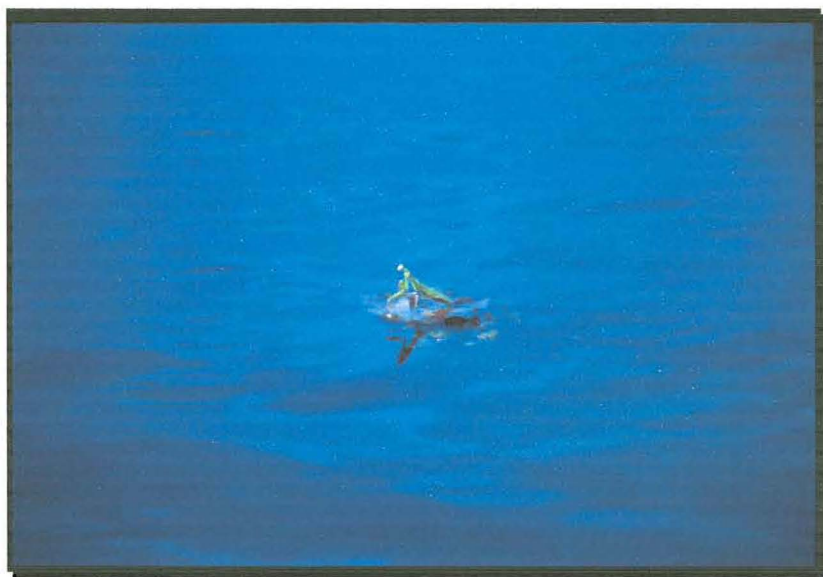


ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ
ΒΙΟΛΟΓΙΑΣ



**Παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας των νερών και
της δομής των ενδιαιτημάτων του ποταμού Αξιού**

Γιώργος Χατζηνικολάου



Επιβλέπουσα καθηγήτρια:

Καθηγήτρια κ. Μαρία Λαζαρίδου – Δημητριάδου

Τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής:

Αναπληρωτής καθηγητής κ. Κων/νος Στεργίου

Λέκτορας κ. Κων/νος Βουβαλίδης

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2001

21.76.A9

5

HB 438
C1 HC 749

1. Ευχαριστίες

Ευχαριστώ ιδιαίτερα την καθηγήτριά μου κ. Μαρία Λαζαρίδου –Δημητριάδου για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, για την επιστημονική της καθοδήγηση και για την οικονομική και ηθική της στήριξη.

Ευχαριστώ τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής της παρούσας εργασίας, κ.Βουβαλίδη και κ.Στεργίου.

Ευχαριστώ θερμά τους Marc Naura, David Blackburn και Paul Smith, από το Environmental Agency, για την επιστημονική τους συμβολή και για την προσφορά τους στην τεχνογνωσία και στο πρόγραμμα του RHS.

Ευχαριστώ τα παιδιά του εργαστηρίου Ζωολογίας και πιο συγκεκριμένα τη Λίλα Αρτεμιάδου, τον Βασίλη Δάκο, τον Φώτη Σγουρίδη, τον Κώστα Αϊβαζίδη, την Ξανθή Στατήρη και τη Μάνθα Λέκκα για κάθε είδους βοήθεια και διευκόλυνση που μου παρείχαν. Ένα μεγάλο ευχαριστώ στην Ελένη Δάκου για την βοήθειά της στην εργασία πεδίου στη χώρα της FYROM.

Ευχαριστώ, τον Peter Nikushev, τον Θανάση Παρίση και τον Μιχάλη Τρεμόπουλο για κάθε διευκόλυνση που μου παρείχαν στη γειτονική χώρα.

Ευχαριστώ τη φίλη μου Δώρα Σώκου που με συνόδεψε στην εργασία πεδίου, τον φίλο μου Κώστα Τσουγκράνη για την μηχανική του υποστήριξη και την Μαρία Κυριακίδου για τις διορθώσεις της τελευταίας στιγμής.

Ευχαριστώ τον Νίκο Κούτσια, από το εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης για την εισαγωγή στα συστήματα GIS. Επίσης, τον φίλο Δημήτρη Χουβαρδά για τις πολύτιμες συμβουλές του για το ArcView 3.2.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, ιδίως τον πατέρα μου, και τους φίλους μου για την υπομονή που έδειξαν κατά την διάρκεια αυτής της εργασίας, και όλους τους ανώνυμους που σε μικρό ή μεγάλο βαθμό με βοήθησαν στο να την ολοκληρώσω.

Πρόλογος

«Έχουμε ζήσει και χρησιμοποιήσει τη γη, τα δάση και τα ποτάμια σαν να πρόκειται για μια απλή συνάθροιση στοιχείων καθένα για να χρησιμοποιηθεί, να απομακρυνθεί ή να αντικατασταθεί ανεξάρτητα από τα άλλα. Σήμερα γνωρίζουμε καλύτερα και έχει γίνει πλέον ευρέως αντιληπτό πως καμιά προστατευόμενη περιοχή δεν υπάρχει από μόνη της», (Webb et al., 1999).

Η έννοια προστασία της φύσης, σήμερα, έχει πάψει να εκφράζει την προστασία μεμονωμένων περιοχών-καταφύγια της άγριας πανίδας και χλωρίδας. Οι πρώτες προστατευόμενες περιοχές βρισκόταν εκεί που δεν είχαν αναπτυχθεί έντονες οικονομικές δραστηριότητες και το κόστος της ανακήρυξής τους σε εθνικό δρυμό ή πάρκο ήταν μικρό. Οι συνήθως απομονωμένες και απόμακρες αυτές περιοχές, δεν ανταποκρίνονταν στις ανάγκες των με γρήγορους ρυθμούς ειδών που εξαφανίζονταν. Έτσι η προστασία στράφηκε στη συνέχεια, στην διατήρηση και διασφάλιση της επιβίωσης συγκεκριμένων ειδών πανίδας και χλωρίδας που απειλούνται. Μέσω των λίγων αυτών ειδών επιχειρούνταν η προστασία περιοχών σημαντικών και για την υπόλοιπη άγρια ζωή (π.χ. οδηγία 79/409). Η σύγκρουση μεταξύ των οικονομικών δραστηριοτήτων στις περιοχές ενδιαφέροντος και του κόστους που συνεπαγόταν η προστασία τους, σε συνδυασμό με την ανεπάρκεια των εθνικών νομοθετικών διατάξεων σε βιολογική γνώση, οδήγησε τελικά, πολλές φορές στην φυσική εξόντωση ειδών που κινδύνευαν. Η εντονότερη μείωση των ειδών που ακολούθησε βοήθησε όλους να καταλάβουν πως δεν μπορεί να υπάρξει ουσιαστική προστασία αν δεν συμπεριληφθεί σε αυτή η έννοια του ενδιαιτήματος. Δηλαδή με την προστασία του ενδιαιτήματος, η άγρια χλωρίδα και πανίδα προστατεύεται αποτελεσματικά εκεί όπου αυτή πραγματικά υπάρχει (π.χ. οδηγία 92/43). Εξέλιξη του παραπάνω αποτελεί η προστασία των ενδιαιτημάτων σε γεωγραφικές ενότητες. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί μόνο με τον σωστό διαχειριστικό σχεδιασμό που αφορά το σύνολο της ενότητας (οδηγία 2000/60Κ/ΕΕ). Η λεκάνη απορροής των ποταμών αποτελεί μια κατηγορία γεωγραφικής ενότητας, με βιολογική σημασία για όσους οργανισμούς χρησιμοποιούν τα ενδιαιτήματα του ποταμού.

Περίληψη

Στην περιοχή του Ελληνικού τμήματος του Αξιού και των τριών παραποτάμων του έγινε καταγραφή της δομής του ποταμού, της δομής των ενδαιτημάτων και των βενθικών μακροασπονδύλων, τον Αύγουστο του 2000. Οι μέθοδοι, οι τεχνικές και η έκταση των δειγματοληψιών ήταν στα πλαίσια των απαιτήσεων της οδηγίας 2000/60Κ/ΕΕ, για τα εσωτερικά ύδατα. Για την καταγραφή της δομής των ενδαιτημάτων χρησιμοποιήθηκε το σύστημα καταγραφής RHS, που χρησιμοποιείται στη Μεγάλη Βρετανία. Αυτό εφαρμόσθηκε σε 164 επιφάνειες δειγματοληψίας για την εκτίμηση: α) της ποιότητας της δομής των ενδαιτημάτων και β) του βαθμού τροποποίησής τους. Επιπλέον, σε 16 σταθμούς δειγματοληψίας, ερευνήθηκαν οι ποιοτικές παράμετροι οι οποίες αφορούσαν στα βιολογικά στοιχεία (βενθικά μακροασπόνδυλα) και στα φυσικοχημικά, χημικά και υδρομορφολογικά στοιχεία που υποστηρίζουν αυτά τα βιολογικά στοιχεία. Ο στόχος, των παραπάνω, ήταν η ανάδειξη της οικολογικής ποιότητας του ποταμού.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως η διακύμανση της οικολογικής ποιότητας είναι ανάλογη των πιέσεων που δέχεται ο ποταμός στις επιμέρους παραμέτρους και στα διαφορετικά τμήματα του. Η ποιότητα του νερού, σύμφωνα με τον Ελληνικό Βιολογικό Δείκτη, σε κανέναν από τους 16 σταθμούς δειγματοληψίας δεν βρέθηκε άριστη. Τα επίπεδα που κυμάνθηκε η ποιότητα ήταν από κακή έως καλή, ενώ στις εκβολές σημειώθηκε η είσοδος θαλασσινού νερού. Το φράγμα που βρίσκεται 27km από τις εκβολές προκαλεί, τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο, ασυνέχεια στις παραμέτρους του ποταμού με θετικές (μείωση αιωρούμενων στερεών, αύξηση διαλυμένου οξυγόνου στο κατάντη) και αρνητικές συνέπειες (αύξηση θερμοκρασίας, pH, αγωγιμότητας, ολικών διαλυμένων στερεών, μείωση παροχής στο κατάντη, μείωση διαλυμένου οξυγόνου στα ανάντη).

Με την ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων εντοπίσθηκαν: α) οι πιέσεις που δέχεται ο ποταμός, β) οι πιο σημαντικές περιοχές για την οικολογική ποιότητα του ποταμού και γ) οι υποψήφιες προς αποκατάσταση περιοχές.

Summary

An innovative system of survey was conducted at the Greek region of river Axios and its main tributaries. The employed methods and techniques as well as the area under study were in accordance with the 2000/60K/EU Directive, concerning the inland waters. The River Habitat Survey, currently in use in Great Britain, was applied in 164 sampling sites for estimating: a) the naturalness of the structure of the habitats and b) the extent of the modifications of the habitats. At 16 sampling points the qualitative studied elements were biological (benthic macroinvertebrates) as well as the physicochemical, chemical and hydromorphological elements that support them. The aim was the estimation of the ecological status of the river.

The analysis of the results demonstrated that the fluctuation of the ecological quality related to the pressure that the various parts of the river are subject to. According to the Greek Biological Index, there was no sampling point characterised by excellent water quality. The quality varied between good and bad, while at the last sampling point near the delta seawater influx took place. 27km before the estuary there is a dam causing a discontinuity to the river with positive (reduction of the total dissolved solids and growth of the dissolved oxygen downstream) and negative impact (rise of temperature, pH, conductivity, total dissolved solids, reduction of discharge downstream and reduction of the dissolved oxygen upstream). Certain areas were identified as: a) having been subject to high pressure; b) important areas for the ecological quality and c) areas for restoration.

Περιεχόμενα

Ευχαριστίες	i
Περίληψη	2
1. Εισαγωγή	6
Επιπτώσεις έργων, δράσεων, τροποποιήσεων.....	6
Η οδηγία.....	8
Μετρήσεις ποιότητας.....	8
Βιοδείκτες βενθικών μακροασπονδύλων.....	10
Κατανομή μακροασπονδύλων.....	11
Σταθμοί αναφοράς των βενθικών μακροασπονδύλων.....	13
Ενδιαιτήματα – μακροασπόνδυλα.....	13
Σχηματισμός – κατανομή ενδιαιτημάτων.....	15
Χρήσεις γης – ενδιαιτήματα.....	17
Εκτίμηση των ενδιαιτημάτων.....	17
Η παρόχθια βλάστηση και ο ρόλος της.....	19
Η Ελλάδα.....	20
Σκοπός	20
Η περιοχή μελέτης	21
Ο Αξιός.....	21
Σταθμοί δειγματοληψίας.....	25
2. Υλικά και μέθοδοι	29
Φυσικοχημικά, χημικά στοιχεία.....	30
Υδρομορφολογικά στοιχεία.....	31
Βενθικά μακροασπόνδυλα.....	32
Στατιστική επεξεργασία.....	33
Καταγραφή των ποτάμιων ενδιαιτημάτων, RHS.....	34
Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS).....	39

3. Αποτελέσματα.....	40
Φυσικοχημικά και χημικά στοιχεία.....	40
Υδρομορφολογικά στοιχεία.....	46
Βιολογικά στοιχεία.....	48
Στατιστική.....	50
RHS.....	58
Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS).....	65
4. Συζήτηση.....	71
Φυσικοχημική, χημική ποιότητα.....	71
Υδρομορφολογικά στοιχεία.....	74
Βιολογική ποιότητα.....	75
RHS.....	80
Συμπεράσματα.....	81
Βιβλιογραφία.....	84
Παραρτήμα I. Πρωτόκολλο ζώων, φυσικοχημικών.....	97
Παραρτήμα II. Το Ελληνικό σύστημα Αξιολόγησης.....	99
Παραρτήμα III. Το πρωτόκολλο του RHS.....	102
Παραρτήμα IV. Ο δείκτης HQA.....	118
Παραρτήμα V. Ο δείκτης HMS.....	121
Παραρτήμα VI. Τα δεδομένα των βενθικών μακροασπονδύλων.....	123
Παραρτήμα VII. Παραδείγματα συμπληρωμένων πρωτοκόλλων RHS....	125
Παραρτήμα VIII. Φωτογραφικό αρχείο.....	134

1. Εισαγωγή

Επιπτώσεις έργων, δράσεων, τροποποιήσεων

Ο καιρός που μεγάλα αναπτυξιακά έργα μπορούσαν να γίνουν χωρίς τη μελέτη των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στο υδατικό περιβάλλον έχει περάσει. Η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση και το ενδιαφέρον για τα ποτάμια και τα είδη που αποτελούν την πανίδα και χλωρίδα τους απαιτούν πλέον αυτές τις μελέτες. (Whitlow et al., 1999).

Οι περισσότερες διαχειριστικές δράσεις σε ένα ποτάμιο σύστημα, όπως αμμοληψίες, ευθυγράμμιση κοίτης, εκβάθυνση, έλεγχος ροής και άντληση νερού επιφέρουν είτε άμεσα είτε έμμεσα αλλαγές στα ενδιαιτήματα (Armitage & Cannan, 1998). Με τον όρο αλλαγές στα ενδιαιτήματα εννοούνται οι επιπτώσεις που είναι έκδηλες σε γεωμορφολογικά και οικολογικά συστήματα (Darby & Simon, 1998). Μια τέτοια εξέλιξη εγκυμονεί ευρύτερους κινδύνους, αφού τα ποτάμια είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα ανοικτού οικοσυστήματος (Favretto, 1999).

Ένας κίνδυνος που απορρέει από τις παρεμβάσεις στην κοίτη των ποταμών είναι πως ενδέχεται να προκαλέσουν κατακλυσμικές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα των ποταμών (Brookes & Gregory, 1988; Hupp, 1992; Gup, 1994; Ligon et al., 1995; Bravard et al., 1998) καθώς επηρεάζουν τους πλημμυρικούς γεωμορφολογικούς σχηματισμούς και τις διαδικασίες (Schumm et al., 1984). Τα διευθετημένα κανάλια που χαρακτηρίζονται από υποβαθμισμένες κοίτες αντιπαρέχονται με μια περίοδο αστάθειας (Schumm et al., 1984). Υποβάθμιση συμβαίνει όταν η ικανότητα μεταφοράς του υποστρώματος ξεπερνά την απόθεση ιζήματος (Galay, 1983, Tsujimoto, 1998), Σχήμα 1.1.. Οι κοίτες των διευθετημένων ποταμών συχνά βαθαίνουν, μερικές φορές εκτεινόμενες και προς τους παραποτάμους αποσταθεροποιώντας ολόκληρες λεκάνες απορροής (Graft, 1979; Wilson, 1979; Patton & Schumm, 1981; Robbins & Simon, 1983; Simon, 1989; Simon & Hupp, 1992). Για την αποφυγή της αποσταθεροποίησης χρειάζονται προστατευτικά έργα που θα πρέπει να ανανεώνονται διαρκώς, κάτι που σημαίνει επιπλέον κόστος για μη βιώσιμα έργα.

Πρώτο στάδιο:

Αδιαμόρφωτο

Δεύτερο στάδιο:

Διευθετημένο

Τρίτο στάδιο:

Υποβάθμιση

Τέταρτο στάδιο:

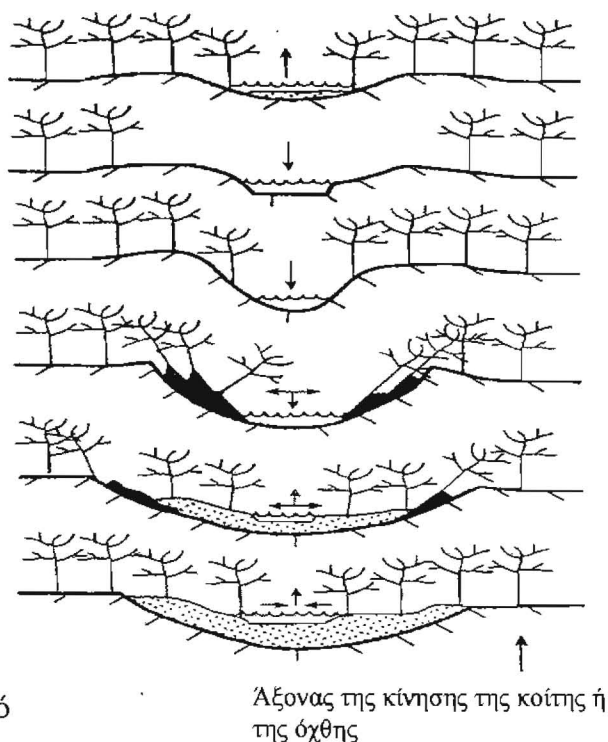
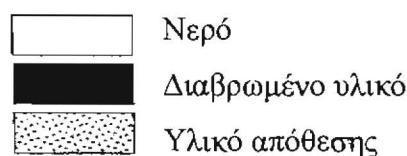
Υποβάθμιση και πλάτυνση

Πέμπτο στάδιο:

Συσσώρευση και πλάτυνση

Έκτο στάδιο:

Ημι-ισορροπία



Σχήμα 1.1. Μοντέλο 6 σταδίων εξέλιξης της κοίτης όπου προηγήθηκε διευθέτηση κοίτης – καναλοποίηση. Όλα τα στάδια εμφανίζονται για σημεία που βρίσκονται πάνω ή μόλις πάνω από το όριο των εργασιών στο κανάλι του ποταμού. Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση της ελάττωσης ή μεγέθυνσης της κοίτης (Hupp & Simon 1991).

Six-stage model of channel evolution following channelization. All stages are depicted for sites at or just above the limit of channel work. Arrows above the channel indicate the direction of degradation or aggradation (Hupp & Simon 1991).

Στην Ευρώπη πολλά ποτάμια και ρέματα έχουν υποστεί παρεμβάσεις με σκοπό την προστασία από τις πλημμύρες, τη χρήση του νερού από υδροηλεκτρικές μονάδες, τη μεταφορά εμπορικών φορτίων και την άρδευση γεωργικών εκτάσεων. Με αυτόν τον τρόπο οι διαδικασίες σχηματισμού του υποστρώματος περιορίζονται και η διαρκής ανανέωση των ποτάμιων χαρακτηριστικών και γνωρισμάτων (κάτι που συμβαίνει φυσικά) χάνεται. Καναλοποιημένα ποτάμια που διατηρούνται κανονικά, γίνονται φτωχότερα σε δομή και ποικιλία ενδιαιτημάτων οπότε και σε βιοποικιλότητα (Holmes, 2000).

Η διαχείριση των ποταμών πρέπει να εξασφαλίζει δράσεις που να αποσκοπούν στην προστασία των καλύτερων περιοχών της άγριας πανίδας και στην ανάκαμψη των υποβαθμισμένων περιοχών. Οι δράσεις αυτές πρέπει να είναι κατάλληλες, οικονομικά

αποτελεσματικές και να προσεγγίζουν περισσότερο τις πραγματικές ανάγκες παρά τις ανάγκες που αντιλαμβανόμαστε. (Raven et al., 1997).

Ως λύση στην κατάσταση που περιγράφηκε παραπάνω, αλλά και γενικότερα στα προβλήματα της ποιότητας των εσωτερικών υδάτων ήρθε η οδηγία 2000/60Κ/ΕΕ, με στόχο την αναστροφή της κατάστασης και τη θέσπιση μηχανισμών που θα διασφαλίζουν την οικολογική ποιότητα των εθνικών και διασυνοριακών ποταμών.

Η οδηγία

Σκοπός της οδηγίας είναι κάθε κράτος μέλος όχι μόνο να παρακολουθεί το καθεστώς των επιφανειακών νερών, αλλά να καταφέρει να τα διατηρεί σε «καλή» οικολογικά κατάσταση. Αυτό υπονοεί την αναγκαιότητα να αναγνωρισθούν οι αιτίες και τα αποτελέσματα και να εφαρμοσθεί άμεση επανόρθωση, όπου χρειάζεται (Holmes, 2000).

Η οδηγία 2000/60Κ/ΕΕ επιβάλλει παρακολούθηση και λήψη μέτρων σε μια προσπάθεια διατήρησης των υδατικών πόρων που βρίσκονται σε καλή κατάσταση και ανάκαμψη αυτών που υστερούν. Κάτι τέτοιο απαιτεί τη σύσταση και λειτουργία διαχειριστικού φορέα, αρμοδίου για το σύνολο της λεκάνης απορροής κάθε υδατικού αποδέκτη και μέσου. Συγκεκριμένα, μετά από σειρά οδηγιών και νομοθετημάτων, στην τελευταία οδηγία, γίνεται αναφορά σε μέτρα και κυρίως σε συγκεκριμένα κριτήρια, βάση των οποίων θα κρίνεται η αναγκαιότητα, η καταλληλότητα και η αποτελεσματικότητά αυτών των μέτρων. Τα κριτήρια αυτά δεν είναι άλλα από την παρακολούθηση των υδατικών πόρων με συγκεκριμένη μεθοδολογία, όπως:

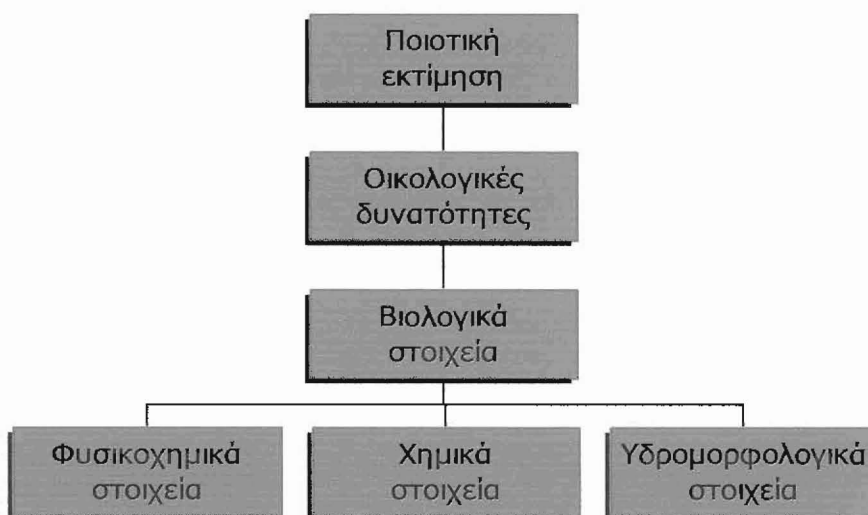
- της κατάστασης πριν και του ανάλογου μοντέλου πρόβλεψης των αποτελεσμάτων καθώς και
- της παρακολούθησης μετά τη δράση.

Μετρήσεις ποιότητας

Η αντίληψη της ποιότητας των ρεόντων υδάτων, εξαρτάται από το πώς την αντιλαμβάνονται αυτοί που την παρατηρούν ή τη μετρούν (Boon & Howell, 1997).

Η μέχρι τώρα ελληνική πραγματικότητα σχετικά με την ποιότητα των νερών των ποταμών, αφορά φυσικοχημικές παραμέτρους, ελάχιστες υδρολογικές μετρήσεις και κατά καιρούς κάποιες πιο εξειδικευμένες χημικές παραμέτρους. Δυστυχώς, κατά το τελευταίο χρονικό διάστημα η παρακολούθηση των ρεόντων υδάτων έχει ατονήσει και σημαντικά δεδομένα, που αφορούν τουλάχιστον τις παραμέτρους που περιγράφηκαν, δεν υπάρχουν ή δεν είναι διαθέσιμα ή είναι αποσπασματικά (προσωπική έρευνα μέσω Internet στα Υπουργεία ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε., Γεωργίας, καθώς και της διεθνούς βιβλιογραφίας).

Η οδηγία για τα εσωτερικά ύδατα 2000/60Κ/ΕΕ επιβάλλει την παρακολούθηση της ποιότητας των υδάτων. Αυτή πρέπει να γίνεται με τις προδιαγραφές που ορίζονται στο παράρτημα V. Τα ποιοτικά στοιχεία προς παρακολούθηση διακρίνονται σε βιολογικά και αυτά που υποστηρίζουν τα βιολογικά, δηλαδή υδρομορφολογικά και φυσικοχημικά (Σχήμα 1.2.). Ως υδρομορφολογικά, στο παράρτημα V της οδηγίας, ορίζονται το υδρολογικό καθεστώς (ποιότητα και δυναμική ροής), η συνέχεια του ποταμού (river continuity) και οι μορφολογικές συνθήκες (διακύμανση βάθους και πλάτους, δομή και υπόστρωμα της κοίτης, δομή της παρόχθιας ζώνης) (Holmes, 2000).



Σχήμα 1.2. Η διάρθρωση της παρακολούθησης της ποιότητας των επιφανειακών νερών σύμφωνα με την οδηγία πλαίσιο για τα νερά 2000/60Κ/ΕΕ.
The elements and their structure for monitoring water quality according to the 2000/60Κ/EU Directive, for inland waters.

Ιστορικά, οι βιολόγοι των ρεόντων υδάτων εκτιμούσαν την ποιότητα των ποταμών μετρώντας το βαθμό της διαταραχής που προκαλεί η ρύπανση στους ποτάμιους οργανισμούς. Πρόσφατα, ένα ευρύ φάσμα θεμάτων όπως η βιωσιμότητα και η

βιοποικιλότητα έχει συμπεριληφθεί στις τεχνικές εκτίμησης. Έτσι η ποιότητα των ρεόντων υδάτων μπορεί πλέον να ορισθεί ως η ολότητα των γνωρισμάτων και χαρακτηριστικών του νερού που φέρει την ικανότητα να διατηρεί τη φυσική πανίδα και να υποστηρίζει δικαιολογημένες χρήσεις (Pugh, 1997).

Η ανάγκη για πιο ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εκφράζεται και στο βιβλίο των Cushing et al. (1995), όπου ενθαρρύνονται οι επιστήμονες που ασχολούνται με τα ποτάμια να δουν πέρα από τα όρια των ποταμών και ρεμάτων που μελετούν και να αντιληφθούν πως αυτά είναι μια αντανάκλαση της λεκάνης απορροής τους. Η αλληλεπίδραση μεταξύ χρήσεων γης, ποτάμιων ενδιαιτημάτων και υδατικής χημείας είναι ισχυρή. Ποιος παράγοντας και σε ποιο βαθμό επηρεάζει τη βιολογία είναι σύνθετο ερώτημα και απαιτεί ολοκληρωμένη προσέγγιση (Dyer et al., 1998).

Βιοδείκτες βενθικών μακροασπονδύλων

Όσο οι ανάγκες για ανταγωνιστικές χρήσεις νερού συνεχίζουν να αυξάνονται, τόσο αυξάνεται και η ανάγκη για ακριβείς και αξιόπιστες βιολογικές παρακολουθήσεις της ποιότητας του νερού (Calow & Petts, 1992). Αν και οι χημικές μετρήσεις συνεχίζουν να χρησιμοποιούνται ευρέως (Averett & McKnight, 1987), οι βιολογικές μετρήσεις προτιμώνται πλέον, λόγω της χρονικής τους ολοκλήρωσης, δηλαδή, επειδή οι επιπτώσεις στη φύση μπορούν να ανιχνευθούν για αρκετό χρονικό διάστημα μετά την πτώση του επιπέδου της ρύπανσης (Metcalf, 1989; Calow & Petts, 1992).

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της βιολογικής έναντι της παραδοσιακά χρησιμοποιούμενης χημικής προσέγγισης είναι τα ακόλουθα (Metcalf, 1989, Mason, 1991):

1. Οι ζωντανοί οργανισμοί επηρεάζονται από τα φυσικοχημικά γνωρίσματα του υδάτινου οικοσυστήματος όπου διαβιούν και τα καταγράφουν για μεγάλα χρονικά διαστήματα δίνοντας πληροφορίες ακόμα και για διακοπόμενες ρυπαντικές διαταραχές. Αντίθετα, οι χημικές αναλύσεις δίνουν στοιχεία μόνο για τη στιγμή της δειγματοληψίας, με αποτέλεσμα να απαιτούνται πάρα πολλά συνεχόμενα δείγματα για να αποκομισθεί ολοκληρωμένη εικόνα της ποιότητας ενός ποταμού.

2. Οι μελέτες με βάση βιολογικούς παράγοντες μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες για συνθήκες τοξικής, μέτριας ή και μικρής ακόμα οργανικής ρύπανσης, οι οποίες μπορεί και να μην ανιχνευθούν από τις χημικές αναλύσεις ρουτίνας, επειδή τα ποτάμια είναι δυναμικά συστήματα.
3. Στα βιολογικά δεδομένα εκτιμάται η επίδραση της οργανικής ρύπανσης απευθείας πάνω στους ζωντανούς οργανισμούς, ενώ τα αποτελέσματα των χημικών μεθόδων χρειάζεται να ερμηνευτούν σε βιολογική βάση.)

Η ανάλυση των διαταραχών στα οικοσυστήματα ρεόντων υδάτων εξελίχθηκε από στιγμιαίες μετρήσεις σε βιολογικού περιεχομένου μετρήσεις, όπως η βιοχημική απαίτηση οξυγόνου (BOD₅) (Calow et al., 1990), με τον ίδιο τρόπο τα μακροασπόνδυλα αναδύθηκαν ως η επιλογή της υδατικής ομάδας για την ποιοτική εκτίμηση του νερού (Hynes, 1970). Αυτό γιατί τα **βενθικά μακροασπόνδυλα**: **α)** Είναι πολυπληθή, απαντώνται παντού, συλλέγονται σχετικά εύκολα και ο προσδιορισμός τους δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολος, **β)** Δεν είναι πολύ κινητικοί οργανισμοί και καταγράφουν τις τοπικές περιβαλλοντικές συνθήκες (του νερού), **γ)** Έχουν αρκετά μεγάλο βιολογικό κύκλο, ώστε να μπορούν να καταγράψουν την ποιότητα των νερών, **δ)** Οι βιοκοινότητες τους συγκροτούνται από πολλά διαφορετικά taxa, τα οποία είναι σε διαφορετικό βαθμό ευαίσθητα στα διάφορα είδη ρύπανσης, οπότε υπάρχουν πολλές πιθανότητες να παρατηρηθεί αντίδραση για οποιοδήποτε είδος ή εύρος περιβαλλοντικής διαταραχής και **ε)** Ο κύκλος ζωής τους είναι συμβατός με το εποχιακό ή ετήσιο καθεστώς παρακολούθησης – δειγματοληψιών (Hellawell, 1986; Metcalfe, 1989; Jeffries & Mills, 1990, Calow & Petts, 1992).

Κατανομή μακροασπονδύλων

Πως όμως είναι δυνατόν μια ομάδα οργανισμών να μπορεί να δώσει αξιόπιστα αποτελέσματα για την ποιότητα του νερού όταν είναι γνωστό πως κάθε είδος έχει περιορισμένη κατανομή τόσο σε πλανητικό, όσο και σε τοπικό επίπεδο;

Οι παράγοντες κατανομής ενός είδους μπορούν να συνοψισθούν σε 3 κατηγορίες (Townsend, 1980):

- Περιορισμένες δυνατότητες διασποράς ειδών που απλά αποτυχαίνουν να φτάσουν σε μια περιοχή.

- Βιοτικοί παράγοντες που μπορεί να είναι σημαντικοί στον καθορισμό της παρουσίας ενός είδους.
- Αβιοτικοί παράγοντες του περιβάλλοντος. Έχει αναγνωρισθεί εδώ και καιρό πως η κοινότητα που απαντάται σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία συνθέτεται από είδη που είναι προσαρμοσμένα να ζουν κάτω από τις ιδιαίτερες αβιοτικές συνθήκες που επικρατούν εκεί. Οι αβιοτικές παράμετροι ποικίλλουν από θέση σε θέση. Για κάθε σημαντική αβιοτική παράμετρο ένα είδος έχει ένα εύρος ανεκτικότητας εντός του οποίου μπορεί να ζήσει και να αναπαραχθεί.

Ο χρόνος και ο τρόπος που η κοινότητα μακροασπόνδυλων μπορεί να αντιδράσει σε μεταβολές των αβιοτικών παραγόντων ποικίλλει. Η αντίδραση αφορά αλλαγή σε σύνθεση και μέγεθος μέσα από συγκεκριμένους μηχανισμούς. Τέτοιος είναι ο μηχανισμός της επαναποίκησης μιας περιοχής που είναι δυνατό να επιτευχθεί σε 1-2 εβδομάδες (Townsend, 1980). Μηχανισμοί με τους οποίους μεταφέρονται τα βενθικά μακροασπόνδυλα είναι (Townsend, 1980):

- Καταστροφική αιώρηση. Το χάσιμο της επαφής με το υπόστρωμα συμβαίνει ακούσια, λόγω πλημμυρικών φαινομένων.
- Εκούσια αιώρηση ασπόνδυλων. Η επαφή με το υπόστρωμα χάνεται ακόμη και σε πολύ χαμηλές ροές. Ο σημαντικότερος αυτός μηχανισμός είναι υπεύθυνος για την αναδιάταξη των βενθικών οργανισμών στα διάφορετικά μικροενδιαιτήματα.
- Μετακίνηση τυχαίων κατευθύνσεων. Οι μετακινήσεις προς κάθε κατεύθυνση γίνονται διατηρώντας την επαφή με το υπόστρωμα.

Ειδικότερα για την περίπτωση των μεσογειακών χωρών τα μακροασπόνδυλα πρέπει να είναι ιδιαίτερα εξοικειωμένα με το στρες της εποχικότητας στο υδρολογικό καθεστώς. Σύμφωνα με τον Hynes ένας από τους παράγοντες που ελέγχουν την κατανομή ζώων είναι και η ευαισθησία τους στην ξηρασία. Σε περιόδους ξηρασίας συγκεκριμένα τμήματα της κοίτης των ποταμών αποκαλύπτονται, ενώ οι πηγές συνεχίζουν να ρέουν. Στη συνέχεια, όταν το νερό επιστρέφει με τις βροχοπτώσεις, τα προηγουμένως ξηρά τμήματα επαναποικίζονται τάχιστα από οργανισμούς που κατέφυγαν στις περιοχές που παρέμειναν υγρές (Hynes, 1970).

Σταθμοί αναφοράς των βενθικών μακροασπονδύλων

Η εκτίμηση της ποιότητας του νερού με τους δείκτες βενθικών μακροασπονδύλων σε συγκεκριμένους σταθμούς δειγματοληψίας, πρέπει να γίνεται σε σύγκριση με σταθμούς αναφοράς. Με αυτούς ξεπερνιέται το πρόβλημα της κατανομής των ειδών. Σταθμοί αναφοράς (reference sites) είναι οι σταθμοί με φυσική ποικιλότητα σε μια δεδομένη οικοπεριοχή ή υποπεριοχή (Calow & Petts, 1992). Η σύγκριση αυτή γίνεται μέσω εξειδικευμένων μοντέλων πρόβλεψης, όπως το RIVPACS στη Βρετανία (British Ecological Society, 1990).

Σχετικά με τους σταθμούς αναφοράς, στο άρθρο 8 της οδηγίας γίνεται αναφορά στην δυνητική οικολογική κατάσταση ή απλούστερα στην οικολογική δυνατότητα (ecological potential). Αυτή είναι η κατάσταση που το συγκεκριμένο σώμα νερού θα είχε τη βέλτιστη ποιότητα από πλευράς βιολογικών, φυσικοχημικών και υδρομορφολογικών χαρακτηριστικών. Η βέλτιστη ποιότητα, με τη σειρά της, ορίζεται στο παράρτημα V ως οι συνθήκες που χαρακτηρίζουν ένα σώμα νερού όταν οι αλλοιώσεις που έχει επιφέρει η ανθρώπινη δράση είναι ανύπαρκτες ή μηδαμινές. Η περιγραφή της υφιστάμενης κατάστασης ως προς τα μακρόφυτα, το φυτοπλαγκτόν, τα ψάρια και τα βενθικά μακροασπόνδυλα κρίνεται ανεπαρκής αν αυτή δεν πλαισιώνεται με τη σύγκριση της δυνητικής τους κατάστασης, σε συνθήκες απουσίας ανθρωπογενούς επίδρασης.

Ενδιαιτήματα – μακροασπόνδυλα

Ένα σημαντικό πρόβλημα αφορά στη σύνδεση φυσικών και βιολογικών χαρακτηριστικών που αποτελούν το οικοσύστημα του ποταμού (Raven et al., 1997). Το φυσικό περιβάλλον ζώων και φυτών, το οποίο περιλαμβάνει όλους τους φυσικούς, χημικούς και βιολογικούς παράγοντες που καθορίζουν το πλαίσιο στο οποίο ζει ένας οργανισμός ορίζεται από τον Jowett ως το ενδιαίτημα ενός ποτάμιου οικοσυστήματος (Maddock, 1999). Ουσιαστικά, αυτό αποτελεί τον ενδιάμεσο κρίκο μεταξύ του φυσικού (και ανθρωπογενούς) περιβάλλοντος και των οργανισμών που ζουν σε αυτό (Harper et al., 1995).

Από τους πρώτους που ασχολήθηκαν με τα ενδιαιτήματα είναι ο Thienemann (1954b), ο οποίος κατέληξε σε τρεις οικολογικές αρχές, (Hynes, 1970):

1. Όσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλότητα των συνθηκών σε μια περιοχή, τόσο μεγαλύτερος και ο αριθμός των ειδών που συνθέτουν τη βιοτική κοινότητα.
2. Όσο περισσότερο αποκλίνουν οι συνθήκες μιας περιοχής από την κανονική φυσική τους κατάσταση και συνεπώς και από τις κανονικές βέλτιστες συνθήκες για τα περισσότερα είδη, τόσο μικρότερος είναι ο αριθμός των ειδών που συναντώνται εκεί και μεγαλύτερη η αφθονία του κάθε είδους ξεχωριστά που υπάρχει.
3. Όσο οι συνθήκες μιας περιοχής είναι σταθερές και φυσικές, τόσο πιο πλούσια και σταθερή είναι η σύνθεση της βιοτικής κοινότητας.

Ο ρόλος των ενδαιτημάτων για τη ζωή μέσα σε ένα ποταμό και για την ποιότητά του είναι σημαντικότερος. Άλλωστε ωοαπόθεση, τροφικές προτιμήσεις και καταφύγιο από θήρευση δηλώνουν πως η ποτάμια πανίδα επηρεάζεται άμεσα από τη δομή των ενδαιτημάτων (Tickner et al., 2000).

Όπως ειπώθηκε παραπάνω, στη νέα οδηγία, ο όρος ποιότητα συμπληρώνεται με τον όρο οικολογική ποιότητα, ο οποίος σύμφωνα με τον Pugh, περιλαμβάνει το σύνολο των χαρακτηριστικών και παραμέτρων του νερού που καθορίζουν την ικανότητα του να υποστηρίζει την ανάλογη πανίδα και να στηρίζει λογικές χρήσεις (Tickner et al., 2000). Με βάση αυτόν τον ορισμό, στο σύνολο των παραγόντων που καθορίζουν την ποιότητα ενός ποτάμιου συστήματος ανήκουν, εκτός από τα χημικά και τα βιολογικά στοιχεία, η φυσική δομή και τα χαρακτηριστικά των ενδαιτημάτων των οργανισμών που ζουν μέσα ή σε σχέση με αυτά. Η αξία αυτών των στοιχείων για την καλύτερη εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας ενός ποταμού έγκειται στην υπόθεση ότι, επειδή κάθε είδος εξαρτάται από το ενδιαίτημά του, όσο υψηλότερη είναι η ετερογένεια του ενδιαίτηματος, τόσο μεγαλύτερη θα είναι και η ποικιλία των ειδών που μπορεί το τελευταίο να υποστηρίζει (Harper & Everard, 1998). Τα φυσικά σύνθετα ενδαιτήματα περιέχουν περισσότερα είδη από απλά ενδαιτήματα, κάτι που έχει τεκμηριωθεί για τα χερσαία, τα θαλάσσια και τα οικοσυστήματα εσωτερικών υδάτων καθώς και για τα σπονδυλωτά και ασπόνδυλα είδη (Bell et al., 1991). Ο λόγος που τα πιο σύνθετα ενδαιτήματα έχουν πιο σύνθετες κοινότητες φαίνεται να σχετίζεται με την προσφορά καταφυγίου που παρέχουν.

Χωρικές και εποχιακές μεταβολές σε ενδαιτήματα παρέχουν μωσαϊκό αβιοτικών και βιοτικών συνθηκών με καίριο ρόλο στην οργάνωση των ποτάμιων κοινοτήτων (Pringle et al. 1988; Townsend, 1989; Palmer & Poff, 1997).

Αρκετοί παράγοντες μπορεί να επηρεάζουν την ένταση, συχνότητα και σοβαρότητα μιας διαταραχής (Resh et al, 1998), συμπεριλαμβανομένης της γεωμορφολογίας του ποταμού και του κύκλου ζωής των οργανισμών που συνιστούν μια δοσμένη κοινότητα (Pardo, 2000). Κάτι τέτοιο μπορεί να ισχύει στην περίπτωση των μεσογειακών οικοσυστημάτων που χαρακτηρίζονται με ξηρές περιόδους και με έντονα πλημμυρικές περιόδους.

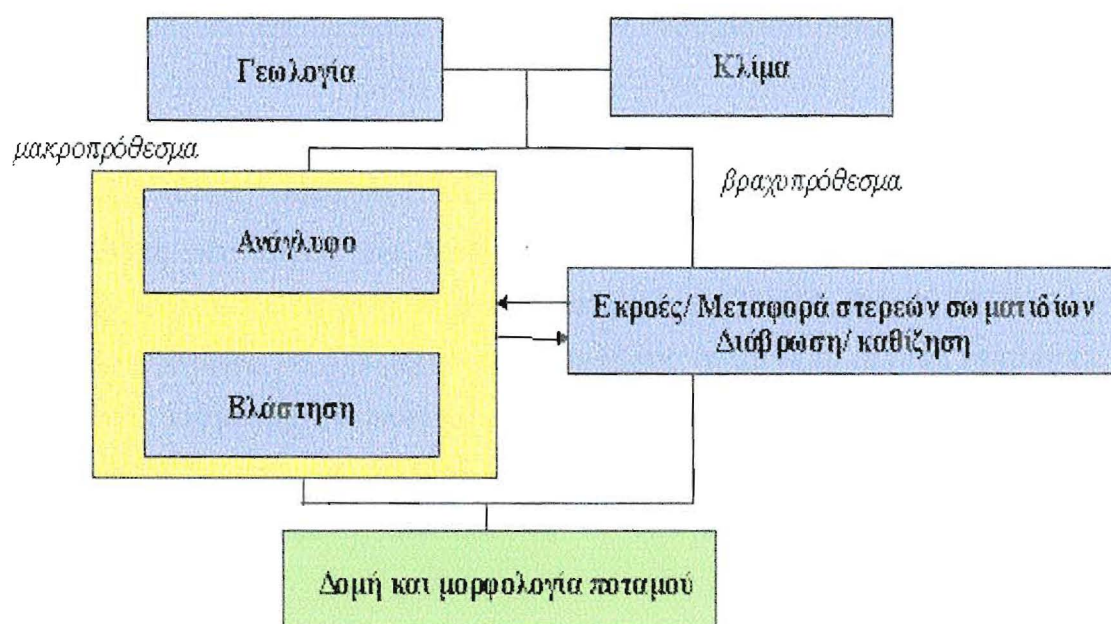
Τα καταφύγια ροής (flow refugia) είναι ενδαιτήματα με αυξημένη σταθερότητα του υποστρώματος και διατηρούν χαμηλή την υδραυλική πίεση σε μεταβαλλόμενα επίπεδα παροχής. Σε αυτά, οι απώλειες βενθικών ζώων είναι μικρές ανεξάρτητα από την πυκνότητά τους (Lancaster & Hildrew 1993b).

Η διαθεσιμότητα των καταφυγίων ροής εξαρτάται από τη χωρική ετερογένεια του ποταμού, η οποία θα πρέπει να είναι τέτοια που τα ποτάμια ενδαιτήματα να επηρεάζονται διαφορετικά από τις φυσικές επιπτώσεις της πλημμυρικής παροχής. Οργανισμοί που έχουν καταφύγει ή που βρίσκονται στα καταφύγια ροής, μπορούν να αποικήσουν περιοχές που εκτέθηκαν σε σοβαρές μεταβολές (Rempel et al., 1999).

