,τι θα απαιτούνταν στην πραγματικότητα.

Η εποπτική παρακολούθηση θα πρέπει, επίσης, να παρέχει πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες μεταβολές που αφορούν τόσο στις φυσικές συνθήκες, όσο και στις διαδεδομένες ανθρώπινες δραστηριότητες. Στην πρώτη περίπτωση, οι πληροφορίες που θα προκύψουν είναι σημαντικές, διότι οι μεταβολές των φυσικών συνθηκών είναι πιθανό να επηρεάσουν, ακόμη και να «μετατοπίσουν», τις τιμές των συνθηκών αναφοράς. Η παρακολούθηση για την εκτίμηση μακροπρόθεσμων μεταβολών στις φυσικές συνθήκες εστιάζεται, κυρίως, σε υψηλής και καλής κατάστασης συστήματα επιφανειακών υδάτων. Και αυτό, επειδή τέτοιου είδους μεταβολές (σχετικά μικρής κλίμακας και βαθμιαίες) είναι πιθανότερο να ανιχνευτούν όταν απουσιάζουν οι επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, οι οποίες μπορεί να υπερκαλύπτουν τα αποτελέσματα των φυσικών διεργασιών. Στη δεύτερη περίπτωση, των μεταβολών που οφείλονται σε διαδεδομένες ανθρώπινες δραστηριότητες, η παρακολούθηση θα πρέπει να καθορίσει ή να επιβεβαιώσει, για παράδειγμα, τις επιπτώσεις από τη μεταφορά και εναπόθεση ρύπων από την ατμόσφαιρα στα ύδατα. Εάν αυτό συνεπάγεται τον χαρακτηρισμό της κατάστασης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων ως φθίνουσας (υποβαθμισμένης), τότε τα συγκεκριμένα υδατικά συστήματα θα πρέπει να περιληφθούν στα προγράμματα επιχειρησιακής παρακολούθησης.

### 7.1.1. Επιλογή των τόπων παρακολούθησης

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, τα προγράμματα εποπτικής παρακολούθησης θα πρέπει να περιλαμβάνουν επαρκή αριθμό συστημάτων επιφανειακών υδάτων, έτσι ώστε, να παρέχουν εκτίμηση της συνολικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων σε κάθε υδρολογική λεκάνη ή υδρολογικές υπολεκάνες εντός της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού. Αυτό σημαίνει ότι σε μία ετερογενή λεκάνη απορροής ποταμού, όσον αφορά στους τύπους των υδατικών συστημάτων και στις μορφές των ανθρωπογενών πιέσεων, θα πρέπει να παρακολουθούνται περισσότερα συστήματα επιφανειακών υδάτων από ό,τι σε μία ομοιογενή λεκάνη απορροής. Και στις δύο περιπτώσεις, πάντως, ένα στατιστικά αντιπροσωπευτικό δείγμα θεωρείται αρκετό. Ένα καλό παράδειγμα στατιστικά αντιπροσωπευτικού δείγματος αποτελούν τα προγράμματα παρακολούθησης που εφαρμόζονται σε κάποιες βόρειες σκανδιναβικές λίμνες, όπου παρακολουθούνται ενδεικτικά κάποιες από τις χιλιάδες λίμνες που υπάρχουν εκεί. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την παρακολούθηση αυτού του μικρού αριθμού λιμνών ανάγονται και χρησιμοποιούνται, για την εκτίμηση της ποιότητας του συνόλου των λιμνών.

Γενικά, η κατανομή των τόπων παρακολούθησης μέσα σε κάθε σύστημα επιφανειακών υδάτων θα πρέπει να γίνεται με τέτοιο τρόπο, ώστε να παρέχονται πληροφορίες αντιπροσωπευτικές των γενικών συνθηκών που επικρατούν σε ολόκληρο το υδατικό σύστημα και οι οποίες θα εκπληρώνουν τους σκοπούς του εκάστοτε προγράμματος παρακολούθησης.

Σύμφωνα με την Οδηγία, η εποπτική παρακολούθηση προτείνεται να διενεργείται σε τόπους όπου:

- › υπάρχει σημαντική ροή ύδατος εντός της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού στο σύνολό της, συμπεριλαμβανομένων των σημείων μεγάλων ποταμών, όπου η έκταση της υδρολογικής λεκάνης είναι μεγαλύτερη από 2.500 km<sup>2</sup>,
- › υπάρχει σημαντικός όγκος ύδατος εντός της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού, περιλαμβανομένων και των μεγάλων λιμνών και ταμιευτήρων,
- › υπάρχουν σημαντικά υδατικά συστήματα, τα οποία διασχίζουν τα σύνορα κράτους μέλους,
- › υπάρχουν τόποι προσδιοριζόμενοι σύμφωνα με την Απόφαση 77/795/ΕΟΚ για την ανταλλαγή πληροφοριών,
- › υπάρχουν άλλοι τέτοιοι τόποι που είναι απαραίτητοι προκειμένου να εκτιμηθεί το φορτίο των ρύπων, το οποίο μεταφέρεται δια μέσου των συνόρων κράτους μέλους, καθώς και στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Η τυπολογία του μεγέθους που δίνεται στο Παράρτημα II (σύστημα Α), υποδηλώνει πως μόνο οι ποταμοί με λεκάνες απορροής μεγαλύτερες των 10 km<sup>2</sup> και οι λίμνες με επιφάνεια μεγαλύτερη των 0,5 km<sup>2</sup> αποτελούν συστήματα επιφανειακών υδάτων που εμπίπτουν στις απαιτήσεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ και, συνεπώς, θα πρέπει να συμπεριληφθούν στις διαδικασίες ταξινόμησης της κατάστασης και εφαρμογής προγραμμάτων παρακολούθησης. Συστήματα, ωστόσο, επιφανειακών υδάτων κάτω από τα όρια μεγέθους της Οδηγίας πιθανόν αποτελούν προστατευόμενες περιοχές, περιοχές σημαντικές για ολόκληρη τη λεκάνη απορροής στην οποία ανήκουν (π.χ. περιοχές αναπαραγωγής και τροφοληψίας για διάφορα είδη). Επίσης, μπορεί να υπόκεινται σε πιέσεις που έχουν σημαντικές επιπτώσεις σε άλλα σημεία της λεκάνης απορροής. Το σύστημα τυπολογίας Β, δεν θέτει όρια μεγέθους. Ωστόσο, θα πρέπει να επιτυγχάνει τουλάχιστον τον ίδιο βαθμό διαχωρισμού που θα επιτυγχανόταν και με τη χρήση του συστήματος Α. Συνεπώς, τα κράτη μέλη ίσως χρειαστεί να περιλάβουν στα προγράμματα παρακολούθησης και τα συστήματα επιφανειακών υδάτων με μέγεθος μικρότερο από αυτό που καθορίζει η Οδηγία.

Στην πραγματικότητα, τα κράτη μέλη είναι αυτά που θα αποφασίσουν για το μέγεθος των συστημάτων επιφανειακών υδάτων τα οποία θα περιληφθούν στα προγράμματα παρακολούθησης. Αυτό θα εξαρτηθεί, τόσο από τη φύση της περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού (επικρατούσες φυσικές και ανθρωπογενείς συνθήκες), όσο και από τον επιθυμητό βαθμό επίτευξης του σκοπού της διασφάλισης συνεκτικής και συνολικής εικόνας της κατάστασης των υδάτων σε κάθε περιοχική λεκάνης απορροής ποταμού.

### 7.1.2. Επιλογή των ποιοτικών στοιχείων

Στο πλαίσιο της εποπτικής παρακολούθησης, τα κράτη μέλη θα πρέπει να παρακολουθούν για μία περίοδο τουλάχιστον ενός έτους, τις ενδεικτικές παραμέτρους όλων των βιολογικών, υδρομορφολογικών και γενικών φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων. Τα σχετικά ποιοτικά στοιχεία για κάθε κατηγορία υδάτων δίνονται στο Παράρτημα V.1.1 της Οδηγίας. Για παράδειγμα, στην περίπτωση της υδατικής κλωρίδας που αποτελεί βιολογικό ποιοτικό στοιχείο, οι σχετικές παράμετροι μπορεί να αφορούν στην παρουσία ή απουσία ειδών ενδεικτικών ή στη δομή του πληθυσμού.

Η Οδηγία διευκρινίζει πως η παρακολούθηση των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων θα πρέπει να πραγματοποιείται στο κατάλληλο ταξινομικό επίπεδο, έτσι ώστε να μπορεί να επιτευχθεί υψηλός βαθμός πιστότητας και ακρίβειας στην εκτίμηση των ποιοτικών στοιχείων. Αυτό ισχύει και για τους τρεις τύπους παρακολούθησης συστημάτων επιφανειακών υδάτων.

Θα πρέπει, επίσης, να παρακολουθούνται όλοι οι ρύποι που περιλαμβάνονται στον κατάλογο ουσιών προτεραιότητας και απορρίπτονται στη λεκάνη ή στις υπο-λεκάνες απορροής ποταμού. Οι υπόλοιποι

ρύποι θα πρέπει να παρακολουθούνται μόνο εφόσον απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες στη λεκάνη ή στις υπο-λεκάνες απορροής ποταμού. Ο όρος «σημαντικές ποσότητες» δεν προσδιορίζεται με σαφήνεια. Ωστόσο, οι ποσότητες των ρύπων που μπορεί να θέσουν σε κίνδυνο την επίτευξη έστω και ενός από τους περιβαλλοντικούς στόχους της Οδηγίας μπορούν να θεωρηθούν σημαντικές. Έτσι, μία απόρριψη, η οποία, είτε είχε αρνητικές επιπτώσεις σε προστατευόμενη περιοχή, είτε προκάλεσε υπέρβαση των ορίων των εθνικών ποιοτικών περιβαλλοντικών προτύπων που θεσπίστηκαν σύμφωνα με το Παράρτημα V 1.2.6. της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, είτε είχε βιολογικές ή οικολογικές επιπτώσεις σε ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων, θα πρέπει να θεωρείται σημαντική.

Η επιλογή των χημικών ουσιών που θα περιλαμβάνονται στα προγράμματα εποπτικής παρακολούθησης, θα πρέπει να γίνεται με βάση τις υπάρχουσες πληροφορίες για την ποσότητα και το σημείο απόρριψης, τον τρόπο απόρριψης (σημειακή ή διάχυτη πηγή), καθώς και τις πιθανές επιπτώσεις. Στην επιλογή των χημικών στοιχείων θα πρέπει, επίσης, να λαμβάνονται υπόψη όλες οι πληροφορίες που αφορούν στην οικολογική κατάσταση των υδάτων, όταν υπάρχουν ενδείξεις για τοξικές επιδράσεις ή οικολογικές επιπτώσεις. Αυτό θα βοηθήσει στην εξιχνίαση περιπτώσεων όπου παρατηρείται είσοδος άγνωστων χημικών ουσιών στο περιβάλλον και, προφανώς, απαιτείται σχεδιασμός και εφαρμογή προγραμμάτων διερευνητικής παρακολούθησης.

Στην περίπτωση των διασυνοριακών λεκανών απορροής, η ρύπανση μπορεί να προέρχεται από πηγές που βρίσκονται εκτός των συνόρων της Ελλάδας, όπως, για παράδειγμα, από κάποιο κράτος που δεν ανήκει στην Ευρωπαϊκή Ένωση και δεν είναι, επομένως, αναγκασμένο να συμμορφωθεί με τις απαιτήσεις της Οδηγίας. Ένα κράτος μέλος μπορεί να αποφασίσει την παρακολούθηση παραμέτρων ενδεικτικών όλων των ουσιών προτεραιότητας και των άλλων σχετικών ρύπων σε τόπους ειδικά επιλεγμένους για τον εντοπισμό πιθανών προβλημάτων διασυνοριακής ρύπανσης. Στην περίπτωση, δηλαδή, διασυνοριακών συστημάτων επιφανειακών υδάτων ή ρύπων που εμφανίζουν μεγάλο εύρος κινητικότητας, τα κράτη μέλη μπορεί να εκπονήσουν προγράμματα παρακολούθησης για όλες τις ουσίες προτεραιότητας και άλλους σχετικούς ρύπους, κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους εποπτικής παρακολούθησης.

### 7.1.3. Συχνότητες παρακολούθησης

Στο Παράρτημα V της Οδηγίας παρατίθεται πίνακας με τις ελάχιστες συχνότητες δειγματοληψίας για όλα τα ποιοτικά στοιχεία. Οι προτεινόμενες ελάχιστες συχνότητες είναι χαμηλότερες από αυτές που εφαρμόζονται επί του παρόντος σε κάποιες χώρες. Για την επίτευξη αποδεκτών επιπέδων πιστότητας και ακρίβειας στη συμπλήρωση και επικύρωση της αξιολόγησης των επιπτώσεων του Παραρτήματος II, απαιτούνται υψηλότερες συχνότητες λήψης δειγμάτων, τουλάχιστον για κάποιες παραμέτρους, όπως είναι το φυτοπλαγκτό και οι θρεπτικές ουσίες σε λίμνες. Επιτρέπονται, ωστόσο, χαμηλότερες συχνότητες δειγματοληψίας για τα γενικά φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία, όταν αυτή η απόφαση τεκμηριώνεται. Επιπλέον, δεν είναι απαραίτητο όλα τα ποιοτικά στοιχεία να παρακολουθούνται κατά τη διάρκεια του ίδιου έτους. Υπάρχει η δυνατότητα σταδιακής παρακολούθησης από έτος σε έτος, εφόσον όλα τα στοιχεία παρακολουθούνται τουλάχιστον μία φορά κατά τη διάρκεια ενός σχεδίου διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού.

Υπάρχει μία επιπλέον διάταξη στο Παράρτημα V, η οποία επιτρέπει στα κράτη μέλη να διενεργούν προγράμματα εποπτικής παρακολούθησης μόνο μία φορά για κάθε τρία σχέδια διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού (δηλαδή μόνο μία φορά κάθε 18 έτη), εφόσον κατά την προηγούμενη περίοδο εποπτικής παρακολούθησης διαπιστώθηκε ότι το συγκεκριμένο υδατικό σύστημα έφθασε σε καλή κατάσταση και δεν υπάρχουν ενδείξεις –σύμφωνα με την αξιολόγηση των επιπτώσεων από τις ανθρώπινες δραστηριότητες, η οποία διενεργείται δυνάμει του Παραρτήματος II–, ότι η κατάσταση του συστήματος έχει μεταβληθεί.

Ένας από τους σκοπούς εκπόνησης προγραμμάτων εποπτικής παρακολούθησης είναι και η εκτίμηση των μακροπρόθεσμων μεταβολών των φυσικών συνθηκών, καθώς και αυτών που προκύπτουν από διαδεδομένες ανθρώπινες δραστηριότητες. Οι ελάχιστες συχνότητες που προβλέπονται από την Οδηγία

ίσως δεν επαρκούν για την επίτευξη αποδεκτών επιπέδων πιστότητας και ακρίβειας για την εκτίμηση αυτή. Στην περίπτωση αυτή είναι πιθανόν να απαιτούνται υψηλότερες συχνότητες, τουλάχιστον για κάποιες από τις παραμέτρους της εποπτικής παρακολούθησης, καθώς και κατάρτιση προγραμμάτων παρακολούθησης περισσότερες από μία φορές ανά 6 έτη, για εκείνους τους τύπους παρακολούθησης οι οποίοι επιλέχθηκαν για την ανίχνευση μακροπρόθεσμων μεταβολών.

## 7.2. Επιχειρησιακή παρακολούθηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων

Ο σκοπός κατάρτισης προγραμμάτων επιχειρησιακής παρακολούθησης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων είναι η συλλογή πληροφοριών σχετικά με:

- ▶ τον προσδιορισμό της κατάστασης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων που έχουν χαρακτηριστεί ότι κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους και
- ▶ την αξιολόγηση μεταβολών στην κατάσταση των συστημάτων αυτών, οι οποίες προκύπτουν από τα προγράμματα μέτρων.

Η επιχειρησιακή παρακολούθηση (και σε κάποιες περιπτώσεις η διερευνητική παρακολούθηση) εφαρμόζεται για την επαλήθευση ή επιβεβαίωση της κατάστασης των συστημάτων επιφανειακών υδάτων που θεωρείται ότι βρίσκονται σε κίνδυνο.

Για τα προγράμματα επιχειρησιακής παρακολούθησης, το αποδεκτό επίπεδο κινδύνου εσφαλμένης ταξινόμησης ενός συστήματος επιφανειακών υδάτων εξαρτάται από το κόστος των δράσεων που θα απαιτηθούν, σε περίπτωση που τα υδατικά συστήματα δεν καταφέρουν να επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους. Εάν τα μέτρα είναι δαπανηρά, τότε απαιτείται υψηλός βαθμός βεβαιότητας αποτυχίας επίτευξης των περιβαλλοντικών ποιοτικών στόχων. Τα αποτελέσματα των προγραμμάτων επιχειρησιακής παρακολούθησης θα πρέπει να χαρακτηρίζονται από μεγάλο βαθμό πιστότητας, διότι μία εσφαλμένη ταξινόμηση ενός υδατικού συστήματος μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις για τους χρήστες ύδατος της περιοχής.

Είναι πολύ σημαντικό να καθορισθεί με ασφάλεια το αν ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων πρόκειται να επιτύχει ή όχι τους περιβαλλοντικούς του στόχους. Ο απαιτούμενος βαθμός πιστότητας στην αξιολόγηση της κατάστασης ενός συστήματος επιφανειακών υδάτων θα πρέπει είναι υψηλότερος, όπου οι επιπτώσεις μιας εσφαλμένης ταξινόμησης κάτω από το επίπεδο της «καλής κατάστασης» πρόκειται να στοιχίσουν ακριβά στους χρήστες ύδατος. Αντίστροφα, θα πρέπει να διασφαλισθεί ότι συστήματα επιφανειακών υδάτων που βρίσκονται κάτω από το επίπεδο της «καλής κατάστασης» δεν θα ταξινομηθούν εσφαλμένα ως «καλής κατάστασης».

- ▶ Η Οδηγία απαιτεί την επίτευξη υψηλού βαθμού πιστότητας ιδιαίτερα όταν πρόκειται για τα όρια μεταξύ της καλής και μέτριας κατάστασης.

Όσο περισσότερα συστήματα επιφανειακών υδάτων προσδιορισθούν ως κινδυνεύοντα να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους, τόσο εκτενέστερο δίκτυο επιχειρησιακής παρακολούθησης θα πρέπει να σχεδιασθεί. Δηλαδή, όσο σημαντικότερες πιέσεις ασκούνται στο υδάτινο περιβάλλον, τόσο περισσότερη παρακολούθηση θα χρειαστεί για να προκύψουν τα απαραίτητα δεδομένα και πληροφορίες για τη διαχείριση και αντιμετώπιση των πιέσεων. Γενικά, είναι ευκολότερο να επιτευχθεί μεγαλύτερος βαθμός πιστότητας στην ταξινόμηση της κατάστασης, όπου οι πιέσεις είτε απουσιάζουν, είτε είναι μεγάλες και ο προσδιορισμός τους εύκολος, παρά σε περιοχές που βρίσκονται στο όριο μεταξύ καλής και μέτριας οικολογικής κατάστασης.

### 7.2.1. Επιλογή των τόπων παρακολούθησης

Επιχειρησιακή παρακολούθηση διενεργείται σε όλα τα υδατικά συστήματα, τα οποία, με βάση είτε την αξιολόγηση των επιπτώσεων που πραγματοποιείται σύμφωνα με το Παράρτημα II της Οδηγίας, είτε τα αποτελέσματα των προγραμμάτων εποπτικής παρακολούθησης, χαρακτηρίζονται ότι κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους, σύμφωνα με το Άρθρο 4, αλλά και σε όλα τα υδατικά συστήματα, στα οποία απορρίπτονται ουσίες του καταλόγου προτεραιότητας. Και στην περίπτωση αυτή, ωστόσο, στην πραγματικότητα δεν απαιτείται εφαρμογή προγραμμάτων παρακολούθησης σε όλα τα υδατικά συστήματα, καθώς η Οδηγία επιτρέπει την παρακολούθηση αντιπροσωπευτικών δειγμάτων και την ομαδοποίηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων που εμφανίζουν ομοιότητες όσον αφορά στους τύπους, στις πιέσεις που δέχονται και στην ευαισθησία τους σε αυτές.

Οι τόποι παρακολούθησης για τις ουσίες του καταλόγου προτεραιότητας, επιλέγονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της νομοθεσίας που θεσπίζει τα σχετικά ποιοτικά περιβαλλοντικά πρότυπα.

Η Οδηγία παρέχει, επιπλέον, καθοδήγηση για την επιλογή των τόπων παρακολούθησης και για όλες τις άλλες περιπτώσεις, συμπεριλαμβανομένων των ουσιών του καταλόγου προτεραιότητας για τις οποίες δεν παρέχονται ειδικές οδηγίες στην εν λόγω νομοθεσία. Γίνεται διάκριση μεταξύ των υδατικών συστημάτων που κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους, με βάση το αν οι πιέσεις που δέχονται προέρχονται από σημειακές ή διάχυτες πηγές, ή ανήκουν στην κατηγορία των υδρομορφολογικών πιέσεων. Ο αριθμός των επιλεγέντων τόπων παρακολούθησης θα πρέπει να είναι τουλάχιστον επαρκής για την αξιολόγηση του μεγέθους και των επιπτώσεων των τριών κυριότερων μορφών πιέσεων:

- ▶ Για συστήματα που κινδυνεύουν από σημαντικές πιέσεις σημειακής πηγής, απαιτούνται επαρκείς τόποι παρακολούθησης μέσα σε κάθε σύστημα, έτσι ώστε να εκτιμώνται το μέγεθος και οι επιπτώσεις των πιέσεων αυτών. Στις περιπτώσεις όπου ένα σύστημα υπόκειται σε πιέσεις περισσότερων σημειακών πηγών, οι τόποι παρακολούθησης μπορούν να επιλεγούν έτσι, ώστε να εκτιμάται το μέγεθος και οι επιπτώσεις των συγκεκριμένων πιέσεων στο σύνολό τους. Θεωρητικά, σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να μην απαιτείται κανένας τόπος παρακολούθησης σε ένα σύστημα, όταν, για παράδειγμα, οι πληροφορίες που προέρχονται από παρακείμενα όμοια συστήματα επαρκούν για την αξιολόγηση του μεγέθους και των επιπτώσεων της σημειακής πηγής. Τότε όμως, θα πρέπει να παρατίθεται η αιτιολογία στα σχέδια διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού.
- ▶ Για συστήματα που κινδυνεύουν από σημαντικές πιέσεις διάχυτης πηγής, απαιτούνται επαρκείς τόποι παρακολούθησης από μία επιλογή των συστημάτων αυτών, έτσι ώστε να εκτιμώνται το μέγεθος και οι επιπτώσεις των πιέσεων διάχυτης πηγής. Η επιλογή των συστημάτων γίνεται έτσι, ώστε αυτά να είναι αντιπροσωπευτικά των σχετικών κινδύνων από πιέσεις διάχυτης πηγής, καθώς και του κινδύνου μη επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων. Ωστόσο, κατά την επιλογή των αντιπροσωπευτικών συστημάτων για την επιχειρησιακή παρακολούθηση, θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι τα υδατικά συστήματα μπορούν να ομαδοποιηθούν μόνο σε περίπτωση που αυτά ομοιάζουν ως προς το μέγεθος και τη μορφή των πιέσεων ή σε σχέση με τις υδρομορφολογικές και βιολογικές τους συνθήκες, όπως είναι ο χρόνος παραμονής των υδάτων και η δομή του τροφικού πλέγματος. Σε κάθε περίπτωση, η ομαδοποίηση των υδατικών συστημάτων θα πρέπει να τεκμηριώνεται τεχνικά και επιστημονικά.
- ▶ Για συστήματα που κινδυνεύουν από σημαντική πίεση στα υδρομορφολογικά τους γνωρίσματα, απαιτούνται επαρκείς τόποι παρακολούθησης από μία επιλογή των συστημάτων αυτών, έτσι ώστε να εκτιμώνται το μέγεθος και οι επιπτώσεις των πιέσεων. Η επιλογή των συστημάτων θα είναι ενδεικτική των συνολικών πιέσεων στα υδρομορφολογικά γνωρίσματα στις οποίες υπόκεινται όλα τα συστήματα.

Για συστήματα που κινδυνεύουν και από σημαντικές πιέσεις διάχυτης πηγής και από σημαντικές υδρομορφολογικές πιέσεις, απαιτούνται τόποι παρακολούθησης, όχι σε ένα, αλλά σε περισσότερα κινδυνεύοντα συστήματα.

Σε περίπτωση που σε ένα υδατικό σύστημα υπάρχει μόνο μία πηγή ρύπανσης, η επιλογή του τόπου παρακολούθησης θα πρέπει να γίνει με βάση το πιο ευαίσθητο σημείο του συστήματος στην συγκεκριμένη μορφή πίεσης. Εάν υπάρχουν διαφορετικές πηγές ρύπανσης, ή άλλης μορφής πίεση,

είναι απαραίτητο (από διαχειριστικής άποψης) να είναι δυνατή η διάκριση των επιπτώσεων από τις διαφορετικές πιέσεις ή πηγές ρύπανσης. Αυτό θα μπορούσε, για παράδειγμα, να βοηθήσει στην ορθή επιλογή των μέτρων μείωση των επιπτώσεων από τις σχετικές πιέσεις. Έτσι, θα πρέπει να ορισθούν περισσότεροι του ενός τόποι παρακολούθησης και διαφορετικά ποιοτικά στοιχεία. Θα πρέπει, ωστόσο, να σημειωθεί ότι, καθώς, πολλές φορές, δεν είναι δυνατή η μέτρηση των επιπτώσεων κάθε πηγής πίεσης ξεχωριστά, θα πρέπει να συνυπολογισθούν οι επιπτώσεις όλων των πιέσεων.

### 7.2.2. Επιλογή των ποιοτικών στοιχείων

Στα προγράμματα επιχειρησιακής παρακολούθησης, τα κράτη μέλη θα πρέπει να παρακολουθούν εκείνα τα ποιοτικά στοιχεία, τα οποία είναι πιο ευαίσθητα στις πιέσεις που δέχεται το σύστημα ή τα συστήματα επιφανειακών υδάτων. Για παράδειγμα, εάν η ρύπανση από ανόργανες ουσίες αποτελεί σημαντική μορφή πίεσης σε έναν ποταμό, τότε τα βενθικά ασπόνδυλα θεωρούνται ο πιο κατάλληλος ενδείκτης.

Έτσι, εάν δεν υφίστανται άλλες πιέσεις, η υδατική χλωρίδα και η ιχθυοπανίδα δεν είναι απαραίτητο να παρακολουθούνται στο συγκεκριμένο υδατικό σύστημα. Το σύστημα παρακολούθησης και ταξινόμησης της κατάστασης θα πρέπει να εξακολουθήσει να βασίζεται στις γενικές αρχές της οικολογικής κατάστασης και όχι μόνο να περιγράφει βαθμίδες ρύπανσης χωρίς την απαραίτητη σύγκριση με τις αντίστοιχες συνθήκες αναφοράς. Διότι, αυτό που απαιτείται, τελικά, είναι ο καθορισμός της οικολογικής κατάστασης των υδατικών συστημάτων.

Όπως προαναφέρθηκε, η χρήση μη βιολογικών ποιοτικών στοιχείων για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης ενός υδατικού συστήματος, μπορεί να συμπληρώνει και να επικυρώνει τη χρήση βιολογικών ποιοτικών στοιχείων, αλλά δεν μπορεί σε καμία περίπτωση να την αντικαταστήσει. Αυτό δεν αποκλείει τη χρήση τους, όπου είναι επιχειρησιακά κατάλληλο, για παράδειγμα, όταν τα μέτρα για τη σταδιακή εξάλειψη των πιέσεων (π.χ. μονάδες επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων) σχετίζονται με συγκεκριμένες φυσικοχημικές παραμέτρους (π.χ. συνολικός οργανικός άνθρακας, BOD, ή θρεπτικές ουσίες). Σε αυτήν την περίπτωση, θα ήταν προτιμότερο να παρακολουθούνται τόσο μη βιολογικά, όσο και βιολογικά ποιοτικά στοιχεία (π.χ. βενθικά μακροασπόνδυλα) σε διαφορετικές συχνότητες το καθένα, με τα αποτελέσματα των φυσικοχημικών παραμέτρων να επικυρώνονται από τις μετρήσεις των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων.

Εάν έχει διαπιστωθεί ότι ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων δεν διατρέχει τον κίνδυνο να μην επιτύχει τους περιβαλλοντικούς στόχους, εξαιτίας ουσιών προτεραιότητας ή άλλων ρύπων, τότε δεν απαιτείται επιχειρησιακή παρακολούθηση για τις ουσίες αυτές.

Ως ρύπος ορίζεται «κάθε ουσία που εμπεριέχει τον κίνδυνο να προκαλέσει ρύπανση, ιδίως αυτές που απαριθμούνται στο Παράρτημα VIII».

Συνεπώς, οι θρεπτικές ουσίες και οι ουσίες που επιδρούν δυσμενώς στο ισοζύγιο του οξυγόνου, τα μέταλλα και οι οργανικοί μικρορύποι θα πρέπει να θεωρούνται ως ρύποι. Η επιχειρησιακή παρακολούθηση θα πρέπει να χρησιμοποιεί παραμέτρους ενδεικτικές των επιπτώσεων των πιέσεων που ασκούνται σε ένα υδατικό σύστημα, το οποίο βρίσκεται σε κίνδυνο.

### 7.2.3. Συχνότητες παρακολούθησης

Στην επιχειρησιακή παρακολούθηση, τα κράτη μέλη είναι αυτά που θα πρέπει να καθορίσουν τις συχνότητες παρακολούθησης, ώστε να διασφαλίζεται μια αξιόπιστη ταξινόμηση της κατάστασης των υδατικών συστημάτων. Όσον αφορά στις ελάχιστες συχνότητες παρακολούθησης, ισχύουν οι ίδιες οδηγίες που δίνονται για τα προγράμματα εποπτικής παρακολούθησης. Σε κάποιες περιπτώσεις, απαιτούνται, και εδώ, υψηλότερες ή χαμηλότερες συχνότητες, αρκεί η επιλογή των κρατών μελών να τεκμηριώνεται επιστημονικά και τεχνικά.

Η στατιστική επεξεργασία και ερμηνεία των αποτελεσμάτων της παρακολούθησης είναι απαραίτητη διαδικασία για τη διασφάλιση της ορθής ταξινόμησης της κατάστασης των υδατικών συστημάτων.

Τα κράτη μέλη έχουν επίσης τη δυνατότητα να τροποποιήσουν τα προγράμματα επιχειρησιακής παρακολούθησης (και ιδιαίτερα τις συχνότητες παρακολούθησης) κατά διάρκεια ενός σχεδίου διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού. Οι συχνότητες, για παράδειγμα, μπορούν να μειωθούν σε περιπτώσεις, όπου οι επιπτώσεις δεν εμφανίζονται πια σημαντικές, ή η σχετική πίεση έχει απομακρυνθεί και η οικολογική κατάσταση του υδατικού συστήματος δεν είναι πλέον κατώτερη της καλής.

### 7.3. Διερευνητική παρακολούθηση συστημάτων επιφανειακών υδάτων

Σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, μπορεί να απαιτείται ο σχεδιασμός προγραμμάτων διερευνητικής παρακολούθησης. Διερευνητική παρακολούθηση διενεργείται:

- › όταν είναι άγνωστη η αιτία των υπερβάσεων (των περιβαλλοντικών στόχων)
- › όταν η εποπτική παρακολούθηση δείχνει ότι είναι απίθανο να επιτευχθούν οι στόχοι που ορίζονται στο Άρθρο 4 για ένα υδατικό σύστημα και όταν δεν έχει εφαρμοσθεί ακόμη η επιχειρησιακή παρακολούθηση, ώστε να εξακριβωθούν οι αιτίες για τις οποίες ένα ή περισσότερα υδατικά συστήματα δεν μπορούν να επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους και
- › προκειμένου να εξακριβωθεί το μέγεθος και οι επιπτώσεις ρύπανσης οφειλόμενης σε ατύχημα.

Τα αποτελέσματα της παρακολούθησης χρησιμοποιούνται για τη θέσπιση προγραμμάτων μέτρων για την επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων, καθώς και άλλων ειδικότερων μέτρων που απαιτούνται για την καταπολέμηση των επιπτώσεων από ρύπανση που οφείλεται σε ατύχημα.

Συνεπώς, τα προγράμματα διερευνητικής παρακολούθησης σχεδιάζονται κατά περίπτωση για κάποιο συγκεκριμένο πρόβλημα. Τα προγράμματα αυτά είναι συχνά εντατικά ως προς τις συχνότητες παρακολούθησης και μπορεί να εστιάζονται μόνο σε συγκεκριμένα υδατικά συστήματα ή ακόμη και σε τμήματα συστημάτων και να περιλαμβάνουν μόνο τα σχετικά ποιοτικά στοιχεία. Σε κάποιες περιπτώσεις, θεωρείται ότι τα προγράμματα διερευνητικής παρακολούθησης θα πρέπει να περιλαμβάνουν οικοτοξικολογική παρακολούθηση, καθώς και τις σχετικές μεθόδους ταξινόμησης.

Ακόμη και στο πλαίσιο της διερευνητικής παρακολούθησης, είναι δυνατόν να περιλαμβάνονται πρόσθετα προγράμματα έγκαιρης προειδοποίησης ή ελέγχου, όπως για παράδειγμα τα προγράμματα προστασίας των αποθεμάτων πόσιμου ύδατος από ρύπανση που οφείλεται σε ατύχημα. Αυτός ο τύπος παρακολούθησης μπορεί να θεωρηθεί ως τμήμα των προγραμμάτων μέτρων που αναφέρονται στο Άρθρο 11.3.α. και μπορεί να βασίζεται σε επαναλαμβανόμενες ή σποραδικές μετρήσεις ορισμένων χημικών (π.χ. διαλυμένο οξυγόνο) ή και βιολογικών (π.χ. ιχθυοπανίδα) καθοριστικών παραγόντων. Τέτοιου είδους προγράμματα εφαρμόζονται, για παράδειγμα, στον ποταμό Ρήνο της Γερμανίας.

