

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης  
Παράρτημα Μουδανιών  
Τμήμα Τεχνολογίας Αλιείας & Υδατοκαλλιεργειών

**ΑΜΑΛΙΑ ΓΙΑΝΝΑΚΑΚΗ**

**ΣΥΜΒΟΛΗ ΣΤΗΝ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ  
ΤΟΥ ΧΕΙΜΑΡΡΟΥ ΕΝΙΠΕΑ – ΟΛΥΜΠΟΣ ΠΙΕΡΙΑΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**ΝΕΑ ΜΟΥΔΑΝΙΑ (2009)**

## Πρόλογος

Η παρούσα Πτυχιακή εργασία, με τίτλο "Συμβολή στην εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας του χειμάρρου Ενιπέα – Όλυμπος Πιερίας" πραγματοποιήθηκε υπό την επίβλεψη της καθηγήτριας κ. Ουρανίας Γιαννάκου, την οποία και ευχαριστώ ιδιαίτερα για την ουσιαστική της συμβολή, την καθοδήγηση της και τις υποδείξεις της σε όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Η παρούσα εργασία αποτελεί την πρώτη προσέγγιση εκτίμησης της οικολογικής ποιότητας του χειμάρρου Ενιπέα του Ολύμπου με τη χρήση βενθικών μακροασπονδύλων. Αντικείμενο της είναι η εκτίμηση της ποιότητας του νερού με τη χρήση δύο δεικτών, του Ελληνικού Συστήματος Αξιολόγησης και του Ιβηρικού Βιολογικού Δείκτη Συνεχούς Παρακολούθησης.

Πρόκειται για μία ενδιαφέρουσα έρευνα γύρω από τον τομέα της οικολογικής εκτίμησης της ποιότητας των υδάτινων σωμάτων. Ωστόσο, πέρα από το επιστημονικό κομμάτι του θέματος, προσωπικά είχα ενδιαφέρον για την ποιοτική κατάσταση του συγκεκριμένου χειμάρρου, γι' αυτό άλλωστε και τον επέλεξα. Τούτο διότι ο Ενιπέας, με το φαράγγι του και το Ευρωπαϊκό μονοπάτι E4 που το διασχίζει αποτελεί πόλο έλξης για πλήθος τουριστών αλλά και γιατί η περιοχή βρίσκεται εντός του Εθνικού Δρυμού του Ολύμπου.

Τελειώνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ όσους με βοήθησαν με τον ένα ή τον άλλο τρόπο να καταφέρω να ολοκληρώσω την εργασία αυτή. Τους ευχαριστώ όλους θερμά.

## Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί την πρώτη προσπάθεια εκτίμησης της ποιότητας των υδάτων του χειμάρρου Ενιπέα, ο οποίος βρίσκεται στον Όλυμπο Πιερίας.

Η περιοχή του Ολύμπου χαρακτηρίστηκε το 1938 ως Εθνικός Δρυμός και υπάγεται σε διάφορα καθεστώτα προστασίας της φύσης. Το φαράγγι όπου βρίσκεται ο χειμάρρος του Ενιπέα βρίσκεται στην Ανατολική πλευρά του ορούς Ολύμπου και το μήκος της κοίτης του είναι 13,86 km . Το φαράγγι του Ενιπέα ξεκινά από την τοποθεσία Πριόνια. Οι πολύμορφοι γεωλογικοί σχηματισμοί, οι κάθετες ορθοπλαγιές, οι λιμνούλες και οι καταρράκτες, η παρόχθια βλάστηση είναι ορισμένα από τα στοιχεία που συνθέτουν το τοπίο του φαραγγιού. Το φαράγγι διασχίζει το διεθνές ορειβατικό μονοπάτι E4.

Πραγματοποιήθηκαν τρεις εποχικές δειγματοληψίες (Ιούνιος 2007, Σεπτέμβριος 2007 και Μάιος 2008) σε τέσσερις σταθμούς κατά μήκος της κοίτης του χειμάρρου. Οι φυσικοχημικές παράμετροι που μετρήθηκαν ήταν το υψόμετρο, το πλάτος και το βάθος, ο τύπος του υποστρώματος, η ροή νερού, η θερμοκρασία νερού, το pH το διαλυμένο οξυγόνο (D.O. mg/l) και το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD mg/l). Επίσης από κάθε σταθμό συλλέχθηκαν βενθικά μακροασπόνδυλα. Η συλλογή των βενθικών μακροασπονδύλων έγινε με τη μέθοδο 3 minute kick/sweep, τα οποία ταξινομήθηκαν με τη χρήση ειδικών κλειδών έως το ταξινομικό επίπεδο της *οικογένειας*.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά των σταθμών κυμαίνονταν σε φυσιολογικά γενικά επίπεδα με κάποιες όμως διαφοροποιήσεις μεταξύ των σταθμών. Ο σταθμός Σ1 φάνηκε να επηρεάζεται τον Σεπτέμβριο 2007, από μικρό οργανικό φορτίο και ο σταθμός Σ4, κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2007 παρουσίασε χαμηλή συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου. Συνολικά καταγράφηκαν 41 οικογένειες (1.099 άτομα) βενθικών μακροασπονδύλων σε όλους τους σταθμούς κατά τη διάρκεια των τριών εποχικών δειγματοληψιών. Στους σταθμούς Σ1 και Σ2 συλλέχθηκαν οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί Πλεκοπτέρων, οι οποίοι συναντούνται κυρίως σε ορεινά ρυάκια ή ποτάμια με πετρώδες υπόστρωμα και αρκετή ροή, και θεωρούνται ως τα πιο ευαίσθητα στην οργανική ρύπανση βενθικά μακροασπόνδυλα. Στο σταθμό Σ2 κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2007 και του Μαΐου 2008 καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός Τριχόπτέρων και συγκεκριμένα της οικογένειας *Brachycentridae* η οποία θεωρείται ευαίσθητη στην οργανική ρύπανση. Η καταγραφή μεγάλου σχετικά αριθμού Διπτέρων σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς αντανακλά την ποικιλία ενδιαιτημάτων στην οποία ζουν.

Σε όλα τα δείγματα των βενθικών μακροασπονδύλων εφαρμόστηκαν δυο συστήματα δεικτών, το Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (ΕΣΥΑ) και ο Ιβηρικός Βιολογικός Δείκτης Συνεχούς Παρακολούθησης (ΙΒΔΣΠ). Οι βιολογικοί δείκτες για τις δειγματοληψίες του Ιουνίου 2007 και του Σεπτεμβρίου 2007 χαρακτήρισαν την ποιότητα των υδάτων "καλή" έως "πολύ καλή". Εξάιρεση αποτελεί ο σταθμός Σ3 το Σεπτέμβριο 2007, όπου οι βιολογικοί δείκτες έδωσαν "μέτρια" ποιότητα. Όμως για τη δειγματοληψία του Μαΐου 2008, ο Ιβηρικός βιολογικός δείκτης συνεχούς παρακολούθησης (ΙΒΔΣΠ), δίνει διαφορετικά αποτελέσματα σε όλους τους σταθμούς εκτός από τον Σ3, σε σχέση με το Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (ΕΣΥΑ). Οι διαφορές αυτές μάλλον οφείλονται σε διαφορετική βαθμολογία σε κάποιες οικογένειες.

## Summary

The present study is an attempt to estimate the Water Quality of Enipeas river, which is located in Mount Olympus.

The Olympus area was declared as a National Park in 1938 and is protected by National and European legislation. Enipeas river forms a gorge in the eastern site of mount Olympus and the length of the riverbed is 13,86 km. The gorge begins at the position "Prionia". The diverse geological formations, the vertical slopes, the ponds and waterfalls, the riparian vegetation are some of the elements that compose the landscape of the gorge. The gorge is crossed by the "Enipeas path", which is a part of the international E4 path.

Three seasonal samplings were performed (June 2007, September 2007 and May 2008) at four stations along the riverbed. The physicochemical parameters measured were the height, width and depth, type of substrate, water flow, water temperature, pH, Dissolved Oxygen (D.O. mg/l) and Biochemical Oxygen Demand (BOD mg/l). Benthic macroinvertebrates were collected from each station. The collection was under the 3 minute kick/sweep method, and were classified by using special keys up to the taxonomic level of family.

According to the results, the physicochemical characteristics of the stations were at normal levels generally but with some variations between the stations. The station S1 appeared to be affected in September 2007, from small organic load and the station S4, during sampling in June 2007, showed a low concentration of Dissolved Oxygen. Altogether 41 families (1,099 individuals) of benthic macroinvertebrates were registered at

all stations during the three seasonal samplings. The largest population of Plecoptera was registered in stations S1 and S2, this type of benthic macroinvertebrates which mainly found in mountains streams or rivers with rocky substrate and sufficient flow and are considered to be the most sensitive to organic pollution. The largest population of Trichoptera was collected at the station S2 during the sampling in September 2007 and May 2008. In particular the Brachycentridae family were registered which is considered sensitive to organic pollution. The high number of Diptera registered in all sampling stations reflect the diversity of habitats in which they live.

Two systems of indices were applied in all samples, the Hellenic Evaluation System (HESY) and the Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP). Biological indicators for sampling in June 2007 and September 2007 identified water quality "good status" to "high status". The exception was the sampling of station S3 in September 2007, where the biological indicators had "moderate status" quality. But for the sampling in May 2008, the Iberian Biological Monitoring Working Party (IBMWP) gives different results in all stations except S3, as compared with the Hellenic Evaluation System (HESY). These differences are caused probably due to different rating in some families.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>6</b>
1.1 Γενικά	6
1.2 Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ	6
1.3 Βενθικά μακροασπόνδυλα	8
1.4 Δείκτες	9
1.5 Βιολογική παρακολούθηση ρεόντων υδάτων στην Ευρώπη και στην Ελλάδα.	10
1.6 Σκοπός της εργασίας	11
<b>2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ</b>	<b>13</b>
2.1 Ευρύτερη περιοχή μελέτης	13
2.2 Κυρίως περιοχή	14
2.3 Γεωλογικά – Υδρολογικά στοιχεία	16
2.4. Κλίμα	18
<b>3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	<b>22</b>
3.1 Δειγματοληψία πεδίου	22
3.2 Χημικές αναλύσεις	24
3.3 Σταθμοί δειγματοληψίας	25
3.4 Βιοδείκτες	32
<b>4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>38</b>
4.1 Φυσικοχημικές παράμετροι	38
4.1.1 Υπόστρωμα	38
4.1.2 Πλάτος και βάθος	38
4.1.3 Ροή και παροχή	38
4.1.4 Θερμοκρασία	41
4.1.5 pH	42
4.1.6 Διαλυμένο Οξυγόνο (D.O. mg/l)	42
4.1.7 BOD <sub>5</sub>	44
4.2 Βενθικά μακροασπόνδυλα	45
4.3 Βιοδείκτες	56
<b>5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	<b>58</b>
5.1. Φυσικοχημικές παράμετροι	58
5.2. Βενθικά μακροασπόνδυλα	60
5.3 Βιοδείκτες	64
<b>6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>68</b>

## **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

### **1.1 Γενικά**

Από τα συνολικά 1.386 εκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα του νερού στη Γη περισσότερο από 96% είναι αλμυρό. Το 1,7% του γλυκού νερού είναι δεσμευμένο σε πάγο και παγετώνες. Ακόμα ένα 1,7% του γλυκού νερού βρίσκεται σε υπόγειους υδροφορείς. Το επιφανειακό γλυκό νερό που βρίσκεται σε ποτάμια και λίμνες είναι συνολικά 93.100 km<sup>3</sup> και αντιπροσωπεύει περίπου το 1/700 του 1% του συνολικού νερού στη Γη. Παρά ταύτα, τα ποτάμια και οι λίμνες είναι οι βασικές πηγές νερού για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών (Gleick, P. H., 1996). Στον Ελλαδικό χώρο, από την επιφάνεια των 131.900 km<sup>2</sup>, τα συστήματα των επιφανειακών υδάτων καταλαμβάνουν συνολικά επιφάνεια 2.200 km<sup>2</sup>, δηλαδή το 1,6% της συνολικής επιφάνειας της Ελλάδας. Οι φυσικές και τεχνητές λίμνες καλύπτουν έκταση 956 km<sup>2</sup>, οι λιμνοθάλασσες 288 km<sup>2</sup> και τα ποτάμια έχουν μήκος 4.268 km ενώ τα εκβολικά τους συστήματα με τους δελταϊκούς σχηματισμούς, καλύπτουν έκταση 723 km<sup>2</sup> (Κουσουρής, 1998). Σήμερα το 8% του παγκόσμιου πληθυσμού υποφέρει από έλλειψη νερού και τουλάχιστον το 1/3 των ανθρώπων ζει σε οριακή επάρκεια. Η έλλειψη του νερού μπορεί να αποτελέσει το πιο σοβαρό εμπόδιο για την ανάπτυξη σε πολλές περιοχές (ΕΥΑΘ, 2004).

### **1.2 Η Οδηγία 2000/60/ΕΚ**

Η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε τον Δεκέμβριο του 2000 την Οδηγία Πλαίσιο 2000/60/ΕΚ για τα νερά. Το εθνικό δίκαιο της Ελλάδας εναρμονίστηκε προς τις διατάξεις της Οδηγίας με τον Νόμο 3199/2003 (ΦΕΚ 280Α) για την «Προστασία και Διαχείριση των Υδάτων - Εναρμόνιση με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 23ης Οκτωβρίου 2000», στις 9 Δεκεμβρίου 2003 (Άρθρο 23). Σύμφωνα με το Άρθρο 3 και το Παράρτημα Ι της Οδηγίας, η Ελλάδα προσδιόρισε 14 περιοχές λεκάνης απορροής ποταμού στο εθνικό της έδαφος (κάποιες από αυτές εκτείνονται και σε εδάφη γειτονικών κρατών) και, ακολούθως, συγκρότησε τις κατάλληλες αρμόδιες αρχές, για την οργάνωση, τον συντονισμό και την επίβλεψη των στρατηγικών δράσης στις περιφέρειες.

Σκοπός της Οδηγίας, είναι η θέσπιση Κοινοτικού νομοθετικού και πολιτικού πλαισίου για την προστασία των εσωτερικών, μεταβατικών, παράκτιων και υπόγειων

υδάτων με κοινές αρχές και μέσα. Απώτερος σκοπός της Οδηγίας είναι η επίτευξη της καλής οικολογικής κατάστασης σε όλα τα Ευρωπαϊκά επιφανειακά νερά μέχρι το έτος 2015. Η οικολογική κατάσταση προσδιορίζεται από τα βιολογικά ποιοτικά στοιχεία, που υποστηρίζονται από τα υδρομορφολογικά και τα φυσικοχημικά ποιοτικά στοιχεία. Η καλή κατάσταση είναι αντιπροσωπευτική των υδατικών συστημάτων, στα οποία επικρατούν σχεδόν αδιατάρακτες συνθήκες και τα οποία δέχονται μικρές μόνο πιέσεις από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Η οικολογική κατάσταση βασίζεται σε ορισμένα ποιοτικά στοιχεία προκειμένου να κατατάξουν τα ύδατα σε μία από τις πέντε ποιοτικές κλάσεις, που απαιτεί η Οδηγία.

- ▶ Τα βιολογικά στοιχεία, που αναφέρονται στην υδρόβια χλωρίδα ή στα μακροσπόνδυλα ή /και την ιχθυοπανίδα.
- ▶ Τα υδρομορφολογικά στοιχεία, τα οποία εξετάζουν το υδρολογικό καθεστώς, τη συνέχεια του ποταμού και τη μορφολογία.
- ▶ Τα φυσικοχημικά στοιχεία.

Σύμφωνα με την Οδηγία, η οικολογική κατάσταση ταξινομείται σε πέντε ποιοτικές κλάσεις. Η εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης πραγματοποιείται σύμφωνα με τις αποκλίσεις των βιολογικών παραμέτρων από εκείνες που έχουν ορισθεί ως “συνθήκες αναφοράς”. Ως “συνθήκες αναφοράς” περιγράφονται οι συνθήκες εκείνες οι οποίες είναι ανεπηρέαστες από ανθρώπινες δραστηριότητες ή επηρεάζονται ελάχιστα. Επίσης ελέγχονται οι φυσικοχημικές παράμετροι αν είναι εντός ή εκτός των ορίων του εύρους όπου έχει ορισθεί σύμφωνα με διάφορες Οδηγίες και τέλος ελέγχεται αν τα υδρομορφολογικά χαρακτηριστικά υποστηρίζουν τις μετρούμενες τιμές των βιολογικών παραμέτρων (οδηγία 2000/60/EK). Η κατάταξη στις πέντε ποιοτικές κλάσεις γίνεται ως εξής:

**Πίνακας 1.** Ταξινόμηση και χρωματισμός των υδάτινων σωμάτων σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΟΚ

Κατάταξη οικολογικής κατάστασης	Χρωματισμός
Υψηλή	
Καλή	
Μέτρια	
Ελλιπής	
Κακή	



Θα πρέπει να σημειωθεί ότι ο όρος οικολογική ποιότητα αφορά σε ένα σύνολο φυσικοχημικών, υδρομορφολογικών και βιολογικών δεδομένων και οι πέντε προαναφερθείσες κατηγορίες οικολογικής ποιότητας ορίζονται με βάση το σύνολο των παραπάνω παραγόντων στο παράρτημα V της οδηγίας. Ως «Υψηλή» οικολογική ποιότητα, ορίζεται η ποιότητα ενός υδάτινου σώματος όταν τα φυσικοχημικά, υδρομορφολογικά και βιολογικά χαρακτηριστικά του, παρουσιάζουν μηδαμινή ή έστω εξαιρετικά μικρή απόκλιση από τις ιδανικές (χωρίς πιέσεις) συνθήκες. Η «Καλή» ποιότητα σημαίνει ότι τα βιολογικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου υδάτινου σώματος παρουσιάζουν μικρή μόνο απόκλιση από τις ιδανικές συνθήκες λόγω ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Ως «Μέτρια» ορίζεται η ποιότητα όταν τα βιολογικά στοιχεία του ποταμού παρουσιάζουν σημαντική απόκλιση από τις ιδανικές συνθήκες και σίγουρα μεγαλύτερη αλλοίωση από την αντίστοιχη της «Καλής» ποιότητας. Οποιοδήποτε υδάτινο σώμα δεν εμπίπτει σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες, κατατάσσεται στις κατηγορίες οικολογικής ποιότητας «Ελλιπής» ή «Κακή».

### **1.3 Βενθικά μακροασπόνδυλα**

Ένα από τα ποιοτικά στοιχεία που απαιτεί η οδηγία για τον προσδιορισμό της οικολογικής κατάστασης των υδάτων είναι η χρήση βιολογικών παραμέτρων με αποτέλεσμα τη δημιουργία βιολογικών δεικτών για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού (Metcalf, 1989, Karr, 1999). Οι οργανισμοί που συγκεντρώνουν τα περισσότερα πλεονεκτήματα ως δείκτες είναι τα βενθικά μακροασπόνδυλα και αυτό διότι:

- Είναι πολυπληθή, συλλέγονται σχετικά εύκολα και ο προσδιορισμός τους δεν είναι ιδιαίτερα δύσκολος σε επίπεδο οικογένειας που απαιτείται για τους περισσότερους από τους βιολογικούς δείκτες.
- Δεν μετακινούνται πολύ, οπότε καταγράφουν τις τοπικές, περιβαλλοντικές συνθήκες του νερού.
- Έχουν μεγάλο βιολογικό κύκλο, ώστε να μπορούν να καταγράψουν την ποιότητα των νερών και
- Οι βιοκοινότητές τους συγκροτούνται από πολλές διαφορετικές ταξινομικές ομάδες, οι οποίες είναι σε διαφορετικό βαθμό ευαίσθητες στα διάφορα είδη ρύπανσης, οπότε υπάρχουν πολλές πιθανότητες να παρατηρηθεί απόκριση σε οποιοδήποτε είδος ή εύρος περιβαλλοντικής διαταραχής (Hellawell, 1986, Metcalfe, 1989).

Ωστόσο η χρήση των μακροασπονδύλων στην εκτίμηση της ποιότητας των νερών έχει τρία βασικά μειονεκτήματα:

- Δεν έχουν ομοιογενή κατανομή σε ένα δειγματοληπτικό σταθμό, γεγονός που κάνει την αντιπροσωπευτική δειγματοληψία δύσκολη.
- Η βιοκοινότητά τους καθορίζεται και από άλλους παράγοντες εκτός της οργανικής ρύπανσης, όπως είναι το υπόστρωμα.
- Η εποχή κατά την οποία πραγματοποιείται η συλλογή των δειγμάτων παίζει σημαντικό ρόλο (Hellawell, 1986, Metcalfe, 1989, Mason, 1991, De Pauw & Hawkes, 1993).

#### 1.4 Δείκτες

Για την εκτίμηση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων με τη χρήση βενθικών μακροασπονδύλων οργανισμών χρησιμοποιούνται κατά καιρούς διάφοροι δείκτες, όπως:

α) οι σαπροβιοτικοί δείκτες (Metcalf 1989, De Pauw & Hawkes 1993),

β) οι δείκτες ποικιλότητας (Washington 1984, Metcalfe 1989, Mason 1991, De Pauw & Hawkes 1993),

γ) οι πολυμετρικοί δείκτες (Barbour et al. 1999, Karr & Chu, 1999),

δ) οι βιολογικοί δείκτες (Tolkamp 1985, Hellawell, 1986), ε) τα μοντέλα πρόβλεψης (Wright 2000, Kokeš et al. 2006). Οι περισσότεροι δείκτες και τα περισσότερα μοντέλα χρησιμοποιούν μεταξύ άλλων ποιοτικών στοιχείων και τα βενθικά μακροασπόνδυλα.

Από τους παραπάνω δείκτες, οι πολυμετρικοί που βασίζονται στα βενθικά μακροασπόνδυλα, χρησιμοποιούνται ευρέως στις ΗΠΑ, σε 42 πολιτείες (Karr & Chu 1999), ενώ τα τελευταία χρόνια άρχισαν να εφαρμόζονται και στον Ευρωπαϊκό χώρο (Rawer-Jost et al. 2000, Hanneke et al. 2004, Ofenböck et al. 2004, Buffagni et al. 2005).

Στην Ευρώπη περισσότερο εφαρμόζονται οι βιολογικοί δείκτες. Οι δείκτες αυτοί συνδυάζουν σε μια «τιμή» την ποικιλότητα με την ευαισθησία ορισμένων ταξινομικών ομάδων στην ύπαρξη οργανικής ρύπανσης (Tolkamp 1985). Οι περισσότεροι από αυτούς στηρίζονται στα βενθικά μακροασπόνδυλα. Σχεδόν όλοι οι βιολογικοί δείκτες έχουν προέλθει από την παρατήρηση ότι υπάρχει σταδιακή απώλεια ταξινομικών ομάδων από τη πανίδα βενθικών μακροασπονδύλων πανίδα καθαρών σταθμών, καθώς αυξάνεται το οργανικό φορτίο (Hellawell 1986).

### 1.5 Βιολογική παρακολούθηση ρεόντων υδάτων στην Ευρώπη και στην Ελλάδα.

Οι περισσότερες χώρες χρησιμοποιούν σήμερα δείκτες (βιολογικούς, σαπροβιοτικούς, πολυμετρικούς, μοντέλα) για την παρακολούθηση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων τους, προσαρμοσμένους στις ιδιαίτερες συνθήκες τους (Nixon 2002). Η Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη χρησιμοποιούν κυρίως παραλλαγές του σαπροβιοτικού δείκτη (Birk & Hering 2006), ενώ η Δυτική και η Νότια Ευρώπη χρησιμοποιούν κυρίως βιολογικούς δείκτες τελικής βαθμολογίας, δηλαδή τύπου «σκορ» ή βασισμένους σε έναν πίνακα με δύο εισόδους.

Η υιοθέτηση ενός κοινού δείκτη από όλα τα κράτη μέλη είναι πολύ δύσκολη, έως πρακτικά αδύνατη, δεδομένου ότι τα διάφορα είδη παρουσιάζουν ανομοιομορφες κατανομές στους ποταμούς της Ευρώπης και συνήθως εμφανίζονται πιο ευαίσθητα στα όρια της κατανομής τους. Ωστόσο, είναι δυνατή η εναρμόνιση των δεικτών, προκειμένου να υπάρχουν συγκρίσιμα αποτελέσματα (Buffagni et al., 2005, Buffagni & Furse, 2006).

Οι δείκτες που βασίζονται σε βενθικά μακροασπόνδυλα αποτελούν ένα πολύτιμο εργαλείο για την εκτίμηση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων της Ευρώπης. Το γεγονός ότι αποφαινόμεθα με μια μόνο τιμή για την ποιότητα των νερών καθιστά εύκολη την επικοινωνία ανάμεσα σε επιστήμονες και μη επιστήμονες και διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων για μέτρα προστασίας, διαχείρισης και ανάπτυξης. Ωστόσο, χάνονται πολλές πληροφορίες όταν οι παραπάνω δείκτες αποτελούν το μοναδικό εργαλείο των προγραμμάτων παρακολούθησης της ποιότητας των ρεόντων υδάτων, όπως συχνά συνέβαινε στο παρελθόν (Mason, 1991).

