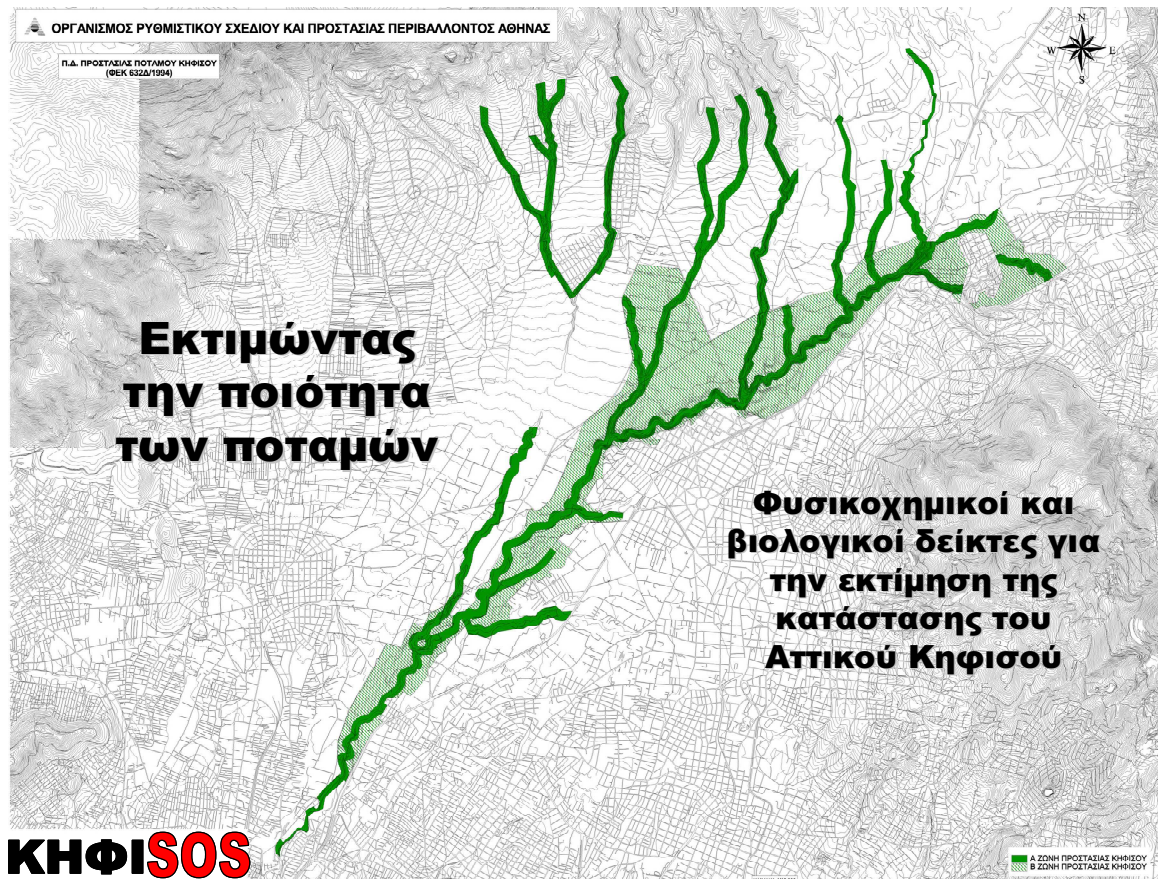




ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΜΗΜΑ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΟΙΚΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΒΙΩΣΙΜΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ: ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Κουτσομήτρου Δήμητρα (Α.Μ. 210202)

Επιβλέπων: Δέτσης Β., Επίκουρος Καθηγητής

Τριμελής Επιτροπή: Δέτσης Β., Επίκουρος Καθηγητής
Ευθυμίου Γ., Επίκουρος Καθηγητής
Οικονόμου-Αμίλλη Α., Καθηγήτρια

Αθήνα, 2013

*Στον Νίκο,
χωρίς τη βοήθεια του οποίου –υλική και πνευματική- το παρόν πόνημα δεν θα είχε
πραγματοποιηθεί...*

Ποταμοῖσι τοῖσιν αὐτοῖσιν ἐμβαίνουσιν ἕτερα καὶ ἕτερα ὕδατα ἐπιρρεῖ·
Ἡράκλειτος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Στην εκπόνηση της διπλωματικής μου μελέτης ουσιαστική και πολύτιμη υπήρξε η συμβολή των καθηγητών μου κ. Δέτση, κ. Ευθυμίου και κ. Οικονόμου-Αμίλλη, τους οποίους ευχαριστώ θερμά για την υποστήριξη και τις πολύτιμες συμβουλές τους. Επίσης ευχαριστώ τους Δανιηλίδη Δ., Ραδέα Κ., Μπαζό Ι., Λούβρου Ι., από το τμήμα Βιολογίας του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών για την καίρια καθοδήγηση και τη βοήθειά τους, τους Αμπελιώτη Κ., Κυριακού Α., Λαζαρίδη Κ., Χρόνη Χ., Κώτσου Μ., Κατσαμπάνη Γ., οι οποίοι ενεπλάκησαν ενεργά στην περάτωση της μελέτης, καθώς και την οικογένειά μου και τον Παναγιωτόπουλο Νίκο που μου παρείχαν αμέριστη υλική και ψυχολογική υποστήριξη καθ' όλη τη διάρκεια της έρευνας.

Ελπίζω η διπλωματική αυτή μελέτη να αποτελέσει αφορμή για περαιτέρω έρευνα και ευαισθητοποίηση των αρμοδίων αρχών προς την κατεύθυνση της αειφόρου διαχείρισης του ποταμού.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη	8
Αντί προλόγου	9
Εισαγωγή	10
 1 ^ο μέρος: Βιβλιογραφική επισκόπηση	 12
1. Οικολογική αξία των ποταμών και γενικά χαρακτηριστικά τους	12
1.1 Ποτάμιες διεργασίες	13
1.2 Ποτάμιες κοίτες	14
1.3 Εκβολές- Δέλτα	15
1.4 Λοιπά χαρακτηριστικά	15
2. Ποιότητα υδάτων	16
2.1 Πώς αξιολογείται η ποιότητα των ποταμών	17
2.2 Ρύπανση των υδάτων στο σύγχρονο αστικό τοπίο	20
2.2.1 Ρύπανση των ποταμών	21
2.3 Φυσικοχημικές παράμετροι	23
2.3.1. Θερμοκρασία	23
2.3.2 Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου (pH)	24
2.3.3 Αγωγιμότητα	25
2.4 Θρεπτικά	26
2.4.1 Ευτροφισμός	30
2.5 Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD) - Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	32
2.6 Μακροασπόνδυλα	34
2.7 Μορφολογία ποταμών και παρόχθιο οικοσύστημα	40
2.7.1 Παρόχθια βλάστηση και οικολογική κατάσταση των ποταμών	43
3. Νομοθεσία	44
3.1 Ανασκόπηση	44
3.2 Οδηγία Πλαίσιο 200/60/ΕΕ	46
4. Διαδικασία περιβαλλοντικού ελέγχου	49
4.1 Αρχές δειγματοληψίας	49
5. Περιγραφή περιοχής μελέτης	53
5.1 Γενικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης	53
5.1.1 Φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά	53
5.1.2 Κλίμα	53
5.1.3 Γενικά χαρακτηριστικά ποταμού	54
5.1.4 Υδρογεωλογία	56
5.1.5 Υδρογραφικό δίκτυο Κηφισού ποταμού	58
5.1.5.1 Υδρογραφική συχνότητα- Υδρογραφική πυκνότητα	58
5.1.6 Τα υπόγεια νερά της λεκάνης του Κηφισού	58
5.1.7 Χρήσεις γης στο ευρύτερο περιβάλλον	59
5.1.8 Παρόχθιο οικοσύστημα	60

5.1.9	Σημαντικότητα του ποτάμιου οικοσυστήματος του Κηφισού για την Αττική	60
5.1.10	Παρούσα κατάσταση	61
5.1.11	Νομοθεσία	61
5.1.12	Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις	63
5.1.13	Διαχείριση υγρών αποβλήτων	64
5.2	Περιοχή μελέτης	65
5.3	Υπάρχουσες μελέτες ανάπλασης-διαχείρισης	69
5.3.1	Μελέτες ανάπλασης των περιοχών παρά τον Κηφισό	69
5.3.1.1	Μελέτη Ανάπλασης Κηφισού του Οργανισμού Ρυθμιστικού Σχεδίου και Περιβάλλοντος Αθήνας	70
5.3.1.2	Μελέτη Ανάπλασης Κηφισού (Ομάδα Καθηγητή Βασίλη Ζώτου)	72
5.3.2	Νέο Ρυθμιστικό Σχέδιο - Άλλες πρωτοβουλίες για την Ανάπλαση του Κηφισού	75
2 ^ο μέρος: Πειραματική διερεύνηση		77
6.	Υλικά και Μέθοδοι	77
6.1	Εισαγωγή	77
6.1.1	Περιοχή μελέτης	77
6.1.2	Δειγματοληψίες	77
6.1.3	Επιλογή - Περιγραφή σημείων δειγματοληψίας	77
6.1.4	Λήψη και συντήρηση δειγμάτων	83
6.2	Αρχές μεθόδων μέτρησης	84
6.2.1	Φυσικοχημικές παράμετροι	84
6.2.1.1	Θερμοκρασία	84
6.2.1.2	Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου (pH)	84
6.2.1.3	Αγωγιμότητα	84
6.2.2	Μέτρηση νιτρικών, νιτρωδών και φωσφορικών ιόντων	84
6.2.3	Βιολογικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)	86
6.2.4	Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	87
6.3	Δειγματοληψία μακροασπονδύλων	88
6.4	Παρόχθιο οικοσύστημα	89
6.4.1	Τι είναι το Μοντέλο Αξιολόγησης Ποτάμιου Ενδιαιτήματος RHS (River Habitat Survey)	89
6.4.1.1	Εκτίμηση Ποιότητας Ενδιαιτήματος – HQA (Habitat Quality Assessment)	91
6.4.1.2	Βαθμός Τροποποίησης Ενδιαιτήματος - HMS (Habitat Modification Score)	92
7.	Αποτελέσματα	95
7.1	Εισαγωγή	95
7.2	Φυσικοχημικές παράμετροι	95
7.2.1	Θερμοκρασία	95
7.2.2	Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου (pH)	96
7.2.3	Αγωγιμότητα	96
7.2.4	Φωσφορικά ιόντα	97
7.2.5	Νιτρικά ιόντα	97
7.2.6	Νιτρώδη ιόντα	98
7.2.7	Σύγκριση νιτρικών-νιτρωδών ιόντων	98
7.2.8	Βιολογικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD5)	99
7.2.9	Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD)	99
7.3	Μακροασπόνδυλα	100

7.4	Παρόχθιο οικοσύστημα (δείκτης HMS και άθροισμα HQA)	108
7.4.1	Δείκτης HMS	108
7.4.2	Άθροισμα HQA	111
8.	Συμπεράσματα - Συζήτηση	114
9.	Προτάσεις	123
	Βιβλιογραφία	126
	Παράρτημα	141

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης είναι η αποτύπωση και η αξιολόγηση της υφιστάμενης κατάστασης του ποταμού Κηφισού που διαρρέει την Αττική, τόσο όσον αφορά στην ποιότητα των υδάτων του, όσο και των παρόχθιων οικοσυστημάτων του σε σχέση με την μακροασπόνδυλη πανίδα, τη φυτοκοινωνιολογία και τη δομή των ενδιαιτημάτων. Για τον σκοπό αυτό επιλέχθηκαν 4 διαφορετικά σημεία δειγματοληψίας, που καλύπτουν ένα αντιπροσωπευτικό τμήμα του ποταμού: ένα κοντά στις πηγές, ένα στις εκβολές και δύο ενδιάμεσα (στο μη εγκιβωτισμένο τμήμα του) σε οικιστική ζώνη. Από τα σημεία αναλύθηκαν εργαστηριακά δείγματα νερού σε δύο χρονικές περιόδους (χειμώνας- άνοιξη) ως προς τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά τους και συγκεκριμένα διερευνήθηκαν οι ακόλουθες παράμετροι: θερμοκρασία (αέρα και νερού), pH, αγωγιμότητα, νιτρικά, νιτρώδη και φωσφορικά ιόντα, BOD₅ και COD. Επίσης συλλέχθηκε μακροασπόνδυλη πανίδα, τα άτομα της οποίας ταυτοποιήθηκαν ως προς το γένος, την οικογένεια ή το είδος. Τέλος μελετήθηκε η κατάσταση των παρόχθιων οικοσυστημάτων σύμφωνα με το πρωτόκολλο RHS, και συγκεκριμένα διερευνήθηκε ο δείκτης HMS και το άθροισμα HQA. Τα αποτελέσματα οδήγησαν σε προτάσεις για τη διαχείριση του ποταμού ως ενιαίο οικοσύστημα, ενταγμένο στον αστικό ιστό.

ABSTRACT

The aim of this study is to establish and evaluate the current situation of Kifissos river in Attica, as far as the quality of the water is concerned and also the status of riparian ecosystems, in terms of macroinvertebrate fauna, phytosociology and structure of habitats. For this purpose 4 different sampling sites were selected, covering a representative section of the river: one near the springs, one at the embouchure and two intermediate (non-boxed section) in the residential zone. Water samples, collected in two periods (winter-spring) were analysed in the laboratory regarding physicochemical characteristics and specifically, the following variables were investigated: temperature (of water and air), pH, conductivity, nitrate, nitrite and phosphate ions, BOD₅ and COD. Macroinvertebrate fauna was also studied by sampling the aforementioned sites twice. Individuals were identified to genus, family or species level. The status of riparian ecosystems was finally studied, according to the RHS protocol, and especially by means of the HMS index and HQA score. The results have led to proposals for the management of the Kifissos river ecosystem in a holistic way, as part of the urban landscape.

ΑΝΤΙ ΠΡΟΛΟΓΟΥ

Είναι ιστορικά αποδεδειγμένο ότι από την αρχαιότητα, οι λαοί οργάνωναν τους οικισμούς και τις πόλεις τους γύρω από λίμνες ή ποτάμια για να μπορούν να έχουν άμεση πρόσβαση σε γλυκό νερό, είτε για ύδρευση, είτε για άρδευση. Άλλωστε, ο Τίγρης και ο Ευφράτης στη Μεσοποταμία, ποταμοί που συνετέλεσαν στη λεγόμενη πρώτη γεωργική επανάσταση, θεωρούνται και η κοιτίδα του παγκόσμιου πολιτισμού.

Η Αττική είναι ένα κομμάτι της Ελλάδας, το οποίο δεν διαρρέεται από ποταμούς. Ο μοναδικός σημαντικός ποταμός της είναι ο Κηφισός με τους παραποτάμους του, γεγονός που καθιστά ιδιαίτερη την περιβαλλοντική του αξία, για τον οικιστικό ιστό. Βέβαια, δεν μπορεί να συγκριθεί σε μέγεθος ή μήκος με τους μεγάλους πλωτούς Ευρωπαϊκούς ποταμούς, αυτό όμως δεν μειώνει και τη σπουδαιότητά του.

Η άναρχη αστικοποίηση, η αυθαίρετη δόμηση και η μη οργανωμένη οικιστική και βιομηχανική ανάπτυξη, που γνώρισε η πρωτεύουσα από τη δεκαετία του 1950 και έπειτα, οδήγησαν τον Κηφισό, από αυτόνομο υδάτινο οικοσύστημα σε αντικείμενο μελέτης και προστασίας. Αστικά στερεά απορρίμματα, λύματα, βιομηχανικά απόβλητα, αποψίλωση των παρόχθιων δασών και κατασκευή κατοικιών ή βιομηχανιών, εγκιβωτισμός και πλήρης κάλυψη οδήγησαν σε έναν αργό αλλά σταθερό θάνατο του ποταμού.

Όμως, αν και η συνολική εικόνα για τον Κηφισό δεν είναι ενθαρρυντική, υπάρχουν ακόμα τμήματά που διατηρούν εκείνα τα φυσικά χαρακτηριστικά ενός ποτάμιου οικοσυστήματος. Η τυχαία παρουσία μου σε μια τέτοια περιοχή και η σύγκρισή της με το πλήρως εγκιβωτισμένο κομμάτι που γνώριζα, μου έδωσαν το ερέθισμα να ασχοληθώ στην πτυχιακή μου εργασία με το μοναδικό ποτάμι της Αθήνας, θεωρώντας ότι η μελέτη αυτή μπορεί να συνεισφέρει έστω και λίγο στη βελτίωση της κατάστασης του ποταμού αλλά και της ποιότητας της ζωής όλων ημών, των κατοίκων της Αττικής. Ακόμα και μικρές παρεμβάσεις σε τέτοιες περιοχές μπορούν να επιφέρουν τα επιθυμητά αποτελέσματα και να καταστήσουν τον Κηφισό ενεργό στοιχείο του φυσικού περιβάλλοντος της Αθήνας. Οι όποιες βελτιώσεις μπορούν στο μέλλον να οδηγήσουν σε δραστικότερες ενέργειες με στόχο τη σταδιακή αποκατάσταση του ευρύτερου ποτάμιου οικοσυστήματος, ακόμα και στις περιοχές εκείνες που κάτι τέτοιο σήμερα θεωρείται αδύνατο.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μέχρι και κάποιες δεκαετίες πριν, η μελέτη των ποταμών γινόταν αποσπασματικά, ανάλογα με τον επιστήμονα που έκανε την έρευνα. Οι φυσικοί και χημικοί ερευνούσαν τα φυσικοχημικά στοιχεία, οι βιολόγοι την χλωρίδα και την πανίδα, οι γεωλόγοι το γεωλογικό υπόστρωμα.

Η Οδηγία Πλαίσιο για τα Ύδατα 200/60, εισήγαγε τη λογική του ολιστικού συστήματος ενός ποταμού, καθώς όλα τα στοιχεία του (ύδατα, φυσικοχημικά και γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά, ζωντανοί οργανισμοί), αλληλεξαρτώνται και αλληλεπιδρούν μεταξύ τους, ορίζοντας ουσιαστικά την έννοια του «ποτάμιου οικοσυστήματος».

Έτσι και στη χώρα μας, μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις έχει μελετηθεί ένας ποταμός σε όλα αυτά τα στοιχεία, επιμέρους και ως σύνολο, πόσο μάλλον ο Κηφισός για τον οποίο υπάρχουν διαχειριστικές μελέτες χωρίς οι υπογράφωντες να γνωρίζουν καν τις βιοκοινοτήτες του.

Η παρούσα μελέτη λοιπόν δεν καταγράφει απλώς φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του Κηφισού. Τα χρησιμοποιεί ως αιτιολόγηση της ύπαρξης ή μη συγκεκριμένης πανίδας και χλωρίδας. Μάλιστα, η διερεύνηση της ύπαρξης μακροασπόνδυλων ως δεικτών ρύπανσης ενός ποταμού είναι νέα μέθοδος που δεν έχει εφαρμοστεί σε πολλές περιπτώσεις, ενώ το πρωτόκολλο RHS, ελάχιστα έχει εφαρμοστεί για ελληνικά ποτάμια (δεν έχει δημιουργηθεί για μεσογειακά περιβάλλοντα), για αυτό και έπρεπε να μεταφραστεί από την αγγλική γλώσσα αλλά και να προσαρμοστεί στην ελληνική πραγματικότητα. Η μελέτη λοιπόν προσφέρει μια συνολική και ολοκληρωμένη άποψη για την οικολογική κατάσταση του Κηφισού ποταμού σε πολλαπλά επίπεδα.

Σύμφωνα με ό τι αναφέρθηκε, σκοπός της παρούσας διπλωματικής μελέτης με τίτλο *«Εκτιμώντας την ποιότητα των ποταμών: Φυσικοχημικοί και βιολογικοί δείκτες για την εκτίμηση της κατάστασης του Αττικού Κηφισού»* ήταν η καταγραφή των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών των υδάτων του ποταμού Κηφισού (εντός Λεκανοπεδίου Αττικής), της μακροασπόνδυλης πανίδας, καθώς και η αποτύπωση της δομής και των ενδιαιτημάτων του παρόχθιου οικοσυστήματος.

Για το λόγο αυτό έγινε περιήγηση σε όλο το μήκος του Αττικού Κηφισού και επιλέχθηκαν τέσσερα σημεία δειγματοληψίας, τα οποία αφορούν τις πηγές, τις εκβολές και δύο ενδιάμεσα τμήματα. Απώτερος στόχος υπήρξε η εκτίμηση της κατάστασης του ποταμού, στα πλαίσια και της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60, η οποία αναφέρεται στις τρεις βασικές παραμέτρους της εργασίας, με τελικό στόχο τη διατύπωση προτάσεων για ολοκληρωμένη διαχείριση του ποταμού ως οικοσυστήματος με έμφαση στην ένταξή του στον αστικό ιστό.

Για την πραγματοποίηση της μελέτης συλλέχθηκαν δείγματα υδάτων από τις τέσσερις περιοχές σε δύο διαφορετικές δειγματοληπτικές περιόδους, χειμώνα και άνοιξη, τα οποία αναλύθηκαν στο εργαστήριο. Ανακτήθηκαν επίσης πληθυσμοί μακροασπονδύλων, οι οποίοι ταυτοποιήθηκαν εργαστηριακά και με το πρωτόκολλο RHS έγινε η μελέτη του παρόχθιου οικοσυστήματος των τεσσάρων δειγματοληπτικών σταθμών.

Έτσι, στο πρώτο μέρος γίνεται η βιβλιογραφική ανασκόπηση. Παρουσιάζονται στοιχεία για την οικολογική αξία των ποταμών και τα χαρακτηριστικά τους, γίνεται αναφορά στην ποιότητα των υδάτων και στο πώς αξιολογείται, στη ρύπανση των ποταμών και στις φυσικοχημικές και βιολογικές παραμέτρους μέσω των οποίων πραγματοποιείται η εκτίμηση της ρύπανσης. Στη συνέχεια, δίνεται σε γενικές γραμμές η νομοθεσία που διέπει το συγκεκριμένο θέμα, οι βασικές αρχές της διαδικασίας περιβαλλοντικού ελέγχου αλλά και η περιγραφή της περιοχής μελέτης.

Στο δεύτερο μέρος περιλαμβάνεται η πειραματική διερεύνηση. Αρχικά παρουσιάζονται τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν, στη συνέχεια γίνεται παρουσίαση αποτελεσμάτων και τέλος διατυπώνονται συμπεράσματα με σχετική συζήτηση και προτάσεις. Η εργασία ολοκληρώνεται με την παράθεση της σχετικής βιβλιογραφίας και του παραρτήματος.

1^ο μέρος: Βιβλιογραφική επισκόπηση

1. Οικολογική αξία των ποταμών και γενικά χαρακτηριστικά τους

Ο άνθρωπος, από τα πρώτα του βήματα στην ιστορία χρησιμοποίησε το νερό των ποταμών για να καλύψει τις ανάγκες του: ύδρευση, άρδευση, αλιεία, αναψυχή. Οι περισσότεροι μεγάλοι πολιτισμοί οργανώθηκαν γύρω από ποτάμια: Μεσοποταμία (Τίγρης – Ευφράτης), Αίγυπτος (Νείλος). Αλλά και στην αρχαία Ελλάδα, η σημασία του νερού έκανε τους ανθρώπους να θεοποιήσουν ποτάμια, όπως τον Αχελώο, τον Αλφειό, τον Ασωπό. Ακόμα και στη νεότερη ιστορία της Ευρώπης, οι περισσότερες πρωτεύουσες δημιουργήθηκαν δίπλα σε μεγάλους ποταμούς: Ρώμη, Παρίσι, Λονδίνο, Βιέννη, Βελιγράδι, Βουδαπέστη.

Τα ποτάμια λοιπόν, γύρω από τα οποία αναπτύχθηκαν πληθυσμοί, αποτέλεσαν στη διάρκεια των αιώνων το σήμα κατατεθέν τους. Συγκεκριμένα, κατόρθωσαν να συγκεντρώσουν γύρω από τις όχθες τους την οικονομική δραστηριότητα και να εξελιχθούν σε κεντρικούς πυλώνες για την ανάπτυξη των ευρύτερων περιοχών, ενώ παλαιότερα αποτελούσαν και οι ίδιοι «υδάτινους εμπορικούς δρόμους». Σήμερα, αποτελούν σημαντικούς πόλους τουριστικής ανάπτυξης με εκσυγχρονισμένες εγκαταστάσεις και δραστηριότητες (π.χ. ξενοδοχεία στις όχθες τους, δυνατότητα πλεύσης κατά μήκος του ποταμού). Εξάλλου, η δυναμική των αστικών αυτών παραποτάμιων τμημάτων καταγράφεται και στις υψηλές αξίες των ακινήτων και στον τύπο των οικονομικών δραστηριοτήτων που εμφανίζονται (π.χ. ακριβά εμπορικά καταστήματα, εστιατόρια, ξενοδοχεία).

Η προσαρμογή του ρόλου των ποταμών στον εκσυγχρονισμό των πόλεων που διαρρέουν και ταυτόχρονα η διατήρηση της περιβαλλοντικής και πολιτιστικής τους φυσιογνωμίας στο πέρασμα των χρόνων, αποτέλεσαν δύσκολο εγχείρημα. Με την εφαρμογή οργανωμένων σχεδίων ανάπλασης κατέστησαν δυνατές παρεμβάσεις προς αυτή την κατεύθυνση. Στις περισσότερες πόλεις κατασκευάστηκαν υπέργειοι αυτοκινητόδρομοι (γέφυρες) κάθετα στη ροή των ποταμών για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες κυκλοφορίας και να ενώσουν τις περιοχές εκατέρωθεν. Επίσης, αναπτύχθηκε, σε αρκετές περιπτώσεις, δίκτυο ποδηλατοδρόμων παράλληλα στη ροή των ποταμών και εστίες πρασίνου ως χώροι αναψυχής δίπλα στο ποτάμι (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).

Στη χώρα μας φυσικά τα μεγέθη των ποταμών δεν μπορούν να συγκριθούν με αυτά των ευρωπαϊκών. Συναντούμε όμως μικρότερες ή μεγαλύτερες πόλεις και οικισμούς που έχουν αναπτυχθεί εκατέρωθεν ή πλησίον της κοίτης ποταμών (π.χ. Τρίκαλα – Ληθαίος, Λάρισα – Πηνειός). Το εκτεταμένο ορεινό ανάγλυφο της χώρας ευνόησε τη δημιουργία πηγών σε μεγαλύτερα υψόμετρα. Οι μεγαλύτεροι σε μήκος ποταμοί χρησιμοποιήθηκαν από νωρίς για την κάλυψη πληθώρας αναγκών και επιθυμιών. Ειδικότερα για τα ύδατα των ποταμών, κάποιες από τις χρήσεις τους είναι (in Vega et al., 1998):

- Άρδευση αγροτικών περιοχών
- Ύδρευση οικιστικών συγκροτημάτων
- Αναψυχή και αλιεία
- Υποστήριξη βιοποικιλότητας - παροχή ενδιαιτημάτων πανίδας, ανάπτυξη χλωρίδας.

1.1 Ποτάμιες διεργασίες

Ως ποταμός ορίζεται μια μεγάλη ποσότητα νερού που ρέει συνεχώς σε μια κοίτη με καθορισμένες όχθες. Οι ποταμοί ανήκουν στα ρέοντα ύδατα που περιλαμβάνουν ακόμη τα ρυάκια και τους χειμάρρους. Τροφοδοτούνται από τις βροχές και τα χιόνια που λιώνουν καθώς και από τα υπόγεια νερά που αναβλύζουν στις πηγές. Μικρά υδάτινα ρεύματα ξεκινούν από τα βουνά (ανάντη περιοχές) και σταδιακά ενώνονται σε μεγαλύτερες κοίτες ποταμών (κατάντη περιοχές) σχηματίζοντας το υδρογραφικό δίκτυο μιας λεκάνης απορροής. Ένα ποτάμιο σύστημα δέχεται διάφορες εισροές από τη λεκάνη απορροής του και συγχρόνως επιδρά στα βιοτικά και αβιοτικά χαρακτηριστικά της. Μέχρι το 1975, οι μελέτες των ποτάμιων συστημάτων ήταν αποσπασματικές, π.χ. μελέτη ενός αλλουβιακού παραποτάμιου δάσους της ευρείας κοίτης ή μιας λίμνης της πλημμυρικής πεδιάδας του ποταμού (πεδιάδα κατάκλισης). Όμως μετά το 1975 εκδηλώθηκε έντονο ενδιαφέρον για πιο σύνθετες μελέτες. Με την πρόοδο της οικολογίας του τοπίου κατά τη δεκαετία του 80 και την ανάπτυξη της ολιστικής προσέγγισης, λαμβάνονται όλο και περισσότερο υπόψη οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των διαφορετικών οικοσυστημάτων του ποτάμιου συστήματος.

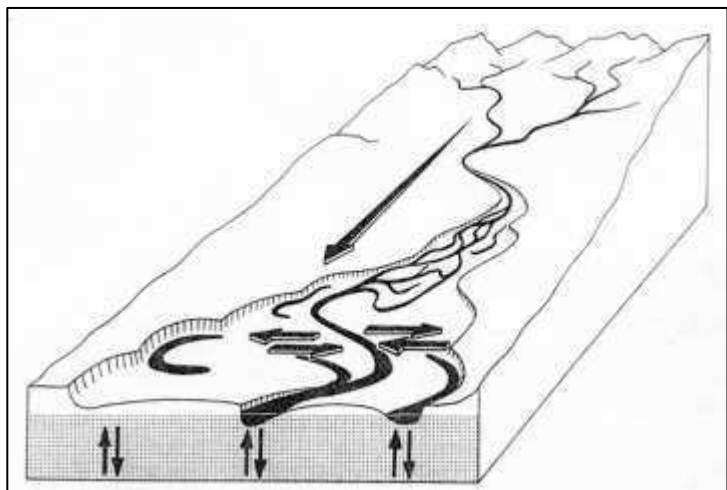
Στην έννοια του ποτάμιου υδροσυστήματος περιλαμβάνονται μεγάλα ποτάμια ρεύματα που είναι σύνθετα συστήματα αλληλοεπηρεαζόμενων οικοσυστημάτων, με 4 διαστάσεις:

- Η κατά μήκος διάσταση (Εικόνα 1) αντιστοιχεί στη διαβάθμιση ανάντη-κατάντη και ακολουθεί τη διαδρομή του νερού από τις πηγές και τους ορεινούς χείμαρρους μέχρι τους κεντρικούς κλάδους του ποταμού, που απλώνονται στην αλλουβιακή πεδιάδα καταλήγοντας τελικά στις εκβολές.

- Η εγκάρσια διάσταση (Εικόνα 1) περικλείει την ποικιλότητα των αλληλοεπηρεαζόμενων οικοσυστημάτων που βρίσκονται "σε διάταξη μωσαϊκού" στην αλλουβιακή πεδιάδα, όπως τα ρέοντα ύδατα της κύριας κοίτης και των πλάγιων κλάδων, τα στάσιμα ύδατα των εγκαταλειμμένων κοιτών, των παλαιών μαιάνδρων και των ελών, τα παραποτάμια δάση, τα χερσαία οικοσυστήματα και τις νησίδες του ποταμού.

- Η κατακόρυφη διάσταση (Εικόνα 1) αναφέρεται στη ζώνωση των επιφανειακών χερσαίων και υδάτινων οικοσυστημάτων και των υπόγειων υδάτων του υδροφόρου ορίζοντα της αλλουβιακής πεδιάδας. Σε όλα αυτά τα επιμέρους οικοσυστήματα, που δημιουργούνται και επηρεάζονται έντονα από τη δυναμική του ποτάμιου υδροσυστήματος, γίνονται ανταλλαγές ενέργειας, ύλης και ζώντων οργανισμών, με αποτέλεσμα την αλληλεξάρτησή τους.

- Η χρονική διάσταση περιλαμβάνει όλες τις αλλαγές, φυσικές ή ανθρωπογενείς, που πραγματοποιούνται μέσα στον χρόνο, έχοντας η κάθε μία τη δική της περιοδικότητα.



Εικόνα 1. Κατά μήκος διάσταση και σχηματοποίηση των αμφίδρομων ροών ως προς την εγκάρσια διάσταση (ανταλλαγές με τα διάφορα οικοσυστήματα της αλλουβιακής πεδιάδας) και την κατακόρυφη διάσταση (ανταλλαγές με το περιβάλλον του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα) (in Amoros & Petts, 1993).

Τα ποτάμια και οι εκβολές τους αποτελούν ουσιαστικά τον συνδετικό κρίκο μεταξύ θαλάσσιου και χερσαίου περιβάλλοντος. Στα συστήματα αυτά συντελούνται πολλές και ποικίλες φυσικές διεργασίες που οφείλονται στην παροχή του ποταμού, την ταχύτητα ροής, τη φύση των ιζημάτων, το γεωλογικό υπόστρωμα, το ρυπαντικό φορτίο, το κλίμα, τις βιολογικές παραμέτρους. Για παράδειγμα, η παροχή και η ταχύτητα του νερού (ροή), αλληλεπιδρούν με το γεωλογικό υπόστρωμα και καθορίζουν τη σύσταση της κοίτης. Το ρεύμα του ποταμού έχει διαφορετική ταχύτητα στα διάφορα τμήματά του. Η μεγαλύτερη ταχύτητα παρατηρείται στο κέντρο του ποτάμιου ρεύματος και ένα μέτρο περίπου κάτω από την επιφάνεια. Ακόμα η διατήρηση της επιφανειακής ροής του ποταμού καθορίζεται κυρίως από τις βροχοπτώσεις, τη θερμοκρασία και την εξατμισοδιαπνοή (βλ. Αργυρόπουλος & Δασενάκης, 1997).

Έτσι, οι αλληλοσυσχετισμοί οι οποίοι, σε κάθε διάσταση, συνδέουν τους μηχανισμούς της δυναμικής του ποτάμιου υδροσυστήματος (παροχή και στερεοπαροχή, διαδικασία διάβρωσης και ιζηματογένεσης, μορφή του δικτύου, ποιότητα του νερού) και τις βιολογικές διεργασίες (στρατηγικές προσαρμογής, συμπεριφορά, θήρευση, ανταγωνισμός, παραγωγή βιομάζας, διαδοχές) ερμηνεύουν σε μεγάλο βαθμό την κατανομή της χλωρίδας και της πανίδας και τη διαχρονική τους διαφοροποίηση. Παράδειγμα αποτελεί η παρουσία ή όχι πλαγκτού. Η φυσική δομή των ρεόντων υδάτων προσφέρει μια αφθονία εξειδικευμένων βιολογικών θώκων ή οικοθέσεων (niches). Τα ρυάκια και οι ποταμοί στερούνται κοινωνιών πλαγκτού και μόνο τα πλωτά τμήματα μεγάλων ποταμών ενδέχεται να διαθέτουν αυτόχθονο πλαγκτόν. Το μεγαλύτερο μέρος της βιολογικής δομής των ρεόντων υδάτων εξαρτάται από τα χωρικά πρότυπα του διολισθαίνοντος υλικού (drift) και των θρυμμάτων (detritus) που αντανακλούν το επικρατές αποτέλεσμα των ρευμάτων. Τα θρύμματα αποτελούνται από ζώντα βενθικά ασπόνδυλα και φύκη που έχουν εγκαταλείψει ή έχουν απλώς χάσει την επαφή τους με το υπόστρωμα (βλ. Αριανούτσου κ.ά., 2007).

Συνεπώς, κατά τη μελέτη των ποτάμιων οικοσυστημάτων, στόχος μας πρέπει να είναι η αποφυγή της κατάτμησής τους σε επιμέρους υποσύνολα. Η συνολική προσέγγιση επιτρέπει την κατανόηση της λειτουργίας, της ποικιλότητας και πολυπλοκότητας των φυσικοχημικών και βιολογικών φαινομένων, καθώς και των επιπτώσεων των ανθρώπινων παρεμβάσεων (βλ. Μοντεσάντου, 1999).

1.2 Ποτάμιες κοίτες

Ως κοίτη ενός ποταμού θεωρείται ο χώρος που καταλαμβάνει το ρέον ύδωρ. Οι κοίτες μπορεί να είναι ευθείες (αναπτύσσονται κυρίως κατά μήκος ρηγμάτων), μαιανδρικές (οι καμπύλες παρουσιάζουν σχετική συμμετρία) ή διακλαδιζόμενες (χωρίζονται σε κλάδους, οι οποίοι σχηματίζονται από επιμήκεις νησίδες από αδρόκοκκο υλικό). Γενικά οι μαιανδρικές κοίτες διαβρώνουν τις εξωτερικές τους περιοχές δημιουργώντας περιοχές σχετικά βαθιές, ενώ οι διακλαδιζόμενες φανερώσουν συνήθως ποταμούς με μεγάλη ποσότητα φερτών υλικών (βλ. Αργυρόπουλος & Δασενάκης, 1997).

1.3 Εκβολές – Δέλτα

Αφορούν τις περιοχές όπου ο ποταμός εκφορτίζει τα ύδατά του στη θάλασσα. Στις περιοχές αυτές γίνεται και η απόθεση των φερτών υλικών, τα οποία αποτελούν και θρεπτικά συστατικά και ευνοούν την ανάπτυξη ποικιλίας χλωρίδας και πανίδας. Η παρουσία δελταϊκών σχηματισμών αποδεικνύει και την ικανότητα του ποταμού να μεταφέρει ιζήματα και να τα αποθέτει σε μικρότερο χρόνο από εκείνον που χρειάζονται τα ρεύματα και τα κύματα για να τα μετακινήσουν. Οι σχηματισμοί τύπου 'δέλτα' ευνοούνται όταν τα ποτάμια εκβάλλουν σε κλειστές θάλασσες με μικρή κλίση πυθμένος, όταν αφθονούν τα φερτά υλικά και παράλληλα απουσιάζουν δυνατά ρεύματα, κύματα και παλίρροιες. Οι παραπάνω προϋποθέσεις φαίνεται να πληρούνται σε πολλά από τα ποτάμια της χώρας μας τα οποία σχηματίζουν πλούσια δέλτα, ενταγμένα μάλιστα στη διεθνή σύμβαση Ramsar (Εβρος, Νέστος, Αξιός, Λουδίας, Αλιάκμονας, Λούρος, Άραχθος, Αχελώος, Εύηνος) ή στο δίκτυο Natura 2000, λόγω των ενδιατημάτων τους και της πλούσιας χλωρίδας και πανίδας τους.

Η δομή των εκβολών τροποποιείται από τη μορφολογία της περιοχής, την παλίρροια και το ποσό του εισερχόμενου γλυκού νερού. Η διαφορά πυκνότητας που δημιουργείται από το αλμυρό και το γλυκό νερό προκαλεί μια αλμυρή σφήνα (salt wedge), η οποία λόγω της υψηλής αλατότητας είναι βαρύτερη από το υπερκείμενο γλυκό νερό και εκτείνεται κάτω από αυτό. Στις περισσότερες περιοχές η εισροή γλυκού νερού ποικίλλει αξιοσημείωτα κατά τη διάρκεια του έτους και αυτό τροποποιεί την έκταση της αλμυρής σφήνας προς τον ποταμό.

Η παλίρροια που καλύπτεται από την αλμυρή σφήνα, καθώς μετακινείται από τις εκβολές, είναι συχνά η ζώνη της μεγαλύτερης αφθονίας φυτοπλαγκτού και ζωοπλαγκτού (βλ. Αριανούτσου κ.ά, 2007).

1.4 Λοιπά χαρακτηριστικά

α. Γεωμορφολογικές ενότητες :

- Άνω ρους : Αντιστοιχεί στο ορεινό τμήμα του ποταμού, στις πηγές του, όπου τα νερά κυλούν με μεγάλη ταχύτητα, διαβρώνοντας το έδαφος.
- Μέσος ρους : Αναφέρεται στο κέντρο των ποτάμιων κοιλάδων και χαρακτηρίζεται από ευθείες κοίτες.
- Κάτω ρους : Αναφέρεται στην έξοδο του ποταμού από την κοιλάδα. Η ροή επιβραδύνεται, εξαιτίας των φερτών υλικών, αναγκάζοντας τον ποταμό να σχηματίσει μαιάνδρους. Τελειώνει στις εκβολές του ποταμού.

β. Υδρολογικό καθεστώς :

Καθορίζεται από τις εποχικές διακυμάνσεις της παροχής. Έτσι έχουμε το μεταθερμικό καθεστώς (σε τροπικά κλίματα, με μεγάλες παροχές τις περιόδους των βροχών), το μεσοθερμικό καθεστώς (εύκρατα- μεσογειακού τύπου κλίματα, χαμηλή παροχή κατά την ξηρή περίοδο) και το μικροθερμικό καθεστώς (Βόρεια Ευρώπη: ελάχιστη παροχή το χειμώνα και μέγιστη μετά το λιώσιμο του χιονιού).

γ. Υδρογραφικό δίκτυο :

Είναι το σύνολο των ανεξάρτητων αλλά αλληλοσυνδεόμενων ποταμών μιας περιοχής και εξαρτάται από τη γεωμορφολογία της περιοχής που αποστραγγίζουν. Οι ευρωπαϊκές χώρες με μεγάλη ακτογραμμή σε σχέση με την έκτασή τους (Ελλάδα, Ιταλία, Ιρλανδία) έχουν πολύπλοκο υδρογραφικό δίκτυο και μεγάλο αριθμό μικρών ποταμών.

2. Ποιότητα υδάτων

Στη διάρκεια των ετών οι σύγχρονες συνθήκες ζωής οδήγησαν στην υπερεκμετάλλευση από τον άνθρωπο των φυσικών πόρων. Αυτό οδήγησε σε μία φθίνουσα ποιότητα νερών και τεράστια κόστη, όχι μόνο σε σχέση με την εμφάνιση και την αντιμετώπιση ασθενειών για τον άνθρωπο, αλλά και σε σχέση με την επεξεργασία των λυμάτων, τον καθαρισμό του πόσιμου νερού, και την εν γένει υποβάθμιση των υδάτινων οικοσυστημάτων και την απώλεια αναντικατάστατων ενδιατημάτων και οργανισμών (in Marsh & Grossa, 2005).

Η ποιότητα των υδάτων είναι ένα σύνθετο θέμα, το οποίο περιλαμβάνει αλληλεπίδραση φυσικών, χημικών, υδρολογικών και βιολογικών παραμέτρων και η ανάλυση της ποιότητας των υδάτων είναι ένα από τα ουσιώδη βήματα για την προστασία και τη διαχείριση των υδάτινων αποδεκτών σε εθνικό και παγκόσμιο επίπεδο. Οι μετρήσεις των παραπάνω συνιστωσών σε συνδυασμό με εκείνες που αφορούν το φυσικό ενδιαίτημα (παρόχθια βλάστηση, ποιότητα υποστρώματος, απορροές), έχειδειχθεί ότι επηρεάζουν σημαντικά την υδρόβια ζωή, χωρίς να προσδιορίζουν κατ' ανάγκη την ποιότητα των υδάτων. Για την εκτίμηση της ποιότητας των υδάτων των ποταμών χρησιμοποιείται μία πληθώρα βιοδεικτών, με κυριότερους τα βενθικά μακροασπόνδυλα, τα διάτομα, τα ψάρια, την υδάτινη και παρόχθια βλάστηση σε συνδυασμό με φυσικοχημικούς παράγοντες (in Πιορουλίου-Georgoudaki et al., 2003). Η ποιότητα του νερού σχετίζεται με ουσίες που εμφανίζονται σε αυτό, σε συγκεντρώσεις πάνω από τα θεσμοθετημένα όρια, είτε διαλυμένες, είτε αιωρούμενες. Αυτές, μαζί με τη θερμοκρασία του νερού και τον ρυθμό ροής του, μπορούν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα που το νερό υποστηρίζει (στην χλωρίδα και την πανίδα), αλλά και στην ανθρώπινη υγεία, όταν το νερό είναι πόσιμο (βλ. Κουτσομήτρου, 2004).

Υπάρχουν δύο συμβατικοί τρόποι για την περιγραφή των πηγών ρύπανσης των υδάτων. Η μία βασίζεται στη δραστηριότητα που παράγει τον ρυπαντή και η άλλη στον τρόπο με τον οποίο ο ρυπαντής καταλήγει στο περιβάλλον. Η δεύτερη περιλαμβάνει μόνο δύο κατηγορίες, γενικά καλούμενες 'σημειακές' και 'μη-σημειακές' πηγές, ενώ η περιγραφή που βασίζεται σε δραστηριότητες χρησιμοποιεί πολλές κατηγορίες, τυπικά χρήσεις γης (όπως γεωργία, βιομηχανία, αστική ζώνη και μεταφορές), διάφορες τεχνολογίες (όπως πετροχημικά) και συστήματα διάθεσης.

Σημειακή πηγή ρύπανσης είναι εκείνη που δημιουργείται από μία συγκεκριμένη πηγή (π.χ. ελαιοτριβείο) και απελευθερώνεται στο περιβάλλον μέσω ενός εμφανούς σημείου απόρριψης, όπως ενός αγωγού ή ορύγματος. Κυριότερες σημειακές πηγές είναι τα δημοτικά συστήματα αποχέτευσης, η βιομηχανία, και τα εργοστάσια ενέργειας. Παρά το γεγονός όμως ότι η σημειακή ρύπανση είναι πολύ σημαντική, η πλειοψηφία της ρύπανσης σε ποταμούς και ρύακες προέρχεται από μη σημειακές πηγές.

Η μη σημειακή ρύπανση αντιπροσωπεύει χωρικά διασκορπισμένες, συνήθως μη συγκεκριμένες, πηγές που απελευθερώνονται με ποικίλους τρόπους σε πολλά σημεία στο περιβάλλον. Όμβρια ύδατα τόσο σε αστικές όσο και σε αγροτικές περιοχές είναι η κυριότερη αιτία μη σημειακής ρύπανσης. Πηγάζει από διάφορες χρήσεις γης από μεγάλες εκτάσεις και καταλήγει σε ποτάμια, λίμνες, υδάτινα κανάλια και ακτές. Στις περισσότερες χώρες, ο κύριος συνεισφέρων της μη σημειακής ρύπανσης είναι η γεωργία. Παρά ταύτα, η γεωγραφικά πιο εκτεταμένη πηγή είναι η πτώση ρυπαντών (σε υγρή και στερεή μορφή) από την ατμόσφαιρα (in Marsh & Grossa, 2005).

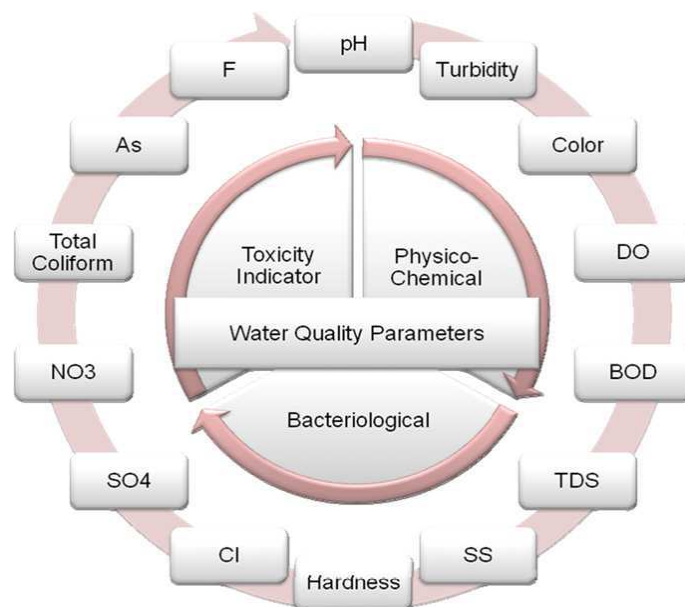
Τα ποτάμια, οι λίμνες και οι θάλασσες είναι συνήθως οι τελικοί αποδέκτες της αστικής και της αγροτικής ρύπανσης, ρύπανση που προέρχεται κυρίως από αστικά και βιομηχανικά λύματα (σημειακές πηγές), αλλά και από γεωργικές και κτηνοτροφικές απορροές πλούσιες σε λιπάσματα, φυτοφάρμακα και ζωική κόπρη. Η ρύπανση δρα

περιοριστικά στις χρήσεις του νερού από τον άνθρωπο –αστική, βιομηχανική, γεωργική, αισθητική – και μειώνει κατά πολύ τα διαθέσιμα αποθέματα γλυκού νερού στον πλανήτη.

Οι παράμετροι που καθορίζουν την ποιότητα του νερού είναι:

- φυσικές – χρώμα, γεύση, οσμή, θολερότητα, θερμοκρασία
- χημικές – σύνολο διαλυμένων στερεών, αλκαλικότητα, σκληρότητα, μέταλλα, θρεπτικά (άζωτο, φώσφορος)
- βιολογικές –βακτήρια, ιοί, παράσιτα (βλ. Κουτσομήτρου, 2004).

Το έργο της εκτίμησης της συνολικής ποιότητας ύδατος ενός ποταμού είναι δύσκολο και σύνθετο και ειδικότερα όταν η ανάλυση περιλαμβάνει πολλά δείγματα και μετρήσεις πολλαπλών παραμέτρων ανά δείγμα. Επιπροσθέτως, η ποιότητα των υδάτων ποικίλλει αναλόγως του είδους της χρήσης, δηλαδή μια συγκεκριμένη ποιότητα νερού μπορεί να είναι αποδεκτή για άρδευση, αλλά όχι για πόση, ενώ μπορεί ακόμη να ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και σε διαφορετικές χρονικές περιόδους (in Sharma et al., 2013).



Εικόνα 2: Παράμετροι ποιότητας νερού (in Sharma et al., 2013).

2.1 Πώς αξιολογείται η ποιότητα των ποταμών

Η κατάταξη είναι μία χρήσιμη μέθοδος αναφοράς της υγείας ενός ποταμού. Για κάποια συγκεκριμένη χρονική στιγμή η κατάταξη θα δείξει πού η ποιότητα του υδάτινου οικοσυστήματος είναι καλή και πού χρειάζεται βελτίωση.

Ο τρόπος ταξινόμησης των ποταμών αλλάζει. Για 20 χρόνια στην Αγγλία, ένα Γενικό σχέδιο Εκτίμησης Ποιότητας χρησιμοποιήθηκε, το οποίο εξέταζε χημεία, βιολογία και θρεπτικά. Το σχέδιο αυτό βοήθησε σε περιβαλλοντικές βελτιώσεις, αφού ασχολήθηκε με πολλές από τις κύριες αιτίες ρυπαντών, όπως τα αποτελέσματα της επεξεργασίας λυμάτων και βιομηχανικά λύματα.

Σήμερα, βάσει της Ευρωπαϊκής Οδηγίας για το Νερό, χρησιμοποιείται μια ολιστική προσέγγιση για την εκτίμηση του υδάτινου περιβάλλοντος, η οποία βοηθά στην εστίαση της δράσης όπου είναι περισσότερο απαραίτητη. Η Ευρωπαϊκή Οδηγία για το Νερό εξασφαλίζει

τα ανωτέρω με την εξέταση 30 παραμέτρων, ομαδοποιημένων σε οικολογικό status (περιλαμβάνεται η βιολογία, όπως επίσης και ‘στοιχεία’ όπως ο φώσφορος και το pH) και χημικό status (‘πρωταρχικές ουσίες’) (<http://www.environment-agency.gov.uk/>)

Επιφανειακά ύδατα

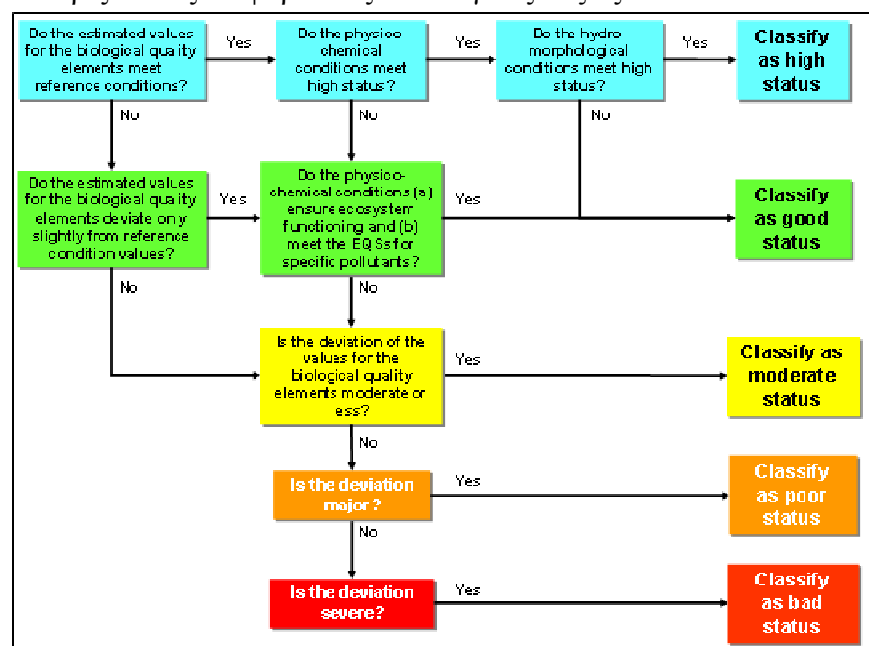
Για τα επιφανειακά ύδατα, υπάρχουν δύο διαφορετικές ταξινομήσεις, η οικολογική και η χημική. Για να είναι ένα υδάτινο σώμα σε ‘καλή’ γενική κατάσταση πρέπει τόσο η οικολογική όσο και η χημική αξιολόγηση να είναι τουλάχιστον ‘καλές’.

Οικολογική ταξινόμηση

Η οικολογική ταξινόμηση περιλαμβάνει τα παρακάτω:

- Την κατάσταση των βιολογικών στοιχείων, παραδείγματος χάριν των ψαριών
- Τις συγκεντρώσεις των φυσικοχημικών στοιχείων, όπως του οξυγόνου και της αμμωνίας
- Τις συγκεντρώσεις συγκεκριμένων ρυπαντών, όπως του χαλκού
- Και για υψηλό status, ευρέως αδιατάρακτη υδρομορφολογία.

Η οικολογική κατάσταση καταγράφεται στην κλίμακα ‘υψηλή- καλή-μέτρια-φτωχή-κακή’. Η ‘υψηλή’ κατάσταση υποδηλώνει ευρέως αδιατάρακτες συνθήκες και οι υπόλοιπες κλάσεις αυξανόμενη απόκλιση από την κατάσταση-πρότυπο. Η κατάταξη βάσει οικολογικού status χαρακτηρίζεται από το χειρότερο ποιοτικά στοιχείο. Το ακόλουθο διάγραμμα παρουσιάζει τα κριτήρια που καθορίζουν τις διαφορετικές οικολογικές τάξεις.



Εικόνα 3: Διάγραμμα με τα κριτήρια που καθορίζουν τις διαφορετικές οικολογικές τάξεις (<http://www.environment-agency.gov.uk/>)

Από το έτος 1990 και μετέπειτα στη Μεγάλη Βρετανία και την Ουαλία, έχει σημειωθεί σημαντική βελτίωση στην οικολογική και χημική κατάσταση των ποταμών. Αυτό οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, συμπεριλαμβανομένων και των βιολογικών καθαρισμών και της επεξεργασίας λυμάτων καθώς και της έμφασης που δόθηκε στην πρόληψη της ρύπανσης. Έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην Αγγλία και την Ουαλία (2000-2002) έδειξε τα κάτωθι (<http://www.environment-agency.gov.uk/>):

✓ Βιολογική ποιότητα- ένας δείκτης συνολικής «υγείας» των ποταμών

Το έτος 2002, το 95% των ποταμών ήταν σε καλή ή μέτρια κατάσταση, συγκρινόμενα με το 90% του 1990. Το 4% ήταν πτωχά σε ποιότητα, και < 1% παρουσίαζε άσχημη ποιότητα. Το έτος 2002, 68% των ποταμών ήταν σε καλή κατάσταση.

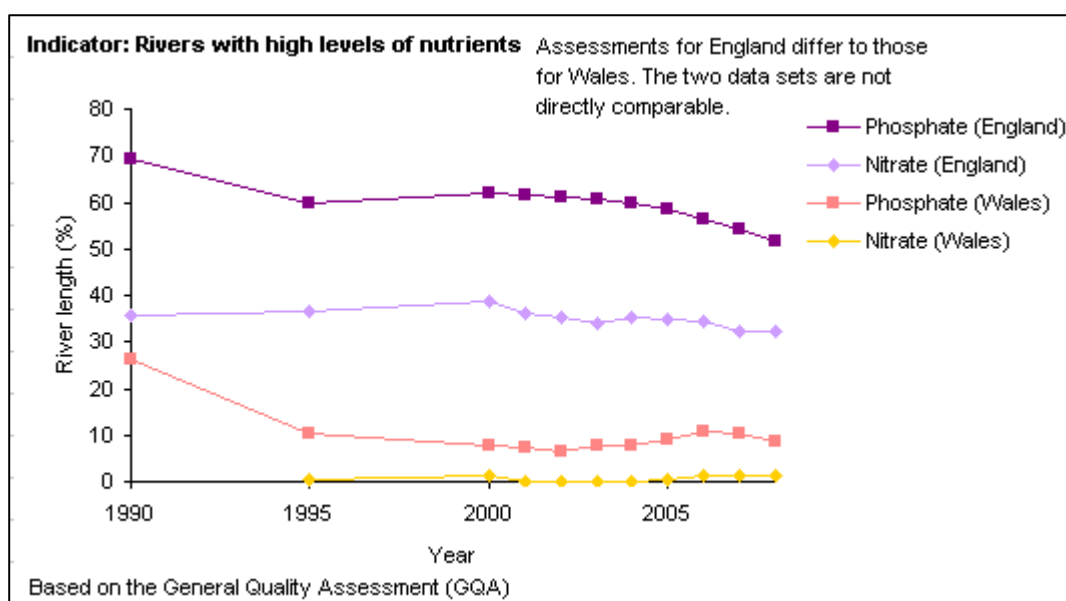
Μεταξύ των ετών 1990 και 2002, το 28% των ποταμών βελτιώθηκε όσον αφορά στη βιολογική του ποιότητα. Η μεγαλύτερη αύξηση επιτεύχθηκε τα 5 πρώτα χρόνια, ενώ σε μερικές περιπτώσεις (π.χ. στην Ουαλία) μετά το 1995 η κατάσταση άρχισε να χειροτερεύει.

✓ Χημική ποιότητα- ένας γενικός δείκτης οργανικής ρύπανσης

Περισσότερο από το 94% των ποταμών ήταν σε καλή ή μέτρια κατάσταση το έτος 2002 (68% σε καλή κατάσταση), συγκρινόμενο με το 85% του 1990, 5% παρουσίαζε πτωχή ποιότητα, και ~ 1% ήταν άσχημο ποιοτικά.

Συνολικά, το 42% των ποταμών βελτιώθηκε μεταξύ των ετών 1990 και 2002, παρά το γεγονός ότι στη συνέχεια η βελτίωση σταθεροποιήθηκε. Μερική πτώση στην ποιότητα παρατηρήθηκε μεταξύ των ετών 1996 και 1998, ειδικότερα στα ανατολικά και βόρεια, εξαιτίας μειωμένης ροής.

✓ Κατάσταση (status) θρεπτικών- φωσφορικά και νιτρικά άλατα



Εικόνα 4: Ποταμοί με υψηλά επίπεδα θρεπτικών συστατικών στην Αγγλία και την Ουαλία, 1990 – 2007 (<http://www.environment-agency.gov.uk/>).

Το έτος 2002, το 54% των ποταμών εμφάνιζε υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών (μεγαλύτερες από 0,1 mg/l), εν αντιθέσει με το έτος 1990, όπου το ποσοστό ήταν 64%.

Το έτος 2002, το 29% των ποταμών εμφάνιζε υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών (> 30 mg/l), εν αντιθέσει με το έτος 2000, όπου το ποσοστό ήταν 32% και το έτος 1995 με ποσοστό 30%.

✓ Αισθητική ποιότητα επιλεγμένων ποταμών

Περίπου τα 2/3 των 452 θέσεων που ερευνήθηκαν, βάσει επισκεψιμότητας, το έτος 2002 χαρακτηρίστηκαν από αισθητική άποψη ως καλά ή μέτρια, ενώ το 1/3 χαρακτηρίστηκε ως πτωχό ή άσχημο.

Σύμφωνα με στοιχεία από την Ευρωπαϊκή Υπηρεσία Περιβάλλοντος (2002), από το έτος 1990 έως το 2002 παρουσιάστηκε βελτίωση της εικόνας των ποταμών. Συγκεκριμένα, το 95% των ποταμών στην ΕΕ χαρακτηρίστηκε το 2002 ως 'καλής ή μέτριας' βιολογικής ποιότητας, έναντι του 90% το 1990, και το 94% 'καλής ή μέτριας' χημικής ποιότητας, έναντι του 85% του έτους 1990. Επίσης το 54% παρουσίασε αυξημένα φωσφορικά ιόντα ($> 0,1 \text{ mg/L}$), έναντι του 64% το 1990, και το 29% αυξημένα νιτρικά ιόντα ($> 30 \text{ mg/L}$), έναντι του 30% του έτους 1995 και 32% του έτους 2000.

Τα γενικά συμπεράσματα που προκύπτουν από τις έρευνες στην ΕΕ είναι ότι η ρύπανση από θρεπτικά οφείλεται κυρίως στη γεωργία και στις απορροές από μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων, και ότι στην ξηρή περίοδο η κατάσταση των ποταμών παρουσιάζεται χειρότερη (βλ. Κουτσομήτρου, 2004).

2.2 Ρύπανση των υδάτων στο σύγχρονο αστικό τοπίο

Στις ανεπτυγμένες πόλεις, ποσοστό 70 - 80% του πληθυσμού διαβιεί σε αστικές περιοχές, με τις περισσότερες από αυτές να είναι αμαλγάματα χρήσεων γης (in Marsh & Grossa, 2005). Σε αυτά τα περιβάλλοντα η ζήτηση για νερό βαίνει αυξανόμενη, ενώ η κατανάλωση από τον άνθρωπο είναι σημαντικά μεγάλη και ανέρχεται σε 150-200 λίτρα/κάτοικο/ημέρα με κατά κεφαλή ετήσια υπολογιζόμενη αύξηση $\sim 8\%$ (βλ. Βαλκανάς, 1992).

Στο αστικό περιβάλλον, η ρύπανση μπορεί να είναι τόσο σημειακή όσο και μη σημειακή. Σύμφωνα με έναν από τους κυριότερους δείκτες της ρύπανσης των υδάτων, το Βιολογικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο (BOD), το $\sim 66\%$ της σημειακής ρύπανσης στις ΗΠΑ προέρχεται από αστικά απόβλητα και το 33% από βιομηχανικά λύματα. Μονάδες επεξεργασίας αστικών λυμάτων εξυπηρετούν 70-75% του πληθυσμού της Αμερικής, και παρά το ότι τα κέντρα αυτά μειώνουν σημαντικά τα ποσοστά της ρύπανσης, εντούτοις, παράγουν εκροές πλούσιες σε θρεπτικά, ιζήματα και στερεά οργανικά απόβλητα (in Marsh & Grossa, 2005).

Άλλοι τύποι ρύπανσης επιβαρύνουν τους υδάτινους αποδέκτες ενός αστικού τοπίου, υποβαθμίζοντας κατά πολύ την ποιότητα των παρεχόμενων υπηρεσιών του. Οι βιομηχανικοί ρυπαντές ποικίλλουν ανάλογα με τον τύπο της δραστηριότητας και του παραχθέντος προϊόντος. Η παραγωγή ενέργειας, παραδείγματος χάριν, συνεισφέρει πολύ στη ρύπανση του περιβάλλοντος, η οποία με τη σειρά της συμβάλλει στη ρύπανση των υδάτων. Επιπλέον, τα όμβρια ύδατα εντείνουν ιδιαιτέρως τα φαινόμενα ρύπανσης, μέσω της επιφανειακής απορροής, η οποία συμπαράσύρει κάθε είδους φερτών υλικών, φυτοφάρμακα, υπολείμματα λιπασμάτων, απορρίμματα, οργανικά υπολείμματα και περιττώματα ζώων σε λίμνες, ποτάμια και θάλασσες. Η αύξηση του BOD, εξ αιτίας κάποιων από τα παραπάνω, είναι άμεση και αναμενόμενη - έμμεση είναι στην περίπτωση των χημικών λιπασμάτων που αυξάνουν την ανάπτυξη υδατικών ζιζανίων, κάτι που προσθέτει οργανικά υπολείμματα με απαίτηση σε οξυγόνο σε κάθε υδάτινο αποδέκτη. Την ποικιλομορφία των ρυπαντών συμπληρώνουν αερομεταφερόμενοι ρυπαντές που καταλήγουν στο νερό, όπως οργανικές ενώσεις (π.χ., PCBs, διοξίνες, DDT), βαρέα μέταλλα και σωματιδιακό υλικό. Αυτά εισέρχονται στην ατμόσφαιρα από διάφορες πηγές, που περιλαμβάνουν εργοστάσια παραγωγής ενέργειας,

αυτοκίνητα, αποτεφρωτήρες, καλλιεργήσιμες εκτάσεις και επιστρέφουν στην επιφάνεια μέσω ατμοσφαιρικών κατακρημνίσεων, όπου εμφανίζουν μεγαλύτερες συγκεντρώσεις κοντά στις πηγές, με τη γεωγραφική διάχυση ορισμένων ρυπαντών, όπως οργανικών ενώσεων, μικρών σωματιδίων και διοξειδίου του άνθρακα, να είναι διηπειρωτική (in Marsh & Grossa, 2005).

Πίνακας 1: Προσδιορισμός κυριότερων παραμέτρων του πόσιμου νερού, όπως καθορίζονται από την ΕΕ (βλ. Κουϊμτζή, Σαμαρά-Κωνσταντίνου, 1994).

Φυσικοχημικές παράμετροι			
Παράμετροι	Έκφραση των αποτελεσμάτων	Ενδεικτικό επίπεδο	Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση
Θερμοκρασία	0° C	12	25
Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου	Μονάδα pH	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	
Αγωγιμότητα	μs/cm έως 20° C	400	
Διαλυμένο οξυγόνο	% O ₂ κορεσμού	Τιμή κορεσμού >75% εκτός των υπόγειων υδάτων	
Νιτρικά	mg/l NO ₃	25	50
Νιτρώδη	mg/l NO ₂		0.1
Φώσφορος	μg/l P ₂ O ₅	400	5000

2.2.1 Ρύπανση των ποταμών

Τα ποτάμια και τα ρέματα είναι από τα οικοσυστήματα που πλήττονται περισσότερο, ιδίως σε πυκνοκατοικημένες περιοχές με έλλειψη διαθεσιμότητας νερού όπως η ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Ποταμοί της Μεσογείου που υπόκεινται σε πολλαπλούς στρεσογόνους παράγοντες όπως διευθετήσεις, ρύπανση, αλλαγές στη μορφή των διαύλων, τροποποίηση των παρόχθιων περιοχών, και εισβολή εξωτικών ειδών. Τα αποτελέσματα αυτών των παραγόντων είναι σπανίως προσθετικά, αλλά συνήθως αλληλεπιδρούν με πολύπλοκους τρόπους. Ως αποτέλεσμα της παγκόσμιας περιβαλλοντικής αλλαγής, μεγάλες επιπτώσεις αναμένονται στη λειτουργία του οικοσυστήματος του ποταμού, η οποία είναι η βάση πολλών λειτουργιών του οικοσυστήματος (in Aristi et al., 2012)

Τα ποτάμια διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στην αφομοίωση ή τη μεταφορά βιομηχανικών ή αστικών αποβλήτων, κοπριάς ζώων και απορροής από αγροτικές εκτάσεις και δρόμους, που είναι υπεύθυνα για τη ρύπανση των ποταμών. Η απόθεση βιομηχανικών λυμάτων και αστικών αποβλήτων αλλά και λιπασμάτων θα μπορούσε να θεωρηθεί μία συνεχόμενη πηγή ρύπανσης σε αντίθεση με την επιφανειακή απορροή, η οποία είναι εποχική και επηρεάζεται σημαντικά από το κλίμα. Η ροή των ποταμών είναι μια διεργασία πολλών παραγόντων, η οποία περιλαμβάνει ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, επιφανειακή απορροή, υπόγεια ροή και αντλούμενες εισροές και εκροές. Εποχικές διακυμάνσεις σε αυτούς τους παράγοντες επιδρούν στη ροή και επομένως και στις συγκεντρώσεις των ρυπαντών στο νερό του ποταμού. Μακροχρόνιες μελέτες έδειξαν ότι χωρικές (ρύπανση από ανθρωπογενή αίτια) και πρόσκαιρες (εποχικές και κλιματικές) διαφοροποιήσεις επηρεάζουν την ποιότητα και την υδροχημεία των ποταμών, καταδεικνύοντας συγκεκριμένα ότι το περιεχόμενο των ποταμών σε μεταλλικά στοιχεία είναι εποχικό και αναλόγως των κλιματολογικών συνθηκών, υποδεικνύοντας μια φυσική πηγή για αυτή τη μορφή ρύπανσης, ενώ η ρύπανση από οργανικό υλικό και θρεπτικά πηγάζει κυρίως από ανθρώπινες δραστηριότητες και κυρίως από τα αστικά λύματα (in Da Silva & Sacomani, 2001).

Εξ αιτίας φυσικοχημικών και βιολογικών διεργασιών εντός του ποταμού, ο ρόλος αυτού του οικοσυστήματος δεν είναι απλά ένας αγωγός για τη μεταφορά εισροών. Αυτές οι διεργασίες δρουν ως φυσικό φιλτράρισμα με αποτέλεσμα η ποιότητα του ύδατος να είναι βελτιωμένη κατάντη μιας πηγής ρύπανσης. Μία ποιοτική παράμετρος πρωταρχικής σημασίας που επιταχύνει αυτές τις διεργασίες είναι η συγκέντρωση διαλυμένου οξυγόνου. Έτσι, ο καθαρισμός βασίζεται κατά πολύ στη συνεχή οξυγόνωση του ποτάμιου νερού, η οποία υποβοηθείται σε συνθήκες υψηλής ροής που ενθαρρύνουν τον επιφανειακό αερισμό. Αντιθέτως, η συμβολή των ρυπαντών υπό συνθήκες χαμηλής ροής μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στην ποιότητα του νερού. Ο ευτροφισμός, αιτία του οποίου είναι τα υπερβολικά επίπεδα θρεπτικών, είναι το πιο αξιοσημείωτο παράδειγμα (Mimikou et al., 2000).

Όπως ήδη αναφέρθηκε, οι επιδράσεις από τους ρυπαντές χαρακτηρίζονται ως 'σημειακές' και 'μη σημειακές'. Οι πρώτες αφορούν σημειακές, αυστηρά καθορισμένες πηγές ρύπανσης (απορροές υγρών αποβλήτων, βλαβερές διαρροές, ατυχήματα), ενώ οι τελευταίες είναι πιο διάχυτες, σε μέρος ή σε όλη την υδρολογική λεκάνη (αστικές και αγροτικές απορροές, ανάπτυξη γης, ατμοσφαιρική εναπόθεση και δραστηριότητες αναψυχής). Οι μη σημειακές, λοιπόν, πηγές αναφέρονται σε απορροές που προέρχονται από μια ευρύτερη γεωγραφική περιοχή, ενώ κάποιες από αυτές τις πηγές είναι ελεγχόμενες - ειδικότερα, εκείνες που καθορίζονται από μια ρυθμιστική αρχή. Πάντως, η ρύπανση από μη σημειακές πηγές παρατηρείται ότι γίνεται εντονότερη κατά το λιώσιμο του χιονιού την άνοιξη ή κατόπιν καταιγίδων, οπότε και έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερες ταχύτητες ροών (βλ. Κατσαμπάνης, 2005), ενώ παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα και ποσότητα αυτής είναι ακόμη η τοπογραφία, τα χαρακτηριστικά του εδάφους και η ένταση της βροχόπτωσης (in Lai et al., 2011)

Η έκθεση των ανθρώπων - και όλης της τροφικής αλυσίδας - σε νερό υφιστάμενο ρύπανση έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια με αποτέλεσμα την υψηλή πιθανότητα κινδύνου της υγείας. Μεταβολική ενεργοποίηση μεταλλαξογόνων και πιθανώς καρκινογόνων ουσιών στα νότια ισπανικά παράλια, ευθύνεται για την αυξημένη θνησιμότητα ψαριών και σχετίζεται με αυξημένα επίπεδα ρύπανσης. Και ενώ η συγκέντρωση των ρυπαντών σε βιολογικά συστήματα είναι πολύ δύσκολο να υπολογιστεί, εν τούτοις, αλλαγές στην ενεργότητα ενζύμων και μορίων που εμπλέκονται στον μεταβολισμό, μπορεί να είναι ενδεικτικές (Silva et al., 1999).

Έρευνες στην Αγγλία και τις ΗΠΑ προτείνουν ότι σε αστικές περιοχές η μη σημειακή ρύπανση είναι η κυριότερη απειλή για την ποιότητα των υδάτων, ενώ αγωγοί αστικών λυμάτων καθώς επίσης και μη επεξεργασμένα απόβλητα καταλήγουν παράνομα στις λεκάνες απορροής των ποταμών (in Faulkner et al., 2000).

Πίνακας 2: Γενική Εκτίμηση Ποιότητας: χημική βαθμολόγηση για ποτάμια και κανάλια (in Faulkner et al., 2000).

Ποιότητα ύδατος	Βαθμός	Διαλυμένο Οξυγόνο (% κορεσμός), 10 εκατοστμόριο	BOD (mg/l) 90 εκατοστμόριο
Καλή	A	80	2.5
	B	70	4
Μέτρια	Γ	60	6
	Δ	50	8
Πτωχή	E	20	15
Κακή	ΣΤ	-	-

Η χρήση φυτοφαρμάκων στη γεωργία μπορεί να οδηγήσει σε ρύπανση των επιφανειακών υδατικών σωμάτων αλλά και των υπόγειων υδροφορέων, μέσω απορροής, έκπλυσης, ρευμάτων και αποχετευτικού δικτύου. Η ρύπανση του επιφανειακού νερού μπορεί να έχει οικοτοξικολογικές επιδράσεις στην υδάτινη και παρυδάτια πανίδα και χλωρίδα. Βασίζεται συνήθως στη γεωργική περίοδο και δεν διαρκεί πολύ, αντίθετα από την υπόγεια ρύπανση, οι επιπτώσεις της οποίας μπορεί να είναι τεράστιες στην ανθρώπινη υγεία (in Cerejeira et al., 2003).