Σχηματισμός – κατανομή ενδαιτημάτων

Οι σχηματισμοί της κοίτης του ποταμού αλλάζουν με το χρόνο και τον τόπο κατά μήκος του ποταμού, κάτι που ισοδυναμεί με αλλαγές στα υγρά ενδαιτήματα. Τα ποτάμια είναι δυναμικά συστήματα και αντιδρούν στο τοπίο και στην τοπογραφία π.χ. αλλαγές της κλίσης (Jeffries & Mills, 1990). Πίσω από όλα τα ποτάμια ενδαιτήματα βρίσκονται, σε διαφορετικό βαθμό, αποθέσεις και σχηματισμοί που προέρχονται από γεωμορφολογικές διαδικασίες του παρελθόντος και σύγχρονες (McEwen et al., 1997). Το καθεστώς των ενδαιτημάτων, η δομή, η ποικιλότητα και η σταθερότητα τους καθορίζονται μερικώς ή ολικώς από τη φύση και το ρυθμό των γεωμορφολογικών διαδικασιών. Το φυσικό ενδαιτήμα είναι συνώνυμο της φυσικής δομής ενός ποταμού και καθορίζεται από γεωλογικούς και κλιματικούς παράγοντες μέσω βραχυπρόθεσμων

και μακροπρόθεσμων διαδικασιών (Patt & Städlér, 2000) (Σχήμα 1.3.). Η προέλευση ιζημάτων (TSS) σε μια λεκάνη απορροής ελέγχουν το χωρικό σχηματισμό των αποθέσεων υλικού σε ένα ποτάμι (McEwen et al., 1997). Εφόσον η γεωμορφολογία επηρεάζει τα υδροδυναμικά χαρακτηριστικά των ρεμάτων και την ποικιλιότητα των υποστρωμάτων, συνεπώς και τα βιολογικά γνωρίσματα των κοινοτήτων των μακροασπονδύλων εξαρτώνται μερικώς από την τοπογραφία της λεκάνης απορροής (De Billy et al., 2000). Η ροή, η απόθεση προϊόντων διάβρωσης και το σχηματιζόμενο υπόστρωμα είναι στενά συνδεδεμένα με την άγρια ζωή και τις κοινότητες των βενθικών μακροασπονδύλων (Jeffries & Mills, 1990).



Σχήμα 1.3. Κύριοι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση της δομής ενός ποταμού από Patt & Städlér 2000 (Δάκος 2001).
Main factors that influence the structural development of a river (Patt & Städlér 2000; Dakos, 2000)

Το καθεστώς ροής -διάβρωσης -απόθεσης σμιλεύει επίσης το βυθό του ποταμού. Το τυπικό μοτίβο είναι αυτό των εναλλαγών των ρηχών, συχνά με χοντρό υπόστρωμα και τυρβώδη ροή τμημάτων, που ονομάζονται ρηχοί ύφαλοι (riffles) και των βαθύτερων, θέσεων απόθεσης με πιο στρωτή ροή ή τελείως γραμμική, που ονομάζονται μικρολίμνες (pools). (Jeffries & Mills, 1990). Η κατανόηση του ρόλου της γεωμορφολογίας στο σχηματισμό της δομής των ενδιαιτημάτων είναι ευκολότερη, όταν εστιαστεί η ζωτικότητα, η διατήρηση ή και η επανόρθωση των δυνατοτήτων του ίδιου του ποταμού (McEwen et al., 1997).

Χρήσεις γης – ενδιαιτήματα

Χωρίς την ευρύτερη κατανόηση των ενδιαιτημάτων των ποταμών είναι αδύνατο να υπάρξει απάντηση σε πιεστικά οικολογικά προβλήματα, ειδικά αυτά που εντοπίζονται από την οδηγία 2000/60Κ/ΕΕ (Holmes, 2000). Αλλαγές φυσικές ή τεχνητές, είτε στην κοίτη, είτε στο διάδρομο που περικλείει την κοίτη, είτε στη λεκάνη απορροής μπορούν να αλλάξουν την άγρια ζωή (Jeffries & Mills, 1990). Αλλαγές στο ανάντη, όπως υλοτόμηση, αποψίλωση ή ρυθμίσεις της παροχής μπορούν να επηρεάσουν την φυσικότητα (naturalness) των τοπίων στο κατάντη (McEwen et al., 1997). Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτέλεσε η μελέτη των Magilligan & McDowell, όπου απέδειξαν πως οι πρακτικές βόσκησης των αγελάδων στις δυτικές ΗΠΑ οδήγησαν σε υποβάθμιση της παρόχθιας βλάστησης με αποτέλεσμα την εξαφάνιση ενδιαιτημάτων για τα ψάρια και την αστάθεια των ποτάμιων συστημάτων (Magilligan & McDowell, 1997).

Στη λεκάνη της Μεσογείου τα αγροοικοσυστήματα καθιερώθηκαν σε όλες τις κατάλληλες για καλλιέργεια περιοχές στο 5.000 – 4.000 π.Χ. και από τότε είναι συνεχώς έντονη η ανθρώπινη δράση (Ammerman & Cavalli –Storza, 1971). Από τότε και μέχρι σήμερα οι καλλιεργούμενες εκτάσεις αυξάνονται και οι επιπτώσεις της αγροτικής ανάπτυξης γίνονται πιο έντονες. Υποστηρίζεται ότι τα μέσα φορτία των ποταμών σε αιωρούμενα σωματίδια έχουν αυξηθεί από 2 ως 10 φορές από τότε που ξεκίνησαν οι εκτεταμένες αποδασώσεις και οι αγροτικές καλλιέργειες (Milliman & Syritski, 1992).

Εκτίμηση των ενδιαιτημάτων

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει ένα αυξημένο ενδιαφέρον γύρω από την πρόβλεψη του ενδιαιτήματος και σχετικά ζητήματα (Leclerc et al., 1996), εφόσον είναι πλέον αποδεκτό πως η διαχείριση και διατήρηση μιας περιοχής είναι πολύ πιο πρακτική από τη διαχείριση μεμονωμένων ειδών (Tickner et al., 2000). Αν κάθε τύπος ενδιαιτήματος του ποταμού διατηρείται, τότε όλα τα είδη που μπορεί να υποστηρίξει το ποτάμι προστατεύονται, με την προϋπόθεση πως δεν υπάρχουν κύριες αλλαγές στην ποιότητα του νερού (Harper et al., 1992; Armitage et al., 1995; Tickner et al., 2000).

Σύμφωνα με τον Holmes, ο βασικός στόχος των υδρομορφολογικών καταγραφών (surveys) είναι η καταγραφή και εκτίμηση του βαθμού στον οποίο τα φυσικά

χαρακτηριστικά των ποταμών έχουν υποβαθμιστεί από τις ανθρώπινες δραστηριότητες (Holmes, 2000). Η καταγραφή της δομής των ποταμών γίνεται με την αναγνώριση των διάφορων τύπων πιθανών ενδιαιτημάτων (potential habitats) που, σύμφωνα με τους Karr & Dudley (Muhar & Jungwirth, 1998), μπορούν να στηρίξουν μια ισορροπημένη κοινότητα, η οποία διαθέτει σύσταση και οργάνωση αντίστοιχη ενός φυσικού αναλλοίωτου ενδιαιτήματος. Η έννοια του πιθανού ενδιαιτήματος εισήχθη από τον Harper το 1992 (Harper et al., 1995) και αναφέρεται σε ενδιαιτήματα που είναι οπτικά διακριτά, χωρίς όμως αυτό να σημαίνει πως είναι και οικολογικά ξεχωριστά. Τα δεύτερα χαρακτηρίζονται από τον ίδιο ερευνητή ως λειτουργικά ενδιαιτήματα (functional habitats) και είναι αυτά ουσιαστικά που καθορίζουν το είδος και τη σύσταση των βιοκοινοτήτων ενός ποτάμιου συστήματος, αφού αποτελούν τον ενδιάμεσο κρίκο μεταξύ οργανισμών και φυσικών διαδικασιών που λαμβάνουν χώρα σε έναν ποταμό (Harper & Everard, 1998). Επιπλέον αναγνωρίζονται και οι φυσικοί βιότοποι (physical biotopes), οι οποίοι αποτελούν έκφραση των φυσικών υδρολογικών συνθηκών που επικρατούν σε έναν ποταμό και επηρεάζουν τη δομή των κοινοτήτων σε αυτό (Newson et al., 1998; Padmore, 1998). Τελικώς, ο συνδυασμός λειτουργικών ενδιαιτημάτων και φυσικών βιοτόπων βοηθά στην εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την οικολογική ποιότητα της δομής του υπό μελέτη ποτάμιου συστήματος (Δάκος, 2001).

Παραδείγματα χωρών της Ευρωπαϊκής Ένωσης με συστήματα που εφαρμόζουν τέτοιες εκτιμήσεις είναι η Μεγάλη Βρετανία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Αυστρία, η Ισπανία, η Ιταλία. Σύγκριση μεταξύ των συστημάτων γίνεται στο CEN/TC 230/WG2/TG 5: N22 από τον Holmes (2000).

Παράδειγμα εφαρμογής αποτέλεσε η μελέτη των Naura και Robinson (1998). Σε αυτήν, μια σειρά μοντέλων αναπτύχθηκε για την πρόβλεψη της ύπαρξης του *Austropotamobius pallipes* (ποταμίσιας караβίδας) σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του ενδιαιτήματός του που καταχωρήθηκαν από το Environmental Agency στη βάση δεδομένων RHS (Naura & Robinson, 1998). Η μελέτη έδειξε τη δυνατότητα της χρήσης των δεδομένων του RHS στην πρόβλεψη της κατανομής ασπόνδυλων εσωτερικών υδάτων, όπως η ποταμίσια караβίδα (Naura & Robinson, 1998).

Πρέπει να σημειωθεί πως εξαιρετική βιοτική συνοχή (integrity) είναι πιθανή μόνο εκεί όπου ενδιαιτήματα και υδατική χημεία δεν είναι περιορισμένα μα βέλτιστα (Dyer et al., 1998), επομένως είναι δύσκολο να γίνει εκτίμηση της ποιότητας του νερού από την εκτίμηση των ενδιαιτημάτων.

Η παρόχθια βλάστηση και ο ρόλος της

Το ενδιαιτήμα μπορεί να σχηματίζεται και από την υπάρχουσα βλάστηση ή να σχετίζεται έμμεσα με αυτήν. Η λωρίδα γης που εφάπτεται στο υγρό κανάλι του ποταμού ονομάζεται παρόχθια ζώνη (Jeffries & Mills, 1990). Η παρόχθια βλάστηση είναι αναπόσπαστο τμήμα της ισορροπημένης διαδικασίας του συστήματος του ποταμού (Darby & Simon, 1998).

Η σημαντικότητα της παρόχθιας βλάστησης στη λειτουργικότητα του ποταμού έχει αναγνωρισθεί από παλιά (Ross, 1963; Vannote et al., 1980; Newbold et al., 1981). Συνεισφέρει στην προμήθεια οργανικής ύλης (Naiman et al., 1983) και έχει την ικανότητα να κατακρατεί θρεπτικά που μπορεί να προέρχονται από διάχυτες πηγές ρύπανσης (Pinay et al., 1992). Ο έλεγχος στη διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού ευνοείται από την ύπαρξη παρόχθιας βλάστησης (Ward, 1984), κάτι που είναι ιδιαίτερα σημαντικό για τα ψάρια (Tait et al., 1994). Η συνδεδεμένη παρόχθια βλάστηση μπορεί να έχει καθοριστικό ρόλο στη διατήρηση της ποιότητας του νερού με την παγίδευση και αποθήκευση ιζημάτων και συνδεδεμένων ρυπαντών (Hupp et al., 1993). Η επίδραση της υποβάθμισης της παρόχθιας ζώνης στις διαδικασίες του ποταμού και στους υδατικούς οργανισμούς συχνά συνεπάγεται την υποβάθμιση του υδατικού οικοσυστήματος και της ποιότητας του νερού (Darby & Simon, 1998).

Ο Hickin (1984) αναφέρει 5 τρόπους με τους οποίους η παρόχθια βλάστηση επηρεάζει τη γεωμορφολογία των ποταμών (Darby & Simon, 1998).

1. Δημιουργεί αντιστάσεις στη ροή στις περισσότερες επιφάνειες του ποταμού.
2. Ενισχύει τις όχθες με την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος.
3. Αυξάνει την ιζηματοποίηση στις ζώνες απόθεσης υλικού.
4. Παρέχει οργανική ύλη που επηρεάζει υδραυλικές διαδικασίες, συμπεριλαμβανομένων των φυσικών φραγμάτων και αποθέσεων στις όχθες κλ.π.
5. Ενισχύει την σταθερότητα στις όχθες με την απόθεση ιζημάτων.

Κατά τη διάρκεια της φυσικής γεωμορφολογικής ανάκαμψης από υποβάθμιση, ξενικά εισβάλλοντα φυτικά είδη μπορεί να έχουν καθοριστική σημασία στην αποκατάσταση των συνθηκών ισορροπίας (Ostercamp & Costa, 1987; Hupp, 1992; Friedman et al., 1996a).

Η Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι από τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που δεν έχει προγράμματα παρακολούθησης ούτε σε εθνικό, ούτε σε περιφερειακό επίπεδο (Ford et al., 1997). Η όποια μέχρι τώρα παρακολούθηση της ποιότητας των νερών αφορούσε και αφορά φυσικοχημικές παραμέτρους, ενώ οι υπόλοιπες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης που χρησιμοποιούν βιολογικούς δείκτες ή και μοντέλα πρόβλεψης με τη βοήθεια των οποίων καταλήγουν σε έγκυρα αποτελέσματα.

Σκοπός

Στην παρούσα μελέτη ήταν αδύνατον να καλυφθούν όλες οι παράμετροι που αφορούν στην παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας. Έγινε όμως προσπάθεια ώστε η μέθοδος που ακολουθήθηκε να καλύψει το ευρύτερο δυνατό φάσμα από παραμέτρους που αναφέρονται στην οδηγία για τα εσωτερικά ύδατα, (2000/60Κ/ΕΕ) (Σχήμα 1.2.).

Ο στρατηγικός στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η διαχειριστική προοπτική που θέτει ως στόχο την ποιότητα σύμφωνα με τα κριτήρια της οδηγίας 2000/60Κ/ΕΕ.

Αντικείμενο των διαθέσιμων μέσων της ποιοτικής ερεύνησης του ποταμού Αξιού αποτέλεσαν:

- α) Η έρευνηση της φυσικοχημικής και χημικής ποιότητας.
- β) Η έρευνηση της υδρομορφολογίας
- γ) Η έρευνηση της βιολογικής ποιότητας.
- δ) Η έρευνηση της υδρομορφολογικής συνέχειας του ποταμού και των σχηματιζόμενων ενδιαιτημάτων.
- ε) Ο προσδιορισμός των πιέσεων.
- ζ) Η αναγνώριση περιοχών σημαντικών για την οικολογική ποιότητα του ποταμού
- η) Η αναγνώριση περιοχών προς επανόρθωση ή διατήρηση.

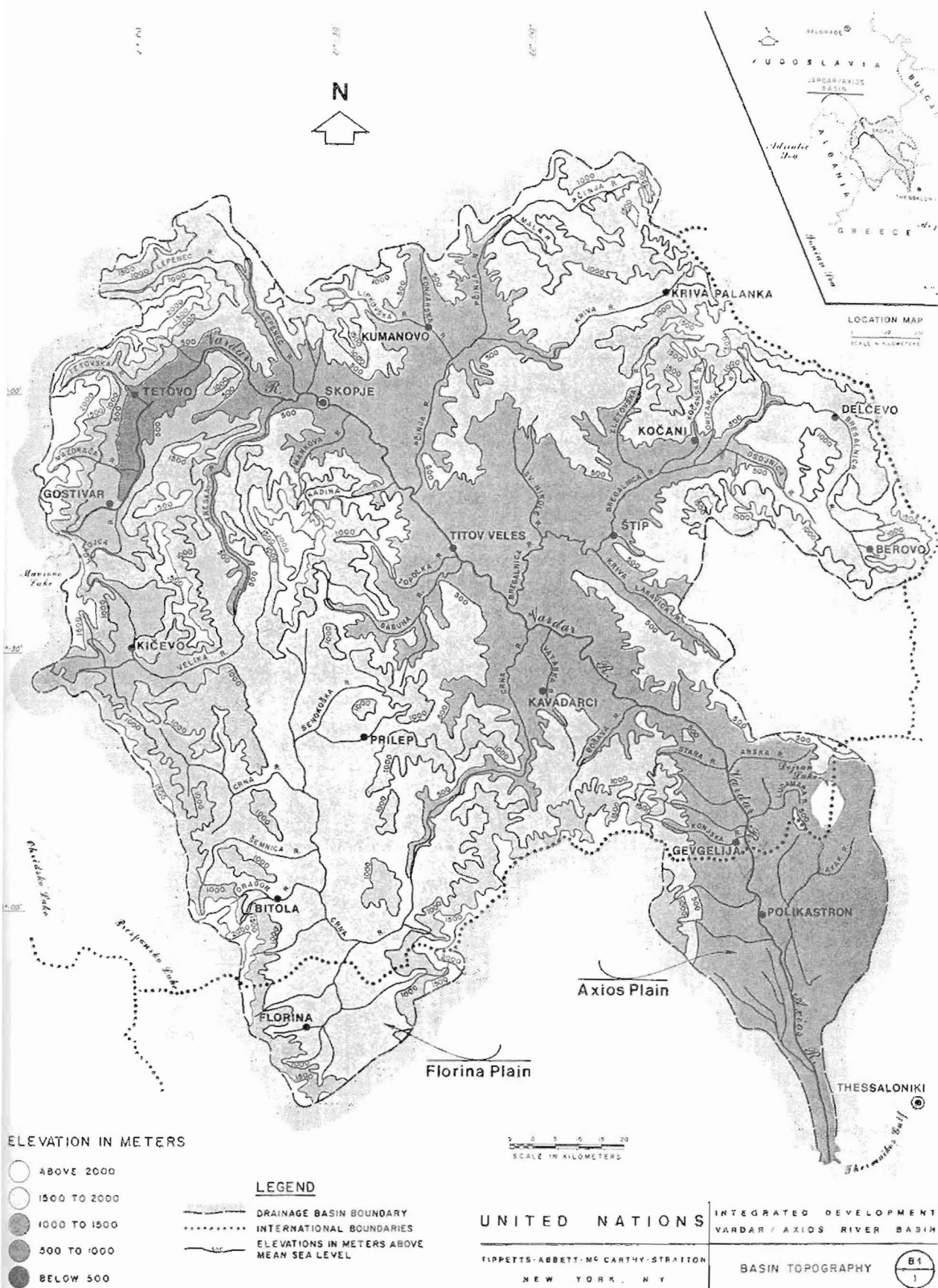
Η περιοχή μελέτης

Ο Αξιός

Ο Αξιός είναι από τους μεγαλύτερους ποταμούς της Βαλκανικής χερσονήσου και ο μεγαλύτερος της Ελλάδας με συνολικό μήκος 380 km. Οι πηγές του βρίσκονται στα όρη Scardos και Sar στα σύνορα της FYROM με Αλβανία και Κοσσυφοπέδιο. Το μεγαλύτερο μέρος του ποταμού (80,5%) βρίσκεται στη FYROM. Μετά την είσοδό στη κοιλάδα των Ευζώνων, στο νομό Κιλκίς, ο Αξιός χύνεται στο Θερμαϊκό κόλπο διαρρέοντας μήκος 79 km. Η λεκάνη απορροής του είναι 23.747 km², 91% (21.542 km²) της οποίας βρίσκεται στη γειτονική χώρα και το υπόλοιπο 9% στην Ελλάδα, κυρίως στη Φλώρινα (Σχήμα 1.4.). Οι βασικότεροι παραπόταμοι είναι οι: Treska, Lepenica, Pcinja, Bregalnica, Crna και Αρτζάν-Αγιάκ, Κοτζά-Ρέμα, Γοργόπης και Βαρδαρόβας. Η διαδικασία απόθεσης ιζημάτων στο δέλτα είναι έντονη και επηρεάζει την ευρύτερη περιοχή γύρω από τις εκβολές (Kritikos, 1999).

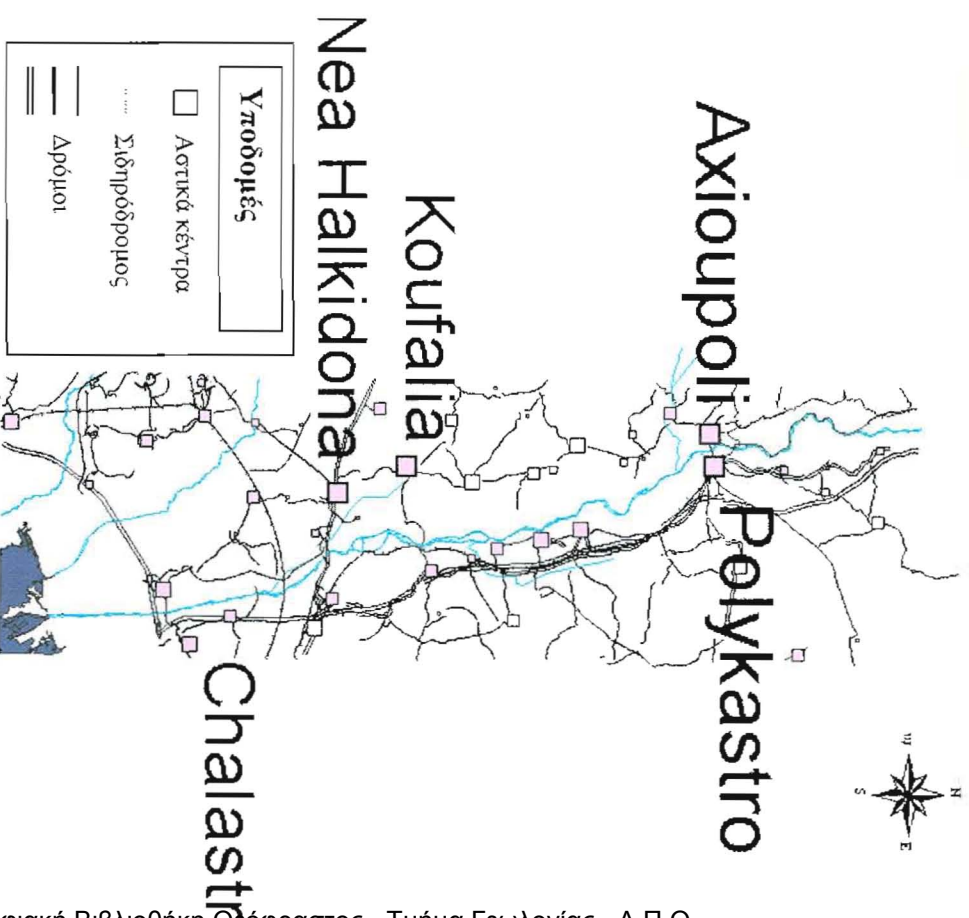
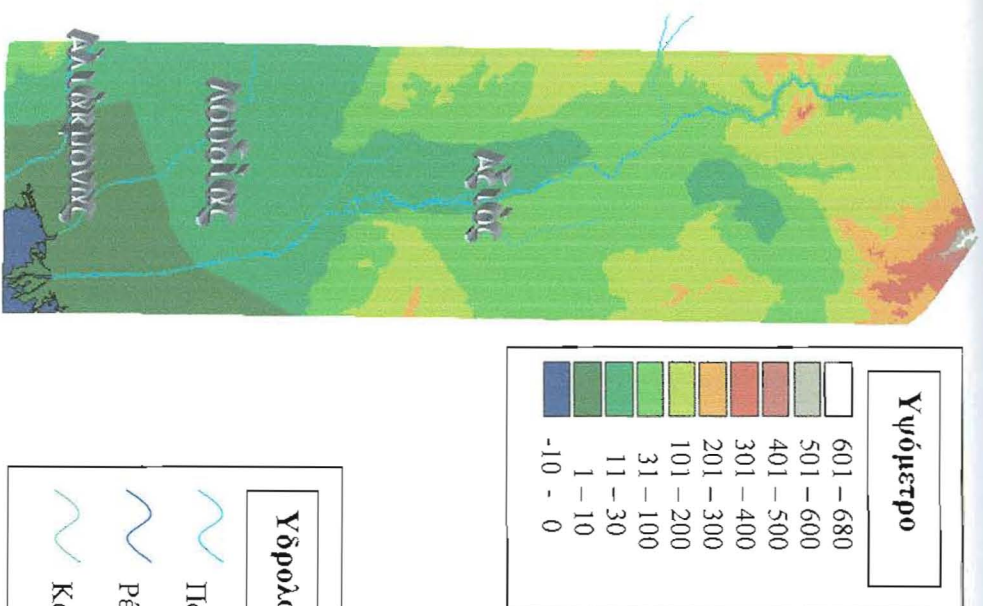
Οι εκβολές του Αξιού στις αρχές του 20^{ου} αιώνα βρισκόταν ανατολικότερα από τη σημερινή τους θέση. Το 1934, οι εκβολές μεταφέρθηκαν τεχνητά στο σημερινό τους σημείο για να αποφευχθεί ο κίνδυνος να φράξει το Θερμαϊκό και να αποκόψει το λιμάνι της Θεσσαλονίκης από τη θάλασσα. Οι τροποποιήσεις συνεχίστηκαν με την ευθυγράμμιση των όχθων με αναχώματα και το φράγμα της Έλλης, στην Ελεούσα, που κατασκευάστηκε κατά τα έτη 1954 -1958. Το εκβολικό σύστημα που δημιουργήθηκε με τη συνδρομή των 4 ποταμών (Γαλλικός, Αξιός, Λουδίας, Αλιάκμονας) αποτελεί υδροβιότοπο διεθνούς σημασίας και συμπεριλαμβάνεται στη συνθήκη Ramsar (1975), ενώ είναι και Περιοχή Ειδικής Προστασίας (SAC), Περιοχή του Φύση 2000 και Ειδικά Προστατευόμενη Μεσογειακή Περιοχή (SPA). Μια άλλη περιοχή που έχει χαρακτηριστεί σημαντική περιοχή για τα πουλιά (IBA) είναι η περιοχή των νησίδων στο φράγμα της Έλλης (Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, 1994).

Η κοιλάδα του Αξιού προήλθε από τεκτονική καθίζηση που σχηματίστηκε μεταξύ των βουνών Πάικο, Κρούσια και Μαυροβούνιο. Το υψόμετρο του ποταμού κοντά στην Αξιούπολη είναι 40 m και στο φράγμα της Έλλης (Ελεούσα) 10 m (Depos et al, 1975). Το Ελληνικό τμήμα του ποταμού φαίνεται στο Σχήμα 1.5..



Σχήμα 1.4.

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Αξιού (U.N., 1978)
The river basin of Axios river (UN, 1978)



Σχήμα 1.5.

Η περιοχή μελέτης, το Ελλαγινικό τμήμα του ποταμού Αξιού και των παραποτάμιών του. Η μορφολογία, η υδρολογία και το δίκτυο των υποδομιών (αστικά κέντρα, οδικό και σιδηροδρομικό δίκτυο).

The area of study, the Greek part of Axios river and its tributaries. The morphology, the hydrology and the infrastructures (urban centers, roads and railways)

Οι πηγές ρύπανσης του ποταμού είναι πολλές και ποικίλες. Το πρόβλημα της ρύπανσης ξεκινά από τη γειτονική χώρα με αστικά λύματα των Σκοπίων και του Βέλες, με απόβλητα λιπασματοβιομηχανίας, λύματα σφαγείων κ.α. (επιτόπια έρευνα) και συνεχίζει στην Ελλάδα με λύματα σφαγείων, αστικά λύματα της περιοχής Πολυκάστρου και άλλες πηγές που περιγράφονται αναλυτικά στη τελική έκθεση: Έλεγχος της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών υδάτων της Κ. και Δ. Μακεδονίας με τη χρήση βιολογικών δεικτών (Λαζαρίδου, 1998).

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες και ειδικά η εντατική γεωργία φαίνεται να προκαλεί μεγάλα προβλήματα τα τελευταία χρόνια στον Αξιό: αφενός με την κατάληξη στον ποταμό μέρους των λιπασμάτων, φυτοφαρμάκων (Albanis et al., 1994) και προϊόντων διάβρωσης γεωργικής γης και αφετέρου με την αλόγιστη νόμιμη και ανεξέλεγκτη παράνομη άρδευση των καλλιεργειών. Στην περίοδο των δειγματοληψιών, οι αρδεύσεις ήταν τόσο έντονες που από τα 24,83 m³/s που μετρήθηκαν στον σταθμό των Ευζώνων (A39) στον τελευταίο σταθμό (A02) (2,5 km από τις εκβολές) υπήρχε είσοδος θαλασσινού νερού.

Σταθμοί δειγματοληψίας

Όλες οι δειγματοληψίες πεδίου ολοκληρώθηκαν μέσα στον Αύγουστο του 2000.

Οι σταθμοί δειγματοληψίας μπορούν να διακριθούν σε 3 κατηγορίες. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι σταθμοί στους οποίους η καταγραφή των ενδιαιτημάτων (RHS) αφορούσε μόνο το μέρος της σάρωσης (sweep- up) (σελίδες 1,3,4 του πρωτοκόλλου καταγραφής, Παράρτημα ΙΙΙ), στην δεύτερη οι σταθμοί που η καταγραφή των ενδιαιτημάτων (RHS) ήταν πλήρης και στην τρίτη, όπου έγιναν δειγματοληψίες των βενθικών μακροασπονδύλων, των φυσικοχημικών, των χημικών (θρεπτικά) και των υδρομορφολογικών παραμέτρων (Πίνακας 1.1.). Η Δειγματοληψία αφορούσε τόσο τον κυρίως ρου του Αξιού όσο και τους βασικούς παραποτάμους του (Γοργόπης, Αρτζάν-Αγιάκ και Βαρδαρόβασι) (Σχήμα 1.6.).

Παραπόταμοι

Ο παραπόταμος Γοργόπης είναι ορεινό ποτάμι και η απόσταση από τις πηγές του είναι σχετικά μικρή. Θεωρείται καθαρός, καθώς οι χρήσεις γης και η απόσταση από τις πηγές του δεν επιτρέπουν την επιβάρυνση του από ρυπαντικά φορτία. Η ροή του δεν φτάνει,

τουλάχιστον επιφανειακά, ως τον Αξίο καθώς υφίσταται εκτροπές και αντλήσεις λίγα χιλιόμετρα πριν το σημείο συμβολής. Το Βαρδαρόβασι, σε αντίθεση, στο κατώτερο μέρος είναι καναλοποιημένο, είναι πεδινού χαρακτήρα και η απόσταση από τις πηγές του είναι μεγάλη. Επιβαρύνεται αρκετά από τα αποστραγγιστικά κανάλια των Κουφαλίων, βιομηχανικά και αστικά απόβλητα. Η μικρή κλίση του σε συνδυασμό με το αυξημένο φορτίο σε θρεπτικά που δέχεται συντελεί στην υπέρμετρη αύξηση της υδρόβιας και υδροχαρούς βλάστησης και χαρακτηρίζει το σταθμό. Η τάφρος του Αρτζάν –Αγιάκ είναι τεχνητά κατασκευασμένο κανάλι που αποστραγγίζει την περιοχή του Αρτζάν –Αγιάκ -Αμάτοβο. Θεωρείται και αυτό επιβαρημένο με αποπλύσεις γεωργικών εδαφών και με βιομηχανικά λύματα της ευρύτερης περιοχής του Κιλκίς και του Βαφειχωρίου (Λαζαρίδου, 1998).

Πίνακας 1.1. Η μέθοδος επιλογής σταθμών, το ποσοστό της κάλυψής τους σε μήκος και ο αριθμός των σταθμών.
The sampling strategy, the percentage of the coverage and the number of the sites.

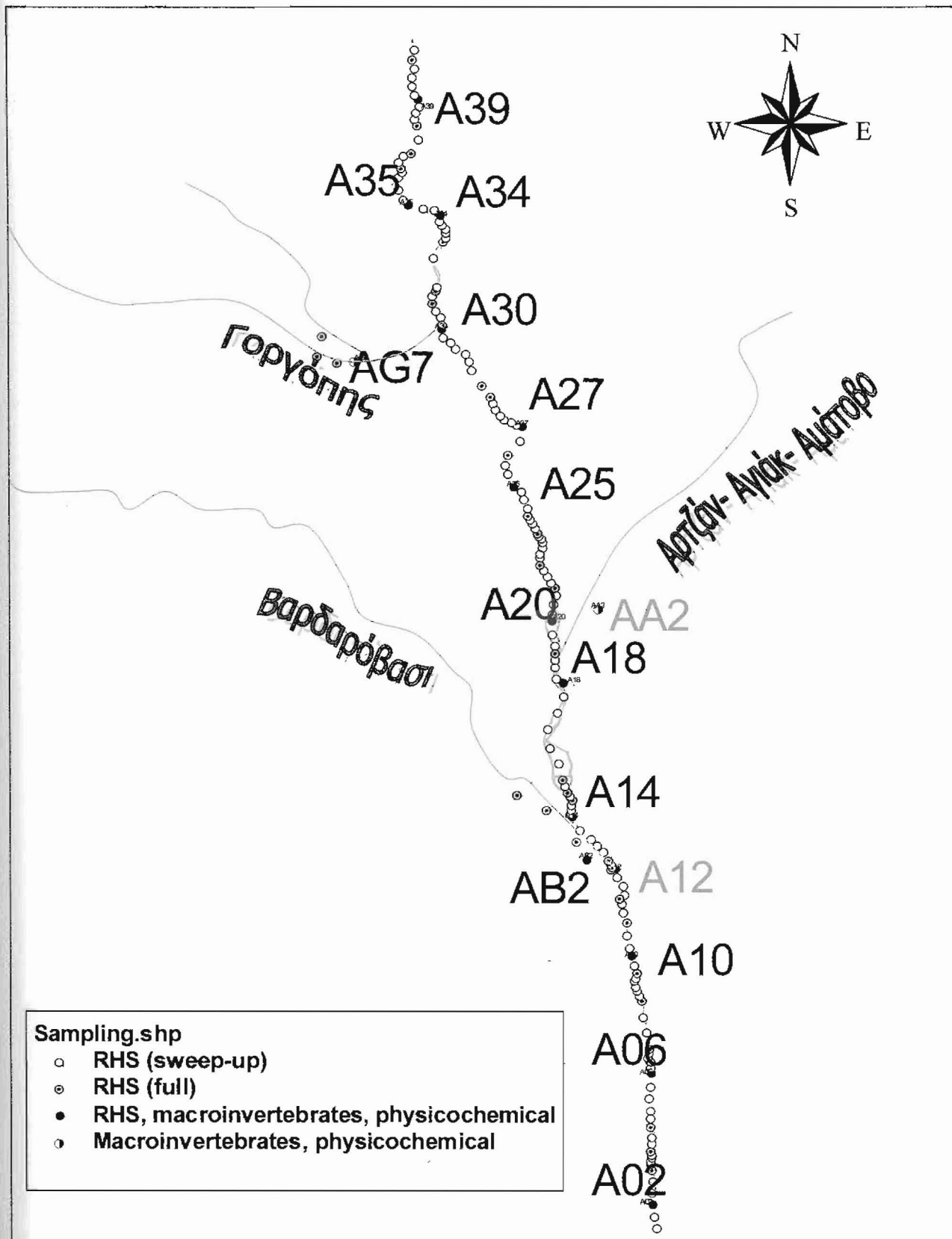
Αντικείμενο	Δειγματοληψία	Κάλυψη σε μήκος	Σταθμοί
RHS sweep- up	Πλήρης	100%	164
RHS	Στρατηγικά τυχαία	25%	46
Βιολογικά δείγματα	Στρατηγικά τυχαία	—	16
Φυτικοχημικά δείγματα	Στρατηγικά τυχαία	—	16
Χημικά δείγματα	Στρατηγικά τυχαία	—	16
Υδρομορφολογικές μετρήσεις	Στρατηγικά τυχαία	-	16

Σε μερικά σημεία, που αφορούσαν κυρίως τους παραποτάμους, δεν ήταν δυνατόν να γίνει καταγραφή των ενδιαιτημάτων ή δειγματοληψίες μακροασπονδύλων και φυτικοχημικών γιατί δεν υπήρχε νερό. Σε δύο περιπτώσεις (Γοργόπης AG7 και Αρτζάν-Αγιάκ AA2) έγινε δειγματοληψία μακροασπονδύλων και φυτικοχημικών χωρίς να γίνει RHS. Αυτό έγινε επειδή δεν υπήρχε συνέχεια του τρεχούμενου νερού κατά μήκος της δειγματοληπτικής επιφάνειας που απαιτείται στο RHS.

Ακολουθεί ο Πίνακας 1.2. με τους σταθμούς δειγματοληψίας και τα χαρακτηριστικά τους, όπου έγινε η κάλυψη σε φυσικοχημικές, χημικές, υδρομορφολογικές και βιολογικές και πλήρη κάλυψη της καταγραφής της δομής των ενδιαιτημάτων (RHS). Στο Σχήμα 1.6. ο χάρτης του συνόλου της δειγματοληψίας και για όλες τις μεθόδους.

Πίνακας 1.2. Οι 16 σταθμοί δειγματοληψίας των φυσικοχημικών, χημικών, βιολογικών και RHS κατά μήκος του Αξιού και των παραποτάμων του, κατά τη χρονική περίοδο του Αυγούστου, 2000 και η ώρα συλλογής των φυσικοχημικών, χημικών και βιολογικών δειγμάτων. Οι συντεταγμένες των σταθμών είναι στο γεωγραφικό σύστημα EGSA 87. The attributes of the 16 sampling points of the physicochemical, chemical, hydromorphological, biological and RHS parameters, along the Axios river and its tributaries, in August 2000, and the time of the sampling of the physicochemical, biological samples. The coordinates are in the EGSA 87 system.

Σταθμός	Ποταμός	Περιοχή	Ωρα	Γεωγραφικό πλάτος	Γεωγραφικό μήκος
A2	Αξιός	Εκβολές (Σεδιάς)	18:00	391029	4486850
A6	Αξιός	Κατάντη γέφυρας αυτοκινητοδρόμου προς Αθήνα	17:00	390899	4494402
A10	Αξιός	Ανατολικό (Αγ.Γεώργιος)	15:30	389773	4501191
A12	Αξιός	Ανάντη σιδηροδρομικής γέφυρας προς Αθήνα	14:00	388791	4506202
A14	Αξιός	Ανάντη οδικής γέφυρας προς Πέλλα, Γιαννιτσά	13:00	386273	4509220
A18	Αξιός	Ανάντη φράγματος Έλλης	11:30	386421	4517009
A20	Αξιός	Ακροπόταμος (Κάτω Νησί)	10:30	385549	4520631
A25	Αξιός	Άσπρος (Βάλτος)	7:30	382817	4528336
A27	Αξιός	Ρύζια (Μεγάλα χωράφια)	9:30	383364	4531844
A30	Αξιός	Κατάντη γέφυρας Αξιούπολης	18:30	378627	4537398
A34	Αξιός	Πευκόδαςος (Φαρμαρύτας)	16:30	378595	4543951
A35	Αξιός	Ανάντη συμβολής Κοτζά- Ρέμα	13:30	376588	4544558
A39	Αξιός	Ευζώνοι (Λυκονήσι)	8:30	377280	4550747
AA2	Αρτζάν-Αγιάκ	Ανάντη γέφυρας αυτοκινητοδρόμου προς FYROM)	8:00	387006	4506794
AB2	Βαρδαρόβασι	Βαλτοχώρι (Κτήμα Σαμαρά)	17:00	387129	4506820
AG7	Γοργόπης	Γοργόπης (Λαζαράδες)	14:00	373456	4535576



Σχήμα 1.6.

Ο χάρτης με τα σημεία δειγματοληψίας. Τα σημεία A... είναι στον Αξιό τα σημεία AB... στο Βαρδαρόβασι τα σημεία AG... στον Γοργόπη και το σημείο AA... στο Αρτζάν-Αγιάκ-Αμάτοβο

Map of the sampling points. Points A... are at Axios river, points AB... are at Vardarvasi, points AG... at Gorgopis and AA... at Arjan-Ayak-Amatovo.

2. Υλικά και μέθοδοι

Για την περιγραφή των φυσικοχημικών και χημικών παραμέτρων χρησιμοποιήθηκαν η θερμοκρασία, το pH, η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου (D.O.) και ο κορεσμός σε διαλυμένο οξυγόνο, τα αιωρούμενα στερεά (TSS), τα διαλυμένα στερεά (TDS), η αγωγιμότητα, ο φώσφορος από τα ορθοφωσφορικά, και το άζωτο από τα αμμωνιακά, νιτρώδη και νιτρικά.

Για την περιγραφή των υδρομορφολογικών χαρακτηριστικών έγιναν μετρήσεις ροής, παροχής, βάθους, πλάτους, εκτίμηση της υδρόβιας και παρόχθιας βλάστησης και της σύστασης του υποστρώματος.

Για την περιγραφή των βιολογικών χρησιμοποιήθηκαν τα βενθικά μακροασπόνδυλα και ο Ελληνικός δείκτης.

Το σύστημα καταγραφής των ποτάμιων ενδιαιτημάτων RHS (River Habitat Survey) χρησιμοποιήθηκε για να μετρήσει τα αποτελέσματα των υδρομορφολογικών διαδικασιών, δηλαδή να περιγράψει την ποιότητα της δομής των ενδιαιτημάτων και να εκτιμήσει το βαθμό τροποποίησής τους. Επιπλέον το σύστημα RHS αποτελεί μια καλή προσέγγιση στην αναγνώριση των πιέσεων που δέχεται το ποτάμι, όπως περιγράφεται στην οδηγία 2000/60/ΕΕ, στο παράρτημα II, στην παράγραφο 1.4..

Η συσχέτιση των παραπάνω έγινε με στατιστική επεξεργασία και η ερμηνεία με τη βοήθεια γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (GIS).

Φυσικοχημικά, χημικά στοιχεία

Στον Πίνακα 2.1. φαίνονται οι παράμετροι που μελετήθηκαν καθώς και τα όργανα και η μέθοδος που ακολουθήθηκε.

Πίνακας 2.1. Οι παράμετροι και τα υλικά, οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό τους

The parameters used and the instruments, methods employed for the assessment.

Παράμετρος	Όργανα/υλικά	Μέθοδος - Βιβλιογραφία
D.O. (%)	Οξυγονόμετρο YSI 55	
D.O. (mg/l)	Οξυγονόμετρο YSI 55	
Θερμοκρασία	Οξυγονόμετρο YSI 55	
Αγωγιμότητα	Πολύμετρο Metler Toledo	
TDS	Πολύμετρο Metler Toledo	
TSS	Φίλτρα 0,45 μm	
pH	pH-μετρο WTW pH 95	
$-\text{}^3\text{PO}_4$	SHIMASDU UV-1202	APHA 1985
$-\text{}^1\text{NH}_4$	SHIMASDU UV-1202	APHA 1985
$-\text{}^2\text{NO}_2$	SHIMASDU UV-1202	APHA 1985
$-\text{}^3\text{NO}_3$	SHIMASDU UV-1202	APHA 1985

Οι σταθμοί δειγματοληψίας των φυσικοχημικών, χημικών και υδρομορφολογικών ήταν 16 και ήταν οι ίδιοι με αυτούς των μακροασπονδύλων και οι δειγματοληψίες έγιναν ταυτόχρονα.

Στοιχεία υδρομορφολογίας και βλάστησης

Η μέτρηση της ροής και του βάθους έγινε με τη χρήση του ροόμετρου, τύπου Swiffer 2100. Η μέθοδος υπολογισμού της παροχής στηρίχτηκε στη μέθοδο που περιγράφεται από τους Horne & Goldman (1983). Το πλάτος της κοίτης μετρήθηκε με μετροταινία ή κατά εκτίμηση, όπου δεν ήταν προσβάσιμη η απέναντι όχθη.

Η σύσταση του υποστρώματος έγινε κατά εκτίμηση σε ποσοστά κάλυψης της επιφάνειας δειγματοληψίας. Η κατηγοριοποίηση του υποστρώματος έγινε με τη κλίμακα Wenworth (Πίνακας 2.3.). Η ποσοστιαία κάλυψη της υδρόβιας βλάστησης έγινε κατά εκτίμηση. Η εκτίμηση της παρόχθιας βλάστησης έγινε σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση που φαίνεται στον Πίνακα 2.4...

Αμέσως μετά τη δειγματοληψία συμπληρωνόταν το πρωτόκολλο δειγματοληψίας μακροασπονδύλων – φυτικοχημικών (Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογίας, ΑΠΘ) (Παράρτημα Ι).

Πίνακας 2.2. Κλίμακα Wenworth για τη κατηγοριοποίηση του υποστρώματος.
The Wenworth scale used for the categorisation of the substrate.

Κατηγορία υποστρώματος	Μέγεθος σωματιδίων σε mm
Ιλύς	< 0,0625
Άμμος	0,0625 – 2
Αδρό ίζημα	2 – 4
Χαλίκια	4 – 16
Κροκάλες	16 – 256
Ογκόλιθοι	> 256

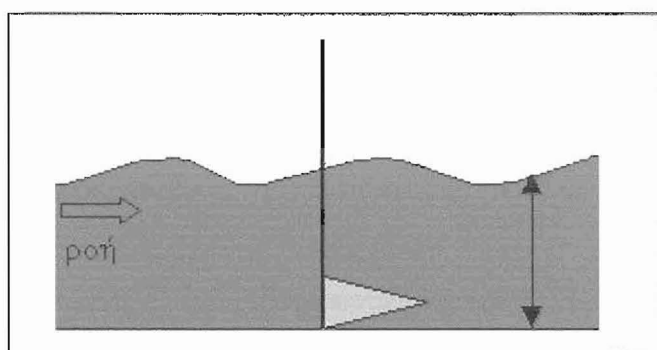
Πίνακας 2.3. Κατηγοριοποίηση της παρόχθιας βλάστησης
The categories used for the cover of the bank vegetation

Παρόχθια βλάστηση	Έκταση κάλυψης της διεπιφάνειας ποταμού –όχθης
Καθόλου	0%
Λίγη	1 – 33%
Μέτρια	34 – 66%
Πολλή	67 –100%

Βενθικά μακροασπόνδυλα

Τα βενθικά μακροασπόνδυλα εμπερικλείονται ως μέθοδος εκτίμησης της βιολογικής ποιότητας του νερού στην οδηγία 2000/60/ΕΕ.