## 8. Άλλες περιπτώσεις παρακολούθησης

### 8.1. Ιδιαίτεως τροποποιημένα και τεχνητά υδατικά συστήματα

Για όλα τα συστήματα επιφανειακών υδάτων, ο γενικός αντικειμενικός σκοπός της Οδηγίας Πλαίσιο είναι η εφαρμογή από τα κράτη μέλη μέτρων για την επίτευξη τουλάχιστον καλής οικολογικής και χημικής κατάστασης, το αργότερο έως το 2015. Ωστόσο, κάποια υδατικά συστήματα μπορεί να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους. Υπό ορισμένες προϋποθέσεις, η Οδηγία επιτρέπει στα κράτη μέλη τον καθορισμό ιδιαίτεως τροποποιημένων και τεχνητών υδατικών συστημάτων, σύμφωνα με το Άρθρο 4.3. Επίσης, όπου το απαιτούν οι περιστάσεις, είναι δυνατή η διατύπωση λιγότερο αυστηρών περιβαλλοντικών στόχων, καθώς και η παράταση των προθεσμιών για την επίτευξη των στόχων. Πρόκειται για παραχωρήσεις που προβλέπονται από το Άρθρο 4, παρ. 4 και 5.

- › Ιδιαίτεως τροποποιημένα υδατικά συστήματα είναι τα συστήματα επιφανειακών υδάτων, ο χαρακτήρας των οποίων έχει μεταβληθεί ουσιαστικά, λόγω φυσικών αλλοιώσεων από τις δραστηριότητες του ανθρώπου. Τα συστήματα αυτά ορίζονται από τα κράτη μέλη, σύμφωνα με τις διατάξεις του Παραρτήματος II.
  1. Φυσικές αλλοιώσεις είναι οι μεταβολές των υδρομορφολογικών γνωρισμάτων ενός υδατικού συστήματος.
  2. Ένα υδατικό σύστημα, του οποίου ο χαρακτήρας έχει μεταβληθεί, έχει προφανώς υποστεί διαδεδομένες μακροπρόθεσμες μεταβολές στην υδρομορφολογία του, ως συνέπεια της διατήρησης των συγκεκριμένων δραστηριοτήτων που παραθέτονται στο Άρθρο 4 παρ. 3. Γενικά, αυτές οι υδρομορφολογικές μεταβολές προκαλούν αλλοιώσεις, τόσο σε μορφολογικά, όσο και σε υδρολογικά γνωρίσματα του υδατικού συστήματος.
- › Τεχνητά υδατικά συστήματα είναι τα συστήματα επιφανειακών υδάτων που δεν δημιουργούνται λόγω άμεσων φυσικών αλλοιώσεων, μετακινήσεων ή τροποποιήσεων υπαρχόντων υδάτων, αλλά με δραστηριότητα του ανθρώπου και σε τοποθεσία όπου δεν υπήρχε πριν υδατικό σύστημα.

Ο καθορισμός των ιδιαίτερα τροποποιημένων ή τεχνητών υδατικών συστημάτων είναι προαιρετικός. Τα κράτη μέλη μπορούν να καθορίσουν ένα σύστημα επιφανειακών υδάτων ως τεχνητό ή ιδιαίτεως τροποποιημένο όταν:

- α) Οι αλλαγές στα υδρομορφολογικά γνωρίσματα του συστήματος αυτού που είναι αναγκαίες για την επίτευξη καλής οικολογικής κατάστασης, θα προκαλούσαν σημαντικές αρνητικές επιπτώσεις:
  - › στο ευρύτερο περιβάλλον,
  - › στη ναυσιπλοΐα, περιλαμβανομένων των λιμενικών εγκαταστάσεων, ή στην αναψυχή,
  - › σε δραστηριότητες για τους σκοπούς των οποίων αποθηκεύεται ύδωρ, όπως η υδροδότηση, η παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας, ή η άρδευση,
  - › στη ρύθμιση του ύδατος, στην προστασία από πλημμύρες, στην αποξήρανση εδαφών, ή
  - › σε άλλες, εξίσου σημαντικές, ανθρώπινες δραστηριότητες για τη βιώσιμη ανάπτυξη.
- β) Οι χρήσιμοι στόχοι που εξυπηρετούνται από τα τεχνητά ή τροποποιημένα γνωρίσματα του υδατικού συστήματος δεν μπορούν, λόγω τεχνικής αδυναμίας ή δυσανάλογου κόστους, να επιτευχθούν λογικά με άλλα μέσα τα οποία αποτελούν καταλληλότερη περιβαλλοντική επιλογή.



### 8.1.1. Οικολογικό δυναμικό

Για τα ιδιαίτεως τροποποιημένα ή τεχνητά υδατικά συστήματα, ο περιβαλλοντικός στόχος, ο οποίος θα πρέπει, επίσης, να επιτευχθεί έως το έτος 2015, είναι το καλό οικολογικό δυναμικό και όχι η καλή οικολογική κατάσταση.

Ως καλό οικολογικό δυναμικό χαρακτηρίζεται η κατάσταση όπου παρατηρούνται ελαφρές αλλαγές των σχετικών βιολογικών ποιοτικών στοιχείων, σε σχέση με τις τιμές που απαντούν στο μέγιστο οικολογικό δυναμικό (Παράρτημα V, παρ. 1.2.5.).

Γενικά, οι περιβαλλοντικοί στόχοι για τα φυσικά, τεχνητά και ιδιαίτεως τροποποιημένα υδατικά συστήματα καθορίζονται σε σχέση με τις συνθήκες αναφοράς. Ειδικότερα, για τα τεχνητά και ιδιαίτεως τροποποιημένα υδατικά συστήματα, οι συνθήκες αναφοράς είναι το μέγιστο οικολογικό δυναμικό.

Το μέγιστο οικολογικό δυναμικό είναι η κατάσταση όπου οι τιμές των σχετικών βιολογικών ποιοτικών στοιχείων αντικατοπτρίζουν, στο μέτρο του δυνατού, τις τιμές που χαρακτηρίζουν τον πλέον συγκρίσιμο τύπο συστήματος επιφανειακών υδάτων, λαμβανομένων υπόψη των φυσικών συνθηκών που απορρέουν από τα τεχνητά ή ιδιαίτεως τροποποιημένα γνωρίσματα του υδατικού συστήματος (Παράρτημα V, παρ. 1.2.5.).

Οι μέθοδοι που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον καθορισμό του μέγιστου οικολογικού δυναμικού είναι περίπου οι ίδιες που ισχύουν και για τον καθορισμό της υψηλής οικολογικής κατάστασης των φυσικών συστημάτων επιφανειακών υδάτων και είναι οι ακόλουθες:

- › χωρικά δίκτυα που περιλαμβάνουν τόπους που εκπληρώνουν τα κριτήρια και τις απαιτήσεις του μέγιστου οικολογικού δυναμικού,
- › προσέγγιση των συνθηκών αναφοράς με τη χρήση ομοιωμάτων,
- › συνδυασμός των δύο παραπάνω μεθόδων, και τέλος,
- › κρίση εμπειρογνομόνων (όπου δεν είναι δυνατή η χρήση των παραπάνω μεθόδων).

Ο χαρακτηρισμός υδατικών συστημάτων ως ιδιαίτεως τροποποιημένων ή τεχνητών δεν αποτελεί ευκαιρία αποφυγής της επίτευξης των απαιτητικών περιβαλλοντικών στόχων, αφού και το οικολογικό δυναμικό θεωρείται περιβαλλοντικός στόχος και, πολλές φορές, η επίτευξή του μπορεί να αποτελεί πρόκληση για τα κράτη μέλη. Ο καθορισμός τέτοιων υδατικών συστημάτων μπορεί, σε κάποιες περιπτώσεις, να βοηθήσει στην προστασία ευρύτερων περιβαλλοντικών και κοινωνικών συμφερόντων, όπως, για παράδειγμα, όπου η απομάκρυνση μιας τροποποίησης είναι πιθανό να οδηγήσει στον αφανισμό πολύτιμων περιβαλλοντικών στοιχείων. Μία τέτοια περίπτωση είναι η απομάκρυνση ενός φράγματος, η οποία μπορεί να επιδράσει αρνητικά σε σημαντικά οικολογικά (π.χ. βιοποικιλότητα) ή ιστορικά (π.χ. ένας μύλος) γνωρίσματα. Χαρακτηρίζοντας, όμως, το υδατικό σύστημα ως ιδιαίτεως τροποποιημένο, το φράγμα ή ο μύλος δεν θα πρέπει πια να απομακρυνθούν.

### 8.1.2. Ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης

Σύμφωνα με την παράγραφο 1.1.5. του Παραρτήματος V της Οδηγίας, «τα ποιοτικά στοιχεία που εφαρμόζονται στα τεχνητά και ιδιαιτέρως τροποποιημένα συστήματα επιφανειακών υδάτων είναι εκείνα που ισχύουν για οποιαδήποτε από τις τέσσερις κατηγορίες φυσικών επιφανειακών υδάτων, η οποία ομοιάζει περισσότερο με το συγκεκριμένο ιδιαιτέρως τροποποιημένο ή τεχνητό υδατικό σύστημα». Για παράδειγμα, εάν τμήμα ενός ποταμού έχει τροποποιηθεί ώστε να ομοιάζει με λίμνη, τότε όλα τα σχετικά βιολογικά, υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά στοιχεία θα είναι αυτά που η Οδηγία 2000/60/ΕΚ έχει καθορίσει για την κατηγορία των λιμνών και όχι των ποταμών. Εξάλλου, οι βιολογικές συνθήκες που αντιστοιχούν στην κατάσταση του μέγιστου οικολογικού δυναμικού, θα πρέπει να προσεγγίζουν, κατά το δυνατόν, τις βιολογικές συνθήκες των εγγύτερων συγκρίσιμων τύπων φυσικών υδατικών συστημάτων στις συνθήκες αναφοράς (ECOSTAT 2003). Παρά τα αυστηρά χρονοδιαγράμματα εφαρμογής της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, οι μελέτες που αφορούν στον καθορισμό των συνθηκών αναφοράς στους ταμιευτήρες<sup>1</sup> είναι πολύ λίγες μέχρι σήμερα, καθώς το ενδιαφέρον των ερευνητών έχει επικεντρωθεί σε φυσικά υδατικά συστήματα που αποτελούν αντικείμενο προσπαθειών διατήρησης. Ωστόσο, και οι ταμιευτήρες αποτελούν σημαντικά περιβαλλοντικά συστήματα, ιδιαίτερα στη νότια Ευρώπη (στη Γαλλία, για παράδειγμα, το 90% των λιμνών με έκταση πάνω από 50 εκτάρια, είναι τεχνητές) και δεν θα πρέπει να παραμελούνται ή να εξαιρούνται, εάν πρόκειται να εφαρμοστούν ολοκληρωμένα διαχειριστικά σχέδια σε επίπεδο λεκάνης απορροής (Irz κ.ά. 2006).

Σύμφωνα πάντα με τις διατάξεις της Οδηγίας, η οικολογική κατάσταση των συστημάτων επιφανειακών υδάτων προσδιορίζεται με τη βοήθεια παραμέτρων των διαφόρων βιολογικών ποιοτικών στοιχείων, όπως είναι το φυτοπλαγκτό, η υδατική χλωρίδα, τα μακροασπόνδυλα και η ιχθυοπανίδα. Η προκαταρκτική ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης (οικολογικού δυναμικού) θα πρέπει να βασίζεται στα πιο ευαίσθητα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία σε σχέση με τις μεταβολές των υδρομορφολογικών συνθηκών που αφορούν συγκεκριμένα στα ιδιαιτέρως τροποποιημένα και τεχνητά υδατικά συστήματα. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από άλλες μορφές επιπτώσεων (π.χ. τοξικές επιπτώσεις στα μακροασπόνδυλα, ευτροφισμός στα μακρόφυτα, κ.ά.), οι οποίες είναι χαρακτηριστικές των φυσικών υδατικών συστημάτων, θα πρέπει να εξαιρούνται. Κάποιες προτάσεις για την καταλληλότητα των βιολογικών στοιχείων ως ενδεικτών των φυσικών μεταβολών των ιδιαιτέρως τροποποιημένων και τεχνητών υδατικών συστημάτων είναι οι εξής:

- ▶ Τα βενθικά ασπόνδυλα και η ιχθυοπανίδα θεωρούνται οι καταλληλότερες ομάδες για την εκτίμηση των επιπτώσεων από την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας.
- ▶ Τα μεταναστευτικά είδη της ιχθυοπανίδας μπορούν να χρησιμεύσουν ως κριτήριο για την αξιολόγηση της διακοπής της συνέχειας του ποταμού.
- ▶ Τα μακρόφυτα αποτελούν κατάλληλους ενδείκτες των μεταβολών της ροής σε ταμιευτήρες, διότι εμφανίζουν μεγάλη ευαισθησία στις διακυμάνσεις της στάθμης των υδάτων.
- ▶ Για μεταβολές, όπως τα αντιπλημμυρικά έργα, η βενθική πανίδα ασπονδύλων, τα μακρόφυτα και το φυτοβένθος θεωρούνται τα καταλληλότερα ποιοτικά στοιχεία.
- ▶ Το φυτοπλαγκτό μπορεί να αποτελέσει κατάλληλο βιολογικό στοιχείο σε ταμιευτήρες με απότομη μεταβολή στάθμης (απομάκρυνση μεγάλου όγκου νερού σε σύντομα χρονικά διαστήματα). Και αυτό διότι η επίδραση αυτή υπό μορφή διαταραχής θα οδηγήσει σε αλλαγές στην κυριαρχία των οικολογικών ομάδων φυτοπλαγκτού και στα επίπεδα βιομάζας φυτοπλαγκτού. Ως εκ τούτου, θα εκτιμηθεί η μεταβολή της οικολογικής κατάστασης και το δυνατό εύρος μεταβολών. Η εκτίμηση αυτή μπορεί να αποτελέσει χρήσιμο εργαλείο για την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων για την επίτευξη καλής οικολογικής κατάστασης, όπου απαιτείται. Ακόμη, το φυτοπλαγκτό αποτελεί κατάλληλο βιολογικό στοιχείο για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης, σε οριζόντιο επίπεδο και σε σχέση με την απόσταση από τη θέση του φράγματος.

<sup>1</sup> Οι ταμιευτήρες είναι εγκλείσεις υδάτων που δημιουργούνται κυρίως από τον άνθρωπο με απόφραξη ποτάμιων κοιλάδων. Εξαιτίας των υψηλών ρυθμών εναπόθεσης ιζημάτων, οι ταμιευτήρες, οι μικρότερες λίμνες κατάκλυσης και οι αγροτικές δεξαμενές είναι εξόχως βραχύβιες (Wetzel 2001).

Ένας μεγάλος αριθμός λιμνολόγων θεωρεί ότι οι ταμειυτήρες αποτελούν ενδιάμεσα συστήματα μεταξύ των λιμνών και των ποταμών, τόσο μορφολογικά, όσο και υδρολογικά, και, επίσης, εμφανίζουν ενδιάμεση κατάσταση σε σχέση με την παροχή θρεπτικών ουσιών και οργανικής ύλης (Gelwick & Matthews 1990, Kimmel κ.ά. 1990, από Irz κ.ά. 2006). Άλλοι ερευνητές πιστεύουν πως οι ταμειυτήρες, ως τεχνητές λίμνες, ομοιάζουν περισσότερο με τις φυσικές λίμνες και όχι με τα ποτάμια συστήματα (Politou κ.ά. 1993, από Irz κ.ά. 2006). Εξάλλου, οι περισσότερες από τις κύριες διεργασίες, όπως η εσωτερική ανάμειξη, η πρόσληψη θρεπτικών ουσιών, η πρωτογενής παραγωγή, ή οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών τροφικών επιπέδων, λαμβάνουν χώρα, τόσο σε φυσικές λίμνες, όσο και σε τεχνητές (Kimmel κ.ά. 1990, από Irz κ.ά. 2006). Στη βιβλιογραφία, δεν υπάρχουν συχνά μελέτες που να εστιάζουν στον βαθμό ομοιότητας που εμφανίζουν οι ποταμοί και οι ταμειυτήρες, ενδεχομένως επειδή προκύπτουν θέματα συμβατότητας των δειγματοληπτικών μεθόδων. Σε έρευνα που πραγματοποιήθηκε σε 21 φυσικές λίμνες, 50 ταμειυτήρες και 459 σταθμούς, σε ποτάμια συστήματα στη Γαλλία, βρέθηκε ότι ο κατάλογος των ειδών της ιχθυοπανίδας που απαντούν σε λίμνες και ταμειυτήρες είναι παρόμοιος και φαίνεται να αποτελεί μία υποομάδα των ειδών που απαντούν σε ποταμούς. Αντίθετα, η σύγκριση της δομής των ιχθυοκοινοτήτων ενισχύει την υπόθεση μιας ενδιάμεσης κατάστασης των ταμειυτήρων σε σχέση με τις λίμνες και τους ποταμούς (Irz κ.ά. 2006).

## 8.2. Προστατευόμενες περιοχές

Για την παρακολούθηση στις προστατευόμενες περιοχές, υπάρχουν πρόσθετες απαιτήσεις (Παράρτημα V.1.3.5.). Οι προστατευόμενες περιοχές περιλαμβάνουν υδατικά συστήματα, επιφανειακά ή υπόγεια, τα οποία αποτελούν: **α)** τόπους υδροληψίας πόσιμου ύδατος, σύμφωνα με την Οδηγία για το Πόσιμο Νερό (80/778/ΕΟΚ, όπως τροποποιήθηκε από την Οδηγία 98/83/ΕΚ) και **β)** τόπους προστασίας οικοτόπων και ειδών, σύμφωνα με την Οδηγία για τα Πτηνά (79/409/ΕΟΚ) και την Οδηγία για τους Οικοτόπους (92/43/ΕΟΚ). Για τις παραπάνω περιοχές θα πρέπει να ορισθούν τόποι παρακολούθησης σε συστήματα επιφανειακών υδάτων, τα οποία παρέχουν, ημερησίως, άνω των 100 m<sup>3</sup> κατά μέσο όρο. Για τα υπόγεια ύδατα, δεν υπάρχουν πρόσθετες απαιτήσεις παρακολούθησης.

Όπως προαναφέρθηκε, πρόσθετη παρακολούθηση απαιτείται μόνο για τους τόπους υδροληψίας πόσιμου ύδατος και τις περιοχές προστασίας οικοτόπων και ειδών. Ωστόσο, το μητρώο ή τα μητρώα των προστατευόμενων περιοχών, που τα κράτη μέλη υποχρεούνται να καταρτίσουν με βάση τις απαιτήσεις του Άρθρου 6 της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, μπορεί να περιλαμβάνουν και τόπους ορισμένους ως ύδατα κολύμβησης υπό την Οδηγία 76/160/ΕΟΚ, ως ευάλωτες ζώνες υπό την Οδηγία για την προστασία από νιτρορρύπανση (91/676/ΕΟΚ) και ως ευαίσθητες περιοχές υπό την Οδηγία για την επεξεργασία αστικών λυμάτων (91/271/ΕΟΚ). Αυτές οι Οδηγίες περιλαμβάνουν, επίσης, κανόνες και προϋποθέσεις παρακολούθησης και αναφοράς. Η ομάδα εργασίας για την παρακολούθηση προσπαθεί να απλοποιήσει, να οργανώσει και να ενοποιήσει τους κανόνες αυτούς, ώστε να μην υπάρξει πρόβλημα συμβατότητας μεταξύ των παραπάνω Οδηγιών και της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα, σχετικά με τις υποχρεώσεις παρακολούθησης και αναφοράς των κρατών μελών για τις προστατευόμενες περιοχές.

### 8.2.1. Τόποι υδροληψίας πόσιμου ύδατος

Στις προστατευόμενες περιοχές που αποτελούν τόπους υδροληψίας πόσιμου ύδατος, θα πρέπει να παρακολουθούνται όλες οι ουσίες του καταλόγου προτεραιότητας και άλλες ουσίες που διοχετεύονται μέσα στο υδατικό σύστημα σε σημαντικές ποσότητες, ώστε να είναι δυνατόν να επηρεάσουν την κατάσταση του συστήματος και οι οποίες εμπεριέχονται στις απαιτήσεις της Οδηγίας για το Πόσιμο Νερό.

Με άλλα λόγια, οι απαιτήσεις παρακολούθησης είναι οι ίδιες που ισχύουν και για τα υπόλοιπα υδατικά συστήματα που κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους. Η διαφορά είναι πως, στην περίπτωση αυτή, δεν επιτρέπεται η ομαδοποίηση και αντιπροσωπευτική παρακολούθηση των υδατικών συστημάτων, εκτός και αν η παροχή τους δεν ξεπερνά τα 100 m<sup>3</sup> ημερησίως. Ένας από τους αντικειμενικούς σκοπούς των προστατευόμενων περιοχών πόσιμου ύδατος είναι η πρόληψη της

υποβάθμισης της ποιότητας, ώστε να μειωθεί και το επίπεδο των διεργασιών καθαρισμού που απαιτείται (Άρθρο 7). Ο παραπάνω σκοπός (αναφορικά με τις προστατευόμενες περιοχές) προστέθηκε στην Οδηγία έπειτα από την ολοκλήρωση του Παραρτήματος V. Αυτό σημαίνει πως δεν υπάρχουν επεξηγηματικές προϋποθέσεις παρακολούθησης σχετικά με την αποτίμηση και διασφάλιση της επίτευξης του σκοπού για τις προστατευόμενες περιοχές. Οι διατάξεις που παρατίθενται παραπάνω δεν επαρκούν, διότι εστιάζουν στον κίνδυνο αναφορικά με την κατάσταση του συστήματος και όχι βάσει σχετικών ποιοτικών παραμέτρων.

Ενδεικτικά, κάποιες συχνότητες παρακολούθησης δίνονται στο Παράρτημα V.1.3.5. και αφορούν συγκεκριμένες κατηγορίες προστατευόμενων περιοχών πόσιμου ύδατος, ανάλογα με το μέγεθος του πληθυσμού. Όσο μεγαλύτερος είναι ο πληθυσμός που κατοικεί στην εν λόγω περιοχή, τόσο συχνότερα θα πρέπει να πραγματοποιείται και η παρακολούθηση.

Για τη διασφάλιση του στόχου περιορισμού της επεξεργασίας του νερού που προορίζεται για πόσιμο, είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι η υπέρμετρη αύξηση φυτοπλαγκτού σε ένα ταμειυτήρα πόσιμου νερού μπορεί να οδηγήσει το κόστος απομάκρυνσής του κατά την επεξεργασία στα ύψη. Επιπλέον, προκύπτουν προβλήματα στη γεύση και στην οσμή του πόσιμου νερού, ακόμη κι όταν τα είδη του φυτοπλαγκτού που έχουν υπερανάπτυχθει στον ταμειυτήρα δεν ενοχοποιούνται για παραγωγή τοξινών. Ωστόσο, συχνά, οι ανθίσεις φυτοπλαγκτού δημιουργούνται από τα κυανοβακτήρια. Είναι γνωστό ότι πολλά είδη κυανοβακτηρίων παράγουν επικίνδυνες για τη δημόσια υγεία κυανοτοξίνες. Ως εκ τούτου, το πρόβλημα του φυτοπλαγκτού στους ταμειυτήρες πόσιμου νερού είναι κρίσιμης κοινωνικο-οικονομικής σημασίας. Η παρακολούθηση τέτοιων συστημάτων θα πρέπει να είναι διαρκής και σε καθημερινή βάση, να περιλαμβάνει παρακολούθηση επιπέδων κυανοτοξινών, αλλά και να υπάρχει πρόγραμμα εκτίμησης του κινδύνου και εφαρμογής κατάλληλων διαχειριστικών μέτρων. Θα πρέπει να υιοθετηθεί μία προσέγγιση παρακολούθησης του νερού στην πηγή του (ταμειυτήρας) και όχι στο «τέλος του σωλήνα», δηλαδή στο διυλιστήριο νερού.

### **8.2.2. Τόποι προστασίας οικοτόπων και ειδών**

Στις περιοχές προστασίας οικοτόπων και ειδών, τα υδατικά συστήματα που αποτελούν τις περιοχές αυτές θα πρέπει να περιλαμβάνονται στο πρόγραμμα επιχειρησιακής παρακολούθησης που αναφέρεται παραπάνω, εφόσον, με βάση την εκτίμηση των επιπτώσεων ή και την εποπτική παρακολούθηση, εντοπίζεται ότι αυτά κινδυνεύουν να μην επιτύχουν τους περιβαλλοντικούς τους στόχους (Άρθρο 4). Η παρακολούθηση διενεργείται προκειμένου να εκτιμηθεί το μέγεθος και οι επιπτώσεις όλων των σχετικών σημαντικών πιέσεων στα συστήματα αυτά και, όπου αυτό χρειάζεται, προκειμένου να αξιολογηθούν οι μεταβολές στην κατάστασή τους, οι οποίες οφείλονται στα προγράμματα μέτρων. Η παρακολούθηση συνεχίζεται μέχρις ότου οι περιοχές καλύψουν τις σχετικές με τα ύδατα απαιτήσεις της νομοθεσίας, βάσει της οποίας έχουν οριστεί και πετύχουν τους στόχους τους βάσει του Άρθρου 4.

Ιδιαίτερη προσοχή στην παρακολούθηση των προστατευόμενων περιοχών θα πρέπει να δοθεί στο βιολογικό στοιχείο φυτοπλαγκτό. Τα είδη του φυτοπλαγκτού αναπτύσσονται ταχύτατα και παράγουν υψηλά επίπεδα βιομάζας, καθώς η κυριαρχία τους μπορεί να εναλλάσσεται σε διάρκεια ενός δεκαήμερου. Με την παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας και τις κλιματικές μεταβολές ευνοείται περαιτέρω η αύξηση των κυανοβακτηρίων στα μεσογειακά συστήματα. Όπως προαναφέρθηκε, πολλά είδη κυανοβακτηρίων ενοχοποιούνται για την παραγωγή τοξινών επικίνδυνων για τους υδρόβιους οργανισμούς και τον άνθρωπο. Είναι απαραίτητο να λειτουργεί ένα σύστημα παρακολούθησης του φυτοπλαγκτού και εκτίμησης του κινδύνου για τους υδρόβιους οργανισμούς.

## 8.3. Υγρότοποι

Οι υγρότοποι ορίζονται από τη Σύμβαση Ραμσάρ ως εξής:

### Άρθρο 1.1

*«Υγρότοποι είναι φυσικές ή τεχνητές περιοχές αποτελούμενες από έλη γενικώς, από μη αποκλειστικώς ομβροδίαιτα έλη με τυρφώδες υπόστρωμα, από τυρφώδεις γαίες ή από νερό. Οι περιοχές αυτές είναι μονίμως ή προσωρινώς κατακλυζόμενες με νερό, το οποίο είναι στάσιμο ή ρέον, γλυκό, υφάλμυρο ή αλμυρό. Οι περιοχές αυτές, επίσης, περιλαμβάνουν και εκείνες που καλύπτονται με θαλασσινό νερό, το βάθος του οποίου κατά τη ρηχία δεν υπερβαίνει τα έξι μέτρα».*

### Άρθρο 2.1

Στους υγροτόπους μπορεί να περιλαμβάνονται και «οι παρόχθιες ή παράκτιες ζώνες που συνορεύουν με υγροτόπους ή με νησιά ή με θαλάσσιες υδατοσυλλογές και που είναι βαθύτερες μεν από έξι μέτρα κατά τη ρηχία, αλλά βρίσκονται μέσα στα όρια του υγροτόπου, όπως αυτός καθορίζεται παραπάνω».

Τα υγροτοπικά συστήματα αποτελούν σημαντικά στοιχεία του υδάτινου περιβάλλοντος και αναμένεται να διαδραματίσουν σπουδαίο ρόλο στην επίτευξη της αειφορικής διαχείρισης των λεκανών απορροής ποταμού. Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα δεν έχει θεσπίσει περιβαλλοντικούς στόχους για τους υγροτόπους. Ωστόσο, υγρότοποι που εξαρτώνται από συστήματα υπογείων υδάτων, αποτελούν τμήμα συστήματος επιφανειακών υδάτων, ή έχουν χαρακτηριστεί ως προστατευόμενες περιοχές, θα επωφεληθούν από τις υποχρεώσεις που απορρέουν από την Οδηγία για προστασία και αναβάθμιση της κατάστασης των υδάτων.

Οι πιέσεις που ασκούνται στους υγροτόπους (π.χ. αλλαγές των υδρομορφολογικών συνθηκών ή ρύπανση) μπορεί να επιφέρουν διάφορες επιπτώσεις στην οικολογική κατάστασή τους. Κατάλληλα μέτρα για τον χειρισμό τέτοιων πιέσεων θα πρέπει να εμπεριέχονται στα σχέδια διαχείρισης λεκάνης απορροής ποταμού, όπου η επίτευξη των περιβαλλοντικών στόχων της Οδηγίας κρίνεται απαραίτητη.

Η δημιουργία και υποστήριξη των υγροτόπων είναι δυνατόν, κάτω από ορισμένες συνθήκες, να προσφέρει αειφορικούς, οικονομικά αποδοτικούς και κοινωνικά αποδεκτούς μηχανισμούς για την επίτευξη των στόχων της Οδηγίας. Πιο συγκεκριμένα, οι υγρότοποι μπορεί να συνεισφέρουν στον μετριασμό των επιπτώσεων της ρύπανσης, των πλημμύρων και των περιόδων ξηρασίας, στην επίτευξη αειφορικής διαχείρισης των παράκτιων υδάτων και στην επαναφόρτιση των υπογείων υδάτων.

Οι υγρότοποι δεν προσδιορίζονται ως ξεχωριστή κατηγορία ή τύπος υδατικού συστήματος στο κείμενο της Οδηγίας, υπάρχουν, ωστόσο, επεξηγηματικές αναφορές (π.χ. Άρθρο 1.α).

Οι υγρότοποι, σύμφωνα με τις διατάξεις της Οδηγίας, μπορούν να θεωρηθούν ως:

- ▶ Τμήμα της δομής και λειτουργίας των παρόχθιων ζωνών των ποτάμιων συστημάτων, των παράλιων ζωνών των λιμνών και των υπερπαράλιων ζωνών των μεταβατικών και παράκτιων υδάτων. Η δομή και λειτουργία των ζωνών αυτών αποτελεί ένα από τα υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία που αναφέρονται στο Παράρτημα V.1.1. – 1.2.
- ▶ Αμέσως εξαρτώμενα χερσαία οικοσυστήματα από την καλή ποσοτική και χημική κατάσταση των υπογείων υδάτων (Παράρτημα V.2.1.2. και 2.3.2.).
- ▶ Τμήμα των συμπληρωματικών μέτρων, τη θέσπιση των οποίων τα κράτη μέλη μπορούν να επιλέξουν για την επίτευξη των στόχων της Οδηγίας.

Η προσμέτρηση των υγροτόπων στα προγράμματα παρακολούθησης, που σχεδιάζονται και εφαρμόζονται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας, αποτελεί θέμα συζήτησης μεταξύ των κρατών μελών, μη κρατικών οργανώσεων και άλλων εμπλεκόμενων στην παρακολούθηση.

## 9. Εκθέσεις των προγραμμάτων παρακολούθησης

Τα κράτη μέλη θα πρέπει να παρέχουν στην Επιτροπή πληροφορίες και δεδομένα όσον αφορά στον σχεδιασμό των προγραμμάτων παρακολούθησης, με συγκεκριμένη μορφή και επαρκείς λεπτομέρειες. Με αυτόν τον τρόπο, γίνεται ο έλεγχος συμμόρφωσης των κρατών μελών με τις απαιτήσεις της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα και συγκεντρώνονται, σε ευρωπαϊκό επίπεδο, οι απαραίτητες πληροφορίες για την ενημέρωση του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του κοινού γενικότερα.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή (DG ENV, Eurostat και JRC) και ο Ευρωπαϊκός Οργανισμός Περιβάλλοντος (EEA) συνεργάστηκαν για την ανάπτυξη ενός νέου, κατανοητού και κοινού ευρωπαϊκού συστήματος διαχείρισης δεδομένων και πληροφοριών για τα ύδατα. Το σύστημα αυτό είναι ένα ηλεκτρονικό εργαλείο, ονομάζεται WISE (Water Information System for Europe) και είναι συμβατό με άλλα ηλεκτρονικά εργαλεία αναφοράς (π.χ. INSPIRE) για την εύκολη μεταφόρτωση δεδομένων και ανταλλαγή πληροφοριών (<http://water.europa.eu>).

Τα προγράμματα παρακολούθησης θα πρέπει να τεθούν σε λειτουργία έως το τέλος του 2006, ενώ περιληπτική έκθεση του τρόπου σχεδιασμού τους αναμένεται να αποσταλεί στην Επιτροπή το αργότερο έως τις 22 Μαρτίου του 2007. Για τα επιφανειακά ύδατα, έχουν αναπτυχθεί δύο έντυπα αναφοράς, ένα για την εποπτική και επιχειρησιακή παρακολούθηση και ένα ξεχωριστό για τη διερευνητική παρακολούθηση.

### 9.1. Έκθεση I Εποπτική & Επιχειρησιακή παρακολούθηση

#### 9.1.1. Περιεχόμενα (περιληπτικά)

Τα κράτη μέλη υποχρεούνται να υποβάλλουν περιληπτικές εκθέσεις των προγραμμάτων παρακολούθησης που πρόκειται να εφαρμοσθούν, σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Παραρτήματος V της Οδηγίας. Αυτές οι εκθέσεις αναφοράς θα πρέπει, σε επίπεδο περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού, να παρέχουν τις ακόλουθες πληροφορίες:

- ▶ τον σκοπό του προγράμματος παρακολούθησης (εποπτική, επιχειρησιακή παρακολούθηση),
- ▶ τις κατηγορίες επιφανειακών υδάτων στις οποίες εφαρμόζεται το πρόγραμμα (ποταμοί, λίμνες, μεταβατικά ή παράκτια ύδατα),
- ▶ τους τύπους παρακολούθησης, σε σχέση με τον αριθμό των συστημάτων ή των ομάδων συστημάτων επιφανειακών υδάτων, για κάθε τύπο συστήματος επιφανειακών υδάτων, σε κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού,
- ▶ τον τύπο και τον αριθμό των προστατευόμενων περιοχών για κάθε πρόγραμμα παρακολούθησης,
- ▶ τα ποιοτικά στοιχεία που θα παρακολουθούνται (περιλαμβανομένων των ουσιών προτεραιότητας και άλλων ουσιών που απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες).

