

**Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο
Εργαστήριο Γεωργικών Φαρμάκων**

**ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ
``Πρόγραμμα Ελέγχου Ποιότητας Επιφανειακών Υδάτων
στη Μακεδονία-Θράκη``**

**Επιστημονικά Υπεύθυνη: Ευθυμία Παπαδοπούλου-Μουρκίδου
Καθηγήτρια ΑΠΘ**

Φορέας Χρηματοδότησης: Υπουργείο Γεωργίας

**Συντονιστές του Έργου: Γ. Φατούρος και Γ. Κωστοπούλου
Υπουργείο Γεωργίας, Γενική Διεύθυνση
Εγγειοβελτιωτικών Έργων και Γεωργικών
Διαρθρώσεων,
Δ/ση Σχεδιασμού Εγγειοβελτιωτικών Έργων και
Αξιοποίησης Εδαφο-υδατικών Πόρων
Τμήμα Προστασίας Αρδευτικών Υδάτων**

**Θεσσαλονίκη
Μάιος 2002**

Λίστα Περιεχομένων

[Ερευνητική ομάδα](#)

Λίστα Εικονών

[Λίστα Διαγραμμάτων](#)

[Λίστα Πινάκων](#)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή και στόχοι του προγράμματος

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μεθοδολογία

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ποιότητα υδάτων των ποταμών της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης

3.1 Ποιότητα υδάτων ποταμών Θράκης

3.1.1. [Εβρος](#)

3.1.2. [Αρδας](#)

3.1.3. [Νέστος](#)

3.2 Ποιότητα υδάτων ποταμών Κεντρικής Μακεδονίας

3.2.1 [Αξιός](#)

3.2.2 [Λουδίας](#)

3.2.3 [Στρυμόνας](#)

3.3 Ποιότητα υδάτων ποταμών Δυτικής Μακεδονίας

3.3.1 [Αλιάκμονας](#)

3.3.2 [Πηνειός](#)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ποιότητα υδάτων των λιμνών της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης

4.1 Λίμνες Δυτικής Μακεδονίας

4.1.1 [Λίμνη Νησίου](#)

4.1.2 [Λίμνη Μεγάλη Πρέσπα](#)

4.1.3 [Λίμνη Μικρή Πρέσπα](#)

4.1.4 [Λίμνη Καστοριάς](#)

4.1.5 [Λίμνη Βεγορίτιδα](#)

4.1.6 [Λίμνη Πετρών](#)

4.1.7 [Λίμνη Ζάζαρη](#)

4.2 Λίμνες Κεντρικής Μακεδονίας

4.2.1 [Λίμνη Κορώνεια](#)

4.2.2 [Λίμνη Μεγάλη Βόλβη](#)

4.2.3 [Λίμνη Μικρή Βόλβη](#)

4.2.4 [Λίμνη Δοϊράνη](#)

4.2.5 [Λίμνη Κερκίνη](#)

4.3 Λίμνες Θράκης

4.3.1 [Λίμνη Βιστονίδα](#)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Έλεγχος της ποιότητας των υπογείων νερών της Θράκης

5.1 Υπόγεια Νερά Ν. Εβρου

5.1.1 [Υπόγεια νερά Ν. Βύσσας](#)

5.1.2 [Γεωτρήσεις ποσίμου νερού Δήμου Ορεστιάδος](#)

5.1.3 [Υδρευτικές γεωτρήσεις Κοινοτήτων του Αρδα](#)

5.1.4 [Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ορεστιάδος](#)

5.1.5 [Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Φερρών](#)

5.2 Υπόγεια Νερά ΤΟΕΒ Ν. Κομοτινής

5.3 Υπόγεια Νερά ΤΟΕΒ Ν. Ξάνθης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Γενικά συμπεράσματα για την ποιότητα των υδάτων των επιφανειακών και υπογείων υδροφόρων τμημάτων της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης

6.1 Επιφανειακά νερά – Ποτάμια

6.2 Επιφανειακά νερά – Λίμνες

6.3 Υπόγεια νερά

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Προτάσεις για την βελτίωση της ποιότητας των υπογείων και επιφανειακών νερών της περιοχής Μακεδονίας - Θράκης

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ερευνητική Ομάδα

Για το έργο συνεργάστηκαν τα εξής μέλη της ερευνητικής ομάδος:

1. Κοτοπούλου Αθηνά
2. Κιντζικόγλου Αικατερίνη
3. Μυστικής Απόστολος
4. Παπαδάκης Εμμανουήλ
5. Πατσιάς Ιωάννης
6. Sanja Lazic
7. Ταγγίδης Ιωάννης
8. Τσεκούρα Δήμητρα
9. Φραγκούλης Γεώργιος

Στην συγγραφή της παρούσας έκθεσης βοήθησαν

1. Δρ Δ. Καρπούζας
2. Κουκουρικού Άννα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Έβρου

Διάγραμμα 1β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Έβρο την περίοδο 1999-00

Διάγραμμα 2α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Άρδα

Διάγραμμα 2β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Άρδα την περίοδο 1999-00

Διάγραμμα 3α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Νέστου

Διάγραμμα 3β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Νέστο την περίοδο 1999-00

Διάγραμμα 4α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Αξιού

Διάγραμμα 4β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Αξιό την περίοδο 1999-00

Διάγραμμα 5α. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Λουδία την περίοδο 1999-00

Διάγραμμα 6α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Στρυμόνα

Διάγραμμα 6β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Στρυμόνα την περίοδο 1999-00

Διάγραμμα 7α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Αλιάκμονα

Διάγραμμα 7β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Αλιάκμονα την περίοδο 1999-00

Διάγραμμα 8α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Πηνειού

Διάγραμμα 8β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Πηνειό την περίοδο 1999-00

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας Ι: Ο αριθμός δειγμάτων, οι απαιτήσεις και οι συνθήκες συντήρησης των δειγμάτων

Πίνακας 1Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Έβρου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 1Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Έβρου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 1Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Έβρου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 1Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Έβρου κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 2Α Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Άρδα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 2Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Άρδα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 2Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων,

SAR και σκληρότητας στο νερό του Αρδα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 2Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Αρδα κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 3Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Νέστου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 3Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Νέστου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 3Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Νέστου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 3Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Νέστου κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 4Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Αξιού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 4Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Αξιού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 4Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Αξιού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 4Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Αξιού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 5Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Λουδία κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 5Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Λουδία ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 5Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Λουδία ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 5Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Λουδία κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 6Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Στρυμόνα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 6Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Στρυμόνα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 6Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Στρυμόνα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 6Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Στρυμόνα κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 7Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων

του νερού του Αλιάκμονα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 7B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Αλιάκμονα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 7Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Αλιάκμονα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 7Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Αλιάκμονα κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 8A. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Πηνειού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 8B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Πηνειού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 8Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Πηνειού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 8Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Πηνειού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας II: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων για όλα τα ποτάμια Μακεδονίας – Θράκης

Πίνακας 9A. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης του Νησιού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 9B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης του Νησιού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 9Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης του Νησιού κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 9Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης του Νησιού κατά την περίοδο 1999-2000

Πίνακας 10A. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Μεγάλης Πρέσπας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 10B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Μεγάλης Πρέσπας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 10Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Μεγάλη Πρέσπα κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 10Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό των λιμνών Μεγάλης και Μικρής Πρέσπας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 11A. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Μικρή Πρέσπα κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 11B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Μικρή Πρέσπα κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 11Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Μικρή Πρέσπα κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 12Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης της Καστοριάς κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 12Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης της Καστοριάς κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 12Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης της Καστοριάς κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 12Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης της Καστοριάς κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 13Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης της Βεγορίτιδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 13Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Βεγορίτιδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 13Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Βεγορίτιδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 13Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Βεγορίτιδας κατά την περίοδο 1999-2000

Πίνακας 14Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό των λιμνών Πετρών και Ζάζαρης κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 14Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό των λιμνών Πετρών και Ζάζαρης κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 14Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό των λιμνών Πετρών και Ζάζαρης κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 14Δ1. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης των Πετρών κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 14Δ2. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Ζάζαρης κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 15Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Κορωνείας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 15Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Κορωνείας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 15Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων,

SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Κορωνεία κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 15Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Κορωνεία κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 16Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Μεγάλη Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 16Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Μεγάλη Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 16Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Μεγάλη Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 16Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό των λιμνών Μεγάλης και Μικρής Βόλβης κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 17Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Μικρή Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 17Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Μικρή Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 17Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Μικρή Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 18Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Δοιράνη κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 18Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Δοιράνης κατά την περίοδο 1999-00

Πίνακας 18Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Δοιράνης κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 18Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Δοιράνης κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 19Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Βιστονίδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 19Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Βιστονίδας κατά την περίοδο 1999-00

Πίνακας 19Γ. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Βιστονίδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 19Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Βιστονίδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Πίνακας 20Α: *Επι τοπου μετρήσεις-Υπόγεια νερά Ν. Βύσσας*

Πίνακας 20Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις-Υπόγεια νερά Ν. Βύσσας*

Πίνακας 20Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα υπόγεια νερά της Ν. Βύσσας
Πίνακας 20Β: Οργανικό φορτίο ρύπων, Ν. Βύσσας 1999
Πίνακας 20Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα υπόγεια νερά της Ν. Βύσσας
Πίνακας 20Β: Οργανικό φορτίο ρύπων, Ν. Βύσσας 2000 (14-15/6/2000)
Πίνακας 20Β: Οργανικό φορτίο ρύπων, Ν. Βύσσας 2000 (4/10/2000)
Πίνακας 21Α: *Επι τόπου μετρήσεις-Πόσιμο νερό Δήμου Ορεστιάδος*
Πίνακας 21Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις-Πόσιμο Νερό Δήμου Ορεστιάδος*
Πίνακας 21Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στο πόσιμο νερό της Ορεστιάδας
Πίνακας 21Β: Γεωτρήσεις ποσίων νερών Ορεστιάδος, 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων, Δειγματοληψία 8/9/99
Πίνακας 21Β: Γεωτρήσεις ποσίων νερών Ορεστιάδος, 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων, Δειγματοληψία 14-15/6/00
Πίνακας 22Α₁: *Επι τόπου μετρήσεις-υδρευτικές γεωτρήσεις Αρδα (Πλάτη, Αρζός)*
Πίνακας 22Α₁: *Εργαστηριακές μετρήσεις--υδρευτικές γεωτρήσεις Αρδα (Πλάτη, Αρζός)*
Πίνακας 22Α₁: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα νερά των γεωτρήσεων του Αρδα (Πλάτη, Αρζός)
Πίνακας 22Α₂: Γεωτρήσεις Βάλτου 2000, Φυσικοχημικές Παράμετροι και Ανόργανο Φορτίο Ρύπων
Πίνακας 22Α₃: Γεωτρήσεις ύδρευσης Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου 2000 - Φυσικοχημικές Παράμετροι και Ανόργανο Φορτίο Ρύπων
Πίνακας 22Β₁: Γεωτρήσεις Πλάτης, Αρζού, Βάλτου 1999 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 8/9/99**
Πίνακας 22Β₁: Γεωτρήσεις Πλάτης, Αρζού, Βάλτου 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 14-15/6/00**
Πίνακας 22Β₁: Γεωτρήσεις Πλάτης, Αρζού, Βάλτου 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 4/10/00**
Πίνακας 22Β₂: Γεωτρήσεις ύδρευσης Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου, 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 8/9/99**
Πίνακας 22Β₂: Γεωτρήσεις ύδρευσης Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου, 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 14-15/6/00**
Πίνακας 22Β₂: Γεωτρήσεις ύδρευσης Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου, 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 4/10/00**
Πίνακας 23Α: *Επι τόπου μετρήσεις-ΤΟΕΒ Ορεστιάδας*
Πίνακας 23Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις-ΤΟΕΒ Ορεστιάδας*
Πίνακας 23Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στις γεωτρήσεις πόσιμου νερού του Δήμου Ορεστιάδας
ΠΙΝΑΚΑΣ 23Β: Γεωτρήσεις άρδευσης ΤΟΕΒ Ορεστιάδος, 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων
ΠΙΝΑΚΑΣ 23Β: Γεωτρήσεις άρδευσης ΤΟΕΒ Ορεστιάδος, 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων **(29/6/2000)**
Πίνακας 24Α: *Επι τόπου μετρήσεις-ΤΟΕΒ Φερρών*
Πίνακας 24Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις-ΤΟΕΒ Φερρών*
Πίνακας 24Β: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Φερρών 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων (9-10/11/99)
Πίνακας 24Α: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Φερρών 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων **10/7/2000**
Πίνακας 25Α: *Επι τόπου μετρήσεις-ΤΟΕΒ Νομού Κομοτηνής*
Πίνακας 25Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις- ΤΟΕΒ Νομού Κομοτηνής*
Πίνακας 25Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα υπόγεια νερά του ΤΟΕΒ Ν. Κομοτηνής

Πίνακας 25B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ροδόπης 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων (16-17/11/99)

Πίνακας 25B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ροδόπης 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων (29/8/2000)

Πίνακας 26Α: *Επι τόπου μετρήσεις-ΤΟΕΒ Νομού Ξάνθης*

Πίνακας 26Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις-ΤΟΕΒ Ν. Ξάνθης*

Πίνακας 26Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα νερά του ΤΟΕΒ Ξάνθης.

Πίνακας 26B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ξάνθης, 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων

Πίνακας 26B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ξάνθης, 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων
Δειγματοληψία 16/10/2000

Πίνακας 28: Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων για όλες τις λίμνες της Μακεδονίας – Θράκης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή και στόχοι του προγράμματος

Οι ποταμοί και οι λίμνες είναι αποδέκτες των νερών απορροής των λεκανών τους. Τα νερά αυτά προέρχονται είτε από άμεσες κατακρημνίσεις και λιώσιμο χιονιού ή πάγων, ή είναι νερά υπερχείλισης υπογείων υδροφόρων συστημάτων και απορροής και στράγγισης γης. Η φυσική ποιότητα και ποσότητα των νερών απορροής μιας λεκάνης εξαρτάται από τη γεωλογία και τις κλιματικές συνθήκες της λεκάνης. Λεκάνες με ασβεστόχα πετρώματα έχουν νερό απορροής σκληρό και καθαρό ενώ λεκάνες με αδιάπερατα πετρώματα όπως γρανίτες έχουν νερό μαλακό, ελαφρώς όξινο και θολό λόγω των εναιωρήσει σωματιδίων που περιέχουν (Gray 1994). Την φυσική αυτή σύσταση έχουν και τα νερά των ποταμών και λιμνών που υδρομαστεύουν τις λεκάνες αυτές, αντίστοιχα. Όμως η φυσική κατάσταση της ποιότητας των νερών ενός ποταμού ή μίας λίμνης σπάνια διατηρείται και επηρεάζεται από την βιομηχανική ή αγροτική χρήση της γης της λεκάνης απορροής του.

Την δεκαετία το 60 παρουσιάστηκαν οι πρώτες εργασίες με θέμα την ύπαρξη υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων (οργανοχλωριωμένων εντομοκτόνων DDT) και τις τοξικές τους επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς (Carson, 1962; Cope 1965). Οι αναφορές παρουσίας υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια και επιφανειακά υδατικά συστήματα αυξήθηκαν σημαντικά τα επόμενα χρόνια. Τα οργανοχλωριωμένα εντομοκτόνα αντικαταστάθηκαν από τα λιγότερο υπολειμματικά και λιπόφιλα οργανοφωσφορικά και καρβαμιδικά εντομοκτόνα. Παρόλα αυτά υπολείμματα και των νεώτερων αυτών ομάδων αγροχημικών αναφέρθηκαν στα υπόγεια και επιφανειακά νερά. Οι πηγές ρύπανσης των υδάτων ποταμών και λιμνών μπορούν να διαχωρισθούν σε μη σημειακές και σημειακές. Σημαντικές πηγές μη σημειακής ρύπανσης επιφανειακών νερών αποτελούν η επιφανειακή απορροή (surface run off) υδάτων, τα στραγγιστικά νερά αγροτικής γης, η κατακρύμνηση οργανικών κυρίως ρύπων με το νερό της βροχής. Αντιθέτως, σημαντικές πηγές σημειακής ρύπανσης αποτελούν αγροτικές και αστικές βιομηχανίες που απορρίπτουν τα απόβλητα τους στα νερά παρακειμένων ποταμών, μη ορθολογικές αγροτικές δραστηριότητες όπως προετοιμασία ή καθαρισμός ψεκαστικών μηχανημάτων, μη ασφαλή αποθήκευση αγροχημικών.

Κατά την διάρκεια της επιφανειακής απορροής (surface run-off) νερό και διαλυμένα σε αυτό σωματίδια μετακινούνται επιφανειακά από αγρούς και μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις σε παρακείμενα επιφανειακά υδροφόρα συστήματα (Leonard 1990). Οι ποσότητες των οργανικών κυρίως ρύπων που μεταφέρονται με το νερό απορροής στα επιφανειακά υδροφόρα συστήματα εξαρτάται από τις συγκεκριμένες εδαφικές (σύσταση εδάφους, υδρογεολογικά χαρακτηριστικά) και κλιματικές συνθήκες (υψηλή βροχόπτωση), τις αγροτικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται (επιφανειακή εφαρμογή φυτοφαρμάκων ή ενσωμάτωση στο έδαφος), φυσικοχημικές ιδιότητες φυτοφαρμάκων που εφαρμόζονται (πητικότητα, υδατοδιαλυτότητα) και ποσότητες φυτοφαρμάκων. Οι παραπάνω παράγοντες δεν δρουν μεμονωμένα αλλά οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις καθορίζουν σε σημαντικό βαθμό τις ποσότητες των ρύπων που θα μεταφερθούν στα παρακείμενα υδατικά συστήματα. Έτσι, η χρήση φυτοφαρμάκων που χαρακτηρίζονται από υψηλή υδατοδιαλυτότητα, εφαρμόζονται επιφανειακά στο έδαφος και την εφαρμογή τους ακολουθεί υψηλή βροχόπτωση αποτελεί χαρακτηριστική περίπτωση όπου υπάρχει κίνδυνος έντονης επιφανειακής απορροής με συνέπεια την μεταφορά σημαντικών ποσοτήτων γεωργικών φαρμάκων στα παρακείμενα υδροφόρα συστήματα. Πειραματικά δεδομένα από οπωρώνες της Νοτίου Αφρικής αποδεικνύουν ότι μεμονωμένη βροχόπτωση (ύψους 29 mm) που ακολούθησε την εφαρμογή των γεωργικών φαρμάκων οδήγησε σε έντονη απορροή υπολειμμάτων των εντομοκτόνων azinphos methyl και endosulfan, στα νερά του ποταμού Lourens (Schulz 2001). Ποσότητες 1.5 µg/l και 1247 µg/kg azinphos methyl, 2.9 µg/l και 12082 µg/kg endosulfan ανιχνεύθηκαν στα νερά και στα διαλυμένα εδαφικά κolloειδή του ποταμού αντίστοιχα, μία ώρα μετά την έναρξη της βροχόπτωσης. Το είδος και οι συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύονται σε επιφανειακούς υδροφόρους ορίζοντες είναι άμεσα συνδεδεμένα με τις αγροτικές δραστηριότητες των γειτονικών

περιοχών (Planas et al, 1997). Οι Mogensen & Spliid (1995) βρήκαν ότι τα φάρμακα mecoprop, dichlorprop αποτέλεσαν τους σημαντικότερους ρύπους (λόγω συχνότητας ανίχνευσης και υψηλότερων συγκεντρώσεων) των νερών ποταμών της Δανίας που διασχίζουν μεγάλες αγροτικές περιοχές. Τα συγκεκριμένα φάρμακα ήταν σύμφωνα με τα στοιχεία τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα αγροχημικά στις συγκεκριμένες περιοχές. Γενικότερα, έχει πλέον αποδειχθεί ότι υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των ποσοτήτων των γεωργικών φαρμάκων που χρησιμοποιούνται σε μία περιοχή και των συγκεντρώσεων τους που ανιχνεύονται στα παρακείμενα υδροφόρα συστήματα (Kreuger 1998; Battaglin et al, 2000). Το ποσοστό της εφαρμοζόμενης ποσότητας ενός γεωργικού φαρμάκου που μεταφέρεται στα επιφανειακά νερά λόγω απορροής κυμαίνεται συνήθως από 0.1-2% αναλόγως με τις φυσικοχημικές ιδιότητες του φαρμάκου και της εδαφοκλιματικής συνθήκης (Larson et al, 1995; Hayo & van de Werf 1996; Kreuger 1998). Εκτός των γεωργικών φαρμάκων που αποτελούν τους κύριους οργανικούς ρύπους επιφανειακών υδροφόρων συστημάτων παγκοσμίως, ανόργανοι ρύποι όπως διάφορες μορφές φωσφορικών αλάτων και αζώτου όπως και βαρέα μέταλλα συμβάλουν στην υποβάθμιση της ποιότητας των επιφανειακών νερών.

Η στράγγιση του νερού με την ταυτόχρονη έκπλυση θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος, κυρίως νιτρικών και γεωργικών φαρμάκων, είναι άλλη μία μη-σημειακή πηγή ρύπανσης επιφανειακών υδατοσυστημάτων γεωργικών περιοχών. Οι Squillance & Thurman (1992) υπολόγισαν ότι οι κύριες ποσότητες των γεωργικών φαρμάκων που ρυπαίνουν τον ποταμό Cedar της Iowa προέρχονται από επιφανειακή απορροή. Για τα γεωργικά φάρμακα alachlor, atrazine, cyanazine, metolachlor και metribuzin βρήκαν ότι οι συγκεντρώσεις τους στο νερό του ποταμού, όταν νερά προερχόμενα από υπόγεια στράγγιση εδαφών συνιστούσαν το κύριο όγκο του νερού, ήταν <0.1 μg/l (μέση τιμή 0.2 μg/l) ενώ όταν ο κύριος όγκος του νερού προερχόταν από νερά επιφανειακής απορροής οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις υπερέβαιναν τα 50 μg/l. Συνεπώς η διάβρωση εδαφών με την επιφανειακή απορροή νερού συνιστά την σημαντικότερη μη σημειακή πηγή ρύπανσης επιφανειακών υδατοσυστημάτων.