Η μέθοδος συλλογής των βενθικών μακροασπονδύλων αφορούσε την ημιποσοτική μέθοδο των “three minute kick and sweep” (Armitage et al., 1983). Η μέθοδος συνίσταται στη κατακόρυφη τοποθέτηση της απόχης (τύπου Armitage, επιφάνεια 575 cm^2 , άνοιγμα πόρων 900 nm) στο επίπεδο του πυθμένα, ενάντια στη ροή και στην αναμόχλευση του υποστρώματος, μπροστά από την ανοιχτή απόχη - με το πόδι, για συνολικό χρόνο τριών λεπτών (Σχήμα 2.1). Το χρονικό διάστημα μπορεί να διασπασθεί και σε μικρότερα διαστήματα, προκειμένου να ληφθούν δείγματα από το δυνατόν περισσότερα ενδιαίτηματα (άμμος, βλάστηση, νησίδα). Με τη μέθοδο αυτή έχει υπολογιστεί πως ξεφεύγει το 10% των οικογενειών του υποστρώματος (Armitage et al., 1983).



Σχήμα 2.1. Σχηματική απεικόνιση της απόχης Armitage και της εφαρμογής της.
The application of the Armitage net.

Ακολούθησε συντήρηση των δειγμάτων σε διάλυμα φορμόλης 5% και αναγνώριση των δειγμάτων, στο εργαστήριο ως το επίπεδο της οικογένειας. Στη συνέχεια τα δεδομένα των ζώων αποτέλεσαν τη βάση της βαθμολόγησης και κατάταξης του κάθε σταθμού σε κατηγορία, σύμφωνα με τον Ελληνικό Δείκτη (Αρτεμιάδου, στο εκδοτήριο) (Παράρτημα V).

Τα σημεία δειγματοληψίας βενθικών μακροασπονδύλων ήταν 16 και αφορούσαν 13 σταθμούς στον Αξιό και 3 στους παραποτάμους του. Οι σταθμοί επιλέχθηκαν στρατηγικά τυχαία, με βήμα 3, σε αναφορά με τους σταθμούς του RHS.

Στατιστική επεξεργασία

Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκαν οι πολυπαραγοντικές αναλύσεις των ομώνυμων στατιστικών πακέτων: Primer, Fuzzy (Equihua, 1990) και Canoco (Ter Braak, 1988).

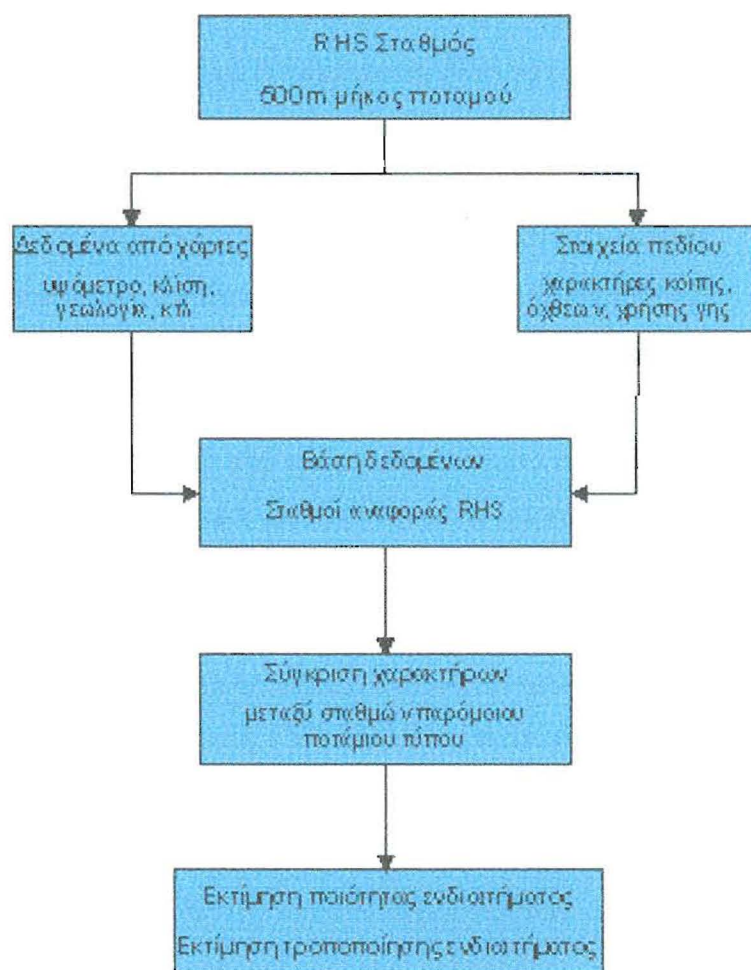
Η Fuzzy είναι τεχνική ομαδοποίησης. Επιλέχθηκε γιατί είναι κατάλληλη για οικολογικές αναλύσεις όπου δεν είναι διασαφηνισμένα τα όρια της διαδοχής μιας κοινότητας από μια άλλη. Δεν υποθέτει την ύπαρξη διακριτών βενθικών πληθυσμών μεταξύ των διαφορετικών τμημάτων ενός ποτάμιου συστήματος. Αντίθετα, αναγνωρίζει τη συνεχή και σταδιακή μεταβολή στη σύνθεση της πανίδας (Equihua, 1990). Η παραπάνω ιδιότητα των ποτάμιων οικοσυστημάτων περιγράφεται αναλυτικά στο κεφάλαιο 4. στο Σχήμα 4.1..

Οι σχέσεις μεταξύ των taxa των μακροασπονδύλων (μετασχηματισμένες σε $\ln(x+1)$) και των φυσικοχημικών παραμέτρων, των σταθμών, αναλύθηκαν με τη χρήση της Ανάλυσης Κανονικών Αντιστοιχιών (Canonical Correspondence Analysis) από το πρόγραμμα Canoco 4.0. (Ter Braak, 1998). Με τη μέθοδο αυτή και τη γνώμη εμπειρογνώμονα μπορεί να προσδιορισθούν οι καθοριστικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν τη βενθική πανίδα.

Το στατιστικό πακέτο Primer 5.1.2. χρησιμοποιήθηκε για την ιεραρχική ομαδοποίηση μεταξύ των διαφορετικών κοινοτήτων ασπόνδυλων και σχηματίστηκε δενδρόγραμμα των σταθμών σύμφωνα με την ομοιότητά τους ως προς τις βενθικές τους κοινότητες (Clark & Warwick, 1994). Στη συνέχεια η μέθοδος Simper ανέλυσε τα δεδομένα και καταδεικνύοντας τις υπεύθυνες οικογένειες ασπόνδυλων για την διαφορά μεταξύ των σταθμών του δενδρογράμματος και ο δείκτης Bray- Curtis εξέφρασε τις ομοιότητες ως ποσοστό ανάμεσα σε γκρουπ των σταθμών. Η μέθοδος αυτή είναι ιεραρχική, κάτι που έρχεται σε μερική αντίθεση με την αρχή της συνέχειας των ποταμών (River Continuum Concept) Σύμφωνα, όμως, με τον Townsend (1989) το RCC δεν είναι γενικά εφαρμόσιμο, όμως μοτίβα δυναμικής των μωσαϊκών μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως μια γενική αρχή οργάνωσης στα ρέοντα ύδατα. Έτσι, μπορούν να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα, όπως φαίνεται στο κεφάλαιο 3., στα αποτελέσματα.

Καταγραφή των ποτάμιων ενδιαιτημάτων, River Habitat Survey (RHS).

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε το RHS στην έκδοση του 1997 (Environmental Agency, 1997). Το RHS είναι ένα σύστημα εκτίμησης του χαρακτήρα και της ποιότητας της φυσικής δομής ενός ποταμού. Απαρτίζεται από 4 διακριτά στοιχεία: α) μία μέθοδο καταγραφής που ακολουθείται στο πεδίο, β) μία ηλεκτρονική βάση δεδομένων, όπου καταχωρείται κάθε νέα καταγραφή, γ) μία μέθοδος εκτίμησης της ποιότητας του ενδιαιτήματος του ποταμού και δ) μία μέθοδος περιγραφής της έκτασης των τεχνητών τροποποιήσεων που απαντούν στην κοίτη του (Raven et al., 1998) (σχήμα 2.1.).



Σχήμα 2.2.

Περιγραφή του τρόπου λειτουργίας του RHS από τον Raven et al.1998 (Δάκος, 2001).

An introduction to how RHS works, by Raven et al.1998 (Dakos, 2001)

Η έμφαση του RHS είναι στην περιγραφή και όχι στην ερμηνεία (McEwen et al., 1997). Η μέθοδος πεδίου RHS έχει σχεδιαστεί για να παραδίδει πληροφορίες σχετικές με τη φυσική δομή μιας καθορισμένη δειγματοληπτικής επιφάνεια μήκους 500m των ποταμών σε μορφή κατάλληλη για στατιστική ανάλυση (Fox et al., 1998). Οι διαδικασίες της καταγραφής πεδίου έχουν δοκιμαστεί και καθιερωθεί μέσα από εκτεταμένες δοκιμές και αναλύσεις των δεδομένων. Το RHS δεν απαιτεί

εξειδικευμένες γνώσεις γεωμορφολογίας ή βοτανικής, όμως απαιτεί ακριβέστατη αναγνώριση των γνωρισμάτων που περιέχονται στο πρωτόκολλο καταγραφής του πεδίου (Raven et al., 1998) (Παράρτημα ΙΙΙ).

Η ποιοτική εκτίμηση βασίζεται στο «λειτουργικό» ενδιαίτημα όπως αυτό προσεγγίζεται από τον Harper et al. (1995) και συγκεντρώνεται σε εκείνα τα χαρακτηριστικά που αντιπροσωπεύουν τύπους μεμονωμένων τμημάτων ποταμών που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητοι σε ανθρωπογενείς τροποποιήσεις (Raven et al., 1998).

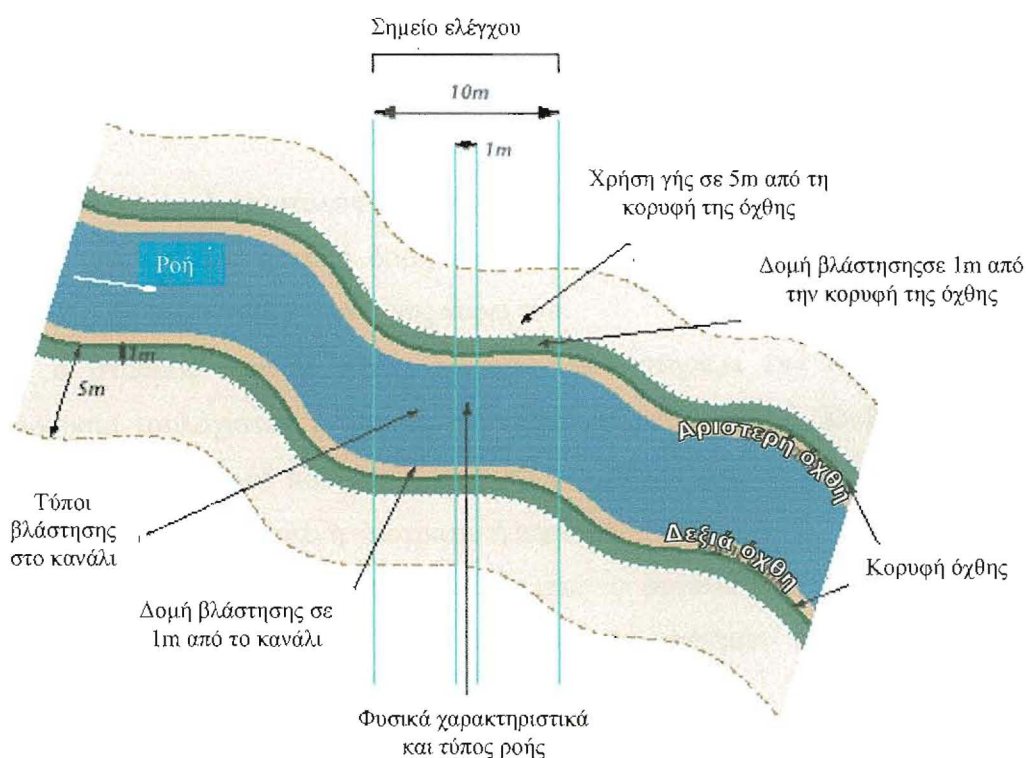
Η καταγραφή στο πεδίο περιλαμβάνει τη συμπλήρωση του πρωτοκόλλου (Παράρτημα Ι) που συνολικά περιέχει 246 πεδία. Η καταγραφή είναι οργανωμένη σε δύο παράλληλα επίπεδα: στα σημεία ελέγχου (spot-checks) και στον έλεγχο σάρωσης (sweep-up). Τα σημεία ελέγχου είναι μια ακολουθία δέκα διατομών (transects) ενός μέτρου πλάτους, κάθετα στο κανάλι και σε απόσταση πενήντα μέτρων μεταξύ τους, κατά μήκος του καναλιού. Σε αυτά καταγράφονται με πανομοιότυπο τρόπο ο τύπος της ροής, η φυσική δομή καναλιού και όχθης, οι ανθρωπογενείς τροποποιήσεις, οι χρήσεις γης και η δομή της βλάστησης (Σχήμα 2.2.). Ότι δεν έχει περιγραφεί στα σημεία ελέγχου καταγράφεται στο τμήμα του ελέγχου σάρωσης με επιπλέον στοιχεία ενδιαιτημάτων όπως δέντρα και συνδεδόμενα χαρακτηριστικά, χαρακτηριστικά ροής, προφίλ όχθης κα. (Πίνακας 2.1.). Τέλος στο πρωτόκολλο καταγράφονται ακόμη πληροφορίες χαρτών όπως γεωγραφική θέση, ύψος, κλίση, στοιχεία γεωλογίας, μορφή ποταμού, μέση ετήσια παροχή, ποιότητα νερού (Naura & Robinson, 1998). Εδώ χρησιμοποιήθηκαν χάρτες ΓΥΣ 1:50.000 για τα τοπογραφικά και γεωλογικοί χάρτες 1:50.000 για τα γεωλογικά. Στοιχεία παροχής λήφθηκαν από τη βιβλιογραφία (Λαζαρίδου, 1998) και ως ποιότητας νερού χρησιμοποιήθηκαν αυτά της παρούσας μελέτης για όσα σημεία έγινε προσδιορισμός της ποιότητας.

Τα δεδομένα του πρωτοκόλλου καταγραφής εισάγονται στη βάση δεδομένων του RHS. Στη συνέχεια υπολογίζονται οι δείκτες ποιότητας HQA και τροποποίησης HMS. Ακολούθως γίνεται σύγκριση του συγκεκριμένου σταθμού δειγματοληψίας με αυτούς που ήδη υπάρχουν στην βάση δεδομένων και αποτελούν τους σταθμούς αναφοράς (Σχήμα 2.2.). Η σύγκριση μπορεί να αφορά τη σπανιότητα κάποιου χαρακτηριστικού που μπορεί να έχει ο σταθμός σε σύγκριση με τους υπόλοιπους που βρίσκονται στην γεωγραφική κλίμακα που μας ενδιαφέρει (επίπεδο νομού, λεκάνης

απορροής, περιφέρειας, εθνικό). Η τιμή του δείκτη ποιότητας HQA συγκρίνεται με αυτές ομοίων τύπου σταθμού (παροχή, υψόμετρο, κλίση, απόσταση από τις πηγές, υψόμετρο πηγών). Ομοίως λειτουργεί και ο δείκτης τροποποίησης HMS.

Οι αλλαγές που έγιναν στην παρούσα εργασία στη μέθοδο αφορούσαν κάποιες από τις χρήσεις γης, όπου το Moorland/heath αντικαταστάθηκε από το υγρόφιλο δάσος, το Coniferous plantation έγινε δάσος κωνοφόρων, εισήχθηκε ως χρήση γης ο Ελαιώνας/αμπέλι καθώς και η αμμώδης έκταση. Τα εισβάλλοντα ξενικά φυτικά είδη αντικαταστήθηκαν από τη Βρωμούσα (*Ailanthus altissima*) και την ακακία (*Robinea* sp.). Επίσης, στα ζώα έγινε καταγραφή μόνο των πτηνών και θηλαστικών που παρατηρήθηκαν κατά τις ώρες που γινόταν η καταγραφή για τα υπόλοιπα στοιχεία.

Το μεγάλο μειονέκτημα στην παρούσα εργασία είναι η έλλειψη σχετικών δεδομένων από άλλα ποτάμια. Στη Μεγάλη Βρετανία σταθμοί δειγματοληψιών για κάθε 10 km² έχουν καταγραφεί με τη μέθοδο RHS. Οι συνολικά 12.000 σταθμοί αποτελούν τη βάση των σταθμών αναφοράς, έχουν εισαχθεί στη βάση δεδομένων και συνιστούν ένα μοναδικό αντιπροσωπευτικό δείγμα των χαρακτηριστικών των ποτάμιων ενδιαιτημάτων (Naura & Robinson, 1998).



Σχήμα 2.3. Καταγραφή στοιχείων δομής ενδιαιτήματος (Raven et al, 1997).
Features recorded at RHS spot checks (Raven et al, 1997)

Πίνακας 2.1. Κύρια στοιχεία που συλλέγονται κατά την καταγραφή της δομής του ποταμού
Main features that are collected during the survey.

Χαρακτήρες που καταγράφονται	Στα 10 σημεία ελέγχου (spot-checks)	Έλεγχος σάρωσης (sweep-up)
Κυρίαρχο υλικό υποστρώματος	*	
Κυρίαρχο υλικό όχθης	*	
Τύποι ροής και συναφείς χαρακτήρες	*	*
Τροποποιήσεις όχθης και κοίτης	*	*
Δομή βλάστησης όχθης	*	
Τύποι βλάστησης κοίτης	*	*
Προφίλ όχθης (τροποποιημένο και μη)	*	*
Παρόχθια δέντρα και συναφή χαρακτηριστικά		*
Χαρακτηριστικά κοίτης	*	*
Τεχνητοί χαρακτήρες	*	*
Διαστάσεις διατομής του ποταμού (κοίτη, όχθες)		*
Χαρακτηριστικά ιδιαίτερου ενδιαφέροντος		*
Χρήσεις γης	*	*
Προβλήματα από δραστηριότητες		*
Ζώα		*
Ξενικά (εισβάλλοντα) φυτικά είδη		*

Η εκτίμηση της δομής της ποιότητας των ενδιαιτημάτων γίνεται με 4 τρόπους (Raven et al., 1998).

1. Αν ο σταθμός δειγματοληψίας είναι αναγνωρισμένης εξαιρετικής ποιότητας. Όταν έχει εντελώς φυσική δομή και στοιχεία στην κοίτη, και αποκλειστικά φυσικές ή ημιφυσικές χρήσεις γης γύρω του.
2. Αν ο σταθμός υψηλής αξίας ενδιαιτημάτων στηρίζει την αξία του στην παρουσία τουλάχιστον 1 σπάνιου φυσικού χαρακτηριστικού. Σπάνιο ορίζεται κάθε χαρακτηριστικό που συναντάται σε λιγότερους από το 5% των σταθμών αναφοράς σε μια δεδομένη γεωγραφική περιοχή.
3. Αν η αξία του σταθμού στηρίζεται σε σπάνιο συνδυασμό χαρακτηριστικών, δηλαδή, που συναντώνται μόνο στο 5% των σταθμών αναφοράς σε μια δεδομένη γεωγραφική περιοχή.
4. Στη σύγκριση της τιμής του δείκτη HQA με αυτές των υπολοίπων σταθμών αναφοράς του ίδιου τύπου ποταμού. Για να είναι ο σταθμός υψηλής αξίας θα πρέπει να βρίσκεται στο 20% των καλύτερων σταθμών.

Ο δείκτης Habitat Quality Assessment (HQA) καθορίζεται από την παρουσία και την έκταση χαρακτηριστικών των ενδιαιτημάτων αναγνωρισμένης σημαντικότητας για την άγρια πανίδα, που συγκεντρώνονται στην καταγραφή (παράρτημα IV). Για την επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα RHS Database 3.2. (Environmental Agency, 2000).

Για την εκτίμηση των ενδιαιτημάτων σε σχέση με το δείκτη Habitat Quality Assessment (HQA) πραγματοποιήθηκε επίσκεψη στη χώρα των Σκοπίων, τον Ιούλιο του 2001, και έγινε ενδεικτική καταγραφή RHS σε 20 θέσεις κατά μήκος του Αξιού, με την ίδια τακτική δηλαδή στρατηγικά τυχαία. Από αυτές κρατήθηκαν για επεξεργασία μόνο οι 12, εφόσον οι λοιπές δεν ήταν συγκρίσιμες σε παροχή, υψόμετρο, κλίση και απόσταση από την πηγή.

Η εκτίμηση του βαθμού τροποποίησης των ενδιαιτημάτων επηρεάζεται από την ύπαρξη και το μέγεθος τεχνητών τροποποιήσεων. Οι τρεις κυριότεροι τύποι τροποποιήσεων είναι: ενισχύσεις όχθης, διευθετήσεις ποταμών ή τμημάτων τους και έλεγχος στη ροή του νερού. Η ποσοτικοποίηση της επίδρασης γίνεται με το δείκτη Habitat Modification Score (HMS) (παράρτημα V). Όπως και στον HQA ο δείκτης HMS υπολογίζει αντικειμενικά την τεχνητή τροποποίηση στη φυσική δομή του σταθμού, εφαρμόζοντας ένα υποκειμενικό σύστημα κανόνων βαθμολόγησης σε δεδομένα που συλλέχθηκαν (Raven et al., 1998). Η αξία και των δύο δεικτών έγκειται στην σύγκρισή τους με άλλων σταθμών του ίδιου τύπου. Περισσότερες λεπτομέρειες και ορισμοί που αφορούν το πρωτόκολλο καταγραφής υπάρχουν στη διπλωματική εργασία του Δάκου (2001).

Καταγραφές σάρωσης RHS (sweep-up) έγιναν σε 156 από τα συνολικά 158 τμήματα 500m του ελληνικού τμήματος του κυρίως ποταμού του Αξιού (για να ελεγχθεί η σπανιότητα). Ωστόσο πλήρης καταγραφή με τη χρήση και των σημείων ελέγχου (check spot) έγινε μόνο σε 38 και 8 σε παραποτάμους του (σύγκριση δεικτών). Η επιλογή των 38 αυτών τμημάτων έγινε με στρατηγικά τυχαίο τρόπο, δηλαδή 1 τμήμα για κάθε 4. Το δείγμα των σταθμών είναι σε συμφωνία με τη στρατηγική δειγματοληψίας του RHS που προτείνεται από το Environmental Agency της Αγγλίας στο εγχειρίδιο του RHS, το 1998. Η επεξεργασία των δεδομένων έγινε στη βάση δεδομένων RHS 3.2.

Το θέμα της ποιότητας ως προς την σπανιότητα των στοιχείων (έλεγχος σάρωσης) αντιμετωπίστηκε με την εξαγωγή συγκεντρωτικού πίνακα όπου καταγράφονται η συχνότητα ή ο μέσος όρος για τους 156 σταθμούς.

Ως προς τους δείκτες, και επειδή η συγκρισιμότητα απαιτεί ίδιου τύπου σταθμούς, η μέθοδος προτείνει τη σύγκριση των σταθμών με PCA (Principal Component Analysis) μεταξύ τους. Δηλαδή να βρεθούν οι 100 πλησιέστεροι σταθμοί στα χαρακτηριστικά του ενός που ελέγχεται. Κάτι τέτοιο όμως προϋποθέτει πληθώρα δεδομένων που να μπορούν να δώσουν αξιόπιστα αποτελέσματα.

Για τους 38 + 8 σταθμούς δημιουργήθηκε φωτογραφικό αρχείο με στόχο την εξακρίβωση των δεδομένων που καταγράφηκαν.

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

Τα αρχικά στοιχεία χαρτών προήλθαν από τους χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού 1:50.000 και συγκεκριμένα τα φύλλα Εύζωνοι, Κουφάλια και Πλατύ, ο ποταμός Αξίως ψηφιοποιήθηκε με δεδομένα από δορυφορική εικόνα Landsat του 1997. Στην εφαρμογή των συστημάτων χρησιμοποιήθηκαν τα προγράμματα ERDAS Imagine 8.0 για την ψηφιοποίηση της περιοχής, το ArcInfo για τις όποιες διορθώσεις των επιφανειών και το ArcView 3.2. για την παρουσίαση των αποτελεσμάτων (Favretto, 1999). Το τρισδιάστατο μοντέλο έγινε με το 3D-Analyst της ESRI.

3. Αποτελέσματα

Παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της δειγματοληψίας του Αύγουστου του 2000 που έγινε κατά μήκος του Ελληνικού τμήματος του Αξιού και των βασικών παραποτάμων του. Τα αποτελέσματα αφορούν στις φυσικοχημικές, χημικές και υδρομορφολογικές παραμέτρους, στα βιολογικά δείγματα, στα αποτελέσματα του RHS, στη στατιστική επεξεργασία και στο GIS.

Φυσικοχημικά και χημικά στοιχεία.

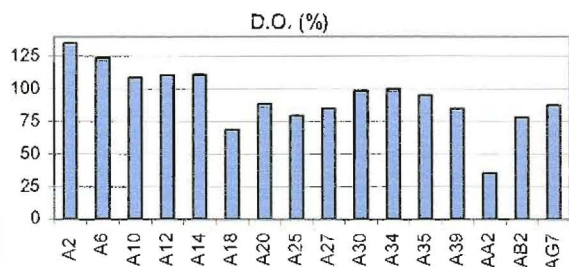
Φυσικοχημικοί παράμετροι

Τα δεδομένα των φυσικοχημικών και χημικών στοιχείων που μετρήθηκαν στους 16 σταθμούς δειγματοληψίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.1. και απεικονίζονται γραφικά στα Διαγράμματα 3.1. ως και 3.14..

Πίνακας 3.1. Τα όρια της Ε.Ε.(Κουιμτζής, 1987) και τα δεδομένα των φυσικοχημικών και χημικών παραμέτρων της δειγματοληψίας του Αυγούστου του 2000 που έγινε σε 16 σταθμούς δειγματοληψίας κατά μήκος του Αξιού και των παραποτάμων του. Με έντονους χαρακτήρες σημειώνονται οι μετρήσεις που υπερβαίνουν τα όρια ή τις ενδεικτικές τιμές της Ε.Ε.

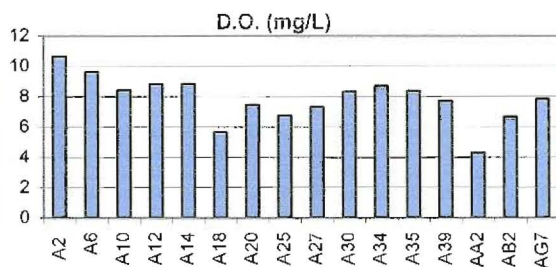
The upper limits of EU (Kuitmtzis, 1987) and the data of the physicochemical and chemical parameters of the sampling in the 16 points along Axios river and its tributaries, August 2000. The counted parameters out of limits are bold.

	D.O.(%)	D.O.(mg/l)	pH	Θ (°C)	Αγωγιμότητα (μS)	TDS (μg/l)	TSS (mg/l)	Θολρότητα	N-NH4 (μg/l)	N-NO2 (μg/l)	N-NO3 (mg/l)	P-PO4 (mg/l)
Όρια Ε.Ε					400				500	100	50	
Ενδεικτικές τιμές Ε.Ε.	>75%		6,5-8,5	25					50		25	
A2	134,6	10,6	8,81	28,1	4860	2430	63,4	+	5,2	10,42	0,43	0,65
A6	123,5	9,6	8,67	28,3	829	415	97,3	+	219,6	23,94	0,68	1,02
A10	108,2	8,41	8,50	27,6	762	381	118,5	+	57,5	11,93	0,57	1,33
A12	110	8,8	8,54	27,1	753	383	53,8	+	68,0	24,52	0,74	1,13
A14	110,5	8,84	8,29	26,6	735	369	91,2	+	52,3	22,38	0,76	1,05
A18	68,5	5,65	7,98	23,3	528	260	38,8	+	412,1	15,38	0,75	0,97
A20	88,2	7,44	7,93	23,5	565	284	125,6	+	30,0	7,84	0,87	0,75
A25	79,1	6,73	7,96	23,1	550	278	125,2	+	32,6	10,42	0,91	0,87
A27	84,7	7,31	7,92	22,5	543	272	104,1	+	32,4	16,48	1,01	0,82
A30	98,2	8,3	8,35	23,7	522	258	125,0	+	159,9	65,55	1,52	1,06
A34	100	8,68	8,40	23,2	474	242	80,1	+	18,2	3,81	1,48	0,91
A35	95	8,37	8,10	22,2	446	251	85,6	+	49,9	2,88	1,44	0,88
A39	84,5	7,7	7,67	19,9	456	233	63,7	+	42,2	4,88	1,59	0,90
AA2	35,3	4,26	8,49	14	1563	786	103,0	+	46,5	0,89	0,25	0,22
AB2	77,7	6,65	7,61	23,7	938	468	28,4	-	27,6	7,71	0,38	0,89
AG7	87	7,82	7,29	19,8	632	317	91,0	-	110,0	0,23	0,25	0,04



Διάγραμμα 3.1.

Ο ποσοστιαίος κορεσμός των 16 σταθμών σε οξυγόνο.
The saturation percentage in dissolve oxygen.



Διάγραμμα 3.2.

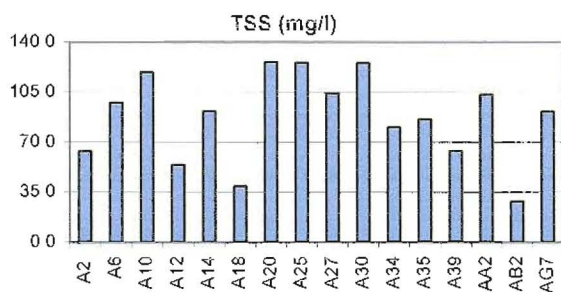
Η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου, σε mg/l, στους 16 σταθμούς.
The concentration of dissolved oxygen in mg/l



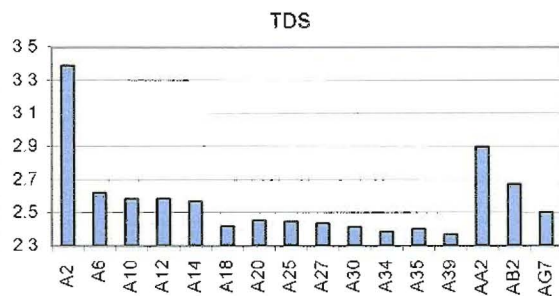
Διάγραμμα 3.3.

Η θερμοκρασία του νερού σε °C στους 16 σταθμούς δειγματοληψίας.
The water temperature in °C.

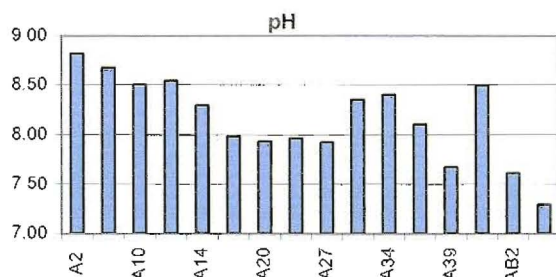
Από το Διάγραμμα 3.1., του κορεσμού σε διαλυμένο οξυγόνο, και του 3.2., της συγκέντρωσης του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο, παρατηρείται πως ο σταθμός με το λιγότερο διαλυμένο οξυγόνο είναι ο AA2, του Αρτζάν- Αγιάκ. Ο σταθμός αυτός είναι σε κανάλι με στάσιμα νερά και η μέτρηση έγινε το πρωί, γεγονός που επιτείνει την έλλειψη σε οξυγόνο. Ο AA2 μαζί με τον A18 βρίσκονται κάτω από την ενδεικτική τιμή της Ε.Ε. του 75% κορεσμού σε οξυγόνο. Ο A18 βρίσκεται στο ανάντη του φράγματος της Έλλης και επηρεάζεται από αυτό. Στους υπόλοιπους σταθμούς ο κορεσμός κυμαίνεται σε επίπεδο μεταξύ 77,7% - 134,6%. Ο σταθμός A2, στις εκβολές, έχει τη μεγαλύτερη τιμή κάτι που δηλώνει υψηλό επίπεδο φωτοσύνθεσης, εφόσον δεν υπήρχε ροή και η μέτρηση έγινε το απόγευμα. Οι θερμοκρασίες (Διάγραμμα 3.3.) γενικά κυμάνθηκαν σε υψηλά επίπεδα. Οι 5 τελευταίοι σταθμοί υπερέβησαν την ενδεικτική τιμή της Ε.Ε. (Πίνακας 3.1.).



Διάγραμμα 3.4. Τα αιωρούμενα στερεά σε mg/l, των 16 δειγμάτων.
Total suspended solids



Διάγραμμα 3.5. Τα διαλυμένα στερεά λογαριθμημένα, στους 16 σταθμούς.
Total dissolved solids



Διάγραμμα 3.6. Το pH στους 16 σταθμούς δειγματοληψίας.
pH



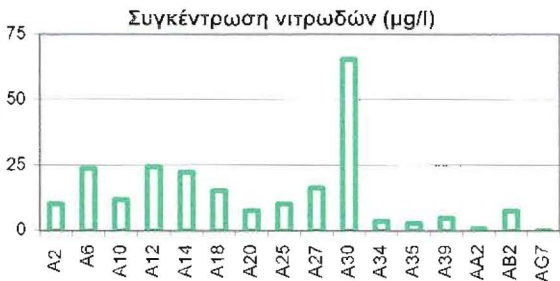
Διάγραμμα 3.7. Η αγωγιμότητα λογαριθμημένη στους 16 σταθμούς.
Conductivity

Στο Διάγραμμα 3.4., των αιωρούμενων στερεών, φαίνεται πως οι τιμές παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση. Οι σταθμοί A10, A20, A25, A30 με τις μεγαλύτερες τιμές 118,5-125,6 επηρεάζονται από έργα για κατασκευή δρόμου και αμμοληψίες (A10), αστικά λύματα, και βόσκηση (A20, A25, A30). Χαρακτηριστική είναι η πτώση που σημειώνεται στην τιμή των αιωρούμενων στερεών (TSS) (Διάγραμμα 3.4.) στον A18 που επηρεάζεται από το φράγμα της Έλλης. Επίσης σημαντική είναι και η χαμηλή περιεκτικότητα του AB2, του σταθμού με την υπερβολικά ανεπτυγμένη υδρόβια και παρόχθια βλάστηση.

Από τα Διαγράμματα 3.5., των διαλυμένων στερεών, και 3.7., της αγωγιμότητας εκτός από την υπερβολικά υψηλή τιμή του A2, των εκβολών (με το πρόβλημα της εισόδου του θαλασσινού νερού) και οι υπόλοιπες τιμές είναι μεγάλες για ρέοντα ύδατα. Οι τιμές της αγωγιμότητας σε όλους τους σταθμούς ξεπέρασαν το όριο της Ε.Ε.. Παρατηρείται επίσης διαφορά στους πριν το φράγμα σταθμούς (A18- A39) και στους μετά (A14- A6).

Το pH (Διάγραμμα 3.6.) κυμάνθηκε σε αλκαλικά επίπεδα και 4 σταθμοί (A2, A6, A10, A12) ξεπέρασαν το όριο της ενδεικτικής τιμής της Ε.Ε. Η τιμή του pH δείχνει να αυξάνεται κατά μήκος του Αξιού. Διαφορά στη γενική τάση παρουσιάζεται μεταξύ των σταθμών A27 και A30. Τέλος πλησιέστερα στο 7 ήταν η τιμή του AG7, στο Γοργόπη.

Χημικές παράμετροι



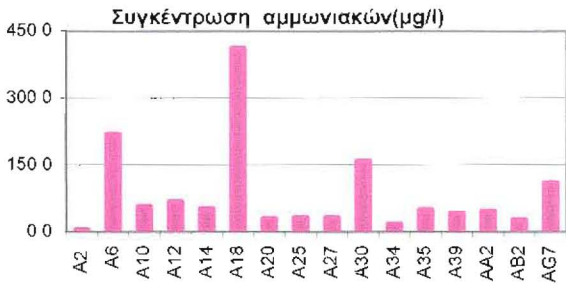
Διάγραμμα 3.8. Η συγκέντρωση των δειγμάτων σε άζωτο από τα νιτρώδη, σε mg/l.
Aquatic concentration of -NO₂, in mg/l.



Διάγραμμα 3.9. Η συγκέντρωση των δειγμάτων σε άζωτο από τα νιτρικά ιόντα, σε mg/l.
Aquatic concentration of -NO₃, in mg/l



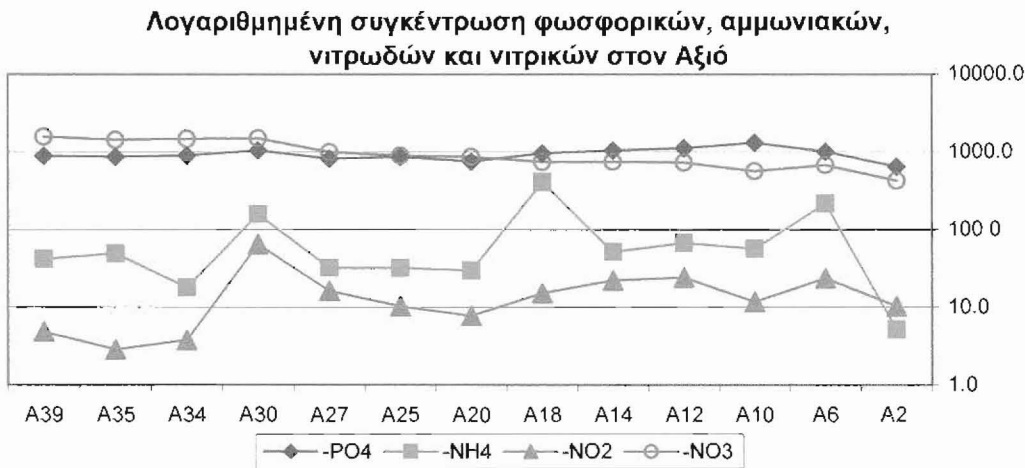
Διάγραμμα 3.10. Η συγκέντρωση των δειγμάτων σε φώσφορο από τα ορθοφωσφορικά ιόντα, σε mg/l..
Aquatic concentration of -PO₄, in mg/l



Διάγραμμα 3.11. Η συγκέντρωση των δειγμάτων σε άζωτο από τα αμμωνιακά ιόντα, σε mg/l.
Aquatic concentration of -NH₄, in mg/l

Η συγκέντρωση του νερού σε άζωτο που προέρχεται από τις ελεύθερες νιτρώδεις ρίζες (-N0₂) (Διάγραμμα 3.8.) παρουσιάζει ένα μέγιστο στον σταθμό A30, κατάντη του Πολυκάστρου και της Αξιούπολης, σταθμού επιβαρημένου με βιομηχανικά και αστικά λύματα. Οι σταθμοί πριν από αυτόν τον σταθμό, όπως και αυτοί των παραποτάμων, παρουσιάζουν ιδιαίτερα μικρές τιμές. Σε αντίθεση το άζωτο που προέρχεται από τις ελεύθερες νιτρικές ρίζες (-NO₃) (Διάγραμμα 3.9.) παρουσιάζεται

αυξημένο στους σταθμούς κοντά στα σύνορα και μειώνεται προς τις εκβολές, με τους παραποτάμους να έχουν ακόμα μικρότερες τιμές. Τα φωσφορικά (Διάγραμμα 3.10.) κυμαίνονται στα 1300 – 750 μg/l. Η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρέθηκε στον Α10 και οι μικρότερες στους ΑΑ2 και ΑΓ7. Το αμμωνιακό άζωτο (Διάγραμμα 3.12.) φαίνεται να αποτελεί ιδιαίτερο πρόβλημα στον Αξιό. Οι τιμές του ξεπερνούν σε 7 σταθμούς Α6, Α10, Α12, Α14, Α18, Α30 την ενδεικτική τιμή της Ε.Ε. ακόμη και στο σταθμό ΑΓ7, που θεωρείται καθαρός.



Διάγραμμα 3.12. Η διακύμανση των θρεπτικών κατά μήκος των 13 δειγμάτων από σταθμούς μόνο στον ποταμό Αξιό. Σε λογαριθμημένη κλίμακα.
 Fluctuation of the nutrients along the 13 sampling points solely in Axios river.

Από την διακύμανση των θρεπτικών (Διάγραμμα 3.15. και Πίνακας 3.2.) προκύπτει πως μόνο τα νιτρικά μειώνονται προς τις εκβολές.

Πίνακας 3.2. Τα αποτελέσματα της γραμμικής παλινδρόμησης της διακύμανσης των τεσσάρων χημικών παραμέτρων κατά μήκος του ποταμού του Αξιού και με κατεύθυνση από Βορρά (σύνορα) προς Νότο (εκβολές).
 The results of the linear regression of the fluctuation of the 4 nutrients along the Axios river from North to South.

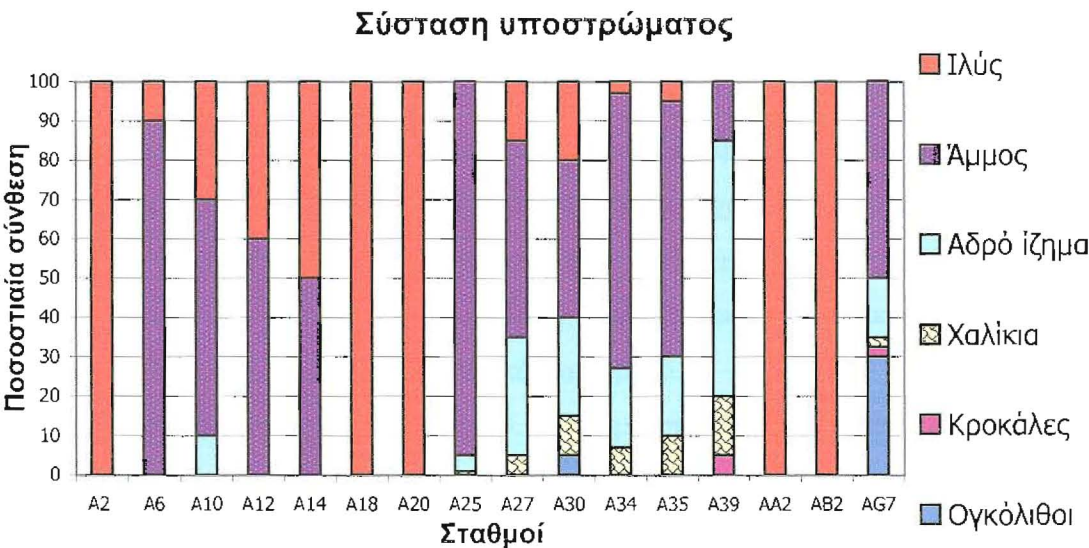
	Συντελεστής	Εξίσωση	Απόδοση (R ²)
-PO ₄	9.2509	y = 9.2509x + 1013.7	0.043
-NH ₄	5.0968	y = 5.0968x + 126.44	0.031
-NO ₂	0.3557	y = 0.3557x + 19.446	0.007
-NO ₃	-95.6850	y = -95.685x + 311.58	0.892

Στο Διάγραμμα 3.12. παρατηρούνται συγκεκριμένα σημεία υποβάθμισης της ποιότητας. Το πρώτο βρίσκεται μεταξύ των σταθμών A34 και A30, στην περιοχή Αξιούπολης -Πολυκάστρου. Το δεύτερο σημείο βρίσκεται μεταξύ A20 και A18, στην περιοχή που γίνονται εντατικά αμμοληψίες και που βρίσκεται και η συμβολή με την αποστραγγιστική τάφρο του Αρτζάν –Αγιάκ –Αμάτοβο. Το τρίτο βρίσκεται μεταξύ A10 και A6. Ανάλογα με τα προηγούμενα σημεία επιδείνωσης της ποιότητας με εισροές ρυπαντικών φορτίων υπάρχουν και περιοχές που η κατάσταση καλυτερεύει ποιοτικά με την απομάκρυνση των φορτίων. Τέτοιες βρίσκονται ανάμεσα στους σταθμούς A30 με A27, A12 με A10 και A6 με A2. Οι περιοχές ανάμεσα στα A30 με A27 και A10 με A2 είναι περιοχές με βλάστηση χωρίς ιδιαίτερες πιέσεις και οι χρήσεις γης αφορούν γεωργική γη και βοσκότοπους. Η περιοχή ανάμεσα στο A12 με A10 δέχεται πολλές πιέσεις από αμμοληψίες, εργοτάξιο κατασκευής γέφυρας και ογκώδη απορρίμματα (μπάζα), είναι όμως ταυτόχρονα και η περιοχή που το Βαρδαρόβασι συμβάλλει και χύνεται στον Αξιό. Το Βαρδαρόβασι όπως φαίνεται από τα Διαγράμματα 3.18. ως 3.11. έχει μικρό φορτίο σε θρεπτικά.

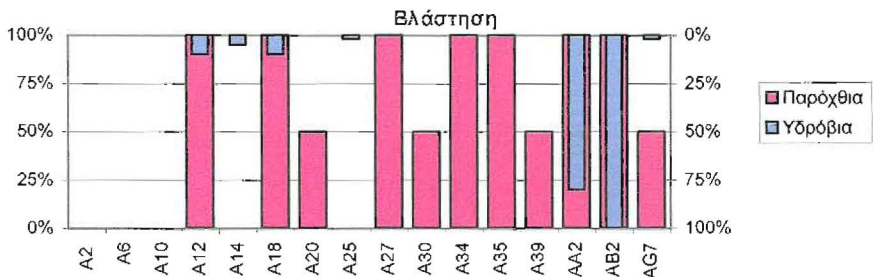
Υδρομορφολογικά στοιχεία

Υπόστρωμα

Η σύνθεση του υποστρώματος φαίνεται στο Διάγραμμα 3.13.. Σύμφωνα με το διάγραμμα το υπόστρωμα των σταθμών αποτελούνταν κυρίως από λεπτόκοκκο υλικό όπως ιλύς και άμμος. Εξαιρέση αποτελεί ο σταθμός AG7, του Γοργόπη, που ως ορεινός ποταμός με σχετική κλίση έχει περισσότερους ογκόλιθους από τους άλλους. Ολοκληρωτικά με ιλύ αποτελούνταν το υπόστρωμα των AA2, Αρτζάν- Αγιάκ και AB2, Βαρδαρόβασι που είναι κανάλια με ελάχιστη κλίση, του A18 που βρίσκεται στο ανάντη του φράγματος, του A20 που γίνονται εντατικές εργασίες και εκβαθύνσεις και του A2 που βρίσκεται στις εκβολές.