**Πίνακας 2.** Κυριότεροι βιολογικοί δείκτες που βασίζονται σε βενθικά μακροασπόνδυλα για την εκτίμηση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων στις χώρες της Ευρώπης (Τ: τάξη, Ο: οικογένεια, Γ: γένος, Ε: είδος). (από Αρτεμιάδου, 2007)

<i>Χώρα</i>	<i>Ακρωνόμιο</i>	<i>Όνομα δείκτη</i>	<i>Τύπος Δειγματοληψίας</i>	<i>Επίπεδο ταξινομικού προσδιορισμού</i>	<i>Εύρος τιμών</i>	<i>Βιβλιογραφία</i>
Βέλγιο	BBI	Βέλγικος Βιολογικός Δείκτης	Ποιοτική	ΤΟΓΕ	0-10	Gabriels et al. (2005)
Δανία	DSFI	Δείκτης πανίδας των δανέζικων ποταμών	Ποιοτική	ΟΓ	1-7	Skriver et al. (2000)
Γαλλία	IBGN	Γενικός Βιολογικός Δείκτης Κανονικοποιημένος	Ημιποσοτική	Ο	0-20	AFNOR (1992)

Ελλάδα	ΕΣΥΑ	Ελληνικό σύστημα Αξιολόγησης	Ημιποσοτική	ΤΟ	0.5-10	Αρτεμιάδου (1999), Artemiadou & Lazaridou (2005)
Ιταλία	IBE	Ιταλικός Εκτεταμένος Βιολογικός Δείκτης	Ποιοτική	ΤΟΓ	0-14	Ghetti (1997)
Ισπανία	IBMWP	Ιβηρικός Βιολογικός Δείκτης Συνεχούς Παρακολούθησης	Ημιποσοτική	Ο	0->150	Alba-Tercedor et al. (2002)
Μ. Βρετανία	BMWP/ASPT	Βιολογικός Δείκτης Συνεχούς Παρακολούθησης/Μέσος Δείκτης	Ημιποσοτική	Ο	0->150/0-10	Armitage et al. (1983)
Πολωνία	Πολωνικός BMWP	Πολωνικός Βιολογικός Δείκτης Συνεχούς Παρακολούθησης	Ημιποσοτική	Ο	0->150	From Buffagni et al. (2005)
Ιρλανδία	Q-rating	Δείκτης βαθμολογημένης ποιότητας	Ποιοτική	ΟΓΕ	0-5	From De Pauw & Hawkes(1993)
Ουγγαρία	Ουγγρικός BMWP	Ουγγρικός Βιολογικός Δείκτης Συνεχούς Παρακολούθησης	Ημιποσοτική	Ο	-	Waterview db (2006)

Στον ελλαδικό χώρο, μέχρι στιγμής, δεν υπάρχει κανένα δίκτυο ολοκληρωμένης παρακολούθησης της ποιότητας των ρεόντων υδάτων που να περιλαμβάνει τη μελέτη της κοινωνίας των βενθικών μακροασπονδύλων. Έχουν γίνει, όμως, αποσπασματικές έρευνες σε διάφορους ποταμούς (Kousouris et al. 1990, Anagnostopoulou 1992, Βορεάδου 1993, Gritzalis et al. 1993, Anagnostopoulou et al. 1994, Kousouris et al. 1994, Τσιαούση & Λαζαρίδου-Δημητριάδου 1994, Τσιαούση 1995, Αρτεμιάδου 1996, Υφαντής 1996, Copeland et al. 1997, Gritzalis et al. 1997, Κούσουρης κ.ά. 1997, Ford et al. 1998, Giannakou et al. 1998, Καμπά 1998, Λαζαρίδου-Δημητριάδου 1998, Langrick et al. 1998, Artemiadou et al. 1999, Drouin et al. 1999, Yfantis et al. 1999, Kampa et al. 2000, Lazaridou-Dimitriadou et al. 2000, Δάκος 2001, Dakos et al. 2001, Λαζαρίδου-Δημητριάδου 2001, Χατζηνικολάου 2001, Gritzalis & Skoulikidis 2002, Gritzalis et al. 2002a, Gritzalis et al. 2002b, Λαζαρίδου 2002, Στατήρη 2002, Κεμιτζόγλου 2004, Lazaridou-Dimitriadou et al. 2004, Lekka et al. 2004, Skoulikidis et al. 2004, Πια et al. 2005, Παναγιωτόπουλος 2005, Παπαδάκη 2005, Χειμωνοπούλου 2005, Chatzinikolaou et

al. 2006, Ηλία 2006, Ιωάννου 2006, Κατσιακάτσου 2006, Κεμιτζόγλου 2006, Λαζαρίδου & Χατζηνικολάου 2006, Πατσιαά 2006, Χρόνης 2006, Αργυρούδη 2007).

Τα κυριότερα προβλήματα που εντοπίστηκαν από τις προηγούμενες έρευνες κατά την εφαρμογή των Ευρωπαϊκών βιολογικών δεικτών ήταν ότι α) οι τελευταίοι δεν περιλαμβάνουν ορισμένες ταξινομικές ομάδες βενθικών μακροασπονδύλων που υπάρχουν στις Μεσογειακές περιοχές και επομένως και στους Ελληνικούς ποταμούς και β) δεν λαμβάνουν υπόψη την αφθονία αυτών των ταξινομικών ομάδων και τα ενδιαίτηματα στα οποία απαντούν, όπως τον τύπο υποστρώματος (Kampa et al. 2000, Lazaridou-Dimitriadou et al. 2000, 2004). Στην Ελλάδα σήμερα υπάρχει επίσης ένας αρχικός πολυμετρικός δείκτης (Λέκκα 2002) και ένας πολυμετρικός δείκτης που λαμβάνει υπόψη του τις διατροφικές συνήθειες των βενθικών μακροασπονδύλων (Στατήρη 2004). Πρόσφατα δημοσιεύτηκε ένα σύστημα αξιολόγησης (Skoulikidis et al. 2004) με πολυμετρικό χαρακτήρα, βασισμένο στις δειγματοληψίες του AQEM.

## **1.6 Σκοπός της εργασίας**

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί την πρώτη προσέγγιση εκτίμησης της οικολογικής ποιότητας του χειμάρρου Ενιπέα του Ολύμπου με τη χρήση βενθικών μακροασπονδύλων. Αντικείμενο της είναι η εκτίμηση της ποιότητας του νερού με τη χρήση δύο δεικτών, του ΕΣΥΑ και του Ιβηρικού βιολογικού δείκτη, σε τρεις εποχικές δειγματοληψίες. Το ΕΣΥΑ επιλέχθηκε γιατί βασίζεται σε μια εύκολα εφαρμόσιμη και οικονομική ημιποσοτική μέθοδο δειγματοληψίας. Χρησιμοποιεί το ταξινομικό επίπεδο της οικογένειας με εξαίρεση τους Ολιγόχαιτους (που είναι κλάση), το οποίο είναι αρκετά ακριβές για να χρησιμοποιείται σε προγράμματα παρακολούθησης του νερού. Λαμβάνει υπόψη α) το μεγαλύτερο μέρος της κοινωνίας των βενθικών μακροασπόνδυλων και την αφθονία τους και έτσι περιέχει τις πληροφορίες (σύνθεση και αφθονία) που απαιτεί η Οδηγία 2000/60/ΕΚ για τα βενθικά μακροασπόνδυλα και β) την ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων. Ο Ιβηρικός βιολογικός δείκτης IBMWP επιλέχθηκε γιατί σχεδιάστηκε για τους ποταμούς της Ισπανίας, μιας Μεσογειακής χώρας, όπως είναι και η Ελλάδα και επειδή αποτέλεσε τη βάση για τη δημιουργία του ΕΣΥΑ. Παράλληλα για την πιο ολοκληρωμένη προσέγγιση μετρήθηκαν φυσικοχημικές παράμετροι στους ίδιους δειγματοληπτικούς σταθμούς.

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

### 2.1 Ευρύτερη περιοχή μελέτης

Ο Όλυμπος βρίσκεται στο βορειοανατολικό άκρο της Θεσσαλίας, αποτελώντας τα φυσικά όρια των Νομών Πιερίας και Λάρισας. Ο Μύτικας, η ψηλότερη κορυφή του, βρίσκεται σε απόσταση (ευθεία γραμμή) 263 χλμ. ΒΔ των Αθηνών, 78 χλμ. ΝΔ της Θεσσαλονίκης, 26 χλμ. ΒΑ Ελασσόνας και 24 χλμ. ΝΔ της Κατερίνης, ενώ από την παραλία του Λιτόχωρου στο Θερμαϊκό κόλπο (ΒΔ Αιγαίο) απέχει 18 χλμ. Ο Όλυμπος, το ψηλότερο βουνό της Ελλάδας και το δεύτερο (σε ύψος) της Βαλκανικής χερσονήσου, είναι ένας σχετικά μικρός σε έκταση, συμπαγής (αδιάσπαστος) και σχεδόν κυκλικού σχήματος ορεινός όγκος (διαμέτρου 25 χλμ.), αρκετά βραχώδης, με οξείες κορυφές, εκτεταμένες ράχες-κορυφογραμμές-κόψεις και μεγάλες απότομες πλαγιές που κατακερματίζονται από βαθιές χαράδρες (Νέζης, 2003).

Γεωγραφικά βρίσκεται στα όρια Κεντρικής Μακεδονίας Θεσσαλίας, στο νότιο τμήμα του Νομού Πιερίας. Διοικητικά υπάγεται στους Νομούς Πιερίας και Λάρισας και στα διοικητικά όρια των δήμων: Ν. Πιερίας: Λιτοχώρου, Ανατολικού Ολύμπου, Πέτρας, Δίου και Ν. Λάρισας: Ολύμπου, Διευρυμένης Κοινότητας Καρυάς

Δασοπολιτικά, υπάγεται στη Διεύθυνση Δασών Νομού Πιερίας - Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και στη Διεύθυνση Δασών Ν. Λάρισας - Περιφέρεια Θεσσαλίας. Από γεωλογική άποψη, ο Όλυμπος, παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον φθάνοντας σε ηλικία, 180.000 ετών. Ενώ οι γειτονικές οροσειρές των Πιερίων, της Όσσας, του Τίταρου και του Κάτω Ολύμπου αποτελούνται κυρίως από γνεύσιους και μεταμορφωσιγενείς σχιστόλιθους (μαρμαγυριακούς, αργιλικούς κ.λ.π.), ο Όλυμπος αποτελείται κυρίως του ανώτερου τριαδικού (ανατολικές πλαγιές με νότιες από 1.200-2.000 μ.) και του Ιουρασικού που αποτελεί το συγκρότημα του Μύτικα από τα 2.000 μ. μέχρι την κορυφή. Γνεύσιοι συναντώνται στις δυτικές πλευρές του Ολύμπου σε μια ζώνη από τα 700-1.100 μέτρα και ηωκαινικός φλύσχος εμφανίζεται τοπικά στα βορειοδυτικά, πάνω από το χωριό Πέτρα, από τα 600 μέχρι τα 1.200 μέτρα. Η κυριαρχία αυτή του ασβεστόλιθου επηρεάζει σημαντικά το κλίμα και την εμφάνιση της βλάστησης. Στους πρόποδες του βουνού, στα ανατολικά και βόρεια, κυριαρχούν χαλαρά κροκαλοπαγή πετρώματα.

## ΚΑΘΕΣΤΩΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ-ΘΕΣΜΟΘΕΤΗΜΕΝΕΣ ΖΩΝΕΣ

Σε Εθνικό επίπεδο:

- Ο Εθνικός Δρυμός Ολύμπου μαζί με τον Εθνικό Δρυμό Παρνασσού είναι οι πρώτες περιοχές που κηρύχθηκαν ως προστατευόμενες το 1938, σύμφωνα με τον Νόμο 856/1937 "Περί Εθνικών Δρυμών". Ειδικότερα, ο Όλυμπος χαρακτηρίστηκε ως **Εθνικός Δρυμός** με το ΦΕΚ 248/Α/1938.
- Η περιοχή του Δρυμού που υπάγεται στη Δ/νση Δασών Πιερίας έχει κηρυχθεί **ευαίσθητη στις πυρκαγιές δασών και δασικών εκτάσεων** και υπάγεται με το ΠΔ 575/80 στη Β' Ζώνη.
- Η περιοχή Άγιος Ιωάννης- Τρόχαλο (Λιτοχώρου) εμβαδού 1226,2 εκτάρια στην περιφερειακή ζώνη, έχει χαρακτηριστεί ως **Καταφύγιο Άγριας Ζωής** (ΦΕΚ 706/1982).
- Από το 2002 λειτουργεί ο **Φορέας Διαχείρισης Εθνικού Δρυμού Ολύμπου** με έδρα το Λιτόχωρο.

Σε Διεθνές επίπεδο:

- **Βιογενετικό απόθεμα.** Το Ευρωπαϊκό Δίκτυο Βιογενετικών αποθεμάτων ιδρύθηκε το 1976 από το συμβούλιο της Ευρώπης και αποσκοπεί στη διατήρηση αντιπροσωπευτικών δειγμάτων χλωρίδας, πανίδας και φυσικών περιοχών της Ευρώπης.
- **Απόθεμα Βιόσφαιρας,** σύμφωνα με το πρόγραμμα της UNESCO "Άνθρωπος και Βιόσφαιρα - MAB" (1981).
- **Προτεινόμενος τόπος Κοινοτικής Σημασίας** του Δικτύου NATURA 2000 με κωδικό GR1250001 Όρος Όλυμπος, σε εφαρμογή της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ "για τη διατήρηση των φυσικών οικοτόπων καθώς και της άγριας πανίδας και χλωρίδας".
- **Ζώνη Ειδικής Προστασίας,** σε εφαρμογή της Οδηγίας 79/409/ΕΟΚ "για τη διατήρηση των άγριων πτηνών".

### 2.2 Κυρίως περιοχή

Το φαράγγι του Ενιπέα βρίσκεται στην Ανατολική πλευρά του ορούς Ολύμπου. Γεωγραφικά ανήκει στο Νομό Πιερίας. Η λεκάνη απορροής του αναπτύσσεται με γενική διεύθυνση ΑΒΑ-ΔΝΔ. Το δυτικό άκρο της λεκάνης αποτελεί η κορυφή Μύτικας (υψόμετρο 2917 μ.). Διέρχεται βόρεια του Λιτοχώρου και καταλήγει στη θάλασσα μετά

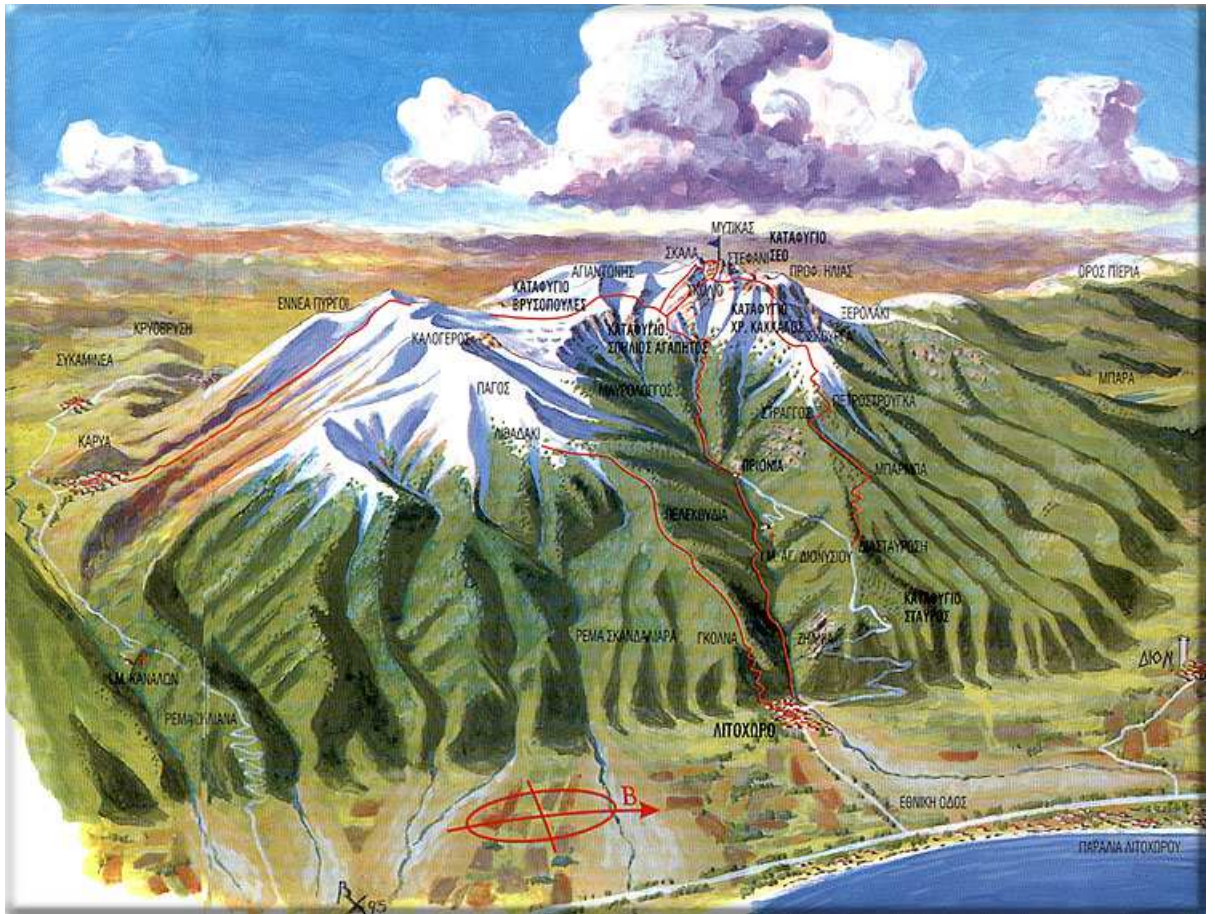
από διαδρομή 18 χλμ. περίπου. Ο υδατοκρίτης του Ενιπέα ή Μαυρόλογγου, εκτός από την κορυφή Μύτικας, ορίζεται και από τις κορυφές Σκολιό (2911 μ.), Στεφάνι (2909 μ.), Άγιος Αντώνιος (2817 μ.) και Προφήτης Ηλίας (2786 μ.). Πρόκειται για μία από τις ωραιότερες φυσικές περιοχές της Ευρώπης με έντονο ανάγλυφο και πλούσια βιοποικιλότητα. Το φαράγγι του Ενιπέα ξεκινά από την τοποθεσία Πριόνια, όπου είναι και οι πηγές του ρέματος και περνώντας βόρεια από το Λιτόχωρο καταλήγει στη θάλασσα, μετά από διαδρομή 13 χιλιομέτρων, περίπου. Οι πολύμορφοι γεωλογικοί σχηματισμοί, οι κάθετες ορθοπλαγιές, οι λιμνούλες και οι καταρράκτες, η παρόχθια βλάστηση είναι ορισμένα από τα στοιχεία που συνθέτουν το τοπίο του φαραγγιού. Το φαράγγι διασχίζει το διεθνές ορειβατικό μονοπάτι E4 που αποτελεί και μία από τις πλέον γνωστές διαδρομές στην περιοχή. ('Μελέτη διαχείρισης - διακίνησης επισκεπτών και ανάπτυξης οικοτουρισμού στο Εθνικό πάρκο του Ολύμπου'. Α' Φάση-B' Φάση. Νοέμβριος, 2003)

Σύμφωνα με στοιχεία της μελέτης 'Η ανάδειξη της χαράδρας Ενιπέα Ολύμπου και η αξιοποίηση του υδάτινου δυναμικού της', (Παυλίδης, 1995), κάποια από τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά της χαράδρας του Ενιπέα είναι:

- Στην λεκάνη του Ενιπέα εκφορτίζεται επιφανειακά ή υπόγεια, μέρος του υδατικού δυναμικού της δυτικής πλευράς του Ολύμπου.
- Στην λεκάνη του Ενιπέα καταγράφονται όλες σχεδόν οι φυτοκοινωνικές ενώσεις του Ελλαδικού χώρου.
- Η χαράδρα του Ενιπέα δέχεται το μεγαλύτερο μέσο ετήσιο ύψος βροχής της ανατολικής Ελλάδος με κύριο χαρακτηριστικό την εξαιρετικά μεγάλη βροχοβαθμίδα (125 mm/100 m).
- Δέχεται τις μεγαλύτερες και ισχυρότερες χιονοπτώσεις σε όλη την Ελλάδα.
- Ο Ενιπέας, στη θέση Μαυρόλογγος, δέχεται ετησίως πάνω από 2.000 κεραυνούς, αριθμός που είναι ο μεγαλύτερος που καταγράφεται, όχι μόνο στην Ελλάδα αλλά και σε ολόκληρη την Ευρώπη.
- Η κοίτη του Ενιπέα, καθώς και των κύριων κλάδων του, παρουσιάζει εξαιρετικά σταθερή βασική παροχή.
- Σύμφωνα με στοιχεία του ΙΓΜΕ προκύπτει ότι τα νερά του Ολύμπου (επιφανειακά, χειμάρρια, πηγαία και υπόγεια) είναι εξαιρετικής ποιότητας. Οι πλούσιοι υδροφορείς του Ενιπέα διαθέτουν ίσως το καλύτερο ποιοτικό νερό της Ελλάδας με ιδιαίτερη αναφορά στην πολύ καλή σχέση ιόντων ( $\text{Ca}^{++}$  και  $\text{Mg}^{++}$ ).



- Στον Ενιπέα δεν καταγράφεται καμιά ουσιαστικά πηγή ρύπανσης.



Εικόνα 1. Όλυμπος-Φαράγγι του Ενιπέα

### 2.3 Γεωλογικά – Υδρολογικά στοιχεία

Η χαράδρα του Ενιπέα αποτελείται από τρεις διαφορετικούς ανθρακικούς και δολομιτικούς σχηματισμούς. Τα πετρώματα αυτά, μάρμαρα και ασβεστόλιθοι έχουν υποστεί έντονη τεκτονική και καρστική διεργασία με αποτέλεσμα να ευνοείται η κατείσδυση των ομβρίων υδάτων αφού οι σχηματισμοί παρουσιάζουν μεγάλη υδροπερατότητα. Σύμφωνα με τον Παυλίδη (1998) το σύστημα των ασβεστόλιθων του Ολύμπου δεν είναι ενιαίο. Ο ορεινός όγκος του Ολύμπου δημιουργεί δύο εμφανείς καρστικούς υδροφορείς και έναν αφανή προς την πλευρά των κορημάτων. Ο πρώτος καρστικός υδροφορέας αναπτύσσεται στα ψηλότερα μέρη του Ολύμπου και εκτονώνεται στο επίπεδο 1.150 έως 1.200 μέτρων. Το δεύτερο επίπεδο εκτόνωσης της υπόγειας υδροφορίας συναντάται σε υψόμετρο 800-850 μέτρων. Είναι καρστικό και ανεξάρτητο από το πρώτο. Το τρίτο επίπεδο εκδηλώνεται μέσω μίας σειράς πηγών στο σύστημα βάσης του τεκτονικού παραθύρου του Ολύμπου. Το σύστημα της κάτω βάσης εκτονώνεται στους

τρεις μεγάλους κώνους της περιοχής του Ανατολικού Ολύμπου (Βροντούς, Λιτοχώρου και Λεπτοκαρυάς). Το σύνολο των νερών του Ολύμπου φαίνεται να έχει προνομιακή κατεύθυνση προς την ανατολή και εκτονώνεται δια μέσου κυρίως της λεκάνης και της κοίτης του Ενιπέα προς τους τρεις προαναφερθέντες κώνους, ενώ ένα τμήμα του μόνο εκβάλλει προς το σύστημα πηγών Δίου – Καρίτσας.

Η περιοχή της λεκάνης του Ενιπέα ανήκει υδρολογικά στο υδατικό διαμέρισμα υπ' αριθμόν 9 της Ελλάδας. Ως γνωστόν, η χώρα μας είναι διαιρεμένη σε 14 υδατικά διαμερίσματα, κατά τρόπο εντελώς ανεξάρτητο από τη γεωγραφική διαίρεση και διοικητική διαίρεση, αλλά με βάση καθαρά υδρολογικά και υδρογεωλογικά κριτήρια. Τα γενικά γεωμορφολογικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά στοιχεία του υπ' αριθμόν 9 υδατικού διαμερίσματος υπογραμμίζουν μια τρομερά έντονη ποικιλότητα και πολυμορφία και σχεδόν όλες οι περιοχές του είναι κυρίως ορεινές και οι υπόλοιπες ημιορεινές και λίγες πεδινές.



Η λεκάνη της περιοχής του Λιτοχώρου αποτελεί μέρος του νότιου τμήματος του υδρολογικού συστήματος της ευρύτερης περιοχής του Νομού Πιερίας. Βρίσκεται ανάμεσα στην παράκτια αποθεματική ζώνη, έκτασης 186,2 km<sup>2</sup> και στην λεκάνη του Ολύμπου με έκταση 294,3 km<sup>2</sup>. Η λεκάνη του Λιτοχώρου αναπτύσσεται πάνω σε υδατοπερατούς σχηματισμούς. Λόγω ακριβώς αυτής της υψηλής διαπερατότητας των πετρωμάτων η μεγαλύτερη ποσότητα του νερού των βροχοπτώσεων και των χιονοπτώσεων τροφοδοτεί τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα ενώ το υπόλοιπο που απομένει απορρέει επιφανειακά. Από τις σημαντικότερες πηγές της υψηλής ζώνης του Ολύμπου είναι αυτές του Ενιπέα (Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Φαραγγιού Ενιπέα Ολύμπου, 1999).

Τα κυριότερα μορφομετρικά, μορφολογικά στοιχεία της λεκάνης του χειμάρρου του Ενιπέα, έχουν ως εξής:

Επιφάνεια λεκάνης απορροής	$F = 49,22 \text{ km}^2$
Μέγιστο υψόμετρο	$H_{\max} = 2.917\text{m}$
Ελάχιστο υψόμετρο	$H_{\min} = 90\text{m}$
Μέσο υψόμετρο	$H_m = 1.614\text{m}$
Υψομετρικό ανάπτυγμα	$\Delta H = 2.827\text{m}$
Μέση κλίση λεκάνης	$J_F = 52,60\%$
Μήκος υδροκρίτη	$\Pi = 41,84 \text{ km}$
Μήκος κεντρικής κοίτης	$L_K = 13,86 \text{ km}$
Μήκος συνολικού υδρογραφικού δικτύου	$\Sigma L = 136,83 \text{ km}$
Μέση πυκνότητα υδρογραφικού δικτύου	$D = 2,78 \text{ km/km}^2$

Η μέση πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου  $D = \Sigma L / F$  (Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Φαραγγιού Ενιπέα Ολύμπου, 1999).