Τα νερά απορροής αγροτικών περιοχών δεν είναι οι μόνες πηγές ρύπανσης ποταμών. Οι Kimbourgh & Litke (1996) ανακοίνωσαν πρόσφατα ότι μελετώντας τη διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων στα νερά δύο παραποτάμων του ποταμού Plate του Colorado από τους οποίους ο ένας συνέλεγε τα νερά απορροής αγροτικών περιοχών και ο άλλος τα αντίστοιχα νερά κατοικημένων περιοχών βρήκαν ότι και οι δύο παραπόταμοι περιείχαν σημαντικό αριθμό γεωργικών φαρμάκων (30 γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν στα νερά του παραποτάμου που διασχίζει αγροτική περιοχή και 22 σε εκείνον που διασχίζει αστική περιοχή). Οι συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων και στις δύο περιπτώσεις ήταν μεγαλύτερες κατά το καλοκαίρι (εποχή εφαρμογής των φαρμάκων) και κυρίως μετά από καταιγίδα. Υψηλές συγκεντρώσεις του εντομοκτόνου diazinon που ανιχνεύθηκαν στα νερά του ποταμού Μισσισιπή οφειλόταν στις υψηλές συγκεντρώσεις του συγκεκριμένου φαρμάκου στα νερά απορροής από αστικές περιοχές της λεκάνης (Larson et al, 1997).

Η κατακρύμνιση οργανικών ρύπων με το νερό της βροχής αποτελεί μια άλλη οδό για την μεταφορά οργανικών ρύπων στα επιφανειακά υδροφόρα. Σημαντικός αριθμός γεωργικών φαρμάκων όπως molinate, atrazine, metolachlor, alachlor και διάφορα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα (parathion methyl, diazinon) ανιχνεύθηκαν στο νερό της βροχής της λεκάνης του Αξιού (Charizopoulos & Papadopoulou-Mourkidou, 1999). Παρόμοιες εργασίες τεκμηριώνουν την ύπαρξη σημαντικών ποσοτήτων γεωργικών φαρμάκων στο βρόχινο νερό και σε άλλες περιοχές της Ευρώπης και της Αμερικής (Tung & Wu, 1981; Richards et al, 1987; Trevisan et al, 1993). Η εισροή ποσοτήτων γεωργικών φαρμάκων στα επιφανειακά νερά με το νερό της βροχής αποτελεί σημαντική οδό κυρίως για πτητικά γεωργικά φάρμακα που εφαρμόζονται στην επιφάνεια των φυτών και του εδάφους (Hayo & van der Werf, 1996).

Εκτός όμως από τις μη-σημειακές πηγές ρύπανσης, οι ποταμοί έχουν και σημαντικές σημειακές πηγές ρύπανσης σε φωσφορικά, νιτρικά, μέταλλα, διάφορα ανόργανα ανιόντα, οργανική ύλη, μικροοργανισμούς, γεωργικά φάρμακα, πολυ-χλωρωμένες και πολυ-αρωματικές οργανικές ενώσεις και διάφορους υδρογονάνθρακες. Οι σημειακές αυτές πηγές

εντοπίζονται σε θέσεις εισροής γεωργικών, αστικών και βιομηχανικών αποβλήτων, σε εισροές προερχόμενες από ατυχήματα διαρροής εργοστασίων της βιομηχανίας χημικών προϊόντων, όπως αυτά που συνέβηκαν την περασμένη δεκαετία στην Βασιλεία της Ελβετίας με αποτέλεσμα σημαντικές ποσότητες γεωργικών φαρμάκων να διαρρεύσουν στο νερό του Ρήνου ποταμού και σε αμέλεια όπως το πλύσιμο ψεκαστικών μηχανημάτων ή απόχυση ψεκαστικού διαλύματος γεωργικών φαρμάκων απευθείας σε κάποιο ποταμό. Ερευνητικά δεδομένα από περιοχές της Βόρειας Ευρώπης καταδεικνύουν τον σημαντικό ρόλο των σημειακών πηγών στην ρύπανση των επιφανειακών και υπογείων υδροφόρων συστημάτων (Helweg 1994; Kreuger, 1999). Πειραματικά δεδομένα από την Γερμανία υποστηρίζουν ότι περίπου το 90% των ποσοτήτων των γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν σε γειτονικά υδροφόρα συστήματα μετακινήθηκαν εκεί από σημειακές πηγές ρύπανσης (Frede et al, 1998). Υψηλές συγκεντρώσεις του εντομοκτόνου dimethoate που μετρήθηκαν μεμονωμένα στα νερά του ποταμού Elbe (>2 µg/l) οφείλονταν σε βιομηχανία παραγωγής αγροχημικών που βρισκόταν στις όχθες του ποταμού (Gotz et al, 1998). Οι υψηλές συγκεντρώσεις των ισομερών α και γ- εξαχλωρο κυκλοεξανίου που ανιχνεύθηκαν καθόλη την διάρκεια του έτους στα νερά του ποταμού Αξιού την περίοδο 1992-98 οφείλονταν σε απόριψη βιομηχανικών αποβλήτων από εργοστάσιο παραγωγής εξαχλωροκυκλοεξανίου που εδρεύει στη FYROM (Εκθεση προγράμματος INTERREG I & II, 1992-98). Επίσης, υψηλές συγκεντρώσεις αγροχημικών σε ποταμούς της Αμερικής οφειλόταν στην απόρριψη βιομηχανικών και αγροτικών αποβλήτων στα νερά των ποταμών από παρακείμενες βιομηχανίες (Frieberg 1991; Gannon 1992).

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει σημαντικά τις συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων στα νερά ποταμών είναι η ροή του κάθε ποταμού. Έχει παρατηρηθεί ότι υψηλότερες συγκεντρώσεις οργανικών ρύπων και δη γεωργικών φαρμάκων ανιχνεύονται σε ποταμούς με μικρότερη ροή. Αντίθετα, χαμηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρούνται σε ποταμούς με υψηλή ροή νερού λόγω του διάλυσης των οργανικών ρύπων σε μεγαλύτερο όγκο νερού (Larson et al, 1995). Έτσι, υψηλότερες συγκεντρώσεις atrazine (18 µg/l) καιalachlor (5.3 µg/l) ανιχνεύθηκαν στα νερά του ποταμού White που είχε μικρότερη ροή σε σχέση με τους γειτνιάζοντες ποταμούς Ohio και Μισσισιπή όπου οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις ήταν 3.3 και 0,36 µg/l.

Σε αρκετές περιπτώσεις τα υπόγεια νερά καταλήγουν σε επιφανειακούς υδροφόρους ορίζοντες όπως λίμνες ή ποτάμια της ευρύτερης περιοχής ή χρησιμοποιούνται για την ύδρευση παρακείμενων αστικών περιοχών (Spliid & Korpen 1998). Η ανησυχία για την ποιότητα των υπογείων νερών ξεκίνησε κατά τα τέλη της δεκαετίας του 70 ύστερα από την επανειλημμένη εμφάνιση υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων (US Environmental Protection Agency 1977; Cohen et al, 1994; Leistra & Boesten 1989). Η κάθετη μετακίνηση των γεωργικών φαρμάκων και λοιπών οργανικών και ανοργάνων (νιτρικά) ρύπων στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα ονομάζεται έκπλυση και έχει ως συνέπεια την ρύπανση των υπογείων υδροφόρων οριζώντων. Η πιθανότητα έκπλυσης ενός γεωργικού φαρμάκου στα υπόγεια νερά εξαρτάται από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του φαρμάκου (υδατοδιαλυτότητα, πτητικότητα), φυσικοχημικές ιδιότητες (σύσταση εδάφους, οργανική ουσία, pH) και υδρογεολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους (βάθος υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα) τις κλιματικές συνθήκες (ύψος βροχόπτωσης) και τις αγροτικές πρακτικές που χρησιμοποιούνται (είδος καλλιέργειας, τρόπος και χρόνος εφαρμογής). Ο Gustafson (1989) πρότεινε ένα απλό και ταυτόχρονα αποτελεσματικό τρόπο για την κατάταξη των δραστικών ουσιών με βάση την πιθανότητα έκπλυσης τους. Η σταθερά GUS που χρησιμοποιείται υπολογίζεται για κάθε φάρμακο από την εξίσωση:

$$GUS = \log(DT_{50}) \times (4 - \log(Koc))$$

Όπου **Koc** είναι η σταθερά προσρόφησης του γεωργικού φαρμάκου στο έδαφος ως προς την περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανικό C και **DT₅₀** είναι ο χρόνος που απαιτείται για την

αποικοδόμηση του 50% της εφαρμοζόμενης δόσης. Γενικά γεωργικά φάρμακα που συχνά ανιχνεύονται στα υπόγεια νερά έχουν τιμές μεγαλύτερες από 2.8 ενώ γεωργικά φάρμακα με τιμές μικρότερες από 1.8 συνήθως δεν ανιχνεύονται στα υπόγεια νερά. Όπως φαίνεται και από την εξίσωση υψηλή υπολειμματικότητα (υψηλή τιμή DT₅₀) και χαμηλή περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία ευνοούν την έκπλυση ενός φαρμάκου. Η πιθανότητα έκπλυσης αυξάνεται σε εδάφη με σχισμές και γενικά εκτεταμένο μακροπορώδες μέσω του οποίου νερό και διαλυμένα εδαφικά κolloειδή μπορούν να μετακινηθούν γρήγορα στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες.

Για την προστασία της υγείας του ανθρώπου θεσπίστηκαν ανώτερα επιτρεπτά όρια υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων σε υπόγεια και επιφανειακά νερά. Τα όρια αυτά σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία των ΗΠΑ βασίστηκαν σε μελέτες αξιολόγησης των τοξικολογικών επιπτώσεων των διαφόρων γεωργικών φαρμάκων στον άνθρωπο και χαρακτηρίζονται με τον όρο HGLs (Health Guidance Levels) (Cohen et al, 1984) ενώ με την Οδηγία 778/80 της Ευρωπαϊκής Κοινότητας το όριο αυτό (MACs) είναι ενιαίο για όλα τα γεωργικά φάρμακα και καθορίστηκε στο 0.1 µg/l για το κάθε φάρμακο και στο 0.5 µg/l για την συνολική συγκέντρωση γεωργικών φαρμάκων στο νερό. Με την εφαρμογή της Κοινοτικής Οδηγίας υπόγεια υδροφόρα διαφόρων χωρών όπως της Δανίας, Ολλανδίας, Ιταλίας, Αγγλίας χαρακτηρίστηκαν ακατάλληλα για χρήση προς ύδρευση και στις χώρες αυτές ήδη απαγορεύτηκε η κυκλοφορία ορισμένων γεωργικών φαρμάκων στις περιοχές που διαπιστώθηκε το πρόβλημα ρύπανσης (π.χ. απαγόρευση της χρησιμοποίησης του ζιζανιοκτόνου atrazine στη Β. Ιταλία, Γερμανία, κ.ά.) (Carter 1999, Barbash et al, 2001; Li et al, 2001). Αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν την χρονική περίοδο 1992-1997 στα υπόγεια νερά 55 γεωτρήσεων της λεκάνης του Αξιού που χρησιμοποιούνται και ως πόσιμο νερό (INTERREG I & II 1992-1998) έδειξαν την ύπαρξη υπολειμμάτων ενός ή περισσότερων γεωργικών φαρμάκων σε 29 γεωτρήσεις και σε συγκεντρώσεις που ξεπερνούσαν τα 0.1 µg/l. Τα πιο συχνά απαντώμενα γεωργικά φάρμακα ήταν τα chlorpyrifos, trifluralin, cis-permethrin, parathion, parathion methyl, carbofuran, malathion, ethofumesate.

Στα πλαίσια του προγράμματος INTERREG I & II πραγματοποιήθηκε μια λεπτομερής μελέτη της ποιότητας των επιφανειακών και υπογείων υδροφόρων συστημάτων της λεκάνης του Αξιού την περίοδο 1992-1998. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας έδειξαν μια συνεχή υποβάθμιση της ποιότητας των επιφανειακών και σημαντικού αριθμού υπόγειων υδροφόρων συστημάτων της λεκάνης του Αξιού λόγω υψηλών συγκεντρώσεων οργανικών (γεωργικών φαρμάκων) και ανόργανων (φωσφορικά, νιτρικά) ρύπων. Η υποβάθμιση της ποιότητας των νερών του Αξιού βρέθηκε ότι οφείλεται σε σημακές πηγές ρύπανσης που βρίσκονται εκτός Ελλάδος αλλά το οργανικό φορτίο ρύπων του ποταμού αυξάνεται κατά την ροή του στην Ελλάδα κυρίως λόγω αγροτικών δραστηριοτήτων. Οι σημαντικές παρατηρήσεις που προέκυψαν κατά την διάρκεια του προγράμματος INTERREG I & II για τα νερά των υδροφόρων συστημάτων της λεκάνης του Αξιού καταδεικνύουν την αναγκαιότητα για επέκταση της έρευνας και σε άλλα επιφανειακά και υπόγεια υδατικά συστήματα της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης. Ο βασικός λοιπόν σκοπός του παρόντος ερευνητικού προγράμματος ήταν η μελέτη και ο χαρακτηρισμός της ποιότητας των επιφανειακών της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης. Ο χαρακτηρισμός της ποιότητας θα πραγματοποιηθεί με ανά τακτά χρονικά διαστήματα μετρήσεις φυσικοχημικών παραμέτρων, ανοργάνων (μετάλλων) και οργανικών (γεωργικά φάρμακα) ρύπων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Μεθοδολογία

Στο Επιχειρησιακό πρόγραμμα, που αποτελεί κομμάτι της σύμβασης του προγράμματος, η εκτέλεση του έργου προτάθηκε να εκτελεστεί σε 5 φάσεις. Η περιγραφή των φάσεων και των παραδοτέων της κάθε φάσης παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη έκθεση. Έτσι στην παρούσα έκθεση θα περιοριστούμε στην παρουσίαση και συζήτηση των αποτελεσμάτων.

Οι αναλύσεις γινόντουσαν σύμφωνα με αναλυτική μεθοδολογία την οποία αναπτύξαμε στο πλαίσιο ερευνητικών προγραμμάτων.

Σύμφωνα με τις ανωτέρω μεθόδους οι αναλύσεις γεωργικών φαρμάκων έγιναν με αέριο χρωματογράφια-φασματομετρία μάζας (GC-MS/MS) (160 δραστικές ουσίες γεωργικών φαρμάκων; Patsias & Papadopoulou-Mourkidou 1996) και για τα υπόλοιπα γεωργικά φάρμακα και προϊόντα διάσπασης τους (φαινόλες, αμίνες) που δεν αναλύονται με αέριο χρωματογραφία οι αναλύσεις έγιναν με υγρή χρωματογραφία με ανιχνευτή φωτοδιόδων και στη συνέχεια με ή δίχως παραγοντοποίηση για τον προσδιορισμό καρβαμιδικών ενώσεων (Patsias & Papadopoulou-Mourkidou, 1999).

Για τις αναλύσεις ανόργανου φορτίου ρύπων, όπως αναφέρεται και στο επιχειρησιακό πρόγραμμα, εφαρμόσαμε τις αντίστοιχες μεθόδους, που περιγράφονται στο εγχειρίδιο προτύπων μεθόδων του Standard methods of American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Έκδοση 15 (1995) και αυτές είναι που εφαρμόζονται παγκοσμίως.

Οι αναλύσεις ανόργανων ανιόντων (φθοριούχων, χλωριούχων, βρωμιούχων, νιτρικών, νιτρωδών, ορθο-φωσφορικών και θειϊκών) γίνονταν με χρωματογραφία ιόντων και αγωγιμομετρικό ανιχνευτή. Οι αναλύσεις ολικού αζώτου και ολικού φωσφόρου γίνονταν πάλι με χρωματογραφία ιόντων κατόπιν καύσεως των δειγμάτων για μετατροπή της οργανικής ή άλλης μορφής αζώτου σε νιτρική μορφή και των φωσφορικών στην ορθο-φωσφορική μορφή.

Οι αναλύσεις Ασβεστίου (Ca), Καλίου (K), Μαγνησίου (Mn), Νατρίου (Na) γίνονται με ατομική απορρόφηση φλόγας, οι αναλύσεις Αλουμινίου (Al), Καδμίου (Cd), Μαγγανίου (Mg), Μολύβδου (Pb), Νικελίου (Ni), Πυριτίου (Si), Σιδήρου (Fe), Χρωμίου (Cr), Χαλκού (Cu) και Ψευδαργύρου (Zn) γίνονται με ατομική απορρόφηση και φούρνο γραφίτη, οι αναλύσεις Αντιμονίου (Sb), Αρσενικού (As) και Σεληνίου (Se) γίνονται με παρασκευή υδριδίων και ατομική απορρόφηση και τέλος οι αναλύσεις Υδραργύρου (Hg) γίνονται με ατομική απορρόφηση με κυψελίδα ψυχρού ατμού (Cold vapor). Το Βόριο (B) προσδιορίζεται με τη μέθοδο της Κουρκουμίνης.

Οι μετρήσεις pH, θερμοκρασίας (Temperature), διαλυτού οξυγόνου (DO), διαλυτών στερεών (TDS), Αγωγιμότητας (Conductivity), αλατότητας (salinity), και οξειδο-αναγωγικού δυναμικού (Redox) γίνονταν επιτόπου στα σημεία δειγματοληψίας με τη χρήση ειδικών φορητών συσκευών. Για το σκοπό αυτό προμηθευτήκαμε ειδικές συσκευές που να αντέχουν στις υψηλές πιέσεις κατά τις μετρήσεις των παραμέτρων αυτών στο παραπυθμένο στρώμα νερού των λιμνών. Ο υπολογισμός του BOD₅ (Biological Oxygen Demand) γίνονταν με τη γνωστή μέθοδο μέτρησης του διαλυτού οξυγόνου σε χρόνο μηδέν, κατά τη δειγματοληψία, και ύστερα από επώαση του στους 23 °C για διάστημα 5 ημερών.

Οι δειγματοληψίες γίνονταν σύμφωνα με το πρωτόκολλο δειγματοληψιών, που συνιστάται στο εγχειρίδιο των Standard Methods. Τα δείγματα και οι απαιτήσεις, αναλόγως του σκοπού του κάθε δείγματος, παρουσιάζονται στον Πίνακα I που ακολουθεί. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα I από το κάθε σημείο δειγματοληψίας συλλέγονται 10 διαφορετικά δείγματα σε τρεις ή μία επανάληψη το καθένα, που αποθηκεύονται σε ειδικές φιάλες, αναλόγως της παραμέτρου/ων που θα προσδιορίζονταν στο καθένα. Αρκετά από τα δείγματα αυτά απαιτούσαν συντήρηση σε ψυγείο κατά την δειγματοληψία και μεταφορά στο εργαστήριο.

Πίνακας I: Ο αριθμός δειγμάτων, οι απαιτήσεις και οι συνθήκες συντήρησης των δειγμάτων

Παράμετρος	Αριθμός δειγμάτων και όγκος	Απαιτήσεις	Συνθήκες συντήρησης
Γεωργικά φάρμακα	3 x 1000 ml σε γυάλινα σκουρόχρωμα μπουκάλια στα οποία προστέθηκαν	Μεταφέρονταν ακριβώς ένα λίτρο νερού σε κάθε μπουκάλι.	ψυγείο

	από 1 γραμ. Ασκορβικού οξέος.		
Φαινόλες και άλλα γφ με HPLC	3 x 500 ml σε γυάλινα σκουρόχρωμα μπουκάλια	Προσθήκη θειϊκού οξέος (1,5 ml)	ψυγείο
Hg	3 x 500 ml πλαστικά μπουκάλια ξεπλυμένα με 1:1 νιτρικού οξέος	Προσθήκη νιτρικού οξέος (pH<2)	ψυγείο
Ανιόντα (Br, Cl, F, NO ₃ , NO ₂ , SO ₄ , PO ₄)	3 x 50 ml πλαστικά μπουκάλια	Το Δείγμα διηθούνταν από 0.2 μm φίλτρο κατά τη δειγματοληψία	ψυγείο
Οξύτητα/αλκαλικότητα, πυριτικά και Βόριο	3 x 500 ml πλαστικά μπουκάλια		ψυγείο
Φωσφορικά και οργανικό άζωτο	3 x 250 ml γυάλινα μπουκάλια ξεπλυμένα με 1:1 νιτρικό οξύ.	Τα μπουκάλια αυτά ποτέ δεν πλένονταν με απορρυπαντικό παρά μόνο ξεπλένονταν με άφθονο νερό και οξύ.	
Μέταλλα	3 x 1000 ml σε πλαστικά μπουκάλια ξεπλυμένα με 1:1 νιτρικό οξύ.	Το δείγμα διηθούνταν από φίλτρο 0.45 μm (polycarbonate or cellulose acetate) χρησιμοποιώντας γιάλινη ή πλαστική συσκευή διήθησεως. Με το διήθημα γεμίζονταν το μπουκάλι και το φίλτρο με το ίζημα μεταφέρονταν σε ειδικό φυαλίδιο. Προσθέτονταν νιτρικό οξύ στο διήθημα.	
Αλουμίνιο και Πυρίτιο	3 x 100 ml σε πλαστικά μπουκάλια ξεπλυμένα με 1:1 νιτρικό οξύ.	οπως παραπάνω με τη διαφορά ότι η διήθηση γίνονταν με πλαστική συσκευή διήθησεως.	
Φιάλες BOD	Μία για κάθε σημείο. Πλυμένη με οξύ.	Η φιάλη γεμίζονταν με δείγμα μέχρι υπερχείλισης, όπως προβλέπεται από τη μέθοδο.	ψυγείο
Ολικά στερεά	3 x 100 ml σε πλαστικά μπουκάλια		

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Ποιότητα των υδάτων των ποταμών της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης

3.1. Ποιότητα υδάτων ποταμών Θράκης

3.1.1 Ποταμός Εβρος

Η ποιότητα των υδάτων του ποταμού Εβρου ελέγχονταν σε δύο σταθερά σημεία δειγματοληψίας (No.92 και 99). Το σημείο 92 βρίσκεται στο στρατιωτικό Φυλάκιο No. 8 στο ύψος του Δήμου της Ν. Βύσσας που βρέθηκε ως το πιο προσιτό σημείο προς τον ποταμό παρόλο που οι δειγματοληψίες γινόντουσαν από την όχθη του ποταμού δεδομένου ότι δεν υπάρχει γέφυρα στο σημείο αυτό. Το σημείο 99 βρίσκεται στην γέφυρα του Πέπλου. Οι μέσοι όροι και οι αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις των τιμών όλων των παραμέτρων που μετρήθηκαν την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζονται στους Πίνακες 1 και Διάγραμμα 1. Από τις επιτόπου μετρήσεις (Πίνακας 1Α) προκύπτει ότι pH, η συγκέντρωση του διαλυτού οξυγόνου (DO), ο % κορεσμός του νερού σε οξυγόνο, το οξειδωαναγωγικό δυναμικό (Redox) και το BOD5 μειώνονται κατά την πορεία του ποταμού προς το Δέλτα ενώ αντίθετα η θερμοκρασία, η συγκέντρωση των ολικών διαλυτών στερεών (TDS), η αγωγιμότητα (Conductivity) και η αλατότητα (Salinity) αυξάνονται. Οι τιμές όλων των παραμέτρων του Πίνακα 1B (ανιόντα, αμμωνία, αλκαλικότητα και στερεό υπόλειμμα) επίσης αυξάνονται κατά την ροή του ποταμού προς το Δέλτα εκτός από τα φθοριούχα, νιτρώδη και θειικά που παραμένουν περίπου σταθερά και την συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων που μειώνεται. Τα στοιχεία του Πίνακα 1B σε συνδυασμό με εκείνα του Πίνακα 1A υποδηλώνουν ότι ο Εβρος δέχεται σημαντικά φορτία ρύπων κατά την πορεία του προς το Δέλτα. Τα φορτία όμως αυτά ενδεχομένως προέρχονται από εισροές προερχόμενες τόσο από το ελληνικό έδαφος όσο και το τουρκικό.