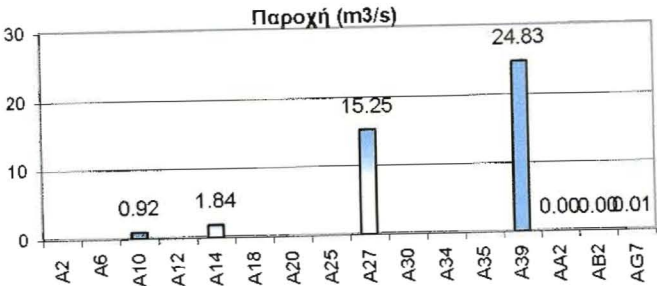


Διάγραμμα 3.13. Ποσοστιαία σύνθεση του υποστρώματος των σταθμών δειγματοληψίας κατά μήκος του Αξιού και των παραποτάμων του.
Percentage of the composition of the substrate.



Διάγραμμα 3.14. Η ποσοστιαία κάλυψη σε παρόχθια (κόκκινο) και υδρόβια (μπλε) βλάστηση στα σημεία δειγματοληψίας.
The percentage of coverage of the bank (red) and the water channel (blue) vegetation.

Στο Διάγραμμα 3.14., της βλάστησης, φαίνεται πως γενικά η παρόχθια βλάστηση είχε τάση μείωσης προς τις εκβολές ενώ δεν υπήρχε μεγάλη κάλυψη σε υδρόβια βλάστηση. Η κατάσταση εμφανίζεται διαφορετική στους παραποτάμους με τους ΑΑ2 και ΑΒ2 να έχουν πολλή παρόχθια και υδρόβια βλάστηση, ενώ ο ΑΓ7 έχει αρκετή παρόχθια μα ελάχιστη υδρόβια.



Διάγραμμα 3.15. Η παροχή στα σημεία που μετρήθηκε. Οι μονόχρωμες στήλες είναι μετρήσεις και οι δίχρωμες υπολογισμοί.
 Discharge. The blue columns are counts and the two-coloured columns are estimations.

Στο Διάγραμμα 3.15., της παροχής, φαίνεται η δραματική μείωση του νερού. Εξακριβωμένα το 96,3% του διαθέσιμου νερού που εισέρχεται στην Ελλάδα χάνεται σε μια διαδρομή 66km, που είναι η απόσταση από το Α39 μέχρι το Α6. Παρακάτω στον Α2 το νερό γίνεται εξολοκλήρου θαλασσινό, δηλαδή χωρίς το γλυκό νερό να κυλά πάνω στο αλμυρό, κάτι που θα ήταν φυσικό φαινόμενο.

Ακολουθεί ο συγκεντρωτικός Πίνακας 3.3. με τις μετρήσεις της ροής, πλάτους, βάθους, παροχής, υδρόβιας και παρόχθιας βλάστησης.

Πίνακας 3.3. Μετρήσεις των υδρομορφολογικών παραμέτρων και της παρόχθιας κάλυψης σε βλάστηση.
 Data from the hydromorphological parameters and the coverage of bank and channel vegetation.

Σταθμός	Ροή (m/s)	Παροχή (m3/s)	Πλάτος (m)	Βάθος (m)	Υδρόβια βλάστηση (%)	Παρόχθια βλάστηση (0-3)
A2	0,07	-	50.0	-	0	1
A6	0,30	-	24.0	-	0	1
A10	0,16	0,92	26.0	0.6	0	1
A12	0,02	-	42.0	-	10	3
A14	0,05	1,84	40.0	1.0	5	1
A18	0,01	-	80.0	-	10	3
A20	0,30	-	27.0	-	0	2
A25	0,39	-	35.0	-	2	1
A27	0,61	15,25	49.0	0.3	0	3
A30	-	-	70.0	-	0	2
A34	-	-	68.0	-	0	3
A35	0,70	-	48.0	-	0	3
A39	0,59	24,83	55.0	0.6	0	2
AA2	0,00	0,00	0.0	0.0	80	3
AB2	0,00	0,00	9.5	1.0	100	3
AG7	0,05	0,01	1.2	0.2	30	2

Βιολογικά στοιχεία

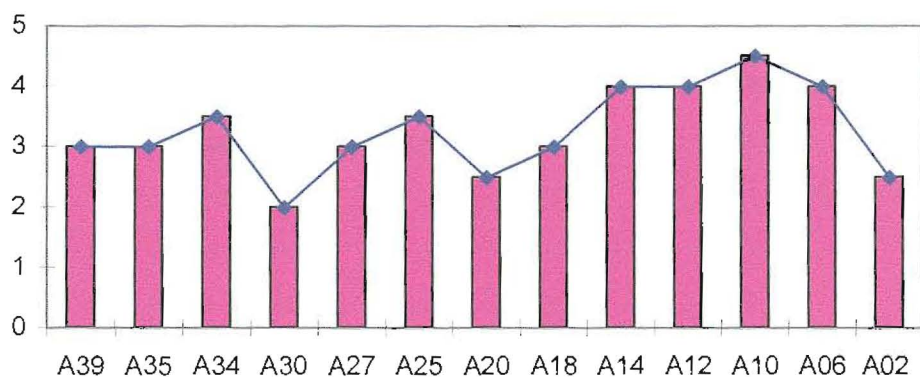
Τα 3.625 ζώα που βρέθηκαν στα δείγματα από τους 16 σταθμούς προσδιορίστηκαν σε επίπεδο οικογένειας. Οι 51 οικογένειες που βρέθηκαν στα δείγματα φαίνονται στον Πίνακα 3.7.. Για τον υπολογισμό του Ελληνικού Δείκτη (Παράρτημα II) δεν λήφθηκαν υπόψη όλες οι οικογένειες, αφού μερικές οικογένειες από αυτές που βρέθηκαν δεν είναι των ρεόντων υδάτων π.χ. Polychaeta. Η εκτίμηση της ποιότητας του νερού των σταθμών φαίνεται στον Πίνακα 3.4..

Πίνακας 3.4. Η αξιολόγηση των σταθμών βάση των βιολογικών τους δειγμάτων και η τελική ερμηνεία και κατάταξή τους. Με πράσινο σημειώνεται ο καλύτερος σταθμός και πορτοκαλί ο χειρότερος.
Ranked sampling points according to their water quality based on the Greek Biotic Index. The best is marked with green and the worst is marked with orange.

Σταθμός	Βαθμολογία	Πλούσιο Ενδιαίτημα	Πλήθος Οικογενειών	Δείκτης ASPT	Ελληνικός Δείκτης		Ερμηνεία
A2	10,5	Όχι	3	3,5	2,5	Z	Κακή
A6	33	Όχι	8	4,1	4	Γ	Καλή
A10	32	Όχι	7	4,6	4,5	B	Καλή
A12	77,3	Ναι	16	4,8	4	Γ	Καλή
A14	38,5	Όχι	9	4,3	4	Γ	Καλή
A18	21,8	Όχι	6	3,6	3	E	Μέτρια
A20	13,3	Όχι	4	3,3	2,5	Z	Κακή
A25	35	Όχι	9	3,9	3,5	Δ	Μέτρια
A27	40,5	Ναι	10	4,1	3	E	Μέτρια
A30	19,3	Όχι	6	3,2	2	H	Κακή
A34	63	Ναι	14	4,5	3,5	Δ	Μέτρια
A35	39,2	Ναι	11	3,6	3	E	Μέτρια
A39	48,1	Ναι	13	3,7	3	E	Μέτρια
AA2	30,1	Όχι	10	3,0	2,5	Z	Κακή
AB2	68,1	Ναι	20	3,4	3,5	Δ	Μέτρια
AG7	62,3	Ναι	13	4,8	4	Γ	Καλή

Από τον Πίνακα 3.4. προκύπτει πως ο καλύτερος σταθμός είναι ο A10. Ο σταθμός A10 παρότι δεν έχει το μεγαλύτερο Σκορ (A12), δεν είναι ο πολυπληθέστερος σε ζώα (A6, Διάγραμμα 3.17.) και δεν έχει τη μεγαλύτερη ποικιλότητα οικογενειών (AB2) ωστόσο σε σχέση με την ευαισθησία των ζώων και το περιορισμένων δυνατοτήτων ενδιαίτημα που έχει τον φέρνουν στην πρώτη θέση. Από την άλλη, ο χειρότερος σταθμός ο A30 δεν είναι ο σταθμός με το μικρότερο σκορ (A2), δεν έχει τα λιγότερα ζώα (AA2, Διάγραμμα 3.17.) και δεν έχει τη μικρότερη ποικιλότητα σε οικογένειες (A2) είναι όμως ο χειρότερος με βάση το δείκτη δηλαδή την ύπαρξη ζώων στις δεδομένες συνθήκες του.

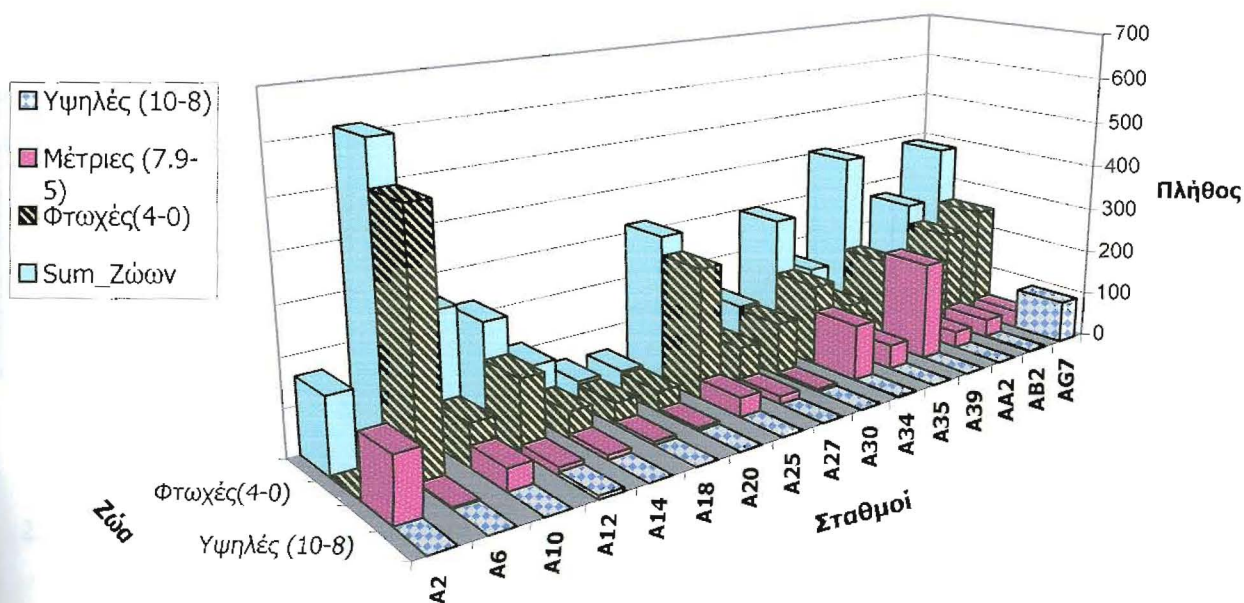
Ελληνικός δείκτης ποιότητας νερού



Διάγραμμα 3.16.

Η διακύμανση του δείκτη μόνο κατά μήκος των 13 σταθμών του Αξιού.
The fluctuation of the biological score along the 13 sampling points solely of Axios river.

Στο Διάγραμμα 3.16. φαίνονται πάλι οι περιοχές που η ποιότητα υποβαθμίζεται: Αξιούπολη –Πολύκαστρο (A34 –A30) , συμβολή με Αρτζάν- Αγιάκ (A25 –A20) και Ανατολικό –Χαλάστρα (A10 –A6). Αντίστοιχα οι περιοχές που βελτιώνεται είναι: τα στενά του Αξιού (A35 –A34), κατάντη της Αξιούπολης (A30 –A25), η περιοχή του φράγματος της Έλλης (A20 –A14) και στη συμβολή του Βαρδαρόβας (A12 –A10). Στο Διάγραμμα 3.17. παρουσιάζεται η κατανομή των ζώων βάση της ευαισθησίας τους στη ρύπανση σύμφωνα με τον Ελληνικό δείκτη στους σταθμούς που αυτά βρέθηκαν.



Διάγραμμα 3.17.

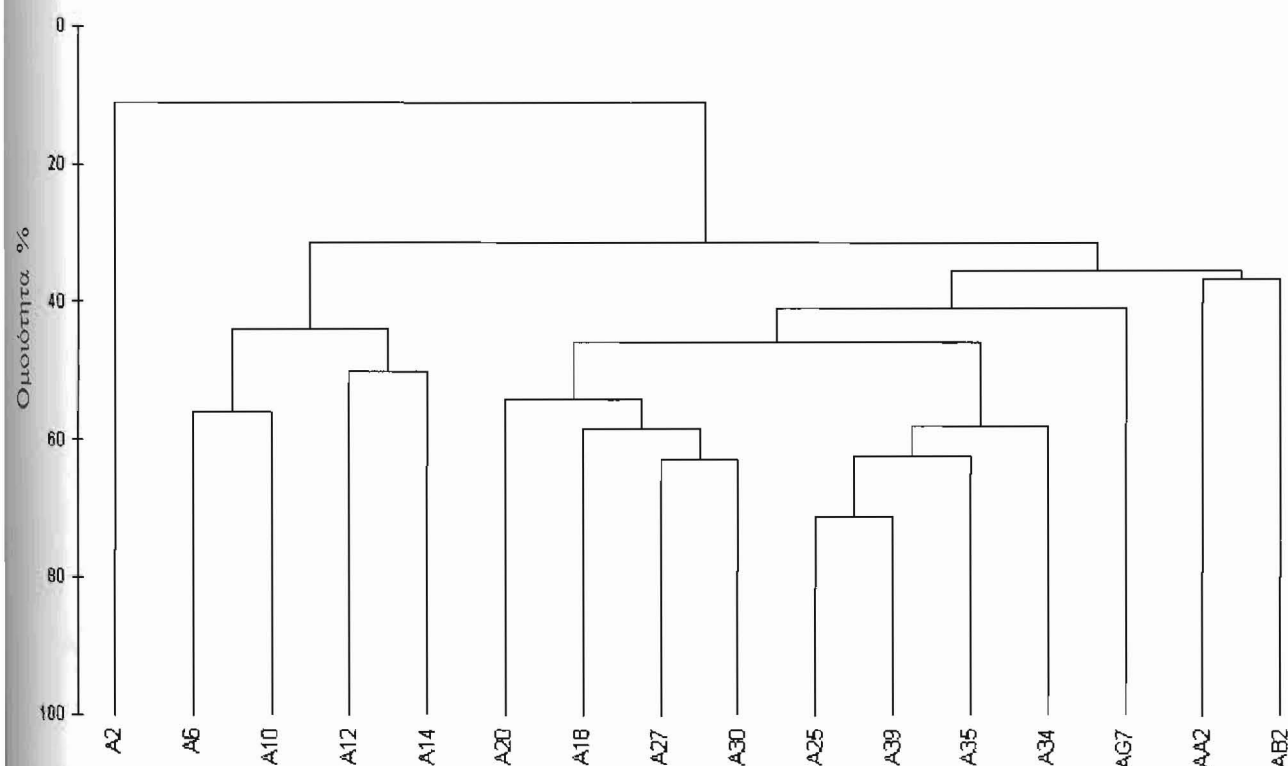
Τα ζώα που βρέθηκαν στους σταθμούς δειγματοληψίας του Αξιού και των παραποτάμων του χωρισμένα σε σχέση με την ευαισθησία τους, δηλαδή τη βαθμολόγησή τους από τον Ελληνικό δείκτη.
Animals found at the sampling points ranked according to their sensitivity to pollution, that is the value they score at the Greek Biological Index.

Στο Διάγραμμα 3.17. φαίνεται πως ο σταθμός AG7, του Γοργόπη, είναι αυτός με τα περισσότερα ευαίσθητα ζώα, βασικά πλεκόπτερα (Nemouridae). Ο σταθμός με τα περισσότερα ζώα είναι ο A6 ταυτόχρονα όμως είναι και ο πολυπληθέστερος στις φτωχές ομάδες ζώων, κυρίως Chironomidae.

Στατιστική

Ομαδοποίηση με δενδρόγραμμα

Οι ομοιότητες μεταξύ των δειγμάτων αξιολογήθηκαν με το δείκτη ομοιότητας Bray-Curtis. Οι τιμές αφθονίας των ζώων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν λογαριθμημένες.

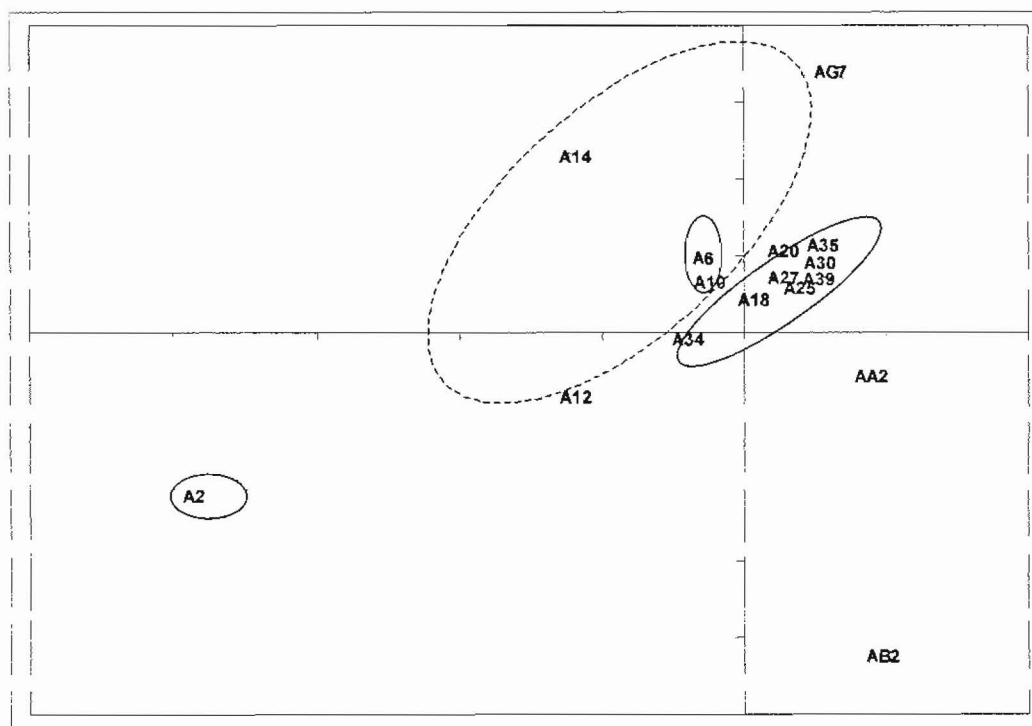


Σχήμα 3.1. Το δενδρόγραμμα ομαδοποίησης των 16 σταθμών δειγματοληψίας, του ποταμού Αξιού, βασισμένο στην βενθοπανίδα τους.
Clustering dendrogram of the 16 sampling points based on their benthics' species composition.

Από το δενδρόγραμμα (Σχήμα 3.1.) φαίνεται πόσο μικρή είναι η σχέση του σταθμού Α2, των εκβολών, με τους υπόλοιπους. Όλοι οι υπόλοιποι σταθμοί σχηματίζουν δύο ομάδες. Η πρώτη ομάδα με τους Α6, Α10, Α12 και Α14 βρίσκονται κατάντη του φράγματος της Έλλης, ενώ η δεύτερη περιέχει όλους τους υπόλοιπους 8 σταθμούς του Αξιού που βρίσκονται στο ανάντη. Οι παραπόταμοι συνδέονται χαλαρά με τη δεύτερη ομάδα και ο σταθμός ΑΓ7, του Γοργόπη, συνδέεται περισσότερο από τους δύο καναλοποιημένους παραπόταμους που ξεχωρίζουν μαζί.

Ομαδοποίηση FUZZY

Από την εφαρμογή της μεθόδου ομαδοποίησης FUZZY, τα δείγματα ομαδοποιήθηκαν σε ομάδες. Η γραφική απεικόνιση της ομαδοποίησης αυτής σε σύστημα δυο ορθογώνιων αξόνων φαίνεται στο Διάγραμμα 3.18.. Ο συντελεστής που δείχνει το πόσο αποτελεσματικά διαχωρίζονται οι ομάδες μεταξύ τους είναι ίσος με 0,5482 (partition coefficient). Στον πίνακα 3.4. εμφανίζονται τα ποσοστά συμμετοχής των σταθμών σε κάθε ομάδα.



Διάγραμμα 3.18.

Ομαδοποίηση των 16 σταθμών δειγματοληψίας κατά μήκος του Αξιού και των παραποτάμων του με τη μέθοδο FUZZY. Οι διακεκομμένες καμπύλες περιλαμβάνουν σταθμούς με ποσοστό συμμετοχής 50 – 100% στην ομάδα και οι συνεχείς 75 – 100%.

Clustering of the 16 sampling points with FUZZY. The continuous lines include the sampling points with participation percentage to the cluster 75 – 100%, the discontinuous includes sampling points that may have participation to the cluster 50 – 100%.

Πίνακας 3.5. Ποσοστά συμμετοχής των 16 σταθμών του Αξιού και των παραποτάμων του στις ομάδες της μεθόδου FUZZY. Με έντονους χαρακτήρες συμβολίζονται οι σταθμοί που υπερβαίνουν το 50%.
 Partition percentage of the 16 sampling points at the FUZZY produced clusters. The bold characters are for the sampling points that exceed the 50%.

Σταθμοί	Ομάδα 1	Ομάδα 2	Ομάδα 3
A2	0,98	0,01	0,01
A6	0,01	0,89	0,1
A10	0,02	0,8	0,17
A12	0,14	0,48	0,38
A14	0,16	0,53	0,31
A18	0,01	0,1	0,88
A20	0,01	0,06	0,93
A25	0	0,02	0,98
A27	0	0,02	0,98
A30	0,01	0,07	0,92
A34	0,04	0,18	0,78
A35	0,01	0,08	0,9
A39	0	0,04	0,96
AA2	0,17	0,48	0,35
AB2	0,13	0,44	0,43
AG7	0,16	0,43	0,41

Από το Διάγραμμα 3.18. και τον Πίνακα 3.5. φαίνεται πως η ομαδοποίηση με τη μέθοδο FUZZY συμφωνεί σε μεγάλο βαθμό με αυτήν του δενδρογράμματος της Primer. Οι ομάδες των σταθμών είναι τρεις με τον Α2, στις εκβολές, να σχηματίζει από μόνος του μια ομάδα. Οι άλλες δύο ομάδες χωρίζονται και εδώ με βάση το φράγμα της Έλλης. Οι σταθμοί των παραποτάμων δεν σχετίζονται με καμιά ομάδα.

Ταξιθέτηση

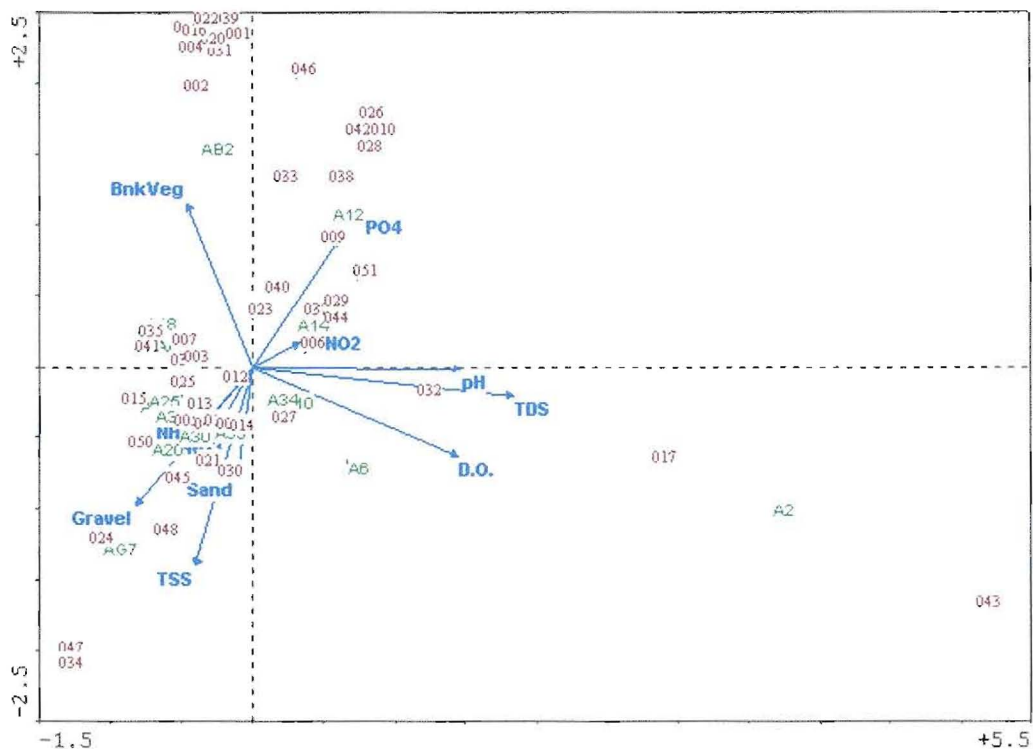
Με την εφαρμογή της μεθόδου Ανάλυση Κανονικών Αντιστοιχιών (CANOCO) ταξιθετήθηκαν 51 οικογένειες βενθικών μακροασπονδύλων των δειγμάτων από τους 16 σταθμούς δειγματοληψίας και 11 περιβαλλοντικές μεταβλητές. Η θερμοκρασία, η αγωγιμότητα, η υδρόβια βλάστηση, η θολερότητα και από τις κατηγορίες υποστρώματος οι ογκόλιθοι, οι κροκάλες, τα χαλίκια και η ιλύς έδειξαν ισχυρό συσχετισμό με τις άλλες περιβαλλοντικές μεταβλητές και δεν συμπεριλήφθηκαν στην ταξιθέτηση.

Από τους τέσσερις άξονες οι δύο πρώτοι εμφανίζουν τις υψηλότερες ιδιοτιμές όπως φαίνεται στον Πίνακα 3.6.. Με βάση τα αποτελέσματα αυτά η γραφική παράσταση έγινε στο επίπεδο αυτών των αξόνων.

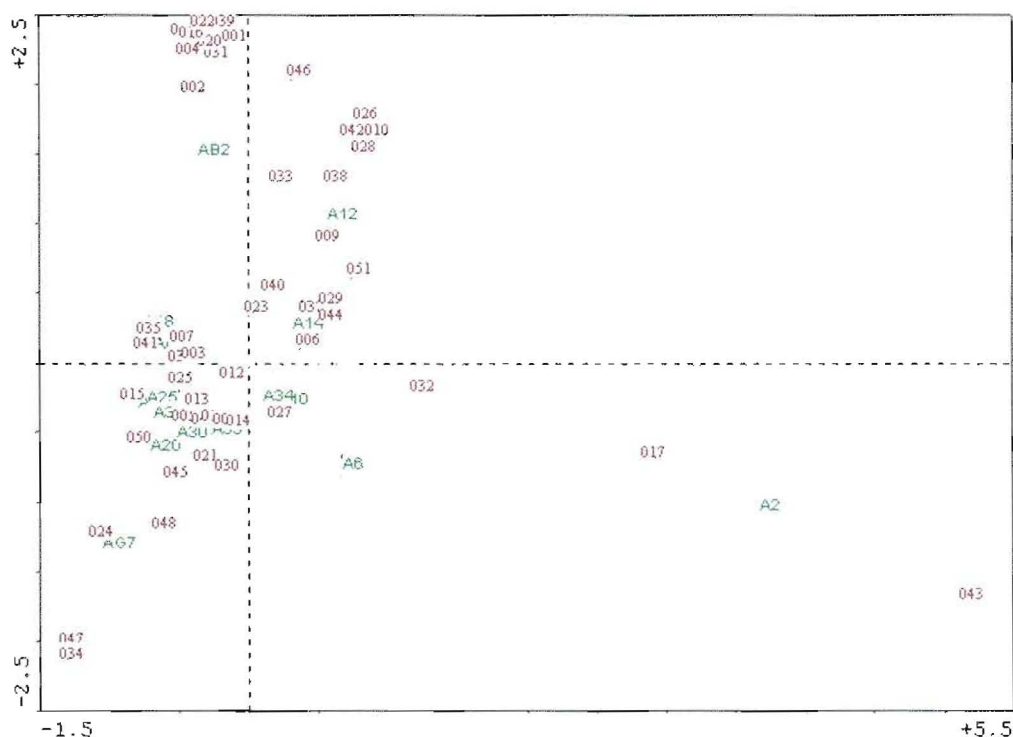
Πίνακας 3.6. Η απόδοση της ανάλυσης της μεθόδου Ανάλυση Κανονικών Αντιστοιχιών (CANOCO) στα δείγματα από τους 16 σταθμούς του ελληνικού Αζιού και των παραποτάμων του.
The efficiency of the analysis of Canonical Correspondance Analysis (CANOCO) of the 16 sampling points.

Άξονες	1	2	3	4
Ιδιοτιμές (eigenvalues)	0,495	0,374	0,323	0,290
Συσχετίσεις ειδών – περιβαλλοντικών (Species-environment correlations)	0,997	0,984	0,984	0,951
Αθροιστικό ποσοστό διακύμανσης: (Cumulative percentage variance):				
Δεδομένων ειδών (Of species data)	17,2	30,1	41,3	51,4
Σχέσης ειδών- περιβαλλοντικών (Of species-environment relation)	21,9	38,5	52,8	60,7

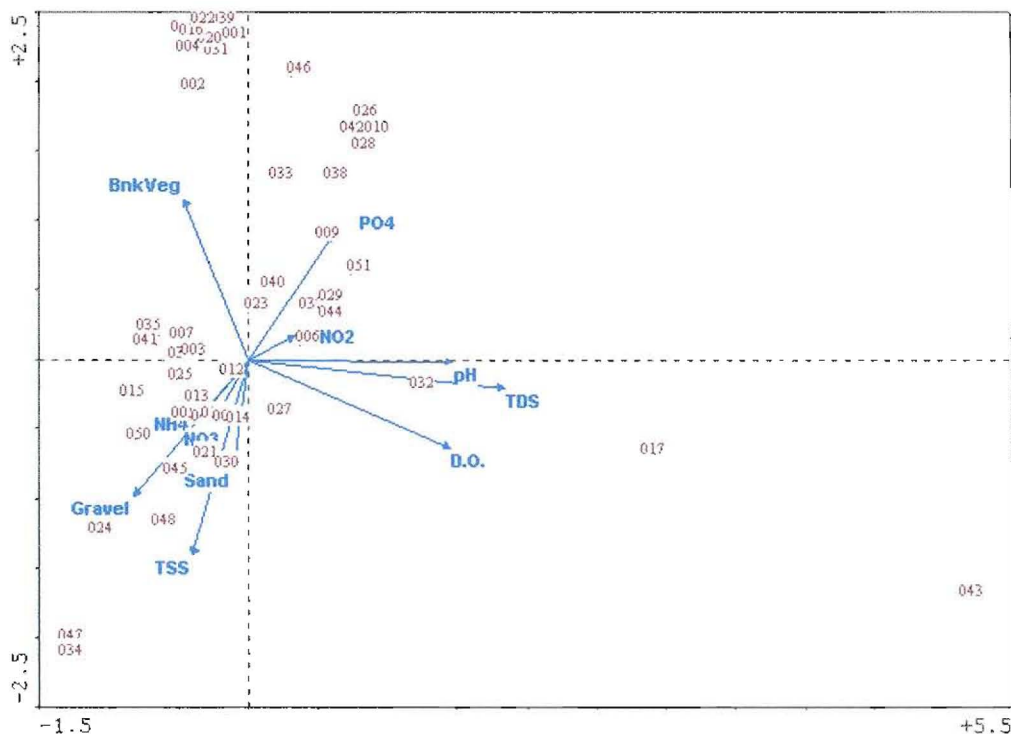
Παρατηρείται ότι ο πρώτος και ο δεύτερος άξονας ερμηνεύουν περίπου το 86,9% των αποτελεσμάτων. Ο πρώτος άξονας ερμηνεύει το 99,7% των συσχετίσεων ειδών-περιβάλλοντος (του συνολικού ποσοστού ερμηνείας που είναι 86,9%) και ο δεύτερος 98,4%. Επίσης ο πρώτος άξονας εξηγεί το 17,2% της διακύμανσης της σχέσης ειδών-περιβάλλοντος, ενώ μαζί με τον δεύτερο το 30,1%. Στα Διαγράμματα 3.19. –3.22 φαίνεται η ταξιθέτηση των βενθικών μακροασπονδύλων, των σταθμών και των περιβαλλοντικών μεταβλητών στις μεταξύ τους συσχετίσεις.



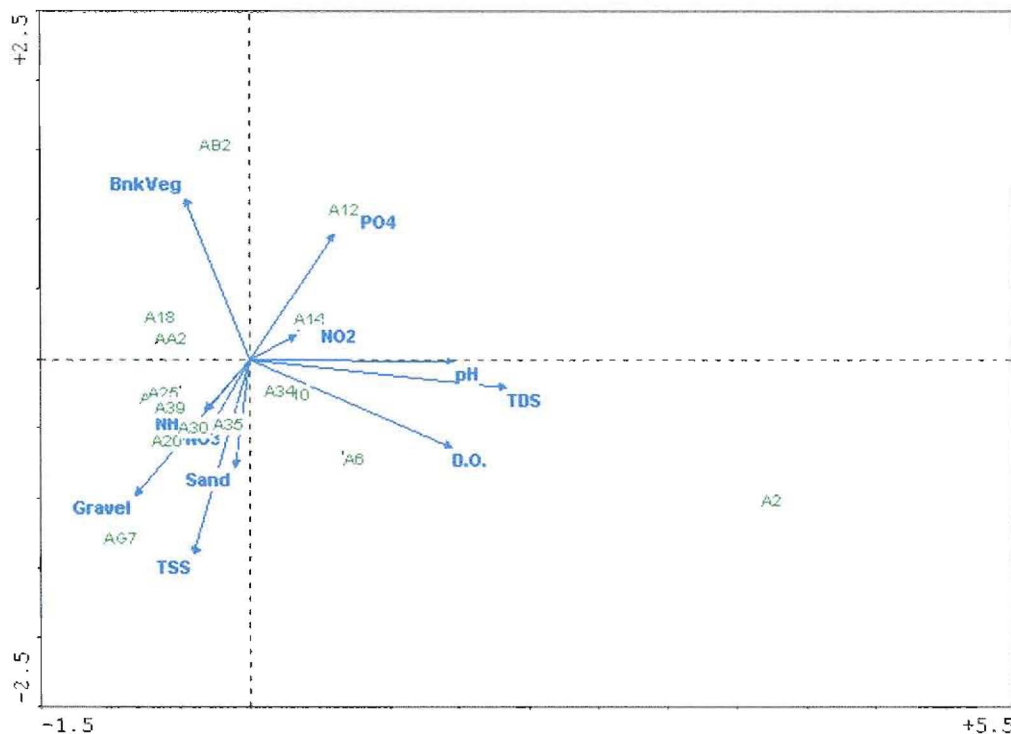
Διάγραμμα 3.19. Διάγραμμα συσχέτισης των σταθμών, των ειδών και των περιβαλλοντικών μεταβλητών.
Correlation diagram of sampling points, species and environmental data.



Διάγραμμα 3.20. Διάγραμμα συσχέτισης των σταθμών με τα είδη που βρέθηκαν στα δείγματά τους.
Correlation diagram of sampling points and species



Διάγραμμα 3.21. Διάγραμμα συσχέτισης των ειδών και των περιβαλλοντικών μεταβλητών.
Correlation diagram of species and environmental data.



Γράφημα 3.22. Διάγραμμα συσχέτισης των σταθμών και των περιβαλλοντικών μεταβλητών, που προκύπτει από την επιρροή των τελευταίων στα είδη.
The resulting correlation diagram of sampling points and environmental data.

Πίνακας 3.7. Οι οικογένειες που βρέθηκαν στα δείγματα και η αριθμότης τους με την οποία συμβολίζονται στα διαγράμματα 3.19 ως 3.22.. Το γαλάζιο χρώμα είναι για τις ευαίσθητες οικογένειες (υψηλό σκορ), το πράσινο για τις μέτριες, το πορτοκαλί για τις ανεκτικές στην οργανική ρύπανση (χαμηλό Σκορ) και με μαύρο όσες δεν συμπεριλαμβάνονται στο δείκτη.

The families that were found in the samples and the numbers that are symbolized at the diagrams 3.19. to 3.22.. The blue colour is for sensitive families to pollution (high score), the green is for moderate families, the orange for tolerant families (poor score) and the black for those that are not included at the Greek Biological Index.

No	Οικογένεια	No	Οικογένεια	No	Οικογένεια
001	Argyroneta aquatica	018	Gerridae	035	Notonectidae
002	Asellidae	019	Glossiphonidae	036	Oligochaeta
003	Baetidae	020	Glossosomatidae	037	Palaemonidae
004	Bithyniidae	021	Gomphidae	038	Physidae
005	Caenidae	022	Herbidae	039	Planorbidae
006	Calopterygidae	023	Hydrophilidae	040	Platycnemididae
007	Ceratopogonidae	024	Hydropsycidae	041	Pleidae
008	Chironomidae	025	Hydroptilidae	042	Polycentropodidae
009	Coenagrionidae	026	Lepidotteri	043	Polychaeta
010	Cordulidae	027	Leptoceridae	044	Potamanthidae
011	Corixidae	028	Libellulidae	045	Ptychopteridae
012	Dolichopodidae	029	Lymnaeidae	046	Stratiomyidae
013	Dytiscidae	030	Mesoveliidae	047	Tabanidae
014	Elminthidae	031	Microvelidae	048	Tipulidae
015	Ephemerellidae	032	Miscidaceae	049	Unionidae
016	Ephydriidae	033	Naucoridae	050	Veliidae
017	Gammaridae	034	Nemouridae	051	Viviparidae

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.8., όπου δίνονται οι συσχετίσεις των αξόνων με τις περιβαλλοντικές μεταβλητές, ο πρώτος άξονας συσχετίζεται άμεσα με τα διαλυμένα στερεά (TDS) και το pH ενώ ο δεύτερος με τα αιωρούμενα στερεά (TSS) και τη παρόχθια βλάστηση (BnkVeg).

Πίνακας 3.8. Συσχετίσεις περιβαλλοντικών παραμέτρων και αξόνων στην Ανάλυση Κανονικών Αντιστοιχιών (CANOCO) με τις δειγματοληψίες από τους 16 σταθμούς κατά μήκος του ελληνικού Αξίου και των παραποτάμων του (Αύγουστος 2000).
Correlations between environmental parameters and axes at the CANOCO.

N	Μεταβλητή	Άξονας 1 (X)	Άξονας 2 (Ψ)	Άξονας 3	Άξονας 4
1	D.O.	0,5410	-0,2376	-0,4562	-0,1370
2	Οξύτητα	0,5493	-0,0062	0,1407	-0,5201
3	TDS	0,6871	-0,0782	0,3011	0,2807
4	TSS	-0,1513	-0,5233	0,1422	-0,3035
5	Αδρό ίζημα	-0,3091	-0,3665	-0,1714	0,0073
6	Άμμος	-0,0408	-0,2930	-0,3347	-0,4015
7	Παρόχθια βλάστηση	-0,1723	0,4298	0,0071	0,0174
8	-PO ₄	0,2245	0,3331	-0,3017	-0,4232
9	-NH ₄	-0,1188	-0,1386	-0,1025	-0,1383
10	-NO ₂	0,1219	0,0642	-0,2056	-0,2664
11	-NO ₃	-0,1000	-0,1706	-0,3284	-0,2894

Σύμφωνα με το Διάγραμμα 3.20. ο σταθμός στις εκβολές (A2) φαίνεται πως είναι συνδεδεμένος με τα Gammaridae και τα Polychaeta κάτι που είναι λογικό αφού όπως ειπώθηκε ο σταθμός είχε θαλασσινό νερό και ειδικά τα Polychaeta, που είναι γνωστό πως ζουν σε θαλάσσιο περιβάλλον, δεν βρέθηκαν σε κανέναν άλλο σταθμό. Ο σταθμός στον παραπόταμο Βαρδαρόβασι (AB2) φαίνεται πως συσχετίζεται άμεσα με την παρόχθια βλάστηση καθώς και με πληθώρα ταξινομικών ομάδων που είναι συγκεντρωμένες στην κατεύθυνσή του: *Argyroneta aquatica*, Asellidae, Bithynidae, Ephydriidae, Glossiphonidae, Herbiidae, Planorbidae. Όλες οι παραπάνω βρέθηκαν αποκλειστικά σε αυτόν το σταθμό. Ενδιαφέρον παρουσιάζει και ο σταθμός A18, που βρίσκεται στο ανάντη του φράγματος (Διάγραμμα 3.22.) και φαίνεται να επηρεάζεται από την έλλειψη σε διαλυμένο οξυγόνο. Ο σταθμός βρίσκεται κοντά στον Αρτζαν-Αγιάκ- Αμάτοβο (AA2), που και αυτός σχετίζεται με την έλλειψη διαλυμένου οξυγόνου, γύρω από τον τελευταίο συσπειρώνονται ταξινομικές ομάδες όπως: Corixidae, Pleidae, Notonectidae, από αυτές οι τελευταίες δύο εμφανίστηκαν μόνο σε αυτόν τον σταθμό, ενώ από την πρώτη βρέθηκε εδώ το 91% των ζώων της. Ο σταθμός του Γοργόπη (AG7), που θεωρείται καθαρός επηρεάζεται από τα αιωρούμενα στερεά, το αδρό ίζημα και από το άζωτο των νιτρικών, εμφανίζεται σε

από τους προαναφερθέντες. Γύρω του συσπειρώνονται οι οικογένειες που βρέθηκαν μόνο σε αυτόν τον σταθμό: Nemouridae και Stratiomyidae καθώς και Hydropsychidae. Από την τελευταία το 80% του συνόλου των ζώων της οικογένειας βρέθηκε σε αυτόν τον σταθμό. Τέλος ο καλύτερος σταθμός A10, σύμφωνα με τον Ελληνικό βιολογικό δείκτη, εμφανίζεται κοντά στην αρχή των αξόνων δείχνοντας πως και πολλές ταξινομικές ομάδες έχει και δεν επηρεάζεται από κάποια από τις περιβαλλοντικές μεταβλητές ιδιαίτερα.

RHS

Η εκτίμηση της ποιότητας των ενδιαιτημάτων σε σχέση με τη σπανιότητα των χαρακτηριστικών στηρίχθηκε στα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν με τον έλεγχο σάρωσης (sweep- up) του RHS από 164 σταθμούς. Από τους σταθμούς αυτούς με το κριτήριο για συγκρισιμότητα μεταξύ των σταθμών εξαιρέθηκαν οι 8 σταθμοί των παραποτάμων.

Τα γενικά χαρακτηριστικά της περιοχής του ελληνικού τμήματος του Αξιού φαίνονται στον συγκεντρωτικό Πίνακα 3.9. και στα Διαγράμματα 3.23. – 3.26. που ακολουθούν.