#### 2.4. Κλίμα

Για τον προσδιορισμό του κλίματος της περιοχής μελέτης χρησιμοποιήθηκαν τα στοιχεία του κλιματολογικού σταθμού "Βροντού" (Πίνακας 2), ο οποίος εγκαταστάθηκε και λειτουργεί από το 1974 σε υψόμετρο 182,0 μέτρα.

Στον πίνακα 3 παρατίθενται στοιχεία για τα έτη 2007 και 2008 του κλιματολογικού σταθμού "Βροντού", που αφορούν, τη μέση μηνιαία μέγιστη και τη μέση μηνιαία ελάχιστη θερμοκρασία (°C), το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης (mm), καθώς και οι μέσες ετήσιες τιμές κάθε παραμέτρου.

Σύμφωνα με τα δεδομένα του κλιματολογικού σταθμού, για το έτος 2007, το κλίμα χαρακτηρίζεται από μέση ετήσια θερμοκρασία 16,5 °C και συνολικό μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 726,2. Ο Οκτώβριος είναι ο μήνας με τις υψηλότερες κατακρημνίσεις, ενώ οι μήνες Ιούλιος, Αύγουστος και Σεπτέμβριος εμφανίζονται ως οι πιο άνυδροι μήνες με μέσο ύψος βροχοπτώσεων 0 mm, 32,4 mm και 24,5 mm, αντίστοιχα. Θερμότεροι μήνες είναι ο Ιούλιος και ο Αύγουστος, με μέση μέγιστη θερμοκρασία 44°C και 37,5°C αντίστοιχα. Ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος με μέση ελάχιστη θερμοκρασία -0,5 °C, -0,5 °C και -2,5 °C, αντίστοιχα. Για το έτος 2008, το κλίμα χαρακτηρίζεται από μέση ετήσια θερμοκρασία 15,5 °C και συνολικό μέσο ετήσιο ύψος βροχόπτωσης 760,10 mm. Ο Δεκέμβριος είναι ο μήνας με τις υψηλότερες κατακρημνίσεις, ενώ οι μήνες Αύγουστος και Ιανουάριος εμφανίζονται ως οι πιο άνυδροι μήνες με μέσο ύψος βροχοπτώσεων 6,50 και 7,10 mm αντίστοιχα. Θερμότεροι μήνες είναι ο Μάιος, ο Ιούνιος, και ο Αύγουστος με μέση μέγιστη θερμοκρασία 37,8 °C, 35,0 °C και 36 °C αντίστοιχα. Ψυχρότεροι μήνες είναι ο Ιανουάριος, ο Φεβρουάριος και ο Δεκέμβριος με μέση ελάχιστη θερμοκρασία -5,0 °C, -8,50 °C και -4,50 °C, αντίστοιχα.

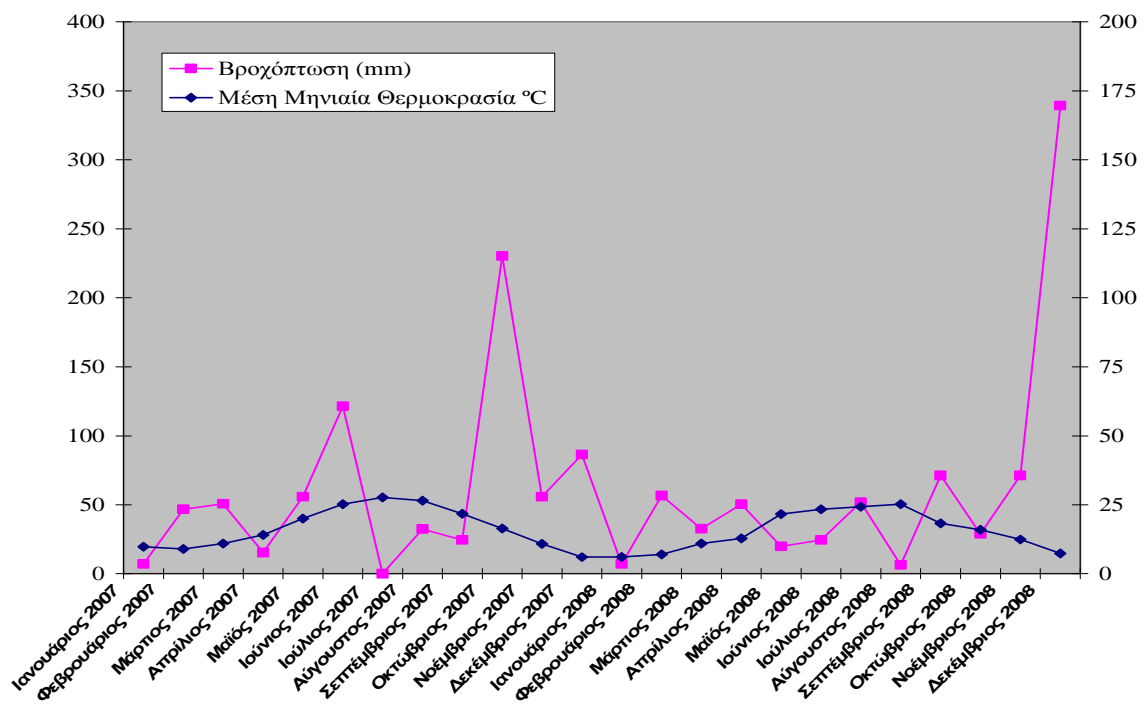
Το ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής (Διάγραμμα 1) έγινε με βάση τα στοιχεία του πίνακα 3. Στο διάγραμμα απεικονίζονται οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες και το μέσο μηνιαίο ύψος βροχόπτωσης για την περίοδο 2007 και 2008.

Σύμφωνα με το ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής, η ξηρή περίοδος, για το έτος 2007 διήρκησε από τον Ιούλιο έως και τον Σεπτέμβριο ενώ για το 2008 η ξηρή περίοδος διήρκησε από τον Μάιο μέχρι τον Ιούνιο και από τον Αύγουστο έως τον Σεπτέμβριο.

**Πίνακας 3.** Κλιματολογικά στοιχεία του σταθμού «Βροντού» για την περίοδο 2007-2008.

	Μέση Μεγίστη Θερμοκρασία °C	Μέση Ελάχιστη Θερμοκρασία °C	Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία °C	
	Βροχόπτωση (mm)			
Ιανουάριος 2007	7	21	-0,5	9,8
Φεβρουάριος 2007	46,7	19,5	-0,5	9
Μάρτιος 2007	50,7	19,5	5	10,9
Απρίλιος 2007	15,4	24,5	6	14,1
Μάιος 2007	55,8	31	13	20
Ιούνιος 2007	121,4	39,5	17	25,2
Ιούλιος 2007	0	44	19	27,6
Αύγουστος 2007	32,4	37,5	14	26,5
Σεπτέμβριος 2007	24,5	32,5	12	21,8
Οκτώβριος 2007	230,2	25,5	6,5	16,4
Νοέμβριος 2007	55,7	24	1,5	10,8
Δεκέμβριος 2007	86,4	14,5	-2,5	6
Ιανουάριος 2008	7,10	13,5	-5,00	6,10
Φεβρουάριος 2008	56,60	18,0	-8,50	7,00
Μάρτιος 2008	32,50	23,5	1,50	10,90
Απρίλιος 2008	50,50	24,5	4,00	12,80
Μάιος 2008	19,90	37,8	7,50	21,60
Ιούνιος 2008	24,50	35,0	13,00	23,40
Ιούλιος 2008	51,90	34,0	12,00	24,30
Αύγουστος 2008	6,50	36,0	16,00	25,20
Σεπτέμβριος 2008	71,30	33,0	7,00	18,30
Οκτώβριος 2008	28,90	23,5	7,00	16,00
Νοέμβριος 2008	71,20	24,0	1,5	12,40
Δεκέμβριος 2008	339,20	18,0	-4,5	7,30

Πηγή: Νομαρχιακή Αυτοδιοίκηση Κατερίνης



Διάγραμμα 1. Ομβροθερμικό διάγραμμα της περιοχής μελέτης

### 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στο κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα χαρακτηριστικά των σταθμών δειγματοληψίας, οι μέθοδοι δειγματοληψίας πεδίου και οι μέθοδοι προσδιορισμού των φυσικοχημικών στοιχείων που μετρήθηκαν.

#### 3.1 Δειγματοληψία πεδίου

Στους 4 δειγματοληπτικούς σταθμούς πραγματοποιήθηκαν 3 εποχικές δειγματοληψίες νερού και βενθικών μακροασπόνδυλων τον Ιούνιο, Σεπτέμβριο του 2007 και Μάιο του 2008.

Μετρήθηκαν οι παρακάτω παράμετροι στο πεδίο: 1α) Φυσικοχημικές παράμετροι: Οι φυσικοχημικές μεταβλητές που εξετάστηκαν για τον προσδιορισμό της ποιότητας των νερών του ρέματος Ενιπέα ήταν οι εξής: 1) τύπος του υποστρώματος, 2) ροή νερού, 3) θερμοκρασία νερού, 4) pH, 5) διαλυμένο οξυγόνο.

Ο τύπος του υποστρώματος σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας προσδιορίστηκε οπτικά, εκτιμώντας την ποσοστιαία συμμετοχή κάθε κατηγορίας μεγέθους των συστατικών του υποστρώματος. Η κατηγοριοποίηση των συστατικών του υποστρώματος έγινε σύμφωνα με την κλίμακα Wentworth (Wentworth, 1922).

**Πίνακας 4.** Διάμετρος συστατικών υποστρώματος σύμφωνα με την κλίμακα Wentworth (Wentworth, 1922).

Συστατικά	Διάμετρος (mm)
Ογκόλιθοι	>256
Κροκάλες	16-256
Χαλίκια	Απρ-16
Αδρό ίζημα	2-Απρ
Άμμος	0,0625-2
Ίλύς	0,0039-0,0625

Σε κάθε σταθμό δειγματοληψίας γίνονταν επιτόπια μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού, του διαλυμένου οξυγόνου, με τη βοήθεια φορητού οξυγονόμετρου (τύπος OXI96 της WTW). Το pH μετριόταν με πεχάμετρο (τύπου CRISON) και η ροή νερού με τη χρήση μυλίσκου (τύπος VALEPORT). Το βάθος του νερού και το πλάτος της όχθης μετρήθηκε με τη χρήση του κονταριού του ροομέτρου το οποίο είναι βαθμονομημένο. Από τις μετρήσεις αυτές υπολογίστηκε το μέσο βάθος (cm), η μέση ροή (m/sec) και η παροχή (m<sup>3</sup>/sec) του νερού.

Η αξιολόγηση των τιμών των φυσικοχημικών παραμέτρων που μετρήθηκαν έγινε σύμφωνα με τις προδιαγραφές που θέτει η Κοινή Υπουργική Απόφαση ΚΥΑ Υ2/2600/2001, η οποία είναι η συμμόρφωση της ελληνικής νομοθεσίας με την Οδηγία 80/778/ΕΟΚ της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για το νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Στον Πίνακα 5 αναγράφονται τα όρια των φυσικοχημικών παραμέτρων που ορίζουν οι παραπάνω οδηγίες.

**Πίνακας 5.** Ανώτατα επιτρεπτά όρια σύμφωνα με την ΚΥΑ Υ2/2600/2001 και την 80/778/ΕΟΚ.

Παράμετρος	Όρια	Μονάδα μέτρησης
Θερμοκρασία (T)	<30	<sup>0</sup> C
pH	6,5-9,5	
D.O.	>5	(mg/l)

1β) Βενθικά μακροσπόνδυλα: Οι δειγματοληψίες των βενθικών μακροσπονδύλων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο της έρευνας αυτής είχαν εποχική συχνότητα και αυτό διότι σύμφωνα με τον Coimbra et al., 1996 εποχικοί παράγοντες σχετιζόμενοι με τον υδρολογικό κύκλο είναι καθοριστικοί στη σύνθεση και την λειτουργία της κοινότητας των μακροσπονδύλων.

Η δειγματοληψία των βενθικών μακροσπονδύλων γινόταν με τη βοήθεια τροποποιημένου δειγματολήπτη τύπου Surber. Συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε η ημιποσοτική μέθοδος 3-minute kick/sweep (Artimage et al., 1983). Η μέθοδος συνίσταται στην κατακόρυφη τοποθέτηση της απόχης στο επίπεδο του πυθμένα, αντίθετα στη ροή και την αναμόχλευση του υποστρώματος, μπροστά από το άνοιγμα της απόχης με το πόδι, για συνολικό χρόνο 3 λεπτών, μοιρασμένου στα διάφορα ενδιαιτήματα. Κατά τη διάρκεια της



τρίλεπτης δειγματοληψίας, όλα τα ενδαιτήματα του κάθε σταθμού (μέσα στο νερό ή παρόχθια μακρόφυτα, σε μικρολίμνες ή ρηχούς ύφαλους, γυμνό υπόστρωμα) σαρώθηκαν σύμφωνα με το πρωτόκολλο για την ποικιλότητα του ενδαιτήματος (Chatzinikolaou et al. 2006).

Ο δειγματολήπτης αυτός αποτελούνταν από ένα μεταλλικό ορθογώνιο πλαίσιο, εμβαδού διατομής 0,05 m<sup>2</sup> (20x25cm) και αντίστοιχο μεταλλικό πλαίσιο ίδιου εμβαδού και βάθους 2 cm, προσαρμοσμένο κάθετα στο προηγούμενο μεταλλικό πλαίσιο. Στο επάνω μέρος του σκελετού ήταν προσαρμοσμένο κοντάρι μήκους 1,5 m που χρησιμοποιούνταν ως λαβή. Επίσης στο πλαίσιο του δειγματολήπτη ήταν προσαρμοσμένο δίχτυ μήκους 0,8 m και με ανοίγματα διαμέτρου 500 μm. Το δίχτυ κατέληγε σε μία βιδωτή πλαστική φιάλη των 250 ml στην οποία συλλέγονταν οι βενθικοί μακροασπόνδυλοι οργανισμοί. Από κάθε σταθμό δειγματοληψίας λαμβάνονταν τρία δείγματα από διαφορετικά σημεία, εκτός από την πρώτη δειγματοληψία στον σταθμό 2 (Αγ. Διονύσιος) όπου ελήφθησαν τέσσερα δείγματα, με σκοπό την κάλυψη όλων των τύπων υποστρώματος σε κάθε σταθμό.

Έπειτα από κάθε δειγματοληψία, το περιεχόμενο της φιάλης μεταφερόταν σε αντίστοιχες πλαστικές φιάλες. Σε κάθε φιάλη προσθέτονταν 10% διαλύματος φορμαλδεΰδης για την διατήρηση των μακροασπόνδυλων οργανισμών μέχρι την ταυτοποίησή τους στο εργαστήριο.

Η ταξινόμηση των οργανισμών έγινε με τη βοήθεια στερεοσκοπίου, σε μεγεθύνσεις 10x και 40x και για τη ταυτοποίησή τους χρησιμοποιήθηκαν ειδικές κλείδες αναγνώρισης (Sansoni G., 1998, Tachet et al 2003). Η αναγνώριση πραγματοποιήθηκε έως το ταξινόμικό επίπεδο *οικογένειας*. Η χρήση της οικογένειας στους δείκτες αξιολόγησης της ποιότητας των ρέοντων υδάτων θεωρείται κατάλληλη γιατί είναι σχετικά εύκολο να προσδιορισθούν τα βενθικά μακροασπόνδυλα ως το επίπεδο αυτό και γιατί η ακρίβεια στην απόδοση της ποιότητας είναι ικανοποιητική (Furse et al., 1984).

### **3.2 Χημικές αναλύσεις**

Από κάθε σταθμό δειγματοληψίας λαμβάνονταν 1lit νερού, το οποίο μεταφερόταν σε φορητό ψυγείο στο εργαστήριο χημείας του Τ.Ε.Ι Ν. Μουδανιών. Στο εργαστήριο χημείας πραγματοποιήθηκε η παρακάτω μέτρηση:

#### Βιοχημικός απαιτούμενο οξυγόνο (BOD<sub>5</sub>)

Για τον προσδιορισμό του βιοχημικός απαιτούμενου οξυγόνου εφαρμόστηκε η μέθοδος που περιγράφεται στο Α.Ρ.Η.Α (1985). Η μέθοδος στηρίζεται στην κατανάλωση

του διαλυμένου οξυγόνου του δείγματος από τους μικροοργανισμούς που υπάρχουν μέσα στο δείγμα.

Όργανα:

- Οξυγονόμετρο (Inolab WTW Oxi Level 2, Oxical-SL).
- Φιάλες BOD<sub>5</sub>.
- Ψυχόμενος επωαστικός κλίβανος (WTW TS 606-G12), ρυθμισμένος στους 20 °C.

Αρχικά οι φιάλες BOD<sub>5</sub> καθαρίζονταν με διάλυμα χρωμοθεικού οξέως. Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης του διαλυμένου οξυγόνου (mg/l) γινόταν με τη βοήθεια του οξυγονόμετρου. Οι φιάλες, μία από κάθε σταθμό, τοποθετούνταν στον επωαστικό κλίβανο για 5 ημέρες και έπειτα επαναλαμβάνονταν ο προσδιορισμός του οξυγόνου. Η διαφορά που προκύπτει μεταξύ των συγκεντρώσεων της πρώτης και της δεύτερης μέτρησης εξέφραζε την τιμή του BOD<sub>5</sub>.

### 3.3 Σταθμοί δειγματοληψίας

Για τους σκοπούς της έρευνας επιλέχθηκε το ρέμα Ενιπέας. Το φαράγγι του ρέματος Ενιπέα βρίσκεται στην Ανατολική πλευρά του ορούς Ολύμπου. Το φαράγγι του Ενιπέα ή Μαυρόλογγου, όπως διαφορετικά ονομάζεται, ξεκινά από την τοποθεσία Πριόνια, όπου είναι και οι πηγές του ρέματος και περνώντας βόρεια από το Λιτόχωρο καταλήγει στη Θάλασσα, μετά από διαδρομή, περίπου, 10 χιλιομέτρων. Πρόκειται για μία από τις ωραιότερες φυσικές περιοχές της Ευρώπης με έντονο ανάγλυφο και πλούσια βιοποικιλότητα. Οι πολύμορφοι γεωλογικοί σχηματισμοί, οι κάθετες ορθοπλαγιές, οι λιμνούλες και οι καταρράκτες, η παρόχθια βλάστηση είναι ορισμένα από τα στοιχεία που συνθέτουν το τοπίο του φαραγγιού. Το πιο χαρακτηριστικό είδος που συναντάμε στην κοίτη του Ενιπέα είναι ο πλάτανος (*Platanus orientalis*). Ελάχιστα άτομα ιτιάς (*Salix eleagnos*) απαντούν σε πετρώδεις θέσεις με τρέχοντα νερά μέσα στην κοίτη του Ενιπέα. Η κανονική εξάπλωση του είδους ξεκινά από τα 400 μέτρα υψόμετρο και πάνω. Συχνά συναντάμε συκιές (*Ficus carica*) και καρυδιές (*Juglans regia*), αλλά οι τελευταίες είναι αμφίβολο αν είναι αυτοφυείς στην περιοχή αυτή. Σε χαλικώδεις περιοχές της κοίτης, χαρακτηριστικό είδος αποτελεί η *Cionura erecta*, ένας ημιθάμνος με αρκετούς κατακείμενους βλαστούς και λευκά άνθη. Επίσης συνηθισμένο στην κοίτη είναι το *Calamintha nepeta*.

Ο **πρώτος σταθμός (Σ1)** δειγματοληψίας βρίσκεται στα Πριόνια, στα 1.070 μέτρα υψόμετρο. Τα Πριόνια, όπου παλιά λειτουργούσε πριονιστήριο ξυλιάς, βρίσκονται 18

χιλιόμετρα από το Λιτόχωρο. Στα Πριόνια υπάρχει ένα μικρό εστιατόριο και είναι το τελευταίο σημείο που φτάνει ο δρόμος, όπου εκεί σταθμεύουν οι εκδρομείς για να ξεκινήσουν την ανάβαση τους προς τα καταφύγια και την κορυφή του Ολύμπου. Το βάθος στο σταθμό αυτό ήταν σχεδόν σταθερό καθ' όλη τη διάρκεια των δειγματοληψιών και ανερχόταν σε 0,4 μέτρα περίπου. Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία, τον Σεπτέμβριο του 2007 παρατηρήθηκε ότι τα νερά είχαν μηδενική ροή. Το υπόστρωμα χαρακτηρίζεται από την παρουσία ογκόλιθων, κροκάλων και χαλικιού.

Ο **δεύτερος σταθμός (Σ2)** βρίσκεται, κάτω από την παλιά μονή του Αγίου Διονυσίου στα 870 μέτρα υψόμετρο. Στο σημείο περνάει το μονοπάτι Α4 το οποίο αρχίζει από το Λιτόχωρο και φτάνει στα Πριόνια. Επίσης χαρακτηριστικό της περιοχής είναι ένα ξέφωτο που υπάρχει δίπλα στο ρέμα όπου εκεί κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, αν και απαγορεύεται, συναντάμε κατασκηνωτές. Το βάθος στο σταθμό κυμαίνεται 0,15-0,50 μέτρα. Το υπόστρωμα χαρακτηρίζεται από την παρουσία ογκόλιθων, κροκάλων, χαλικιού και αδρομερές ίζημα.

Ο **τρίτος σταθμός (Σ3)** βρίσκεται σε απόσταση 1.200 μέτρων βορειοδυτικά από το Λιτόχωρο, σε 380 μέτρα υψόμετρο. Στο σημείο αυτό υπάρχει ένα μικρό τσιμεντένιο φράγμα παροχέτευσης – υπερχειλίσης και από τη θέση αυτή εκτρέπεται ένα μέρος του νερού του Ενιπέα για την ύδρευση και άρδευση του Λιτόχωρου. Κατά τη διάρκεια της πρώτης δειγματοληψίας, τον Ιούνιο του 2007, η πρόσβαση στο σημείο δεν ήταν δυνατή λόγω ασφαλισμένης εισόδου. Το υπόστρωμα χαρακτηρίζεται από την παρουσία ογκόλιθων, κροκάλων, χαλικιού και αδρομερές ίζημα.

Ο **τέταρτος σταθμός (Σ4)** βρίσκεται μέσα στο Λιτόχωρο σε 258 μέτρα υψόμετρο, στην αρχή του οικισμού, πλησίον των εγκαταστάσεων του φορέα διαχείρισης του Ολύμπου. Κατά μήκος της κοίτης υπάρχουν αρκετοί Πλάτανοι. Στη δεύτερη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε τον Σεπτέμβριο του 2007, η κοίτη του Ενιπέα, στον σταθμό αυτόν, ήταν άνυδρη με αποτέλεσμα να καταστεί αδύνατη η λήψη δειγμάτων από το σταθμό αυτό. Το υπόστρωμα χαρακτηρίζεται από την παρουσία κροκάλων, χαλικιού και αδρομερές ίζημα.