2.3 Φυσικοχημικές παράμετροι

2.3.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία και το εύρος της σε ποτάμια και ρέματα διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στον τύπο των παρόντων ψαριών και μακροασπονδύλων. Πέστροφες και μερικά μακροασπόνδυλα τρέφονται με Πλεκόπτερα ενώ τα Εφημερόπτερα προτιμούν τα πιο δροσερά ύδατα και είναι συχνά παρόντα μόνο στους πιο δροσερούς ποταμούς και στα ρέματα υψιπέδων. Η νεαρή πέστροφα προτιμά επίσης τα πιο δροσερά ύδατα αφού η πέστροφα ωοτοκεί μόνο στα πιο ψυχρά στρώματα των ρεμάτων.

Ενώ η θερμοκρασία των ποταμών και των ρεμάτων ελέγχεται κατά ένα μεγάλο μέρος από τις εποχικές αλλαγές στις θερμοκρασίες αέρος με τις θερμότερες θερμοκρασίες να επικρατούν κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, άλλοι παράγοντες μπορούν επίσης να έχουν μια επίδραση στη θερμοκρασία ύδατος. Μερικοί από αυτούς είναι :

- Η έλλειψη παρόχθιων εγκαταστάσεων που χρησιμεύουν στη σκίαση του ύδατος και τη διατήρηση της θερμοκρασίας σε χαμηλά επίπεδα.
- Η αυξανόμενη ιζηματογένεση. Μόρια ιζημάτων μπορούν να απορροφήσουν τις ακτίνες θερμότητας και να ενεργήσουν ως θερμοπομποί αυξάνοντας την περιβάλλουσα θερμοκρασία ύδατος.
- Χαμηλές ροές ή αυξανόμενη συχνότητα χαμηλών ροών σε διακλαδιζόμενες κοίτες ποταμών. Η ξηρή κοίτη του ποταμού θα απορροφήσει περισσότερη θερμότητα από το νερό και θα διατηρήσει επίσης τη θερμότητα για περισσότερο χρονικό διάστημα. Όταν αυτές οι περιοχές διαβρέχονται, η θερμοκρασία του ύδατος μπορεί στη συνέχεια να αυξηθεί τεχνητά.
- Την άνοιξη τα ρέματα είναι λιγότερο εκτεθειμένα στις αλλαγές των εποχικών θερμοκρασιών, με αποτέλεσμα η θερμοκρασία των υδάτων τους να είναι πιο σταθερή κατά τη διάρκεια του έτους, πιο δροσερή το καλοκαίρι και θερμότερη τον χειμώνα από τους περιβάλλοντες ποταμούς και άλλα ρέματα.

Η θερμοκρασία του ύδατος έχει επιπτώσεις στο ποσό του διαλυμένου οξυγόνου στην υδάτινη στήλη, που είναι και η αιτία για την οποία μερικά ευαίσθητα είδη (όπως τα Πλεκόπτερα, τα Εφημερόπτερα και η πέστροφα) περιορίζονται στους πιο δροσερούς ποταμούς και στα ρεύματα υψιπέδων. Η αυξανόμενη θερμοκρασία συμβάλλει επίσης στη φυτική αύξηση και την αύξηση των φυκών, η οποία ενδέχεται να δημιουργεί προβλήματα σε μερικές περιοχές, «ανεβάζοντας» τα επίπεδα των θρεπτικών και οδηγώντας σε ανεξέλεγκτο ευτροφισμό.

Η αλλαγή στη θερμοκρασία του ύδατος σε σχέση με τα φυσικά επίπεδα ονομάζεται θερμική ρύπανση. Εκτός από την τεχνητή αύξηση της θερμοκρασίας του ύδατος, το αντίθετο μπορεί επίσης να έχει μια επίδραση στα υδρόβια οικοσυστήματα. Ένα τέτοιο παράδειγμα είναι η απελευθέρωση κρύου νερού από το κατώτατο σημείο των λεκανών απορροής στα θερμότερα ρεύματα με συνέπεια πτώση στη θερμοκρασία ύδατος σε σχέση με τα περιβάλλοντα επίπεδα. Αυτό μπορεί να μειώσει τους αριθμούς και την ποικιλομορφία των

εγγενών πληθυσμών των υδρόβιων οργανισμών (Malborough District Council, 2009, River Water Quality Report, <http://www.marlbrough.govt.nz>).

2.3.2 Συγκέντρωση σε ιόντα υδρογόνου (pH)

Το pH είναι η μέτρηση της οξύτητας ή της αλκαλικότητας ενός υδατικού διαλύματος. Το pH μετράται σε κλίμακα από 0 έως 14 και είναι ο αρνητικός δεκαδικός λογάριθμος της συγκέντρωσης των υδρογονοκατιόντων. Ένα pH της τάξης του 7 θεωρείται ουδέτερο, χαμηλότερο του 7 θεωρείται όξινο και μεγαλύτερο του 7 αλκαλικό. Το βρόχινο νερό είναι από τη φύση του όξινο με pH περίπου 6,5. Το νερό των ποταμών συνήθως κυμαίνεται σε pH ανάμεσα στο 6,5 και στο 8,5, εύρος το οποίο θεωρείται ιδανικό για την πλειονότητα της υδρόβιας ζωής. Το φυσιολογικό pH ενός ποταμού διαφέρει μεταξύ των ποικίλων ποταμών, αλλά γενικώς το εύρος των τιμών του pH ενός ποταμού παραμένει σταθερό. Το φυσιολογικό pH ενός ποταμού καθορίζεται σε μεγάλο βαθμό από τη γεωλογία και τα εδάφη της περιοχής. Παραδείγματος χάριν σε περιοχές με ασβεστόλιθο το φυσιολογικό pH των ποταμών είναι υψηλό (αλκαλικό), ενώ περιοχές με κυρίαρχο υπόστρωμα την τύρφη είναι σχετικά χαμηλό (όξινο). Επίσης το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα μπορεί να επηρεάσει το pH των ποταμών, αφού όταν αναμειγνύεται με το νερό αυξάνει την οξύτητά του (<http://www.lcra.org/water/quality/crwn/indicators.html>).

Το pH ενός ποταμού επηρεάζει τους έμβιους οργανισμούς του. Μεγάλες εναλλαγές του pH, εκτός των φυσιολογικών ορίων του ποταμού, οδηγούν σε πιέσεις στην υδρόβια ζωή του. Χαμηλά επίπεδα pH (κάτω των ιδανικών) μπορεί να οδηγήσουν σε θάνατο της ιχθυοπανίδας επιβαρύνοντας τους οργανισμούς, προκαλώντας σωματικές βλάβες, οι οποίες εν συνεχεία καθιστούν ευάλωτα τα είδη σε ασθένειες. Παρομοίως το υψηλό pH, ειδικότερα σε συνδυασμό με υψηλές θερμοκρασίες ύδατος, μπορεί να αυξήσει την ποσότητα της ελεύθερης αμμωνίας, η οποία είναι ιδιαιτέρως τοξική για τα ψάρια. Επίσης, το χαμηλό pH ελευθερώνει δεσμευμένα βαρέα μέταλλα, η αύξηση των οποίων είναι τοξική για την υδρόβια ζωή. Χαμηλό ή υψηλό pH μπορεί επίσης να επηρεάσει σημαντικά τη διαθεσιμότητα των απαραίτητων για τα φυτά θρεπτικών συστατικών στο νερό.

Παράγοντες που προκαλούν έντονες εναλλαγές στο pH ενός ποταμού, είναι κατά το μάλλον ή ήττον, ανθρωπογενείς. Αυτοί περιλαμβάνουν γεωργικές απορροές (εντομοκτόνα, λιπάσματα κ.α.), όξινες απορροές από ορυχεία, και εκπομπές αερίων από καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακα, οξείδια του θείου και οξείδια του αζώτου). Οι εκπομπές αερίων από καύση ορυκτών καυσίμων στην ατμόσφαιρα αντιδρούν με το νερό των ποταμών παράγοντας ένα αδύναμο οξύ. Η όξινη βροχή είναι ένα κοινό πρόβλημα στις πιο βιομηχανοποιημένες περιοχές του πλανήτη και έχει συνδεθεί με μεγάλης κλίμακας θανάτους ψαριών στα ποτάμια.

Επιπλέον, τα επίπεδα του pH μεταβάλλονται μεταξύ ημέρας και νύχτας ως αποτέλεσμα της αναπνοής και της φωτοσύνθεσης των φυτών. Η φωτοσύνθεση των φυτών, ιδίως κατά τη διάρκεια άνθησης φυτοπλαγκτικών οργανισμών, μπορεί να οδηγήσει το pH σε υψηλά επίπεδα. Τα μέγιστα επίπεδα του pH συνήθως συμπίπτουν με τα μέγιστα επίπεδα οξυγόνου αργά το μεσημέρι όταν η φωτοσύνθεση από τα φυτά είναι και αυτή στο απόγειό της. Παρομοίως, τα χαμηλότερα επίπεδα pH καταγράφονται κατά τη διάρκεια της νύχτας όταν η φωτοσύνθεση είναι στα χαμηλότερα επίπεδα και η αναπνοή των φυτών είναι υψηλή (<http://www.marlbrough.govt.nz>).

2.3.3 Αγωγιμότητα

Αγωγιμότητα του νερού είναι η ιδιότητα να διοχετεύει ηλεκτρικό ρεύμα. Η αγωγιμότητα στο νερό επηρεάζεται από την παρουσία ανόργανων διαλυτών στερεών όπως χλωρικά, νιτρικά, θειούχα, φωσφορικά ανιόντα ή νιτρικά, μαγνησίου, ανθρακικά, σιδηρικά και αργιλικά κατιόντα. Οργανικές ενώσεις όπως έλαια, φαινόλες, αλκοόλες και σακχαρίτες δεν είναι πολύ καλοί αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος και συνεπώς παρουσιάζουν χαμηλή αγωγιμότητα όταν υπάρχουν μέσα στο νερό. Η αγωγιμότητα επηρεάζεται επίσης από τη θερμοκρασία. Όσο θερμότερο είναι το νερό, τόσο μεγαλύτερη είναι και η αγωγιμότητα. Για τον λόγο αυτό η αγωγιμότητα αναφέρεται ως αγωγιμότητα στους 25° C.

Η βασική μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι η mho ή Siemens. Η αγωγιμότητα μετράται σε μικροhm ανά εκατοστόμετρο (μmhos / cm) ή σε μικροsiemens ανά εκατοστόμετρο (μs/cm). Το απεσταγμένο νερό έχει αγωγιμότητα που κυμαίνεται από 0,5 μέχρι 3 μmhos/cm. Η αγωγιμότητα των ποταμών στις Η.Π.Α. κυμαίνεται σε γενικές γραμμές από 50 μέχρι 1500 μmhos/cm. Μελέτες σε υδάτινα συστήματα της ενδοχώρας δείχνουν ότι ποτάμια που υποστηρίζουν με επιτυχία μεικτούς πληθυσμούς υδρόβιων οργανισμών έχουν ένα εύρος αγωγιμότητας που κυμαίνεται από 150 έως 500 μmhos / cm. Αγωγιμότητα εκτός του συγκεκριμένου εύρους υποδεικνύει ότι το νερό δεν είναι κατάλληλο για συγκεκριμένα είδη ψαριών και μακροασπονδύλων. Νερά προερχόμενα από βιομηχανίες είναι δυνατόν να παρουσιάζουν αγωγιμότητες έως και 10000 μmhos / cm (in Greenberg et al., 1992).

Γενικότερα, η χαμηλή αγωγιμότητα (0-200 μmhos/cm) υποδηλώνει μία υψηλή καθαρότητα του νερού. Οι μέσες τιμές αγωγιμότητας (200-1000 μmhos/cm) είναι το σύνηθες στα μεγάλα ποτάμια και τιμές έξω από αυτές υποδηλώνουν ότι το νερό είναι πλέον ακατάλληλο για ορισμένα είδη ψαριών και εντόμων. Υψηλή αγωγιμότητα (1000-10000 μmhos/cm) υποδεικνύει συνθήκες υψηλής αλατότητας και παρουσιάζεται σε νερά που πλήττονται βαρέως από βιομηχανικά λύματα.

Η αγωγιμότητα στα ρυάκια και στα ποτάμια επηρεάζεται σημαντικά από την γεωλογία της λεκάνης απορροής. Ποτάμια συστήματα που ρέουν μέσα από περιοχές με γρανιτικά πετρώματα τείνουν να έχουν χαμηλότερη αγωγιμότητα επειδή ο γρανίτης αποτελείται στην πλειοψηφία του από αδρανή υλικά που δεν ιονίζονται (διαλύονται σε ιονισμένα συστατικά) όταν διαλυθούν μέσα στο νερό. Αντιθέτως, ποτάμια συστήματα που ρέουν μέσα από περιοχές με πηλώδη υποστρώματα τείνουν να έχουν υψηλότερη αγωγιμότητα λόγω της παρουσίας υλικών που ιονίζονται διαλυμένα στο νερό. Οι εκροές υπόγειων υδάτων μπορεί να έχουν τα ίδια αποτελέσματα αναλόγως του υποστρώματος μέσα από το οποίο πηγάζουν (in Greenberg et al., 1992).

Απορροές στα ποτάμια έχουν την ικανότητα να μεταβάλλουν την αγωγιμότητα ανάλογα με την προέλευσή τους. Ένα απαρχαιωμένο σύστημα υπονόμων θα αύξανε την αγωγιμότητα ενός ποταμού λόγω της παρουσίας χλωρικών, φωσφορικών και νιτρικών. Αναλόγως, μια διαρροή ελαίων θα μείωνε την αγωγιμότητα του ποταμού.

Μεγάλες αυξομειώσεις στη αγωγιμότητα ενός ποταμού είναι δυνατόν να συμβούν μετά από περιόδους βροχοπτώσεων ή λιωσίματος του χιονιού. Η επιπρόσθετη ποσότητα νερού που εισάγεται στα ποτάμια μετά από βροχοπτώσεις ή λιώσιμο του χιονιού αυξάνει την αραίωση, η οποία εν συνεχεία μειώνει το ποσοστό αλάτων και την αγωγιμότητα του ποταμού. Αντιθέτως, το αλάτι που απλώνεται στους δρόμους για την αποφυγή δημιουργίας πάγου, μπορεί να εισέλθει στο ποτάμι και να αυξήσει την αγωγιμότητά του (Horne & Goldman, 1994).

Πρακτικά η αγωγιμότητα είναι μια έμμεση μέτρηση της αλατότητας του νερού. Τα ψάρια και οι άλλοι οργανισμοί που ζουν στο γλυκό νερό δεν μπορούν να ανεχθούν μεγάλες αυξήσεις στη αλατότητα του νερού καθώς δεν θα μπορούν να διατηρήσουν το νερό μέσα στα σώματά τους. Τα ψάρια και ζώα που ζουν σε νερά με μεγαλύτερη αλατότητα, όπως στους

ωκεανούς, είναι προσαρμοσμένα σε αυτά τα περιβάλλοντα και έχουν την ικανότητα να επιβιώνουν.

Η κλιματική αλλαγή μπορεί να αυξήσει την αλατότητα των λιμνών καθώς οι υψηλότερες θερμοκρασίες αυξάνουν τον ρυθμό της εξάτμισης. Αυτό μπορεί να προκαλέσει πίεση στου υδρόβιους οργανισμούς. Η μόλυνση μπορεί επίσης να αυξήσει την αγωγιμότητα ενός ποταμού ή μιας λίμνης καθώς τα βιομηχανικά και τα ανθρώπινα λύματα έχουν υψηλή αγωγιμότητα (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη 2006).

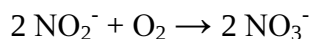
2.4 Θρεπτικά

Το άζωτο και ο φώσφορος είναι δύο από τα βασικά θρεπτικά συστατικά, τα οποία καθορίζουν την πρωτογενή παραγωγή των οικοσυστημάτων. Η συγκέντρωση των θρεπτικών είναι σημαντική, καθώς τόσο η έλλειψη όσο και η περίσσεια αυτών προκαλούν προβλήματα και μπορεί να οδηγήσουν ως και στην κατάρρευση των οικοσυστημάτων. Για τα υδάτινα περιβάλλοντα, και μάλιστα για τα γλυκά νερά, ο φώσφορος είναι αυτός που θεωρείται περιοριστικός παράγοντας (in De Wit & Bendoricchio, 2001).

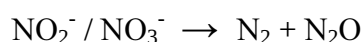
Το άζωτο απαντάται κυρίως στα υδάτινα οικοσυστήματα υπό μορφή αμμωνιακών (NH_4^+), νιτρικών (NO_3^-) και νιτρώδων (NO_2^-) ιόντων. Το άζωτο που είναι ενσωματωμένο σε διάφορες οργανικές ενώσεις, όπως στην ουρία $[(\text{NH}_2)_2\text{CO}]$, διασπάται λόγω βακτηριδιακής δράσης και απελευθερώνεται αμμωνία. Επιπλέον, το άζωτο είναι παρόν στα φύκη, στα θρύμματα (που προέρχονται από νεκρά φύκη) καθώς και ως αιωρούμενο (μη θρυμματικό) οργανικό άζωτο. Το άζωτο μπορεί επίσης να είναι παρόν υπό διάφορες μορφές στα βενθικά ιζήματα (Garelick & Jones, 2009). Η παραγόμενη αμμωνία μπορεί να οξειδωθεί σε νιτρώδη ιόντα από χημειολιθοαυτότροφα βακτήρια όπως το *Nitrosomonas* sp., και τα νιτρώδη περαιτέρω σε νιτρικά από άλλα βακτήρια όπως το *Nitrobacter* sp. Η αμμωνία απαντάται σε όλα τα επιφανειακά ύδατα, και σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις στα αστικά λύματα και βιομηχανικά απόβλητα. Η συγκέντρωση της αμμωνίας στα υπόγεια νερά είναι πολύ μικρή ή μηδενική. Πόσιμα νερά που περιέχουν ίχνη αμμωνίας κρίνονται ακατάλληλα. Η αναλογία ανάμεσα στα κατιόντα και στην ελεύθερη αμμωνία καθορίζεται κατά κύριο λόγο από το pH του νερού. Η ελεύθερη αμμωνία είναι τοξική για τα ψάρια, με όριο ανοχής τη συγκέντρωση των 0.02 ppm NH_3 . (βλ. Κουϊμτζή & Σαμαρά-Κωνσταντίνου, 1994).

Δύο σημαντικές χημικές αντιδράσεις του κύκλου του αζώτου είναι η ‘νιτροποίηση’ και η ‘απονιτροποίηση’. Αυτές επηρεάζουν την ‘κίνηση’ ή ‘ρευστοποίηση’ του αμμωνίου και των νιτρικών στα υδάτινα σώματα.

Νιτροποίηση ονομάζεται η μετατροπή του αμμωνίου σε νιτρικά και τέλος σε νιτρώδη, παρουσία οξυγόνου:



Απονιτροποίηση είναι η διαδικασία που συμβαίνει κατά τη διάρκεια της αποδόμησης (οξείδωσης) της οργανικής ύλης κατά την οποία τα νιτρικά μεταμορφώνονται σε αέριο άζωτο, το οποίο συνήθως εξέρχεται από τα υδάτινα συστήματα. Η απονιτροποίηση λαμβάνει χώρα σε αναερόβιες συνθήκες:



Αυξημένες συγκεντρώσεις οργανικού αζώτου στο νερό αποτελούν ένδειξη ότι το νερό έχει ρυπανθεί από αστικά λύματα ή βιομηχανικά απόβλητα. Ως εκ τούτου, το οργανικό άζωτο αποτελεί μια παράμετρο ελέγχου της ποιότητας και του βαθμού ρύπανσης των υδάτων (βλ. Κουϊμτζή & Σαμαρά-Κωνσταντίνου, 1994).

Η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στα φυσικά ύδατα είναι πολύ μικρή, συνήθως < 0.1 ppm NO₂-N. Η συγκέντρωσή τους ελαττώνεται και επειδή οξειδώνονται προς νιτρικά ιόντα. Η παρουσία τους στο πόσιμο νερό το καθιστά ακατάλληλο προς πόση, επειδή αποτελεί ένδειξη αποσύνθεσης πρωτεϊνικών ενώσεων και δράσης ορισμένων οργανισμών. Τα νιτρώδη απαντώνται στα νερά ψύξης των βιομηχανιών, όπου προστίθενται ως αντιδιαβρωτικό, σε διάφορα βιομηχανικά απόβλητα, και στα απόβλητα που έχουν υποστεί βιολογικό καθαρισμό. Τα νιτρώδη ιόντα είναι επικίνδυνα για τον οργανισμό, κυρίως επειδή σε όξινο περιβάλλον αντιδρούν με τις δευτερεύουσες αμίνες και σχηματίζουν τις νιτρωζαμίνες RR-N-NO. Οι ενώσεις αυτές είναι καρκινογόνες (βλ. Κουϊμτζή & Σαμαρά-Κωνσταντίνου, 1994).

Η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στα φυσικά ύδατα είναι πολύ μικρή, ενώ ορισμένα υπόγεια ύδατα εμφανίζουν αυξημένες συγκεντρώσεις. Η ανώτατη επιτρεπτή τιμή των νιτρικών στο πόσιμο νερό είναι 50 ppm, δηλαδή 500 φορές μεγαλύτερη των νιτρικών. Στην πράξη, γίνεται προσπάθεια η συγκέντρωση των νιτρικών να μην υπερβαίνει τα 10 ppm. Όταν το πόσιμο νερό υπόκειται σε καθαρισμό με ενεργό άνθρακα (αποχρωματισμό – απόσπηση) τότε είναι δυνατό να παρατηρηθεί αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, τα οποία είναι ιδιαιτέρως επικίνδυνα για την υγεία (βλ. Κουϊμτζή & Σαμαρά-Κωνσταντίνου, 1994).

Από το έτος 1950 μέχρι το 2000 η χρήση ορυκτού αζώτου σε λιπάσματα για την γεωργία στα 15 μέλη κράτη της Ε.Ε. δεκαπλασιάστηκε, από 1 σε 9-10 εκατομμύρια τόνους. Την ίδια περίοδο το συνολικό άζωτο που απελευθερώθηκε από κοπριά ζώων αυξήθηκε στους 9 εκατομμύρια τόνους. Η συνολική πίεση του αζώτου στο περιβάλλον φτάνει τους 18 εκατομμύρια τόνους μόνο από τη γεωργία. Οι αγροτικές πρακτικές οδήγησαν σε μείωση των μόνιμων λιβαδικών εκτάσεων, και άλλων ρυθμιστικών περιοχών όπως αναχώματα, θαμνώνες και βάλτοι, δημιουργώντας μια κατάσταση που ευνοεί τη διάβρωση του εδάφους και την ταχεία αποστράγγιση θρεπτικών συστατικών στα υδάτινα σώματα.

Πίνακας 3: Χαρτογράφηση του αζώτου από η γεωργία στην Ε.Ε.. Συνολική περιβαλλοντική πίεση από άζωτο που έχει πηγή α) την βιολογική ενσωμάτωση, β) την ατμοσφαιρική κατάθεση, γ) την κοπριά ζώων και δ) τα ορυκτά λιπάσματα (βλ. Έκθεση της Επιτροπής, 2000).

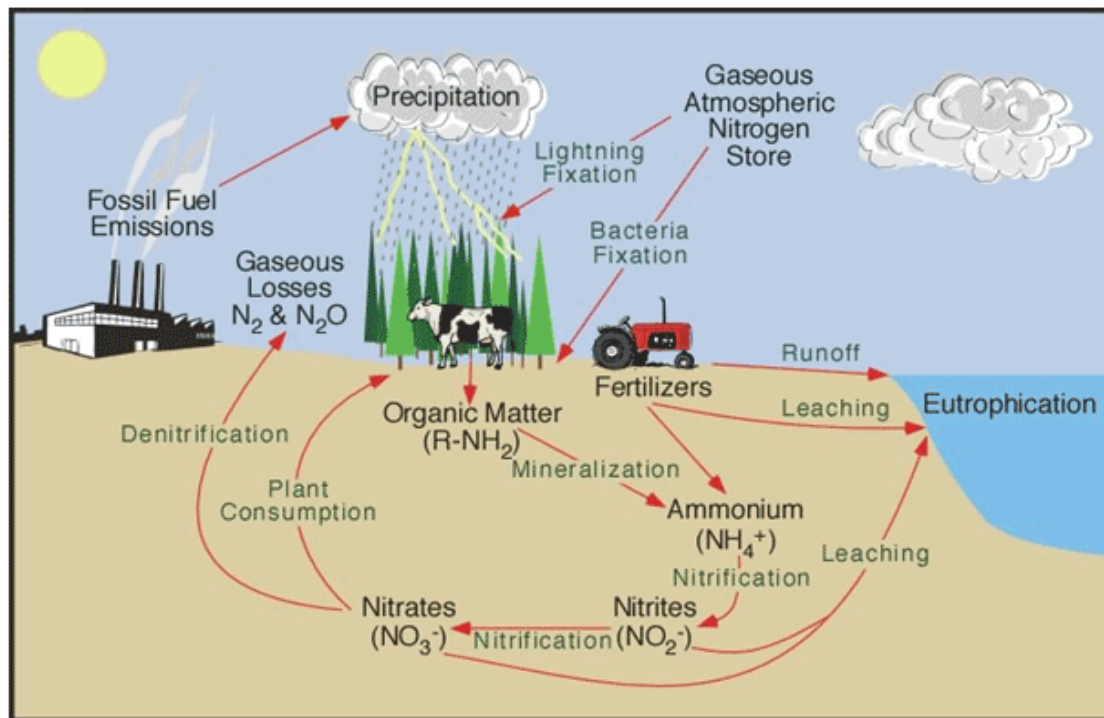
ΧΩΡΑ	ΒΙΟΛΟΓΙΚΗ ΕΝΣΩΜΑΤΩΣΗ (%)	ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΙΚΗ ΚΑΤΑΘΕΣΗ (%)	ΚΟΠΡΙΑ ΖΩΩΝ (%)	ΟΡΥΚΤΑ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ (%)	ΣΥΝΟΛΟ (1000 t)
Αυστρία	3,4	19,1	45,4	32,1	349,4
Βέλγιο	0,8	9,5	56,9	32,9	480,9
Δανία	3,4	8,2	40,5	47,9	596,3
Φιλανδία	2,3	3,7	29,9	64,1	272,9
Γαλλία	3,0	9,6	34,4	52,9	4760,1
Γερμανία	1,5	13,7	35,5	49,3	3627,3
Ελλάδα	1,2	4,8	37,3	56,7	541,4
Ιρλανδία	0,3	4,7	53,9	41,1	960,4
Ιταλία	1,3	9,5	38,5	50,7	1805,9
Λουξεμβούργο	0,5	9,5	39,6	50,4	35,7
Ολλανδία	0,3	7,7	52,5	39,6	935,0
Πορτογαλία	3,1	4,6	50,6	41,7	270,3
Ισπανία	4,3	7,3	37,6	50,7	2047,9
Σουηδία	3,4	3,8	37,8	55,0	373,9
Ην. Βασίλειο	1,6	9,3	42,4	46,8	2674,3
Ε. Ε 15	2,2	9,5	39,5	48,9	19371,7

Τα νιτρικά άλατα δεν ενώνονται με το χώμα ή άλλα σωματίδια στο νερό και επομένως μεταφέρονται με ευκολία με τη ροή του νερού μέσα από υπέργειες ή υπόγειες εκροές. Κατά τη διάρκεια βροχοπτώσεων τα επιπλέον νιτρικά άλατα που δεν χρησιμοποιούνται από τα φυτά θα εισχωρήσουν μέσα από το χώμα προς τα υπόγεια ύδατα ή θα μεταφερθούν από την επιφάνεια στα υπέργεια ύδατα.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων στα ποτάμια εμφανίζουν μεγάλες εποχικές αυξομειώσεις, με χαμηλές τιμές το καλοκαίρι και υψηλές τον χειμώνα. Συνήθως οι συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων είναι μεγαλύτερες κατά τη διάρκεια μεγάλων απορροών μετά από ένα ξηρό καλοκαίρι, κατά τη διάρκεια του οποίου το άζωτο έχει συσσωρευτεί στο χώμα από λιπάσματα, από απόθεση μέσω ατμόσφαιρας και φυτών που το δεσμεύουν. Επειδή τα νιτρικά άλατα είναι διαλυτά, χάνονται με μεγαλύτερη ευκολία από το υγρό έδαφος παρά από το στεγνό (in Pidwirny, 2006).

Το άζωτο είναι ένας σημαντικός παράγοντας ανάπτυξης των φυτών και τα νιτρικά άλατα είναι η πιο εύκολα διαθέσιμη πηγή του για τα φυτά. Αυτό μπορεί να είναι πρόβλημα όταν υπερβολικές ποσότητες νιτρικών αλάτων εισάγονται στις υδάτινες οδούς προκαλώντας υπερβολική ανάπτυξη φυτών και φυκών, τα οποία κυριολεκτικά ‘πνίγουν’ τα υδάτινα σώματα και καταλήγουν σε ανθίσεις φυκών. Η υπερβολική ανάπτυξη των φυτών μπορεί να οδηγήσει σε μειωμένα επίπεδα οξυγόνου στο νερό, γεγονός που ασκεί πίεση στις κοινότητες των ασπονδύλων και των ψαριών που ζουν σε αυτά και μπορεί να οδηγήσει σε θανάτωση ψαριών. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις τα νιτρικά άλατα αποβαίνουν τοξικά για τα ψάρια και άλλους οργανισμούς, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου. Η τοξικότητα από νιτρικά άλατα μπορεί να οδηγήσει σε μικρότερο μέγεθος, αργή ωρίμανση, χαμηλούς αναπαραγωγικούς ρυθμούς, ακόμη και σε θάνατο των ψαριών.

Τα αυξημένα επίπεδα νιτρικών αλάτων είναι ιδιαιτέρως επιβλαβή στα πρώτα στάδια της ζωής των οργανισμών. Στους ανθρώπους, υπερβολική κατανάλωση νιτρικών αλάτων (μέσω του πόσιμου νερού ή του φαγητού) μπορεί να οδηγήσει σε μεθαιμοσφαιρινοπάθεια. Η κατάσταση αυτή έχει ως αποτέλεσμα μειωμένα επίπεδα οξυγόνωσης των οργάνων και οδηγεί σε δυσκολία στην αναπνοή, κυανό χρωματισμό του δέρματος και αν δεν αντιμετωπιστεί σε θάνατο. Τα νεογνά και τα νήπια είναι ιδιαιτέρως ευάλωτα στην μεθαιμοσφαιρινοπάθεια, η οποία είναι γνωστή ως σύνδρομο των κυανών μωρών (blue baby syndrome) (in Pidwirny, 2006).



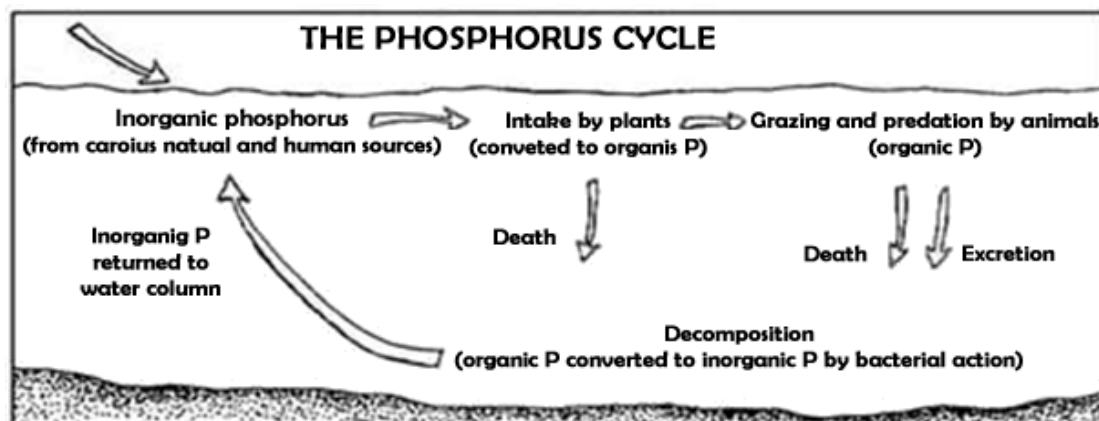
Εικόνα 5: Ο κύκλος του αζώτου (<http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/nitrates.pdf>)

Στη Νέα Ζηλανδία το όριο νιτρικών αλάτων στο πόσιμο νερό έχει ορισθεί στα 11.3 mg / L. Οι οδηγίες της ANZECC ορίζουν τα 0.167 mg / L ως τη συγκέντρωση υπεράνω της οποίας θα παρουσιαστεί ενοχλητική ανάπτυξη φυτών στα ορεινά ποτάμια, και η τιμή 0.444 mg / L ως η αντίστοιχη για τα πεδινά ποτάμια. Έρευνες έχουν δείξει ότι συγκεντρώσεις νιτρικών αλάτων άνω του 1.7 mg / L είναι τοξικές για τους υδρόβιους οργανισμούς (<http://www.marlbrough.govt.nz>).

Ο κύκλος του φωσφόρου είναι απλούστερος από αυτόν του αζώτου καθώς οι μορφές υπό τις οποίες παρουσιάζεται είναι λιγότερες. Υπάρχει μόνο μία μορφή διαλυμένου φωσφόρου, ο ορθοφώσφορος (ή ορθοφωσφορικά) $PO_4 - P$. Όπως και το άζωτο, ο φώσφορος υπάρχει σε φύκη, θρύμματα και άλλα οργανικά υλικά καθώς και στο ίζημα του βυθού. Αντίθετα από το άζωτο, μπορεί να υπάρχει και ανόργανος φώσφορος υπό μορφή σωματιδίων (in Garelick & Jones, 2009).

Ο φώσφορος είναι ένα βασικό θρεπτικό συστατικό για την ανάπτυξη των φυτών και συνήθως εφαρμόζεται στις καλλιέργειες ως λίπασμα. Στα ποτάμια ο ενεργός φώσφορος είναι η πιο βιοδιαθέσιμη μορφή φωσφόρου για τα φυτά και τα φύκη, και επίσης είναι η κυρίαρχη μορφή φωσφόρου στα υδάτινα σώματα. Τα υδρόβια φυτά και τα φύκη είναι διακανονιστές της υγείας των υδάτινων οικοσυστημάτων, καθώς προσφέρουν τροφή, καταφύγιο και περιβάλλον για τα ψάρια και τις άλλες μορφές υδρόβιας ζωής.

Μια μετακίνηση του σημείου ισορροπίας αυτών των φυτικών κοινοτήτων θα έχει σοβαρές επιπτώσεις για τις υπόλοιπες ζωικές κοινότητες. Ενώ ο φώσφορος είναι απαραίτητος για την ανάπτυξη των φυτών, υπερβολικές ποσότητες φωσφόρου οδηγούν σε υπερβολική ανάπτυξή τους, μειωμένη φυτική ποικιλότητα και αυξημένη ανάπτυξη φυκών. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε άνθιση φυκών και ευτροφισμό.



Εικόνα 6: Ο κύκλος του φωσφόρου στα υδάτινα οικοσυστήματα (in House, 2003)

Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Περιβαλλοντική Επιτροπή (European Environment Agency), η κύρια πηγή νιτρωδών ρύπων είναι απορροές από καλλιεργήσιμες γαίες (πίνακας), ενώ μεγάλο ποσοστό της μόλυνσης από φώσφορο προέρχεται από τις οικίες και την βιομηχανία, συμπεριλαμβανομένης και της χρήσης καθαριστικών με βάση τον φώσφορο. Η ραγδαία αύξηση της βιομηχανικής παραγωγής και της κατανάλωσης στις οικίες κατά τη διάρκεια του 20^{ου} αιώνα οδήγησαν σε μεγαλύτερους όγκους λυμάτων πλούσιων σε θρεπτικά υλικά. Μολονότι προσφάτως υπάρχει καλύτερη διαχείριση του αζώτου και του φωσφόρου στις γεωργικές πρακτικές, κορεσμός εδαφών με φώσφορο σημειώνεται σε κάποιες περιοχές όπου χρησιμοποιείται υπερβολική ποσότητα κοπριάς ζώων. Η απομάκρυνση των θρεπτικών συστατικών σε βιολογικούς καθαρισμούς και η προώθηση απορρυπαντικών χωρίς φώσφορο είναι ζωτικής σημασίας στην ελαχιστοποίηση της επιρροής του αζώτου και του φωσφόρου στη μόλυνση των υδάτινων σωμάτων στην Ευρώπη (in Parr & Mason, 2003).

2.4.1 Ευτροφισμός

Η εισροή θρεπτικών συστατικών, ιδιαιτέρως αζώτου και φωσφόρου, μπορεί να έχει σημαντικές επιρροές στις υδάτινες οδούς, καταλήγοντας σε αλλαγές στα υδάτινα οικοσυστήματα. Αυτές περιλαμβάνουν αυξήσεις στη βιομάζα των νηματοειδών φυκών, των κυανοβακτηρίων και των μακροφύτων (in Parr & Mason, 2003).

Ο ευτροφισμός είναι μια πολύπλοκη διεργασία που απαντάται σε γλυκά και αλμυρά ύδατα, όπου η αυξημένη ανάπτυξη συγκεκριμένων ειδών φυκών διαταράσσει τα υδάτινα οικοσυστήματα και γίνεται απειλητική για την υγεία των ζώων και των ανθρώπων. Η κύρια αιτία που οδηγεί στον ευτροφισμό είναι η αυξημένη συγκέντρωση φυτικών θρεπτικών στοιχείων προερχομένων από τη γεωργία ή την επεξεργασία λυμάτων (in WHO, 2002). Συγκεκριμένα, 'ευτροφισμός' θεωρείται η επιταχυνόμενη ανάπτυξη φυκών εις βάρος υψηλότερων μορφών φυτικής ζωής λόγω του εμπλουτισμού του νερού με θρεπτικά συστατικά, ειδικότερα ενώσεις που περιέχουν άζωτο ή φώσφορο και που οδηγούν σε ανεπιθύμητες αναταράξεις στην ισορροπία των υδρόβιων οργανισμών και στην ποιότητα του εν λόγω ύδατος (in WHO, 2002). Η κύρια αιτία του ευτροφισμού είναι η μεγάλη εισροή θρεπτικών συστατικών στα υδάτινα σώματα, και ως κύρια επίπτωση είναι η ανισορροπία στην τροφική αλυσίδα που οδηγεί σε υψηλά επίπεδα μάζας φυτοπλαγκτού σε στρωματοποιημένα υδάτινα σώματα. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε άνθιση φυκών. Ως άμεση συνέπεια είναι η υπερβολική κατανάλωση οξυγόνου κοντά στον βυθό. Οι πρόσθετοι παράγοντες που υποστηρίζουν αυτή τη διαδικασία διακρίνονται σε δύο κατηγορίες ανάλογα με το αν συνδέονται με τη διασπορά των θρεπτικών και την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού, ή

με τον κύκλο του οξυγόνου κοντά στο βυθό του υδάτινου σώματος (π.χ. συγκράτηση, φως και κινήσεις των υδάτων) (in WHO, 2002).

Πολλοί ποταμοί καθίστανται ευτροφικοί τα τελευταία 40 χρόνια παγκοσμίως. Υπολογίζεται ότι ~ 70% του συνολικού αζώτου σε ηπειρωτικά ύδατα προέρχεται από διάσπαρτες πηγές όπως απορροές καλλιεργειών (γεωργία), ιζηματοποίηση και αστικά απόβλητα, ενώ το 43% του διαλυτού ενεργού φωσφόρου (SRP) προέρχεται από τη γεωργία, 24% από οικιακά / ανθρώπινα αποχετευτικά δίκτυα και το 19% από βιομηχανικά απορρυπαντικά (Part & Mason, 2003). Επίσης, οι εκπομπές αζωτούχων οξειδίων από την καύση ορυκτών καυσίμων αυξάνουν την ατμοσφαιρική απόθεση αζώτου στο έδαφος και στις θάλασσες και συμβάλλουν στον ευτροφισμό και την οξείδωση των εδαφών και των υδάτινων σωμάτων (in Elofsson et al., 2003).

Υπάρχει μεγάλη πιθανότητα ο υπερβολικός εμπλουτισμός των υδάτων με θρεπτικά συστατικά να συνεχίσει να αυξάνεται τις επόμενες δεκαετίες. Σύμφωνα με την Οργάνωση Τροφής και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών (U.N. Food and Agriculture Organization), ο παγκόσμιος πληθυσμός αναμένεται να αυξηθεί κατά 30% μέχρι το έτος 2030. Αυτή η αύξηση του παγκόσμιου πληθυσμού κάνει απαραίτητη την αύξηση της παραγωγής τροφής. Μέχρι τώρα η ανθρώπινη ιστορία έχει δείξει ότι αυξήσεις στην παραγωγή τροφής επιτυγχάνονται μέσω μεγιστοποίησης της αγροτικής παραγωγής. Για παράδειγμα, η κατανάλωση αζωτούχων λιπασμάτων οκταπλασιάστηκε τις τέσσερις τελευταίες δεκαετίες, ενώ οι αποδόσεις ανά εκτάριο για το ρύζι και τη βρώμη έχουν διπλασιαστεί (in Elofsson et al., 2003).

Αλλαγές στις γεωργικές μεθόδους (π.χ. αυξημένη χρήση συνθετικών λιπασμάτων, αλλαγή σε σοδειές που θερίζονται φθινόπωρο, και όργωμα των μόνιμων βοσκοτόπων) μπορεί να οδηγήσει σε εξαπλάσιασμό της ποσότητας αζώτου σε πολλές πεδινές υδάτινες αρτηρίες, ενώ το βαρέως λιπασμένο χώμα προκαλεί σοβαρή διαρροή φωσφόρου (in Part & Mason, 2003).

Κατά τη διάρκεια του ευτροφισμού, οι συγκέντρωση των θρεπτικών συστατικών στο νερό αλλάζει. Σε μερικές περιπτώσεις, ένα από τρία βασικά συστατικά (C, N, P) είναι απόλυτα συνδεδεμένο με τη ζωή του υδάτινου οικοσυστήματος και δεν είναι διαθέσιμο για περαιτέρω ανάπτυξη των φυκών. Το συστατικό αυτό τότε ονομάζεται περιοριστικός παράγοντας. Η αναλογία των αζωτούχων προς τις φωσφορούχες ενώσεις σε ένα υδάτινο σώμα είναι ένας σημαντικός παράγοντας που κρίνει ποιό από τα δύο στοιχεία θα είναι ο περιοριστικός παράγοντας, και κατά συνέπεια ποιός από αυτούς θα πρέπει να περιοριστεί για να μειωθεί η βλάστηση των φυκών.

Πίνακας 4: Αναλογία αζώτου (N) / φωσφόρου (P), εκφρασμένη σε βάρος, για διάφορες περιοριστικές συνθήκες για γλυκά ύδατα και για ύδατα εκβολών / ακτών (in Part & Mason, 2003).

	N-περιοριστικό (Αναλογία N/P)	Ενδιάμεση κατάσταση (Αναλογία N/P)	P-περιοριστικό (Αναλογία N/P)
Γλυκά νερά	≤ 4,5	4,5 - 6	≥ 6
Εκβολές/ακτές	≤ 5	5 - 10	≥ 10

Γενικώς, όπως έχουμε ήδη αναφέρει, ο φώσφορος τείνει να είναι ο περιοριστικός παράγοντας για το φυτοπλαγκτόν στα γλυκά ύδατα. Μεγάλες θαλάσσιες περιοχές έχουν το άζωτο ως περιοριστικό παράγοντα, ειδικότερα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Ενδιάμεσες περιοχές, όπως εκβολές ποταμών, συχνά έχουν τον φώσφορο ως περιοριστικό παράγοντα την άνοιξη, ενώ το καλοκαίρι είναι πιθανόν να έχουν το οξείδιο του πυριτίου ή το άζωτο. Όταν περιοριστικός παράγοντας είναι ο φώσφορος, συγκεντρώσεις 0,01 mg/L είναι αρκετές για να συντηρήσουν το πλαγκτόν, ενώ συγκεντρώσεις από 0,03 – 0.1 mg/L ή υψηλότερες προκαλούν άνθιση φυκών. Στις παράκτιες περιοχές η ανάπτυξη των διατόμων υποστηρίζεται

από την παρουσία του οξειδίου του πυριτίου. Όταν η συγκέντρωση του οξειδίου του πυριτίου είναι χαμηλή, τα διάτομα δεν μπορούν να αναπτυχθούν. Τότε άλλα τοξικά είδη φυκών, τα οποία δεν έχουν πλέον ανταγωνισμό, αναπτύσσονται και δημιουργούν ανθίσεις.

Εκτός από την εισροή θρεπτικών συστατικών, η πρώτη συνθήκη που υποστηρίζει τη δημιουργία ευτροφισμού είναι καθαρά φυσική, και είναι η συγκράτηση (χρόνος ανανέωσης) των υδάτων. Άλλοι φυσικοί παράγοντες που επηρεάζουν τον ευτροφισμό των υδάτινων σωμάτων είναι η θερμική στρωματοποίηση των στάσιμων υδάτων (π.χ. λίμνες και λιμνοδεξαμενές), η θερμοκρασία και η επιρροή του φωτός στην ανάπτυξη των φυκών. Οι συνθήκες με αυξημένο φως και θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της άνοιξης και του καλοκαιριού εξηγούν γιατί ο ευτροφισμός εμφανίζεται κυρίως αυτές τις εποχές. Ο ίδιος ο ευτροφισμός επηρεάζει την εισχώρηση του φωτός μέσα από ένα υδάτινο σώμα λόγω της επισκίασης που προκαλεί η ανάπτυξη φυκών και άλλων οργανισμών. Αυτό το φαινόμενο οδηγεί σε μείωση της φωτοσύνθεσης στα βαθύτερα επίπεδα και μείωση της ανάπτυξης των υδρόβιων φυτών που ζουν εκεί (WHO, 2002).

2.5 Βιολογικώς απαιτούμενο οξυγόνο (Biological Oxygen Demand –BOD) – Χημικώς απαιτούμενο Οξυγόνο (Chemical Oxygen Demand, COD)

Η ικανοποιητική παροχή διαλυμένου οξυγόνου είναι ζωτικής σημασίας για την ανώτερη υδρόβια ζωή. Οι επιπτώσεις της χαμηλής συγκέντρωσης διαλυμένου οξυγόνου, ή ακόμη και οι αναερόβιες συνθήκες, σε ένα κανονικά οξυγονωμένο ποτάμιο σύστημα, είναι η ανισορροπία, η οποία εκδηλώνεται με θανάτους ψαριών, οσμές και άλλες αισθητικές ενοχλήσεις. Όταν οι συγκεντρώσεις του διαλυμένου οξυγόνου μεταβάλλονται, τα υδρόβια ζώα αναγκάζονται να αλλάξουν τις αναπνευστικές τους συνήθειες, ή να μειώσουν τα επίπεδα των δραστηριοτήτων τους. Αμφότερα είναι δυνατόν να προκαλέσουν προβλήματα αναπαραγωγής ή /και προβλήματα για την ίδια την ύπαρξή τους.

Οι βασικότερες πηγές διαλυμένου οξυγόνου είναι από την ατμόσφαιρα, τη φωτοσύνθεση, και εισαγωγή από πηγές επαφής με τα ύδατα. Οι βασικότερες αιτίες μείωσης του οξυγόνου είναι η οξείδωση του οργανικού υλικού, η διαπνοή των φυτών, και η απαίτηση σε οξυγόνο των ιζημάτων του πυθμένα (βλ. Κουτσομήτρου, 2004).

Τα επίπεδα της οργανικής ρύπανσης στα ποτάμια, η οποία προκαλείται από αυξημένες ποσότητες οργανικής ύλης, ελέγχονται μετρώντας τις τιμές BOD και COD. Οι τιμές τόσο του BOD όσο και του COD είναι ένα μέσο μέτρησης της σχετικής μείωσης του οξυγόνου που προκαλούν συγκεκριμένα λύματα, με το COD να είναι μία από τις πιο κοινές μεθόδους μέτρησης ρυπογόνων οργανικών υλικών στο νερό.

Υψηλά επίπεδα BOD εκφυλίζουν την ποιότητα του νερού μέσω της γρήγορης αποδόμησης βιοδιασπώμενων οργανικών υλικών και της εξ αυτού προκαλούμενης εξάντλησης του διαλυμένου οξυγόνου, ενώ τα επίπεδα του COD ορίζουν το σύνολο της οργανικής ύλης. Παρά ταύτα, και οι δύο συγκεντρώσεις ποσοτικοποιούνται από το σύνολο του οξυγόνου που καταναλώνεται για μια συγκεκριμένη οξειδωτική αντίδραση των οργανικών υλικών στα συλλεχθέντα δείγματα (in Ram et al., 2011).

Η πιο συνήθης παράμετρος που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της οργανικής ρύπανσης τόσο στα λύματα όσο και στα επιφανειακά ύδατα είναι το BOD διάρκειας 5 ημερών (BOD₅). Το BOD εκφράζει την ποσότητα του οξυγόνου, εκφρασμένη σε mg / ml ή μέρη ανά εκατομμύριο (p.p.m.), την οποία αφαιρούν τα βακτήρια από το νερό καθώς οξειδώνουν οργανική ύλη. Ο έλεγχος πραγματοποιείται σε προκαθορισμένη θερμοκρασία (συνήθως 20°C) και για συγκεκριμένη χρονική περίοδο, η οποία συνήθως είναι 5 ημέρες (BOD₅), ενώ μπορεί να επιμηκυνθεί για συγκεκριμένους ερευνητικούς σκοπούς. Κατά τη διάρκεια των 5 ημερών τα βακτήρια οξειδώνουν κυρίως τη διαλυτή οργανική ύλη που είναι

παρούσα στο νερό. Ελάχιστη οξείδωση της στερεάς (αδιάλυτης) οργανικής ύλης πραγματοποιείται στο μικρό αυτό χρονικό διάστημα (in Attiogbe et al., 2007). Στις περιπτώσεις όπου νερό πλούσιο σε οργανική ύλη ή με υψηλή τιμή BOD ρέει σε ένα ποτάμι, τα βακτήρια στο ποτάμι θα οξειδώσουν την οργανική ύλη καταναλώνοντας το οξυγόνο από το νερό γρηγορότερα από ό,τι αυτό μπορεί να διαλυθεί ξανά στο νερό από τον αέρα. Η διαδικασία αυτή θα προκαλέσει υποξικές συνθήκες, οδηγώντας σε αυξημένα επίπεδα θνησιμότητας της ιχθυοπανίδας (in Attiogbe et al., 2007).

Το COD (Χημικώς Απαιτούμενο Οξυγόνο) είναι μια μέτρηση του οξυγόνου η οποία αντιστοιχεί στο φορτίο της οργανικής ύλης ενός δείγματος που είναι επιδεκτικό σε οξείδωση από έναν ισχυρό οξειδωτικό παράγοντα (in Attiogbe et al., 2007). Το COD σχετίζεται με βιομηχανικά απόβλητα, καθώς αφορά στην οξείδωση ουσιών, επί παραδείγματος τα οξείδια του σιδήρου. Συνήθως, σε περιοχές όπου οι εκροές από βιομηχανίες είναι μηδαμινές, οι τιμές COD είναι πολύ χαμηλές, και δεν αποτελούν πρόβλημα για τα ποτάμια. Οι εκροές των μονάδων επεξεργασίας αστικών λυμάτων έχουν χημική απαίτηση σε οξυγόνο γύρω στα 60-80 mg/l (in Hua et al., 2003). Κατά τη διάρκεια μέτρησης του COD η τιμή του ζητούμενου οξυγόνου είναι χρήσιμη για τη διευκρίνιση τοξικών συνθηκών και για την παρουσία βιολογικώς ανθεκτικών ουσιών.

Η σύγκριση του BOD με το COD αξιολογεί τη βιοδιαλυτότητα μιας ουσίας. Για το BOD₅ μία ένδειξη είναι το ότι ένα κλάσμα COD : BOD > 100 σημαίνει ότι η ουσία είναι σχετικώς μη βιοδιασπώμενη. Εν τούτοις χαμηλό BOD₅ μπορεί απλώς να σημαίνει ότι τα μικροβιακά στελέχη του ελέγχου χρειάζονται περισσότερο χρόνο από αυτόν της δοκιμασίας για να ξεκινήσουν την αποδόμηση μιας ουσίας. Οπότε, το 'απόλυτο' (ultimate) BOD ή η απλή μέθοδος ανάλυσης βιοδιάσπασης είναι γενικώς πιο αξιόπιστες (in Attiogbe et al., 2007).

Σε βιομηχανική ζώνη στη Γκάνα το μετρηθέν BOD₅ και COD των αποβλήτων διαπιστώθηκε ότι είναι > 50 mg / ml και 250 mg / ml αντιστοίχως, τιμές που αποτελούν τα ανώτερα προτεινόμενα όρια από τις Αρχές Περιβαλλοντικής Προστασίας της Γκάνα. Αυτά τα επίπεδα BOD₅ και COD ενδέχεται να προκαλέσουν μόλυνση στα υδάτινα σώματα επί των οποίων απορρίπτονται δίχως επεξεργασία.

Τα αποτελέσματα του Βιολογικώς Απαιτούμενου Οξυγόνου δύνανται να επηρεαστούν από την παρουσία διαφόρων παραμέτρων. Η παρουσία αμμωνίας σχετίζεται με σημαντική αύξηση του μετρούμενου BOD ως αποτέλεσμα της μικροβιακής οξείδωσής της προς NO₃ (in Attiogbe et al., 2007). Τα κλάσματα COD : BOD₅ για όλες τις επιλεγμένες βιομηχανίες στη Γκάνα, διαπιστώθηκε ότι είναι < 10. Αυτό υποδηλώνει ότι οι ουσίες στα λύματα αυτών των βιομηχανιών είναι σχετικώς βιοδιασπώμενες, και επομένως δύνανται να προκαλέσουν πιθανή ελάττωση του διαλυμένου οξυγόνου στο ποτάμι που απορρέουν, με ανάλογες συνέπειες στη υδρόβια ζωή. Συγκεντρώσεις BOD υψηλότερες από τις COD, υποδηλώνουν ότι λύματα υπονόμων με παρουσία σε αυτά αμμωνίας επηρεάζουν τα αποτελέσματα του BOD (Ram et al., 2011). Το θειούχο σουλφίδιο (sulfide) επιπλέον αυξάνει το BOD στα λύματα. Η συνεργιστική δράση των βαρέων μετάλλων όπως του μαγνήσιο (Mg), επίσης ελαίων και λιπών, δίνουν μεγαλύτερες τιμές BOD. Εξαίρεση αποτελεί μόνο το μαγγάνιο (Mn), το οποίο από μόνο του δεν αυξάνει το BOD (Κουτσομήτρου, 2004). Αναλυτικά λάθη είναι δυνατόν να δημιουργηθούν κατά τη μέτρηση του BOD, από την παρουσία τοξικών ουσιών.

Αυξήσεις στο BOD μπορεί να οφείλονται σε σημαντικές απορροές βιομηχανικών λυμάτων, και σε κτηνοτροφικά, γεωργικά και οικιακά λύματα. Πηγές BOD στα υδάτινα οικοσυστήματα περιλαμβάνουν φύλλα και ξυλώδη υλικά, νεκρά φυτά και ζώα, κοπριά ζώων, βιομηχανικά λύματα, εργοστάσια επεξεργασίας λυμάτων, εργοστάσια επεξεργασίας φαγητού, απαρхайωμένα δίκτυα υπονόμων και απορροή βρόχινου νερού από τις πόλεις (Ram et al., 2011).

Ο βαθμός της χημικής οξείδωσης εξαρτάται από τη σύσταση και τη μοριακή δομή των οργανικών υλών (in Garelick & Jones, 2009). Παρά ταύτα, το διχρωμικό κάλιο

($K_2Cr_2O_7$), ένα τυπικό οξειδωτικό μέσο για τη δοκιμασία COD, δεν μπορεί να αποδομήσει πλήρως την οργανική ύλη στα δείγματα, και επομένως είναι πιθανόν οι τιμές σε ορισμένες περιπτώσεις να μην είναι πλήρως ενδεικτικές.

Είναι σημαντικό να αναφέρουμε ότι η χαμηλή ένδειξη BOD είναι ένας δείκτης καλής ποιότητας νερού, ενώ μία υψηλή μέτρηση BOD δείχνει ρυπαρινόμενο νερό. Το BOD επηρεάζει άμεσα την ποσότητα διαλυμένου οξυγόνου στα ποτάμια και στα ρυάκια. Όσο μεγαλύτερο το BOD, τόσο ταχύτερα καταναλώνεται το οξυγόνο στο νερό. Αυτό σημαίνει ότι λιγότερο οξυγόνο είναι διαθέσιμο για τις υψηλότερες μορφές ζωής στα υδάτινα περιβάλλοντα. Οι συνέπειες του υψηλού BOD είναι ίδιες με αυτές του χαμηλού διαλυμένου οξυγόνου, και καταλήγουν σε καταπόνηση των υδρόβιων οργανισμών που δεν μπορούν να αναπνεύσουν και πεθαίνουν (Ram et al., 2011).

Σύμφωνα με το UN Department of Technical Cooperation for Development το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο BOD είναι $<100-300$ mg/L. Οι τιμές του BOD των δειγμάτων απορροών που μαζεύτηκαν από βιομηχανίες φαρμάκων, βαφών και βαφείων ήταν αντιστοίχως 1047.3, 776.2 και 535.8 mg/L. Αυτές οι τιμές είναι μεγαλύτερες από το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο των $100-300$ mg/L. Οι τιμές του COD σε διάφορες βιομηχανικές απορροές ήταν επίσης πολύ μεγαλύτερες του μέγιστου επιτρεπόμενου ορίου των 4.0 mg/L σύμφωνα με το πρότυπο USPH (Ram et al., 2011).

2.6 Μακροασπόνδυλα

Ο βιόκοσμος των γλυκών υδάτων συνθέτει μια εντυπωσιακή εικόνα τόσο σε επίπεδο αφθονίας όσο και σε ποικιλότητα. Η οικολογική σημασία αυτών των μορφών ζωής – ορατών και μη με το ανθρώπινο μάτι – θεωρείται αναμφισβήτητη καθώς η συμβολή τους στη σταθερότητα των υδάτινων οικοσυστημάτων είναι καθοριστική. Αποτελούν τη βάση της τροφικής πυραμίδας, εξασφαλίζοντας άμεσα ή έμμεσα την επιβίωση των μεγαλύτερων υδρόβιων οργανισμών. Η παρουσία τους παράλληλα στο υδάτινο μέσο και τα πληθυσμιακά τους μεγέθη είναι ενδεικτικά για τις ιδιαίτερες συνθήκες που επικρατούν σε αυτό, την ποιότητα του νερού, τα φυσικά, χημικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του, τις κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή και την εποχή, τις ανθρώπινες δραστηριότητες που αναπτύσσονται στη λεκάνη απορροής.

Για την εκτίμηση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων με χρήση βιοτικών δεικτών οι επιστήμονες χρησιμοποιούν διάφορες ομάδες υδρόβιων οργανισμών όπως το πλαγκτόν, τα μακρόφυτα, την ιχθυοπανίδα, το φυτοβένθος (κυρίως τα διάτομα), τα μακροασπόνδυλα κ.α.. Από αυτές τις ομάδες οργανισμών τα βενθικά μακροασπόνδυλα χρησιμοποιούνται ευρέως και σε παγκόσμια κλίμακα ως βιοτικοί δείκτες για την εκτίμηση των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στην ποιότητα των επιφανειακών υδάτων (in Skoulidakis et al., 2009) καθώς και στην υποβάθμιση των ενδιαιτημάτων (in Pace et al., 2012), με τα περισσότερα taxa να επηρεάζονται ιδιαίτερα από τον εμπλουτισμό σε θρεπτικά και την οργανική ρύπανση, παραδείγματος χάριν από επεξεργασμένα νερά από Μονάδες Επεξεργασίας Αστικών Λυμάτων (in Bunzel et al., 2013).

Πίνακας 5: Γενική Εκτίμηση Ποιότητας βάσει βιολογικών παραμέτρων (in Faulkner et al., 2000).

Βαθμός	Περιγραφή
A. Πολύ καλή	Βιολογία παρόμοια (ή καλύτερη) από την αναμενόμενη για ένα μετρίως και μη ρυπαινόμενο ποτάμι αυτού του μεγέθους, τύπου και τοποθεσίας - υψηλή βιοποικιλότητα, με πολλά είδη ανά taxon - σπανίως η ύπαρξη κυριαρχίας ενός taxon
B. Καλή	Βιολογία όχι όπως αναμένεται για ένα μη ρυπαινόμενο ποτάμι - μικρή μείωση στον αριθμό των taxa που είναι ευαίσθητα στη ρύπανση και σχετική αύξηση στον αριθμό των ανθεκτικών
Γ. Μέτρια καλή	Βιολογία χειρότερη από την αναμενόμενη για ένα μη ρυπαινόμενο ποτάμι - πολλά taxa απόντα ή αριθμός ατόμων μειωμένος - αξιοσημείωτη αύξηση στον αριθμό των ανθεκτικών στη ρύπανση taxa
Δ. Μέτρια	Ευαίσθητα taxa σπάνια μόνο με μικρούς αριθμούς ατόμων, εύρος?? ποικιλότητα?? ανθεκτικών taxa, μερικά με μεγάλους αριθμούς ατόμων
Ε. Φτωχή	Βιολογία περιορισμένη σε ανθεκτικά taxa με κάποια κυρίαρχα - ευαίσθητοι οργανισμοί απόντες ή σπάνιοι
Δ. Κακή	Βιολογία περιορισμένη σε μικρό αριθμό πολύ ανθεκτικών taxa όπως σκόληκες, προνύμφες σκνιπών, βδέλλες, <i>Asellus aquaticus</i> , παρόντα σε πολύ μεγάλους αριθμούς - στη χειρότερη περίπτωση, μπορεί να μην υπάρχει καθόλου ζωή

Ωστόσο, ο όρος «μακροασπόνδυλα» δεν αντιστοιχεί σε ταξινομική ομάδα αλλά αποτελεί τεχνητή ορολογία ενός τμήματος των ομάδων των ασπόνδυλων ζώων. Γενικώς, στα ρέοντα ύδατα μακροασπόνδυλοι θεωρούνται εκείνοι οι οργανισμοί που έχουν μέγεθος αρκετά μεγάλο ώστε να συλληφθούν με δίχτυ ή να συγκρατηθούν σε απόχλη με μέγεθος διχτυού από 250 μm έως 1000 μm , και επομένως διακρίνονται δια γυμνού οφθαλμού. Πρακτικά οι περισσότεροι μακροασπόνδυλοι οργανισμοί είναι μεγαλύτεροι από 1 mm. Η πλειοψηφία των μακροασπονδύλων είναι βενθικοί οργανισμοί, διαβιούν στο υπόστρωμα (ίζημα, φερτές ύλες, κορμοί, μακρόφυτα, νηματοειδή φύκη κ.α.) και εξαιτίας αυτού στη βιβλιογραφία αναφέρονται ως βενθικά μακροασπόνδυλα ή μακροζωοβένθος. Όμως ορισμένοι αντιπρόσωποι των μακροασπονδύλων που χρησιμοποιούνται επίσης ως βιοτικοί δείκτες είναι πελαγικοί και ελεύθεροι κολυμβητές στην υδάτινη στήλη ή πλευστικοί (pleustonic) και συσχετιζόμενοι με την επιφάνεια του νερού. Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της χρήσης των βενθικών μακροασπονδύλων για τον προσδιορισμό της κατάστασης ενός οικοσυστήματος συνοψίζονται παρακάτω (βλ. Αποστολοπούλου, 2005):

- Τα βενθικά μακροασπόνδυλα ζουν ακίνητα ή με πολύ μικρή δυνατότητα μετακίνησης σε συγκεκριμένες περιοχές βιοτικού ή αβιοτικού υποστρώματος με συνέπεια την αναγκαστική προσαρμογή ή εξαφάνιση κάτω από την επίδραση συγκεκριμένων επιδράσεων, οι οποίες μπορεί να είναι μόνιμες ή παροδικές. Επιπλέον, η περιορισμένη τους κινητικότητα υποδηλώνει ότι είναι αντιπροσωπευτικοί του μέρους από το οποίο συλλέχθηκαν (σε αντίθεση με τα ψάρια).

- Είναι ευαίσθητα σε πολλά είδη ρύπανσης και η ευαισθησία τους αυτή διαφοροποιείται από είδος σε είδος, από οικογένεια σε οικογένεια κ.ο.κ. (Πολυχνιάτου, 2011). Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται τα taxa που είναι ευαίσθητα στη ρύπανση, αυτά που είναι ανθεκτικά στη ρύπανση, και τα ενδιάμεσα ως προς την αντοχή τους στη ρύπανση.

Πίνακας 6: Κατηγοριοποίηση taxa μακροασπόνδυλων ως προς την αντοχή τους στη ρύπανση (βλ. Αποστολοπούλου, 2005).

Taxa ευαίσθητα στη ρύπανση	Taxa ενδιάμεσα	Taxa ανθεκτικά στη ρύπανση
Dobsonfly larvae (Οικογένεια Corydalidae)	Clams (Τάξη Bivalvia - Pelecypoda)	Leeches (Ομοταξία Hirudinea)
Προνύμφες (Οικογένεια Psephenidae) Riffle Beetles (Οικογένεια Elmidae)	Damselfly Nymphs (Τάξη Odonata)	Pouch Snails (Ομοταξία Gastropoda)
Mayfly Nymphs (Ομοταξία Ephemeroptera)	Scuds (Τάξη Amphipoda)	Midge Larvae (Οικογένεια Chironomidae)
Caddisfly Larvae (Ομοταξία Trichoptera)	Crayfish (Τάξη Decapoda)	Black Fly Larvae (Οικογένεια Simuliidae)
	Sowbugs (Τάξη Isopoda)	Aquatic Worms (Φύλο Annelida και άλλα)
	Νύμφες Crane Fly (Οικογένεια Tipulidae) Dragonfly Nymphs (Τάξη Odonata)	

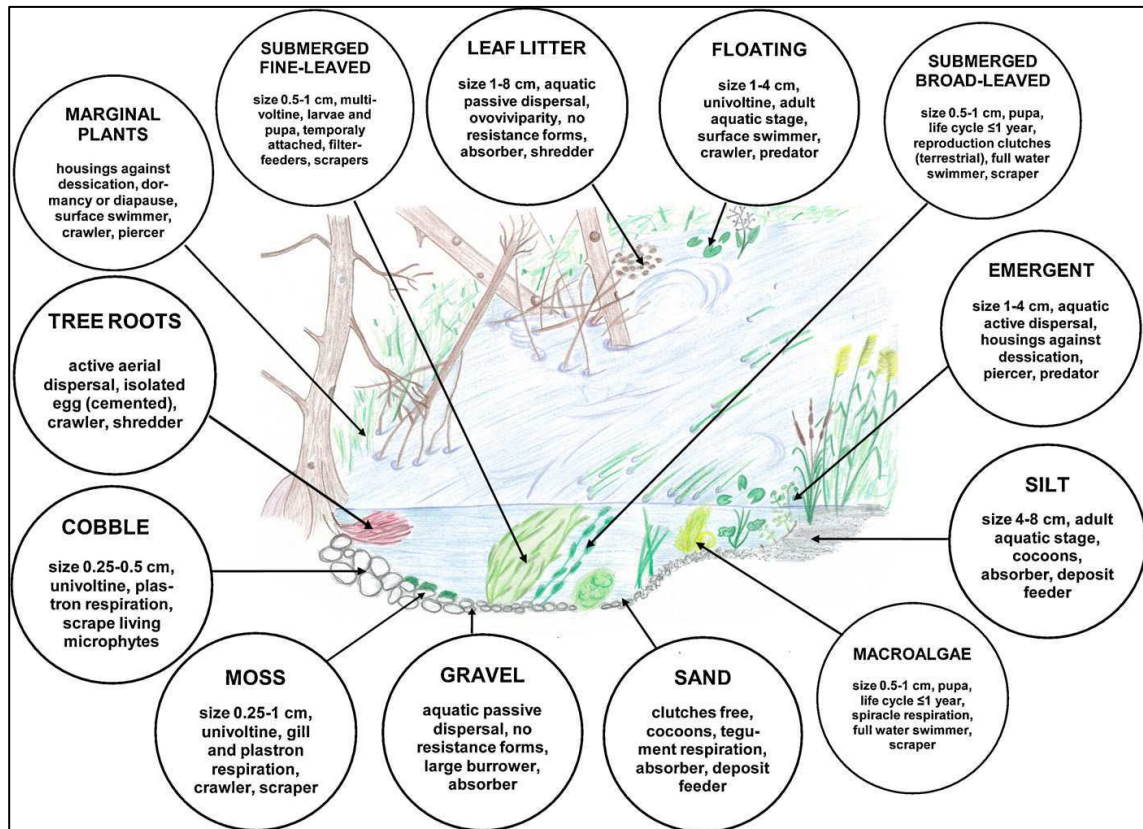
Στη συνέχεια παρατίθεται συγκριτικός πίνακας με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήσης των μακροασπονδύλων ως βιοδεικτών σε ρέοντα ύδατα.

Πίνακας 7: Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στη χρήση μακροασπονδύλων ως βιοδεικτών σε οικοσυστήματα ρεόντων υδάτων (in Lazaridou-Dimitriadou, 2002).

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
Ευρύτατη γεωγραφική εξάπλωση	Έλλειψη απόκρισης σε όλα τα είδη ρυπαντών
Μικρή κινητικότητα	Επιρροή από παράγοντες ανεξάρτητους της υδάτινης ρύπανσης
Μεγάλος αριθμός ειδών	Εποχικές μεταβολές στην κατανομή τους
Συγκεκριμένες οικολογικές απαιτήσεις και μεγάλος βαθμός ευαισθησίας έναντι ποικίλων ρυπών	Ανάγκη μεγάλου αριθμού δειγμάτων
Απλή και χαμηλού κόστους δειγματοληψία	Δυσκολία στην ποσοτική δειγματοληψία λόγω μη τυχαίας κατανομής
Γνωστή συστηματική των περισσότερων ειδών	

Όπως εμφανίζεται και στον ανωτέρω πίνακα, η ταξινομική προσέγγιση στη χρήση των μακροασπονδύλων ως βιοδεικτών σε συστήματα επιφανειακών ρεόντων υδάτων, μειονεκτεί ως προς τον χρόνο – επομένως και το κόστος – που απαιτείται για τον προσδιορισμό και κατηγοριοποίηση των οργανισμών. Με διορία το έτος 2015, από την

Οδηγία Πλαίσιο, να περιορίζει τις κινήσεις των κρατών-μελών (in Hagger et al., 2008), λύση έρχεται να δώσει η προσέγγιση των ‘μεσοενδιαιτημάτων’ ή αλλιώς ‘λειτουργικών ενδιαιτημάτων’, που υποκαθιστά τα ενδιαιτήματα και περιορίζει τις επιδράσεις της διαφορετικής χωρικής κλίμακας και των τοπικών υδρομορφολογικών ιδιομορφιών (in Demars et al., 2012).



Εικόνα 7: Ποτάμιοι βιότοποι (κεφαλαία γράμματα) με παραδείγματα θετικώς σχετιζόμενων κατηγοριών χαρακτηριστικών μακροασπονδύλων. Τα submerged (βυθισμένα), fine-leaved (λεπτόφυλλα), broad leaved (πλατύφυλλα), floating (επιπλέοντα), submerged broad-leaved (βυθισμένα πλατύφυλλα) και emergent (αναδυόμενα) αναφέρονται σε βιοτόπους μακροφύτων (in Demars et al., 2012).

Η αδιαμφισβήτητη λειτουργική σημασία των μακροασπονδύλων στα οικοσυστήματα γλυκών υδάτων σχετίζεται κυρίως με το ευρύ φάσμα των ενδιαιτημάτων διατροφής (Menezes et al., 2010), με τα βιολογικά και τα οικολογικά τους χαρακτηριστικά να χρησιμεύουν στην ανάδειξη σχέσεων και αλληλεξαρτήσεων, κυρίως με τους θηρευτές τους - τα ψάρια, ενώ παράλληλα η κατηγοριοποίηση των οργανισμών σε ακολουθούντες 1 ή 2 στρατηγική, δίνει το πλεονέκτημα αξιολόγησης των ενδιαιτημάτων και κατ' επέκταση των οικοσυστημάτων βάσει λειτουργικότητας (in Haybach et al., 2004).

Στην αναζήτηση ενός εννοιολογικού πλαισίου για τη βιοπαρακολούθηση των γλυκών υδάτων που βασίζεται σε γνώρισμα, οι Doledec, Statzner & Bournard (1999) επεσήμαναν ότι ένα χρήσιμο εργαλείο – υβριδικό σε όρους γεωγραφικής εφαρμογής, συγκεκριμένο σε όρους ταυτοποίησης παραγόντων όχλησης, αξιόπιστο και προερχόμενο από γερές θεωρητικές οικολογικές αρχές – θα μπορούσε να χρησιμοποιεί τα βενθικά χαρακτηριστικά των – μακροασπονδύλων ως εναλλακτική στις κλασικές ταξινομικές προσεγγίσεις (in Menezes et al., 2010), οι οποίες βασίζονται στις διαφορές μεταξύ των

αναμενόμενων συνόλων πανίδας σε διαταραγμένα και μη περιβάλλοντα, με τις απώλειες σε taxa να επιβεβαιώνουν την παρουσία παραγόντων καταπόνησης (Skoulikidis et al., 2009).

Μια πρώτη προσέγγιση ως προς την εφαρμογή ενός καθολικού συστήματος παρακολούθησης, αξιολόγησης και ταξινόμησης των ποταμών της Ελλάδας ως προς την οικολογική τους ποιότητα, που βασίζεται στα μακροασπόνδυλα και επηρεάζεται από τον εμπλουτισμό σε θρεπτικά, παρουσιάζεται στη μελέτη των Σκουλικίδη και συνεργατών (2004). Το σύστημα αυτό, το οποίο δημιουργήθηκε εντός του πλαισίου της εφαρμογής στην Ελλάδα, του προγράμματος AQEM (Ανάπτυξη και Δοκιμή ενός Καθολικού Συστήματος Αξιολόγησης της Οικολογικής Ποιότητας Ποταμών και Ρεμάτων σε όλη την Ευρώπη με τη χρήση Βενθικών Μακροασπονδύλων), περιέχει πληθώρα βιοτικών και αβιοτικών παραμέτρων που επηρεάζουν την παρουσία και την αφθονία των taxa (Skoulikidis et al., 2004). Υπό το πρίσμα της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60, το πρόγραμμα AQEM βασίζεται στη σύγκριση καταλόγων taxa μακροασπονδύλων και σχετικών μετρήσεων. Αυτοί οι κατάλογοι με τα taxa δημιουργήθηκαν χρησιμοποιώντας μία κανονικοποιημένη μέθοδο δειγματοληψίας, μεταξύ σταθμών 'πρότυπο' και 'υποβαθμισμένους', λόγω διάφορων παραγόντων. Το AQEM εφαρμόζει μία προσέγγιση αναλόγως του τύπου του ποταμού, από τη στιγμή που διαφορετικές κοινότητες μακροασπονδύλων διαβιούν σε διαφορετικού τύπου ποταμούς (Skoulikidis et al., 2004).