### 9.1.2. Περιεχόμενα (αναλυτικά)

#### Γεωγραφικές πληροφορίες

Για κάθε τόπο, θα πρέπει να αναφέρονται οι ακόλουθες πληροφορίες:

- › Όνομα τόπου.
- › Εφαρμόζεται σε αυτόν πρόγραμμα εποπτικής ή επιχειρησιακής παρακολούθησης (ή και τα δύο);
- › Κωδικός τόπου.
- › Συσχέτιση του τόπου παρακολούθησης με τον κωδικό ή τους κωδικούς των συστημάτων επιφανειακών υδάτων που περιέχονται στην αναφορά για το Άρθρο 5 (μπορεί να υπάρχει σχέση 1 προς 1, 1 προς πολλά ή πολλά προς 1).
- › Χ συντεταγμένη του τόπου (γεωγραφικό πλάτος).
- › Υ συντεταγμένη του τόπου (γεωγραφικό μήκος).
- › Ο τόπος αποτελεί τμήμα προστατευόμενων περιοχών; (Ν ή Ο). Εάν Ναι, να δοθεί ο τύπος της προστατευόμενης περιοχής (σύμφωνα με το Παράρτημα IV της Οδηγίας).
- › Ο τόπος αποτελεί τμήμα του δικτύου διαβαθμονόμησης (σύμφωνα με την Απόφαση 2005/646/ΕΚ) ή τμήμα του εθνικού δικτύου τόπων τυποκαταριστικών συνθηκών αναφοράς;
- › Ο τόπος αποτελεί τμήμα του υπάρχοντος διεθνούς δικτύου παρακολούθησης (π.χ. EIONET);
- › Κωδικοί ποιοτικών στοιχείων παρακολούθησης.

#### Δεδομένα

Για κάθε πρόγραμμα εποπτικής και επιχειρησιακής παρακολούθησης και για κάθε κατηγορία επιφανειακών υδάτων, θα πρέπει να αναφέρονται τα ακόλουθα (σε επίπεδο περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού):

- › Προτεινόμενη ημερομηνία έναρξης των προγραμμάτων παρακολούθησης (εάν διαφέρει από τις 22 Δεκεμβρίου 2006).
- › Συνολικός αριθμός τόπων παρακολούθησης και συχνότητα παρακολούθησης για κάθε ποιοτικό στοιχείο (Πίνακας 9.1).
- › Κατάλογος ουσιών προτεραιότητας και άλλων ουσιών που απορρίπτονται σε σημαντικές ποσότητες, οι οποίες περιλαμβάνονται στα προγράμματα παρακολούθησης.

## ■ Περίληψη

Για κάθε πρόγραμμα παρακολούθησης (εποπτικής, επιχειρησιακής) και για κάθε κατηγορία επιφανειακών υδάτων, θα πρέπει να αναφέρονται οι ακόλουθες πληροφορίες (σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού):

- ▶ Σύντομη περίληψη (<2000 χαρακτήρες) της μεθόδου ή και των κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν για την επιλογή των τόπων παρακολούθησης.
- ▶ Σύντομη περίληψη (<2000 χαρακτήρες) της μεθόδου δειγματοληψίας και ανάλυσης για κάθε ποιοτικό στοιχείο και λεπτομέρειες αναφορικά με την ύπαρξη ή μη σχετικών διεθνών ή εθνικών προτύπων (ISO/CEN).
- ▶ Σύντομη περίληψη (<2000 χαρακτήρες) της μεθόδου ή και των κριτηρίων που χρησιμοποιήθηκαν για τον καθορισμό των συχνοτήτων παρακολούθησης κάθε ποιοτικού στοιχείου.
- ▶ Σύντομη περίληψη (<2000 χαρακτήρες) για το αν τα προγράμματα παρακολούθησης παρουσιάζουν αποκλίσεις από τα κύρια σημεία που περιγράφονται παραπάνω (π.χ. συχνότητα, ποιοτικά στοιχεία), καθώς και ποσοστό των τόπων παρακολούθησης όπου σημειώνονται αποκλίσεις (ιδιαίτερα για την εποπτική παρακολούθηση και όπου είναι δυνατόν και για την επιχειρησιακή).
- ▶ Πληροφορίες (<2000 χαρακτήρες) για το επίπεδο πιστότητας και ακρίβειας που αναμένεται από τα αποτελέσματα της παρακολούθησης.
- ▶ Σύντομη περίληψη (<2000 χαρακτήρες) αναφορικά με τις πρόσθετες απαιτήσεις για την παρακολούθηση σημείων υδροληψίας πόσιμου ύδατος, σε σχέση με το Άρθρο 7.
- ▶ Σε περίπτωση που τα προγράμματα παρακολούθησης τεθούν σε λειτουργία μετά από τις 22 Δεκεμβρίου 2006, σύντομη περίληψη (<2000 χαρακτήρες) που να δικαιολογεί την καθυστέρηση.
- ▶ Σε περίπτωση που τα προγράμματα περιλαμβάνουν χαρακτηρισμό υπο-τόπων<sup>2</sup>, σύντομη περίληψη (<2000 χαρακτήρες) της έκτασης και του τρόπου, σύμφωνα με τον οποίο εφαρμόστηκε η έννοια των υπο-τόπων.

Προτείνεται να δοθούν όλες οι αναφορές (κατά προτίμηση με τη μορφή υπερσυνδέσμων) για αναζήτηση περισσότερων λεπτομερειών.

## ■ Άλλες πληροφορίες

Έχει συνταχθεί άλλη έκθεση ή κείμενο που να αφορά, για παράδειγμα, στις συνεννοήσεις και συναιρέσεις, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, στην πληροφόρηση του κοινού, ή σε άλλες ενότητες, για την περιγραφή της εκπόνησης των προγραμμάτων παρακολούθησης, σύμφωνα με το Άρθρο 8 της Οδηγίας (π.χ. ένα .pdf ή .doc αρχείο); Εάν Ναι, θα πρέπει να εξασφαλιστεί η παροχή των σχετικών δεδομένων (με τη χρήση υπερσυνδέσμων).

<sup>2</sup> Σε κάποιες περιπτώσεις, μπορεί να επιβάλλεται η παρακολούθηση παραμέτρων σε αρκετούς υπο-τόπους μέσα σε έναν ορισμένο τόπο (π.χ. για τον καθορισμό της κατατομής σε στρωματωμένες λίμνες ή ταμειυτίρες, ή όπου απαιτείται παρακολούθηση χημικών και βιολογικών ποιοτικών στοιχείων σε διαφορετικά σημεία ενός τόπου).



**Πίνακας 9.1.**

Πληροφορίες που απαιτούνται για τη σύνταξη της έκθεσης των προγραμμάτων εποπτικής και επιχειρησιακής παρακολούθησης

Κατηγορία	Ποταμός		Λίμνη		Παράκτια		Μεταβατικά	
	Αρ. τόπων	Συχν.	Αρ. τόπων	Συχν.	Αρ. τόπων	Συχν.	Αρ. τόπων	Συχν.
Ποιοτικό στοιχείο 1 Παράμετρ. 1 Παραμέτρ. 2 ...								
Ποιοτικό στοιχείο 2 Παράμετρ. 1 Παραμέτρ. 2 ...								
*Ουσίες Προτεραιότη. Παράμετρ. 1 Παραμέτρ. 2 ...								
*Άλλες Ουσίες Παράμετρ. 1 Παραμέτρ. 2 ...								

\* Εάν κάθε ουσία παρακολουθείται με διαφορετική συχνότητα, τότε θα πρέπει να αναφέρονται οι συχνότητες παρακολούθησης για κάθε ουσία ή ομάδα ουσιών ξεχωριστά.

## 9.2. Έκθεση II Διερευνητική παρακολούθηση

### 9.2.1. Περιεχόμενα (περιληπτικά)

Η διερευνητική παρακολούθηση, όπως αναφέρθηκε σε προηγούμενο κεφάλαιο, διαφέρει σαφώς από τα προγράμματα εποπτικής και επιχειρησιακής παρακολούθησης. Στην περίπτωση αυτή, δεν απαιτείται η παροχή λεπτομερών πληροφοριών για τον τόπο, όπου διενεργείται η παρακολούθηση. Ωστόσο, οι μέθοδοι, ή οι στρατηγικές που θα χρησιμοποιηθούν, προτείνεται να παρατεθούν στα ειδικά φύλλα αναφοράς, ώστε να φαίνεται ο τρόπος με τον οποίο κάθε κράτος μέλος αντιμετωπίζει τις υπερβάσεις, τις αιτίες για πιθανή αποτυχία επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων και τη ρύπανση που οφείλεται σε ατύχημα.

Οι στρατηγικές μπορεί να περιλαμβάνουν:

- › εφαρμογή συστημάτων έγκαιρης προειδοποίησης (π.χ. συστήματα ετοιμότητας, έρευνες κοινού, κατευθυντήριες βοηθητικές γραμμές σε επεισόδια ρύπανσης, κ.ά.),
- › διαδικασίες για την αντιμετώπιση ανεξάρτητων περιστατικών υπερβάσεων (π.χ. μέγιστες επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις) και μακροπρόθεσμων υπερβάσεων (π.χ. πιθανότητα μη συμμόρφωσης),
- › διαδικασίες για την αντιμετώπιση των επεισοδίων ρύπανσης (π.χ. κοινοποίηση επεισοδίου, επιτόπου επισκέψεις, παρακολούθηση, σύνταξη αναφορών και επιβολή προστίμων).

Με σκοπό τη συμμόρφωση προς τους κανόνες και τις απαιτήσεις των προγραμμάτων διερευνητικής παρακολούθησης, τα κράτη μέλη θα πρέπει να παραθέτουν όλες τις μεθόδους και στρατηγικές που εφαρμόστηκαν, σε επίπεδο περιοχής λεκάνης απορροής ποταμού, για την αντιμετώπιση όλων των παραπάνω θεμάτων.

### 9.2.2. Περιεχόμενα (αναλυτικά)

Το κυριότερο είναι να περιγραφούν οι προτεινόμενες στρατηγικές εκπόνησης των προγραμμάτων διερευνητικής παρακολούθησης, καθώς και η προτεινόμενη ημερομηνία έναρξης (εφόσον διαφέρει από τις 22 Δεκεμβρίου 2006).

#### ■ Γεωγραφικές πληροφορίες

Στην περίπτωση αυτή, δεν απαιτούνται γεωγραφικές πληροφορίες για τον τόπο.

#### ■ Δεδομένα (μόνο για επεξήγηση του επεισοδίου ρύπανσης)

- › Τύπος προγράμματος διερευνητικής παρακολούθησης (π.χ. αντίδραση στο επεισόδιο, άγνωστες υπερβάσεις, πιθανότητα μη επίτευξης των περιβαλλοντικών στόχων, κ.ά.).
- › Ποιοτικά στοιχεία και παράμετροι παρακολούθησης.
- › Αριθμός τόπων παρακολούθησης για κάθε πρόγραμμα.
- › Αριθμός συμβάντων παρακολούθησης (π.χ. μία φορά το μήνα για ένα έτος).

#### ■ Περίληψη

- › Περίληψη της στρατηγικής διερευνητικής παρακολούθησης (<5000 χαρακτήρες).

Όπου η διερευνητική παρακολούθηση έχει ήδη εφαρμοσθεί (π.χ. έπειτα από κάποιο επεισόδιο ρύπανσης), ζητείται, επιπλέον, μέχρι το τέλος της προθεσμίας των εκθέσεων αναφοράς:

- › Σύντομη περίληψη (<2000 χαρακτήρες), ώστε να διευκρινισθεί ο τρόπος με τον οποίο η στρατηγική λειτουργεί στην πραγματικότητα.

Προτείνεται να δοθούν όλες οι αναφορές (κατά προτίμηση με τη μορφή υπερσυνδέσμων) για αναζήτηση περισσότερων λεπτομερειών.

#### ■ Άλλες πληροφορίες

Έχει συνταχθεί κάποια έκθεση ή κείμενο που αφορά, για παράδειγμα, στις συνεννοήσεις και συναινήσεις, σε εθνικό και διεθνές επίπεδο, στην πληροφόρηση του κοινού, ή σε άλλα θέματα, για την περιγραφή της εκπόνησης των προγραμμάτων παρακολούθησης, σύμφωνα με το Άρθρο 8 της Οδηγίας (π.χ. ένα .pdf ή .doc αρχείο); (Ν ή Ο). Εάν Ναι, θα πρέπει να εξασφαλιστεί η παροχή των δεδομένων (με χρήση υπερσυνδέσμων).



## 10. Βιβλιογραφία

- ▶ Αναγνωστοπούλου, Μαρία, συντονίστρια έκδοσης. 1996. *Οδηγός Παρακολούθησης Περιοχών του Δικτύου «ΦΥΣΗ 2000»*. Μουσείο Γουλανδρή Φυσικής Ιστορίας / Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων-Υγροτόπων. Θέρμη. 163σελ.
- ▶ Baattrup, A., K. Szoszkiewicz, R. Nijboer, M. O'Hare, and T. Ferreira. 2006. *Macrophyte communities in unimpacted European streams: variability in assemblage patterns, abundance and diversity*. *Hydrobiologia* 566: 179-196.
- ▶ ECOSTAT. 2003. *Overall approach to the classification of ecological status and ecological potential. Final report, Water Framework Directive Common Implementation Strategy-Working Group 2 A – Ecological Status (ECOSTAT)*, Rome. 53 pp.
- ▶ Ellis, J.C. 1989. *Handbook on the Design and Interpretation of Monitoring Programmes*. Water Research Centre Report NS29. Medmenham, England.
- ▶ Finlayson, C.M. 1996. *Framework for designing a monitoring programme*. Pages 25-34. In: Vives PT, editor. *Monitoring Mediterranean wetlands: A methodological guide*. MedWet publication. Wetlands International, Slimbridge, UK and ICN, Lisbon.
- ▶ Fitoka. E., T. Partozis, D. Chouvardas, P. A. Gerakis and M. Karteris. 2000. *Inventory of wetlands in the context of the project "Update and enrichment of the national database on Greek Wetlands"*. Database. Greek Biotope Wetland Centre (EKBY) and Aristotle University of Thessaloniki.
- ▶ Foester, J., A. Gutowski, and J. Schaumburg. 2004. *Defining types of running waters in Germany using benthic algae: A prerequisite for monitoring according to the Water Framework Directive*. *Journal of Applied Phycology* 16: 407-418.
- ▶ FRESHWATER2004-GREECE. *Freshwater Country Profile, Greece*. <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/greece/watergreece04f.pdf>
- ▶ Gelwick, F.P., and W.J. Matthews. 1990. *Temporal and spatial patterns in littoral – zone fish assemblages of a reservoir (lake Texoma, Oklahoma-Texas, U.S.A.)*. *Environmental Biology of Fishes* 27: 107-120.
- ▶ Irvine, K. 2004. *Classifying ecological status under the European Water Framework Directive: the need for monitoring to account for natural variability*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 14: 107-112.
- ▶ Irvine, K., R. Boelens, J. Fitzsimmons, A. Kemp, and P. Jonhston. 2002. *Review of monitoring and research to meet the needs of the EU Water Framework Directive (2000-DS-5-M1)*, Environmental Protection Agency, Ireland.
- ▶ Irz, P., M. Odion, C. Argillier, and D. Pont. 2006. *Comparison between the fish communities of lakes, reservoirs and rivers: Can natural systems help define the ecological potential of reservoirs?* *Aquatic Science* 68: 109-116.
- ▶ Kimmel, B.L., O.T. Lind, and L.G. Paulson. 1990. *Reservoir Primary Production*. Pages 133-193 In: K.W Thornton, B.L. Kimmel and F.E. Payne, editors. 2000. *Reservoir Limnology: Ecological Perspectives*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- ▶ Moss, B., et al. 2003. *The determination of ecological status in shallow lakes – a tested system (ECOFAME) for implementation of the European Water Framework Directive*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 13: 507-549.
- ▶ OECD. 1982. *Eutrophication of Waters. Monitoring, Assessment and Control. Final Report of the OECD Cooperative Programme on Monitoring of Inland Waters (Eutrophication Control)*, Organ. For Econom. Cooper. and Devel., Paris (97 82 03 1).
- ▶ Padisák, J., G. Borics, I. Grigorszky, and É. Soróczki-Pintér. 2006. *Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directive: the assemblage index*. *Hydrobiologia* 553: 1-14.

- › Petreere, M. 1996. *Fisheries in Large Tropical Reservoirs in South America. Lakes and Reservoirs. Research and Management* 2: 111-133.
- › Politou, C.Y., P.C. Economidis, and A.I. Sinis. 1993. *Feeding biology of bleak, Alburnus alburnus, in Lake Koronia, northern Greece. Journal of Fish Biology* 43: 33-43.
- › Soballe, D.M., and B.L. Kimmel. 1987. *A Large Scale Comparison of Factors Influencing Phytoplankton Abundance in Rivers, Lakes and Impoundments. Ecology* 68: 1943-1954.
- › Springe, G., L. Sardin, A. Briede, and A. Skuja. 2006. *Biological quality metrics: their variability and appropriate scale for assessing streams. Hydrobiologia*, 566: 153-172.
- › UNEP. 2004. *Greece-Contribution to the Governing Council meeting of UNEP at Ministerial level (Jeju, Korea March 2004), in view of the 12th Session of the UN CSD (New York, April 2004), Theme: Integrated Water Recourses Management-IWRM, The Pinios Pilot River Basin.*
- › Vos, P., E. Meelis, and W.J. Ter Keurs. 2000. *A Framework for the Design of Ecological Monitoring Programs as a Tool for Environmental and Nature Management. Environmental Monitoring and Assessment* 61: 317-344.
- › Wetzel, R.G. 1990. *Land-Water Interfaces: Metabolic and Limnological Regulators. Verhandlungen der Internationale. Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 24: 6-24.
- › Wetzel, R.G. 2001. *Limnology-Lake and River Ecosystems. Λιμνολογία-Λιμναία και Ποτάμια Οικοσυστήματα. Επιμέλεια Ελληνικής Έκδοσης Αθηνά Οικονόμου-Αμίλλη. Εκδόσεις Κωσσταράκη, Αθήνα 2006.*
- › WFD CIS Guidance Document No 2 (2003). *Identification of Water Bodies. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-5122-X, ISSN No. 1725-1087.*
- › WFD CIS Guidance Document No 4 (2003). *Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-5124-6, ISSN No. 1725-1087.*
- › WFD CIS Guidance Document No 6 (2003). *Towards a Guidance on Establishment of the Intercalibration Network and the Process on the Intercalibration Exercise. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-5126-2, ISSN No. 1725-1087.*
- › WFD CIS Guidance Document No 7 (2003). *Monitoring under the Water Framework Directive. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-5127-0, ISSN No. 1725-1087.*
- › WFD CIS Guidance Document No 10 (2003). *Rivers and Lakes – Typology, reference Conditions and Classification Systems. Published by the Directorate General Environment of the European Commission, Brussels, ISBN No. 92-894-5614-0, ISSN No. 1725-1087.*
- › WFD CIS Reporting Sheets for Monitoring Requirements (2005). *Version No 5. EC-DG Environment D.2 and Carla Littlejohn.*
- › Willén, E. 2000. *Phytoplankton in Water Quality Assessment – An Indicator Concept. Pages 58-80 in Heinonen, P, G. Ziglio, and A. Van der Beken, editors. 2000. Hydrological and Limnological Aspects of Lake Monitoring. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester.*
- › WWF. 2001. *Elements of Good Practice in Integrated River Basin Management, A Practical Resource For Implementing the EU Water Framework Directive, Oct. 2001, <http://www.panda.org>*
- › Υ.Π.Ε.ΧΩ.Δ.Ε. 2005. *Pinios River Basin Pilot Project (Greece), Ministry of Environment, Spatial Planning and Public Works, <http://www.minenv.gr.pinios/page1.html>*
- › Zikos, D., and R. Papisozomenou. 2005. *Building up an Informal Social Network as a Tool to Enhance the Implementation of the Water Framework Directive in Greek Islands, ICID 21st European Regional Conference 2005-Frankfurt (Oder) and Slubice-Germany and Poland.*

# Παράρτημα

**Πίνακας 1.Α.**  
**Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για ποταμούς**

	<b>Φυτοπλαγκτό</b>	<b>Μακρόφυτα</b>	
<b>Ενδεικτικές παράμετροι των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων</b>	Σύνθεση, αφθονία, εξανθήσεις φυτοπλαγκτού και παρουσία ευαίσθητων στη διατάραξη ειδών	Σύνθεση, αφθονία και παρουσία ευαίσθητων στη διατάραξη ειδών	
<b>Παράμετροι που υποστηρίζουν τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία</b>	Χλωροφύλλη α, παροχή ροής, φυσικοχημικές παράμετροι (π.χ. θερμοκρασία, DO, N, P, Si)	Μορφολογία, παροχή ροής ποταμού, βάθος, διαφάνεια	
<b>Πιέσεις στις οποίες ανταποκρίνονται τα ποιοτικά στοιχεία</b>	Χρησιμοποιείται ως δείκτης παραγωγικότητας/ευτροφισμού	Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση φαινομένων ευτροφισμού, δυναμικής της ροής ποταμού συμπεριλαμβανομένων των επιπτώσεων της υδροηλεκτρικής ενέργειας	
<b>Κινητικότητα βιολογικών ποιοτικών στοιχείων</b>	Υψηλή, παρασύρονται από τη ροή του ποταμού	Χαμηλή, γενικά βρίσκονται στερεωμένα στο υπόστρωμα	
<b>Πηγές και επίπεδα μεταβλητότητας βιολογικών ποιοτικών στοιχείων</b>	Υψηλή, δια- και ενδο-εποχική μεταβλητότητα στη δομή των κοινοτήτων και τη βιομάζα. Επηρεάζεται από κλιματικά συμβάντα, το φως, τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών, την ευστάθεια και το χρόνο παραμονής των υδάτων	Υψηλή εποχική διακύμανση των δομών των κοινοτήτων και της αφθονίας	
<b>Παρουσία στους ποταμούς</b>	Γενικά χαμηλή. Άφθονη μόνο όταν οι συνθήκες συντελούν στην αύξηση	Άφθονη, σε κατάλληλα ενδιαιτήματα. Περιορισμένη σε ποταμούς με υψηλή παροχή ροής	
<b>Μεθοδολογία δειγματοληψίας</b>	Μεικτά δείγματα (3-4 m), δειγματολήπτες βάθους	Πρότυπα CEN υπό ανάπτυξη	
<b>Ενδιαιτήματα για λήψη δειγμάτων</b>	Στήλη νερού	Παράλια ζώνη, περιοχές απόθεσης ιζήματος (π.χ. ευκαιριακοί λιμνίσκοι)	
<b>Τυπική συχνότητα δειγματοληψίας</b>	Μηνιαίως, τριμηνιαίως	Ετησίως, ανά 6 μήνες	
<b>Περίοδος δειγματοληψίας</b>	Όλες τις εποχές	Μέσα έως τέλος καλοκαιριού	
<b>Τυπική δειγματοληπτική προσπάθεια</b>	Ένα μοναδικό μεικτό δείγμα	Ποικίλλει, αλλά μπορεί να τυποποιηθεί	

Φυτοβένθος	Βενθικά ασπόνδυλα	Ιχθυοπανίδα
Σύνθεση, αφθονία και παρουσία ευαίσθητων στη διατάραξη ειδών	Σύνθεση, αφθονία, ποικιλότητα και παρουσία ευαίσθητων στη διατάραξη ειδών	Σύνθεση, αφθονία, ποικιλότητα ευαίσθητων στη διατάραξη ειδών και κατανομή κατά ηλικίες
Υπόστρωμα/δειγματοληπτική επιφάνεια, μορφολογία, θρεπτικές ουσίες (N, P, Si), TOC, pH, υδρολογικό καθεστώς, συνθήκες φωτός	Μορφολογία, φυσικοχημικές παράμετροι (π.χ. θερμοκρασία, DO, θρεπτικές ουσίες, pH), ροή ποταμού, υπόστρωμα/δειγματοληπτική επιφάνεια	Υπόστρωμα/δειγματοληπτική επιφάνεια, μέγεθος (βάθος, πλάτος), ροή ποταμού, θερμοκρασία, οξυγόνο
Χρησιμοποιείται ως δείκτης παραγωγικότητας. Μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανίχνευση φαινομένων ευτροφισμού, οξίνισης και της δυναμικής της ροής ποταμού	Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση της οργανικής ρύπανσης ή της οξύτητας, μπορεί όμως να τροποποιηθεί ώστε να ανιχνεύει μεγάλο εύρος επιπτώσεων	Χρησιμοποιείται για την ανίχνευση μορφολογικών μεταβολών και αλλοιώσεων της ποιότητας των ενδιαιτημάτων, φαινομένων οξίνισης και ευτροφισμού
Χαμηλή	Χαμηλή, παρότι δυσμενείς συνθήκες μπορεί να προκαλέσουν διολίσθηση	Υψηλή, τάση να αποφεύγουν αντίξοες συνθήκες (π.χ. χαμηλές συγκεντρώσεις οξυγόνου)
Υψηλή εποχική διακύμανση των δομών των κοινοτήτων. Περιοριστικοί παράγοντες είναι το φως, η διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών και το διαθέσιμο για εποικισμό υπόστρωμα. Επηρεάζεται από κλιματικά συμβάντα	Υψηλή εποχική διακύμανση των δομών των κοινοτήτων. Επηρεάζεται από κλιματικά συμβάντα (π.χ. βροχοπτώσεις, πλημμύρες)	Υψηλή εποχική διακύμανση των δομών των ιχθυοκοινοτήτων (π.χ. αναπαραγωγή, μετανάστευση) και της αφθονίας. Υψηλή δια- χρονική μεταβλητότητα που οφείλεται στην ηλικιακή κατανομή των πληθυσμών
Άφθονη, σε κατάλληλα ενδιαιτήματα. Περιορισμένη σε μεγάλους, βαθύς ποταμούς με πτωχά ενδιαιτήματα	Άφθονη	Άφθονη
Πρότυπα CEN υπό ανάπτυξη	ISO 8265, 7828, 9391 (surber sampler, handnet, grab)	Εξαρτάται από τα ενδιαιτήματα (δίχτυα, ηλεκτραλιεία)
Βενθικό/Τεχνητό υπόστρωμα	Υφαλοι, ευκαιριακοί λιμνίσκοι (βράχια, κορμοί δέντρων), κοίτη (παράλια ζώνη), μακρόφυτα	Όλα τα ενδιαιτήματα
Τριμηνιαίως, ανά 6 μήνες	Ετησίως, ανά 6 μήνες	Ετησίως
Όλες τις εποχές, συνήθως καλοκαίρι και χειμώνα	Καλοκαίρι και χειμώνα	Ποικίλει
Ποικίλλει, αλλά μπορεί να τυποποιηθεί	Ποικίλλει, ανάλογα με τη μεθοδολογία δειγματοληψίας και τα ενδιαιτήματα	Ποικίλλει, αλλά μπορεί να τυποποιηθεί

## συνέχεια > Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για ποταμούς

	Φυτοπλαγκτό	Μακρόφυτα	
Δυσκολία δειγματοληψίας	Εύκολη, με τη χρήση πλαστικών σωλήνων ή με τη λήψη δείγματος (grab sample) από τα αβαθή ύδατα	Εύκολη, εξαιτίας της σταθερής θέσης και της εγγύτητας στις όχθες	
Μετρήσεις πεδίου ή εργαστηρίου	Συλλογή από το πεδίο, προετοιμασία δειγμάτων για το εργαστήριο και προσδιορισμός ειδών με τη χρήση μικροσκοπίου	Συλλογή από το πεδίο και προσδιορισμός ειδών	
Ευκολία και επίπεδο προσδιορισμού ειδών	Απαιτείται κρίση εμπειρογνομόνων για τον προσδιορισμό της πλειοψηφίας των γενών και των ειδών. Για κάποια μικρά μονοκύτταρα είδη (π.χ. μονοκύτταρα χλωροφύκη) απαιτείται η χρήση μικροσκοπίου υψηλής ανάλυσης	Εύκολος μέχρι το επίπεδο του είδους, εκτός από κάποια γένη (π.χ. Potamogeton)	
Συνθήκες αναφοράς για σύγκριση της ποιότητας/των δειγμάτων/των σταθμών	Όχι	Όχι, αλλά βρίσκονται υπό ανάπτυξη σε κάποια ευρωπαϊκά ινστιτούτα	
Σύμφωνη μεθοδολογία ανά την Ευρώπη	Όχι	Όχι	
Τρέχουσα εφαρμογή στα συστήματα παρακολούθησης ή ταξινόμησης	Καμία	Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Ολλανδία και Ηνωμένο Βασίλειο	
Τρέχουσα χρήση βιοτικών δεικτών ανά την Ευρώπη	Όχι	Όχι, αλλά κάποιοι δείκτες βρίσκονται υπό ανάπτυξη/βαθμονόμηση (Αυστρία)	
Τα υπάρχοντα συστήματα παρακολούθησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;	Όχι	Όχι	
Πρότυπα ISO/CEN	—	Πρότυπα CEN υπό ανάπτυξη	
Εφαρμοσιμότητα σε ποταμούς	Χαμηλή – Μέτρια	Μέτρια	
Κύρια πλεονεκτήματα	Εύκολη συλλογή δειγμάτων Κατάλληλο για ποταμούς στους οποίους ο χρόνος παραμονής είναι αρκετά μεγάλος ώστε να υποστηρίξει την αύξηση των ειδών (π.χ. πεδινοί ποταμοί, ανάντη εγκλείσεων υδάτων)	Εύκολη συλλογή δειγμάτων και προσδιορισμός ειδών Χαμηλή διαχρονική μεταβλητότητα	



Φυτοβένθος	Βενθικά ασπόνδυλα	Ιχθυοπανίδα
Σχετικά εύκολη. Δυσκολίες στα βαθιά ή με μεγάλη ροή ποτάμια. Παρατήρηση και % κάλυψη	Σχετικά εύκολη. Δυσκολίες στα βαθιά ή με μεγάλη ροή ποτάμια.	Απαιτείται εξειδικευμένος δειγματοληπτικός εξοπλισμός (π.χ. ηλεκτραλιεία)
Συλλογή από το πεδίο και προσδιορισμός ειδών με τη χρήση μικροσκοπίου στο εργαστήριο	Συλλογή από το πεδίο και διαλογή. Προσδιορισμός ειδών με τη χρήση μικροσκοπίου στο εργαστήριο	Συλλογή από το πεδίο, μετρήσεις και προσδιορισμός ειδών
Απαιτείται η κρίση εμπειρογνομόνων για προσδιορισμό της πλειονότητας των ειδών	Σχετικά εύκολος μέχρι το επίπεδο του γένους. Για κάποια είδη απαιτείται η κρίση εμπειρογνομόνων για προσδιορισμό μέχρι το επίπεδο του είδους. Τα άτομα μπορεί να αλλοιωθούν κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας ή της συντήρησης	Εύκολος προσδιορισμός μέχρι και το επίπεδο του είδους, εκτός από κάποια κυπρινοειδή, για τα οποία απαιτείται κρίση εμπειρογνομόνων
Όχι	Ναι, Ηνωμένο Βασίλειο, Γαλλία, Γερμανία, Αυστρία, Δανία, Σουηδία και Νορβηγία	Ναι: Ηνωμένο Βασίλειο (HABSCORE) και Γαλλία
Όχι	Όχι	Όχι
Αυστρία, Βέλγιο, Γαλλία, Γερμανία, Ιρλανδία, Νορβηγία, Σουηδία, Φινλανδία, Ισπανία, Ολλανδία, και Ηνωμένο Βασίλειο	Αυστρία, Βέλγιο, Δανία, Φινλανδία, Γαλλία, Ισπανία, Γερμανία, Ιταλία, Ιρλανδία, Λουξεμβούργο, Πορτογαλία, Ολλανδία, Σουηδία, Νορβηγία και Ηνωμένο Βασίλειο	Αυστρία, Γαλλία, Βέλγιο, Ιρλανδία, Νορβηγία και Ηνωμένο Βασίλειο
Ναι, Σουηδία, Νορβηγία και Γερμανία-Δείκτης ύπαρξης ευαίσθητων στη διατάραξη ειδών	Ναι. Ηνωμένο Βασίλειο (BMWP), Γαλλία (IBGN), Γερμανία (σαπροβιολογικός), Ισπανία (SBMWP), Βέλγιο (BBI) και Ολλανδία (K-value)	Ναι. Ηνωμένο Βασίλειο (HABSCORE)
Όχι	Όχι	Όχι
Πρότυπα CEN υπό ανάπτυξη	ISO 7828: 1985/ISO 9391: 1993/ISO 8265: 1988	Πρότυπα CEN υπό ανάπτυξη
Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
Εύκολη συλλογή δειγμάτων (σε αβαθή ύδατα) Υπάρχουν μέθοδοι δειγματοληψίας Χαμηλότερη μεταβλητότητα από τα φυσικοχημικά στοιχεία Γρήγορη απόκριση σε μεταβολές περιβαλλοντικών και ανθρωπογενών συνθηκών Δυνατότητα προσαρμογής των υπαρχόντων συστημάτων ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις της Οδηγίας	Προς το παρόν αποτελεί τον πιο διαδεδομένο βιολογικό δείκτη για την ταξινόμηση της οικολογικής κατάστασης Υπάρχουν ήδη συστήματα ταξινόμησης Δυνατότητα προσαρμογής των υπαρχόντων συστημάτων ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις της Οδηγίας Χαμηλότερη μεταβλητότητα από τα φυσικοχημικά στοιχεία	Υπάρχουν ήδη συστήματα ταξινόμησης των ποταμών Δυνατότητα προσαρμογής των υπαρχόντων συστημάτων ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις της Οδηγίας