Σταθμός Σ1 Πρίονια (φωτογραφία: Γιαννάκου Ουρανία)



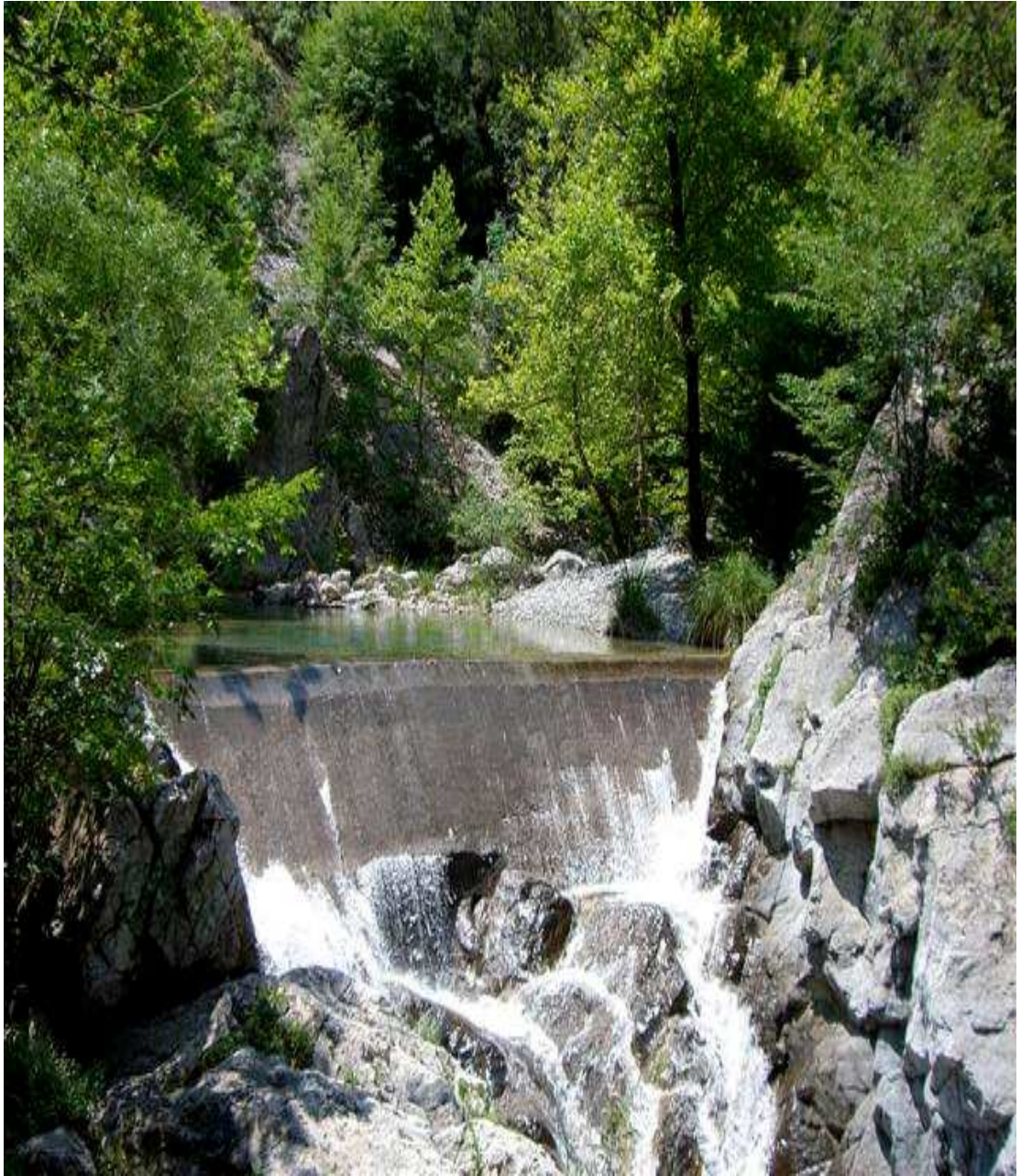
Σταθμός Σ1 Πρίονια (φωτογραφία: Γιαννάκου Ουρανία)



Σταθμός Σ2 Αγ. Διονύσιος (φωτογραφία: Γιαννάκου Ουρανία)



Σταθμός Σ2 Αγ. Διονύσιος (φωτογραφία: Γιαννάκου Ουρανία)



Σταθμός Σ3 Υδροληψία (φωτογραφία: Γιαννάκου Ουρανία)



Σταθμός Σ4 Λιτόχωρο (φωτογραφία: Γιαννάκου Ουρανία)



Σταθμός Σ4 Λιτόχωρο (φωτογραφία: Γιαννάκου Ουρανία)



### 3.4 Βιοδείκτες

Σε όλα τα δείγματα των βενθικών μακροασπονδύλων εφαρμόστηκαν δυο συστήματα δεικτών:

A) εφαρμόστηκε το Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (ΕΣΥΑ) με τους επιμέρους δείκτες «σκορ» ΕΣΑ (Ελληνικό Σκορ Αξιολόγησης), ΜΕΣΑ (Μέσος Όρος Ελληνικού Σκορ Αξιολόγησης) και το ημιάθροισμα αυτών. Η βαθμολογία του δείκτη λαμβάνει υπόψη το άθροισμα των βαθμολογιών των ταξινομικών ομάδων των βενθικών μακροασπονδύλων (πίνακας 6), το πηλίκο της βαθμολογίας αυτής με τον αριθμό των ταξινομικών ομάδων που βαθμολογήθηκαν και την ποικιλία των διαθέσιμων ενδιαιτημάτων (Artemiadou & Lazaridou, 2005). Η ποικιλία των ενδιαιτημάτων παρουσιάζεται στον πίνακα 9.

Στην παρούσα εργασία στον σταθμό Σ4 χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας για τα λίγα ενδιαιτήματα ενώ για τους υπόλοιπους σταθμούς χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας για τα δείγματα που συλλέχθηκαν από πολλούς τύπους ενδιαιτημάτων. Στη συνέχεια, οι τιμές ΕΣΑ (HES) και ΜΕΣΑ (AHES) βαθμολογούνται από το 1 έως το 5 (όσο πιο υψηλές είναι οι τιμές τόσο πιο μεγάλο βαθμό παίρνουν) (Πίνακας 7) και τέλος υπολογίζεται το ημιαθροισμα των βαθμών αυτών (SemiHES) (Πίνακας 8). Η τελική ερμηνεία (Υψηλή, Καλή, Μέτρια, Ελλιπής, Κακή) της ποιότητας του νερού είναι η ερμηνεία του ημιαθροίσματος και βασίζεται σε πενταβάθμια κλίμακα όπως απαιτεί η Οδηγία 2000/60/ΕΚ (Πίνακας 1).

B) εφαρμόστηκε ο Ιβηρικός βιολογικός δείκτης IBMWP (πίνακας 10). Ο Ιβηρικός δείκτης βασίζεται στο επίπεδο οικογένειας, εκτός από την περίπτωση των Ολιγόχαιτων στην οποία χρησιμοποιείται η κλάση. Βαθμολογεί την κάθε οικογένεια από το 1 ως το 10 (όσο πιο ευαίσθητη είναι μια οικογένεια στη μείωση του οξυγόνου του νερού, λόγω ύπαρξης οργανικού φορτίου, τόσο πιο υψηλή βαθμολογία παίρνει) και ως τελική τιμή για ένα δείγμα έχει το άθροισμα των βαθμολογιών των οικογενειών που βρέθηκαν στο δείγμα αυτό.

**Πίνακας 6.** Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης / Hellenic evaluation System (Artemiadou et Lazaridou 2005)

Ταξινομικές ομάδες/ Taxa	Παρούσες/Present (0-1%)	Κοινές/Comm on (1.01-10%)	Άφθονες /Abundant (>10%)
<b>α)</b> Capniidae, Chloroperlidae, <b>β)</b> Siphonuridae, <b>γ)</b> Aphelocheiridae, <b>δ)</b> Blephariceridae <b>ε)</b> Phryganeidae, Molanidae, Odontoceridae, Bareidae, Lepidostomatidae, Thremmatidae, Brachycentridae, Helicopsychidae	100	110	120
<b>α)</b> Leuctridae, Perlodidae, Perlidae, <b>β)</b> Sericostomatidae, Goeridae, <b>γ)</b> Neophemeridae	90	97	100
<b>α)</b> Nemouridae, Taeniopterygidae, <b>β)</b> Ephemeridae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, <b>γ)</b> Leptoceridae, Polycentropodidae, Psychomyidae, Philopotamidae, Limnephilidae, Rhyacophilidae, Glossosomatidae, Ecnomidae, <b>δ)</b> Aeshnidae, Lestidae, Corduliidae, Libelluliidae, <b>ε)</b> Athericidae, Dixidae, <b>στ)</b> Helodidae, Gyrinidae, Hydraenidae, <b>ζ)</b> Sialidae, <b>η)</b> Grapsidae, Potamonidae (Brachyura) <b>θ)</b> Astacidae, (Macrura)	80	86	90
<b>α)</b> Potamanthidae, <b>β)</b> Calopterygidae, Cordulegasteridae <b>γ)</b> Stratiomyidae, <b>δ)</b> Hydrobiidae	70	75	78
<b>α)</b> Platycnemididae, Gomphidae, <b>β)</b> Tabanidae, Ceratopogonidae, Empididae, <b>γ)</b> Elminthidae <b>δ)</b> Viviparidae, Neritidae, <b>ε)</b> Unionidae,	60	64	67
<b>α)</b> Caenidae, Oligoneuriidae, Polymitarcidae, Isonychiidae, <b>β)</b> Hydropsychidae, <b>γ)</b> Ancylidae, Acroloxidae, <b>δ)</b> Gammaridae, Corophidae, <b>ε)</b> Atyidae <b>στ)</b> Planariidae, Dendrocoelidae, Dugesiidae, <b>ζ)</b> Dryopidae, Helophoridae, Hydrochidae, Clambidae <b>η)</b> Psychodidae, Simuliidae	50	53	56
<b>α)</b> Ephemerellidae, Baetidae, <b>β)</b> Hydroptilidae, <b>γ)</b> Tipulidae, Dolichopodidae, Anthomyidae, Limoniidae, <b>δ)</b> Haliplidae, Curculionidae, Chrysomelidae, Hydroscaphidae <b>ε)</b> Hydracarina <b>στ)</b> Piscicolidae, Glossiphonidae	40	38	35
<b>α)</b> Coenagriidae, <b>β)</b> Chironomidae (not red), <b>γ)</b> Dytiscidae, Hydrophilidae, Hygrobiidae, <b>δ)</b> Corixidae, Hebridae, Veliidae, Mesoveliidae, Hydrometridae, Gerridae, Nepidae, Pleidae,	30	25	20

Naucoridae, Notonectidae, Belostomatidae, ε) Asellidae, Ostracoda, στ) Physidae, Bythiniidae, Bythinellidae, Molaniidae, Ellobiidae, ζ) Hirudinidae, η) Sphaeriidae θ) Oligochaeta (except for Tubificidae)			
α) Chironomidae (red), Rhagionidae, Culicidae, Muscidae, Thaumaleidae, Ephydriidae, Chaoboridae β) Lymnaeidae, Planorbidae, γ) Erpobdellidae	20	12	3
α) Tubificidae, β) Valvatidae, γ) Syrphidae	10	2	1

Τα Chironomidae (not red) και Oligochaeta (except for Tubificidae) βαθμολογούνται όπως παραπάνω αλλά με όρια στις κατηγορίες αφθονιών 0-10%, 10,01-20%, >20%.

Chironomidae (not red) and Oligochaeta (except for Tubificidae) are scored more but the range of their abundances become 0-10%, 10,01-20%, >20%.

**Πίνακας 7.** Βαθμολογίες και βαθμοί (X,Y) ΕΣΑ (HES) και ΜΕΣΑ (AHES) (Artemiadou & Lazaridou 2005)

<i>Δείγματα που συλλέχθηκαν από πολλούς τύπους ενδιαιτημάτων</i> <i>Samples collected from many types of habitats (rich sites)</i>			
ΕΣΑ	X	ΜΕΣΑ(μέσος όρος ΕΣΑ)	Y
>1532	5	>64,72	5
1326-1532	4	54,57-64,72	4
830-1325	3	45,82-54,56	3
341-829	2	31,73-45,81	2
0-340	1	0-31,72	1
<i>Δείγματα που συλλέχθηκαν από λίγους τύπους ενδιαιτημάτων</i> <i>Samples collected from few types of habitats (poor sites)</i>			
ΕΣΑ	X	ΜΕΣΑ(μέσος όρος ΕΣΑ)	Y
>1053	5	>55,69	5
756-1052	4	45,18-55,69	4
389-755	3	35,33-45,17	3
167-388	2	27,50-35,32	2
0-166	1	0-27,49	1

**Πίνακας 8.** Ημιάθροισμα των βαθμών ΕΣΑ (HES) και ΜΕΣΑ (AHES) (X+Y/2) και ερμηνεία

Ημιάθροισμα /Semi-sum	Ερμηνεία/ Interpretation
5	Πολύ καλή/excellent
4,5	Πολύ καλή/ Very good
4	Καλή/ Good
3,5	Καλή/ Good
3	Μέτρια/Moderate
2,5	Μέτρια/Moderate
2	Κακή/ Poor
1,5	Κακή/ Poor
1	Πολύ κακή/ Very poor

για την εκτίμηση της ποιότητας του νερού (Artemiadou& Lazaridou, 2005).

**Πίνακας 9.** Πίνακας για την ταξινόμηση των σταθμών σε φτωχούς (λευκό κελί) ή σε πλούσιους (γκρι κελί) ανάλογα με το σημείο τομή της κατάλληλης στήλης με την κατάλληλη γραμμή. Στα μαύρα κελιά η δειγματοληψία δεν είναι δυνατή (Chatzinikolaou et al, 2006).

Πίνακας Ενδιαιτημάτων όταν υπάρχει ο τύπος ενδιαιτήματος	Μακρόφυτα >10% του συ	Φυσικό υπόστρωμα				Τεχνητό υπόστρωμα		Απομεινάρια	Κλαδιά
		CPOM	FPOM	Χονδρό-Μεικτό* κοκκο**	Λεπτό-κοκκο	σιμέντο	Άλλο		
<b>1. Ρηχός ύφαλος [riffle]</b> (σχετικά μικρό βάθος, με γρήγορη ροή)									
Όριο καναλιού									
Όριο νησίδας									
Κυρίως κανάλι									
<b>2. Λοιπό Κανάλι [run]</b> (όλες οι υπόλοιπες καταστάσεις εκτός της 1)									
Όριο καναλιού									
Όριο νησίδας									
Κυρίως κανάλι									
<b>3. Μικρολίμνη [pool]</b> (σχετικά μεγάλο βάθος, φαινομενικά χωρίς ή ελάχιστη ροή)									
Όριο καναλιού									
Όριο νησίδας									
Κυρίως κανάλι									

\* Μεικτό : Όταν δεν ισχύουν τα παρακάτω

νθεση τύπων υποστρώματος, αθροιστικά πάνω από 70% για τις κατηγορίες ογκόλιθοι, κροκάλες, χαλίκια

\*\*\* Λεπτόκοκκο : Ποσοστιαία σύνθεση τύπων υποστρώματος, αθροιστικά πάνω από 70% για τις κατηγορίες αδρό ίζημα, άμμος ιλύς

Τουλάχιστον ένα γ

Πλούσιος σταθμός

Φτωχός σταθμός

**Πίνακας 10.** Βαθμολογία ταξινομικών ομάδων σύμφωνα με τον Ιβηρικό δείκτη IBMWP (Alba- Tercedor et al, 2002).

<b>TRICLADIDA</b>		<b>ODONATA</b>		<b>TRICHOPTERA</b>	
Dendrocoelidae	5	Aeshnidae	8	Beraeidae	10
Dugesiidae	5	Calopterygidae	8	Brachycentridae	10
Planariidae	5	Coenagrionidae	6	Calamoceratidae	10
<b>OLIGOCHAETA+</b>	1	Cordulegasteridae	8	Ecnomidae	7
<b>HIRUDINEA</b>		Corduliidae	8	Glossosomatidae	8
Erpobdellidae	3	Gomphidae	8	Goeridae	10
Glossiphoniidae	3	Lestidae	8	Hydropsychidae	5
Hirudidae	3	Libellulidae	8	Hydroptilidae	6
Piscicolidae	4	Platycnemididae	6	Lepidostomatidae	10
<b>MOLLUSCA</b>		<b>PLECOPTERA</b>		Leptoceridae	10
Ancylidae	6	Capniidae	10	Limnephilidae	7
Bithyniidae	3	Chloroperlidae	10	Molannidae	10
Ferrissidae	6	Leuctridae	10	Odontoceridae	10
Hydrobiidae	3	Nemouridae	7	Philopotamidae	8
Lymnaeidae	3	Perlidae	10	Phryganeidae	10
Neritidae	6	Perlodidae	10	Polycentropodidae	10
Physidae	3	Taeniopterygidae	10	Psychomyiidae	8
Planorbidae	3	<b>HETEROPTERA</b>		Rhyacophilidae	7
Sphaeriidae	3	Aphelocheiridae	10	Sericostomatidae	10
Thiaridae	6	Corixidae	3	Thremmatidae	10
Unionidae	6	Gerridae	3	<b>LEPIDOPTERA</b>	
Valvatidae	3	Hydrometridae	3	Pyralidae	4
Viviparidae	6	Mesoveliidae	3	<b>DIPTERA</b>	
<b>HYDRACARINA</b>	4	Naucoridae	3	Athericidae	10
<b>OSTRACODA</b>	3	Nepidae	3	Blephariceridae	10
<b>AMPHIPODA</b>		Notonectidae	3	Ceratopogonidae	4
Corophiidae	6	Pleidae	3	Chironomidae	2
Gammaridae	6	Veliidae	3	Culicidae	2
<b>ISOPODA</b>		<b>NEUROPTERA</b>		Dixidae	4
Asellidae	3	Sialidae	4	Dolichopodidae	4
<b>DECAPODA</b>		<b>COLEOPTERA</b>		Empididae	4
Astacidae	8	Chrysomelidae	4	Ephydriidae	2
Atyidae	6	Curculionidae	4	Limoniidae	4
Palaemonidae	6	Dryopidae	5	Muscidae	4
<b>EPHEMEROPTERA</b>		Dytiscidae	3	Psychodidae	4
Baetidae	4	Elmidae	5	Ptychopteridae	4
Caenidae	4	Gyrinidae	3	Rhagionidae	4
Ephemerellidae	7	Haliplidae	4	Sciomyzidae	4
Ephemeridae	10	Helodidae	3	Simuliidae	5
Heptageniidae	10	Hydraenidae	5	Stratiomyidae	4
Leptophlebiidae	10	Hydrochidae	5	Syrphidae	1
Oligoneuriidae	5	Hydrophilidae	3	Tabanidae	4
Polymitarcidae	5	Hygrobiiidae	3	Thaumaleidae	2
Potamanthidae	10	Noteridae	3	Tipulidae	5
Prosopistomatidae	7	Psephenidae	3		
Siphonuridae	10	Scirtidae	3		

**Πίνακας 11.** Οικολογική κατάσταση σύμφωνα με τον IBMWP.

<b>ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ</b>	<b>IBMWP</b>	<b>Χρώμα</b>
Πάρα πολύ καλή ποιότητα.	$\geq 101$	Blue
Καλή ποιότητα	61-100	Green
Μέτρια ποιότητα	36-60	Yellow
Νερό ρυπασμένο.	16-35	Orange
Νερό βαρέως ρυπασμένο.	$< 15$	Red

## 4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

### 4.1 Φυσικοχημικές παράμετροι

#### 4.1.1 Υπόστρωμα

Το υπόστρωμα στους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ3 δειγματοληψίας χαρακτηρίζεται από μεγάλο ποσοστό ογκόλιθων και κροκάλων και λιγότερο χαλίκια και αδρομερές ίζημα ενώ αντίθετα στο σταθμό Σ4 κυριαρχούν χαλίκια, αδρομερές ίζημα και λίγες κροκάλες, (Πίνακας 12)

**Πίνακας 12.** Ποσοστιαίες τιμές, τύπων υποστρώματος, στους σταθμούς δειγματοληψίας

Σταθμοί	Ογκόλιθοι	Κροκάλες	Χαλίκια	Αδρ.ίζημα	Ιλύς	Πέτρωμα
Σ1	50	30	20			
Σ2	40	30	10	10		
Σ3	20	20	30	30		
Σ4		10	60	30		

#### 4.1.2 Πλάτος και βάθος

Οι μεταβολές του βάθους και του πλάτους φαίνονται στους παρακάτω πίνακες. Συγκεκριμένα το πλάτος παρατηρείται σταθερό και στους τέσσερις σταθμούς δειγματοληψίας. Το βάθος είναι σχετικά σταθερό, χωρίς να παρουσιάζει ιδιαίτερες μεταβολές.

**Πίνακας 13.** Τιμές βάθους (m) στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Σταθμοί	Ιούνιος	Σεπτέμβριος	Μάιος
Σ1	0,3	0,21	0,17
Σ2	0,31	0,23	0,18
Σ3		0,24	0,27
Σ4	0,33		0,18

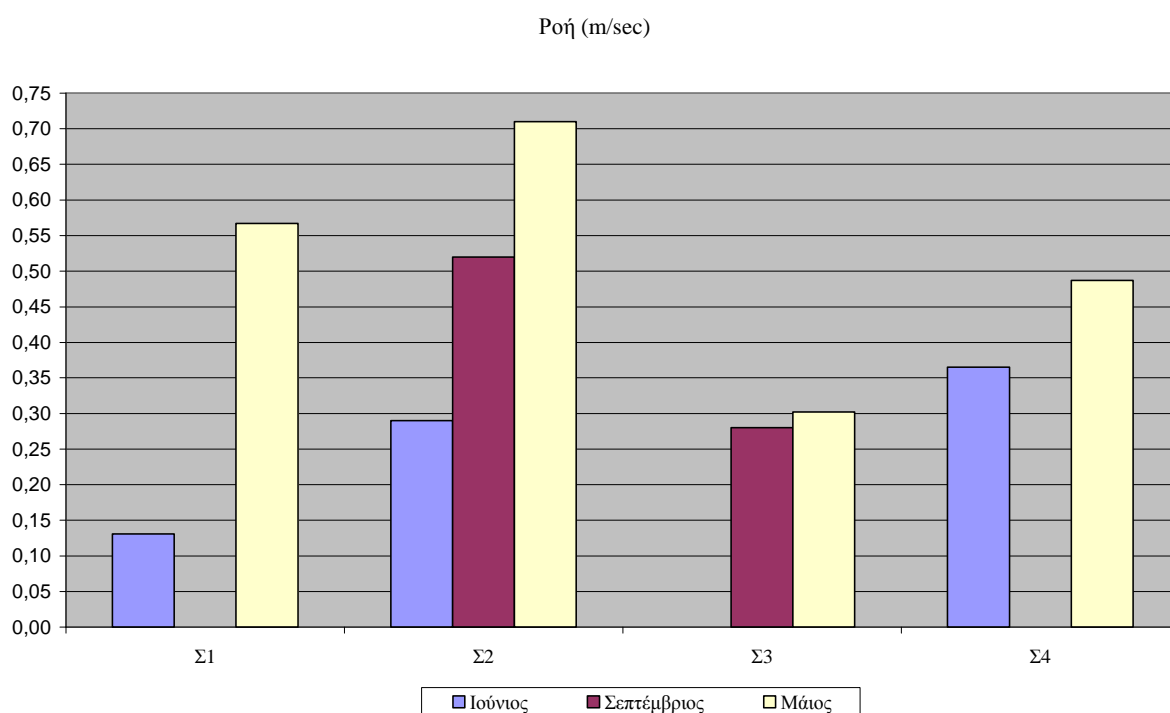
**Πίνακας 14.** Τιμές πλάτους (m) στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Σταθμοί	Ιούνιος	Σεπτέμβριος	Μάιος
Σ1	2,5	2,5	2,5
Σ2	7,5	7,5	7,5
Σ3		4	4
Σ4	3		3

#### 4.1.3 Ροή και παροχή

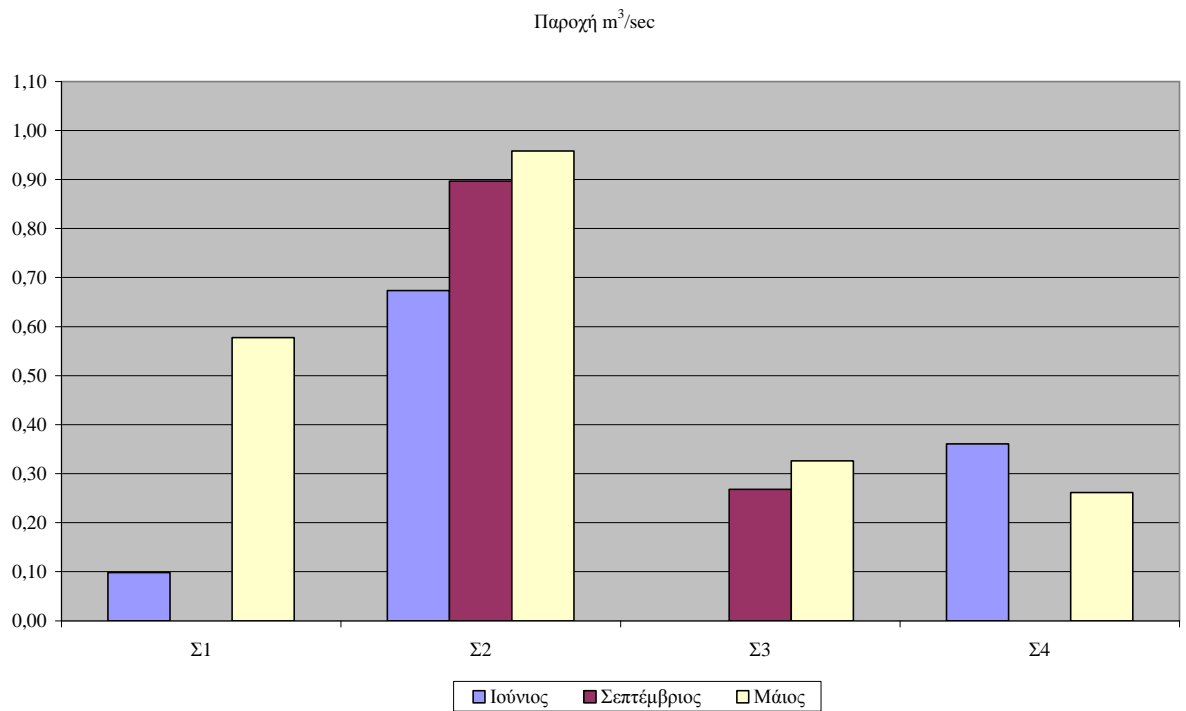
Η ροή του νερού στους σταθμούς δειγματοληψίας παρουσιάζεται μεταβαλλόμενη χρονικά (διάγραμμα 2).

Συγκεκριμένα στον σταθμό Σ1, τον Ιούνιο η ροή ήταν χαμηλή σε σχέση με το Μάιο. Αντίθετα το Σεπτέμβριο, στο σταθμό Σ1, η ροή ήταν μηδενική. Στο σταθμό Σ2 ενώ βρίσκεται πιο χαμηλά σε υψόμετρο από τον σταθμό Σ1, τον Σεπτέμβριο παρουσίασε υψηλή ροή, γεγονός που οφείλεται στην ύπαρξη πηγών. Η ροή στο σταθμό Σ3 ήταν σταθερή ενώ στο σταθμό Σ4 παρουσίασε αύξηση το Μάιο.



**Διάγραμμα 2.** Μεταβολές των τιμών της ροής στους σταθμούς δειγματοληψίας στο χείμαρρο Ενιπέα τον Ιούνιο, Σεπτέμβριο του 2007 και Μάιο 2008.