Αδιατάρακτα ή ελαφρώς διαταραγμένα περιβάλλοντα είναι κατάλληλα για την ανεύρεση και πρόβλεψη των συνόλων πανίδας και των περιβαλλοντικών εκείνων παραγόντων που εμπλέκονται και τα επηρεάζουν. Η WFD (Water Framework Directive) ορίζει ένα τυπολογικό πλαίσιο για την αξιολόγηση της οικολογικής ποιότητας, το οποίο βασίζεται είτε α) στη λεκάνη απορροής, τη γεωλογία και το υψόμετρο, ή β) σε γεωγραφικό μήκος και γεωγραφικό πλάτος, τη λεκάνη απορροής και το υψόμετρο και πολλές ακόμη προαιρετικές μεταβλητές (in Dodkins et al., 2005, Skoulikidis et al., 2009). Στη δημιουργία όμως του τυπολογικού αυτού πλαισίου για τα ποτάμια, εμφανίζονται δυσκολίες, με τις κυριότερες να είναι (in Dodkins et al., 2005):

A) Απαιτείται μια ενιαία τυπολογία και για τα τέσσερα βιολογικά στοιχεία που προσδιορίζει η WFD, δηλαδή ψάρια, διάτομα, μακρόφυτα και μακροσπόνδυλα

B) Ο αριθμός των τύπων ποταμών πρέπει να περιορίζεται στον ελάχιστο

Γ) Η επιλογή των περιβαλλοντικών μεταβλητών και των ορίων μίας περιβαλλοντικής μεταβλητής πρέπει να καθορίζονται ταυτόχρονα.

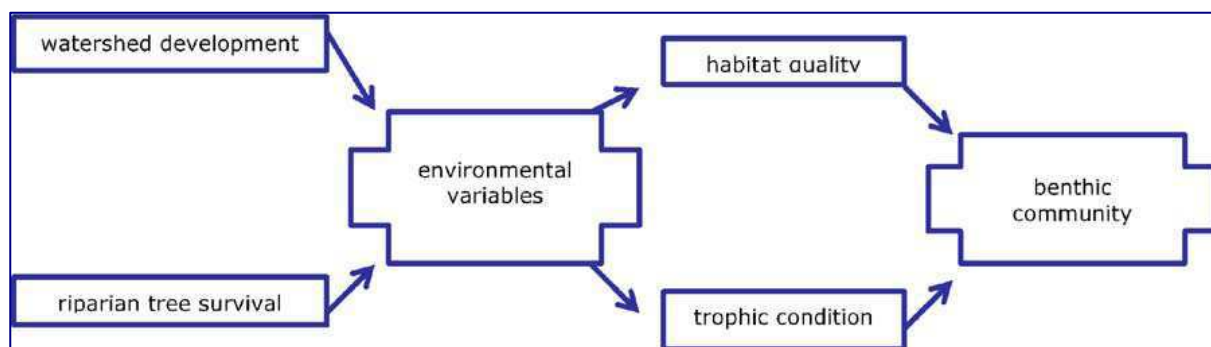
Πρότυπα δομής και ποικιλίας βιοκοινοτήτων μακροασπονδύλων σε μη διαταραγμένα ρέοντα ύδατα ('πρότυπες' συνθήκες), αιτιολογούνται από έναν συνδυασμό διαφόρων περιβαλλοντικών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί περιλαμβάνουν το μέγεθος του χειμάρρου, τη σύσταση του υποστρώματος, τις χρήσεις γης και την υδραυλική του χειμάρρου. Ωστόσο, σε πολλά μέρη του κόσμου, η οργανική ρύπανση και οι γεωργικές δραστηριότητες είναι οι κύριοι παράγοντες που καθορίζουν την αφθονία και την ποικιλότητα των οργανισμών του ποταμού και επομένως τα αδιατάρακτα σημεία, ειδικότερα στα πεδινά τμήματα, είναι περιορισμένα (in Skoulikidis et al., 2009).

Στην προσπάθεια να εντοπίσουν τα μοντέλα δράσης των μακροασπονδύλων υπό καθεστώς ανθρωπογενούς πίεσης, σε Μεσογειακού τύπου, μικρού μεγέθους ηφαιστειογενείς-πυριτικούς χειμάρρους, οι Pace et al., το 2012, κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά και οι μεταβολές αυτών διαδραματίζουν ρόλο στην παρουσία και αφθονία βιοκοινοτήτων ασπονδύλων, ενώ τα βενθικά μακροασπόνδυλα πρέπει να θεωρούνται οι πρώτοι δείκτες, από τη στιγμή που αποκρίνονται στους περισσότερους τύπους πίεσης που υπάρχουν σε ένα συγκεκριμένο τύπο ποταμού, ειδικά εάν μόνο μία οργανισμική ομάδα μπορεί να ερευνηθεί και ο τύπος πίεσης είναι άγνωστος. Σε ερωτηματολόγιο που διενεμήθη σε 28 αρχές ευρωπαϊκών χωρών που εφαρμόζουν την WFD, διαπιστώθηκε ότι περισσότερες από τις μισές χρησιμοποιούμενες μεθόδους βασίζονται στα

βενθικά μακροασπόνδυλα (26%) (in Birk et al., 2012), ενώ οι Ilioroulou-Georgudaki et al. (2003), έδειξαν το ίδιο για τα ποτάμια Αλφειός και Πηνειός της Πελοποννήσου στην Ελλάδα.

Πίνακας 8: Μακροασπόνδυλα που συλλέχθηκαν στα σημεία δειγματοληψίας (in Ilioroulou-Georgudaki et al. (2003).

Τάξεις/taxa					
Ephemeroptera	<i>Ephemerella ignita</i>	<i>Baetis rhodani</i>	Ecdyonurus	<i>Caenis luctosa</i>	Siphonuridae
Plecoptera	Perlodiadae	<i>Perla bipunctata</i>	Taeniopterygidae	Leuctridae	Capniidae
Trichoptera	<i>Hydropsyche</i> sp.	Rhyacophilidae	Glossosomatidae		
Coleoptera	<i>Elminthidae</i>	Hydraenidae	Dytiscidae	Haliplidae	Gyrinidae
Diptera	<i>Stratiomyidae</i>	<i>Anthomyidae</i>	<i>Ephyridridae</i>	<i>Chironomidae</i>	<i>Limonidae</i>
	Tipulidae	<i>Tabanidae</i>	<i>Rhagionidae</i>	Syrphidae	
Odonata	Platycnemidae	Cordulegasteridae	Gomphidae		
Megaloptera	Siallidae				
Amphipoda	<i>Gammarus pulex</i>				
Gastropoda	<i>Lymnaea peregra</i>	Viviparidae	Neritidae	<i>Ancylus fluviatilis</i>	
Bivalvia	Sphaeridae	Unionidae			
Oligochaeta	Tubificidae	Lumbriculidae			
Acari					

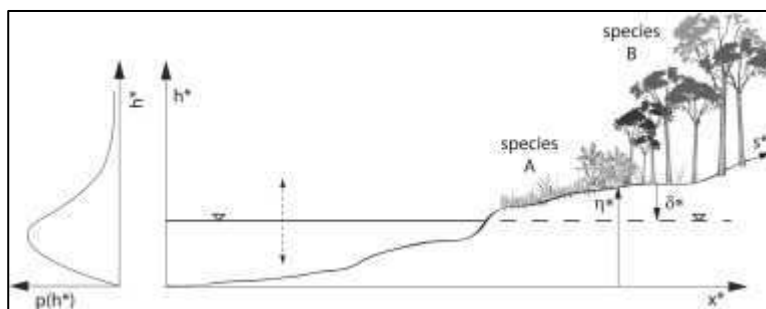


Εικόνα 8: Εννοιολογικό μοντέλο το οποίο αποτυπώνει τα αποτελέσματα της ανάπτυξης και της αποψίλωσης στη βενθική κοινότητα μέσω υποβάθμισης της ποιότητας των ενδιαιτημάτων και των τροφικών συνθηκών (in Tullos & Neumann, 2006).

2.7 Μορφολογία ποταμών και παρόχθιο οικοσύστημα

Η λωρίδα γης που εφάπτεται στον υγρό διάυλο του ποταμού ονομάζεται παρόχθια ζώνη. Τα φυτά που αναπτύσσονται στη ζώνη αυτή αποτελούν την παρόχθια βλάστηση, η οποία αν και καταλαμβάνει μικρό τμήμα γης, εν τούτοις αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του υδάτινου οικοσυστήματος και διαδραματίζει δυσανάλογα μεγάλο ρόλο στη λειτουργία του ποταμού (βλ. Βούρκα, 2007) και τον έλεγχο του νερού και της χημικής ανταλλαγής μεταξύ περιβάλλουσας γης και υδάτινου συστήματος (in Dosskey et al., 2010).

Η παρόχθια βλάστηση συνεισφέρει στην προμήθεια οργανικής ύλης με την αποσύνθεση των νεκρών φυτών, καθώς επίσης και στη διατήρηση της ποιότητας του νερού με την κατακράτηση θρεπτικών που μπορεί να προέρχονται από διάφορες πηγές ρύπανσης, ενώ επηρεάζει επιπλέον τη γεωμορφολογία των ποταμών (in Greet et al., 2011). Έμμεσα, προμηθεύει με χημικώς ενεργά θρύμματα (detritus) εδάφη και διαύλους, μεταβάλλει την κίνηση του νερού και σταθεροποιεί το έδαφος (in Dosskey et al., 2010)



Εικόνα 9: Σχέδιο διατομής ποταμού με παρόχθια βλάστηση (in Tealdi et al., 2013).

Με περιβαλλοντικές, μηχανικές και διαχειριστικές εφαρμογές, οι αλληλεπιδράσεις της παρόχθιας βλάστησης με το νερό προκαλούν το ενδιαφέρον πολλών ερευνητών τα τελευταία χρόνια. Η παρόχθια βλάστηση παρουσιάζει δυναμική αλληλεπίδραση τόσο με αλλογενείς όσο και με αυτογενείς παράγοντες. Στην πράξη, οι οργανισμοί αυτοί πρέπει να αποκρίνονται συνεχώς σε ένα σύνθετο σύνολο υδρολογικών (πλημμύρες, μεταφορά ιζήματος), μη-υδρολογικών (φωτιές, ανθρωπογενής παρέμβαση) και βιοτικών (ανταγωνισμός ειδών, επιδημίες) επιδράσεων. Αυτό καθορίζει τη βιοπολυπλοκότητα και την ετερογένεια, συγκεκριμένα τη συνύπαρξη διαφορετικών βιοτικών ειδών και την εξάρτηση των προτύπων αυτών από τον χώρο και τον χρόνο. Από τους αλλογενείς παράγοντες, εκείνοι που σχετίζονται με την υδρολογία, διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στον καθορισμό της κατανομής των φυτών στις διατομές ποταμών, επηρεάζοντας το βάθος του υπόγειου υδροφορέα. Οι διαδικασίες της διάβρωσης και της ιζηματοποίησης σχετίζονται με τη δυναμική της βλάστησης, αφού μπορούν να προκαλέσουν εκρίζωση. Η βλάστηση επίσης αυξάνει και τη σταθερότητα της κοίτης, λόγω των ριζών των φυτών, ενώ ακόμη επηρεάζει την αντίσταση ροής και την ταχύτητα ροής, μειώνοντας παράλληλα τις διατμητικές τάσεις της επιφάνειας του εδάφους. Η θετική αυτή ανατροφοδότηση επιτυγχάνεται από τις πόες και τους θάμνους, και όχι από τα δέντρα, τα οποία αντιθέτως μπορούν να αυξήσουν τη διάβρωση, δημιουργώντας μια περιοχή δίνης πίσω από τον κορμό (in Tealdi et al., 2013).

Επιπλέον, η σύσταση των παρόχθιων ειδών εξαρτάται και από τον διαειδικό ανταγωνισμό, με την αλληλεπίδραση μεταξύ των ειδών να είναι τόσο θετική όσο και αρνητική (in Tealdi et al., 2013).

Η αποψίλωση των παρόχθιων συστημάτων οδηγεί σε μειωμένη παροχή σε θρυμματικό υλικό στο σύστημα του χειμάρρου ή ποταμού, προκαλώντας έτσι μείωση στη διατήρηση του ιζήματος και των θρεπτικών. Η απομάκρυνση της παρόχθιας βλάστησης και

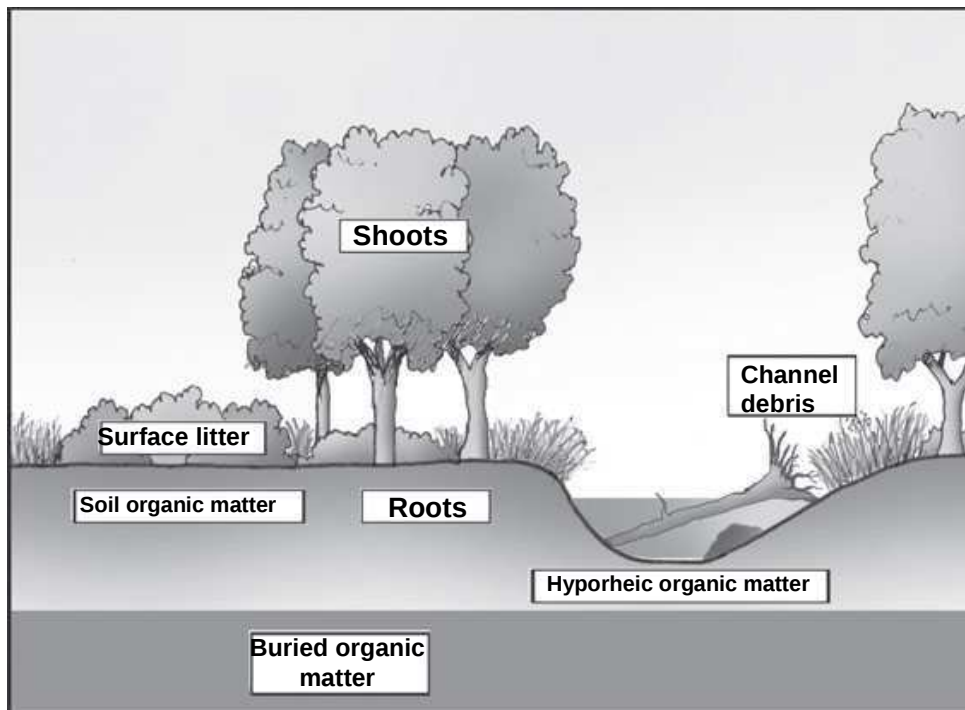
των προστατευτικών ριζών αυξάνει επίσης τον κίνδυνο διάβρωσης της κοίτης του ποταμού και αυξάνει τη θερμοκρασία του νερού, λόγω μειωμένης σκίασης. Τέτοιες οικολογικές υπηρεσίες των παρόχθιων συστημάτων είναι σημαντικές για τη διατήρηση υψηλής ποιότητας σε ενδιαιτήματα και σε βιογεωχημικούς κύκλους θρεπτικών (Tullos & Neumann, 2006).

Οι Camporeale & Ridolfi (2010) μελέτησαν γεωμορφολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά σε συνδυασμό με τύπους βλάστησης και έδειξαν ότι η σχέση μεταξύ του ελικοειδούς του ποταμού και της βιομάζας της βλάστησης, είναι μη γραμμική. Από την έρευνά τους φαίνεται ότι η κατανομή της βιομάζας της παρόχθιας βλάστησης είναι ευαίσθητη σε υδρολογικές, υδραυλικές και αλλαγές της βλάστησης. Αναδιαμόρφωση διατομών, εξαγωγή ιζημάτων, επανεργοποίηση ή καταστολή μαιάνδρων, υλοτόμηση παρόχθιας βλάστησης, αλλαγές στο είδος της βλάστησης (π.χ., η αντικατάσταση των τυπικών παραποτάμιων ειδών με γεωργικά είδη), καθώς και αλλαγές του υδρολογικού καθεστώτος λόγω των κανονισμών ή κατασκευές φραγμάτων είναι παραδείγματα της ανθρώπινης δραστηριότητας που μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την ευαίσθητη και εν μέρει άγνωστη ισορροπία μεταξύ βιοτικών και αβιοτικών στοιχείων στα ποτάμια οικοσυστήματα. Ως εκ τούτου, οποιαδήποτε δραστηριότητα στα ποτάμια περιβάλλοντα, όπως διαχείριση ή έργα αποκατάστασης, θα πρέπει να προγραμματιστεί προσεκτικά, ώστε να ληφθούν υπόψη και οι επιπτώσεις τους στην κατανομή της παραποτάμιας βλάστησης κατά μήκος των ποταμών.

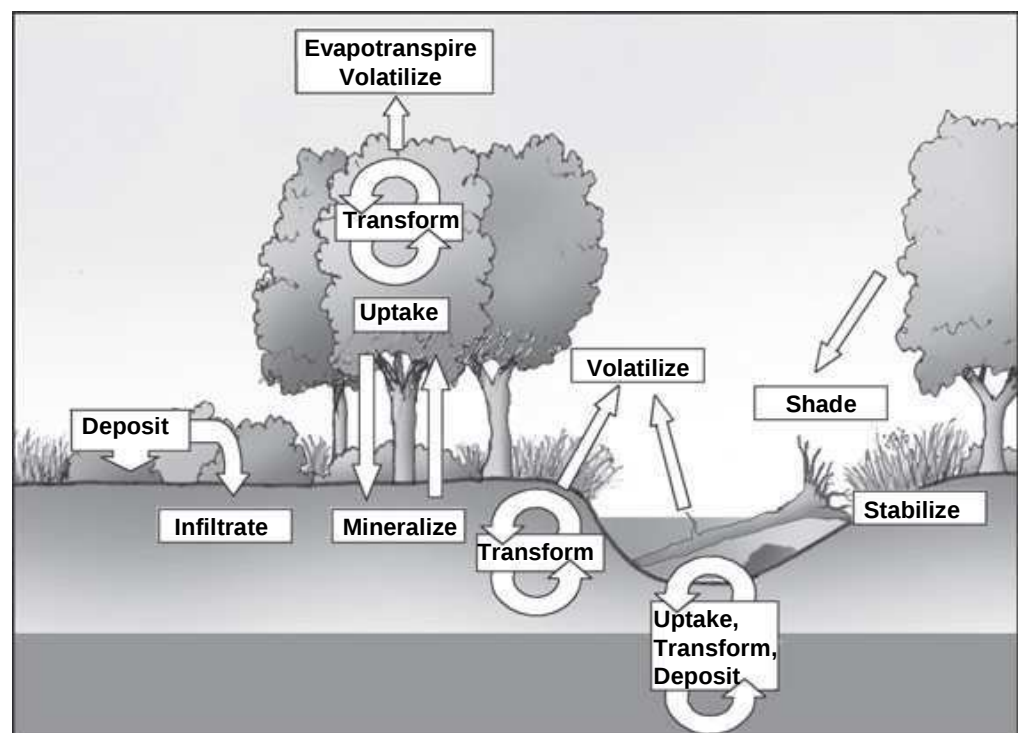
Πέραν της μορφολογίας, και η χημεία του νερού επηρεάζει την παρόχθια βλάστηση, και συγκεκριμένα την περιεκτικότητα σε θρεπτικά (in Baattrup-Pedersen et al., 2011). Μια μείωση της στάθμης των υπόγειων υδάτων αυξάνει τον αερισμό του ριζικού συστήματος, ενισχύει την ανοργανοποίηση, και επομένως τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών ουσιών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη των φυτών. Τα πλημμυρικά φαινόμενα είναι γενικώς αποδεκτό ότι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη βιοποικιλότητα των ποτάμιων οικοσυστημάτων.

Βυθισμένα μακρόφυτα διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη δόμηση οικοτόπων, οι οποίοι είναι σημαντικοί για άλλους υδρόβιους οργανισμούς, όπως ασπόνδυλα, ψάρια και περίφυτο και βοηθούν στη σταθεροποίηση του στρώματος του ποταμού, την προώθηση της διατήρησης πλούσιων σε θρεπτικά συστατικά σωματιδίων και επηρεάζουν άμεσα το ίζημα και δυναμική της ροής. Τα μακρόφυτα ενδέχεται να είναι εμφανή μόνο κατά μία περίοδο του έτους, ειδικότερα σε περιοχές όπου οι βροχοπτώσεις χαρακτηρίζονται από έντονη εποχικότητα, όπως στην περιοχή της Μεσογείου. Λόγω του μεγέθους και της αποσπασματικής τους κατανομής, είδη μακροφύτων συχνά εντοπίζονται στο συγκεκριμένο σημείο και η σχετική τους κάλυψη χρησιμοποιείται σήμερα ως ένα μέτρο της αφθονίας για οικολογική αξιολόγηση της ποιότητας και παρακολούθηση. Μετρήσεις μακροφύτων αποκρίνονται σε εμπλουτισμό με θρεπτικά συστατικά και υδρομορφολογική υποβάθμιση ακόμη και αν η τελευταία σχέση είναι λιγότερο μελετημένη.

Στις εικόνες που ακολουθούν παρουσιάζονται τα συστατικά της παρόχθιας βλάστησης που επηρεάζουν τη χημεία των ποταμών καθώς και τις διεργασίες μέσω των οποίων αυτό επιτελείται.



Εικόνα 10: Κύρια συστατικά της παρόχθιας βλάστησης που επηρεάζουν τη χημεία των ποταμών (in Dosskey et al., 2010).



Εικόνα 11: Διαδικασίες μέσω των οποίων τα κύρια συστατικά της βλάστησης επηρεάζουν τη χημεία των υδάτων (in Dosskey et al., 2010).

2.7. 1 Παρόχθια βλάστηση και οικολογική κατάσταση των ποταμών

Ένα από τα βιολογικά στοιχεία που χρησιμοποιούνται ως δείκτες παρακολούθησης ποιότητας και οικολογικής κατάστασης των υδάτων, βάσει της Οδηγίας Πλαίσιο 2000/60, είναι και τα μακρόφυτα. Μόνα τους, ή σε συνδυασμό με άλλους οργανισμούς (in Birk et al., 2012, Feio et al., 2012), τα μακρόφυτα λόγω της ‘ακινήσιας’ τους και του μεγάλου κύκλου ζωής τους, μπορούν να αποτελούν βιοδείκτες στα πρώιμα στάδια της ρύπανσης από βαρέα μέταλλα, μέσω συσσώρευσης στους ιστούς. Η μέτρηση επίμονης συσσώρευσης ρυπαντών και η βλάβη στη φυσιολογία των υδρόβιων φυτών μπορεί να παρέχει χρονικά ολιστική πληροφόρηση για την παρουσία τοξικών ενώσεων σε υδάτινα οικοσυστήματα (Harguinteguy et al., 2013). Τα μακρόφυτα μπορεί επιπλέον να θεωρηθούν ως μακροπρόθεσμοι δείκτες του ευτροφισμού και της ποιότητας του ύδατος, δεδομένου ότι η μεγαλύτερη διάρκεια ζωής τους μπορεί να ενσωματώσει αλλαγές μεγαλύτερων περιόδων (in Feio et al., 2012).

Τα φυτά αποτελούν τη βάση της τροφικής αλυσίδας των υδάτινων οικοσυστημάτων. Μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης παράγουν οργανική βιομάζα, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί διαμέσου της βόσκησης από άλλους φυτοφάγους ή παμφάγους οργανισμούς. Επιπλέον τα φυτά είναι μέρος του υδάτινου ενδιαίτηματος, προσφέροντας προστασία και χώρο ωτοκίας για ψάρια και άλλους υδρόβιους οργανισμούς, όπως τα μακροασπόνδυλα, στα οποία προσφέρουν ενδιαίτημα, πηγή τροφής και καταφύγιο από θηρευτές (in Vermonden et al., 2012). Έτσι οι φυτοτοξικές ενώσεις δεν επηρεάζουν μόνο τα φυτά, αλλά και ολόκληρο το οικοσύστημα (Harguinteguy et al., 2013).

Ένας από τους πιο ουσιώδεις τρόπους για να απαντηθούν βασικά ερωτήματα σχετικά με την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων είναι η απευθείας παρατήρηση των κοινοτήτων των φυτών που διαβιούν σε αυτά. Επειδή τα υδρόβια φυτά είναι μονίμως εκτεθειμένα στις επιδράσεις ποικίλων ρυπαντών, οι οργανισμοί αυτοί αντανακλούν όχι μόνο τις τρέχουσες συνθήκες, αλλά και διαχρονικές αλλαγές στις συνθήκες καθώς επίσης και τις επισωρευτικές τους συνέπειες, γεγονός ιδιαίτερα χρήσιμο στην ολιστική αντιμετώπιση της διαχείρισης (Harguinteguy et al., 2013). Αρνητικές επιδράσεις της κακής ποιότητας του ύδατος μπορεί να κυμαίνονται από μια στροφή προς κυρίως αναδυόμενα είδη έως μια πλήρη κατάρρευση της κοινότητας των μακροφύτων. Ειδικότερα, τα ιζήματα και θρεπτικά συστατικά μέσω της απορροής από τη χρήση της γης προκαλούν ευτροφισμό με αποτέλεσμα την ταυτόχρονη πτώση των βυθιζόμενων υδρόβιων φυτών (in Rosso & Cirelli, 2013).

3. Νομοθεσία

3.1 Ανασκόπηση

Λαμβανομένης υπόψη της πίεσης που ασκείται στα υδατικά αποθέματα και δεδομένου ότι η πρόσβαση σε νερό πρέπει να είναι δεδομένη για όλους, η Ευρωπαϊκή Ένωση λαμβάνει μέτρα για την ποιοτική και ποσοτική διαχείριση των υδάτων. Εδώ και τρεις δεκαετίες, ένα ευρύ φάσμα νομοθετικών μέτρων στοχεύει στην εξασφάλιση της βιωσιμότητας των υδατικών πόρων, με την Ελλάδα να ενσωματώνει την κοινοτική νομοθεσία στο εθνικό δίκαιο και να εναρμονίζεται μέσω κυρίως Κοινών Υπουργικών Αποφάσεων (βλ. Κατσαμπάνης, 2005).

Πρώτο νομοθετικό εγχείρημα αποτελεί η Οδηγία 75/440/ΕΟΚ, περί της απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων επιφανείας, που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος στα Κράτη-Μέλη. Στην οδηγία αυτή καθορίζονται ποιοτικά χαρακτηριστικά των επιφανειακών γλυκών υδάτων, που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος (πίνακας παραρτήματος), ενώ η ισχύς της έληξε στις 22/12/2007, λόγω της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/ΕΕ, όπως θα δούμε παρακάτω. Σε συνέχεια αυτής, εκδίδεται η Οδηγία 76/160/ΕΟΚ για την ποιότητα των υδάτων κολύμβησης, που θέτει κριτήρια βάσει μικροβιολογικών και φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού, η οποία όμως καταργείται από την 2006/7/ΕΟΚ. Στην Οδηγία 76/464/ΕΟΚ, που τροποποιείται από την 2006/11/ΕΕ, δίνεται κατάλογος με επικίνδυνες ουσίες που διαχέονται στο υδάτινο περιβάλλον. Μεταξύ αυτών, είναι ο φώσφορος και οι ανόργανες ενώσεις του, αλλά και ουσίες που διαταράσσουν την ισορροπία του οξυγόνου (π.χ. αμμωνία και νιτρώδη). Κάθε κράτος μέλος λοιπόν, καθορίζει συγκεκριμένα όρια και πρότυπα αποβολής για τις απορρίψεις αυτών των ουσιών. Δύο χρόνια μετά, η Ευρώπη επανέρχεται με την έκδοση της Οδηγίας 78/659/ΕΟΚ περί της ποιότητας των γλυκών υδάτων που έχουν ανάγκη προστασίας ή βελτίωσης για τη διατήρηση της ζωής των ιχθύων. Για τις ανάγκες της οδηγίας, τα ύδατα διακρίνονται σε αυτά των Σαλμονιδών (πέστροφα, σολομός) και εκείνα των Κυπρινιδών (πέρκα, χέλι). Η οδηγία αυτή παύει να ισχύει στις 22/12/2013, λόγω της 2000/60, ενώ έχει ήδη αναθεωρηθεί από την 2006/44/ΕΕ. Παράγωγος οδηγία της 75/440/ΕΟΚ, αποτελεί και η 79/869/ΕΟΚ, που αφορά στις πρότυπες μεθόδους μέτρησης των παραμέτρων που περιλαμβάνονται στην οδηγία 75/440/ΕΟΚ, η οποία επίσης έληξε στις 22/12/2007, πάλι εξ αιτίας ανάκλησής της από την Οδηγία Πλαίσιο.

Εν τω μεταξύ, συμπληρωματικά, έχει εκδοθεί η απόφαση 77/795/ΕΕΚ, η οποία καθορίζει μια κοινή διαδικασία ανταλλαγής πληροφοριών σχετικά με την ποιότητα του επιφανειακού νερού στα πλαίσια της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η απόφαση καθορίζει ένα δίκτυο σημείων δειγματοληψίας και ένα καθεστώς μετρήσεων που καλύπτει μια σειρά παραμέτρων. Η πληροφορία που διατίθεται από τα Κράτη Μέλη δημοσιεύεται από την Επιτροπή σε τακτική έκθεση. Τέλος, λόγω ξανά της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ, η ισχύς της παρούσας απόφασης περιορίζεται επίσης έως την 22/12/2013.

Περισσότερο από μία δεκαετία αργότερα, η Ευρωπαϊκή Ένωση επανέρχεται με την Οδηγία 91/271/ΕΟΚ 'Για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων', η οποία ενσωματώθηκε στην εθνική νομοθεσία 6 χρόνια αργότερα, το 1997, με την ΚΥΑ 5673/400 (ΦΕΚ 192Β/14-3-1997), η οποία τιτλοφορήθηκε 'Μέτρα και όροι για την επεξεργασία αστικών λυμάτων' και ουσιαστικά αναπαράγει την Οδηγία της ΕΕ. Στην Οδηγία επισημαίνεται ότι απαιτείται δράση έτσι ώστε τα αστικά λύματα να μη ρυπαίνουν το περιβάλλον. Ως εκ τούτου, πρέπει να υπόκεινται σε δευτεροβάθμια επεξεργασία, ενώ υπάρχουν και ευαίσθητες ζώνες, στις οποίες είναι ανάγκη να επιβάλλεται αυστηρότερη επεξεργασία. Στο Παράρτημα II της Οδηγίας, ως «ευαίσθητη περιοχή» ορίζεται κατά βάση φυσική λίμνη ή εκβολές ποταμού ή παράκτια ύδατα όπου παρουσιάζεται ευτροφισμός ή μπορεί να παρουσιαστεί στο μέλλον, ή υδάτινος

αποδέκτης με ασθενή εναλλαγή ύδατος, ή επιφανειακά ύδατα που προορίζονται για άντληση πόσιμου νερού.

Μια ακόμα Οδηγία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η οποία αποβλέπει στην περαιτέρω προστασία των υδάτων, είναι η Οδηγία 91/676/ΕΟΚ, *‘Για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορρύπανση γεωργικής προέλευσης’*. Μετά τη διαπίστωση ότι η χρήση ορισμένων αζωτούχων λιπασμάτων και κόπρου αποτελεί περιβαλλοντικό κίνδυνο, κρίθηκε αναγκαίο να ληφθούν μέτρα, προκειμένου να προστατευθούν η ανθρώπινη υγεία, η χλωρίδα και η πανίδα και τα υδάτινα οικοσυστήματα. Η Οδηγία καθορίζει ευπρόσβλητες ζώνες και αναφέρεται σε προγράμματα δράσης, τα οποία πρέπει να περιλαμβάνουν μέτρα για τη μείωση της διασποράς αζωτούχων λιπασμάτων στο έδαφος και για την παρακολούθηση των υδάτων (monitoring). Για την εξασφάλιση ενός γενικού επιπέδου προστασίας, σύμφωνα με την Οδηγία, τα κράτη μέλη οφείλουν να θεσπίσουν κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής που θα εφαρμόζονται προαιρετικά από τους γεωργούς, και να εφαρμόσουν κατάλληλα προγράμματα παρακολούθησης, σε σχέση με την περιεκτικότητα των επιφανειακών και των υπόγειων υδάτων σε νιτρικά ιόντα, σε επιλεγμένα σημεία μέτρησης, ώστε να προσδιορίζουν την έκταση της γεωργικής νιτρορύπανσης των υδάτων. Τα κράτη μέλη οφείλουν να επανεξετάζουν και ενδεχομένως να αναθεωρούν τα εθνικά τους προγράμματα δράσης, τουλάχιστον ανά τετραετία και να ενημερώνουν την Επιτροπή για κάθε τροποποίηση. Ως όριο για τη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων τίθενται τα 25 mg/l. Πάνω από το όριο αυτό, επιβάλλεται συστηματική παρακολούθηση και ανάληψη δράσης. Ακόμη, οι κώδικες ορθής γεωργικής πρακτικής πρέπει να περιλαμβάνουν κανόνες σχετικούς με τα παρακάτω θέματα:

- Τις χρονικές περιόδους κατά τις οποίες δεν ενδείκνυται η διασπορά λιπασμάτων στο έδαφος.
- Τη διασπορά λιπασμάτων σε επικλινή εδάφη (μεγαλύτερη επιφανειακή απορροή).
- Τη διασπορά λιπασμάτων σε εδάφη κεκορεσμένα με νερό, πλημμυρισμένα ή παγωμένα.
- Μέτρα για την πρόληψη της ρύπανσης των υδάτων από την απορροή και τη διαρροή στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα υγρών που περιέχουν κόπρο.
- Μεθόδους για τη διασπορά στο έδαφος τόσο χημικών λιπασμάτων, όσο και κόπρου.
- Χρησιμοποίηση συστημάτων αμειψισποράς και διατήρησης ελάχιστης φυτικής κάλυψης κατά τη διάρκεια των περιόδων των βροχών, ώστε να απορροφάται από το έδαφος το άζωτο.
- Πρόληψη της ρύπανσης των υδάτων από την απορροή και την καθοδική κίνηση του ύδατος πέραν των ριζών των καλλιεργούμενων φυτών στα αρδευτικά συστήματα.

Η Οδηγία αφήνει ένα ελαστικό χρονικό πλαίσιο σε κάθε κράτος μέλος για την εκπλήρωση των στόχων που θέτει.

Επόμενος σταθμός της ευρωπαϊκής νομοθεσίας περί υδάτων είναι κατά το 1988 η Οδηγία 98/83/ΕΚ *‘Ως προς την ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης’*. Στην Οδηγία αυτή καθορίζονται τα όρια των τιμών για μικροβιολογικές και χημικές παραμέτρους, καθώς και για κάποιες άλλες ενδεικτικές παραμέτρους, καθορίζονται οι τρόποι παρακολούθησης στις αναλυόμενες παραμέτρους, καθώς και η συχνότητα δειγματοληψίας. Η Οδηγία θέτει ανώτατα όρια για τα νιτρικά άλατα (50 mg/l), και τα νιτρώδη (0,50 mg/l), με τη σημείωση ότι πρέπει να ισχύει η τιμή 0,10 mg/l για τα νιτρικά άλατα, για νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας. Καθορίζονται επίσης όρια και για τα φωσφορικά ιόντα (5 mg/l). Η Οδηγία ενσωματώθηκε στο Εθνικό δίκαιο με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/Β’/11.07.2001), *‘Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης’*, η οποία τέθηκε σε ισχύ από τις 25.12.2003, καταργώντας όλες τις προηγούμενες κείμενες σχετικές διατάξεις.

Ακόμη ένα ευρωπαϊκό νομοθετικό κείμενο που παρουσιάζει ενδιαφέρον είναι η οδηγία 2008/105/ΕΕ, περί περιβαλλοντικών προτύπων ποιότητας στον τομέα της υδάτινης πολιτικής που συμπληρώνει και αναθεωρεί προηγούμενες οδηγίες.

Σχετικά με το εθνικό δίκαιο, παρατίθεται στο παράρτημα πίνακας με όλα τα κείμενα που αφορούν στην προστασία και διαχείριση των υδατικών πόρων (Πίνακας παραρτήματος IV).

3.2 Οδηγία Πλαίσιο 200/60/ΕΕ

Το σημαντικότερο εργαλείο για την ορθολογική διαχείριση των υδάτινων πόρων είναι η Οδηγία-Πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60, η οποία υιοθετήθηκε από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο στις 23 Οκτωβρίου 2000, και τέθηκε σε ισχύ στις 16 Δεκεμβρίου 2001. Η ανάγκη μιας σφαιρικής αντιμετώπισης των προβλημάτων διαχείρισης των υδάτινων πόρων οδήγησε, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, στην έκδοση της Οδηγίας-Πλαίσιο 2000/60/ΕΕ για τα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα στις 22 Οκτωβρίου 2000 (Οδηγία 2000/60/ΕΕ) γνωστή και ως WFD (Water Framework Directive). Η Οδηγία, της οποίας η εφαρμογή είναι υποχρεωτική για όλα τα κράτη-μέλη, σηματοδοτεί την έναρξη μίας νέας εποχής στην περιβαλλοντική πολιτική της Ε.Ε. Θεσπίζει ενιαίο κοινοτικό νομοθετικό και πολιτικό πλαίσιο για τη διαχείριση και την προστασία των υδάτων με κοινές αρχές και μέσα (Pollard & Huxham, 1998). Το πλαίσιο αυτό δημιουργεί συνεκτικότητα στην πολιτική της διαχείρισης των υδάτινων πόρων, η οποία μέχρι τότε ήταν αποσπασματική και πολλές φορές αναποτελεσματική. Από την άλλη πλευρά θεσμοθετούνται για πρώτη φορά στόχοι και μεθοδολογίες που αποσκοπούν στην προστασία των οικοσυστημάτων.

Βασική καινοτομία της Οδηγίας είναι η καθιέρωση σχεδίων ολοκληρωμένης διαχείρισης των υδάτινων πόρων σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού, βασισμένοι στο πρότυπο διαχείρισης σε επίπεδο οικοσυστήματος (in Corominas et al., 2013). Σύμφωνα με το Παράρτημα V της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ, τα σχέδια διαχείρισης πρέπει να περιλαμβάνουν προγράμματα παρακολούθησης και για τις τέσσερις κατηγορίες επιφανειακών υδάτινων σωμάτων (εσωτερικών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων υδάτων). Επίσης η πιστοποίηση της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών υδάτων πρέπει να στηρίζεται όχι μόνο σε φυσικοχημικά αλλά και σε βιολογικά κριτήρια. Τέλος, η οικολογική κατάσταση εκφράζει την ποιότητα τόσο της δομής των υδάτινων οικοσυστημάτων, όσο και της λειτουργίας τους (in Nixon et al., 2003) και αυτό αποτελεί σημαντική πρόοδο σε σχέση με προηγούμενες προσεγγίσεις (βλ. Βούρκα, 2007).

Βασική αρχή της Οδηγίας είναι ότι η οικολογική κατάσταση ενός υδάτινου σώματος καθορίζεται από μία σειρά βιοτικών και αβιοτικών στοιχείων που χαρακτηρίζονται ως ποιοτικά στοιχεία (Εικόνα 12). Τα βιοτικά στοιχεία περιλαμβάνουν τέσσερις ομάδες οργανισμών: το φυτοπλαγκτόν (περίφυτο), τα μακρόφυτα (φυτοβένθος), τα βενθικά ασπόνδυλα (μακροασπόνδυλα με μέγεθος >1 mm) και την ιχθυοπανίδα. Στα αβιοτικά στοιχεία συγκαταλέγονται τα υδρομορφολογικά και τα φυσικοχημικά στοιχεία που υποστηρίζουν τα παραπάνω βιολογικά στοιχεία. Τα υδρομορφολογικά στοιχεία όπως ορίζονται στο παράρτημα V της Οδηγίας, είναι:

α) Το υδρολογικό καθεστώς (ποσότητα και δυναμικό νερού, σύνδεση με τα υπόγεια ύδατα)

β) Η συνέχεια του ποταμού (river continuity)

γ) Οι μορφολογικές συνθήκες (διακύμανση βάθους και πλάτους, δομή και υπόστρωμα της κοίτης, δομή της παρόχθιας ζώνης) (in Holmes & Boon, 2000).



Εικόνα 12: Τα ποιοτικά στοιχεία που καθορίζουν την οικολογική ποιότητα ενός υδάτινου σώματος σύμφωνα με την Οδηγία-Πλαίσιο για τα Ύδατα 2000/60/ΕΕ (βλ. Βούρκα, 2007).

Για την εφαρμογή και την υλοποίηση της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ προτείνεται να ακολουθηθεί μια ιεραρχημένη σειρά διαδικασιών, οι οποίες σε πρώτο στάδιο θα οδηγήσουν σε κατηγοριοποίηση και χαρακτηρισμό των υδάτινων σωμάτων ανάλογα με τη φύση τους αλλά και την οικολογική τους ποιότητα. Αρχικά τα συστήματα επιφανειακών υδάτων εντός της λεκάνης απορροής ποταμού, κατατάσσονται σε μία από τις ακόλουθες κατηγορίες επιφανειακών υδάτων: ποτάμια, λίμνες, μεταβατικά ύδατα, παράκτια ύδατα. Ακόμη κατατάσσονται είτε ως τεχνητά συστήματα επιφανειακών υδάτων, είτε ως ιδιαίτερος τροποποιημένα υδάτινα συστήματα. Στη συνέχεια τα νερά ταξινομούνται σε πέντε κλάσεις ποιότητας (υψηλή, καλή, μέτρια, ελλιπής, κακή) με γνώμονα την οικολογική τους κατάσταση. Κύριος στόχος της Οδηγίας είναι να επιτευχθεί τουλάχιστον «καλή οικολογική κατάσταση» σε όλα τα επιφανειακά Ευρωπαϊκά ύδατα μέχρι το τέλος του έτους 2015.

Για την επίτευξη της αξιολόγησης της οικολογικής κατάστασης των υδάτινων οικοσυστημάτων της Ευρώπης κρίνεται απαραίτητη η συνεχής παρακολούθηση (monitoring) και καταγραφή των φυσικοχημικών ιδιοτήτων των υδάτων και των επιπέδων ρύπανσης αυτών. Αυτό που είναι ζωτικό για την ανάπτυξη ενός εργαλείου περιβαλλοντικής παρακολούθησης, είναι η ύπαρξη αξιόπιστων και επαναλήψιμων δεδομένων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον καθορισμό κατάλληλων προτύπων. Βάσει της WFD, έχει προταθεί ότι ο σταθμός αναφοράς για μια μελέτη θα πρέπει να είναι μία παρθένα περιοχή, όπου υπάρχει μηδαμινή ή ελάχιστη ανθρώπινη παρέμβαση. Παρά ταύτα, η μη ύπαρξη αδιατάρακτων περιοχών κάνει τον ορισμό πρότυπων συνθηκών σχεδόν ανέφικτο. Ως εκ τούτου η WFD έχει δώσει 4 επιλογές για τον ορισμό αυτών: 1) ένας αδιατάρακτος σταθμός με μικρή όχληση, 2) ιστορικά δεδομένα και πληροφόρηση, 3) μοντέλα, 4) κρίση ειδικών. Επιπλέον επειδή υπάρχει φυσική ποικιλομορφία, οι Borja et al., (2004) πρότειναν, ότι για τις περισσότερες

παραμέτρους τα κριτήρια θα πρέπει να εκφράζονται με μεγαλύτερα εύρη (in Hagger et al., 2008).

Η Οδηγία-Πλαίσιο για τους υδάτινους πόρους, οδηγεί σε νέες συνεργασίες, δομές και αρμοδιότητες καθώς και στην αποτελεσματικότερη διαχείριση των υδάτων. Λόγω της μεγάλης εμβέλειας των διατάξεών της, πολλές από τις ισχύουσες κοινοτικές νομοθετικές πράξεις για το νερό ανακλήθηκαν όπως είδαμε, ενώ θα παραμείνουν σε ισχύ όσες θεωρηθούν συμπληρωματικές προς αυτή (π.χ. 91/271, 91/676 ΕΟΚ).

Η Οδηγία 2000/60 ενσωματώθηκε στην Εθνική νομοθεσία, με τον νόμο 3199, ΦΕΚ 280 Α' / 9-12-2003, *‘Προστασία και διαχείριση των υδάτων. Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000’*. Σύμφωνα με τον νόμο συνιστάται Εθνική Επιτροπή Υδάτων, η οποία καταρτίζει τα εθνικά προγράμματα προστασίας και διαχείρισης του υδατικού δυναμικού της χώρας και αποτελείται από τον Υπουργό ΥΠΕΚΑ, τον Υπουργό Οικονομίας και Οικονομικών, τον Υπουργό Εσωτερικών, τον Υπουργό Ανάπτυξης, τον Υπουργό Υγείας και Πρόνοιας και τον Υπουργό Γεωργίας. Συνιστάται επίσης Εθνικό Συμβούλιο Υδάτων με Πρόεδρο τον Υπουργό ΥΠΕΚΑ. Στο Συμβούλιο συμμετέχουν πολλοί φορείς, μεταξύ των οποίων κάθε κόμμα που εκπροσωπείται στη Βουλή, η Ένωση Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, η ΚΕΔΚΕ, η Ένωση Δημοτικών Επιχειρήσεων Ύδρευσης και Αποχέτευσης, ο ΣΕΒ, η ΔΕΗ, η ΓΕΣΕΕ, το ΤΕΕ, το ΙΓΜΕ, το ΕΘΙΑΓΕ, το ΙΝ.ΚΑ κ.ά. Ακόμη, συνιστάται στο Υπουργείο Περιβάλλοντος Κεντρική Υπηρεσία Υδάτων, στην οποία μεταφέρονται όλες οι βασικές αρμοδιότητες χάραξης πολιτικής για τα νερά. Μεταξύ των άλλων η Υπηρεσία υποχρεούται έως το έτος 2015 να φροντίσει για την προστασία, αναβάθμιση και αποκατάσταση όλων των συστημάτων επιφανειακών υδάτων. Καταρτίζονται προγράμματα ειδικών μέτρων κατά της ρύπανσης, καθώς και γενικοί κανόνες χρήσης των υδάτων, ενώ θα εκδίδονται πλέον άδειες χρήσεως νερού και εκτέλεσης έργων αξιοποίησής του, στα πλαίσια της αρχής της ΕΕ, «ο ρυπαίνων πληρώνει». Τέλος, σημαντικό είναι το γεγονός ότι στον νόμο προβλέπονται κυρώσεις, τόσο οικονομικές, όσο και διοικητικές σε φυσικά ή νομικά πρόσωπα που παραβαίνουν τις διατάξεις του.

Με τον νόμο αυτό είναι φανερό ότι γίνεται μια προσπάθεια να συμβαδίσει η Εθνική Νομοθεσία με την Ευρωπαϊκή, ενώ για πρώτη φορά προβλέπεται τέτοια ευρεία εκπροσώπηση, αυστηρά χρονικά πλαίσια, συγκεκριμένες ευθύνες και κυρώσεις από τη μη εφαρμογή των μέτρων (βλ. Κουτσομήτρου, 2004).

4. Διαδικασία περιβαλλοντικού ελέγχου

Ο έλεγχος της ρύπανσης του περιβάλλοντος πρέπει να είναι πρακτικά εφαρμόσιμος, αναλυτικά άψογος, επιστημονικά έγκυρος και νομικά αδιάβλητος. Ανάλογα με τους στόχους και τους λόγους που γίνεται ο περιβαλλοντικός έλεγχος, επιλέγονται και οι παράμετροι που θα μελετηθούν και στη συνέχεια καταστρώνεται το πρόγραμμα της δειγματοληψίας. Στη διάρκεια αυτής καταγράφονται όλοι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες, οι οποίοι θα χρησιμοποιηθούν στην ερμηνεία και την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων.

4.1 Αρχές δειγματοληψίας

Η σημασία της δειγματοληψίας στον έλεγχο των νερών είναι μεγάλη. Το δείγμα πρέπει πάντοτε να ανταποκρίνεται στην κατάσταση που είναι αντιπροσωπευτική στον συγκεκριμένο χώρο και χρόνο της δειγματοληψίας. Ως εκ τούτου λαμβάνονται πάντα τα κατάλληλα μέτρα για σωστή δειγματοληψία, είτε πρόκειται για ένα μεμονωμένο δείγμα είτε για σειρές δειγμάτων.

Οι κυριότερες απαιτήσεις που πρέπει να πληρούνται για μια σωστή δειγματοληψία είναι οι παρακάτω:

1. το δείγμα να είναι αντιπροσωπευτικό της πραγματικής κατάστασης του περιβάλλοντος,
2. να μην αλλοιώνεται η σύσταση του δείγματος κατά τη δειγματοληψία
3. να επιτρέπεται η διατήρηση του δείγματος για όσο το δυνατό μεγαλύτερο χρονικό διάστημα
4. να μπορεί να επαναλαμβάνεται έτσι ώστε να έχουμε συγκρίσιμα αποτελέσματα
5. να είναι απλή και φθηνή

Εκτός των ανωτέρω, στην περίπτωση των υδάτων θα πρέπει να προβλεφθούν και τα ακόλουθα:

- ✓ Επιλογή των κατάλληλων σημείων δειγματοληψίας
- ✓ Επιλογή των παραμέτρων που θα μετρηθούν επί τόπου
- ✓ Επιλογή των κατάλληλων δοχείων για μεταφορά των δειγμάτων
- ✓ Προκατεργασία και συντήρηση των δειγμάτων, όταν αυτό επιβάλλεται από το είδος του ελέγχου
- ✓ Καταγραφή των απαραίτητων περιβαλλοντικών παραμέτρων τη στιγμή της δειγματοληψίας

Σύμφωνα με τους Sanders et al. (1983) η χωροθέτηση των σημείων δειγματοληψίας μπορεί να εξεταστεί σε τρία επίπεδα:

- τη μακροτοποθεσία (macrolocation) των σημείων που σχετίζεται με την επιλογή του ευθέως τμήματος ή του τόξου του ποταμού που θα πρέπει να φιλοξενήσει έναν σταθμό δειγματοληψίας

- τη μικροτοποθεσία (microlocation) των σημείων που σχετίζεται με την επιλογή της ευρύτερης περιοχής στην οποία θα τοποθετηθεί ένας σταθμός

- την αντιπροσωπευτική θέση που καθορίζει που και πώς λαμβάνεται ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα σε ένα επιλεγμένο σημείο

Η επιλογή των σημείων δειγματοληψίας κατά μήκος ενός ποταμού καθορίζεται από διάφορους παράγοντες, εκ των οποίων κυριότεροι είναι:

- Η λεκάνη απορροής του ποταμού
- Τα σημεία όπου εισέρχονται οι παραπόταμοι
- Τα σημεία όπου πιθανόν αποχετεύονται λύματα από κατοικημένες περιοχές
- Τα σημεία από όπου γίνεται υδροληψία είτε για υδροδότηση είτε για άρδευση

Σχετικά με τις μετρήσεις πεδίου (field or site measurements), αυτές είναι πολλές φορές απαραίτητες στον έλεγχο της ποιότητας και του βαθμού ρύπανσης των υδάτων. Οι μετρήσεις πεδίου αναφέρονται στις παραμέτρους εκείνες που πρέπει να μετρηθούν τη στιγμή της δειγματοληψίας, επειδή οι τιμές των παραμέτρων αυτών μεταβάλλονται από τη στιγμή της δειγματοληψίας και μετά. Οι παράμετροι αυτές είναι:

- 1) Θερμοκρασία
- 2) Γεύση και οσμή
- 3) Χρωματισμός
- 4) Θολρότητα
- 5) pH
- 6) Ρυθμιστική χωρητικότητα, pH
- 7) Δυναμικό οξειδοαναγωγής
- 8) Αλκαλικότητα
- 9) Διαλυμένο οξυγόνο (DO)

Οι χρησιμοποιούμενες τεχνικές για τη δειγματοληψία επιφανειακών υδάτων είναι απλές. Τα συγκεκριμένα δοχεία βυθίζονται κατάλληλα στο υδάτινο σώμα και ανασύρονται γεμάτα με δείγμα και πωματίζονται. Κατόπιν τα δείγματα μεταφέρονται στο εργαστήριο για ανάλυση, αφού πρώτα έχουν υποστεί όλες τις απαραίτητες επεξεργασίες για τη σωστή τους συντήρηση.

Η λήψη δειγμάτων νερού από ποτάμια (ή ρυάκια, χειμάρρους, κανάλια κτλ), παρουσιάζει ιδιαιτερότητες που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Η ποιότητα του νερού μεταβάλλεται σημαντικά τόσο κατά μήκος του ποταμού, όσο και σε πολλές περιπτώσεις κατά το πλάτος του. Επίσης παρατηρούνται και σημαντικές μεταβολές της ποιότητας των νερών ανάλογα με τη χρονική περίοδο. Έτσι, π.χ. μετά από βροχοπτώσεις στη λεκάνη απορροής ενός ποταμού η ποιότητα των νερών μεταβάλλεται σε μεγάλο ποσοστό. Αν οι βροχοπτώσεις σημειωθούν μετά την περίοδο χρήσης λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, τότε θα παρατηρηθούν αυξημένες συγκεντρώσεις των ουσιών αυτών στο νερό.

Όσο πιο μεγάλο είναι το πλάτος του ποταμού, τόσο η ανάγκη για ταυτόχρονη δειγματοληψία σε περισσότερα σημεία κατά πλάτος είναι απαραίτητη. Τα δείγματα λαμβάνονται πάντα από τα κινούμενα νερά του ποταμού. Όταν υπάρχουν παράλληλα ρεύματα μέσα στην κοίτη του ποταμού, τότε η δειγματοληψία γίνεται: είτε από το μεγαλύτερο ρεύμα, είτε από όλα τα ρεύματα μετρώντας ταυτόχρονα, αν είναι δυνατό, και την παροχή του κάθε ρεύματος. Στη δεύτερη περίπτωση είναι δυνατόν τα δείγματα να μπορούν να συνενωθούν αναλογικά προς την παροχή του κάθε ρεύματος και να σχηματίσουν ένα συνολικό δείγμα (βλ. Κουϊμτζή, Σαμαρά-Κωνσταντίνου, 1994).

Ως προς τη δειγματοληψία για τη συλλογή βιολογικού υλικού (μακροασπόνδυλα, ψάρια, διάτομα, μακρόφυτα), αυτή διαφέρει ανά ομάδα οργανισμών. Συγκεκριμένα για τα μακροασπόνδυλα, η δειγματοληψία γίνεται σε μικρές επιφάνειες. Οι οργανισμοί αυτής της ομάδας χαρακτηρίζονται από μικρό μέγεθος σώματος, υψηλή ταξινομική ποικιλομορφία, και η κατανομή τους σχετίζεται με μικρο-ενδιαιτητικές δομές. Μονά δείγματα μπορεί να περιέχουν πολλά ή εξαιρετικά άφθονα taxa, των οποίων ο προσδιορισμός συνήθως απαιτεί εργαστηριακή δουλειά και εξειδίκευση. Ο χειρισμός δειγμάτων μακροασπονδύλων είναι χρονοβόρος και απαιτητικός, και ως εκ τούτου γίνεται σε περιορισμένο αριθμό επιφανειών. Η βασική υπόθεση αυτής της στρατηγικής είναι ότι το δείγμα αντιπροσωπεύει την κατάσταση ολόκληρου του υδάτινου σώματος. Όσον αφορά στα μακρόφυτα, αυτά μελετώνται σε μεγαλύτερες κλίμακες, αφού ο αριθμός των ειδών είναι σαφώς πεπερασμένος και το μέγεθός τους μεγαλύτερο (in Birk et al., 2012).

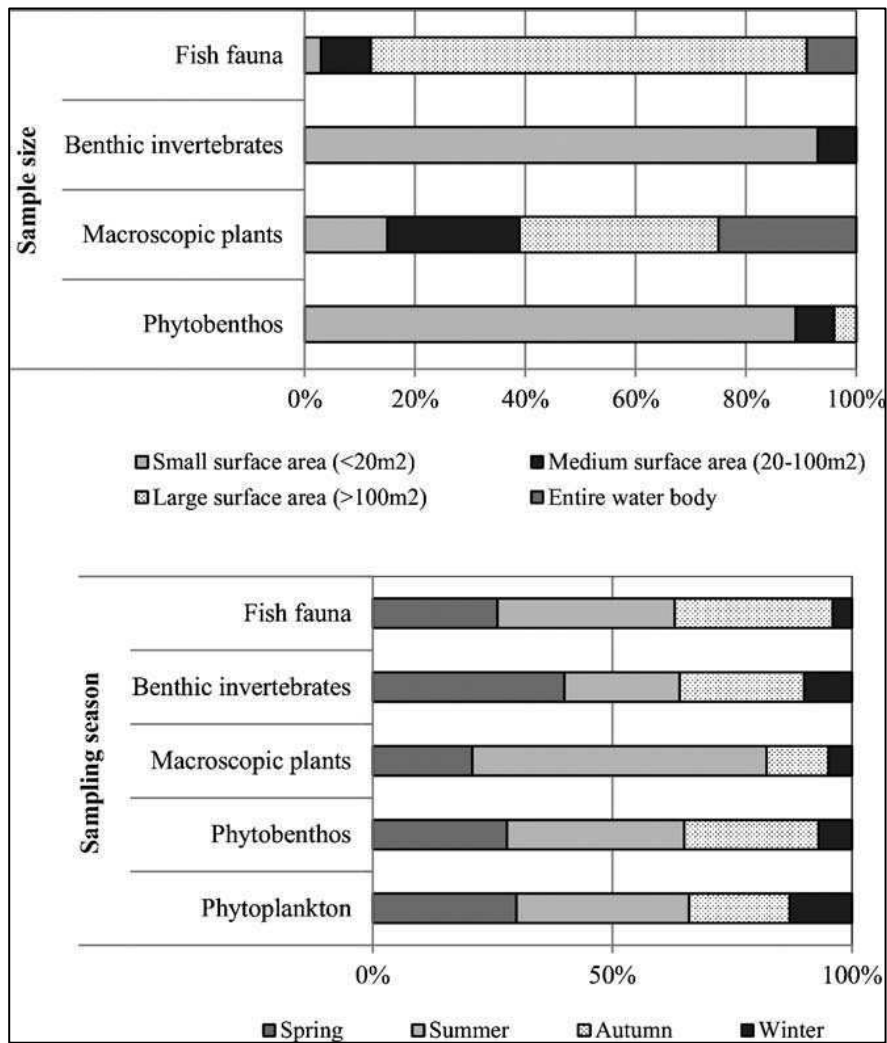
Πίνακας 9: Σύνοψη των ειδικών απαιτήσεων δειγματοληψίας και συντήρησης (προσαρμοσμένος από ΑΡΗΑ, 1992).

Προσδιορισμός	Δοχείο	Συντήρηση	Μέγιστη αποθήκευση προτεινόμενη /σύμφωνα με την ΕΡΑ ¹
COD	Π, Γ	Όσο το δυνατόν πιο σύντομα η ανάλυση ή προσθήκη H ₂ SO ₄ σε pH <2, ψύξη	7 ημέρες/28 ημέρες
Αγωγιμότητα	Π, Γ	Ψύξη	28 ημέρες/28 ημέρες
Αμμωνία	Π, Γ	Όσο το δυνατόν πιο σύντομα η ανάλυση ή προσθήκη H ₂ SO ₄ σε pH<2, ψύξη	7 ημέρες/28 ημέρες
Νιτρικά	Π, Γ	Όσο το δυνατόν πιο σύντομα η ανάλυση ή ψύξη	48 ώρες/48 ώρες (28 ημέρες για χλωριωμένα δείγματα)
Νιτρώδη	Π, Γ	Όσο το δυνατόν πιο σύντομα η ανάλυση ή ψύξη	καθόλου/48 ώρες
Φαινόλες	Π, Γ	Ψύξη, προσθήκη H ₂ SO ₄ σε pH <2	καθόλου/28 ημέρες
Διαλυμένο οξυγόνο: μέθοδος ηλεκτροδίου μέθοδος Winkler	Γ, δοχείο BOD	Άμεση ανάλυση. Η ογκομέτρηση μπορεί να καθυστερήσει κατόπιν οξίνισης	0,5 ώρες/ η αποθήκευση δεν επιτρέπεται-άμεση ανάλυση 8 ώρες/8 ώρες
pH	Π, Γ	Άμεση ανάλυση	2 ώρες/ η αποθήκευση δεν επιτρέπεται-άμεση ανάλυση
Φωσφορικά	Γ (Α)	Για διαλυμένα φωσφορικά άμεση διήθηση, ψύξη	48 ώρες
Στερεά	Π, Γ	Ψύξη	7 ημέρες/2-7 ημέρες
Θερμοκρασία	Π, Γ	Άμεση ανάλυση	η αποθήκευση δεν επιτρέπεται-άμεση ανάλυση

¹EPA, Rules and Regulations, Federal Register, 49; No.209, October 26,1984

Ψύξη: αποθήκευση στους 4°C, στο σκοτάδι. Π: πλαστικό(πολυαιθυλένιο ή ισοδύναμο). Γ: γυαλί.

Γ(Α): γυαλί με έκπλυση 1+1 HNO₃



Εικόνα 13: Μεγέθη δείγματος και εποχή δειγματοληψίας για τους βιοδείκτες ποιότητας του νερού βάσει της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα (in Birk et al., 2012).

5. Περιγραφή περιοχής μελέτης

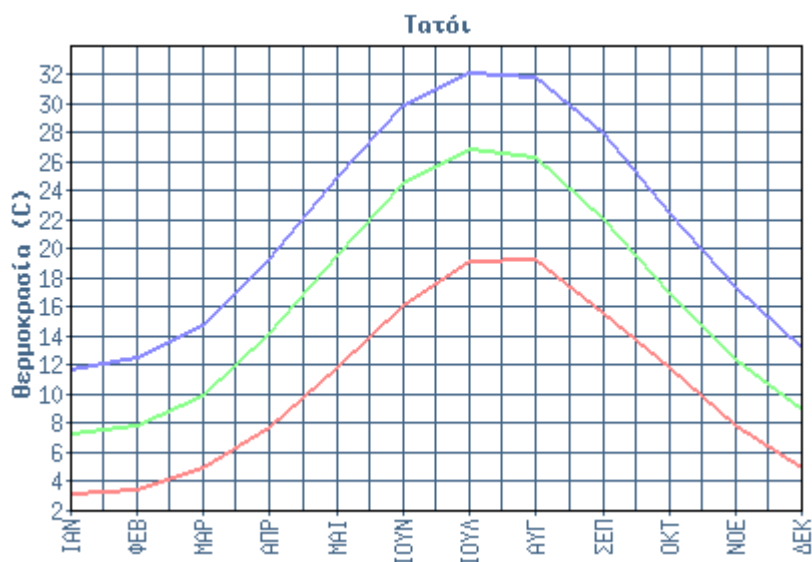
5.1. Γενικά χαρακτηριστικά περιοχής μελέτης

5.1.1 Φυσικογεωγραφικά χαρακτηριστικά

Η Αττική είναι γενικώς ορεινή ή ημιορεινή, με βουνά που υψώνονται απότομα και σχηματίζουν ανάμεσά τους τέσσερις πεδιάδες, (Μέγαρα, Θριάσιο πεδίο, Λεκανοπέδιο Αθηνών, Μεσόγεια). Το λεκανοπέδιο των Αθηνών, το *Πεδίον* των αρχαίων, το οποίο περιλαμβάνει και το πολεοδομικό συγκρότημα των Αθηνών, αποτελεί τη μεγαλύτερη και σημαντικότερη από τις τέσσερις αυτές πεδιάδες, με έκταση 383 km² που χαρακτηρίζουν το ομαλό, χαμηλό τοπίο της Αττικής χερσονήσου. Περικλείεται, σαν από τείχος, στα βόρεια από τον ορεινό όγκο της Πάρνηθας ή Οζιάς (υψόμετρο κορυφής Εύζωνος 1026 m), στην ανατολή από την Πεντέλη (1.107 m) και τον Υμηττό (1026 m), και στη δύση από το όρος Αιγάλεω (υψόμετρο 468m). Στον νότο το λεκανοπέδιο καταλήγει στον Σαρωνικό κόλπο και επικοινωνεί με αυτόν μέσω μιας ακτογραμμής μήκους ~ 47 km. Τα βουνά που περιβάλλουν το λεκανοπέδιο δεν είναι συνεχή αλλά ενώνονται μεταξύ τους με αυχένες. Έτσι, ανάμεσα στην Πάρνηθα και την Πεντέλη υπάρχει ο αυχένας του Μπογατιού από τον οποίο διέρχονται οι δρόμοι που συνδέουν το λεκανοπέδιο με τη Βόρεια Ελλάδα. Ο αυχένας του Σταυρού, ανάμεσα στην Πεντέλη και τον Υμηττό, διασφαλίζει την επικοινωνία της Αθήνας με την κοιλάδα των Μεσογείων, ενώ η επικοινωνία της Αθήνας με την πεδιάδα της Ελευσίνας γίνεται μέσω του αυχένα στο Δαφνί. Εντός της συγκεκριμένης γεωγραφικής περιοχής δεν υπάρχουν ποτάμια με την έννοια της συνεχούς ροής, παρά μόνο χείμαρροι που μετά από έντονες βροχοπτώσεις παρουσιάζουν εποχική ροή. Δυο μόνο ποταμοί διαρρέουν την Αττική γη: ο Κηφισός και ο Ιλισός (βλ. Παπαπέτρου-Ζαμάνη, κ.ά., 1989).

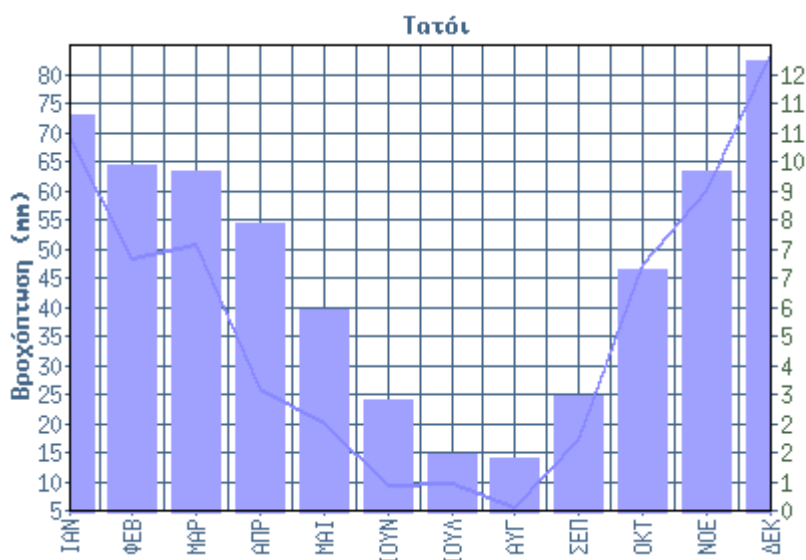
5.1.2 Κλίμα

Το κλίμα του λεκανοπεδίου είναι εύκρατο μεσογειακό με κύριο χαρακτηριστικό το ξηρό και θερμό καλοκαίρι και τον ήπιο και βροχερό χειμώνα. Η ετήσια μέση θερμοκρασία του αέρα είναι 17,2°C (μέσος όρος του συνόλου των μετεωρολογικών σταθμών που χωροθετούνται εντός του λεκανοπεδίου). Οι υψηλότερες θερμοκρασίες παρατηρούνται στις νότιες παραλιακές περιοχές ενώ οι χαμηλότερες στις εσωτερικές βόρειες περιοχές. Ψυχρότερος μήνας είναι ο Ιανουάριος, ενώ οι μήνες Ιούλιος και Αύγουστος είναι οι θερμότεροι του έτους. Η μέση ετήσια βροχόπτωση, η οποία δεν υπερβαίνει τις 100 βροχερές μέρες ετησίως, είναι 400 περίπου χιλιοστά (Αστεροσκοπείο Αθηνών) και η πορεία της μέσα στο έτος παρουσιάζει τις 2 χαρακτηριστικές περιόδους του μεσογειακού κλίματος: τη βροχερή, από τον Οκτώβριο ως και τον Απρίλιο, με μέγιστο τον Δεκέμβριο ή τον Ιανουάριο, και τη σχεδόν ξηρή, με ελάχιστο τον Αύγουστο ή Ιούλιο. Οι ημέρες παγετού είναι ελάχιστες (μόλις 3-4 το ετησίως), ενώ 122 ημέρες είναι ηλιόλουστες. Παρά τη μεγάλη συγκέντρωση πληθυσμού, η Αττική εξακολουθεί να διατηρεί το καλό κλίμα της αμετάβλητο σχεδόν από τους προϊστορικούς χρόνους (βλ. Κοτάμπαση & Σκέντος, 2005). Τα διαγράμματα που ακολουθούν, από τον Μετεωρολογικό Σταθμό Τατοΐου, παρουσιάζουν τις ετήσιες διακυμάνσεις θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων:



Εικόνα 14: Ετήσιες διακυμάνσεις θερμοκρασίας από τον Μετεωρολογικό Σταθμό Τατοΐου, Περίοδος δεδομένων (1958-2010)

(http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams.html?dr_city=Tatoi)



Εικόνα 15: Ετήσιες διακυμάνσεις βροχόπτωσης από τον Μετεωρολογικό Σταθμό Τατοΐου, Περίοδος δεδομένων (1958-2010)

(http://www.hnms.gr/hnms/greek/climatology/climatology_region_diagrams.html?dr_city=Tatoi)

5.1.3 Γενικά χαρακτηριστικά ποταμού

Ο Κηφισός είναι ο μεγαλύτερος ποταμός του Λεκανοπεδίου της Αττικής. Έχει μήκος 22km, εκ των οποίων 14 km εντός αστικής περιοχής και 8 km Εκτός αυτής. Η λεκάνη απορροής του είναι 381,10 km² και διαρρέει το κεντροδυτικό τμήμα του νομού Αττικής. Ο ποταμός πηγάζει από τα όρη της Πάρνηθας και της Πεντέλης συλλέγοντας, ταυτόχρονα, ύδατα από τα όρη Αιγάλεω και Ποικίλο. Αρχικά ρέει προς τα δυτικά και μετά κατευθύνεται νότια. Εκβάλλει σε βάθος 9,5m στο Φαληρικό Όρμο, όπου συναντάται με τον δεύτερο ποταμό της Αττικής, τον Ιλισό. Από την αρχαιότητα έως τον 20^ο αιώνα ο Ιλισός ποταμός δεν εξέβαλε στη θάλασσα αλλά αποτελούσε παραπόταμο του Κηφισού, με τον οποίο συνδεόταν

στην περιοχή του Μοσχάτου. Σήμερα, έχει εκτραπεί και έχει δημιουργηθεί νέα κοίτη και ο ποταμός Ιλισός εκβάλλει στο μέσον του Φαληρικού Όρμου.

Ο Κηφισός ποταμός συγκεντρώνει το 67% των όμβριων υδάτων του Λεκανοπεδίου και αποτελεί τον κύριο αποδέκτη της Αττικής. Στη διαδρομή του από τις πηγές του στην περιοχή του Κρυονερίου έως τις εκβολές του στο Φάληρο, ο Κηφισός διασχίζει 16 περιοχές της Αττικής, αποτελώντας συχνά διοικητικό και φυσικό όριο μεταξύ αυτών (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).

Οι πλημμύρες που συνέβαιναν από την αρχαιότητα καθώς και η συνεχής επέκταση των ορίων της πόλης, οδήγησαν σε επεμβάσεις για τη διευθέτηση του Κηφισού, οι οποίες ολοκληρώθηκαν σταδιακά σε συνδυασμό με τη δημιουργία της Λ. Κηφισού, μόλις το 2004. Ακόμα και σήμερα διακρίνονται τα 3 διαφορετικά τμήματα του ποταμού, έστω και αν είναι διευθετημένα ή πλήρως εγκιβωτισμένα και καλυμμένα :

• **Άνω ρους** : Από τις Τρεις Γέφυρες και ανάντη ο ποταμός είναι ανοικτός, δεν έχει διευθετηθεί πλήρως, ούτε έχουν κατασκευαστεί έργα διευθέτησης στα συμβάλλοντα ρέματα (π.χ. Εσχατιάς, Αχαρνών, Βαρυμπόμπης, Πύρνας κλπ.), τα οποία, όταν υλοποιηθούν, θα αυξήσουν την παροχή του (βλ. Νικολόπουλος, 2008).

• **Μέσος ρους** : Από τις Τρεις Γέφυρες μέχρι την οδό Αγίας Άννης ο ποταμός είναι πλήρως καλυμμένος και από πάνω έχει δημιουργηθεί η Λεωφόρος Κηφισού. Σημειώνεται ότι σε όλο το έργο, από τις Τρεις Γέφυρες μέχρι την εκβολή του ποταμού, δεν έχουν κατασκευαστεί τα απαιτούμενα και προβλεπόμενα από τις σχετικές μελέτες τεχνικά έργα (φρεάτια επισκέψεως-αερισμού, έργα εισόδου προσωπικού και μηχανημάτων, κλπ.) με επακόλουθο να μην γνωρίζουμε την κατάσταση που επικρατεί στο υδραυλικό έργο και να είναι αδύνατος ο έλεγχος, η συντήρηση και η επισκευή ζημιών στον ποταμό και τις συμβολές των υδατορευμάτων.

• **Κάτω ρους** : Από την περιοχή Αγίας Άννης μέχρι το Φάληρο, ο ποταμός είναι εγκιβωτισμένος με ανοικτή διατομή, ενώ η Λεωφόρος Κηφισού είναι υπερυψωμένη. Είναι δηλαδή οριστικά διευθετημένος και δεν επιδέχεται καμία επέμβαση. Η παροχή στον διευθετημένο οριστικά Κηφισό, στην αρχή του κλειστού τμήματος στις Τρεις Γέφυρες ανέρχεται σε 400 m³/sec ενώ στο τέλος του κλειστού τμήματος στην Αγ. Άννης σε 700 m³/sec, ενώ στο ανοικτό τμήμα ανάντη Αγίας Άννης ανέρχεται σε 1.100 m³/sec και κατάντη μέχρι την εκβολή του σε 1.400 m³/sec.