## συνέχεια > Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για ποταμούς

	Φυτοπλαγκτό	Μακρόφυτα	
<b>Κύρια μειονεκτήματα</b>	Δεν χρησιμοποιείται συνήθως στην εκτίμηση της ποιότητας των ποταμών στην Ευρωπαϊκή Ένωση Δεν απαντά γενικά σε ποταμούς με υψηλή παροχή ροής Η υψηλή μεταβλητότητα απαιτεί υψηλές συχνότητες δειγματοληψίας Δύσκολο να καθορισθεί η σχέση ερεθίσματος-απόκρισης, λόγω της μεταβλητότητας που σχετίζεται με την παροχή	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρωπαϊκή Ένωση Έλλιψη δεδομένων για σύγκριση αποτελεσμάτων με τις συνθήκες αναφοράς Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας	
<b>Συμπεράσματα/Προτάσεις</b>	Η χρήση του συνιστάται μόνο σε μεγάλους, ποταμούς με μικρή ταχύτητα ροής	Κάτω από τις περισσότερες υδρολογικές συνθήκες, η χρήση αυτού του ποιοτικού στοιχείου δεν ενδείκνυται. Ωστόσο, όπου οι συνθήκες είναι κατάλληλες μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα	

### Πίνακας 1.Β.

## Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για ποταμούς

	Ποσότητα και δυναμική της ροής των υδάτων	Σύνδεση με υπόγεια ύδατα	
<b>Ενδεικτικές παράμετροι των υδρομορφολογικών ποιοτικών στοιχείων</b>	Ιστορικά δεδομένα ροής, προσομοιούμενη ροή, ροή σε πραγματικό χρόνο, ταχύτητα ρεύματος	Ύψος στάθμης υδροφόρου ορίζοντα, παροχή επιφανειακών υδάτων	
<b>Πιέσεις στις οποίες ανταποκρίνονται τα ποιοτικά στοιχεία</b>	Χρησιμοποιείται για προσδιορισμό επιπτώσεων από την αποθήκευση υδάτων, άντλησης υδάτων και εκφορτίσεων υδάτων στη κλωρίδα και την πανίδα, ρύθμιση της υδροηλεκτρικής ενέργειας	Παρέχει πληροφορίες για τη σχέση επιφανειακών και υπογείων υδάτων	
<b>Επίπεδο και πηγές μεταβλητότητας των ποιοτικών στοιχείων</b>	Υψηλή μεταβλητότητα ανάλογα με τις γεωγραφικές και κλιματικές συνθήκες. Οι διακυμάνσεις ελαττώνονται ως απόκριση στη δημιουργία υδροφραγμάτων	Μέτρια μεταβλητότητα	

Φυτοβένθος	Βενθικά ασπόνδυλα	Ιχθυοπανίδα
<p>Δεν χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρωπαϊκή Ένωση</p> <p>Έλλειψη δεδομένων για σύγκριση αποτελεσμάτων με τις συνθήκες αναφοράς</p> <p>Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας</p> <p>Δύσκολη συλλογή δειγμάτων σε βαθιά ποτάμια</p> <p>Υψηλή χωρική μεταβλητότητα που σχετίζεται με την ποικιλότητα των υποστρωμάτων</p> <p>Απαιτείται η κρίση εμπειρογνομόνων για τον προσδιορισμό των ειδών</p>	<p>Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας</p> <p>Απαιτείται η κρίση εμπειρογνομόνων για τον προσδιορισμό κάποιων ειδών</p> <p>Υψηλή χωρική μεταβλητότητα που σχετίζεται με το υπόστρωμα και υψηλή χρονική μεταβλητότητα λόγω του σταδίου εκκόλαψης των εντόμων και της διακύμανσης της ροής των υδάτων</p> <p>Χρονοβόρα και δαπανηρή μέθοδος</p> <p>Παρουσία κάποιων αλλόχθονων ειδών σε κάποιους ευρωπαϊκούς ποταμούς</p>	<p>Απαιτείται εξειδικευμένος δειγματοληπτικός εξοπλισμός</p> <p>Υψηλή κινητικότητα</p> <p>Οριζόντια και κάθετα πρότυπα κατανομής (διαφορετικά για κάθε είδος)</p>
<p>Η χρήση του συνιστάται, ιδιαίτερα για τον προσδιορισμό της τροφικής κατάστασης των ποταμών</p>	<p>Αυτό το ποιοτικό στοιχείο είναι καλά αναπτυγμένο στην Ευρωπαϊκή Ένωση και γι' αυτό το λόγο συνιστάται ως ένα από τα στοιχεία-κλειδιά για την παρακολούθηση, ιδιαίτερα της οργανικής ρύπανσης</p>	<p>Συνιστάται ως ένα από τα στοιχεία-κλειδιά στην παρακολούθηση ενδιαιτημάτων και μορφολογικών μεταβολών. Απαιτείται επιπλέον έρευνα για την εκτίμηση των επιπτώσεων της ρύπανσης στους πληθυσμούς των ιχθύων</p>

Συνέχεια του ποταμού	Διακύμανση βάθους και πλάτους του ποταμού	Δομή και υπόστρωμα της κοίτης του ποταμού	Δομή της παρόχθιας ζώνης του ποταμού
<p>Αριθμός και τύπος των φραγμάτων και σχετιζόμενη μέριμνα για τη δίοδο της ιχθυοπανίδας</p>	<p>Διατομή του ποταμού, παροχή ροής</p>	<p>Διατομή του ποταμού, μέγεθος σωματιδίων, παρουσία και θέση CWD (coarse woody debris)</p>	<p>Μήκος, πλάτος, παρουσία ειδών, συνέχεια, εδαφική κάλυψη</p>
<p>Χρησιμοποιείται για ανίχνευση επιπτώσεων στην ανάδρομη μετανάστευση της ιχθυοπανίδας</p>	<p>Χρησιμοποιείται για ανίχνευση επιπτώσεων στη χλωρίδα και την πανίδα από μεταβολές της παροχής ροής και τη διαθεσιμότητα των ενδιαιτημάτων</p>	<p>Καθορίζει τις επιπτώσεις στη χλωρίδα και την πανίδα από τη μεταβολή της διαθεσιμότητας των ενδιαιτημάτων</p>	<p>Επηρεάζει τη δομή της όχθης, παρέχει ενδιαίτημα και κάλυψη για τη χλωρίδα και την πανίδα, διηθεί τα διάχυτα ύδατα που προέρχονται από έκπλυση</p>
<p>Χαμηλή μεταβλητότητα. Σχετίζεται με την παρουσία κατασκευαστικών έργων</p>	<p>Μέτρια μεταβλητότητα. Επηρεάζεται από τη ρύθμιση της υδροπλεκτρικής ενέργειας</p>	<p>Ποικίλλει ανάλογα με το μέγεθος των σωματιδίων, και την παροχή ροής (π.χ. χαλίκια/άμμος, καθαρό υπόστρωμα/ίζημα έπειτα από υψηλή παροχή υδάτων)</p>	<p>Ποικίλλει. Πιθανότητα εκκέρωσης, προσβασιμότητα από ζώα που βόσκουν, διάβρωση, κ.ά.</p>

## συνέχεια > Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για ποταμούς

	Ποσότητα και δυναμική της ροής των υδάτων	Σύνδεση με υπόγεια ύδατα	
Μεθοδολογία δειγματοληψίας	Υπάρχουν πρότυπα ISO για την ταχύτητα του ρεύματος. Δεν υπάρχει κοινή μεθοδολογία για τη δυναμική της ροής	Δεν υπάρχει κοινή μεθοδολογία	
Τυπική συχνότητα δειγματοληψίας	<i>In situ</i> , σε πραγματικό χρόνο	Εξαμηνιαίως, ανάλογα με την κλιματολογία και τη γεωλογία της περιοχής	
Περίοδος δειγματοληψίας	Όλο το έτος	Χειμώνα και καλοκαίρι	
Τυπική δειγματοληπτική προσπάθεια	Κοινά πρότυπα για τον αριθμό των σημείων παρακολούθησης σε διατομές ποταμών βρίσκονται σε ανάπτυξη	Δεν έχουν καθορισθεί	
Δυσκολία δειγματοληψίας/μετρήσεων	Απλή στους μικρούς ποταμούς με τη χρήση σταθμών <i>in situ</i> μέτρησης της ροής. Σε μεγάλους ποταμούς απαιτείται μεγαλύτερη προσπάθεια	Απλή. Μέτρηση του ύψους των υπογείων υδάτων και της ροής του ποταμού	
Συνθήκες αναφοράς για σύγκριση της ποιότητας/των δειγμάτων/των σταθμών	Όχι	Όχι	
Σύμφωνη μεθοδολογία ανά την Ευρώπη	Όχι	Όχι	
Τρέχουσα εφαρμογή στα συστήματα παρακολούθησης ή ταξινόμησης ανά την Ευρώπη	Ναι. Βέλγιο, Γαλλία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο, Φινλανδία και Νορβηγία	Ναι. Βέλγιο, Ηνωμένο Βασίλειο	
Τα υπάρχοντα συστήματα παρακολούθησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;	?	?	
Τα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;	Όχι	Όχι	
Πρότυπα ISO/CEN	Ναι, παραπομπή στα ISO/TC 113, CEN/TC 318 σε ανάπτυξη	Όχι	
Εφαρμοσιμότητα στους ποταμούς	Υψηλή	Υψηλή	
Κύρια πλεονεκτήματα	Πιθανότητα προσαρμογής των υπάρχοντων συστημάτων για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας		
Κύρια μειονεκτήματα	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως	

	Συνέχεια του ποταμού	Διακύμανση βάθους και πλάτους του ποταμού	Δομή και υπόστρωμα της κοίτης του ποταμού	Δομή της παρόχθιας ζώνης του ποταμού
	Δεν υπάρχει κοινή μεθοδολογία	Δεν υπάρχει κοινή μεθοδολογία	Δεν υπάρχει κοινή μεθοδολογία	Δεν υπάρχει κοινή μεθοδολογία
	Κάθε 5-6 έτη	Ετησίως	Ετησίως	Ετησίως
	Ποικίλλει	Ποικίλλει	Ποικίλλει	Ποικίλλει
	Κοινή προσέγγιση	Δεν υπάρχει συμφωνία	Δεν υπάρχει συμφωνία	50 m στις πηγές, 100 m στα μεσαία και χαμηλότερα τμήματα του ποταμού
	Απλή. Έρευνα για τον καθορισμό της τοποθεσίας και του τύπου των δομών, καθώς και των σημείων άντλησης υδάτων ή των όγκων άντλησης	Μπορεί να είναι απλή με παρατήρηση και μετρήσεις ή πιο λεπτομερές με τη χρήση συσκευών εκπομπής δέσμης λέιζερ	Απλή έπειτα από ελάχιστη εξάσκηση	Απλή έπειτα από ελάχιστη εξάσκηση. Μπορεί να απαιτείται συλλογή και προσδιορισμός των ειδών στο εργαστήριο
	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	Ναι. Βέλγιο, Γερμανία, Γαλλία	Ναι. Βέλγιο, Γερμανία, Γαλλία, Ηνωμένο Βασίλειο και Νορβηγία	Ναι. Βέλγιο, Γερμανία, Γαλλία, Ηνωμένο Βασίλειο και Νορβηγία	Ναι. Βέλγιο, Γερμανία, Γαλλία, Ιταλία και Ηνωμένο Βασίλειο
	?	?	?	?
	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
	Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας	Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας		
	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως

## συνέχεια > Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για ποταμούς

	Ποσότητα και δυναμική της ροής των υδάτων	Σύνδεση με υπόγεια ύδατα	
Συμπεράσματα/Προτάσεις	Εύκολη για παρακολούθηση. Βοηθητική παράμετρος-κλειδί για την ερμηνεία των αποτελεσμάτων	Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ευρέως. Χρησιμοποιείται μόνο κάτω από ορισμένες συνθήκες, όπου τα υπόγεια ύδατα παίζουν σημαντικό ρόλο στο ισοζύγιο υδάτων. Η μεθοδολογία θα πρέπει να βελτιωθεί	

## Πίνακας 1.Γ. Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για ποταμούς

	Θερμικές συνθήκες	Συνθήκες οξυγόνωσης	
Ενδεικτικές παράμετροι των φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων	Θερμοκρασία	Διαλυμένο οξυγόνο (mg/l και % sat)	
Πιέσεις στις οποίες ανταποκρίνονται τα ποιοτικά στοιχεία	Εισροές, εκφορτίσεις υδάτων, βιομηχανικά απόβλητα	Οργανική ρύπανση, βιομηχανικά απόβλητα	
Επίπεδο και πηγές μεταβλητότητας των ποιοτικών στοιχείων	Ποικίλλει, επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες	Μέτρια. Εικοσιτετράωρες μεταβολές λόγω της αναπνοής. Μικρότερη μεταβλητότητα σε ποταμούς με γρήγορη ροή	
Παράγοντες που επιδρούν στην παρακολούθηση	Εποχική στρωμάτωση και ανάμειξη (σε βαθιά νερά), αποφόρτιση ψυχρών υδάτων	Εικοσιτετράωρες/ημερήσιες μεταβολές	
Μεθοδολογία δειγματοληψίας	<i>In situ</i> μετρήσεις με ποντιζόμενα ηλεκτρόδια	<i>In situ</i> μετρήσεις με ποντιζόμενα ηλεκτρόδια, ή συλλογή δειγμάτων και εφαρμογή μεθόδου Winkler	
Τυπική συχνότητα δειγματοληψίας	Κάθε δεκαπέντε ημέρες, μηνιαίως	Κάθε δεκαπέντε ημέρες, μηνιαίως	
Περίοδος δειγματοληψίας	Όλες τις εποχές	Όλες τις εποχές	
Τυπική δειγματοληπτική προσπάθεια	Μία μέτρηση ή κατατομή της στήλης του νερού	Μία μέτρηση ή κατατομή της στήλης του νερού	
Δυσκολία δειγματοληψίας/μετρήσεων	Απλή με την <i>in situ</i> χρήση ποντιζόμενων ηλεκτροδίων	Απλή με την <i>in situ</i> χρήση ποντιζόμενων ηλεκτροδίων ή τη συλλογή δειγμάτων και εφαρμογή μεθόδου Winkler	

Συνέχεια του ποταμού	Διακύμανση βάθους και πλάτους του ποταμού	Δομή και υπόστρωμα της κοίτης του ποταμού	Δομή της παρόχθιας ζώνης του ποταμού
Πολύ σχετική για κάποια είδη. Μία εκτεταμένη έρευνα αρκεί-συμπληρώνεται όταν απαιτείται	Δεν είναι εφαρμόσιμη σε όλους τους ποταμούς (π.χ. ποταμοί που εμφανίζουν μεγάλη φυσική μεταβλητότητα). Η μεθοδολογία θα πρέπει να βελτιωθεί	Βασική για την ερμηνεία των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων και της πιθανότητας συσσώρευσης ιζημάτων	Η εφαρμοσιμότητα της μεθόδου εξαρτάται από το σχήμα, το μέγεθος, κ.τ.λ. της παρόχθιας ζώνης. Η μεθοδολογία θα πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω

Αλατότητα	Κατάσταση οξύισης	Θρεπτικά άλατα
Αγωγιμότητα και συγκέντρωση Ca	pH, ANC, αλκαλικότητα	TP, TN, SRP, NO <sub>3</sub> , NO <sub>2</sub> , NH <sub>4</sub>
Γεωργικές εκπτώσεις, βιομηχανικά απόβλητα	Βιομηχανικά απόβλητα, όξινη βροχή	Γεωργικά, οικιστικά και βιομηχανικά απόβλητα
Χαμηλή μεταβλητότητα παρόλο που επηρεάζεται από τη ροή των υδάτων	Ποικίλλει ανάλογα με τη ρυθμιστική ικανότητα, την παροχή ροής των υδάτων, κ.ά.	Ποικίλλει ανάλογα με τη χρήση γης, τη ρυθμιστική ικανότητα, το λόγο θερμ./DO, την παρουσία δεσμευτικών μετάλλων, κ.ά.
Εποχική στρωμάτωση και ανάμειξη σε βαθιά νερά	Εποχική μεταβλητότητα	Πηγές (σημειακές και διάχυτες), επαρκείς εξειδικευμένες μετρήσεις ώστε να επιτευχθεί διαχωρισμός
<i>In situ</i> μετρήσεις με ποντιζόμενα ηλεκτρόδια	<i>In situ</i> μετρήσεις με ποντιζόμενα ηλεκτρόδια, συλλογή δειγμάτων	Συλλογή δειγμάτων από το πεδίο και εργαστηριακή ανάλυση
Κάθε δεκαπέντε ημέρες, μηνιαίως	Κάθε δεκαπέντε ημέρες, μηνιαίως	Κάθε δεκαπέντε ημέρες, μηνιαίως. Πιο συχνά κατά την περίοδο πλημμύρων
Όλες τις εποχές	Όλες τις εποχές. Ιδιαίτερη προσοχή στα επεισόδια εισροής θαλασσινού νερού και τήξης των χιονιών	Όλες οι εποχές. Ιδιαίτερα έπειτα από επεισόδια εισροής υδάτων. Όχι κατά την περίοδο κάλυψης με πάγο
Μία μέτρηση	Μία μέτρηση	Μία μέτρηση ή κατατομή των βαθιών υδάτων
Απλή με την <i>in situ</i> χρήση ποντιζόμενων ηλεκτροδίων	Απλή με την <i>in situ</i> χρήση ποντιζόμενων ηλεκτροδίων ή τη συλλογή δειγμάτων και την εργαστηριακή ανάλυση	Απλή. Δείγματα επιφανειακών υδάτων ή κατατομή του νερού με τη χρήση δειγματολήπτη βάθους (π.χ. van Dorn)

## συνέχεια > Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για ποταμούς

	Θερμικές συνθήκες	Συνθήκες οξυγόνωσης	
Σύμφωνη μεθοδολογία ανά την Ευρώπη	Όχι	Όχι	
Τρέχουσα εφαρμογή στα συστήματα παρακολούθησης ή ταξινόμησης ανά την Ευρώπη	Ναι	Ναι	
Τα υπάρχοντα συστήματα παρακολούθησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;	Ναι	Ναι	
Τα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;	Όχι	Όχι	
Πρότυπα ISO/CEN	Ναι	Ναι	
Εφαρμοσιμότητα στους ποταμούς	Μέτρια. Στρωμάτωση μπορεί να εμφανίζεται σε βαθιά ποτάμια με χαμηλή ροή. Ανιχνεύει τη θερμική ρύπανση	Μέτρια. Έλλειμμα οξυγόνου μπορεί να παρατηρηθεί σε βαθιά ποτάμια με χαμηλή ροή ή σε ρύακες στα ανάντη μικρών εγκλείσεων υδάτων	
Κύρια πλεονεκτήματα	Εύκολες οι <i>in situ</i> μετρήσεις Εφαρμογή τυποποιημένης μεθοδολογίας	Εύκολες οι <i>in situ</i> μετρήσεις Εφαρμογή τυποποιημένης μεθοδολογίας	
Κύρια μειονεκτήματα	Δεν παρέχει μακροπρόθεσμες ενδείξεις	Η εικοσιτετράωρη μεταβλητότητα μπορεί να απαιτεί συχνή παρακολούθηση Δεν παρέχει μακροπρόθεσμες ενδείξεις	
Προτάσεις	Βασικός καθοριστικός παράγοντας για την αποτίμηση των βιοκοινοτήτων	Βασικός καθοριστικός παράγοντας για την αποτίμηση των βιοκοινοτήτων	



	Αλατότητα	Κατάσταση οξίνισης	Θρεπτικά άλατα
	Όχι	Όχι	Όχι
	Ναι	Ναι	Ναι
	Ναι	Ναι	Ναι
	Όχι	Όχι	Όχι
	Ναι	Ναι	Ναι
	Υψηλή	Χαμηλή. Υπάρχει πρόβλημα σε στάσιμα νερά	Υψηλή
	Εύκολες οι <i>in situ</i> μετρήσεις Εφαρμογή τυποποιημένης μεθοδολογίας	Εύκολες οι <i>in situ</i> μετρήσεις Εφαρμογή τυποποιημένης μεθοδολογίας	Μπορεί να παρέχει πληροφορίες για πηγές ρύπανσης Εύκολες οι <i>in situ</i> μετρήσεις Εφαρμογή τυποποιημένης μεθοδολογίας
	Δεν παρέχει μακροπρόθεσμες ενδείξεις	Δεν παρέχει μακροπρόθεσμες ενδείξεις Μπορεί να απαιτείται εντατική παρακολούθηση έπειτα από έντονη κατακρήμνιση	Δεν παρέχει μακροπρόθεσμες ενδείξεις Μπορεί να απαιτείται εντατική παρακολούθηση έπειτα από έντονη κατακρήμνιση
	Συνιστάται για ποτάμια σε ημίξηρο κλίμα και/ή σε υψηλές αλατότητες	Συνιστάται για ποτάμια που διατρέχουν κίνδυνο οξίνισης	Πολύ σημαντικός δείκτης για την ανθρώπινη δραστηριότητα/τον ευτροφισμό Το ολικό N και ο ολικός P, τα νιτρικά και τα ορθοφωσφορικά άλατα είναι τα ελάχιστα που θα πρέπει να παρακολουθούνται. Η αμμωνία παρακολουθείται όπου οι συγκεντρώσεις της αναμένεται να είναι προβληματικές

## Πίνακας 2.Α. Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες

	Φυτοπλαγκτό	Μακρόφυτα	
Ενδεικτικές παράμετροι των βιολογικών ποιοτικών στοιχείων	Σύνθεση, αφθονία, βιομάζα (Chla), εξανθήσεις	Σύνθεση και αφθονία	
Παράμετροι που υποστηρίζουν τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία	Συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών (ολικές/διαλυτές), κλωροφύλλη, DO, POC, TOC, pH, αλκαλικότητα, θερμοκρασία, διαφάνεια, <i>in situ</i> φθοριομέτρηση	Συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών στο νερό της λίμνης, στο ίζημα και στο νερό των πόρων, τύπος υποστρώματος, pH, αλκαλικότητα, αγωγιμότητα, διαφάνεια, δίσκος Secchi, συγκέντρωση Ca	
Πιέσεις στις οποίες ανταποκρίνονται τα ποιοτικά στοιχεία	Ευτροφισμός, οργανική ρύπανση, οξίνιση, τοξική ρύπανση	Ευτροφισμός, οξίνιση, τοξική ρύπανση, προσχώσεις, διευθέτωση ποταμού, επίπεδο στάθμης νερού της λίμνης, εισαγωγή αλλόχθονων ειδών	
Κινητικότητα βιολογικών ποιοτικών στοιχείων	Μέτρια	Καμία	
Πηγές και επίπεδα μεταβλητότητας βιολογικών ποιοτικών στοιχείων	Υψηλή εποχική διακύμανση των δομών των κοινοτήτων και της βιομάζας Μέτρια έως υψηλή χωρική διακύμανση	Μέτρια έως υψηλή εποχική διακύμανση των δομών των κοινοτήτων και της βιομάζας Υψηλή χωρική διακύμανση	
Παρουσία στις λίμνες	Άφθονη	Άφθονη, σπάνια σε ταμειυτήρες	
Μεθοδολογία δειγματοληψίας	Μεικτά ή διακριτά δείγματα στη στήλη του νερού 1-5 σημεία ανά λίμνη Χρησιμοποιούνται μπουκάλια ή εύκαμπτα λάστιχα	Αεροφωτογραφίες ή/και λήψη δειγμάτων από εγκάρσιες τομές κάθετα στην ακτογραμμή	
Ενδιαίτηματα για λήψη δειγμάτων	Στήλη νερού (επιλίμνιο, εύφωτη ζώνη, μεταλίμνιο)	Παράλια ζώνη	
Τυπική συχνότητα δειγματοληψίας	Μηνιαίως, τριμηνιαίως	Ετησίως, σε φυσικές λίμνες κάθε 3-6 έτη	
Περίοδος δειγματοληψίας	Όλες οι εποχές, τουλάχιστον δύο φορές/έτος κατά τη διάρκεια της εαρινής ανάμειξης και της καλοκαιρινής στρωμάτωσης	Αργά το καλοκαίρι, σύμφωνα με την κρίση των εμπειρογνομόνων	
Τυπική δειγματοληπτική προσπάθεια	Συχνά, ένας μόνο σταθμός, στο κέντρο της λίμνης	3-10 εγκάρσιες τομές ανά λίμνη, με 2-3 πλαίσια ανά τομή επαρκούν για την πλειονότητα των λιμνών	

Φυτοβένθος	Βενθικά ασπόνδυλα	Ιχθυοπανίδα
Σύνθεση και αφθονία	Σύνθεση, αφθονία, ποικιλότητα και ευαισθητα στη διατάραξη είδη	Σύνθεση, αφθονία, ευαίσθητα στη διατάραξη είδη και κατανομή κατά ηλικίες
Συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών στο νερό της λίμνης, στο ίζημα και στο νερό των πόρων, τύπος υποστρώματος, pH, αλκαλικότητα, αγωγιμότητα, διαφάνεια, δίσκος Secchi, συγκέντρωση Ca	Συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών (ολικές/διαλυτές) στο νερό της λίμνης, DO, pH, αλκαλικότητα, ανάλυση ιζήματος, βιοδοκιμές τοξικότητας	Συγκεντρώσεις θρεπτικών ουσιών (ολικές/διαλυτές), DO, pH, αλκαλικότητα, θερμοκρασία, βιοδοκιμές τοξικότητας, τροφική κατάσταση, δυναμική ζωοπλαγκτού, ANC, TOC
Ευτροφισμός, οξίνιση, τοξική ρύπανση, προσχώσεις, διευθέτση ποταμού, επίπεδο στάθμης νερού της λίμνης, εισαγωγή αλλόχθονων ειδών	Ευτροφισμός, οργανική ρύπανση, οξίνιση, τοξική ρύπανση, προσχώσεις, διευθέτση ποταμού, μεταβολές στις υδρομορφολογικές συνθήκες (παράλια ζώνη)	Ευτροφισμός, οξίνιση, τοξική ρύπανση, προσχώσεις, αλιεία, μεταβολές στις υδρομορφολογικές συνθήκες, εισαγωγή αλλόχθονων ειδών
Καμία	Μικρή έως μέτρια	Υψηλή
Μέτρια έως υψηλή εποχική διακύμανση των δομών των κοινοτήτων και της βιομάζας Χαμηλή διαχρονική διακύμανση Υψηλή χωρική διακύμανση	Μέτρια έως υψηλή εποχική διακύμανση των δομών των κοινοτήτων και της βιομάζας Υψηλή χωρική διακύμανση	Υψηλή εποχική και χωρική διακύμανση Οι πληθυσμοί σχηματίζουν κοπάδια ανάλογα με τις συνθήκες που επικρατούν στο ενδιαίτημα
Άφθονη, σπάνια σε ταμειευτήρες	Άφθονη	Άφθονη
<i>In situ</i> παρατήρηση της ύπαρξης φυσικού υποστρώματος στην παράλια ζώνη ή/και ενδιαίμεσα από κοίτες μακροφυκών και απόξυση του υποστρώματος	Ποιοτική ή ημι-ποσοτική λήψη δειγμάτων με δίχτυ χειρός (handet sampling) ή αναμόχλευση με το πόδι (kick sampling) Ekman Grab ή δείγματα πυρήνων (core sampling) Ο εξοπλισμός εξαρτάται από τον τύπο του υποστρώματος	Ηλεκτραλιεία Σύλληψη με δίχτυα (απλά δίχτυα, μανωμένα, κ.λπ.) Τράτες Ακουστικές μέθοδοι
Βενθικό/Τεχνητό υπόστρωμα	Παράλια, υποπαράλια και βαθυπαράλια ζώνη	Παράλια, πελαγική ζώνη
Ποικίλει από μία φορά/έτος, μέχρι και πολλές φορές κατά την περίοδο αύξησης	Ετησίως, σε φυσικές λίμνες κάθε 3-6 έτη Δύο φορές/έτος στην παράλια ζώνη	Εξαρτάται από τα φυσικά χαρακτηριστικά του υδατικού συστήματος και τον σκοπό Συνήθως ετησίως
Τριμηνιαίως/κάθε 6 μήνες/πολλές φορές κατά την περίοδο αύξησης	Νωρίς την άνοιξη και αργά το καλοκαίρι	Από αργά την άνοιξη μέχρι νωρίς το φθινόπωρο
Κατά πλάτος της λίμνης, 3-10 εγκάρσιες τομές από την παράλια, μέχρι την υποπαράλια ζώνη	Κατά πλάτος της λίμνης, μεικτά δείγματα δύο ή τριών grabs, σε κάθε ένα από τα 3-5 υποπαράλια σημεία δειγματοληψίας (συνολικά 7-15 grabs)	Εξαρτάται από τον αλιευτικό εξοπλισμό και τον τύπο της λίμνης

## συνέχεια > Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες

	Φυτοπλαγκτό	Μακρόφυτα
Δυσκολία δειγματοληψίας	Σχετικά απλή	Εξαρτάται από την περίπτωση, απαιτεί ειδικό εξοπλισμό και σχετικά εξειδικευμένο προσωπικό με καταδυτικά προσόντα. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικές μέθοδοι, όπως η ρίψη κάμερας/ROV/RAVE
Μετρήσεις πεδίου ή εργαστηρίου	Προετοιμασία δειγμάτων για το εργαστήριο. Προσδιορισμός ειδών, μέτρηση ατόμων και προσδιορισμός βιομάζας με τη χρήση μικροσκοπίου. Προσδιορισμός τοξινών και chl <sub>a</sub>	Μετρήσεις πεδίου με τη χρήση αεροφωτογραφιών. Λήψη δειγμάτων από τις εγκάρσιες τομές. Προσδιορισμός ειδών στο εργαστήριο. Ανάλυση της περιεχόμενης chl <sub>a</sub> , και προσδιορισμός της νωπής, ξηρής και ελεύθερης τέφρας ξηρής βιομάζας (AFDM), καθώς και του οργανικού περιεχομένου
Ευκολία και επίπεδο προσδιορισμού ειδών	Σχετικά εύκολος για μετρήσεις που βασίζονται σε επίπεδο οικογένειας, δύσκολος για το επίπεδο του γένους και του είδους. Προσδιορισμός βιομάζας δύσκολος	Προσδιορισμός μέχρι και το επίπεδο του είδους σχετικά εύκολη, με εξαίρεση τις βλαστικές φάσεις κάποιων ειδών (π.χ. Potamogeton)
Συνθήκες αναφοράς για σύγκριση της ποιότητας/των δειγμάτων/των σταθμών	Τιμές δεικτών φυτοπλαγκτού (π.χ. πυκνότητα κυττάρων, βιο-όγκος) που αναμένονται απουσία σημαντικών ανθρωπογενών πιέσεων	Οι τιμές αναφοράς αντιστοιχούν στις τυπικές τιμές δεικτών και στην ποικιλότητα των ειδών της χλωρίδας σε λίμνες που δεν υπόκεινται σε σημαντικές ανθρωπογενείς πιέσεις
Σύμφωνη μεθοδολογία ανά την Ευρώπη	Όχι	Όχι
Τρέχουσα εφαρμογή στα συστήματα παρακολούθησης ή ταξινόμησης	Δανία, Φινλανδία, Ιρλανδία, Ολλανδία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο και Νορβηγία	Δανία, Ολλανδία, Σουηδία, Ηνωμένο Βασίλειο και Νορβηγία
Τρέχουσα χρήση βιοτικών δεικτών ανά την Ευρώπη	Ταξινομική ανάλυση (π.χ. δείκτες ποικιλότητας, αφθονία ειδών, δείκτες ειδών) Ολικός όγκος φυτοπλαγκτού, παρουσία εαρινών εξανθήσεων διατόμων, παρουσία επιβλαβών μικροφυκών, αριθμός και αναλογία κυανοβακτηρίων που παράγουν τοξίνες	Trophic Ranking Score (TRS) είδη με χαμηλές τιμές TRS απαντώνται σε λίμνες πτωχές σε θρεπτικές ουσίες, ενώ είδη με υψηλές τιμές TRS σχετίζονται με εύτροφα ύδατα Επίπεδο ποικιλότητας Σχετική επικράτηση λειτουργικών ομάδων Macrophyte Trophic Index (TIM)