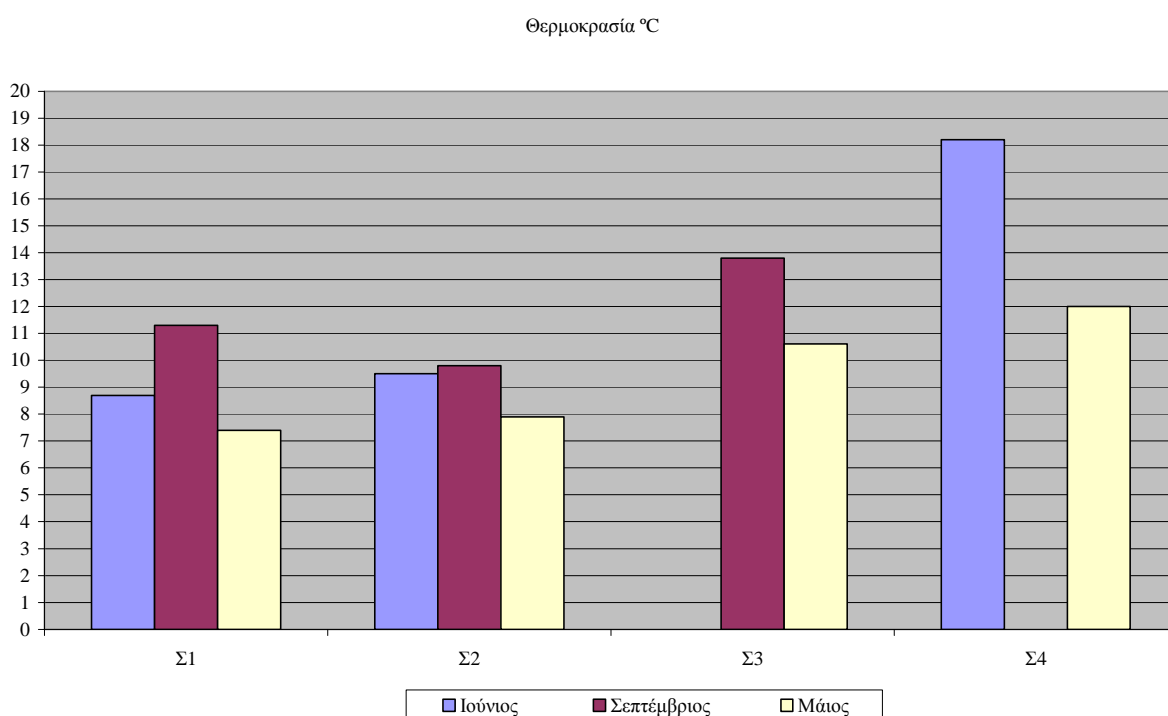




**Διάγραμμα 3.** Μεταβολές των τιμών της παροχής στους σταθμούς δειγματοληψίας στο χείμαρρο Ενιπέα τον Ιούνιο, Σεπτέμβριο του 2007 και Μάιο 2008.

#### **4.1.4 Θερμοκρασία**

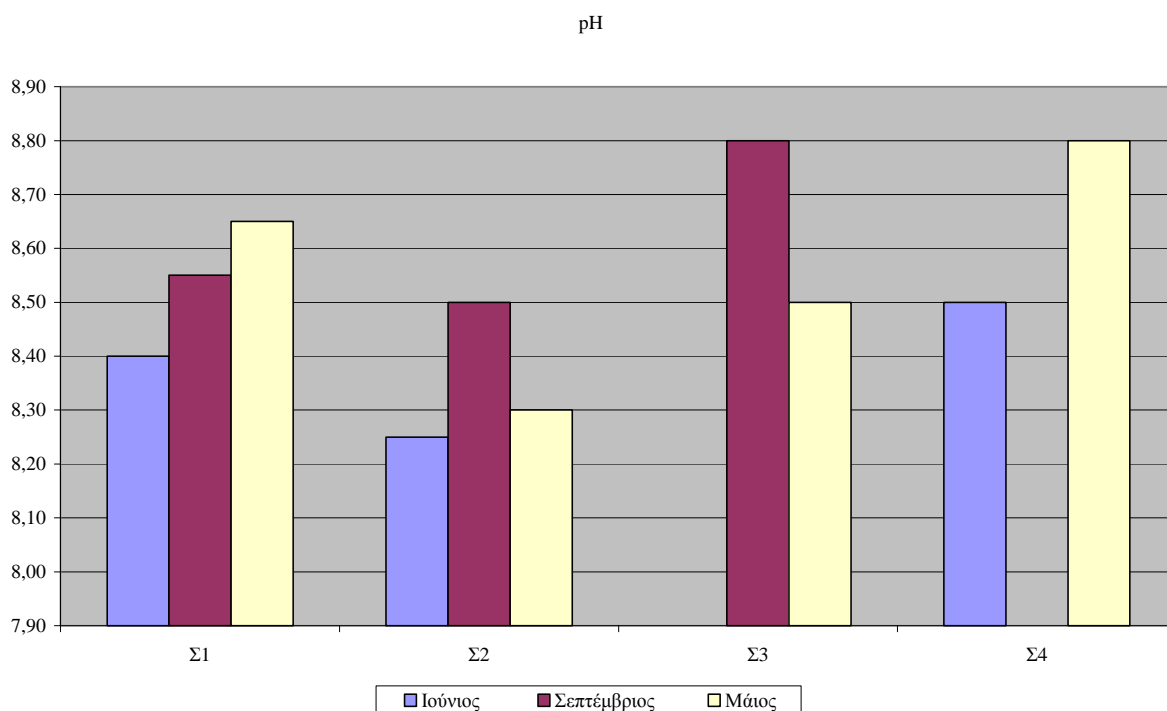
Η σκίαση, η ταχύτητα ρεύματος και το βάθος αποτελούν σημαντικούς παράγοντες που καθορίζουν τα θερμοκρασιακά επίπεδα σε ένα σύστημα γλυκών νερών (Τσιαούση Β. 1995). Οι μετρήσεις της θερμοκρασίας των υδάτων στους σταθμούς παρουσιάζονται στο διάγραμμα 4. Στο σταθμό Σ1 παρατηρείται αύξηση της θερμοκρασίας κατά τη δειγματοληψία το Σεπτέμβριο, 11,3 °C, και αυτό διότι τα νερά είχαν μηδενική ροή. Επίσης στο σταθμό Σ4, τον Ιούνιο, η θερμοκρασία είναι ιδιαίτερα υψηλή, 18,2 °C.



**Διάγραμμα 4.** Μεταβολές των τιμών της θερμοκρασίας στους σταθμούς δειγματοληψίας του χειμάρρου Ενιπέα τον Ιούνιο, Σεπτέμβριο 2007 και Μάιο 2008.

#### **4.1.5 pH**

Κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών σε όλους τους σταθμούς οι τιμές του pH ήταν σχεδόν σταθερές και κυμάνθηκαν από 8,25 έως 8,8 (Διάγραμμα 5). Συνεπώς τα ύδατα στην περιοχή μελέτης μπορούν να χαρακτηριστούν αλκαλικά.



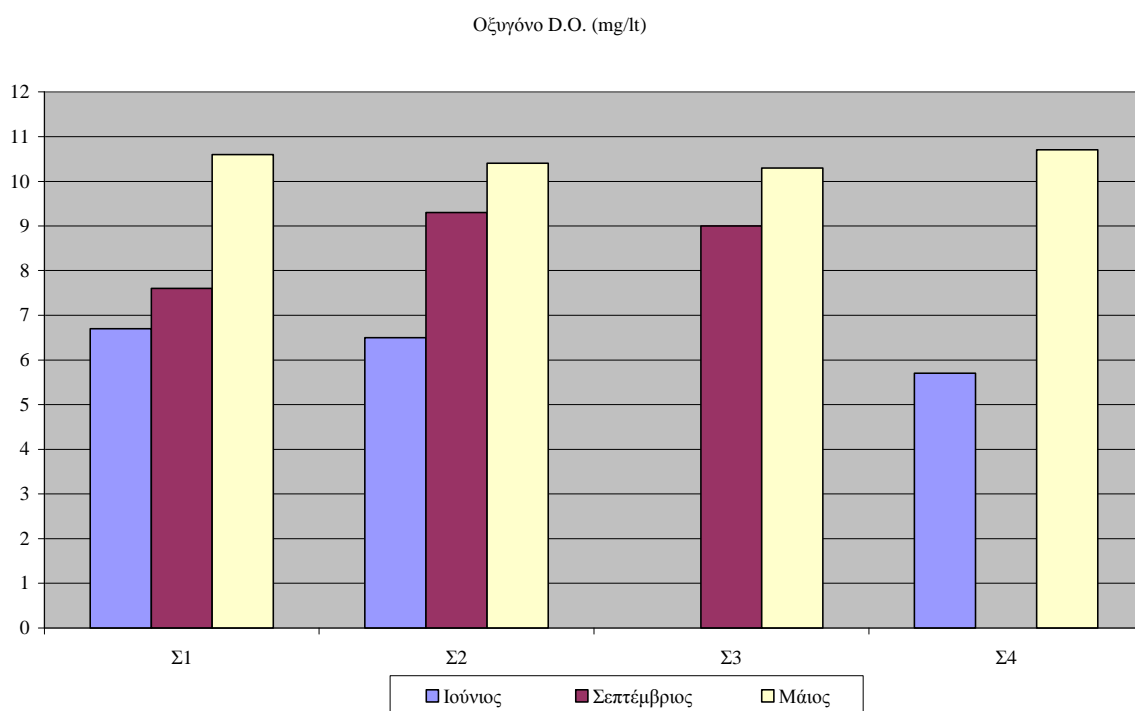
**Διάγραμμα 5.** Μεταβολές των τιμών του pH στους σταθμούς δειγματοληψίας του χειμάρρου Ενιπέα τον Ιούνιο, Σεπτέμβριο 2007 και Μάιο 2008.

#### **4.1.6 Διαλυμένο Οξυγόνο (D.O. mg/l)**

Οι μετρήσεις του διαλυμένου οξυγόνου κυμαίνονταν από 5,7 – 10,7 mg/l στους διαφορετικούς σταθμούς και κατά τις διαφορετικές χρονικές περιόδους (Διάγραμμα 6). Συγκεκριμένα οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν σε όλους τους σταθμούς κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2008, με τιμές πάνω από τα 10 mg/l. Ενώ κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2007 καταγράφηκαν οι χαμηλότερες τιμές στις τέσσερις δειγματοληψίες με τιμές που κυμαίνονταν από 5,7 έως 6,7 mg/l.

Πρέπει να τονιστεί ότι η συγκέντρωση του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου εξαρτάται από τη χρονική στιγμή της δειγματοληψίας επειδή α) η θερμοκρασία σχετίζεται αντίστροφα με το οξυγόνο (αύξηση της θερμοκρασίας οδηγεί σε μείωση του διαλυμένου οξυγόνου εξαιτίας της μείωσης της διαλυτότητας του καθώς και αύξησης του ρυθμού αποικοδόμησης) και β) κατά τη διάρκεια της ημέρας από τη φωτοσυνθετική

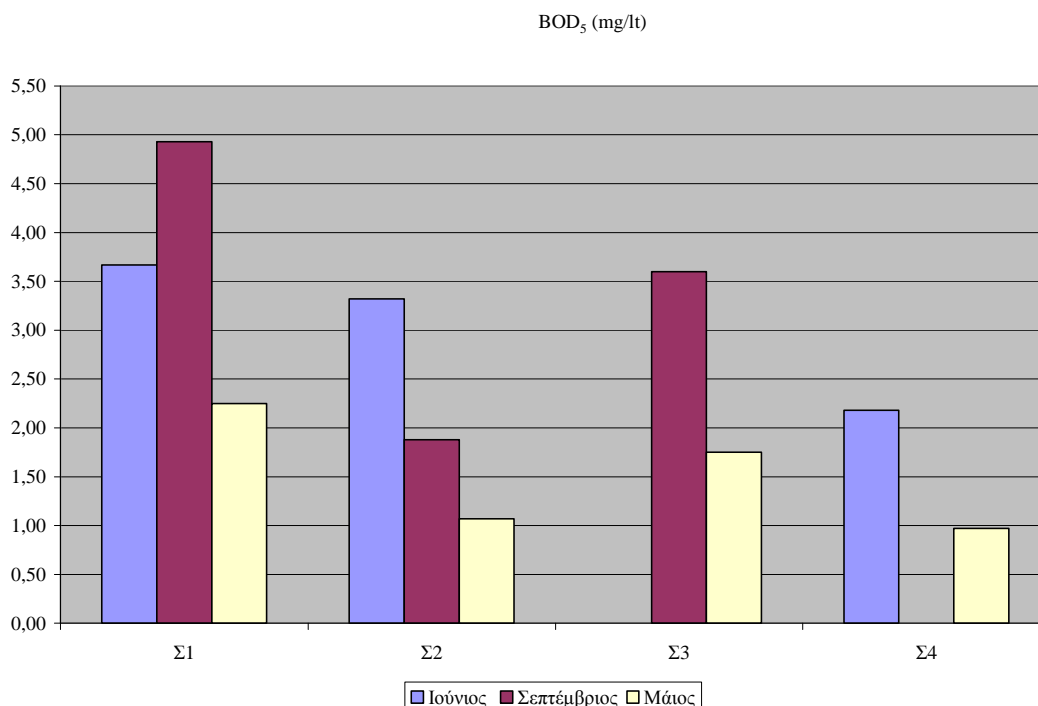
δραστηριότητα των φυτών παράγεται οξυγόνο. Η συγκέντρωση του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου επηρεάζεται επιπλέον από την ταχύτητα ρεύματος (καθώς αύξηση αυτής εξασφαλίζει μεγαλύτερη διάχυση οξυγόνου από την ατμόσφαιρα) και από την ποσότητα και το είδος του ρυπαντικού φορτίου που δέχεται το σύστημα.(Τσιαούση, 1995).



**Διάγραμμα 6.** Μεταβολές των τιμών του διαλυμένου στο νερό οξυγόνου (D.O. mg/l) στους σταθμούς δειγματοληψίας του χειμάρρου Ενιπέα τον Ιούνιο, Σεπτέμβριο 2007 και Μάιο 2008.

#### 4.1.7 BOD<sub>5</sub>

Όπως φαίνεται στο διάγραμμα 7 οι τιμές, του BOD<sub>5</sub> που καταγράφηκαν, είναι πολύ χαμηλές σε όλους τους σταθμούς κατά τη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε το Μάιο 2008 ενώ οι υψηλότερες τιμές καταγράφηκαν στον σταθμό Σ1 κατά τις δειγματοληψίες του Ιουνίου και του Σεπτεμβρίου του 2007 με τιμές 3,67 και 4,93 mg/l αντίστοιχα.



**Διάγραμμα 7.** Μεταβολές στις τιμές του BOD<sub>5</sub> στους σταθμούς δειγματοληψίας του χειμάρρου Ενιπέα τον Ιούνιο, Σεπτέμβριο 2007 και Μάιο 2008

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται συνοπτικά όλες οι τιμές των παραμέτρων που μετρήθηκαν στους σταθμούς δειγματοληψίας κατά τη διάρκεια της έρευνας και επιπλέον παρουσιάζεται το υψόμετρο το οποίο μετρήθηκε με τη χρήση GPS.

**Πίνακας 15.** Φυσικοχημικοί παράμετροι στους σταθμούς δειγματοληψίας του χειμάρρου Ενιπέα.

	D.O. mg/l	pH	Θερμοκ ρασία °C	BOD <sub>5</sub> mg/l	Βάθος (cm)	Πλάτος (m)	Ροή (m <sup>3</sup> /sec)	Παροχή (m <sup>3</sup> /sec)	Υψόμετ ρο
Ιούνιος 2007	6,7	8,4	8,7	3,67	30	2,5	0,131	0,098	
Σεπτέμβριος 2007	7,6	8,55	11,3	4,93	21,6	2,5	0		
Σ1 Μάιος 2008	10,6	8,65	7,4	2,25	16,6	6	0,567	0,578	1.070 m

	Ιούνιος 2007	6,5	8,25	9,5	3,32	31,25	7,5	0,29	0,674	
	Σεπτέμβριος 2007	9,3	8,5	9,8	1,88	23,3	7,5	0,52	0,897	
Σ2	Μάιος 2008	10,4	8,3	7,9	1,07	18,3	7,5	0,71	0,958	870 m
	Ιούνιος 2007									
	Σεπτέμβριος 2007	9	8,8	13,8	3,6	24	4	0,28	0,268	
Σ3	Μάιος 2008	10,3	8,5	10,6	1,75	26,6	4	0,302	0,326	380 m
	Ιούνιος 2007	5,7	8,5	18,2	2,18	33,3	3	0,365	0,361	
	Σεπτέμβριος 2007									
Σ4	Μάιος 2008	10,7	8,8	12	0,97	18,3	3	0,487	0,262	258 m

#### 4.2 Βενθικά μακροασπόνδυλα

Συνολικά καταγράφηκαν 41 οικογένειες βενθικών μακροασπονδύλων σε όλους τους σταθμούς κατά τη διάρκεια των τριών εποχικών δειγματοληψιών (διάγραμμα 8). Η αναλυτικότερη παρουσίαση του ζωοβένθους έχει ως εξής:

Πλεκόπτερα (Plecoptera): Αναγνωρίστηκαν οι εξής οικογένειες: *Nemouridae*, *Chloroperlidae*, *Perlodidae*, *Perlidae* και *Leuctridae*. Συνολικά καταγράφηκαν 86 άτομα στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Συγκεκριμένα, τον Ιούνιο 2007 τα πλεκόπτερα των παραπάνω οικογενειών που συλλέχθηκαν, καταλαμβάνουν το 9,05% του συνολικού πληθυσμού του σταθμού Σ1. Από τους σταθμούς Σ2 και Σ4 τα πλεκόπτερα που συλλέχθηκαν καταλαμβάνουν ποσοστό 1,74% και 2,41% αντίστοιχα.

Τον Σεπτέμβριο 2007 τα πλεκόπτερα που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ3 καταλαμβάνουν ποσοστό 13,04%, 2,07% και 25% αντίστοιχα.

Τέλος, τον Μάιο 2008 το ποσοστό που αντιστοιχεί στους σταθμούς Σ1, Σ2, Σ3 και Σ4 είναι 20%, 8,44%, 20% και 5,05%.

Εφημόπτερα (Ephemeroptera): Αναγνωρίστηκαν οι εξής οικογένειες: *Baetidae*, *Heptageniidae*, *Leptophlebiidae* και *Ephemeridae*. Συνολικά καταγράφηκαν 302 άτομα των παραπάνω οικογενειών.

Κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2007 τα εφημόπτερα που συλλέχθηκαν στον σταθμό Σ1 ανέρχονται σε ποσοστό 29,05% του συνολικού πληθυσμού του σταθμού. Από τους σταθμούς Σ2 και Σ4 τα εφημόπτερα που συλλέχθηκαν καταλαμβάνουν ποσοστό 33,04% και 14,45% αντίστοιχα

Τον Σεπτέμβριο 2007 τα εφημόπτερα που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ3 καταλαμβάνουν ποσοστό 17,39%, 26,29% και 45% αντίστοιχα.

Τέλος, τον Μάιο 2008 το ποσοστό των εφημόπτερον που συλλέχθηκαν και αντιστοιχεί στους σταθμούς Σ1, Σ2, Σ3 και Σ4 είναι 5,88%, 36%, 32% και 24,24%.

Δίπτερα (Diptera): Αναγνωρίστηκαν οι εξής οικογένειες: *Anthomyidae*, *Tipulidae*, *Simuliidae*, *Psychodidae*, *Stratiomyidae*, *Chironomidae*, *Limoniidae* και *Athericidae*. Συνολικά καταγράφηκαν 403 άτομα των παραπάνω οικογενειών.

Κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2007 τα άτομα που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ4 αντιστοιχούν σε ποσοστό 28,10%, 35,65% και 54,22%.

Τον Σεπτέμβριο 2007 τα δίπτερα που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ3 αντιστοιχούν σε ποσοστό 47,83%, 38,14% και 20%.

Τέλος, τον Μάιο 2008 το ποσοστό των δίπτερον που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2, Σ3 και Σ4 αντιστοιχεί σε ποσοστό 68,24%, 19,55%, 40% και 51,55%.

Τριχόπτερα (Trichoptera): Αναγνωρίστηκαν οι εξής οικογένειες: *Limnephilidae*, *Lepidostomatidae*, *Psychomyiidae*, *Leptoceridae*, *Glossosomatidae*, *Polycentropodidae*, *Philopotamidae*, *Goeridae*, *Hydroptilidae* και *Brachycentridae*. Συνολικά καταγράφηκαν 88 άτομα των παραπάνω οικογενειών.

Κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2007 τα άτομα των τριχόπτερον που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ4 αντιστοιχούν σε ποσοστό 0,48%, 2,61% και 7,21%.

Τον Σεπτέμβριο 2007 τα τριχόπτερα που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ3 αντιστοιχούν σε ποσοστό 17,4%, 11,34% και 2,5%.

Τέλος, τον Μάιο το ποσοστό των τριχόπτερον που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1 και Σ2 αντιστοιχεί σε ποσοστό 2,35% και 17,78%.

Κολεόπτερα (Coleoptera): Οι οικογένειες που αναγνωρίστηκαν είναι οι εξής: *Dytiscidae*, *Helodidae*, *Elminthidae*, *Haliplidae*, *Helophoridae*, *Hydrophylidae* και *Gyrinidae*. Συνολικά καταγράφηκαν 154 άτομα των παραπάνω οικογενειών.

Κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου συλλέχθηκαν άτομα των παραπάνω οικογενειών από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ4 σε ποσοστό 25,24%, 18,26 και 3,60% αντίστοιχα.

Τον Σεπτέμβριο 2007 τα κολεόπτερα που συλλέχθηκαν από το σταθμό Σ2 αντιστοιχούν σε ποσοστό 9,28%.

Τέλος τον Μάιο 2008 τα άτομα των κολεόπτρων που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2, Σ3 και Σ4 αντιστοιχεί σε ποσοστό 3,53%, 17,77%, 4% και 15,15%.

Ημίπτερα (Hemiptera): Αναγνωρίστηκαν οι οικογένειες *Aphelocheiridae* και *Mesoveliidae*. Συνολικά καταγράφηκαν 7 άτομα των παραπάνω οικογενειών.

Κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2007 συλλέχθηκαν άτομα από τους σταθμούς Σ1 και Σ4 σε ποσοστό 1,43% και 2,41% αντίστοιχα.

Τον Σεπτέμβριο 2007 ημίπτερα συλλέχθηκαν μόνο από τον σταθμό Σ3 σε ποσοστό 2,5%.

Τέλος, τον Μάιο 2008 ημίπτερα συλλέχθηκαν μόνο από τον σταθμό Σ4 σε ποσοστό 1,01%.

Μαλάκια (Mollusca): Αναγνωρίστηκαν οι οικογένειες *Valvatidae* και *Ancylidae*. Συνολικά καταγράφηκαν 10 άτομα των παραπάνω οικογενειών.

Κατά τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2007 συλλέχθηκαν άτομα των παραπάνω οικογενειών από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ4 σε ποσοστό 0,95%, 3,48% και 1,20% αντίστοιχα.

Τον Σεπτέμβριο 2007 μαλάκια συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1 και Σ3 σε ποσοστό 4,45% και 2,5% αντίστοιχα.

Τέλος, τον Μάιο 2008 μαλάκια συλλέχθηκαν μόνο από τον σταθμό Σ4 σε ποσοστό 1,01%.



Αράχνες (Aranea): Συνολικά καταγράφηκαν 3 άτομα κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας τον Ιούνιο 2007 στο σταθμό Σ1, σε ποσοστό 0,48% και στον σταθμό Σ4 σε ποσοστό 2,41%.

Ολιγόχαιτοι (Oligochaeta): Συνολικά καταγράφηκαν 42 άτομα κατά τη διάρκεια των τριών δειγματοληψιών.

Τον Ιούνιο 2007 ολιγόχαιτοι συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ1, Σ2 και Σ4 σε ποσοστό 0,48%, 3,48 και 12,05% αντίστοιχα.

Τον Σεπτέμβριο 2007 ολιγόχαιτοι συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ2 και Σ3 σε ποσοστό 12,33% και 2,5% αντίστοιχα.

Τέλος, τον Μάιο 2008 άτομα ολιγόχαιτων συλλέχθηκαν από τους σταθμούς Σ3 και Σ4 σε ποσοστό 4% και 1,01% αντίστοιχα.

Βδελλοειδή (Hirudinea): Συνολικά καταγράφηκαν 4 άτομα.

Τον Ιούνιο 2007 συλλέχθηκαν άτομα από τους σταθμούς Σ1 και Σ2 σε ποσοστό 0,48% και 1,74%.

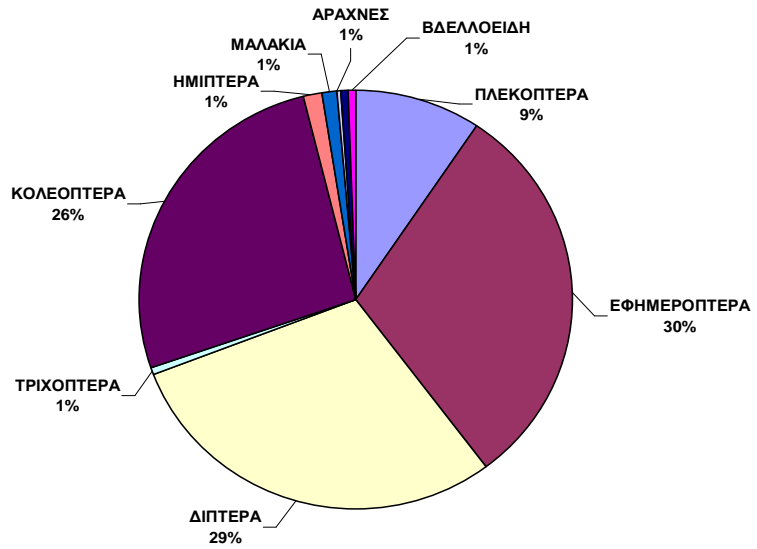
Τον Σεπτέμβριο 2007 βδελλοειδή συλλέχθηκαν μόνο από τον σταθμό Σ2 σε ποσοστό 0,52%.