Πίνακας 10: Έργα διευθέτησης και αναδιευθέτησης Κηφισού Ποταμού και άλλα συνοδά έργα (βλ. Εξάρχου κ.ά., 2004)

Έργο	Χρονολογία	Περιοχή
Διευθέτηση Κηφισού	Προ του 1938	Κατάντη Τριών Γεφυρών
Διευθέτηση Κηφισού	1965	Κατάντη της εκβολής του ρέματος Αχαρνών έως τις Τρεις Γέφυρες
Παρακηφίσιος Συλλέκτης Ακαθάρτων	1969	Κατάντη οδού Αγίας Άννης
Έργα Εκβολής	Δεκαετία 1980	Φαληρικός Όρμος

Σε όλο το μήκος του Κηφισού συμβάλλουν πλήθος ρεμάτων, τα περισσότερα εκ των οποίων χαρακτηρίζονται ως χειμάρροι λόγω της εποχικής τους ροής. Το συνολικό μήκος των συμβαλλόντων ρεμάτων στον Κηφισό υπερβαίνει τα 150km. Ωστόσο, ο αριθμός τους δεν είναι σαφώς προσδιορισμένος καθώς πολλά από αυτά, ιδίως σε κατοικημένες περιοχές, έχουν ‘μπαζωθεί’ και διευθετηθεί με κλειστές διατομές. Οι κυριότεροι συμβάλλοντες χειμάρροι στον Κηφισό παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 11.

Πίνακας 11: Οι κυριότεροι συμβάλλοντες παραχείμαρροι στον Κηφισό (βλ. Εξάρχου κ.ά., 2004)

Συμβάλλοντα Ρέματα στον Κηφισό
Ανάντη της Αττικής Οδού
Πύρνας, Χελιδονούς, Φασίδερι, Αγίας Παρασκευής, Διονύσου, Αγίας Μαρίνας, Ορφανίδη, Κρυονερίου, Εκάλης, Περγουζέλας, Βαρυπόμπης
Κατάντη της Αττικής Οδού
Ποδονόφτης, Αχαρνών, Εσχατιάς (Λιοσίων), Μιχελή, Μάσχα, Ροεντάκι, Νίκαιας, Χαϊδορόρρεμα, Προφήτη Δανιήλ

Το ανάγλυφο γενικώς σε όλο το μήκος του Κηφισού, από τις πηγές έως τις εκβολές του, δεν διακόπτεται απότομα και δεν σχηματίζονται μεγάλες χαράδρες. Μεγαλύτερες κλίσεις παρατηρούνται στις περιοχές της Πάρνηθας και της Πεντέλης, όπου πηγάζει ο ποταμός, και μικρότερες κλίσεις στα νοτιότερα τμήματα του Κηφισού, εκεί που ο ποταμός είναι διευθετημένος με κλειστή διατομή. Σε γεωλογικό επίπεδο, τα ορεινά και ημιορεινά μέρη της λεκάνης απορροής αποτελούνται κυρίως από ασβεστόλιθους, μάρμαρα, σχιστόλιθους, και αλλούβιες αποθέσεις, ενώ το πεδινό τμήμα έχει καταληφθεί από τσιμεντόλιθους και σκυροδέματα.

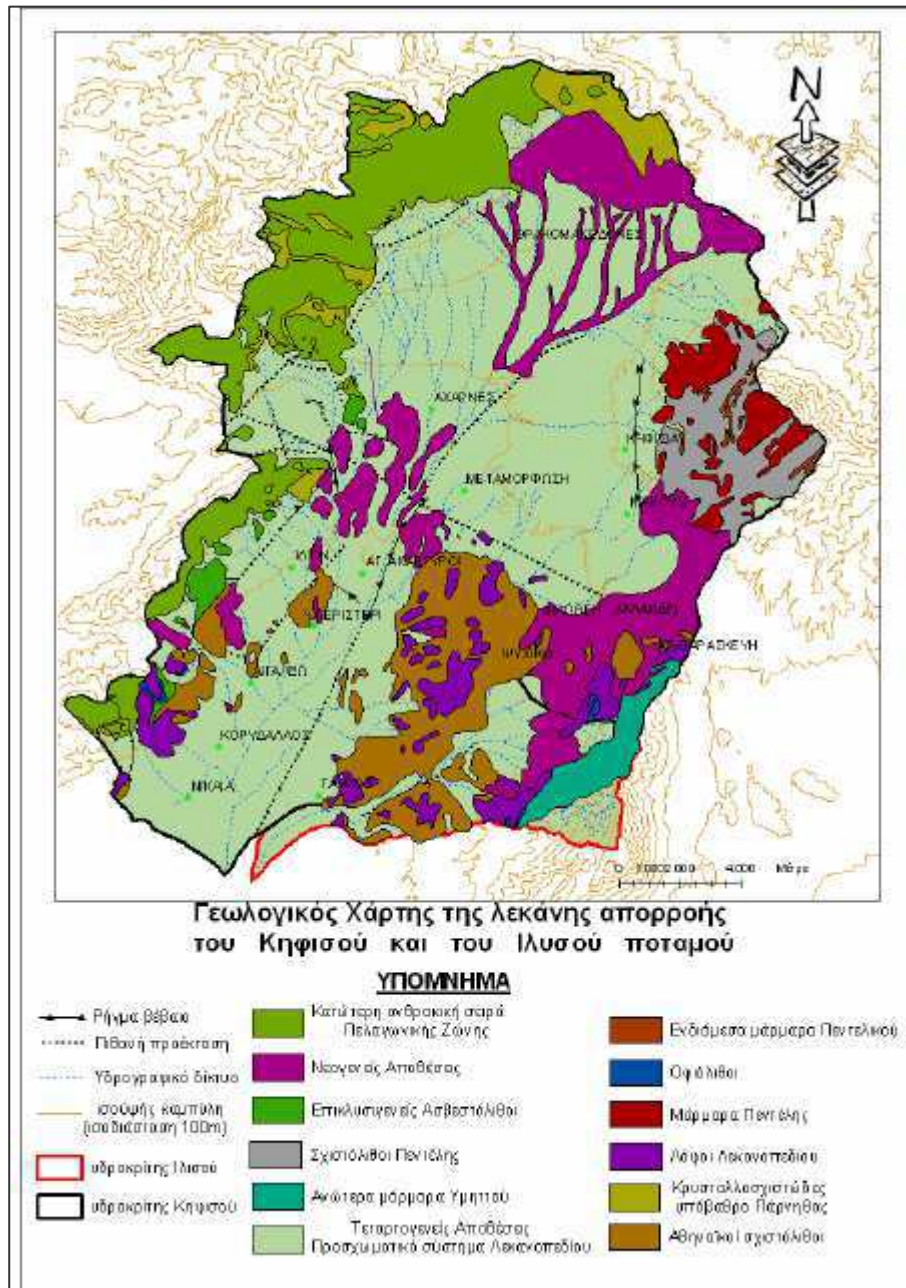
5.1.4 Υδρογεωλογία

Το λεκανοπέδιο των Αθηνών ανήκει στη λεγόμενη Υποπελαγονική ζώνη ή Ζώνη Ανατολικής Ελλάδας. Ο βασικότερος σχηματισμός της ζώνης αυτής (που περιλαμβάνει και την Πάρνηθα) είναι η λεγόμενη "σχιστοκερατολιθική" διάπλαση, η απόθεση της οποίας συντελέστηκε καθ' όλη τη διάρκεια του Ιουρασικού, ενώ και στις περιοχές όπου δεν παρατηρείται ασβεστολιθική σειρά, η απόθεση άρχισε το Άνω Τριαδικό. Η σχιστοκερατολιθική διάπλαση συνίσταται από λεπτόκοκκα ιζήματα, δηλ. αργιλικούς σχιστόλιθους, κερατόλιθους, μάργες, ψαμμίτες και παρεμβολές πελαγικών ασβεστόλιθων. Τα ιζήματα παρουσιάζουν συνεχείς εναλλαγές, και συγκροτούν μια σειρά αρκετού πάχους που αντιπροσωπεύει ιζηματογένεση πελαγική-ωκεάνια. Μέσα στην προαναφερθείσα διάπλαση, παρεμβάλλονται οφειολιθικά σώματα, εξού και η ονομασία " σχιστοκερατολιθική με οφειόλιθους διάπλαση". Ειδικότερα στο λεκανοπέδιο της Αττικής, το γεωλογικό υπόβαθρο είναι οι "Σχιστόλιθοι της Αθήνας" (σχιστόλιθοι, κερατόλιθοι, μάργες, λευκοί ασβεστόλιθοι ηλικίας άνω Κρητιδικού, μάρμαρα) (βλ. Μουντράκης, 1985).

Όσον αφορά στην υδρολογία , οι αλπικοί και μεταλπικοί σχηματισμοί που απαντώνται στο λεκανοπέδιο μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

1. Περαιοί σχηματισμοί. Σε αυτή την κατηγορία εντάσσονται τα μάρμαρα, οι ασβεστόλιθοι και οι ψαμμίτες.
 2. Περαιοί έως ημιπεραιοί σχηματισμοί. Εδώ εντάσσονται οι χαλαροί έως ημισυνεκτικοί τεταρτογενείς και νεογενείς σχηματισμοί.
 3. Ημιπεραιοί σχηματισμοί. Είναι οι λεπτοστρωματώδεις ασβεστόλιθοι και οι οφιόλιθοι.
 4. Αδιαπέραστοι σχηματισμοί. Είναι οι σχιστόλιθοι.
- Σύμφωνα με τη γεωλογική δομή του λεκανοπεδίου διαπιστώνεται ότι:
- Το 65% της έκτασής του καλύπτεται από μεταλπικούς σχηματισμούς που σχεδόν στο σύνολό τους και κυρίως στα ανώτερα επιφανειακά τους τμήματα είναι χαλαροί έως ημισυνεκτικοί, περαιοί-ημιπεραιοί σχηματισμοί.

- Το 22% καλύπτεται από ανθρακικά υδροπερατά πετρώματα, τα οποία αναπτύσσονται περιφερειακά του λεκανοπεδίου.
- Το 13% του λεκανοπεδίου δομείται από σχιστολιθικά, υδατοστεγή πετρώματα (βλ. Κοτάμπαση & Σκέντος, 2005).



Εικόνα 16: Γεωλογικός χάρτης της λεκάνης απορροής του Κηφισού και του Ιλισού ποταμού (βλ. Κοτάμπαση & Σκέντος, 2005)

5.1.5 Υδρογραφικό δίκτυο Κηφισού ποταμού

Υδρογραφικό δίκτυο είναι το σύνολο των ανεξάρτητων ποταμών ή χειμάρρων μιας περιοχής, που συνδέονται μεταξύ τους. Αναφέρεται στην περιοχή την οποία αποστραγγίζει ο ποταμός. Ο Κηφισός είναι ο σημαντικότερος αποδέκτης των νερών του λεκανοπεδίου των Αθηνών, με υδροκρίτη το όρος Πάρνηθα. Η συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του είναι 368,15 km² ενώ ο συνολικός αριθμός των κλάδων της λεκάνης απορροής ανέρχεται σε 491. Το υδρογραφικό δίκτυο του Κηφισού ποταμού αποτελείται από κλάδους 1^{ης} και 6^{ης} τάξης με μέσο μήκος κλάδου 1,08 km. Κυριότεροι παραπόταμοί του είναι τα ρέματα Βατουριώνας και Φλέβα Ρουβίκωνος που αποστραγγίζουν τις νότιες πλαγιές της Πάρνηθας και τα ρέματα Φασίδερι, Κοκκιναρά και Ποδονόφτης που αποστραγγίζουν τις πλαγιές του δυτικού Πεντελικού.

5.1.5.1 Υδρογραφική συχνότητα- Υδρογραφική πυκνότητα

Η τιμή της υδρογραφικής συχνότητας¹ για το υδρογραφικό δίκτυο του Κηφισού είναι 1,33. Αντίστοιχα η τιμή της υδρογραφικής πυκνότητας² είναι 1,44. Οι σχετικά χαμηλές τιμές των δύο παραμέτρων υποδεικνύουν τραχεία υδρογραφική υφή και φτωχή αποστράγγιση. Φυσικά, σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση των συγκεκριμένων παραμέτρων διαδραματίζει η λιθολογία της περιοχής. Στις μικρότερες λεκάνες αποστράγγισης όπου και απαντώνται νεογενείς αποθέσεις και αλπικοί σχηματισμοί οι τιμές πυκνότητας- συχνότητας είναι χαμηλότερες, ενώ στις τεταρτογενείς αποθέσεις οι αντίστοιχες τιμές είναι σαφέστατα υψηλότερες. Αναλυτικότερα, στις υπόγειες κατωφέρειες των ορεινών όγκων, στον ορεινό όγκο της Πάρνηθας και στις εκβολές του Κηφισού ποταμού, παρατηρούνται οι πιο χαμηλές τιμές που επηρεάζουν σημαντικά τις συνολικές τιμές της λεκάνης απορροής (βλ. Κοτάμπαση & Σκέντος, 2005).

5.1.6 Τα υπόγεια ύδατα της λεκάνης του Κηφισού

Το υπόγειο υδατικό δυναμικό της λεκάνης του Κηφισού είναι περιορισμένο, επειδή όπως έχει ήδη αναφερθεί, μεγάλο μέρος της λεκάνης καλύπτεται από πετρώματα αδιαπέρατα ή μικρής περατότητας. Οι υδροφορείς αναφέρονται κυρίως στα ασβεστολιθικά πετρώματα ή στο ευρύ, κατά τα άλλα, αλλουβιακό πεδίο προσχώσεων του ποταμού.

Στους ασβεστολιθικούς σχηματισμούς των ορεινών τμημάτων της λεκάνης παρατηρούνται κάποιες καρστικές υδροφορίες, οι οποίες όμως είναι σε καθεστώς υπερεκμετάλλευσης (π.χ. ανώτερο μάρμαρο Πεντέλης, Κεφαλαρίου-Εκάλης) ή εκκενώνουν τα νερά τους σε χαμηλότερα υψομετρικά σημεία εκτός λεκάνης (π.χ. κατώτερο μάρμαρο Πεντέλης, μάρμαρα Υμηττού, κρυσταλλικοί ασβεστόλιθοι Πάρνηθας, ασβεστόλιθοι Αιγάλεω). Σε διάφορα υψόμετρα υπάρχουν μικρές πηγές, τοπικού όμως ενδιαφέροντος. Η προσφορά με υπόγειες μεταγίσεις προς τα πορώδη ιζήματα του εσωτερικού της λεκάνης είναι ασήμαντη.

1 Υδρογραφική συχνότητα: Ο λόγος του συνολικού αριθμού των κλάδων των κοιτών όλων των τάξεων σε μία λεκάνη απορροής προς το εμβαδόν της λεκάνης

2 Υδρογραφική πυκνότητα: Ο λόγος του συνολικού μήκους των κλάδων όλων των τάξεων που υπάρχουν εντός της λεκάνης απορροής προς το εμβαδόν της λεκάνης.

Στο κεντρικό προσχωματικό τμήμα της λεκάνης παρατηρείται υδροφορία μέτριου δυναμικού τόσο λόγω του μικρού κλάσματος των κατεισδύσεων των βροχών όσο και λόγω της μέτριας περατότητας των προσχώσεων. Διηθήσεις από την απορροή του ποταμού είναι πλέον ελάχιστες λόγω του εγκιβωτισμού ή της απομόνωσης της κοίτης του. Η προσχωματική υδροφορία είναι ανοικτή προς την θάλασσα. Το δυναμικό της είναι περιορισμένο και έχει εκτιμηθεί στα 10-15x106 m3. Παρά το γεγονός ότι η εκμετάλλευση της προσχωματικής υδροφορίας δεν έχει πλέον εντατικούς ρυθμούς, το ισοζύγιο είναι μάλλον αρνητικό οδηγώντας, έτσι, στην περαιτέρω υφαλμύριση των υδροφόρων. Η προσχωματική υδροφορία είναι επίσης υποβαθμισμένη λόγω διήθησης ρύπων ανθρωπογενούς ή βιομηχανικής προέλευσης. Το πέρασμα της γραμμής του μετρό των Αθηνών προς Αιγάλεω προσέφερε χρήσιμα στοιχεία για τις υδραυλικές ιδιότητες των προσχώσεων, παλαιών και νέων, του Κηφισού και για το δυναμικό τους.

Οι όποιες βαθιές υδροφορίες υπάρχουν σε σχηματισμούς κάτω από τις προσχώσεις έχουν άναρχο χαρακτήρα στην κατανομή τους και σημαντική αδυναμία στην ανανέωση των αποθεμάτων τους. Δεν παρουσιάζουν συνεπώς ενδιαφέρον εκμετάλλευσης (βλ. Κοτάμπαση & Σκέντος, 2005).

5.1.7 Χρήσεις γης στο ευρύτερο περιβάλλον

Οι χρήσεις γης, που εφαρμόζονται στις περιοχές εκατέρωθεν του Κηφισού και των παραχειμάρρων του, ποικίλλουν και εμφανίζουν έντονες διαφοροποιήσεις μεταξύ του διευθετημένου και μη διευθετημένου τμήματος του, και εντός της Λεκάνης Απορροής του Κηφισού [ΛΑΚ]. Η άνω ΛΑΚ περιέχει επιφάνειες με σχετικώς αραιή δόμηση έως ανέπαφες που συνιστούν το ~60% της ΛΑΚ (περιλαμβάνουν κυρίως τις «έσω» κλιτύες Πάρνηθας και Πεντέλης και ~1/3 των ~35 km του Κηφισού). Στο υπόλοιπο της ΛΑΚ υπάρχει κορμός αποχετευτικού δικτύου ομβρίων υδάτων, ο δε κάτω ρους του Κηφισού είναι σχεδόν πλήρως εγκιβωτισμένος (~7 km, με οροφή του αγωγού το κατάστρωμα της απόληξης της Εθνικής Οδού). Οι οικονομικές δραστηριότητες διαφοροποιούνται αντιστοίχως, και περιλαμβάνουν αναψυχή, κτηνοτροφία, υπηρεσίες, και ρυπογόνες βιοτεχνίες κυρίως από τον μέσο ρου του Κηφισού και κάτω.

Τα στοιχεία, που παρουσιάζονται στη συνέχεια, προήλθαν από τη μελέτη Επικαιροποίησης του Σχεδιασμού Αντιπλημμυρικής Προστασίας Περιοχών της Αττικής (βλ. Εξάρχου κ.ά., 2004), η οποία εκπονήθηκε για τη Γενική Γραμματεία Δημοσίων Έργων του Υπουργείου Υποδομών.

Στο ανάντη τμήμα τις περιοχής του Κόκκινου Μήλου και συγκεκριμένα στις περιοχές των πηγών, στην Πεντέλη και στην Πάρνηθα, κυριαρχούν τα δάση και οι θαμνώδεις εκτάσεις. Αν και οι δασικές εκτάσεις της Πεντέλης στα ανατολικά της λεκάνης απορροής έχουν μειωθεί λόγω πυρκαγιών, οι αναδασώσεις των τελευταίων ετών φαίνεται να αυξάνουν ικανοποιητικά τη δασοκάλυψη. Στις περιοχές του Κρυονερίου, Άνοιξης, Αγίου Στεφάνου, Εκάλης, Νέας Ερυθραίας, Κηφισιάς, Λυκόβρυσης και Μεταμόρφωσης εμφανίζεται διακεκομμένη αστική δόμηση. Επίσης, πρέπει να αναφερθούν χρήσεις που αφορούν εξορύξεις ορυκτών και εντοπίζονται στην Άνοιξη, γεωργική γη, φυσική βλάστηση και σύνθετα συστήματα καλλιέργειας στον Αγ. Στέφανο και το Κρυονέρι, περιοχή στην οποία υπάρχουν, επίσης, εκτάσεις αμπελώνων και ελαιώνων. Βιομηχανικές ζώνες παρατηρούνται στην περιοχή της Εκάλης, στη Βαρυμπόμπη και στο ύψος του κόμβου της Μεταμόρφωσης, όπου ταυτόχρονα εμφανίζονται ελαιώνες και αμπελώνες. Στο κατάντη τμήμα η εικόνα είναι εντελώς διαφορετική. Οι μόνες χρήσεις εκατέρωθεν του διευθετημένου ποταμού και των συμβαλλόντων στους δήμους Νέας Φιλαδέλφειας, Νέας Χαλκηδόνας, Αγίων Αναργύρων, Αιγάλεω, Αγίου Ιωάννη Ρέντη, Ταύρου, είναι η εκτεταμένη συνεχής αστική δόμηση και,

ενδιάμεσα σε αυτή, εμπορικές και βιομηχανικές ζώνες. Το ομαλό ανάγλυφο των περιοχών αυτών συνέβαλε σε αυτή την εξέλιξη της περιοχής (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).

5.1.8 Παρόχθιο οικοσύστημα

Τον Απρίλιο 2007, έγινε μια περιήγηση-αυτοψία από τους Αποστολίδη και Αδαμόπουλο στα πλαίσια έρευνας του Φορέα Διαχείρισης Κηφισού και Παραχειμάρρων, στο βόρειο τμήμα του Κηφισού Ποταμού και πιο συγκεκριμένα στις περιοχές της ζώνης Α του Προεδρικού Διατάγματος προστασίας του για να καταγραφεί η βλάστηση και η γενικότερη κατάσταση του φυσικού χώρου. Οι φυτικοί οργανισμοί, όπως είναι γνωστόν, αποτελούν το πρώτο τροφικό επίπεδο, στο οποίο στηρίζονται τα υπόλοιπα. Οικοσυστήματα με πλούσια χλωρίδα συνήθως παρουσιάζουν και πλούσια πανίδα και είναι εν γένει σταθερά οικοσυστήματα. Η έννοια της ποικιλίας άλλωστε σε μια βιοκοινότητα δείχνει ουσιαστικά τις δυνατότητες αυτής για ισορροπία και ευστάθεια. Σημαντικές παρατηρήσεις που έγιναν και αφορούν τη βλάστηση είναι οι ακόλουθες:

- 1) Η χλωρίδα δεν αποτελείται πάντοτε από παραποτάμια είδη και όπου αυτό συμβαίνει, με κύριο είδος δένδρου τον πλάτανο, τα επιμέρους άτομα είναι συνήθως αραιά και κακόμορφα, ενώ σπανιότατα είναι σε καλή κατάσταση. Το γεγονός αυτό αντικατοπτρίζει την άσχημη κατάσταση του ποταμού και των παραρευμάτων του.
- 2) Φυτοκοινωνίες πλατάνου διαπιστώθηκαν σε 11 από τα 16 σημεία δειγματοληψίας. Σε 6 από τις 11 περιπτώσεις χαρακτηρίστηκαν ότι είναι σε καλή κατάσταση. Οι φυτοκοινωνίες πλατάνου συγκρινόμενες με αυτές περιοχών που περιλαμβάνονται στο δίκτυο NATURA 2000, είναι φτωχότερες σε είδη, με λιγότερο ανεπτυγμένα φυτά, ενώ τα υδρόφιλα συνοδά είδη της φυτοκοινωνίας (*Equisetum arvense*, *Carex pendula*, *Carex distans*) παρουσιάζουν φτωχή διασπορά και μικρή κάλυψη του εδάφους.
- 3) Στη βλάστηση παρεισφρύουν σε μεγάλο βαθμό φυτά των πευκοδασών και των ανοιχτών πεδινών χώρων, γεγονός που υποδηλώνει ότι το παραποτάμιο στοιχείο έχει πιεστεί σε μια όλο και στενότερη ζώνη, σε όλο και μικρότερο ζωτικό χώρο.

5.1.9 Σημαντικότητα του ποτάμιου οικοσυστήματος του Κηφισού για την Αττική

Η υδραυλική σημασία του Κηφισού για την ελληνική πρωτεύουσα θεωρείται εξαιρετικά σημαντική καθώς αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα του κύκλου του ύδατος στην Αττική γη και, παράλληλα, η περιβαλλοντική του αξία είναι ανεκτίμητη στο πέρασμα των χρόνων.

Στην Αρχαία Αθήνα, η λατρεία του Κηφισού ως θεού και η παρουσία του αγάλματός του στο δυτικό αέτωμα του Παρθενώνα αποτελούν ενδείξεις της αναγνώρισης της σημασίας του για την αθηναϊκή γη. Τα νερά του Κηφισού καθιστούσαν γόνιμα τα εδάφη της δυτικής πλευράς του Λεκανοπεδίου, γεγονός που συνέβαλε στην ανάπτυξη της γεωργίας στην περιοχή αυτή. Παράλληλα, αρχαιολογικά ευρήματα μαρτυρούν την ύπαρξη αρδευτικών αγωγών μεταφοράς νερού από τον ποταμό μέσω των Μακρών Τειχών. Το Αδριάνειο Υδραγωγείο κατασκευάστηκε πλησίον του Κηφισού το 2^ο αιώνα μ.Χ. με σκοπό την εξυπηρέτηση αναγκών ύδρευσης, αξιοποιώντας το υδατικό δυναμικό του ποταμού και μεταφέροντας νερό στη Δεξαμενή (στην περιοχή του σημερινού Κολωνακίου). Η χρησιμοποίηση των υδάτων του Κηφισού για άρδευση των καλλιεργούμενων εκτάσεων της τότε κοιλάδας του Κηφισού συνεχίστηκε και μέχρι τα τέλη του 19^{ου} αιώνα, ενώ η ομορφιά

των τοπίων εκατέρωθεν του ποταμού είναι καταγεγραμμένη σε κείμενα διαφορετικών περιόδων.

5.1.10 Παρούσα κατάσταση

Οι ανάγκες για ύδρευση, μετά από την πληθυσμιακή έκρηξη των τελευταίων 60 ετών στην πρωτεύουσα, ήταν εξαιρετικά αυξημένες. Τα ύδατα των δύο σημαντικότερων αττικών ποταμών, του Κηφισού και του Ιλισού, ήταν περιορισμένα και φυσικά δεν επαρκούσαν για την κάλυψη των αναγκών. Ως εκ τούτου αναζητήθηκαν διαφορετικές λύσεις (Μόρνος – Λ. Υλίκη). Ωστόσο, σήμερα ο Κηφισός καλείται να διαδραματίσει έναν διαφορετικό ρόλο στη ζωή των κατοίκων, τουλάχιστον στα τμήματα που δεν είναι πλέον καλυμμένος. Μπορεί επίσης να βελτιώσει τις συνθήκες διαβίωσης των κατοίκων, καθώς αποτελεί ένα αξιόλογο υδάτινο οικοσύστημα που φιλοξενεί αρκετά είδη χλωρίδας και πανίδας και, επίσης, είναι ο φυσικός αποδέκτης των νερών της βροχής. Επιπλέον, διαδραματίζει τον ρόλο ενός φυσικού αγωγού εξαιρισμού και είναι πηγή οξυγόνου για το Λεκανοπέδιο. Συγκεκριμένα, η κατεύθυνση του ποταμού, τα γεωφυσικά του χαρακτηριστικά του και το ανάγλυφο του εδάφους υποβοηθούν την κατεύθυνση των ανέμων από τον βορρά προς τον νότο, η οποία έχει ως αποτέλεσμα την απομάκρυνση του νέφους από την Αθήνα (βλ. Μαμάσης, 2008). Επομένως, η σημαντικότητα του Κηφισού και των ρεμάτων που συμβάλλουν σε αυτόν είναι αδιαμφισβήτητη και η παρουσία τους εξυπηρετεί, πέρα από αισθητικούς και υδραυλικούς σκοπούς, τις ανάγκες διαμόρφωσης των κατάλληλων συνθηκών ζωής για τους Αθηναίους.

5.1.11 Νομοθεσία

Χρονολογία σταθμός για τον Κηφισό Ποταμό, τα συμβάλλοντα ρέματα και τις παρακηφίσιες περιοχές αποτέλεσε το 1994, έτος θέσπισης του Προεδρικού Διατάγματος Φ.Ε.Κ. 632Δ/1994 για την προστασία τους. Προηγουμένως, η ελληνική νομοθεσία δεν προέβλεπε καμία προστασία για το ποτάμιο αυτό οικοσύστημα, αγνοώντας τις περιβαλλοντικές και αρχαιολογικές του διαστάσεις και αναγνωρίζοντας τον Κηφισό μόνον ως υδάτινο αντιπλημμυρικό υποδοχέα. Σύμφωνα με το άρθρο 1 του Π.Δ. Φ.Ε.Κ. 632Δ/1994: «Οι εκτός σχεδίου και εκτός ορίων οικισμών περιοχές των Δήμων Αχαρνών, Μεταμόρφωσης, Νέας Φιλαδέλφειας, Κηφισιάς, Νέας Ερυθραίας και των Κοινοτήτων Άνοιξης, Εκάλης και Κρυονερίου καθορίζονται ως ζώνη προστασίας του Κηφισού ποταμού και των ρεμάτων που εκβάλλουν σε αυτόν. Ειδικότερα η ζώνη αυτή εκτείνεται από το Νεκροταφείο του Κόκκινου Μύλου στο Δήμο Νέας Φιλαδέλφειας έως τις νότιες κλιτύες του όρους Πάρνηθα και τις Κοινότητες Άνοιξης και Κρυονερίου».

Το Π.Δ. Φ.Ε.Κ. 632Δ/27-6-1994 μέσα στη ζώνη προστασίας του Κηφισού ποταμού και των παραχειμάρρων του όρισε δύο περιοχές Α και Β, θεσπίζοντας πολεοδομικούς κανόνες και ορίζοντας τις επιτρεπόμενες χρήσεις γης εντός αυτών. Στις περιοχές Α περιλαμβάνονται οι εκτάσεις που είναι σε απόσταση 50m εκατέρωθεν του άξονα της κοίτης του ποταμού και των ρεμάτων και χαρακτηρίζονται ως ζώνη υπαίθριας αναψυχής, περιβαλλοντικής αγωγής και γεωργικής χρήσης όπου δεν επιτρέπεται η δόμηση και η αλλοίωση της φυσικής μορφής του τοπίου με έργα κάθε είδους. Οι περιοχές Β εκτείνονται μεταξύ των ορίων των περιοχών Α και των Ορίων της Ζώνης Προστασίας και χαρακτηρίζονται ως ζώνη γεωργικής χρήσης, κατοικίας και δραστηριοτήτων αναψυχής, πολιτισμού, περιβαλλοντικής αγωγής και αθλητισμού. Το συγκεκριμένο διάταγμα τροποποιήθηκε από το ΦΕΚ 796Δ/3-8-1994, καθώς εκ παραδρομής δεν είχε συμπεριληφθεί πίνακας στο παράρτημα.

Το Π.Δ. Φ.Ε.Κ. 632Δ/ 1994 προέβλεπε, ταυτόχρονα, την προστασία του ποταμού από τις νομίμως υφιστάμενες βιομηχανίες και βιοτεχνίες της Α ζώνης, επιβάλλοντας για τη συνέχιση της άδειας λειτουργίας τους την έγκριση μελέτης περιβαλλοντικών επιπτώσεων, η οποία θα έπρεπε να περιλαμβάνει και μέτρα αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος και της αισθητικής του τοπίου. Ο συνολικός χρόνος λειτουργίας των παραπάνω εγκαταστάσεων δεν θα υπερέβαινε τη δεκαετία από την έκδοση του διατάγματος. Ωστόσο, δόθηκαν δύο παρατάσεις από τα υπουργεία ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. και Ανάπτυξης, αντιστοίχως, με την τελευταία προθεσμία να λήγει στις 27 Ιουνίου 2009. Σήμερα, δύο χρόνια μετά τη λήξη και της τελευταίας προθεσμίας οι εν λόγω εγκαταστάσεις εξακολουθούν και λειτουργούν κανονικά (Χάρτης Α Ζώνης Προστασίας του Κηφισού Ποταμού).

Το 2002 το Π.Δ. 346/2002 Φ.Ε.Κ. Α 287/28.11.2002 θεσπίζει τη σύσταση και τη λειτουργία νομικού προσώπου ιδιωτικού δικαίου με επωνυμία «Φορέας Διαχείρισης και Ανάπλασης Κηφισού Αττικής και των παραχειμμάτων του-ΦΔΑΚ». Η περιοχή αρμοδιότητας του ΦΔΑΚ είναι η έκταση εντός των ζωνών προστασίας του ποταμού και των παραχειμμάτων του. Σκοπός της σύστασης του ΦΔΑΚ είναι η αποκατάσταση, διατήρηση και βελτίωση των φυσικών λειτουργιών της περιοχής του Κηφισού, των παραχειμμάτων και της ευρύτερης λεκάνης απορροής μέσω εφαρμογής της ισχύουσας νομοθεσίας, της προώθησης σχεδίων δράσης και της διαχείρισης και αξιοποίησης των φυσικών πόρων. Ο Φορέας συντάσσει πενταετές σχέδιο διαχείρισης, καλείται να μελετά, να αξιολογεί και να εφαρμόζει μέτρα για την ανάπλαση της περιοχής και να επεξεργάζεται, σε συνεργασία με άλλους φορείς, στοιχεία για τις εκτάσεις αρμοδιότητας (Χάρτης Β Ζώνης Προστασίας Κηφισού Ποταμού). Οι διάφορες νομοθετικές διατάξεις, γενικότερες και ειδικότερες, μαζί με τα Π.Δ 632Δ/1994 και 346/2002, που αφορούν στον Κηφισό Ποταμό και τους συμβάλλοντες αυτού, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα με χρονολογική σειρά.

Πίνακας 12: Νομοθετικές διατάξεις για την προστασία του Κηφισού ποταμού και των ρεμάτων (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).

Π.Δ ή Νόμος	Έτος	Περιεχόμενο
N.1650	1986	Προστασία των ποταμών, επιφανειακών και υπογείων υδάτων θεωρουμένων ως φυσικών πόρων και οικοσυστημάτων
Π.Δ. 632Δ	1994	Προστασία Κηφισού ποταμού και παρακηφισίων περιοχών
N.3010	2002	Εναρμόνιση Ν.1650 με βάση Κοινοτικές Οδηγίες 97/11/Ε.Ε. και 96/61/Ε.Ε. με διαδικασία οριοθέτησης και ρυθμίσεις για υδατορέματα
Π.Δ. 346	2002	Σύσταση και λειτουργία του ΦΔΑΚ
N.3019	2003	Σύσταση Εθνικής Επιτροπής Υδάτων, Εθνικού Συμβουλίου Υδάτων, Κεντρικής Υπηρεσίας Υδάτων, Γνωμοδοτικής Υπηρεσίας Υδάτων και

5.1.12 Περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις

Το υδάτινο οικοσύστημα του Κηφισού και των παραχειμμάτων του έχει υποστεί ποικίλες αλλοιώσεις από τις χρόνιες ανθρώπινες επεμβάσεις. Σύμφωνα με τον ΦΔΑΚ (Φορέας Διαχείρισης και Ανάπτυξης Κηφισού) το σημαντικότερο από τα προβλήματα, που αντιμετωπίζει σήμερα ο ποταμός, είναι η ρύπανση από την απόθεση στερεών απορριμμάτων. Ρύπανση προκαλείται επίσης και από υγρά επικίνδυνα βιομηχανικά απόβλητα αλλά παρατηρείται επιπλέον και μόλυνση από αστικά λύματα, τα οποία μέσω παράνομων συνδέσεων καταλήγουν στον κύριο ποταμό ή στους συμβάλλοντες. Το ποτάμι έχει λειτουργήσει δηλαδή ως «χωματερή» όλων των υποπροϊόντων των ανθρώπινων δραστηριοτήτων, ιδιαίτερα από το 1960 και μετέπειτα. Ταυτόχρονα, οι επιχωματώσεις των ρεμάτων, εκτός από την υποβάθμιση του οικοσυστήματος, δεν επιτρέπουν στον αποδέκτη να λειτουργήσει προστατευτικά σε περίπτωση πλημμύρας, αφού τα πρανή και η κοίτη καταστρέφονται.

Η ραγδαία πληθυσμιακή αύξηση στο Λεκανοπέδιο επιβάρυνε περαιτέρω την κατάσταση του Κηφισού, καθώς σήμανε και τη σχεδόν άναρχη οικιστική ανάπτυξη. Στα κτίσματα, που έχουν ήδη περιορίσει ή και εξαφανίσει ρέματα, έρχονται να προστεθούν η αυθαίρετη δόμηση, οι περιφράξεις και οι μη επιτρεπόμενες χρήσεις γης στις περιοχές προστασίας.

Η σημερινή εικόνα του Κηφισού είναι απογοητευτική. Δεκαεννέα (19) χρόνια μετά την έκδοση του πρώτου Π.Δ. για την προστασία του, τα αποτελέσματα δεν είναι καθόλου ικανοποιητικά. Η θεσμοθετημένη προστασία σε συνδυασμό με την λειτουργία του ΦΔΑΚ απέτρεψαν σε αρκετές περιπτώσεις περαιτέρω επιβάρυνση του υδάτινου οικοσυστήματος. Ωστόσο, δεν κατάφεραν να επιλύσουν τα προβλήματα που ήδη υπήρχαν, όπως οι μη επιτρεπόμενες εγκαταστάσεις που υπήρχαν πριν το 1994, ή να βελτιώσουν κατά πολύ την κατάσταση.

Σημαντικό τμήμα του Κηφισού, από τις πηγές του έως τον κόμβο της Βαρυμπόμπης, διατηρεί τη φυσική του μορφή με ελάχιστες αλλοιώσεις. Ταυτόχρονα με την ελεγχόμενη κατάσταση εντός των ζωνών προστασίας στην περιοχή, παρέχονται ελπίδες για τη βελτίωση και την προστασία του ποταμού. Περισσότερες παρεμβάσεις παρατηρούνται στο τμήμα από τη γέφυρα της Βαρυμπόμπης έως και τη Μεταμόρφωση, όπου η παρουσία βιομηχανιών και βιοτεχνιών καθιστούν την κατάσταση δύσκολα αντιστρέψιμη. Τέλος, το τελευταίο τμήμα του Κηφισού, που καταλήγει στο Φαληρικό όρμο, δεν διατηρεί κανένα στοιχείο της μορφολογίας του ποταμού καθώς είναι πλήρως διευθετημένο και καλυμμένο. Γενικώς στο διευθετημένο τμήμα του Κηφισού από τις Τρεις Γέφυρες μέχρι την εκβολή του στη θάλασσα αλλά και στα συμβάλλοντα ρέματα, καταλήγουν πάσης φύσεως φερτά υλικά και παράνομες συνδέσεις λυμάτων.

Φυσικά η εμπλοκή των κατοίκων σε κάθε περιοχή είναι σημαντική σε σχέση με την προστασία των φυσικών περιοχών. Κατά γενική ομολογία λοιπόν των κατοίκων των περιοχών που διαρρέει ο Κηφισός και όσων είναι ευαίσθητοποιημένοι για το μέλλον του, ο ανασταλτικότερος παράγοντας στις ενέργειες ανάπτυξης και προστασίας του υδάτινου οικοσυστήματος και των παραποτάμιων περιοχών είναι το ιδιοκτησιακό καθεστώς και η

αποφυγή ακραίων λύσεων, όπως η κατεδάφιση αυθαίρετων κατοικιών ή τμημάτων βιομηχανιών.

Στον άνω ρου του ποταμού, αν και όπως αναφέρθηκε προηγουμένως οι αλλοιώσεις του φυσικού περιβάλλοντος είναι σαφώς περιορισμένες σε σχέση με τα υπόλοιπα τμήματα, δεν παύουν να παρατηρούνται παράνομες ανθρώπινες επεμβάσεις που επιβαρύνουν το ευρύτερο οικοσύστημα. Πρόκειται για εγκαταστάσεις και δραστηριότητες, που έρχονται σε αντίθεση με τις επιταγές του Π.Δ. Φ.Ε.Κ. 632Δ/27-6-1994 για την προστασία του Κηφισού, των παρακηφισίων περιοχών και των συμβαλλόντων ρεμάτων. Παραδείγματα αποτελούν τα αυθαίρετα κτίσματα εντός των φυσικών σχηματισμών και των ζωνών προστασίας, η βιομηχανική δραστηριότητα, τα έργα στα πρηνή της κοίτης του ποταμού με επιχωματώσεις και αποψίλωση δέντρων, η ανάπτυξη οδικού δικτύου οριζοντίως και καθέτως του άξονα των παραχειμάρων, η ανεξέλεγκτη απόθεση σκουπιδιών, καθώς και η κτηνοτροφική δραστηριότητα. Συνολικά και στις δύο Ζώνες Προστασίας έχουν καταγραφεί από τον Φορέα Διαχείρισης και Ανάπλασης του ποταμού περισσότερες από 500 αυθαιρεσίες (Χάρτης Συγκέντρωσης Παράνομων Εγκαταστάσεων στην Α και Β Ζώνη Προστασίας). Ως προς την Α Ζώνη Προστασίας (ζώνη περιβαλλοντικής αγωγής, υπαίθριας αναψυχής και γεωργικής χρήσης), παρατηρούνται κατά μήκος του Κηφισού πολλές αυθαίρετες κατοικίες, ιδιαίτερα στις περιοχές Κηφισιάς, Νέας Ερυθραίας, Εκάλης, όπου έχουν χτιστεί ιδιόκτητα σπίτια στα πρηνή Ταυτοχρόνως, έντονη βιομηχανική δραστηριότητα, εντός της ίδιας ζώνης, καταγράφεται στην περιοχή της Βαρυμπόμπης με εγκαταστάσεις επεξεργασίας μαρμάρων και οικοδομικών υλικών.

Εντός της Β Ζώνης του Κηφισού τα προβλήματα που παρουσιάζονται είναι όμοια με αυτά που απαντώνται στη Ζώνη Α αλλά πολύ πιο εκτεταμένα, καθώς εμφανίζονται συνεχόμενα σε ολόκληρο το μήκος του ποταμού. Η βιοτεχνική-βιομηχανική δραστηριότητα είναι ανεξέλεγκτη και δεν τηρούνται οι περιορισμοί στους όρους δόμησης, όπως προβλέπει το Π.Δ. Φ.Ε.Κ. 632Δ/27-6-1994. Μάλιστα, υπάρχουν περιπτώσεις όπου εκτάσεις πρασίνου έχουν υποβαθμιστεί λόγω της παρουσίας στην περιοχή μηχανημάτων βαριάς βιομηχανίας. Ως προς τους παραποτάμους του Κηφισού, η υποβάθμισή τους είναι εντονότερη. Είναι γεγονός ότι δεν είναι σαφώς προσδιορισμένος ο αριθμός των συμβαλλόντων ρεμάτων στον Κηφισό. Οι παράνομες ανθρώπινες επεμβάσεις στους συμβάλλοντες πραγματοποιούνται με μεγαλύτερη ευκολία, καθώς ποτέ δεν υπήρξε συστηματικός και συντονισμένος έλεγχος της κατάστασής τους. Πρόκειται για αυθαιρεσίες που αφορούν σε μπαζώματα και εκτροπές κοιτών, σε οικοδομήματα και περιφράξεις, όπως και σε εγκιβωτισμούς με σκοπό την κατασκευή δρόμων για εξυπηρέτηση των οικοπεδούχων.

Τέλος, σε όλα τα προηγούμενα έρχεται να προστεθεί η χρόνια αδιαφορία που επέδειξαν οι αρμόδιες αρχές,. Για παράδειγμα, κομμένοι κορμοί και κλαδιά συσσωρευμένα παρατηρούνται συσσωρευμένα στις όχθες (βλ. φωτογραφίες από την περιοχή μελέτης στη συνέχεια) εμποδίζοντας σε πολλά τμήματα τη ροή του νερού, φύλλα και μούχλα έχουν καλύψει τα διάφορα μονοπάτια που οδηγούν στο ποτάμι, παλιές εγκαταστάσεις αγωγών ομβρίων επιβαρύνουν περισσότερο τα ύδατα, τμήματα πέτρινων γεφυριών που ένωναν τις όχθες του ποταμού έχουν γκρεμιστεί. Όλα αυτά συνθέτουν μία εικόνα γενικής εγκατάλειψης του οικοσυστήματος.

5.1.13 Διαχείριση υγρών αποβλήτων

Στην ευρύτερη λεκάνη του Κηφισού και πλησίον των υπό μελέτη σταθμών, υφίσταται και λειτουργεί το Κέντρο Επεξεργασίας Λυμάτων Μεταμόρφωσης (ΚΕΛΜ). Το ΚΕΛΜ κατασκευάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1980. Αποτελεί τη μοναδική εγκατάσταση υποδοχής και επεξεργασίας οικιακών βοθρολυμάτων στον Νομό Αττικής εξυπηρετώντας

Δήμους και Κοινότητες που στερούνται αποχετευτικού δικτύου. Με την αδιάλειπτη λειτουργία του ΚΕΛΜ απαλείφθηκαν οι ανεξέλεγκτες εκκενώσεις λυμάτων, κυρίως σε ρέματα, με αποτέλεσμα την αναβάθμιση και προστασία του περιβάλλοντος όσον αφορά στα επιφανειακά και υπόγεια ύδατα.

Η λειτουργία της πρώτης φάσης με επεξεργασία αμιγών βοθρολυμάτων άρχισε τον Ιούλιο 1984. Τον Μάρτιο 1986 τέθηκε σε λειτουργία ολόκληρο το Κέντρο με την επεξεργασία του συνόλου των βοθρολυμάτων της Αττικής και αστικών λυμάτων από τμήματα των βορείων προαστίων. Τα επεξεργασμένα λύματα αποχετεύονται στο ρέμα της Πύρνας.

Η δυναμικότητα των εγκαταστάσεων ανέρχεται σε 24.000 m³ βοθρολυμάτων ημερησίως και 20.000 m³ αστικών λυμάτων ημερησίως, συνολικού οργανικού φορτίου 30.470 km BOD ημερησίως που αντιστοιχεί σε ισοδύναμο πληθυσμό 500.000 κατοίκων. Σύμφωνα με πρόσφατα λειτουργικά στοιχεία, το ΚΕΛΜ δέχεται ημερησίως 700 βυτιοφόρα λυμάτων (μέσος ετήσιος όρος 550) που αντιστοιχούν σε 11.000 m³ βοθρολυμάτων ημερησίως και περί τα 10.000 m³ αστικών λυμάτων ημερησίως. Η απόδοση της εγκατάστασης είναι άνω του 97%.

Οι εγκαταστάσεις του ΚΕΛΜ περιλαμβάνουν εσχарισμό, δεξαμενές πρωτοβάθμιας καθίζησης, δεξαμενή αερισμού όπου συντελείται η βιολογική επεξεργασία με τη μέθοδο της ενεργού ιλύος, δευτεροβάθμια καθίζηση, απολύμανση νερού με υποχλωριώδες νάτριο, αναερόβια χώνευση ιλύος και αφυδάτωσή της, σύστημα τηλεέλεγχου, χημικό - μικροβιολογικό εργαστήριο, δηλαδή ό,τι προβλέπει ένα σύστημα βιολογικού καθαρισμού. Η λειτουργία του ΚΕΛΜ, σαφώς έχει βοηθήσει προς την κατεύθυνση της προστασίας του ποταμού (http://www.eydap.gr/index.asp?a_id=206).

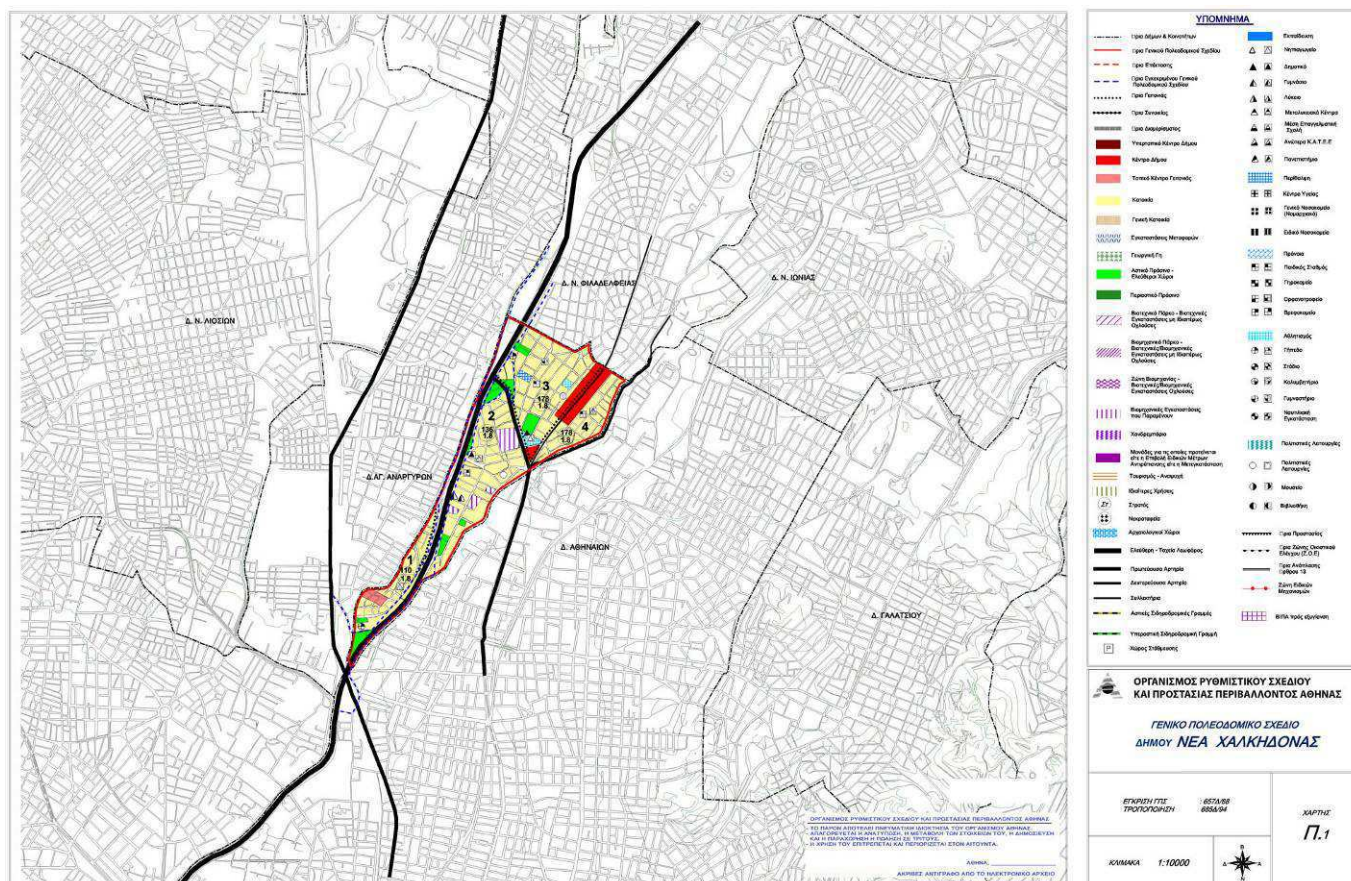
5.2 Περιοχή μελέτης

Η περιοχή μελέτης επελέγη ώστε να καλύψει δειγματοληπτικά σημεία αναφοράς για το ποτάμι- πηγές, 'καθαρός σταθμός', 'ρυπασμένος σταθμός', εκβολές. Οι καλλικρατικοί δήμοι στους οποίους υπάγονται τα παραπάνω σημεία είναι εκείνοι του Διονύσου, της Κηφισιάς, Φιλαδέλφειας-Χαλκηδόνas, και του Παλαιού Φαλήρου. Τα γενικά στοιχεία που αφορούν στην έδρα, έκταση και τον πληθυσμό τους παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πίνακας 13: Γενικά στοιχεία δήμων της περιοχής μελέτης
(<http://www.statistics.gr/portal/page/portal/ESYE>)

Δήμος	Έδρα	Έκταση (km ²)	Πληθυσμός (απογραφή 2011)
Διονύσου	Άγιος Στέφανος	68,66	40.193
Κηφισιάς	Κηφισιά	34,03	70.600
Φιλαδέλφειας	Νέα Φιλαδέλφεια	3,73	35.556
Παλαιού Φαλήρου	Παλαιό Φάληρο	4,60	64.021

Ο δήμος Διονύσου είναι ένας νέος δήμος της Περιφέρειας Αττικής, ο οποίος συστάθηκε με το πρόγραμμα Καλλικράτης και περιλαμβάνει τις περιοχές του

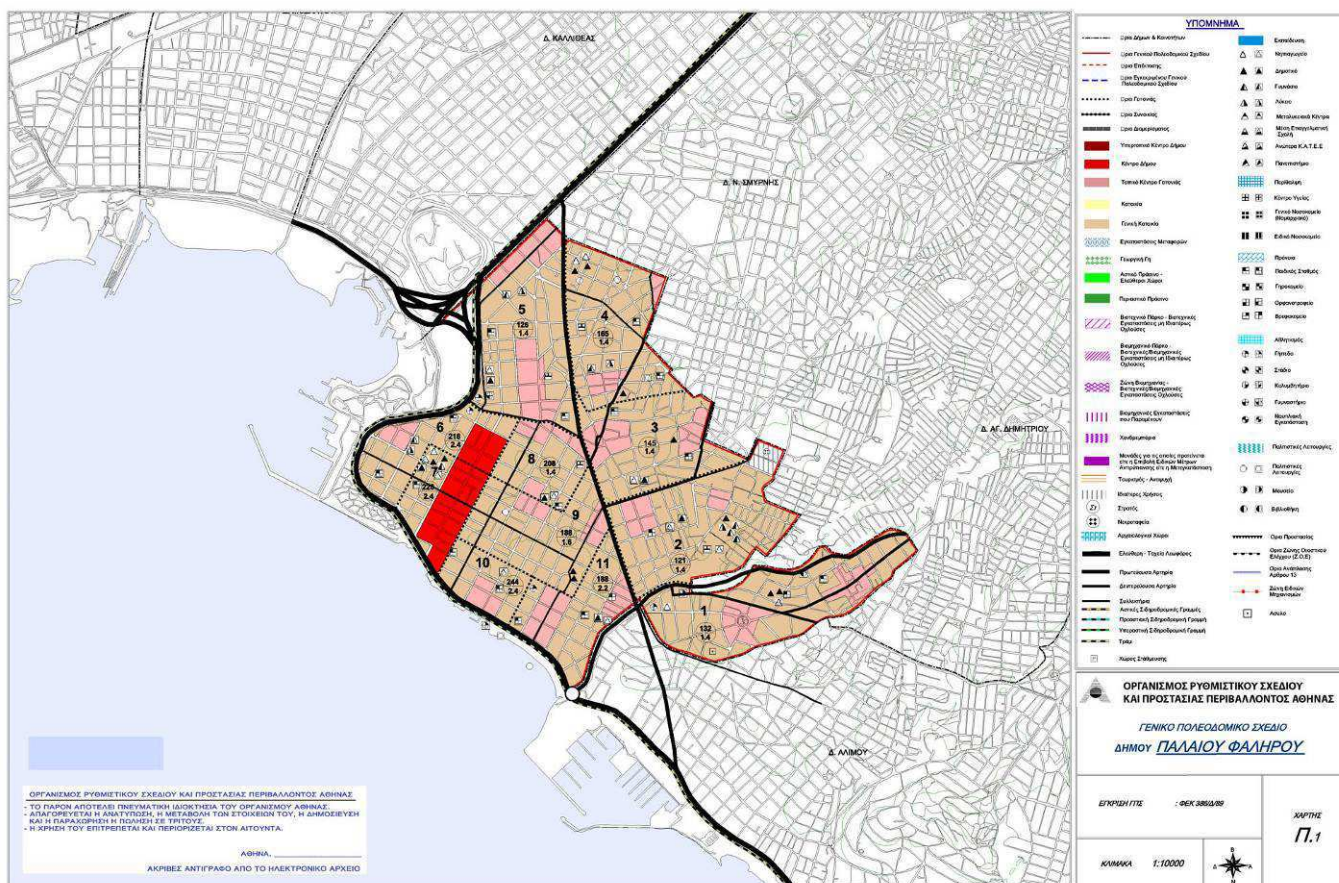


Εικόνα 19: Χρήσεις γης Νέας Χαλκηδόνος (<http://www.organismosathinas.gr/>)

Από το 1946 και μετέπειτα, το Παλαιό Φάληρο αρχίζει να διακρίνεται λόγω της ιδιαίτερης θέσης του και να μεταβάλλεται σε προάστιο με πολλές εξοχικές κατοικίες πλούσιων οικογενειών. Αργότερα αναπτύσσεται και εμπορικά λόγω της εξάπλωσης του πληθυσμού προς τα νότια προάστια, κατέχοντας μέχρι σήμερα εξέχουσα θέση στις προτιμήσεις των κατοίκων του Λεκανοπεδίου, γεγονός που αποτυπώνεται και στις τιμές των ακινήτων. Το Φάληρο ανήκει στις περιοχές της Αθήνας με τις υψηλότερες τιμές ανά τετραγωνικό μέτρο. Ιδιαίτερα μετά το 1974, αρκετοί ομογενείς από την Κωνσταντινούπολη εγκαταστάθηκαν στο Παλαιό Φάληρο, όπου αποτελούν μια ιδιαίτερα ζωντανή κοινότητα. Οι Θερινοί Ολυμπιακοί Αγώνες του 2004 έφεραν σημαντικές αλλαγές στο Παλαιό Φάληρο:

- Επέστρεψε το τραμ στην παραλιακή λεωφόρο (Λεωφ. Ποσειδώνος), ως μέρος των έργων που έγιναν για την εξυπηρέτηση της συγκοινωνίας της Αθήνας για τους αγώνες και
- Σταμάτησε τη λειτουργία του ο Ιππόδρομος στο Φαληρικό Δέλτα, ο οποίος λειτούργησε στο Δέλτα από το 1925 έως το 2003-4.

Σήμερα, ως χρήση γης, αναφέρεται αμιγώς η οικιστική, με εμφανή την απουσία τόσο βιομηχανικής ζώνης, όσο και πρασίνου.



Εικόνα 20: Χρήσεις γης Παλαιού Φαλήρου (<http://www.organismosathinas.gr/>)

Οι κλίσεις στην παρακηφίσια περιοχή μελέτης είναι μεγαλύτερες στους πρόποδες της Πάρνηθας και της Πεντέλης και μικρότερες πλησίον του Κηφισού. Ταυτοχρόνως, η γεωλογία της περιοχής συντίθεται από λιμνοχερσαίους σχηματισμούς εκατέρωθεν της κοίτης του Κηφισού ποταμού, στις παρυφές της Πάρνηθας στην περιοχή της Βαρυμπόμπης και περιμετρικά της Κηφισιάς. Επίσης, στην ευρύτερη περιοχή της Κηφισιάς απαντώνται σχιστολιθικοί σχηματισμοί, μάρμαρα Β.Α. Αττικής και Μάρμαρα Πεντέλης. Τέλος, στην ευρύτερη περιοχή του Διονύσου υπάρχουν αργιλικές αποθέσεις (Κροκαλολατυποπαγή Καπανδριτίου) και στην Πάρνηθα ασβεστόλιθοι.

5.3 Υπάρχουσες μελέτες ανάπλασης – διαχείρισης

5.3.1 Μελέτες Ανάπλασης των Παρακηφισίων Περιοχών

Σύμφωνα με τον Φορέα Ανάπλασης και Διαχείρισης Κηφισού (ΦΔΑΚ) οι διαθέσιμες μελέτες, για τον ποταμό και τους παραχειμάρρους, είναι περιορισμένες. Δεν έχουν πραγματοποιηθεί περιβαλλοντικές μελέτες και ο ΦΔΑΚ δεν έχει στη διάθεσή του όσες υδρολογικές μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί και αφορούν τα ποτάμια της Αττικής. Οι δύο μελέτες ανάπλασης, που αφορούν αποκλειστικά στον Κηφισό ποταμό είναι δύο. Η πρώτη έγινε το 1994 από τον Οργανισμό Ρυθμιστικού Σχεδίου και Περιβάλλοντος (ΟΡΣΑ) Αθήνας, και η δεύτερη το 2007 από την ομάδα του αρχιτέκτονα-πολεοδόμου Καθηγητή κ. Βασίλη Ζώτου. Ταυτοχρόνως, η δυνατότητα παρέμβασης στις παρακηφίσιας περιοχές αποτέλεσε

ιδιαίτερα ενδιαφέρον θέμα διπλωματικών εργασιών, κυρίως φοιτητών των σχολών της Αρχιτεκτονικής, οι οποίοι ασχολήθηκαν με το θέμα της αστικής αλλά και περιβαλλοντικής επανένταξης του ποτάμιου οικοσυστήματος, που συνθέτουν ο Κηφισός και τα συμβάλλοντα ρέματα, στον αττικό ιστό.

5.3.1.1 Μελέτη Ανάπλασης Κηφισού του Οργανισμού Ρυθμιστικού Σχεδίου και Περιβάλλοντος Αθήνας

Από την ίδρυση του Οργανισμού της Αθήνας έγινε επεξεργασία προγραμμάτων και μελετών για την υλοποίηση του Ρυθμιστικού Σχεδίου της Αθήνας, επικεντρώνοντας το ενδιαφέρον στην ανασυγκρότηση του αστικού χώρου και στην οργάνωση και προστασία του περιαστικού χώρου με ιδιαίτερη έμφαση στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης. Παράλληλα, με το πρόγραμμα ΑΤΤΙΚΗ S.O.S τέθηκαν σημαντικοί στόχοι που θα οδηγούσαν στην αναβάθμιση της ποιότητας ζωής για τους κατοίκους της Αττικής και στην αειφόρο ανάπτυξη της ελληνικής πρωτεύουσας. Ο χρόνος υλοποίησης των στόχων αφορούσε στο διάστημα 1994-1999 και πολλοί ευελπιστούσαν ότι η Αθήνα θα έμπαινε σε μία νέα αναπτυξιακή τροχιά. Ο Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Περιβάλλοντος Αθήνας (ΟΡΣΑ) λοιπόν, με άξονα τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης και με στόχο τη θεσμική προστασία του φυσικού περιβάλλοντος της Αττικής, εκπόνησε μία σειρά από μελέτες και προώθησε προεδρικά διατάγματα για την κατοχύρωση των προτάσεων που προέκυψαν. Οι μελέτες αυτές, στην περίπτωση του περιαστικού χώρου, αφορούσαν σε Ζώνες Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ), Ζώνες Προστασίας Ορεινών Όγκων, και Ζώνες Προστασίας Ρεμάτων.

Στην προσπάθεια καθορισμού Ζωνών Προστασίας Ρεμάτων ο Οργανισμός Αθήνας έθεσε ως πρωταρχικό στόχο την ολοκληρωμένη οικολογική διαχείριση των ρεμάτων, τα οποία στο εξής δεν θα είναι καλυμμένα, των περιοχών γύρω από αυτά και την ένταξή τους στο ενιαίο δίκτυο των χώρων πρασίνου της Αττικής. Η οικολογική αυτή διαχείριση είχε ως στόχο να αποκαταστήσει έναν πνεύμονα οξυγόνου και κλιματισμού για την Αθήνα, να διατηρήσει τα είδη χλωρίδας και πανίδας που απαντώνται εκεί και να ενισχύσει την επαφή του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον.

Για την υλοποίηση των ανωτέρω ο Οργανισμός Αθήνας προώθησε:

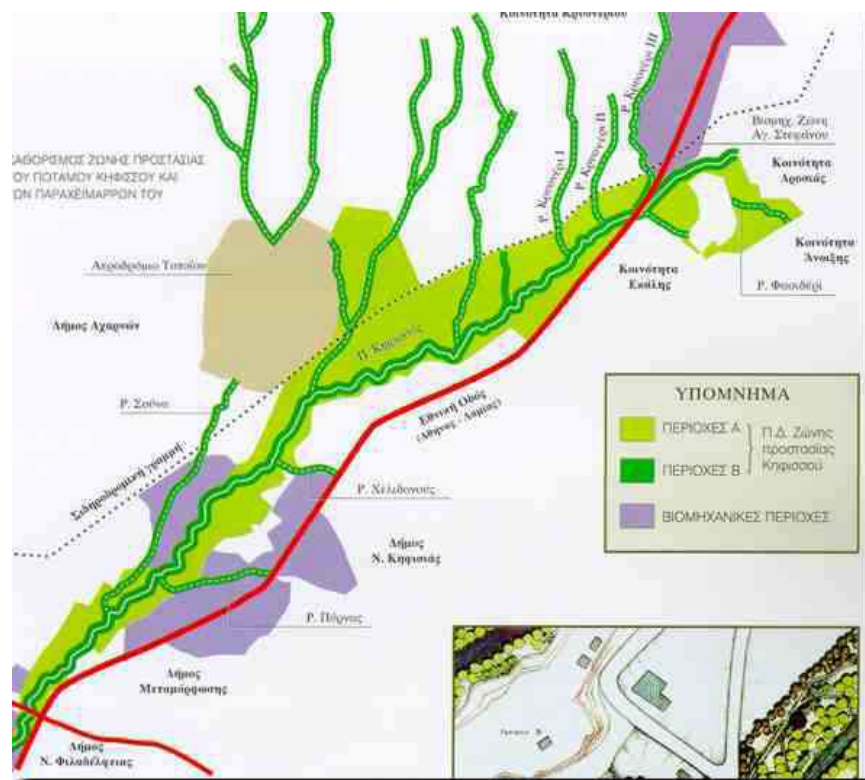
- ✓ Τον καθορισμό κοινών αρχών σχεδιασμού των έργων διευθέτησης των ρεμάτων καθώς και των έργων στις παραρεμάτιες ζώνες μεταξύ όλων των συναρμοδίων φορέων.
- ✓ Την εκπόνηση πιλοτικών μελετών για την «Προστασία των ρεμάτων και των παραρεμάτιων ζωνών» με τον καθορισμό ζωνών προστασίας καθώς και χρήσεων γης, όρων και περιορισμών δόμησης εντός αυτών. Μία τέτοια πιλοτική μελέτη αποτέλεσε η παρέμβαση για την προστασία του Κηφισού ποταμού.
- ✓ Τον καθορισμό «ζωνών προστασίας των ρεμάτων» στα πλαίσια των μελετών για τον προσδιορισμό των Ζωνών Οικιστικού Ελέγχου (ΖΟΕ).
- ✓ Την ένταξη των ρεμάτων στο ενιαίο δίκτυο ελεύθερων χώρων πρασίνου και πράσινων διαδρομών με την κατά το δυνατόν ενοποίηση του αστικού και περιαστικού πράσινου, των ορεινών όγκων και των ακτών.
- ✓ Την ιεράρχηση, την αξιολόγηση, τον καθορισμό προτεραιοτήτων με κριτήρια, περιβαλλοντικά και ιστορικά.
- ✓ Τη σύνταξη κατευθύνσεων και προδιαγραφών για τον καθορισμό των παραρεμάτιων ζωνών καθώς και των χρήσεων εντός αυτών.

Απόρροια της μελέτης που εκπόνησε ο Οργανισμός Ρυθμιστικού Σχεδίου και Περιβάλλοντος Αθήνας για την προστασία του Κηφισού ποταμού ήταν το Προεδρικό

Διάταγμα Προστασίας Κηφισού ΦΕΚ 632Δ/27-6-94, το οποίο εντάσσεται στο γενικότερο πλαίσιο θεσμικής προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος της πρωτεύουσας. Οι επιμέρους στόχοι που επιδιώχθηκε να επιτευχθούν με την εφαρμογή του συγκεκριμένου Π.Δ. ήταν:

- ✚ Η αποκατάσταση του φυσικού αντιπλημμυρικού συστήματος στην Αττική.
- ✚ Η προστασία και η **ενίσχυση** των ποτάμιων οικοσυστημάτων, που συνθέτουν ο Κηφισός και τα συμβάλλοντα ρέματα.
- ✚ Η βελτίωση του μικροκλίματος στην πρωτεύουσα και η καταπολέμηση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης.
- ✚ Ο διαχωρισμός των διαφορετικών χρήσεων γης και η διατήρηση της ιδιαίτερης φυσιογνωμίας των επιμέρους περιοχών.
- ✚ Η σύνδεση του ανθρωπογενούς περιβάλλοντος με το φυσικό.
- ✚ Η ανάδειξη τοπίων ιδιαίτερου κάλλους.
- ✚ Η αισθητική αναβάθμιση του αστικού χώρου.
- ✚ Η επαφή του ανθρώπου με το φυσικό περιβάλλον μέσω της δημιουργίας ελεύθερων χώρων αναψυχής και περιπάτου.

Με το Προεδρικό Διάταγμα προστασίας του ποταμού Κηφισού ΦΕΚ 632/Δ/27-6-94 διακρίνονται δύο προστατευόμενες ζώνες, Α και Β, εντός των οποίων ισχύουν ειδικές χρήσεις γης, όρια κατάτμησης, όροι και περιορισμοί δόμησης. Η ζώνη υψηλής και απόλυτης προστασίας Α περιλαμβάνει εκείνες τις εκτάσεις που υπάρχουν σε απόσταση 50m εκατέρωθεν του άξονα της κοίτης του ποταμού και των χειμάρρων του και επιτρέπεται μόνον υπαίθρια αναψυχή ή γεωργική χρήση και απαγορεύεται παντελώς η δόμηση. Στη ζώνη χαμηλότερης προστασίας Β περιλαμβάνονται οι εκτάσεις μεταξύ των ορίων των περιοχών Α και των ορίων της ζώνης προστασίας. Αυτές καθορίζονται ως ζώνες γεωργικής χρήσης, κατοικίας και δραστηριοτήτων αναψυχής, πολιτισμού, αθλητισμού και κατασκήνωσης. Στην περίπτωση αυτή ισχύουν όροι και περιορισμοί δόμησης μικρότεροι από τους ισχύοντες σήμερα στην εκτός σχεδίου περιοχή.



Εικόνα 21:
Καθορισμός Ζωνών
Προστασίας Κηφισού, Μελέτη ΟΡΣΑ 1994 (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).

Όπως είναι εμφανές, ο ΟΡΣΑ έκανε μια αρκετά εμπειριστατωμένη εργασία, η οποία συνέβαλε στην προστασία του ποταμού και μάλιστα οδήγησε και στο πρώτο ΠΔ για τον Κηφισό. Συν τω χρόνω όμως, τα μέτρα ατόνησαν, ο ΟΡΣΑ άρχισε να υπολειπεται (έλλειψη κονδυλίων και προσωπικού), και για πολλά χρόνια ο ποταμός αφέθηκε στην τύχη του. Στο γεγονός αυτό συνέβαλε και το γεγονός ότι το ΠΔ του 1994 διέπετο από γενικότητα καθώς δεν περιελάμβανε συγκεκριμένα μέτρα, τα οποία θα οδηγούσαν στην υλοποίηση των στόχων που είχαν τεθεί.

5.3.1.2 Μελέτη Ανάπλασης Κηφισού (Ομάδα Καθηγητή Βασίλη Ζώτου)

Στις αρχές του 2007 η εφημερίδα «Καθημερινή» και ο τηλεοπτικός και ραδιοφωνικός σταθμός «ΣΚΑΪ» ξεκίνησαν μια εκστρατεία για τη σωτηρία του Κηφισού Ποταμού με κεντρικό σύνθημα «Η φύση πεθαίνει, κάνε κάτι». Με εκτεταμένα άρθρα και τηλεοπτικές ή ραδιοφωνικές εκπομπές με θέμα τον Κηφισό αλλά και άλλες πρωτοβουλίες όπως ο εθελοντικός καθαρισμός των όχθων από μπάζα και σκουπίδια, επιδιώχθηκε η αφύπνιση των πολιτών απέναντι σε ένα εξαιρετικά σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα της Αττικής και η ενημέρωσή τους για τις διάφορες καταπατήσεις και αυθαιρεσίες, οι οποίες συντελούν στην υποβάθμιση του οικοσυστήματος. Στο κάλεσμα αυτό ανταποκρίθηκαν τοπικοί φορείς, περιβαλλοντικές οργανώσεις και πλήθος κόσμου, το οποίο συμμετείχε στην απομάκρυνση 180 τόνων μπαζών από τις όχθες του Κηφισού στην περιοχή των Αδάμων στην Ν. Κηφισιά και στις εκβολές του στο Φάληρο.

Στη προσπάθεια αυτή συμμετείχαν ενεργά ο αρχιτέκτονας-πολεοδόμος Καθηγητής κ. Βασίλης Ζώτος με ομάδα μηχανικών διαφόρων ειδικοτήτων, οι οποίοι εργάστηκαν εθελοντικά και δημοσίευσαν μία ολοκληρωμένη μελέτη αποκατάστασης του ποταμού και ανάπλασης των παραποτάμιων περιοχών. Η ομάδα μελέτης πλέον ήταν γνωστή ως «Ομάδα του Κηφισού». Για την ίδιο τον κ. Ζώτο και την ομάδα του η πρόκληση δεν ήταν τόσο το έργο της ανάπλασης αλλά σημαντικότεροι στόχοι, όπως:

- Η ενίσχυση του κοινωνικού ενδιαφέροντος για την αποκατάσταση του ποταμού και των παραποτάμιων ζωνών.
- Η δυνατότητα πραγματοποίησης δραστηριοτήτων στις όχθες του Κηφισού.
- Η ανάδειξη του ποταμού ως αστικό ορόσημο και πόλο τουριστικής έλξης για την Αθήνα.
- Η βελτίωση της προσβασιμότητας του κοινού στις παραποτάμιες περιοχές.

Η γενική ιδέα επί της οποίας δομήθηκε το σχέδιο ανάπλασης είναι η εξέλιξη του Κηφισού ως επιμήκους γραμμικού μητροπολιτικού πάρκου, το οποίο θα αποτελεί συγχρόνως διάδρομο εξερισμού για το λεκανοπέδιο διοχετεύοντας τον αέρα από τους βόρειους ορεινούς όγκους στο δομημένο περιβάλλον. Εντός του μητροπολιτικού πάρκου, δίνεται η δυνατότητα δημιουργίας πεζοδρόμου και ποδηλατοδρόμου, καθ' όλο το μήκος του ποταμού, και προβλέπεται η σύνδεση του τελευταίου με τον ποδηλατοδρόμο Ν. Φαλήρου- Βάρκιζας. Η σύνδεση του ποταμού με το κατοικημένο περιβάλλον και η ένταξή του στον αστικό ιστό προβλέπεται μέσω διαβάσεων πεζών, γεφυρών και κατασκευών που θα οδηγούν σε χώρους υπαίθριας αναψυχής με πυκνή φύτευση, η οποία θα συμβάλλει στην αισθητική βελτίωση του τοπίου και θα μειώνει το θόρυβο από τις παρακείμενες οδούς. Στους χώρους αυτούς θα φιλοξενοούνται πολιτιστικές και αθλητικές δραστηριότητες ήπιας μορφής.