Φυτοβένθος	Βενθικά ασπόνδυλα	Ιχθυοπανίδα
Σχετικά απλή. Στις βαθιές λίμνες απαιτείται σκάφος καθώς και κρίση εμπειρογνομόνων για την αξιολόγηση πιθανών κινδύνων	Σχετικά απλή. Στις βαθιές λίμνες απαιτείται σκάφος καθώς και κρίση εμπειρογνομόνων για την αξιολόγηση πιθανών κινδύνων	Δύσκολη, απαιτεί εξειδικευμένο δειγματοληπτικό εξοπλισμό
	Επεξεργασία δειγμάτων στο εργαστήριο, απαιτούνται τουλάχιστον 100 οργανισμοί ανά δείγμα, προσδιορισμός συχνά μέχρι και το επίπεδο του είδους	Η διάρκεια και η περιοχή δειγματοληψίας καταγράφονται ώστε να υπολογισθεί η προσπάθεια δειγματοληψίας. Στο εργαστήριο, προσδιορισμός μέχρι το επίπεδο του είδους, απαρίθμηση, μέτρηση μήκους και βάρους, εξέταση για ύπαρξη ατόμων με δυσμορφίες
Προσδιορισμός σχετικά εύκολος για επίπεδο οικογένειας, δύσκολος για το επίπεδο του γένους και του είδους. Προσδιορισμός βιομάζας δύσκολος	Σχετικά εύκολος για μετρήσεις που βασίζονται σε επίπεδο οικογένειας, δύσκολος για το επίπεδο του γένους και του είδους	Σχετικά εύκολος, κάποιες δυσκολίες μπορεί να παρατηρηθούν με σπάνια είδη και νεαρά άτομα
Περιορισμένη γνώση των συνθηκών αναφοράς για το φυτοβένθος στις λίμνες. Δεν έχει καθορισθεί κάποια μεθοδολογία	Οι τιμές αναφοράς για τους δείκτες ποικιλότητας, αφθονίας και κατανομής αντιστοιχούν σε λίμνες που δεν υπόκεινται σε σημαντικές ανθρωπογενείς πιέσεις	Δύσκολο να καθοριστούν διότι μόνο οι επιπτώσεις των φυσικοχημικών και τδρομορφολογικών πιέσεων μπορούν να υπολογισθούν, όχι αυτές της αλιείας, των ιχθυοκαλλιεργειών και της εισαγωγής ειδών
Όχι	Όχι	Όχι
Όχι	Δανία, Ολλανδία, Σουηδία και Νορβηγία	Φινλανδία, Ολλανδία, Σουηδία και Νορβηγία
Όχι	Δείκτης ποικιλότητας Shannon (μέτρηση της ποικιλότητας και της επικράτησης μέσα στις βιοκοινότητες), Δείκτης ASPT (Average Score Per Taxa, σχετίζεται με την επικράτηση ευαίσθητων –υψηλή τιμή δείκτη– και πιο ανθεκτικών –χαμηλή τιμή δείκτη– ειδών), Danish Fauna Index (εκτίμηση των επιπτώσεων του ευτροφισμού και της οργανικής ρύπανσης στην εκτεθειμένη παράλια ζώνη των λιμνών) Benthic Quality Index (εκτίμηση των επιπτώσεων του ευτροφισμού και	Index of Biotic Integrity (περιλαμβάνει μετρήσεις της σύνθεσης των ιχθυοπληθυσμών και της σχετικής αφθονίας), % ιχθυοφάγα ή ζωοπλαγκτοφάγα (υποκατάστατο της ηλικιακής κατανομής των ιχθυοπληθυσμών), % ασπονδυλοφάγα/παμφάγα

## συνέχεια > Βιολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες

	Φυτοπλαγκτό	Μακρόφυτα	
Τρέχουσα χρήση βιοτικών δεικτών ανά την Ευρώπη (συνέχεια)			
Τα υπάρχοντα συστήματα παρακολούθησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;	Όχι	Όχι	
Εφαρμοσιμότητα στις λίμνες	Υψηλή	Υψηλή (πολύ χαμηλή σε ταμειυτήρες)	
Πρότυπα ISO/CEN	Υπό ανάπτυξη	Υπό ανάπτυξη	
Κύρια πλεονεκτήματα	Εύκολη συλλογή δειγμάτων Σχετίζεται με την ποιότητα των υδάτων και την τροφική κατάσταση Χρησιμοποιείται από πολλές χώρες για την εκτίμηση των φαινομένων ευτροφισμού Ευκολία στην τυποποίηση της μεθόδου	Εύκολη συλλογή δειγμάτων και προσδιορισμός ειδών, ειδικά σε αβαθείς λίμνες Καλός δείκτης ενός μεγάλου εύρους επιπτώσεων, ιδιαίτερα του ευτροφισμού και των προσχώσεων	
Κύρια μειονεκτήματα	Απαιτείται εξειδικευμένος ταξινόμος για τον προσδιορισμό των ειδών Υψηλή εποχική μεταβλητότητα-υψηλή συχνότητα δειγματοληψίας Απαιτείται κάθετη και οριζόντια δειγματοληψία λόγω της χωρικής ετερογένειας	Δυσκολία συλλογής δειγμάτων σε βαθιές λίμνες Δεν χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρωπαϊκή Ένωση Έλλειψη δεδομένων για σύγκριση αποτελεσμάτων με τις συνθήκες αναφοράς Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας	
Συμπεράσματα/Προτάσεις	Ανταποκρίνεται ταχύτατα σε μεταβολές των επιπέδων των συγκεντρώσεων του φωσφόρου. Προσδιορισμός μέχρι το επίπεδο της τάξης ή του γένους προτείνεται για την παρακολούθηση της ταξινομικής σύνθεσης του φυτοπλαγκτού. Προς το παρόν δεν φαίνεται πως ο προσδιορισμός των ατόμων μέχρι και το επίπεδο του είδους αποτελεί σημαντική βελτίωση της πληροφοριακής αξίας των δεδομένων. Απαιτείται επιπλέον έρευνα σε αυτόν τον τομέα	Παράμετρος κλειδί για την εκτίμηση άλλων βιολογικών στοιχείων στις λίμνες Τα μακρόφυτα παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των λιμνών. Ωστόσο, η παρακολούθησή τους δε χρησιμοποιείται συχνά στην εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας	

Φυτοβένθος	Βενθικά ασπόνδυλα	Ιχθυοπανίδα
	της οργανικής ρύπανσης στη βαθυπαράλια ζώνη των λιμνών), O/C Index (συμπληρωματικός ή εναλλακτικός του Benthic Quality Index), Acidity Index (εκφράζει την παρουσία ειδών με ανεκτικότητα σε μεταβαλλόμενες τιμές pH)	
Όχι	Όχι	Όχι
Υψηλή (μέτρια σε ταμειυτήρες, ανάλογα με τον τρόπο διαχείρισης της λίμνης)	Μέτρια	Υψηλή (μέτρια έως χαμηλή σε ταμειυτήρες)
Υπό ανάπτυξη	Υπό ανάπτυξη	Υπό ανάπτυξη
Ευκολία προσδιορισμού ατόμων μέχρι το επίπεδο της οικογένειας Καλός δείκτης του ευτροφισμού	Εύκολη συλλογή δειγμάτων, ειδικά σε αβαθείς λίμνες Σχετικά εύκολη ανάλυση Υπάρχουν ήδη ανεπτυγμένες μέθοδοι Συνδυάζει χημικά και βιολογικά γνωρίσματα	Δυνατότητα προσαρμογής των συστημάτων ταξινόμησης ώστε να πληρούνται οι απαιτήσεις της Οδηγίας
Δεν υπάρχουν καθορισμένες μέθοδοι Έλλειψη δεδομένων για σύγκριση αποτελεσμάτων με τις συνθήκες αναφοράς Δεν χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρωπαϊκή Ένωση Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας	Δεν χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρωπαϊκή Ένωση Έλλειψη δεδομένων για σύγκριση αποτελεσμάτων με τις συνθήκες αναφοράς Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας Χρονοβόρα και δαπανηρή μέθοδος ανάλυσης	Απαιτείται εξειδικευμένος δειγματοληπτικός εξοπλισμός Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας
Το φυτοβένθος παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στον μεταβολισμό των λιμνών. Ωστόσο, δεν υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία και εμπειρία για τη χρήση του φυτοβένθους ως παραμέτρου παρακολούθησης. Απαιτείται επιπλέον έρευνα σε αυτόν τον τομέα	Σημαντική παράμετρος στην εκτίμηση άλλων βιολογικών στοιχείων. Η χρήση τους βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο ανάπτυξης. Απαιτείται η ανάπτυξη κοινών μεθοδολογιών. Η μέθοδος που έχει αναπτύξει ο CEN προτείνει τον προσδιορισμό της βενθικής πανίδας ασπονδύλων μέχρι και το επίπεδο του είδους	Βιολογικό ποιοτικό στοιχείο- κλειδί Μπορεί να παρουσιάζει δυσκολίες στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων (αλιεία, βιοχειρισμός, κ.λπ.) Αντανακλά όλες τις ανθρωπογενείς και φυσικές επιδράσεις. Η σύνθεση, αφθονία και δομή των κοινοτήτων των ιχθυοπληθυσμών αποτελούν πολύ χρήσιμους δείκτες της οικολογικής ποιότητας. Η ιχθυοπανίδα περιλαμβάνεται στα συστήματα παρακολούθησης ελάχιστων Ευρωπαϊκών Κρατών

## Πίνακας 2.Β. Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες

	Ποσότητα και δυναμική της ροής των υδάτων	Χρόνος παραμονής	
Ενδεικτικές παράμετροι των υδρομορφολογικών ποιοτικών στοιχείων	Ρυθμός εισροής και εκροής υδάτων, στάθμη υδάτων, υπερχειλίσεις και εκφόρτιση υδάτων μέσω υδραυλικών έργων (ταμιευτήρες), πρότυπα ανάμειξης και κυκλοφορίας	Όγκος, βάθος, εισροή και εκροή	
Πιέσεις στις οποίες ανταποκρίνονται τα ποιοτικά στοιχεία	Μεταβλητότητα κλίματος, αντιπλημμυρικά έργα, ανθρωπογενείς δραστηριότητες	Μεταβλητότητα κλίματος, ανθρωπογενείς δραστηριότητες	
Επίπεδο και πηγές μεταβλητότητας των ποιοτικών στοιχείων	Μέτρια μεταβλητότητα	Χαμηλή, αλλά μπορεί να ποικίλλει σε ακραίες καιρικές συνθήκες	
Μεθοδολογία δειγματοληψίας	Εκτίμηση της στάθμης των υδάτων, της ροής και των ρευμάτων. In situ μετρήσεις με χρήση κλίμακας ή ποντιζόμενων πλεκτροδίων με ή χωρίς ικανότητα τηλεμετάδοσης	Ηχοβολισμός για τη μέτρηση του βάθους, υψογραφικές καμπύλες	
Τυπική συχνότητα δειγματοληψίας	Εβδομαδιαίως, μηνιαίως Ωριαίως, ημερησίως (ταμιευτήρες)	Κάθε 5-10 έτη ή λιγότερο συχνά εάν δεν υπάρχουν ενδείξεις για μεταβολές. Ετησίως για ταμιευτήρες	
Περίοδος δειγματοληψίας	Όλες τις εποχές	Όλες τις εποχές, όχι κατά τη διάρκεια της περιόδου σχηματισμού πάγου	
Τυπική δειγματοληπτική προσπάθεια	Σημείο εισροής/εκροής υδάτων, σταθμοί μέτρησης	Ολόκληρη η λίμνη	
Δυσκολία δειγματοληψίας/μετρήσεων	Απλή έπειτα από ελάχιστη πρακτική εξάσκηση	Απλή για εκτίμηση του θεωρητικού χρόνου παραμονής. Δύσκολη για εκτίμηση του πραγματικού χρόνου παραμονής	



	Σύνδεση με υπόγεια ύδατα	Διακύμανση βάθους λίμνης (διακύμανση στάθμης υδάτων)	Ποσότητα, δομή και υπόστρωμα του πυθμένα της λίμνης	Δομή της όχθης της λίμνης
	Επιφάνεια και όγκος λίμνης	Επιφάνεια, όγκος και βάθος λίμνης	Μέγεθος κόκκων, περιεχόμενο σε νερό, πυκνότητα, στοιχειώδης σύνθεση, ρυθμός ιζηματοποίησης, ηλικία ιζήματος (Cs 137), μικροαπολιθώματα σε παλαιολιμνολογικές μελέτες	Μήκος, κάλυψη παρόχθιας βλάστησης, παρουσία ειδών, χαρακτηριστικά γνωρίσματα και σύνθεση της όχθης
	Μεταβλητότητα κλίματος, ανθρωπογενείς δραστηριότητες	Μεταβλητότητα κλίματος, προσχώσεις, χρήσεις ύδατος, παροχή ροής ύδατος	Προσχώσεις	Ανθρωπογενείς παρεμβάσεις, διάβρωση, έκπλυση υδάτων, διακυμάνσεις της στάθμης των υδάτων στους ταμιευτήρες
	Υψηλή μεταβλητότητα	Γενικά χαμηλή μεταβλητότητα, υψηλή σε ταμιευτήρες (εκφόρτιση υδάτων από το επιλίμνιο/υπολίμνιο)	Υψηλή μεταβλητότητα	Ποικίλλει
	Καμπύλες βάθους-όγκου, υψογραφικές καμπύλες, εκτίμηση της στάθμης των υδάτων	Ηχοβολιστικά συστήματα, βαθόμετρο, μέθοδος εγκάρσιων τομών με χρήση βυθομετρικών ράβδων	Δειγματολήπτες πυρήνα και grab samplers ανάλογα με τους σκοπούς της μελέτης υπάρχουν τρεις τύποι δειγματοληψίας: προσδιοριστικός, τυχαίος και κανονικού πλέγματος	Εγκάρσιες τομές, αεροφωτογραφίες και εμβαδομέτρηση
	Ποικίλλει	Φυσικές λίμνες: κάθε 15 έτη Ταμιευτήρες: ποικίλλει	Συνήθως ετησίως ή λιγότερο συχνά εάν δεν αναμένονται μεταβολές (συνθήκες αναφοράς). Κάθε 3-5 έτη (ρυπασμένες λίμνες)	Κάθε 6 έτη
	Όλες τις εποχές	Ταμιευτήρες: γενικά κατά τη διάρκεια της λειτουργικής περιόδου, την άνοιξη μέχρι νωρίς το φθινόπωρο	Συνήθως τον χειμώνα ή το καλοκαίρι	Ποικίλλει. Άνοιξη ή χειμώνα κατά τη διάρκεια της περιόδου αύξησης
	Ολόκληρη η λίμνη	Ολόκληρη η λίμνη	Ποικίλλει ανάλογα με τους σκοπούς της μελέτης	Ολόκληρο το ενδιαίτημα της όχθης της λίμνης
	Δύσκολη	Σχετικά εύκολη έπειτα από ελάχιστη πρακτική εξάσκηση	Σχετικά εύκολη έπειτα από ελάχιστη πρακτική εξάσκηση	

συνέχεια > Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες

	Ποσότητα και δυναμική της ροής των υδάτων	Χρόνος παραμονής	
Συνθήκες αναφοράς για σύγκριση της ποιότητας/των δειγμάτων/των σταθμών	Ιστορικά δεδομένα	Ιστορικά δεδομένα	
Σύμφωνη μεθοδολογία ανά την Ευρώπη	Ναι, σύμφωνα με πρακτικές άλλων κρατών	Όχι	
Τρέχουσα εφαρμογή στα συστήματα παρακολούθησης ή ταξινόμησης ανά την Ευρώπη	Όχι/Ναι σε ταμειευτήρες	Όχι	
Τα υπάρχοντα συστήματα παρακολούθησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;	Όχι	Όχι	
Πρότυπα ISO/CEN	Ναι, παραπομπή στα ISO/TC 113, CEN/TC 318	Όχι	
Εφαρμοσιμότητα στις λίμνες	Υψηλή	Υψηλή	
Κύρια πλεονεκτήματα	Οι υδρολογικές μετρήσεις είναι σημαντικές για την ερμηνεία των δεδομένων της ποιότητας των υδάτων και για τη διαχείριση των αποθεμάτων ύδατος	Η υδρολογία της λίμνης αποτελεί τη βάση για την αποτίμηση της ποιότητας των υδάτων Ο χρόνος παραμονής υδάτων επηρεάζει την κατακράτηση των θρεπτικών ουσιών και την εμφάνιση συνθηκών ανοξίας σε βαθιά, στρωματοποιημένα υδατικά συστήματα	
Κύρια μειονεκτήματα	Χρονοβόρα και δαπανηρή	Χρονοβόρα και δαπανηρή	

	Σύνδεση με υπόγεια ύδατα	Διακύμανση βάθους λίμνης (διακύμανση στάθμης υδάτων)	Ποσότητα, δομή και υπόστρωμα του πυθμένα της λίμνης	Δομή της όχθης της λίμνης
	Ιστορικά δεδομένα	Ιστορικά δεδομένα	Παλαιολιμνολογία/ Μελέτες πυρήνων ιζήματος	Ιστορικά δεδομένα
	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	Όχι	Όχι, Γαλλία, Ηνωμένο Βασίλειο, Ισπανία	Όχι	Όχι
	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
	Η υδρολογία της λίμνης αποτελεί τη βάση για την αποτίμηση της ποιότητας των υδάτων	Η διακύμανση της στάθμης των υδάτων έχει άμεσες επιπτώσεις στην παράλια υδατική ζωή. Η μορφολογία της λεκάνης της λίμνης επηρεάζει την υδροδυναμική της λίμνης και την ευαισθησία της στα φορτία θρεπτικών ουσιών	Θεωρούνται ως περιβαλλοντικά ταχύμετρα. Οι παλαιολιμνολογικές μελέτες αποτελούν συχνά τον μόνο τρόπο για συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις παρελθούσες συνθήκες αναφοράς. Οι ρυπογόνες ουσίες συσσωρεύονται στο ίζημα σε μεγάλες συγκεντρώσεις (ελάχιστες συχνότητες δειγματοληψίας)	Αποτελεί πολύτιμο δείκτη στην προστασία της βιολογικής ευστάθειας
	Χρονοβόρα και δαπανηρή	Υδρογραφικοί χάρτες λιμνών με επαρκείς λεπτομέρειες για οικολογική ανάλυση είναι σπάνια διαθέσιμοι. Ακόμη κι αν βρεθούν βαθυμετρικοί χάρτες, θα πρέπει να ελεγχθεί η ακρίβειά τους***	Η παλαιολιμνολογική ανάλυση κοστίζει σχετικά ακριβά και τα αποτελέσματα εξαρτώνται από το πόσο αδιατάρακτο είναι το ίζημα. Ο βαθμός διατήρησης των μικροαπολιθωμάτων μπορεί να ποικίλλει	Η μεθοδολογία πρέπει να βελτιωθεί περαιτέρω για την ενσωμάτωση των απαιτήσεων της Οδηγίας

\*\*\*

- Στα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης ανά την Ευρώπη, περιλαμβάνεται παρακολούθηση περιορισμένου μόνο αριθμού υδρολογικών χαρακτηριστικών.
- Με εξαίρεση τη διακύμανση του βάθους της λίμνης, η παρακολούθηση των μορφολογικών χαρακτηριστικών δεν περιλαμβάνεται στα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης στην Ευρώπη

## συνέχεια > Υδρομορφολογικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες

	Ποσότητα και δυναμική της ροής των υδάτων	Χρόνος παραμονής	
Συμπεράσματα/Προτάσεις	Σημαντικό στοιχείο για τον υπολογισμό του ισοζυγίου των υδάτινων μαζών, κ.ά. Η χρήση αυτού του βασικού στοιχείου θα πρέπει να συμπληρώνεται και από άλλες παραμέτρους	Σημαντικό στοιχείο για τον χαρακτηρισμό και την αποτίμηση των ποιοτικών δεδομένων της λίμνης	

## Πίνακας 2.Γ.

### Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες

	Διαφάνεια	Θερμικές συνθήκες	
Ενδεικτικές παράμετροι των φυσικοχημικών ποιοτικών στοιχείων	Βάθος δίσκου Secchi, θολότητα, χρώμα, TSS	Θερμοκρασία	
Συνάφεια των ποιοτικών στοιχείων	Ευτροφισμός, οξίνιση	Υδρολογικός κύκλος, βιολογική δραστηριότητα	
Πιέσεις στις οποίες ανταποκρίνονται τα ποιοτικά στοιχεία	Αγροτικά, οικιστικά και βιομηχανικά απόβλητα	Θερμικές απορρίψεις, διαχείριση υδάτων σε ταμειυτήρες	
Επίπεδο και πηγές μεταβλητότητας των ποιοτικών στοιχείων	Υψηλή μεταβλητότητα, επηρεάζεται από αυτόχθονο και αλλόχθονο υλικό	Υψηλή, επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες, την τοπογραφία, τη μορφολογία και τις διαστάσεις του υδατικού συστήματος	
Παράγοντες που επιδρούν στην παρακολούθηση	Εποχική μεταβλητότητα	Εποχική μεταβλητότητα (ανάμειξη και στρωμάτωση)	
Μεθοδολογία δειγματοληψίας	<i>In situ</i> με δίσκο Secchi TSS: δειγματοληψία πεδίου και εργαστηριακή ανάλυση Θολότητα: <i>in situ</i> με όργανα μέτρησης της διαφάνειας, νεφελόμετρα Χρώμα: <i>in situ</i> ή στο εργαστήριο σύγκριση με την κλίμακα Forel-Ule	<i>In situ</i> με χρήση θερμομετρικών ράβδων ή ανάστροφου τύπου θερμομέτρου Hg	

	Σύνδεση με υπόγεια ύδατα	Διακύμανση βάθους λίμνης (διακύμανση στάθμης υδάτων)	Ποσότητα, δομή και υπόστρωμα του πυθμένα της λίμνης	Δομή της όχθης της λίμνης
	Σχετικό στοιχείο, μόνο όπου τα υπόγεια ύδατα συνιστούν σημαντική παράμετρο του υδατικού ισοζυγίου της λίμνης. Η μεθοδολογία χρειάζεται περαιτέρω ανάπτυξη	Σχετικό στοιχείο, μόνο όπου έχει οικολογική σημασία. Σημαντικό για τον σχεδιασμό προγραμμάτων παρακολούθησης. Πολύ σημαντικό για τους ταμιευτήρες. Η μέτρηση του βάθους (στο χρόνο και στο χώρο) αποτελεί σημαντικό βοηθητικό στοιχείο	Δεν χρησιμοποιείται γενικά στα προγράμματα παρακολούθησης. Οι διαδικασίες ανταλλαγής μεταξύ του ιζήματος και του νερού είναι σημαντικές για τον καθορισμό της ποιότητας σε πολλές λίμνες	Απαραίτητο για την ερμηνεία των βιολογικών παραμέτρων (π.χ. μακρόφυτα, κάποια είδη ψαριών, κ.ά.) ειδικά σε αβαθείς λίμνες ή σε λίμνες που διαθέτουν εκτεταμένη παράλια ζώνη

	Συνθήκες οξυγόνωσης	Αλατότητα	Οξίνιση	Θρεπτικές ουσίες
	DO, TOC, BOD, COD, DOC	Αγωγιμότητα	Αλκαλικότητα, pH, ANC	Ολικός P, SRP, ολικό N, N-NO <sub>3</sub> , N-NO <sub>2</sub> , N-NH <sub>4</sub>
	Παραγωγή, αναπνοή, ορυκτοποίηση		Ρυθμιστική ικανότητα, ευαισθησία στην οξίνιση	Ευτροφισμός
	Ευτροφισμός, οργανική ρύπανση, βιομηχανικά απόβλητα	Βιομηχανικά απόβλητα, επιφανειακή έκπλυση υδάτων	Όξινη βροχή, βιομηχανικά απόβλητα	Αγροτικά, οικιστικά και βιομηχανικά απόβλητα
	Ποικίλλει, εικοσιτετράωρες μεταβολές λόγω αναπνοής, φωτοσύνθεσης	Χαμηλή – Μέτρια, επηρεάζεται από τα κλιματικά συμβάντα	Χαμηλή – Μέτρια, επηρεάζεται από τα κλιματικά συμβάντα	Χαμηλή – Μέτρια, επηρεάζεται από τα κλιματικά συμβάντα
	Εικοσιτετράωρες μεταβολές. Μεγάλη κλίση της καμπύλης σε στρωματοποιημένες λίμνες	Εποχική μεταβλητότητα	Εποχική μεταβλητότητα	Επαρκείς εξειδικευμένες μετρήσεις ώστε να επιτευχθεί διαχωρισμός (σημειακές και διάχυτες πηγές)
	Απευθείας απόκτηση δεδομένων από το διαδίκτυο, <i>in situ</i> μετρήσεις με ποντιζόμενα ηλεκτρόδια, δειγματοληψία πεδίου και εργαστηριακή στοιχειομετρική ανάλυση Winkler	<i>In situ</i> μετρήσεις με ποντιζόμενα ηλεκτρόδια	<i>In situ</i> μετρήσεις του pH, δειγματοληψία πεδίου και εργαστηριακή ανάλυση	Δειγματοληψία πεδίου και εργαστηριακή ανάλυση

**συνέχεια > Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες**

	<b>Διαφάνεια</b>	<b>Θερμικές συνθήκες</b>	
<b>Τυπική συχνότητα δειγματοληψίας</b>	Μηνιαίως/Τριμηνιαίως, ανάλογα με την περιοδικότητα των βιολογικών στοιχείων	Μηνιαίως/Τριμηνιαίως	
<b>Περίοδος δειγματοληψίας</b>	Όλες τις εποχές	Όλες τις εποχές	
<b>Τυπική δειγματοληπτική προσπάθεια</b>	<i>In situ</i> παρατήρηση, δειγματοληψία για χημική ανάλυση (θολότητα, TSS)	Κατατομή της στήλης του νερού	
<b>Δυσκολία δειγματοληψίας/μετρήσεων</b>	Απλή, με την <i>in situ</i> χρήση ποντιζόμενων ηλεκτροδίων ή συλλογή δειγμάτων επιφανειακών υδάτων	Απλή, με την <i>in situ</i> χρήση ποντιζόμενων ηλεκτροδίων ή συλλογή δειγμάτων επιφανειακών υδάτων	
<b>Συνθήκες αναφοράς για σύγκριση της ποιότητας/των δειγμάτων/των σταθμών</b>	Ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα από συγκρίσιμες αδιατάρακτες λίμνες	Ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα από συγκρίσιμες αδιατάρακτες λίμνες	
<b>Σύμφωνη μεθοδολογία ανά την Ευρώπη</b>	Όχι	Όχι	
<b>Τρέχουσα εφαρμογή στα συστήματα παρακολούθησης ή ταξινόμησης ανά την Ευρώπη</b>	Ναι	Φινλανδία, Γαλλία, Ιταλία και Νορβηγία	
<b>Τα υπάρχοντα συστήματα παρακολούθησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;</b>	Όχι	Όχι	

Συνθήκες οξυγόνωσης	Αλατότητα	Οξύτητα	Θρεπτικές ουσίες
Εξαρτάται από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της λίμνης. Ημερησίως/μηνιαίως και στο τέλος της περιόδου στρωμάτωσης (αργά το χειμώνα ή αργά το καλοκαίρι)	Μηνιαίως/Τριμηνιαίως. Θα πρέπει να μετράται κατά τη διάρκεια της τήξης των χιονιών ή σημαντικών συμβάντων κατακρημνίσεων	Μηνιαίως/Τριμηνιαίως. Θα πρέπει να μετράται κατά τη διάρκεια της τήξης των χιονιών ή σημαντικών συμβάντων κατακρημνίσεων	Μηνιαίως/Τριμηνιαίως
Όλες τις εποχές	Όλες τις εποχές	Όλες τις εποχές	Όλες τις εποχές, ή κυρίως κατά τη διάρκεια της περιόδου αύξησης, μέτρηση SRP επίσης αργά τον χειμώνα στον πυθμένα
Μεμονωμένες μετρήσεις, κατατομή της στήλης του νερού, 100 ml για τη μέθοδο Winkler	<i>In situ</i> κατατομή της στήλης του νερού, από το αναμειγμένο επιλίμνιο ή ένα μόνο δείγμα από το σημείο εκροής των υδάτων (ανάλογα με τους σκοπούς της παρακολούθησης)	Ένα μόνο δείγμα από το σημείο εκροής των υδάτων ή κατατομή της στήλης του νερού	Αναμειγμένο επιλίμνιο, ένα δείγμα ή κατατομή της στήλης του νερού (100 – 500 ml)
Απλή, με την <i>in situ</i> χρήση ποντιζόμενων ηλεκτροδίων ή συλλογή δειγμάτων ακολουθούμενη από εργαστηριακή στοιχειομετρική ανάλυση	Απλή, με την <i>in situ</i> χρήση ποντιζόμενων ηλεκτροδίων	Απλή	Σχετικά απλή, απαιτείται δειγματολήπτης βάρους για βαθιές λίμνες
Ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα από συγκρίσιμες αδιατάρακτες λίμνες	Ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα από συγκρίσιμες αδιατάρακτες λίμνες	Ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα από συγκρίσιμες αδιατάρακτες λίμνες	Στατιστικές μέθοδοι: δείκτης MEI για ολικό P Ιστορικά δεδομένα ή δεδομένα από συγκρίσιμες αδιατάρακτες λίμνες
Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
Φινλανδία, Γαλλία, Ιταλία, Νορβηγία και Σουηδία	Φινλανδία, Βέλγιο, Γαλλία και Ιταλία	Βέλγιο, Φινλανδία, Γαλλία, Ιταλία, Νορβηγία, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο	Γερμανία, Ισπανία, Φινλανδία, Γαλλία, Ιταλία, Ιρλανδία, Ολλανδία, Νορβηγία, Σουηδία και Ηνωμένο Βασίλειο
Όχι	Όχι	Όχι	Όχι

## συνέχεια > Φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία παρακολούθησης για λίμνες

	Διαφάνεια	Θερμικές συνθήκες	
Τα υπάρχοντα συστήματα ταξινόμησης εκπληρώνουν τις απαιτήσεις της Οδηγίας;	Όχι	Όχι	
Πρότυπα ISO/CEN	Όχι	Όχι	
Εφαρμοσιμότητα στις λίμνες	Υψηλή	Υψηλή	
Κύρια μειονεκτήματα	Δεν υπάρχουν μειονεκτήματα	Μπορεί να απαιτείται εντατική παρακολούθηση για ακριβή περιγραφή των θερμικών συνθηκών	
Κύρια πλεονεκτήματα	Εύκολη συλλογή δειγμάτων Είναι ίσως η πιο διαδεδομένη παράμετρος που χρησιμοποιείται στη λιμνολογία. Αποτελεί απλό και δυνατό εργαλείο για την ανίχνευση μακροπρόθεσμων τάσεων μεταβολών	Εύκολες μετρήσεις Η κατανόηση του υδρολογικού κύκλου και της οικολογίας της λίμνης είναι θεμελιώδους σημασίας	
Συμπεράσματα/Προτάσεις	Εύκολη παρακολούθηση. Ο δίσκος του Secchi χρησιμοποιείται ευρέως στη λιμνολογία για την αποτίμηση της βιολογικής κατάστασης. Ωστόσο, σε οργανικές λίμνες ο δίσκος του Secchi δεν είναι χρήσιμος για την αποτίμηση φαινομένων ευτροφισμού	Σημαντική βοηθητική παράμετρος για την ερμηνεία των οικολογικών συνθηκών. Θα πρέπει να παρακολουθούνται η εποχική μεταβλητότητα, η μεταβλητότητα με το βάθος και σε μεγάλες λίμνες η οριζόντια μεταβλητότητα	



	Συνθήκες οξυγόνωσης	Αλατότητα	Οξίνιση	Θρεπτικές ουσίες
	Όχι	Όχι	Όχι	Όχι
	ISO 5813: 1983 DO & ISO 5815: 1989 BOD <sub>5</sub>	Ναι	Ναι, δεν υπάρχει πρότυπο για ANC	Ναι, υπάρχουν αρκετά πρότυπα ISO
	Μέτρια	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή
	Μπορεί να απαιτείται εντατική παρακολούθηση έπειτα από εκκένωση υδάτων σε στρωματοποιημένες λίμνες	Δεν παρέχει μακροπρόθεσμες πληροφορίες για τις τάσεις	Κανένα	Ανάγκη για τυποποίηση των τεχνικών ανάλυσης
	Εύκολες μετρήσεις και εύκολη συλλογή δειγμάτων Πολύ χρήσιμη διότι δίνει ολοκληρωμένη εικόνα της κατάστασης της λίμνης	Εύκολες μετρήσεις Η αγωγιμότητα επηρεάζεται ελάχιστα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες. Μια καλή συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ του δείκτη MEI και τη συγκέντρωση του P, και επιτρέπει τον προσδιορισμό του P στις συνθήκες αναφοράς	Εύκολες μετρήσεις Παρέχει πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες τάσεις μεταβολών οξίνισης αλκαλικότητα επηρεάζεται ελάχιστα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (εκτός από όξινες και ασβεστογενείς λίμνες). Μια καλή συσχέτιση βρέθηκε μεταξύ του δείκτη MEI και τη συγκέντρωση του P, και επιτρέπει τον προσδιορισμό του P στις συνθήκες αναφοράς	Παρέχει πληροφορίες για τις μακροπρόθεσμες μεταβολές της τροφικής κατάστασης
	Συνιστάται και είναι ιδιαίτερα σημαντική μέθοδος για βαθιές στρωματοποιημένες λίμνες και λίμνες που καλύπτονται από πάγο	Σημαντική για τον χαρακτηρισμό των λιμνών. Για παράδειγμα, παρέχει ενδείξεις για τη διαδικασία ανάμειξης και τη μεταβολική δραστηριότητα της λίμνης	Σημαντική για τον χαρακτηρισμό των λιμνών. Η οξύτητα είναι σημαντική διότι καθορίζει τη χημική μορφή με την οποία τα μέταλλα συμμετέχουν στα υδατικά συστήματα. Η αλκαλικότητα και οι σχετικές με αυτήν παράμετροι, το pH και η αγωγιμότητα είναι σημαντικές παράμετροι ταξινόμησης	Πολύ σημαντικός δείκτης για τις ανθρώπινες δραστηριότητες/τον ευτροφισμό. Το ολικό N και P, τα νιτρικά και τα ορθοφωσφορικά άλατα θα πρέπει να παρακολουθούνται οπωσδήποτε. Η αμμωνία παρακολουθείται όπου οι συγκεντρώσεις της αναμένεται να είναι προβληματικές. Ο φώσφορος θεωρείται ως καθοριστικός παράγοντας για την πρωτογενή παραγωγή (ή ευτροφισμό) στις λίμνες. Τα θρεπτικά άλατα θα πρέπει να παρακολουθούνται όχι μόνο στη στήλη του νερού αλλά και στο ίζημα

## ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ

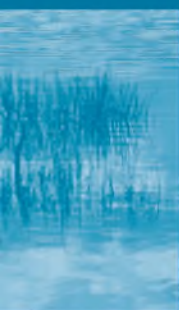
# ταξινόμηση της οικολογικής της λίμνης Δοϊράνης



Μαρία Μουστάκα  
*Αν. Καθηγήτρια Βιολογίας ΑΠΘ*

Πολίνα Πολυκάρπου  
*Βιολόγος (BSc) - Υδροβιολόγος (MSc)*

# κατάστασης



## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Καθώς στόχος της Οδηγίας 2000/60/EK είναι η επίτευξη καλής οικολογικής κατάστασης για όλα τα υδάτινα σώματα έως το έτος 2015, είναι απαραίτητο να υλοποιηθούν από κάθε κράτος-μέλος οι απαραίτητες δράσεις, όπως αυτές ορίζονται στην Οδηγία. Κύρια δράση είναι η παραγωγή, από κάθε κράτος μέλος, ενός χάρτη για κάθε λεκάνη απορροής ποταμού (με όλα τα υδάτινα σώματα), όπου θα απεικονίζεται, με χρωματικό κώδικα, η οικολογική κατάσταση κάθε υδάτινου σώματος. Ακόμη, θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί η εκτίμηση της πιθανότητας αποτυχίας των στόχων της Οδηγίας για εκείνα τα επιφανειακά υδάτινα σώματα που βρίσκονται σε κίνδυνο να μην αποκτήσουν καλή οικολογική κατάσταση έως το έτος 2015. Η εκτίμηση αυτή θα γίνει με όλα τα διαθέσιμα δεδομένα, δεδομένα βιο-παρακολούθησης, με γνωμάτευση από ειδικούς επιστήμονες, καθώς και με χρήση μαθηματικών ομοιωμάτων. Ως εκ τούτου, απαραίτητο στάδιο είναι η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης του κάθε υδάτινου σώματος. Ιδιαίτερα σημαντική είναι η διάθεση αξιόπιστων πρόσφατων δεδομένων, ιδιαίτερα αυτών που αφορούν τα κατάλληλα βιολογικά στοιχεία για τα υδάτινα σώματα για τα οποία είναι ήδη γνωστό ότι βρίσκονται σε κίνδυνο να μην επιτύχουν την καλή οικολογική κατάσταση.