Χρήσεις γης	E%	Π% ή E%
Φυλλοβόια/μικτό δάσος	14.70%	82.65%
Υπόβουλο δάσος	0.00%	4.49%
Θαμνόνας	12.82%	51.28%
Ψηλές πύες	1.92%	53.21%
Χαμηλές πύες	10.26%	75.00%
Βελτισμένο λιβάδι	0.00%	1.28%
Αρόσιμη γη	16.67%	45.51%
Υπότοπος	0.64%	28.85%
Επιφάνεια νερού	0.00%	13.46%
Αστική/ημιαστική υποδομή	7.69%	71.79%

Προφύλαξη	E%	Π% ή E%
Κάθετη/οριζική/κλίση	1.92%	11.54%
Κάθετη με ποδίσκο	4.49%	46.15%
Απότομη (>45°)	23.72%	87.82%
Ηπις	30.13%	94.87%
Σύνθετη	8.33%	74.36%
Διεσβετημένη	0.64%	16.67%
Ενισχυμένη -ολοκλήρη	0.00%	10.26%
Ενισχυμένη -μόνο κορυφή	0.00%	7.05%
Ενισχυμένη -μόνο βάση	0.00%	2.56%
Τεχνητή σε 2 στάδια	0.00%	0.00%
Βοσκήσιμη	23.72%	55.77%
Ανάχωμα	4.49%	24.36%
Πίσω ανάχωμα	25.64%	59.62%

Χαρακτηριστικά παρόχθιων δέντρων	E%	Π% ή E%
Σκίαση όχθης	0.00%	85.26%
Προεξέχοντα κλάδια	0.00%	23.08%
Εκτεθειμένες παρόχθιες ρίζες	0.00%	16.03%
Υποβρύχιες ρίζες δέντρων	0.00%	83.97%
Πεσμένα δέντρα	0.00%	60.26%
Παρουσιζόμενοι σωμαί ξύλων	0.00%	85.26%

Χαρακτηριστικά κοίτης	E%	Π% ή E%
Εκτεθειμένοι ογκώσιμοι	0.00%	2.56%
Νησιά χωρίς βλάστηση	5.77%	55.13%
Νησιά με βλάστηση	3.85%	31.41%
Σημο νησί	18.59%	48.72%
Πάγιες αποθέσεις χωρίς βλάστηση	10.90%	58.97%
Πάγιες αποθέσεις με βλάστηση	23.08%	62.18%

Χαρακτηριστικά ροής	E%	Π% ή E%
Αφρίζοντων στάσιμων κυμάτων	0.00%	1.92%
Στάσιμων κυμάτων (ρηχό ύψος)	0.00%	51.28%
Μη στάσιμων κυμάτων	14.74%	26.92%
Αναδύομενη	0.00%	7.05%
Ομαλή	88.46%	95.51%
Μικροβύες	1.28%	60.90%
Περθωρικά στάσιμα νερά	1.28%	60.25%

Ενικά είδη	E%	Π% ή E%
Ακακία	0.00%	38.46%
Βρωμόσα	0.00%	4.49%

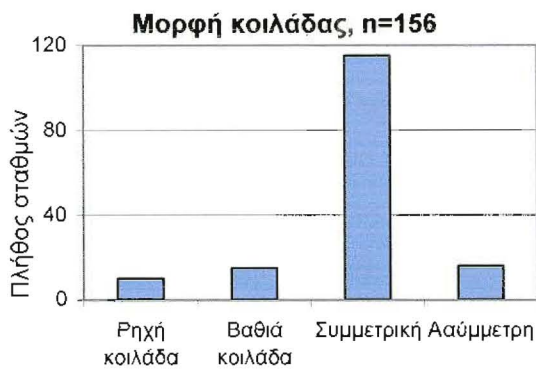
Ιδιαιτέρα χαρακτηριστικά	E%	Π% ή E%
Πολυαξιώδης κοίτη	1.28%	5.77%
Τεχνητά καταλόμενη έκταση	1.28%	1.92%
Φυσικά καταλόμενη έκταση	0.01%	0.03%

Τεχνητά χαρακτηριστικά	% Συχνότητα
Κλίσεις	0.64%
Τέφρες	5.77%
Μόνιμη εκροή του ποταμού	4.49%
Τεχνητές όχθες	1.28%
Ανακαταστήρες	16.67%

Πλάθος σταθμών	156	
Επιπτώσεις φράγματος		
	E%	Π% ή E%
Κατακρήνη νερού	7.69%	10.90%

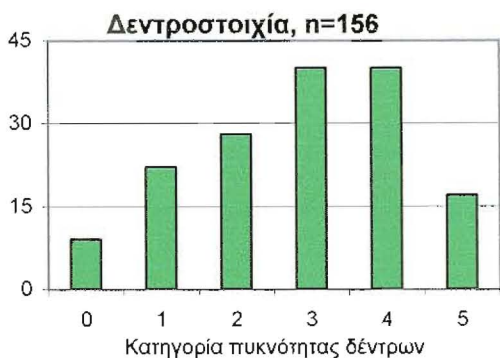
Επιβαρύνουσες δραστηριότητες	Αριθμός	Ποσοστό
Σκουριά	48	30.77%
Ανάλυση	41	26.28%
Βόσκηση	22	14.10%
Χωρίς καταγραφή	21	13.46%
Υπερβάθιση	18	11.54%
Τιποτα	17	10.90%
Αιμολιηγίες	17	10.90%
Μαζόγια	12	7.69%
Οικιακά απορρίμματα	11	7.05%
Φράγμα	9	5.77%
Απογύωση	8	5.13%
Ιλός	6	3.85%
Ρύπανση	4	2.56%
Υπερλάτωση	3	1.92%
Ρύπανση από καλλιεργείες	1	0.64%
Κατασκευή όρμου	1	0.64%
Δειβοστάσιο	1	0.64%
Χώρος αναγωγής	1	0.64%
Κατακρήνη νερού (όχι από)	1	0.64%
Αστικά λύματα	1	0.64%
Κυνήγι	1	0.64%
Αποστραγγιστικά	1	0.64%

Πληροφορίες Χαρτών	Μέσος όρος
Υψόμετρο	22.2
Κλίση	0.66
HMS (n=38)	6
HQA (n=38)	45



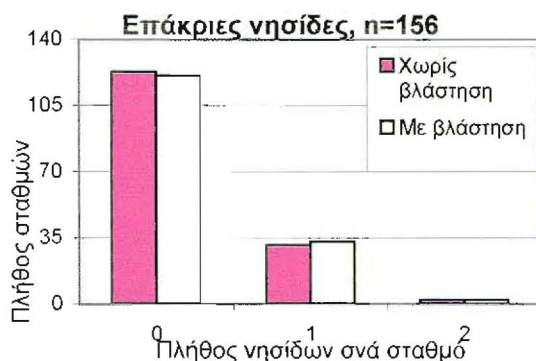
Διάγραμμα 3.23.

Η κατανομή των σταθμών δειγματοληψίας ως προς τη μορφή της ευρύτερης περιοχής. The surveyed sites according to their valley form



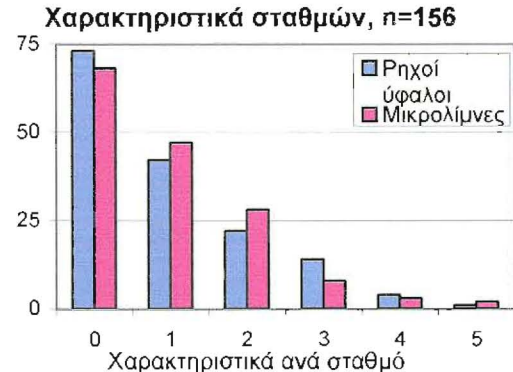
Διάγραμμα 3.24.

Η κατανομή των σταθμών αναφορικά με την πυκνότητα των δέντρων στις όχθες. The surveyed sites according to their bank tree density



Διάγραμμα 3.25.

Η κατανομή των σταθμών ως προς τον αριθμό των επάκριων νησίδων. The surveyed sites according to their number of point bars



Διάγραμμα 3.26.

Η κατανομή των σταθμών αναφορικά με τους ρηχούς ύφαλους και τις μικρολίμνες. The surveyed sites according to their riffles and pools.

Από τα αποτελέσματα της καταγραφής RHS στον Πίνακα 3.8. φαίνεται πως:

- Η παρουσία φυλλοβόλων στις όχθες είναι συχνή, κάτι που προκύπτει και από το Διάγραμμα 3.24. Δεν σχηματίζονται υγρότοποι παρότι η κλίση θα το επέτρεπε και οι υποδομές είναι αρκετά έντονες σε εμφάνιση δίπλα στο ποτάμι.
- Ο ποταμός είναι σε μεγάλο βαθμό τροποποιημένος, αφού η έκταση των αναχωμάτων αγγίζει το 30% εκτεταμένα και στις δύο όχθες και 74% είτε εκτεταμένα μόνο από τη μια όχθη είτε απλά καταγράφηκε ως παρών (σε έκταση μικρότερη του 33%) ή σε οποιονδήποτε άλλο ενδιαμέσο συνδυασμό.

- Η σκίαση, οι υποβρύχιες ρίζες των δέντρων και τα πεσμένα δέντρα συναντιούνται σε μεγάλο αριθμό σταθμών.
- Η ροή του στο πεδινό τμήμα που μελετάται δεν είναι ιδιαίτερα εντυπωσιακή.
- Η παρουσία των δύο ξενικών ειδών που καταγράφηκαν ήταν περισσότερο συχνή για την ακακία.
- Η πολυσχιδής κοίτη χαρακτηριστικό των μη τροποποιημένων ποταμών είναι πολύ περιορισμένης έκτασης.
- Δεν υπάρχουν πολλά τεχνητά χαρακτηριστικά.
- Η κατακράτηση του νερού στο τμήμα αυτό είναι μεγάλη αφού φτάνει στο 7,69%.
- Από την καταγραφή των προβλημάτων το πρώτο σε συχνότητα είναι αυτό των σκουπιδιών με δεύτερο τις αντλήσεις. Η βόσκηση ακολουθεί σε μικρότερο βαθμό με 14,1% και οι αμμοληψίες βρίσκονται ακόμη χαμηλότερα σε συχνότητα (έκταση) με 10,9%.

Από το Διάγραμμα 3.25. προκύπτει πως ο Αξιός έχει περιορισμένο αριθμό επάκριων νησίδων (point bars) κάτι που αναμενόταν λόγω μεγέθους και ευθυγράμμισης. Ο μικρός αριθμός ρηχών υφάλων και μικρολιμνών (Διάγραμμα 3.26.) ερμηνεύεται με το συνδυασμό μεγάλου μεγέθους και μικρής κλίσης.

Σπανιότητα

Σύμφωνα με τον Πίνακα 3.9. και το κριτήριο του 5% τα σπάνια χαρακτηριστικά που καταγράφηκαν και έχουν σημασία για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας αφορούν το υγρόφιλο δάσος και τον υγρότοπο από τις χρήσεις γης, την κάθετη/υποσκαμμένη και κάθετη με ποδίσκο από τα προφίλ της όχθης, τους εκτεθειμένους ογκόλιθους και τη νησίδα με βλάστηση από τα χαρακτηριστικά της κοίτης, τη ροή αφριζόντων στάσιμων κυμάτων και την πολυσχιδής κοίτη και την φυσικώς κατακλυσμένη έκταση από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά. Οι σταθμοί που συνδέονται με αυτά τα χαρακτηριστικά φαίνονται στον Πίνακα 3.10. που ακολουθεί.

Πίνακας 3.10. Οι σταθμοί που συγκεντρώνουν σπάνια χαρακτηριστικά, από αυτά που καταγράφηκαν με τη μέθοδο RHS, τον Αύγουστο του 2000 στο Ελληνικό τμήμα του ποταμού Αξιού (n=156).
The sites with at least one rare feature, with some value to wildlife, recorded by RHS, on August 2000, along the Greek part of Axios river (n = 156).

Χαρακτηριστικό	Σταθμός
Υγρόφιλο δάσος	AX050, AX064, AX136, AX049, AX140, AX144, AX149
Υγρότοπος	AX050
Κάθετη/υποσκαμμένη όχθη	AX026, A16, A27
Κάθετη με ποδίσκο όχθη	AX073, A24, A29, AX120, A37, AX151, A40
Εκτεθειμένη ογκόλιθοι κοίτης	A16, AX120, AX126, AX141
Νησίδα με βλάστηση	AX022, A06, AX043, AX092, AX094, AX144
Ροή αφριζόντων στάσιμων κυμάτων	A30, AX117
Πολυσχιδής κοίτη	A15, AX107
Φυσικά κατακλυσμένη έκταση	A13, A04, AX027, AX029

Από τον Πίνακα 3.10. λίγοι είναι οι σταθμοί που συγκεντρώνουν πάνω από ένα χαρακτηριστικό. Τέτοιοι είναι ο A16, ο AX050, ο AX120 και ο AX144. Στους σταθμούς αυτούς δεν έχει καταγραφεί κάποιο πρόβλημα, εκτός του A24 και του A16 που υφίσταται τις επιπτώσεις του φράγματος της Έλλης και πρόκειται για περιοχές που παραμένουν χωρίς κάποια επιβαρύνουσα ανθρώπινη δραστηριότητα.

Δείκτης ποιότητας της δομής των ενδιαιτημάτων, HQA.

Τα αποτελέσματα αυτής της πλήρους καταγραφής φαίνονται στον Πίνακα 3.11.. Οι σταθμοί είναι 46 και σε αυτούς συμπεριλαμβάνονται και οι 8 των παραποτάμων (3 στον Γοργόπη και 5 στο Βαρδαρόβασι).

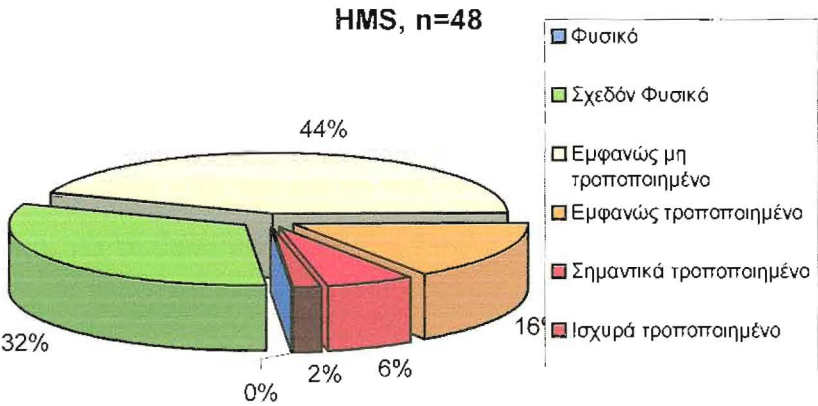
Πίνακας 3.11. Οι εκτιμήσεις των 46 σταθμών δειγματοληψίας ως προς το εύρος των τροποίσεων (HMScore) την κλάση τροποποίησης (HM Class) και την ποιότητα δομής των ενδιαιτημάτων (HQA).
The assessment over the 46 sampling sites as to their modification extend (HMS) their modification class (HM Class) and the quality of the structure of their habitats (HQA).

Σταθμοί	HMS	HM Class	HQA	Σταθμοί	HMS	HM Class	HQA
A02	1	1	29	A26	1	1	65
A03	1	1	35	A27	2	1	60
A04	2	1	37	A28	1	1	62
A05	2	1	31	A29	1	1	51
A06	4	2	37	A30	8	2	41
A07	3	2	46	A31	9	3	42
A08	4	2	25	A32	4	2	57
A09	3	2	35	A33	2	1	39
A10	11	3	33	A34	0	1	47
A11	9	3	50	A35	11	3	47
A12	5	2	53	A36	0	1	51
A13	4	2	47	A37	4	2	47
A14	22	4	41	A38	6	2	43
A15	1	1	59	A39	7	2	52
A16	35	4	42	A40	8	2	52
A18	10	3	46	AG5	8	2	50
A19	7	2	46	AG6	5	2	55
A20	13	3	33	AG8	0	1	58
A21	3	2	50	AB1	46	5	33
A22	7	2	53	AB2	45	5	16
A23	4	2	47	AB3	47	5	16
A24	14	3	38	AB4	45	5	15
A25	1	1	49	AB5	47	5	25

Η Environmental Agency, στη Μεγάλη Βρετανία, χρησιμοποιεί τη μέθοδος της ανάλυσης των κύριων συστατικών (Principal Component Analysis) για την κατάταξη των σταθμών του RHS, έτσι ώστε να συγκριθούν ως προς τους δείκτες HQA και HMS όμοιου τύπου σταθμοί, με κριτήρια τα στοιχεία του υψομέτρου του, την κλίση, την απόσταση από την πηγή και το υψόμετρο της πηγής (Holmes, 2000). Στην συνέχεια και αφού απεικονισθούν σε δισδιάστατο γράφημα οι σταθμοί, επιλέγονται οι 100 πλησιέστεροι στον σταθμό που ενδιαφέρει και ελέγχεται αν η τιμή του HQA συγκρινόμενη με των υπολοίπων βρίσκεται μέσα στις 20% υψηλότερες (Raven et al, 1998). Στην παρούσα εργασία δεν έγινε ανάλογη προσπάθεια λόγω της ανυπαρξίας δεδομένων. Η ανάλυση των κύριων συστατικών ελέγχει πάντα δεδομένα του ίδιου ποταμού απεικονίζοντας τα σε μια καμπύλη γραμμή, γεγονός που δεν επιτρέπει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Αντί αυτού έγινε σύγκριση μόνο μεταξύ των

σταθμών του κυρίως ποταμού του Αξιού από το Ελληνικό τμήμα (38) και του τμήματος της χώρας των Σκοπίων (10).

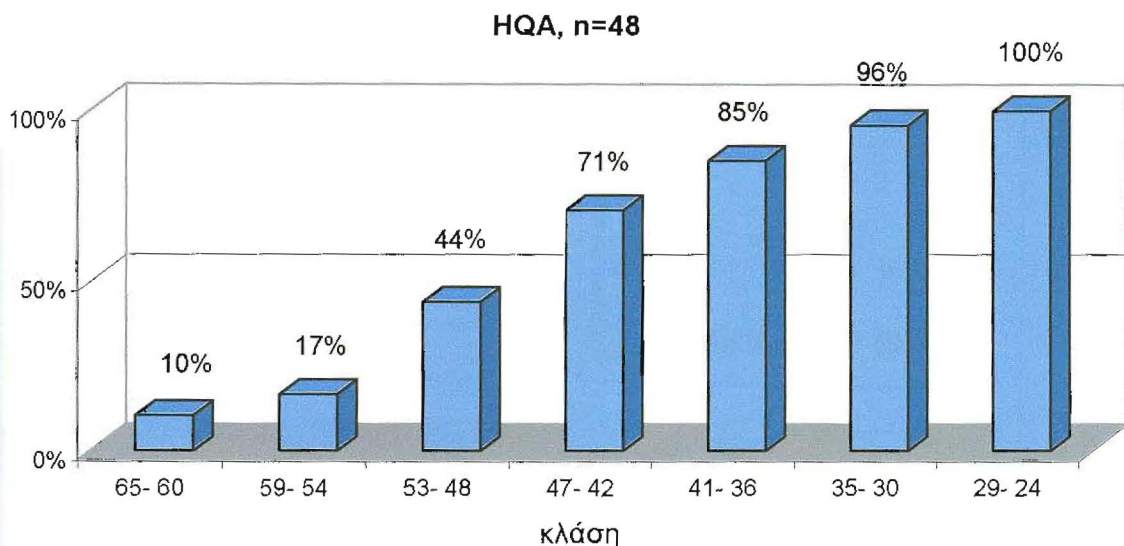
Από τον Πίνακα 3.11. προκύπτει πως οι 5 καλύτεροι Ελληνικοί σταθμοί ως προς τον δείκτη ποιότητας HQA είναι οι A26, A28, A27, A15 και AG8. Στον αντίποδα οι 5 φτωχότεροι είναι οι AB5, A08, AB3, AB2 και AB4, οι 4 σταθμοί είναι στο Βαρδαρόβασι. Στο σύνολό τους οι 5 σταθμοί του Βαρδαρόβασι ανήκουν και στη μεγαλύτερη κλάση (HM Class) τροποποιημένων σταθμών. Σχετικά με τον βαθμό τροποποίησης (HMS), οι καθόλου τροποποιημένοι σταθμοί είναι ο AG8, ο A26 και ο A34. Τα αποτελέσματα των δεικτών HMS και HQA φαίνονται στο Διάγραμμα 3.27. και 3.28. αντίστοιχα.



Διάγραμμα 3.27. Η ποσοστιαία κατανομή των 48 σταθμών δειγματοληψίας (RHS -complete) στον Αξιό, σύμφωνα με το δείκτη τροποποιήσεων (HMS και HM Class)
The distribution of the 48 sampling sites (RHS –complete) of Axios, ranked by their modification score (HMS).

Στο Διάγραμμα 3.27. φαίνεται πως δεν υπάρχουν φυσικοί σταθμοί στον Αξιό και το ποσοστό των ισχυρά τροποποιημένων είναι 2%. Η περισσότεροι σταθμοί βρίσκονται μεταξύ των κατηγοριών 1 και 2 του δείκτη HM Class.

Για τον καθορισμό του κριτηρίου του 20% μεταξύ παρομοίων σταθμών που αφορά τον δείκτη HQA, εξαιρέθηκαν οι 8 σταθμοί των παραποτάμων και συμπεριλήφθηκαν 12 από τη δειγματοληψία που έγινε στον ποταμό Αξιό στο τμήμα των Σκοπίων.



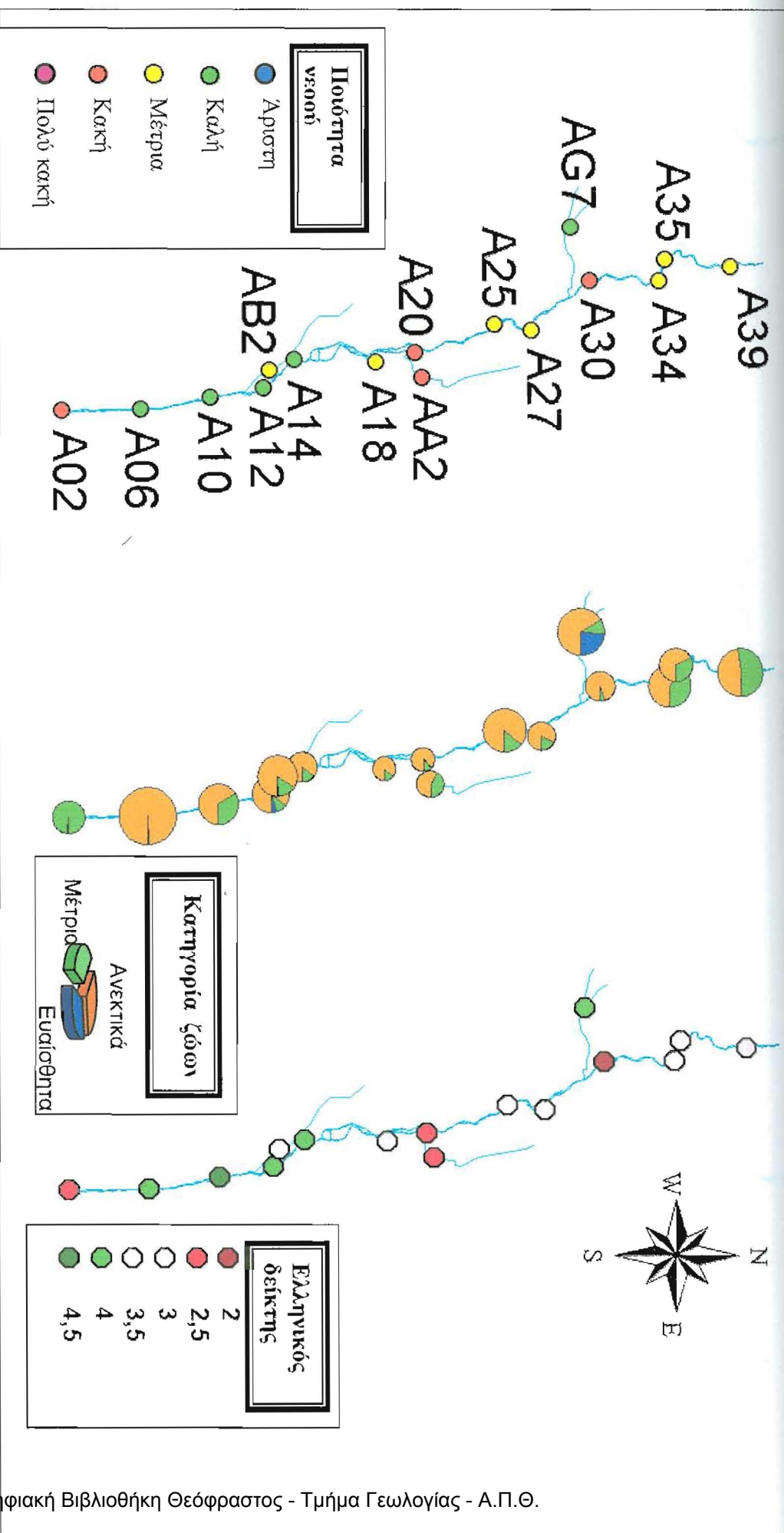
Διάγραμμα 3.28. Αθροιστική ποσοστιαία κατανομή των 48 σταθμών του Αξιού σύμφωνα με την ομαδοποίηση της βαθμολόγησης της ποιότητας των ενδιατημάτων (HQA) σε 7 κλάσεις με το κριτήριο του 20%.
Cumulative percentage distribution of the 48 sites of Axios according to their quality of structure of habitats (HQA) in 7 clusters with the criterion of high quality 20%.

Από το Διάγραμμα 3.28. προκύπτει πως οι σταθμοί με HQA μεγαλύτερο του 54 είναι σημαντικοί για τη βιοποικιλότητα. Οι σταθμοί αυτοί είναι ο A26, A28, A27, A15 και ο A32.

Μια από τις πολλές εφαρμογές του RHS είναι η καταγραφή των εισβαλλόντων ξενικών ειδών που συναντώνται στην παρόχθια ζώνη και φαίνεται στο Σχήμα 3.4..

Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS)

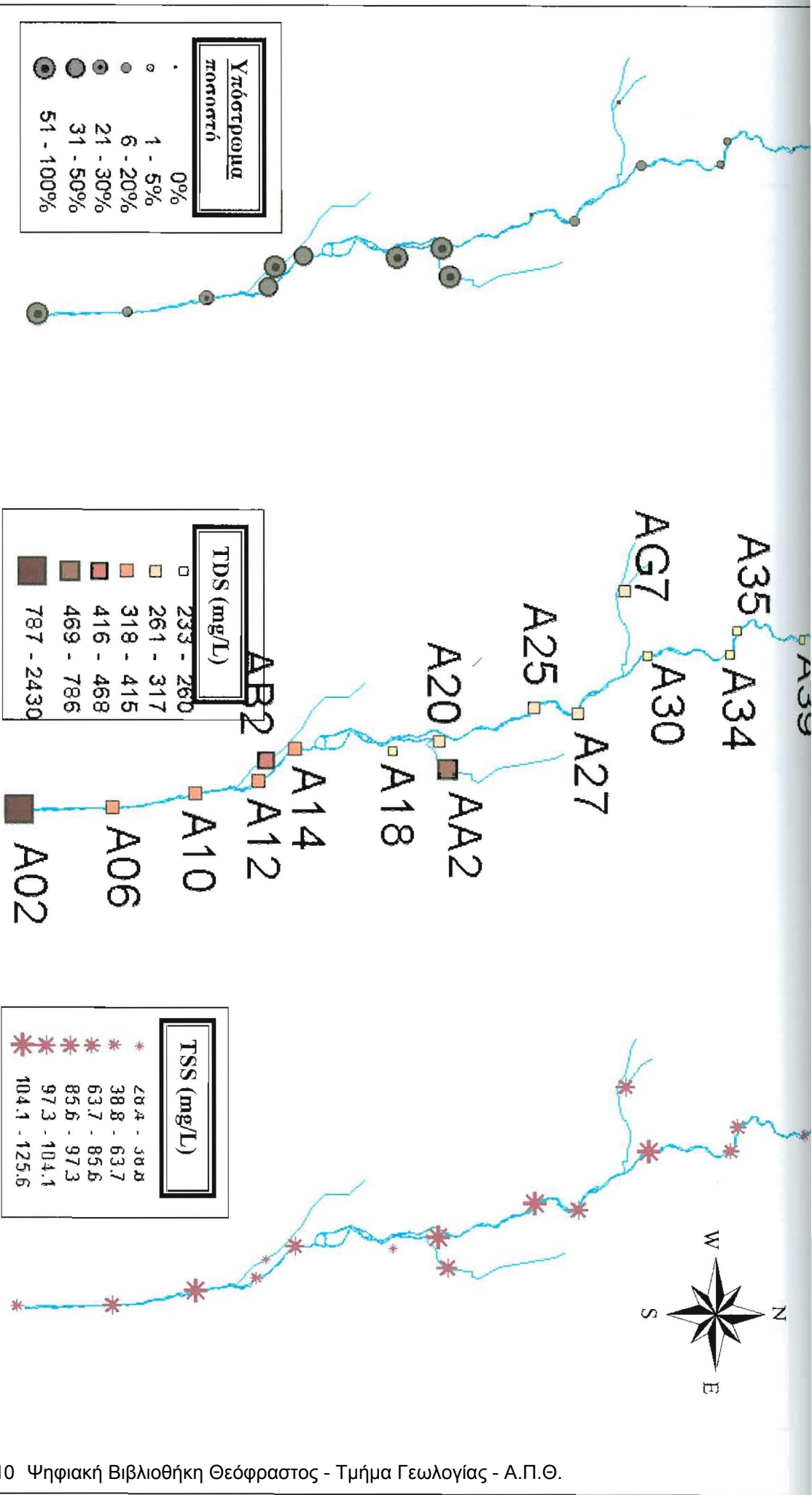
Η εισαγωγή των χωρικών δεδομένων έγινε στο Imagine 8.0, της ERDAS. Η επεξεργασία των χωρικών στοιχείων και των δεδομένων της παρούσας μελέτης έγινε από το πρόγραμμα ArcView 3.2 της ESRI. Τα αποτελέσματα φαίνονται στα Σχήματα 3.1 έως και 3.5..



Σχήμα 3.1.

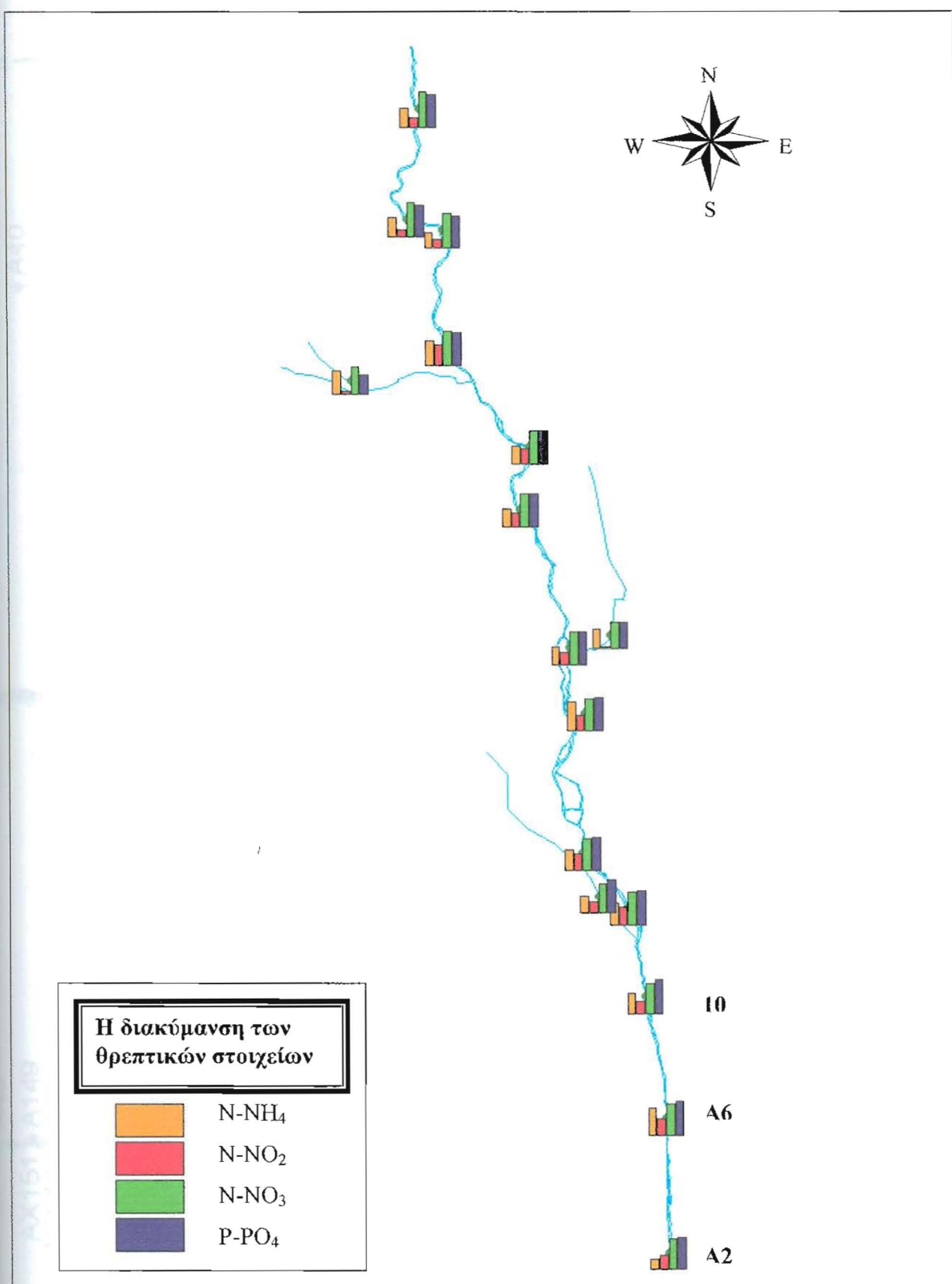
Τα δεδομένα της δειγματοληψίας βενθικών μακροασπονδύλων από τους 16 σταθμούς, κατά μήκος του Ελληνικού τμήματος του Αξιού και των παραποτάμιων του (Ανδρούτσος 2000). Αριστερά, η αξιολόγηση των σταθμών με τη κλίμακα της οδηγίας 2000/60Κ/ΕΕ. Στο κέντρο, η σύσταση των βιολογικών δειγμάτων σε άτομα ανάλογα με την ευαισθησία τους στην οργανική ρύπανση και το μέγεθος του διαγράμματος δίνει σε κλίμακα την αφθονία των ζώων που βρέθηκαν. Δεξιά, η αξιολόγηση των σταθμών με βάση τη βαθμολόγησή τους από τον Ελληνικό βιολογικό δείκτη.

The benthic macroinvertebrate data from the 16 sampling points, along the Greek part of Axios river and its main tributaries, August 2000. On the left map, the sampling points presented are rated according to the proposed scale of the 2000/60K/EC Directive. At the center map, the abundance and the composition of the macroinvertebrate samples, ranked by their sensitivity in organic pollution, is presented. On the right map, the sampling points rated according to the Greek Biological Index.



Σχήμα 3.2.

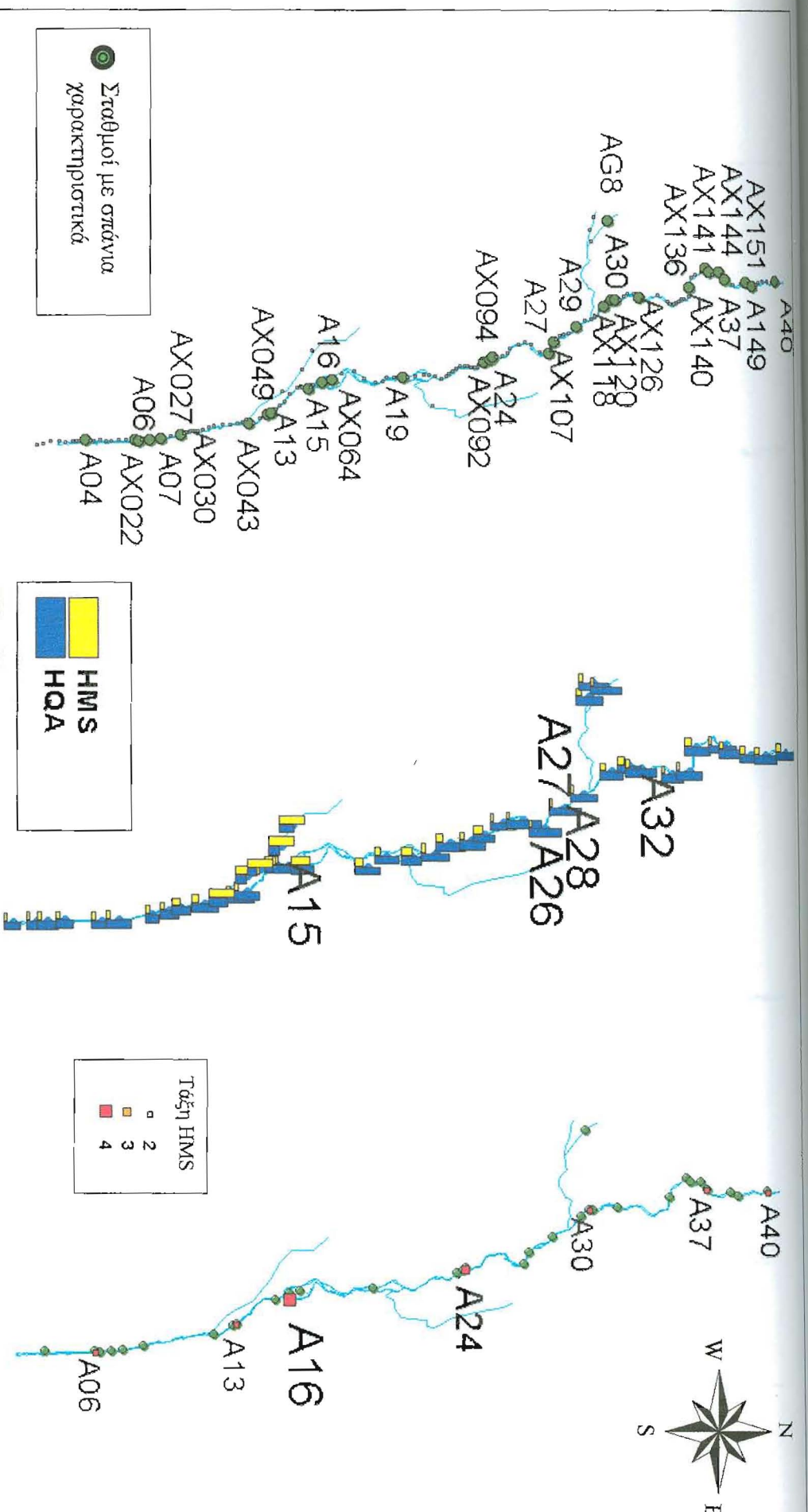
Τα δεδομένα των φυσικοχημικών της δειγματοληψίας στους 16 σταθμούς του Ελληνικού Αξιού και των παραποτάμιων του. Αριστερά το ποσοστό της λάσης στο υπόστρωμα. Στο κέντρο τα ολικά διαλυμένα στερεά, σε mg/l. Δεξιά τα ολικά αιωρούμενα στερεά, σε mg/l. The physicochemical data of the 16 sampling points along the Greek part of Axios river and its main tributaries. On the left the percentage of silt covering the substrate at the sampling points is presented, on the center map the concentration of the total dissolved solids (TDS) and on the left map the concentration of the water samples in total suspended solids (TSS).



Σχήμα 3.3.

Χάρτης των 16 σταθμών δειγματοληψίας στο Ελληνικό τμήμα του Αξιού με τους λογάριθμους των τιμών των θρεπτικών στοιχείων N, P.

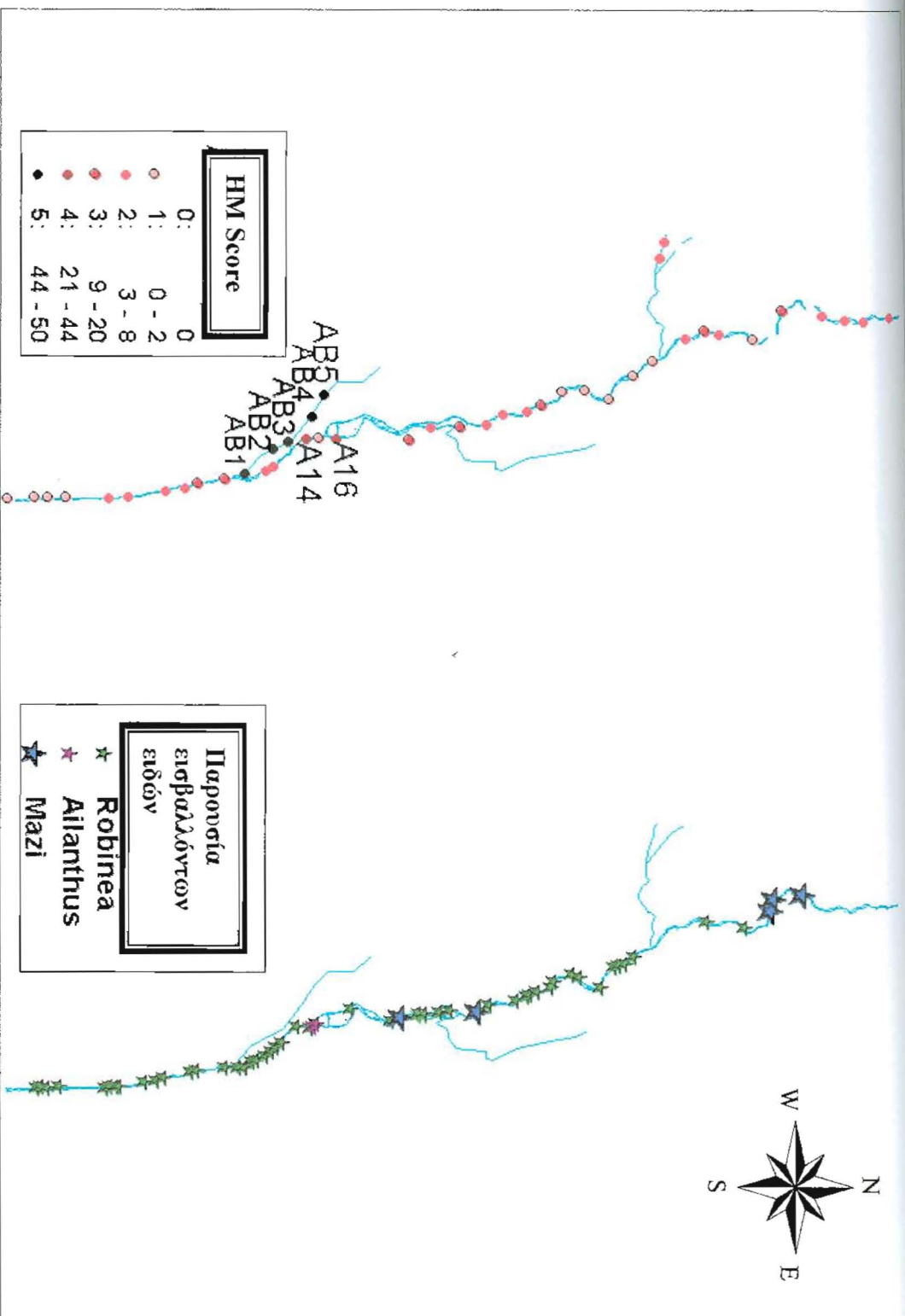
The fluctuation of the water samples in nutrients (N, P) of the 16 sampling points of the Greek part of Axios river.



Σχήμα 3.4.

Η χωρική απεικόνιση των δεδομένων του RHS. Δεξιά οι σταθμοί που συγκεντρώσαν τουλάχιστον ένα σπάνιο χαρακτηριστικό κατά τη sweep-up δειγματοληψία σε 156 σταθμούς. Στο κέντρο τα αποτελέσματα των δεικτών τροποποίησης (HMS) και ποιότητας (HQA), αναγράφονται στο χάρτη μόνο οι σταθμοί που βρίσκονται ως προς την ποιότητα μέσα στο 20% των καλύτερων. Αριστερά ο χάρτης των σταθμών που συγκεντρώνουν τουλάχιστον ένα σπάνιο χαρακτηριστικό και όσοι από αυτούς είναι τροποποιημένοι.

The RHS data. On the right map the sampling sites with at least one rare feature, recorded at the sweep-up RHS of the total 156 sites, are presented. At the center the results of the modification index (HMS) and the quality index (HQA), the presented sites' names are of those that belong at the top quality 20% sites, are presented. On the left map the sites with at least one rare feature and those of them that are modified are presented.



Σχήμα 3.5.

Εφαρμογές του RHS. Αριστερά οι περιοχές προτεραιότητας σύμφωνα με την οδηγία 2000/60Κ/ΕΕ. Η διαβάθμιση του δείκτη τροποποίησης ΗΜS αφορά τις 6 κλάσεις του δείκτη ΗΜ class. Δεξιά τα αποτελέσματα της καταγραφής της παρουσίας δύο ξενικών ειδών, της ακακίας και της βρωμιάδας, κατά μήκος του ποταμού Αξιού και των παραποτάμιών του, τον Αύγουστο του 2000. Applications of RHS. On the left map the areas of priority for restoration according to the 2000/60Κ/ΕΕ Directive, ranked according to their modification class, are presented. On the right map the presence of two invasive plant species, Robinea sp. and Ailanthus altissima is demonstrated.

4. Συζήτηση

Η παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας ενός ποταμού δεν είναι απλή, καθώς το ζήτημα της ποιότητας μπορεί να αφορά πολλές παραμέτρους. Η οικολογική ποιότητα, από τον ορισμό της, σχετίζεται με τις αλληλεπιδράσεις των βιοτικών και αβιοτικών στοιχείων. Η γνώση των μηχανισμών αυτής της αλληλεπίδρασης είναι το ζητούμενο για κάθε υπεύθυνη διαχειριστική αρχή. Θέματα όπως διατήρηση, ανόρθωση, επαναφορά, προστασία, χρειάζονται μεθόδους που να μπορούν να περιγράψουν την υφιστάμενη κατάσταση και να προβλέψουν με αξιοπιστία. Εφόσον είναι αδύνατο να διατηρηθεί στο σύνολό του το φυσικό περιβάλλον, τότε θα πρέπει να γίνει ιεράρχηση των προτεραιοτήτων. Οι προτεραιότητες αυτές αποτέλεσαν το θέμα αρκετών διεθνών συνθηκών, κοινοτικών οδηγιών και εθνικών νόμων και κανονισμών. Με τη σχετικά πρόσφατη οδηγία για τα εσωτερικά ύδατα όμως, ορίζεται αρμόδια διαχειριστική αρχή για κάθε λεκάνη απορροής. Κάτι τέτοιο προϋποθέτει πως η τοπική αυτή αρχή θα βρίσκεται σε θέση να δικαιολογήσει την αναγκαιότητα των έργων που είτε αναδεικνύουν, είτε προστατεύουν, είτε επαναφέρουν κάποιο οικοσύστημα. Για όλους τους παραπάνω λόγους η αναζήτηση του καλύτερου συνδυασμού παρακολούθησης γίνεται επιτακτική.

Φυσικοχημική, χημική ποιότητα

Από τη φυσική άποψη τα ποτάμια είναι μεταφορείς νερού και προϊόντων διάβρωσης (Favretto, 1999). Η χημική σύσταση των ποταμών εξαρτάται από τη λιθολογία, την αυτόχθονη παραγωγή, τη φυσική και την ανθρωπογενή αλλόχθονη οργανική ουσία (Billen et al., 1995).

Η φυσικοχημική ποιότητα του ποταμού Αξιού, σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, είναι μάλλον άσχημη.

Ο βαθμός κορεσμού σε διαλυμένο οξυγόνο έπεσε σε 2 σταθμούς κάτω από την ενδεικτική τιμή της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Βέβαια, στο σταθμό A18 που βρίσκεται στο φράγμα της Έλλης το βάθος είναι μεγάλο και η ροή είναι ελάχιστη με αποτέλεσμα το νερό να μην οξυγονώνεται όπως θα έπρεπε. Στο σταθμό AA2, στο αποστραγγιστικό κανάλι Αρτζάν- Αγιάκ, το νερό ήταν στάσιμο σε υπόστρωμα ιλύος

και το οξύγνο αναμεινεται να παρυσιαζει μεγáλες διακυμáνσεις σε ημερήσια βάση, αφού και η διαλυτότητα και η παραγωγή οξυγόνου, επηρεάζονται από τη θερμοκρασία και την ηλιοφάνεια (Callow & Pets, 1992). Στους σταθμούς με τις ιδιαιτέρα μεγάλες τιμές κορεσμού A₆, A₂ αναμεινονται μεγáλες συγκεντρώσεις φωτοσυνθετικών οργανισμών (Hynes, 1970) κάτι που έχει σημειωθεί σε προηγούμενη εργασία (Moustaka-Gouni et al., 1992).