Στον Πίνακα 1Γ παρουσιάζονται τα συνοπτικά αποτελέσματα των αναλύσεων των μετάλλων (διαλυτών και ολικών).

Μεταξύ των μετάλλων οι συγκεντρώσεις των Sb, As, Ca, B, Cd, K, Se, Si, Cu και Zn παραμένουν σταθερές κατά μήκος του ποταμού, οι συγκεντρώσεις του Pb και Hg μειώνονται ενώ οι συγκεντρώσεις των υπολοίπων (Al, Mn, Mg, Na, Ni, Fe, Cr) αυξάνονται. Χαρακτηριστικό των αποτελεσμάτων των ποιοτικών παραμέτρων του Εβρου είναι η μεγάλες σχετικά τυπικές αποκλίσεις των μέσων όρων των τιμών και τούτο οφείλεται στις σημαντικές μεταβολές της ποιότητας σε συνάρτηση με τον χρόνο γεγονός που υποδηλώνει την παρουσία σημειακών πηγών ρύπανσης. Ιδιαίτερη σημασία έχει η σημαντική διακύμανση του υδραργύρου με συγκεντρώσεις ανώτερες των 4 ppb κατά τον Δεκέμβριο του 1999 ενώ οι συγκεντρώσεις κατά τις υπόλοιπες δειγματοληψίες δεν υπερέβαιναν τα 0.3 ppb.

Στον Πίνακα 9 παρουσιάζονται τα συγκριτικά στοιχεία των παραμέτρων που χαρακτηρίζουν την ποιότητα των υδάτων όλων των κύριων ποταμών της Μακεδονίας-Θράκης (Εβρος, Αρδας, Νέστος, Αξιός, Λουδίας, Στρυμόνας, Αλικάκμονας και Πηνειός). Από τους ποταμούς αυτούς οι Εβρος, Αρδας, Νέστος και Στρυμόνας πηγάζουν από την Βουλγαρία, ο Αξιός από τη FYROM και οι υπόλοιποι Λουδίας, Αλιάκμονας και Πηνειός είναι εξολοκλήρου ελληνικοί ποταμοί. Από την σύγκριση των αποτελεσμάτων (Πίνακας II) προκύπτει ότι οι ποταμοί που πηγάζουν από την Βουλγαρία έχουν το υψηλότερο pH (η σύγκριση γίνεται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των σημείων δειγματοληψίας πλησίον των συνόρων), pH 8,6 οι Εβρος και Στρυμόνας, 8,3 ο Νέστος και 8,2 ο Αρδας. Ο Εβρος έχει και την υψηλότερη μέση θερμοκρασία (18,4 °C στο σημείο 92 και 19,4 στο σημείο 99) όπως και υψηλότερο BOD5 (7,8 και 6,1 ppm στα σημεία 92 και 99, αντίστοιχα) μεταξύ όλων των ποταμών που διερευνήθηκαν με εξαίρεση τον Λουδία του οποίου η μέση τιμή BOD5 είναι 7,5 ενώ σόλους τους άλλους ποταμούς οι μέσες τιμές δεν υπερβαίνουν το 5,5. Ο Εβρος επίσης έχει την υψηλότερη μέση τιμή σε χλωριούχα (21.4 mg/L στο σημείο 92) όπως και νιτρικά (9,91 mg/L) και θειικά (99 mg/L) μεταξύ όλων των ποταμών που διερευνήθηκαν με εξαίρεση τον Λουδία

στον οποίον οι μέσες τιμές των χλωριούχων και θειϊκών είναι υψηλότερες (Πίνακας II). Ο Λουδίας είναι ένα μεγάλο στραγγιστικό κανάλι και δεν θα περιλαμβάνεται στις περαιτέρω συγκρίσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών των ποταμών.

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις ολικών φωσφορικών την υψηλότερη μέση συγκέντρωση έχει ο ποταμός Αξιός στο σημείο 46 (Εύζωνοι) με μέση συγκέντρωση 0,577 mg/L και έπεται ο Εβρος με μέση συγκέντρωση στο σημείο 92 0,267 mg/L. Οι συγκεντρώσεις ολικών φωσφορικών αυξάνονται κατά μήκος του ποταμού και η μέση συγκέντρωση στο σημείο 99 (Πέπλο) διαμορφώθηκε στα 0,385 mg/L. Οι υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών σε συνδυασμό με το υψηλό BOD₅ του Εβρου υποδηλώνουν ότι ο ποταμός αυτός, όπως και ο Αξιός ποταμός (εκθεση INTERREG) που θα συζητηθεί παρακάτω, είναι αποδέκτες αστικών αποβλήτων. Όσον αφορά τον Εβρο υπάρχουν πληροφορίες ότι δέχεται ανεπεξέργαστα τα αστικά απόβλητα της Αδριανουπόλεως.

Στον Πίνακα 1Γ παρουσιάζονται οι μέσοι όροι και αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις από τις αναλύσεις μετάλλων και τα αποτελέσματα των υπολογισμών της σκληρότητας και της SAR του νερού του Εβρου της περιόδου 1999-2000. Η τιμή SAR (σημαντική παράμετρος για τον χαρακτηρισμό υδάτων καταλλήλων προς άρδευση) είναι περίπου 1,0 στο σημείο 92 όμως αυτή διπλασιάζεται στο σημείο 99 και τούτο προφανώς οφείλεται στην σημαντική αύξηση (τριπλασιασμό) της συγκεντρώσεως του νατρίου κατά την ροή του ποταμού μεταξύ Ν. Βύσσας και Πέπλου. Η αύξηση της συγκεντρώσεως του νατρίου πρέπει να οφείλεται στην εισροή στραγγιστικών νερών στον Εβρο ακόμη και στην απευθείας στράγγιση εδαφών στον ποταμό. Σε σύγκριση με τους υπόλοιπους ποταμούς της Μακεδονίας-Θράκης, ο Εβρος παρουσιάζει την υψηλότερη μέση τιμή SAR και την υψηλότερη μέση τιμή της συγκεντρώσεως νατρίου (29 και 70 mg/L στα σημεία 92 και 99, αντίστοιχα) με εξαίρεση το σημείο 41 του Στρυμόνα (Παλιά γέφυρα Εθνικής Θεσσαλονίκης-Σερρών) όπου η αντίστοιχη μέση τιμή νατρίου είναι 159 mg/L. Στο σημείο αυτό το νερό του Στρυμόνα περιέχει σημαντικό ποσοστό θαλασσινού νερού που δικαιολογεί τις αυξημένες συγκεντρώσεις νατρίου, χλωρίου, μαγνησίου κ.ά. Για το ίδιο λόγο παρατηρείται αύξηση των χλωριούχων, νατρίου και μαγνησίου στο σημείο δειγματοληψίας πλησίον του Δέλτα (No. 47) του Αξιού. Οι μέσες τιμές των υπολοίπων μετάλλων, με εξαίρεση τον υδράργυρο, βρίσκονται μέσα στα ίδια όρια των υπολοίπων ποταμών. Η μέση συγκέντρωση του υδραργύρου διαμορφώθηκε σε σημαντικά υψηλότερη τιμή λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων που μετρήθηκαν τον Δεκέμβριο του 1999.

Πίνακας 1Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Εβρου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 1A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the River Evros during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 92 Φυλάκιο 8	No, 99 Πέπλος-Πέταλο
pH	8,6 \pm 0,5	7,9 \pm 0,9
Tem, °C	18,4 \pm 6,6	19,4 \pm 6,4
DO (mg/L)	10,9 \pm 5,3	8,0 \pm 1,5
Saturation %	119,5 \pm 75,9	86,9 \pm 18,7
BOD ₅ (mg/L)	7,8\pm5,9	6,1 \pm 2,3
Redox, mV	356 \pm 40	349 \pm 39
TDS (mg/L)	272 \pm 34	383 \pm 56

Πίνακας 1Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Εβρου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 1B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the River Evros during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 92 Φυλάκιο 8	No, 99 Πέπλος-Πέταλο
F ⁻ (mg/L)	0,222 \pm 0,096	0,221 \pm 0,099
Cl ⁻ (mg/L)	21,4 \pm 7,2	68,1 \pm 26,9
Br ⁻ (mg/L)	0,048 \pm 0,079	0,104 \pm 0,130
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,095 \pm 0,124	0,085 \pm 0,039
NO ₃ ⁻ (mg/L)	9,91\pm9,29	6,46 \pm 4,29
Αμμωνία (mg/L)	0,039 \pm 0,060	0,376 \pm 0,696
TP-PO ₄ (mg/L)	0,267\pm0,072	0,385 \pm 0,165
SO ₄ ⁻ (mg/L)	99 \pm 30	110 \pm 25
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	130 \pm 30	178 \pm 22
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,383 \pm 0,043	0,502 \pm 0,080

Πίνακας 1Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Εβρου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 1C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of River Evros during the period of 1999-2000.

Παράμετρος Parameter	92 Φυλάκιο 8	99 Πέπλος-Πέταλο
SAR	0,99 \pm 0,3	2,29 \pm 0,82
Σκληρότητα (hardness)	158,1 \pm 47,6	187 \pm 49
Al, μ g/L, διαλυτό	68,7 \pm 90,5	92,2 \pm 107,3
Al, μ g/L, ολικό	207,8 \pm231,5	284,8 \pm318,4
Sb, μ g/L	0,7 \pm 0,3	0,6 \pm 0,3
As, μ g/L	1,1 \pm 0,4	1,1 \pm 0,3
Ca, mg/L	36,9 \pm 12,8	40,9 \pm 15,8
B, mg/L	0,10 \pm 0,08	0,15 \pm 0,04

Cd, µg/L, διαλυτό	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0
Cd, µg/L, ολικό	0,9 ±0,8	0,9 ±0,5
K, mg/L	5,8 ±1,1	5,6 ±1,2
Mn, µg/L, διαλυτό	13,9 ±7,1	17,8 ±7,7
Mn, µg/L, ολικό	58,2 ±16,7	84,8 ±36,8
Mg, mg/L	19,2 ±5,6	21,8 ±9,2
Pb, µg/L, διαλυτό	1,6 1,3	1,3 ±0,5
Pb, µg/L, ολικό	4,3 ±4,3	3,2 ±1,5
Na, mg/L	29,0 ±6,6	69,6 ±17,7
Ni, µg/L, διαλυτό	2,6 ±1,3	2,8 ±1,4
Ni, µg/L, ολικό	4,3 ±3,3	5,1 ±2,3
Se, µg/L	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0
Si, mg/L	0,87 ±0,61	0,98 ±0,79
Fe, µg/L, διαλυτό	57,0 ±41,5	75,1 ±53,2
Fe, µg/L, ολικό	378,1 ±253,2	638,8 ±472,2
Hg, µg/L	0,732 ±1,280	0,630 ±1,380
Cr, µg/L, διαλυτό	2,3 ±0,8	3,0 ±2,3
Cr, µg/L, ολικό	3,4 ±1,2	8,9 ±6,6
Cu, mg/L	0,10 ±0,0	0,10 ±0,0
Zn, µg/L, διαλυτό	83,9 ±57,9	96,6 ±60,2
Zn, µg/L, ολικό	751,5 ±817,0	700,6 ±758,2

Η καφεΐνη και το ζιζανιοκτόνο metolachlor ήταν οι οργανικοί ρύποι που ανιχνεύθηκαν με την μεγαλύτερη συχνότητα στα νερά του Εβρου. Οι συγκεντρώσεις της καφεΐνης ήταν σχετικά υψηλές ιδιαίτερα στην περιοχή του Πέπλου όπου ήταν το ένα από τα δύο σημεία δειγματοληψίας. Τα τελευταία χρόνια η παρουσία καφεΐνης σε υδατοσυστήματα αποτελεί ένα συντηρητικό δείκτη ρύπανσης υδατοσυστημάτων από αστικά λύματα (Paradoulou-Mourkidou et al., 2001). Το metolachlor ανιχνεύθηκε στο 70% των δειγμάτων που αναλύθηκαν αλλά σε χαμηλές σχετικά συγκεντρώσεις (0.003-0.073 µg/l). Το ζιζανιοκτόνο metolachlor μαζί με τα alachlor και atrazine αποτελούν τα πιο ευρέως χρησιμοποιούμενα ζιζανιοκτόνα σε καλλιέργειες αραβοσίτου. Το τριαζινικό ζιζανιοκτόνο atrazine ανιχνεύθηκε στο 10% των δειγμάτων και σε συγκεντρώσεις από 0.01-0.62 µg/l. Αντίθετα, το alachlor ανιχνεύθηκε μόνο σε μία δειγματοληψία σε χαμηλή συγκέντρωση (0.009 µg/l). Η συχνότερη εμφάνιση του metolachlor σε σχέση με τα atrazine και alachlor ίσως να οφείλεται στην ευρύτερη χρήση του στην περιοχή σε σχέση με τα υπόλοιπα δύο ζιζανιοκτόνα. Επιπροσθέτως, το metolachlor χρησιμοποιείται προφυτρωτικά σε καλλιέργειες ζαχαροτεύλων που καταλαμβάνουν σημαντικό ποσοστό της καλλιεργούμενης γής. Παρόμοιες συγκεντρώσεις metolachlor και atrazine έχουν ανιχνευθεί και στο παρελθόν σε ποταμούς της Αμερικής (Pereira & Rostad, 1990) και της Ευρώπης (Readman et al, 1993)

Το ζιζανιοκτόνο molinate ανιχνεύθηκε σε περίπου 50% των δειγμάτων που αναλύθηκαν και ιδιαίτερα την περίοδο Απριλίου-Ιουλίου 2000 στην περιοχή του Πέπλου όπου και καταγράφηκαν συγκεντρώσεις που ξεπερνούσαν τα 1.5 µg/l. Το ζιζανιοκτόνο molinate έχει ανιχνευθεί σε παρόμοιες συγκεντρώσεις στα νερά ποταμών της Ισπανίας και της Ιταλίας

που διασχίζουν περιοχές με μεγάλες εκτάσεις ορυζοκαλλιέργειας (Readman et al, 1993) Η εμφάνιση υψηλών συγκεντρώσεων molinate στα νερά του Έβρου πιθανότατα οφείλεται στην εφαρμογή του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου σε ορυζοκαλλιέργειες της περιοχής της Ευρωπαϊκής Τουρκίας. Το νερό που χρησιμοποιείται για την κατάκλυση των ορυζώνων και στο οποίο έχει εφαρμοσθεί molinate διαχέεται στο ποταμό Έβρο με συνέπεια τις υψηλές συγκεντρώσεις molinate. Υπολείμματα διαφόρων εντομοκτόνων (diazinon, parathion methyl, monocrotophos, coumaphos) βρέθηκαν στα νερά του Έβρου και κυρίως σε μεμονωμένα δείγματα που συλλέχθηκαν από τον Πέπλο. Οι συγκεντρώσεις αυτών των εντομοκτόνων κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα με ορισμένες εξάρσεις όπως την υψηλή συγκέντρωση monocrotophos (0.773 µg/l) που ανιχνεύθηκε νωρίς τον Απρίλιο του 2000.

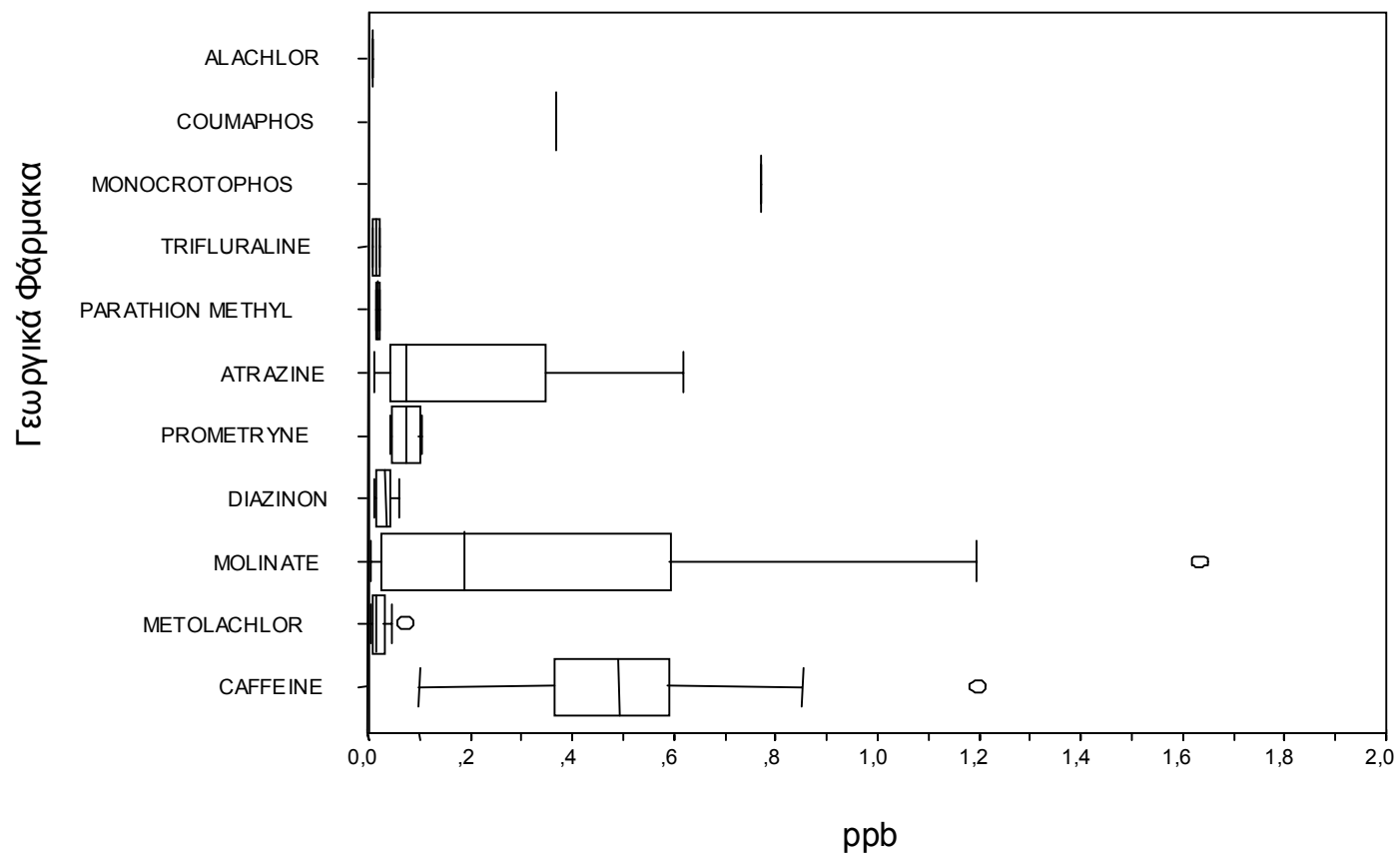
Γενικότερα, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων ανιχνεύθηκαν την περίοδο Απριλίου – Ιουνίου 2000, δηλαδή αμέσως μετά την εφαρμογή των γεωργικών φαρμάκων στους αγρούς. Παρόμοια εποχική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων παρατηρήθηκε και σε άλλους ποταμούς της Ευρώπης (Tronczynski et al, 1993) και της Αμερικής (Thurman et al, 1991).

Πίνακας 1Α. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Έβρου κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 1D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Evros river during 1999-2000.