Τον Μάιο 2008 δεν συλλέχθηκαν άτομα από κανένα σταθμό.

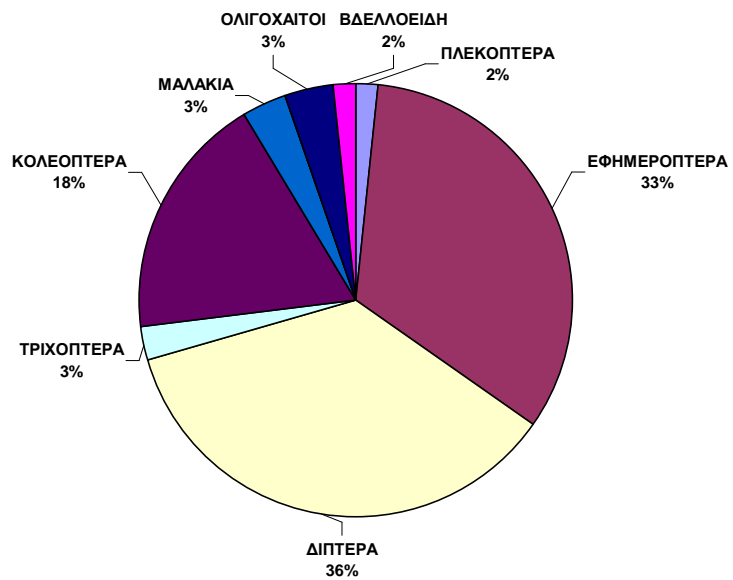
Στα παρακάτω διαγράμματα περιγράφεται το ποσοστό συμμετοχής, σε επίπεδο τάξεων των βενθικών μακροασπόνδυλων και σε επίπεδο κλάσης για τους Ολιγόχαιτους, στους τέσσερις σταθμούς κατά τη διάρκεια των τριών εποχικών δειγματοληψιών.

## Ιούνιος 2007

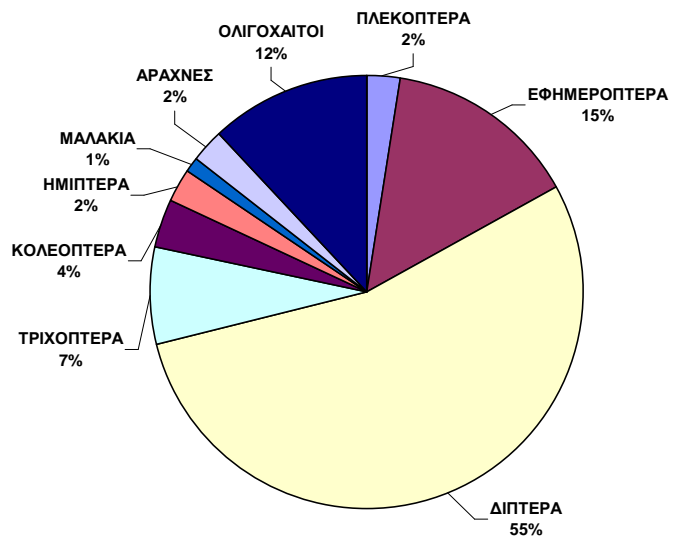
### Σταθμός 1



### Σταθμός 2

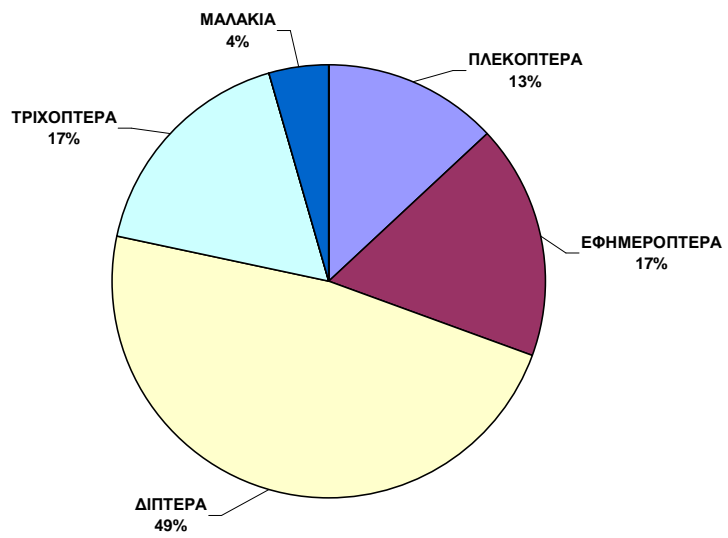


### Σταθμός 4

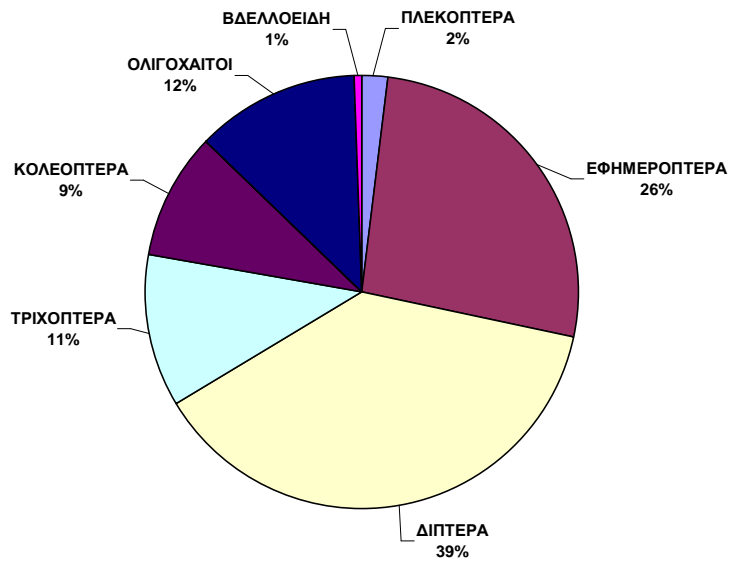


### Σεπτέμβριος 2007

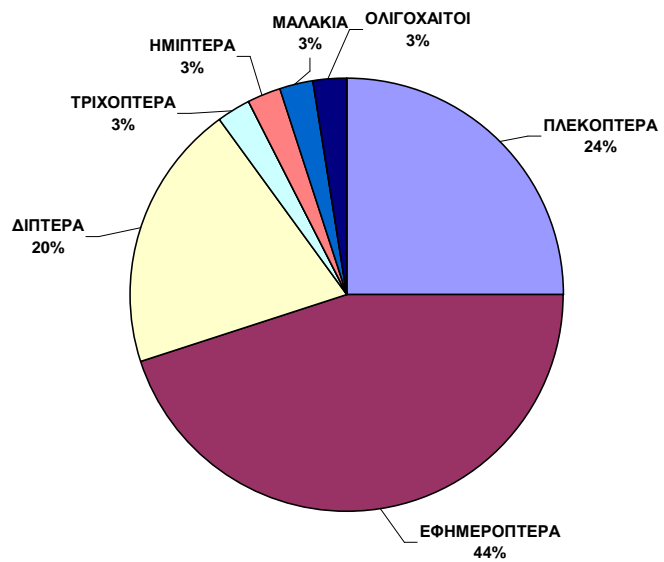
#### Σταθμός 1



### Σταθμός 2

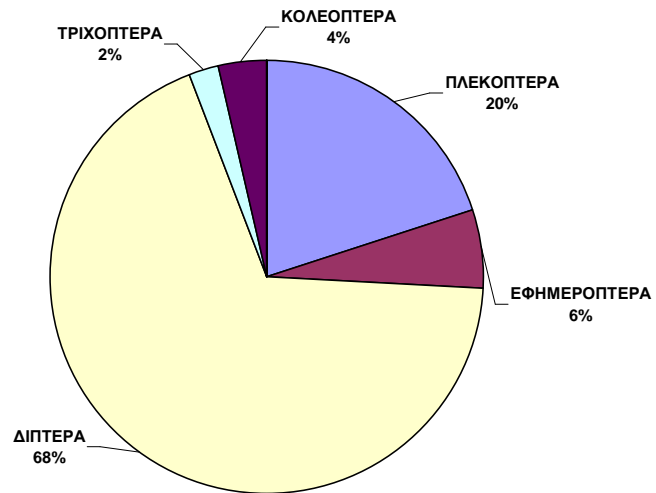


### Σταθμός 3

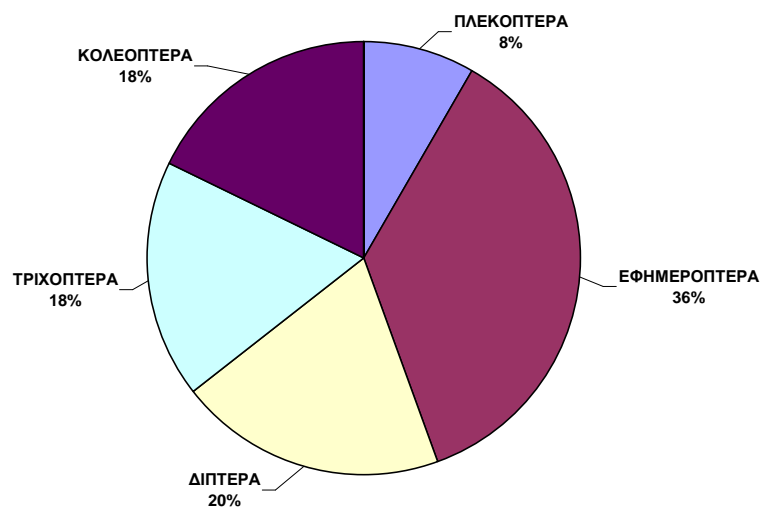


## Μάιος 2008

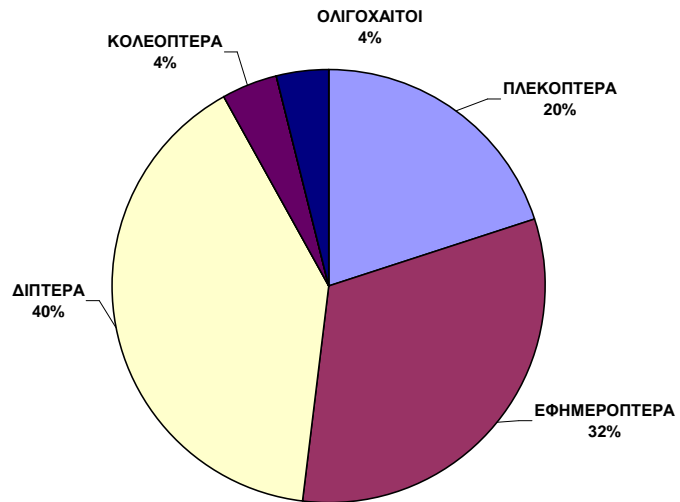
Σταθμός 1



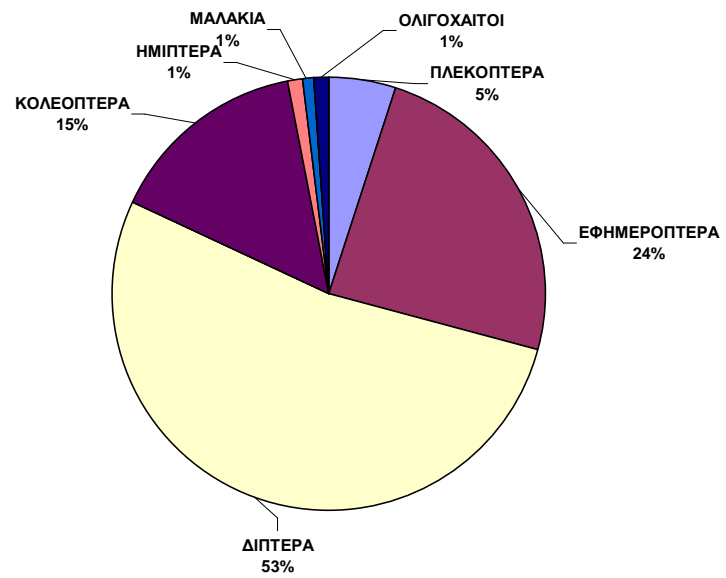
Σταθμός 2



### Σταθμός 3



### Σταθμός 4



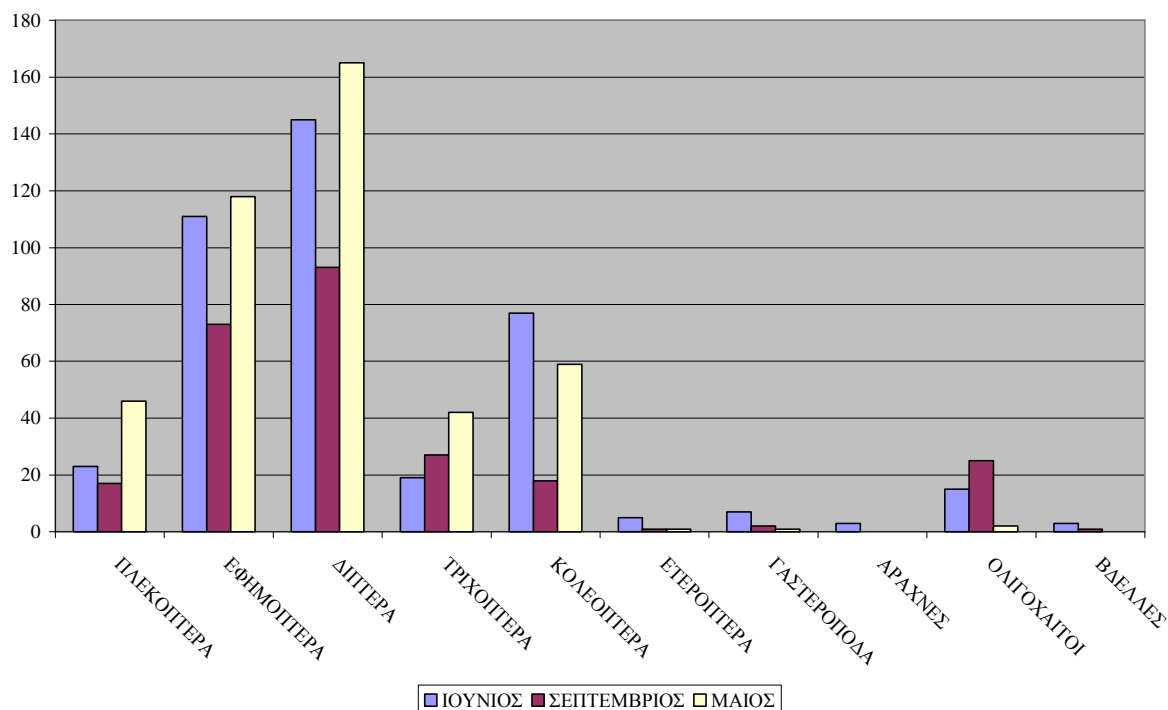
**Διάγραμμα 8.** Ποσοστό συμμετοχής σε επίπεδο τάξεων των βενθικών μακροασπονδύλων και της κλάσης των Ολιγόχαιτων στους 4 σταθμούς του χειμάρρου "Ενιπέα" κατά τη διάρκεια των 3 εποχικών δειγματοληψιών.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται το σύνολο των ατόμων των βενθικών μακροασπονδύλων και ο αριθμός των ταξινομικών ομάδων που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς δειγματοληψίας του χειμάρρου Ενιπέα κατά τις τρεις εποχικές δειγματοληψίες (Ιούνιος 2007, Σεπτέμβριος 2007 και Μάιος 2008).

**Πίνακας 16.** Σύνολο των ατόμων των βενθικών μακροασπόνδυλων και σύνολο των οικογενειών ανά σταθμό δειγματοληψίας στον χειμάρρο Ενιπέα.

Σταθμοί	Σύνολο ατόμων	Σύνολο οικογενειών ανά σταθμό	
Ιούνιος Σ1	210	23	
Ιούνιος Σ2	115	14	
Ιούνιος Σ4	83	18	
<b>Άθροισμα σταθμών</b>	<b>408</b>		
Σεπτέμβριος Σ1	23	10	
Σεπτέμβριος Σ2	115	16	
Σεπτέμβριος Σ3	83	11	
<b>Άθροισμα σταθμών</b>	<b>221</b>		
Μάιος Σ1	85	8	
Μάιος Σ2	225	15	
Μάιος Σ3	25	8	
Μάιος Σ4	99	13	
<b>Άθροισμα σταθμών</b>	<b>434</b>		

Στο διάγραμμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η αφθονία των βενθικών μακροασπονδύλων κατά τη διάρκεια των τριών δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν τον Ιούνιο 2007, τον Σεπτέμβριο 2007 και τον Μάιο 2008. Παρατηρούμε ότι η δειγματοληψία του Μαΐου 2008 παρουσίασε τη μεγαλύτερη αφθονία σε σχέση με του Ιουνίου 2007 και Σεπτεμβρίου 2007 για τα περισσότερα βενθικά μακροασπόνδυλα.



**Διάγραμμα 9.** Αφθονία των τάξεων των βενθικών μακροασπόνδυλων και της κλάσης των ολιγόχαιτων του ποταμού Ενιπέα στις 3 εποχικές δειγματοληψίες.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι ομάδες των βενθικών μακροασπονδύλων που συλλέχθηκαν στα δείγματα των σταθμών κατά τη διάρκεια των δειγματοληψιών του Ιουνίου 2007, του Σεπτεμβρίου 2007 και του Μαΐου 2008.

**Πίνακας 17.** Ομάδες βενθικών μακροασπονδύλων που συλλέχθηκαν από τους σταθμούς του χειμάρρου Ενιπέα (P: Plecoptera, E: Ephemeroptera, D: Diptera, T: Trichoptera, CO: Coleoptera, HE: Hemiptera, MO: Mollusca, AR: Arachnida, AN: Annelida).

P	Leuctridae	T	Leptoceridae
P	Nemouridae	T	Glossosomatidae
P	Chloroperlidae	T	Polycentropodidae
P	Perlodidae	T	Philopotamidae
P	Perlidae	T	Goeridae
E	Baetidae	T	Hydroptilidae
E	Heptageniidae	T	Brachycentridae
E	Leptophlebiidae	CO	Dytiscidae
E	Ephemeridae	CO	Helodidae
D	Stratiomyidae	CO	Elminthidae
D	Anthomyidae	CO	Haliplidae
D	Tipulidae	CO	Helophoridae
D	Simuliidae	CO	Hydrophylidae
D	Stratiomyidae	CO	Gyrinidae



D	Chiromimidae	HE	Aphelocheiridae
D	Limoniidae	HE	Mesoveliidae
D	Psychodidae	MO	Valvatidae
D	Athericidae	MO	Ancylidae
T	Limnephilidae	AR	Aranea
T	Lepidostomatidae	AN	Oligochaeta
T	Psychomyiidae		

### 4.3 Βιοδείκτες

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν για την εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας του ποταμού Ενιπέα το Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (Artemiadou V. & Lazaridou M. 2005) και ο Ιβηρικός Δείκτης IBMWP (Alba-Tercedor, J. et al. 2002.)

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του ΕΣΥΑ, η ποιότητα του νερού στο σταθμό Σ1 και Σ4 είναι πολύ καλή ενώ στο σταθμό Σ2 καλή. Καλή ποιότητα παρατηρήθηκε, σύμφωνα με τον ΕΣΑ, κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου στο σταθμό Σ1, πολύ καλή ποιότητα στο σταθμό Σ2 ενώ μέτρια ποιότητα παρατηρήθηκε στο σταθμό Σ3. Στη δειγματοληψία του Μαΐου, στο σταθμό Σ1 και Σ4 η ποιότητα είναι καλή ενώ στο σταθμό Σ2 πολύ καλή. Μέτρια ποιότητα παρατηρήθηκε στο σταθμό Σ3 (Πίνακας 18).

**Πίνακας 18.** Εκτίμηση της ποιότητας του νερού σύμφωνα με το Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (Ε.ΣΥ.Α.) και ποικιλότητα ενδαιτημάτων στους σταθμούς δειγματοληψίας στο χειμάρρο Ενιπέα (HES: Ελληνικός βιολογικός δείκτης συνεχούς παρακολούθησης, AHES: Ελληνικός μέσος δείκτης ανά taxon) Η χρωματική απεικόνιση είναι αυτή που προτείνεται από την Οδηγία 2000/60/ΕΚ (Μπλε= Υψηλή, Πράσινο= Καλή, Κίτρινο= Μέτρια). Η ποικιλότητα του ενδαιτηματος σύμφωνα με τον πίνακα 9.

Σταθμοί	ΕΣΑ (HES)	ΜΕΣΑ(AHE S)	Ημιάθροισμα (Semi-sum)	Ποικιλότητα ενδαιτηματος
Ιούνιος Σ1	1507	65,52	4,5	Πλούσια
Ιούνιος Σ2	876	62,57	3,5	Πλούσια
Ιούνιος Σ4	1136	63,11	5	Φτωχή
Σεπτέμβριος Σ1	724	72,4	3,5	Πλούσια
Σεπτέμβριος Σ2	1100	68,75	4	Πλούσια
Σεπτέμβριος Σ3	651	59,18	3	Πλούσια
Μάιος Σ1	587	73,37	3,5	Πλούσια
Μάιος Σ2	1133	75,53	4	Πλούσια
Μάιος Σ3	481	60,125	3	Πλούσια
Μάιος Σ4	639	51	3,5	Φτωχή

Σύμφωνα με τον IBMWP, τον Ιούνιο στους σταθμούς Σ1 και Σ4 παρατηρήθηκε πολύ καλή ποιότητα ενώ στο σταθμό Σ2 καλή ποιότητα. Κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου, η ποιότητα του νερού στους σταθμούς Σ1 χαρακτηρίστηκε ως καλή ενώ στο σταθμό Σ2 πολύ καλή ενώ στο σταθμό Σ3 παρατηρήθηκε μέτρια ποιότητα. Το Μάιο στους σταθμούς Σ1, Σ3 και Σ4 παρατηρήθηκε μέτρια ποιότητα ενώ στο σταθμό Σ3 καλή ποιότητα (πίνακας 19 ).

**Πίνακας 19.** Αποτελέσματα σύμφωνα με τον IBMWP.

Σταθμοί	IBMWP	IBMWP	Κατάσταση
Ιούνιος 1	145		<i>Πάρα πολύ καλή ποιότητα</i>
Ιούνιος 2	93		<i>Καλή ποιότητα</i>
Ιούνιος 4	120		<i>Πάρα πολύ καλή ποιότητα</i>
Σεπτέμβριος 1	71		<i>Καλή ποιότητα</i>
Σεπτέμβριος 2	107		<i>Πάρα πολύ καλή ποιότητα</i>
Σεπτέμβριος 3	70		<i>Καλή ποιότητα</i>
Μάιος 1	58		<i>Μέτρια ποιότητα</i>
Μάιος 2	98		<i>Καλή ποιότητα</i>
Μάιος 3	46		<i>Μέτρια ποιότητα</i>
Μάιος 4	55		<i>Μέτρια ποιότητα</i>

## 5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κάθε ποτάμιο σύστημα αποτελεί μια συνέχεια φυσικών διαβαθμίσεων και συνεπακόλουθων βιολογικών προσαρμογών. Οι βιοκοινότητες των βενθικών μακροασπονδύλων επηρεάζονται από τους βιοτικούς και αβιοτικούς παράγοντες του ποτάμιου συστήματος και προσαρμόζονται στις διαβαθμίσεις τους κατά μήκος του ποταμού μεταβάλλοντας της δομή τους και τις επί μέρους λειτουργίες τους. Ωστόσο οι μηχανισμοί που ρυθμίζουν τις μεταβολές τους δεν είναι επαρκώς γνωστοί. (Rosillon, 1989 από Αρτεμιάδου, 1996).

Εκτός από τις κανονικές μεταβολές των βενθικών συνευρέσεων μέσα στο χρόνο είναι δυνατό να προκληθούν μεταβολές και από την επίδραση εξωγενών παραγόντων κυρίως οργανικής ρύπανσης. Η επίδραση οργανικού φορτίου σε κάποια περιοχή έχει συνήθως ως αποτέλεσμα την επικράτηση ζωικών ομάδων που είναι ανθεκτικές σ' αυτή καθώς και τη μείωση ή την εξαφάνιση άλλων ομάδων που είναι πιο ευαίσθητες. Η μεταβολή αυτή της βενθικής κοινότητας αποτελεί γνώρισμα ρυπασμένων ή όχι ποταμών. Ωστόσο η ερμηνεία των μεταβολών της κοινότητας του ζωοβένθους θα πρέπει να γίνεται πολύ προσεκτικά επειδή συχνά δεν είναι ξεκάθαρο αν οι μεταβολές αυτές οφείλονται στις διαφορές του βιολογικού τους κύκλου ή σε ανθρώπινη επίδραση (Αρτεμιάδου, 1996).

### 5.1. Φυσικοχημικές παράμετροι

#### Πριόνια Σ1

Ο σταθμός Σ1 βρίσκεται κοντά σε υψόμετρο 1.070 m, κοντά σε πηγές του Ενιπέα. Πολύ κοντά στο σταθμό Σ1 βρίσκεται ένα μικρό εστιατόριο το οποίο εξυπηρετεί τους επισκέπτες του Εθνικού Δρυμού του Ολύμπου. Οι τρεις εποχικές δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στα Πριόνια μας έδωσαν τα εξής συμπεράσματα:

Η θερμοκρασία σχετίζεται με το γεωγραφικό πλάτος, το υψόμετρο, την εποχή και αν το ποτάμι ξεκινά από πηγές ή από λίμνη (Hynes, 1970). Σε ό,τι αφορά τις μεταβολές της θερμοκρασίας, στο σταθμό Σ1, ακολούθησαν το εποχιακό πρότυπό της διαδοχής καλοκαίρι-φθινόπωρο-άνοιξη. Συγκεκριμένα η θερμοκρασία κυμάνθηκε από 7,4 °C το Μάιο 2008 που είναι και η χαμηλότερη θερμοκρασία, 8,7 °C τον Ιούνιο και 11,3 °C τον Σεπτέμβριο 2007. Σύμφωνα με αυτό το πρότυπο μεταβλήθηκε και η παροχή. Το Σεπτέμβριο 2008 τα νερά στο συγκεκριμένο σταθμό ήταν στάσιμα και αυτό οφείλεται στο ότι οι συγκεκριμένες πηγές που τροφοδοτούσαν το σημείο της δειγματοληψίας είχαν στερέψει εφόσον δεν υπήρχαν χιόνια για να τις τροφοδοτήσουν ούτε βροχές λόγω εποχής.