Η θερμοκρασία σχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, την εποχή και αν το ποτάμι ξεκινά από πηγές ή από λίμνη (Hynes, 1970). Η ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού, σύμφωνα με το Smith (1981) ακολουθεί κανονική συμπεριική κατανομή (Pettis & Callow, 1992). Στην παρούσα μελέτη η θερμοκρασία κυμáνθηκε σε υψηλά επίπεδα προφανώς λόγω εποχής. Σε 5 σταθμούς ζετέρμαε την ενδοετική τιμή των 25 °C. Το γεγονός πως ήταν όλαι σταθμοί μετά το φράγμα και η μετáβαλή συμβάινει απότομα οδηγεί την αναζήτηση της αιτίας στις επιπτώσεις του φράγματος. Στη βιολογία αναφέρεται πως σε μεγάλα φράγματα (με μετáλο ύψος) συμβáινει η αντίστροφη μετáβαλή, στον ποταμό Colorado η μέση ετήσια θερμοκρασία μειώθηκε στο κατώτερο του φράγματος, όπως και το εύρος της διακύμανσης της (Webb et al., 1999). Στην περίπτωση του Αζίου όπου η θερμοκρασία αυξάινεται, το γεγονός αποδίδεται στο μικρό ύψος του φράγματος και την παλαιοτήτά του (γέματο από υαίκο αποθέσης) όπου στο άνωτε η κατακλυσμύνη περιοχή δεν είναι βαθιά ενώ η ποή του νερού είναι στη συγκεκριμένη χρονική περίοδο αργή λόγω της κατακλυσμύνης των νερών προς άρδευση και που έχει ως άμεσο αποτέλεσμα την έκθεση μικρότερης ποσότητας νερού στην ηλιακή ακτινοβολία σε πηχή και πλάτια κοίτη (μικρή ταχύτητα) (Cazaubon & Giudicelli, 1999). Η άνοδος της θερμοκρασίας συνεχίζεται με την ανωπαρία σκίασης, δηλαδή παρόχθιας βλάστησης σε όλο το κατώτε τημήμα (Ward, 1984). Στην περίπτωση του Αζίου, ειδικά τον Άνγστο, τα είδη αναμεινεται να περιορίζονται μόνο σε ευρυθεπικά.

Τα αιωρούμενα στερεά είναι οργανικά και άνοργανα υαικά, η ποζέλευση των οποίων μπορεί να είναι είτε αυτόχθονος, είτε αλλόχθονος (Callow & Pets, 1992). Υψηλές συγκεντρώσεις οαικών αιωρούμενων στερεών επιδρούν σημαντικά στη βεθοπανίδα. Απόθεση των σωματιδίων σε χαλίκια πνίγει τα διάτομα, τα βεθικά φύκη, τα μακροσπόνδυλα και τα άνωτα των ψαριών. Τα κατασκευαστικά έργα είναι συνήθως

πηγή μη τοξικών αιωρούμενων στερεών (Jeffries & Mills, 1990) και στην περίπτωση του Αξίου σε αυτά συμπεριλαμβάνονται οι αμμοληψίες. Όταν τα κατασκευαστικά έργα λαμβάνουν χώρα σε πρώην καλλιεργούμενες εκτάσεις οι επιπτώσεις μεγεθύνονται (Smith & Stopp, 1978). Αξίζει να αναφερθεί πως το φράγμα της Έλλης λειτουργεί ευεργετικά στην απομάκρυνση των αιωρούμενων στερεών από το νερό του ποταμού, λόγω της μικρότερης ταχύτητας ροής στον ταμιευτήρα.. Έχει αποδειχθεί πως τέτοιες κατακρατήσεις νερού μπορούν να εξυπηρετήσουν τον έλεγχο της μεταφοράς ρυπασμένων λεπτόκοκκων ιζημάτων και να περιορίσουν τη διάθεσή τους σε οικολογικά ευαίσθητες περιοχές (Palanques et al., 1990). Ωστόσο, η παγίδευση των αιωρούμενων στερεών σε τεχνητά φράγματα έχει επιπτώσεις στην ποιότητα των κατάντη ιζημάτων και τη διάβρωση της ακτής (Palanques et al., 1990). Στον παραπόταμο Βαρδαρόβασι η μικρή τιμή σε αιωρούμενα αποδίδεται στην παρόχθια και υδρόβια βλάστηση, που κυρίως με μηχανικούς τρόπους, αυξάνουν τους ρυθμούς ιζηματογένεσης (Hupp et al., 1993). Τέλος στο Αρτζάν- Αγιάκ η μικρή τιμή οφείλεται στη στασιμότητα των υδάτων.

Το pH κυμάνθηκε σε 4 σταθμούς σε επίπεδα εκτός του διαστήματος των ενδεικτικών τιμών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Η κατάσταση αυτή έχει παρατηρηθεί και στο παρελθόν κατά την περίοδο του καλοκαιριού (Λαζαρίδου, 1998). Ενδιαφέρον είναι πως και οι 4 βρίσκονται στο κατάντη του φράγματος. Η διακύμανση του pH μεταξύ των σταθμών έχει να κάνει με τις ρυπαντικές εισροές που δέχεται ο ποταμός και με διαδικασίες ενεργοποίησης και απενεργοποίησης του ιζήματος. Η επαναιώρηση των ιζημάτων στο νερό εξαρτάται από την κοκκομετρία, τη συνοχή και την περιεκτικότητα σε (μοριακό) νερό που έχουν (De Billy et al., 2000).

Η αγωγιμότητα ξεπέρασε το κοινοτικό όριο σε όλους τους σταθμούς. Η μεγάλη τιμή της αγωγιμότητας στον Αξίο έχει εντοπιστεί και σε προηγούμενες έρευνες (Vasilikiotis et al., 1991; Γανίδου & Πιτσάβας, 1997; Λαζαρίδου, 1998). Η αγωγιμότητα συνδέεται με τη συγκέντρωση των διαλυμένων στερεών. Και εδώ εμφανίζεται διαφορετική η κατάσταση στους σταθμούς πριν και μετά το φράγμα. Η κατάσταση αυτή μπορεί να οφείλεται, όπως και στην περίπτωση του pH, σε εισροές ρυπαντικών φορτίων, σε μηχανισμούς ενεργοποίησης του ιζήματος ή στην εξάτμιση του νερού, αφού ήδη υπάρχουν ψηλές θερμοκρασίες. Η υπερμεγέθης τιμή του

σταθμού Α2, των εκβολών, οφείλεται στην παρουσία του θαλάσσιου νερού, κάτι που φάνηκε και στη σύσταση της βενθοπανίδας.

Τα αποτελέσματα της χημικής ανάλυσης για τα θρεπτικά στοιχεία άζωτο και φώσφορο έδειξαν πως ο ποταμός είναι ήδη επιβαρυνμένος στα σύνορα. Στη χώρα των ζκοπίων δέχεται πάρα πολλές και διαφορετικές πιέσεις. Στον Ελλαηνικό χώρο και για την περίοδο της συγκεκριμένης δεγματοληψίας, οι περιοχές επιβάρυνσης είναι συγκεκριμένες (Διάγραμμα 3.13. και Σχήμα 3.3.). Αυτές βρίσκονται κυρίως στην περιοχή Αξιούπολης - Πολυκάστρου (Α34 - Α30) όπου αφορούν αστικά λυμματα και απόβλητα σφαγείων, στην περιοχή των αιματοληψιών και της συμβολής της αποστραγγιστικής τάφρου του Αγρίαν-Αγιάκ-Αμάτοβο (Α20 - Α18) όπου αφορούν κυρίως γεωργικά κατάλοιπα και στην περιοχή του Ανατολικού - Χαλκιδας (Α10 - Α6) όπου το υψηλό επίπεδο των θρεπτικών πρέπει να σχετίζεται με τους καλαμπρητικές φροντίδες των γεωργικών εκτάσεων. Σύμφωνα με τους Home και Goldman το επίπεδο των θρεπτικών θα πρέπει κάποτε να ήταν πιο σταθερό και οι απότομες και μεγάλες διακυμάνσεις που παρατηρούνται σήμερα πρέπει να σχετίζονται με τη χρήση λιπασμάτων (Home & Goldman, 1998). Η κυρίως μεταφορά και διάλυση των θρεπτικών οφείλεται στα αιωρούμενα στερεά (Callow & Pets, 1992), γεγονός που εξηγεί την πρωτική τάση των θρεπτικών στις περιοχές μεταξύ των σταθμών Α30 - Α27 και του φράγματος (Α18 - Α14) (Σχήμα 3.5.). Διαφορετική είναι η περίπτωση της ήπιας πίεσης του επιπέδου των θρεπτικών στην περιοχή Α12 - Α10, δηλαδή στη περιοχή που συμβάλλει το Βαρδαρόβασι. Η συμβολή με το Βαρδαρόβασι που έχει μικρότερες συγκεντρώσεις από το σταθμό Α12 σε όλα τα θρεπτικά και με τις παρόντες συνθήκες παροχής συντελεί στην αραίωση του πυκνικού φορτίου. Ο ίδιος ο παραπόταμος Βαρδαρόβασι, παρότι δέχεται αστικά λυμματα και νερά αποστραγγιστικών καναλιών, διατηρεί χαμηλές συγκεντρώσεις σε όλα τα θρεπτικά λόγω του φυσικού καθαρισμού που συνελαίται εξαιτίας της υδροχάρους βλάστησης που αναπτύσσεται την περίοδο του καλοκαιριού. Η ανάλυση των επιπέδων τιμών των παραμέτρων των θρεπτικών έδειξαν πως υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα με τα αιμωμένα. Σε 5 σταθμούς, Α6, Α12, Α18, Α30 και ΑΓ7, ξεπεράσαν την ενδεικτική τιμή της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Υδροποφολογικά στοιχεία

Η φύση των υποστρωμάτων που χρησιμοποιούνται από την υδατική χλωρίδα και

πανίδα, των οποίων η αφθονία και ποικιλότητα συνδέεται με την ετερογένεια των ποτάμιων ενδιαιτημάτων, εξαρτάται από τις φυσικές διαδικασίες που επιφέρει η ροή (Ward, 1992; Townsend & Hildrew, 1994). Μελέτες για τα βενθικά μακροασπόνδυλα αποκαλύπτουν πως συγκεκριμένα είδη περιορίζονται σε πολύ διακριτούς τύπους υποστρώματος και άλλα είδη είναι περισσότερο άφθονα σε έναν τύπο παρά σε άλλους (Hynes, 1970).

Τα αποτελέσματα της υδρομορφολογικής ποιότητας στον Αξιό ανέδειξαν δύο σημαντικά προβλήματα, της ιλύος και της μείωσης της παροχής.

Το υπόστρωμα στους σταθμούς αποτελούνταν κυρίως από ιλύ, άμμο και χαλίκια, με εξαίρεση το σταθμό του Γοργόπη (AG7) που περιείχε και ογκόλιθους. Η σύσταση σε λεπτόκοκκα υλικά ήταν αναμενόμενη αφού αυτό το τμήμα του Αξιού είναι πεδινό, και χαρακτηρίζεται από ήπιες κλίσεις. Η μεγάλη συχνότητα όμως της εμφάνισης ιλύος στους σταθμούς συνιστά πρόβλημα που δεν συνδέεται με τις φυσικές διαδικασίες. Οι πηγές της ιλύος σχετίζονται με τα αποστραγγιστικά κανάλια του Αρτζάν - Αγιάκ και του Βαρδαρόβας και δεν είναι άλλες από τα γειτονικά χωράφια.

Το μεγαλύτερο πρόβλημα ωστόσο είναι αυτό της μείωσης της παροχής. Η ποσότητα που εισέρχεται στην Ελλάδα, ανέρχεται στα $24,83 \text{ m}^3/\text{s}$, δεν επαρκεί για να φτάσει ο ποταμός στον Θερμαϊκό. Στο ήδη υπάρχον πρόβλημα του αρδευτικού φράγματος της Έλλης προστίθενται οι ανεξέλεγκτες παράνομες αντλήσεις που γίνονται από τις όχθες του ποταμού. Όπως έδειξε και η καταγραφή του RHS οι αντλήσεις αποτελούν το δεύτερο πιο συχνό πρόβλημα με συχνότητα 26,28%. Το πρόβλημα διαφαίνεται σοβαρότερο με την υφαλμύρωση των υπογείων υδάτων στην περιοχή του δέλτα.

Το πρόβλημα πρέπει να εντείνεται κατά τη περίοδο του Σεπτεμβρίου. Με την πάροδο του χρόνου και τις κλιματικές μεταβολές διαφαίνεται πως θα αποτελέσει το μεγαλύτερο πρόβλημα στη διαχείριση του ποταμού.

Βιολογική ποιότητα

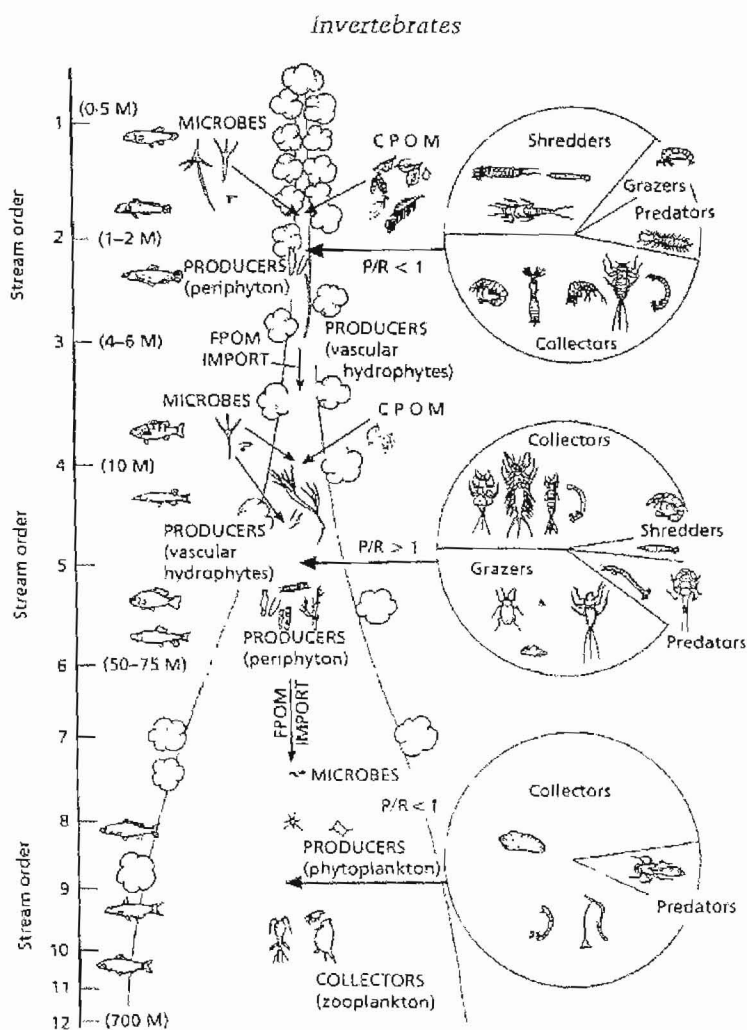
Σύμφωνα με την αρχή της συνέχειας των ποταμών, River Continuum Concept από τους Vannote et al (1979) (Σχήμα 4.1.), κάθε ποτάμιο σύστημα αποτελεί μια συνέχεια φυσικών διαβαθμίσεων και συνεπακόλουθων βιολογικών προσαρμογών (Λαζαρίδου,

1998). Σημαντικοί για τη διαμόρφωση των βενθικών κοινωνιών είναι διάφοροι βιοτικοί και αβιοτικοί παράγοντες. Αβιοτικοί παράγοντες είναι ο τύπος υποστρώματος, η ροή, η χημική σύσταση του νερού και τα φυσικά χαρακτηριστικά του νερού. Βιοτικοί είναι η βλάστηση, η διαθεσιμότητα τροφής και καταφυγίου, και οι σχέσεις ανταγωνισμού και θήρευσης μεταξύ των βενθικών μακροασπονδύλων (Hynes, 1970).

Σχήμα 2.4.

Γενικευμένο μοντέλο των εναλλαγών στις σχετικές αφθονίες των λειτουργικών ομάδων των μακροασπονδύλων κατά μήκος ενός συστήματος ποταμού από τις πηγές ως τις εκβολές, όπως προβλέπεται από την αρχή της συνέχειας των ποταμών (River Continuum Concept) (Vannote et al., 1980).

A generalized model of the shifts in the relative abundances of invertebrate functional groups along a river tributary system from headwaters to mouth as predicted by the river continuum concept (River Continuum Concept) (Vannote et al., 1980).



Το ποτάμιο σύστημα απεικονίζεται ως ένα απλό κανάλι (Σχήμα 2.4.) αυξανόμενης τάξης ρέματος και πλάτους. Κοντά στις πηγές (τάξη 1-3) το ποτάμι εμφανίζεται να κυριαρχείται από παρόχθια βλάστηση με πλούσια σκίαση και εισροές υλών που συντελούν στο ετεροτροφικό $P/R < 1$. Στα ασπόνδυλα κυριαρχούν οι θρυμματιστές (shredders) που χρησιμοποιούν την εισροή οργανικής ύλης ως διαθέσιμη τροφή αφού έχει έρθει στην κατάλληλη μορφή από τους υδατικούς μικροοργανισμούς και συλλέκτες (collectors) που τρέφονται με τη λεπτή οργανική ύλη (FPOM). Τα μεσαία

τμήματα (τάξη 4 -6) εξαρτώνται λιγότερο από την παρόχθια εισροή ύλης και με το αυξημένο πλάτος κοίτης και τη μειωμένη σκίαση είναι αυτότροφα $P/R > 1$. Οι θρυμματιστές μειώνονται και οι βοσκητές (scrapers) γίνονται πιο σημαντικοί καθώς τα προσκολλημένα άλγη γίνονται πιο άφθονα. Τα μεγάλα ποτάμια κυριαρχούνται από FPOM (και συνεπώς συλλέκτες) και από το αυξημένο φορτίο FPOM που μεταφέρεται, μαζί με το αυξημένο βάθος συντελούν στη θολερότητα του νερού και το σύστημα χαρακτηρίζεται πάλι από τη σχέση $P/R < 1$ (Cummins 1975b).

Στην περίπτωση του Αξιού η υδρολογική ασυνέχεια που προκαλείται από το φράγμα της Έλλης έχει πέρα από τις υδρολογικές και βιολογικές επιπτώσεις. Όπως έδειξαν και οι δύο στατιστικές μέθοδοι ομαδοποίησης (Σχήμα 3.1. και Διάγραμμα 3.18.) υπάρχει διακριτή διακοπή στη συνέχεια της βενθικής κοινότητας με το σχηματισμό των δύο ομάδων (ανάντη και κατάντη). Ο διαχωρισμός αυτός είναι τόσο έντονος που μοιάζει σαν να πρόκειται για δύο διαφορετικά ποτάμια, που το ένα έχει τις πηγές του στη λίμνη που σχηματίζει το άλλο. Η σύνθεση της κατάντη κοινότητας δεν ακολουθείται από συλλέκτες μόνον αλλά ξαναρχίζει από συλλέκτες και ακολουθούν κατόπιν οι θρυμματιστές, βοσκητές και συλλέκτες σύμφωνα με την αρχή του RCC από τις πηγές ενός ποταμού και κάτω με αυτόν τον τρόπο, η αρχή της συνέχειας των ποταμών παύει να ισχύει. Ωστόσο, δεν αρχίζει από την αρχή η πορεία στη σύνθεση της κατάντη κοινότητας σύμφωνα με το RCC. Υπάρχει μια χωρική καθυστέρηση στην ισχύ της αρχής, κάτι που οφείλεται στις γεωμορφολογικές διαδικασίες διάβρωσης της κοίτης του ποταμού που συμβαίνουν ακριβώς στο κατάντη και έχουν σημαντικές επιπτώσεις στη βενθοπανίδα, σημαντικότερες και από τις καταστροφικές πλημμύρες, μιας και οι οργανισμοί του βένθους δεν έχουν αποτελεσματικές προσαρμογές στην έκθεση στο ατμοσφαιρικό οξυγόνο, όπως έχουν με τη παράσυρση και την ταφή (Webb et al., 1995). Οι δύο τελευταίες διαδικασίες επιτρέπουν την ταχεία επαναποίκηση του συγκεκριμένου τμήματος και την αποίκηση νέων περιοχών στο κατάντη (Williams & Hynes, 1976, Mackay, 1992, Palmer, 1992). Σε συμφωνία με τα παραπάνω στον Αξιό στο κατάντη του φράγματος (A14) οι βοσκητές μειώνονται αφού μειώνεται το FPOM (μείωση αιωρούμενων στερεών) και αυξάνονται οι συλλέκτες (Potamanthidae, Calopterygidae, Platycnemididae) αντί των θρυμματιστών. Οι θρυμματιστές (Polycentropodidae, Hydroptilidae) δεν εμφανίζονται κοντά στο φράγμα παρά μόνο μετά τον A12, όπου γίνεται σαφής ο νέος κύκλος της αρχής της συνέχειας του ποταμού RCC. Εκεί όπου οι θρυμματιστές σε

συνδυασμό με θηρευτές σχηματίζουν σύνθετη κοινότητα, χαρακτηρίζοντας με αυτόν τον τρόπο την καλή ποιότητα του νερού που εξήχθηκε από τον Ελληνικό Βιολογικό Δείκτη.

Τα αποτελέσματα της βιολογικής έρευνας της ποιότητας του ποταμού Αξιού καταλήγουν σε παρόμοια συμπεράσματα με αυτά της φυσικοχημικής.

Κανένας σταθμός της δειγματοληψίας δεν χαρακτηρίστηκε από άριστη ποιότητα, σύμφωνα με τον Ελληνικό Δείκτη. Ακόμα και σε αυτόν του παραποτάμου Γοργόπη, που θεωρείται καθαρός, η ποιότητα του νερού χαρακτηρίστηκε απλώς καλή. Η διάκριση σε σταθμούς ανάντη και κατόντη του φράγματος είναι και εδώ εμφανής με τους τελευταίους, εξαιρουμένου του Α2, να υπερτερούν σε ποιότητα. Η διαφορά αυτή της ποιότητας με χρήση του Ελληνικού Βιολογικού Δείκτη ανάμεσα στους σταθμούς ανάντη και κατόντη του φράγματος έχει διαπιστωθεί και σε προηγούμενη μελέτη, κατά την περίοδο του καλοκαιριού (Λαζαρίδου, 1998). Η καλύτερη ποιότητα των σταθμών κατόντη του φράγματος στηρίχθηκε στην παρουσία λίγων ζώων από ευαίσθητες οικογένειες. Τέτοιες οικογένειες είναι τα Cordulidae, Polycentropodidae και Potamanthidae. Καλύτερη ποιότητα νερού είχε ο Α10, που βρίσκεται στο ύψος του Ανατολικού. Ο σταθμός αυτός βρίσκεται σε μια από τις περιοχές που περιγράφηκαν παραπάνω, όπου η συγκέντρωση των θρεπτικών μειώνεται.

Η ανάλυση κανονικών αντιστοιχιών (Canoco) χαρακτηρίζει τους σταθμούς με βάση τα ζώα. Αναλύοντας τους καθοριστικότερους περιβαλλοντικούς παράγοντες για τα ζώα τελικά αποφαίνεται στο πως τοποθετούνται οι σταθμοί σε σχέση με τις περιβαλλοντικές παραμέτρους. Με αυτόν τον τρόπο καθορίστηκαν οι κυριότερες μεταβλητές για τους δύο άξονες. Οι μεταβλητές αυτές είναι κατά σειρά σημαντικότητας τα διαλυμένα στερεά (TDS), τα αιωρούμενα στερεά (TSS), το pH και η παρόχθια βλάστηση. Από μελέτη των Lazaridou et al. (1999) στον Αλιάκμονα, κατά την περίοδο της χαμηλής ροής, προέκυψε πως με την Canoco τα βιολογικά δείγματα συσχετίστηκαν περισσότερο με τα αιωρούμενα στερεά (TSS) και δευτερευόντως με την παροχή. Σε μελέτη των Jennings et al (1998), στον ελληνικό χώρο, η ανάλογη συσχέτιση για δύο ποτάμια συστήματα έδειξε πως οι κυριότεροι παράγοντες είναι η απόσταση από τις πηγές, το pH, τα ολικά αιωρούμενα στερεά (TSS) και το υπόστρωμα. Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης και των

προαναφερόμενων, προκύπτει πως τα αιωρούμενα στερεά είναι ιδιαίτερα σημαντικά για την ποιότητα των ποταμών, τουλάχιστον κατά τη θερινή περίοδο. Θα πρέπει να σημειωθεί πως το μεσογειακό τοπίο είναι ιδιαίτερα ευπαθές στην διαδικασία της διάβρωσης και για λόγους πέρα από την ένταση των βροχοπτώσεων και την ανθρωπογενή επίδραση (Woodward J. C., 1995). Συνεπώς, η γεωλογία του χώρου σε συνδυασμό με το κλίμα (εποχικότητα βροχοπτώσεων – ξηρασίας) μέσω της διαδικασίας της διάβρωσης προκαλούν φαινόμενα διαταραχής στα βενθικά μακροασπόνδυλα και επηρεάζουν την ποιότητα των ρεόντων υδάτων.

Στα αποτελέσματα της Canoco, επίσης, συμπεραίνεται πως η συσχέτιση των ασπόνδυλων με την παρόχθια βλάστηση ήταν μεγαλύτερη από κάποια κατηγορία υποστρώματος. Στην παρούσα μελέτη δεν υπήρχε μεγάλη ποικιλία υποστρώματος και η παρόχθια βλάστηση φαίνεται πως υποκαθιστά το υπόστρωμα στο ρόλο της περιβαλλοντικής παραμέτρου που σχετίζεται με το ενδιαίτημα. Στη μελέτη του Beisel et al (2000) σε ποταμό τετάρτου βαθμού, στη Montagne της Γαλλίας, προέκυψε καθαρή συσχέτιση μεταξύ των μακροασπονδύλων και της ετερογένειας του βυθού του περιβάλλοντός τους σε επίπεδο μεσοενδιαιτήματος. Ακόμη και αν η σύνθεση της κοινότητας καθοριζόταν κυρίως από τα ειδικά αβιοτικά χαρακτηριστικά του ενδιαιτήματος δειγματοληψίας, η ετερογένεια των γειτονικών μωσαϊκών μπορούσαν να έχουν άμεση ή έμμεση σημαντική επιρροή (Beisel et al., 2000). Η αντικατάσταση αυτής της ετερογένειας των γειτονικών μωσαϊκών στην περίπτωση της παρούσας μελέτης αφορά στην παρόχθια βλάστηση που συντελεί στη δημιουργία σύνθετων ενδιαιτημάτων και υποστηρίζει κατά αυτόν τον τρόπο περισσότερο σύνθετες κοινότητες ασπόνδυλων. Ίσως ο απλούστερος μηχανισμός που επηρεάζει άμεσα την ποικιλία των ειδών είναι η ποικιλότητα των θώκων (niches), όπου η υποτιθέμενη μεγαλύτερη ποικιλία που προσφέρεται από σύνθετα ενδιαιτήματα, επιτρέπει το διαχωρισμό των πόρων και συνεπώς επιτρέπει τη συνύπαρξη (Schoener, 1974). Η περίπτωση του παραποτάμου Βαρδαρόβασι με το 100% υπόστρωμα ιλύος μα με υπέρμετρα ανεπτυγμένη βλάστηση προσφέρεται για μια τέτοια ερμηνεία.

Η στατιστική επεξεργασία με τη μέθοδο του δενδρογράμματος, όπως και αυτή της FUZZY, ομαδοποίησαν τους σταθμούς σε ανάντη και κατόντη του φράγματος αφήνοντας εκτός τους σταθμούς των παραποτάμων, AA2, AB2 και AG7, και τον A2 που με την ιδιαίτερη κοινότητα που είχε σχημάτισε δική του ομάδα. Ενδιαφέρον

παρουσιάζει η ασυνέχεια αυτή του ποταμού που χωρίζει τον Αξιό σε δύο τμήματα. Παρακάτω γίνεται αντιληπτό πως οι ιδιότητες του ποταμού επανέρχονται, αφού με την απόσταση στο κατάντη οι επιπτώσεις από τα φράγματα τείνουν να μειώνονται (Ward & Stanford, 1983, Blinn et al., 1995, Webb et al., 1999). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν πως η βενθοπανίδα εκμεταλλεύθηκε τη συγκράτηση του νερού στο φράγμα, με τα ρυπαντικά φορτία που το συνοδεύουν και περισσότερο σύνθετες κοινότητες εγκαταστάθηκαν στο κατάντη παρά τις πιο αντίξοες περιβαλλοντικές συνθήκες θερμοκρασίας, pH, αγωγιμότητας και διαλυμένων στερεών. Το γεγονός αυτό καταδεικνύει το μέγεθος του ρυπαντικού φορτίου που μεταφέρει ο ποταμός Αξιός.

RHS

Το σύστημα εκτίμησης της δομής των ενδιαιτημάτων RHS έχει κυρίως διαχειριστική αξία. Αναπτύχθηκε για να διευκολύνει την προστασία και επαναφορά των φυσικών ενδιαιτημάτων στα ποτάμια και στις ζώνες που αυτά πλημμυρίζουν. Ο κύριος σκοπός του είναι να παρέχει σε όποιον διαχειρίζεται, την πληροφορία που χρειάζεται για να διατηρήσει και να βοηθήσει τη βιοποικιλότητα (Raven et al., 1998). Με τη μέθοδο εξετάζονται τα αποτελέσματα των ενεργών γεωμορφολογικών και υδρολογικών διαδικασιών που συστήνουν τα διαφορετικά ενδιαιτήματα. Επίσης εξετάζονται οι επιπτώσεις των ανθρωπογενών παρεμβάσεων στη φυσικότητα των ενδιαιτημάτων. Με τους δύο δείκτες και το πρωτόκολλο εργασίας διασφαλίζεται η αντικειμενικότητα στην αξιολόγηση των επιμέρους συστατικών της καταγραφής. Ακόμη, η εκτίμηση των διαφορετικών χαρακτηριστικών σε μια σειρά από σημεία ελέγχου ελαχιστοποιεί τις διακυμάνσεις μεταξύ των καταγραφών, παράγοντας που συχνά αγνοείται από άλλες μεθόδους (Naura & Robinson, 1998).

Τα αποτελέσματα του RHS αναφορικά με την ποιότητα των ενδιαιτημάτων και ειδικότερα την σπανιότητα των χαρακτηριστικών, έδειξαν πως αυτή συνδέεται περισσότερο με την έλλειψη χώρου από τις πιέσεις που δέχεται η περιοχή. Στο καθεαυτό ποτάμι δεν είχαμε συχνές τεχνικές παρεμβάσεις, αντίθετα οι πιέσεις που δεχόταν η έκταση που καταλαμβάνει ο ποταμός ήταν συχνές και έντονες. Έτσι ερμηνεύεται το γεγονός της επάρκειας χαρακτηριστικών, όπως παρόχθια δεντροστοιχία, πεσμένα δέντρα, σκίαση, εκτεθειμένες ρίζες, παρασυρμένοι σωροί ξύλων, πλάγιες αποθέσεις. Αντίθετα, χαρακτηριστικά που σχετίζονται με έκταση

όπως πολυσχιδής κοίτη, φυσικώς κατακλυσμένη έκταση, υγρότοπος, υγρόφιλο δάσος, νησίδα με βλάστηση είναι σπάνια. Εξαίρεση αποτελεί το ώριμο νησί που αν και εκτατικό κατέχει συχνότητα εμφάνισης 18,59%. Όμως το ώριμο νησί που φαίνεται και στο χάρτη είναι αποτέλεσμα του φράγματος της Έλλης, μιας περιοχής δηλαδή που είναι σκόπιμα πλημμυρισμένη.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του δείκτη ποιότητας HQA, οι 3 από τους 5 καλύτερους σταθμούς βρίσκονται στο κατάντη της Αξιούπολης (A26, A27, A28), στην περιοχή που παρατηρείται η πρώτη και μεγαλύτερη απομάκρυνση του φορτίου των θρεπτικών. Στη περιοχή αυτών των σταθμών βελτιώνεται και η ποιότητα του νερού σύμφωνα με τον Ελληνικό δείκτη. Χαρακτηριστικό είναι πως και οι υπόλοιποι 2 σταθμοί (A32, A15) βρίσκονται εντός των περιοχών που σημειώνεται βελτίωση της ποιότητας του νερού (Διάγραμμα 3.16., Σχήματα 3.1. και 3.4.). Συνεπώς τα αποτελέσματα του δείκτη HQA δεν έδειξαν τους σταθμούς με την καλύτερη ποιότητα νερού, όμως έδειξαν τις περιοχές (σταθμούς) όπου λαμβάνουν χώρα μηχανισμοί αυτοκαθαρισμού, δηλαδή βελτίωσής του.

Ο βαθμός τροποποίησης όλης της περιοχής που ερευνήθηκε δεν είναι δυνατό να εξαχθεί από τον δείκτη HMS. Μπορεί ωστόσο να ειπωθεί ως γενικό συμπέρασμα, πως από την κατανομή των σταθμών στις επιμέρους κατηγορίες τροποποίησης (Σχήμα 3.27.) το ποσοστό των τροποποιημένων σταθμών είναι μεγάλο.

Ο δείκτης τροποποίησης HMS κατέδειξε ως τους πλέον 5 τροποποιημένους σταθμούς τους AB2, AB3, AB4, AB5 και A08 (Σχήμα 3.5.). Επίσης στο Σχήμα 3.4. φαίνονται όσοι από τους σταθμούς που συγκεντρώνουν σπάνια χαρακτηριστικά φέρουν τροποποιήσεις. Με αυτόν τον τρόπο δίνεται η επιλογή στους διαχειριστές να επιλέξουν ανάμεσα στη γενικότερη καλύτερευση της εικόνας των τροποποιήσεων ξεκινώντας (Σχήμα 3.5.) από τα πλέον τροποποιημένα, ή αν υπάρχει οικονομικός περιορισμός να επικεντρωθούν στα σημεία που συγκεντρώνουν κάποια σπάνια χαρακτηριστικά, σημαντικά για την ποικιλότητα της άγριας ζωής.

Συμπεράσματα

Η μελέτη της οικολογικής ποιότητας του Ελληνικού τμήματος του Αξιού, τον Αύγουστο του 2000, έγινε με συνδυασμό μεθόδων και τεχνικών που στόχο είχαν την

αποτελεσματικότερη καταγραφή και στη συνέχεια περιγραφή της υπάρχουσας κατάστασης. Η επιλογή των εργαλείων της έρευνας έγινε κυρίως με γνώμονα την οδηγία για τα εσωτερικά ύδατα 2000/60Κ/ΕΕ. Η επιλογή θεωρείται επιτυχής αφού ανταποκρίθηκε σε μεγάλο βαθμό στις απαιτήσεις που τέθηκαν στους στόχους. Όπου υπήρχε αλληλοεπικάλυψη των μεθόδων δημιουργήθηκε η ευκαιρία για διασταύρωση των αποτελεσμάτων. Το σύστημα RHS που για πρώτη φορά εφαρμόστηκε σε τέτοια έκταση στην Ελλάδα, συντέλεσε ουσιαστικά στην ολοκλήρωση της μελέτης. Τα λίγα προβλήματα που προέκυψαν στην καταγραφή στο πεδίο αφορούσαν τη φύση και το μέγεθος των χαρακτηριστικών που καταγράφηκαν. Οι δυσκολίες που ανέκυψαν κατά την ανάλυση, και στάθηκαν εμπόδιο στην πλήρη εφαρμογή του συστήματος, είχαν να κάνουν με την περιορισμένη βάση δεδομένων και την δυσλειτουργικότητα του προγράμματος RHS Database 3.2.. Πολλά από τα ερωτήματα που δημιουργήθηκαν καλύπτονται από τη νεότερη έκδοση του συστήματος καταγραφής RHS 2002. Η καινούργια έκδοση δεν μπόρεσε να δοκιμασθεί στην πράξη, όμως πολλά από τα προβλήματα που υπήρχαν στην παλιά και είχαν συζητηθεί με τους Naura και Blackburn φαίνεται πως ξεπερνούνται. Συγκεκριμένες προτάσεις για τροποποίηση της μεθόδου δεν γίνονται, γιατί αφενός η λειτουργία του συστήματος ήταν ικανοποιητική και αφετέρου γιατί υπάρχει η καινούργια βελτιωμένη έκδοση.

Τα αποτελέσματα της μελέτης έδειξαν πως ο ποταμός δέχεται πολλές πιέσεις. Από ρυπαντικής πλευράς έχουμε: τα ρυπαντικά φορτία που μεταφέρει ο ποταμός από τη γειτονική χώρα, τα αστικά λύματα, την ιλύ και τα θρεπτικά προερχόμενα από καλλιέργειες, τα αιωρούμενα στερεά από αμμοληψίες και κατασκευαστικά έργα, τα απόβλητα από σφαγεία και γαλακτοβιομηχανίες και τα σκουπίδια. Ιδιαίτερα ξεχώρισαν οι τιμές σε συγκέντρωση αμμωνιακών, αγωγιμότητας και pH. Το φράγμα της Έλλης αποτελεί ένα σύνθετο πρόβλημα με αρνητικές και θετικές επιπτώσεις. Οι αρνητικές επιπτώσεις έχουν να κάνουν με τη συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου στο ανάντη και τη θερμοκρασία, την αγωγιμότητα, την pH και τα διαλυμένα στερεά στο κατάντη. Επίσης ένα διαφορετικής φύσης πρόβλημα είναι η υδρομορφολογική και οικολογική ασυνέχεια που δημιουργείται στον ποταμό, κατά τη συγκεκριμένη εποχιακή περίοδο. Οι θετικές επιπτώσεις του φράγματος αφορούν στην αύξηση του διαλυμένου οξυγόνου, στη μείωση των αιωρούμενων στερεών, στις περισσότερες σύνθετες κοινότητες ασπόνδυλων στο κατάντη και γενικότερα στην καλύτερευση της ποιότητας του νερού. Η έκταση της παραποτάμιας ζώνης αφού περιορίστηκε με

τεχνικές εργασίες (αναχώματα, ανακλαστήρες, ευθυγραμμίσεις, διευθετήσεις) στο παρελθόν, σήμερα εμφανίζεται να περιορίζεται ακόμα περισσότερο με την υπάρχουσα ζήτηση γης για καλλιέργειες, για βοσκότοπους και για αναψυχή. Το μεγαλύτερο, όμως, και πλέον δυσεπίλυτο πρόβλημα αφορά την ποσότητα του νερού. Η σημερινή έλλειψη διαχειριστικής αρχής δυσκολεύει την κατάσταση και δημιουργεί κακό προηγούμενο για τους μελλοντικούς διαχειριστές. Η ποσότητα του νερού δεν επαρκεί για τη σημερινή του χρήση. Επιπλέον, η είσοδος του θαλασσινού νερού στην κοίτη σε μεγάλη απόσταση από την ακτή και η υφαλμύρωση του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα του δέλτα δημιουργεί ερωτηματικά για την προστασία της περιοχής του δέλτα, που είναι περιοχή χαρακτηρισμένη από τη συνθήκη Ραμσάρ. Τέλος, οι περιοχές που συνδέονται με την οικολογική ποιότητα του νερού είναι πολύ περιορισμένης έκτασης μιας και οι πιέσεις για γη, οι τροποποιήσεις (παλαιότερες και νέες) και η συνεχής είσοδος νέων ρυπαντικών φορτίων περιορίζουν τις φυσικές διαδικασίες αυτοκαθαρισμού.

Ο ποταμός Αξιός αντιμετωπίζει προβλήματα με σημειακή και διάχυτη ρύπανση, με την ποσότητα των νερών του που αντλείται για αρδευτικούς σκοπούς, με τις τροποποιήσεις που κατά καιρούς έχει υποστεί και μειώνουν τη φυσικότητά του και μαζί τους μηχανισμούς απομάκρυνσης ρυπαντικών φορτίων, ενώ ιδιαίτερης φύσης πρόβλημα αποτελεί το πεπαλαιωμένο φράγμα της Έλλης. Υπάρχει άμεση ανάγκη διαχειριστικού σχεδιασμού και μέτρων για το σύνολο της λεκάνης απορροής, σε συνεννόηση ή και σύμπραξη με τη γειτονική χώρα. Για τη σωστή και ορθολογική χρήση των οικονομικών πόρων επιβάλλεται πλέον, με την οδηγία 2000/60Κ/ΕΕ, κάθε διαχειριστικό σχέδιο να συνοδεύεται με παρακολούθηση και με τους κατάλληλους δείκτες. Η σύγχρονη παρακολούθηση της ποιότητας των νερών στοχεύει στην παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας (η οποία περιλαμβάνει και τη βιολογική) που σταθμισμένη με τις εκάστοτε συνθήκες προσφέρει ολοκληρωμένα αποτελέσματα. Στην παρούσα μελέτη έγινε προσπάθεια για την κατάλληλη επιλογή των εργαλείων και δεικτών που θα αναδείκνυαν την πραγματική κατάσταση στον ποταμό Αξιό. Απομένει να δοκιμασθούν και άλλες τεχνικές, νέες μέθοδοι, να συμπεριληφθούν περισσότερες παράμετροι και να προχωρήσει η εφαρμογή της οδηγίας για τα εσωτερικά ύδατα και στην Ελλάδα.

Βιβλιογραφία

- Albanis T., Danis T. G. & Kourgia M. K., 1994. Transportation of pesticides in estuaries of the Axios, Loudias and Aliakmon rivers (Thermaikos Gulf), Greece. *The Science of the Total Environment* 156: 11 –22.
- Ammerman. J. & Cavalli – Storza, 1971. Measuring the rate of spread of early farming in Europe. *Man* 6: 674 –688.
- Armitage P. D., Moss D., 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 Research* vol 17 No 3: 333 –347.
- Armitage P. D. & Cannan C. E., 1998. Nested multi-scale surveys in lotic –system tools for management. In *Advances in River Bottom Ecology*. Bretschko G., Helesic J. (eds). Backhuys Publishers: Leiden, The Netherlands.
- Armitage P. D., Prado I. & Brown. A., 1995. Temporal constancy of faunal assemblages in “mesohabitats” –application to management?. *Archiv fur Hydrobiologie* 133: 367 –383.
- Averett R. C., McKnight D. M., 1987. *Chemical Quality of Water and the Hydrologic Cycle*. Lewis Publishers, Michigan.
- Beisel J. N., Usseglio –Polatera P., S. Thomas & Moreteau J. C., 1998. A method to describe substrate heterogeneity at a microhabitat scale. First results on relationships with the macroinvertebrate community structure, In Bretschko , G. & J. Helsic “*Advances in River Bottom Ecology*”:39 –46.
- Beisel J. N., Usseglio –Polatera P. & Moreteau J. C., 2000. The spatial heterogeneity of a river bottom: a key factor determining macroinvertebrate communities. *Hydrobiologia* 422/423: 163 –171.

Bell S. S., McCoy E. D & Mushinsky H. R., 1991. *Habitat structure: the physical arrangement of objects in space*. Chapman Hall, London.

Billen G., Decamps H., Garnier J., Boet P., Meybeck M. & Servais G., 1995. Atlantic River Systems of Europe (France, Belgium, The Netherlands). In *Ecosystems of the World 22: River and Stream Ecosystems*. Cushing C. E., Cummins K. W. & Minshall G. W. (eds). Elsevier Science B. V., Amsterdam.

Blinn D. W., Shannon J. P., Stevens L. E. & Carder J. P., 1995. Consequences of fluctuating discharge for lotic communities. *Journal of National American Benthological Society* 14, 2: 233 –248.

Boon P. J. & Howell, 1997. *Freshwater quality: Defining the Indefinable?*. The Stationery Office: Edinburgh.

Bravard J. P., Kondolf G. M. & Piegay H, 1998. Environmental and Social Effects of Channel Incision and Remedial Strategies. In *Incised River Channels*. John Wiley & Sons, Chichester.

British Ecological Society, 1990. River Water Quality. *Ecological Issues* No 1: 1 -43.

Brookes A. & Gregory K., 1988. Channelisation, river engineering and geomorphology. In *Geomorphology in Environmental Planning*. Hooke J. M. (eds). John Wiley & Sons, Chichester.

Calow P., Armitage P., Boon P., Chave P., Cox E., Hildrew A. et al., 1990. River water Quality. *Ecology Issues* 1. British Ecology Society, London.

Calow P. & Petts G. E., 1992. *The Rivers Handbook*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Vol 1.

Cazaubon A. & Giudicelli J., 1999. Impact of the residual flow on the physical characteristics and benthic community (algae, invertebrates) of a regulated

- mediterranean river: the Durance, France. *Regulated Rivers: Research & Management* 15: 441 –461.
- Cummins K. W., 1975b. The ecology of running waters; theory and practice. In *Proceedings of the Sandusky River Basin Symposium, International Joint Commission, Great Lakes Pollution*: 277 –293. Environmental Protection Agency, Washington D. C..
- Cushing C. E., Cummins K. W. & Minshall G. W., 1995. *Ecosystems of the World 22: River and Stream Ecosystems*. Elsevier Science B. V., Amsterdam.
- Δάκος Β., 2001. Προσέγγιση καταγραφής της δομής και εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας του νερού και των ενδιαιτημάτων των χειμαροποτάμων της λεκάνης απορροής της λίμνης Ν. Πλαστήρα και του ποταμού Καλαμά. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ..
- De Billy V., Reyes-Marchant P., Lair N. & Valadas B., 2000. Impact of agricultural practices on a small headwater stream: Terrestrial and aquatic characteristics and self-purifying processes. *Hydrobiologia* 421: 129-139.
- Depos, Psilopoulos, Sofras, 1975. Investigation for land improvement of areas upstream the Axios weir and inventory of Axios river water quality.
- Dyer S. D., White-Hull C. E., Wang X. Johnson T. D. & Carr G. J., 1998. Determining the influence of habitat and chemical factors on instream biotic integrity for a Southern Ohio watershed. *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery* 6: 91 – 110.
- Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, 1994. *Σημαντικές Περιοχές για τα Πουλιά της Ελλάδας*. Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία, Αθήνα.
- Environmental Agency, 1997. *River Habitat Survey, 1997 Field Survey Guidance Manual*. Environment Agency, Bristol.