Αναλυτικότερα, η μελέτη διαρθρώθηκε σε δύο μέρη. Αρχικά, πραγματοποιήθηκε περιβαλλοντική ανάλυση του ποταμού από τις πηγές έως τις εκβολές του, η οποία οδήγησε στη διάκριση τριών διαδοχικών παρόχθιων τμημάτων, που καταλαμβάνουν ολόκληρο το μήκος της ροής του ποταμού και αποτελούνται από υποπεριοχές με ίδια χαρακτηριστικά και

προβλήματα. Από την ανάλυση προέκυψαν τα τμήματα Α, Β και Γ. Η εξωαστική ζώνη Α εκτείνεται από τις πηγές του Κηφισού έως την Ν. Φιλαδέλφεια και παρουσιάζει λιγότερα προβλήματα περιβαλλοντικής υποβάθμισης του ποτάμιου οικοσυστήματος. Η περιοχή θα μπορούσε, σύμφωνα με την ομάδα μελέτης, να χαρακτηριστεί ως εθνικός δρυμός και οι προτεινόμενες παρεμβάσεις είναι ήπιας μορφής.

Το τμήμα Β αφορά σε ένα αστικό αττικό κομμάτι που διαρρέει ο Κηφισός, (Ν. Φιλαδέλφεια, Περιστέρι, Αγ. Ανάργυροι) με περισσότερα προβλήματα αλλά και περισσότερες δυνατότητες ανάδειξης. Στην δεύτερη φάση μία περιοχή του δευτέρου τμήματος επιλέγεται για την εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης πρότασης ανάπλασης. Το νοτιότερο τμήμα Γ, τέλος, είναι η παραποτάμια εκείνη περιοχή, κατάντη του Β, η οποία εμφανίζει τα περισσότερα σημάδια περιβαλλοντικής και αισθητικής υποβάθμισης, καθώς πρόκειται για το πλήρως εγκιβωτισμένο τμήμα της ροής του ποταμού, ο οποίος διέρχεται κάτω από τη λεωφόρο Κηφισού. Οι δυνατότητες παρέμβασης στο τελευταίο τμήμα της ροής του Κηφισού είναι σαφώς περιορισμένες.

Στις εικόνες 22, 23 και 24 παρουσιάζονται οι βασικές προτάσεις για την ανάδειξη των ζωνών Α, Β και Γ, αντιστοίχως, έτσι όπως καθορίστηκαν από την ομάδα μελέτης:

Για το τμήμα ανάντη της περιοχής της Ν. Φιλαδέλφειας, το οποίο παρουσιάζει σε μεγάλο βαθμό αναλλοίωτα φυσικά χαρακτηριστικά και λιγότερα προβλήματα, προτείνονται σύμφωνα με τη μελέτη τα ακόλουθα:

- ✓ Η διατήρηση και η ανάδειξη του φυσικού περιβάλλοντος
- ✓ Η προστασία και ο εμπλουτισμός της χλωρίδας και της πανίδας
- ✓ Η σύνδεση και η ενοποίηση των παρόχθιων περιοχών
- ✓ Η διευκόλυνση της προσβασιμότητας για το κοινό
- ✓ Οι ήπιες παρεμβάσεις και δραστηριότητες



Εικόνα 22: Πρόταση της ομάδας μελέτης για τμήμα ανάντη της περιοχής της Ν. Φιλαδέλφειας (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).

Για το τμήμα εντός του αστικού ιστού (Ν. Φιλαδέλφεια, Περιστέρι, Αγ. Ανάργυροι) η ομάδα Ζώτου προτείνει:

- ✓ Ενοποίηση και σύνδεση των παρόχθιων περιοχών
- ✓ Δημιουργία πόλων πρασίνου
- ✓ Σύνδεση με το αστικό περιβάλλον (μονοπάτια, σκάλες, ράμπες κ.τ.λ.)
- ✓ Ήπιες μορφές αναψυχής και διασκέδασης
- ✓ Αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων



Εικόνα 23: Πρόταση της ομάδας μελέτης για τμήμα εντός του αστικού ιστού (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).

Για το τμήμα κάτω από τη λεωφόρο Κηφισού προτείνονται τα εξής:

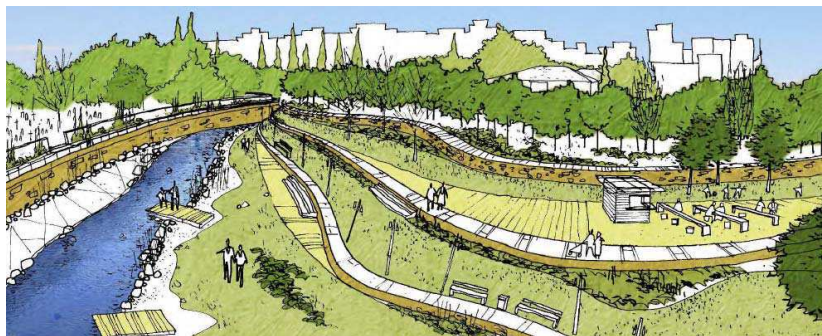
- ✓ Η δημιουργία γέφυρας που θα ενώνει τις παρόχθιες περιοχές
- ✓ Η σύνδεση με το οικιστικό περιβάλλον
- ✓ Η δημιουργία υπαίθριας αγοράς, αθλητικού πάρκου, εκθεσιακών χώρων και χώρων άλλων εκδηλώσεων

Εικόνα 24: Πρόταση της ομάδας μελέτης για τμήμα κάτω από τη λεωφόρο Κηφισού (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).



Το δεύτερο μέρος της μελέτης της ομάδας, επικεντρώνεται σε μία περιοχή εντός της αστικής ζώνης με παραμελημένα τμήματα πρασίνου εντός των προστατευόμενων ζωνών του Κηφισού. Πρόκειται για τον Κόκκινο Μύλο στη Νέα Φιλαδέλφεια. Η ομάδα μελέτης, αφού ανέλυσε και κατέγραψε την κατάσταση των παρόχθιων τμημάτων, κατέληξε σε μια πρόταση ανάπλασης, η οποία περιλαμβάνει τη δημιουργία χώρων πρασίνου με διαδρόμους για την πρόσβαση των επισκεπτών και ξύλινων κατασκευών (π.χ. ξύλινα κιόσκια και παγκάκια) για την εξυπηρέτησή τους. Επίσης, προβλέπονται και άλλοι ανοιχτοί χώροι δραστηριοτήτων όπως γήπεδα ποδοσφαίρου και μπάσκετ, παιδικές χαρές κ.τ.λ. Πλησίον αυτών θα αναπτυχθούν υπαίθριοι χώροι για την κάλυψη των αναγκών στάθμευσης των επισκεπτών. Παράλληλα, μέσω γεφυρών για πεζούς θα πραγματοποιείται η ένωση των απέναντι όχθων και η περιοχή σε όλο το μήκος της θα ενισχυθεί με διάφορα είδη βλάστησης, τα οποία θα είναι σε αρμονία με την ήδη υπάρχουσα και ψηλά δέντρα που θα μειώνουν το θόρυβο και τη σκόνη από την Εθνική Οδό, που υπάρχει σε κοντινή απόσταση.

Εικόνα 25 : Ομάδα Καθηγητή Ζώτου Κόκκινος Μύλος, Νέα Φιλαδέλφεια, Γραμμικό Πάρκο Κηφισού (βλ.Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).



Για τη διευκόλυνση της πρόσβασης στον ποταμό θα κατασκευαστούν μονοπάτια, σκάλες και εξέδρες που θα επιτρέπουν στο κοινό μια άμεση και ασφαλή επαφή με τον Κηφισό. Η κίνηση εντός της περιοχής ανάπλασης θα επιτρέπεται αποκλειστικά σε πεζούς και ποδηλάτες, οι οποίοι θα μπορούν να χρησιμοποιούν τις ειδικά κατασκευασμένες διαδρομές. Ο φωτισμός του παραποτάμιου τμήματος θα γίνεται με τη χρήση εναλλακτικών μορφών ενέργειας (π.χ. φωτοβολταϊκών συστημάτων). Στα πλαίσια της ανάπλασης προτάθηκε, επίσης, η ανάδειξη σημαντικών κτιρίων που είναι ήδη κτισμένα σε τμήματα πλησίον του ποταμού.

Τέλος, προτάθηκε η υλοποίηση ενός συστήματος διαχείρισης του νερού της βροχής, το οποίο θα συγκεντρώνεται σε ειδικές δεξαμενές και θα φιλτράρεται για την κάλυψη των αναγκών άρδευσης ολόκληρου του πάρκου που θα δημιουργηθεί.

Όλες αυτές οι παρεμβάσεις που πρότείνει η μελέτη, κρίθηκαν καθόλα σύμφωνες με τις επιταγές της νομοθεσίας για την προστασία του Κηφισού. Τα συγκεκριμένα έργα ανάπλασης αποτελούν ρεαλιστικές και ελπιδοφόρες προτάσεις για την ανάδειξη του ποταμού και μάλιστα θα μπορούσαν να χαρακτηριστούν σε μεγάλο βαθμό υλοποιήσιμες και βιώσιμες οικονομικά. Μάλιστα η προτεινόμενη ανάπλαση θα είχε σημαντική επίδραση όχι μόνο στην ποιότητα ζωής των κατοίκων της πρωτεύουσας αλλά θα επέφερε και οικονομικά οφέλη, καθώς θα οδηγούσε σε πολύπλευρη ανάπτυξη και καλύτερες υποδομές σε ολόκληρο το μήκος του ποταμού (βλ. Τασσοπούλου, άγνωστη χρονολογία).

5.3.2 Νέο Ρυθμιστικό Σχέδιο - Άλλες πρωτοβουλίες για την Ανάπλαση του Κηφισού

Εκτός από την ομάδα Ζώτου, η οποία συνεχίζει την προσπάθεια ευαισθητοποίησης των πολιτών και την καταγραφή των προβλημάτων και μετά την ολοκλήρωση της μελέτης, το νέο Ρυθμιστικό Σχέδιο για την Αττική με χρονικό ορίζοντα το έτος 2020, προβλέπει την ανάδειξη τριών παραρεμάτων ζωνών, αυτών του Κηφισού, του Ιλισού και του ρέματος της Πικροδάφνης. Αν και το συγκεκριμένο Ρυθμιστικό Σχέδιο δίνει ιδιαίτερη βαρύτητα, πρωτίστως, στην αναβάθμιση του κέντρου της Αθήνας, ταυτοχρόνως ασχολείται, δευτερευόντως, και με περιβαλλοντικά θέματα όπως η προστασία και η ανάδειξη των ορεινών όγκων, η προστασία της ακτογραμμής, η δημιουργία τεσσάρων διαδημοτικών πάρκων και η ανάδειξη των τριών ποταμών. Οι βασικοί στόχοι του νέου Ρυθμιστικού Σχεδίου της Αθήνας παρουσιάζονται στο Παράρτημα (Π.2. Βασικοί Στόχοι του Νέου Ρυθμιστικού Σχεδίου της Αθήνας). Βέβαια, οι προτάσεις της ομάδας Ζώτου δεν έχουν τύχει ακόμη εφαρμογής.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι ο τηλεοπτικός και ραδιοφωνικός σταθμός του «ΣΚΑΪ» συνεχίζουν να προβάλλουν θέματα που αφορούν στο περιβάλλον και ασχολούνται ιδιαίτερα με το πρόβλημα του Κηφισού. Με εκπομπές και άλλες δραστηριότητες, στις οποίες συμμετέχουν οικολογικές οργανώσεις και πολίτες, φιλοδοξούν να ενημερώνουν τους

Αθηναίους για την κατάσταση στον Κηφισό και να τους φέρνουν μέρα με τη μέρα πιο κοντά στο ποτάμι.

2^ο μέρος: Πειραματική διερεύνηση

6. Υλικά και Μέθοδοι

6.1 Εισαγωγή

6.1.1 Περιοχή μελέτης

Σκοπός της μελέτης ήταν να δοθεί μια ποιοτική εκτίμηση του Αττικού Κηφισού, εξετάζοντας κάποιες από τις βιολογικές και φυσικοχημικές παραμέτρους, υπό το πρίσμα της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα. Στην προσπάθεια αυτή, επιλέχθηκαν τα κυριότερα ρέματα-παραπόταμοι του Κηφισού- ρέμα Φασίδερι, ρέμα Χελιδονούς, ρέμα Ποδονίφτη και εκβολές, με την πεποίθηση ότι τα αποτελέσματα θα είναι αντιπροσωπευτικά και ενδεικτικά για όλο τον ποταμό. Λόγω τεχνικών δυσκολιών (έλλειψη προσβασιμότητας λόγω του αναγλύφου ή του εγκιβωτισμού του ποταμού), δεν πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες σε περισσότερα σημεία.

6.1.2 Δειγματοληψίες

Τα δείγματα συλλέχθηκαν κατά το διάστημα Ιανουάριος 2013 – Απρίλιος 2013. Ο σχεδιασμός ήθελε, δεδομένου και του περιορισμένου χρόνου, μία δειγματοληψία τον χειμώνα και μία την άνοιξη. Έτσι, με τις αντιξοότητες των καιρικών συνθηκών να διαδραματίζουν μεγάλο ρόλο, η πρώτη δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε στις 13/01 και η δεύτερη στις 14/04/2013.

Επισημαίνεται στο σημείο αυτό ότι η χρονολογική σειρά λήψης των δειγμάτων διατηρήθηκε अपαράλλαχτη για το σύνολο των δειγματοληψιών. Αυτό έγινε προκειμένου τα δείγματα για κάθε σημείο να αντικατοπτρίζουν την ποιότητα για συγκεκριμένη, σε γενικές γραμμές, ώρα της ημέρας. Με την πρακτική αυτή επιτυγχάνεται η αναγκαία συγκρισιμότητα των αποτελεσμάτων.

6.1.3 Επιλογή – Περιγραφή σημείων δειγματοληψίας

Λαμβάνοντας υπόψη όλες τις πρακτικές δυσκολίες δειγματοληψιών και τα διαθέσιμα μέσα και τις ανάγκες της παρούσας μελέτης, κατόπιν αρκετών περιηγήσεων, επιλέχθηκαν τέσσερα σημεία του ποταμού. Η ‘Άνοιξη’, μιας και η περιοχή αυτή μαζί με το ‘Κρυονέρι’, θεωρούνται βιβλιογραφικά ως οι πηγές του Κηφισού, οι ‘Αδάμες’ στη Νέα Κηφισιά, ως ένας πιο ‘καθαρός’ σταθμός, με μικρότερη ανθρωπογενή παρέμβαση για σύγκριση, η ‘Νέα Χαλκηδόνα’, αστική περιοχή, με ποικίλες πιέσεις και δεχόμενη επεξεργασμένα νερά από το ΚΕΛ Μεταμόρφωσης, και οι εκβολές στον ‘Φαληρικό όρμο’, πλήρως εγκιβωτισμένες.

Ονομασία: ΑΝ

Συντεταγμένες: Γ.Π: 38° 7'38.25"B, Γ.Μ.: 23°50'43.07"A

Υψόμετρο: 340 m

Τοποθεσία σημείου: 20 m ανάντη από τη γέφυρα του δρόμου από το εργοστάσιο της BIC (οδός Αγίου Αθανασίου), τη χαρτοβιομηχανία BEKA ΑΕ., το εργοστάσιο MITSUKO και τη WILO SA.

Ροή από ΒΔ προς ΝΑ

Απόσταση από θάλασσα 12.30 km

Περιγραφή: Πρόκειται για τμήμα του ποταμού Κηφισού (ρέμα 'Μεγάλο Φασίδερι'), με ανθρώπινη παρέμβαση - καλλιέργειες μαρουλιού, ύπαρξη γεώτρησης, τεχνητής υδατοσυλλογής, απορρίμματα, δίπλα σε βιομηχανική ζώνη.

Χαρακτηριστικά καναλιού: Μικρού πλάτους και βάθους. Αμμόδες, με μικρή κλίση και ομαλή ροή. *Platanus oreintalis*, *Cupressus sempervirens*, *Pinus sp.*.

Αίτιο επιλογής: Δείγμα κοντά στις πηγές του ποταμού.



Εικόνα 26: Σημείο δειγματοληψίας ύδατος



Εικόνα 27: Θέση δειγματοληψίας από το Google Earth

Ονομασία: ΑΔΚ

Συντεταγμένες: Γ.Π: 38° 6'8.55"B, Γ.Μ: 23°47'51.55"A

Υψόμετρο: 227 m

Ροή από ΒΑ προς ΝΔ

Απόσταση από θάλασσα 17 km

Τοποθεσία σημείου: 50 m ανάντη του δρόμου Ποταμού

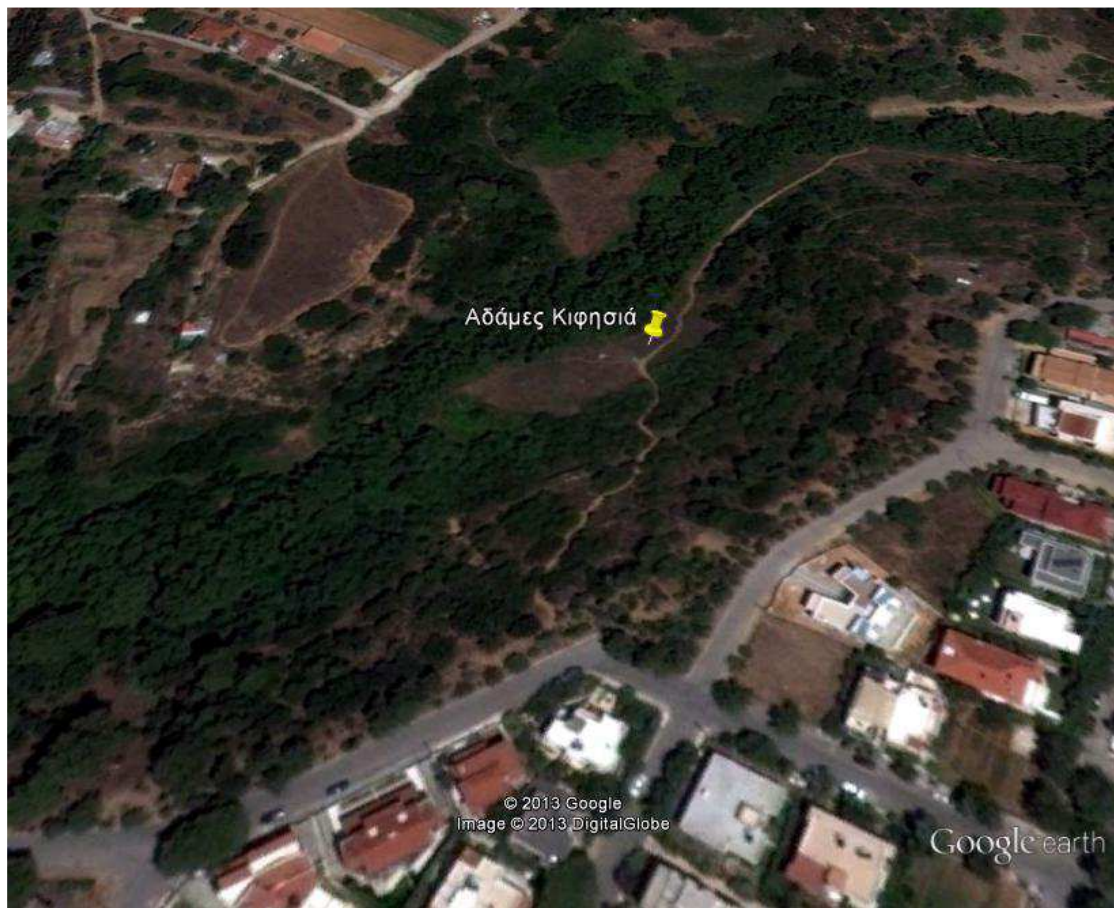
Περιγραφή: Πρόκειται για το 'ρέμα Χελιδονούς', μακριά από άμεση ανθρώπινη επιβάρυνση για αρκετή απόσταση ανάντη.

Χαρακτηριστικά καναλιού: Μικρού πλάτους και βάθους, με χαλίκια να κυριαρχούν στο υπόστρωμα. Ομαλής ροής και ύπαρξη ιχθύων, ελαστικών και απορριμμάτων σε όλα την έκταση του ποταμού, εγκατάσταση χρωματοσφαίρισης δίπλα στην κοίτη, οικιστική ανάπτυξη σε απόσταση μεγαλύτερη των 50 m.

Αίτιο επιλογής: Δείγμα από σχετικά αδιατάραχτη περιοχή



Εικόνα 28: Σημείο δειγματοληψίας ύδατος



Εικόνα 29: Θέση δειγματοληψίας από το Google Earth

Ονομασία: NX

Συντεταγμένες: Γ. Π.: $38^{\circ} 1'36.25''\text{B}$ Γ. Μ.: $23^{\circ}43'58.54''\text{A}$

Ροή από ΒΑ προς ΝΔ

Απόσταση από θάλασσα 11.73 km

Υψόμετρο: 35 m

Τοποθεσία σημείου: 30 m ανάντη του δρόμου Πατριάρχου Γρηγορίου 5^{ου}, περιοχή Συντριβάνι.

Περιγραφή: Πρόκειται για το 'ρέμα Ποδονίφτη', δίπλα σε οικιστική περιοχή. Έντονη κακοσμία βοθρολυμάτων, έντονος αφρισμός, απορρίμματα, λύματα.

Χαρακτηριστικά καναλιού: Μέσου πλάτους και μικρού βάθους, εξ αιτίας του έντονου βραχώδους υποβάθρου. Βραχώδες, έντονη κλίσης μικτής ροής.

Αίτιο επιλογής: Δείγμα από πολύ επιβαρυνμένη με ρύπανση περιοχή.



Εικόνα 30: Σημείο δειγματοληψίας ύδατος



Εικόνα 31: Θέση δειγματοληψίας από το Google Earth

Ονομασία: Φ

Συντεταγμένες: Γ. Π.: 37° 56'32.34"B, Γ.Μ.: 23°40'18.84"A

Υψόμετρο: 18 m

Τοποθεσία σημείου: 30 m πάνω σε γέφυρα

Περιγραφή: Πρόκειται για τις εκβολές, εγκιβωτισμένες, δίπλα στο Στάδιο Ειρήνης και Φιλίας (Μαρίνα Αθηνών).

Χαρακτηριστικά καναλιού: Τεχνητή κοίτη.

Αίτιο επιλογής: Δείγμα από εκβολές.



Εικόνα 32: Σημείο δειγματοληψίας ύδατος



Εικόνα 33: Θέση δειγματοληψίας από το Google Earth

6.1.4 Λήψη και συντήρηση δειγμάτων νερού

Η λήψη των δειγμάτων πραγματοποιήθηκε σε πλαστικές φιάλες εμφιαλωμένου νερού (1,5 Γ). Τα τελευταία αποσφραγίζονται επιτόπου στο σημείο δειγματοληψίας, κενώνεται το περιεχόμενο και αφού ξεπλυθούν 2-3 φορές με το υπό εξέταση νερό, πραγματοποιείται η λήψη του τελευταίου. Αυτό γίνεται κατά το δυνατό εγγύτερα στο μέσο της ροής εμβαπτίζοντας τη φιάλη μέχρι το μέσο της στήλης του ύδατος και γεμίζοντάς την πλήρως.

Αμέσως μετά, οι φιάλες, πληρωμένες με το έκαστο δείγμα, έρχονται σε επαφή με παγοκύστες προκειμένου να διατηρηθεί η θερμοκρασία του νερού σε χαμηλά επίπεδα κατά τη μεταφορά. Με το πέρας του ταξιδιού, τα δείγματα συντηρούνται στους 4 °C έως ότου πραγματοποιηθούν οι εργαστηριακές αναλύσεις (βλ. Κατσαμπάνης, 2005).

6.2 Αρχές μεθόδων μέτρησης

6.2.1 Φυσικοχημικές παράμετροι

6.2.1.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία του ύδατος μετρήθηκε στο πεδίο με θερμόμετρο υδραργύρου, σε βαθμούς Κελσίου.

6.2.1.2 Συγκέντρωση σε ιόντα υδρόγνου (pH)

Οι μετρήσεις έγιναν με το ηλεκτρονικό πεχάμετρο Microprocessor pH Meter της WTW (pH 720).

6.2.1.3 Αγωγιμότητα

Η μέτρηση της αγωγιμότητας έγινε με το αγωγιμόμετρο LF 330/SET της WTW. Μονάδα μέτρησης είναι τα mS/cm.

6.2.2 Μέτρηση νιτρικών, νιτρωδών και φωσφορικών ιόντων

Οι μετρήσεις έγιναν με ηλεκτρονικό φασματοφωτόμετρο υψηλής ανάλυσης, το C 200 Multiparameter Ion Specific Meter, της HANNA.

I) Νιτρικά

- Κλίμακα : 0,0mg/l έως 30,0mg/l
- Ανάλυση : 0,1mg/l
- Ακρίβεια : $\pm 0,5\text{mg/l} \pm 10\%$ της ανάγνωσης
- Τυπική απόκλιση : $\pm 0,1\text{mg/l}$
- Πηγή φωτός : Λάμπα βολφραμίου με μήκος κύματος στα 525nm
- Μέθοδος: Υιοθέτηση της μεθόδου μείωσης του καδμίου. Η αντίδραση μεταξύ των νιτρικών ιόντων και του αντιδραστηρίου προκαλεί μια κεχριμπαρένια απόχρωση στο δείγμα.
- Απαιτούμενα αντιδραστήρια: 1 φακελάκι HI 93728-01.

Διαδικασία μέτρησης

- Επιλέγεται ο αριθμός του προγράμματος που αντιστοιχεί στα Νιτρικά, πατώντας Program και s.
- Με τη χρήση πιπέτας, πληρώνεται η κυψελίδα με 6ml δείγματος, έως τη μέση του ύψους της, και τοποθετείται το πόμα.
- Η κυψελίδα τοποθετείται στη θέση μέτρησης με την εγκοπή στο πόμα να είναι ακριβώς στη χαραγή.
- Πατάμε ZERO και η ένδειξη 'SIP' αρχίζει να αναβοσβήνει στην οθόνη.
- Περιμένουμε λίγα δευτερόλεπτα, έως ότου η οθόνη να δείξει '-0,0-'. Ο μετρητής έχει μηδενιστεί και είναι έτοιμος για μέτρηση.
- Προσθέτουμε στην κυψελίδα το περιεχόμενο του αντιδραστηρίου HI 93728.

- ➔ Επανατοποθετείται το πώμα και η κυψελίδα ανακινείται βίαια για ακριβώς 10 δευτερόλεπτα, με κάθετες κινήσεις. Η ανάμιξη συνεχίζεται με την αναστροφή της κυψελίδας, αργά και απαλά για 50 δευτερόλεπτα, με προσοχή για να μην εισαχθεί αέρας. Ένα ίζημα παραμένει, αλλά αυτό δεν επηρεάζει τη μέτρηση. Ο χρόνος και ο τρόπος ανακίνησης μπορούν να επηρεάσουν ελαφρά τη μέτρηση.
- ➔ Η κυψελίδα τοποθετείται ξανά στην υποδοχή.
- ➔ Πατάμε TIMER και η οθόνη αρχίζει την αντίστροφη μέτρηση που αντιστοιχεί στα νιτρικά, ή περιμένουμε 4'30'' και πατάμε READ DIRECT. Και στις δυο περιπτώσεις, η ένδειξη 'SIP' θα αναβοσβήνει κατά τη διάρκεια της μέτρησης.
- ➔ Το όργανο εμφανίζει στην οθόνη υγρού κρυστάλλου τη συγκέντρωση νιτρικών-αζώτου σε mg/l. Για τη μετατροπή σε νιτρικά (NO_3^-), πολλαπλασιάζουμε με το 4,43.
- ➔ Λάθη στις μετρήσεις μπορεί να δημιουργηθούν από αμμωνία και αμμίνες, χλώριο > 2ppm, χαλκό, σίδηρο, ισχυρές οξειδωτικές ουσίες, και θείο.

II) Νιτρώδη (Χαμηλής Περιεκτικότητας)

- Κλίμακα : 0,00mg/l έως 0,35mg/l
- Ανάλυση : 0,01mg/l
- Ακρίβεια : $\pm 0,02 \text{ mg/l} \pm 4\%$ της ανάγνωσης
- Τυπική απόκλιση : $\pm 0,01\text{mg/l}$
- Πηγή φωτός : Λάμπα βολφραμίου σε μήκος κύματος 525nm.
- Μέθοδος: Υιοθέτηση της μεθόδου της EPA *Diazonization 354.1*. Η αντίδραση μεταξύ των νιτρικών και του αντιδραστήριου προσδίδει μια ροδαλή απόχρωση στο δείγμα.
- Απαιτούμενα αντιδραστήρια : 1 φακελάκι HI 93707.

Διαδικασία μέτρησης

- ➔ Επιλέγεται το πρόγραμμα για τα νιτρώδη χαμηλής περιεκτικότητας.
- ➔ Πληρώνεται η κυψελίδα με 10ml δείγματος μέχρι τη χαραγή και τοποθετείται το πώμα.
- ➔ Τοποθετείται η κυψελίδα στην υποδοχή.
- ➔ Πατάμε ZERO και η ένδειξη 'SIP' θα αναβοσβήσει στην οθόνη.
- ➔ Περιμένουμε λίγα δευτερόλεπτα και στην οθόνη θα εμφανιστεί η ένδειξη '0,0'.
- ➔ Προσθέτουμε στην κυψελίδα το αντιδραστήριο και ανακινούμε ελαφρά για 15 δευτερόλεπτα.
- ➔ Επανατοποθετούμε την κυψελίδα στην υποδοχή.
- ➔ Πατάμε το TIMER και στην οθόνη αρχίζει η αντίστροφη μέτρηση, ή περιμένουμε 6 λεπτά και πατάμε το READ DIRECT.
- ➔ Το όργανο εμφανίζει τη συγκέντρωση νιτρικών-αζώτου σε mg/l. Για τη μετατροπή σε νιτρώδη (NO_2^-), πολλαπλασιάζουμε με το 3,29.

III) Φωσφορικά (Χαμηλής Περιεκτικότητας)

- Κλίμακα : 0,00mg/l έως 2,50mg/l
- Ανάλυση : 0,01mg/l
- Ακρίβεια : $\pm 0,04\text{mg/l} \pm 4\%$ της ανάγνωσης
- Τυπική απόκλιση : $\pm 0,01\text{mg/l}$

- Πηγή φωτός : Λάμπα βολφραμίου, σε μήκος κύματος 610nm.
- Μέθοδος : Υιοθέτηση της μεθόδου του Ασκορβικού Οξέος. Η αντίδραση μεταξύ φωσφορικών και αντιδραστήριου προκαλεί κυανό χρωματισμό στο δείγμα.
- Απαιτούμενα αντιδραστήρια : 1 φακελάκι HI 93713.

Διαδικασία μέτρησης

- Επιλέγεται το πρόγραμμα των φωσφορικών χαμηλής περιεκτικότητας.
- Πληρώνεται η κυψελίδα με 10ml αρχικού δείγματος μέχρι τη χαραγή και αφού τοποθετηθεί το πώμα, ανακινείται επαρκώς. Έπειτα, τοποθετείται στην υποδοχή του φωτόμετρου.
- Πατάμε ZERO και η ένδειξη 'SIP' αναβοσβήνει στην οθόνη.
- Μετά από κάποια δευτερόλεπτα εμφανίζεται η ένδειξη '-0,0-' και το όργανο είναι έτοιμο για μέτρηση.
- Τοποθετούμε στην κυψελίδα το αντιδραστήριο και ανακινούμε απαλά για περίπου 2 λεπτά, μέχρι να διαλυθεί τελείως η σκόνη.
- Επανατοποθετούμε την κυψελίδα στην υποδοχή, πατάμε TIMER ή περιμένουμε 3 λεπτά και πατάμε READ DIRECT.
- Το όργανο δείχνει απευθείας στην οθόνη τη συγκέντρωση των φωσφορικών, σε mg/l.

6.2.3 Βιολογικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD)

Για τη μέτρηση του BOD χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αραίωσης των δειγμάτων με νερό αραίωσης. Το νερό αραίωσης περιέχει:

- Ferric chloride solution ~ Διάλυμα χλωριούχου σιδήρου ($0,25\text{g FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ σε 1L απιονισμένου νερού)
- Magnesium sulfate solution ~ Διάλυμα χλωριούχου μαγνησίου ($22,5\text{g MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ σε 1L απιονισμένου νερού)
- Calcium chloride solution ~ Διάλυμα χλωριούχου ασβεστίου ($36,4\text{g CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ σε 1L απιονισμένου νερού)
- Phosphate buffer solution (σε 500ml απιονισμένου νερού)
 - ~ 8,5g KH_2PO_4
 - ~ 21,75g K_2PO_4
 - ~ 33,4g $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
 - ~ 1,7g NH_4Cl

Η διαδικασία της μέτρησης έχει ως εξής:

Πληρώνεται μέχρι το τη μέση ένας ογκομετρικός κύλινδρος με νερό αραίωσης, χωρίς να δημιουργηθούν φυσαλίδες. Προστίθεται το δείγμα και αραιώνεται ως τη χαραγή. Το περιεχόμενο του κυλίνδρου αναδεύεται με γυάλινη ράβδο.

Πληρώνεται μια φιάλη BOD χωρητικότητας περίπου 300ml μέχρι να υπερχειλίσει και προσδιορίζεται το αρχικό διαλυμένο οξυγόνο, με οξυγονόμετρο. Η φιάλη συμπληρώνεται με αραιωμένο δείγμα, για αντικατάσταση της ποσότητας του νερού που υπερχειλίσει κατά τη βύθιση του ηλεκτροδίου του οξυγονόμετρου στη φιάλη. Λαμβάνεται μέριμνα ώστε το νερό της υπερχειλίσης να παραμείνει στα περιθώρια των ευρύστομων φιαλών κατά την πλήρωσή τους και μετά τον πωματισμό, ώστε να αποφευχθεί η είσοδος αέρος στη φιάλη.

Οι φιάλες του BOD επωάζονται για 5 ημέρες σε επωαστικό θάλαμο στους 20°C και προσδιορίζεται το τελικό διαλυμένο οξυγόνο, ξανά με το οξυγονόμετρο. Για να

μειωθεί η εξάτμιση κατά τη διάρκεια της επώασης το στόμιο της φιάλης καλύπτεται με ειδικό κάλυμμα.

Το BOD υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{BOD} = (D1 - D2) / p$$

Όπου:

D1 είναι η τιμή του αρχικού διαλυμένου οξυγόνου, σε mg/l

D2 είναι η τιμή του τελικού διαλυμένου οξυγόνου, σε mg/l και

P είναι ο συντελεστής αραίωσης του δείγματος ή ο όγκος της φιάλης προς τον όγκο του δείγματος

Σημειώνεται ότι σε δείγματα με μικρό ρυπαντικό φορτίο, εφαρμόζεται μέτρηση χωρίς αραίωση.



Εικόνα 34 : Οξυγονόμετρο και μέτρηση Δ.Ο στην πράξη

6.2.4 Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

Το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο είναι η ισοδύναμη ποσότητα οξυγόνου που απαιτείται για την οξείδωση, σε έντονα οξειδωτικό περιβάλλον, των οργανικών ενώσεων που περιέχονται σε δείγμα νερού.

Η μέθοδος μέτρησης έχει ως εξής (προσαρμοσμένη από Horan, 1989):

Γίνεται οξείδωση του δείγματος με ισχυρό οξειδωτικό διάλυμα διχρωμικού καλίου ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), σε όξινο περιβάλλον (με πυκνό θειικό οξύ- H_2SO_4) και υψηλή θερμοκρασία, παρουσία καταλύτη (Ag_2SO_4), ώστε να εξασφαλιστεί η οξείδωση των οργανικών ενώσεων. Μετά από χώνευση του μίγματος για 2 ώρες, σε υψηλή θερμοκρασία (150°C), γίνεται προσδιορισμός της περίσσειας των διχρωμικών ιόντων, με ογκομέτρηση εναμμώνιου θειικού σιδήρου [$\text{Fe}(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ - FAS]. Το οξειδούμενο οργανικό τμήμα του δείγματος υπολογίζεται ως ισοδύναμη ποσότητα οξυγόνου. Η βασική συντελούμενη αντίδραση είναι: $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} + \text{Fe}^{2+} + \text{H}^+ \rightarrow \text{Fe}^{3+} + \text{Cr}^{3+} + \text{H}_2\text{O}$.

Αναλυτικά, η μέθοδος υπολογισμού έχει ως εξής:

1. Προστίθενται $1,5 \pm 0,01 \text{ ml}$ του αντιδραστηρίου χώνευσης στον σωλήνα βρασμού (γυάλινος σωλήνας με βιδωτό πώμα)
2. Προστίθενται $2,5 \pm 0,02 \text{ ml}$ του δείγματος και ανακατεύονται καλά.
3. Προστίθενται προσεκτικά και κατά μήκος του τοιχώματος του σωλήνα, $3,5 \pm 0,05 \text{ ml}$ από το αντιδραστήριο θειικού οξέος.
4. Οι σωλήνες κλείνονται ερμητικά με το πώμα και αναδεύονται προσεκτικά με κυκλικές κινήσεις, για να γίνει πλήρης ανάμιξη και να αποφευχθεί τοπική υπερθέρμανση του σωλήνα και πιθανή θραύση του. Οι σωλήνες δεν πρέπει να αναστραφούν. Σε αυτό το στάδιο αναπτύσσεται υψηλή θερμοκρασία και γι' αυτό θα πρέπει να κρατούνται οι σωλήνες από το πώμα.
5. Οι σωλήνες τοποθετούνται στη θερμαντική συσκευή (Hach, COD reactor) στους 150°C . Μετά από 2 ώρες χώνευσης, οι σωλήνες αφήνονται να κρυώσουν σε θερμοκρασία δωματίου.
6. Το περιεχόμενο του κάθε σωλήνα μεταφέρεται σε μια κωνική φιάλη των 100 ml . Ο σωλήνας ξεπλένεται με λίγο απεσταγμένο και τα αποπλυθέντα υλικά μεταφέρονται στην κωνική.
7. Προστίθενται 1-2 σταγόνες δείκτη φεροΐνης.
8. Γίνεται ογκομέτρηση με διάλυμα FAS. Ως τελικό σημείο της ογκομέτρησης θεωρείται η απότομη αλλαγή του χρωματισμού του διαλύματος από κυανοπράσινο σε ανοικτό καστανέρυθρο. (Εστω $T \text{ ml}$ ο απαιτούμενος όγκος FAS για την τιτλοδότηση).
9. Με τον ίδιο τρόπο γίνεται και η επεξεργασία του τυφλού δείγματος, αλλά αντί για δείγμα προστίθενται $2,5 \text{ ml}$ απεσταγμένου νερού. (Εστω $B \text{ ml}$ ο απαιτούμενος όγκος για την τιτλοδότηση του τυφλού δείγματος).
10. Προστίθενται $1,5 \pm 0,01 \text{ ml}$ αντιδραστηρίου χώνευσης σε μια κωνική φιάλη των 100 ml .
11. Προστίθενται 15 ml απεσταγμένου νερού και $3,5 \pm 0,1 \text{ ml}$ αντιδραστηρίου θειικού οξέος προσεκτικά και με συνεχή κυκλική ανάδευση.
12. Προστίθενται 1-2 σταγόνες δείκτη φεροΐνης.
13. Γίνεται ογκομέτρηση με διάλυμα FAS. Ως τελικό σημείο της ογκομέτρησης θεωρείται η απότομη αλλαγή του χρωματισμού του διαλύματος από κυανοπράσινο σε ανοικτό καστανέρυθρο. Εστω $S \text{ ml}$ ο απαιτούμενος όγκος για την τιτλοδότηση.
14. Το χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\text{COD (mg/l)} = (B - T) \times 1000 \text{ mg O}_2/\text{l} / S$$

6.3 Δειγματοληψία μακροασπόνδουλων

Η δειγματοληψία των μακροασπονδύλων πραγματοποιήθηκε με τα διαθέσιμα μέσα, δηλαδή με λαβίδα, σε προσβάσιμα σημεία του ποταμού. Αυτά περιλαμβάνουν επάκρια σημεία της κοίτης συνεχώς καλυμμένα με νερό και ιδανικά πλησίον υδρόβιων μακροφύτων. Ειδικότερα, συλλέχθηκαν δείγματα από 5 τετράγωνες επιφάνειες εμβαδού $50 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$, σε μήκος κοίτης 100 m . Να τονίσουμε εδώ, ότι λόγω του γεγονότος ότι στον σταθμό δειγματοληψία 'Φάληρο', ο ποταμός είναι πλήρως εγκιβωτισμένος, δεν έγινε εκεί δειγματοληψία μακροασπονδύλων.

Η αναγνώριση έγινε στο εργαστήριο με στερεοσκόπιο Stemi 2000-C (Zeiss), βάσει των γνώσεων των εγχειριδίων «Γενική Οικολογία» (Αριανούτσου κ.ά, 2007) και «Λιμνολογία, Λιμναία και Ποτάμια Οικοσυστήματα» (Οικονόμου-Αμίλλη, 2006). Φωτογραφίες ελήφθησαν με τη φωτογραφική μηχανή Canon EOS 1000D.

6.4 Παρόχθιο οικοσύστημα

Η μελέτη του παρόχθιου οικοσυστήματος έγινε μέσω αναγνώρισης και καταγραφής των κυρίαρχων ξυλωδών taxa και μελέτης της φυσικής δομής των ποταμών με τη βοήθεια του Μοντέλου Αξιολόγησης Ποτάμιου Οικοσυστήματος RHS (River Habitat Survey). Η μελέτη πραγματοποιήθηκε στους σταθμούς 'Άνοιξη', 'Κηφισιά' και 'Νέα Χαλκηδόνα'. Ο σταθμός 'Φάληρο' είναι εντελώς τεχνητός, επομένως δεν υπάρχει εκεί παρόχθιο οικοσύστημα.

6.4.1 Τι είναι το Μοντέλο Αξιολόγησης Ποτάμιου Ενδιαιτήματος RHS (River Habitat Survey)

Σύμφωνα με την Οδηγία-Πλαίσιο για τα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα 2000/60ΕΕ, για την ολοκληρωμένη μελέτη ενός υδάτινου σώματος πρέπει να αξιολογηθούν τόσο τα βιοτικά όσο και τα αβιοτικά στοιχεία του. Στα αβιοτικά στοιχεία περιλαμβάνονται τα φυσικοχημικά και τα υδρομορφολογικά στοιχεία. Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής εργασίας εφαρμόζεται μια μέθοδος αξιολόγησης των υδρομορφολογικών στοιχείων στον Ποταμό Κηφισό, η οποία ονομάζεται «Αξιολόγηση Ποτάμιου Ενδιαιτήματος» (River Habitat Survey/RHS). Από εδώ και στη συνέχεια, χάριν συντομίας, θα αναφέρεται ως RHS.

Το πρωτόκολλο RHS είναι μια μέθοδος που σχεδιάστηκε στην Αγγλία για να χαρακτηριστεί και να εκτιμηθεί, σε γενικές γραμμές, η φυσική δομή των χειμάρρων και των ποταμών. Είναι μία μέθοδος για την εκτίμηση του φυσικού χαρακτήρα και της ποιότητας των ποτάμιων ενδιαιτημάτων και αναπτύχθηκε για να βοηθήσει στη διατήρηση και στην αποκατάσταση των ενδιαιτημάτων άγριας φύσης κατά μήκος των ποταμών και στη λεκάνη απορροής τους. Ο κύριος σκοπός του είναι να παράσχει στις διαχειριστικές αρχές του ποταμού τις πληροφορίες που απαιτούνται για τη διατήρηση και την ενίσχυση της βιοποικιλότητας, χρησιμοποιώντας τα σχέδια διαχείρισης της περιοχής και την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ως δύο μηχανισμούς για την επίτευξη αυτού του στόχου (βλ. Βούρκα, 2007).

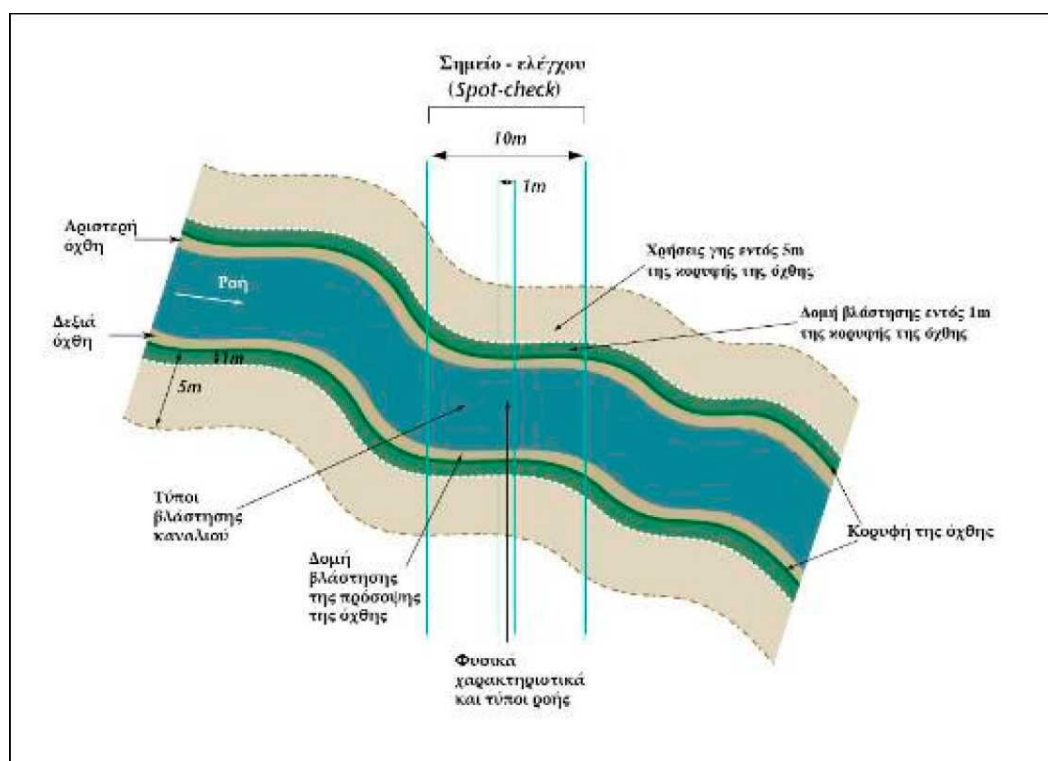
Το RHS συνίσταται από τέσσερα διακριτά στοιχεία (Raven et al., 1998):

1. μια πρότυπη μέθοδο για την έρευνα στο πεδίο
2. μια βάση δεδομένων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, για την είσοδο των αποτελεσμάτων της έρευνας στο πεδίο και της σύγκρισής τους με αποτελέσματα άλλων περιοχών.
3. ένα σύνολο μεθόδων για την εκτίμηση της ποιότητας του ενδιαιτήματος, και
4. μια μέθοδο για την περιγραφή της έκτασης των τεχνητών τροποποιήσεων του διαύλου του ποταμού.

Το RHS διεξάγεται κατά μήκος ενός τμήματος του διαύλου του ποταμού, μήκους 500m και εκτείνεται 50m προς τα έξω σε κάθε όχθη του ποταμού. Στο πρωτόκολλο του RHS, το οποίο συμπληρώνεται στο πεδίο, καταγράφονται οι παρατηρήσεις σε δέκα σημεία ελέγχου (**spot-checks**) τα οποία είναι ισομερώς τοποθετημένα σε διαστήματα των 50m. Η έρευνα στο πεδίο σχεδιάστηκε, δοκιμάστηκε και βελτιώθηκε ως αποτέλεσμα της εκτενούς χρήσης σε ποταμούς του Ηνωμένου Βασιλείου από το 1994 και δεν απαιτεί γεωμορφολογική ή βοτανική εξειδίκευση στην αναγνώριση των τύπων της βλάστησης όσο και στην κατανόηση των βασικών αρχών της γεωμορφολογίας (in Raven et al., 1998). Σε κάθε ένα από τα 10 σημεία καταγραφής ελέγχου καταγράφονται:

- > το υπόστρωμα του διαύλου
- > ο τύπος ροής του νερού
- > οι ιδιομορφίες του διαύλου

- > οι τύποι βλάστησης του διαύλου
- > η χρήση γης των όχθων
- > η πολυπλοκότητα της δομής της βλάστησης της όχθης και
- > ο τύπος των τεχνητών τροποποιήσεων του διαύλου και των όχθων όπως φαίνεται στην Εικόνα



Εικόνα 35. Χαρακτηριστικά που καταγράφονται στα σημεία ελέγχου (spot-checks) με βάση το πρωτόκολλο RHS (in Raven et al., 1998).

Στη συνέχεια συμπληρώνεται ένας κατάλογος ελέγχου, ονομαζόμενος **έλεγχος σάρωσης (sweep-up)** που αφορά και στα 500m που αποτελούν την υπό μελέτη περιοχή, για να εξασφαλιστεί ότι καταγράφονται τα χαρακτηριστικά και οι τροποποιήσεις που δεν εμφανίζονται στα επιλεγμένα σημεία ελέγχου (spot-checks). Στον Πίνακα 14 φαίνονται τα χαρακτηριστικά που καταγράφονται στα σημεία ελέγχου και στον έλεγχο σάρωσης.

Πίνακας 14: Τα κύρια χαρακτηριστικά που καταγράφονται κατά τη διάρκεια του RHS (in Raven et al., 1998).

Χαρακτηριστικά	Σημεία ελέγχου	Έλεγχος σάρωσης
Κυρίαρχο σχήμα κοιλάδας (λεκάνης απορροής)		✓
Κυρίαρχο υπόστρωμα κοίτης	✓	
Κυρίαρχο υλικό όχθης	✓	
Τύπος ροής και συναφή χαρακτηριστικά	✓	✓
Τροποποιήσεις της κοίτης και των όχθων	✓	✓
Δομή βλάστησης της κορυφής και της πρόσοψης των όχθων	✓	
Τύποι βλάστησης καναλιού	✓	✓

Κατατομή (προφίλ) όχθης (τροποποιημένη και μη τροποποιημένη)		✓
Παρόχθια δέντρα και συναφή χαρακτηριστικά		✓
Χαρακτηριστικά της κοίτης	✓	✓
Τεχνητά χαρακτηριστικά	✓	✓
Χαρακτηριστικά ιδιαίτερου ενδιαφέροντος		✓
Χρήσεις γης	✓	✓

6.4.1.1 Εκτίμηση Ποιότητας Ενδιαιτήματος – HQA (Habitat Quality Assessment)

Η βαθμονόμηση είναι ένα εργαλείο για την περιγραφή οποιουδήποτε οικολογικού συστήματος και ειδικότερα για περίπλοκα και δυναμικά παρόχθια συστήματα (βλ. Ευθυμίου, 2000) όπως είναι τα ποτάμια. Παρέχει ένα χρήσιμο τρόπο για την αξιολόγηση της σχετικής ποιότητας μιας περιοχής και των πιθανών επιπτώσεων ενός προτεινόμενου διαχειριστικού σχεδίου. Η βαθμονόμηση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη συνεκτίμηση (α) της βελτίωσης ή υποβάθμισης της ποιότητας του ενδιαιτήματος, καθώς και (β) για τον τρόπο με τον οποίο μία αναμενόμενη αλλαγή μπορεί να επηρεάσει ένα συγκεκριμένο βιότοπο (in Raven et al., 1998).

Το σύστημα βαθμονόμησης **HQA**, Εκτίμηση Ποιότητας Ενδιαιτήματος (**Habitat Quality Assessment**) είναι κατά βάση ένα ευρύ μέτρο της ποικιλότητας και της «φυσικότητας» μίας περιοχής, συμπεριλαμβανομένων του διαύλου και του «διαδρόμου» του ποταμού (**‘river corridor’**).

Η βαθμονόμηση HQA καθορίζεται από την **παρουσία** και την **έκταση** γνωστών «φυσικών» χαρακτηριστικών των ακόλουθων κατηγοριών:

- ✚ Τύπος ροής
- ✚ Υπόστρωμα διαύλου
- ✚ Χαρακτηριστικά διαύλου (εκτιθέμενοι ογκόλιθοι, κεντρικές νησίδες)
- ✚ Χαρακτηριστικά όχθων (πλάγιες και επάκριες νησίδες, σταθερή ή διαβρωμένη όχθη)
- ✚ Δομή βλάστησης όχθων (γυμνή, ομοιόμορφη, απλή, πολύπλοκη)
- ✚ Επάκριες νησίδες (point bars)
- ✚ Βλάστηση διαύλου
- ✚ Χρήσεις γης σε 50m
- ✚ Δέντρα και σχετικά χαρακτηριστικά (σκίαση, πεσμένα δέντρα)
- ✚ Ιδιαίτερα χαρακτηριστικά (καταρράκτες ύψους >5m, έλος, πολυσχιδής διάυλος)

Σπάνια χαρακτηριστικά, όπως π.χ. καταρράκτες ύψους > 5m και πεσμένα δέντρα συγκεντρώνουν περισσότερους βαθμούς (in Raven et al., 1998). Η κατάταξη των επιμέρους θέσεων (**sites**) του RHS σύμφωνα με την Εκτίμηση Ποιότητας ενδιαιτήματος HQA δίνεται στον Πίνακα.

Πίνακας 15. Οι κατηγορίες της Εκτίμησης Ποιότητας Ενδιαιτήματος (HQA) για την περιγραφή της φυσικής κατάστασης του διαύλου του ποταμού στις επιλεγθείσες περιοχές RHS (in Raven et al., 1998).

HQA κατηγορία	HQA κλάση	Περιγραφική κατηγορία διαύλου	Κωδικό χρώμα
0-20%	5	Πολύ φτωχή	Κόκκινο
20-40%	4	Φτωχή	Πορτοκαλί
40-60%	3	Μέτρια	Κίτρινο
60-80%	2	Υψηλή	Πράσινο
80-100%	1	Πολύ υψηλή	Κυανό

6.4.1.2 Βαθμός Τροποποίησης Ενδιαιτήματος - HMS (Habitat Modification Score)

Η ποιότητα του ποτάμιου ενδιαιτήματος επηρεάζεται έντονα από τον τύπο και την έκταση των τεχνητών τροποποιήσεων. Οι τρεις κύριοι τύποι που επηρεάζουν τους διαύλους των ποταμών είναι (in Raven et al., 1998):

- 1) η ενίσχυση (τοιχίο αντιστήριξης με τη μορφή τσιμέντου, μετάλλου, πετρών κ.α.)
- 2) η αναδιάταξη (αλλαγή της κατατομής μέσω εκβάθυνσης της κοίτης και των όχθων) και
- 3) η ρύθμιση της ροής (μέσω φραγμάτων κ.τ.λ.)

Με την εφαρμογή κάποιων απλών κανόνων στα δεδομένα του RHS, η τεχνητή τροποποίηση στη φυσική δομή του διαύλου μπορεί να εκφραστεί ως ο Βαθμός Τροποποίησης του Ενδιαιτήματος **HMS** (Habitat Modification Score). Οι αριθμοί βαθμολόγησης βασίζονται στον σχετικό αντίκτυπο της τροποποίησης στα χαρακτηριστικά του ενδιαιτήματος. Δίνεται 1 πόντος σε κάθε ένα σημείο ελέγχου (check point) για το οποίο έχει καταγραφεί αναδιάταξη, 2 πόντοι για ενίσχυση και οι ανάλογοι πόντοι σε άλλους τύπους τροποποιήσεων, όπως είναι π.χ. τα φράγματα. Στη συνέχεια αθροίζεται η βαθμολογία HMS η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αξιολογηθεί η ένταση και η έκταση των δομικών αλλαγών στον δίαυλο (in Raven et al., 1998).

Επίσης με βάση τη βαθμολογία HMS ο δίαυλος κατατάσσεται σε μια κλάση HMI (Habitat Modification Index). Αυτός ο δείκτης φανερώνει τον βαθμό στον οποίο ο δίαυλος και οι όχθες του έχουν τροποποιηθεί. Χρησιμοποιώντας το σύστημα βαθμολόγησης HMS, τοποθεσίες όπου ο δίαυλος βρίσκεται στην αρχική του κατάσταση και δεν έχει υποστεί καμία τεχνητή τροποποίηση, δηλαδή είναι «παρθένος», βαθμολογούνται με 0. Ημι-φυσικοί δίαυλοι βαθμολογούνται με μέγιστο το 2, ενώ οι δίαυλοι που έχουν υποστεί έντονη τροποποίηση βαθμολογούνται με 45 και άνω (Πίνακας).

Πίνακας 16: Κανόνες βαθμονόμησης των επιμέρους τεχνητών τροποποιήσεων που εμφανίζονται στα σημεία δειγματοληψίας για τον υπολογισμό του δείκτη HMS (in Raven et al., 1998).

Α. Τροποποιήσεις σε κάθε σημείο ελέγχου	
Βαθμολόγηση ανά σημείο ελέγχου	
Ενίσχυση πρανών	2
Ενίσχυση κοίτης	2
Διευθέτηση πρανών ή κοίτης	1
Two-stage bank modification	1
Επιχωματώσεις	1
Τεχνητός δίαυλος	8

Φράγμα, πέρασμα	2		
Επιβάρυνση πρανών από βόσκηση	0, αν εμφανίζεται σε λιγότερα από 3 σημεία ελέγχου 1, αν εμφανίζεται σε 3 μέχρι 5 σημεία ελέγχου 2, αν εμφανίζεται σε περισσότερα από 6 σημεία ελέγχου		
B. Υπαρκτές τροποποιήσεις που δεν καταγράφηκαν στα σημεία ελέγχου			
Ένα πρανές (ή διάυλος)	Και τα δύο πρανή		
Τεχνητό υπόστρωμα	1	-	
Ενίσχυση ολόκληρου του πρανούς	2	3	
Ενίσχυση του ανώτερου ή του κατώτερου τμήματος του πρανούς	1	2	
Διευθέτηση πρανών	1	2	
Επιχωματώσεις	1	1	
Επιχωματώσεις ανάσχεσης	1	1	
Two-stage channel	1	3	
Κοπή βλάστησης	1	-	
Bank mowing	1	1	
Δίαυλος	8 για το κάθε ένα		
Φράγμα, πέρασμα	2 για το κάθε ένα		
C. Βαθμονόμηση για χαρακτηριστικά τροποποίησης στο σύνολο του σταθμού			
	Ένα	Δύο ή περισσότερα	Σταθμός
Γέφυρα για πεζούς	0	0	
Γέφυρα για αυτοκίνητα	1	2	
Επεμβάσεις όπως ξύλινα μικρά φράγματα	1	2	
Σημείο όπου επηρεάζεται μερικώς από έλεγχο ροής			1
Σημείο όπου επηρεάζεται εκτεταμένα από έλεγχο ροής			2
Εν μέρει απόκλιση της κοίτης** από τη φυσική της θέση			5
Εκτεταμένη * απόκλιση της κοίτης από τη φυσική της θέση			10

*Εκτεταμένη σημαίνει, το λιγότερο το ένα τρίτο του μήκους του διαύλου

**Πληροφορίες από χάρτη

Πίνακας 17: Οι κατηγορίες του Βαθμού Τροποποίησης Ενδιαιτήματος (HMS) για την περιγραφή της φυσικής κατάστασης του διαύλου του ποταμού στις επιλεγθείσες περιοχές RMS (in Raven et al., 1998).

HMS	Περιγραφική Κατηγορία Διάυλου	HMI κλάση	Κωδικό χρώμα
0	Φυσικό	1	
0-2	Σχεδόν φυσικό		

3-8	Κυρίως μη τροποποιημένο	2	
9-20	Εμφανώς τροποποιημένο	3	
21-44	Σημαντικά τροποποιημένο	4	
45+	Ισχυρά τροποποιημένο	5	

Κατά την περιγραφή ξεχωριστών RHS περιοχών, τα HQA και HMS πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό, διότι μαζί μπορούν να δώσουν μία ευρεία ένδειξη του πώς συνολικά η ποιότητα του ενδιαιτήματος και οι δομικές τροποποιήσεις θα μπορούσαν να συνδεθούν. Ωστόσο είναι σημαντικό να λάβουμε υπόψη ότι η βαθμολογία HMS αφορά μόνο στις τροποποιήσεις του διαύλου, ενώ η βαθμολογία HQA καθορίζεται από χαρακτηριστικά του διαύλου και του «διαδρόμου» του ποταμού (in Raven et al., 1998).

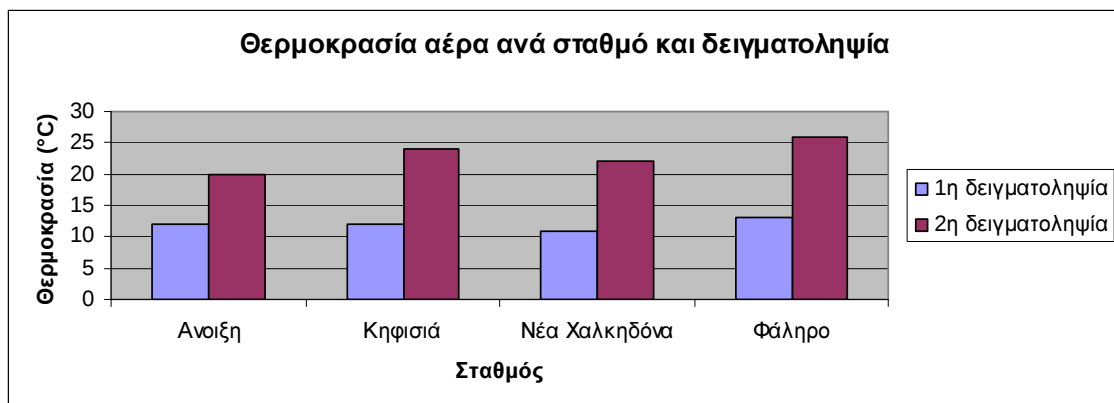
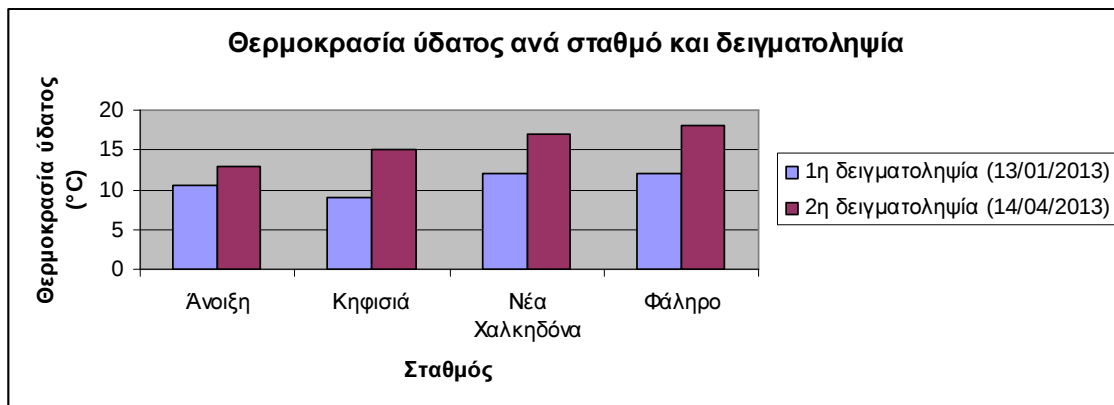
7. Αποτελέσματα

7.1 Εισαγωγή

Η πλειονότητα των ελληνικών ποταμών είναι μέτρια ρυπασμένη και μόνο λίγα από αυτά επιδεικνύουν σημαντική ανθρώπινη επίδραση, καθώς και αύξηση της συγκέντρωσης των ρυπαντικών φορτίων συναρτήσει του χρόνου (Skoulidakis et al., 1998).

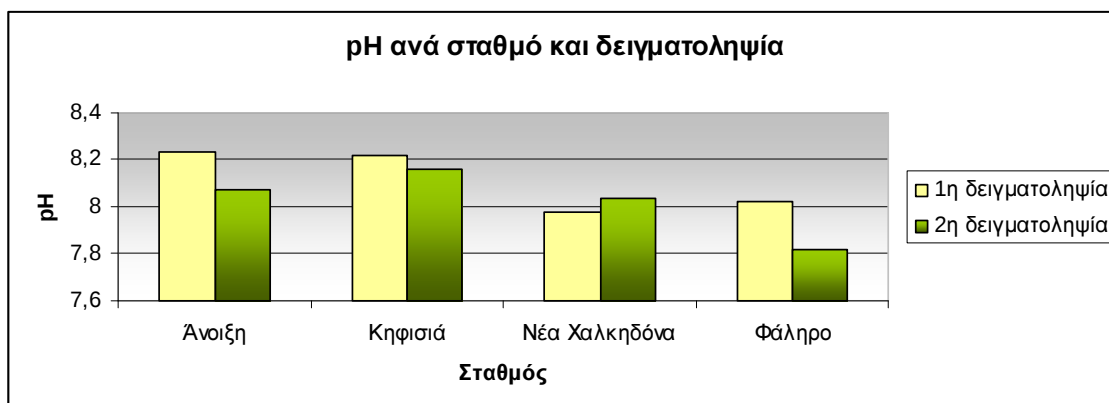
7.2 Φυσικοχημικές παράμετροι

7.2.1 Θερμοκρασία



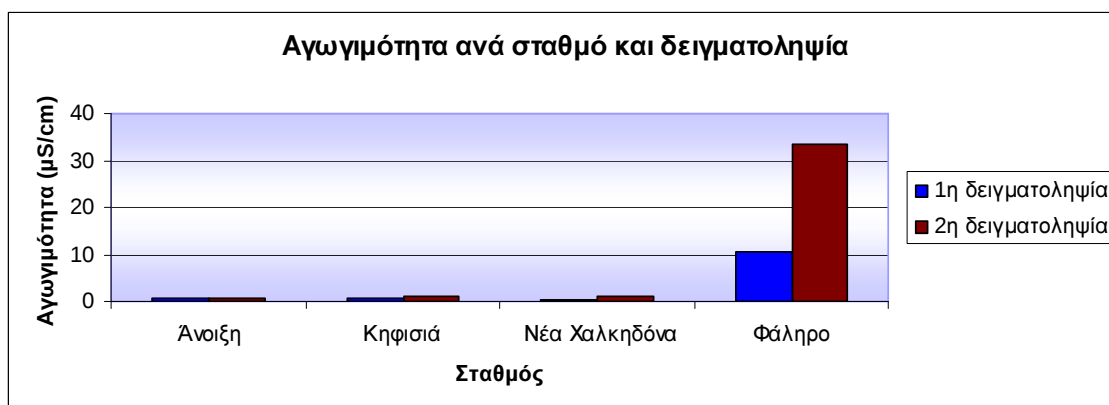
Κατά την πρώτη δειγματοληψία η μέση θερμοκρασία του ύδατος ήταν $\sim 11^{\circ}\text{C}$, με υψηλότερες τιμές σε 'Νέα Χαλκηδόνα' και 'Φάληρο' ($\sim 12^{\circ}\text{C}$) και χαμηλότερη στην 'Κηφισιά' ($< 10^{\circ}\text{C}$). Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία, η μέση τιμή της θερμοκρασία που καταγράφηκε ήταν περίπου 16°C , με υψηλότερες τιμές και πάλι στα ίδια σημεία, αλλά χαμηλότερη στην 'Άνοιξη' αυτή τη φορά (12°C). Η θερμοκρασία αέρος στην πρώτη δειγματοληψία κυμάνθηκε στους $\sim 12^{\circ}\text{C}$, ενώ στη δεύτερη παρουσίασε εύρος μεταξύ των τιμών 20 και 25°C . Η υψηλότερη τιμή παρατηρήθηκε στο 'Φάληρο', όπου ξεπέρασε τους 25°C .

7.2.2 Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)



Οι τιμές του pH που μετρήθηκαν σε όλους τους σταθμούς κυμαίνονται από 8,2 η μέγιστη (‘Άνοιξη’, Α’ δειγματοληψία) έως 7,8 η ελάχιστη (‘Φάληρο’, Β’ δειγματοληψία). Οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στην ‘Άνοιξη’ και την ‘Κηφισιά’ και στις δύο δειγματοληψίες, ενώ οι χαμηλότερες σε ‘Ν. Χαλκηδόνα’ και ‘Φάληρο’, με τις τιμές στη 2^η δειγματοληψία να αυξάνονται λίγο στη ‘Ν. Χαλκηδόνα’ και να μειώνονται αρκετά στο ‘Φάληρο’ και την ‘Άνοιξη’ και ελάχιστα στην ‘Κηφισιά’.

7.2.3 Αγωγιμότητα



Η αγωγιμότητα σε ‘Άνοιξη’, ‘Κηφισιά’ και ‘Χαλκηδόνα’ τόσο τον Ιανουάριο όσο και τον Απρίλιο, κυμαίνεται σε τιμές κάτω της μονάδας με μικρές αποκλίσεις μεταξύ τους. Στο ‘Φάληρο’, κατά την πρώτη δειγματοληψία η τιμή είναι σχεδόν δεκαπλάσια των υπολοίπων, ενώ αυξήθηκε κατά 20 μονάδες στη Β’ δειγματοληψία με μεγάλη διαφορά από τους άλλους τρεις σταθμούς.

7.2.4 Φωσφορικά ιόντα



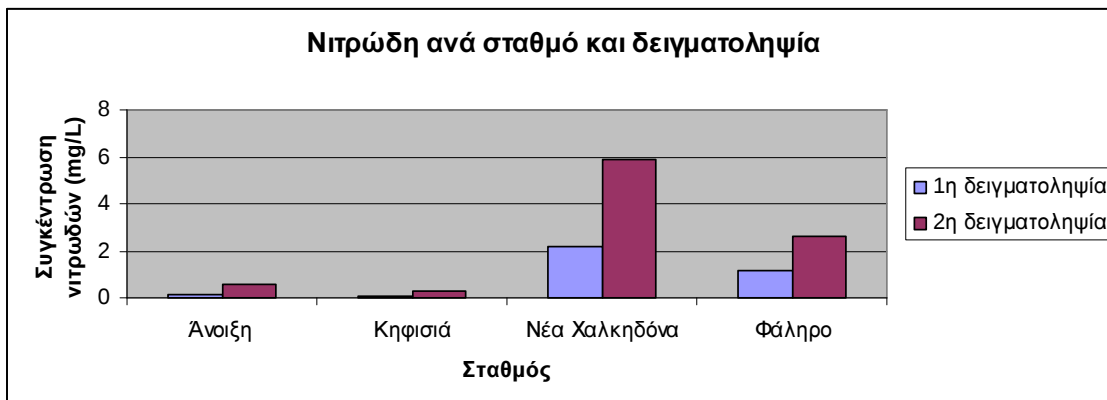
Στην 1^η δειγματοληψία τα φωσφορικά ιόντα παρουσιάζουν σχετικά χαμηλές τιμές σε 'Άνοιξη' και 'Κηφισιά' (~ 1 mg/L), ενώ σε 'Ν. Χαλκηδόνα' και 'Φάληρο' πλησιάζουν τα 2 mg/L. Στη δεύτερη δειγματοληψία, όλες οι τιμές εμφανίζονται αυξημένες, εκτός αυτής του 'Φαλήρου'. Μεγαλύτερη τιμή παρατηρούμε στην 'Κηφισιά' σε σχέση τόσο με την πρώτη δειγματοληψία, όσο και με τους υπόλοιπους σταθμούς.

7.2.4 Νιτρικά ιόντα



Τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζονται χαμηλά στην Α' δειγματοληψία, με εμφανώς υψηλότερες τις τιμές σε 'Νέα Χαλκηδόνα' και 'Φάληρο' και μηδαμινή τιμή στην 'Κηφισιά'. Στη δεύτερη δειγματοληψία, τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζουν αύξηση σε όλους τους σταθμούς, με ιδιαίτερα έντονη την κατακόρυφη αύξηση στην τιμή της 'Νέας Χαλκηδόνας'.