	<i>Αριθμός ανιχνεύσεων</i>	<i>% ποσοστό (n=30)</i>	<i>Ελάχιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέγιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέση συγκέντρωσ η</i>
caffeine	23	77	0,101	1,199	0,502
metolachlor	21	70	0,003	0,073	0,023
molinate	14	47	0,003	1,632	0,394
diazinon	7	23	0,012	0,063	0,032
prometryne	4	13	0,041	0,106	0,074
atrazine	3	10	0,01	0,62	0,235
parathion methy	2	7	0,016	0,025	0,021
trifluraline	2	7	0,008	0,022	0,015
monocrotophos	1	3	0,773	0,773	0,773
coumaphos	1	3	0,369	0,369	0,369
alachlor	1	3	0,009	0,009	0,009

Διάγραμμα 1β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Εβρο την περίοδο 1999-00
Figure 1b. Frequency distribution (Box-plots) of pesticide and caffeine concentrations monitored in the water of the River Evros during 1999-2000.



3.1.2. Ποταμός Αρδας

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού του Αρδα είναι εξαιρετικά (Πίνακας 2 και Διάγραμμα 2), όμοια με εκείνα καλής ποιότητας ποτίμου και αρδευτικού νερού. Στον ίδιο πίνακα περιλαμβάνονται και τα αποτελέσματα των αναλύσεων στραγγιστικού νερού της λεκάνης του Αρδα (No. 91B). Τα χαρακτηριστικά του νερού αυτού είναι επίσης καλά για άρδευση καλλιεργειών που είναι ανθεκτικές στα άλατα ή επαναχρησιμοποίηση μετά από αραίωση με νερό του ποταμού. Ασφαλώς οι συγκεντρώσεις των χλωριούχων, θειικών, ασβεστίου, καλίου, μαγνησίου, νατρίου, σιδήρου όπως και η αγωγιμότητα, ολικά στερεά διαλυτά, αλκαλικότητα, σκληρότητα και στερεό υπόλειμμα είναι σημαντικά αυξημένα σε σχέση με τα αντίστοιχα ποιοτικά χαρακτηριστικά του Αρδα.

Ενα σημαντικό χαρακτηριστικό του Αρδα είναι η σημαντική διακύμανση της συγκεντρώσεως του ολικού σιδήρου και η αύξηση αυτού κατά την ροή του ποταμού προς την εκβολή του στον Εβρο (γέφυρα στα Μαράσια). Προς το παρόν δεν υπάρχει εύλογη εξήγηση για το θέμα αυτό.

Πίνακας 2Α Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Αρδα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 2A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the River Ardas during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 90 Φράγμα	No, 91A Γέφυρα Μαράσια	No, 91B Αντλιοστάσιο στραγγιστικών
pH	8,2 \pm 0,3	8,2 \pm 0,3	7,8 \pm 0,5
Tem, °C	17,7 \pm 5,4	17,5 \pm 5,6	19,6 \pm 5,4
DO (mg/L)	9,3 \pm 2,1	9,5 \pm 2,1	8,2 \pm 5,8
Saturation %	96,7 \pm 14,9	98,1 \pm 14,4	91,4 \pm 73,8
BOD ₅ (mg/L)	4,0\pm2,2	3,8 \pm 2,3	3,6 \pm 0,9
Redox, mV	356 \pm 36	332 \pm 95	352 \pm 15
TDS (mg/L)	149 \pm 9	160 \pm 15	433 \pm 33
Cond, (μ S/cm)	261 \pm 32	290 \pm 45	726 \pm 68
Salinity ‰	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000	0,150 \pm 0,053

Πίνακας 2Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Αρδα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 2B. Mean \pm standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total solid residue measured in the water of the River Ardas during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 90 Φράγμα	No, 91A Γέφυρα Μαράσια	No, 91B Αντλιοστάσιο στραγγιστικών
F ⁻ (mg/L)	0,147 \pm 0,106	0,121 \pm 0,057	0,181 \pm 0,111
Cl ⁻ (mg/L)	7,0 \pm 2,3	6,9 \pm 2,4	69,9 \pm 8,8
Br ⁻ (mg/L)	0,028 \pm 0,042	0,019 \pm 0,028	0,119 \pm 0,159
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,027 \pm 0,027	0,026 \pm 0,028	0,098 \pm 0,085
NO ₃ ⁻ (mg/L)	2,08 \pm 0,97	2,15 \pm 0,99	8,56 \pm 3,57
Αμμωνία (mg/L)	0,036 \pm 0,043	0,026 \pm 0,039	0,018 \pm 0,024
TP-PO ₄ (mg/L)	0,047 \pm 0,029	0,041 \pm 0,025	0,147 \pm 0,039

SO ₄ ⁻ (mg/L)	40±9	41±9	172±32
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	91±5	90±6	178±12
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,204±0,052	0,210±0,051	0,360±0,281

Πίνακας 2Γ. Μέση τιμή ± τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Αρδα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 2C. Mean±standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of River Ardas during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	90 Φράγμα	91A Γέφυρα Μαράσια	91B	100 Δεξαμενή αρδευτ.Αρδα
SAR	0,44 0,1	0,44 ±0,1	0,18 ±0,12	2,59
Σκληρότητα	92 ±26	91,5 ±27,2	198,6 ±16,3	346,9
Al, μg/L, διαλυτό	32,68 ±26,76	24,23 ±22,15	23,25 ±13,24	63,60
Al, μg/L, ολικό	58,90 ±32,66	84,64 ±59,23	65,88 ±51,56	100,30
Sb, μg/L	0,58 ±0,16	0,58 ±0,18	0,50 0,00	0,50
As, μg/L	0,66 ±0,27	0,72 ±0,30	0,54 ±0,07	0,70
Ca, mg/L	24,68 ±8,27	25,18 ±9,99	40,50 ±8,83	68,00
B, mg/L	0,07 ±0,11	0,03 ±0,03	0,06 ±0,06	0,02
Cd, μg/L, διαλυτό	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00	0,50
Cd, μg/L, ολικό	0,73 ±0,52	0,61 ±0,30	0,50 ±0,00	0,50
K, mg/L	2,73 ±0,73	2,61 ±0,72	4,34 ±1,10	5,90
Mn, μg/L, διαλυτό	17,22 ±16,89	9,21 ±3,97	18,19 ±10,14	12,70
Mn, μg/L, ολικό	47,09 ±32,51	31,41 ±17,86	29,35 ±10,53	67,90
Mg, mg/L	8,05 ±3,43	8,10 ±2,31	23,69 ±2,20	44,00
Pb, μg/L, διαλυτό	1,08 ±0,18	1,62 ±1,72	1,15 ±0,42	1,00
Pb, μg/L, ολικό	1,43 ±0,55	3,37 ±2,44	2,96 ±2,07	1,22
Na, mg/L	9,57 ±1,30	11,24 ±3,34	60,90 ±2,67	112,00
Ni, μg/L, διαλυτό	2,23 ±0,43	2,15 ±0,48	2,16 ±0,46	2,00
Ni, μg/L, ολικό	2,64 ±1,80	2,54 ±1,59	2,26 ±0,74	8,10
Se, μg/L	1,18 ±0,58	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00
Si, mg/L	1,94 ±1,61	1,67 ±1,16	0,85 ±0,44	1,50
Fe, μg/L, διαλυτό	47,12 ±23,55	38,78 ±40,52	74,38 ±38,53	5,00
Fe, μg/L, ολικό	223,8 ±170,8	540,4 ±1162,2	129,0 ±58,1	205,10
Hg, μg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10
Cr, μg/L, διαλυτό	2,05 ±0,17	2,00 ±0,00	2,00 ±0,00	2,00
Cr, μg/L, ολικό	3,41 ±3,05	3,51 4,10	2,01 ±0,04	2,83
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10
Zn, μg/L, διαλυτό	84,9 ±79,6	83,8 ±63,8	73,1 ±51,8	24,5
Zn, μg/L, ολικό	671,2 ±743,8	703,3 ±893,8	251,1 ±299,6	910,5

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του οργανικού φορτίου ρύπων παρουσιάζονται στον

Πίνακα 2Δ. Όπως προκύπτει ο κύριος οργανικός ρύπος είναι η καφεΐνη που ανιχνεύθηκε σε μεγάλο αριθμό δειγμάτων. Οι συγκεντρώσεις καφεΐνης που ανιχνεύθηκαν ήταν χαμηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές που μετρήθηκαν κατά την ίδια περίοδο στα νερά του Έβρου (Πίνακας 1Δ). Αυτό πιθανώς να οφείλεται στην μεγαλύτερη επιβάρυνση με αστικά λύματα που δέχεται ο ποταμός Έβρος σε σχέση με το Άρδα και ιδιαίτερα από περιοχές εκτός των ελληνικών συνόρων από όπου και πηγάζει ο Έβρος. Η συμβολή των αστικών λυμάτων στην αύξηση του οργανικού φορτίου ρύπων επιφανειακών υδροφόρων συστημάτων έχει παρατηρηθεί και στο παρελθόν (Gotz et al, 1998).

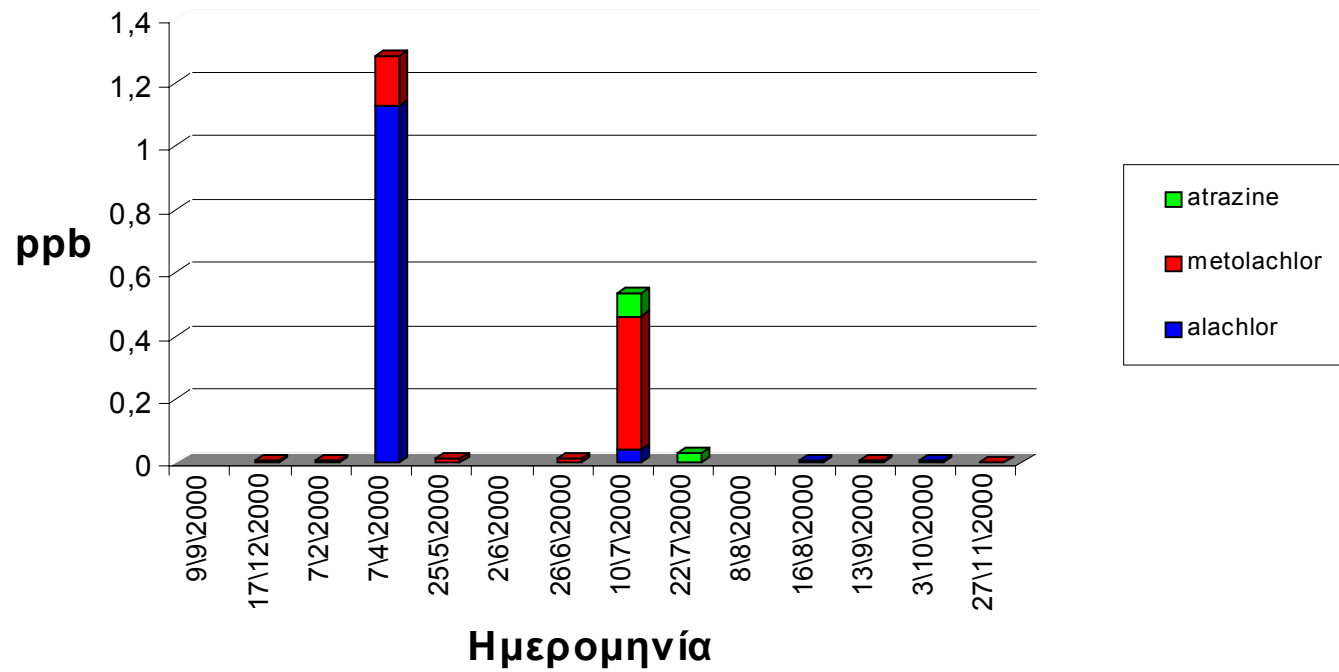
Το νερό της δεξαμενής στραγγιστικών νερών περιείχε υπολείμματα ζιζανιοκτόνων που χρησιμοποιούνται στην περιοχή του Άρδα. Το ζιζανιοκτόνο metolachlor ήταν το πιο συχνά ανιχνευόμενο γεωργικό φάρμακο στα νερά του Άρδα. Αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα του Έβρου όπου και εκεί το metolachlor ανιχνεύθηκε σε σημαντικό αριθμό δειγμάτων. Οι συγκεντρώσεις αυτών των ζιζανιοκτόνων ήταν αυξημένες αμέσως μετά την εφαρμογή (7/4/200) τους στον αγρό αλλά μειώθηκαν αισθητά με το τέλος του έτους 2000. Δύο εξάρσεις στις συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων παρατηρήθηκαν στα νερά του Άρδα: νωρίς τον Απρίλιο και τον Ιούλιο του 2000 και οφείλονται κυρίως στην αυξημένη συγκέντρωση των alachlor και metolachlor, αντίστοιχα. Τα παραπάνω δύο ζιζανιοκτόνα μαζί με το atrazine είναι τα κατεξοχήν ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται στον αραβόσιτο και η ανίχνευση τους ήταν αναμενόμενη. Παρόμοιες συγκεντρώσεις alachlor και metolachlor έχουν παρατηρηθεί στα νερά ποταμών της Ισπανία (Barcelo et al. 1996) και της Πορτογαλίας (Lacorte et al, 2001).

Πίνακας 2Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Άρδα κατά την περίοδο 1999-2000.

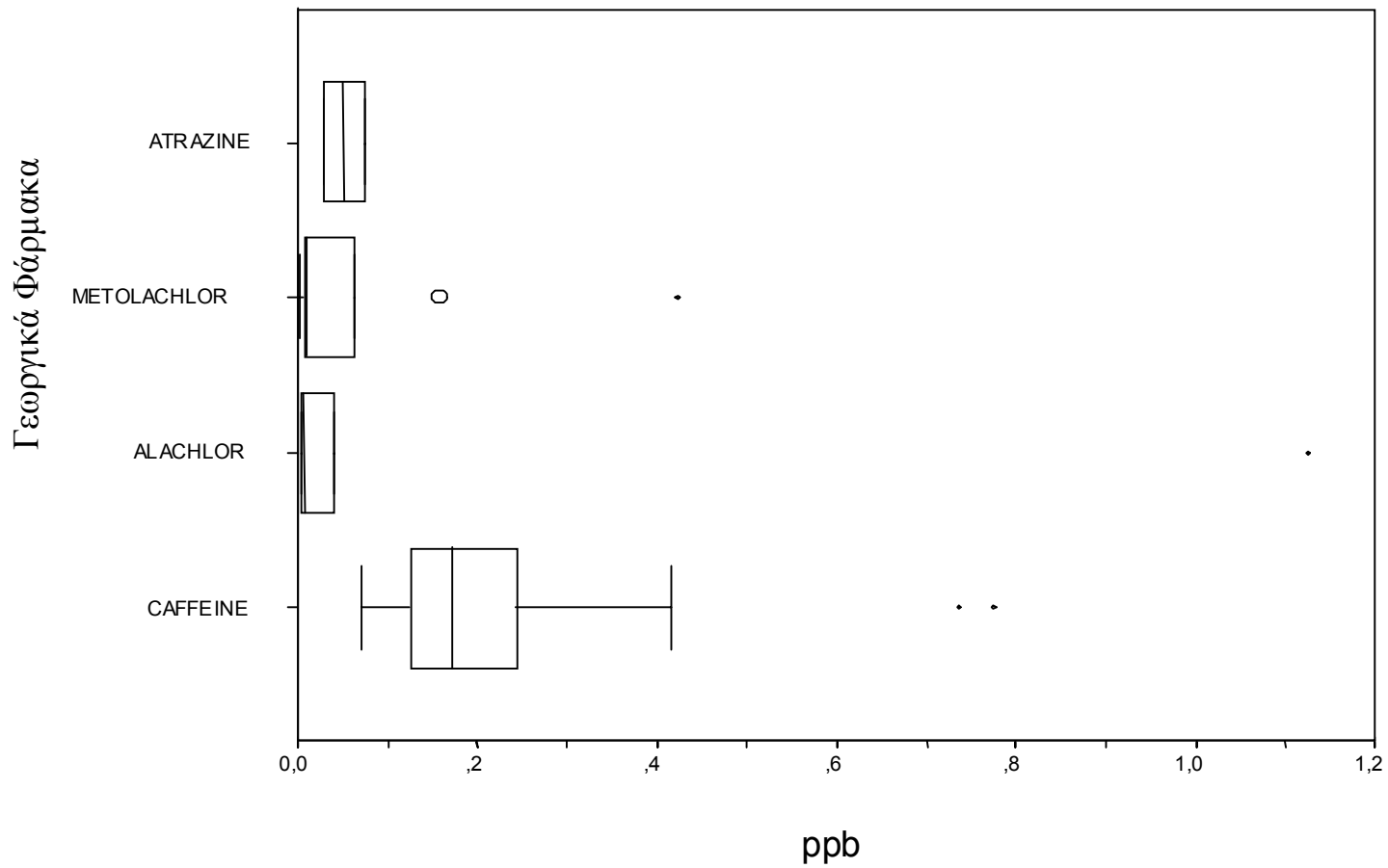
Table 2D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Ardas river during 1999-2000.

	<i>Αριθμός ανιχνεύσεων</i>	<i>% ποσοστό (n=26)</i>	<i>Ελάχιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέγιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέση συγκέντρωση</i>
caffeine	18	69	0,07	0,776	0,239
metolachlor	10	38	0,003	0,423	0,069
alachlor	6	23	0,004	1,125	0,198
atrazine	2	8	0,028	0,074	0,051

Διάγραμμα 2α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Άρδα (1999-00)
Figure 2a. Temporal distribution of pesticides found in the water of the River Ardas during the monitoring period of 1999-2000.



Διάγραμμα 2β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Άρδα την περίοδο 1999-00
Figure 2b. Frequency distribution (Box-plots) of pesticide and caffeine concentrations monitored in the water of the River Ardas during 1999-2000.



3.1.3. Ποταμός Νέστος

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού του Νέστου είναι μέτρια προς καλά (Πίνακας 3 και Διάγραμμα 3), καλής ποιότητας ποσίμου νερού, μετά από διήθηση των εν αιωρήσει σωματιδίων φερτών υλικών, και αρδευτικού νερού. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μεταβάλλονται κατά μήκος της ροής του και φαίνεται ότι λίγο πριν την γέφυρα στους Τοξότες δέχεται σημαντικά φορτία εισροών, προφανώς από έκπλυση γεωργικών εκτάσεων, καθώς οι συγκεντρώσεις πολλών ιόντων αυξάνουν.

Πίνακας 3Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Νέστου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 3A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the River Nestos during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 42a Φράγμα θησαυρού	No, 42b Φράγμα Πλατανόβρυσης	No, 43 Γέφυρα Τοξότες
pH	8,3 \pm 0,6	8,3 \pm 0,7	7,9 \pm 0,3
Tem, °C	15,3 \pm 6,0	15,1 \pm 5,9	13,1 \pm 2,6
DO (mg/L)	8,0 \pm 2,2	7,8 \pm 2,2	10,0 \pm 2,8
Saturation %	83,2 \pm 28,2	80,3 \pm 28,5	96,1 \pm 26,8
BOD ₅ (mg/L)	3,3\pm1,0	3,5 \pm 1,0	4,2 \pm 2,9
Redox, mV	360 \pm 57	360 \pm 55	381 \pm 23
TDS (mg/L)	114 \pm 12	111 \pm 10	140 \pm 17
Cond, (μS/cm)	198 \pm 27	192 \pm 29	232 \pm 34
Salinity ‰	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000

Πίνακας 3B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Νέστου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 3B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total solid residue measured in the water of the River Nestos during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 42a Φράγμα θησαυρού	No, 42b Φράγμα Πλατανόβρυσης	No, 43 Γέφυρα Τοξότες
F ⁻ (mg/L)	0,219 \pm 0,127	0,192 \pm 0,105	0,175 \pm 0,088
Cl ⁻ (mg/L)	4,7 \pm 1,4	4,3 \pm 1,8	4,9 \pm 2,3
Br ⁻ (mg/L)	0,130 \pm 0,138	0,132 \pm 0,143	0,187 \pm 0,182
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,016 \pm 0,014	0,013 \pm 0,004	0,021 \pm 0,026
NO ₃ ⁻ (mg/L)	1,16 \pm 0,76	1,06 \pm 0,54	2,78 \pm 0,96
Αμμωνία (mg/L)	0,046 \pm 0,043	0,060 \pm 0,075	0,062 \pm 0,060
TP-PO ₄ (mg/L)	0,046 \pm 0,020	0,042 \pm 0,026	0,079 \pm 0,114
SO ₄ ⁻ (mg/L)	15 \pm 3	15 \pm 3	13 \pm 2
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	93 \pm 21	88 \pm 8	108 \pm 13
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,096 \pm 0,068	0,126 \pm 0,074	0,135 \pm 0,073

Πίνακας 3Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Νέστου ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 3C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of River Nestos during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	42A Φράγμα θησαυρού	42B Φράγμα Πλατανόβρυσης	43 Γέφυρα Τοξότες
SAR	0,3 \pm 0,14	0,3 \pm 0,15	0,27 \pm 0,09
Σκληρότητα	77,4 \pm 26	75,8 \pm 26,4	97 \pm 32,5
Al, μ g/L, διαλυτό	29,79 \pm 24,21	37,88 \pm 40,26	45,28 \pm 48,20
Al, μ g/L, ολικό	122,7 \pm 84,26	136,1 \pm 93,23	190,7 \pm 131,8
Sb, μ g/L	0,55 \pm 0,18	0,55 \pm 0,18	0,50 \pm 0,00
As, μ g/L	0,50 \pm 0,00	0,51 \pm 0,03	0,50 \pm 0,00
Ca, mg/L	21,72 \pm 7,24	21,27 \pm 7,01	28,74 \pm 10,01
B, mg/L	0,05 \pm 0,04	0,07 \pm 0,07	0,09 \pm 0,09
Cd, μ g/L, διαλυτό	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00
Cd, μ g/L, ολικό	0,54 \pm 0,12	0,63 \pm 0,46	0,55 \pm 0,08
K, mg/L	3,77 \pm 2,15	3,40 \pm 1,84	3,21 \pm 1,92
Mn, μ g/L, διαλυτό	6,55 \pm 3,29	6,08 \pm 3,26	13,62 \pm 20,67
Mn, μ g/L, ολικό	31,38 \pm 31,08	21,52 \pm 11,03	29,90 \pm 23,18