Equihua M., 1990. FUZZY clustering of ecological data. *Journal of Ecology* 78:519 – 534.

Favretto A., 1999. Environment indicators in controlling river water quality: how to interpret the results of a monitoring in Northern Italy with GIS. Proceedings – Workshops in *The 19th International ESRI-GIS User Conference*, San Diego.

Field , 1982. Primer

Ford J., Yfantis G., Artemiadou V., Lazaridou –Dimitriadou M., White K.N., 1997. Ecological evaluation of water quality in river Mavrolakas (Olympiada, Halkidiki) from May to August 1997. *Proceedings of the International Conference “Protection and Restoration of the Environment IV”, Halkidiki*. Vol 1: 144 –152.

Fox P. J. A., Naura M. & Scarlet P., 1998. An account for the testing of a standard field method, River Habitat Survey. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 8: 455-475.

Friedman J. M., Osterkamp W. R. & Lewis W. M., 1996a. Channel narrowing and vegetation development following a Great Plains flood. *Ecology* 77: 2167 –2181.

Galay V. J., 1983. Causes of river bed degradation. *Water Resources Research* 19: 1057 –1090.

Γανίδου Μ. & Πιτσάβας Χ., 1997. *Έλεγχος ποιότητας νερών δικτύου σταθμών Υ.Μ.Α.Θ.. Έκθεση για τα έτη 1995 –1996*. Υπουργείο Μακεδονίας –Θράκης, Τμήμα Προστασίας Περιβάλλοντος, Τομέας Ρύπανσης Υδάτων, Θεσσαλονίκη.

Graf W. L., 1979. The development of montane arroyos and gullies. *Earth Surface Processes and Landforms* 4: 1 –14.

Gup T., 1994. Dammed from here to eternity: dams and biological integrity. *Trout* 35: 14 –20.

Harper D. & Everard M., (1998). Why should the habitat-level approach underpin holistic river survey and management? *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 359-413.

Harper D. M., Smith C. D. & Barham P. J., 1992. Habitats as the building blocks for river conservation assessment. In *River Conservation and Management*. Boon P. J., Calow P. & Pets G. E. (eds). John Wiley & Sons Ltd, Chichester.

Harper D., Smith C., Barham P. & Howell R., 1995. *The ecological basis for the river management*. John Wiley & Sons, Chichester.

Hellawell J. M., 1986. *Biological indicators of freshwater pollution and environmental management*. Elsevier Applied Science Publishers, London & New York.

Holmes N. & Boon P., 2000. Assessing the Hydromorphological Characteristics of Rivers. *CEN/TC 230/WG2/TG5: N22*.

Horne A. J. & Goldman C. R., 1983. *Limnology*. McGraw -Hill International Editions, New York.

Hupp C. R., 1992. Riparian vegetation recovery patterns following stream channelisation: A geomorphic perspective. *Ecology* 73: 1209 -1226.

Hupp C. R. & Simon A., 1991. Bank accretion and the development of vegetated depositional surfaces along modified alluvial channel. *Geomorphology* 4: 111 -124.

Hupp C. R., Woodside M. D. & Yanovsky T. M., 1993. Sediment and trace element trapping in a forested wetland, Chickahominy River, Virginia. *Wetlands* 13: 95 -104.

Hupp C. R., 1999. Relations among Riparian Vegetation, Channel Incision Processes and Forms, and Large Woody Debris. In *Incised River Channels. Processes, forms, engineering and management*. John Wiley & Sons Ltd.

Hynes H. B. N., 1970. *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press, Liverpool.

Jeffries M. and Mills D., 1990. *Freshwater Ecology: Principles and Applications*. Belhaven Press, London.

Jennings J. R., White K. N., Lazaridou –Dimitriadou M., Lekka E., 1999. Preliminary investigation into the ordination and classification of Greek rivers. *Proceedings of the 6th Globalnest Conference for Environmental Science and Technology*. Aegean University, Samos.

Κουϊμτζής Θ., Φυτιανός Κ. & Σαμαρά – Κων/νου Κ., 1987. *Χημεία Περιβάλλοντος*. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Kritikos M., 1999. Legal Protection and Management of Axios River Delta Wetland. European postgraduate programme 1998 –1999 in Environmental Management.

Lancaster J. & Hildrew A. G., 1993b. Characterizing in-stream flow refugia. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 50: 1663 –1675.

Λαζαρίδου –Δημητριάδου, 1998. *Έλεγχος της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών υδάτων της Κ. και Δ. Μακεδονίας με τη χρήση βιολογικών δεικτών*. Τελική Έκθεση Πεπραγμένων 1995 και 1997. Γενική Γραμματεία Έρευνας και Τεχνολογίας, Θεσσαλονίκη.

Lazaridou –Dimitriadou M., Artemiadou V., Yfantis G., Mourelatos S. & Mylopoulos Y., 1999. Contribution to the ecological quality of Aliakmon river (Macedonia, Hellas): a multivariate approach. *Hydrobiologia* 100: 1 –12.

Leclerc M., Capra H., Valentin S., Boudreault A. & Cote Y., 1996. Echohydraulics 2000. *Proceedings of the Second IAHR Symposium on Habitat Hydraulics*, Quebec.

Leopold L. B., Wolman M. G. & Miller J. P., 1964. *Fluvial Processes in Geomorphology*. Freeman and Co, San Fransisko & London.

Ligon F. K., Dietrich W. E. & Trush W. J., 1995. Downstream ecological effects of dams; a geomorphic perspective. *Bioscience* 45: 183 –192.

Maddock I., 1999. The importance of physical habitat assessment for evaluating river health. *Freshwater Biology* 41: 373-391.

Mackay R. J., 1969. Aquatic insect communities of a small stream on Mont St. Hilaire, Quebec. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 26: 1157 –1183.

Magilligan F. J. & McDowell P. F., 1997. Stream channel adjustments following elimination of cattle grazing. *Journal of the American Water Resources Association* 33: 867 –877.

Mason C. F., 1991. *Biology of freshwater pollution*. Longman Group UK Ltd.

McEwen L. J., Brazier V. & Gordon J. E., 1997. Evaluating the Geomorphology of Fresh Waters: an Assessment of Approaches. 23. In *Freshwater quality: Defining the Indefinable?*. Boon P. J. & Howell (eds). The Stationery Office: Edinburgh.

Metcalf L. J., 1989. Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and present status in Europe. *Environmental Pollution* 60: 101 –139.

Milliman J. D. & Syvitski J. P. M., 1992. Geomorphic/tectonic control of sediment discharge to the ocean: the importance of small mountainous rivers. *J. Geol.* 100: 525 –544.

Muhar S. & Jungwirth M., 1998. Habitat integrity of running waters- assessment criteria and their biological relevance. *Hydrobiologia* 386: 195-202.

Moustaka –Gouni M., Nikolaidis G. & Alias H., 1992. Nutrients, chlorophyll-a and phytoplankton composition of Axios river, Macedonia, Greece. *Fresenius Environmental Bulletin* 1 : 244 –249.

Naiman R. J., 1983. The annual pattern and spatial distribution of aquatic oxygen metabolism in boreal forest watersheds. *Ecological Monographs* 53: 73 –94.

Naura M. & Robinson M., 1998. Principles of using River Habitat Survey to predict the distribution of aquatic species: an example applied to the native white-clawed crayfish *Austropotamobius pallipes*. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 515 –527.

Newbold J. D., Erman D. C. & Roby K. B., 1980. Effects of logging on macroinvertebrates in streams with and without buffer strips. *Journal of Fisheries Research Board of Canada* 37: 1076 –1085.

Newson M. D., 1992. *Land, Water and Development*. Routledge, London.

Newson M.D., Harper D.M., Padmore C.L., Kemp J.L. & Vogel B., 1998. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 431–446.

Οδηγία του Συμβουλίου της 12^{ης} Δεκεμβρίου 2000 περί θεσπίσεως πλαισίου κοινοτικής δράσης στο πεδίο της πολιτικής των υδάτων (2000/60/EK). *Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων* L 327, τεύχος 43.

Osterkamp W. R. & Costa J. E., 1987. Changew accompanying an extraordinary flood on a sandbed stream. In *Catastrophic Flooding*. Mayer L & Nash D. (eds). Allen & Unwin, Boston.

Padmore C. L., 1998. The role of physical biotopes in determing the conservation status and flow requirements of British rivers. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 3: 25-35.

Palanques A., Plana F. & Maldonado A., 1990. Recent influence of man on the Ebro margin sedimentation system, northwestern Mediterranean Sea. *Marine Geology* 95: 247 –263.

- Palmer M. A. & LeRoy Poff N., 1997. The influence of environmental heterogeneity on patterns and processes in streams. *Journal of the North American Benthological Society* 16: 169–173.
- Pardo I., 2000. Patterns of community assembly in a fourth order stream. *Archiv fur Hydrobiologie* 148: 301–320.
- Pinay G., Fabre A., Vervier P. & Gazelle F., 1992. Control of C, N, P distribution in soils of riparian forest. *Landscape Ecology* 6: 121–132.
- Pringle C. M., Naiman R. J., Bretschko G., Karr J. R., Oswood M. W., Webster J. R., Welcomme R. L. & Winterbourn M. J., 1988. Patch dynamics in lotic systems: the stream as a mosaic. *Journal of the North American Benthological Society* 7: 503–524.
- Pugh K. B., 1997. Organizational use of the term “freshwater quality” in Britain. In *Freshwater quality: Defining the Indefinable?*. Boon P. J. & Howell (eds). The Stationery Office: Edinburgh.
- Raven P. J., Fox P., Everard M., Holmes N. T. H. and Dawson F. H., 1997. River Habitat Survey: A New System for Classifying Rivers According to their Habitat Quality. 19. In *Freshwater quality: Defining the Indefinable?*. Boon P. J. & Howell (eds). The Stationery Office: Edinburgh.
- Rempel L. L., Richardson J. S. & Healey M. C., 1999. *Journal of the North American Benthological Society* 18: 34–48.
- Resh V. H., Brown A. V., Covich A. P., Gurtz M. E., Li H. W., Minshall G. W., Reice S. R., Sheldon A. L., Wallace J. B. & Wissmar R., 1988. The role of disturbance in stream ecology. *Journal of the North American Benthological Society* 7: 433–455.
- Robbins C. H. & Simon A., 1983. Man-induced channel adjustment in Tennessee streams. *US Geological Survey Water–Resources Investigation Report* 82–4098.

- Ross H. H., 1963. Stream communities and terrestrial biomes. *Archiv fur Hydrobiologie* 124: 475 –487.
- Schoener T. W., 1974. Resource partitioning in ecological communities. *Science* 185: 27 –39.
- Schumm S. A., Harvey M. D. & Watson C. C., 1984. *Incised Channels: Morphology, Dynamics and Control*. Water Resources Publications, Littleton, Colorado.
- Simon A. & Hupp C. R., 1992. Geomorphic and vegetative recovery processe along modified stream channels of West Tennessee. *US Geological Survey Open-File Report* 91 –502.
- Smith D. I. & Stopp P., 1978. *The river basin*. Cambridge University Press, London – New York – Melbourne.
- Stanford J. A. & Ward J. V., 1983. Insect species diversity as a function of environmental variability and disturbance in stream systems. In *Stream Ecology*. Plenum Press, New York.
- Tait C. K., Li J. L., Lamberti G. A., Pearsons T. N. & Li H. W., 1994. Relations between riparian cover and the community structure of high desert streams. *Journal of North American Benthological Society* 13: 45 –56.
- Ter Braak C. J. F., 1988. *CANOCO – a FORTRAN program for canonical community ordination (version 2.1.)*. Technical report: LWA –88 –02.
- Tickner D., Armitage P. D., Bickerton M. A. & Hall K. A., 2000. Assessing stream quality using information on mesohabitat distribution and character. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 10: 179 –196.
- Townsend C. R., 1980. *The Ecology of Streams and Rivers*. Edward Arnold, London.

- Townsend C. R., 1989. The patches dynamics concept of stream community ecology. *Journal of the North American Benthological Society* 8: 36 –50.
- Townsend C. R. & Hildrew A. G., 1994. Species traits in relation to a habitat templet for river systems. *Freshwater Biology* 31: 265 –275.
- Tsujimoto T., 1998. Sediment Transport Processes and Channel Incision: Mixed Size Sediment Transport, Degradation and Armouring. In *Incised River Channels*. John Wiley & Sons, Chichester.
- Yfantis G., Artemiadou V., Lazaridou-Dimitriadou M. & Mourelatos S., 1999. Ecological evaluation of water quality in the river Aliakmonas (Macedonia, Hellas). *Contributions to the Zoogeography and Ecology of the Eastern Mediterranean Region* Vol 1: 485 493.
- Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell J. R. & Cushing E., 1980. The river continuum concept. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 37: 130 -137.
- Vasilikiotis G. A., Voulgaropoulos A. N., Stratis J. A., Michalopoulou B. & Zachariadis G. A., 1991. Determination of chemical pollution parameters of the river Axios in Northern Greece. *Environmental Science & Health*, A26(5): 621 –633.
- Ward J. V., 1984. 1. Biology and Habitat. In *Aquatic Insect Ecology*. John Wiley & Sons, Inc.
- Ward J. V., 1992. Aquatic Insect Ecology. 1. *Biology and Habitat*. John Wiley & Sons Inc, Chichester..
- Webb A. D., Bacon P. J. and Naura M., 1998. Catchment stream surveys and the use of GIS for integrated management: DeeCAMP and the Deeside Rivers Survey. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 8: 541 –553.

Webb R. H., Schmidt J. C., Marzolf G. R. & Valdez R. A., 1999. *The Controlled Flood in Grand Canyon*. McGraw –Hill International Editions, New York.

Whitlow C., Walker J. & Swindale N., 1999. Modelling River Restoration. *Practicals of Numerical Modelling of Hydrodynamic Systems' workshop*, Zaragoza.

Williams D. D. & Hynes H. B. N., 1976. The recolonisation mechanisms of stream benthos. *Oikos* 27: 265 –272.

Wilson K. V., 1979. Changes in channel characteristics, 1938 –1974, of the Homochitto River and tributaries, Mississippi. *US Geological Survey Open-File Report* 79 -554.

Woodward J. C., 1995. Patterns of Erosion and Suspended Sediment Yield in Mediterranean River Basins. In *Sediment and Water Quality in River Catchments*. Foster I. D. L., Gurnell A. M. & Webb B. W. (eds). John Wiley & Sons Ltd, Chichester.

Παράρτημα Ι

Το πρωτόκολλο πεδίου των φυσικοχημικών, χημικών, υδρομορφολογικών και βενθικών μακροασπονδύλων

Σταθμός δειγματοληψίας:

Ημερομηνία:

Ωρα:

Συντετεγμένες: _____ N

_____ E

Υψος:

Νερό			
D.O.(%) (πεδίο)			
D.O. (mg/l) (πεδίο)			
D O. (mg/l) (BOD)			
PH			
Θ (°C)			
Conductivity (μS)			
TDS (mg/l)			
Ροή (m/s)			
Θολό νερό (ναί/όχι)			
Υπόστρωμα			
Ογκόλιθοι (>256mm)			
Κροκάλες (16-256mm)			
Χαλίκια (4-16mm)			
Αδρό ίζημα (2-4mm)			
Άμμος (0,0625-2mm)			
Πλύς (>0,0625mm)			
Βλάστηση			
υδρόβια :% κάλυψη, χονδρική εκτίμηση			
παρόχθια :λίγη, μέτρια, πολλή			
Καιρός			
βροχή, άνεμος, ηλιοφάνεια κλπ.			
Θ αέρα (°C)			

Διάφορες παρατηρήσεις:

Ροή (m/s)

Απόσταση -0

(m)

Βάθος (cm)

Παράρτημα II

Ο Ελληνικός Δείκτης

8. Παράρτημα I,

Πίνακας 9. Βαθμολογία βενθικών μακροσπονδυλίων ανάλογα με τη σχετική αφθονία τους σε κάθε δειγματοληψία στο Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης.

Table 9. Scores of benthic macroinvertebrates according to their relevant abundance in the Greek evaluation system of the running water quality.

Ταξινόμικές ομάδες	Παρούσες (0-1%)	Κοινές (1.01-10%)	Αφθονές (>10%)
α) Capniidae, Chloroperlidae, β) Siplonuridae, γ) Aphelocbeiridae, δ) Blephariceridae	10	10	10
ε) Pterygancistridae, Molanidae, Odonoceridae, Barcidae, Zepidostomatidae, Thremmatidae, Brachycentridae, Leleupsycheidae	9	9.5	10
ζ) Leuctridae, Perlodidae, Perlidae, η) Sericostomatidae, Gauridae, θ) Neophemeridae	8	8.5	8.8
ι) Nemouridae, Taeniopterygidae, κ) Ephemeridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, λ) Leptoceridae, Polycentropodidae, Psychomyidae, Philopotamidae, Limnephilidae, Rhyacophilidae, Glossosomatidae, Ecnomidae, μ) Aeshnidae, Lestidae, Corduliidae, Libellulidae, ν) Athericidae, Dixidae, ξ) Helodidae, Gyrinidae, Hydraenidae, ο) Sialidae, π) Brachyura, ϑ) Astacidae	7	7.5	7.8
ρ) Potamanthidae, β) Calopterygidae, Cordulegasteridae σ) Stratiomyidae, δ) Hydrobiidae	6	6	6
τ) Platycnemididae, Gomphidae, θ) Tabanidae, Ceratopogonidae, Empididae, ι) Elminthidae, δ) Viviparidae, Neriidae, κ) Unionidae, στ) Corophidae	5	5	5
λ) Caenidae, Oligoneuriidae, Polymitarcidae, Isonychiidae, μ) Hydropsychidae, γ) Ancyliidae, δ) Gammaridae, ν) Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesidae, ξ) Dryopidae, Helophoridae, Hydrochidae, Clambidae	4	3.8	3.5
ζ) Ephemerellidae, Baetidae, β) Hydroptilidae, η) Tipulidae, Dolichopodidae, Anthomyidae, Limoniidae, θ) Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, ι) Hydracarina + Pisicidae	3	2.5	2
κ) Coenagrionidae, β) Chironomidae (όχι τα κόκκινα), λ) Dytiscidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, μ) Corixidae, Hebridae, Veliidae, Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Pleidae, Naucoridae, Notonectidae, Belostomatidae, ν) Asellidae, Ostracoda, ξ) Physidae, Bythinidae, Bythinellidae, Acroloxidae, Malaniidae, Ellobiidae, ο) Hirudinidae, η) Sphaeriidae θ) Oligochaeta (εκ. Tubificidae)	2	1.5	1
ρ) Chironomidae (τα κόκκινα), Rhagionidae, Culiidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephyridae, Ephemeridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, σ) Lymnaeidae, Planorbidae, γ) Erpobdellidae τ) Tubificidae, β) Valvatidae, γ) Syrphidae	1	0.8	0.5

Πίνακας 4. Τιμές X και Y του Ελληνικού Συστήματος Αξιολόγησης (ΕΣΑ) και του μέσου όρου του αντίστοιχα (ΜΟΔΤ) (τροποποιημένος από Extence et al, 1987).

Table 4. Values X and Y of the Greek evaluation system and its average respectively (modified from Extence et al, 1987)

δείγματα που συλλέχθηκαν από πολλούς τύπους ενδιαιτημάτων
samples collected from many types of habitats

Ελληνικό σύστημα αξιολόγησης (B M W P)	X	Μέσος όρος (A S P T)	Y
151+	7	6.0+	7
121-150	6	5.5-5.9	6
91-120	5	5.1-5.4	5
61-90	4	4.6-5.0	4
31-60	3	3.6-4.5	3
15-30	2	2.6-3.5	2
0-14	1	0-2.5	1

δείγματα που συλλέχθηκαν από λίγους τύπους ενδιαιτημάτων
samples collected from few types of habitat

Ελληνικό σύστημα αξιολόγησης	X	Μέσος όρος	Y
121+	7	5.0+	7
101-120	6	4.5-4.9	6
81-100	5	4.1-4.4	5
51-80	4	3.6-4.0	4
25-50	3	3.1-3.5	3
10-24	2	2.1-3.0	2
0-9	1	0-2.1	1

Πίνακας 5. Τελική ερμηνεία της τιμής του Ελληνικού συστήματος αξιολόγησης (τροποποιημένος από Extence et al, 1987)

Table 5. Final interpretation of the values of the Greek evaluation system (modified from Extence et al, 1987).

Τελική τιμή	Σύνοψη ερμηνεία	Ερμηνεία
6+	A+	Άριστη ποιότητα
5.5	A-	Άριστη ποιότητα
5	A	Άριστη ποιότητα
4.5	B	Καλή ποιότητα
4	Γ	Καλή ποιότητα
3.5	Δ	Μέτρια ποιότητα
3	E	Μέτρια ποιότητα
2.5	Z	Κακή ποιότητα
2	Π	Κακή ποιότητα
1.5	Θ	Πολύ κακή ποιότητα
1	I	Πολύ κακή ποιότητα

Παράρτημα III

Το πρωτόκολλο RHS (στην αγγλική και στην ελληνική)

A BACKGROUND MAP-BASED INFORMATION

Altitude (m)
Solid geology code
Distance from source (km)
Height of source (m)

Slope (m/km)
Drift geology code
Significant tributary ?
Water Quality Class

Flow category (1 - 10)
Planform category
Navigation ?

B FIELD SURVEY DETAILS

Site Number :

Mid-site Grid Reference :

River :

Date/...../.....

Time

Surveyor name

Accredited Surveyor ?

No ☐Yes ☐

If yes, state code

Adverse conditions affecting survey ?

No ☐Yes ☐

If yes, state

Bed of river visible ?

No ☐partially ☐entirely ☐

(tick one box)

Duplicate photographs : general character ?

No ☐Yes ☐

(tick one box)

Site surveyed from :

left bank ☐right bank ☐channel ☐

(tick as appropriate)

C PREDOMINANT VALLEY FORM (tick one box only)

☐ shallow vee
☐ concave/bowl
(If U-shaped glacial valley -
add "U")
☐ deep vee☐ symmetrical floodplain☐ gorge☐ asymmetrical floodplain

Terraced valley floor ?

No ☐Yes ☐

D NUMBER OF RIFFLES, POOLS AND POINT BARS (indicate total number)

Riffles

Unvegetated point bars

Pools

Vegetated point bars

Spot-check 1 is at : upstream end ☐ downstream end ☐ of site (tick one box)**E PHYSICAL ATTRIBUTES** (to be assessed across channel within 1m wide transect)

1 = one entry only

LEFT BANKMaterial ¹ NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, BW

Bank modification(s) NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM

Bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS

CHANNELChannel substrate ¹ NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, ARFlow type ¹ FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, NO

Channel modification(s) NK, NO, CV, RS, RI, DA, FO

Channel feature(s) NV, NO, RO, MB, VB, MI, TR

RIGHT BANKMaterial ¹ NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, BW

Bank modification(s) NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM

Bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS

F BANKTOP LAND USE AND VEGETATION STRUCTURE (to be assessed over a 10m wide transect)

Land use : choose one from BL, CP, OR, MH, SC, TH, RP, IG, TL, WL, OW, SU, RS

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP

LEFT BANKTOP (structure within 1m) B/U/S/C

LEFT BANK FACE (structure) B/U/S/C

RIGHT BANK FACE (structure) B/U/S/C

RIGHT BANKTOP (structure within 1m) B/U/S/C

LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP**G CHANNEL VEGETATION TYPES** (to be assessed over a 10m wide transect : use E (> 33% area) or ✓ (present))

NONE

Liverworts/mosses/lichens

Emergent broad-leaved herbs

Emergent reeds/sedges/rushes

Floating-leaved (rooted)

Free-floating

Amphibious

Submerged broad-leaved

Submerged linear-leaved

Submerged fine-leaved

Filamentous algae

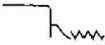
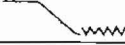
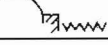
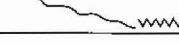
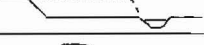
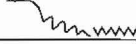
↑ Enter channel substrates not occurring in spot-checks but present in >1% whole site.

Use end "catch-all" column for types not occurring in spot checks as well as overall assessment over 500m (use E or ✓) ↑

H LAND USE WITHIN 50m OF BANKTOP Use E (> 33% banklength) or ✓ (present)
--

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (BL)			Rough pasture (RP)		
Coniferous plantation (CP)			Improved/semi-improved grass (IG)		
Orchard (OR)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Wetland (eg bog, marsh, fen) (WL)		
Scrub (SC)			Open water (OW)		
Tall herbs /rank vegetation (TH)			Suburban/urban development (SU)		
			Rock and scree (RS)		

I BANK PROFILES Use E (> 33% banklength) or ✓ (present)

	L	R		L	R
Natural/unmodified			Artificial/modified		
Vertical/undercut 			Resectioned 		
Vertical + toe 			Reinforced - whole bank 		
Steep (>45°) 			Reinforced - top only 		
Gentle 			Reinforced - toe only 		
Composite 			Artificial two-stage 		
			Poached 		
			Embanked 		
			Set-back embankments 		

J EXTENT OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES

TREES (tick one box per bank)			ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)			
	Left	Right		None	Present	E (≥33%)
None	☐	☐	Shading of channel	☐	☐	☐
Isolated/scattered	☐	☐	Overhanging boughs	☐	☐	☐
Regularly spaced, single	☐	☐	Exposed bankside roots	☐	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐	Underwater tree roots	☐	☐	☐
Semi-continuous	☐	☐	Fallen trees	☐	☐	☐
Continuous	☐	☐	Coarse woody debris	☐	☐	☐

K EXTENT OF CHANNEL FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E(>33%)		None	Present	E(>33%)
Waterfall(s)	☐	☐	☐	Marginal deadwater	☐	☐	☐
Cascade(s)	☐	☐	☐	Exposed bedrock	☐	☐	☐
Rapid(s)	☐	☐	☐	Exposed boulders	☐	☐	☐
Riffle(s)	☐	☐	☐	Unvegetated mid-channel bar(s)	☐	☐	☐
Run(s)	☐	☐	☐	Vegetated mid-channel bar(s)	☐	☐	☐
Boil(s)	☐	☐	☐	Mature island(s)	☐	☐	☐
Glide(s)	☐	☐	☐	Unvegetated side bar(s)	☐	☐	☐
Pool(s)	☐	☐	☐	Vegetated side bar(s)	☐	☐	☐
Ponded Reach(es)	☐	☐	☐	Discrete silt deposit(s)	☐	☐	☐
				Discrete sand deposit(s)	☐	☐	☐

L CHANNEL DIMENSIONS (to be measured at one location on a straight uniform section, preferably across a riffle)

LEFT BANK	CHANNEL	RIGHT BANK
Banktop height (m)	Bankfull width (m)	Banktop height (m)
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Water width (m)	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)
Embanked height (m)	Water depth (m)	Embanked height (m)

If trashline is lower than banktop break in slope, indicate: height above water (m) =

Bed material at site is: consolidated (compact) ☐ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☐Location of measurement is: riffle ☐ run or glide ☐ other ☐**M ARTIFICIAL FEATURES** (indicate total number or tick appropriate box)

None	Major	Intermediate	Minor	Major	Intermediate	Minor
☐	Weirs			Revetments		
	Sluices			Outfalls		
	Culverts			Fords		
	Bridges			Deflectors		
				Other (state)		

Is water impounded by weir/dam? No ☐ Yes, <33% of site ☐ >33% of site ☐**N EVIDENCE OF RECENT MANAGEMENT** (tick appropriate box(es))None ☐ Dredging ☐ Mowing ☐ Weed-cutting ☐
Enhancement ☐ Other (state).....**O FEATURES OF SPECIAL INTEREST** use / or E (> 33% length)

None ☐	Waterfalls > 5m high ☐	Artificial open water ☐	Bog ☐	Fringing reed-bank ☐
	Braided/side channels ☐	Natural open water ☐	Carr ☐	Floating mat ☐
	Debris dams ☐	Water meadow ☐	Marsh ☐	Other (state).....
	Leafy debris ☐	Fen ☐	Flush ☐	

P CHOKED CHANNEL (tick one box)Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☐ Yes ☐**Q NOTABLE NUISANCE PLANT SPECIES** Use / or E (> 33% length)None ☐ Giant Hogweed ☐ Himalayan Balsam ☐ Japanese Knotweed ☐ Other (state).....**R OVERALL CHARACTERISTICS** (Circle appropriate words, add others as necessary)

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting

Land Management: set-aside - buffer strip - headland - abandoned land - parkland - MoD

Animals: otter - mink - water vole - kingfisher - dipper - grey wagtail - sand martin - heron - dragonflies/damselflies

Other significant observations:

S ALDERS (tick appropriate box(es))Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐ Diseased Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐

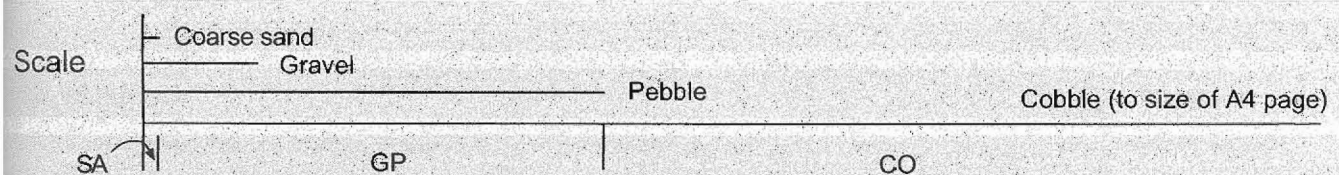
PHYSICAL ATTRIBUTES (SECTION E)

BANKS		CHANNEL	
Predominant bank material	Bank modifications	Predominant substrate	Channel modifications
NV = not visible	NK = not known NO = none	NV = not visible	NK = not known NO = none
BE = bedrock	RS = resectioned	BE = bedrock	CV = culverted
BO = boulder	RI = reinforced	BO = boulder	RS = resectioned
CO = cobble	PC = poached	CO = cobble	RI = reinforced
GS = gravel/sand	PC(B) = poached (bare)	GP = gravel/pebble (ring G or P if predominant)	DA = dam/weir
EA = earth (crumbly)	BM = berm	SA = sand	FO = ford (man-made)
CL = sticky clay	EM = embanked	SI = silt/mud	
		CL = clay	Channel features
CC = concrete	Bank features	PE = peat	NV = not visible
SP = sheet piling	NV = not visible (eg far bank)	AR = artificial	NO = none
WP = wood piling	NO = none	Predominant flow (see below)	
GA = gabion	EC = eroding cliff (ring if sandy substrate)	FF = freefall	RO = exposed bedrock/boulders
BR = brick/laid stone	SC = stable cliff (ring if sandy substrate)	CH = chute	MB = unvegetated mid channel bar
RR = rip-rap		BW = broken standing waves (white-water)	VB = vegetated mid-channel bar
BW = builders' waste	PB = unvegetated point bar	UW = unbroken standing wave	MI = mature island
	VP = vegetated point bar	CF = chaotic flow	TR = urban debris (trash)
		RP = rippled	
	SB = unvegetated side bar	UP = upwelling	
	VS = vegetated side bar	SM = smooth	
		NP = no perceptible flow	
		NO = no flow (dry)	

FLOW TYPES

FF: Free fall	clearly separates from back-wall of vertical feature ~ associated with waterfalls
CH: Chute	low curving fall in contact with substrate
BW: Broken standing waves	white-water tumbling wave must be present ~ associated with rapids
UW: Unbroken standing waves	upstream facing wavelets which are not broken ~ associated with riffles
CF: Chaotic flow	a mixture of 3 or more 'rough' flow types on no organised pattern
RP: Rippled	no waves, but general flow direction is downstream with disturbed rippled surface ~ associated with runs
UP: Upwelling	heaving water as upwellings break the surface ~ associated with boils.
SM: Smooth	preceptible downstream movement is smooth (no eddies) ~ associated with glides
NP: No perceptible flow	no net downstream flow ~ associated with pools, ponded reaches and marginal deadwater
NO: No flow	dry

ASSOCIATED CHANNEL FEATURES



LAND USE WITHIN 5m OF BANKTOP (SECTION F)

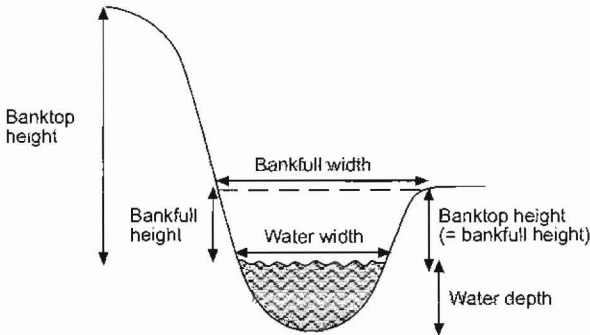
L = Broadleaf/mixed woodland	SC = Scrub	TL = Tilled land
CP = Coniferous/plantation	TH = Tall herbs	WL = Wetland
OR = Orchard	RP = Rough pasture	OW = Open water
MH = Moorland/heath	IG = Improved grass	SU = Suburban/urban
		RS = Rock & scree

BANKTOP AND BANKFACE VEGETATION STRUCTURE To be assessed within a 10m wide transect (SECTION F)

are	B	bare earth/rock etc.	vegetation types
uniform	U	predominantly one type (no scrub or trees)	 bryophytes  short herbs/creeping grasses
simple	S	two or three vegetation types	 tall herbs/grasses  scrub/brambles etc.
complex	C	four or more types	 saplings and trees

Channel dimensions guidance (Section L)

- Select location on uniform section.
- If riffle is present, measure there.
If not, measure at straightest and shallowest point.
- Banktop = first major break in slope above which cultivation or development is possible.
- Bankfull = point where river first spills onto flood plain.



WORKING ALONE: CHECKLIST

- PREPARATION
 - IMPLEMENT REPORTING-IN PROCEDURE
 - WEAR PROTECTIVE CLOTHING
 - DO NOT RUSH
- NEVER ENTER CONFINED SPACES
 - OBSERVE HYGIENE RULES
 - WATCH FOR CHANGING CONDITIONS

WEIL'S DISEASE

INSTRUCTION TO CARD HOLDERS

1. As infection may enter through breaks in the skin ensure that any cut, scratch or abrasion is thoroughly cleansed and covered with a waterproof plaster.
2. Avoid rubbing your eyes, nose and mouth during work.
3. Clean protective clothing, footwear and equipment etc, after use.
5. Report all accidents and/or injuries however slight.
6. Keep your card with you at all times.



ENVIRONMENT
AGENCY

EMERGENCY HOTLINE 0800 80 70 60

24 hour free emergency telephone line for reporting all environmental incidents relating to air, land and water.

ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΔΟΜΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ (Δάκος, 2001)

Α.Βασικές Γεωγραφικές Πληροφορίες

Υψόμετρο(m)		Υπαρξη σημαντικού παραποτάμου	
Απόσταση από πηγή(km)		Ετήσια μέση ροή	
Υψόμετρο πηγής(m)		Κλίση(m/km)	
Γεωλογία(είδος πετρωμάτων)		Μορφή ποταμού (φυσική- διαμορφωμένη)	

Β.Στοιχεία Δειγματοληψίας

Αριθμός σταθμού:

Ποταμός:

Ημερομηνία:

Ωρα:

Όνομα:

Αντίξοες συνθήκες κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας:

Ναι

Όχι

Αν ναι, διευκρινήστε

Ορατό το στρώμα ποτάμου;

Όχι

Μερικώς

Ναι

Φωτογραφικά δεδομένα:

Ναι

Όχι

Σταθμός μελετήθηκε από:

αριστερή όχθη

δεξιά όχθη

κοίτη

Γ.Επικρατούσα μορφή κοίτης



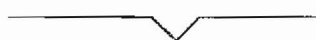
Ρηχή



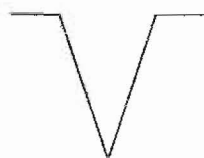
Κοίλη



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

Επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες
(χωρίς βλάστηση)

Μικρολίμνες

Επάκριες προσχωσιγενείς νησίδες(με βλάστηση)

10 SPOT-CHECKS

Spot-check 1 βρίσκεται: ανάντι(upstream)ι κατόντι(downstream) του σταθμού

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

(μια επιλογή)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ΑΡΙΣΤΕΡΗ ΟΧΘΗ	Κυκλώστε ΔΙΑ ή ΣΤ αν αποτελείται από αμμόδη υπόστρωμα									
Υλικό										
Τροποποίηση όχθης										
Χαρακτηριστικά όχθης										

ΚΟΙΤΗ	ΑΧ-Κυκλώστε Α ή Χ αν κυρίαρχο									
Υπόστρωμα										
Τύπος ροής										
Τροποποίηση κοίτης										
Χαρακτηριστικά κοίτης										
ΔΕΞΙΑ ΟΧΘΗ	Κυκλώστε ΔΙΑ ή ΣΤ αν αποτελείται από αμμόδη υπόστρωμα									
Υλικό										
Τροποποίηση όχθης										
Χαρακτηριστικά όχθης										
Τύπος υποστρώματος κοίτης που απαντά >1% σ' ολόκληρο το μήκος του σταθμού										

ΣΤ. ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ (παρατηρούμενα σε διατομή πλάτους 10m)
Χρήση γης : Διαλέξτε ένα από τα ΠΜΔ, ΚΩ, ΟΠ, ΘΑ, ΥΠ, ΧΠ, ΓΚ, ΥΓ, ΛΙ, ΒΣ, ΑΑ, ΥΔ

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

Ζ. ΤΥΠΟΙ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΚΟΙΤΗΣ

√(παρόντα)]

[illegible]

Συνολική εκτίμηση των τύπων βλάστησης και στα 500m▲

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

 $\sqrt{(\text{παρόντα})}$

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

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

Φυσική/ατροποποίηση	Δεξιά	Αριστερή
Κατακόρυφη/υποσκαμμένη		
Κατακόρυφη+πόδι κλιτύος		
Απότομη (>45)°		
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		

Ι. ΕΚΤΑΣΗ ΔΕΝΤΡΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΔΕΝΤΡΑ(μία επιλογή για κάθε όχθη)

Δεξιά Αριστερή

- Κανένα
- Διασπαρμένα
- Κανονικά
- Συστάδες
- Ημισυνεχή
- Συνεχή

ΣΥΝΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (μία επιλογή για κάθε χαρακτηριστικό)

Δεξιά Αριστερή Ε(≥33%)

Σκίαση κοίτης

Προεξέχοντα κλαδιά

Εκτεθειμένες παρόχθιες ρίζες

Εκτεθειμένες βυθισμένες ρίζες

Πεσμένα δέντρα

Σωροί ξύλων

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

		Κανένα	Παρόντα	Ε(≥33%)
Καταρράκτης(-ες)	<i>waterfall</i>			
Κλιμακωτή(-ες)	<i>cascade</i>			
Ταχύροον ποταμού	<i>rapid</i>			
Κύρτωμα(-τα)	<i>riffle</i>			
Ροές	<i>run</i>			
Θερμή πηγή(-ες)	<i>boil</i>			
Ολίσθηση(-εις)	<i>glide</i>			
Μικρολίμνες	<i>pools</i>			
Περιθωριακά στάσιμα νερά	<i>marginal deadwater</i>			
Εκτεθειμένο υπόβαθρο	<i>exposed bedrock</i>			
Εκτεθειμένοι ογκόλιθοι	<i>exposed boulders</i>			
Κεντρική προσχωσιγενής νησίδα(-ες) (χωρίς βλάστηση)	<i>unvegetated mid-channel bar</i>			
Κεντρική προσχωσιγενής νησίδα(-ες) (με βλάστηση)				
Νησί	<i>mature island</i>			
Πλευρική προσχωσιγενής νησίδα(-ες) (χωρίς βλάστηση)	<i>unvegetated side-channel bar</i>			
Πλευρική προσχωσιγενής νησίδα(-ες) (με βλάστηση)				
Γλυώδης (-εις) απόθεση(-εις)	<i>discrete silt deposits</i>			
Αμμώδης (-εις) απόθεση(-εις)	<i>discrete sand deposits</i>			

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

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

ΙΓ. ΤΕΧΝΗΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ (καθορίστε συνολικό αριθμό)

Κανένα

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

ΙΑ. ΕΝΔΕΙΞΕΙΣ ΠΡΟΣΦΑΤΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ (υπογραμμίστε)

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

ΙΕ. 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	Άλλο(καθορίστε)	
Σωροί φύλλων	Υγρολιβαδα		
Παρόχθιοι καλαμώνες	Βάλτοι		

ΙΣΤ. Είναι το 33% ή περισσότερο της κοίτης «πνιγμένο» με βλάστηση ώστε να δυσχεραίνει τη ροή; Όχι Ναι (κυκλώστε)

ΙΖ. ΠΑΡΟΥΣΙΑ ΣΚΛΗΘΡΩΝ, ΠΛΑΤΑΝΩΝ, ΠΤΙΩΝ, ΛΕΥΚΩΝ [διαλέξτε κατάλληλη(-ες) επιλογές]

ΚΑΝΕΝΑ

ΠΑΡΟΝΤΑ

ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΑ

ΝΕΚΡΑ

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

Σημαντικές επιπτώσεις:

διάνοιξη κοίτης, σκουπίδια, σιδ. γραμμές, βιομηχανίες, αποχετεύσεις, ρύπανση, μύλοι, φράγματα, δρόμοι, βουρκοί, αποψιλώσεις, λατομεία, ορυχεία, οικισμοί,

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

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
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	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
	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%)

B. ΚΟΙΤΗ

ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ	ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΣΕΙΣ
ΜΟ = μη ορατό ΣΥ = συμπαγές υπόβαθρο ΟΓ = ογκόλιθοι ΚΡ = κροκάλες ΑΧ = αδρό ίζημα/χαλίκια(κυκλώστε αυτό που υπερτερεί) ΑΜ = άμμος ΠΗ = πηλός ΙΑ = ιλύς/λάσπη ΤΥ = τύρφη ΤΧ = τεχνητό	ΑΓ = άγνωστες ΚΑ = καμία ΑΔ = αγωγοί διέλευσης νερού ΔΙΕ = διευθετημένη ΕΝ = ενισχυμένη ΦΡ = φράγμα ΤΠ = τεχνητό πέραςμα
ΚΥΡΙΑΡΧΗ ΡΟΗ ΚΠ =κατακόρυφη ροή από πτώση ΚΚ =κεκαμμένη κυρτή υδατόπτωση ΣΑ =στάσιμα αφρίζοντα κύματα ΣΜ =στάσιμα μη αφρίζοντα κύματα ΧΑ =χαστική ροή ΚΥ =κυματοειδής, αυλακωτή ΑΝ =αναδύουσα ΟΜ =ομαλή, ήρεμη ΜΑ =μη αντιληπτή ροή ΜΡ =μηδενική ροή	ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
	ΜΟ = μη ορατά ΚΑ = κανένα ΕΥ = εκτεθειμένο υπόστρωμα/βράχια ΚΠΝ = κεντρικές προσχωσιγενείς νησίδες (χωρίς βλάστηση) ΒΚΝ = κεντρικές προσχωσιγενείς νησίδες (με βλάστηση, >50%) ΝΗ = νησί

ΧΡΗΣΗ ΓΗΣ ΣΤΑ 5m ΣΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ ΤΗΣ ΟΧΘΗΣ (ΜΕΡΟΣ ΣΤ)

ΠΜΔ= πλατύφυλλο/μικτό δάσος

ΚΩ= κωνοφόρα

ΟΠ= οπωρόνας

ΘΑ= θαμνώνες(πουρνάρια, βατομουριές, φράξοι)

ΥΠ= υψηλές πόες

ΧΠ= χαμηλές πόες

ΓΚ= γεωργικές καλλιέργειες

ΥΤ= υγρότοπος(Βάλτοι, Carex spp.)

ΛΙ= λιβάδια

ΒΣ= βράχια, σάρες

ΑΑ= αστική ανάπτυξη

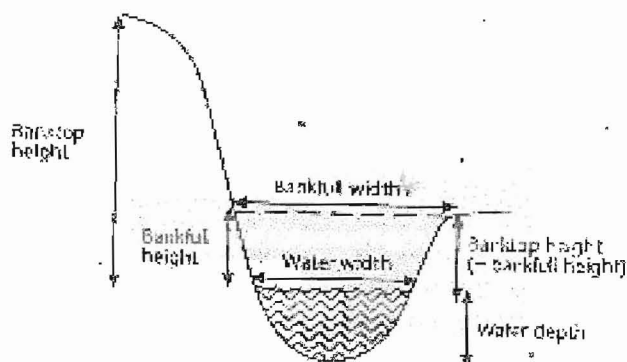
ΥΔ= υδατοσυλλογές

ΔΟΜΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ ΣΕ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΛΑΤΟΥΣ 10 m (ΜΕΡΟΣ ΣΤ)

Γ	ΓΥΜΝΗ <50% βλάστηση, γη,βράχια	
Ο	ΟΜΟΙΟΓΕΝΗΣ 1 τύπος, μόνο πόες, όχι δένδρα ή θάμνοι	
Α	ΑΠΛΗ 2-3 τύποι, πόες και θάμνοι	
Σ	ΣΥΝΘΕΤΗ ≥4 τύποι, οπωσδήποτε δέντρα και θάμνοι	

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΟΙΤΗΣ (ΜΕΡΟΣ Λ)

- Διαλέξτε ομοιογενή περιοχή
- Αν υπάρχει κύρτωμα, μετρήστε εκεί.
- Διαφορετικά, στο ευθύτερο και ρηχότερο σημείο.
- Ανώτερο σημείο φυσικού αναχώματος (banktop)=το πρώτο σημαντικό σημείο πάνω από το οποίο καλλιέργειες και δραστηριότητες είναι δυνατές
- Σημείο υπερχείλισης κοίτης(bankfull)=το σημείο πέρα από το οποίο ξεχειλίζει ο ποταμός



Παράρτημα IV

Ο δείκτης Habitat Quality Assessment

Appendix 2

Habitat Quality Assessment (HQA) scoring system: version 1.2

The HQA score for a site is the total of all the component scores in the categories listed below.

FLOW TYPES

Each predominant flow-type recorded scores 1; if it occurs at 2 - 3 spot-checks, it scores 2; if it occurs at 4 or more spot-checks, it scores 3. If only one type occurs at **all 10 spot-checks**, the score will be 3. Dry channel scores 0.