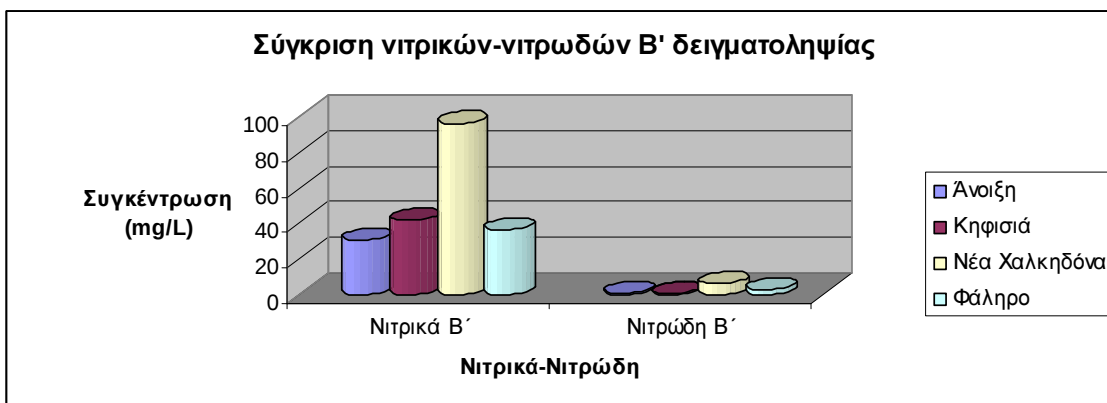
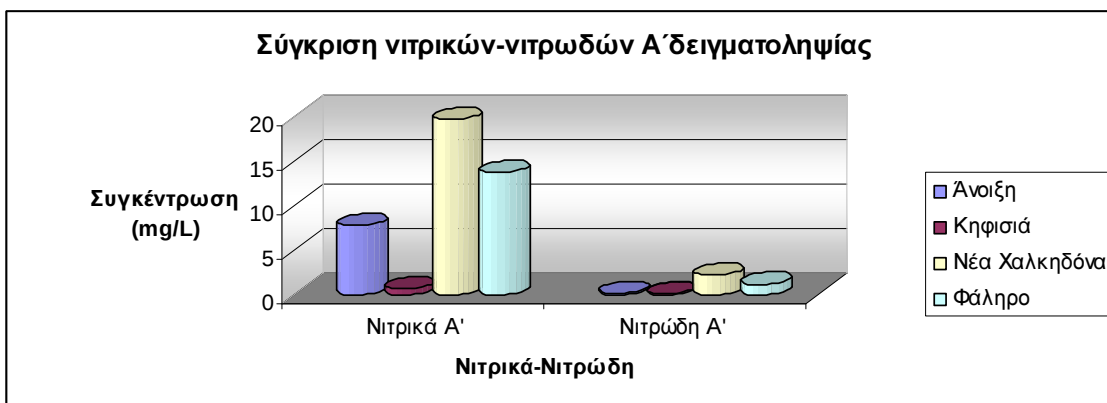
7.2.5 Νιτρώδη ιόντα



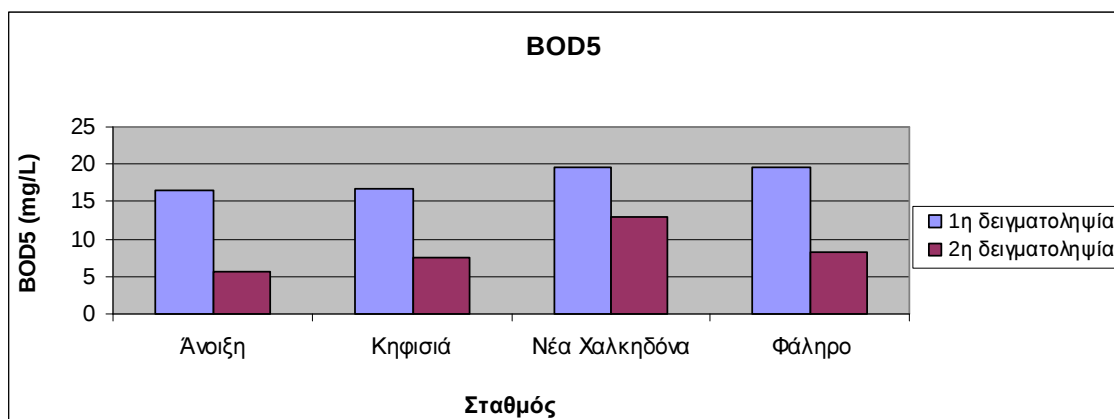
Τα νιτρώδη ιόντα παρουσιάζονται σχετικώς χαμηλά σε 'Άνοιξη' και 'Κηφισιά' σε αμφότερες τις δειγματοληψίες. Οι τιμές αποδεικνύονται υψηλότερες σε 'Ν. Χαλκηδόνα' και 'Φάληρο', με αύξοντα ρυθμό από την 1^η στη 2^η δειγματοληψία. Η 'Ν. Χαλκηδόνα' και πάλι παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές.

7.2.7 Σύγκριση νιτρικών-νιτρωδών ιόντων

Σε αμφότερες τις δειγματοληψίες, τα νιτρικά είναι πολύ υψηλότερα από τα νιτρώδη ιόντα. Συγκριτικά φαίνεται αυτό στα δύο διαγράμματα που ακολουθούν:

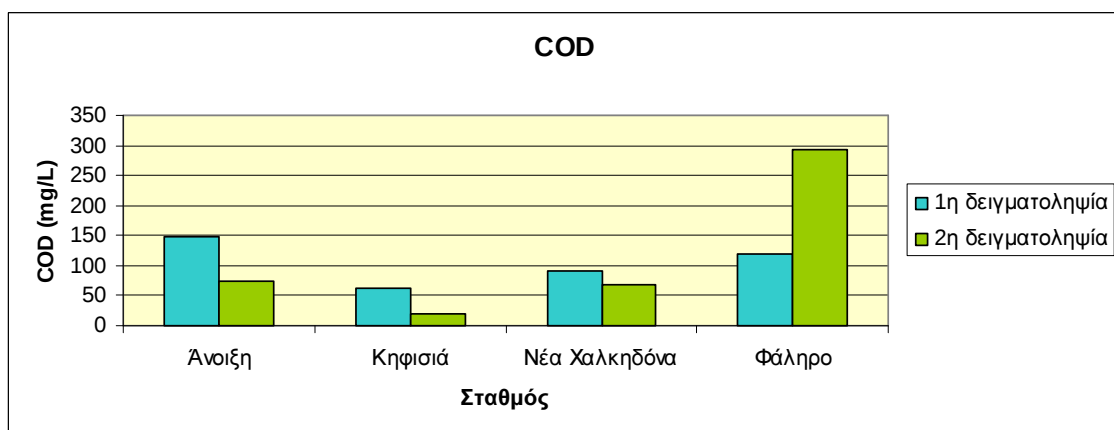


7.2.8 Βιολογικώς απαιτούμενο οξυγόνο (BOD₅)



Η εικόνα του BOD παρουσιάζεται κακή, καθώς οι τιμές είναι αρκετές υψηλές, ειδικότερα στην πρώτη δειγματοληψία. Έτσι στη 'Νέα Χαλκηδόνα' και το 'Φάληρο', οι τιμές πλησιάζουν το όριο των 25 mg/l, σύμφωνα με την οδηγία 91/271/ΕΟΚ 'Περί της επεξεργασίας των αστικών λυμάτων'. Στη Β' δειγματοληψία, οι τιμές παρουσιάζονται χαμηλότερες, σχεδόν υποδιπλασιασμένες.

7.2.9 Χημικώς απαιτούμενο οξυγόνο (COD)

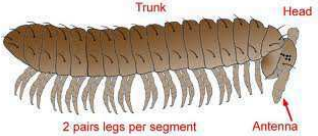
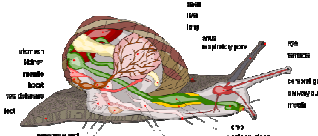


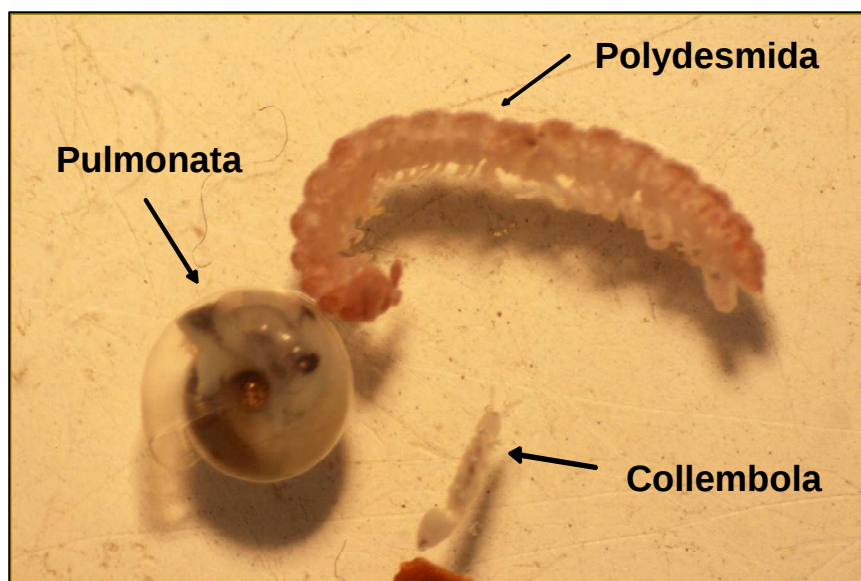
Παρατηρώντας το παραπάνω διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι οι τιμές του COD υπερβαίνουν και στους τέσσερις σταθμούς και στις δύο δειγματοληψίες την τιμή των 30 mg/L, την οποία η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως ανώτατη τιμή του COD για ύδατα που προορίζονται προς πόσιν, κατόπιν επεξεργασίας, αλλά και την τιμή των 20 mg/L, την οποία το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης έθεσε το 2003 ως όριο σχετικά με την πρόληψη του ευτροφισμού, ενώ μετρήσεις μεγαλύτερες της παραπάνω τιμής θεωρούνται ασύμβατες. Στη δεύτερη δειγματοληψία παρατηρείται πτώση στις συγκεντρώσεις του COD, με εξαίρεση στο 'Φάληρο', όπου υπερβαίνει τη διπλάσια τιμή.

7.3 Μακροασπόνδυλα

Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μακροασπόνδυλων που ανευρέθησαν στους τρεις μελετηθέντες σταθμούς και κατά τις δύο δειγματοληψίες, γίνεται μέσω των πινάκων και των φωτογραφιών που ακολουθούν.

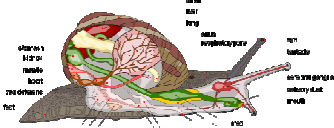
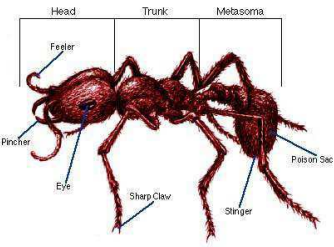
Πίνακας 18: Αποτελέσματα μακροασπόνδυλων Νέας Χαλκηδόνας 1^{ης} δειγματοληψίας.

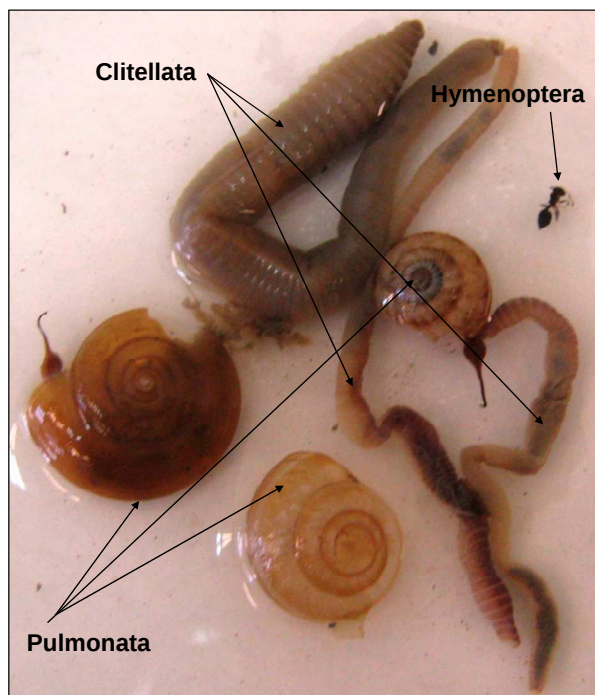
Οργανισμός	Ταξινόμηση	Χαρακτηριστικά
 1 κολλέμβολο	Τάξη Collembola- Υγρόφιλος οργανισμός	Ανευρέθη τυχαία. Συμπεραίνεται ότι έπεσε στο νερό. Απαντάται στα βαθύτερα στρώματα του A ₀ (οργανικού ορίζοντα) του εδάφους. Τρέφεται με αποσυντιθέμενο οργανικό υλικό και σπόρια/υφές μυκήτων.
 1 διπλόποδο	Ομοταξία Diplopoda, Τάξη Polydesmida- Υγρόφιλος οργανισμός	Ανευρέθη τυχαία στο νερό. Απαντάται στα βαθύτερα στρώματα του A ₀ (οργανικού ορίζοντα) του εδάφους. Τρέφεται με αποσυντιθέμενο οργανικό υλικό και σπόρια/υφές μυκήτων
 1 γαστερόποδο	Τάξη Pulmonata- Υγρόφιλος οργανισμός	Ανευρέθη τυχαία γιατί υπήρχε υγρασία. Απαντάται στην επιφάνεια του εδάφους και κάτω από πέτρες. Τρέφεται με φυτικό υλικό.



Εικόνα 35:
Οργανισμοί που ανευρέθησαν στις 13/01/13 στη Νέα Χαλκηδόνα.

Πίνακας 19: Αποτελέσματα μακροασπόνδυλων Άνοιξης (ρέμα Φασίδερι) 1^{ης} δειγματοληψίας.

Οργανισμός	Ταξινόμηση	Χαρακτηριστικά
 3 δακτυλιοσκώληκες	Τάξη Clitellata, Υποτάξη Ολιγόχαιτοι- Χερσαίος οργανισμός	Ανευρέθησαν τυχαία μέσα στο νερό, θεωρείται ότι παρασύρθηκαν από το ρεύμα, αφού στα πλαϊνά της κοίτης παρατηρήθηκαν τρύπες, που είναι χαρακτηριστικές ως βιότοποι δακτυλιοσκώληκων. Απαντώνται μέσα στον Α ₀ και κάτω από πέτρες. Τρέφονται με το οργανικό υλικό που περιέχεται στο στρώμα του χούμου και του ημι-οργανικού ορίζοντα.
 3 γαστερόποδα	Τάξη Pulmonata- Υγρόφιλος οργανισμός	Ανευρέθησαν τυχαία, παρασυρόμενα πιθανόν από το νερό ή τον αέρα. Απαντώνται στην επιφάνεια του εδάφους και κάτω από πέτρες. Τρέφονται με φυτικό υλικό.
 1 υμενόπτερο	Τάξη Hymenoptera- Χερσαίος οργανισμός	Ανευρέθη τυχαία. Απαντάται σε όλα τα χερσαία οικοσυστήματα, επί φυτών και στον οργανικό ορίζοντα. Παμφάγος οργανισμός.



Εικόνα 35: Οργανισμοί που ανευρέθησαν στις 13/01/13 στην Άνοιξη.

Πίνακας 20: Αποτελέσματα μακροασπόνδυλων Κηφισιάς 1^{ης} δειγματοληψίας.

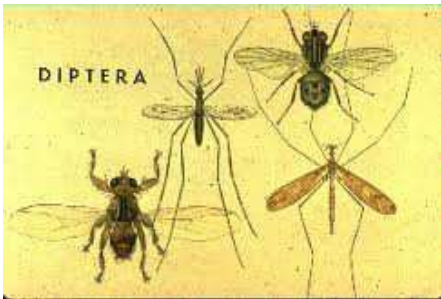
Οργανισμός	Ταξινόμηση	Χαρακτηριστικά
 1 αράχνη	Τάξη Araneida – Χερσαίος οργανισμός	Ανευρέθη τυχαία. Απαντάται σε όλα τα χερσαία οικοσυστήματα, Σαρκοφάγος οργανισμός.
 1 δακτυλιοσκώληκας	Τάξη Clitellata, Υποτάξη Ολιγόχαιτοι- Χερσαίος οργανισμός	Ανευρέθησαν τυχαία μέσα στο νερό. Απαντώνται μέσα στον Α ₀ και κάτω από πέτρες. Τρέφονται με το οργανικό υλικό που περιέχεται στο στρώμα του χούμου και του ημι-οργανικού ορίζοντα.



Εικόνα 36: Οργανισμοί που ανευρέθησαν στις 13/01/13 στην Κηφισιά.

Όπως διαφαίνεται από τα παραπάνω αποτελέσματα, κατά την πρώτη δειγματοληψία και στους τρεις σταθμούς διαπιστώθηκαν μόνο υγρόφιλοι και χερσαίοι οργανισμοί και κανένας αποκλειστικά υδρόβιος. Οι υδρόβιοι αναπνέουν με βράγχια. Άρα στα ερευνηθέντα υδατικά συστήματα δεν υπάρχει επαρκής συγκέντρωση Δ.Ο (ανοξικές συνθήκες), ή δεν υπάρχουν τα κατάλληλα μικροενδιαιτήματα από άποψη τροφής και καταφυγίου ή συνδυασμός αυτών.

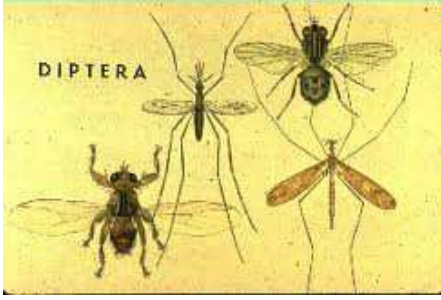
Πίνακας 21: Αποτελέσματα μακροασπόνδυλων Νέας Χαλκηδόνος 2^{ης} δειγματοληψίας.

Οργανισμός	Ταξινόμηση	Χαρακτηριστικά
 1 δίπτερο (ώριμο άτομο)	Τάξη Diptera- Προνύμφες: υδρόβιοι οργανισμοί	Ανευρέθη στο νερό γιατί θα μπορούσε να έχει γίνει εκεί η νύμφωση. Τα ώριμα άτομα απαντώνται σε όλα τα ενδιαιτήματα. Τρέφονται με χυμούς φρούτων ή ζώων.



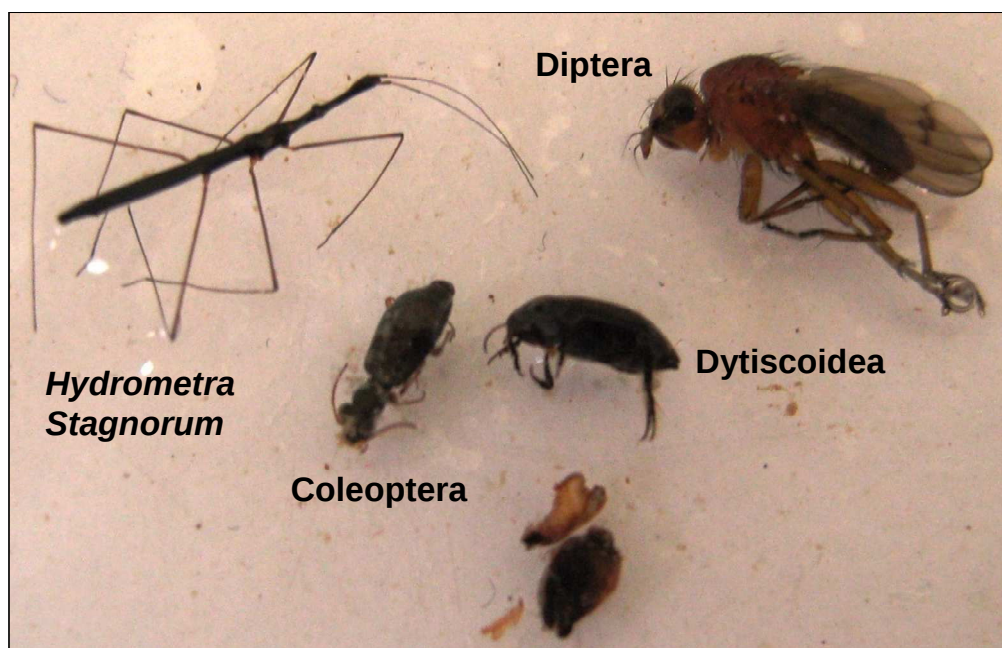
Εικόνα 37: Οργανισμός που ανερέυθη στις 14/04/13 στη Νέα Χαλκηδόνα.

Πίνακας 22: Αποτελέσματα μακροασπόνδυλων Άνοιξης (ρέμα Φασίδερι) 2^{ης} δειγματοληψίας.

Οργανισμός	Ταξινόμηση	Χαρακτηριστικά
 1 δίπτερο (ώριμο άτομο)	Τάξη Diptera- Προνύμφες: υδρόβιοι οργανισμοί	Ανευρέθη στο νερό γιατί θα μπορούσε να έχει γίνει εκεί η νύμφωση. Απαντάται σε όλα τα ενδιαιτήματα. Τρέφεται με χυμούς φρούτων ή ζώων.
 1 κολεόπτερο	Τάξη Coleoptera, Υπεροικογένεια Dytiscoidea Οικογένεια Dytiscidae- Υδρόφιλος οργανισμός	Απαντάται μισοβυθισμένο στο νερό. Σαρκοφάγος οργανισμός. Χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ανευρεθέντος οργανισμού είναι οι διογκωμένοι οφθαλμοί και οι τρίχες στα πίσω

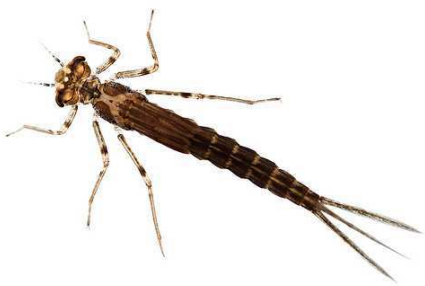
		πόδια. Αναπνέει O_2, χάρη στις φυσαλίδες αέρος που μεταφέρει επάνω στις τρίχες των ποδιών. Μπορεί να ζει και στην ξηρά, αφού τα πίσω πόδια του δεν είναι πεπλατυσμένα, όπως εκείνα των τυπικών Dytiscidae.
 by Christopher Schuster 15 ημίπτερα	Τάξη Hemiptera Υποτάξη Heteroptera Οικογένεια Hydrometridae Γένος <i>Hydrometra</i> Είδος <i>Hydrometra stagnorum</i> – Υδρόβιος οργανισμός	Απαντάται σε επάκριες νησίδες με βλάστηση ποταμών ή ρυακιών ομαλής ροής. Ζει σε αναδυόμενους μίσχους φυτών όπου και φωτοκεί. Τρέφεται με προνύμφες κουνουπιών και ψύλλους του νερού που ανακαλύπτει στην επιφάνεια του ύδατος.
  9 κολεόπτερα	Τάξη Coleoptera Οικογένεια Hydrophilidae – Υδρόφιλος οργανισμός	Απαντάται σε χερσαία και υδάτινα οικοσυστήματα. Οι νύμφες είναι θηρευτές και σαρκοφάγες, ενώ τα ώριμα άτομα μπορεί να είναι φυτοφάγα ή θηρευτές και να τρέφονται με νύμφες κουνουπιών, λόγω των στοματικών τους εξαρτημάτων. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως παράγοντες βιολογικού ελέγχου. Τα παρατηρηθέντα άτομα φέρουν χαρακτηριστικά διαβίωσης στη χέρσο (σχήμα ποδιών ενδεικτικό για περπάτημα και όχι για κολύμπι). Εντούτοις παρατηρήθηκε ότι κινούνται και ζευγαρώνουν στο νερό.

* Σχόλιο: Παρατηρήθηκε ακόμα ένα είδος (4 άτομα) υδρόφιλου κολεόπτερου, το οποίο δεν κατέστη δυνατό να συλληφθεί.



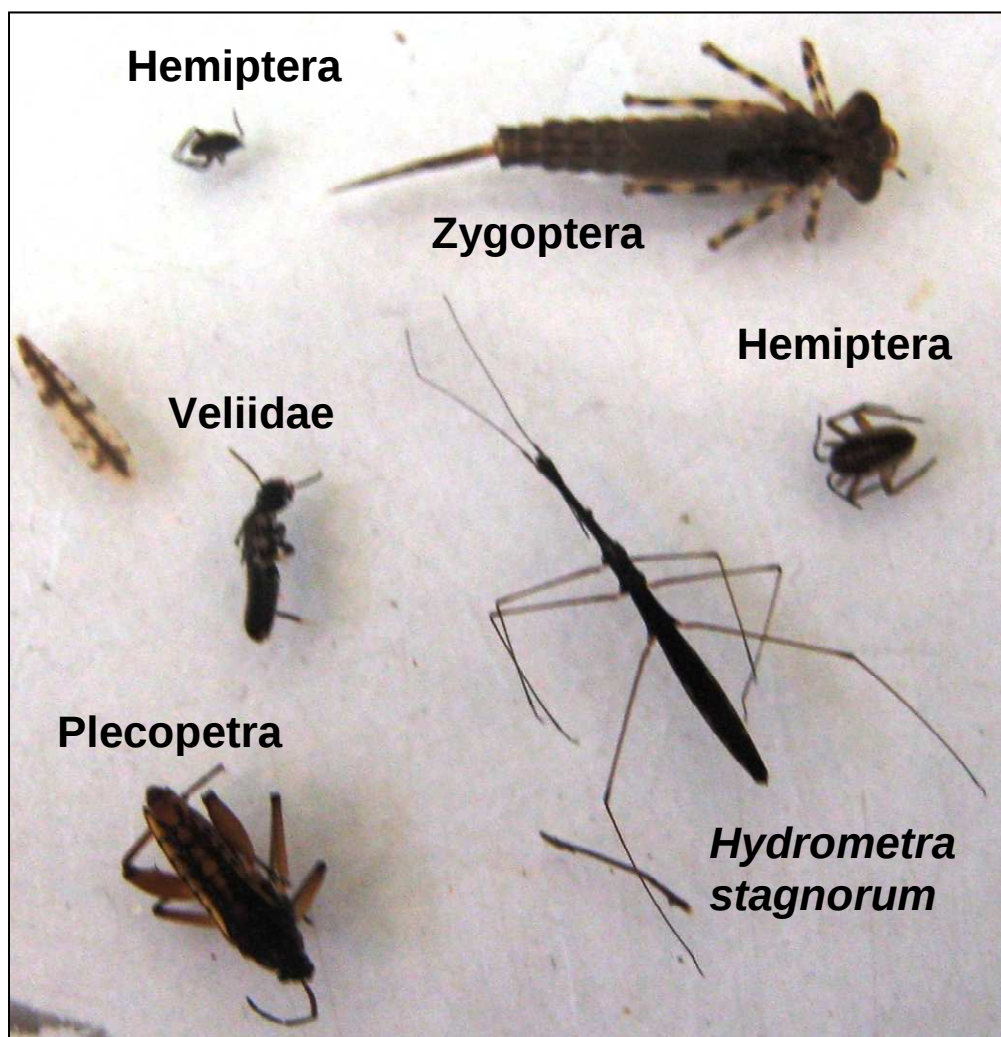
Εικόνα 38: Οργανισμοί που ανερεύθησαν στις 14/04/13 στην Άνοιξη.

Πίνακας 23: Αποτελέσματα μακροασπόνδυλων Κηφισιάς 2^{ης} δειγματοληψίας.

Οργανισμός	Ταξινόμηση	Χαρακτηριστικά
 14 ημίπτερα	Τάξη Hemiptera Υποτάξη Heteroptera Οικογένεια Hydrometridae Γένος <i>Hydrometra</i> Είδος <i>Hydrometra stagnorum</i> – Υδρόβιος οργανισμός	Απαντάται σε επάκριες νησίδες με βλάστηση ποταμών ή ρυακίων ομαλής ροής. Ζει σε αναδυόμενους μίσχους φυτών όπου και ωοτοκεί. Τρέφεται με προνύμφες κουνουπιών και ψύλλους του νερού που ανακαλύπτει στην επιφάνεια του ύδατος.
	Τάξη Odonata, Υποτάξη Zygoptera- Υδρόβιος οργανισμός	Αποκλειστικά υδρόβιοι οργανισμοί - έχουν ως ενδιαίτημα σχεδόν κατά αποκλειστικότητα την παράλια ζώνη, διαμένοντας ανάμεσα στη μακροβλάστηση και τα παράλια ιζήματα και ανιχνεύοντας τα επιφανειακά ιζήματα

1 νύμφη οδοντόγναθου		(το ώριμο άτομο ζει εκτός νερού). Σαρκοφάγοι οργανισμοί, τρέφονται με daphnia, νύμφες κουνουπιών και άλλους μικρούς υδρόβιους οργανισμούς. Από τα τρία βασικά πρότυπα του βιολογικού κύκλου επικρατεί η εαρινή ανάδυση. Οι νύμφες έχουν αρκετά μεγάλες αναπνευστικές ανάγκες και μεγάλες απαιτήσεις σε οξυγόνο.
 1 νύμφη πλεκόπτερου	Τάξη Plecoptera- Υδρόβιος οργανισμός	Απαντώνται σε καλώς οξυγονωμένα νερά ποταμών και λιμνών. Ταχα ευαίσθητα στη ρύπανση, δείκτες καλής ποιότητας του ύδατος. Φυτοφάγοι οργανισμοί, διατρέφονται με φύλλα υδρόβιων φυτών και φύκη (φυτοφάγες και θρυμματοβόρες). Στο συλληφθέν άτομο τα πίσω νημάτια έχουν σπάσει.
	Τάξη Hemiptera Οικογένεια Veliidae- Υδρόβιοι οργανισμοί	Απαντώνται στην επιφάνεια του νερού κοντά σε βλάστηση σε λίμνες και χειμάρρους. Σαρκοφάγοι οργανισμοί, θηρευτές άλλων αρθροπόδων. Χαρακτηριστική είναι η ύπαρξη τριχών στα

 1 ημίπτερο (Α΄)		πίσω πόδια του συλλεγέντος ατόμου.
 2 ημίπτερα (Β΄) © Zoological Museum, Natural History Museum of Denmark, University of Copenhagen Curator: Professor, Dr. scien., Henrik Klingenberg Photo: Miklos Kovacs, Feb 2009	Τάξη Hemiptera- Υδρόβιοι οργανισμοί	Σαρκοφάγοι οργανισμοί



Εικόνα 39:
Οργανισμοί
που
ανερεύθησαν
στις 14/04/13
στην Κηφισιά.

7.4 Παρόχθιο οικοσύστημα (δείκτης HMS και HQA score)

Η βάση για τη βιώσιμη διαχείριση των ποταμών είναι α) η διαθεσιμότητα καλής ποιότητας δεδομένων και β) επαγγελματική κρίση βασισμένη σε ισχυρά επιστημονικά δεδομένα (Raven et al., 1998). Αναζητώντας την «επιθυμητή κατάσταση διατήρησης», το πρωτόκολλο RHS δίνει τη δυνατότητα να κατηγοριοποιηθούν τα ποτάμια οικοσυστήματα βάσει της ανάλυσης HMS και HQA.

7.4.1 Δείκτης HMS

Βάσει των κανόνων βαθμονόμησης των επιμέρους τεχνητών τροποποιήσεων που εμφανίζονται στα σημεία δειγματοληψίας, τα αποτελέσματα για τους σταθμούς μελέτης είναι τα ακόλουθα (τα συμπληρωμένα πρωτόκολλα από τα οποία προκύπτουν τα παρακάτω παρατίθενται αναλυτικά στο Παράρτημα):

Πίνακας 24: Αποτελέσματα δείκτη HMS.

Σταθμός	HMS	Περιγραφική Κατηγορία Διαύλου	Κωδικό χρώμα
Κηφισιά	11	Εμφανώς τροποποιημένος	
Άνοιξη	26	Σημαντικά τροποποιημένος	
Νέα Χαλκηδόνα	45	Ισχυρά τροποποιημένος	

Η ‘Κηφισιά’ παρουσιάζεται ως το λιγότερο τροποποιημένο οικοσύστημα, ενώ η ‘Ν. Χαλκηδόνα’ ως το περισσότερο. Για το ‘Φάληρο’ δεν μπορεί να γίνει εκτίμηση του δείκτη καθώς είναι ένα εντελώς τεχνητό τμήμα του Κηφισού που δεν περιλαμβάνει φυσικό οικοσύστημα.



Εικόνα 39: Χαρακτηριστικές φωτογραφίες από τη θέση «Κηφισιά».



Εικόνα 40: Χαρακτηριστικές φωτογραφίες από τη θέση «Άνοιξη».



Εικόνα 41: Χαρακτηριστικές φωτογραφίες από τη θέση «Νέα Χαλκηδόνα».

7.4.2 Αθροισμα ΗQA

Για να εκτιμηθεί η ποιότητα του ενδιαιτήματος λαμβάνεται υπόψη ο δείκτης ΗQA, για τη χρήση του οποίου απαιτείται ειδικό λογισμικό, το οποίο όμως -εξαιτίας του γεγονότος ότι έχει δημιουργηθεί για την Αγγλία και την Ουαλία και για σύγκριση με μελετημένες τοποθεσίες αυτών των χωρών, δεν τυγχάνει εφαρμογής στην Ελλάδα.

Για τον λόγο αυτό, στη συνέχεια, θα γίνει μια προσπάθεια ποιοτικής καταγραφής και εκτίμησης της κατάστασης του ενδιαιτήματος, συζητώντας τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στο παράρτημα και ομαδοποιώντας τις παραμέτρους σύμφωνα με τους Raven et al. (1998).

Θέση δειγματοληψίας 'Κηφισιά'

Στην 'Κηφισιά', η κοίτη είναι ρηχή στο μεγαλύτερο μέρος της, με ομαλή και σε μερικά σημεία κυματώδη ροή, πιθανόν λόγω της παρουσίας καταρρακτών και αποκλιμακώσεων καταρράκτη. Στο μήκος του μελετηθέντος σταθμού των 500 m, παρατηρούνται κυρτώματα και περιθωριακά στάσιμα νερά, ενώ το υπόβαθρο της κοίτης αποτελείται από χαλίκια και κροκάλες κατά τόπους εκτεθειμένα, με παρουσία πλευρικών προσχωσιγενών νησίδων με βλάστηση καθώς και αμμωδών αποθέσεων. Οι παρατηρηθέντες τύποι βλάστησης είναι υπερυδατικά ποώδη και γραμμινόμορφα ανώτερα φυτά, βρύοφυτα και σε 2 από τις 10 διατομές, φύκη.

Οι όχθες αποτελούνται από αδρό ίζημα/άμμο, είναι αμφοτέρως διαβρωμένες, ενώ όπως διεφάνη και από τον δείκτη HMS, δεν έχουν υποστεί ιδιαίτερη τροποποίηση, εξαιρουμένων κάποιων τεχνητών αναχωμάτων. Είναι λοιπόν αμφοτέρως οι όχθες φυσικές, με τη δεξιά να έχει ομαλή πλάγια όψη, ενώ την αριστερή να έχει σύνθετη. Η παρατηρούμενη χρήση γης στα 5 m, τόσο στη δεξιά όσο και στην αριστερή όχθη είναι δασική και συγκεκριμένα από Πλατύφυλλο Μικτό Δάσος, με κυρίαρχα είδη δέντρων τα *Eucalyptus* sp., *Olea europea*. και *Pinus* sp., ενώ η δομή της βλάστησης είναι πολυώροφη στο μεγαλύτερο ποσοστό, λόγω της ύπαρξης θάμνων, υψηλών και χαμηλών ποών όπως επίσης και μικρής έκτασης χορτολιβαδιών με διάσπαρτη εμφάνιση των δέντρων.

Ως προς τα συναφή χαρακτηριστικά (δηλ. προεξέχοντα κλαδιά, εκτεθειμένες παρόχθιες ρίζες, εκτεθειμένες παρόχθιες αλλά και βυθισμένες στο νερό ρίζες, πεσμένα δέντρα και σωροί ξύλων), τέτοια γνωρίσματα υπάρχουν και στις δύο όχθες, αλλά η αριστερή σκιάζεται περισσότερο από τη δεξιά. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ύπαρξη παρόχθιων καλαμώνων (*Arundo donax*).

Φυτοκοινωνιολογία

Platanus orientalis

Pinus halepensis

Phragmites australis.

Eucalyptus sp.

Olea europea

Arundo donax

Pistacia sp.

Anemone sp.

Lilium sp.

Rubus sp.

Hedera helix

Nerium oleander

Smilax aspera
Quercus sp.
Iris sp.
Poterium sp.
Asparagus sp.

Θέση δειγματοληψίας ‘Άνοιξη’

Στην ‘Άνοιξη’, η κοίτη είναι ρηχή με ομαλή ροή στο 95% της έκτασης των 500 m, με λίγα κυρτώματα και ταχύρροα ποταμού. Περιθωριακά στάσιμα νερά είναι παρόντα καθώς και ιλυώδεις αποθέσεις. Το υπόστρωμα της κοίτης αποτελείται κυρίως από χαλίκια, όπου ανά τόπους είναι εκτεθειμένο. Η κοίτη δεν είναι διευθετημένη, με εξαίρεση την παρουσία τεχνητών αγωγών και τεχνητής υδατοσυλλογής, η οποία εξυπηρετεί προσωπικούς σκοπούς καλλιεργειών. Οι παρατηρηθέντες τύποι υδροχαρούς βλάστησης είναι υπερυδατικά ποώδη και γραμμινόμορφα ανώτερα φυτά καθώς και βρυόφυτα.

Οι όχθες αποτελούνται κυρίως από χώμα, ενώ η ύπαρξη απορριμμάτων και οικοδομικών υλικών είναι έντονη. Αμφότερες οι όχθες είναι διαβρωμένες, ενώ σε μία από τις 10 διατομές υπάρχει διευθέτηση με τσιμεντένια ενίσχυση. Παρά ταύτα είναι φυσικές, με απότομη πλάγια κατατομή. Η χρήση γης που απαντάται στα 5 m, τόσο στη δεξιά όσο και στην αριστερή όχθη είναι δασική και συγκεκριμένα από Πλατύφυλλο Μικτό Δάσος, με τη δομή της βλάστησης να είναι σύνθετη στο μεγαλύτερο ποσοστό, λόγω της ύπαρξης θάμνων, κωνοφόρων πεύκων, υψηλών και χαμηλών ποών, αλλά και αστικής ανάπτυξης (δρόμος, γέφυρα, εργοστάσιο). Τα δέντρα εμφανίζονται ανά συστάδες και συνίστανται κυρίως από τα είδη *Pinus halepensis* και *Platanus orientalis*.

Ως προς τα συναφή χαρακτηριστικά (π.χ. προεξέχοντα κλαδιά, εκτεθειμένες παρόχθιες ρίζες και σωροί ξύλων), τέτοια υπάρχουν σε αμφότερες τις όχθες, με εκτεθειμένες βυθισμένες ρίζες μόνο στην αριστερή, ενώ η αριστερή όχθη σκιάζεται περισσότερο από τη δεξιά. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ύπαρξη παρόχθιων καλαμώνων (*Arundo donax*) και η ύπαρξη φραγμάτων από σωρούς φερτών υλικών.

Φυτοκοινωνιολογία

Pinus halepensis
Platanus orientalis
Cupressus sempervirens
Arundo donax
Hedera helix.
Equisetum sp.
Olea europea
Rubus sp.
Laurus nobilis
Phragmites australis
Prunus sp.

Θέση δειγματοληψίας 'Νέα Χαλκηδόνα'

Στη 'Νέα Χαλκηδόνα', η κοίτη είναι και εδώ ρηχή με ροή ομαλή κατά το μισό και κυματώδη κατά το υπόλοιπο τμήμα των 500m, εξαιτίας της ύπαρξης αποκλιμακώσεων καταρράκτη, κυρτωμάτων και ροών. Πλευρικές προσχωσιγενείς νησίδες χωρίς βλάστηση, υπόβαθρο εκτεθειμένο αποτελούμενο κυρίως από κροκάλες και αμμώδεις αποθέσεις, συμπληρώνουν το ανάγλυφο της κοίτης. Η κοίτη δεν είναι τροποποιημένη και η παρατηρούμενη υδροχαρής βλάστηση είναι είδη υπερυδατικά γραμμινόμορφα και ποώδη ανωτέρων φυτών αλλά και βρύοφυτα.

Οι όχθες παρουσιάζουν διαφοροποίηση στον συγκεκριμένο σταθμό. Η αριστερή όχθη αποτελείται από ογκόλιθους, με πλευρικές προσχωσιγενείς νησίδες με ή χωρίς βλάστηση και καμία τροποποίηση, ενώ η δεξιά αποτελείται από κροκάλες, λιθορροπές και τσιμεντένια ενίσχυση, πλευρικές προσχωσιγενείς νησίδες με ή χωρίς βλάστηση, είναι ενισχυμένη και με τεχνητά αναχώματα. Τεχνητές και οι δύο, εμφανίζουν ενίσχυση στην κορυφή, με πόδι κλιτύος και διευθέτηση. Η χρήση γης που απαντάται στα 5 m, τόσο στη δεξιά όσο και στην αριστερή όχθη είναι υψηλές πόες (στην αριστερή και ΠΜΔ στη μισή έκταση) και η δομή της βλάστησης είναι κυρίως σύνθετη. Υπάρχουν επιπλέον χαμηλές πόες, θαμνώνες, βράχοι και σάρες, και φυσικά είναι παρούσα η αστική ανάπτυξη σε ποσοστό μεγαλύτερο του 33% του μήκους της όχθης στα 50 m από αυτή. Στη δεξιά όχθη, κυρίαρχα είδη δέντρων είναι τα *Eucalyptus* sp. και *Pinus* sp. και εμφανίζονται ανά συστάδες, ενώ στην αριστερή παραμένουν διάσπαρτα.

Ως προς τα συναφή χαρακτηριστικά, προεξέχοντα κλαδιά, εκτεθειμένες παρόχθιες και βυθισμένες ρίζες υπάρχουν σε αμφότερες τις όχθες, πεσμένα δέντρα μόνο στην αριστερή, ενώ σκιάζονται και οι δύο όχθες. Τέλος, ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η ύπαρξη παρόχθιων καλαμώνων (*Arundo donax*) και σωρών φύλλων.

Σε γενικές γραμμές, η περιοχή του ρέματος Ποδονίφτη στη Νέα Χαλκηδόνα χαρακτηρίζεται ως εγκατελελειμμένη έκταση και ως αποδέκτης αστικών λυμάτων, με αποθέσεις και διαταραγμένη τη λεκάνη του ποταμού.

Φυτοκοινωνιολογία

Eucalyptus sp.

Salix sp.

Washingtonia sp.

Pinus brutia

Arundo donax.

Olea europea

Phragmites sp.

Urtica dioica

Muscari sp.

Hedera helix.

Prunus sp.

Oxalis sp.

Anthemis sp.

Phyllirea latifolia

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Φυσικοχημικά στοιχεία

Οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας στα υδάτινα οικοσυστήματα είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες ατμοσφαιρικές στη διάρκεια του χρόνου, ενώ στα μικρά ποτάμια έχει παρατηρηθεί ότι είναι υψηλότερες σε σύγκριση με τα μεγάλα. Κι αυτό γιατί όσο μικρότερος είναι ο όγκος του νερού, τόσο περισσότερο θερμαίνεται υπό την επίδραση του ήλιου. Οι διακυμάνσεις επηρεάζουν σημαντικά την οικολογική ισορροπία, αφού οι ποικίλοι οργανισμοί ζουν και αναπτύσσονται σε συγκεκριμένο θερμοκρασιακό εύρος. Επίσης, η θερμοκρασία των υδάτων των ποταμών επηρεάζει τη διαλυτότητα των αερίων αλλά και τη μορφή με την οποία απαντώνται τα διάφορα φυσικά χημικά συστατικά στο νερό. Όπως είναι λοιπόν φυσικό, δεν παρατηρούνται μεγάλες θερμοκρασιακές διακυμάνσεις στα ύδατα ενός ποταμού σε ετήσια βάση, γιατί αυτό θα είχε επίπτωση στους ζωντανούς οργανισμούς του οικοσυστήματος και δεν θα ευνοείτο η ανάπτυξη της ζωής (βλ. Αργυρόπουλος & Δασενάκης, 1997).

Στον ποταμό Κηφισό, οι θερμοκρασίες αέρος και ύδατος διαπιστώθηκε ότι είναι αντιπροσωπευτικές για τις εποχές δειγματοληψίας (χειμώνα – άνοιξη). Κατά την πρώτη δειγματοληψία η μέση καταγραφείσα θερμοκρασία των υδάτων ήταν ~ 11 °C, ενώ κατά τη δεύτερη ~ 16°C, ενώ με τη μείωση του υψομέτρου, η θερμοκρασία αυξανόταν αντιστοίχως, τόσο τον χειμώνα όσο και την άνοιξη (με εξαίρεση τον σταθμό της ‘Κηφισιάς’ στην Α’ δειγματοληψία). Η θερμοκρασία αέρος παρουσίασε διακύμανση 2°C στην πρώτη δειγματοληψία (11-13°C) και 6°C στη δεύτερη (20-26 °C). Αν και οι θερμοκρασίες συνδέονται άμεσα με την ώρα της μέτρησης, εντούτοις παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία αέρος στην Κηφισιά είναι σχετικώς αυξημένη κατά τη δεύτερη δειγματοληψία σε σχέση με τη ‘Ν. Χαλκηδόνα’ και το ‘Φάληρο’, γεγονός που μπορεί να σχετίζεται με την κατεύθυνση του ανέμου και συγκεκριμένα την απανεμία που επικρατούσε την ημέρα της δειγματοληψίας σε αυτή τη θέση.

Το pH είναι μέτρο οξύτητας των υδατικών συστημάτων και ως εκ τούτου επηρεάζει πολλές χημικές και βιολογικές διεργασίες. Οι φυσιολογικές τιμές κυμαίνονται από 6,5 – 8,5 και οι μειωμένες τιμές μπορεί να οδηγήσουν στη διάλυση και μεταφορά στα νερά συστατικών από τις ακτές ή τον βυθό. Οι μετρήσεις του pH και στις δύο δειγματοληψίες παρουσίασαν μια εικόνα μέσα στα αποδεκτά πλαίσια για έναν υδάτινο αποδέκτη, με τιμές όμως που έτειναν προς τις μέγιστες (αλκαλικές) και όχι προς τις ελάχιστες (όξινες), ενώ δεν εμφανίζει σημαντική διαφοροποίηση στον ίδιο σταθμό σε αμφοτέρως τις δειγματοληψίες. Πιο αυξημένο pH παρατηρείται στην ‘Άνοιξη’ και στην ‘Κηφισιά,’ γεγονός που ενδέχεται να σχετίζεται με το αλκαλικό γεωλογικό υπόστρωμα. Η σημαντική μείωση του pH στο ‘Φάληρο’ κατά τη 2^η δειγματοληψία δεν έχει κάποια εμφανή εξήγηση (βλ. Κουϊμτζής κ. ά., 1998), αν και εύλογα θα μπορούσαμε να υποθέσουμε την παρουσία όξινων αποβλήτων.

Η αγωγιμότητα του ύδατος εξαρτάται από την περιεκτικότητα αυτού σε διαλυμένα ιόντα. Στους τρεις πρώτους σταθμούς δειγματοληψίας, η αγωγιμότητα κυμαίνεται σε τιμές κάτω της μονάδας με μικρές αποκλίσεις μεταξύ τους και στις δύο δειγματοληψίες. Στο Φάληρο, όμως, καταμετρήθηκαν δεκαπλάσιες τιμές, ενώ στη 2^η δειγματοληψία η αγωγιμότητα αυξήθηκε κατά 20 μονάδες. Το γεγονός αυτό μπορεί να είναι φυσιολογικό, καθώς αυξημένες τιμές αγωγιμότητας οφείλονται συνήθως σε επίδραση από θαλασσινό ή υφάλμυρο νερό. Στις παραθαλάσσιες λοιπόν περιοχές, παρατηρείται αυξημένη συγκέντρωση ιόντων χλωρίου και νατρίου, άρα και υψηλότερη αγωγιμότητα (βλ. Αργυρόπουλος & Δασενάκης, 1997). Έτσι στο ‘Φάληρο’ φαίνεται να υπάρχει εισχώρηση θαλασσινού νερού σε μεγάλο μήκος του ποταμού (εκτεταμένη

ζώνη ανάμιξης), ή υπάρχει υφαλμύριση των υδάτων λόγω μικρής παροχής –γεγονός που συνάδει με τις ποιοτικές παρατηρήσεις της ροής μιας και στη δεύτερη δειγματοληψία η ροή ήταν μικρότερη-, θαλασσίων ρευμάτων, ή αναβλύσεων νερών με υψηλή αλατότητα.

Τα **φωσφορικά ιόντα** παρουσιάζουν σχετικώς χαμηλές τιμές σε όλους τους σταθμούς κατά την πρώτη δειγματοληψία, τιμές που δεν υπερβαίνουν τα 2 mg/L. Στη δεύτερη δειγματοληψία, όλες οι τιμές εμφανίζονται αυξημένες, εκτός αυτής του 'Φαλήρου'. Μεγαλύτερη τιμή παρατηρούμε στην 'Κηφισιά', γεγονός που μπορεί να οφείλεται στην ύπαρξη της εγκατάστασης του χρωματοσφαίρισης και στην παρουσία χρωστικών ουσιών στο νερό. Βέβαια τα φωσφορικά ιόντα είναι αποτέλεσμα κυρίως δευτερεύουσας βιολογικής ρύπανσης καθώς οφείλονται κυρίως σε αγροτική ρύπανση ή στη διάλυση μεγάλων ποσοτήτων απορρυπαντικών στα νερά.

Μελέτη των Πιορουλίου-Georgoudaki et.al. (2003) για τους ποταμούς Αλφειό και Πηνειό της Πελοποννήσου (διάστημα 1998-2000) αποκάλυψε τιμές μεταξύ 0,05 mg/L και 1,2 mg/L, με την πλειοψηφία των τιμών να είναι ίση με 0,1 mg/L. Επίσης, μελέτη των Skoulidakis et al. (2002) για το άνω τμήμα του ποταμού Αλιάκμονα (διάστημα Ιούλιος 1996-Μάρτιος 1997) φανέρωσε τιμές από 0,06 mg/L μέχρι 0,985 mg/L, με τις περισσότερες από αυτές περί τα 0,1 mg/L. Στην άτυπη αυτή σύγκριση, υπάρχει μια δική μας, μικρή προς τα άνω, απόκλιση. Εντούτοις, οι τιμές αυτές είναι κάτω του ορίου (στους σταθμούς Άνοιξη, Νέα Χαλκηδόνα και Φάληρο) που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Κοινότητα, συγκεντρώσεως φωσφορικών ίσης με 6,70 mg/L για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

Ως προς τον ευτροφισμό, το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης (2003) θεωρεί πλήρως συμβατές τις συγκεντρώσεις που δεν υπερβαίνουν το όριο των 0,125 mg/L, μερικώς συμβατές αυτές μεταξύ 0,125 mg/L και 0,5 mg/L και τέλος, ασύμβατες τις συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν το όριο των 0,5 mg/L. Όλες οι τιμές που καταμετρήσαμε ανήκουν στην τελευταία κατηγορία. Εξάλλου, σύμφωνα με τον Kiely (1997), ακόμη και ελάχιστη συγκέντρωση υδατοδιαλυτού φωσφόρου, όπως αυτή των 0,01 mg/L (αντίστοιχα, περίπου 0,03 mg/L φωσφορικών), αρκεί για την άνθιση των φυκών, αν συνυπάρχουν και οι απαιτούμενες περιβαλλοντικές συνθήκες. Όλα αυτά συνηγορούν με την άποψη ότι τα νερά του Κηφισού επηρεάζονται σε σχέση με τον ευτροφισμό, εξαιτίας της συγκέντρωσης των φωσφορικών.

Τα επίπεδα φωσφόρου στα γλυκά ύδατα αυξάνονται σε ύδατα χαμηλών υψομέτρων που προέρχονται από αποθέσεις ιζηματογενών πετρωμάτων. Σε περιπτώσεις όπου ολικός διαλυμένος ανόργανος φώσφορος εισέρχεται σε ρύακες και ποταμούς από σημειακές πηγές, οι συγκεντρώσεις μειώνονται κατά τον ρουν (κατάντη).

Σε ρύακες όπου κυριαρχεί η αποσύνθεση θρυμμάτων φύλλων, η πρόσληψη φωσφόρου συσχετίστηκε με την παρουσία προσφυομένων μυκήτων και βακτηρίων. Η πρόσληψη φωσφόρου σε ρύακες με χαμηλότερη σκίαση συσχετίστηκε πρωτίστως με τα προσφυόμενα και τα πλαγκτικά φύκη. Σε μη σκιαζόμενους ρύακες όπου η αυτότροφη παραγωγή αποτελεί μια σημαντική συνιστώσα επιχορήγησης οργανικού υλικού, η έντονη καταναλωτική δράση (βόσκηση) επί των προσφυομένων φυκών και άλλων μικροοργανισμών εκ μέρους των μακροαρθροπόδων-καταναλωτών, ενδέχεται να μειώσει την πρόσληψη φωσφόρου από το νερό. Αυτή η μείωση προκαλείται τόσο λόγω ελάττωσης των μικροοργανισμών όσο και λόγω αυξημένης μείωσης του μεγέθους των σωματιδίων. Τα λεπτόκοκκα σωματίδια οργανικού υλικού και του φωσφόρου υφίστανται διαβρωτική εκτριβή μάλλον εύκολα και αποτελούν την κυρίαρχη μορφή των μεταφερόμενων υλικών προς την κατεύθυνση της υδατικής ροής.

Τα ριζωμένα υπερυδατικά, εφυδατικά ή υφυδατικά ανώτερα υδρόβια φυτά καλύπτουν το μέγιστο μέρος των αναγκών τους σε φώσφορο από το ενδοψαμμικό νερό των ιζημάτων, όπου οι συγκεντρώσεις είναι πολύ μεγαλύτερες από εκείνες των

υπερκείμενων υδάτων. Έχει διαπιστωθεί ότι τα τάχη πρόσληψης και απέκρισης του φωσφόρου από τα φύλλα και τις ρίζες των υφυδατικών μακροφύτων εξαρτώνται από τις συγκεντρώσεις φωσφόρου στο υδατικό περιβάλλον (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη, 2006).

Τέλος, μια σημαντική παρατήρηση είναι ότι η πρόσληψη φωσφόρου από φύκη επηρεάζεται από το pH με μηχανισμό άγνωστο (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη, 2006). Έτσι λοιπόν, θα μπορούσε να υπάρχει και κάποια συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης των φωσφορικών και του pH.

Τα **νιτρικά ιόντα** παρουσιάζονται γενικώς χαμηλά στην Α' δειγματοληψία, με εμφανώς υψηλότερες τις τιμές σε 'Νέα Χαλκηδόνα' και 'Φάληρο'. Στην 'Άνοιξη' η τιμή συνδέεται ενδεχομένως με τις παρακείμενες καλλιέργειες μαρουλιού και την έκπλυση αυτών στην τεχνητή υδατοσυλλογή. Σε κανένα σταθμό οι τιμές δεν υπερέβαιναν το όριο των 50 mg/L που έχει θέσει η Ευρωπαϊκή Κοινότητα για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, και το οποίο θεωρεί 'αποδεκτό'. Αξιοσημείωτη αύξηση παρατηρείται στη Β' δειγματοληψία, με τιμή σημαντικά ανώτερη του ορίου της 'Νέας Χαλκηδόνας'.

Σε γενικές γραμμές, επισημαίνεται ότι οι θρεπτικές συγκεντρώσεις που αφορούν τα νιτρικά δεν παρουσιάζουν υψηλό βαθμό χωρικής μεταβλητότητας για τους ποταμούς. Η όποια διακύμανση παρουσιάζεται, πιθανώς είναι περισσότερο διαχρονική (βλ. Κατσαμπάνης, 2005). Συγκεκριμένα, οι χαμηλότερες μετρήσεις διαπιστώθηκαν κατά την πρώτη δειγματοληψία. Αγροτικές δραστηριότητες δεν παρατηρούνται στις παρακείμενες περιοχές και η προοδευτική αύξηση της υδρόβιας χλωρίδας και η ιδιότητάς της να καταναλώνει ποσά θρεπτικών, θα έπρεπε κανονικά να είναι η εξήγηση της μείωσης της συγκέντρωσης των νιτρικών ιόντων. Αυτό που πιθανόν συμβαίνει εδώ, ειδικά στη 'Νέα Χαλκηδόνα', είναι η έκτακτη απόρριψη λυμάτων.

Τέλος, ως γνωστόν, τα νιτρικά θεωρούνται ως ένας από τους βασικούς παράγοντες ανάπτυξης ευτροφισμού στα ύδατα. Επ' αυτού, το Εθνικό Κέντρο Περιβάλλοντος & Αειφόρου Ανάπτυξης (2003) θεωρεί ότι συγκέντρωση των νιτρικών, που δεν υπερβαίνει τα 25 mg/L, είναι πλήρως συμβατή με τη μάχη κατά του ευτροφισμού. Ενώ στην Α' δειγματοληψία η κατάσταση του ποταμού σε όλο το μήκος της μελετηθείσας περιοχής φαίνεται αρκετά καλή, την άνοιξη, και οι τέσσερις σταθμοί εμφανίζονται ως ευτροφικοί.

Μέγιστες συγκεντρώσεις νιτρικών κατά τη διάρκεια ταραγμένων ροών από καταιγίδα έχουν άμεση συσχέτιση με το μέγεθος των καταιγίδων και την προκύπτουσα υψηλή παροχή και αντίστροφη συσχέτιση με τη συχνότητα των συμβάντων καταιγίδας. Η δραστηριότητα της χερσαίας βλάστησης των παρόχθιων ζωνών (riparian zones) επηρεάζει τη συσσώρευση φορτίων νιτρικών και αμμωνίας προς τους ρύακες, οι συγκεντρώσεις μάλιστα του αζώτου είναι γενικώς μεγαλύτερες σε περιόδους ληθαργικής κατάστασης της βλάστησης (vegetation dormancy) ή κατόπιν απωλειών από τη συγκομιδή ή φωτιά. Οι εκτενείς αντιδράσεις μετασχηματισμού, εστιαζόμενες στα υψίπεδα και στις παρυφές της παρόχθιας ζώνης των ρυακών, ρυθμίζουν και ελαττώνουν τις μεταφορές ανοργάνου αζώτου από τα υπόγεια προς τα ρέοντα ύδατα (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη, 2006).

Τα **νιτρώδη ιόντα** στην Α' δειγματοληψία, παρουσιάζουν χαμηλές τιμές σε 'Άνοιξη' και 'Κηφισιά' και τιμές υψηλότερες του ορίου (0,50 mg/L, σύμφωνα με την Οδηγία 98/83/EK 'Ως προς την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης') σε 'Νέα Χαλκηδόνα' και 'Φάληρο'. Στη Β' δειγματοληψία, οι τιμές είναι μεγαλύτερες του ορίου σε 'Άνοιξη' (οριακά), 'Νέα Χαλκηδόνα' και 'Φάληρο'. Φυσικά το όριο των 0,50 mg/L αναφέρεται σε πόσιμο νερό και όχι σε νερό υδάτινου αποδέκτη. Η 'Νέα Χαλκηδόνα' βέβαια έχει αρκετά υψηλές τιμές, γεγονός που μπορεί να οφείλεται εν μέρει στην παρουσία περισσότερων απορριμμάτων και στην κατείσδυση ρύπων όπως η

αμμωνία στο νερό. Άλλωστε έχει παρατηρηθεί συχνά το φαινόμενο ρύπανσης με νιτρώδη ιόντα υδάτινων αποδεκτών, παρακείμενων σε χωματερές (in Camp & Daugherty, 1998). Άλλος ένας λόγος μπορεί να είναι και παρουσία παράνομων αγωγών λυμάτων ή κοντινών σηπτικών βόθρων, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από την έντονη δυσοσμία. Βέβαια, τα νιτρώδη θεωρούνται ενδιάμεσες ενώσεις στον κύκλο του αζώτου και τείνουν να είναι ασταθή. Έτσι, δεν μπορούν να εξαχθούν κάποια απόλυτα συμπεράσματα. Ολοκληρώνοντας με τη νομοθεσία, αυτή θέτει ασυμπτωτικά όρια για τη διαβίωση των σαλμονιδών και των κυπρινιδών, αυτά των 0,01 mg/L και 0,03 mg/L. Καμία τιμή δεν είναι μικρότερη των ορίων αυτών, κάτι που σημαίνει ότι τα νερά του Κηφισού δεν μπορούν να υποστηρίξουν ιχθυοπανίδα, αν και κατά την πρώτη επίσκεψη στην Κηφισιά (πριν από την πρώτη δειγματοληψία) παρατηρήθηκαν κάποια άτομα ιχθύων.

Το **BOD₅** κυμαίνεται γενικά σε χαμηλά επίπεδα, ενώ το **COD** σε σχετικά αυξημένα επίπεδα. Σε ένα αστικό ποτάμι όμως, μας ενδιαφέρουν περισσότερο οι μετρήσεις του COD. Αυτό που παρατηρούμε για το COD είναι ότι οι τιμές του δεν ακολουθούν κάποιο πρότυπο, μπορούμε όμως να διαπιστώσουμε ότι υπάρχει χημική ρύπανση με ανόργανη ύλη, την οποία δεν μπορούν οι οργανισμοί να αποικοδομήσουν, γι' αυτό και οι τιμές του BOD είναι χαμηλές. Επιπλέον, στην 'Ανοιξη' στην α' δειγματοληψία, η υψηλή τιμή του COD μπορεί να εξηγηθεί από την παρακείμενη βιομηχανική δραστηριότητα, γεγονός που αιτιολογείται και μακροσκοπικά από τον χρωματισμό και την οσμή του ύδατος (κυανό με κακή οσμή) και μπορεί να υποδηλώνει σημειακή ρύπανση, η οποία κατάντη, στην 'Κηφισιά', περιορίστηκε και η τιμή του COD έπεσε περίπου στα 63 mg/L. Στη 'Νέα Χαλκηδόνα', οι παράνομοι αγωγοί αστικών λυμάτων και οι χρήσεις γης συνεισφέρουν στην πολύ κακή ποιότητα του ύδατος (ανυπόφορη οσμή, θολότητα ύδατος), επομένως η τιμή του COD είναι αναμενόμενη. Στο 'Φάληρο', η αυξημένη αγωγιμότητα οδηγεί σε υψηλές τιμές COD, κάτι που φυσικά αναμένεται σε εκβολικά συστήματα.

Στη Β' δειγματοληψία, η 'Ανοιξη' φαίνεται να είναι σε καλύτερη κατάσταση (προφανώς δεν υπήρχε αιτία ρύπανσης), όπως και η 'Κηφισιά' (αναμενόμενη η τιμή του COD για τον λιγότερο επιβαρυνμένο σταθμό). Στη 'Νέα Χαλκηδόνα', η κατάσταση παραμένει κακή, αν και εμφανίζεται βελτιωμένη συγκριτικά με τον Ιανουάριο, γεγονός που πιθανώς να σχετίζεται με την αυξημένη παροχή και ροή νερού που παρατηρήθηκε την ημέρα της δεύτερης δειγματοληψίας αλλά και πιθανόν λόγω της διαχείρισης των καλαμιών που διαπιστώθηκε. Στο 'Φάληρο', η τριπλάσια σχεδόν αγωγιμότητα αιτιολογεί απόλυτα την αύξηση του COD (βλ. Κατσαμπάνης, 2005).

Η περιεκτικότητα σε οξυγόνο στους μικρούς, τυρβώδεις ρύακες είναι σχεδόν σε κατάσταση κορεσμού ή ελάχιστα ανώτερη αυτού. Οι συγκεντρώσεις μειώνονται κατά τη διάρκεια των θερινών μηνών, καθώς η διαλυτότητα ισορροπίας (equilibrium solubility) ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας. Ωστόσο, η περιεκτικότητα σε οξυγόνο των ρεόντων υδάτων μεταβάλλεται εντόνως λόγω χημικών και βιολογικών διεργασιών. Σε μεγαλύτερους ποταμούς, παρατηρούνται σημαντικές χωρικές και χρονικές διακυμάνσεις στις συγκεντρώσεις οξυγόνου, συχνά μάλιστα συνδέονται ευθέως με την παροχή και τη συσσώρευση οργανικού φορτίου. Παραδείγματος χάριν, σε περιοχές με λιμνάζοντα ύδατα ποταμών που χαρακτηρίζονται από χαμηλότερες ταχύτητες ρευμάτων και μειωμένη τύρβη, οι χρόνοι παραμονής του ύδατος είναι μακρύτεροι επιτρέποντας εντονότερες μεταβολές στην περιεκτικότητα σε οξυγόνο είτε λόγω φωτοσυνθετικού εμπλουτισμού είτε λόγω αναπνευστικών μειώσεων. Η κατανάλωση οξυγόνου μπορεί να είναι μεγάλη από τις άμεσες χημικές αντιδράσεις με διαλυμένες οργανικές ουσίες φυσικής ή ανθρωπογενούς προέλευσης ή από την αναερόβιο αναπνοή κατά τη μικροβιακή αποικοδόμηση αυτών των ουσιών. Η απαίτηση για οξυγόνο αυξάνεται κατά τόπους και κατά τη διάρκεια περιόδων με αυξημένα

φορτία συσσώρευσης οργανικού υλικού. Κατά τη διάρκεια περιόδων έντονης φυλλόπτωσης σε ρύακες με πυκνό φυτικό θόλο, το αυξημένο διαλυμένο οργανικό υλικό που εκπλύνεται από τα φύλλα μπορεί να ενισχύσει τη χημική και μικροβιακή διακίνηση του διαλυμένου οξυγόνου. Το διαλυμένο οργανικό υλικό, το οποίο είτε εκπλύνεται από τα εδάφη μετά από συμβάντα ατμοσφαιρικής κατακρήμνισης ή από βαλτώδεις ή από ελώδεις περιοχές είτε εισάγεται από πηγές οργανικών λυμάτων, μπορεί να προκαλέσει αυξημένη κατανάλωση οξυγόνου δια της μικροβιακής δραστηριότητας (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη 2006).

Οι φωτοσυνθετικές δραστηριότητες των φυκών και των μακροφύτων είναι σε θέση να αυξήσουν τις συγκεντρώσεις οξυγόνου σε ημερήσια βάση, ιδιαιτέρως σε χαμηλής ροής ρύακες και ποταμούς. Σε εμπλουτισμένα από θρεπτική άποψη και παραγωγικά ρέοντα ύδατα, το μέγεθος των ημερήσιων διακυμάνσεων στις συγκεντρώσεις διαλυμένου οξυγόνου μπορεί να αυξάνεται. Η αναπνοή βακτηρίων και φυτών ενδέχεται να είναι πολύ αποτελεσματική στη μείωση των συγκεντρώσεων οξυγόνου κατά τη διάρκεια της νύχτας. Κατανάλωση οξυγόνου μπορεί επίσης να λαμβάνει χώρα σε φωτεινές περιοχές ρεόντων υδάτων δια της φωτοχημικής οξείδωσης των διαλυμένων οργανικών ενώσεων. Οι διαλυμένες χουμικές και άλλες οργανικές ουσίες δύνανται να λειτουργούν σαν δείκτες φωτοχημικών αντιδράσεων, αλλά ενδέχεται επίσης να απορροφούν φως και να φωτολύνονται ευθέως με την κατανάλωση οξυγόνου (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη 2006).

Εξηγώντας το «παιχνίδι» της χημείας των υδάτων με περιβαλλοντικούς όρους, θα περίμενε κανείς υψηλότερες τιμές την άνοιξη από ό,τι τον χειμώνα, κάτι που δεν ισχύει στην περίπτωση του Αττικού Κηφισού. Καθίσταται λοιπόν σαφές ότι αυτό το τμήμα φυσικού, ημιφυσικού ή τεχνητού περιβάλλοντος μπορεί να εξηγηθεί μόνο εάν λάβουμε υπόψη μας την ανθρωπογενή παρέμβαση.

Μακροασπόνδυλα

Μια από τις τελευταίες, σύγχρονες μεθόδους ανίχνευσης ρύπανσης σε ένα ποτάμι, περιλαμβάνει την παρουσία ή μη, συγκεκριμένων πληθυσμών μακροασπονδύλων, όπως διεφάνη ήδη από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση.

Τα μακροασπόνδυλα που ανευρέθησαν στους τρεις σταθμούς και στις δύο δειγματοληψίες δεν είναι ιδιαιτέρως ενδεικτικά της ποιότητας των υδάτων. Κανένα από τα προσδιορισθέντα taxa δεν ανήκει στην κατηγορία των δεικτών οργανικής ρύπανσης, γεγονός που πιθανόν να υποδηλώνει υπερίσχυση των μη οργανικών ρυπαντών στο ποτάμι. Αντιθέτως, οι διαπιστωθέντες οργανισμοί απαντώνται σε ευρεία κλίμακα συνθηκών ποιότητας του νερού (in Camp & Daugherty, 1998), με την νύμφη οδοντόγναθου να είναι taxon χαρακτηριστικό ενδιάμεσης ρύπανσης και την νύμφη πλεκόπτερου να είναι δείκτης καθαρότητας (σταθμός Κηφισιά). Φυσικά ένα τέτοιο αποτέλεσμα δεν μπορεί να είναι ενδεικτικό λόγω του περιορισμένου αριθμού των ατόμων, αφού το ένα άτομο μπορεί να υπήρξε εκεί τυχαία, να παρασύρθηκε από το νερό ή να μεταφέρθηκε προσαρτημένο από κάποιο υδρόβιο πτηνό. Σε ασφαλές συμπέρασμα θα καταλήγαμε εάν υπήρχε αφθονία των συγκεκριμένων οργανισμών.

Μεταξύ των δύο δειγματοληψιών παρατηρούνται διαφορές, οι οποίες αιτιολογούνται από την εποχικότητα (in Lazaridou-Dimitriadou, 2002). Έτσι, τον Ιανουάριο δεν διαπιστώθηκε κανένας υδρόβιος οργανισμός, και μπορούμε να υποθέσουμε ότι όσοι ανευρέθησαν τον Απρίλιο ήταν κατά τη χειμερινή περίοδο στο στάδιο του αυγού.

Επιπλέον, μελέτη έδειξε ότι φυτοφάρμακα και ενώσεις που καταναλώνουν οξυγόνο επηρεάζουν την κοινότητα των μακροασπονδύλων σημαντικά και προκαλούν αλλαγή προς είδη ανθεκτικά σε εντομοκτόνα και φυτοφάρμακα και/ή ανοξία (in Bunzel et al., 2013). Τα αυξημένα λοιπόν επίπεδα του COD συνηγορούν στην έλλειψη

οργανισμών μακροασπονδύλων, υποδεικνύοντας θετική συσχέτιση μεταξύ φυσικοχημικών και βιολογικών παραμέτρων. Χαρακτηριστικό παράδειγμα ο σταθμός ‘Κηφισιά’ στη δεύτερη δειγματοληψία, ο οποίος παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ποικιλία οργανισμών και τη χαμηλότερη τιμή COD.

Επίσης, οι Prat et al., (2013) έδειξαν ότι η απόρριψη επεξεργασμένου νερού σε ποταμό δεν επηρέασε τη σύνθεση και την αφθονία των κυρίαρχων taxa –ανθεκτικών στη ρύπανση και παρόντων σε ύδατα ‘κακής’ οικολογικής κατάστασης- αλλά τα λίγα ευαίσθητα είδη που ανευρέθησαν ανάντη του ποταμού πριν τη ρίψη, εξαφανίστηκαν μετά τη ρίψη στα κατάντη του ποταμού. Επίσης παρά τη βελτίωση των συστημάτων επεξεργασίας των λυμάτων, συνέπειες συνεχίζουν να υπάρχουν σε ρέοντα ύδατα αποδέκτες του επεξεργασμένου νερού, ειδικά σε αποδέκτες μικρής ροής, και συγκεκριμένα από παραμέτρους με υψηλές τιμές, όπως η αμμωνία και η αγωγιμότητα, που εμποδίζουν την ανάκτηση της κοινότητας.

Τη δομή των βιοκοινοτήτων και τα πρότυπα ποικιλομορφίας των μακροασπονδύλων στα Ελληνικά ρέοντα ύδατα επηρεάζουν και λοιποί φυσικοί παράγοντες, όπως η σκίαση, η δομή του παρόχθιου οικοσυστήματος, ο τύπος του υποστρώματος της κοίτης και των όχθων, η ύπαρξη κατάλληλων μικροενδιαιτημάτων, η θερμοκρασία του νερού (in Quinn et al., 2013), η γεωλογία, το υψόμετρο, η κλίση (in Skoulikidis et al., 2009). Τα ενδιαιτήματα διακρίνονται σε α) περιοχές υφαλορεμάτων (riffles) με ταχεία ροή, που χαρακτηρίζονται από διάβρωση ιζημάτων και β) σε ποταμολίμνες με ιζηματικά ενδιαιτήματα. Η ροή του νερού είναι η κυρίαρχη παράμετρος στα οικοσυστήματα ρεόντων υδάτων και έχει οδηγήσει σε πολύ σημαντικές προσαρμογές μορφολογίας και συμπεριφοράς των ασπονδύλων σχετιζόμενες με τις μετακινήσεις, την προσκόλληση, την απόκρυψη, την τροφοληψία και την αναπαραγωγή τους. Οι διατμηματικές δυνάμεις (shear stress) είναι μέγιστες στο κάθετο επίπεδο όπισθεν (στον ομόρρουν) των κροκαλών και ως αποτέλεσμα, η ένταση της τύρβης και η κινητική ενέργεια είναι μέγιστες σε αυτή την περιοχή. Η βενθική πανίδα των μακροασπονδύλων είναι πολύ πλουσιότερη και άφθονη όπισθεν παρά έμπροσθεν των κροκαλών (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη 2006).

Οι περιβαλλοντικές παράμετροι που επηρεάζουν την αύξηση και την αναπαραγωγή των βενθικών μακροασπονδύλων περιλαμβάνουν ακόμα περιορισμούς ως προς την απόκτηση τροφής, βιολογικές αλληλεπιδράσεις της θήρευσης και του ενδο- και δια-ειδικού ανταγωνισμού, και φυσικούς περιορισμούς των εναλλασσόμενων ενδιαιτημάτων εντός των οικοσυστημάτων των ρεόντων υδάτων. Τα έντομα είναι δευτερογενώς προσαρμοσμένα ως προς τον υδρόβιο τρόπο ζωής και εξαρτώνται από το χερσαίο περιβάλλον για ένα μέρος του βιολογικού τους κύκλου. Ως αποτέλεσμα, τα υδρόβια έντομα είναι ευρύτατα διαδεδομένα σε αβαθή στάσιμα και ρέοντα ύδατα, γεγονός που αποδεικνύεται από τα αποτελέσματά μας (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη 2006). Λαμβάνοντας λοιπόν υπόψη και τα αποτελέσματα του πρωτοκόλλου RHS, η ‘Κηφισιά’ θα ήταν και πάλι η πρώτη επιλογή για τα μακροασπόνδυλα, η ‘Ανοιξη’ η δεύτερη και τελευταία η ‘Νέα Χαλκηδόνα’.

Οι αποδείξεις για την ικανότητα των βενθικών ασπονδύλων να επηρεάζουν το τάχος και την κατεύθυνση ανταλλαγής φωσφόρου μεταξύ ιζήματος και υδάτων υπήρξαν αντιφατικές. Είναι σαφές ότι οι οργανισμοί αυτοί, υπό ορισμένες περιβαλλοντικές συνθήκες, έχουν την ικανότητα να ενισχύουν το τάχος μεταφοράς φωσφόρου από το ενδοψαμμικό νερό των ιζημάτων. Σε άλλες περιπτώσεις, η επίδρασή τους είναι δευτερεύουσα. Η εξέταση των μηχανισμών μεταφοράς που σχετίζονται με τις δραστηριότητες των βενθικών ασπονδύλων επί της ροής του φωσφόρου πρέπει να εστιαστεί στα εξής: α) τη διατροφική δραστηριότητα των ασπονδύλων, την πεπτική αποικοδόμηση και την απέκκριση, β) την τροφική και αναπνευστική συμπεριφορά που μεταβάλλει τις διαβαθμίσεις οξειδοαναγωγής στα ιζήματα και τη διαλυτότητα του φωσφόρου και γ) τη μετακίνηση των οργανισμών από το περιβάλλον του ιζήματος σε

άλλα ενδαιτήματα, με έκπλυση εκτοπιζόμενου φωσφόρου. Καθώς αναπτύσσονται οι πληθυσμοί των βενθικών ασπονδύλων, ο φώσφορος ενσωματώνεται στους ζωικούς ιστούς με την κατανάλωση οργανικού υλικού του ιζήματος. Σε οξυγονωμένες συνθήκες της διάφρασης ιζήματος-ύδατος, η δραστηριότητα των προνυμφών των ασπονδύλων επιδρά στη μεταφορά P, σε όλη την έκταση της διάφρασης ιζήματος-ύδατος, μόνο όταν οι πυκνότητές τους πλησιάζουν ακραία επίπεδα (βλ. Οικονόμου-Αμίλλη 2006). Εάν οι πληθυσμιακές πυκνότητες ήταν μεγαλύτερες, θα μπορούσαμε να υποθέσουμε, ότι στους σταθμούς 'Άνοιξη' και 'Κηφισιά' η μακροασπόνδυλη πανίδα «καταναλώνει» φώσφορο και επομένως οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων στο νερό να είναι χαμηλές, κάτι που φυσικά δεν είναι ασφαλές στη δική μας περίπτωση.