Mg, mg/L	5,63 ±2,47	5,49 ±2,68	6,20 ±2,40
Pb, µg/L, διαλυτό	1,34 ±0,60	1,78 ±1,72	1,22 ±0,64
Pb, µg/L, ολικό	2,21 ±0,92	2,58 ±2,13	3,28 ±3,68
Na, mg/L	6,20 ±2,42	6,16 ±2,62	6,22 ±1,75
Ni, µg/L, διαλυτό	2,75 ±1,61	2,74 ±1,26	2,53 ±0,79
Ni, µg/L, ολικό	5,65 ±4,20	5,56 ±4,23	6,48 ±7,98
Se, µg/L	1,00 ±0,00	1,01 ±0,03	1,07 ±0,23
Si, mg/L	3,75 ±2,87	3,82 ±2,98	6,79 ±6,67
Fe, µg/L, διαλυτό	62,49 ±73,50	76,61 ±59,54	50,62 ±30,29
Fe, µg/L, ολικό	394,8 ±461,7	291,2 ±182,8	313,8 ±168,5
Hg, µg/L	0,12 ±0,04	0,12 ±0,04	0,12 ±0,04
Cr, µg/L, διαλυτό	2,73 ±2,42	2,63 ±2,17	2,19 ±0,47
Cr, µg/L, ολικό	4,68 ±4,55	3,48 ±3,59	2,77 ±1,22
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Zn, µg/L, διαλυτό	54,64 ±33,50	71,49 ±48,84	67,38 ±46,80
Zn, µg/L, ολικό	525,9 ±890,3	5034 ±771,8	511,8 ±904,3

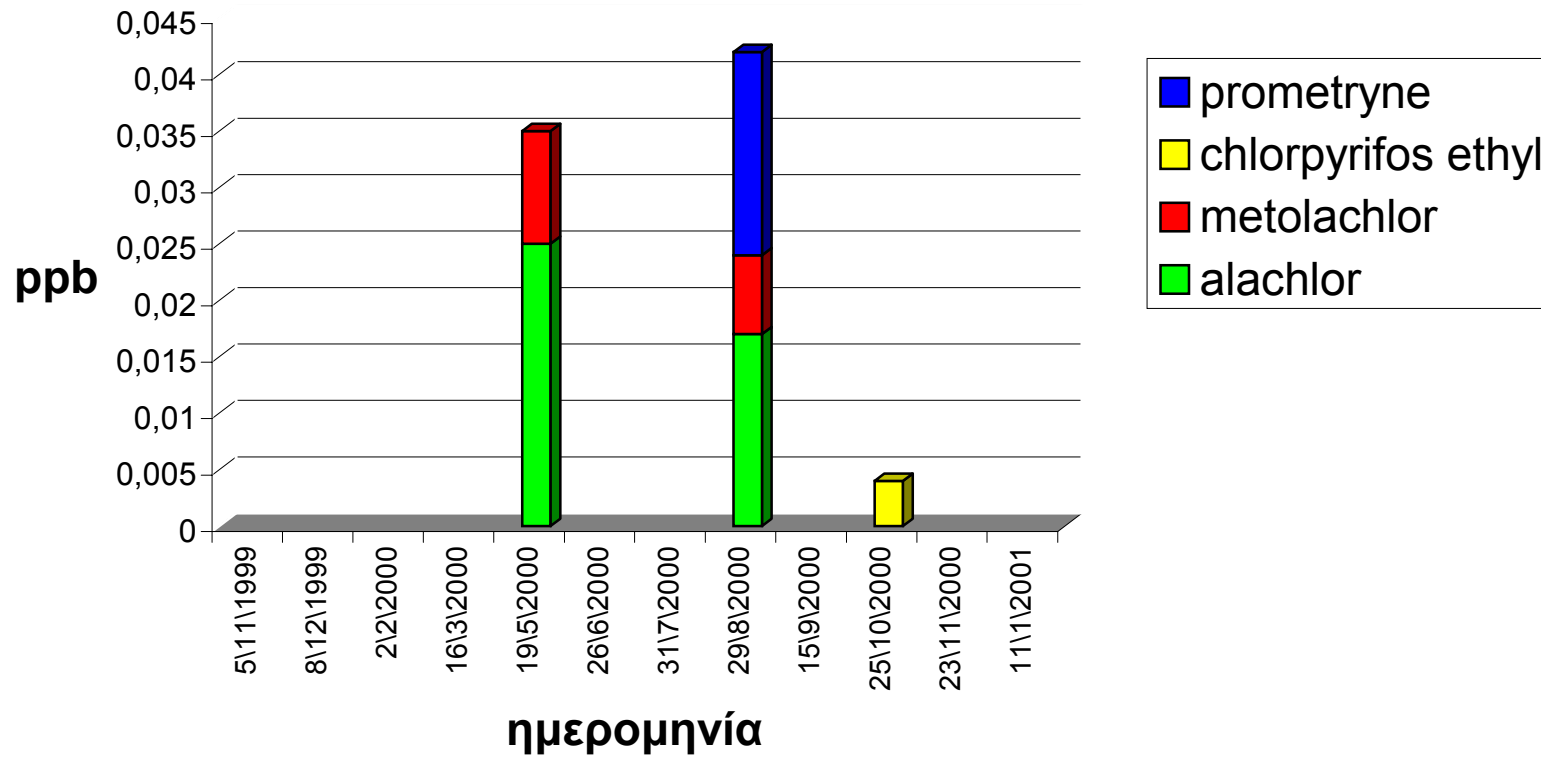
Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων στα νερά του ποταμού Νέστου παρουσιάζονται στον Πίνακα 3B. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων στα νερά του Νέστου την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3α. Η κατανομή των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων στον Νέστο την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 3β. Και σε αυτόν τον ποταμό της Μακεδονίας-Θράκης ο κύριος οργανικός ρύπος ήταν η καφεΐνη αν και οι συγκεντρώσεις της ήταν χαμηλότερες των αντιστοίχων τιμών που ανιχνεύθηκαν στο Έβρο και στον Αρδα. Χαμηλές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων ανιχνεύθηκαν στα νερά του Νέστου. Σύγκριση των αποτελεσμάτων αυτών με τα αποτελέσματα των αναλύσεων στα νερά του Έβρου και του Αρδα δείχνουν ότι ο Νέστος παρουσιάζει το χαμηλότερο φορτίο οργανικών ρύπων από τους ποταμούς της Θράκης. Τα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν στα νερά του Νέστου (alachlor, metolachlor, prometryne) εφαρμόζονται προφυτρωτικά σε καλλιέργειες καλαμποκιού και βαμβακιού που καταλαμβάνουν σημαντικές εκτάσεις της περιοχής που διασχίζει ο Νέστος.

Πίνακας 3Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Νέστου κατά την περίοδο 1999-2000.

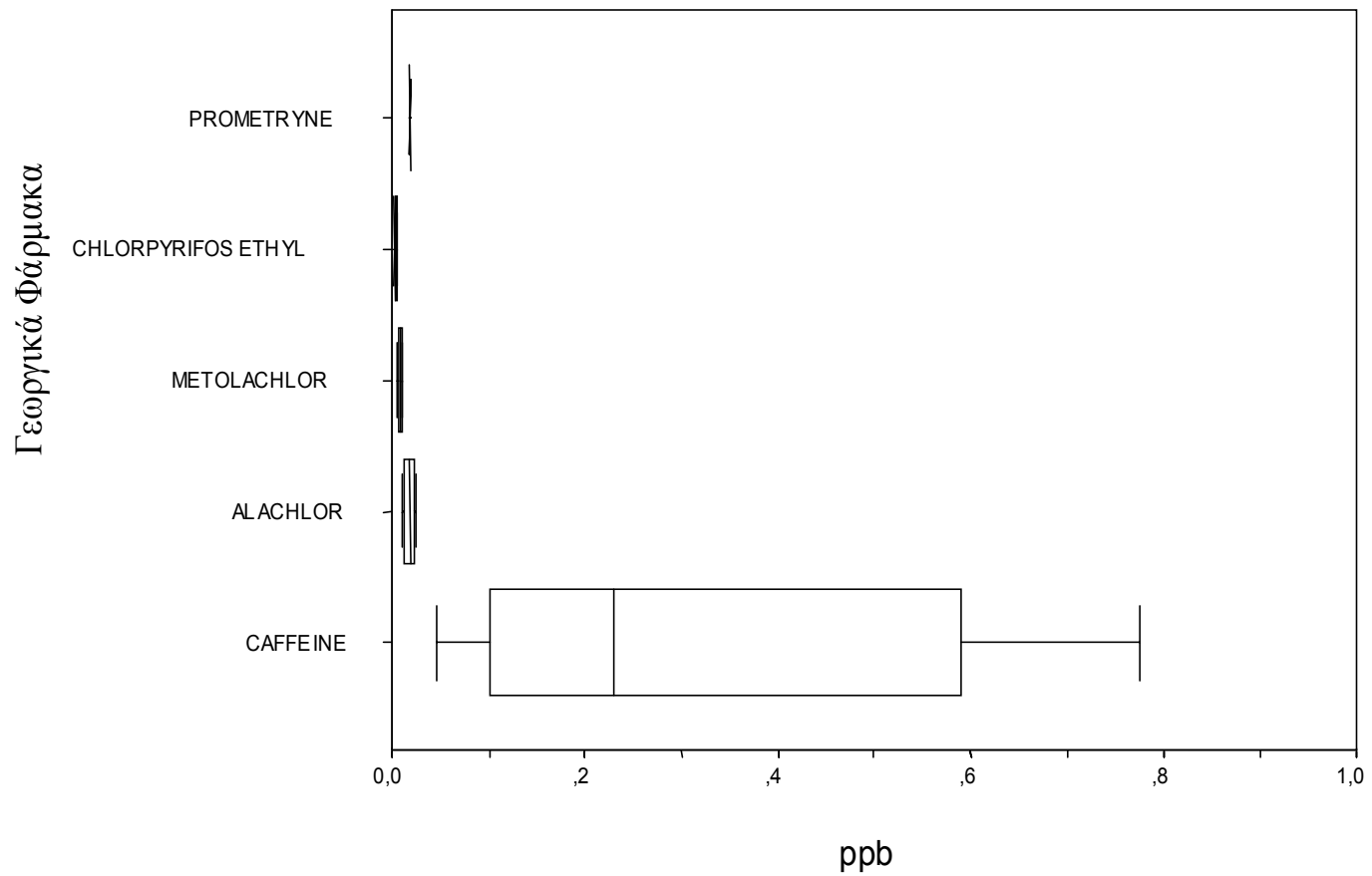
Table 3D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Nestos river during 1999-2000.

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=36)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
caffeine	16	44	0,046	0,774	0,341
alachlor	6	17	0,01	0,025	0,018
metolachlor	5	14	0,005	0,01	0,008
chlorpyrifos ethyl	2	6	0,002	0,004	0,003
prometryne	1	3	0,018	0,018	0,018

Διάγραμμα 3α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Νέστου (1999-00)
Figure 3a. Temporal distribution of pesticides found in the water of the River Nestos during the monitoring period of 1999-2000.



Διάγραμμα 3β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Νέστο την περίοδο 1999-00
Figure 3b. Frequency distribution (Box-plots) of pesticide and caffeine concentrations monitored in the water of the River Nestos during 1999-2000.



3.2. Ποιότητα υδάτων ποταμών Κεντρικής Μακεδονίας

3.2.1 Αξιός

Όπως προκύπτει από τους Πίνακες 4A και 4B, ο Αξιός είναι ένας σημαντικά ρυπασμένος ποταμός. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών, φωσφορικών και ακόμη φθορίου είναι πολύ σημαντικές που δείχνουν ξεκάθαρα την απόρριψη στον Αξιό αστικών αποβλήτων. Οι συγκεντρώσεις όμως των μετάλλων βρίσκονται σε ικανοποιητικά χαμηλά επίπεδα με εξαίρεση το Al, Fe και Zn των οποίων οι συγκεντρώσεις είναι εξαιρετικά υψηλές, κυρίως εκείνες των ολικών μορφών (άθροισμα διαλυτών και εν αιωρήσει) και επίσης η διακύμανση των συγκεντρώσεων είναι πολύ υψηλή που σημαίνει ότι η προέλευσή τους έχει σημειακή πηγή ρύπανσης. Όμως με εξαίρεση τις οριακές συγκεντρώσεις χλωριούχων και νατρίου, η ποιότητα του νερού είναι ικανοποιητική για άρδευση.

Πίνακας 4A. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Αξιού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 4A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the River Axios during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 46 Αξιούπολη	No, 49 Φράγμα Έλλης	No, 47 Γέφυρα Χαλάστρας
pH	8,3 \pm 0,4	8,2 \pm 0,3	8,4 \pm 0,1
Tem, °C	14,8 \pm 7,2	15,6 \pm 7,8	16,6 \pm 7,9
DO (mg/L)	9,4 \pm 1,6	8,9 \pm 1,8	9,4 \pm 1,9
Saturation %	91,3 \pm 10,0	86,7 \pm 10,1	93,7 \pm 11,9
BOD ₅ (mg/L)	4,7\pm1,6	4,2 \pm 1,5	4,6 \pm 1,7
Redox, mV	373 \pm 34	365 \pm 41	376 \pm 48
TDS (mg/L)	253 \pm 47	251 \pm 41	278 \pm 66
Cond, (μS/cm)	437 \pm 99	443 \pm 86	499 \pm 143
Salinity ‰	0,009 \pm 0,030	0,000 \pm 0,000	0,017 \pm 0,039

Πίνακας 4B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Αξιού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 4B. Mean \pm standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total solid residue measured in the water of the River Axios during the period of 1999-00.

Παράμετρος	No, 46 Αξιούπολη	No, 49 Φράγμα Έλλης	No, 47 Γέφυρα Χαλάστρας
F ⁻ (mg/L)	0,753 \pm 0,681	0,690 \pm 0,741	0,642 \pm 0,656
Cl ⁻ (mg/L)	12,6 \pm 3,8	14,5 \pm 6,4	19,2 \pm 16,5
Br ⁻ (mg/L)	0,082 \pm 0,142	0,147 \pm 0,138	0,112 \pm 0,151
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,039 \pm 0,027	0,065 \pm 0,032	0,035 \pm 0,024
NO ₃ ⁻ (mg/L)	7,95\pm2,92	7,14 \pm 4,37	7,44 \pm 2,32
Αμμωνία (mg/L)	0,028 \pm 0,029	0,097 \pm 0,133	0,030 \pm 0,041
TP-PO ₄ (mg/L)	0,577\pm0,417	0,633 \pm 0,384	0,569 \pm 0,314
SO ₄ ⁼ (mg/L)	48 \pm 32	38 \pm 17	42 \pm 22
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	187 \pm 33	195 \pm 63	180 \pm 37

Στερεό υπόλειμμα(g/L)	0,247±0,138	0,262±0,128	0,322±0,080
--------------------------	-------------	-------------	-------------

Πίνακας 4Γ. Μέση τιμή ± τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Αξιού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 4C. Mean±standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of River Axios during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	46 Αξιούπολη	49 Φράγμα	47 Γέφυρα Χαλάστρας
SAR	0.38± 0,1	0.4 ±0,18	0.73 ±0,5
Σκληρότητα, ως mg CaCO ₃ /L	173 ±28,5	180 ±26,2	154,9 79,1
Al, µg/L, διαλυτό	52,97 ±39,72	39,70 ±26,30	56,25 ±24,13
Al, µg/L, ολικό	261,4 ±272,1	210,7 ±150,8	266,2 ±166,5
Sb, µg/L	0,52 ±0,05	0,56 ±0,15	0,50 ±0,00
As, µg/L	0,80 ±0,25	1,11 ±0,49	1,08 ±0,45
Ca, mg/L	43,60 ±12,56	44,01 ±10,69	45,35 ±11,30
B, mg/L	0,24 ±0,14	0,18 ±0,05	0,24 ±0,14
Cd, µg/L, διαλυτό	0,64 ±0,28	0,61 ±0,28	0,51 ±0,03
Cd, µg/L, ολικό	1,15 ±0,73	1,06 ±0,61	0,87 ±0,42
K, mg/L	4,48 ±1,44	4,29 ±1,55	4,30 ±1,20
Mn, µg/L, διαλυτό	10,25 ±7,46	40,73 ±28,25	26,77 ±16,44
Mn, µg/L, ολικό	36,38 ±17,03	62,19 ±36,13	67,66 ±34,45
Mg, mg/L	17,86 ±6,09	18,17 ±4,32	19,59 ±5,95
Pb, µg/L, διαλυτό	2,21 ±2,14	1,83 ±1,83	2,45 ±2,40
Pb, µg/L, ολικό	3,38 ±2,03	2,57 ±1,79	3,38 ±2,62
Na, mg/L	14,24 ±5,36	15,91 ±6,26	24,05 ±15,58
Ni, µg/L, διαλυτό	3,25 ±2,48	3,40 ±3,08	2,56 ±1,68
Ni, µg/L, ολικό	5,59 ±3,01	7,22 ±5,55	5,36 ±2,49
Se, µg/L	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00
Si, mg/L	2,62 ±2,04	2,59 ±2,77	2,05 ±2,17
Fe, µg/L, διαλυτό	92,60 ±75,69	119,62 ±91,86	117,80 ±94,89
Fe, µg/L, ολικό	668,2 ±599,3	797,8 ±452,3	742,6 ±285,2
Hg, µg/L	0,12 ±0,08	0,12 ±0,07	0,12 ±0,07
Cr, µg/L, διαλυτό	2,36 ±0,85	3,20 ±2,67	2,52 ±1,16
Cr, µg/L, ολικό	4,20 ±2,98	8,39 ±8,19	5,41 ±5,13
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Zn, µg/L, διαλυτό	94,95 ±128,83	120,94 ±186,96	82,75 ±72,24
Zn, µg/L, ολικό	681,9 ±687,7	627,9 ±673,3	598,7 ±659,0

Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων παρουσιάζονται στον Πίνακα 4Δ. Όπως και στους ποταμούς της Θράκης έτσι και στον Αξιό η καφεΐνη αποτελεί τον κύριο οργανικό ρύπο. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν για τον Αξιό κατά την περίοδο 1997-98 όπου οι συγκεντρώσεις καφεΐνης κυμάνθηκαν σε επίπεδα ανάλογα της περιόδου 1999-2000. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στον Αξιό από την ίδια ερευνητική ομάδα κατά την περίοδο 1993-94 έδειξαν εποχιακά σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις καφεΐνης σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές των περιόδων 1997-98 και 1999-00. Οι υψηλές συγκεντρώσεις καφεΐνης που μετρήθηκαν την περίοδο 1993-94 είχαν τότε αποδοθεί στην απόρριψη αστικών λυμάτων στον Αξιό κατά τον ρου του από τη FYROM. Η ελάτωση των εισροών αυτών στα νερά του Αξιού ίσως να οδήγησε στην μείωση των συγκεντρώσεων καφεΐνης.

Τα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν στα νερά του Αξιού είναι κυρίως ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνται σε καλλιέργειες της περιοχής και είχαν επίσης ανιχνευθεί από την ίδια ερευνητική ομάδα κατά την περίοδο 1993-98. Τα ζιζανιοκτόνα metolachlor και alachlor που ανιχνεύθηκαν στα νερά του Αξιού σε χαμηλές όμως συγκεντρώσεις (0.003-0.035 µg/l) χρησιμοποιούνται εκτεταμένα στις καλλιέργειες αραβοσίτου της περιοχής. Επίσης, το ζιζανιοκτόνο molinate που ανιχνεύθηκε σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις χρησιμοποιείται στην λεκάνη του Αξιού στην καλλιέργεια ρυζιού. Το ζιζανιοκτόνο prometryne είναι ζιζανιοκτόνο που χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια βαμβακιού της περιοχής. Η υψηλότερη συγκέντρωση prometryne (0.6 µg/l) ανιχνεύθηκε σε δείγματα που συλλέχθηκαν στις 12/5/2000, δηλαδή την περίοδο αμέσως μετά την εφαρμογή του. Γενικότερα, οι συγκεντρώσεις των παραπάνω γεωργικών φαρμάκων στα νερά του Αξιού την περίοδο 1999-2000 είναι στο ίδιο εύρος τιμών με αυτές που παρατηρήθηκαν κατά τις περιόδους 1993-94 και 1997-98. Παρόμοιες συγκεντρώσεις alachlor και metolachlor έχουν μετρηθεί στον ποταμό Μισσισιπιή των ΗΠΑ (Pereira & Rostad, 1990) καθώς και στους ποταμούς Ρο και Rhone της Δυτικής Ευρώπης (Readman et al, 1993).