Αντίθετα το Μάιο 2008 η παροχή ήταν αυξημένη γεγονός που οφείλεται στο λιώσιμο του χιονιού από τις κορυφές.

Η σχετικά χαμηλή θερμοκρασία των υδάτων κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2008, καθώς και η υψηλή ταχύτητα του ρεύματος είχαν ως αποτέλεσμα τον περισσότερο εμπλουτισμό του νερού με οξυγόνο σε σχέση με τους μήνες Ιούνιο και Σεπτέμβριο.

Οι συγκεντρώσεις BOD<sub>5</sub> τον Σεπτέμβριο (4,94 mg/l) ήταν σχεδόν διπλάσιες απ' ό τι τον Μάιο (2,25 mg/l). Αυτό μπορεί να οφείλεται στην μείωση της συγκέντρωσης της οργανικής ύλης λόγω αύξησης της παροχής τον Μάιο 2008, ή στο ότι τον Σεπτέμβριο 2007 τα νερά ήταν στάσιμα και μέσα στην κοίτη του χειμάρρου παρατηρήθηκαν σκουριασμένα αντικείμενα και λύματα, δείγμα της ανθρώπινης επίδρασης στο φυσικό περιβάλλον.

Το pH εμφανίζεται σχεδόν σταθερό και αλκαλικό ενώ είναι μέσα στα αποδεκτά όρια σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α Υ2/2600/2001 (Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001 - ΦΕΚ-892 Β'/11-7-01) (Διορθ. σφαλμ. στο ΦΕΚ 1082 Β'/14-8-01): Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης", σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3ης Νοεμβρίου 1998.

#### Αγ. Διονύσιος Σ2

Ο σταθμός Σ2 βρίσκεται σε υψόμετρο 870 m, κοντά σε ένα ξέφωτο, οπού του καλοκαιρινούς μήνες κατακλύζεται από κατασκηνωτές, αν και απαγορεύεται από το καθεστώς προστασίας του Εθνικού Δρυμού. Η περιοχή είναι πλούσια σε βλάστηση.

Η θερμοκρασία δεν παρουσιάζει αξιοσημείωτη μεταβολή για τους μήνες Ιούνιο 2007 και Σεπτέμβριο 2007—ενώ το Μάιο, λόγω του λιώσιματος του χιονιού, είναι 2 βαθμούς χαμηλότερη. Επίσης το Μάιο η παροχή είναι αυξημένη.

Το διαλυμένο οξυγόνο εμφανίζεται μέσα στα όρια που δίνει η οδηγία (75/440/ΕΟΚ) για τα πόσιμα νερά.

Οι συγκεντρώσεις των τιμών του BOD<sub>5</sub> κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2008 και του Σεπτέμβριου 2007 ήταν μέσα στα όρια, ενώ τον Ιούνιο, εμφανίζεται ελάχιστα πάνω από τα όρια (3,32 mg/l).

Το pH δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές και στις τρεις εποχικές δειγματοληψίες και ενώ είναι μέσα στα αποδεκτά όρια σύμφωνα με τη Κ.Υ.Α Υ2/2600/2001.

### Υδροληψία Σ3

Ο σταθμός 3 βρίσκεται σε 380 m υψόμετρο, στο σημείο όπου βρίσκεται η υδροληψία του Λιτόχωρου. Η περιοχή είναι περιφραγμένη και κλειστή για το κοινό και σε αυτό οφείλεται ότι τον Ιούνιο 2007 δεν κατέστη δυνατή η δειγματοληψία στον συγκεκριμένο σταθμό. Οι θερμοκρασίες που παρατηρήθηκαν ήταν υψηλότερες σε σχέση με τις θερμοκρασίες των προηγούμενων σταθμών λόγω της διαφοράς του υψομέτρου.

Η συγκέντρωση BOD<sub>5</sub> κατά το μήνα Σεπτέμβριο ήταν ελάχιστα πάνω από τα όρια (3,6 mg/l) ενώ το Μάιο, λόγω της αύξησης της παροχής, κυμαινόταν σε φυσιολογικά επίπεδα.

Το pH εμφανίζεται σχεδόν σταθερό και αλκαλικό ενώ είναι μέσα στα αποδεκτά όρια σύμφωνα με τη ΚΥΑΥ2/2600/2001.

### Λιτόχωρο Σ4

Ο σταθμός Σ4 βρίσκεται μέσα στο χωριό του Λιτοχώρου, πλησίον του Φορέα Διαχείρισης του Ολύμπου σε υψόμετρο 258 μέτρα. Τον Σεπτέμβριο 2007 δεν πραγματοποιήθηκε δειγματοληψία γιατί η κοίτη του ήταν άνυδρη.

Η σχετικά υψηλή θερμοκρασία, 18 °C, κατά τον μήνα Ιούνιο 2007 είχε ως αποτέλεσμα η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου να βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα (5,7 mg/l) ενώ το Μάιο 2008 με θερμοκρασία 12 °C τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου σχεδόν διπλασιάστηκαν (10,7 mg/l).

Οι συγκεντρώσεις BOD<sub>5</sub> ήταν μέσα στα όρια, με πιο υψηλή συγκέντρωση εκείνη της δειγματοληψίας του Ιουνίου 2007 ενώ το pH εμφανίζεται σχεδόν σταθερό και αλκαλικό ενώ είναι μέσα στα αποδεκτά όρια σύμφωνα με τη ΚΥΑΥ2/2600/2001.

## **5.2. Βενθικά μακροσπόνδυλα**

### Πλεκόπτερα

Τα πλεκόπτερα συναντούνται κυρίως σε ορεινά ρυάκια ή ποτάμια με πετρώδες υπόστρωμα και αρκετή ροή. Ποτάμια σε χαμηλά υψόμετρα με μικρή ροή και λεπτόκοκκο ίζημα, ακόμα και αν δεν έχουν επιβαρυνθεί από ρυπαντικά φορτία, δεν αποτελούν ενδιαιτήματα Πλεκοπτέρων (Hynes, 1970, Mason, 1991). Είναι στενοθερμικά είδη και αποφεύγουν περιοχές όπου σημειώνονται υψηλές θερμοκρασίες, που μειώνουν τη διαλυτότητα του

οξυγόνου στο νερό (Hynes, 1970). Θεωρούνται ως τα πιο ευαίσθητα στην οργανική ρύπανση βενθικά μακροασπόνδυλα (Mason, 1991).

Στο σταθμό Σ1 (Πριόνια) και στο σταθμό Σ2 (Αγ. Διονύσιος) συλλέχθηκαν οι μεγαλύτεροι πληθυσμοί Πλεκοπτέρων, γεγονός που συμφωνεί απόλυτα με τα παραπάνω στοιχεία. Το υψόμετρο είναι μεγάλο, το υπόστρωμα που κατά βάση αποτελείται από ογκόλιθους, κροκάλες, χαλίκι και αδρομερές ίζημα, η θερμοκρασία και η συγκέντρωση του διαλυμένου οξυγόνου ικανοποιούν τις απαιτήσεις των Πλεκοπτέρων.

Στους υπόλοιπους σταθμούς (Σ3 και Σ4) τα πλεκόπτερα εντοπίστηκαν σε μικρότερους αριθμούς και αυτό οφείλεται στη μικρή ροή, στις μεγαλύτερες θερμοκρασίες και στο χαμηλότερο υψόμετρο.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2007 στο σταθμό Σ1 τα ύδατα ήταν στάσιμα και αυτό είχε ως αποτέλεσμα τη συλλογή τριών μόνον ατόμων της οικογένειας των πλεκοπτέρων, αριθμού μικρού σε σχέση με τις δειγματοληψίες του Ιουνίου 2007 και του Μαΐου 2008.

Οι οικογένειες που βρέθηκαν στους δειγματοληπτικούς σταθμούς λαμβάνουν υψηλό σκορ και από τους δύο δείκτες.

### Εφημερόπτερα

Τα διάφορα είδη Εφημεροπτέρων παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλία σε ό,τι αφορά τα ενδιαίτηματα όπου συναντώνται και τις απαιτήσεις τους για ροή. Τα εφημερόπτερα είναι γενικά ευαίσθητα στην οργανική ρύπανση, υπάρχουν όμως και μερικά είδη αρκετά ανθεκτικά (Mason, 1991).

Τα Εφημερόπτερα, και συγκεκριμένα η οικογένεια των *Baetidae*, συλλέχθηκαν από όλους τους σταθμούς του χειμάρρου του Ενιπέα. Τα άτομα της οικογένειας αυτής απαντώνται σε ρέοντα ύδατα, από μικρά ορεινά ρέματα ως μεγάλους ποταμούς (Elliot et al., 1988). Είναι άριστοι κολυμβητές και αντέχουν σε μεγάλες ταχύτητες ρεύματος γιατί το σώμα τους έχει υδροδυναμικό σχήμα (Hynes, 1970). Ζουν πάνω σε πέτρες, πάνω στην άμμο και στο αδρό ίζημα ή πάνω σε φυτά (Elliot et al., 1988). Οι απαιτήσεις αυτές των *Baetis spp.* ικανοποιούνταν σε όλους τους σταθμούς. Επιπλέον, είδη του γένους αυτού είναι τα πιο ανθεκτικά από τα Εφημερόπτερα και αντιμετωπίζουν επιτυχώς ακόμα και μέτρια επίπεδα ρύπανσης (Hynes, 1970, Mason, 1991). Η συγκεκριμένη οικογένεια λαμβάνει χαμηλό σκορ και στα δυο συστήματα δεικτών που χρησιμοποιήθηκαν.

Επίσης, σημαντικός αριθμός ατόμων της οικογένειας *Heptageniidae* συλλέχθηκε από όλους τους σταθμούς εκτός από το σταθμό Σ1 κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2007 και από το σταθμό Σ4 κατά τη δειγματοληψία του Μαΐου 2008. Η συγκεκριμένη οικογένεια λαμβάνει υψηλό σκορ τόσο από τον ΕΣΑ (90/100) όσο και από τον Ιβηρικό δείκτη IBMWP (10/10). Η απαίτηση της οικογένειας αυτής είναι το πετρώδες υπόστρωμα (Elliot et al., 1988) γεγονός που ικανοποιούνταν σε όλους σχεδόν τους σταθμούς.

Από την οικογένεια *Leptophlebiidae* καταγράφηκε μικρότερος αριθμός ατόμων και μόνο στους σταθμούς Σ1 και Σ2 κατά τις δειγματοληψίες του Ιουνίου και του Σεπτεμβρίου 2007. Η συγκεκριμένη οικογένεια προτιμά για ενδιαίτημα τις όχθες των ποταμών, τα μακρόφυτα και τα βρύοφυτα. Διεισδύουν στο υπόστρωμα και συλλέγουν λεπτόκοκκο οργανικό υλικό που αποτελεί την τροφή τους (Elliot et al., 1988). Κάποια από τα είδη της οικογένειας είναι περισσότερο ευαίσθητα στη ρύπανση από άλλα (Hellowell 1986). Ο μικρός αριθμός των ατόμων που βρέθηκαν οφείλεται πιθανότατα στην απαίτηση τους για πλούσια υδρόβια βλάστηση και στο υπόστρωμα που στους περισσότερους σταθμούς είναι πετρώδες.

### Τριχόπτερα

Τα Τριχόπτερα παρουσιάζουν πολύ μεγάλο πλούτο οικογενειών. Ως συνέπεια έχουν ποικίλες απαιτήσεις για ενδιαίτημα, από μικρά, κρύα, ορεινά ποτάμια έως μεγάλα ποτάμια σε πεδινές εκτάσεις με μικρή ταχύτητα ρεύματος ή και λίμνες, και από πετρώδες έως αμμώδες ή ιλυώδες υπόστρωμα (Fitter & Manuel, 1994). Συναντώνται κυρίως σε καθαρά περιβάλλοντα αλλά υπάρχουν και είδη με σχετική ανθεκτικότητα στην οργανική ρύπανση (Hellowell 1986).

Στο σταθμό Σ2 κατά τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2007 και του Μαΐου 2008 καταγράφηκε ο μεγαλύτερος αριθμός Τριχόπτερων και συγκεκριμένα της οικογένειας *Brachycentridae* η οποία λαμβάνει υψηλό σκορ (100/100 από τον ΕΣΑ και 10/10 από τον Ιβηρικό IBMWP).

### Δίπτερα

Τα Δίπτερα συναντώνται σε πολύ διαφορετικά ενδιαίτηματα. Μέσα στο νερό ζουν μόνο ανώριμα άτομα από αρκετές οικογένειες. Σε καθαρά υδάτινα συστήματα ζει η μειοψηφία των υδρόβιων προνυμφών και νυμφών της τάξης. Οι περισσότερες ζουν σε

ακραία υδάτινα περιβάλλοντα, όπως σε εποχιακά ή μολυσμένα ύδατα. (Fitter & Manuel, 1994).

Η καταγραφή Διπτέρων σε όλους τους δειγματοληπτικούς σταθμούς αντανακλά την ποικιλία ενδιαιτημάτων στην οποία ζουν. Τα είδη της οικογένειας των *Chironomidae* όχι μόνο κυριαρχούν σε όλους τους σταθμούς αλλά είναι και τα πολυπληθέστερα και κυριαρχούν στους πληθυσμούς των μακροασπόνδυλων. Έχουν ευρύτατη εξάπλωση ως αποτέλεσμα των πολυποίκιλων απαιτήσεων τους για ενδιαιτήματα (Smith, 1989). Σε όλους τους σταθμούς συλλέχθηκε μεγάλος σχετικά αριθμός ατόμων από την οικογένεια των *Chironomidae* τα οποία και λαμβάνουν πολύ χαμηλό σκορ και από τους δύο δείκτες. Επιπλέον, σε κάθε δειγματοληπτικό σταθμό συλλέχθηκαν άτομα της οικογένειας *Athericidae* η οποία, σύμφωνα με το ΕΣΑ (90/100) και το Ιβηρικό δείκτη (10/10), λαμβάνουν υψηλό σκορ.

#### Κολεόπτερα

Τα κολεόπτερα ζουν στο νερό σε ανώριμα και σε ενήλικα στάδια. Είναι πολυπληθής και ετερογενής τάξη, τα άτομα της είναι ρεόφιλα ή μη και παρουσιάζουν διαφορετικές συμπεριφορές και μηχανισμούς τροφοληψίας (Fitter & Manuel, 1994).

Τη σημαντικότερη παρουσία είχε η οικογένεια *Elminthidae* στους σταθμούς Σ1 και Σ2 και στις τρεις δειγματοληψίες εκτός από τη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου στο Σ1. αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα νερά ήταν στάσιμα κατά τη διάρκεια της δειγματοληψίας. Η βαθμολογία που λαμβάνει αυτή η οικογένεια από τον ΕΣΑ και από τον Ιβηρικό δείκτη IBMWP είναι σχετικά χαμηλή, 60/100 και 5/10 αντίστοιχα.

Τα άτομα της οικογένειας αυτής έχουν ευρεία εξάπλωση, δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις ενδιαιτήματος και εμφανίζουν το μέγιστο της αφθονίας του σε υψηλές παροχές νερού (Tachet et al., 1984 Από Γιαννάκου 2000).

#### Ημίπτερα

Τα Ημίπτερα, όπως και τα κολεόπτερα, έχουν υδρόβιες μορφές τόσο στα ανήλικα όσο και στα ενήλικα άτομα και ζουν συνήθως στα ποτάμια με μικρή ταχύτητα ρεύματος ή σε στάσιμα νερά. (Savage, 1989). Η παρουσία ελάχιστων ατόμων στους σταθμούς Σ1, Σ3 και Σ4 δείχνει ότι δεν παίζουν σημαντικό ρόλο στη δομή των βιοκοινοτήτων των μακροασπονδύλων. Ένα άτομο της οικογένειας *Aphelocheiridae* συλλέχθηκε από τον σταθμό Σ4 τον Μάιο 2008 το οποίο λαμβάνει υψηλό σκορ από τον ΕΣΑ (100/100) άλλα



και από τον Ιβηρικό δείκτη (10/10). Επίσης συλλέχθηκαν άτομα της οικογένειας *Mesoveliidae* η οποία λαμβάνει χαμηλό σκορ (από τον ΕΣΑ 30/100 και από τον Ιβηρικό δείκτη 3/10).

#### Γαστερόποδα

Τα Γαστερόποδα συναντώνται σε όλους τους τύπους των ενδιαίτηματων εκτός από τα όξινα, άλλα είναι πιο κοινά σε καθαρά ποτάμια με αρκετή ροή (Fitter & Manuel, 1994).

Η παρουσία τους στους δειγματοληπτικούς σταθμούς ήταν μικρή με κυρίαρχη την οικογένεια *Ancylidae*. Η οικογένεια αυτή προτιμά καθαρά ποτάμια με σκληρό υπόστρωμα, στο οποίο προσκολλάται, και μεγάλη ταχύτητα ρεύματος, εξ' ου και το υδροδυναμικό σχήμα που έχει (Macan, 1977). Λαμβάνει μέτριο σκορ από τον ΕΣΑ (50/100) αλλά και από τον Ιβηρικό δείκτη IBMWP (6/10).

#### Ολιγόχαιτοι

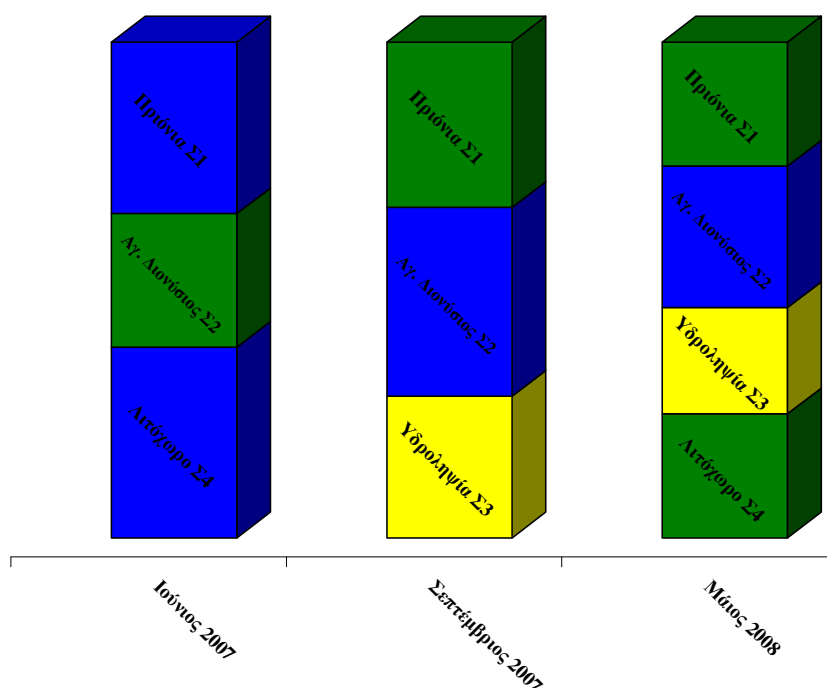
Οι Ολιγόχαιτοι, που ζουν σε υδάτινα περιβάλλοντα, συνιστούν μια μεγάλη και ετερογενή ομάδα. Συναντώνται σε υποστρώματα πλούσια σε ιλύ (Hynes, 1970). Άτομα της κλάσης αυτής είναι τα ανθεκτικότερα στη ρύπανση βενθικά μακροασπόνδυλα και μπορούν να ζήσουν σε ακραία περιβάλλοντα (Hynes, 1970, Hellawell, 1986).

Τα παραπάνω συνηγορούν στον μικρό αριθμό, των ατόμων της κλάσης αυτής, που συλλέχθηκαν στους δειγματοληπτικούς σταθμούς. Αυτό διότι οι περισσότεροι σταθμοί εμφανίζουν καλή έως πολύ καλή ποιότητα υδάτων και το υπόστρωμα χαρακτηρίζεται από την απουσία άμμου ή ιλύος. Ο ΕΣΑ δίνει χαμηλό σκορ (30/100) όπως επίσης και ο Ιβηρικός δείκτης IBMWP (1/10).

### **5.3 Βιοδείκτες**

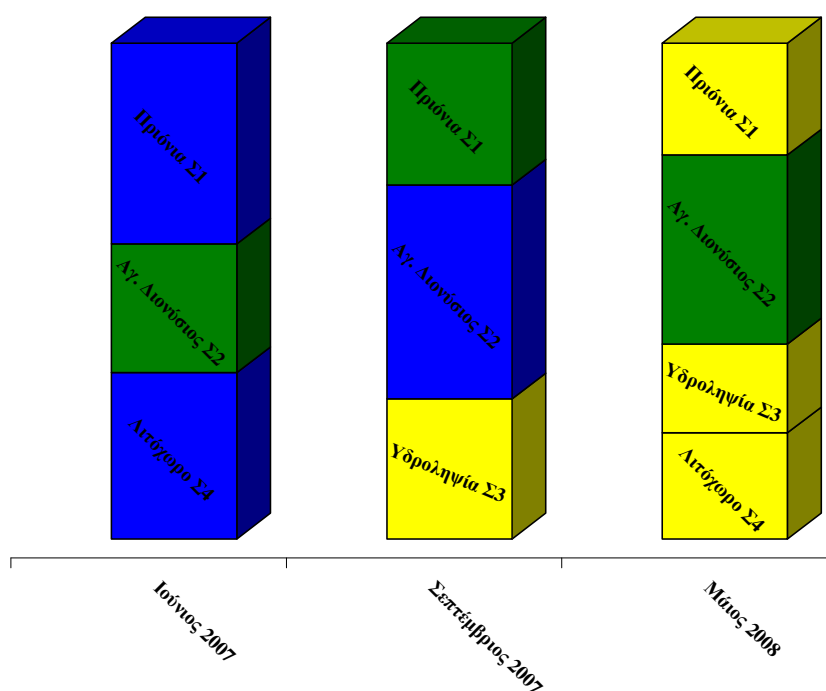
Στο διάγραμμα 10 παρουσιάζεται η ποιότητα του χειμάρρου Ενιπέα που εκτιμήθηκε σύμφωνα με τα αποτελέσματα του Ελληνικού Συστήματος Αξιολόγησης (ΕΣΥΑ). Για τη δειγματοληψία του Ιουνίου 2007 ο σταθμός Σ1 εμφανίζει να έχει πολύ καλή ποιότητα και αυτό οφείλεται στην αφθονία των ατόμων που βρέθηκαν και στην υψηλή βαθμολογία των περισσότερων ταξινομικών ομάδων από τον ΕΣΑ. Στη δειγματοληψία του Σεπτεμβρίου 2007 ο Σ1 έδωσε καλή ποιότητα αν και η αφθονία ήταν μικρή και επιπλέον παρατηρήθηκε, σύμφωνα με τα φυσικοχημικά αποτελέσματα, οργανική ρύπανση. Τον Μάιο στον Σ1 είχαμε καλή ποιότητα και αυτό οφείλεται στο υψηλό σκορ που λαμβάνουν

οι συγκεκριμένες οικογένειες που βρέθηκαν εκεί αν και ο σταθμός παρουσίασε μικρή αφθονία. Ο σταθμός Σ2 τον Ιούνιο 2007 εμφανίζει καλή ποιότητα γεγονός που οφείλεται στην μικρή αφθονία ενώ το αντίθετο ισχύει για τις δειγματοληψίες του Σεπτεμβρίου 2007 και του Μαΐου 2008, όπου οι Σ2 και Μ2 εμφανίζουν πολύ καλή ποιότητα. Ο σταθμός Σ3 κατά τις δύο δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν τον Σεπτέμβριο 2007 και τον Μάιο 2008 παρουσιάζει μέτρια ποιότητα, η οποία οφείλεται στην μικρή αφθονία των σταθμών. Η δειγματοληψία στο Σ4, τον Ιούνιο 2007, προσδίδει πολύ καλή ποιότητα ενώ η δειγματοληψία του Μαΐου 2008 δίνει μέτρια ποιότητα. Η διαφορά αυτή οφείλεται στο γεγονός ότι ενώ τον Μάιο 2008 η αφθονία είναι μεγαλύτερη, οι περισσότερες οικογένειες που βρέθηκαν δίνουν μικρό σκορ ενώ οι οικογένειες που βρέθηκαν τον Ιούνιο 2007 δίνουν μεγαλύτερο σκορ.



**Διάγραμμα 10.** Παρουσίαση της ποιοτικής ποιότητας του χειμάρρου Ενιπέα στους σταθμούς δειγματοληψίας σύμφωνα με το Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης (ΕΣΥΑ).

Στο διάγραμμα 11 παρουσιάζεται η ποιότητα του χειμάρρου Ενιπέα που εκτιμήθηκε σύμφωνα με τον Ιβηρικό δείκτη IBMWP (Biological Monitoring Working Party). Παρατηρούμε ότι η ποιότητα των υδάτων κατά τις δειγματοληψίες του Ιουνίου 2007 και του Σεπτεμβρίου 2007 συμφωνούν με το ΕΣΥΑ. Όμως για τη δειγματοληψία του Μαΐου 2008, ο IBMWP, δίνει διαφορετικά αποτελέσματα σε όλους τους σταθμούς εκτός από τον Σ3. Οι διαφορές μεταξύ του ΕΣΥΑ και του Ιβηρικού δείκτη μάλλον οφείλονται σε διαφορετική βαθμολογία σε κάποιες οικογένειες όπως η οικογένεια *Helodidae* η οποία βαθμολογείται υψηλά από το ΕΣΑ (80/100) ενώ ο ΙΒΔΣΠ (Ιβηρικός Βιολογικός Δείκτης Συνεχούς Παρακολούθησης), δίνει πολύ χαμηλή βαθμολογία (3/10). Το ίδιο συμβαίνει και για την οικογένεια *Stratomyidae* η βαθμολογία της οποία από το ΕΣΑ είναι 75/100 ενώ από τον IBMWP λαμβάνει 4/10.