Παρόχθιο οικοσύστημα

Συμπεράσματα

HMS δείκτης

Ο δείκτης HMS υποδηλώνει τον βαθμό στον οποίο το οικοσύστημα έχει υποστεί αλλοιώσεις. Τα αποτελέσματα του δείκτη HMS για τον Κηφισό είναι μάλλον τα αναμενόμενα, δεδομένων και των αποτελεσμάτων των φυσικοχημικών παραμέτρων αλλά και της μακροασπόνδυλης πανίδας. Ο σταθμός της 'Κηφισιάς', εμφανίζεται όντως ως ο λιγότερο διαταραγμένος, η 'Άνοιξη' ως εμφανώς τροποποιημένη, ενώ το παρόχθιο περιβάλλον με τη μεγαλύτερη τροποποίηση και διατάραξη φαίνεται να είναι εκείνο στη 'Νέα Χαλκηδόνα'. Παρατηρούμε δηλαδή, ότι παρά το γεγονός ότι στην 'Άνοιξη' το ποτάμι κυλάει δίπλα από μια βιομηχανική ζώνη και θα περίμενε κανείς τα βιομηχανικά λύματα και οι πιθανές διευθετήσεις της κοίτης και των όχθων να αλλοιώνουν περισσότερο το παρόχθιο οικοσύστημα, εντούτοις αυτό συμβαίνει περισσότερο λόγω των αστικών λυμάτων που καταλήγουν εντελώς ανεπεξέργαστα στον Κηφισό στον σταθμό της 'Νέας Χαλκηδόνας', καθώς και εξαιτίας όλων των επεμβάσεων που έχει υποστεί η περιοχή.

Άθροισμα HQA

Το σύνολο HQA υποδεικνύει την ποιότητα του ενδαιτήματος. Τα σημαντικότερα στοιχεία για τη δημιουργία ενδαιτημάτων είναι η ταχύτητα ροής του ποταμού, η καλή οξυγόνωση των νερών, η ύπαρξη τροφής και οι διακυμάνσεις της θερμοκρασίας.

Στην 'Κηφισιά', τον δεύτερο σταθμό της δειγματοληψίας, στο ποτάμι συμβάλλει το ρέμα της Χελιδονούς, παρουσιάζει μικρό πλάτος και βάθος, ενώ το υπόστρωμα πυθμένα από χαλίκι και κροκάλες εξασφαλίζει την ομαλή ροή του νερού. Συμπερασματικά στην 'Κηφισιά' παρατηρήθηκαν οι εξής τύποι ενδαιτημάτων: ρέοντα και στάσιμα ύδατα, παραποτάμια δάση (Βαβίζος & Ζαννάκη, 1998). Οι προσχώσεις και οι αμμώδεις αποθέσεις (νησίδες) δημιουργούν προϋποθέσεις ανάπτυξης της ζωής, καθώς οι ζωικοί πληθυσμοί είναι πυκνότεροι σε εκείνες τις θέσεις, όπου η διαμόρφωση του βυθού σχηματίζει περιοχές ήρεμου νερού με συνακόλουθη καθίζηση θρεπτικών (Αργυρόπουλος & Δασενάκης, 1997). Τα ψάρια λοιπόν που παρατηρήθηκαν προφανώς εξασφαλίζουν καταφύγιο και τροφή, κατάλληλο δηλαδή ενδαιτήμα.

Στην 'Άνοιξη', όπου ο ποταμός τροφοδοτείται κυρίως από το ρέμα Φασίδερι έχει επίσης μικρό πλάτος και βάθος, ενώ ο πυθμένας είναι αμμώδης-χαλικώδης, με μικρή κλίση, γεγονός που εξασφαλίζει ομαλή ταχύτητα και ροή. Καταγράφηκαν τα εξής ενδαιτήματα: ρέοντα και στάσιμα ύδατα, παραποτάμια δάση. Η απουσία ζωικών

οργανισμών καταδεικνύει τη ρύπανση από τα παρακείμενα εργοστάσια. Επειδή ο ποταμός είναι ρηχός, με κοίτη από άμμο και ιλύ, αναπτύσσονται φυτά με ριζικό σύστημα κατά συστάδες, εμποδίζοντας έτσι τη ροή του νερού και διευκολύνοντας την απόθεση λάσπης, η οποία μεταβάλλει σταδιακά το υπόστρωμα, ώστε να γίνει ευνοϊκό και για άλλα φυτικά είδη. Για τον λόγο αυτό ευνοείται και η παρουσία βρυόφυτων. Τα απορρίμματα, οι τσιμεντένιες ενισχύσεις και τα αδρανή υλικά, δεν αποτελούν βέβαια κομμάτια του φυσικού οικοσυστήματος!

Στη Νέα Χαλκηδόνα, συμβάλλει στον Κηφισό ο Ποδονίφτης. Είναι ουσιαστικά οικιστική περιοχή, με μέσο πλάτος ποταμού, μικρό βάθος, βραχώδες υπόβαθρο, έντονη κλίση και μικτή ροή. Και εδώ καταγράφηκαν ρέοντα ύδατα, παραποτάμια δάση και σάρες. Οι τεχνητές όχθες δεν επιτρέπουν την ανάπτυξη βλάστησης, εκτός από κάποιες πόες. Η ρύπανση επίσης δεν σχηματίζει το κατάλληλο περιβάλλον για την ύπαρξη και διαβίωση οργανισμών. Μάλιστα, οι παράνομοι αγωγοί λυμάτων και η ανεξέλεγκτη απόθεση απορριμμάτων μπορεί να υποδηλώνει και παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στα νερά. Επίσης, η διάβρωση, σε συνδυασμό με τα απορρίμματα και τη σκόνη δημιουργούν υπόνοιες και για παρουσία βαρέων μετάλλων.

Για το 'Φάληρο', επαναλαμβάνεται ότι η περιοχή είναι πλέον εντελώς τεχνητή. Ως εκ τούτου, η μελέτη του παρόχθιου οικοσυστήματος δεν πραγματοποιήθηκε στον συγκεκριμένο σταθμό.

Συζήτηση

Το σχήμα της λεκάνης αποστράγγισης επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από τις γεωλογικές συνθήκες. Το σχήμα της λεκάνης, όμως, επηρεάζει την απορροή και ιζηματογένεση κατευθύνοντας τον ρυθμό διάθεσης του νερού στον κύριο χείμαρρο.

Το ανάγλυφο και η κλίση είναι δύο παράμετροι αλληλένδετες. Αν το ανάγλυφο είναι υψηλό, το πιο πιθανό είναι ο χείμαρρος και το έδαφος να έχουν απότομη κλίση. Το ανάγλυφο και η κλίση είναι σημαντικοί παράγοντες, επειδή επηρεάζουν:

- την ταχύτητα ροής του νερού στον χείμαρρο
- τον ρυθμό, με τον οποίο το νερό φιλτράρεται από τα εδάφη και τα πετρώματα.
- τον ρυθμό της εδαφικής ροής (τόσο της επιφανειακής απορροής, όσο και της υπο-επιφανειακής ροής).

Ο προσανατολισμός της λεκάνης επηρεάζει, επίσης, το ποσό θερμότητας που απορροφάται από τον ήλιο και την έκθεση της λεκάνης στους πνέοντες ανέμους. Οι δύο αυτοί παράγοντες είναι σημαντικοί για την εξάτμιση. Ο προσανατολισμός επηρεάζει επίσης:

- τον ρυθμό ροής
- τη μέγιστη ροή
- τη διάρκεια της επιφανειακής απορροής
- το ποσό διαπνοής
- την εξάτμιση

Σε ένα ποτάμι με ελάχιστη μεταβολή ανάμεσα στη μέγιστη και ελάχιστη ροή, το νερό μετά από μια καταιγίδα απορρέει βραδύτερα.

Η βλάστηση στις όχθες των χειμάρρων αυξάνει την αντίσταση στη ροή, με αποτέλεσμα να επιβραδύνεται το νερό κατά τις πλημμύρες. Επίσης, η βλάστηση στην κοίτη επιβραδύνει τη διάβρωση, επειδή οι ρίζες δεσμεύουν και συγκρατούν το έδαφος.

Τα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανικό υλικό ελαττώνουν την επιφανειακή διάβρωση και συγκρατούν το νερό περισσότερο από τα αμμώδη εδάφη, τα οποία έχουν πολύ μικρή συνοχή, υψηλό πορώδες και υψηλή διαπερατότητα.

Σε περιοχές με αραιή φυτοκάλυψη, σε ημίξηρα εδάφη και σε περιοχές που χρησιμοποιούν το έδαφος για κατοικίες, μετά από έντονη βροχόπτωση, το μεγαλύτερο μέρος του νερού καταλήγει στην επιφανειακή απορροή παρά στην κατείσδυση.

Υπάρχουν λοιπόν τρεις τρόποι μεταφοράς του νερού από τη λεκάνη αποστράγγισης σε χειμάρρια περιβάλλοντα:

- Επιφανειακή απορροή
- Ρηχή υπο-επιφανειακή ροή (επιδερμική ροή) πάνω από τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα
- Υπόγεια ροή

Η κατανόηση του τρόπου διαφυγής του νερού είναι σημαντική για την εκτίμηση των έργων, που προκαλούν αλλαγή στην εδαφική χρήση. Για παράδειγμα, η έλλειψη βλάστησης και η στεγανοποίηση του εδάφους κατά την αστικοποίηση αυξάνουν την επιφανειακή απορροή (βλ. Λέκκας, 1999).

Η αναγνώριση ότι η λεκάνη απορροής αποτελεί μια βασική συνιστώσα για τα ρέοντα ύδατα οδήγησε στην ανάπτυξη της έννοιας της «αδιάσπαστης ακολουθίας» ή «συνεκτικού συνόλου» ή «συνεχούς» των ποταμών (River Continuum Concept, RCC). Υπό την έννοια αυτή ολόκληρο το ποτάμιο οικοσύστημα θεωρείται ως μια σειρά από φυσικές μήτρες (physical templates) μεταβαλλόμενες κατά τον διαμήκη άξονα και επικαλυπτόμενες από βιολογικές προσαρμογές σε όλη την έκταση των διαβαθμίσεων. Τα γεωμορφολογικά και υδρολογικά χαρακτηριστικά διαμορφώνουν τη βασική μήτρα σε όλη την έκταση της λεκάνης απορροής επί της οποίας προσαρμόζονται οι βιοκοινωνίες. Τόσο η μήτρα όσο και οι κοινωνίες μεταβάλλονται κατά μήκος των λεκανών απορροής, από τις βασικές εκροές των υδάτων (κεφαλάρια πηγών) έως τις εκβολές των ποταμών. Η «αδιάσπαστη ακολουθία» των ποταμών, εστιάζεται α) στις εποχικές μεταβολές παροχής της οργανικής ύλης κατά μήκους του «συνεχούς», δηλαδή τη φωτοσυνθετική παραγωγή εντός των ρεόντων υδάτων σε αντιδιαστολή με την αλλόχθονη εισαγωγή, β) στους δομικούς και τροφικούς τύπους κοινωνιών ασπονδύλων και γ) στον επιμερισμό των πόρων κατά μήκος της λεκάνης απορροής του ποταμού (βλ. Οικονόμου-Αμιλλη 2006).

Έχει διατυπωθεί, με αμφισβητήσιμα αποτελέσματα, ότι η βλάστηση της κοίτης επηρεάζει τον μετασχηματισμό των διαύλων και τα δομικά πρότυπα, ενώ η προσθήκη παρόχθιας βλάστησης μειώνει τον αριθμό, το πλάτος/βάθος και το ρυθμό μετανάστευσης των διαπλεκόμενων διαύλων (in Bridge, 2003).

Η επιφανειακή απορροή επηρεάζει τη διάβρωση και αφαιρεί τη βλάστηση. Η διευθέτηση απομονώνει το ποτάμι από τη λεκάνη απορροής με αποτέλεσμα την απώλεια ελών μειώνοντας την οικολογική ποικιλομορφία. Η υδραυλική λειτουργία της λεκάνης για αποθήκευση, απελευθέρωση και κατεύθυνση του ύδατος χάνεται επίσης και μπορεί να αναμένονται υψηλά ποσοστά πλημμυρών στα κατάντη.

Η παρουσία μιας τροποποιημένης δομής ενδιαίτηματος είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες επιβάρυνσης (stress) των υδάτινων συστημάτων.

Χαρακτηριστική ήταν το 1817 η δήλωση του J.G. Tulla, υπεύθυνου για τη διευθέτηση του ποταμού Ρήνου: «Ως κανόνας, κανένας ρύακας ή ποταμός δεν χρειάζεται περισσότερο από μία κοίτη», έγινε αποδεκτή ως κατευθυντήρια πολιτική για τον μηχανικό σχεδιασμό (in Downs & Gregory, 2004). Αποκατάσταση και «φυσικοποίηση» μπορεί να είναι ανέφικτες ειδικά σε αστικά τοπία, αλλά σίγουρα μπορεί να υπάρξει βελτίωση με περιβαλλοντικό σχεδιασμό και μηχανική και αρχιτεκτονική τοπίου (in Gordon et al., 2004).

9. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η έντονη αστικοποίηση και η ανάπτυξη του ευρύτερου πολεοδομικού συγκροτήματος της Αθήνας οδήγησαν στην αλλοίωση του τοπίου της Αττικής γενικότερα, και στην εξαφάνιση της πλειονότητας των ρεμάτων ειδικότερα. Ο Κηφισός, αποστραγγίζοντας το 70% των υδάτων του λεκανοπεδίου, διατήρησε τη διέλευσή του προς τη θάλασσα, υπέστη όμως μείωση του πλάτους του και σημαντικές επιβαρύνσεις από μπαζώματα, αυθαίρετη δόμηση και ρύπανση. Αλλοιώσεις υπέστη επίσης από μεγάλα υδραυλικά ή οδικά έργα με κυρίαρχη την κάλυψή του από τις Τρεις Γέφυρες έως το Νέο Φάληρο για τη δημιουργία της λεωφόρου Κηφισού.

Παρά τις έντονες πιέσεις το μεγαλύτερο τμήμα του Κηφισού και των παραχειμάρρων του, παραμένουν σε φυσική μορφή από τις πηγές της Πάρνηθας και της Πεντέλης έως και τη Νέα Φιλαδέλφεια. Το Προεδρικό Διάταγμα Προστασίας του Κηφισού που προώθησε το Υπουργείο περιβάλλοντος το 1994 και καθορίζει Α΄ και Β΄ Ζώνες Προστασίας σε μια επιμήκη έκταση 12.500 στρεμμάτων, θέτοντας απαγορευτικούς ή περιοριστικούς όρους στη δόμηση και στις χρήσεις, λειτούργησε σαφώς προς αυτήν την κατεύθυνση με γενικότητες όμως και πολλές παραλείψεις, ή μάλλον μέτρα που δεν εφαρμόστηκαν. Το νέο Π.Δ 287/28.11.2002 συμπλήρωσε κενά, δεν έλυσε όμως τα προβλήματα. Άλλωστε οι νόμοι από μόνοι τους είναι κενοί, όταν κανείς δεν τους εφαρμόζει.

Σήμερα, το υδάτινο οικοσύστημα του Κηφισού και των παραχειμάρρων του στην περιοχή ανάντη της Μεταμόρφωσης έως και τις πηγές του ποταμού στο Κρυονέρι και στην Άνοιξη, διατηρώντας σε μεγάλο βαθμό αναλλοίωτα ή ελαφρώς επιβαρυμένα τα φυσικά του χαρακτηριστικά, παραμένει σαφέστατα σε καλύτερη μοίρα από το κατάντη τμήμα έως τις εκβολές του, όπου η κατάσταση θεωρείται μη αντιστρέψιμη. Από τα βόρεια της Αττικής έως το Φάληρο, οι εικόνες του Κηφισού είναι τόσο διαφορετικές που φαίνονται να αφορούν σε δύο διαφορετικά ποτάμια οικοσυστήματα. Ένα εντελώς υποβαθμισμένο στο νότιο τμήμα της ροής που δεν είναι πλέον ορατό και προσπελάσιμο από το κοινό και ένα στο βόρειο τμήμα, όπου ο ποταμός φαίνεται να είναι μία μικρή ξεχασμένη όαση με λιγότερες αλλοιώσεις από την παρουσία του ανθρώπου. Οι επεμβάσεις σε πολλά τμήματα σε όλο το μήκος του Κηφισού ήταν τόσο επώδυνες, ώστε εν έτει πλέον 2013, καθιστούν την κατάσταση μη αναστρέψιμη. Ελπίδες, ωστόσο, φαίνεται να υπάρχουν στο τμήμα του άνω ρου του ποταμού.

Η συντονισμένη δράση του Φορέα Διαχείρισης και Ανάπλασης Κηφισού (ΦΔΑΚ), πριν τη συγχώνευση του, σε συνδυασμό με την αρωγή μελών από διάφορες περιβαλλοντικές οργανώσεις είχαν αρχίσει να φέρνουν σημαντικά αποτελέσματα και είχαν προλάβει περαιτέρω δυσμενείς καταστάσεις. Όμως και πάλι ο Φορέας δεν μπόρεσε να αναστρέψει την κατάσταση του ποταμού ή να αλλάξει τη νοοτροπία των ανθρώπων που διαβιούν πλάι του και συνεχίζουν να τον θεωρούν ως μια μεγάλη υδάτινη χωματερή.

Όπως προκύπτει λοιπόν από όλα τα προαναφερθέντα, απαιτούνται δραστικές παρεμβάσεις στον Κηφισό, με επιστημονικό και συστηματικό τρόπο. Απαιτείται δηλαδή διαχείριση ποιότητας του ποταμού, με βάση τη συστημική προσέγγιση, η οποία αντιμετωπίζει το ποτάμι ως ένα σύνθετο οικοσύστημα. Οι σημαντικότεροι παράγοντες σε αυτήν την ολιστική προσέγγιση είναι η ποσότητα και η ποιότητα των νερών, οι πηγές ρύπανσης της περιοχής, οι χρήσεις των νερών του ποταμού (ύδρευση- άρδευση- βιομηχανική χρήση), οι υπάρχοντες νόμοι προστασίας, το κλίμα (βροχοπτώσεις). Και αυτό επειδή σε αυτούς τους παράγοντες μπορούμε να παρέμβουμε και να εφαρμόσουμε διαχειριστικά μέτρα. Επίσης όπως είναι γνωστόν η λήψη μέτρων ‘end-pipe’ σε μεσογειακά ποτάμια, δεν είναι εφικτή (in Prut & Munne, 2000).

Σύμφωνα και με την Οδηγία Πλαίσιο για τα ύδατα 2000/60 ΕΕ, η διαχείριση των ποταμών οφείλει να στηρίζεται σε τέσσερις βασικές αρχές διαχείρισης : αρχή της «αειφόρου ανάπτυξης» (sustainable development), αρχή του «ο ρυπαίνων πληρώνει» (“the polluter pays”), αρχή της «μη αύξησης της ρύπανσης» (stand-still principle), αρχή της «προφύλαξης και της προληπτικής δράσης». Με κατεύθυνση αυτές τις αρχές κινούνται και οι προτάσεις της παρούσας μελέτης, οι οποίες προσπαθούν να είναι συγκεκριμένες και ρεαλιστικές, με μια δόση ρομαντισμού, μα όχι ουτοπικές.

Οι πρώτες επεμβάσεις που θα πρέπει φυσικά να γίνουν, είναι στις πηγές ρύπανσης: εξαφάνιση των παράνομων αγωγών λυμάτων και των στερεών απορριμμάτων που κατακλύζουν τον Κηφισό και σωστή λειτουργία του βιολογικού καθαρισμού. Επεξεργασία των βιομηχανικών αποβλήτων που καταλήγουν σε αυτόν και εφαρμογή των λεγόμενων «καθαρών τεχνολογιών», σε όλα τα στάδια παραγωγής των παρακείμενων βιομηχανιών. Και εφόσον η περιβαλλοντική τεχνολογία είναι ακριβή μήπως τα πρόστιμα που θα βεβαιώνονται και θα εισπράττονται από τις αρμόδιες αρχές θα πρέπει να είναι ακριβότερα; Εδώ έγκεινται και οι επεμβάσεις που πρέπει να γίνουν στη νομοθεσία και τους θεσμούς. Οι νόμοι για την προστασία του ποταμού πρέπει να εκσυγχρονιστούν και να συστηματοποιηθούν, με προτεραιότητα στον καθορισμό των χρήσεων γης και υδάτων, καθώς και των ζωνών προστασίας.

Ως εκ τούτου προτείνεται και η ανασύσταση του Φορέα Διαχείρισης του Κηφισού, όχι ως ένα ακόμη γραφειοκρατικό γρανάτζι, αλλά με εξειδικευμένο προσωπικό που θα μπορεί να ανταποκρίνεται στα καθήκοντα του. Η εγκατάσταση για παράδειγμα ενός συστήματος παρακολούθησης παραμέτρων (monitoring) του ποταμού (φυσικοχημικά χαρακτηριστικά, όπως BOD, COD), είναι ένα από τα καθήκοντα αυτά. Επίσης, μέσω του φορέα, θα πρέπει να γίνει πλήρης καταγραφή της χλωρίδας και της πανίδας του Κηφισού και η αναζήτηση ίσως ενδημικών ειδών.

Στη συνέχεια, μπορούν να γίνουν επεμβάσεις και στον ίδιο τον Κηφισό, όπως αύξηση του αερισμού των νερών ή της παροχής με εμπλουτισμό (π.χ. υπόγεια νερά), ιδιαίτερα σε περιόδους χαμηλής ροής, ελεγχόμενη κοπή παρόχθιων ζιζανίων, ή φυκών του πυθμένα. Εδώ κρίνεται σκόπιμη και καθοριστική η εμπλοκή των κατοίκων των περιοχών που διέρχεται ο ποταμός. Έχει αποδειχθεί στην πράξη ότι για να λειτουργήσει σωστά οποιοδήποτε πρόγραμμα διαχείρισης ενός οικοσυστήματος, θα πρέπει η κοινή γνώμη να είναι ενήμερη για τα προβλήματα και μάλιστα να πιέζει συνεχώς για λύσεις. Οι πολίτες λοιπόν πρέπει να ενημερώνονται εμπειριστικά για την κατάσταση του Κηφισού της περιοχής τους και να αντιμετωπίζουν με ενεργητικότητα τα όποια προβλήματα. Εδώ η συνεργασία δήμων και Φορέα διαχείρισης κρίνεται όχι απλώς απαραίτητη, αλλά επιβεβλημένη. Η ευρεία απασχόληση των ΜΜΕ με τον Κηφισό και τα προβλήματά του καθώς και οι πολλές ερωτήσεις που έχουν γίνει στη Βουλή για την κατάστασή του, αντανακλούν την επιθυμία των κατοίκων για έναν καθαρό και επισκέψιμο ποταμό, ενταγμένο στη ζωή της πόλης, τόπο αναψυχής και ομορφιάς και όχι πηγή προβλημάτων.

Βέβαια, προς την κατεύθυνση της διαρκούς ενημέρωσης, συμβάλλει αρκετά τα τελευταία χρόνια και η περιβαλλοντική εκπαίδευση στα σχολεία, καθώς τα παιδιά ευαισθητοποιούνται και ενημερώνονται πάνω σε περιβαλλοντικά θέματα και έπειτα διαχέουν τη γνώση τους μέσω των οικογενειών τους, στην κοινωνία. Άλλωστε, τα παιδιά είναι οι πολίτες του μέλλοντος. Πολλά σχολεία λοιπόν με τις περιβαλλοντικές τους ομάδες, θα μπορούσαν να βοηθήσουν στον καθαρισμό του Κηφισού, να οργανώσουν συζητήσεις και ομιλίες, να κατασκευάσουν αφίσες, να κοινοποιήσουν τα αποτελέσματα των ερευνών τους στον τύπο. Επιθυμητή θα ήταν επίσης η συνεργασία με περιβαλλοντικές οργανώσεις ή οργανώσεις πολιτών.

Ακόμη, θα πρέπει να δημιουργηθούν δίοδοι πρόσβασης στο ποτάμι που σήμερα μοιάζει με αποκλεισμένη περιοχή. Έτσι, ο Κηφισός, στον άνω ρου του τουλάχιστον, θα μπορούσε να γίνει όχι μόνο χώρος επισκέψιμος, αλλά ένας τόπος δροσιάς, αναψυχής

και επαφής με το φυσικό περιβάλλον που τόσο έχει εξοβελιστεί, στις εντελώς τεχνητές πόλεις μας. Άλλωστε, τα σύγχρονα πολεοδομικά σχέδια αρχίζουν να περιλαμβάνουν ολοένα και περισσότερα φυσικά οικοσυστήματα όπου αυτό είναι δυνατόν, μέσα στον αστικό ιστό, γι' αυτό και προβλέπουν αναπλάσεις με φυτεύσεις και πράσινο. Πόσο μάλλον στην περίπτωση του Κηφισού, όπου το φυσικό περιβάλλον μας παρέχεται, αρκεί να το αναγνωρίσουμε και να το αξιοποιήσουμε. Τι πιο όμορφο από ένα πάρκο που θα μπορεί να καλύπτει τις ανάγκες των πολιτών για αναψυχή, αθλητισμό, διασκέδαση, επαφή με το φυσικό περιβάλλον.

Το ποτάμι πρέπει να είναι σε αρμονική συνύπαρξη με την πόλη. Κατά μήκος της διαδρομής και σε επιλεγμένες θέσεις, ώστε να μη διαταραχθεί η φυσιογνωμία και λειτουργικότητα του ρέματος, μπορούν να εντάσσονται στοιχεία για πολλαπλές χρήσεις, που θα αποτελέσουν πόλους έλξης με εποχικό χαρακτήρα. Τέτοια στοιχεία περιλαμβάνουν μονοπάτια για πεζούς, παρατηρητήρια, μικρούς αμφιθεατρικούς χώρους, ελαφρές κατασκευές για παιχνίδι παιδιών, υπαίθριες εκθέσεις κ.λπ. Τα καθορισμένα σημεία εισόδου και οι διαδρομές πεζών είναι απαραίτητα για να εξασφαλίζεται η προστασία της φυσικότητας του χώρου, παρά την παρουσία του επισκέπτη.

Παράλληλα ο Κηφισός μπορεί να λειτουργήσει ως ο «αεραγωγός» της πρωτεύουσας, καθώς η επιμήκης έκταση των Ζωνών Προστασίας, που έχει σαν κυρίαρχα στοιχεία το πράσινο και το νερό, διατηρεί ανοικτό έναν δίαυλο ανάμεσα στο οικιστικό συγκρότημα της Αθήνας και τους πράσινους ορεινούς όγκους της Πάρνηθας και της Πεντέλης. Το γεγονός αυτό θα έχει ευεργετικές συνέπειες στο μικροκλίμα της πρωτεύουσας, ιδιαίτερα το καλοκαίρι, όπου λόγω ζέστης και νέφους δημιουργούνται αποπνικτικές συνθήκες.

Για τους παραπάνω λόγους, η εμπλοκή πανεπιστημίων με ειδικούς επιστήμονες και φοιτητές με νέες ιδέες, είναι ακόμη μια πρόταση. Άλλωστε, όπως έχει αναφερθεί, υπάρχει ήδη μια έτοιμη μελέτη ανάπλασης, εκείνη της ομάδας Ζώτου. Γιατί λοιπόν να μην αξιοποιηθούν όλα τα θετικά που η συγκεκριμένη μελέτη προτείνει για τον σχεδιασμό ενός επιμήκους μητροπολιτικού πάρκου στον Κηφισό, σε συνδυασμό με την παρακολούθηση (monitoring) και την ανασύσταση του Φορέα Διαχείρισης; Ο ρόλος του Υπουργείου Περιβάλλοντος είναι εξίσου σημαντικός και μάλλον θα έπρεπε να δραστηριοποιηθεί, γιατί προς το παρόν είναι ο μεγάλος απών από όλες τις προσπάθειες.

Η Ευρώπη αποφάσισε να χρησιμοποιήσει την οικολογική κατάσταση (ecological status) ως το πρωταρχικό στοιχείο των αναγκών διαχείρισης για τα επιφανειακά ύδατα. Οι μέθοδοι βιολογικής αξιολόγησης που εφαρμόζονται στα κράτη-μέλη και στοχεύουν στην υλοποίηση των στόχων της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Νερά, δρουν ως ο σύνδεσμος μεταξύ της πραγματικής κατάστασης του περιβάλλοντος και της ερμηνείας της, η οποία είναι αυτή που τελικά οδηγεί σε διαχειριστικές δράσεις, αποκατάστασης ή διατήρησης. Με τόσο υπεύθυνο ρόλο, οι μέθοδοι αυτές θα έπρεπε ιδανικά να παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα κατόπιν ολοκληρωμένης εκτίμησης των σχετικών διαρθρωτικών και λειτουργικών βασικών μεταβλητών του οικοσυστήματος, σε χαμηλά κόστη. Από τη στιγμή που αυτές οι όλα-σε-ένα λύσεις είναι ουτοπικές, στην πράξη η υδρόβια βιολογική αξιολόγηση φαίνεται να είναι μία συναλλαγή μεταξύ των νομοθετικών απαιτήσεων, της καλύτερης επιστημονικής γνώσης και των κοινωνικοοικονομικών προεκτάσεων (in Birk et al., 2012).

Σύμφωνα με τα προαναφερθέντα, ο Κηφισός θα μπορεί να λειτουργεί ξανά ως οικοσύστημα, ως οικολογικός διάδρομος, και ακόμη να δρα αντιπλημμυρικά, να αποτελεί αεραγωγό για την ανανέωση της ατμόσφαιρας της πόλης (με θετική επίδραση στο κλίμα), να σχηματίζει έναν αξιόλογο βιότοπο, με αισθητική και οικολογική αξία, να αποτελεί χώρο περιβαλλοντικής εκπαίδευσης και να εντάσσεται ουσιαστικά, όχι μόνο στον αστικό ιστό, αλλά και στη ζωή των κατοίκων, ως ευλογία και όχι ως κατάρα.

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Aguiar F.C., Feio M.J. & Ferreira M.T. (2011), 'Choosing the best method for stream bioassessment using macrophyte communities: Indices and predictive models', *Ecological Indicators*, 11: 379–388.

Allan D.J. (1995), 'Stream Ecology: Structure and function of running waters', Chapman and Hall, London.

Alley R.E., (2000), 'Water Quality Control Handbook', The McGraw-Hill Companies, New York.

Amoros C. & Petts G.E. (1993), 'Hydrosystemes fluviaux', ed Masson, Paris.

APHA (1992), 'Standard methods for the examination of water and wastewater'. 18th ed. American Public Health Association, Washington, DC.

Aristi I., Díez J.R., Larrañaga A., Navarro-Ortega A., Barceló D. & Elosegi A. (2012), 'Assessing the effects of multiple stressors on the functioning of Mediterranean rivers using poplar wood breakdown', *Science of the Total Environment*, 440: 272–279.

Armitage P.D., Moss P., Wright J.F. & Furse M.T. (1983), 'The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites', *Water Resources*, 17: 333–347.

Attigbo, F.K., Glover-Amengor M. & Nyadziche T. (2007), 'Correlating Biochemical and Chemical Oxygen Demand of Effluents – A Case Study of Selected Industries in Kumasi, Ghana' *West African Journal of Ecology*.

Baatrup-Pedersen A., Larsen S.E., Mejlhede P., Audet J., Hoffman, C.C., Andersen H.E., Kjaergaard C. & Kronvang B. (2011), 'Stream characteristics and their implications for the protection of riparian fens and meadows', *Freshwater Biology*, 56: 1893–1903.

Balance R. (1996a), 'Physical and Chemical analysis', In: Bartram, J. and Balance R. [Eds.], 'Water Quality Monitoring – A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes', UNEP/WHO.

Balance R. (1996b), 'Field testing methods', In: Bartram, J. and Balance R. [Eds.], 'Water Quality Monitoring – A practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes', UNEP/WHO.

Birk S., Bonne W., Borja A., Brucet S., Courrat A., Poikane S., Solimini A., van de Bund W., Zampoukas N. & Hering D. (2012), 'Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods to implement the Water Framework Directive', *Ecological Indicators*, 18: 31–41.

Bobori, D. & Mourelatos S. (1999), Physicochemical parameters and nutrients content of surface waters of the Aliakmon river (Greece), *Freshenius Environmental Bulletin*, 8: 718–723.

- Boink A. & Speijers G. (2001), 'Health effects of nitrate, a review', *Acta Horticulturae*, 563: 29-36.
- Bonada N., Rieradevall M. & Prat N. (2007), 'Macroinvertebrate community structure and biological traits related to flow permanence in a Mediterranean river network', *Hydrobiologia*, 589: 91–106.
- Bridge J.S. (2003), 'Rivers and Floodplains: Forms, Processes and Sedimentary Record', Blackwell publishing, pp.491.
- Brown G.W. & Brazier R.J. (1972), 'Controlling thermal pollution in small streams', USEPA, EPA-R2-72-083, Washington, D.C., USA.
- Bruzzoniti M.C., Sarzanini C. & Mentasti E. (2000), 'Preconcentration of contaminants in water analysis', *Journal of Chromatography A*, 902: 289-309.
- Bunzel K., Kattwinkel M. & Liess M. (2013), 'Effects of organic pollutants from wastewater treatment plants on aquatic invertebrate communities', *Water Research*, 47: 597-606.
- Burwell R.E., Schuman G.G., Heinemann H.G. & Spomer R.G. (1997), 'Nitrogen and phosphorus movement from agricultural watersheds', *J.Soil and Water Conserv.*, 32: 266-230.
- Camp G.W. & Daughterty B.Th. (1998), 'Διαχείριση Φυσικών Πόρων', Τρίτη Έκδοση, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.
- Campbell K.L. & Dwayne R.E. (2001), 'Phosphorus and Water Quality Impacts', In: Ritter, W.F. and Shirmohammadi, A. [Eds] 'Agricultural Nonpoint Source Pollution – Watershed Management and Hydrology', CRC Press LLC, USA.
- Camporeale C. & Ridolfi L. (2010), 'Interplay among river meandering, discharge stochasticity and riparian vegetation', *Journal of Hydrology*, 382: 138–144.
- Cañedo-Argüelles M., Grantham T.E., Perrée I., Rieradevall M., Céspedes-Sánchez R. & Prat N. (2012), 'Response of stream invertebrates to short-term salinization: A mesocosm Approach', *Environmental Pollution*, 166: 144-151.
- Carpenter S.R., Caraco N.F., Correll D.L., Howarth R.W., Sharpley A.N. & Smith V.H. (1998), 'Nonpoint Pollution of Surface Waters with Phosphorus and Nitrogen', *Issues in Ecology*, 3: 1-12.
- Chapman A.S., Foster I.D.L., Lees J.A., Hodgkinson R.A. & Jackson R.H. (2001), 'Particulate phosphorus transport by sub- surface drainage from agricultural land in the UK. Environmental significance at the catchment and national scale.', *The Science of the Total Environment*, 266: 95-102.
- Chapman D.V. (1997), 'Water Quality Monitoring' In: Biswas, A.K. [Ed.] 'Water Resources – Environmental Planning, Management and Development', The McGraw-Hill Companies, New York.
- Chinery, M. (1985), 'A field Guide to the Insects of Britain and Northern Europe', Collins Field Guide, pp.448.

Conley D.J. (2000), 'Biochemical nutrient cycles and nutrient management strategies', *Hydrobiologia*, 410:87-96.

Cooper B. (1984), 'Activities of benthic nitrifiers in streams and their role in oxygen consumption', *Microbiological Ecology*, 10: 317-334.

Corominas L., Acuña V., Ginebreda A. & Poch M. (2013), 'Integration of freshwater environmental policies and wastewater treatment plant management', *Science of the Total Environment*, 445-446: 185-191.

Costello M.J., McCarthy T.K. & O' Farrell M.M., (1984), 'The stoneflies (Plecoptera) of the Corrib catchment area, Ireland', *Annals Limnologie*, 20: 25-34.

Cox B.A. (2003) 'A review of dissolved oxygen modeling techniques for lowland rivers', *The Science of the Total Environment*, 314-316: 303-334.

Currie J.C. (1997), 'Pollution prevention on the River Tweed : past, present and future', *The Science of the Total Environment*, 194/195: 147-154.

Da Silva A.M.M. & Sacomani L.B. (2001), 'Using chemical and physical parameters to define the quality of Pardo river water (Botucatu-SP-Brazil)', *Water research*, 35: 1609-1616.

De Wit M. & Bendoricchio G. (2001), 'Nutrient Fluxes in the Po basin', *The Science of the Total Environment*, 273: 147-161.

Della Bella V. & Mancini L. (2009), 'Freshwater diatom and macroinvertebrate diversity of coastal permanent ponds along a gradient of human impact in a Mediterranean eco-region', *Hydrobiologia*, 634: 25-41.

Demars B.O.L., Kemp J.L., Friberg N., Usseglio-Polatera P. & Harper D.M. (2012), 'Linking biotopes to invertebrates in rivers: Biological traits, taxonomic composition and diversity', *Ecological Indicators*, 23: 301-311.

Department of Primary Industries Water & Environment (Tasmania) and Action Salinity & Water (Australia), (2004), 'Community Water Quality Sampling Protocols & Standards' Water Assessment and Planning Branch.

Directive 2008/105/EC of the European Parliament and the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy, amending and subsequently repealing Council Directives 82/176/EEC, 83/513/EEC, 84/156/EEC, 84/491/EEC, 86/280/EEC and amending Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council.

Dodkins I., Rippey B., Harrington Th. J., Bradley C., Ni Chathain B., Kelly-Quinn M., McGarrigle M., Hodge S. & Trigg D. (2005), 'Developing an optimal river typology for biological elements within the Water Framework Directive', *Water Research*, 39: 3479-3486.

Dojilido J.R. & Best J.A. (1993), 'Chemistry of Water and Water Pollution', Ellis Horwood/Prentice-Hall, Chichester/Englewood Cliffs, New Jersey.

Dosskey M.G., Vidon Ph., Gurwick N.P., Allan C.J., Duval T.P., & Lowrance R. (2010), 'The role of riparian vegetation in protecting and improving chemical water quality in streams', *Journal of the American Water Resources Association*, 46: 261-277.

Drolc A. & Zagorc Koncan J. (2002), 'Estimation of Total Phosphorous in a River Basin and Assessment of Alternatives for River Pollution Reduction', *Environmental International*, 28: 393-400.

Duhram B., Pfeiffer-Rink S., Guendert D. (2002), 'Integrated water resource management through reuse and aquifer recharge', *Desalination*, 152: 333-338.

Editorial (2003), 'Management of eutrophicated coastal ecosystems : a synopsis of the literature with emphasis on theory and methodology', *Ecological Economics*, 47: 1-11.

Efthimiou G. & P. Smiris (2002), 'Management, Protection and restoration measures of the riparian ecosystems of Nestos Delta', proceedings of an International Conference Protection and restoration of the Environment VI, vol III:1871-1874, Skiathos.

Elofsson K., Folmer H. & Gren I.M. (2003), 'Management of eutrophicated coastal ecosystems: a synopsis of the literature with emphasis on theory and methodology', *Ecological Economics*, 47, 1-11.

Environmental Agency, (2003) 'River Quality – an overview'.

EPA, (2000), 'Pertaining to water sampling', Draft (1). EPA Guidelines
European Commission Report (2002), Implementation of the nitrates directive, COM 407

Faulkner H., Edmonds-Brown V., Green A. (2000), 'Problems of quality designation in diffusely polluted urban streams – the case of Pymme's Brook, north London', *Environmental Pollution*, 109: 91-107.

Feio M.J., Aguiar F.C., Almeida S.F.P. & Ferreira M.T. (2012), 'AQUAFLOA: A predictive model based on diatoms and macrophytes for streams water quality assessment', *Ecological Indicators*, 18: 586–598.

Friberg N., Bonada N., Bradley D.C., Dunbar M.J., Edwards F. K., Grey J., Hayes R.B., Hildrew A.G., Lamouroux N., Trimmer M. & Woodward G. (2011), 'Biomonitoring of Human Impacts in Freshwater Ecosystems: The Good, the Bad and the Ugly', *Advances In Ecological Research*, 44: 1-68.

Garelick H. & Jones H. (2009), 'Environmental and Ecological Chemistry: Water Quality', *EOLSS*, 2: 231-264.

Gerdes P. & Kunst S. (1998), 'Bioavailability of phosphorus as a tool for efficient P reduction schemes', *Water Science Technology*, 37: 241-147.

Global Environmental Monitoring System, (2001), 'Nutrients in Surface Waters'.

Golterman H.I., Ohnstad M.A.M. & Stringer-Clymo R. (1978), 'Methods for physical and chemical analysis of fresh waters' IBP Handbook, No 8. Blackwell Scientific Publishers.

Grantham T.E., Figueroa R. & Prat N. (2012), 'Water management in mediterranean river basins: a comparison of management frameworks, physical impacts and ecological responses', *Hydrobiologia*, pp.32, doi:10.1007/s10750-012-1289-4.

Greet J., Webb J.A. & Cousens R.D. (2011), 'The importance of seasonal flow timing for riparian vegetation dynamics: a systematic review using causal criteria analysis', *Freshwater Biology*, 56: 1231–1247.

Grove J. M., Troy A. R., O'Neil-Dunne J. P. M., Burch Jr. W. R., Cadenasso M. L. & Pickett S. T. A. (2009), 'Characterization of Households and its Implications for the Vegetation of Urban Ecosystems', *Ecosystems*, 9: 578–597.

Haag D., Kaupenjohann M. (2001), 'Landscape fate of nitrate fluxes and emissions in Central Europe. A critical review of concepts, data and models for transport and retention', *Agricultural Ecosystems and Environment*, 86: 1-21.

Hagger J.A., Jones M.B., Lowe D., Leonard D.R.P., Owen R. & Galloway T.S (2008), 'Application of biomarkers for improving risk assessments of chemicals under the Water Framework Directive: A case study', *Marine Pollution Bulletin*, 56: 1111–1118.

Harguinteguy C.A., Schreiber R. & Pignata M.L. (2013), 'Myriophyllum aquaticum as a biomonitor of water heavy metal input related to agricultural activities in the Xanaes River (Cordoba, Argentina)', *Ecological Indicators*, 27: 8–16.

Haybach A., Scholl F., Konig B. & Kohmann F. (2004), 'Use of biological traits for interpreting functional relationships in large rivers', *Limnologica* 34: 451-459.

Hem J.D.,(1989), 'Study and interpretation of the chemical characteristics of natural water', 2nd ed., United States Geological Survey Water Supply Paper 1473, US Government Printing Office, Washington, DC, USA.

Henocque Y. & Andral B. (2003), 'The french approach to managing water resources in the mediterranean and the new European Water Framework Directive', *Marine Pollution Bulletin*, 47: 155-161.

Hodges L. (1997), 'Environmental Pollution', 2nd ed., Holt, Rinehart and Winston, USA.

Horan N.J. (1989), 'Analytical Chemistry Methods Manual', Leeds University, Department of Civil Engineering.

Horne A.J., & Goldman C.R. (1994), *Limnology*, 2nd edition. McGraw-Hill, Inc. 576 pp.

House W.A. (2003), 'Geochemical cycling of phosphorus in rivers', *Applied Geochemistry*, 18: 739-748.

Howart R., Anderson D., Cloem J., Elfring C., Hopkinson C., Lapointe B., Malone T., Marcus N., McGlathery K., Sharpley A. & Walker, D. (2000), 'Nutrient Pollution of Coastal Rivers, Bays and Seas', *Issues in Ecology*, 7: 1-16.

- Hua J., An P., Winter J., Gallert C. (2003), 'Elimination of COD microorganisms and pharmaceuticals from sewage by trickling through sandy soil below leaking sewers', *Water Research*, 37: 3495-4404.
- Hunt, R.J. & Christiansen I. (2000), 'Dissolved Oxygen Information Kit', A CRC Sugar *Technical Publication*, Townsville, pp. 27.
- Hunter W.J. (2003), 'Accumulation of nitrate in denitrifying barriers when phosphate is limiting', *Journal of Contaminant Hydrology*, 66: 79-91.
- Iliopoulou-Georgudaki J., Kantzaris V., Katharios P., Kaspiris P., Georgiadis Th. & Montesantou B. (2003), 'An application of different bioindicators for assessing water quality: a case study in the rivers Alfeios and Pineios (Peloponnisos, Greece)', *Ecological Indicators*, 2: 345-360.
- Johnson J.C., Jin H., Carreiro M.M. & Jack J.D. (2013), 'Macroinvertebrate community structure, secondary production and trophic-level dynamics in urban streams affected by non-point-source pollution', *Freshwater Biology*, doi:10.1111/fwb.12090.
- Justus B.G., Petersen J.C., Femmer S.R., Davis J.V. & Wallace J.E., 'A comparison of algal, macroinvertebrate, and fish assemblage indices for assessing low-level nutrient enrichment in wadeable Ozark streams', *Ecological Indicators*, 10: 627-638.
- Karageorgis A.P., Nikolaidis N.P., Karamanos H., Skoulikides N. (2003), 'Water and sediment quality assessment of the Axios river and its coastal environment', *Continental Shelf Research*, 23: 1929-1944.
- Kristensen P. (1996), 'Water quality of large rivers', European Topic Centre on Inland Waters, Topic Report 4/1996, Denmark.
- Kuliberg A. (1992), 'Benthic macroinvertebrate community structure in 20 streams of varying pH and humic content', *Environmental Pollution*, 78: 103-106.
- Kumari M., Tripathi S., Pathak V. & Tripathi B.D. (2013), 'Chemometric characterization of river water quality', *Environ. Monit. Assess*, 185: 3081-3092.
- Kuo Y.-M., Jang C.-S., Yu H.-L., Chen S.-C. & Chu H.-J. (2013), 'Identifying nearshore groundwater and river hydrochemical variables influencing water quality of Kaoping River Estuary using dynamic factor analysis', *Journal of Hydrology*, 486: 39-47.
- Lai Y.C., Tu Y.T., Yang C.P., Surampalli R.Y. & Kao C.M. (2013), 'Development of a water quality modeling system for river pollution index and suspended solid loading evaluation', *Journal of Hydrology*, 478: 89-101.
- Lai Y.C., Yang C.P., Hsieh C.Y., Wu C.Y. & Kao C.M. (2011), 'Evaluation of non-point source pollution and river water quality using a multimedia two-model system', *Journal of Hydrology*, 409: 583-595.
- Lawson E.O. (2011), 'Physico-Chemical Parameters and Heavy Metal Contents of Water from the Mangrove Swamps of Lagos Lagoon, Lagos, Nigeria', *Advances in Biological Research*, 5: 8-21.

- Lazaridou-Dimitriadou M. (2002), 'Seasonal variation of the water quality of rivers and streams of eastern Mediterranean', *Web Ecology*, 3: 20-32.
- Lebianc R.T., Brown R.D. & FitzGibbon J.E. (1997), 'Modeling the effects of land use change on the water temperature in unregulated urban streams', *Journal of Environmental Management*, 49: 445-469.
- Leopold L.B. & Wolman M.G. (1992), 'Fluvial Processes in Geomorphology', Dover Publications, Inc, New York.
- Lescot J.M., Bordenave P., Petit K. & Leccia O. (2013), 'A spatially-distributed cost-effectiveness analysis framework for controlling water', *Pollution, Environmental Modelling & Software*, 41: 107-122.
- Lower Colorado River Authority (2012), Colorado River Watch Network Water Quality Monitoring Manual, 9th Edition, Austin, Texas.
- Mainstone C.P. & Parr W. (2002), Phosphorus in rivers – ecology and management', *The science of the total environment*, 282-283: 25-47.
- Mainstone C.P., Dils R.M. & Withers P.J.A. (2008), 'Controlling sediment and phosphorus transfer to receiving waters – A strategic management perspective for England and Wales', *Journal of Hydrology*, 350: 131– 143.
- Malve O., Tattari S., Riihimäki J., Jaakkola E., Vob A., Williams R. & Bärlund I. (2012), 'Estimation of diffuse pollution loads in Europe for continental scale modelling of loads and in-stream river water quality', *Hydrol. Process.*, 26: 2385–2394.
- Marsh W.M. & Grossa J. (2005), 'Environmental geography- Science, Land use and Earth systems', 3rd edition, Wiley.
- Matejecik L., Benesova L., Tonika J. (2003), 'Ecological modeling of nitrate pollution in small river basins by spreadsheets and GIS', *Ecological Modeling*, 170: 245-263.
- Melkerson K.A. (1983), 'Phosphorus in chemical and physical treatment processes', *Water Research*, 7: 145-158.
- Menezes S., Baird D.J. & Soares A.M.V.M., (2010), 'Beyond taxonomy: a review of macroinvertebrate trait-based community descriptors as tools for freshwater biomonitoring', *Journal of Applied Ecology*, 47:711–719.
- Mimikou M.A., Baltas E., Varanou E & Pantazis K. (2000), 'Regional impacts of climate change on water resources quantity and quality indicators', *Journal of Hydrology*, 234: 95-109.
- Mississippi Headwaters River Watch (1991). 'Water quality procedures'. Mississippi Headwaters Board. March.
- Mujeriego R., Sala L., Carbò M., Turet J. (1996), 'Agronomic and public health assessment of reclaimed water quality for landscape irrigation', *Water Science and Technology*, 33: 335-344.

- Neill M. (1989), 'Nitrate concentrations in river waters in the south east of Ireland and their relationship with agricultural practice', *Water Research*, 23: 1339-1355.
- Newson M. (1995), 'Managing the human impact on the natural environment, Patterns & Processes', John Wiley & Sons, England.
- Noori R., Karbassi A., Ashrafi K., Ardestani M., Mehrdadi N. & Bidhendi G.-R.N. (2012), 'Active and online prediction of BOD5 in river systems using reduced-order support vector machine', *Environ. Earth Sci.* 67: 141–149.
- Oenema O., Van Liere L. & Schoumans O. (2005), 'Effects of lowering nitrogen and phosphorus surpluses in agriculture on the quality of groundwater and surface water in the Netherlands', *Journal of Hydrology*, 304: 289-301.
- Pace G., Della Bella V., Barile M., Andreani P., Mancini L. & Belfiore C. (2012), 'A comparison of macroinvertebrate and diatom responses to anthropogenic stress in small sized volcanic siliceous streams of Central Italy (Mediterranean Ecoregion)', *Ecological Indicators* 23: 544–554.
- Panagiotopoulos I., Kapsimalis V., Hatzianestis I., Kanellopoulos Th.D. & Kyriakidou C. (2010), 'Environmental status of the metropolitan river (Kifissos) of Athens, Greece', *Environmental Earth Sciences*, 61: 983–993.
- Parr L.B. & Mason C.F. (2003), 'Long-term trends in water quality and their impact on macroinvertebrate assemblages in eutrophic lowland rivers', *Water Research*, 37: 2969-1979.
- Pena S.B., Abreu M.M., Teles & Espirito-Santo M.D. (2010) 'A methodology for creating greenways through multidisciplinary sustainable landscape planning, *Journal of Environmental Management*, 91: 970–983.
- Pidwirny M. (2006), 'The Nitrogen Cycle'. *Fundamentals of Physical Geography, 2nd Edition*. University of British Columbia Okanagan Press.
- Pimenta A.M., Albertoni E.'I. F. & Palma-Silva C. (2012), 'Characterization of water quality in a small hydropower plant reservoir in southern Brazil', *Lakes & Reservoirs: Research and Management*, 17: 243–251.
- Pisarevsky A.M., Polozova I.P. & Hockridge P.M. (2005), 'Chemical Oxygen Demand', *Russian Journal of Applied Chemistry*, 78: 101-107. (Translated from *Zhurnal Prikladnoi Khimii*, 78: 102-107.)
- Pollard P. & Huxham M. (1998), 'The European Water Framework Directive: a new era in the management of aquatic ecosystem health?', *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8: 773–792.
- Prat N. & Munne A. (2000), 'Water use and quality and stream flow in a mediterranean stream', *Water Resources*, 34: 3876-3881.
- Prat N., Rieradevall M., Barata C. & Munne C., (2013), 'The combined use of metrics of biological quality and biomarkers to detect the effects of reclaimed water on

macroinvertebrate assemblages in the lower part of a polluted Mediterranean river (Lobregat River, NE Spain)', *Ecological Indicators*, 24: 167–176.

Quinn J.M., Cooper A.B., Colley R.J.D., Rutherford J.C. & Williamson R.B. (1997), 'Land use effects on habitat, water quality, periphyton, and benthic invertebrates in Waikato, New Zealand, hill-country streams', *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 31: 579-597.

Ram, S.L., Pravin U.S. & Deepal, S.P. (2011), 'Study on Physico-Chemical Parameters of Waste Water Effluents from Taloja Industrial Area of Mumbai, India', *International Journal of Ecosystem*, 1: 1-9.

Raven P.J., Holmes N.T.H., Dawson F.H. & Everard M., (1998), 'Quality assessment using River Habitat Survey data', *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8: 477–499.

River Habitat Survey in Britain and Ireland, Field Survey Guidance Manual: 2003 Version, Environment Agency.

Rosenquist S.E., Moak J.W. & Oscar P.F. (2013), 'Modeling biochemical oxygen demand through the middle and lower savannah river', *Journal of the American Water Resources Association*, 49: 284–299.

Rosso J.J. & Cirelli A.F. (2013), 'Effects of land use on environmental conditions and macrophytes in prairie lotic Ecosystems', *Limnologica*, 43: 18–26.

Sanders T.G., Ward R.C., Loftis J.C., Steele T.D., Andrian D.D. & Yevjenich V. (1983), 'Design of Networks for Monitoring Water Quality', Water Resources Publications, Littleton, CO.

Sava R. (1994), 'Guide to Sampling Air, Water, Soil, and Vegetation for Chemical Analysis', Environmental Hazards Assessment Program, EPA, Sacramento, California.

Schneider S.C., Kahlert M. & Kelly M.G. (2013), 'Interactions between pH and nutrients on benthic algae in streams and consequences for ecological status assessment and species richness patterns', *Science of the Total Environment*, 444: 73–84.

Schneider S.C., Kahlert M. & Kelly M.G. (2013), 'Interactions between pH and nutrients on benthic algae in streams and consequences for ecological status assessment and species richness patterns', *Science of the Total Environment*, 444: 73-84.

Sebastia M. T. & Rodilla M. (2013), 'Nutrient and Phytoplankton Analysis of a Mediterranean Coastal Area', *Environmental Management*, 51: 225–240.

Sharma A., Naidu M. & Sargaonkar A. (2013), 'Development of computer automated decision support system for surface water quality assessment', *Computers & Geosciences*, 51: 129–134.

Sharma M.L. (1996), 'Impact of agriculture on nutrient contamination of water resources'. In: 'Water-Quality Hydrology'. Proceedings of the international conference of hydrology and water resources, Vol. 3., Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Shelton L.R. (1994), 'Field guide for collecting and processing stream water samples for the national water quality assessment programme', United States Geological Survey, Open File Report 94-445, Sacramento, California.

Shrimali M. & Singh K.P. (2001), 'New methods of nitrate removal from water', *Environmental Pollution*, 112: 351-359.

Sikder M. T., Kihara Y., Yasuda M., Yustiawati, Mihara Y., Tanaka Sh., Odgere D., Mijiddorj B., Syawal B.M., Hosokawa T., Saito T. & Kurasaki M. (2013), 'River Water Pollution in Developed and Developing Countries: Judge and Assessment of Physicochemical Characteristics and Selected Dissolved Metal Concentration', *Clean Soil Air Water*, 41: 60–68.

Silva A.M.M., Novelli E.L.B., Fascineli M.L. & Almeida J.A. (1999), 'Impact of an environmentally realistic intake of water contaminants and superoxide formation on tissue of rats', *Environmental Pollution*, 105: 243-249.

Skoulikidis N.Th. Karaouzas I. & Gritzalis K.C. (2009), 'Identifying key environmental variables structuring benthic fauna for establishing a biotic typology for Greek running waters', *Limnologica*, 39: 56–66.

Skoulikidis N.Th., Gritzalis K.C., Kouvarda Th. & Buffagni A. (2004), 'The development of an ecological quality assessment and classification system for Greek running waters based on benthic macroinvertebrates', *Hydrobiologia*, 516: 149–160.

Tealdi S., Camporeale C. & Ridolfi S. (2013), 'Inter-species competition–facilitation in stochastic riparian vegetation dynamics', *Journal of Theoretical Biology*, 318: 13–21.

Tealdi S., Camporeale C., Perucca E., Ridolfi L. (2010), 'Longitudinal dispersion in vegetated rivers with stochastic flows', *Advances in Water Resources*, 33: 562–571.

Teng C.-J., Leu S.-Y., Ko C.-H., Fan C., Sheu Y.-S. & Hu H.-Y. (2012), 'Economic and environmental analysis of using constructed riparian wetlands to support urbanized municipal wastewater treatment', *Ecological Engineering*, 44: 249– 258.

Teubner D., Möller P. & Paulus M. (2013), 'Derivation of dynamic reference values for the classification of contaminant concentrations in bream (*Abramis brama*) of German rivers and lakes using data of the Environmental Specimen Bank', *Ecological Indicators*, 25: 62–165.

Tong T.Y.S. & Chen W. (2002), 'Modeling the relationship between land use and surface water quality', *Journal of Environmental Management*, 66: 377-393.

Tullos D.D. & Neumann M. (2006), 'A qualitative model for analyzing the effects of anthropogenic activities in the watershed on benthic macroinvertebrate communities', *Ecological Modelling*, 196: 209–220.

Tyler Miller Jr. G. (1996), 'Living in the Environment: Principles, Connections and Solutions', 9th ed., Wadsworth Publishing Company, USA.

Tyler Miller Jr. G. (2003), 'Environmental Science – Working with the Earth', 9th ed., Thomson Learning, Inc., Canada.

U.S. Environmental Protection Agency, (2000), 'Guidance for choosing a sampling design for environmental data collection – Use in the development of a quality assurance project plan', EPA QA/G-5S, Washington, DC 20460.

Varol M. (2012), 'Temporal and spatial dynamics of nitrogen and phosphorus in surface water and sediments of a transboundary river located in the semi-arid region of Turkey', *Catena*, 100: 1–9.

Vega M., Pardo R., Barrado E., Deban L. (1998), 'Assessment of seasonal and polluting effects on the quality of river water by exploratory data analysis', *Water Research*, 32: 3581-3592.

Vermonden K., van der Velde G. & Leuven R.S.E.W. (2012), 'Key factors for biodiversity of surface waters in climate proof cities', *Resources, Conservation and Recycling*, 64: 56– 62.

Wade A.J., Whitehead P.G., Hornberger G.M., Jarvie H.P. & Flynn N. (2002) 'On modeling the impacts of phosphorous stripping at sewage works on in-stream phosphorous and macrophyte / epiphyte dynamics: a case study for the river Kennet', *The Science of the Total Environment*, 282-283: 395-415.

Water Framework Directive (2011), 'Method statement for the classification of surface water bodies (external release) Monitoring Strategy v2.0', *Environment Agency*, 26.

Wetzel R.G. (1983), *Limnology*, 2nd edition. Saunders College Publishing. 760 pp.

WHO Regional Office for Europe (2002), '*Eutrophication and Health*', Luxemburg, 1-21.

WHO- EC (2002), 'Eutrophication and health'.

Williams R., Keller V., Vob A., Bärlund I., Malve O., a Riihimäki J., Tattari S. & Alcamo J. (2012), 'Assessment of current water pollution loads in Europe: estimation of gridded loads for use in global water quality models', *Hydrol. Process.*, 26: 2395–2410.

Wilson A.L. & Hunt D.T.E. (1986), 'The chemical analysis of water – General principles and techniques', 2nd ed., Royal Society of Chemistry, Cambridge.

Wurts W.A. (2003), 'Daily pH Cycle and Ammonia Toxicity', *World Aquaculture*, 34: 20-21.

Yusuf M.A., Nordin M. & Abdullah P. (2003), 'River Water Quality Assessment and Ecosystem Health: Langat River Basin, Selangor, Malaysia'. In: Rapport D.J., Lasley W.L., Rolston D.E., Ole Nielsen N., Qualset C.O. & Damania A.B., [Eds], 'Managing for Healthy Ecosystems', CRC Press LLC, USA.

Αποστολοπούλου Μ. (2005), 'Ζωολογία: Ολοκληρωμένες Αρχές', Ά Τόμος, σελ.581, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Απόφαση 77/795/ΕΟΚ, 'Περί καθιερώσεως κοινής διαδικασίας ανταλλαγής πληροφοριών για την ποιότητα των γλυκών επιφανειακών υδάτων της Κοινότητας', ΕΕ L 334/24.12.1977, σ.29

Αργυρόπουλος Δ. και Δασενάκης Μ. (1997), 'Ποτάμια : Η ρύπανση των νερών και η αντιμετώπιση', Γενική Διεύθυνση Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εκπαίδευση, ΔΕΚΑ Τρικάλων, Τρίκαλα.

Αριανούτσου-Φαραγγιτάκη Μ., Οικονόμου-Αμίλλη Α., Κουμπλή-Σοβαντζή Α., Ρουσομουστακάκη Μ. (2007), 'Γενική Οικολογία', σελ.229, ΕΚΠΑ, Αθήνα.

Βαλκανάς Γ. (1985), 'Οικολογία', Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.

Βαλκανάς Γ. (1992), 'Ρύπανση Περιβάλλοντος- Επιστήμη Και Τεχνική Αντιμέτωπισης', Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.

Βούρκα (2007), 'Εφαρμογή Του Μοντέλου Αξιολόγησης Των Ποτάμιων Ενδιατημάτων RHS (River Habitat Survey) Στον Χείμαρρο Σκλήθρο, Β.Ελλάδα', Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.

Γενική διεύθυνση Εγχειοβελτιωτικών Έργων και Γεωργικών Διαρθρώσεων, (2001), 'Ποιοτικά χαρακτηριστικά υδάτων των ποταμών και λιμνών της χώρας' Τόμος Α, Υπουργείο Γεωργίας, Αθήνα.

Έκθεση Της Επιτροπής (2002), 'Εφαρμογή Της Οδηγίας 91/676/ΕΟΚ Του Συμβουλίου Για Την Προστασία Των Υδάτων Από Τη Νιτρορρύπανση Γεωργικής Προελεύσεως', Επιτροπή Των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Βρυξέλλες.

Εξάρχου, Νικολόπουλος, Μπενσασσών (2004), 'Μελέτη Επικαιροποίησης Σχεδιασμού Αντιπλημμυρικής Προστασίας Περιοχών Αττικής', Αθήνα.

Ευθυμίου Γ. (2000), 'Ανάλυση δομής, δυναμική και οικολογική ερμηνεία των παροχθίων δασών του Νέστου', Διδακτορική διατριβή, Τμ. Δασολογίας και Φυσ. Περ/ντος, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Ζανάκη Κ. (1996), 'Έλεγχος Ποιότητας Νερού', Εκδόσεις Ίων, Αθήνα.

Καρβούνης, Σ. Κ., (1995), 'Διαχείριση του Περιβάλλοντος', Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα

Κατσαμπάνης (2005), 'Η Ποιότητα Των Επιφανειακών Νερών Στο Νομό Μεσσηνίας', Διπλωματική Εργασία, σελ.346, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Κοτάμπαση Χ., Σκέντος Αθανάσιος (2005), 'Γεωμορφολογική Ανάλυση Της Υδρογραφικής Λεκάνης Απορροής Του Κηφισού Ποταμού Ανθρώπινες Επεμβάσεις', Πτυχιακή Εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Κουϊμτζή Θ. & Σαμαρά-Κωνσταντίνου Κ. (1994), 'Έλεγχος Ρύπανσης Περιβάλλοντος', σελ. 189-202, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσ/νίκη.

Κουϊμτζης, Θ.Α., (1997), 'Χημεία Περιβάλλοντος', Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη

Κουτσομήτρου (2004), Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αποβλήτων της Μονάδας Επεξεργασίας Λυμάτων του Νομού Τρικάλων, διπλωματική εργασία, σελ.179, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

ΚΥΑ Υ2/2600/2001, ΦΕΚ 892Β/11.7.2001 (Διορθ. Σφάλμ. Στο ΦΕΚ 1082Β/2001 ‘Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης’, σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998.

Λέκκας Ε.Λ. (1999), ‘Γεωλογία Και Περιβάλλον’, 7^η Έκδοση, Αθήνα.

Μάνου Δ. (2005), ‘Σύγχρονες Τεχνικές Τηλεσκοπίσης Στον Έλεγχο Και Την Καταγραφή Της Αστικής Ανάπτυξης. Μελέτη Εφαρμογής: Το Τμήμα Του Άνω Ρου Του Κηφισού Ποταμού’, Πτυχιακή Εργασία, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.

Μαρίνος Π., Παπούλη Δ. & Παντελιάδου Μ., (2008), , ‘Ολοκληρωμένη Προσέγγιση Στα Προβλήματα Του Κηφισού, Τα υπόγεια νερά της λεκάνης του Κηφισού’, 1η Επιστημονική Διημερίδα Για Τον Κηφισό Ποταμό, Αθήνα.

Μαρουκιάν Χ., Τσερμέγκα Ε., Γάκη-Παπαναστασίου Κ., & Καρύμπαλης Ε. (2005), ‘Ο Ρόλος Των Μορφομετρικών Παραμέτρων Και Των Ανθρωπογενών Επεμβάσεων Στην Εκδήλωση Πλημμυρών Στον Κάτω Ρου Του Κηφισού Ποταμού (Λεκανοπέδιο Αττικής)’, Τόμος Ι, Πρακτικά Συνεδρίου Εισηγήσεις, Εκδότες Γ.Στουρνάρας, Κ.Παυλόπουλος, Θ.Μπέλλος, Αθήνα.

Μοντεσάντου Β. (1999), ‘Σημειώσεις Λιμνολογίας-Ποτάμια Υδροσυστήματα’, Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Οικολογίας και Ταξινομικής, Αθήνα

Μουντράκης Δ. (1985), ‘Γεωλογία Της Ελλάδας’, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.

Ν. 3199, ΦΕΚ 280^Α/9.12.2003 ‘Προστασία και διαχείριση των υδάτων – Εναρμόνιση με την Οδηγία – πλαίσιο 2000/60/ΕΚ’

Νικόλοπουλος Α. (2008), ‘Ποταμός Κηφισός –Αντιπλημμυρική Προστασία Λεκανοπεδίου, 1η Επιστημονική Διημερίδα Για Τον Κηφισό Ποταμό, Αθήνα.

Οδηγία 2000/60/ΕΚ “Για τη θέσπιση πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων”, ΕΕ L 327/23.10.2000, σ.1

Οδηγία 2000/60/ΕΚ Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου Και Του Συμβουλίου Της 23^{ης} Οκτωβρίου 2000 Για Τη Θέσπιση Πλαισίου Κοινοτικής Δράσης Στον Τομέα Της Πολιτικής Των Υδάτων, Σελ 72

Οδηγία 2006/7/ΕΚ Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου Και Του Συμβουλίου Της 15ης Φεβρουαρίου 2006, ‘Σχετικά Με Τη Διαχείριση Της Ποιότητας Των Υδάτων Κολύμβησης Και Την Κατάργηση Της Οδηγίας 76/160/ΕΟΚ’, σελ.1.

Οδηγία 75/440/ΕΟΚ “Περί απαιτούμενης ποιότητας των υδάτων επιφάνειας που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος”, ΕΕ L 194/25.5.1975,σ.26

Οδηγία 76/160/ΕΟΚ “Περί της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης”, ΕΕ L 31/5.2.1976, σ.1

- Οδηγία 76/464/ΕΟΚ “Περί ρυπάνσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται στο υδάτινο περιβάλλον της Κοινότητας”, ΕΕ L 123/18.5.1976
- Οδηγία 78/659/ΕΟΚ “Περί της ποιότητας των γλυκών υδάτων που έχουν ανάγκη προστασίας ή βελτιώσεως για τη διατήρηση της ζωής των ιχθύων”, ΕΕ L 222/14.8.1978,σ.1
- Οδηγία 79/869/ΕΟΚ “Περί των μεθόδων μετρήσεως και περί της συχνότητας των δειγματοληψιών και της αναλύσεως των επιφανειακών υδάτων τα οποία προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος στα Κράτη-Μέλη”, ΕΕ L 271/29.9.1979,σ.44
- Οδηγία 91/676/ΕΟΚ “Προστασία υδάτων από νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης”, ΕΕ L 375/31.12.1991,σ.1
- Οδηγία 98/83/ΕΚ “Σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης”, ΕΕ L 330/3.11.1998, σ.32
- Οδηγία Του Συμβουλίου Της 16ης Ιουνίου 1975, ‘Περί Της Απαιτουμένης Ποιότητος Των Υδάτων Επιδάνειας Που Προορίζονται Για Την Παραγωγή Ποσίμου Ύδατος Στα Κράτη Μέλη (75/440/ΕΟΚ)’, σελ.26.
- Οδηγία Του Συμβουλίου Της 18ης Ιουλίου 1978, ‘Περί Της Ποιότητος Των Γλυκών Υδάτων Που Έχουν Ανάγκη Προστασίας Ή Βελτιώσεως Για Τη Διατήρηση Της Ζωής Των Ιχθύων (78/659/ΕΟΚ)’, σελ.1.
- Οδηγία Του Συμβουλίου Της 21ης Μαΐου 1991, ‘Για Την Επεξεργασία Των Αστικών Λυμάτων’, (91/271/ΕΟΚ), σελ.40.
- Οδηγία Του Συμβουλίου, Της 8ης Δεκεμβρίου 1975, ‘Περί Της Ποιότητος Των Υδάτων Κολυμβήσεως (76/160/ΕΟΚ)’, σελ.1.
- Οικονόμου-Αμίλλη Α., (2006), ‘Λιμνολογία, Λιμναία Και Ποτάμια Οικοσυστήματα’, σελ. 1109, Εκδόσεις Κωσταράκη, Αθήνα.
- ΟΚΕ της Ελλάδας, (2002), ‘Η Διαχείριση των Υδατινων Πόρων’, Γνώμη Πρωτοβουλίας
- Πάσουλας Ξ. (2008), ‘Γεωμορφολογική Μελέτη Τμήματος Της Υδρογραφικής Λεκάνης Του Βοιωτικού Κηφισού’, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, Αθήνα.
- Πολυχιάτου Β. (2011), ‘Καθορισμός Περιβαλλοντικών Ποιοτικών Προτύπων Μικροοργανικών Ενώσεων Σε Επιφανειακά Υδάτινα Σώματα’, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διεπιστημονικό, Αθήνα.
- Σκουληκίδης, Ν., (1997), ‘Περιβαλλοντική κατάσταση των Ελληνικών ποταμών. Βιώσιμη ανάπτυξη με την περιβαλλοντική αγωγή.’ Νομαρχιακή αυτοδιοίκηση Αιτωλοκαρνανίας, Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Μεσολόγγι.
- Τασσοπούλου Α. (Άγνωστη Χρονολογία), Διπλωματική Εργασία «Ποταμός Κηφισός».
- Φάττα Βισβίκη, Δ., (2004), ‘Αρχές Δειγματοληψίας και Έλεγχος Νερών’ Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Κύπρου.
- ΦΕΚ 192 Β’, 14/3/1997, ‘Μέτρα Και Όροι Για Την Επεξεργασία Αστικών Λυμάτων’.

ΦΕΚ 280 Α΄, 9/12/2003, Νόμος 3199/2003 ‘Προστασία Και Διαχείριση Των Υδάτων’, Εναρμόνιση Με Την Οδηγία 2000/60/ΕΚ Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου Και Του Συμβουλίου Της 23ης Οκτωβρίου 2000».

ΦΕΚ 54 Α΄, 8/03/2007, ‘Καθορισμός Μέτρων Και Διαδικασιών Για Την Ολοκληρωμένη Προστασία Και Διαχείριση Των Υδάτων σε Συμμόρφωση με τις Διατάξεις της Οδηγίας 2000/60/ΕΚ «Για Τη Θέσπιση Πλαισίου Κοινοτικής Δράσης Στον Τομέα Της Πολιτικής Των Υδάτων» Του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου Και Του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000.

ΦΕΚ 720 Β΄,13/12/1983, ‘Προστασία Των Νερών Που Χρησιμοποιούνται Για Την Ύδρευση Της Περιοχής Πρωτεύουσας Από Ρυπάνσεις Και Μολύνσεις’.

ΦΕΚ 720/Β/13.12.1983, Υπουργική Απόφαση: Α5/2280/1983, ‘Προστασία των νερών που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση της περιοχής πρωτεύουσας από ρυπάνσεις και μολύνσεις’.

ΦΕΚ 892 Β΄, 11/07/2001, Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001, ‘Ποιότητα Του Νερού Ανθρώπινης Κατανάλωσης, Σε Συμμόρφωση Προς Την Οδηγία 98/83/ΕΚ Του Συμβουλίου Της Ευρωπαϊκής Ένωσης Της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998’.

ΦΕΚ-166/Δ/6-3-87, ΠΔ/23-2-87, ‘Κατηγορίες Και Περιεχόμενο Χρήσεων Γης’.