1993-1994

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό	Ελάχιστη Συγκέντρωση	Μέγιστη Συγκέντρωση	Μέση Συγκέντρωση
Caffeine	55	31.1	0.02	6.77	1.128
Metolachlor	18	10.2	0.001	0.52	0.112
Alachlor	25	14.1	0.001	0.26	0.077
Prometryne	41	23.2	0.001	0.55	0.069
molinate	34	19.2	0.002	0.3	0.065

1997-1998

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό	Ελάχιστη Συγκέντρωση	Μέγιστη Συγκέντρωση	Μέση Συγκέντρωση
Caffeine	106	67.5	0.015	3	0.315
Metolachlor	45	28.7	0.001	1	0.028
Alachlor	73	46.5	0.002	0.031	0.006
Prometryne	57	36.3	0.002	0.131	0.012
molinate	64	10.4	0.002	0.768	0.063

Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων στα νερά του Αξιού την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 4α. Η κατανομή των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων στον Αξιό την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 4β. Όπως αναμενόταν, από προηγούμενες μελέτες (Εκθεση INTERREG 2001), την περίοδο των δειγματοληψιών του Φθινοπώρου, οι μόνοι ρύποι του Αξιού είναι η καφεΐνη και το α-κυκλοεξάνιο, που όπως αναφέρθηκε στις σχετικές εκθέσεις μας, πιθανόν να προέρχεται από απόρριψη στον Αξιό βιομηχανικών αποβλήτων από εργοστάσιο παρασκευής

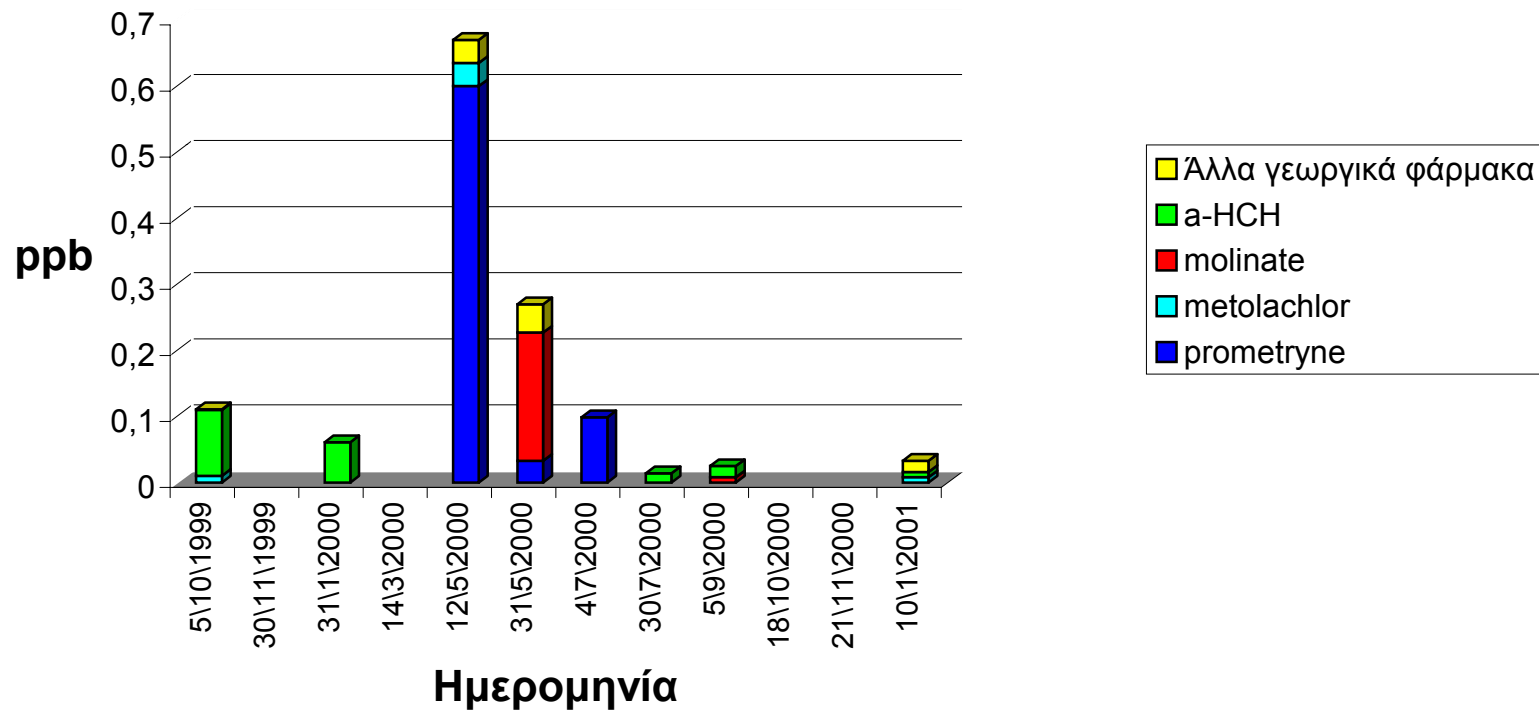
του εντομοκτόνου lindane που εδρεύει στη FYROM.

Πίνακας 4Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Αξιού κατά την περίοδο 1999-2000.

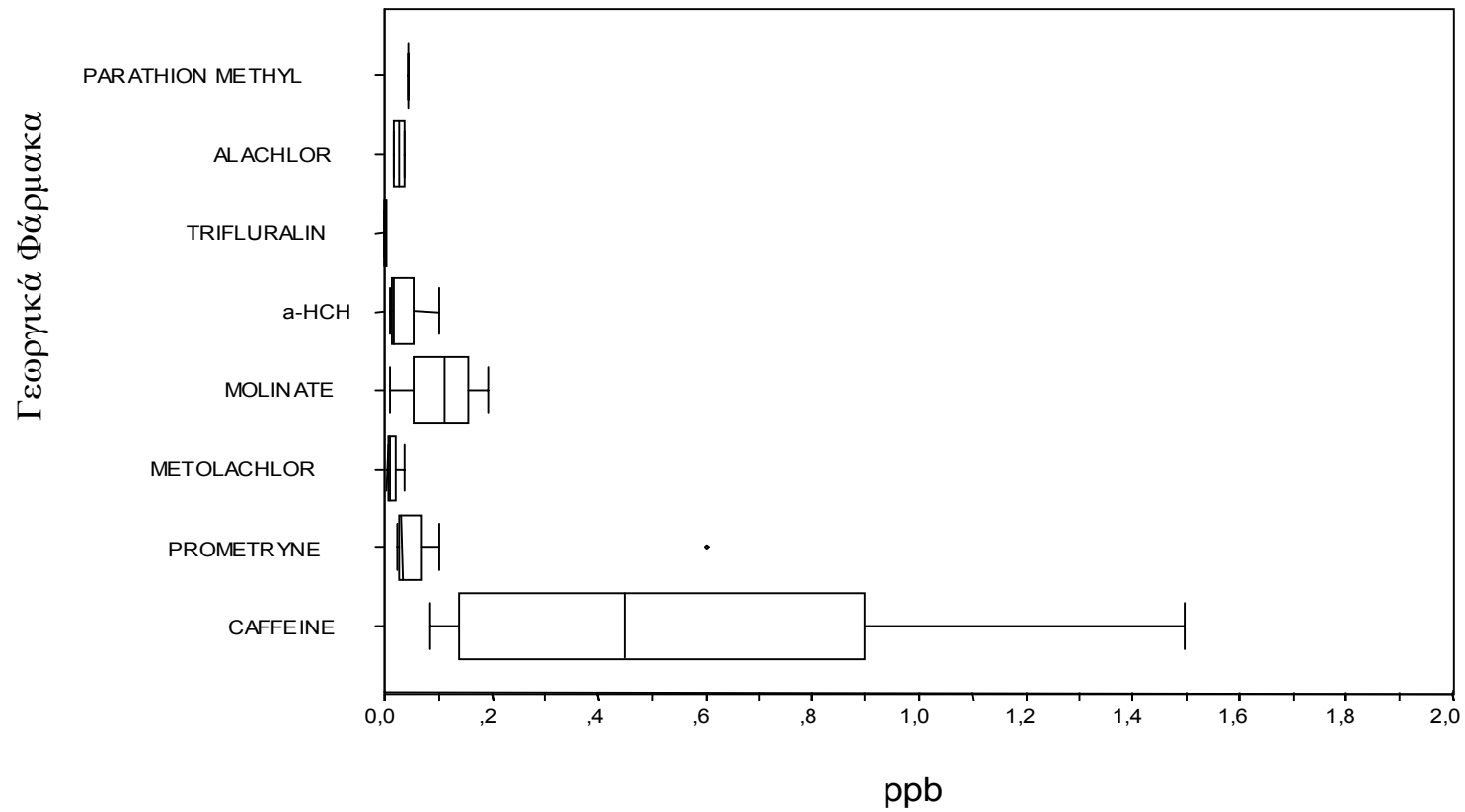
Table 4D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Axios river during 1999-2000.

	<i>Αριθμός ανιχνεύσεων</i>	<i>% ποσοστό (n=36)</i>	<i>Ελάχιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέγιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέση συγκέντρωση</i>
caffeine	24	67	0,087	1,496	0,539
a-HCH	9	25	0,008	0,1	0,032
metolachlor	8	22	0,003	0,035	0,013
prometryne	7	19	0,023	0,6	0,12
molinate	4	11	0,008	0,194	0,106
trifluralin	1	3	0,001	0,001	0,001
alachlor	2	6	0,017	0,035	0,026
parathion methyl	1	3	0,043	0,043	0,043

Διάγραμμα 4α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Αξιού (1999-00)
Figure 4a. Temporal distribution of pesticides found in the water of the River Axios during the monitoring period of 1999-2000.



Διάγραμμα 4β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Αξιό την περίοδο 1999-00
Figure 4b. Frequency distribution (Box-plots) of pesticide and caffeine concentrations monitored in the water of the River Axios during 1999-2000.



3.2.2 Λουδίας

Ο Λουδίας είναι ένα μεγάλο στραγγιστικό κανάλι και συνεπώς η ποιότητα των νερών του, όπως και αναμενόταν βρέθηκε ακατάλληλη για οποιαδήποτε χρήση.

Πίνακας 5A. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Λουδία κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 5A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the River Loudias during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 48 Γέφυρα Λουδία
pH	7,9 \pm 0,4
Tem, °C	17,5 \pm 7,4
DO (mg/L)	4,9 \pm 5,1
Saturation %	78,0 \pm 118,1
BOD ₅ (mg/L)	7,5 \pm 5,7
Redox, mV	350 \pm 127
TDS (mg/L)	1110 \pm 799
Cond, (μS/cm)	997 \pm 985
Salinity ‰	1,550\pm2,306

Πίνακας 5B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Λουδία ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 5B. Mean \pm standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total solid residue measured in the water of the River Loudias during the period of 1999-00.

Παράμετρος	No, 48 Γέφυρα Λουδία
F ⁻ (mg/L)	0,373 \pm 0,288
Cl ⁻ (mg/L)	280,0\pm344,5
Br ⁻ (mg/L)	0,385 \pm 0,500
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,115 \pm 0,124
NO ₃ ⁻ (mg/L)	3,87 \pm 3,44
Αμμωνία (mg/L)	0,942\pm2,029
TP-PO ₄ (mg/L)	0,463 \pm 0,209
SO ₄ ⁼ (mg/L)	113 \pm 85
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	270 \pm 85
Στερεό Υπόλειμμα (g/L)	0,612\pm0,464

Πίνακας 5Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Λουδία ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 5C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of River Loudias during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	48 Λουδίας
SAR	10,64 \pm13,67
Σκληρότητα	424,1 \pm233,4
Al, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	70,20 \pm 51,36
Al, $\mu\text{g/L}$, ολικό	203,6 \pm167,9
Sb, $\mu\text{g/L}$	0,50 \pm 0,00
As, $\mu\text{g/L}$	1,57 \pm 0,61
Ca, mg/L	58,89 \pm 25,38
B, mg/L	0,47 \pm 0,37
Cd, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	0,75 \pm 0,51
Cd, $\mu\text{g/L}$, ολικό	0,83 \pm 0,62
K, mg/L	19,78 \pm22,05
Mn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	82,48 \pm 57,83
Mn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	121,5 \pm69,3
Mg, mg/L	67,21 \pm 39,02
Pb, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	1,55 \pm 1,32
Pb, $\mu\text{g/L}$, ολικό	2,60 \pm 2,25
Na, mg/L	507,8 \pm746,7
Ni, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	3,74 \pm 1,20
Ni, $\mu\text{g/L}$, ολικό	9,15 \pm 6,88
Se, $\mu\text{g/L}$	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	1,42 \pm 0,79
Fe, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	88,27 \pm 39,72
Fe, $\mu\text{g/L}$, ολικό	518,3 \pm299,9
Hg, $\mu\text{g/L}$	0,15 \pm 0,09
Cr, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	2,39 \pm 0,88
Cr, $\mu\text{g/L}$, ολικό	4,53 \pm 1,29
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00
Zn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	144,1 \pm219,3
Zn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	555,0 \pm627,5

Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων στα δείγματα του Λουδία παρουσιάζονται στον Πίνακα 5Δ. Όπως και στον Αξιό έτσι και στον Λουδία η καφεΐνη αποτέλεσε το κύριο οργανικό ρύπο των νερών και μάλιστα σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές του Αξιού. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις καφεΐνης παρατηρήθηκαν κατά τα τέλη Ιανουαρίου ενώ ακολούθησε μείωση των τιμών της κατά την διάρκεια της Άνοιξης. Η απόρριψη λυμάτων από παρακείμενες βιομηχανίες της περιοχής ίσως να αποτελεί την

πιθανότερη εξήγηση για την εμφάνιση υψηλών συγκεντρώσεων καφεΐνης στα νερά του ποταμού Λουδία.

Από πλευράς γεωργικών φαρμάκων, τα ζιζανιοκτόνα prometryne και molinate ανιχνεύθηκαν σε περισσότερα από τα μισά δείγματα νερού που συλλέχθηκαν. Το molinate εμφανίστηκε σε συγκεντρώσεις που ξεπέρασαν τα 2 µg/l σε δείγματα που συλλέχθηκαν τον Μάιο του 2000. Οι υψηλές αυτές συγκεντρώσεις οφείλονται στην εκτεταμένη χρήση του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στις ορυζοκαλλιέργειες της περιοχής. Ο ποταμός Λουδίας δέχεται τα στραγγιστικά νερά της Δυτικής πλευράς της λεκάνης του Αξιού όπου το ρύζι αποτελεί μία από τις σημαντικότερες καλλιέργειες. Παρόμοιες μετρήσεις που είχαν πραγματοποιηθεί στα νερά του Λουδία κατά την περίοδο 1997-98 (στα πλαίσια του προγράμματος INTERREG I & II) έδειξαν συγκεντρώσεις molinate που έφθαναν ακόμη και τα 4.8 µg/l κατά την περίοδο αιχμής το 1998.

Οι συγκεντρώσεις του ζιζανιοκτόνου prometryne (0.3 µg/l) παρουσίασε παρόμοια χρονική διακύμανση με αυξημένες τιμές το Μάιο του 2000, δηλαδή αμέσως μετά την εφαρμογή των ζιζανιοκτόνων την Ανοιξη. Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο εφαρμόζεται προφυτρωτικά για την καταπολέμηση ετησίων ζιζανίων σε καλλιέργειες βαμβακιού που καταλαμβάνουν την μεγαλύτερη έκταση του δυτικού τμήματος της λεκάνης του Αξιού. Το prometryne είχε ανιχνευθεί και πάλι στα νερά του Λουδία σε υψηλότερες όμως συγκεντρώσεις (0.2-1.4 µg/l) την περίοδο 1997-98.

Το ζιζανιοκτόνο metolachlor ανιχνεύθηκε σε μεγάλο αριθμό δειγμάτων αλλά οι συγκεντρώσεις του δεν ξεπέρασαν σε καμμία περίπτωση τα 0.035 µg/l. Επίσης, το ζιζανιοκτόνο atrazine ανιχνεύθηκε στα νερά του Λουδία μόνο σε δείγματα που συλλέχθηκαν τον Μάιο του 2000. Το τριαζινικό αυτό ζιζανιοκτόνο υπήρξε σημαντικός ρύπος των νερών του Λουδία την περίοδο 1997-98 καθώς ανιχνεύθηκε καθόλη την διάρκεια των δειγματοληψιών εκείνης της περιόδου. Τα ζιζανιοκτόνα metolachlor και atrazine εφαρμόζονται σε καλλιέργειες αραβοσίτου της περιοχής και έχουν αναφερθεί και στο παρελθόν ως συνήθεις ρυπαντές επιφανειακών νερών (Goolsby & Battaglin, 1993, Clark &

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=12)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
caffeine	8	67	0,225	2,718	0,779
prometryne	7	58	0,018	0,288	0,091
metolachlor	7	58	0,003	0,033	0,014
molinate	6	50	0,003	2,297	0,647
chlorpyrifos ethyl	4	33	0,006	0,057	0,021
pretilachlor	3	25	0,019	0,21	0,143
parathion methyl	3	25	0,053	0,3	0,153
atrazine	2	17	0,038	0,4	0,219
endosulfan I	1	8	0,014	0,014	0,014
alachlor	1	8	0,038	0,038	0,038

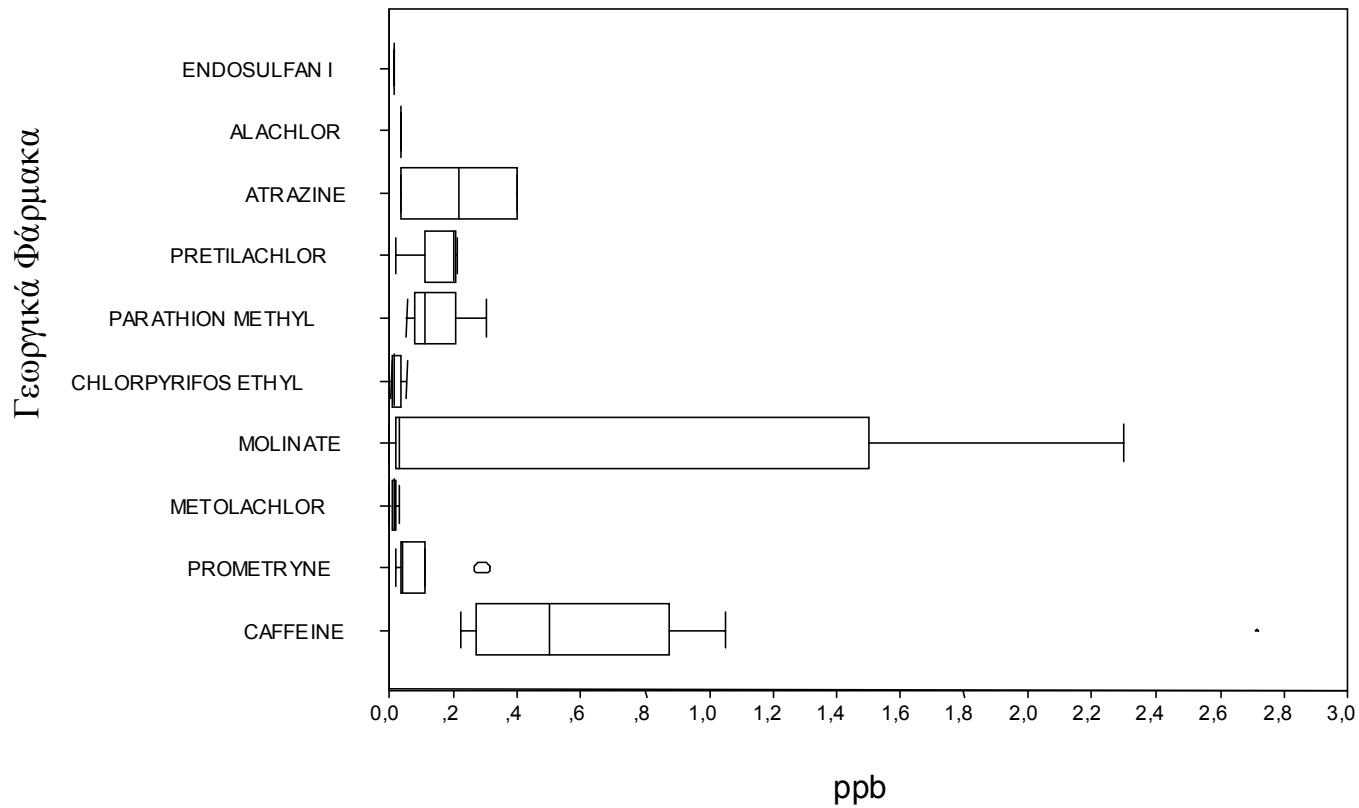
Goolsby, 2000).

Όπως και στον Αξιό, η καφεΐνη αποτέλεσε τον κύριο οργανικό ρύπο στα νερά του Λουδία κατά την φθινοπωρινή περίοδο. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων ήταν πολύ χαμηλές κατά την ίδια περίοδο. Η κατανομή των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων στον Λουδία την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 5α. Γενικότερα, ο Λουδίας παρουσιάζει το ίδιο ποιοτικά φορτίο οργανικών ρύπων σε σχέση με τον Αξιό. Αντίθετα, ο Λουδίας έχει υψηλότερο φορτίο οργανικών ρύπων σε σχέση με τους υπόλοιπους ποταμούς της Κεντρικής Μακεδονίας και ιδιαίτερα σε σύγκριση με τον Αξιό.

Πίνακας 5Α. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελάχιστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Λουδία κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 5D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Loudias river during 1999-2000.

Διάγραμμα 5β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Λουδία την περίοδο 1999-00
Figure 5b. Frequency distribution (Box-plots) of pesticide and caffeine concentrations monitored in the water of the River Loudias during 1999-2000.



3.2.3 Στρυμόνας

Η ποιότητα του νερού του Στρυμόνα είναι καλή προς μέτρια με υψηλές συγκεντρώσεις Αλουμινίου, σιδήρου και ψευδαργύρου, ειδικά στην εν αιωρήσει μορφή. Η ποιότητα του νερού είναι ελαφρώς καλύτερη στην Κερκίνη παρά στον Στρυμόνα πριν την είσοδό του στη λίμνη, προφανώς λόγω καθίζησης στον βυθό της λίμνης των φερτών υλικών. Ασφαλώς το νερό του ποταμού είναι ακατάλληλο για άρδευση από το ύψος της γέφυρας της Παλιάς εθνικής οδού Θεσ/νίκης-Καβάλας μέχρι το δέλτα λόγω της εισχωρήσεως θαλασσινού νερού.