If recorded in the sweep-up, score 1 for each of the following channel features provided that an equivalent flow-type has not been recorded in any spot-check: waterfall(s), if *free fall* flow absent; cascade(s), if *chute* flow absent; rapid(s), if *broken standing wave* absent; riffle(s), if *unbroken standing wave* absent; run(s), if *rippled* flow absent; boil(s), if *swelling* absent; glide(s), if *smooth* flow absent; pool(s), if *no perceptible flow* absent. Score 1 for marginal deadwater recorded as present or extensive in the sweep-up.

CHANNEL SUBSTRATES

Each predominant natural substrate type (ie bedrock, boulder, cobble, gravel/pebble, sand, silt, clay, peat) recorded scores 1; if it occurs at 2 - 3 spot-checks it scores 2; if it occurs at 4 or more spot-checks, it scores 3.

If only one predominant type is recorded at all 10 spot-checks, the score will be 3.

Artificial substrate(s) recorded (on the 1997 form) do not count.

"Not visible" does not score, unless recorded at 6 or more spot-checks, when it scores 1.

CHANNEL FEATURES

Each 'natural' channel feature (ie exposed bedrock/boulders, unvegetated mid-channel bar, vegetated mid-channel bar, mature island) recorded scores 1; if it occurs at 2-3 spot-checks, it scores 2; if it occurs at 4 or more spot-checks, it scores 3. *[NB: more than one feature can occur at a single spot-check.]*

If any of these features are **not** recorded in the spot-checks, but occur as present or extensive in the sweep-up, then they score 1 each.

BANK FEATURES

Each bank is scored separately.

Each natural feature (ie eroding earth cliff, stable earth cliff, unvegetated point bar, vegetated point bar, unvegetated side-bar, vegetated side-bar) recorded scores 1; if it occurs at 2 - 3 spot checks, it scores 2; if it occurs at 4 or more spot-checks, it scores 3. *[NB: more than one feature can be recorded at a single spot-check.]*

If any of unvegetated point bar, vegetated point bar, unvegetated side bar or vegetated side bar are **not** recorded in the spot-checks, but appear in the sweep-up, then they will score 1 each. *[NB: vertical/undercut cliff profile recorded in the sweep-up does not equate to eroding or stable earth cliff.]*

BANK VEGETATION STRUCTURE

Only simple and complex vegetation structure score. Both score equally.

Each bank is scored separately.

Bankface and banktop are scored separately.

Bankface

If simple or complex is recorded at one spot-check it scores 1; if simple and/or complex recorded at 2 - 3 spot-checks, score 2; if simple and/or complex occur at 4 or more spot-checks, the score will be 3.

Banktop

If simple or complex is recorded at one spot-check it scores 1; if simple and/or complex recorded at 2 - 3 spot-checks, score 2; if simple and/or complex occur at 4 or more spot-checks, the score will be 3.

(continued)

Παράρτημα V

Ο δείκτης Habitat Modification Score

POINT BARS

Add together the total number of unvegetated and vegetated point bars (*front page of form*).

Score 1 if the total is 3 - 8; score 2 for 9 or more.

IN-STREAM CHANNEL VEGETATION

In-stream channel vegetation types are grouped into six categories for scoring purposes: (i) liverworts and mosses; (ii) emergent broad-leaved herbs; (iii) emergent reeds/rushes/sedges; (iv) floating-leaved, free-floating and amphibious; (v) submerged broad-leaved; and (vi) submerged linear and fine-leaved.

Score 1 for each category recorded within the site, and 2 for those categories recorded either as present or extensive at 4 or more spot-checks.

Filamentous algae do **not** score.

LAND-USE WITHIN 50m

Each bank is scored separately.

Only the sweep-up information is used.

Only broadleaf woodland (or native pinewood), moorland/heath, and wetland score.

Broadleaf woodland, moorland/heath and wetland each score 1 if present, and score 2 if extensive.

If broadleaf woodland (or native pinewood) or wetland, alone or together are the **only** land-use categories recorded, then score 7 for that bank. For naturally treeless sites, moorland/heath or equivalent qualifies.

TREES AND ASSOCIATED FEATURES

Trees

Each bank is scored separately.

Score 1 if trees are isolated/scattered; score 2 if regularly-spaced or occasional clumps; score 3 if semi-continuous or continuous.

Associated features

Overhanging boughs, exposed bankside roots, underwater tree roots, coarse woody debris and fallen trees each score 1 if present.

Extensive exposed bankside roots and underwater tree roots each score 2.

Extensive coarse woody debris score 3.

Extensive fallen trees score 5.

SPECIAL FEATURES

Score 5 if any of the following have been recorded: waterfall more than 5m high, braided or side channel, debris dams, natural open water, fen, carr, flush, bog. [*Score 5 regardless of number of special features present.*]

Footnote: HQA scores should only be used when comparing sites of similar river type or character. For instance, sites in naturally treeless exposed or mountain areas should not be compared with those in lowland wooded valleys.

Παράρτημα VI

Τα δεδομένα των βενθικών μακροασπονδύλων

	A2	A6	A10	A12	A14	A18	A20	A25	A27	A30	A34	A35	A39	AA2	AB2	AG7
Argyroneta aquatica	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Asellidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0
Baetidae	0	0	0	9	1	0	2	160	18	73	102	15	47	1	61	1
Bithynidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
Caenidae	0	1	10	0	0	4	6	31	13	6	93	46	201	0	11	6
Calopterygidae	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
Ceratopogonidae	0	0	34	0	0	0	0	9	1	0	1	0	7	35	28	3
Chironomidae	2	511	88	46	52	19	40	106	27	17	56	81	123	20	8	239
Coenagrionidae	1	0	0	63	1	2	0	0	2	0	4	0	0	0	4	0
Cordulidae	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Corixidae	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0
Dolichopodidae	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5	0	3	0
Dytiscidae	0	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	1	2	3	2
Elminthidae	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ephemerilidae	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Ephydriidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Gammaridae	134	0	0	4	1	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0
Gerridae	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	6	0	0	0	0	0
Glossiphonidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0
Glossosomatidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
Gomphidae	0	1	0	2	1	0	0	0	1	0	1	6	2	0	0	9
Herbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0
Hydrophilidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0
Hydropsycidae	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	3	0	0	15
Hydroptilidae	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	3	2	4	2
Lepidopteri	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptoceridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Libellulidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lymnaeidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mesovelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Microvelidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Miscidaceae	8	90	135	48	46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Naucoridae	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2	0
Nemouridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92
Notonectidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Oligochaeta	0	2	1	2	1	24	1	9	37	21	6	2	9	6	79	9
Palaemonidae	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Physidae	0	0	0	23	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Planorbidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0
Platycnemididae	0	0	0	4	0	3	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0
Pleidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Polycentropodidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Polychaeta	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Potamanthidae	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Ptychopteridae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Stratiomyidae	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
Tabanidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Tipulidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	0	0	0	2
Unionidae	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Veliidae	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Viviparidae	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0

Παράρτημα VII

Υπόδειγμα συμπληρωμένων πρωτοκόλλων καταγραφής RHS

A BACKGROUND MAP-BASED INFORMATION

Altitude (m) <u>10</u>	Slope (m/km) <u>0,5</u>	Flow category (1 - 10) <u>9</u>
Solid geology code <u>938</u>	Drift geology code <u>4</u>	Planform category <u>2</u>
Distance from source (km) <u>337</u>	Significant tributary? <u>N</u>	Navigation? <u>N</u>
Height of source (m) <u>1500</u>	Water Quality Class <u>C</u>	

FIELD SURVEY DETAILS

Site Number: A14 Mid-site Grid Reference: 410° 43,78'
22° 33,34' River: Axios

Date 19/8/00 Time 12:00 Surveyor name FX

Accredited Surveyor? No ☐ Yes ☐ If yes, state code

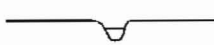
Adverse conditions affecting survey? No ☐ Yes ☐ If yes, state

Bed of river visible? No ☒ partially ☐ entirely ☐ (tick one box)

Duplicate photographs: general character? No ☐ Yes ☒ (tick one box) Film 13: 9-33

Site surveyed from: left bank ☒ right bank ☐ channel ☐ (tick as appropriate)

PREDOMINANT VALLEY FORM (tick one box only)

	☐ shallow vee		☐ concave/bowl (If U-shaped glacial valley - add "U")
	☐ deep vee		☒ symmetrical floodplain
	☐ gorge		☐ asymmetrical floodplain

Terraced valley floor? No ☐ Yes ☒

NUMBER OF RIFFLES, POOLS AND POINT BARS (indicate total number)

Riffles	Unvegetated point bars
Pools	Vegetated point bars

Spot-check 1 is at : upstream end ☒ downstream end ☐ of site (tick one box)**E PHYSICAL ATTRIBUTES** (to be assessed across channel within 1m wide transect)

1 = one entry only

LEFT BANKMaterial ¹ NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, BW

Bank modification(s) NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM

Bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS

CHANNELChannel substrate ¹ NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, ARFlow type ¹ FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, NO

Channel modification(s) NK, NO, CV, RS, RI, DA, FO

Channel feature(s) NV, NO, RO, MB, VB, MI, TR

RIGHT BANKMaterial ¹ NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, BW

Bank modification(s) NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM

Bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS

F BANKTOP LAND USE AND VEGETATION STRUCTURE (to be assessed over a 10m wide transect)

Land use : choose one from BL, CP, OR, MH, SC, TH, RP, IG, TL, WL, OW, SU, RS

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP

LEFT BANKTOP (structure within 1m) B/U/S/C

LEFT BANK FACE (structure) B/U/S/C

RIGHT BANK FACE (structure) B/U/S/C

RIGHT BANKTOP (structure within 1m) B/U/S/C

LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP

G CHANNEL VEGETATION TYPES (to be assessed over a 10m wide transect : use E (> 33% area) or ✓ (present))

NONE	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Liverworts/mosses/lichens								V	V	V	V
Emergent broad-leaved herbs								V	V	V	V
Emergent reeds/sedges/rushes	V	V	V	V		V		V	V	V	V
Floating-leaved (rooted)											
Free-floating											
Amphibious				V							V
Submerged broad-leaved											
Submerged linear-leaved											
Submerged fine-leaved					V		V		V	V	V
Filamentous algae			V		V		V				V

Use end "catch-all" column for types not occurring in spot checks as well as overall assessment over 500m (use E or ✓)

↑ Enter channel substrates not occurring in spot-checks but present in >1% whole site.

POINT BARS

and together the total number of unvegetated and vegetated point bars (*front page of form*).

Score **1** if the total is 3 - 8; score **2** for 9 or more.

STREAM CHANNEL VEGETATION

Stream channel vegetation types are grouped into categories for scoring purposes: (i) liverworts and mosses; (ii) emergent broad-leaved herbs; (iii) emergent reeds/rushes/sedges; (iv) floating-leaved, semi-floating and amphibious; (v) submerged broad-leaved; and (vi) submerged linear and fine-leaved.

Score **1** for each category recorded within the site, and **2** for those categories recorded either as present or extensive at 4 or more spot-checks.

Algal and filamentous algae do **not** score.

LAND-USE WITHIN 50m

Each bank is scored separately.

Only the sweep-up information is used.

Only broadleaf woodland (or native pinewood), moorland/heath, and wetland score.

Broadleaf woodland, moorland/heath and wetland each score **1** if present, and score **2** if extensive.

Broadleaf woodland (or native pinewood) or wetland, alone or together are the **only** land-use categories recorded, then score **7** for that bank. For naturally treeless sites, moorland/heath or equivalent qualifies.

TREES AND ASSOCIATED FEATURES

Trees

Each bank is scored **separately**.

Score **1** if trees are isolated/scattered; score **2** if regularly-spaced or occasional clumps; score **3** if semi-continuous or continuous.

Associated features

Overhanging boughs, exposed bankside roots, underwater tree roots, coarse woody debris and fallen trees each score **1** if present.

Extensive exposed bankside roots and underwater tree roots each score **2**.

Extensive coarse woody debris score **3**.

Extensive fallen trees score **5**.

SPECIAL FEATURES

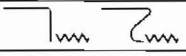
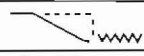
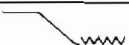
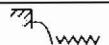
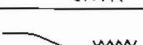
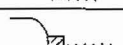
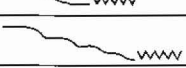
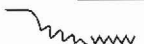
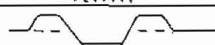
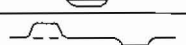
Score **5** if **any** of the following have been recorded: waterfall more than 5m high, braided or side channel, debris dams, natural open water, fen, carr, flush, bog. [*Score 5 regardless of number of special features present.*]

Footnote: HQA scores should only be used when comparing sites of similar river type or character. For instance, sites in naturally treeless exposed or mountain areas should not be compared with those in lowland wooded valleys.

LAND USE WITHIN 50m OF BANKTOP Use E (> 33% banklength) or ✓ (present)

	L	R		L	R
oadleaf/mixed woodland (BL)	E		Rough pasture (RP)	✓	
oniferous plantation (CP)			Improved/semi-improved grass (IG)		
orchard (OR)			Tilled land (TL)		
oorland/heath (MH)			Wetland (eg bog, marsh, fen) (WL)	✓	
erub (SC)		E	Open water (OW)		
ll herbs /rank vegetation (TH)		E	Suburban/urban development (SU)	✓	✓
			Rock and scree (RS)		

BANK PROFILES Use E (> 33% banklength) or ✓ (present)

	L	R		L	R
natural/unmodified			Artificial/modified		
vertical/undercut 			Resectioned 		
vertical + toe 	✓		Reinforced - whole bank 		
steep (>45°) 	✓	✓	Reinforced - top only 		✓
gentle 	E	E	Reinforced - toe only 		
composite 	✓	✓	Artificial two-stage 		
			Poached 	E	E
			Embanked 		E
			Set-back embankments 	E	

EXTENT OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☐	☒
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☒	☐
Semi-continuous	☐	☐
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (>33%)
Shading of channel	☐	☒	☐
Overhanging boughs	☒	☐	☐
Exposed bankside roots	☐	☒	☐
Underwater tree roots	☒	☐	☐
Fallen trees	☒	☐	☐
Coarse woody debris	☐	☒	☐

EXTENT OF CHANNEL FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E (>33%)		None	Present	E (>33%)
Waterfall(s)	☒	☐	☐	Marginal deadwater	☒	☐	☐
Cascade(s)	☒	☐	☐	Exposed bedrock	☒	☐	☐
Rapid(s)	☒	☐	☐	Exposed boulders	☒	☐	☐
Riffle(s)	☒	☐	☐	Unvegetated mid-channel bar(s)	☒	☐	☐
Run(s)	☒	☐	☐	Vegetated mid-channel bar(s)	☒	☐	☐
Boil(s)	☒	☐	☐	Mature island(s)	☐	☒	☐
Glide(s)	☒	☐	☐	Unvegetated side bar(s)	☐	☒	☐
Pool(s)	☐	☒	☐	Vegetated side bar(s)	☐	☒	☐
Ponded Reach(es)	☐	☒	☐	Discrete silt deposit(s)	☒	☐	☐
				Discrete sand deposit(s)	☒	☐	☐

L CHANNEL DIMENSIONS (to be measured at one location on a straight uniform section, preferably across a riffle)

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	3	Bankfull width (m)	62	Banktop height (m)	3
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y	Water width (m)	40	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	Y
Embanked height (m)	1	Water depth (m)	1	Embanked height (m)	1

If trashline is lower than banktop break in slope, indicate: height above water (m) =

Bed material at site is: consolidated (compact) ☐ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☒

Location of measurement is: riffle ☐ run or glide ☐ other ☒

M ARTIFICIAL FEATURES (indicate total number or tick appropriate box)

None ☐	Major	Intermediate	Minor	Major	Intermediate	Minor
Weirs				Revetments		
Sluices				Outfalls		
Culverts				Fords		
Bridges	1			Deflectors		3
				Other (state)		

Is water impounded by weir/dam? No ☒ Yes, <33% of site ☐ >33% of site ☐**N EVIDENCE OF RECENT MANAGEMENT** (tick appropriate box(es))

None ☐ Dredging ☐ Mowing ☐ Weed-cutting ☐

Enhancement ☐ Other (state).....

O FEATURES OF SPECIAL INTEREST use / or E (> 33% length)

None ☒

Waterfalls > 5m high ☐	Artificial open water ☐	Bog ☐	Fringing reed-bank ☐
Braided/side channels ☐	Natural open water ☐	Carr ☐	Floating mat ☐
Debris dams ☐	Water meadow ☐	Marsh ☐	Other (state).....
Leafy debris ☐	Fen ☐	Flush ☐	

P CHOKED CHANNEL (tick one box)Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☒ Yes ☐**Q NOTABLE NUISANCE PLANT SPECIES** Use / or E (> 33% length)None ☐ Giant Hogweed ☐ Himalayan Balsam ☐ Japanese Knotweed ☐ Other (state)..... *Arackia*.....**R OVERALL CHARACTERISTICS** (Circle appropriate words, add others as necessary)

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting

Land Management: set-aside - buffer strip - headland - abandoned land - parkland - MoD

Animals: otter - mink - water vole - kingfisher - dipper - grey wagtail - sand martin - heron - dragonflies/damselflies

Other significant observations:

S ALDERS (tick appropriate box(es))Alders? None ☒ Present ☐ Extensive ☐ Diseased Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐

A BACKGROUND MAP-BASED INFORMATION

Altitude (m) 103
 Solid geology code 333
 Distance from source (km) 20
 Height of source (m) 1.100

Slope (m/km) 18
 Drift geology code 333
 Significant tributary? N
 Water Quality Class

Flow category (1 - 10) 41
 Planform category 2
 Navigation?

B FIELD SURVEY DETAILS

Site Number: AGG

Mid-site Grid Reference: 40° 58,04' 22° 28,34'

River: Γοργόνας

Date 3/9/2000

Time 15:45

Surveyor name ΓΧ

Accredited Surveyor?

No ☐Yes ☐

If yes, state code

Adverse conditions affecting survey?

No ☐Yes ☐

If yes, state

Bed of river visible?

No ☐partially ☐entirely ☒

(tick one box)

Duplicate photographs: general character?

No ☐Yes ☒

(tick one box) Film 22:27-8

Site surveyed from:

left bank ☒right bank ☐channel ☐

(tick as appropriate)

C PREDOMINANT VALLEY FORM (tick one box only)

☐

shallow vee

☐concave/bowl
(If U-shaped glacial valley - add "U")☒

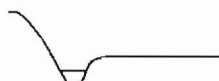
deep vee

☐

symmetrical floodplain

☐

gorge

☐

asymmetrical floodplain

Terraced valley floor?

No ☒Yes ☐

D NUMBER OF RIFFLES, POOLS AND POINT BARS (indicate total number)

Riffles ||||| = 6

Unvegetated point bars || = 2

Pools |||| = 5

Vegetated point bars

Spot-check 1 is at : upstream end ☐ downstream end ☒ of site (tick one box)**E PHYSICAL ATTRIBUTES** (to be assessed across channel within 1m wide transect)

1 = one entry only

LEFT BANK

Ring EC or SC if composed of sandy substrate

Material ¹ NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, BW

Bank modification(s) NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM

Bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS

CHANNEL

GP- ring either G or P if predominant

Channel substrate ¹ NV, BE, BO, CO, GP, SA, SI, CL, PE, ARFlow type ¹ FF, CH, BW, UW, CF, RP, UP, SM, NP, NO

Channel modification(s) NK, NO, CV, RS, RI, DA, FO

Channel feature(s) NV, NO, RO, MB, VB, MI, TR

RIGHT BANK

Ring EC or SC if composed of sandy substrate

Material ¹ NV, BE, BO, CO, GS, EA, PE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, BW

Bank modification(s) NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM

Bank feature(s) NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS

F BANKTOP LAND USE AND VEGETATION STRUCTURE (to be assessed over a 10m wide transect)

Land use : choose one from BL, CP, OR, MH, SC, TH, RP, IG, TL, WL, OW, SU, RS

LAND USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP

LEFT BANKTOP (structure within 1m) B/U/S/C

LEFT BANK FACE (structure) B/U/S/C

RIGHT BANK FACE (structure) B/U/S/C

RIGHT BANKTOP (structure within 1m) B/U/S/C

LAND USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP

G CHANNEL VEGETATION TYPES (to be assessed over a 10m wide transect : use E (> 33% area) or ✓ (present))

NONE

Liverworts/mosses/lichens

Emergent broad-leaved herbs

Emergent reeds/sedges/rushes

Floating-leaved (rooted)

Free-floating

Amphibious

Submerged broad-leaved

Submerged linear-leaved

Submerged fine-leaved

Filamentous algae

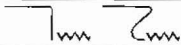
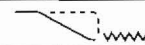
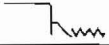
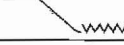
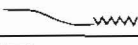
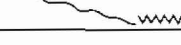
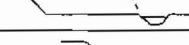
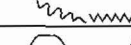
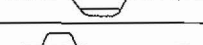
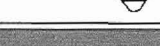
Use end "catch-all" column for types not occurring in spot checks as well as overall assessment over 500m (use E or ✓)

↑ Enter channel substrates not occurring in spot-checks but present in >1% whole site.

H LAND USE WITHIN 50m OF BANKTOP Use E (> 33% banklength) or ✓ (present)

	L	R		L	R
Broadleaf/mixed woodland (BL)	E	E	Rough pasture (RP)		V
Coniferous plantation (CP)			Improved/semi-improved grass (IG)		V
Orchard (OR)			Tilled land (TL)		
Moorland/heath (MH)			Wetland (eg bog, marsh, fen) (WL)		
Scrub (SC)	V		Open water (OW)		
Tall herbs /rank vegetation (TH)	V	E	Suburban/urban development (SU)		V
			Rock and scree (RS)		

I BANK PROFILES Use E (> 33% banklength) or ✓ (present)

Natural/unmodified	L	R	Artificial/modified	L	R
Vertical/undercut 			Resectioned 		
Vertical + toe 	V	V	Reinforced - whole bank 		
Steep (>45°) 	E	E	Reinforced - top only 		
Gentle 	E	E	Reinforced - toe only 		
Composite 		V	Artificial two-stage 		
			Poached 	E	E
			Embanked 		
			Set-back embankments 		

J EXTENT OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES

TREES (tick one box per bank)

	Left	Right
None	☐	☐
Isolated/scattered	☐	☐
Regularly spaced, single	☐	☐
Occasional clumps	☐	☐
Semi-continuous	☒	☒
Continuous	☐	☐

ASSOCIATED FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E(>33%)
Shading of channel	☐	☐	☒
Overhanging boughs	☐	☒	☐
Exposed bankside roots	☐	☒	☐
Underwater tree roots	☐	☒	☐
Fallen trees	☐	☒	☐
Coarse woody debris	☐	☒	☐

K EXTENT OF CHANNEL FEATURES (tick one box per feature)

	None	Present	E(>33%)		None	Present	E(>33%)
Waterfall(s)	☒	☐	☐	Marginal deadwater	☐	☒	☐
Cascade(s)	☒	☐	☐	Exposed bedrock	☐	☒	☐
Rapid(s)	☐	☒	☐	Exposed boulders	☐	☐	☒
Riffle(s)	☐	☒	☐	Unvegetated mid-channel bar(s)	☐	☒	☐
Run(s)	☐	☒	☐	Vegetated mid-channel bar(s)	☒	☐	☐
Boil(s)	☒	☐	☐	Mature island(s)	☒	☒	☐
Glide(s)	☐	☒	☐	Unvegetated side bar(s)	☐	☒	☐
Pool(s)	☐	☒	☐	Vegetated side bar(s)	☒	☐	☐
Ponded Reach(es)	☐	☒	☐	Discrete silt deposit(s)	☒	☐	☐
				Discrete sand deposit(s)	☐	☐	☐

L CHANNEL DIMENSIONS (to be measured at one location on a straight uniform section, preferably across a riffle)

LEFT BANK		CHANNEL		RIGHT BANK	
Banktop height (m)	—	Bankfull width (m)	12	Banktop height (m)	—
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	N	Water width (m)	4.2	Is banktop height also bankfull height? (Y or N)	N
Embanked height (m)		Water depth (m)	0.2	Embanked height (m)	

If trashline is lower than banktop break in slope, indicate: height above water (m) = 2

Bed material at site is: consolidated (compact) ☒ unconsolidated (loose) ☐ unknown ☐Location of measurement is: riffle ☒ run or glide ☐ other ☐

M ARTIFICIAL FEATURES (indicate total number or tick appropriate box)

None		Major	Intermediate	Minor		Major	Intermediate	Minor
☐	Weirs		1		Revetments			
	Sluices				Outfalls	1		
	Culverts				Fords			
	Bridges			1	Deflectors			
					Other (state)			

Is water impounded by weir/dam? No ☐ Yes, <33% of site ☒ >33% of site ☐

N EVIDENCE OF RECENT MANAGEMENT (tick appropriate box(es))

None ☐	Dredging ☐	Mowing ☐	Weed-cutting ☐
	Enhancement ☐	Other (state).....	

O FEATURES OF SPECIAL INTEREST use ✓ or E (> 33% length)

None ☒	Waterfalls > 5m high ☐	Artificial open water ☐	Bog ☐	Fringing reed-bank ☐
	Braided/side channels ☐	Natural open water ☐	Carr ☐	Floating mat ☐
	Debris dams ☐	Water meadow ☐	Marsh ☐	Other (state).....
	Leafy debris ☐	Fen ☐	Flush ☐	

P CHOKED CHANNEL (tick one box)

Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No ☒ Yes ☐

Q NOTABLE NUISANCE PLANT SPECIES Use ✓ or E (> 33% length)

None ☒ Giant Hogweed ☐ Himalayan Balsam ☐ Japanese Knotweed ☐ Other (state).....

R OVERALL CHARACTERISTICS (Circle appropriate words, add others as necessary)

Major impacts: landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing - mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting

Land Management: set-aside - buffer strip - headland - abandoned land - parkland - MoD

Animals: otter - mink - water vole - kingfisher - dipper - grey wagtail - sand martin - heron - dragonflies/damselflies

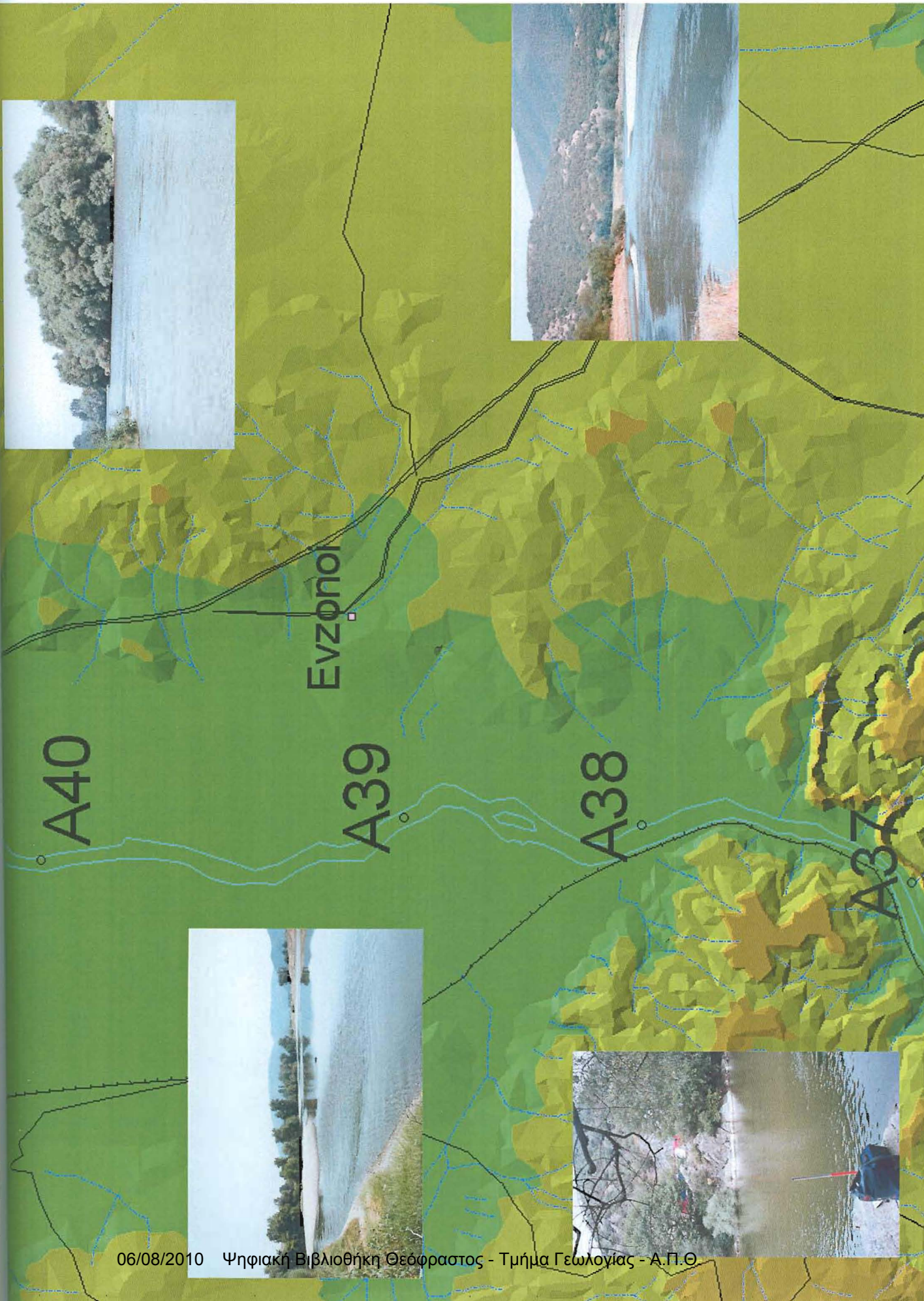
Other significant observations: Διά εστραση του νερού 6f κανάλια

S ALDERS (tick appropriate box(es))

Alders? None ☐ Present ☒ Extensive ☐ Diseased Alders? None ☐ Present ☐ Extensive ☐

Παράρτημα VIII

Φωτογραφικό αρχείο



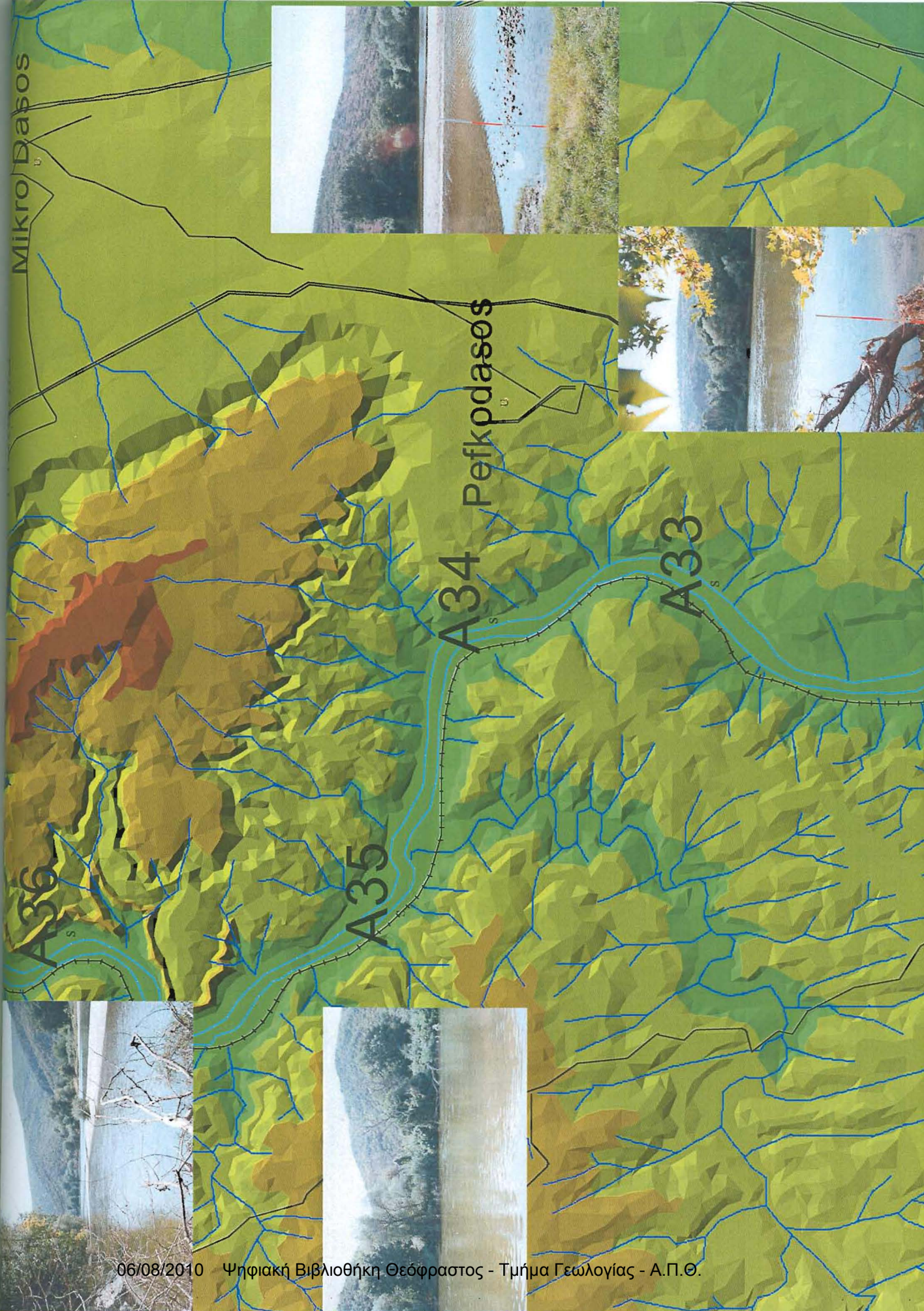
Evzonoi

A40

A39

A38

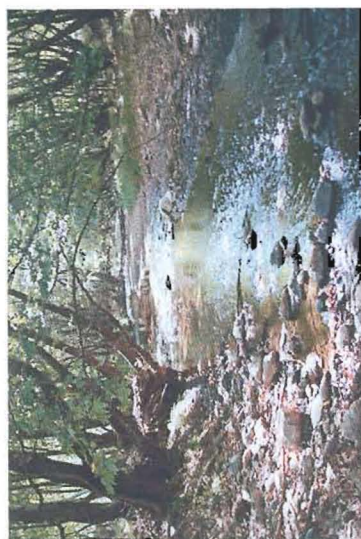
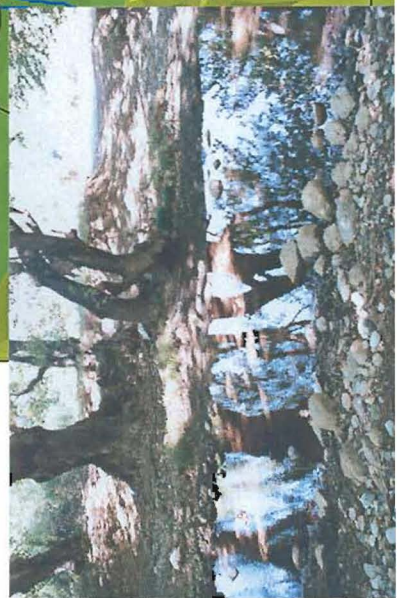
A37



AG8

AG6 AG5

Gorgopi





Polykastro

A29

A30

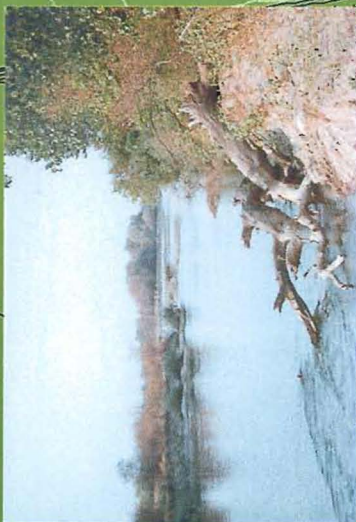
A31

A32

Axioupoli



Gorgopi



Aspros

A27

A26

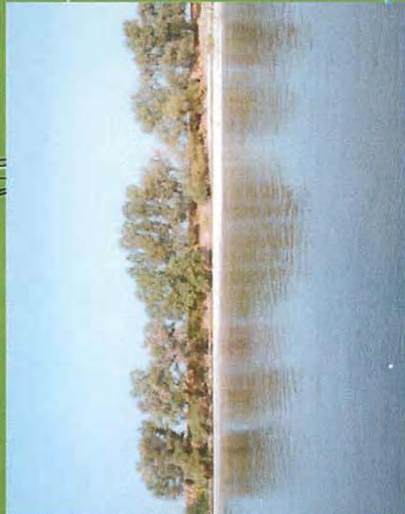
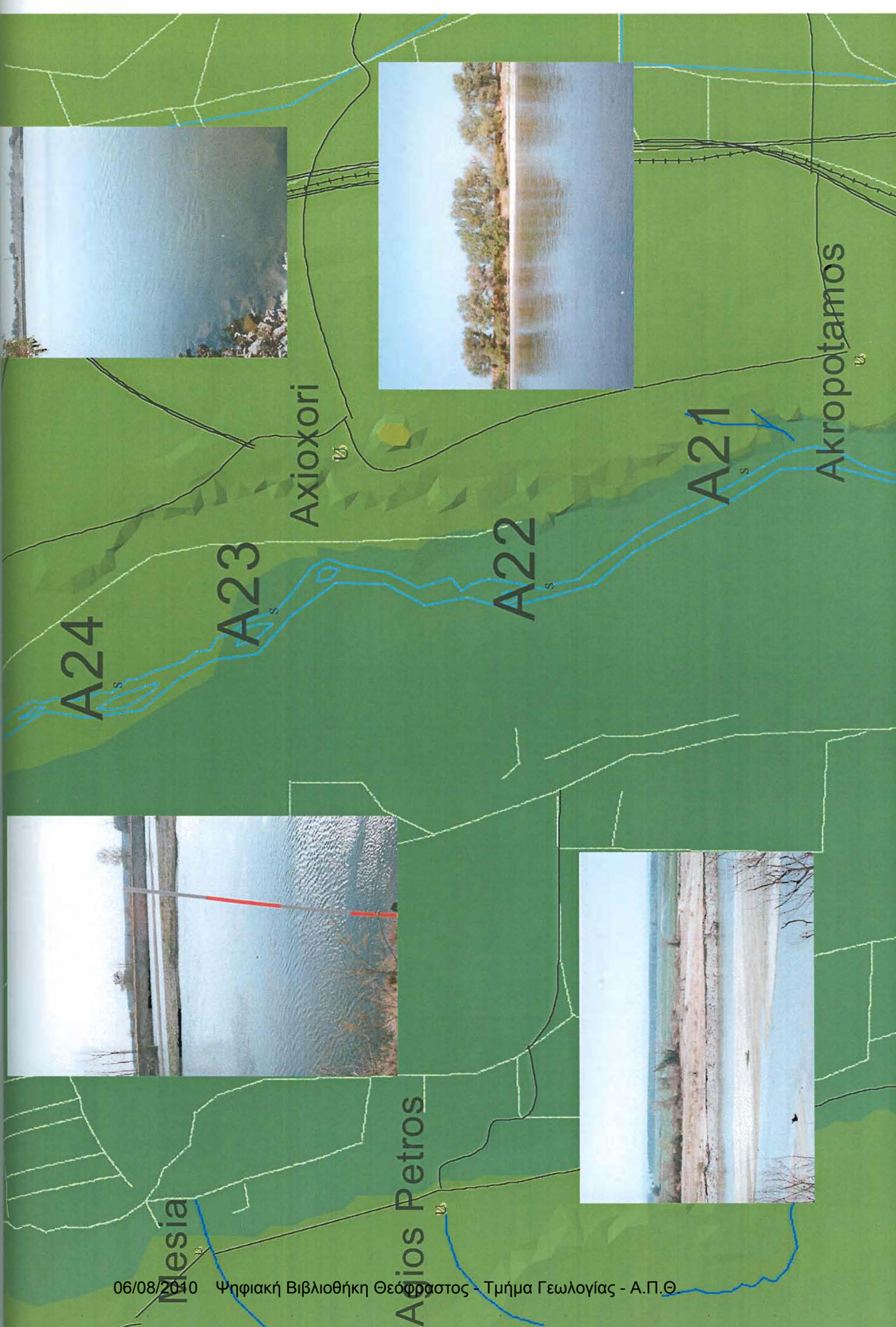
A25

A28

Valtotopi



Evropos



Akropotamos

A20

Kastanas

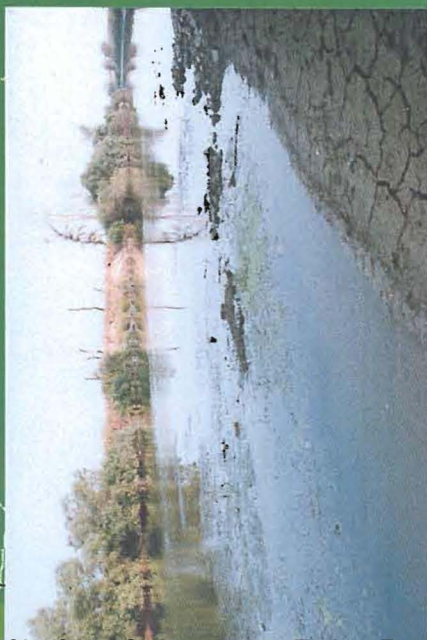
A19

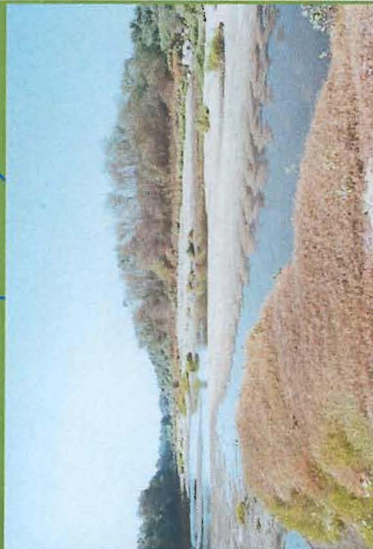
A18

Prohom

Neo Agioneri

Athyra





A16

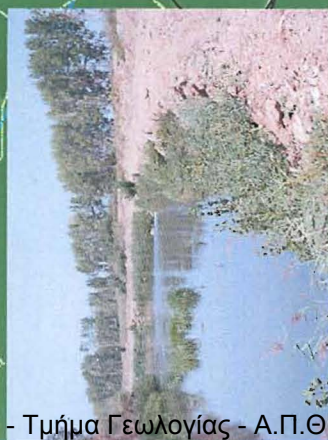
A15

A14

AB4

Eleousa

AB5





A13
A12

AB1

AB2

AB3



A11

Anatolika

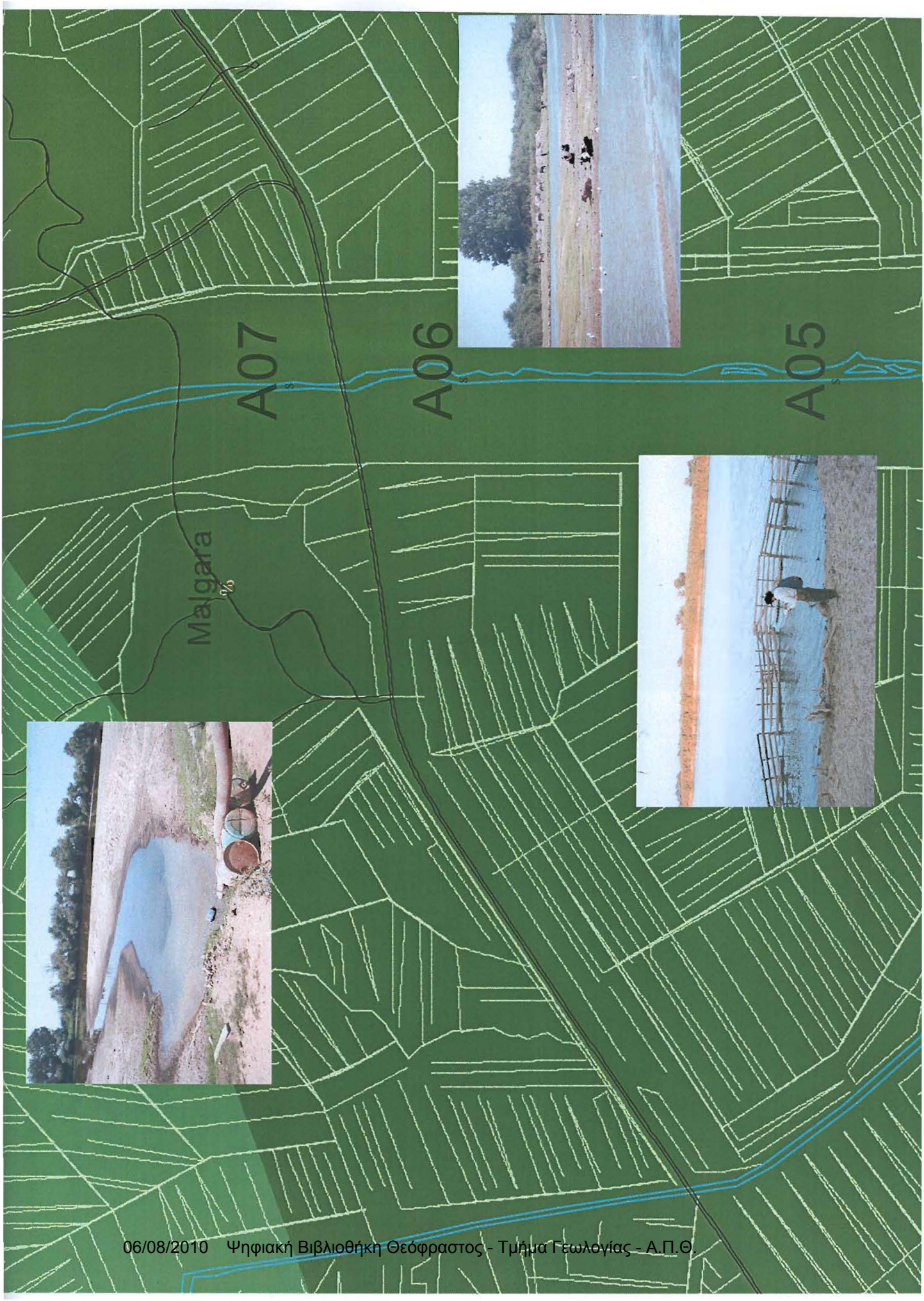
A10

A09

A08

Chalastri







A04

A03

A02