Η λίμνη Δοϊράνη είναι ένα από αυτά τα συστήματα, που, λόγω ανθρωπογενών επιδράσεων, αντιμετωπίζει πρόβλημα ευτροφισμού και πτώσης της στάθμης νερού.



## ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗΣ

# 1. Τύπος παρακολούθησης

Ο τύπος παρακολούθησης της λίμνης Δοϊράνης υπαγορεύεται από την ήδη γνωστή κατάστασή της, όσον αφορά στον ευτροφισμό και στη σημαντική πτώση της στάθμης νερού, που ενισχύει περαιτέρω το φαινόμενο του ευτροφισμού. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητη η επιχειρησιακή παρακολούθηση, προκειμένου να εκτιμηθεί με αξιόπιστα και ακριβή δεδομένα η πρόσφατη οικολογική κατάσταση και να αξιολογηθούν ο κίνδυνος μη επίτευξης καλής οικολογικής κατάστασης, αλλά και οι παράγοντες που τον επιτείνουν. Ακόμη, τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα στην περίπτωση που απαιτηθούν μέτρα αποκατάστασης για την επίτευξη της καλής οικολογικής κατάστασης.

## 1.1. Επιχειρησιακή παρακολούθηση

### 1.1.1. Επιλογή βιολογικών στοιχείων

Καθ' όσον το μέγιστο πρόβλημα της λίμνης είναι η σημαντική πτώση της στάθμης του νερού και ο ανθρωπογενής ευτροφισμός, το βιολογικό στοιχείο που αποτελεί «κλειδί» στη λειτουργία του συστήματος και είναι ενδεικτικό της τροφικής κατάστασης είναι το φυτοπλαγκτό. Ως εκ τούτου, η βέλτιστη εκτίμηση: **α)** της οικολογικής κατάστασης της λίμνης και **β)** του πιθανού κινδύνου να μην επιτευχθεί ο στόχος της καλής οικολογικής κατάστασης έως το 2015, θα βασίζεται στο ιεραρχικά πρώτο ευαίσθητο στον ευτροφισμό, βιολογικό στοιχείο, στο φυτοπλαγκτό.

### 1.1.2. Επιλογή σημείων παρακολούθησης φυτοπλαγκτού

Η λίμνη Δοϊράνη υφίσταται την επίδραση, αφενός σημειακών πηγών ρύπανσης και αφετέρου διάχυτης ρύπανσης, καθώς και την επίδραση άλλων μορφών περιβαλλοντικών πιέσεων. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε την κατάσταση της λίμνης συνολικά. Το σχήμα της λίμνης και η βαθυμετρία της μας επιτρέπουν να θεωρήσουμε ως αντιπροσωπευτικό έναν κεντρικό σταθμό παρακολούθησης φυτοπλαγκτού στην βαθύτερη περιοχή της. Και αυτό, βέβαια, σε συνδυασμό με τη χωρική κλίμακα και κατανομή που χαρακτηρίζει το ευαίσθητο βιολογικό στοιχείο (φυτοπλαγκτό) που επιλέχθηκε για την παρακολούθηση, δηλαδή την κλίμακα του μικρομέτρου. Στον σταθμό αυτό, η επιλογή τριών βαθών δειγματοληψίας στηρίχθηκε στο μέγιστο βάθος της λίμνης (περίπου 4.5 m) και χρησιμοποιήθηκε ως κατώτερο σημείο δειγματοληψίας, καθώς:

- α)** είναι συχνά μεγαλύτερο από το βάθος της εύφωτης ζώνης της λίμνης (με βάση το βάθος Secchi στην έρευνα αυτή και σε προηγούμενη που διενεργήσαμε),
- β)** δεν υπάρχει απόλυτο κατώτερο όριο για τους φυτοπλαγκτικούς οργανισμούς, καθ' όσον βυθίζονται και πέρα από την εύφωτη ζώνη και
- γ)** αποτελεί χαρακτηριστικό της λίμνης.

Κατά την περίοδο της έρευνας, που διήρκεσε από τον Ιούλιο έως και τον Οκτώβριο του 2004, λήφθηκε όλη η στήλη του νερού υπό μορφή τριών συνεχών διακριτών δειγμάτων στήλης 1.5 m.

### 1.1.3. Επιλογή συχνότητας παρακολούθησης

Η επιλογή της συχνότητας παρακολούθησης βασίζεται στα οικολογικά γνωρίσματα του βιολογικού στοιχείου (φυτοπλαγκτό) που επιλέχθηκε, καθώς και στις κατάλληλες παραμέτρους του βιολογικού στοιχείου που είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε. Από πρώτη άποψη, το ίδιο το φυτοπλαγκτό και οι παράμετροί του που προτείνονται από την Οδηγία είναι ιδιαίτερα μεταβαλλόμενα σε σύντομο χρόνο, γι' αυτό και προτείνεται η παρακολούθηση τουλάχιστον δύο φορές το έτος. Και πάλι, όμως, αυτή η συχνότητα απέχει πολύ από εκείνη που συνδυάζεται με τον χρόνο γενεάς των φυτοπλαγκτικών οργανισμών (ώρες-ημέρες) και θα μπορούσε να αποφέρει αξιόπιστα δεδομένα.

Από την άλλη, ένα διαρκές πρόγραμμα παρακολούθησης του φυτοπλαγκτού υψηλής συχνότητας δεν θα είναι εφικτό από τεχνο-οικονομική άποψη. Ως εκ τούτου, είναι απαραίτητο να προσδιορίσουμε ένα στοχευμένο σχέδιο παρακολούθησης σε ένα κατάλληλο «παράθυρο» χρόνου, για τις κατάλληλες παραμέτρους μέτρησης του επιλεγμένου βιολογικού στοιχείου.

Οι παράμετροι, οι οποίες, σύμφωνα με την Οδηγία, θα πρέπει να είναι γνωστές για το φυτοπλαγκτό είναι: **α)** η σύνθεση των ταξινομικών μονάδων στο κατάλληλο επίπεδο (ομάδες και είδη φυτοπλαγκτού), **β)** η αφθονία και **γ)** η βιομάζα του φυτοπλαγκτού. Ακόμη, είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε: **δ)** τις ανθίσεις φυτοπλαγκτού (blooms), **ε)** τη διάρκεια και **στ)** την ένταση, καθ' όσον η κρίσιμη οικολογική κατάσταση της κατηγορίας «μέτρια» προσδιορίζεται, σύμφωνα με την Οδηγία, ως ακολούθως «... διαρκείς ανθίσεις φυτοπλαγκτού μπορεί να παρατηρηθούν κατά τους θερινούς μήνες». Αυτό που απομένει είναι να προσδιορισθεί ποσοτικά τι είναι «άνθιση φυτοπλαγκτού» και πώς προσδιορίζεται η «διαρκής άνθιση».

Επιπλέον, για την επιχειρησιακή παρακολούθηση (όπου δεν είναι απαραίτητα όλα τα βιολογικά στοιχεία και παράμετροι), μπορούν να επιλέγονται οι παράμετροι ενδείκτες που επιτρέπουν αξιόπιστα αποτελέσματα, ενώ η χρήση περισσότερων της μιας παραμέτρου προϋποθέτει συνεπαλήθευση για την αποφυγή λανθασμένης εκτίμησης και πιθανόν περισσότερα δεδομένα.

#### 1.1.4. Επιλογή παραμέτρων παρακολούθησης

##### 1.1.4.1. Εισαγωγή

Η επιλογή των παραμέτρων παρακολούθησης του φυτοπλαγκτού βασίζεται στα ιδιαίτερα γνωρίσματα (χωρική και χρονική κλίμακα, διαδοχή κ.ά.) του βιολογικού στοιχείου. Η χρήση των ειδών ή ανώτερων ταξινομικών μονάδων φυτοπλαγκτού για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού, έχει μεγάλη ιστορία τα τελευταία πενήντα χρόνια. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμη δυσκολίες στις γενικεύσεις και αυτό συνδέεται με τη δυναμική της διαδοχής του φυτοπλαγκτού.

Σήμερα αναγνωρίζουμε ότι η σύγχρονη ανάπτυξη της οικολογίας φυτοπλαγκτού και οι απαιτήσεις της Οδηγίας επικαλύπτονται καθ' όσον η Οδηγία απαιτεί λειτουργική ομαδοποίηση των οργανισμών, τέτοια που να αντιστοιχεί στην οικολογική κατάσταση και να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμησή της. Σε κάθε μέλος κράτος της Ευρωπαϊκής Ένωσης γίνονται από τους επιστήμονες προσπάθειες να βρεθούν οι πιο κατάλληλες ιδιότητες και χαρακτηριστικά του φυτοπλαγκτού και οι πιο κατάλληλοι ενδείκτες που θα ικανοποιούν τις απαιτήσεις της Οδηγίας. Στο ξεκίνημα αυτής της έρευνας και στο πλαίσιο του ερευνητικού αυτού προγράμματος, δεν υπήρχε καμία δημοσιευμένη εργασία που να δίνει κατευθυντήριες γραμμές για την επιλογή παραμέτρων, συχνοτήτων και περιόδων παρακολούθησης του φυτοπλαγκτού. Η όλη προσπάθεια και η βιοπαρακολούθηση στη λίμνη Δοϊράνη στηρίχτηκε στα σύγχρονα δεδομένα της οικολογίας φυτοπλαγκτού λαμβάνοντας υπόψη την ιδιαιτερότητα της γεωγραφικής της θέσης όσον αφορά στην επίδραση του Μεσογειακού κλίματος στη δυναμική του φυτοπλαγκτού. Φαίνεται ότι η παράλληλη προσπάθεια από επιστήμονες άλλων ευρωπαϊκών χωρών έφερε ως αποτέλεσμα πρόσφατες δημοσιεύσεις (Padisák et al. 2006).

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η επιλογή των βιολογικών παραμέτρων για τη λίμνη Δοϊράνη, καθώς και οι μέθοδοι, τα αποτελέσματα της παρακολούθησης και η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης.

#### 1.1.4.2. Συλλογή δεδομένων - Μέθοδοι

Η συλλογή δεδομένων στηρίχθηκε στο πρόγραμμα παρακολούθησης του φυτοπλαγκτού που πραγματοποιήθηκε την περίοδο Ιούλιος-Οκτώβριος 2004, αφού είχε προηγηθεί το πρώτο στάδιο ανάπτυξης κοινού πρωτοκόλλου με την Τουρκία. Στη σχετική αναφορά-τεχνική έκθεση (Ανάπτυξη πρωτοκόλλου δειγματοληψιών και μικροσκοπικής ανάλυσης φυτοπλαγκτού, Σεπτέμβριος 2004) παρουσιάζονται οι κατευθυντήριες γραμμές για όλα τα βασικά στάδια δειγματοληψίας και μικροσκοπικής ανάλυσης του φυτοπλαγκτού ώστε αυτή να επιτελείται επιτυχώς. Στη δεύτερη και τρίτη τεχνική έκθεση (Σύνθεση Ειδών Φυτοπλαγκτού & Φωτογραφικός Οδηγός Ειδών Φυτοπλαγκτού) παρέχεται ένας οδηγός αναφοράς για τους οργανισμούς του φυτοπλαγκτού, ενώ στη συνέχεια ακολουθεί παρουσίαση των αποτελεσμάτων που εντάσσεται στον έλεγχο ποιότητας του πρωτοκόλλου μικροσκοπικής ανάλυσης φυτοπλαγκτού.

Όπως αναλυτικά παρουσιάζεται στην τεχνική έκθεση «Ανάπτυξη πρωτοκόλλου δειγματοληψιών και μικροσκοπικής ανάλυσης φυτοπλαγκτού», το στάδιο της ομογενοποίησης των δειγμάτων για τη λήψη αντιπροσωπευτικών υπο-δειγμάτων είναι μεγάλης σημασίας για τη μικροσκοπική ανάλυση του φυτοπλαγκτού. Για τον λόγο αυτό, η διαδικασία ομογενοποίησης του δείγματος δεν πρέπει να υποτιμάται διότι όχι μόνο θα οδηγήσει σε λανθασμένα αποτελέσματα, αλλά και στην αλλοίωση του υπόλοιπου δείγματος. Ακόμη, στο στάδιο της καταμέτρησης των ατόμων φυτοπλαγκτού σε ανάστροφο μικροσκόπιο (μέθοδος Utermohl, 1958) πολλοί ερευνητές δίνουν από την αρχή τον αριθμό ατόμων που πρέπει να καταμετρηθούν, προσδιορίζοντας, έτσι, το επίπεδο ακρίβειας της μεθόδου (Lund et al. 1958). Στη συγκεκριμένη περίπτωση, για τη στατιστικά αποδεκτή εκτίμηση της πληθυσμιακής πυκνότητας (αφθονίας) των πλαγκτικών φυκών στο δείγμα, καταμετρήθηκαν 100 τουλάχιστον άτομα από τα πιο άφθονα είδη και τουλάχιστον 400, συνολικά, άτομα στο κάθε δείγμα (>1000 άτομα στη στήλη νερού για κάθε δειγματοληψία), με μέγιστο σφάλμα μέτρησης <20% για το κάθε είδος και <10% για τη συνολική αφθονία φυτοπλαγκτού. Ο μεγάλος αυτός αριθμός ατόμων φυτοπλαγκτού που καταμετρήθηκε σε κάθε δειγματοληψία –από τους μεγαλύτερους στη διεθνή βιβλιογραφία– μας επιτρέπει να έχουμε τα καλύτερα δυνατά αποτελέσματα αφθονίας, διότι ελαχιστοποιήσαμε την επίδραση της συσσωματικής κατανομής των ατόμων στο θάλαμο καθίζησης. Ταυτόχρονα, με τον υψηλό αριθμό ατόμων που έχουμε καταμετρήσει, καλύψαμε και το μεγαλύτερο δυνατό μέρος της βιοποικιλότητας (αριθμός ειδών φυτοπλαγκτού). Για τη μετατροπή της αφθονίας των πλαγκτικών φυκών σε βιομάζα (νωπό βάρος), υπολογίσθηκαν οι μέσοι κυτταρικοί όγκοι (βιοόγκοι) των ειδών, αφού προηγουμένως έγιναν μετρήσεις των διαστάσεων των κυττάρων τους. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται οι τιμές των μέσων βιοόγκων των κυρίαρχων ειδών στη λίμνη Δοϊράνη. Η μετατροπή των κυτταρικών όγκων σε βιομάζα έγινε με βάση ειδική πυκνότητα του κυττάρου που είναι  $1 \text{ g/cm}^3$  (Rott 1981).

Η ταξινομική ανάλυση των δειγμάτων είναι η υψηλότερη δυνατή, αφού πραγματοποιήθηκε σε επίπεδο είδους, με βάση τις κατάλληλες ταξινομικές κλειδές στο ερευνητικό ανάστροφο μικροσκόπιο Nikon SE 2000. Η αναγνώριση έγινε σε ζωντανό υλικό, ενώ η παρατήρηση σε υλικό στερεωμένο με φορμόλη και διάλυμα Lugol είχε συμπληρωματικό χαρακτήρα. Για την αναγνώριση των Διατόμων και Δινοφυκών, κατάλληλα για παρατήρηση κρίθηκαν τα κυτταρικά τοιχώματα που προέρχονται από νεκρά (άδεια) κύτταρα. Ακόμη, για την αναγνώριση ορισμένων ειδών (π.χ. *Acanthoceras zachariassi*), ήταν απαραίτητη η χρήση τεχνικής αντίθεσης φάσης, καθώς και άλλων τεχνικών. Η φωτογράφιση των οργανισμών έγινε στο ερευνητικό ανάστροφο μικροσκόπιο Nikon SE 2000, με κάμερα Nikon DS-L1.



### 1.1.4.3. Δεδομένα από τη διεργασία ελέγχου ποιότητας

Όπως αναφέρεται και στην τεχνική έκθεση «Ανάπτυξη πρωτοκόλλου δειγματοληψιών και μικροσκοπικής ανάλυσης φυτοπλαγκτού» για τη δοκιμή μικροσκοπικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκαν τα δείγματα από δύο σημεία δειγματοληψίας (A, B) και το βάθος 1.2-2.4 m. Η επιλογή του συγκεκριμένου βάθους στηρίχθηκε στην υπόθεση ότι στο βάθος αυτό θα παρατηρηθεί η μικρότερη ετερογένεια κατανομής των φυτοπλαγκτικών οργανισμών στο οριζόντιο επίπεδο (με βάση τη χωρική κλίμακα φυτοπλαγκτού), καθώς και η μικρότερη συγκέντρωση αιωρούμενων σωματιδίων στο νερό από τυχόν ανα-αιώρηση του ιζήματος. Για τους λόγους αυτούς, αποφεύχθηκε η δοκιμή στο επιφανειακό δείγμα νερού (0.0-1.2 m), λόγω εμφανούς άνθισης του νερού στη λίμνη κατά τη δειγματοληψία, καθώς και στα δείγματα από τα μεγαλύτερα βάθη πάνω από το ίζημα, λόγω αυξημένων ανα-αιωρούμενων σωματιδίων από το ίζημα στο νερό.

**Πίνακας 1.**

Οι βιοόγκοι των επικρατούντων φυτοπλαγκτικών οργανισμών

Taxon	Βιοόγκος ( $\mu\text{m}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ )	Taxon	Βιοόγκος ( $\mu\text{m}^3 \cdot \text{L}^{-1}$ )
<b>DIATOMOPHYCEAE</b>		<b>CYANOPHYCEAE</b>	
<i>Acanthoceras zachariasii</i> 1	3475.2	<i>Anabaena aphanizomenoides</i>	850.7
<i>Acanthoceras zachariasii</i> 2	15469.7	<i>Anabaena flos-aquae</i>	2716.5
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i>	6776.9	<i>Anabaena solitaria</i>	29.9
<i>Nitzschia acicularis</i> var. <i>closterioides</i>	364.8	<i>Anabaenopsis circularis</i>	3236.5
<i>Nitzschia palea</i>	42.0	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>	735.5
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	1170.3	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	674.7
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	1765.7	<i>Aphanizomenon issatschenkoii</i>	619.5
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>		<i>Aphanocapsa incerta</i>	137.0
<i>Cryptomonas erosa</i>	1252.8	<i>Chroococcus limnneticus</i>	277.8
<i>Cryptomonas reflexa</i>	1102.7	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	338.5
<i>Rhodomonas lens</i>	323.0	<i>Jaaginema lemmermanii</i>	787.7
<i>Rhodomonas minuta</i>	18.3	<i>Jaaginema</i> sp.	119.7
<b>CHLOROCOCCALES</b>		<i>Merismopedia tenuissima</i>	5.1
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	41.6	<i>Microcystis aeruginosa</i>	878.7
<i>Oocystis</i> cf. <i>solitaria</i>	7231.5	<i>Microcystis viridis</i>	63.7
<i>Pediastrum borryanum</i>	6649.6	<i>Microcystis wesenbergii</i>	78.9
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	9777.1	<i>Planktolyngbya circumcreta</i>	354.8
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	225.3	<i>Planktothrix</i> cf. <i>agardhii</i>	3982.1
<i>Scenedesmus communis</i>	86.6	<i>Snowella lacustris</i>	1870.2
<i>Scenedesmus linearis</i>	457.8	<b>HARTOPHYCEAE</b>	
<i>Tetraëdron minimum</i>	594.7	<i>Chrysochromulina parva</i>	35.3
<i>Tetrastrum komarekii</i>	25.0	<b>DINOPHYCEAE</b>	
<b>CONJUGATOPHYCEAE &amp; OTHER CHLOROPHYCEAE</b>		<i>Ceratium monoceras</i>	23750.0
<i>Closterium aciculare</i>	216.9		
<i>Cosmarium phaseolus</i>	514.0		

Αρχικά, τοποθετήθηκαν υποδείγματα σε θαλάμους καθίζησης 5 mL από τα δείγματα των σημείων δειγματοληψίας A (A5) και B (B5). Διερευνήθηκε η καταλληλότητα των υπο-δειγμάτων ως προς την αφθονία του φυτοπλαγκτού. Οι θάλαμοι 5 mL δεν μπορούν να θεωρηθούν οι καταλληλότεροι ως προς την αφθονία. Ακόμη, εξετάζοντας την κατανομή των φυτοπλαγκτικών οργανισμών στη βάση του θαλάμου, διαπιστώθηκε συσσωματική ανομοιογενής κατανομή. Καθώς μια τόσο ανομοιογενής κατανομή εμπεριέχει μεγάλες αποκλίσεις στα αποτελέσματα καταμέτρησης, η διαδικασία επαναλήφθηκε σε θαλάμους 2 mL (A2 και B2). Οι θάλαμοι χωρητικότητας 2 mL, όπως θα δούμε στη συνέχεια, παρέιχαν, ταυτόχρονα, αποτελεσματική καταμέτρηση του φυτοπλαγκτού και σχετικά περιορισμένη συσσωματική ανομοιογενή κατανομή των οργανισμών. Για τις διεργασίες ελέγχου, τοποθετήθηκαν 5 υπο-δείγματα από το δείγμα A.

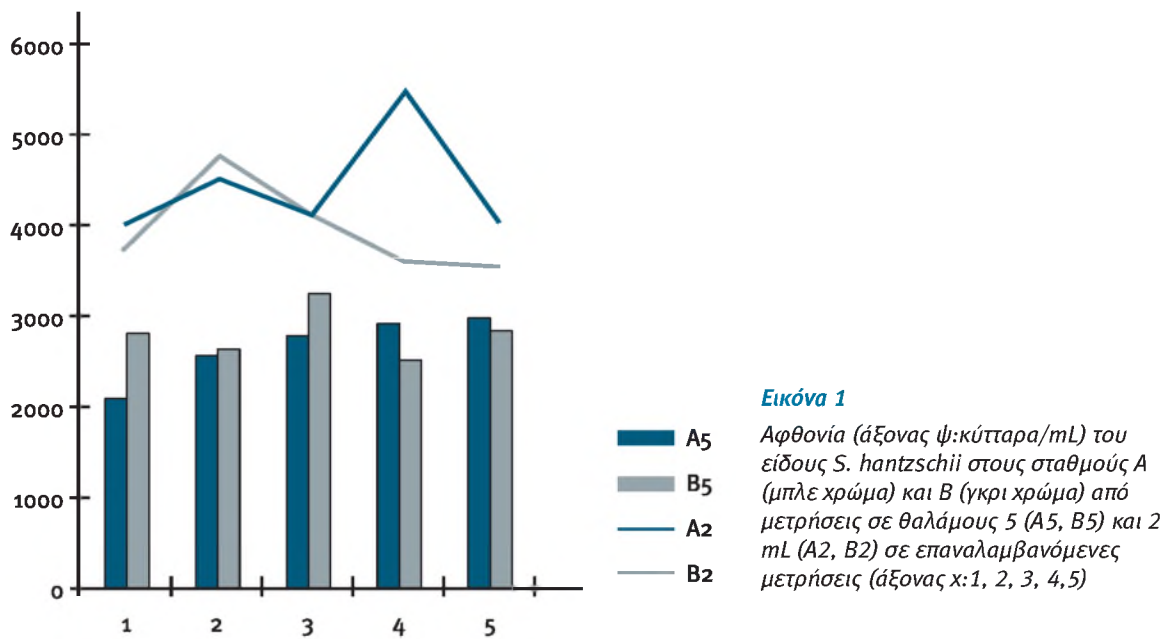
Οι πολλαπλές μετρήσεις φυτοπλαγκτού αφορούν στα ακόλουθα:

- ▶ Έλεγχο των δύο διαφορετικών θέσεων δειγματοληψίας (2 θέσεις, 2 υπο-δείγματα/θέση, 5 επαναλήψεις/δείγμα).
- ▶ Έλεγχο των τριών διαφορετικών βαθών δειγματοληψίας (3 βάθη, 1 δείγμα/βάθος).
- ▶ Έλεγχο ομογενοποίησης του δείγματος για τη λήψη υπο-δειγμάτων (5 υπο-δείγματα, 5 επαναλήψεις/υπο-δείγμα).
- ▶ Έλεγχο ομοιογένειας κατανομής των οργανισμών (55 επαναλήψεις συνολικά).
- ▶ Έλεγχο ποιότητας μετρήσεων στο εργαστήριο (εσωτερικό) μεταξύ δύο επιστημόνων.

Τα είδη που καταμετρήθηκαν είναι αυτά, των οποίων η ακριβής εκτίμηση της αφθονίας και της βιομάζας είναι πρωτεύουσας σημασίας για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης και, ταυτόχρονα, για τη δημιουργία ενός πρωτοκόλλου μικροσκοπικής ανάλυσης φυτοπλαγκτού με ευρεία εφαρμογή, που να ανταποκρίνεται στη μεγάλη μορφολογική ποικιλότητά του. Τα είδη που καταμετρήθηκαν είναι:

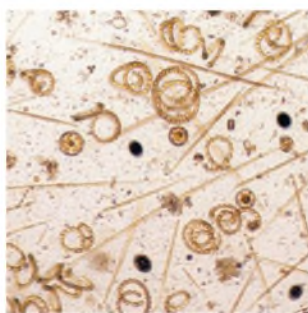
- ▶ Τα κυρίαρχα, είτε ως προς τη βιομάζα, είτε ως προς την αφθονία και από την ομάδα του νανοπλαγκτού (small centric diatoms: *Stephanodiscus hantzschii*) και από την ομάδα του μικροπλαγκτού (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aque*).
- ▶ Τα είδη με τη μεγαλύτερη (*Aphanizomenon flos-aquae*, *Anabaena flos-aque*) και τη μικρότερη (small centric diatoms: *Stephanodiscus hantzschii*) πιθανότητα ανομοιογενούς κατανομής στη βάση του θαλάμου καταμέτρησης.

Τα αποτελέσματα που αφορούν στο νανοπλαγκτικό είδος *Stephanodiscus hantzschii* (Εικόνα 1) δείχνουν μεγαλύτερη απόκλιση των τιμών αφθονίας μεταξύ των μετρήσεων σε διαφορετικής χωρητικότητας θαλάμους καθίζησης A5 (μπλε στήλη), A2 (μπλε γραμμή) και B5 (γκρι στήλη), B2 (γκρι γραμμή), από ό,τι μεταξύ των διαφορετικών σταθμών A (A5, A2) και B (B5, B2). Ακόμη, η σταθερά χαμηλότερη αφθονία του είδους στους θαλάμους A5 και B5 υποδηλώνει, πιθανόν, σταθερό σφάλμα στην καταμέτρηση στους θαλάμους χωρητικότητας 5 mL. Το σφάλμα αυτό δεν συνδέεται με συσσωματική κατανομή (Εικόνα 2), αφού οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (άξονας x: 1, 2, 3, 4, 5) δεν είχαν μεγάλη απόκλιση. Μπορεί να οφείλεται, είτε στο γεγονός ότι σε ένα δείγμα μεγαλύτερης χωρητικότητας (5 mL) με πολύ μεγάλη αφθονία οργανισμών –και μάλιστα πολύ μεγαλύτερων ειδών από το *Stephanodiscus hantzschii* (Εικόνα 3)– μπορεί να μην είναι τόσο εμφανής η παρουσία του *Stephanodiscus hantzschii* και να παραβλέπεται, είτε να οφείλεται στην επίδραση του μεγαλύτερου παράγοντα μετατροπής των μετρημένων ατόμων σε πληθυσμιακή πυκνότητα του είδους στο θάλαμο της μικρότερης χωρητικότητας (2 mL).

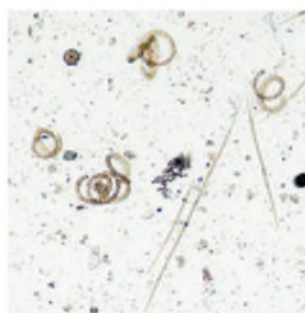


**Εικόνα 1**

Αφθονία (άξονας ψ: κύτταρα/mL) του είδους *S. hantzschii* στους σταθμούς A (μπλε χρώμα) και B (γκρι χρώμα) από μετρήσεις σε θαλάμους 5 (A5, B5) και 2 mL (A2, B2) σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (άξονας x: 1, 2, 3, 4, 5)



2α



2β



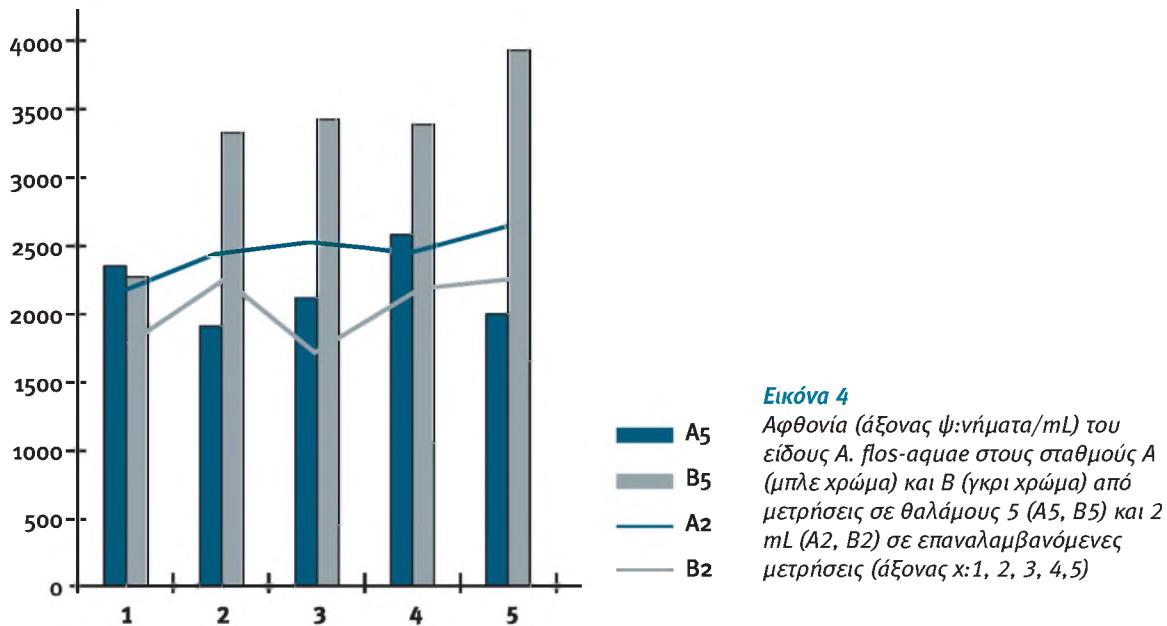
3

**Εικόνα 2**

Σχετικά ομοιογενής κατανομή φυτοπλαγκτικών οργανισμών σε θάλαμο 5 (2α) και 2 mL (2β)

**Εικόνα 3**

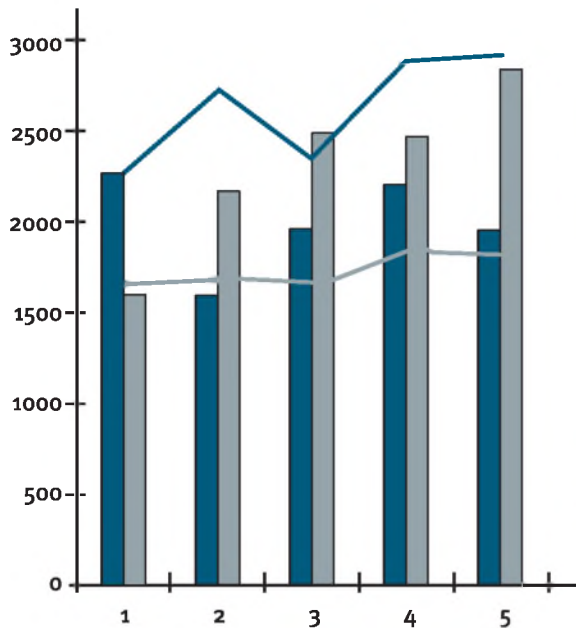
Ο φυτοπλαγκτικός οργανισμός *S. hantzschii* (1) ανάμεσα σε μεγαλύτερου μεγέθους είδη φυτοπλαγκτού



**Εικόνα 4**

Αφθονία (άξονας ψ:νήματα/mL) του είδους *A. flos-aquae* στους σταθμούς A (μπλε χρώμα) και B (γκρι χρώμα) από μετρήσεις σε θαλάμους 5 (A5, B5) και 2 mL (A2, B2) σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (άξονας x:1, 2, 3, 4,5)

Τα αποτελέσματα που αφορούν στο μικροπλαγκτικό είδος (νηματοειδές κυανοβακτήριο) *Aphanizomenon flos-aquae*, (Εικόνα 4) δείχνουν μεγαλύτερη απόκλιση των τιμών αφθονίας μεταξύ των δύο σταθμών δειγματοληψίας μόνο στην περίπτωση που οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θαλάμους χωρητικότητας 5 mL. Αντίθετα, οι αποκλίσεις των τιμών αφθονίας μεταξύ των δύο σταθμών δειγματοληψίας στην περίπτωση που οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θαλάμους χωρητικότητας 2 mL ήταν πολύ μικρές. Ακόμη, οι διακυμάνσεις των τιμών αφθονίας στις επαναληπτικές μετρήσεις (άξονας x: 1, 2, 3, 4, 5) ήταν μικρές στην περίπτωση του θαλάμου 2 mL (A2, B2). Οι τιμές όλων των μετρήσεων της Εικόνας 4 δείχνουν ότι η απόκλιση των τιμών μεταξύ των μετρήσεων διαφορετικών θαλάμων (υπο-δειγμάτων) είναι μεγαλύτερη από την απόκλιση των τιμών μεταξύ διαφορετικών σταθμών. Τα αποτελέσματα αυτά τονίζουν την αναγκαιότητα όσο το δυνατόν καλύτερης ομογενοποίησης του δείγματος για τη λήψη αντιπροσωπευτικών υπο-δειγμάτων και την ιδιαίτερη προσοχή που πρέπει να δίνεται στο στάδιο αυτό. Και αυτό, διότι οι διακυμάνσεις των τιμών αφθονίας από τη καταμέτρηση υπο-δειγμάτων του ίδιου δείγματος από ένα σταθμό ξεπέρασε τις διαφορές των τιμών αφθονίας από δύο διαφορετικούς σταθμούς. Τα αποτελέσματα αυτά υποδηλώνουν πιθανόν σφάλμα στη λήψη υπο-δειγμάτων, ακόμη και κάτω από τις καλύτερες δυνατές συνθήκες επεξεργασίας των δειγμάτων στο Εργαστήριο, όπως αυτές αναφέρονται στην τεχνική έκθεση «Ανάπτυξη πρωτοκόλλου δειγματοληψιών και μικροσκοπικής ανάλυσης φυτοπλαγκτού». Το σφάλμα ήταν μεγαλύτερο για καταμέτρηση στους θαλάμους χωρητικότητας 5 mL.