Πίνακας 6Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Στρυμόνα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 6A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the River Strymon during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 39 Φράγμα Κερκίνης- Λιθότοπος	No, 40 Γέφυρα Κερκίνης	No, 41 Παλιά Γέφυρα Εθνικής
pH	8,6 \pm 0,4	8,5 \pm 0,2	8,3 \pm 0,4
Tem, 0°C	15,6 \pm 8,5	10,8 \pm 5,2	16,0 \pm 8,3
DO (mg/L)	9,5 \pm 3,1	9,7 \pm 1,5	8,5 \pm 2,3
Saturation %	93,0 \pm 25,5	85,2 \pm 11,6	84,1 \pm 20,2
BOD ₅ (mg/L)	5,4 \pm 1,8	4,6 \pm1,1	4,3 \pm 0,9
Redox, mV	363 \pm 36	379 \pm 33	367 \pm 51
TDS (mg/L)	178 \pm 27	221 \pm 35	420 \pm 267
Cond, (μ S/cm)	321 \pm 55	384 \pm 70	1483 \pm1606
Salinity ‰	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000	0,580 \pm0,888

Πίνακας 6Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Στρυμόνα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 6B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total solid residue measured in the water of the River Strymon during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 39 Φράγμα Κερκίνης- Λιθότοπος	No, 40 Πριν την Κερκίνη	No, 41 Παλιά Γέφυρα Εθνικής
F ⁻ (mg/L)	0,285 \pm 0,170	0,273 \pm 0,145	0,371 \pm 0,375
Cl ⁻ (mg/L)	8,9 \pm 1,3	9,5 \pm 2,1	201,9 \pm363,9
Br ⁻ (mg/L)	0,072 \pm 0,122	0,099 \pm 0,114	0,285 \pm 0,431
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,027 \pm 0,023	0,048 \pm 0,023	0,075 \pm 0,050
NO ₃ ⁻ (mg/L)	2,62 \pm 2,91	5,39 \pm1,11	3,79 \pm 2,18
Αμμωνία (mg/L)	0,096 \pm 0,105	0,069 \pm 0,068	0,083 \pm 0,088
TP-PO ₄ (mg/L)	0,189 \pm 0,136	0,202 \pm0,160	0,210 \pm 0,156
SO ₄ ⁼ (mg/L)	36 \pm 9	62 \pm 65	102 \pm79
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	124 \pm 30	141 \pm 38	169 \pm 20
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,261 \pm 0,032	0,347 \pm 0,142	0,764 \pm0,800

Πίνακας 6Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Στρυμόνας ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 6C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of River Strymon during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	39 Κερκίνη (Λιθότοπος)	40 Στρυμόνας στη Γέφυρα Κερκίνης	41 Στρυμόνας Παλιά γέφυρα Καβ/Θεσσαλονίκης
SAR	0,65 \pm 0,28	0,45 \pm 0,42	3,66 \pm3,95
Σκληρότητα	115,9 \pm 51	141,3 \pm 37,6	243,2 \pm104,8
Al, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	46,25 \pm 31,65	53,03 \pm 29,80	52,46 \pm 23,02
Al, $\mu\text{g/L}$, ολικό	198,7 \pm191,7	304,2 \pm154,9	287,9 \pm184,3
Sb, $\mu\text{g/L}$	0,68 \pm 0,28	0,52 \pm 0,04	0,58 \pm 0,14
As, $\mu\text{g/L}$	1,67 \pm 0,88	1,88 \pm 1,18	2,13 \pm 1,16
Ca, mg/L	24,00 \pm 12,82	42,43 \pm 10,82	39,50 \pm 11,03
B, mg/L	0,14 \pm 0,14	0,12 \pm 0,10	0,29 \pm 0,13
Cd, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 0,00
Cd, $\mu\text{g/L}$, ολικό	0,67 \pm 0,36	0,55 \pm 0,12	1,01 \pm 1,03
K, mg/L	7,18 \pm 4,78	5,00 \pm 2,09	6,75 \pm 2,67
Mn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	14,12 \pm 9,11	13,25 \pm 9,48	24,72 \pm 18,28
Mn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	80,89 \pm58,46	55,72 \pm48,91	83,13 \pm53,14
Mg, mg/L	14,67 \pm 6,86	19,07 \pm 6,98	39,27 \pm 28,66
Pb, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	1,85 \pm 1,93	1,67 \pm 0,74	1,64 \pm 1,23
Pb, $\mu\text{g/L}$, ολικό	2,51 \pm 2,12	2,11 \pm 0,43	2,87 \pm 1,97
Na, mg/L	15,66 \pm 4,53	15,92 \pm 3,73	159,4 \pm195,62
Ni, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	3,14 \pm 1,59	3,56 \pm 2,14	3,23 \pm 2,59
Ni, $\mu\text{g/L}$, ολικό	4,89 \pm 2,00	5,92 \pm 2,43	6,08 \pm 3,81
Se, $\mu\text{g/L}$	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	3,12 \pm 3,44	2,35 \pm 1,94	1,91 \pm 1,56
Fe, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	83,54 \pm 84,61	62,62 \pm 29,48	59,43 \pm 15,32
Fe, $\mu\text{g/L}$, ολικό	634,6 \pm395,2	655,5 \pm464,5	603,1 \pm226,7
Hg, $\mu\text{g/L}$	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,11 \pm 0,02
Cr, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	2,09 \pm 0,27	2,52 \pm 0,87	2,47 \pm 1,00
Cr, $\mu\text{g/L}$, ολικό	2,93 \pm 1,02	3,35 \pm 1,70	3,83 \pm 1,65
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Zn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	81,52 \pm 82,66	96,40 \pm 61,99	124,4 \pm 129,2
Zn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	631,8 \pm579,6	801,2 \pm603,7	717,6 \pm844,8

Πίνακας 6Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Στρυμόνα κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 6D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Strymon river during 1999-2000.

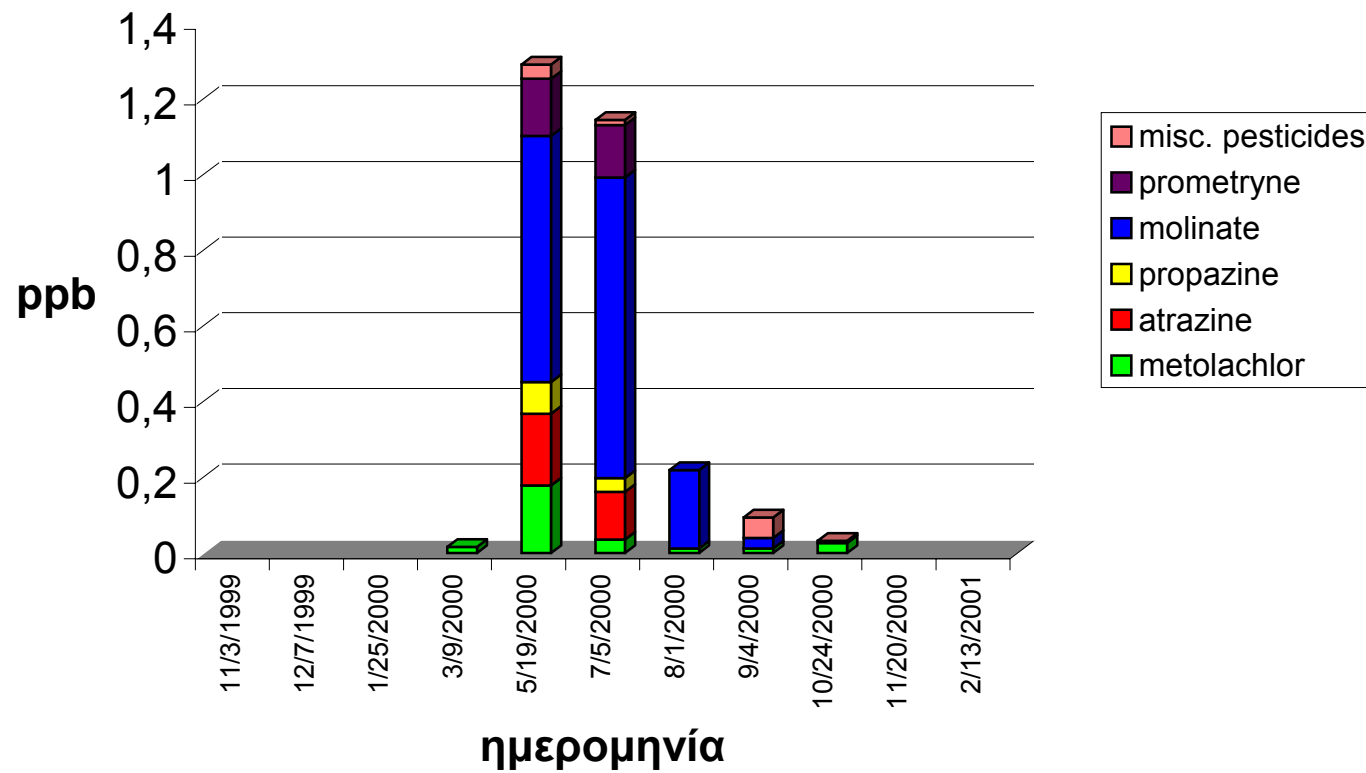
	<i>Αριθμός ανιχνεύσεων</i>	<i>% ποσοστό (n=33)</i>	<i>Ελάχιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέγιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέση συγκέντρωση</i>
caffeine	21	64	0,061	1,523	0,607
metolachlor	9	27	0,012	0,179	0,037
molinate	4	12	0,028	0,795	0,42
alachlor	3	9	0,025	0,038	0,031
atrazine	2	6	0,126	0,189	0,158
propazine	2	6	0,036	0,084	0,06
prometryne	2	6	0,139	0,151	0,145
malathion	1	3	0,054	0,054	0,054
chlorpyrifos ethyl	1	3	0,006	0,006	0,006
endosulfan I	1	3	0,013	0,013	0,013

Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων στα νερά του Στρυμόνα παρουσιάζονται στον Πίνακα 6Δ. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων στα νερά του Στρυμόνα την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 6α. Η κατανομή των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων στον Στρυμόνα την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 6β. Η καφεΐνη ανιχνεύθηκε και στα νερά του Στρυμόνα σε υψηλές συγκεντρώσεις ιδιαίτερα κατά την Φθινοπωρινή περίοδο. Τα αποτελέσματα αυτά είναι σε πλήρη συμφωνία με τα αποτελέσματα αναλύσεων στους υπολοίπους ποταμούς που μελετήθηκαν κατά την διάρκεια αυτού του ερευνητικού προγράμματος. Τα γεωργικά φάρμακα αποτέλεσαν τους κύριους οργανικούς ρύπους των νερών του Στρυμόνα κατά την περίοδο της Άνοιξης. Τα ζιζανιοκτόνα του αραβοσίτου metolachlor, alachlor και atrazine ανιχνεύθηκαν στα νερά του Στρυμόνα. Ιδιαίτερα το metolachlor μετρήθηκε σε αυξημένες συγκεντρώσεις σε δείγματα που συλλέχθηκαν από την περιοχή της Παλιάς Γέφυρας Καβάλας-Θες/νίκης το Μάιο του 2000. Το εύρος των συγκεντρώσεων των παραπάνω ζιζανιοκτόνων στα νερά του Στρυμόνα συμφωνεί με δεδομένα από άλλους ποταμούς της Ευρώπης (Legrand et al, 1990) και της Αμερικής (Thurman et al., 1991).

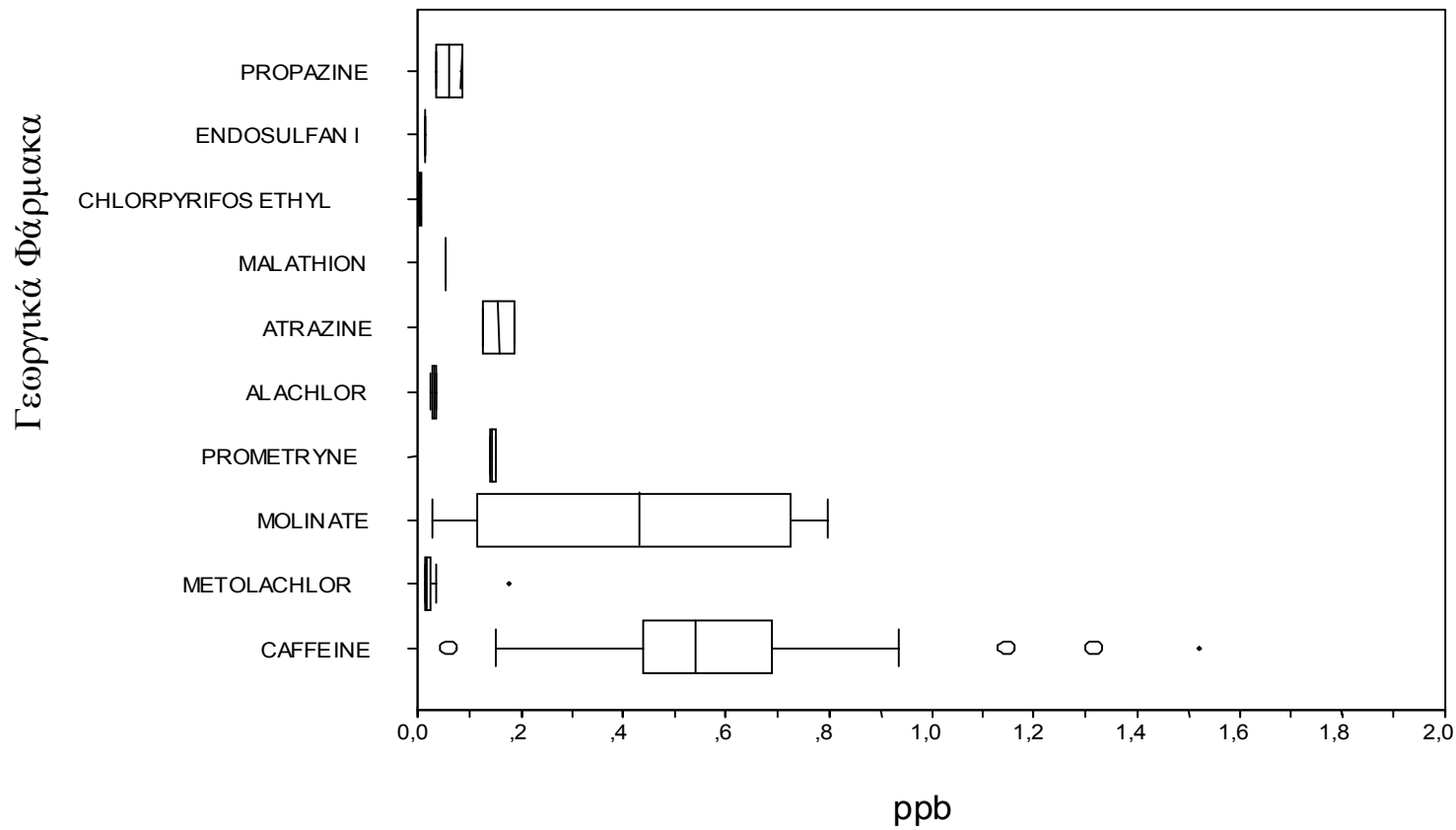
Το molinate ανιχνεύθηκε σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις στα νερά του Στρυμόνα και ιδιαίτερα σε δείγματα που συλλέχθηκαν από την περιοχή της Παλιάς Γέφυρας Καβάλας-Θες/νίκης το Μάιο του 2000. Αυτό αναμενόταν διότι η ορυζοκαλλιέργεια, όπου και το molinate χρησιμοποιείται, αποτελεί την κύρια καλλιέργεια της περιοχής. Παρόμοιες συγκεντρώσεις molinate έχουν αναφερθεί στον ποταμό Ebro στην Ισπανία (0,001-0.568 µg/l) και στον ποταμό Po στην Βόρεια Ιταλία (0,003-1,750 µg/l) όπου το ρύζι αποτελεί την κύρια καλλιέργεια των περιοχών που διασχίζουν τα παραπάνω ποτάμια (Readman et al, 1993).

Από τα υπόλοιπα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν στα νερά του Στρυμόνα, το ζιζανιοκτόνο prometryne παρουσιάστηκε σε αυξημένες συγκεντρώσεις κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου πιθανότερα λόγω της εκτεταμένης χρήσης του σε βαμβακοκαλλιέργειες της περιοχής.

Διάγραμμα 6α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Στρυμόνα (1999-00)
Figure 6a. Temporal distribution of pesticides found in the water of the River Strymon during the monitoring period of 1999-2000



Διάγραμμα 6β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Στρυμόνα την περίοδο 1999-00
Figure 6b. Frequency distribution (Box-plots) of pesticide and caffeine concentrations monitored in the water of the River Strymon during 1999-2000.



3.3. Ποιότητα υδάτων ποταμών Δυτικής Μακεδονίας

3.3.1 Αλιάκμονας

Όσον αφορά το ανόργανο φορτίο ρύπων η ποιότητα των νερών του Αλιάκμονα είναι μέτρια και κατά περιοχές κατά την πορεία του προς το δέλτα η ποιότητα υποβιβάζεται περαιτέρω. Χαρακτηριστικές είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου και ψευδαργύρου όπως και αλουμινίου σε ορισμένα σημεία δειγματοληψίας. Η υψηλή συγκέντρωση μολύβδου που βρέθηκε στη γέφυρα της Νεάπολης όπως και στη γέφυρα μετά την εκβολή της Τάφρου 66 είναι ανησυχητική. Υψηλή συγκέντρωση μολύβδου βρέθηκε και στον Βενέτη. Χαρακτηριστικές όμως είναι και οι σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις ολικών φωσφορικών. Όμως και η ποιότητα του νερού της τάφρου 66 δεν είναι δραματικά χειρότερη από εκείνη του Αλιάκμονα με σημαντικά υψηλότερες συγκεντρώσεις σε φωσφορικά, μαγγάνιο και μαγνήσιο αλλά χαμηλότερη συγκέντρωση σιδήρου.

Πίνακας 7Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Αλιάκμονα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 7A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the River Aliakmon during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 21 Γέφυρα Μανιάκοι	No, 22 Γέφυρα Νεάπολης	No, 23 Βενέτικος μετά τα Γρεβενά	No, 24 Γέφυρα στα Σέρβια, λίμνη Πολυφήτου	No, 25 Τάφρος 66	No, 26 Γέφυρα Εθνικής οδού
pH	8,0 \pm 0,2	8,4 \pm 0,2	8,6 \pm 0,2	8,5 \pm 0,4	8,1 \pm 0,3	8,3 \pm 0,3
Tem, °C	11,5 \pm 4,5	13,2 \pm 6,7	13,6 \pm 8,2	19,1 \pm 6,94	16,6 \pm 6,4	17,1 \pm 6,4
DO (mg/L)	8,2 \pm 1,2	8,4 \pm 1,8	9,2 \pm 2,0	9,1 \pm 1,5	8,0 \pm 3,1	8,8 \pm 1,8
Saturation %	80,0 \pm 8,5	83,4 \pm 12,0	90,7 \pm 12,2	100,9 \pm 24,2	79,4 \pm 29,4	89,6 \pm 16,0
BOD ₅ (mg/L)	2,8 \pm 1,3	3,5 \pm 1,0	3,0 \pm 0,9	3,3 \pm 1,1	4,3\pm1,7	3,8\pm1
Redox, mV	385 \pm 52	373 \pm 43	367 \pm 38	360 \pm 53	361 \pm 43	364 \pm 39
TDS (mg/L)	206 \pm 23	237 \pm 22	209 \pm 10	201 \pm 21	281 \pm 36	260 \pm 19
Cond, (μS/cm)	339 \pm 40	406 \pm 53	360 \pm 56	369 \pm 44	504 \pm 79	464 \pm 47
Salinity ‰	0,00 \pm 0,00	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,00	0,000 \pm 0,000	0,008 \pm 0,03	0,000 \pm 0,00

Πίνακας 7Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Αλιάκμονα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 7B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total solid residue measured in the water of the River Aliakmon during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 21 Γέφυρα Μανιάκοι	No, 22 Γέφυρα Νεάπολης	No, 23 Βενέτικος μετά τα Γρεβενά	No, 24 Γέφυρα στα Σέρβια, λίμνη Πολυφήτου	No, 25 Τάφρος 66	No, 26 Γέφυρα Εθνικής οδού
F ⁻ (mg/L)	0,120 \pm 0,097	0,120 \pm 0,061	0,061 \pm 0,036	0,126 \pm 0,116	0,128 \pm 0,106	0,107 \pm 0,070
Cl ⁻ (mg/L)	6,6 \pm 1,9	7,9 \pm 2,0	5,4 \pm 1,8	5,4 \pm 2,1	8,16 \pm 2,8	7,5 \pm 1,9
Br ⁻ (mg/L)	0,093 \pm 0,142	0,052 \pm 0,100	0,322 \pm 0,831	0,197 \pm 0,187	0,079 \pm 0,192	0,098 \pm 0,164
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,037 \pm 0,043	0,167 \pm 0,328	0,016 \pm 0,020	0,034 \pm 0,029	0,230 \pm 0,232	0,126 \pm 0,091
NO ₃ ⁻ (mg/L)	7,01\pm1,64	7,25\pm2,03	1,67 \pm 0,77	1,89 \pm 1,44	6,31\pm3,71	5,54\pm2,24
Αμμωνία (mg/L)	0,148\pm0,273	0,068 \pm 0,145	0,075 \pm 0,132	0,061 \pm 0,090	0,083 \pm 0,109	0,057 \pm 0,096
TP-PO ₄ (mg/L)	0,052 \pm 0,028	0,129 \pm 0,103	0,063 \pm 0,047	0,110 \pm 0,260	0,240 \pm 0,122	0,122 \pm 0,049
SO ₄ ⁼ (mg/L)	19 \pm 6	27 \pm 7	15 \pm 3	23 \pm 4	29 \pm 8	28 \pm 7

Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	181±34	202±25	200±12	198±51	254±31	229±17
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,269±0,040	0,297±0,043	0,227±0,074	0,224±0,079	0,360±0,032	0,258±0,102