**Διάγραμμα 11.** Παρουσίαση της ποιοτικής ποιότητας του χειμάρρου Ενιπέα σύμφωνα με τον Ιβηρικό Βιολογικό Δείκτη Συνεχούς Παρακολούθησης (ΙΒΔΣΠ)

Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ η αφθονία των βενθικών μακροασπονδύλων είναι μία από τις παραμέτρους της κοινωνίας τους που θα πρέπει να παρακολουθείται. Οι αλλαγές στην αφθονία θεωρούνται αρχικά σημάδια αλλαγής της κοινωνίας των βενθικών μακροασπόνδυλων, η οποία μπορεί να αντανακλά αλλαγή της ποιότητας (Wright, 2000).

Το Ελληνικό Σύστημα Αξιολόγησης λαμβάνει υπόψη το μεγαλύτερο μέρος της κοινωνίας των βενθικών μακροασπόνδλων και την αφθονία τους και επίσης λαμβάνει υπόψη την ποικιλότητα των ενδιαιτημάτων. Τα χαρακτηριστικά αυτά τον διαφοροποιούν από τον Ιβηρικό δείκτη ο οποίος αποτέλεσε τη βάση για την δημιουργία του. Επίσης ορισμένες από τις μετρήσεις των φυσικοχημικών παραμέτρων (BOD<sub>5</sub>, D.O., θερμοκρασία, παροχή, pH), συγκεκριμένα τον Μάιο 2008, έρχονται σε αντίφαση με τα αποτελέσματα που δίνει ο Ιβηρικός βιολογικός δείκτης. Επομένως μπορούμε να πούμε ότι ο ΕΣΥΑ αποτύπωσε με μεγαλύτερη ακρίβεια την οικολογική ποιότητα των σταθμών δειγματοληψίας σε σχέση με τον Ιβηρικό δείκτη.

Η γενική εικόνα που αποκομίζεται από τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας είναι ότι η ποιότητα των υδάτων του χειμάρρου Ενιπέα είναι καλή έως πολύ καλή. Η παρούσα εργασία αποτελεί μια πρώτη προσέγγιση στην εκτίμηση της ποιότητας του νερού του χειμάρρου Ενιπέα με τη χρήση βενθικών μακροασπόνδλων και χρειάζεται περισσότερη έρευνα για να μελετηθεί το ορεινό αυτό ποτάμιο οικοσύστημα.

## 6. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alba-Tercedor, J., P. Jáimez-CuéllaR, M.Álvarez, J. Avilés, N. Bonada, J. Casas, A. Mellado, M. Ortega, I. Pardo, N.Prat, M. RieradevalL, S. Robles, C. E. Sáinz-Cantero, A. Sánchez-Ortega, M. L. Suárez, M. Toro, M. R. Vidalabarca, S. Vivas & C. Zamora-Muñoz. (2002): Caracterización del estado ecológico de ríos mediterráneos ibéricos mediante el índice IBMWP (=BMWP'). *Limnetica*, 21: 175-185.

Anagnostopoulou M. (1992): The relationship between the macroinvertebrate community and water quality, and the applicability of biotic indices in the river Almopeos system (Greece). Msc Thesis. Department of Environmental Biology, University of Manchester, Manchester, pp.133.

Anagnostopoulou M., Lazaridou – Dimitriadou M. & White K.N. (1994): The freshwater invertebrate community of the system of the river Almopeos, N. Greece. *Bios*, 2, 79-86.

A.P.H.A. (1985): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th edn. American Public Association, Washington D.C.

Armitage P., Moss D., Wright J. & Fyrse M. (1983): The performance of a new biologicalquality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running water sites. *Water Research* 17: 333-347

Artemiadou V. and Lazaridou M. 2005. Evaluation Score and Interpretation Index of the ecological quality of running waters in Central and Northern Hellas. *Environmental Monitoring and Assessment* 110: 1–40

Artemiadou V., Kampa E. & Lazaridou – Dimitriadou M. (1999): Estimation of the Ecological Quality of Surface Waters of the River Axios (central Macedonia) during 1997. Proceedings of the VIII European Ecological Congress “The European Dimension in Ecology., Perspectives and Challenges for the 21<sup>st</sup> Century”, 18-23 September, Halkidiki, Greece, p. 407.

Barbour M.T., Gerritsen J., Snyder B.D. & Stribling J.B. (1999). Rapid Bioassessment Protocol for Use in Streams and Weadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. 2<sup>nd</sup> Edition. US Environmental Protection Agency (EPA 841-B-99-002), Washington D.C., pp. 1-1-11-24.

Birk S. & Hering D. (2006). Direct comparison of assessment methods using benthic macroinvertebrates: a contribution to the EU Water Framework Directive intcalibration exercise. *Hydrobiologia* 566, 401-415.

Buffagni A. & Furse M. (2006). Intercalibration and comparison – major results and conclusions from the STAR project. *Hydrobiologia*, 566, 357-364.

Buffagni, A., S. Erba, S. Birk, M. Cazzola, C. Feld, T. Ofenböck, J. Murray-Bligh, M. T. Furse, R. Clarke, D. Herring, H. Soszka & W. Van de Bund (2005): Towards European Inter-Calibration for the Water Framework Directive: Procedures and examples for different river types from the E.C. Project STAR. Instituto di Ricerca Sulle Acque, Rome.

Chatzinikolaou Y., Dakos V. & Lazaridou M. (2006): Longitudinal impacts of anthropogenic pressures on benthic macroinvertebrate assemblages in a large transboundary Mediterranean river during the low flow period. *Acta Hydrochimica et Hydrobiologica* 34: 453 – 463

Coibra C.N., Graça M.A.S. & Cortes R.M. (1996): The effects of a basic effluent on macroinvertebrate community structure in a temporary Mediterranean river. *Environmental Pollution*, 94 (3), 301-301.

Copeland R.S., Lazaridou – Dimitriadou M., Artemiadou V., Yfantis G., White K.N. & Mourelatos S. (1997): Ecological Quality of the Water in the Catchment of River Aliakmonas (Macedonia, Hellas). Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Congress of Environmental Science and Technology. 1-4 September, Molyvos, 2, 27-36.

Dakos V., Chatfield P., Artemiadou V. & Lazaridou – Dimitriadou M. (2001): Evaluation of the Ecological Water Quality of the lake Plastira Region (C. Greece) in April and July 2000. Proceedings of the VII International Conference on Environmental Science and Technology. Sept 3-6, Ermoupolis, Syros, 3, 54-61.

De Pauw N. & Hawkes H.A. (1993): Biological monitoring of river water quality. pp. 87-111. In Walley W.J. & Judd S. (eds): *River Water Quality Monitoring and Control*. Aston University, UK, pp. 249.

Drouin S., Artemiadou V., Lazaridou – Dimitriadou M. & White K.N. (1999): An Integrated Water Quality Assessment of the River Axios During the 1998 Low Flow Season. Proceedings of the VI International Congress of Environmental Science and Technology. 30 August – 2 September, Samos, 1, 120 – 129.

Elliot J.M., Humpesch U.H. & Macan T.T. (1988): *Larvae of the British Ephemeroptera*. Freshwater Biological Association.

Fitter, R. & Manuel, R. (1994): *Photo Guide to Lakes, Rivers, Streams and Ponds*. London, Collins

Ford J., Yfantis G. Artemiadou V., Lazaridou – Dimitriadou M. & White K.N. (1998): Ecological Evaluation of WATER Quality in River Mavrolakkas (Olympiada, Halkidiki) from May to August 1998. Proceedings of the International Conference "Protection and Restoration of the Environment IV". 1-4 July, Chalkidiki, 1, 144-152.

Furse M.T., Moss D., Wright J.F. & Armitage P.D. (1984). The influence of seasonal and Taxonomic factors on the ordination and classification of running-water sites in Great Britain and on the prediction of their macro-invertebrate communities. *Freshwater Biology*, 14, 257-280.

Ghetti, P.F. & Bonazzi, G. (1981): I macroinvertebrati nella sorveglianza ecologica dei corsi d'acqua. Collana del Progetto Finalizzato "Promozione della Qualità dell'Ambiente", CNR AQ/1/127.

Ghetti, P.F. (1997). Manuale di applicazione indice biotico esteso (I.B.I.). I macroinvertebrati nel controllo della qualità degli ambienti di acque correnti. Prov. autonoma di Trento. Agenzia provinciale per la protezione dell ambiente. Trento

Giannakou U., Kamarianos A., Koussouris Th. & Kilikidis S. (1998): Distribution of benthic macroinvertebrates in relation to physicochemical parameters as a tool for assessing river water pollution in a lowland stream, North Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, 6, 560-567.

Gleick, P. H. (1996): Water resources. In *Encyclopaedia of Climate and Weather*, ed. by S. H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp.817-823.

Gritzalis K.C., Bogdanos K., Skoulikidis N.Th., Bertahas I. & Koussouris Th (1997): Ecological classification of the upper part of Aliakmon River, Greece. *Fresenius Environmental Bulletin*, 7, 351-355.

Gritzalis K.C., Karaouzas I. & Grimes S.M. (2002a): The assessment of the ecological status of Pamisos River (Messinia, Peloponnese, Greece) based on benthic macroinvertebrate fauna. *Proceedings of the International Conference, JRS, Sustainability of aquatic Ecosystems "Science in support of European Water Policies"*, 26-28 November, Stresa, Lugo Maggiore, p.132.

Gritzalis K.C., Koussouris Th. & Diapoulis A. (1993): Distribution of the invertebrate fauna with relation to pollution and the special hydrological situation in Arachthos River. *Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Region, Thessaloniki*, p.21.

Gritzalis K.C., Skoulikidis N.Th. & Kouvarda T.D. (2002b): The biodiversity, locomotion types and the current preferences of the aquatic macroinvertebrate fauna at Samothraki Island, NE Aegean Sea, Greece. *Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Congress on the Zoogeography and Ecology of Greece and Adjacent Region. 22-25 May, Thessaloniki*, p.50.

Gritzalis K.C. & Skoulikidis N.Th. (2002): Assessment of the ecological quality of Neda River (Messinia, Peloponnese, Greece) based on benthic macroinvertebrates. *Proceedings of the VIII INTECOL. International Congress of Ecology "Ecology in a changing world"*. 11-18 August, Seoul, 67-68.

Guerold, F. (2000): Influence of taxonomic determination level on several community indices. *Water Research*, 34: 487-492.

Hanneke E.V., Verdonshot P.F.M & Nijboer R.C. (2004). Towards a multimetric index for the assessment of Dutch streams using benthic macroinvertebrates. *Hydrobiologia*, 516, 173-189.

Hellawell, J.M. (1986): *Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management*. Elsevier. 546 p. London.

Hynes H.B.N. (1970): *The ecology of Running waters*. Liverpool University Press.

Iliá G., Ioannou A., Patsia A., Davis M. & Lazaridou M. (2005): The assessment of the water and habitat quality of the Greek part of Strymonas river (Macedonia, Hellas) in accordance with the EU Water Framework Directive. *Iasme transactions 2*. Available at the <http://wseas.org>

Johnson, R.K., Wiederholm T. & Rosenberg, D.M. (1993): Freshwater biomonitoring using individual organisms, populations, and species assemblages of benthic macroinvertebrates. In: *Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates*, eds. D.M. Rosenberg & V.H. Resh, Chapman & Hall. New York. pp. 40-158.

Jowett G. (1997): Instream flow methods: a comparison of approaches Regulated Rivers: Research & Management Volume 13, Issue 2 , pp.115 – 127

Kampa E., Artemiadou V. & Lazaridou – Dimitriadou M. (2000): Exological Quality of the Water of the River Axios during spring and summer 1997. *Belg. J. Zool.*, 130 (Supplement), pp. 23-29.

Karr J.R. & Chu E.N. (1999). *Restoring Life in Running Waters*. Beter Biological Monitoring. Island Press, Washington P.C., pp.208.

Kokeš J., Zahrádková S., Němejcová D., Hodovský J., & Soldán T. (2006). The PERLA system in the Czech Republic: a multivariate approach for assessing the ecological status of running waters. *Hydrobiologia*, 566, 343-354.

Kolwitz, R. & Marsson, M. 1902. Grundsätze für die biologische Beurteilung des Wasser nach seine Flora und Fauna. *Mitt. Prüfungsant. Wasserversorg. Abwasserreinig.* 1:33-72.

Kousouris Th., Bertahas I., Diapoulis A. & Gritzalis K.C. (1990): Evaluating water quality in the Louros river (Greece) using biotic indices on invertebrate communities. *Journal of Environmental Education and Information*, 9, 169-174.

Kousouris Th., Diapoulis A., Gritzalis K.C. & Bertahas I. (1994): The distribution of invertebrate fauna along Louros River (Greece). *Bios*, 2, 109-114.

Krenkel & Novotny 1980. *Water quality management*. Academic Press Inc

Lazaridou – Dimitriadou M., Koukoumides C., Lekka E. & Gaidagis G. (2004): Integrative Evaluation of the ecological quality of metalliferous streams (HALKIDIKI, MACEDONIA, HELLAS). *Environmental Monitoring Assessment*, 91 (1-3): 59-86.



Langrick J., Artemiadou V., Yfantis G., Lazaridou – Dimitriadou M. & White K.N. (1998): An Integrated Water Quality Assessment of the River Axios, Northern Greece. Proceedings of the International Conference “Protection and Restoration of the Environment IV”, 1-4 July, Chalkidiki, 1, 135-143.

Lekka E., Kagalou I., Lazaridou – Dimitriadou M., Albanis T., Dakos V., Lampropoulou D. & Sakkas V. (2004): Assessment of the water and habitat quality of a Mediterranean river (Kalamas, Epirus, Hellas) in accordance with the EU Water Framework Directive. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.*, 32, 175-188.

Makan T.T. (1977): A key to the British Fresh-and brackish-water Gastropods . Freshwater Biological Association

Mason C.F. (1991). *Biology of Freshwater Pollution*. 2<sup>nd</sup> edn. Longman Scientific & Technical, Essex, pp 351.

Metcalf, J.L. (1989): Biological water quality assessment of running waters based on macroinvertebrate communities: History and Present Status in Europe. *Environmental Pollution*, 60: 101-109.

Moog, O. (1995). *Fauna Aquatica Austriaca. Wasserwirtschaftskataster*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Wien.

Newmann, P.J., Piavaux, M.A. & Sweeting, R.A. (eds). (1992): EUR 14606 EN-FR- River water quality. Ecological Assessment and Control. Commission of the European Communities, III, Luxembourg. p. 751.

Nixon S. (2002). Towards a Common Understanding of the Monitoring Requirements Under the Water Framework Directive. Working Draft Version 3-1, European Topic Centre on Water, Copenhagen, pp. 1-59.

Ofenböck T., Moog O., Gerritsen J. & Barbour M.T. (2004). The development of a macroinvertebrates based multimetric index for monitoring the ecological status of running waters in Austria. *Hydrobiologia*, 516 (1-3), 251-268.

Rawer-Jost C., Bohmer J., Blanc J. & Rahmann H. (2000). Macroinvertebrate functional feeding group methods in ecological assessment *Hydrobiologia*, 422/423, 225-232.

Rosenberg, D.M. & Resh, V., (1996): Use of Aquatic Insects in Biomonitoring. In: An introduction to the Aquatic Insects of North America, eds. R.W. Merrit & K.W. Cummins, Kendahl/Hunt Publ. Co. Dubuque, Iowa. pp. 87-97.

Rosillon D. (1989): The influence of abiotic factors and density-dependent mechanisms on between-year variations in a stream invertebrate community. *Hydrobiologia* vol 179, p. 25-38.

Sansoni G. (1998). *Atlante per il riconoscimento de Macroinvertebati dei corsi d'acqua*. Edit P.A.T.

Savage, A.A. (1989): Adults of the British aquatic Hemiptera Heteroptera: a key with ecological notes. Freshwater Biological Association, p. 173.

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

Tachet H. & Bournaud M., Richoux P. (1984): Introduction a l' etude des macroinvertebres des eaux douces. 2<sup>nd</sup> edition. Association Francaise de Limnologie. France, p. 155.

Tachet H., Richoux P, Bournaud M. & Usseglio – Polatera P. (2003): Invertébrés d' eau douce. Systematique, biologie, écologie. CNRS editions.

Tolkamp H.H. (1985): Biological assessment of water quality in running water using macroinvertebrates. A case study for Limurg. *The Netherlands Wat. Sci. Tech.*, 17, 867-878.

Washington H.G. (1984): Diversity, Biotic and Similarity Indices. A review with special relevance to aquatic ecosystems. *Water Research*, 18(6) 653-694.

Wentworth C., (1922): A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30: 377-392.

Wright, J.F. (2000): An introduction to RIVPACS. In: Assessing the biological quality of fresh waters. RIVPACS and similar techniques, eds. J.F. Wright, D.W. Sutcliffe & M.T. Furse. Freshwater Biological Association, Ambleside, pp. 1-24.

Yfantis G., Artemiadou – Lazaridou M. & Mourelatos S. (1999): Ecological evaluation of water quality in the river Aliakmonas (Macedonia, Hellas). *Contrib. Zoogeography Ecol. Eastern Meditteranean Region*, 1, 485-493.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΓΛΩΣΣΑ

Αργυρούδη Α. (2007). Διαφορές μεταξύ παροδικών και εφήμερων ποταμοχειμάρρων και οι επιπτώσεις μικροφραγμάτων στο Εθνικό Πάρκο της Δαδιάς. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 104.

Αρτεμιάδου Β. (1996): Μηνιαία διακύμανση της οικολογικής ποιότητας των ρέοντων υδάτων του ποταμού Αλιάκμονα σε δύο σταθμούς. Διπλωματική εργασία. Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 119.

Βορεάδου Α. (1993): Επιπτώσεις των υγρών αποβλήτων των ελαιουργείων στα οικοσυστήματα των τρεχούμενων νερών της Κρήτης. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα βιολογίας, Πανεπιστήμιο Κρήτης, Ηράκλειο, σελ. 295.

Γιαννάκου Ο. (2000): Συμβολή στην εκτίμηση της επίδρασης της οργανικής ρύπανσης στην ποιότητα των ρέοντων υδάτων με τη χρήση βενθικών μακροασπόνδουλων οργανισμών. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Κτηνιατρικής, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 131.

Δάκος Β. (2001): Προσέγγιση καταγραφής της δομής και εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας του νερού και των ενδιαιτημάτων των χειμαρροποτάμων της λεκάνης απορροής της λίμνης Πλαστήρα και του ποταμού Καλαμά. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 139.

Διαμαντόπουλος Σ. (2003): Μελέτης διαχείρισης-διακίνησης επισκεπτών και ανάπτυξης οικοτουρισμού στο εθνικό Πάρκο του Ολύμπου. Α Φάση - Β Φάση.

Ηλία Γ. (2006): Εκτίμηση της οικολογικής ποιότητας του ποταμού Στρυμόνα κατάντη της τεχνητής λίμνης Κερκίνης. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 76.

Ιωάννου Α. (2006): Ανάλυση πιέσεων-επιπτώσεων: Μία πρώτη προσέγγιση για τη λεκάνη απορροής του Πηνειού. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 142.

Καμπά Ε. (1998): Οικολογική ποιότητα των ρέοντων υδάτων του ποταμού Αξιού την άνοιξη και το καλοκαίρι του 1997. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 114.

Κατσικάτσου Μ. (2006): Μελέτη των σταθμών αναφοράς στις ορεινές περιοχές του ποταμού Πηνειού. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 114.

Κεμιτζόγλου Δ. (2004). Έλεγχος της αποτελεσματικότητας της ημιποσοτικής μεθόδου δειγματοληψίας βενθικών μακροασπονδύλων. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 86.

Κεμιτζόγλου Δ. (2006): Καθορισμός των τύπων ποτάμιων συστημάτων της Βόρειας και Κεντρικής Ελλάδας. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 86.

Κουσουρής Θ., Γκριτζάλης Κ. & Γιαννάκου Ο. (1997): Οικολογική ταξινόμηση σε ποτάμια της Ευρυτανίας. Πρακτικά 5<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συμποσίου Ωκεανογραφίας και Αλιείας. Καβάλας, σελ. 285-288.

Κουσουρής, Θ. (1998): 'Το νερό στη Φύση, Ανάπτυξη, στην Προστασία του Περιβάλλοντος'. Μονογραφίες Θαλάσσιων Επιστημών, Ε.Κ.Θ.Ε., Νο1 Αθήνα.

Λαζαρίδου – Δημητριάδου Μ. (1998): Έλεγχος της οικολογικής ποιότητας των επιφανειακών υδάτων της Κ. και Δ. Μακεδονίας με τη χρήση βιολογικών δεικτών. Τελική έκθεση πεπραγμένων 1995 και 1997. Υπουργείο Ανάπτυξης, ΓΓΕΤ., σελ. 213.

Λαζαρίδου Μ. (2002): Προστασία, διαχείριση και ανάδειξη της λιμνοθάλασσας Narta και του ποταμού Αώου (Vjose). Εργαστήριο Ζωολογίας, Τμήμα Βιολογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, σελ. 214.

Λαζαρίδου – Δημητριάδου Μ. & Χατζηνικολάου Γ. (2006): Παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας του ποταμού Αξιού σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ από το 1998 από το Εργαστήριο Ζωολογίας του Τμ. Βιολογίας, ΑΠΘ. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Συνεδρίου Συμβουλίου Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., 1-4 Ιουνίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 399-407.

Λέκκα Ε. (2002): Δημιουργία πολυμετρικού δείκτη για την εκτίμηση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 125.

Μαντζαβέλας Α. κ.α. (1999): Ειδική Περιβαλλοντική Μελέτη Φαραγγιού Ενιπέα Ολύμπου. Οικοσχεδιασμός, Οίκος και Nerco. Αναπτυξιακή Λιτοχώρου.

Νέζης Ν. (2003): Όλυμπος. Ε.Ο.Ο.Α. Ανάβαση.

Παναγιωτόπουλος Κ. (2005): Πρόγραμμα παρακολούθησης, καταγραφή σημειακών πηγών ρύπανσης και επιμερισμός του κόστους στη λεκάνη απορροής του ποταμού Τηταρήσιου. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 144.

Παπαδάκη Αικ. (2005): Επίδραση θρεπτικών αλάτων, βαρέων μετάλλων και φυτοφαρμάκων στα βενθικά μακροασπόνδυλα σε περιοχές του Πηνειού. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 131.

Πατσιά Α. (2006): Οικολογική μελέτη των ρεόντων υδάτων του ποταμού Στρυμόνα ανάντη και κατόντη του φράγματος του Λιθοτόπου σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60/ΕΚ. Διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 108.

Παυλίδης Θ. & Συνεργάτες (1995): Ερευνητικό πρόγραμμα: Η ανάδειξη της χαράδρας του Ενιπέα Ολύμπου και η αξιοποίηση του υδάτινου δυναμικού της –Α φάση: Μελέτη για την αξιοποίηση του υδάτινου δυναμικού του Ενιπέα-διερεύνηση δυνατοτήτων

βέλτιστης ενεργειακής διαχείρισης του. Β Φάση: Ανάδειξη της φυσιολογίας της χαράδρας του Ενιπέα, Τμήμα Δασολογίας και φυσικού περιβάλλοντος Α.Π.Θ., Δήμος Λιτοχώρου.

Παυλίδης Θ. (1998): τεχνική έκθεση-μελέτη του υδατικού ισοζυγίου, της υδρολογικής και υδρογεωλογικής λειτουργίας του χειμάρρου Ενιπέα-Ολύμπου.

Στατήρη Ξ. (2002): Οικολογική μελέτη στην ποιότητα των ρεόντων υδάτων σε 13 χειμαρροποτάμους της λ. Ν. Πλαστήρα (Ν. Καρδίτσας). Διπλωματική εργασία, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 118.

Στατήρη Ξ. (2004): Δημιουργία πολυμετρικού δείκτη βασιζόμενου στις τροφικές συμπεριφορές των βενθικών μακροασπόνδυλων. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 94.

Τσιαούση Β. & Λαζαρίδου – Δημητριάδου Μ. (1994): Μελέτη της εφαρμοσιμότητας των βιολογικών δεικτών στο σύστημα του ποταμού Αγγίτη.

Τσιαούση Β. (1995): Εκτίμηση της ποιότητας των ρεόντων υδάτων και της εφαρμοσιμότητας των βιολογικών δεικτών με τη χρήση βενθικών μακροασπόνδυλων στο σύστημα του ποταμού Αγγίτη. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 107.

Υφαντής Γ. (1996): Οικολογική ποιότητα των ρεόντων υδάτων του ποταμού Αλιάκμονα σε είκοσι σταθμούς το μήνα Απρίλιο. Διπλωματική εργασία. Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, σελ. 137.

Χατζηνικολάου Γ. (2001): Παρακολούθηση της οικολογικής ποιότητας των νερών του ποταμού Αξιού. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 145.

Χειμωνοπούλου Μ. (2005): Οικολογική εκτίμηση του Τριπόταμου-σύστημα ποταμού Αλιάκμονα. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 148.

Χρόνης Ι. (2006): Επίδραση της αρδευτικής αγροτικής πίεσης σε χωρικό επίπεδο στη βιολογική ποιότητα των νερών του ποταμού Στρυμόνα. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Τμήμα Βιολογίας, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη, σελ. 91.