Malborough District Council, 2009, River Water Quality Report,
<http://www.marlborough.govt.nz>

http://www.google.gr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0CDkQFjAC&url=http%3A%2F%2Fitia.ntua.gr%2Fkephisos%2Fconf2008%2Fprogramm2008%2Fabstractfolder%2Fkephabs%2F&ei=pkJIUbWMFaXQ0QXoiYCwBw&usg=AFQjCNHSo2v_iU8iQjpkcT14A8e0kPY9Gw&bvm=bv.43828540,d.d2k

Http://Www.Google.Gr/Url?Sa=T&Rct=J&Q=&Esrc=S&Source=Web&Cd=2&Ved=0cduqfjab&Url=Http%3A%2F%2Fitia.Ntua.Gr%2Fkephisos%2Fconf2008%2Fprogramm2008%2Fabstractfolder%2Fkephabs%2F&Ei=Pu2huewma-Jw0gw_Zohqbw&Usg=Afjcnhso2v_Iu8iqjpkcT14a8e0kpy9gw&Bvm=Bv.47008514,D.D2k

<Http://Www.Google.Gr/Url?Sa=T&Rct=J&Q=&Esrc=S&Source=Web&Cd=16&Ved=0ceiqfjafoao&Url=Http%3A%2F%2Fitia.Ntua.Gr%2Fkephisos%2Fconf2008%2Fprogramm2008%2Fpresentations%2fpres2%2F&Ei=Vu-Hudn-Dmrc0qwdkid4ca&Usg=Afjcnfscpc8lzbafwog-Y5zxbwgkf6ca&Bvm=Bv.47008514,D.D2k>

<Http://Www.Deyap.Gr/Environment/Nomothesia1.Pdf>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας Ι: Χαρακτηριστικά υδάτων επιφανείας που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος (προσαρμοσμένος από Οδηγία 75/440/ΕΟΚ).

Παράμετροι	Μονάδα μέτρησης	A1 G	A1 I	A2 G	A2 I	A3 G	A3 I
pH		6,5-8,5		5,5-9		5,5-9	
Θερμοκρασία	° C	22	25 (O)	22	25 (O)	22	25 (O)
Αγωγιμότητα	μS/cm (έως 20° C)	1000		1000		1000	
Νιτρικά	mg/l NO ₃	25	50 (O)		50 (O)		50 (O)
Φωσφορικά	mg/l (P ₂ O ₅)	0,4		0,7		0,7	
Χημική απαίτηση σε οξυγόνο (COD)	mg/L O ₂					30	
Ποσοστό κορεσμού σε διαλυμένο οξυγόνο	% O ₂	> 70		> 50		> 30	

I = επιτακτική

G = οδηγός

O = εξαιρετικές γεωγραφικές και κλιματολογικές περιστάσεις

(1) = Η παράμετρος αυτή περιλαμβάνεται προκειμένου να ικανοποιηθούν οι οικολογικές απαιτήσεις ορισμένων τύπων περιβάλλοντος

A1, A2, A3 : κατηγορίες υδάτων που χρήζουν διαφορετικών πρότυπων μεθόδων, ώστε να καταστούν πόσιμα

Πίνακας II: Πράξεις του Συμβουλίου και της Επιτροπής της Ευρωπαϊκής Ένωσης σχετικές με τη διαχείριση και προστασία των υδάτων.

75/440/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	16/6/1975 ΕΕ L 194 25.7.75 σ 26 ΕΛ 15 Τ 1 σ 80	Περί της απαιτούμενης ποιότητας των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για την παραγωγή πόσιμου ύδατος στα κράτη μέλη.
76/160/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	8/12/1975 ΕΕ L 31 5.2.76 s 1 ΕΛ 15 Τ 1 s 108	Περί της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης.
76/464/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	4/5/1976 ΕΕ Λ 129 18.5.76 σ 23 ΕΛ 15 Τ 1 σ 80	Περί ρυπάνσεως που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που χύνονται στο υδάτινο περιβάλλον της κοινότητας.
77/795/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	12/12/1977 ΕΕ L 334 12.12.77 σ 23 ΕΛ 15 Τ 1 σ 146	Περί καθιερώσεως κοινής διαδικασίας ανταλλαγής πληροφοριών για την ποιότητα των γλυκών επιφανειακών υδάτων της κοινότητας.
79/869/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	9/10/1979 ΕΕ L 271 29.10.79 σ 44 ΕΛ 15 Τ 1 σ 220	Περί των μεθόδων μετρήσεως και περί της συχνότητας των δειγματοληψιών και της ανάλυσης των επιφανειακών υδάτων τα οποία προορίζονται για την παραγωγή ποσίμου ύδατος στα κράτη μέλη.
79/923/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	30/10/1979 ΕΕ L 281 10.11.79 σ 47 ΕΛ 15 Τ 1 σ 230	Περί της απαιτούμενης ποιότητας υδάτων για οστρακοειδή.
80/68/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	17/12/1979 ΕΕ L 20 26.1.80 σ 43 ΕΛ 15 Τ 1 σ 240	Περί προστασίας των υπόγειων υδάτων από τη ρύπανση που προέρχεται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες.
80/778/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	15/7/1980 ΕΕ L 229 30.8.80 σ 11 ΕΛ 15 Τ 1 σ 255	Περί της ποιότητας του πόσιμου νερού.
82/176/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	22/3/1982 ΕΕ L 81 27.3.82 σ 29	Περί των οριακών τιμών και των ποιοτικών στόχων για τις απορρίψεις υδραργύρου από τον βιομηχανικό τομέα της ηλεκτρολύσεως των χλωριούχων αλάτων αλκαλίων.
83/513/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	26/9/1983 ΕΕ L 291 24.10.83 σ 1	Περί των οριακών τιμών και των ποιοτικών στόχων για τις απορρίψεις καδμίου.
84/491/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	9/10/1984 ΕΕ L 274 17.10.84 σ 11	Περί των οριακών τιμών και των ποιοτικών στόχων για τις απορρίψεις εξαχλωροκυκλοεξανίου.
86/85/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	6/3/1986 ΕΕ L 77 22.3.86 σ 33	Περί της καθιερώσεως κοινοτικού συστήματος πληροφόρησης για τον έλεγχο και τη μείωση της ρύπανσης που προξενεί η απόρριψη υδρογονανθράκων και άλλων επικίνδυνων ουσιών στη θάλασσα.
86/280/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	12/6/1986 ΕΕ L 181 4.7.86 σ 16	Περί των οριακών τιμών και των ποιοτικών στόχων για τις απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο I του παραρτήματος της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ
88/347/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	16/6/1988 ΕΕ L 158 25.6.88 σ 35	Περί της τροποποιήσεως του παραρτήματος II της οδηγίας 86/280/ΕΟΚ σχετικά με τις οριακές τιμές και τους ποιοτικούς στόχους για τις απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που

		υπάγονται στον κατάλογο I του παραρτήματος της Οδηγίας 76/464/ΕΟΚ
91/271/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	21/5/1991 ΕΕ L 135 30.5.91 σ 40	Περί της επεξεργασίας των αστικών λυμάτων.
91/676/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	12/12/1991 ΕΕ L 375 31.12.91 σ 1	Περί της προστασίας των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης.
91/692/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	23/12/1991 ΕΕ L 377 31.12.91 σ 48	Περί της τροποποίησης και του εξορθολογισμού των εκθέσεων που αφορούν στην εφαρμογή ορισμένων οδηγιών για το περιβάλλον.
92/446/ΕΟΚ ΑΠΟΦΑΣΗ	27/7/1992 ΕΕ L 247 27.8.92 σ 10	Περί των ερωτηματολογίων για τις Οδηγίες που αφορούν τον τομέα των υδάτων.
93/481/ΕΟΚ ΑΠΟΦΑΣΗ	28/7/1993 ΕΕ L 226 7.9.93 σ 23	Περί των σχημάτων για την έκθεση των εθνικών προγραμμάτων που προβλέπονται στο άρθρο 17 της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου.
93/75/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	13/9/1993 ΕΕ L 247 5.10.93 σ 19	Περί των ελάχιστων προδιαγραφών που απαιτούνται για τα πλοία τα οποία κατευθύνονται σε ή αποπλέουν από κοινοτικούς λιμένες μεταφέροντας επικίνδυνα ή ρυπογόνα εμπορεύματα.
96/61/ΕΚ ΟΔΗΓΙΑ	24/9/1996 ΕΕ L 257 10.10.96 σ.26	Περί της ολοκληρωμένης πρόληψης και ελέγχου της ρύπανσης.
98/15/ΕΚ ΟΔΗΓΙΑ	27/2/1998 ΕΕ L 67 7.3.98 σ 29	Περί της τροποποίησης της Οδηγίας 91/271/ΕΟΚ του Συμβουλίου όσον αφορά ορισμένες απαιτήσεις οι οποίες καθορίζονται στο παράρτημα I αυτής.
60/2000/ΕΚ ΟΔΗΓΙΑ	22/12/2000 ΕΕ L 327 σ 1	Περί της θέσπισης πλαισίου κοινοτικής δράσης στον τομέα πολιτικής των υδάτων.

Πίνακας III: Ελληνικό δίκαιο προσαρμογής στη νομοθεσία της Ε.Ε. για την προστασία του περιβάλλοντος.

Συνθήκη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Άρθρα 130Ρ, 130Σ, 130Τ)	Νόμος 1650/1986 ΦΕΚ Α 160/16. 10. 1986	Για την προστασία του περιβάλλοντος.
75/440/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	ΚΥΑ 46399/1352/27.6/3.7.1986 ΦΕΚ Β 438/1986	Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για: «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυσης των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ,

		78/695/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ.
76/160/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	ΚΥΑ 46399/1352/27.6/3.7.1986	Βλέπε ανωτέρω.
76/464/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	Πρ. Υπ. Συμ. 144/11. 11. 1987 ΦΕΚ Α 197/1987 ΚΥΑ 18186/271/24.2/3.3.1988 ΦΕΚ Β 126/1988	Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται σε αυτό, και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ποιότητας του νερού σε κάδμιο, υδράργυρο και εξαχλωροεξάνιο. Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος, και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.
77/975/ΕΟΚ ΑΠΟΦΑΣΗ		
79/869/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	ΚΥΑ 46399/1352/27.6/3.7.1986 ΦΕΚ Β 438/1986	Βλέπε ανωτέρω.
79/923/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	ΚΥΑ 46399/1352/27.6/3.7.1986	Βλέπε ανωτέρω.
80/68/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	ΚΥΑ 26857/553/4.4/6.4.1988 ΦΕΚ Β 196/1988	Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία των υπόγειων υδάτων από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών.
80/778/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	ΚΥΑ Α5/288/23.1/20.2.1986 ΦΕΚ Β 53 και ΦΕΚ Β 379	Ποιότητα πόσιμου νερού σε συμμόρφωση με την οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων της 15.7.80.
82/176/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	Πρ. Υπ. Συμ. 144/11. 11. 1987 ΦΕΚ Α 197/1987 ΚΥΑ 18186/271/24.2/3.3.1988 ΦΕΚ Β 126/1988	Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται σε αυτό, και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ποιότητας του νερού σε κάδμιο, υδράργυρο και εξαχλωροεξάνιο. Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά

		απόβλητα.
83/513/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	Πρ. Υπ. Συμ. 144/11.11.1987 ΦΕΚ Α 197/1987 ΚΥΑ 18186/271/24.2/3.3.1988 ΦΕΚ Β 126/1988	Βλέπε ανωτέρω. Βλέπε ανωτέρω.
84/491/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	Πρ. Υπ. Συμ. 144/11.11.1987 ΦΕΚ Α 197/1987 ΚΥΑ 18186/271/24.2/3.3.1988 ΦΕΚ Β 126/1988	Βλέπε ανωτέρω. Βλέπε ανωτέρω.
86/85/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ		
86/280/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	Πρ. Υπ. Συμ. 25/13.7.1994 ΦΕΚ Α 123/21.7.94	Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 6 της υπ. αριθμ. 73/29.6.1990 Πρ. Υπ. Συμ. «Καθορισμός των κατευθυντηρίων και οριακών τιμών ποιότητας των υδάτων από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών που υπάγονται στον κατάλογο Ι του παραρτήματος Α του άρθρου 6 της υπ. αριθμ. 144/2.11.1987 Πρ. Υπ. Συμ.
88/347/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	Πρ. Υπ. Συμ. 73/29.6.1990 ΦΕΚ Α 90/11.7.90 ΥΑ55648/2210/1991 ΦΕΚ Β 523 13.5.91	Καθορισμός των κατευθυντηρίων και οριακών τιμών ποιότητας των υδάτων από απορρίψεις ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που υπάγονται στον κατάλογο Ι του Παραρτήματος Α του Άρθρου 6 της 144/2.11.1987 Πρ. Υπ. Συμ. Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος, και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.
91/271/ΕΟΚ ΟΔΗΓΙΑ	ΥΑ673/400/1997 ΦΕΚ Β 192/1997	Όροι για την επεξεργασία των αστικών λυμάτων.

Πίνακας IV: Ελληνικό δίκαιο που αφορά την προστασία και διαχείριση των υδάτινων πόρων.

Νόμος 1650/1986 ΦΕΚ Α 160/16.10.1986	Για την προστασία του περιβάλλοντος.
Νόμος 1739/1987 ΦΕΚ 201 Α/20-11-87	Διαχείριση των υδάτινων πόρων και άλλες διατάξεις.
Π.Δ. 55/98 ΦΕΚ 58 Α/20-3-98	Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος.
ΚΥΑ 5673/400/97 ΦΕΚ 192 Β/14-3-97	Μέτρα και όροι για την προστασία των αστικών λυμάτων.
ΚΥΑ 16190/1335/97 ΦΕΚ 519 Β/25-9-97	Μέτρα και όροι για την προστασία των υδάτων από τη νιτρορύπανση γεωργικής προέλευσης.
ΚΥΑ 46399/1352/27.6/3.7.1986 ΦΕΚ Β 438/1986	Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίωση ψαριών σε γλυκά νερά» και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών», μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυσης των επιφανειακών υδάτων που προορίζονται για πόσιμα, σε συμμόρφωση με τις οδηγίες 75/440/ΕΟΚ, 76/160/ΕΟΚ, 78/695/ΕΟΚ, 79/923/ΕΟΚ, 79/869/ΕΟΚ.
ΚΥΑ Ε1β.221/65 ΦΕΚ 138 Β/24-2-65	Περί διαθέσεως λυμάτων και βιομηχανικών αποβλήτων.
ΚΥΑ 18186/271/88 ΦΕΚ 126 Β/3-3-88	Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος, και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.
ΚΥΑ 55648/2210/91 ΦΕΚ 323 Β/13-5-91	Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος, και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών των επικίνδυνων ουσιών στα υγρά απόβλητα.
ΚΥΑ 90461/2193/94 ΦΕΚ 843 Β/11-11-94	Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 12 της ΚΥΑ 55648/2210/91.
Π.Υ.Σ. 144/87 ΦΕΚ 197 Α/11-11-87	Προστασία του υδάτινου περιβάλλοντος από τη ρύπανση που προκαλείται από ορισμένες επικίνδυνες ουσίες που εκχέονται σε αυτό και ειδικότερα καθορισμός οριακών τιμών ποιότητας του ύδατος σε κάδμιο, υδράργυρο και εξαχλωροκυκοεξάνιο (HCH).
Π.Υ.Σ. 73/90 ΦΕΚ 90 Α/11-7-90	Καθορισμός των κατευθυντηρίων και οριακών τιμών ποιότητας των υδάτων από απορρίψεως ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που υπάγονται στον κατάλογο Ι του παραρτήματος Α του άρθρου 6 της αριθ. 144/2.11.87 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου.
Π.Υ.Σ. 255/94 ΦΕΚ 123 Α/21/7-94	Συμπλήρωση του παραρτήματος του άρθρου 6 της υπ' αριθ. 73/29/6/1990 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου «Καθορισμός των κατευθυντηρίων και οριακών τιμών ποιότητας των υδάτων από απορρίψεως ορισμένων επικίνδυνων ουσιών, που υπάγονται στον κατάλογο Ι του παραρτήματος Α του άρθρου 6 της αριθ. 144/2.11.87 Πράξης του Υπουργικού Συμβουλίου.»
ΚΥΑ 72751/3054/85 ΦΕΚ 665 Β/1-11-85	Τοξικά και επικίνδυνα απόβλητα και εξάλειψη πολυχλωροδιαφαινυλίων και πολυχλωροτριφαινυλίων σε συμμόρφωση προς τις οδηγίες 78/319/ΕΟΚ και 76/403/ΕΟΚ των Συμβουλίων της 20-3-1978 και 6-4-

	1976.
ΚΥΑ 98012/2001/95 ΦΕΚ 40Β/19-1-96	Καθορισμός μέτρων και όρων για τη διαχείριση των χρησιμοποιούμενων ορυκτελαίων.
ΚΥΑ 98012/2001/95 ΦΕΚ 40Β/19-1-96	Μέτρα και όροι για τη διαχείριση επικίνδυνων αποβλήτων.
ΚΥΑ 26857/553/88 ΦΕΚ 196 Β/ 6-4-88	Μέτρα και περιορισμοί για την προστασία των υπόγειων υδάτων από απορρίψεις ορισμένων ουσιών.

Συμπληρωμένα πρωτόκολλα παρόχθιου οικοσυστήματος για τους σταθμούς δειγματοληψίας

ΑΝΟΙΞΗ

ΕΝΤΥΠΟ ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΠΑΡΟΧΘΙΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Αρ. Φυτοληψίας: 1		Ημερομηνία: 10/03/2013		Περιοχή: Άνοιξη		
Θέση: (BIC, MITSUKO, Χαρτοβιομηχανία)						
Ενότητα Βλάστησης (Syntaxon): Παραποτάμια βλάστηση						
Μέγεθος επιφάνειας (τ.μ.):		Ορεογραφική διαμόρφωση: Μικρή χαράδρα				
Υψόμετρο: 340 m	Έκθεση: NA	Κλίση (deg) %: 7%		Απόσταση από ακτή: 12.3 km		
Γ.Π:38.07.3692, Γ.Μ:023.50.715						
Γεωλογικό Υπόστρωμα: Ιζηματογενές, Διάπλαση σχιστοκερατολιθική με οφιόλιθους		Περιεκτικότητα σε πέτρες και χαλίκια 15%				
Όροφος δένδρων (Δ), ανώτερο ύψος: 16 m		Εδαφοκάλυψη (%): 80 %				
Όροφος θάμνων (Θ), ανώτερο ύψος: 1,5 m		Εδαφοκάλυψη (%): 15 %				
Όροφος θάμνων (Φ), ανώτερο ύψος: -		Εδαφοκάλυψη (%): -				
Όροφος ποών και γράστων: 30 cm		Εδαφοκάλυψη (%): 5 %				
Οικολογική κατάσταση διατήρησης: Κακή, δίπλα σε βιομηχανική ζώνη				Φωτογραφίες		
				Φιλμ	Αρ.	Θέμα
Βόσκηση (NAI / OXI): OXI						
Φωτιά (NAI / OXI): OXI Ψεκασμός (θαλασσινό νερό) (NAI / OXI):OXI						
Παρατηρήσεις:						
Φυτοκατάλογος (γένη)						
<i>Pinus halepensis</i>						
<i>Platanus orientalis</i>						
<i>Cupressus sempervirens</i>						
<i>Arundo donax</i>						
<i>Hedera helix</i>						
<i>Equisetum</i> sp.						
<i>Olea europea</i>						
<i>Rubus</i> sp.						
<i>Laurus nobilis</i>						
<i>Phragmites australis</i>						
<i>Prunus</i> sp.						

ΦΥΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΠΟΤΑΜΩΝ

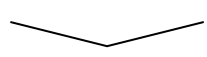
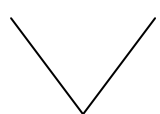
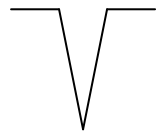
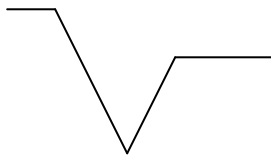
Α. Βασικές Γεωγραφικές Πληροφορίες

Υψόμετρο (m)	340	Υπαρξη σημαντικού παραποτάμου	
Απόσταση από πηγή (km)		Ετήσια μέση ροή	
Υψόμετρο πηγής (m)		Κλίση (m/km)	7
Γεωλογία (είδος πετρωμάτων)	Διάπλαση σχιστοκερατολιθική με οφιόλιθους	Μορφή ποταμού (φυσική – διαμορφωμένη)	Φυσική

B. Στοιχεία Δειγματοληψίας

Αριθμός σταθμού: Ποταμός: Κηφισός
 Ημερομηνία : 10/3/2013 Ώρα : Όνομα :
 Αντίξοες συνθήκες κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας :
 Ναι **Όχι** Αν ναι, διευκρινίστε
 Ορατό το στρώμα ποταμού; Όχι Μερικώς **Ναι**
 Φωτογραφικά δεδομένα : **Ναι** Όχι
 Σταθμός μελετήθηκε από : **αριστερή όχθη** δεξιά όχθη κοίτη

Γ. Επικρατούσα μορφή κοίτης

	Ρηχή		Κοίλη
	Βαθεία		Συμμετρικό αλλουβιακό πεδίο
	Φαράγγι		Ασύμμετρο αλλουβιακό πεδίο

Σκαλοπατοειδές δάπεδο κοιλάδας από παλιότερη κοίτη ; **Ναι** Όχι

Δ. Αριθμός Κυρτωμάτων Μικρολιμνών Νησίδων (καθορίστε συνολικό αριθμό

Κυρτώματα 8

Επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες
(χωρίς βλάστηση) 0

Μικρολίμνες 0

Επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες
(με βλάστηση) 0**10 SPOT – CHECKS**

Spot – check 1 βρίσκεται: ανάντη (upstream) κατάντη (downstream) του σταθμού

Ε. Φυσικά Χαρακτηριστικά (παρατηρούμενα κατά μήκος κοίτης σε διατομή πλάτους 1 m)

(μια επιλογή)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΧΘΗ	Κυκλώστε ΔΙΑ ή ΣΤ αν αποτελείται από αμμώδες υπόστρωμα									
Υλικό ΜΟ, ΣΥ, ΟΓ, ΚΡ, ΑΑ, ΧΩ, ΠΗ, ΤΥ, ΤΕ, ΠΠ, ΞΠ, ΠΛ, ΠΕ, ΛΙ, ΜΠ	ΧΩ	ΧΩ	ΧΩ	ΧΩ	ΧΩ	ΧΩ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΤΕ
Τροποποίηση όχθης (βλέπε υπόμνημα 2)	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΔΙΕ
Χαρακτηριστικά όχθης (βλέπε υπόμνημα 2)	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ

ΚΟΙΤΗ (βλέπε υπόμνημα 2)	ΑΧ – Κυκλώστε Α ή Χ αν κυρίαρχο									
Υπόστρωμα	ΑΧ	ΑΧ	ΑΧ	ΑΧ	ΑΧ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ
Τύπος ροής	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΚΥ
Τροποποίηση κοίτης	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΑΔ
Χαρακτηριστικά όχθης	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΕΤ	ΕΤ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΜΠ	ΚΑ

ΔΕΞΙΑ ΟΧΘΗ (βλέπε υπόμνημα 2)	Κυκλώστε ΔΙΑ ή ΣΤ αν αποτελείται από αμμώδη υπόστρωμα									
Υλικό	ΧΩ	ΧΩ	ΧΩ	ΚΡ	ΥΩ	ΥΩ	ΜΠ	ΜΠ	ΜΠ	ΤΕ
Τροποποίηση κοίτης	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΔΙΕ
Χαρακτηριστικά όχθης	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ

Τύπος υποστρώματος κοίτης που απαντά > 1% σε ολόκληρο το μήκος του σταθμού

ΣΤ. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (παρατηρούμενα σε διατομή πλάτους 10 m)

Χρήση γης: Επιλέξτε ένα από τα ΠΜΔ, ΚΩ, ΟΠ, ΘΑ, ΥΠ, ΧΠ, ΓΚ, ΥΓ, ΛΙ, ΒΣ, ΑΑ, ΥΔ

Χρήση γης στα 5 m αριστερής επιφάνειας όχθης	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ
Αριστερή όχθη (στο 1 m) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
Αριστερή κλιτύς (δομή) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
Δεξιά κλιτύς (δομή) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
Δεξιά όχθη (στο 1 m) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
Χρήση γης στα 5 m δεξιάς επιφάνειας όχθης	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΑΑ	ΑΛ

Ζ. ΤΥΠΟΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΚΟΙΤΗΣ [παρατηρούμενα σε διατομή πλάτους 10 m: E(≥33% κάλυψη ή √(παρόντα)]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Συνολο
Τίποτα											
Βρυόφυτα	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	E
Υπερυδατικά πωόμορφα	X		x		x		x		x		E
Υπερυδατικά γραμμινόμορφα	X	x					x				√
Εφυδατικά											
Ακροπλευστόφυτα											
Αμφίβια											
Υφυδατικά μεγαποταμόμορφα											
Υφυδατικά μικροποταμόμορφα											
Υφυδατικά											

μυριοφυλλόμορφα											
Φύκη			x								

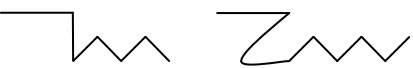
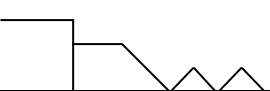
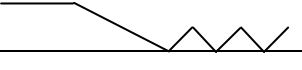
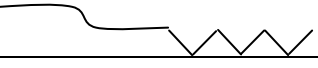
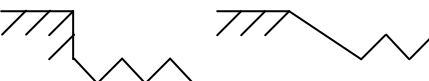
Συνολική εκτίμηση των τύπων βλάστησης και στα 500 m ↑

SWEEP – UP: Συλλογή πληροφοριών κατά την επιστροφή στο σημείο εκκίνησης

Η. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΣΤΑ 50m ΑΠΟ ΟΧΘΗ [E(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]

	ΔΕΞΙΑ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ		ΔΕΞΙΑ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ
Πλατύφυλλο μικτό δάσος	x	E	Γεωργικές καλλιέργειες		
Κωνοφόρα	x	x	Υγρότοπος		
Οπωρώνας			Λιβάδια		
Θαμνώνας (πουρνάρια, βατομουριές)		x	Βράχια, σάρες		
Υψηλές πόες	x	x	Αστική ανάπτυξη	x	
Χαμηλές πόες, βοσκοτόπια	x	x	Υδατοσυλλογές	x	

Θ. ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ (ΠΡΟΦΙΛ) ΟΧΘΗΣ [E(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]

Φυσική / ατροποποίηση	Δεξιά	Αριστερή
Κατακόρυφη / υποσκαμμένη 		
Κατακόρυφη + πόδι κλιτύος 		
Απότομη (>45)° 	x	E
Ομαλή 		
Σύνθετη 		
Τεχνητή / Τροποποιημένη	Δεξιά	Αριστερή
Διευθετημένη 		
Ενισχυμένη – συνολική όχθη 		
Ενισχυμένη – κορυφή μόνο 		

Ενισχυμένη – πόδι μόνο κλιτύος			
Τεχνητή αναβαθμίδα			
Μικροαναβαθμίδα για χρήση ζώων			
Τεχνητό ανάχωμα δίπλα στην κοίτη			
Τεχνητό ανάχωμα μακριά από κοίτη			

I. ΕΚΤΑΣΗ ΔΕΝΔΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΔΕΝΔΡΑ (μία επιλογή για κάθε όχθη)

Δεξιά

Αριστερή

Κανένα

Διασπαρμένα

x

Κανονικά

Συστάδες

x

Ημισυνεχή

Συνεχή

ΣΥΝΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (μία επιλογή για κάθε χαρακτηριστικό)

Δεξιά

Αριστερή

E(≥33%)

Σκίαση κοίτης

x

E

Προεξέχοντα κλαδιά

x

x

Εκτεθειμένες παρόχθιες ρίζες

x

x

Εκτεθειμένες βυθισμένες ρίζες

x

Πεσμένα δένδρα

Σωροί ξύλων

x

x

K. ΕΚΤΑΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΗΣ (μία επιλογή για κάθε χαρακτηριστικό)

		Κανένα	Παρόντα	E(≥33%)
Καταρράκτης (-ες)	waterfall	x		
Κλιμακωτής	cascade	x		
Ταχύροον ποταμού	rapid		x	
Κύρτωμα (-τα)	riffle		x	
Ροές	run	x		
Θερμή πηγή (-ες)	boil	x		
Ολίσθηση (-εις)	glide	x		
Περιθωριακά στάσιμα νερά	marginal deadwater		x τεχνητό	
Εκτεθειμένο υπόβαθρο	exposed bedrock		x	
Εκτεθειμένοι ογκόλιθοι	exposed boulders	x		
Κεντρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (χωρίς βλάστηση)	unvegetated mid – channel bar	x		
Κεντρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με βλάστηση)		x		
Νησίδα	mature island	x		
Πλευρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με βλάστηση)	unvegetated side – channel bar	x		
Πλευρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με βλάστηση)		x		
Ιλυώδης (-εις) απόθεση (-εις)	discrete silt deposits		x	
Αμμόδης (-εις) απόθεση (-εις)	discrete sand deposits	x		

Λ. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΗΣ (μετρημένες σε ευθύγραμμο ομοιόμορφο τμήμα του ποταμού)

Δεξιά όχθη		Κοίτη		Αριστερή όχθη
Ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος (m)	8	Εύρος κοίτης (m)	3	Ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος (m) 20
Είναι το ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος ίσο με το σημείο υπερχείλισης κοίτης; (Ναι/Όχι)		Πλάτος ρέματος (m)	31	Είναι το ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος ίσο με το σημείο υπερχείλισης κοίτης; (Ναι/Όχι)
Ύψος αναχώματος (m)	6	Βάθος (m)	0,5	Ύψος αναχώματος (m) 8
Αν η πρώτη αναβαθμίδα της κοίτης είναι χαμηλότερη από ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος σημειώστε: ύψος πάνω από το νερό (m) 1m				
Το υλικό του υποστρώματος στο σημείο δειγματοληψίας είναι:				
Σταθερό (συμπαγές) Μη σταθερό Άγνωστο				
Οι μετρήσεις έγιναν σε: κύρτωμα άλλο				

Μ. ΤΕΧΝΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (καθορίστε συνολικό αριθμό)

Κανένα

	Σημαντικό	Μέσο	Ασήμαντο		Σημαντικό	Μέσο	Ασήμαντο
Κλιτείες				Τεχνητές όχθες (λιθένδυτες, επενδυμένες)			
Υπερχειλιστήρ, ρυθμιστικό φράγμα				Αγωγοί που εκβάλλουν στο ποτάμι (εκροές) ²			
Αγωγοί διέλευσης νερού (οχετοί)				Τεχνητά / φυσικά περάσματα (πόροι, αβαθή ποταμού) ⁴			
Γέφυρες 1				Άλλο (καθορίστε)			
Εκτροπείς ροής 1							
Εμποδίζεται το νερό από φράγματα; (υπογραμμίστε)							
Οχι				Ναι, <33% του σταθμού			
				>33% του σταθμού			

N. ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ (υπογραμμίστε)

Καμία χρήση δράγας Όργωμα Κόψιμο αγριόχορτων
 Βελτιώσεις (διευθέτηση κοίτης, απομάκρυνση καλαμιών, φύτεμα δέντρων)
 Άλλο (καθορίστε): Δημιουργία τεχνητής υδατοσυλλογής με χρήση πλαστικού δαπέδου

Ξ. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

[Ε(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]

Κανένα

Καταρράκτες >5m ύψος		Υγρότοποι με Carex spp.		Φυσικές υδατοσυλλογές
Πλευρικοί / διχοτομημένοι διάυλοι		Τεχνητές υδατοσυλλογές	x	Επιπλέον στρώμα βλάστησης
Φράγματα από σωρούς υλικών	X	Παρόχθια υδροχαρή βλάστηση	x	Άλλο (καθορίστε)
Σωροί φύλλων		Υγρολίβαδα		
Παρόχθιοι καλαμώνες	X	Βάλτοι		

Ο. Είναι το 33% ή περισσότερο της κοίτης <<πνιγμένο>> με βλάστηση ώστε να δυσχεραίνει τη ροή ; **Ναι** Όχι (κυκλώστε)

Π. ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΚΛΗΘΡΩΝ, ΠΛΑΤΑΝΩΝ, ΙΤΙΩΝ, ΛΕΥΚΩΝ [διαλέξτε κατάλληλη (-ες) επιλογές]

KANENA

ΠΑΡΟΝΤΑ

EKTETAMENA

NEKPA

Ρ. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (κυκλώστε κατάλληλες λέξεις, προσθέστε άλλες)

Σημαντικές επιπτώσεις:

διάνοιξη κοίτης, σκουπίδια, σιδ. γραμμές, βιομηχανίες, αποχετεύσεις, ρύπανση, μύλοι, φράγματα, δρόμοι, βούρκοι, αποψιλώσεις, λατομεία, ορυχεία, οικισμοί, ξηρασία, μπαζώματα, αποθέσεις / προσχώσεις

Χρήσεις γης:

πάρκα, εγκαταλελειμμένες εκτάσεις, ζώνη αποψίλωσης

Ζώα:

σαλαμάνδρες, τρίτωνες, φρύνοι, νεροχελώνες, ρυακοβάτραχοι, βομβίνες, νερόφιδα, βίδρες, μυοκάστορες, οχθοχελίδονα, νεροκότσυφες, αλκυόνες

Άλλες σημαντικές παρατηρήσεις:

ΝΕΑ ΚΗΦΙΣΙΑ (ΑΔΑΜΕΣ)

ΕΝΤΥΠΟ ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΠΑΡΟΧΘΙΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Αρ. Φυτοληψίας: 1	Ημερομηνία: 10/03/2013	Περιοχή: Κηφισιά
Θέση: ΑΔΚ		
Ενότητα Βλάστησης (Syntaxon): Παραποτάμια βλάστηση		
Μέγεθος επιφάνειας (τ.μ.):	Ορεογραφική διαμόρφωση: Χαράδρα	
Υψόμετρο:	Έκθεση: ΝΔ	Κλίση (deg) %: 4
		Απόσταση από ακτή: 17 km
Γεωλογικό Υπόστρωμα: Ιζηματογενές, Διάπλαση σχιστοκερατολιθική με οφιόλιθους	Περιεκτικότητα σε πέτρες και χαλίκια 65%	

Όροφος δένδρων (Δ), ανώτερο ύψος: 20 m	Εδαφοκάλυψη (%): 60 %
Όροφος θάμνων (Θ), ανώτερο ύψος: 2,5 m	Εδαφοκάλυψη (%): 25 %
Όροφος θάμνων (Φ), ανώτερο ύψος: -	Εδαφοκάλυψη (%): -
Όροφος ποών και γράστων: 0,5 m	Εδαφοκάλυψη (%): 15 %
Οικολογική κατάσταση διατήρησης: Καλή, ελαφρώς διαταραγμένη Βόσκησις (NAI / OXI): OXI Φωτιά (NAI / OXI): OXI Ψεκασμός (θαλασσινό νερό) (NAI / OXI): OXI Παρατηρήσεις:	Φωτογραφίες
	Φιλμ Αρ. Θέμα
Κατάλογος φυτών (γέννη)	
<i>Platanus orientalis</i>	
<i>Pinus halepensis</i>	
<i>Phragmites australis</i>	
<i>Eucalyptus</i> sp.	
<i>Olea europea</i>	
<i>Arundo donax</i>	
<i>Pistacia</i> sp.	
<i>Anemone</i> sp.	
<i>Lilium</i> sp.	
<i>Rubus</i> sp.	
<i>Hedera helix</i>	
<i>Nerium oleander</i>	
<i>Smilax aspera</i>	
<i>Quercus</i> sp.	
<i>Iris</i> sp.	
<i>Poterium</i> sp.	
<i>Nerium</i> sp.	
<i>Asparagus</i> sp.	

ΦΥΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΠΟΤΑΜΩΝ

Α. Βασικές Γεωγραφικές Πληροφορίες

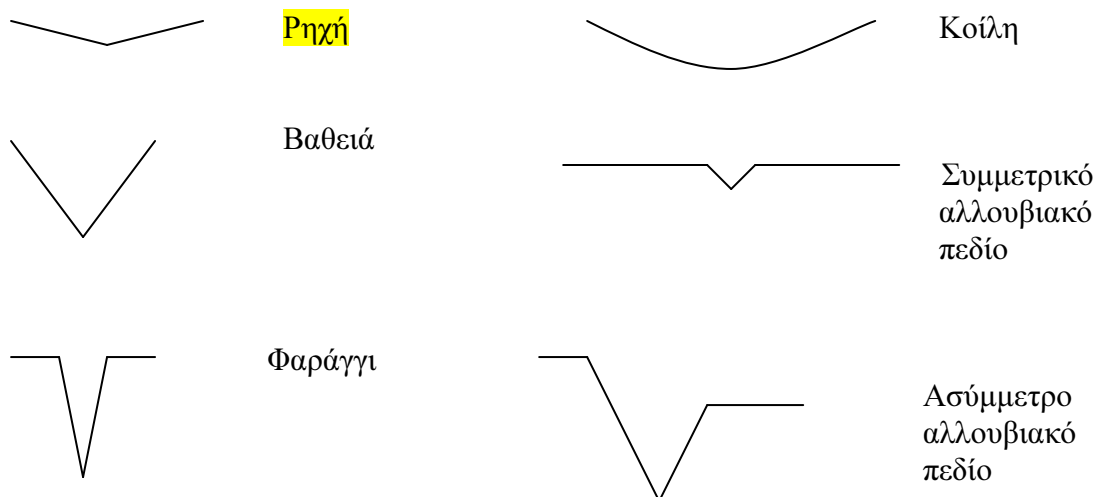
Υψόμετρο (m)		Υπαρξη σημαντικού παραποτάμου	
Απόσταση από πηγή (km)		Ετήσια μέση ροή	
Υψόμετρο πηγής (m)		Κλίση (m/km)	4%
Γεωλογία (είδος πετρωμάτων)	Ιζηματογενές, Διάπλαση	Μορφή ποταμού (φυσική –	Φυσική

	σχιστοκερατολιθική με οφιόλιθοι	διαμορφωμένη)	
--	------------------------------------	---------------	--

Β. Στοιχεία Δειγματοληψίας

Αριθμός σταθμού: Ποταμός:
 Ημερομηνία : 18/03/2013 Ώρα : 13:00 Όνομα :
 Αντίξοες συνθήκες κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας :
 Ναι Όχι Αν ναι, διευκρινίστε
 Ορατό το στρώμα ποταμού; Όχι Μερικώς Ναι
 Φωτογραφικά δεδομένα : Ναι Όχι
 Σταθμός μελετήθηκε από : αριστερή όχθη δεξιά όχθη κοίτη

Γ. Επικρατούσα μορφή κοίτης



Σκαλοπατοειδές δάπεδο κοιλάδας από παλιότερη κοίτη ; Ναι Όχι

Δ. Αριθμός Κυρτωμάτων Μικρολιμνών/ Νησίδων (καθορίστε συνολικό αριθμό

Κυρτώματα 6 Επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες
(χωρίς βλάστηση) 0

Μικρολίμνες 0 Επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες
(με βλάστηση) 0

10 SPOT – CHECKS

(Spot – check) 1: ανάντη (upstream) κατόντη (downstream) του σταθμού

Ε. Φυσικά Χαρακτηριστικά (παρατηρούμενα κατά μήκος κοίτης σε διατομή πλάτους 1 m)

(μια επιλογή)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΧΘΗ	Κυκλώστε ΔΙΑ ή ΣΤ αν αποτελείται από αμμόδες υπόστρωμα									
Υλικό ΜΟ, ΣΥ, ΟΓ, ΚΡ, ΑΑ, ΧΩ, ΠΗ, ΤΥ, ΤΕ, ΠΠ, ΞΠ, ΠΛ, ΠΕ, ΛΙ, ΜΠ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ
Τροποποίηση όχθης (βλέπε υπόμνημα 2)	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ
Χαρακτηριστικά όχθης (βλέπε υπόμνημα 2)	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ

ΚΟΙΤΗ (βλέπε υπόμνημα 2)	ΑΧ – Κυκλώστε Α ή Χ αν κυρίαρχο									
Υπόστρωμα	ΑΧ	ΑΧ	ΑΜ	ΑΜ	ΑΧ	ΚΡ	ΚΡ	ΑΧ	ΑΧ	ΑΧ
Τύπος ροής	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΚΥ	ΚΥ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ
Τροποποίηση κοίτης	ΚΑ	ΤΟ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΤΟ	ΚΑ	ΚΑ	ΤΟ	ΚΑ
Χαρακτηριστικά όχθης	ΚΑ	ΕΥ	ΚΑ	ΕΥ	ΚΑ	ΕΥ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΕΥ

ΔΕΞΙΑ ΟΧΘΗ (βλέπε υπόμνημα 2)	Κυκλώστε ΔΙΑ ή ΣΤ αν αποτελείται από αμμόδη υπόστρωμα									
Υλικό	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ
Τροποποίηση κοίτης	ΤΑ	ΤΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ
Χαρακτηριστικά όχθης	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ	ΔΙΑ

Τύπος υποστρώματος κοίτης που απαντάται > 1% σε ολόκληρο το μήκος του σταθμού
ΑΜΜΟΣ, ΧΑΛΙΚΙ

ΣΤ. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (παρατηρούμενα σε διατομή πλάτους 10 m)

Χρήση γης: Επιλέξτε ένα από τα ΠΜΔ, ΚΩ, ΟΠ, ΘΑ, ΥΠ, ΧΠ, ΓΚ, ΥΓ, ΛΙ, ΒΣ, ΑΑ, ΥΔ

Χρήση γης στα 5 m αριστερής επιφάνειας όχθης	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ
Αριστερή όχθη (στο 1 m) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Α	Α	Α	Α	Σ	Σ	Σ	Σ
Αριστερή κλιτύς	Σ	Σ	Α	Α	Α	Α	Σ	Σ	Σ	Σ

(δομή) Γ/Ο/Α/Σ										
Δεξιά κλιτύς (δομή) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Α	Α	Α	Α	Σ	Σ	Σ	Σ
Δεξιά όχθη (στο 1 m) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Α	Α	Α	Α	Σ	Σ	Σ	Σ
Χρήση γης στα 5 m δεξιάς επιφάνειας όχθης	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ

Z. ΤΥΠΟΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΚΟΙΤΗΣ [παρατηρούμενα σε διατομή πλάτους
10 m: E(≥33% κάλυψη ή √(παρόντα)]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σύνολο
Τίποτα											
Βρυόφυτα	x	x	x	x		x	x	x	x		E
Υπερδατικά ποώδη	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	E
Υπερδατικά γραμμινόμορφα	x			x	x			x		x	√
Εφυδατικά											
Ακροπλευστόφυτα											
Αμφίβια											
Υφυδατικά μεγαποταμόμορφα											
Υφυδατικά μικροποταμόμορφα											
Υφυδατικά μυριοφυλλόμορφα											
Φύκη	x	x									√

Συνολική εκτίμηση των τύπων βλάστησης και στα 500 m ↑

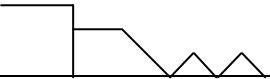
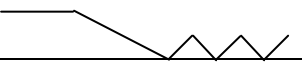
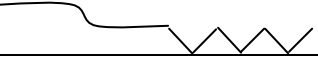
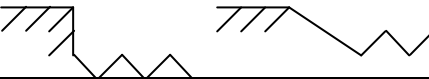
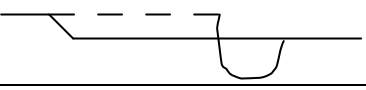
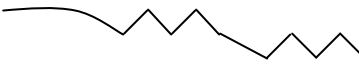
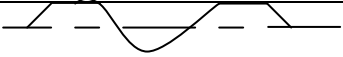
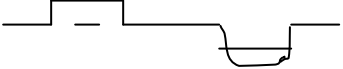
SWEEP – UP: Συλλογή πληροφοριών κατά την επιστροφή στο σημείο εκκίνησης

H. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΣΤΑ 50m ΑΠΟ ΟΧΘΗ [E(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]

	ΔΕΞΙΑ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ		ΔΕΞΙΑ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ
Πλατύφυλλο μικτό δάσος	E	x	Γεωργικές καλλιέργειες		
Κωνοφόρα			Υγρότοπος		
Οπωρώνας			Λιβάδια		x
Θαμνώνας	x	x	Βράχια, σάρες		

(πουρνάρια, βατομουριές)					
Υψηλές πόες	x	x	Αστική ανάπτυξη		
Χαμηλές πόες, βοσκοτόπια	x	x	Υδατοσυλλογές		

Θ. ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ (ΠΡΟΦΙΛ) ΟΧΘΗΣ [E(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]

Φυσική / ατροποποίηση	Δεξιά	Αριστερή
Κατακόρυφη / υποσκαμμένη 		
Κατακόρυφη + πόδι κλιτύος 		
Απότομη (>45)° 		
Ομαλή 	x	
Σύνθετη 		x
Τεχνητή / Τροποποιημένη	Δεξιά	Αριστερή
Διευθετημένη 		
Ενισχυμένη – συνολική όχθη 		
Ενισχυμένη – κορυφή μόνο 		
Ενισχυμένη – πόδι μόνο κλιτύος 		
Τεχνητή αναβαθμίδα 		
Μικροαναβαθμίδα για χρήση ζώων 		
Τεχνητό ανάχωμα δίπλα στην κοίτη 		
Τεχνητό ανάχωμα μακριά από κοίτη 		

I. ΕΚΤΑΣΗ ΔΕΝΔΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΔΕΝΔΡΑ (μία επιλογή για κάθε όχθη)

Δεξιά

Αριστερή

Κανένα
Διασπαρμένα
Κανονικά
Συστάδες
Ημισυνεχή
Συνεχή

x

x

ΣΥΝΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (μία επιλογή για κάθε χαρακτηριστικό)

Δεξιά

Αριστερή

E(≥33%)

Σκίαση κοίτης

x

E

Προεξέχοντα κλαδιά

x

x

Εκτεθειμένες παρόχθιες ρίζες

x

x

Εκτεθειμένες βυθισμένες ρίζες

x

x

Πεσμένα δένδρα

x

x

Σωροί ξύλων

x

x

Κ. ΕΚΤΑΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΗΣ (μία επιλογή για κάθε χαρακτηριστικό)

		Κανένα	Παρόντα	E(≥33%)
Καταρράκτης (-ες)	waterfall		x	
Κλιμακωτής	cascade		x	
Ταχύροον ποταμού	rapid	x		
Κύρτωμα (-τα)	riffle		x	
Ροές	run	x		
Θερμή πηγή (-ες)	boil	x		
Ολίσθηση (-εις)	glide	x		
Περιθωριακά στάσιμα νερά	marginal deadwater		x	
Εκτεθειμένο υπόβαθρο	exposed bedrock		x	
Εκτεθειμένοι ογκόλιθοι	exposed boulders		x	
Κεντρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (χωρίς βλάστηση)	unvegetated mid – channel bar	x		
Κεντρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με		x		

βλάστηση)			
Νησί mature island	x		
Πλευρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με βλάστηση) unvegetated side – channel bar	x		
Πλευρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με βλάστηση)		x	
Ιλυώδης (-εις) απόθεση (-εις) discrete silt deposits		x	
Αμμώδης (-εις) απόθεση (-εις) discrete sand deposits		x	

Λ. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΗΣ (μετρημένες σε ευθύγραμμο ομοιόμορφο τμήμα του ποταμού)

Δεξιά όχθη		Κοίτη		Αριστερή όχθη
Ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος (m)	4	Εύρος κοίτης (m)	3	Ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος (m) 4
Είναι το ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος ίσο με το σημείο υπερχειλίσσης κοίτης; (Ναι/Όχι)		Πλάτος ρέματος (m)	11	Είναι το ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος ίσο με το σημείο υπερχειλίσσης κοίτης; (Ναι/Όχι)
Ύψος αναχώματος (m)	3	Βάθος (m)	0,5	Ύψος αναχώματος (m)3
Αν η πρώτη αναβαθμίδα της κοίτης είναι χαμηλότερη από ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος σημειώστε: ύψος πάνω από νερό (m) 0,5 m				
Το υλικό του υποστρώματος στο σημείο δειγματοληψίας είναι:				
Σταθερό (συμπαγές) Μη σταθερό Άγνωστο				
Οι μετρήσεις έγιναν σε: κύρτωμα άλλο (ευθεία)				

Μ. ΤΕΧΝΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (καθορίστε συνολικό αριθμό)

Κανένα

	Σημαντικό	Μέσο	Ασήμαντο		Σημαντικό	Μέσο	Ασήμαντο
Κλιτείες				Τεχνητές όχθες (λιθένδυτες, επενδυμένες)			
Υπερχειλιστή ς, ρυθμιστικό φράγμα				Αγωγοί που εκβάλλουν στο ποτάμι (εκροές)			
Αγωγοί διέλευσης				Τεχνητά / φυσικά			

νερού (οχετοί)				περάσματα (πόροι, αβαθή ποταμού) 5			
Γέφυρες				Άλλο (καθορίστε)			
Εκτροπείς ροής 3							
Εμποδίζεται το νερό από φράγματα; (υπογραμμίστε)							
Όχι		Ναι, <33% του σταθμού			>33% του σταθμού		

N. ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ (υπογραμμίστε)

Καμία χρήση δράγας Όργωμα **Κόψιμο αγριόχορτων**
 Βελτιώσεις (διευθέτηση κοίτης, **απομάκρυνση καλαμιών**, φύτεμα δέντρων)
 Άλλο (καθορίστε).....

Ξ. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ

[E(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]

Κανένα

Καταρράκτες > 5m ύψος		Υγρότοποι με Carex spp.		Φυσικές υδατοσυλλογές
Πλευρικά / διχοτομημένα κανάλια		Τεχνητές υδατοσυλλογές		Επιπλέον στρώμα βλάστησης
Φράγματα από σωρούς υλικών		Παρόχθια υδροχαρή βλάστηση	x	Άλλο (καθορίστε)
Σωροί φύλλων		Υγρολίβαδα		
Παρόχθιοι καλαμώνες	x	Βάλτοι		

Ο. Είναι το 33% ή περισσότερο της κοίτης <<πνιγμένο>> με βλάστηση ώστε να δυσχεραίνει τη ροή ; Ναι **Όχι** (κυκλώστε)

Π. ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΚΛΗΘΡΩΝ, ΠΛΑΤΑΝΩΝ, ΙΤΙΩΝ, ΛΕΥΚΩΝ [διαλέξτε κατάλληλη (-ες) επιλογές]

KANENA

ΠΑΡΟΝΤΑ

EKTETAMENA

NEKPA

Ρ. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (κυκλώστε κατάλληλες λέξεις, προσθέστε άλλες)

Σημαντικές επιπτώσεις:

διάνοιξη κοίτης, **σκουπίδια**, σιδ. γραμμές, βιομηχανίες, αποχετεύσεις, ρύπανση, μύλοι, φράγματα, δρόμοι, βούρκοι, **αποψιλώσεις**, λατομεία, ορυχεία, οικισμοί, ξηρασία, μπαζώματα, αποθέσεις / προσχώσεις

Χρήσεις γης:

πάρκα, εγκαταλελειμμένες εκτάσεις, ζώνη αποψίλωσης

Ζώα:

σαλαμάνδρες, τρίτωνες, φρύνοι, νεροχελώνες,
ρυακοβάτραχοι, βομβίνες, νερόφιδα, βίδρες,
μυοκάστορες, οχθοχελίδονα, νεροκότσυφες, αλκυόνες

Άλλες σημαντικές παρατηρήσεις:

ΝΕΑ ΧΑΛΚΗΔΟΝΑ

ΕΝΤΥΠΟ ΦΥΤΟΚΟΙΝΩΝΙΟΛΟΓΙΚΗΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ ΠΑΡΟΧΘΙΩΝ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Αρ. Φυτοληψίας: 1	Ημερομηνία: 10/03/2013	Περιοχή: Ν.Χαλκηδόνα	
Θέση:			
Ενότητα Βλάστησης (Syntaxon): Παραποτάμια βλάστηση			
Μέγεθος επιφάνειας (τ.μ.):	Ορεογραφική διαμόρφωση: πεδιάδα		
Υψόμετρο: 100 m	Έκθεση: ΝΔ	Κλίση (deg) %: 10%	
Γ.Π:38.01.5985		Απόσταση από ακτή: 11.73 km	
Γ.Μ:023.43.989			
Γεωλογικό Υπόστρωμα: Ιζηματογενές, Διάπλαση σχιστοκερατολιθική με οφιόλιθους	Περιεκτικότητα σε πέτρες και χαλίκια: 90%		
Όροφος δένδρων (Δ), ανώτερο ύψος: 12 m	Εδαφοκάλυψη (%): 35 %		
Όροφος θάμνων (Θ), ανώτερο ύψος: 2 m	Εδαφοκάλυψη (%): 10 %		
Όροφος θάμνων (Φ), ανώτερο ύψος: -	Εδαφοκάλυψη (%): -		
Όροφος ποών και γράστων: 1 m	Εδαφοκάλυψη (%): 55 %		
Οικολογική κατάσταση διατήρησης: Κακή, διαταραγμένη	Φωτογραφίες		
	Φιλμ	Αρ.	Θέμα
Βόσκηση (NAI / OXI): OXI			
Φωτιά (NAI / OXI): OXI			
Ψεκασμός (θαλασσινό νερό) (NAI / OXI): OXI			
Παρατηρήσεις: Μπάζα, απορρίμματα			
Φυτοκατάλογος (είδη)			

<i>Eucalyptus</i> sp.
<i>Salix</i> sp.
<i>Washingtonia</i> sp.
<i>Pinus brutia</i>
<i>Arundo donax</i>
<i>Olea europea</i>
<i>Phragmites australis</i>
<i>Urtica dioica</i>
<i>Muscari</i> sp.
<i>Hedera helix</i>
<i>Prunus</i> sp.
<i>Oxalis</i> sp.
<i>Anthemis</i> sp.
<i>Phyllirea latifolia</i>

ΦΥΣΙΚΗ ΔΟΜΗ ΠΟΤΑΜΩΝ

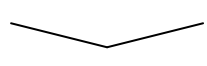
Α. Βασικές Γεωγραφικές Πληροφορίες

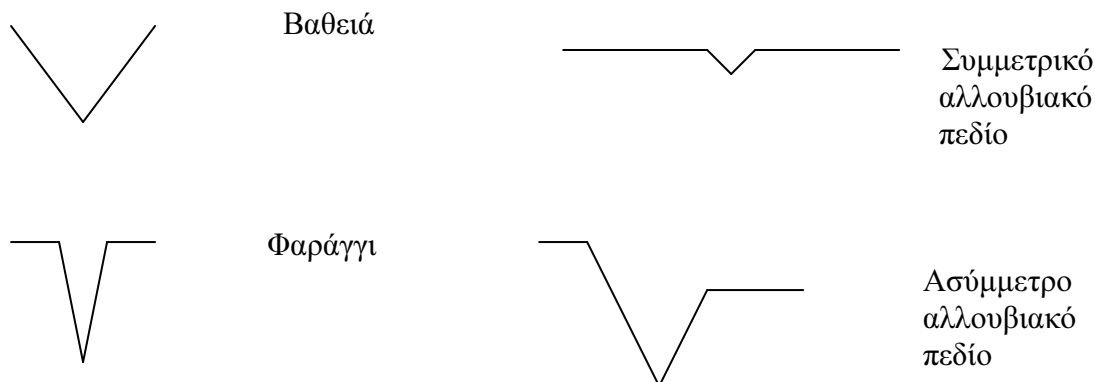
Υψόμετρο (m)	100 m	Υπαρξη σημαντικού παραποτάμου	
Απόσταση από πηγή (km)		Ετήσια μέση ροή	
Υψόμετρο πηγής (m)		Κλίση (m/km)	
Γεωλογία (είδος πετρωμάτων)	Ιζηματογενές, Διάπλαση σχιστοκερατολιθική με οφιόλιθους	Μορφή ποταμού (φυσική – διαμορφωμένη)	Διαμορφωμένη

Β. Στοιχεία Δειγματοληψίας

Αριθμός σταθμού: Ποταμός: Κηφισός
 Ημερομηνία : 10/03/2013 Ώρα : 10:30 πμ Όνομα :
 Αντίξοες συνθήκες κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας :
 Ναι **Όχι** Αν ναι, διευκρινίστε
 Ορατό το στρώμα ποταμού; Όχι Μερικώς **Ναι**
 Φωτογραφικά δεδομένα : **Ναι** Όχι
 Σταθμός μελετήθηκε από : **αριστερή όχθη** δεξιά όχθη κοίτη

Γ. Επικρατούσα μορφή κοίτης

 **Ρηχή**  Κοίλη



Κλιμακοειδές δάπεδο κοιλάδας από παλιότερη κοίτη ; Ναι Όχι

Δ. Αριθμός Κυρτωμάτων Μικρολίμνων Νησίδων (καθορίστε συνολικό αριθμό

Κυρτώματα 4 Επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες 2
(χωρίς βλάστηση)

Μικρολίμνες 5 Επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες 0
(με βλάστηση)

10 SPOT – CHECKS

Spot – check 1 βρίσκεται: ανάντι (upstream) κατάντι (downstream) του σταθμού

Ε. Φυσικά Χαρακτηριστικά (παρατηρούμενα κατά μήκος κοίτης σε διατομή πλάτους 1 m)

(μια επιλογή)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΧΘΗ	Κυκλώστε ΔΙΑ ή ΣΤ αν αποτελείται από αμμώδες υπόστρωμα									
Υλικό ΜΟ, ΣΥ, ΟΓ, ΚΡ, ΑΑ, ΧΩ, ΠΗ, ΤΥ, ΤΕ, ΠΠ, ΞΠ, ΠΛ, ΠΕ, ΛΙ, ΜΠ	ΟΓ	ΟΓ	ΟΓ	ΟΓ	ΟΓ	ΟΓ	ΟΓ	ΟΓ	ΟΓ	ΟΓ
Τροποποίηση όχθης (βλέπε υπόμνημα 2)	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ
Χαρακτηριστικά όχθης (βλέπε υπόμνημα 2)	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΒΠΝ	ΒΠΝ	ΒΠΝ	ΒΠΝ	ΠΠΝ

ΚΟΙΤΗ (βλέπε υπόμνημα 2)	ΑΧ – Κυκλώστε Α ή Χ αν κυρίαρχο									
Υπόστρωμα	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ
Τύπος ροής	ΚΥ	ΚΥ	ΚΥ	ΚΥ	ΚΥ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ	ΟΜ
Τροποποίηση όχθης	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ
Χαρακτηριστικά όχθης	ΠΠΝ	ΠΠΝ	ΠΠΝ	ΠΠΝ	ΠΠΝ	ΒΠΝ	ΒΠΝ	ΒΠΝ	ΒΠΝ	ΚΑ

ΔΕΞΙΑ ΟΧΘΗ (βλέπε υπόμνημα 2)	Κυκλώστε ΔΙΑ ή ΣΤ αν αποτελείται από αμμώδη υπόστρωμα									
Υλικό	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΚΡ	ΛΙ	ΛΙ	ΛΙ	ΛΙ	ΤΕ
Τροποποίηση κοίτης	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΕΝ	ΕΝ	ΕΝ	ΕΝ	ΤΟ
Χαρακτηριστικά όχθης	ΠΠΝ	ΠΠΝ	ΒΠΝ	ΒΠΝ	ΒΠΝ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ	ΚΑ

Τύπος υποστρώματος κοίτης που απαντά > 1% σ' ολόκληρο το μήκος του σταθμού

ΣΤ. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (παρατηρούμενα σε διατομή πλάτους 10 m)

Χρήση γης: Διαλέξτε ένα από τα ΠΜΔ, ΚΩ, ΟΠ, ΘΑ, ΥΠ, ΧΠ, ΓΚ, ΥΓ, ΛΙ, ΒΣ, ΑΑ, ΥΔ

Χρήση γης στα 5 m αριστερής επιφάνειας όχθης	ΥΠ	ΥΠ	ΥΠ	ΥΠ	ΥΠ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ	ΠΜΔ
Αριστερή όχθη (στο 1 m) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
Αριστερή κλιτύς (δομή) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ
Δεξιά κλιτύς (δομή) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Γ	Γ	Γ	Γ	Γ
Δεξιά όχθη (στο 1 m) Γ/Ο/Α/Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Σ	Γ	Γ	Γ	Γ	Γ
Χρήση γης στα 5 m δεξιάς επιφάνειας όχθης	ΥΠ	ΥΠ	ΥΠ	ΥΠ	ΥΠ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ	ΑΑ

Ζ. ΤΥΠΟΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΚΟΙΤΗΣ [παρατηρούμενα σε διατομή πλάτους 10 m: E(≥33% κάλυψη ή √(παρόντα)]

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Τίποτα											
Βρυόφυτα	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	E
Υπερυδατικά ποώδη	x		x	x			E				E
Υπερυδατικά γραμμινόμορφα	E		x	x			x				√
Εφυδατικά											
Ακροπλευστόφυτα											
Αμφίβια											
Υφυδατικά μεγαποταμόμορφα											
Υφυδατικά μικροποταμόμορφα											
Υφυδατικά μυριοφυλλόμορφα											
Φύκη					x	x					√

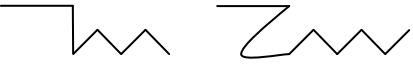
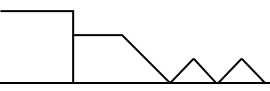
Συνολική εκτίμηση των τύπων βλάστησης και στα 500 m ↑

SWEEP – UP: Συλλογή πληροφοριών κατά την επιστροφή στο σημείο εκκίνησης

Η. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΣΤΑ 50m ΑΠΟ ΟΧΘΗ [E(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]

	ΔΕΞΙΑ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ		ΔΕΞΙΑ	ΑΡΙΣΤΕΡΗ
Πλατύφυλλο μικτό δάσος		X	Γεωργικές καλλιέργειες		
Κωνοφόρα			Υγρότοπος		
Οπωρώνας			Λιβάδια		
Θαμνώνας (πουρνάρια, βατομουριές)	x	X	Βράχια, σάρες	E	x
Υψηλές πόες	x	E	Αστική ανάπτυξη	E	E
Χαμηλές πόες, βοσκοτόπια	x	X	Υδατοσυλλογές		

Θ. ΚΑΤΑΤΟΜΗ (ΠΡΟΦΙΛ) ΟΧΘΗΣ [E(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]

Φυσική / μη-τροποποίητη	Δεξιά	Αριστερή
Κατακόρυφη / υποσκαμμένη 		
Κατακόρυφη + πόδι κλιτύος 		

Απότομη (>45)°			
Ομαλή			
Σύνθετη			
Τεχνητή / Τροποποιημένη		Δεξιά	Αριστερή
Διευθετημένη		x	
Ενισχυμένη – συνολική όχθη			
Ενισχυμένη – κορυφή μόνο		x	x
Ενισχυμένη – πόδι μόνο κλιτύος		x	x
Τεχνητή αναβαθμίδα			
Μικροαναβαθμίδα για χρήση ζώων			
Τεχνητό ανάχωμα δίπλα στην κοίτη		x	x
Τεχνητό ανάχωμα μακριά από κοίτη		x	x

I. ΕΚΤΑΣΗ ΔΕΝΔΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΔΕΝΔΡΑ (μία επιλογή για κάθε όχθη)

Δεξιά

Αριστερή

Κανένα

Διασπαρμένα

x

Κανονικά

Συστάδες

x

Ημισυνεχή

Συνεχή

ΣΥΝΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (μία επιλογή για κάθε χαρακτηριστικό)

Δεξιά

Αριστερή

E(≥33%)

Σκίαση κοίτης

x

x

Προεξέχοντα κλαδιά

x

x

Εκτεθειμένες παρόχθιες ρίζες	x	x
Εκτεθειμένες βυθισμένες ρίζες	x	x
Πεσμένα δένδρα		x
Σωροί ξύλων		

Κ. ΕΚΤΑΣΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΚΟΙΤΗΣ (μία επιλογή για κάθε γνώρισμα)

	Κανένα	Παρόντα	E(≥33%)
Καταρράκτης (-ες) waterfall			x
Κλιμακωτής cascade		x	
Ταχύροον ποταμού rapid		x	
Κύρτωμα (-τα) riffle		x	
Ροές run		x	
Θερμή πηγή (-ες) boil	x		
Ολίσθηση (-εις) glide			
Περιθωριακά στάσιμα νερά marginal deadwater		x	
Εκτεθειμένο υπόβαθρο exposed bedrock		x	
Εκτεθειμένοι ογκόλιθοι exposed boulders		x	
Κεντρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (χωρίς βλάστηση) unvegetated mid – channel bar	x		
Κεντρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με βλάστηση)	x		
Νησί mature island	x		
Πλευρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με βλάστηση) unvegetated side – channel bar		x	
Πλευρική προσχωσιγενής νησίδα (-ες) (με βλάστηση)	x		
Ιλυώδης (-εις) απόθεση (-εις) discrete silt deposits	x		
Αμμώδης (-εις) απόθεση (-εις) discrete sand deposits		x	

Λ. ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΗΣ (μετρημένες σε ευθύγραμμο ομοιόμορφο τμήμα του ποταμού)

Δεξιά όχθη		Κοίτη		Αριστερή όχθη
Ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος (m)	6	Εύρος κοίτης (m)	5	Ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος (m) 12

Είναι το ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος ίσο με το σημείο υπερχειλίσης κοίτης; (Ναι/Όχι)		Πλάτος ρέματος (m)	23	Είναι το ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος ίσο με το σημείο υπερχειλίσης κοίτης; (Ναι/Όχι)
Ύψος αναχώματος (m)	6	Βάθος (m)	1	Ύψος αναχώματος (m)6
Αν η πρώτη αναβαθμίδα της κοίτης είναι χαμηλότερη από το ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος σημειώστε: ύψος πάνω από νερό (m) 3				
Το υλικό του υποστρώματος στο σημείο δειγματοληψίας είναι:				
Σταθερό (συμπαγές) Μη σταθερό Άγνωστο				
Οι μετρήσεις έγιναν σε: κύρτωμα άλλο (ευθεία)				

M. ΤΕΧΝΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (καθορίστε συνολικό αριθμό)

Κανένα

	Σημαντικό	Μέσο	Ασήμαντο		Σημαντικό	Μέσο	Ασήμαντο
Κλιτείες				Τεχνητές όχθες (λιθένδυτες, επενδυμένες)			
Υπερχειλιστή ς, ρυθμιστικό φράγμα				Αγωγοί που εκβάλλουν στο ποτάμι (εκροές) 4			
Αγωγοί διέλευσης νερού (οχετοί)				Τεχνητά / φυσικά περάσματα (πόροι, αβαθή ποταμού)			
Γέφυρες 1				Άλλο (καθορίστε)			
Εκτροπείς ροής							
Εμποδίζεται το νερό από φράγματα; (υπογραμμίστε)							
Όχι Ναι, <33% του σταθμού >33% του σταθμού							

N. ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ (υπογραμμίστε)

Καμία χρήση δράγας Όργωμα Κόψιμο αγριόχορτων
 Βελτιώσεις (διευθέτηση κοίτης, απομάκρυνση καλαμιών, φύτεμα δέντρων)
 Άλλο (καθορίστε).....ΟΧΙ.....

Ξ. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΙΔΙΑΙΤΕΡΟΥ ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΝΤΟΣ**[E(≥33% μήκος όχθης) ή √(παρόντα)]**

Κανένα

Καταρράκτες > 5m ύψος		Υγρότοποι με Carex spp.		Φυσικές υδατοσυλλογές
Πλευρικοί / διχοτομημένοι διάυλοι		Τεχνητές υδατοσυλλογές		Επιπλέον στρώμα βλάστησης
Φράγματα από σωρούς υλικών	x	Παρόχθια υδροχαρή βλάστηση	x	Άλλο (καθορίστε)
Σωροί φύλλων	x	Υγρολίβαδα		ΟΔ
Παρόχθιοι καλαμώνες	x	Βάλτοι		

Ο. Είναι το 33% ή περισσότερο της κοίτης <<πνιγμένο>> με βλάστηση ώστε να δυσχεραίνεται η ροή ;

Ναι

Όχι

(κυκλώστε)

Π. ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΚΛΗΘΡΩΝ, ΠΛΑΤΑΝΩΝ, ΙΤΙΩΝ, ΛΕΥΚΩΝ [διαλέξτε κατάλληλη (-ες) επιλογές]

KANENA

ΠΑΡΟΝΤΑ

EKTETAMENA

NEKPA

Ρ. ΓΕΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (κυκλώστε κατάλληλες λέξεις, προσθέστε άλλες)**Σημαντικές επιπτώσεις:**

διάνοιξη κοίτης, σκουπίδια, σιδ. γραμμές, βιομηχανίες, αποχετεύσεις, ρύπανση, μύλοι, φράγματα, δρόμοι, βούρκοι, αποψιλώσεις, λατομεία, ορυχεία, οικισμοί, ξηρασία, μπαζώματα, αποθέσεις / προσχώσεις

Χρήσεις γης:

πάρκα, εγκαταλελειμμένες εκτάσεις, ζώνη αποψίλωσης

Ζώα:

σαλαμάνδρες, τρίτωνες, φρύνοι, νεροχελώνες, ρυακοβάτραχοι, βομβίνες, νερόφιδα, βίδρες, μυοκάστορες, οχθοχελίδονα, νεροκότσυφες, αλκυόνες

Άλλες σημαντικές παρατηρήσεις:**ΚΛΕΙΔΑ ΣΥΜΠΛΗΡΩΣΗΣ ΕΝΤΥΠΟΥ**

ΥΠΟΜΝΗΜΑ 1

ΦΥΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (ΜΕΡΟΣ Ε)

A. ΟΧΘΕΣ

ΥΛΙΚΟ	ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ
ΜΟ = μη ορατό ΣΥ = συμπαγές υπόβαθρο ΟΓ = ογκόλιθοι ΚΡ = κροκάλες ΑΑ = αδρό ίζημα / άμμος ΧΩ = χώμα ΠΗ = πηλός ΤΥ = τύρφη	ΑΓ = άγνωστες ΚΑ = καμία ΔΙΕ = διευθετημένη ΕΝ = ενισχυμένη ΒΑ = βαθμίδα κάτω από ύψος φυσικού αναχώματος ΤΑ = τεχνητό ανάχωμα
	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΤΕ = τσιμεντένια ενίσχυση ΠΠ = προστατευτικό περίβλημα πασσαλοσανίδων ΞΠ = ξύλινο προστατευτικό περίβλημα πασσαλοσανίδων ΠΑ = πλινθόκτιστη ενίσχυση ΠΕ = πέτρινη συγκρατημένη με σύρματα ΛΙ = λιθορριπή (προστατευτικά βράχια κατά της διάβρωσης) ΜΠ = μπάζα	ΜΟ = μη ορατά ΚΑ = κανένα ΔΙΑ = διαβρωμένη (κυκλώστε αν αποτελείται από αμμώδη υπόστρωμα) ΣΤ = σταθερή (κυκλώστε αν αποτελείται από αμμώδη υπόστρωμα) ΕΠΝ = επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες (χωρίς βλάστηση) ΒΕΝ = επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες (με βλάστηση, >50%) ΠΠΝ = πλευρικές προσχωσιγενείς νησίδες (χωρίς βλάστηση) ΒΠΝ = πλευρικές προσχωσιγενείς νησίδες (με βλάστηση, >50%)
<u>B. ΚΟΙΤΗ</u>	
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ

ΜΟ = μη ορατό ΣΥ = συμπαγές υπόβαθρο ΟΓ = ογκόλιθοι ΚΡ = κροκάλες ΑΧ = αδρό ίζημα / χαλίκια (κυκλώστε αυτό που υπερτερεί) ΑΜ = άμμος ΠΗ = πηλός ΙΛ = ιλύς / λάσπη ΤΥ = τύρφη ΤΧ = τεχνητό	ΑΓ = άγνωστες ΚΑ = καμία ΑΔ = αγωγοί διέλευσης νερού ΔΙΕ = διευθετημένη ΕΝ = ενισχυμένη ΦΡ = φράγμα ΤΟ = τεχνητό πέραςμα
ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΡΟΗ	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΚΠ = κατακόρυφη ροή από πτώση ΚΚ = κεκαμμένη κυρτή υδατόπτωση ΣΑ = στάσιμα αφρίζοντα κύματα ΣΜ = στάσιμα μη αφρίζοντα κύματα ΧΑ = χαοτική ροή ΚΥ = κυματοειδής, αυλακωτή ΑΝ = αναδύουσα ΟΜ = ομαλή, ήρεμη ΜΑ = μη αντιληπτή ροή ΜΡ = μηδενική ροή	ΜΟ = μη ορατά ΚΑ = κανένα ΕΥ = εκτεθειμένο υπόστρωμα / βράχια ΚΠΝ = κεντρικές προσχωσιγενείς νησίδες (χωρίς βλάστηση) ΒΚΝ = κεντρικές προσχωσιγενείς νησίδες (με βλάστηση, >50%) ΝΗ = νησί ΜΠ = μπάζα

ΥΠΟΜΝΗΜΑ 2

ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΣΤΑ 5 m ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΗΣ ΟΧΘΗΣ (ΜΕΡΟΣ Ε)

ΠΜΔ = πλατύφυλλο / μικτό δάσος ΚΩ = κωνοφόρα ΟΠ = οπωρώνας ΘΑ = θαμνώνες (πουρνάρια, βατομουριές, φράζοι) ΥΠ = υψηλές πόες ΧΠ = χαμηλές πόες	ΓΚ = γεωργικές καλλιέργειες ΥΓ = υγρότοπος (βάλτοι, Carex spp) ΛΙ = λιβάδια ΒΣ = βράχια, σάρες ΑΑ = αστική ανάπτυξη ΥΔ = υδατοσυλλογές
---	---

ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΛΑΤΟΥΣ 10 m (ΜΕΡΟΣ ΣΤ)

Γ	ΓΥΜΝΗ < 50% βλάστηση, γη, βράχια	
Ο	ΟΜΟΙΟΓΕΝΗΣ 1τύπος, μόνο πόες, όχι δένδρα ή θάμνοι	
Α	ΑΠΛΗ 2 – 3 τύποι, πόες και θάμνοι	

Σ	ΣΥΝΘΕΤΗ ≥4 τύποι, οπωσδήποτε δένδρα και θάμνοι	
---	--	--

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΗΣ (ΜΕΡΟΣ Α)

- Διαλέξτε ομοιογενή περιοχή
- Αν υπάρχει κύρτωμα, μετρήστε εκεί
Διαφορετικά, στο ευθύτερο και ρηχότερο σημείο
- Ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος
(banktop)= το πρώτο σημαντικό **σημείο υπεράνω του οποίου**
καλλιέργειες και δραστηριότητες είναι
δυνατές
- Σημείο **υπερχείλισης** κοίτης (bankfull)= το σημείο
πέραν του οποίου υπερχειλίζει ο ποταμός