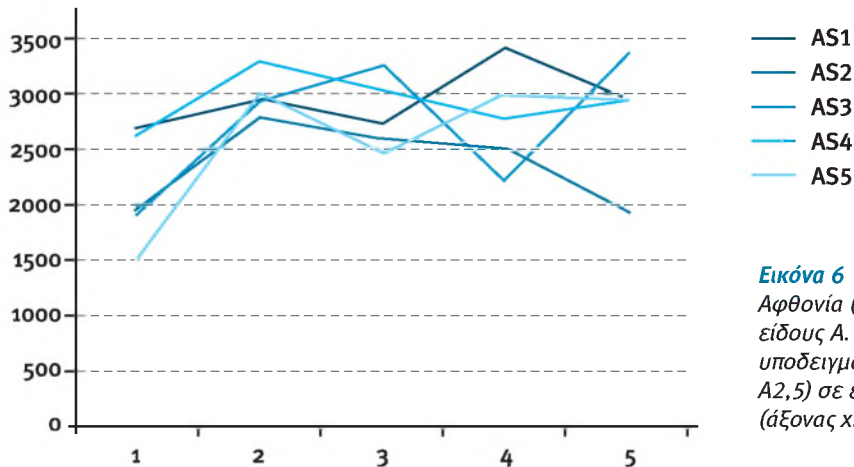
**Εικόνα 5**

Αφθονία (άξονας ψ:νήματα/mL) του είδους *An. flos-aquae* στους σταθμούς A (μπλε χρώμα) και B (πράσινο χρώμα) από μετρήσεις σε θαλάμους 5 (A5, B5) και 2 mL (A2, B2) σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (άξονας χ:1, 2, 3, 4,5)

Τα αποτελέσματα που αφορούν στο άλλο νηματοειδές κυανοβακτήριο (αποικία σε μορφή σπιδρά) *Anabaena flos-aquae* (Εικόνα 5), έδειξαν παρόμοια απόκλιση των τιμών αφθονίας μεταξύ των δύο σταθμών δειγματοληψίας, όταν οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε θαλάμους χωρητικότητας 5 και 2 mL, με μεγαλύτερη στην περίπτωση των θαλάμων 2 mL. Οι διακυμάνσεις των τιμών αφθονίας στις επαναληπτικές μετρήσεις (άξονας χ: 1, 2, 3, 4, 5) ήταν μικρότερες στην περίπτωση του θαλάμου 2 mL του σταθμού B (B2). Οι τιμές όλων των μετρήσεων της Εικόνας 5 δείχνουν ότι η απόκλιση των τιμών μεταξύ των μετρήσεων διαφορετικών θαλάμων (υπο-δειγμάτων) είναι παρόμοια με την απόκλιση των τιμών μεταξύ διαφορετικών σταθμών. Τα αποτελέσματα αυτά, όπως και της Εικόνας 4, τονίζουν την αναγκαιότητα όσο το δυνατόν καλύτερη ομογενοποίησης του δείγματος για τη λήψη αντιπροσωπευτικών υπο-δειγμάτων. Στο σημείο αυτό αξίζει να αναφερθεί ότι, η προσπάθεια δειγματοληψίας σε έναν δεύτερο σταθμό στη λίμνη για τη διερεύνηση ομοιογενούς ή μη χωρικής κατανομής του φυτοπλαγκτού, στην πραγματικότητα προσκρούει στο σφάλμα μέτρησης αντιπροσωπευτικών υπο-δειγμάτων. Βέβαια, όλα τα προηγούμενα αποτελέσματα αναφέρονται σε αποκλίσεις μικρότερες του 100% της τιμής και, ως εκ τούτου, της ίδιας τάξης μεγέθους (μικρές για φυσικά δείγματα). Συνεπακόλουθα, δεν παρεμποδίζεται η αναγνώριση ανομοιογενούς χωρικής κατανομής για αποκλίσεις >>100% των τιμών.

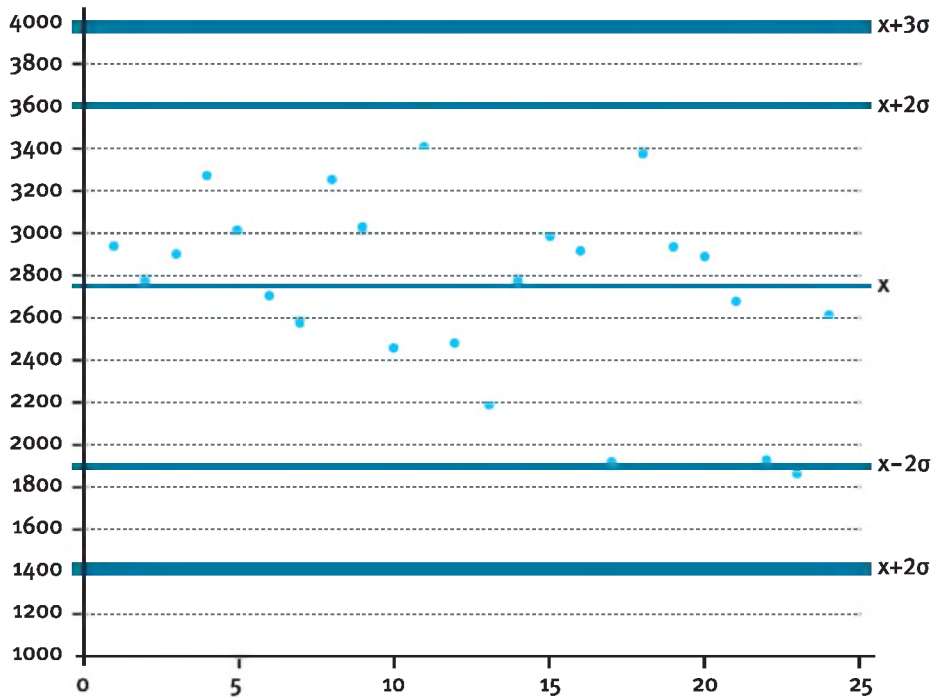
#### 1.1.4.4. Εργαστηριακός έλεγχος ποιότητας μικροσκοπικής ανάλυσης

Οι διακυμάνσεις των τιμών αφθονίας του είδους *Aphanizomenon flos-aquae* στις επαναληπτικές μετρήσεις (άξονας x: 1, 2, 3, 4, 5) των πέντε υπο-δειγμάτων του δείγματος A σε θάλαμο των 2 mL (AS,1 – AS,5) βρέθηκαν και πάλι με αποκλίσεις μικρότερες του 100% της τιμής (Εικόνα 6) και, ως εκ τούτου, της ίδιας τάξης μεγέθους (μικρές για φυσικά δείγματα). Μικρή υπέρβαση της απόκλισης του >100% των τιμών παρατηρήθηκε στο υπο-δείγμα AS,5.



**Εικόνα 6**  
Αφθονία (άξονας ψ:νήματα/mL) του είδους *A. flos-aquae* των πέντε υποδειγμάτων του δείγματος A (A2,1 – A2,5) σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (άξονας x:1, 2, 3, 4, 5)

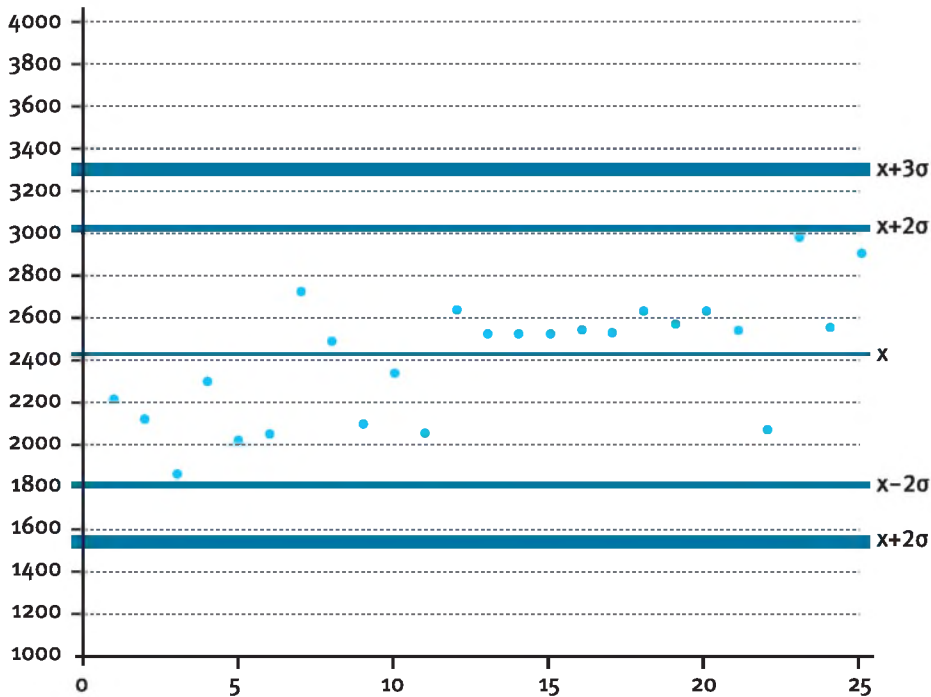
Η εφαρμογή των διαγραμμάτων ελέγχου ποιότητας των μετρήσεων, όσον αφορά στην μικροσκοπική ανάλυση, όπως σε μία χημική ανάλυση, βασίζεται στην υπόθεση ότι τα δεδομένα της ανάλυσης ακολουθούν προσεγγιστικά κανονική κατανομή. Τα δεδομένα μιας τέτοιας ανάλυσης μπορούν να παρουσιασθούν με ένα διαφορετικό γραφικό τρόπο, τοποθετώντας στον άξονα ψ τις μονάδες από τις μετρήσεις για έλεγχο και στον άξονα x την αριθμητική σειρά, με την οποία οι τιμές λήφθηκαν. Θεωρείται απαραίτητο να ληφθούν τουλάχιστον 20 τιμές, όπως έγινε και στην περίπτωση μας. Η μέση τιμή και η διασπορά με τη μορφή της τυπικής απόκλισης υπολογίζονται και σχεδιάζονται στο διάγραμμα ελέγχου ως εξής: στην τιμή του άξονα ψ όπου αντιστοιχεί η μέση τιμή των τιμών μέτρησης, σχεδιάζεται μία οριζόντια γραμμή, παράλληλη προς τον άξονα x. Το ανώτερο και κατώτερο όριο ελέγχου είναι αντίστοιχα στο +3 και -3 της τυπικής απόκλισης από τη μέση τιμή (Εικόνα 7), ενώ το ανώτερο και κατώτερο όριο επαγρύπνησης είναι, αντίστοιχα, στο +2 και -2 της τυπικής απόκλισης από τη μέση τιμή (Εικόνα 7). Στις αντίστοιχες τιμές των ορίων ελέγχου και επαγρύπνησης σχεδιάζονται παράλληλες προς τον άξονα x οριζόντιες γραμμές (Εικόνα 7).



**Εικόνα 7**

Αφθονία (άξονας ψ:νήματα/mL) του είδους *A. flos-aquae* σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις με αύξοντα αριθμό μέτρησης (άξονας x:1, 2, ..., 25). Η λεπτή οριζόντια γραμμή είναι στη θέση της μέσης τιμής  $\bar{x}$  των τιμών των μετρήσεων, οι δύο παράλληλες γραμμές  $x+2\sigma$  και  $x-2\sigma$  παριστάνουν τα όρια επαγρύπνησης, ενώ οι δύο μεγαλύτερου πάχους εξωτερικές οριζόντιες γραμμές  $x+3\sigma$  (άνω) και  $x-3\sigma$  (κάτω) παριστάνουν τα όρια ελέγχου

Όταν οι τιμές των μετρήσεων πέφτουν έξω από τα όρια ελέγχου στο επιμέρους διάγραμμα, τότε η ανάλυση θεωρείται ότι είναι εκτός ελέγχου, πρέπει να εντοπισθεί η αιτία και να επαναληφθούν οι μετρήσεις. Στην περίπτωση που οι τιμές των μετρήσεων πέφτουν έξω από τα όρια επαγρύπνησης στο επιμέρους διάγραμμα, τότε λαμβάνονται ηπιότερα διορθωτικά μέτρα.

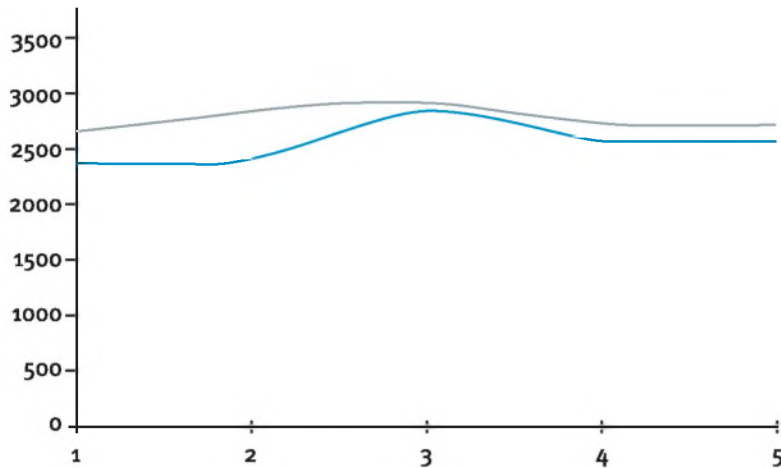


**Εικόνα 8**

Αφθονία (άξονας ψ:νήματα/mL) του είδους *An. flos-aquae* σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις με αύξοντα αριθμό μέτρησης (άξονας x: 1, 2, ..., 25). Η λεπτή οριζόντια γραμμή είναι στη θέση της μέσης τιμής  $\bar{x}$  των τιμών των μετρήσεων, οι δύο παράλληλες γραμμές  $\bar{x}+2\sigma$  και  $\bar{x}-2\sigma$  παριστάνουν τα όρια επαγρύπνησης, ενώ οι δύο μεγαλύτερου πάχους εξωτερικές οριζόντιες γραμμές  $\bar{x}+3\sigma$  (άνω) και  $\bar{x}-3\sigma$  (κάτω) παριστάνουν τα όρια ελέγχου

Στην περίπτωση του ελέγχου ποιότητας των μετρήσεών μας στη μικροσκοπική ανάλυση του φυτοπλαγκτού για τα δύο είδη κυανοβακτηρίων (*A. flos-aquae* και *An. flos-aquae*) με την πιο ανομοιογενή κατανομή στους θαλάμους, οι τιμές των μετρήσεων πέφτουν μέσα στα όρια ελέγχου στο επιμέρους διάγραμμα και σχεδόν εξ ολοκλήρου μέσα στα όρια επαγρύπνησης (Εικόνες 7 και 8). Από τα αποτελέσματα φαίνεται ότι η επαναληπτικότητα των μετρήσεων στη μικροσκοπική ανάλυση στο εργαστήριό μας είναι καλή, αν και δύσκολο να επιτευχθεί για τις υψηλές διακριτές τιμές αφθονίας φυτοπλαγκτού που πιθανόν δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

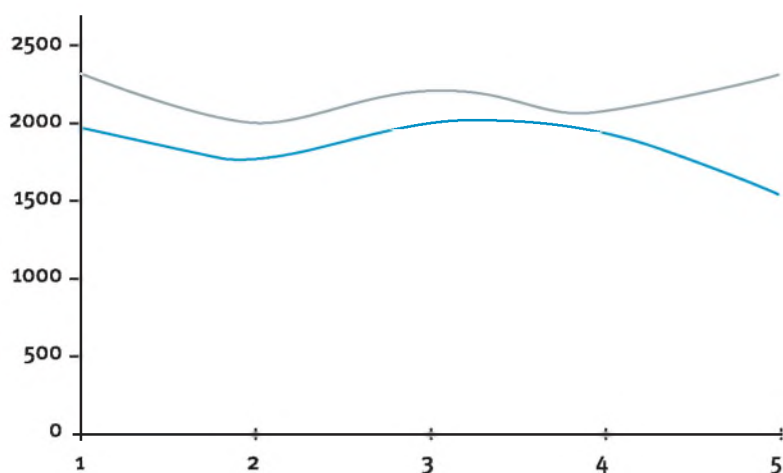




#### Εικόνα 9

Αφθονία (άξονας ψ: νήματα/mL) του είδους *A. flos-aquae* ενός υπο-δείγματος του δείγματος Α που μετρήθηκε από δύο ερευνητές σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (άξονας x: 1, 2, 3, 4, 5). Η μπλε γραμμή παριστάνει τις μετρήσεις νέου ερευνητή ενώ η γκρι του έμπειρου ερευνητή

Όσον αφορά στις επαναλαμβανόμενες μετρήσεις της αφθονίας των δύο οργανισμών με τη μεγαλύτερη ανομοιογενή κατανομή στο θάλαμο καθίζησης 2 mL του ίδιου υπο-δείγματος Α (επαναληπτικές μετρήσεις στον άξονα x: 1, 2, 3, 4, 5) βρέθηκαν αποκλίσεις μικρότερες του 100% της τιμής και, ως εκ τούτου, της ίδιας τάξης μεγέθους (μικρές για φυσικά δείγματα). Ειδικότερα για το είδος *A. flos-aquae*, οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του ίδιου υπο-δείγματος του νέου επιστήμονα (μπλε γραμμή) παρουσιάζουν κάποια μικρή μεταβλητότητα, ενώ οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του έμπειρου ερευνητού (γκρι γραμμή) δείχνουν ελάχιστη μεταβλητότητα (Εικόνα 9).



#### Εικόνα 10

Αφθονία (άξονας ψ: νήματα/mL) του είδους *An. flos-aquae* ενός υπο-δείγματος του δείγματος A που μετρήθηκε από δύο ερευνητές σε επαναλαμβανόμενες μετρήσεις (άξονας x: 1, 2, 3, 4,5). Η μπλε γραμμή παριστάνει τις μετρήσεις νέου ερευνητή, ενώ η γκρι έμπειρου ερευνητή

Όσον αφορά στο είδος *An. flos-aquae* με την πιο ανομοιογενή κατανομή στο θάλαμο, οι επαναλαμβανόμενες μετρήσεις του ίδιου υπο-δείγματος και του νέου επιστήμονα (μπλε γραμμή) και του έμπειρου ερευνητού (γκρι γραμμή) δείχνουν μικρή μεταβλητότητα (Εικόνα 10).

Συμπερασματικά, προκύπτει ότι ο εσωτερικός (εργαστηρίου) έλεγχος ποιότητας των μετρήσεων μικροσκοπικής ανάλυσης στη διεργασία ελέγχου, δείχνει άριστη σχέση των μετρήσεων με καλή επαναληπτικότητα και εμπειρία στη μεθοδολογία του ανάστροφου μικροσκοπίου για την καταμέτρηση των φυτοπλαγκτικών οργανισμών και τον υπολογισμό της αφθονίας και βιομάζας φυτοπλαγκτού. Η χρήση τέτοιων δεδομένων που έχουν ελεγχθεί ποιοτικά να τροφοδοτούν τους δείκτες εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης της λίμνης Δοϊράνης, είναι μεγάλης σημασίας.

### III. Ταξινόμηση οικολογικής κατάστασης

## 1. Δείκτες φυτοπλαγκτού

### 1. 1. Εισαγωγή

Η περίπτωση της λίμνης Δοϊράνης είναι η πρώτη και μοναδική στην Ελλάδα, όπου γίνεται προσπάθεια ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης με δείκτες φυτοπλαγκτού, που καλύπτουν πλήρως τις απαιτήσεις της Οδηγίας. Οι δείκτες αυτοί στηρίζονται στη γνώση για την οικολογική διαδοχή του φυτοπλαγκτού, τα ανταγωνιστικά πλεονεκτήματα και τις στρατηγικές ζωής των επιμέρους ειδών και ομάδων.

Η μορφολογία της λίμνης, μαζί με τους επαναλαμβανόμενους εποχιακούς κύκλους των κύριων περιβαλλοντικών παραμέτρων, παρέχουν τις ανταγωνιστικές αρένες όπου τα «καλύτερα προσαρμοσμένα είδη» επικρατούν σε ορισμένες περιόδους της διαδοχής, με επαναληπτικό τρόπο από χρόνο σε χρόνο. Σε ορισμένες εύτροφες-υπερέυτροφες λίμνες, όπως η Δοϊράνη, αναπτύσσονται στη διαδοχή στάδια σταθερής κατάστασης ή ισορροπίας, χαρακτηριστικά της διαδοχής και με χαρακτηριστικούς εκπροσώπους ειδών φυτοπλαγκτού. Αν και η κατάσταση ισορροπίας σπανίως παρατηρείται στο φυτοπλαγκτό, στάδια, τελευταία στη διαδοχή, είναι χαρακτηριστικά της κατάστασης μιας λίμνης. Το σημαντικό είναι ότι στα στάδια αυτά επικρατούν είδη φυτοπλαγκτού με στρατηγική K, τα οποία αντιστοιχούν σε ορισμένες οικολογικές ομάδες φυτοπλαγκτού.

Πρόσφατα, έχουν δημοσιευθεί εργασίες που περιγράφουν αναλυτικά τις οικολογικές ομάδες φυτοπλαγκτού ως λειτουργικές ομάδες ειδών με προσδιορισμένες απαιτήσεις για αρκετά διαφορετικούς συνδυασμούς φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων (βάθος ανάμειξης στήλης νερού, φως, θερμοκρασία, θρεπτικά αζώτου, φωσφόρου, πυριτίου, καθώς και βόσκηση από το ζωπλαγκτό). Σήμερα, είναι γνωστές 33 τέτοιες οικολογικές ομάδες φυτοπλαγκτού, οι οποίες χαρακτηρίζονται με σύμβολα του αγγλικού αλφάβητου.

Στην περίπτωση της λίμνης Δοϊράνης, τα είδη φυτοπλαγκτού που αναγνωρίστηκαν εντάσσονται, με βάση την οικολογία του κάθε είδους και τις περιβαλλοντικές παραμέτρους στη λίμνη, στις κατάλληλες οικολογικές ομάδες, προκειμένου ο δείκτης οικολογικής κατάστασης Q (δείκτης οικολογικών ομάδων). Επιπρόσθετα, στον δείκτη αυτό θα υπολογισθούν κι άλλοι δείκτες φυτοπλαγκτού, όπως ο δείκτης ποικιλότητας ειδών Shannon. Ταυτόχρονα, η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης θα γίνει με βάση την αφθονία και βιομάζα φυτοπλαγκτού, καθώς και τις ανθίσεις φυτοπλαγκτού, όπως ορίζει και η Οδηγία.

## 1. 2. Ο δείκτης οικολογικής κατάστασης Q

Ο δείκτης Q αναπτύχθηκε με σκοπό να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών σύμφωνα με τις απαιτήσεις της Οδηγίας και με βάση το φυτοπλαγκτό. Ονομάζεται *δείκτης οικολογικών ομάδων φυτοπλαγκτού* και προτάθηκε πρόσφατα από την Radisák και τους συνεργάτες της (το 2006). Είναι ένας δείκτης με πενταβάθμια κλίμακα, όπως είναι η πενταβάθμια κλίμακα ταξινόμησης των υδάτινων σωμάτων σύμφωνα με την Οδηγία για την οικολογική ποιότητα. Ειδικότερα, ο δείκτης Q αποκτά τιμές από 0 έως 5 (0-1: κακή, 1-2: ελλιπής, 2-3: μέτρια, 3-4: καλή, 4-5: υψηλή). Η μαθηματική σχέση που εκφράζει τον δείκτη Q είναι η ακόλουθη:

$$Q = \sum_{i=1}^n P_i * F$$

Όπου  $P_i = \frac{n_i}{N}$ ,  $n_i$  = βιομάζα της οικολογικής ομάδας  $i$   
 $N$  = συνολική βιομάζα φυτοπλαγκτού

και  $F$  = παράγοντας (factor number) που καθορίζεται από την  $i$  οικολογική ομάδα και τον τύπο της λίμνης.

Ο δείκτης αυτός μπορεί να χρησιμοποιηθεί αξιόπιστα, εφόσον τηρούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις σε σχέση:

- α)** Με το βάθος δειγματοληψίας. Υπολογίζεται με βάση τιμές που προκύπτουν από ολοκληρωμένα δείγματα απ' όλη την εύρωτη ζώνη της λίμνης (για βαθιές και ρηχές λίμνες) ή τη στήλη των 3.5 m για τις ρηχές λίμνες, όπως η λίμνη Δοϊράνη.
- β)** Με την περίοδο και τη συχνότητα δειγματοληψίας.

Καθώς γίνεται προσπάθεια να αναγνωρισθούν οι οικολογικές ομάδες φυτοπλαγκτού που χαρακτηρίζουν μία λίμνη και αυτές χρονικά εντοπίζονται στα τελευταία στάδια διαδοχής του φυτοπλαγκτού και, πιθανόν, σε στάδιο σταθερής κατάστασης ή ισορροπίας, αλλά και επειδή ο χρόνος γενεάς των φυτοπλαγκτικών οργανισμών είναι παράγοντας κλειδί για τη διαδοχή του φυτοπλαγκτού, προκύπτει ότι: οι δειγματοληψίες πρέπει να γίνονται με εβδομαδιαία συχνότητα και η περίοδος δειγματοληψίας να καλύπτει το τέλος του καλοκαιριού-αρχή του φθινοπώρου, όπου, συνήθως, στις εύκρατες λίμνες, παρατηρούμε το τελευταίο στάδιο διαδοχής του φυτοπλαγκτού. Όπως προαναφέρθηκε και στο κεφάλαιο του σχεδιασμού παρακολούθησης του φυτοπλαγκτού, κατάλληλη περίοδος κρίθηκε η περίοδος από 5 Αυγούστου έως 10 Οκτωβρίου, ενώ για την ανάπτυξη του πρωτοκόλλου επιλέχθηκε ο μήνας Ιούλιος. Οι δειγματοληψίες φυτοπλαγκτού ήταν εβδομαδιαίες και είχαν διάρκεια 10 εβδομάδων.

### 1.2.1. Γιατί δεν επιλέχθηκε άλλη χρονική περίοδος;

Στις περισσότερες λίμνες, όπως και στη λίμνη Δοϊράνη (λίμνη μονομεικτικού τύπου τα πιο θερμά και ξηρά έτη, θερμού και πολυμεικτικού τύπου τα βροχερά και με ισχυρούς ανέμους έτη), η εποχική περιοδικότητα του φυτοπλαγκτού παρουσιάζει τουλάχιστον 4 χαρακτηριστικές φάσεις μέσα σε ένα έτος: α) ψυχρή περίοδος, β) ανοιξιάτικη περίοδος των διατόμων, γ) φάση διαύγειας και δ) φάση του τελευταίου σταδίου διαδοχής, αργά το καλοκαίρι.

- α) Η ψυχρή περίοδος συνήθως διαρκεί αρκετούς μήνες (Νοέμβριος-Μάρτιος) και χαρακτηρίζεται από την επικράτηση μαστιγωτών, της ίδιας, όμως, οικολογικής ομάδας. Μάλιστα, η ποικιλότητα των ειδών είναι η χαμηλότερη και η βιομάζα χαμηλή. Δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης.
- β) Η περίοδος της άνοιξης έχει, συνήθως, σύντομη διάρκεια (Απρίλιος ή Μάιος), εξαρτάται από τη διάρκεια του χειμώνα και στο φυτοπλαγκτό επικρατούν, συνήθως, διάτομα και μαστιγωτά, ενώ στις ξηρές περιόδους αναπτύσσονται και τα κυανοβακτήρια. Η περίοδος αυτή δεν είναι κατάλληλη για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης, λόγω μικρής διάρκειας και μη προβλέψιμης αλλαγής.
- γ) Η φάση διαύγειας δεν είναι εύκολο να αναγνωρισθεί σε πολυμεικτικές λίμνες όπως η λίμνη Δοϊράνη. Ακόμη, οι κυρίαρχοι οργανισμοί, συνήθως, ανήκουν στην ίδια οικολογική ομάδα.
- δ) Η φάση του τελευταίου σταδίου διαδοχής, αργά το καλοκαίρι-νωρίς το φθινόπωρο, έχει ικανή διάρκεια για την παρακολούθηση του φυτοπλαγκτού, παρουσιάζει την πολυπλοκότητα της κοινωνίας με την ωρίμανσή της στη διάρκεια του έτους και, πιθανόν, ολοκληρώνεται με κατάσταση ισορροπίας. Είναι η φάση που προκύπτει από την αυτογενή ακολουθία αλλαγής στην επικράτηση του φυτοπλαγκτού στα προηγούμενα στάδια διαδοχής και εμπεριέχει τη μεγαλύτερη και πληρέστερη πληροφορία. Ως εκ τούτου, μπορεί ακόμη και μία δειγματοληψία μέσα στο έτος να μας δώσει την καλύτερη δυνατή εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης. Η καλύτερη εκτίμηση προκύπτει από δείγματα της περιόδου 15 Αυγούστου-15 Σεπτεμβρίου για τις εύκρατες λίμνες.

Στα Μεσογειακά συστήματα η περίοδος αυτή μπορεί να παραταθεί μέχρι τις αρχές Οκτωβρίου. Στη λίμνη Δοϊράνη, πραγματοποιήθηκαν 10 δειγματοληψίες, από 5 Αυγούστου έως 10 Οκτωβρίου. Ο σχεδιασμός αυτός έγινε με βάση τη γνώση της οικολογίας του φυτοπλαγκτού σε ελληνικές λίμνες και μάλιστα πολύ νωρίτερα (2004) από τη δημοσίευση της Radisák και των συνεργατών της (2006), όπου και προτείνεται η περίοδος 15 Αυγούστου-15 Σεπτεμβρίου. Επειδή επιλέχθηκε η περίοδος του τελευταίου σταδίου διαδοχής, η λίμνη αντανάκλα τη χειρότερη δυνατή οικολογική κατάσταση. Ως εκ τούτου, και μία μόνο δειγματοληψία, πιθανόν, να προσδιορίσει την εικόνα για την εκτίμηση της οικολογικής της κατάστασης.

### 1.2.2. Η ένταξη των ειδών στις οικολογικές ομάδες, οι παράγοντες F και η τυπολογία της λίμνης για τον δείκτη Q

Τα είδη φυτοπλαγκτού, για τα οποία υπολογίζονται τα δεδομένα  $r_i$  του μαθηματικού τύπου του δείκτη Q, εντάσσονται σε οικολογικές ομάδες με βάση τις ειδικές προσαρμογές, απαιτήσεις και αντοχές σε σχέση με περιβαλλοντικές παραμέτρους. Τα είδη χαρακτηρίστηκαν με κωδικούς του αγγλικού αλφαβήτου, σύμφωνα με τη διαθέσιμη διεθνή βιβλιογραφία. Τα είδη φυτοπλαγκτού με δεδομένα  $r_i$  στη λίμνη Δοϊράνη και οι κωδικοί των οικολογικών ομάδων που εντάχθηκαν παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.

Οι παράγοντες F προσδιορίστηκαν για τα είδη-οικολογικές ομάδες της Δοϊράνης του Πίνακα 1, σύμφωνα με τις τιμές που είχαν προσδιορισθεί από την Radisák και συνεργάτες (2006) για τον τύπο λίμνης 3, όπου εντάχθηκε η Δοϊράνη. Οι παράγοντες αυτοί πιθανόν να τροποποιηθούν κάπως στο μέλλον με την αυξανόμενη παραγόμενη γνώση για τα φυτοπλαγκτικά είδη της Δοϊράνης και την οικολογία τους. Αξίζει να τονισθεί ότι δύο από τα σημαντικά είδη της λίμνης, δηλαδή το δινομαστιγωτό *Ceratium monoceras* και το διάτομο *Acanthoceras zachariasii* σπανίως έχουν αναφερθεί στη διεθνή βιβλιογραφία. Μάλιστα, το πρώτο είδος έχει περιγραφεί έως σήμερα μόνο από τη Δοϊράνη. Φαίνεται ότι είναι είδος με ιδιαίτερες οικολογικές απαιτήσεις, οπότε θα οδηγηθούμε σε ένταξή του σε ξεχωριστή οικολογική ομάδα. Συνεπώς θα προκύψει διαφορετικός παράγοντας F.

Ο καθορισμός του τύπου της λίμνης Δοϊράνης (τύπος 3) έγινε με βάση τα ακόλουθα στοιχεία:

- α) Υδρο-γεωγραφικά χαρακτηριστικά: αλκαλική λίμνη
- β) Μέσο βάθος νερού: 1-3 m
- γ) Έκταση επιφάνειας της λίμνης: 10-100 km<sup>2</sup>
- δ) Λίμνη μόνιμα κατακλυσμένη με νερό

### Πίνακας 2

Τα είδη που λήφθηκαν υπόψη στην εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης και οι οικολογικές ομάδες στις οποίες ανήκουν, σύμφωνα με τους Reynolds et al. (2002)

Είδη	Οικολογική ομάδα	Είδη	Οικολογική ομάδα
<b>DIATOMOPHYCEAE</b>		<b>CYANOPHYCEAE</b>	
<i>Acanthoceras zachariasii</i>	A	<i>Anabaena aphanizomenoides</i>	H1
<i>Aulacoseira granulata</i> var. <i>granulata</i>	P	<i>Anabaena flos-aquae</i>	H1
<i>Nitzschia acicularis</i> var. <i>closterioides</i>	D	<i>Anabaena solitaria</i>	H2
<i>Nitzschia palea</i>	D	<i>Anabaenopsis circularis</i>	H1
<i>Rhizosolenia eriensis</i>	A	<i>Anabaenopsis elenkinii</i>	H1
<i>Stephanodiscus neoastraea</i>	B	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	H1
<b>CRYPTOPHYCEAE</b>		<i>Aphanizomenon issatschenkoi</i>	H1
<i>Cryptomonas erosa</i>	Y	<i>Aphanocapsa incerta</i>	K
<i>Cryptomonas reflexa</i>	Y	<i>Chroococcus limnneticus</i>	LO
<i>Rhodomonas lens</i>	Y	<i>Cylindrospermopsis raciborskii</i>	SN
<i>Rhodomonas minuta</i>	X2	<i>Jaaginema lemmermanii</i>	S1
<b>CHLOROCOCCALES</b>		<i>Jaaginema</i> sp.	S1
<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	F	<i>Merismopedia tenuissima</i>	LO
<i>Oocystis</i> cf. <i>solitaria</i>	F	<i>Microcystis aeruginosa</i>	M
<i>Pediastrum borryanum</i>	J	<i>Microcystis viridis</i>	M
<i>Pediastrum duplex</i> var. <i>gracillimum</i>	J	<i>Microcystis wesenbergii</i>	M
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	J	<i>Planktolyngbya circumcreta</i>	R
<i>Scenedesmus communis</i>	J	<i>Planktothrix</i> cf. <i>agardhii</i>	S1
<i>Scenedesmus linearis</i>	J	<i>Snowella lacustris</i>	LO
<i>Tetraëdron minimum</i>	J	<b>HAPTOPHYCEAE</b>	
<i>Tetrastrum komarekii</i>	J	<i>Chrysochromulina parva</i>	X2
<b>CONJUGATOPHYCEAE &amp; OTHER CHLOROPHYCEAE</b>		<b>DINOPHYCEAE</b>	
<i>Closterium aciculare</i>	P	<i>Ceratium monoceras</i>	LM
<i>Cosmarium phaseolus</i>	N		

### 1.2.3. Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα του δείκτη Q

Ο δείκτης Q των οικολογικών ομάδων φυτοπλαγκτού, όπως φαίνεται ήδη από τη χρήση του σε λίμνες της Ουγγαρίας, ότι αποτελεί ένα πολλά υποσχόμενο εργαλείο για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών με βάση το βιολογικό στοιχείο φυτοπλαγκτό.

Τα πλεονεκτήματα της μεθόδου προσδιορισμού του δείκτη Q είναι:

- α) Η οικολογική βάση του δείκτη είναι ισχυρή και ακολουθεί την πρόοδο στη βασική έρευνα του φυτοπλαγκτού. Παρέχεται, με αυτόν τον τρόπο, η ευελιξία βελτιστοποίησής του και εφαρμογής σύμφωνα με τα νέα δεδομένα της επιστήμης. Ιδιαίτερα στις δύο συνεργαζόμενες χώρες (Ελλάδα-Τουρκία) οι επιστημονικώς υπεύθυνοι στο πρόγραμμα για το φυτοπλαγκτό είναι ενεργοί ερευνητές με γνώση και συμμετοχή στη νεοπαράγόμενη γνώση. Κατά συνέπεια, παρέχεται και η ευελιξία για περαιτέρω βελτιστοποίηση του δείκτη.
- β) Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε οικοπεριοχή της Οδηγίας δίχως βασικές αλλαγές και επιτρέπει τη συνεργασία. Είναι φανερό ότι ο δείκτης αυτός μπορεί, εξίσου αποτελεσματικά, να χρησιμοποιηθεί και για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης των λιμνών της γείτονος χώρας, ανεξάρτητα από το γεγονός ότι αυτή δεν συμπεριλαμβάνεται σε κάποια οικοπεριοχή της Οδηγίας. Πρόκειται για έναν δείκτη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί παγκοσμίως.
- γ) Η χρήση του δείκτη, σε αντίθεση με τους προηγούμενους, δεν περιορίζεται μόνο σε κάποια συγκεκριμένη ανθρωπογενή επίδραση (π.χ. ευτροφισμό, μείωση του pH κ.λπ.) αλλά, αφορά στο σύνολο των ανθρωπογενών επιδράσεων στις λίμνες. Για τον λόγο αυτό, έχει τεράστιο εύρος εφαρμογής. Ως εκ τούτου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στη λίμνη Δοϊράνη που αντιμετωπίζει πρόβλημα ευτροφισμού και ταυτόχρονα, πτώση της στάθμης νερού με μείωση της επιφάνειας της λίμνης.

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου προσδιορισμού του δείκτη Q είναι:

- α) Οι υπεύθυνοι των υπηρεσιών για την παρακολούθηση του φυτοπλαγκτού μπορεί να υποτιμήσουν την εξειδίκευση που απαιτείται για τον υπολογισμό του δείκτη και, έτσι, αντί να αναγνωρισθούν περισσότερα από 100 είδη φυτοπλαγκτού, να αναγνωρισθούν περίπου 30 ομάδες φυτοπλαγκτού. Εδώ, ωστόσο, υπάρχει λανθασμένη εντύπωση, διότι για τον δείκτη Q, πρώτα γίνεται η αναγνώριση του φυτοπλαγκτού σε επίπεδο είδους, στη συνέχεια υπολογισμός της βιομάζα του κάθε είδους και, τέλος, η ένταξη του κάθε είδους στην οικολογική ομάδα.
- β) Η μέθοδος εμπεριέχει διαφορετικού βαθμού δυσκολίες στην αναγνώριση ειδών που εντάσσονται κατά πληθώρα σε μία οικολογική ομάδα (π.χ. πολλά είδη των κοκκοειδών χλωροφυκών εντάσσονται στην ομάδα με τον κωδικό J) και άλλων ειδών σε διαφορετικές οικολογικές ομάδες (π.χ. είδη των νηματοειδών κυανοβακτηρίων στις ομάδες H1, H2, S1, S<sub>N</sub>).
- γ) Για πολλά είδη, είναι ακόμη ελλιπής η γνώση των οικολογικών απαιτήσεων και προσαρμογών. Όπως προαναφέρθηκε το πρόβλημα αυτό είναι εμφανές και στη λίμνη Δοϊράνη, όπου στο φυτοπλαγκτό κυριαρχούν είδη όπως το δινομαστιγυτό *Ceratium monoceras* και το διάτομο *Acanthoceras zachariasii*.
- δ) Το μεγαλύτερο μειονέκτημα του δείκτη Q είναι ότι οι παράγοντες F προσδιορίζονται από εμπειρογνώμονες (τουλάχιστον προς το παρόν), ενώ δεν υπάρχει αντικειμενικό σύστημα προσδιορισμού. Βέβαια, με την αύξηση της γνώσης της αυτοοικολογίας των ειδών και την πρόοδο της επιστήμης θα προκύπτουν και αλλαγές βελτίωσης.
- ε) Ένα από τα μειονεκτήματα, τέλος, του δείκτη Q αποτελεί το γεγονός ότι η ένταξη των ειδών στις οικολογικές ομάδες δεν γίνεται αυτόματα. Υπάρχουν χαρακτηριστικά παραδείγματα αλλαγής θέσης ειδών από μια οικολογική ομάδα σε άλλη, αν για ένα είδος διαπιστωθεί ότι έχει διαφορετικές από τις μέχρι σήμερα γνωστές οικολογικές απαιτήσεις σε ένα διαφορετικό περιβάλλον, ενδιαίτημα. Ένα από αυτά τα είδη που εντάσσονται σε διαφορετική ομάδα ανάλογα με το ενδιαίτημα είναι και το κυρίαρχο στη λίμνη Δοϊράνη νηματοειδές κυανοβακτήριο *Cylindrospermopsis raciborskii* που ανήκει στην οικολογική ομάδα με κωδικό SN. Αυτό βέβαια, δεν αποτελεί μειονέκτημα στη βασική έρευνα, αποτελεί, όμως, πρόβλημα στη δημιουργία ενός οριστικού τεχνικού οδηγού με κατευθυντήριες γραμμές για τους υπεύθυνους της δημόσιας διοίκησης.

#### 1.2.4. Άλλοι δείκτες φυτοπλαγκτού

Ο δείκτης Q είναι, κατά τη γνώμη μας, ο πιο αξιόπιστος δείκτης εκτίμησης της οικολογικής κατάστασης της λίμνης. Συμπληρωματικά, χρησιμοποιήθηκε ο δείκτης ποικιλότητας Shannon H, ο οποίος και υπολογίσθηκε με βάση τη γνωστή μαθηματική σχέση:

$$H = - \sum_{i=1}^s \left[ \left( \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right) \right) \left( \frac{n_i}{N} \right) \right]$$

όπου:  $n_i$  = n αφθονία του είδους  $i$   
και  $N$  = n συνολική αφθονία του δείγματος

Ο δείκτης ποικιλότητας αυξάνεται με την αύξηση της βιοποικιλότητας και μειώνεται όταν στην κοινωνία επικρατούν λίγα είδη. Ο δείκτης μεταβάλλεται ανάλογα με τη ρύπανση ενός συστήματος, με τις χαμηλότερες τιμές στα πιο ρυπασμένα συστήματα. Όσον αφορά στη χρήση του σε εύτροφα συστήματα, όπως η λίμνη Δοϊράνη, δεν αντανakλά πάντοτε τον ευτροφισμό, παρουσιάζοντας χαμηλές και υψηλές τιμές, ενώ είναι περισσότερο αποτελεσματικός δείκτης στα ιδιαίτερα υπερέυτροφα συστήματα.

Επιπρόσθετα, χρησιμοποιήθηκαν τα όρια της βιομάζας φυτοπλαγκτού για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης, όπως αυτά χρησιμοποιούνται σε λίμνες της Κεντρικής Ευρώπης:

1. Βιομάζα φυτοπλαγκτού  $\leq 1 \text{ mg l}^{-1}$  : άριστη ποιότητα
2. Βιομάζα φυτοπλαγκτού  $>1-4 \text{ mg l}^{-1}$  : καλή ποιότητα
3. Βιομάζα φυτοπλαγκτού  $>4-8 \text{ mg l}^{-1}$  : μέτρια ποιότητα
4. Βιομάζα φυτοπλαγκτού  $>8-16 \text{ mg l}^{-1}$  : ελλιπής ποιότητα
5. Βιομάζα φυτοπλαγκτού  $>16 \text{ mg l}^{-1}$  : κακή ποιότητα

Τέλος, χρησιμοποιήθηκαν τα όρια της αφθονίας φυτοπλαγκτού για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης, με στόχο να προσδιορισθεί ποσοτικά το τι είναι «άνθιση φυτοπλαγκτού» και τι «διαρκής άνθιση», όπως ορίζεται στην Οδηγία για τον προσδιορισμό της μέτριας οικολογικής κατάστασης.

Το όριο της πληθυσμιακής πυκνότητας (αφθονίας) για την άνθιση ενός είδους φυτοπλαγκτού διαφέρει ως προς το μέγεθος. Για τον λόγο αυτόν, θεωρήσαμε ως όριο για ένα νανοπλαγκτικό είδος (με διαστάσεις ατόμου  $<20 \mu\text{m}$ ) την πληθυσμιακή πυκνότητα των  $10,000$  ατόμων  $\text{ml}^{-1}$ , ενώ για ένα μικροπλαγκτικό είδος (με διαστάσεις ατόμου  $>20 \mu\text{m}$ ) την πληθυσμιακή πυκνότητα των  $1,000$  ατόμων  $\text{ml}^{-1}$ . Για το κυανοβακτήριο *Snowella lacustris*, το οποίο ως άτομο καταλαμβάνει με τις διαστάσεις του, άλλοτε θέση στο νανοπλαγκτό και άλλοτε στο μικροπλαγκτό, η πληθυσμιακή πυκνότητα των  $1,000$  ατόμων  $\text{ml}^{-1}$  θεωρείται όριο για την άνθισή του. Διαρκής άνθιση φυτοπλαγκτού είναι αυτή που διαρκεί καθόλη την περίοδο Αυγούστου-Οκτωβρίου.

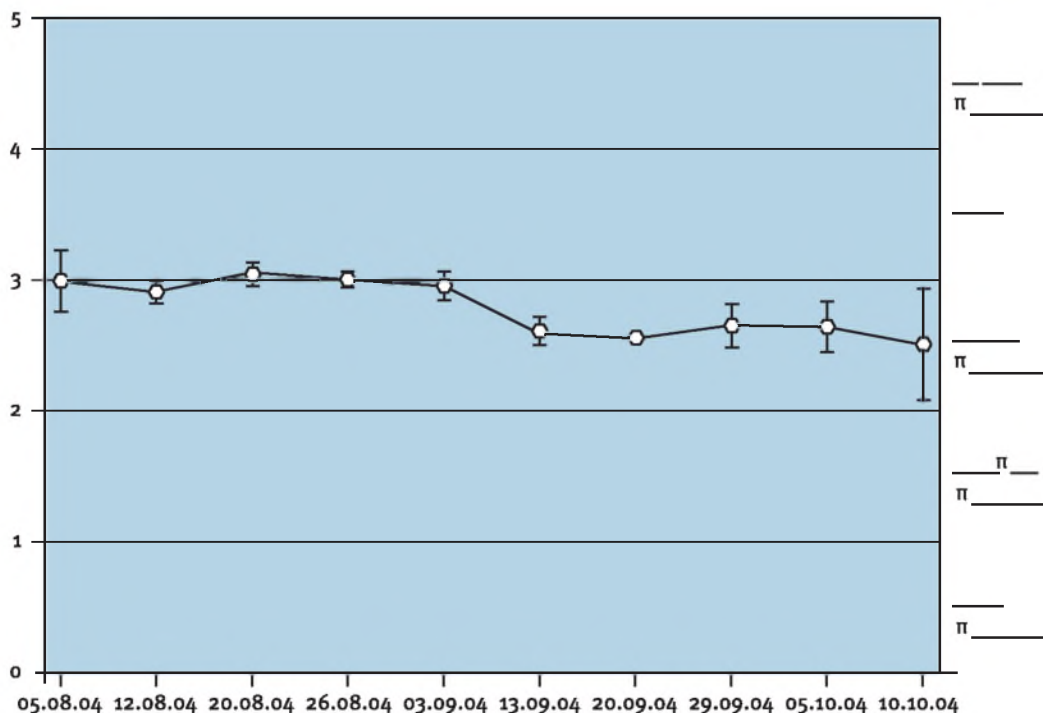


### 1.2.5. Αποτελέσματα ταξινόμησης της οικολογικής κατάστασης της λίμνης με τους δείκτες φυτοπλαγκτού

Οι τιμές του δείκτη Q βρίσκονται στα όρια μέτριας και καλής οικολογικής κατάστασης κατά την περίοδο από 05.08.2004 έως 03.09.2004, ενώ στη συνέχεια οι τιμές του δείκτη μειώνονται κάτω από την τιμή 3, υποδηλώνοντας μέτρια οικολογική κατάσταση για τη λίμνη (Εικόνα 11). Η πτώση του δείκτη με μεταβολή της καλής σε μέτρια οικολογική κατάσταση συνδέεται με τη μετάβαση από την επικράτηση του διατόμου *Acanthoceras zachariasii* και του χλωροφύκου *Oocystis* sp. στην επικράτηση του κυανοβακτηρίου *Snowella lacustris* (Εικόνα 12). Η επικράτηση των κυανοβακτηρίων στο φυτοπλαγκτό μιας λίμνης είναι ενδεικτική της υποβάθμισης της ποιότητας του νερού της.

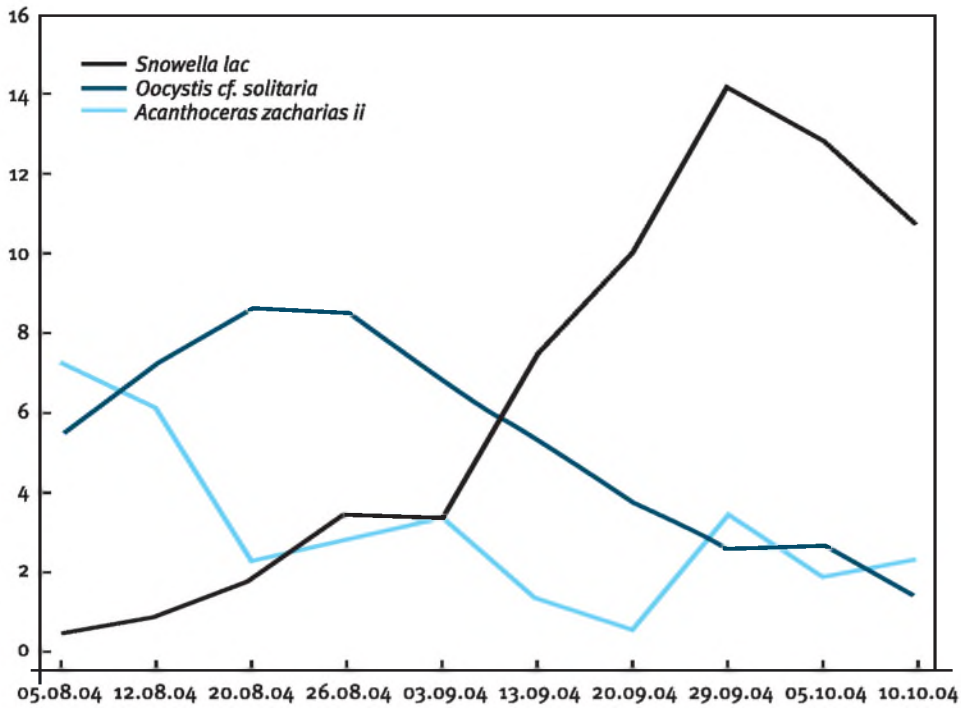
Οι τιμές του δείκτη ποικιλότητας ειδών Η ξεπέρασαν, κατά κανόνα, την τιμή 3, δηλαδή το φυτοπλαγκτό στη Δοϊράνη παρουσιάζει υψηλή ποικιλότητα κατά τη θερμή περίοδο (Εικόνα 13). Οι υψηλές τιμές του δείκτη ποικιλότητας υποδηλώνουν, πιθανόν, καλή οικολογική κατάσταση της λίμνης, ταυτόχρονα, όμως, είναι χαρακτηριστικές των εύτροφων λιμνών στο τελευταίο στάδιο διαδοχής. Ως εκ τούτου, ο δείκτης ποικιλότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κάποιο βαθμό ως δείκτης οικολογικής κατάστασης, με την έννοια της δυνητικά καλής οικολογικής κατάστασης ή επίτευξης καλής κατάστασης στο μέλλον, καθώς διατηρείται ικανή οικολογική μνήμη (μεγάλη δεξαμενή ειδών). Τιμές του δείκτη ποικιλότητας υψηλότερες από 3 παραπέμπουν σε μια εν δυνάμει καλή οικολογική κατάσταση στη Δοϊράνη.

Όμως, οι υψηλότερες τιμές του δείκτη παρατηρήθηκαν όταν ο δείκτης οικολογικής κατάστασης Q παρουσίασε τις μικρότερες τιμές. Αυτή η αντίθεση των δεικτών δείχνει την αναγκαιότητα περαιτέρω διερεύνησης της δυνατότητας χρησιμοποίησης του δείκτη ποικιλότητας στην εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης. Για παράδειγμα, θα μπορούσε να είναι πιο αποτελεσματικός ένας δείκτης σύνθεσης φυτοπλαγκτού με τους επί μέρους λόγους του αριθμού ειδών των ταξινομικών ομάδων σε σχέση με τον αριθμό ειδών των κυανοβακτηρίων, τα οποία και σε μεγάλο βαθμό προσδιορίζουν την ποιότητα του νερού.



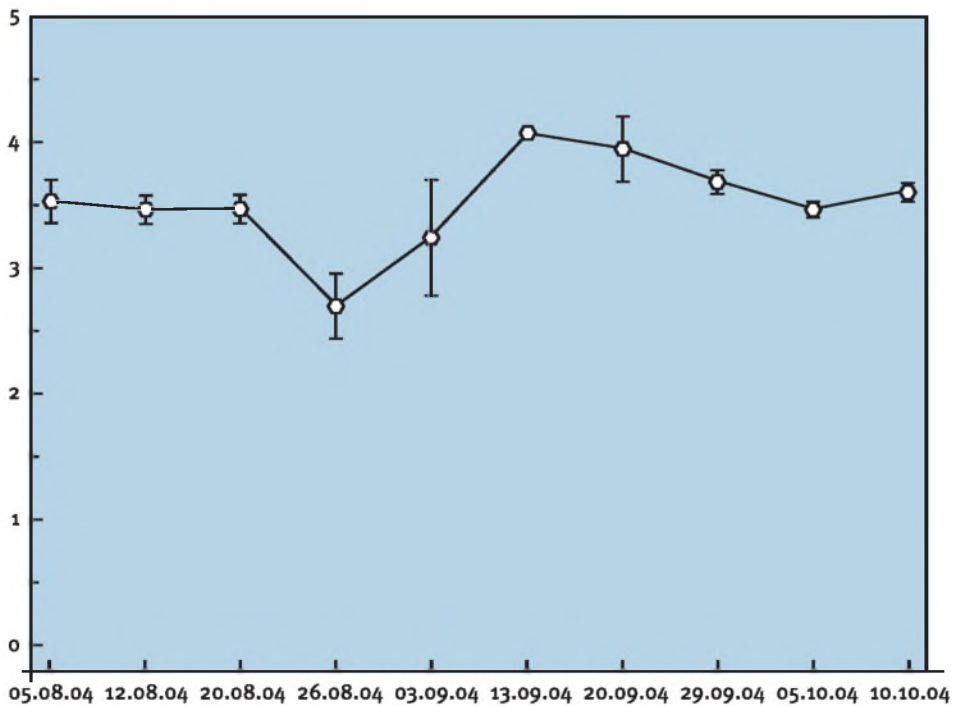
**Εικόνα 11**

Οι μεταβολές της μέσης τιμής του δείκτη Q, για τον υπολογισμό του οποίου η λίμνη Δοϊράνη κατατάχθηκε στις λίμνες τύπου 3. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν την τυπική απόκλιση (Από Πολυκάρπου 2006)



**Εικόνα 12**

Οι μεταβολές της μέσης βιομάζας των κυρίαρχων φυτοπλαγκτικών οργανισμών, κατά την περίοδο από 05.08.04 έως 10.10.04. Με μαύρο, σκούρο μπλε και ανοικτό μπλε χρώμα αντιπροσωπεύονται είδη που ανήκουν στην ομάδα των κυανοφυκών, αποφυκών και κρυπτο-φυκών αντίστοιχα (Από Πολυκάρπου 2006)



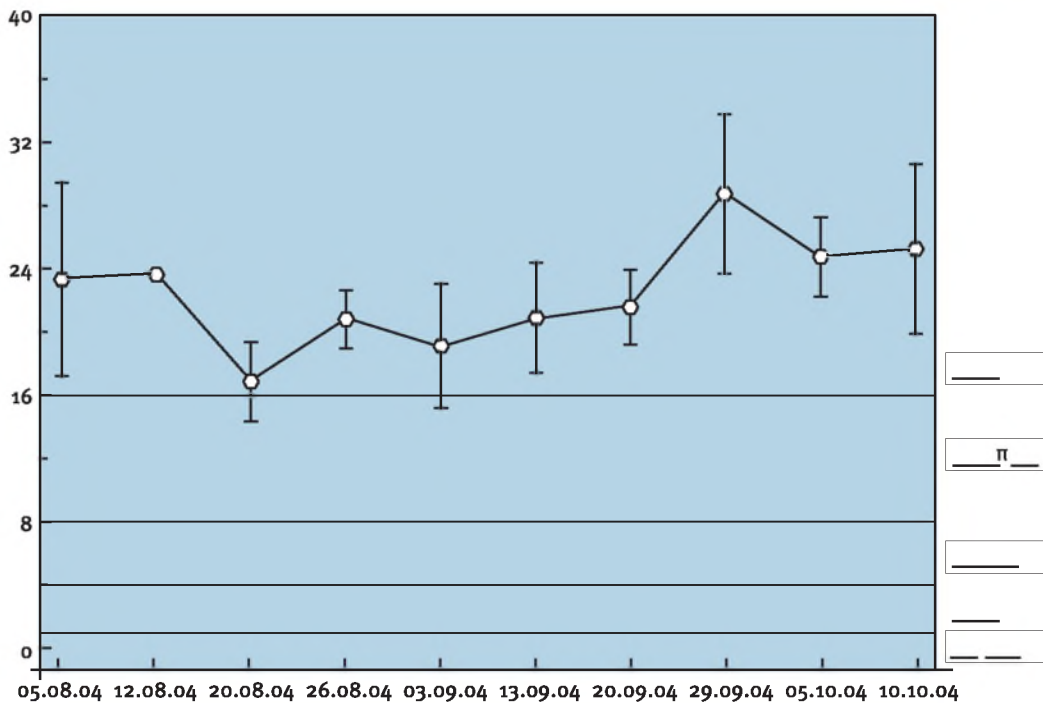
**Εικόνα 13**

Οι μεταβολές της μέσης τιμής του δείκτη ποικιλότητας Shannon-Wiener κατά την περίοδο από 05.08.04 έως 10.10.04 (Από Πολυκάρπου 2006)

Η προσέγγιση αυτή πλησιάζει την εκτίμηση της ποιότητας με βάση την τυπολογία Ecoframe. Πιο συγκεκριμένα, η ποικιλότητα (ή σύνθεση) φυτοπλαγκτού στη Δοϊράνη είναι τύπου C. Επομένως, η οικολογική κατάσταση της λίμνης είναι κακή λόγω της κυριαρχίας των νηματοειδών και αποικιακών ειδών κυανοβακτηρίων και των συχνών φαινομένων άνθισης νερού.

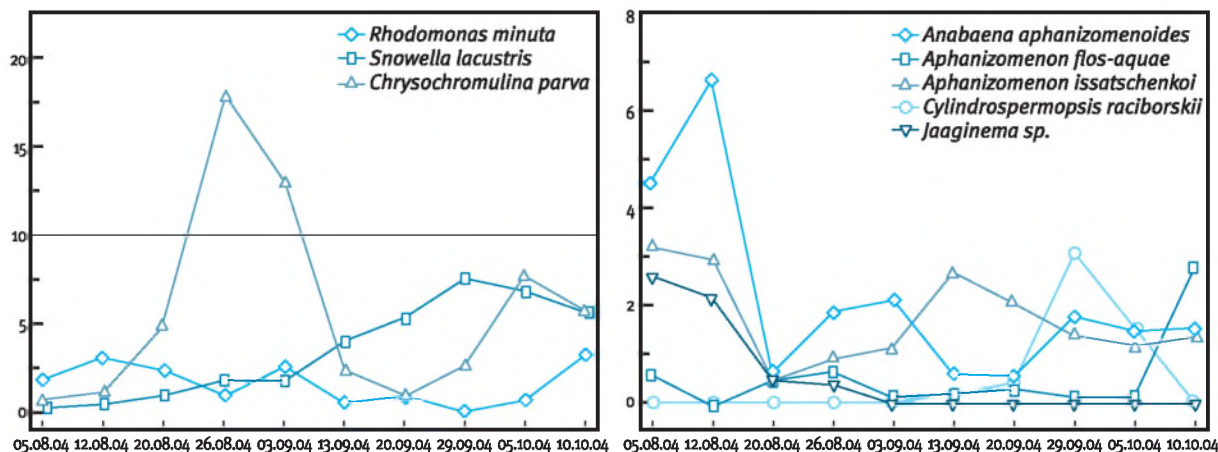
Η βιομάζα φυτοπλαγκτού καθόλη τη διάρκεια της έρευνας (Εικόνα 14) ξεπέρασε την τιμή  $16\text{mg l}^{-1}$ , υποδηλώνοντας κακή ποιότητα νερού.

Με βάση την αφθονία των νανο- και μικρο- πλαγκτικών οργανισμών που δημιουργούν άνθιση φυτοπλαγκτού (όπως η άνθιση ορίσθηκε παραπάνω) ακολουθεί η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης της Δοϊράνης. Στην περίπτωση του νανοπλαγκτού δύο είδη παρατηρήθηκαν κυρίαρχα, το κρυποφύκος *Rhodomonas minuta* και το αποτοφύκος *Chrysochromulina parva*. Μόνο το δεύτερο είδος κατά την τέταρτη και πέμπτη εβδομάδα ξεπέρασε την πληθυσμιακή πυκνότητα των 10,000 ατόμων/ml, δηλαδή σχημάτισε άνθιση (Εικόνα 15α). Όμως, το κυανοβακτήριο *Snowella lacustris*, που ως άτομο καταλαμβάνει με τις διαστάσεις του άλλοτε θέση στο νανοπλαγκτό και άλλοτε στο μικροπλαγκτό, ξεπέρασε σχεδόν σε όλη τη διάρκεια της έρευνας την πληθυσμιακή πυκνότητα των 1,000 ατόμων ml<sup>-1</sup>, που θεωρείται όριο για την άνθισή του.



**Εικόνα 14**

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης Δοϊράνης, με βάση τη συνολική βιομάζα του φυτοπλαγκτού και σύμφωνα με τους Radisák et al. (2006). Δεξιά δίνονται τα πέντε επίπεδα ποιότητας. Οι κάθετες γραμμές αντιπροσωπεύουν την τυπική απόκλιση (Από Πολυκάρπου 2006)



**Εικόνα 15**

Εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης της λίμνης Δοϊράνης, με βάση τη μέση αφθονία των κυρίαρχων νανο- (αριστερά) και μικρο- (δεξιά) πλαγκτικών οργανισμών. Η οριζόντια διακεκομμένη γραμμή ορίζει το όριο αφθονίας πάνω από το οποίο δημιουργείται άνθιση νερού ( $10,000 \text{ άτομα} \cdot \text{mL}^{-1}$  για νανοπλαγκτικούς και  $1,000 \text{ άτομα} \cdot \text{mL}^{-1}$  για μικροπλαγκτικούς οργανισμούς) (Από Πολυκάρπου 2006)

Ως εκ τούτου, το νανοπλαγκτό παρουσίασε διαρκή άνθιση φυτοπλαγκτού, υποδηλώνοντας ότι η οικολογική κατάσταση στη λίμνη δεν είναι καλή.

Στην περίπτωση του μικροπλαγκτού όλοι οι κυρίαρχοι οργανισμοί (πέντε είδη από τα νηματοειδή κυανοβακτήρια) σχημάτισαν διαδοχικά (Εικόνα 15β) άνθιση. Με βάση τα παραπάνω, το μικροπλαγκτό παρουσίασε διαρκή άνθιση φυτοπλαγκτού, υποδηλώνοντας ότι η οικολογική κατάσταση στη λίμνη δεν είναι καλή.

Συμπερασματικά, η λίμνη Δοϊράνη χαρακτηρίζεται:

- › από συνεχείς ανθίσεις φυτοπλαγκτού καθόλη τη θερμή περίοδο του έτους, εικόνα η οποία δεν είναι ενδεικτική καλής οικολογικής κατάστασης
- › από υψηλά επίπεδα φυτοπλαγκτικής βιομάζας, ενδεικτικά κακής οικολογικής κατάστασης
- › από τιμές του δείκτη ποικιλότητας υψηλότερες από 3 που παραπέμπουν σε μια εν δυνάμει καλή οικολογική κατάσταση, και
- › από τιμές του δείκτη Q που βρίσκονται στα όρια μέτριας και καλής οικολογικής κατάστασης.

Με βάση τα παραπάνω χαρακτηριστικά, η οικολογική κατάσταση της λίμνης επεκτείνεται από την καλή έως την κακή κατάσταση με επίκεντρο τη μέτρια οικολογική κατάσταση. Από τα αποτελέσματα, φαίνεται ότι η λίμνη Δοϊράνη κινδυνεύει να μην επιτύχει τους περιβαλλοντικούς στόχους, σύμφωνα με το Άρθρο 4 της Οδηγίας.

## Βιβλιογραφία

- › Padisák J., Borics G., Grigorszky I., Soroczki-Pinter E., 2006. *Use of phytoplankton assemblages for monitoring ecological status of lakes within the Water Framework Directives: the assemblage index*. *Hydrobiologia*, 553, 1-14.
- › Reynolds C., Huszar V., Kruk C., Naseli-Flores L., Melo S., 2002. *Towards a functional classification of the freshwater phytoplankton*. *J. Plankton Res.*, 24, 417-428.
- › Rott E., 1981 *Some results from phytoplankton counting intercalibrations*. *Schweiz. Z. Hydrobiologie*, 43, 34-62.
- › Πολυκάρπου Π., 2006. *Φυτοπλαγκτό και μικροβιακό τροφικό πλέγμα στη λίμνη Δοϊράνη: εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.*



