Πίνακας 7Γ. Μέση τιμή ± τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Αλιάκμονα ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 7C. Mean±standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of River Aliakmon during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	21 Γέφυρα Μανιάκοι	22 Γέφυρα Νεάπολης	23 Βενέτης	24 Γέφυρα στα Σέρβια λίμνη Πολυφύτου	25 Πρίν την Εκβολή Τάφρου 66	26 Γέφυρα Εθνικής Οδού
SAR	0,16 ±0,06	0,23 ±0,09	0,17 ±0,06	0,18 ±0,07	0,29 ±0,18	0,23 ±0,1
Σκληρότητα	156 ±26	175 ±36	210 ±29,8	206 ±43,5	235 ±38	230 ±66
Al, µg/L, διαλυτό	57,8 ±61,4	72,9 ±80,7	60,9 ±96,1	70,5 ±105	56,3 ±66,5	54,5 ±49,0
Al, µg/L, ολικό	140 ±110	233 ±217	253 ±221	149 ±155	178 ±142	236 ±169
Sb, µg/L	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,1	0,5 ±0,0	0,5 ±0,2	0,5 ±0,0
As, µg/L	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,7 ±0,2	0,7 ±0,4	0,7 ±0,3
Ca, mg/L	36,4 ±11,8	41,4 ±17,0	22,1 ±12,1	27,9 ±14,0	40,9 ±15,6	37,6 ±15,8
B, mg/L	0,1 ±0,1	0,1 ±0,1	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,2 ±0,1	0,1 ±0,1
Cd, µg/L, διαλυτό	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0
Cd, µg/L, ολικό	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,6 ±0,4	0,6 ±0,2	0,5 ±0,1
K, mg/L	2,9 2,2	3,6 ±1,8	2,4 ±1,4	2,7 ±1,4	4,4 ±1,6	3,5 ±1,4
Mn, µg/L, διαλυτό	9,5 ±5,3	10,6 ±4,5	5,4 ±2,6	3,1 ±1,6	28,4 ±38,9	10,3 ±6,9
Mn, µg/L, ολικό	14,8 ±7,8	23,3 ±10,2	21,2 ±21,6	14,1 ±14,8	65,4 ±86,4	22,2 ±7,9
Mg, mg/L	15,6 ±3,3	20,4 ±4,7	38,7 ±8,9	34,1 ±8,0	30,7 ±10,8	33,5 ±11,8
Pb, µg/L, διαλυτό	1,3 ±0,8	2,3 ±3,9	1,7 ±1,6	1,1 ±0,2	2,4 ±4,5	1,1 ±0,5
Pb, µg/L, ολικό	3,5 ±2,5	4,2 ±4,3	4,6 ±3,5	2,6 ±1,5	3,7 ±4,4	2,5 ±2,1
Na, mg/L	4,3 ±1,4	7,8 ±2,4	5,7 ±1,8	6,2 ±2,0	10,1 ±4,8	7,6 ±2,4
Ni, µg/L, διαλυτό	2,3 ±0,4	3,4 ±1,3	4,6 ±1,9	4,0 ±1,7	4,7 ±3,9	3,9 ±1,6
Ni, µg/L, ολικό	5,3 ±3,2	7,3 ±2,9	9,8 ±5,1	5,8 ±2,3	7,5 ±5,7	5,9 ±1,8
Se, µg/L	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0
Si, mg/L	4,0 1,8	3,1 ±1,6	8,0 ±2,3	1,6 ±1,0	6,6 ±3,4	6,6 ±6,2
Fe, µg/L, διαλυτό	71,5 ±61,7	97,6 ±66,1	64,6 ±31,1	36,7 ±23,4	79,2 ±50,3	56,9 ±47,0
Fe, µg/L, ολικό	459 ±517	667 ±277	455 ±207	200 ±76,7	276 ±132	333 ±138
Hg, µg/L	0,1 ±0,1	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0
Cr, µg/L, διαλυτό	2,0 ±0,7	2,8 ±2,3	2,5 ±1,3	2,4 ±0,9	3,8 ±3,2	3,2 ±2,3
Cr, µg/L, ολικό	3,8 ±1,4	5,8 ±3,7	6,3 ±3,8	3,5 ±1,4	5,0 ±3,5	5,3 ±4,0

Cu, mg/L	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0
Zn, mg/L, διαλυτό	85,2 ±93,9	79,7 ±86,8	46,7 ±31,7	83,2 ±96,0	117 ±116	93,4 ±90,9
Zn, mg/L, ολικό	720 ±757	692 ±718	747 ±806	618 ±636	613 ±621	447 ±511,7

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του οργανικού φορτίου του Αλιάκμονα παρουσιάζονται στον Πίνακα 7Δ. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων στα νερά του Αλιάκμονα την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 7α. Η κατανομή των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων στον Αλιάκμονα την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 7β. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 7B ο κύριος ρύπος στα νερά του ποταμού Αλιάκμονα είναι η καφεΐνη που ανιχνεύθηκε σχεδόν στο 90% των δειγμάτων. Η απόρριψη αστικών αποβλήτων από παρακείμενες αστικές περιοχές είναι ο πιθανότερος λόγος για την ανίχνευση καφεΐνης στα νερά του Αλιάκμονα.

Τα χλωροακεταμιδικά ζιζανιοκτόνα alachlor, metolachlor ήταν τα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν με μεγαλύτερη συχνότητα στα νερά του Αλιάκμονα αν και οι συγκεντρώσεις τους κυμάνθηκαν σε χαμηλά επίπεδα (0,001-0,08 µg/l). Υπολείμματα εντομοκτόνων όπως chlorpyrifos ethyl, parathion methyl, diazinon και methidathion ανιχνεύθηκαν σε μεμονωμένα δείγματα σε συγκεντρώσεις που κυμάνθηκαν από 0,018-0,16 µg/l. Τα παραπάνω εντομοκτόνα εφαρμόζονται στο φύλλωμα την Ανοιξη για την καταπολέμηση επιβλαβών εντόμων σε δενδρώδεις καλλιέργειες.

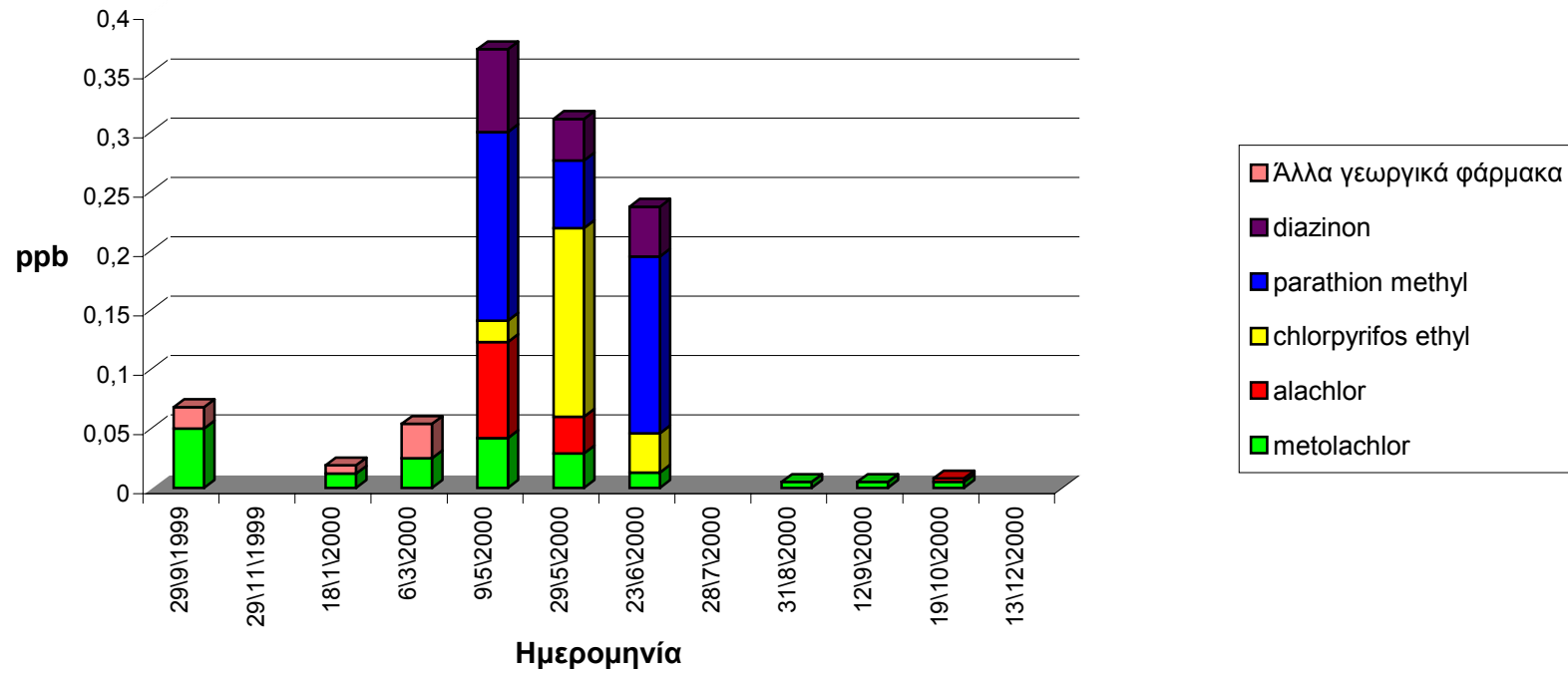
Οι συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων στα νερά του Αλιάκμονα ήταν αυξημένες κατά την καλλιεργητική περίοδο (Απρίλιο-Ιούνιο) αμέσως μετά την εφαρμογή τους τον Μάρτιο. Παρόμοια εποχική διακύμανση των γεωργικών φαρμάκων έχει αναφερθεί και στους ποταμούς Λούρο (Albanis & Hela, 1998) και Καλαμά (Albanis et al, 1986) στην Ηπειρο.

Πίνακας 7Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Αλιάκμονα κατά την περίοδο 1999-2000.

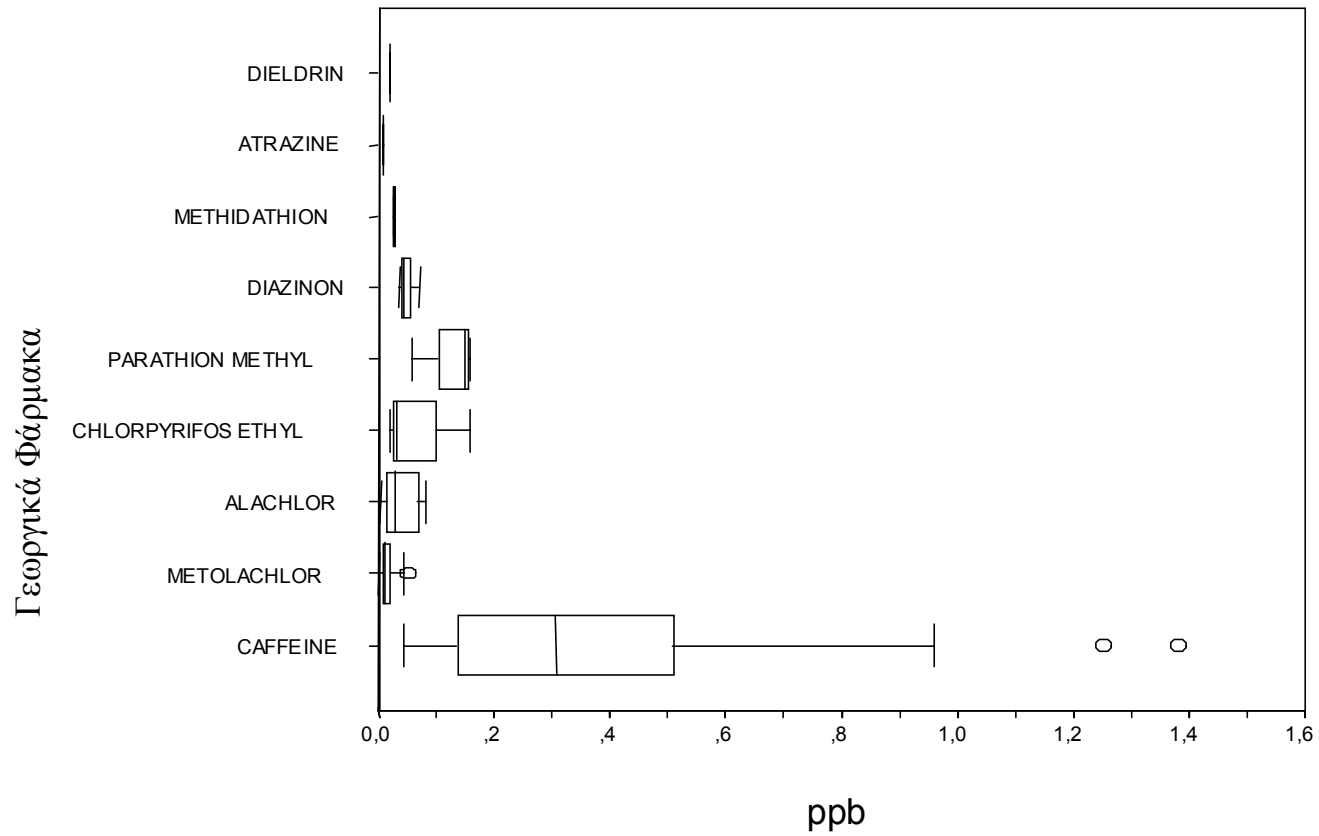
Table 7D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Aliakmon river during 1999-2000.

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=48)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
caffeine	53	88	0,043	1,38	0,376
metolachlor	30	50	0,001	0,05	0,014
alachlor	6	10	0,003	0,081	0,037
chlorpyrifos ethyl	5	8	0,018	0,159	0,067
parathion methyl	3	5	0,057	0,159	0,122
diazinon	3	5	0,035	0,07	0,049
methidathion	2	3	0,025	0,029	0,027
atrazine	1	2	0,007	0,007	0,007
dieldrin	1	2	0,018	0,018	0,018

Διάγραμμα 7α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Αλιάκμονα (1999-00)
Figure 7a. Temporal distribution of pesticides found in the water of the River Aliakmon during the monitoring period of 1999-2000.



Διάγραμμα 7β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Αλιάκμονα την περίοδο 1999-00
Figure 7b. Frequency distribution (Box-plots) of pesticide and caffeine concentrations monitored in the water of the River Aliakmon during 1999-2000.



3.3.2. Πηνεϊός

Η ποιότητα του νερού του Πηνεϊού είναι μέτρια λόγω των υψηλών συγκεντρώσεων μετάλλων (σιδήρου, ψευδαργύρου, μαγγανίου και Αλουμινίου). Παρόλο ότι ο ποταμός διασχίζει μία από τις σημαντικότερες αγροτικές περιοχές της χώρας όπως είναι ο Θεσσαλικός κάμπος οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων (νιτρικών και φωσφορικών) είναι σχετικά χαμηλές.

Πίνακας 8Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων του νερού του Πηνεϊού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 8A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the River Pinios during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No,27 Λάρισα	No, 28 Μεταξύ Λάρισσας - Τρικάλων	No, 29 Μεγ. Καλύβια	No, 30 Τέμπη
pH	8,2 \pm 0,2	8,3 \pm 0,2	7,9 \pm 0,4	7,9 \pm 0,5
Tem, °C	16,9 \pm 7,9	16,9 \pm 7,9	14,7 \pm 6,7	15,0 \pm 5,6
DO (mg/L)	7,7 \pm 2,8	8,5 \pm 2,1	8,6 \pm 5,9	8,14 \pm 1,7
Saturation %	76,7 \pm 23,8	87,6 \pm 26,4	76,7 \pm 50,3	79,7 \pm 11,3
BOD ₅ (mg/L)	4,6\pm2,2	4,0\pm1,7	4,3\pm0,9	4,3\pm2,1
Redox, mV	383 \pm 37	377 \pm 43	358 \pm 66	384 \pm 30
TDS (mg/L)	266 \pm 49	270 \pm 24	280 \pm 28	291 \pm 39
Cond, (μS/cm)	479 \pm 117	483 \pm 76	481 \pm 74	495 \pm 67
Salinity ‰	0,009 \pm 0,030	0,000 \pm 0,000	0,009 \pm 0,030	0,025 \pm 0,045

Πίνακας 8Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό του Πηνεϊού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 8B. Mean \pm standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total solid residue measured in the water of the River Pinios during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No,27 Λάρισα	No, 28 Μεταξύ Λάρισσας - Τρικάλων	No, 29 Μεγ. Καλύβια	No, 30 Τέμπη
F ⁻ (mg/L)	0,128 \pm 0,115	0,103 \pm 0,067	0,100 \pm 0,113	0,138 \pm 0,118
Cl ⁻ (mg/L)	10,5 \pm 5,6	9,3 \pm 2,9	8,1 \pm 3,0	12,8 \pm 5,9
Br ⁻ (mg/L)	0,146 \pm 0,140	0,218 \pm 0,255	0,161 \pm 0,208	0,240 \pm 0,253
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,071 \pm 0,048	0,105 \pm 0,080	0,184 \pm 0,167	0,112 \pm 0,096
NO ₃ ⁻ (mg/L)	7,01 \pm 4,46	6,60 \pm 3,76	9,97\pm2,53	5,82 \pm 3,45
Αμμωνία(mg/L)	0,042 \pm 0,030	0,174\pm0,220	0,147\pm0,265	0,056 \pm 0,056
TP-PO ₄ (mg/L)	0,153 \pm 0,080	0,192 \pm 0,110	0,327\pm0,289	0,194 \pm 0,176
SO ₄ ⁼ (mg/L)	35 \pm 31	50 \pm 68	22 \pm 3	18 \pm 10
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	185 \pm 79	253 \pm 45	246 \pm 21	255 \pm 53
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,331\pm0,065	0,354\pm0,026	0,353\pm0,024	0,331\pm0,033

Πίνακας 8Γ. Μέση τιμή ± τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό του Πηνειού ποταμού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 8C. Mean±standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of River Pinios during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	27 Μεγάλα Καλύβια	28 Μεταξύ Λάρισας Και Τρικάλων	29 Λάρισα	30 Τέμπη
SAR	0,43 ±0,53	0,32 ±0,12	0,26 ±0,15	0,33 ±0,16
Σκληρότητα	186,8 ±66	252 ±45	253 ±15,8	244 ±24,9
Al, µg/L, διαλυτό	67,80 ±73,84	61,25 ±39,02	67,73 ±64,67	83,98 ±91,92
Al, µg/L, ολικό	269,8 ±184,4	318,8 ±186,2	168,2 ±143,4	312,6 ±219,4
Sb, µg/L	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00	0,55 ±0,16	0,62 ±0,38
As, µg/L	0,70 ±0,50	0,51 ±0,03	0,53 0,07	1,06 ±1,01
Ca, mg/L	40,16 ±13,35	42,50 ±11,58	41,27 ±11,43	50,93 ±7,20
B, mg/L	0,10 ±0,07	0,11 ±0,07	0,10 ±0,04	0,20 ±0,09
Cd, µg/L, διαλυτό	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00
Cd, µg/L, ολικό	0,62 ±0,38	0,77 ±0,30	0,55 ±0,16	0,50 ±0,00
K, mg/L	4,07 ±1,85	4,31 2,09	4,71 ±2,30	3,56 ±1,98
Mn, µg/L, διαλυτό	32,00 ±30,92	18,74 ±9,38	93,69 ±64,89	12,39 ±7,03
Mn, µg/L, ολικό	74,61 ±56,80	72,90 ±37,52	158,5 ±167,3	36,40 ±10,05
Mg, mg/L	32,03 ±8,91	31,80 7,55	35,98 ±8,59	30,00 ±6,44
Pb, µg/L, διαλυτό	2,69 ±3,97	1,15 0,32	1,12 ±0,32	2,84 ±3,75
Pb, µg/L, ολικό	4,06 ±4,12	1,59 ±0,43	1,98 ±1,83	4,61 ±4,42
Na, mg/L	15,70 ±17,50	11,31 ±3,57	8,65 ±3,09	12,81 ±6,97
Ni, µg/L, διαλυτό	4,12 ±1,63	3,81 ±2,19	3,64 ±1,70	4,00 ±2,29
Ni, µg/L, ολικό	9,53 ±5,37	9,51 ±3,21	5,87 ±2,67	7,48 ±3,96
Se, µg/L	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00
Si, mg/L	7,81 ±3,47	7,32 ±3,39	10,77 ±10,35	6,70 ±5,35
Fe, µg/L, διαλυτό	66,88 ±36,44	95,85 ±76,39	102,77 ±54,97	57,00 ±47,47
Fe, µg/L, ολικό	731,65 ±475,75	906,86 ±411,2	338,53 ±165,76	420,49 ±139,14
Hg, µg/L	0,10 ±0,00	0,13 ±0,09	0,15 ±0,12	0,12 ±0,06
Cr, µg/L, διαλυτό	2,44 ±1,08	2,94 ±1,54	2,70 ±0,99	2,43 ±1,35
Cr, µg/L, ολικό	5,52 ±3,88	6,41 ±2,54	4,40 ±1,33	4,16 ±2,71
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,12 ±0,06
Zn, µg/L, διαλυτό	90,68 ±68,69	78,06 ±72,76	86,73 ±90,19	97,03 ±98,12
Zn, µg/L, ολικό	549,7 ±476,8	526,7 ±447,	617,4 ±543,3	548,4 ±459,1

Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων στα δείγματα του Πηνειού παρουσιάζονται στον Πίνακα 8Δ. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων στα νερά του Πηνειού την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 8α. Η κατανομή των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων στον Πηνειό την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζεται στο Διάγραμμα 8β. Η καφεΐνη αποτέλεσε τον κύριο οργανικό ρύπο και του ποταμού Πηνειού. Οι

υψηλότερες συγκεντρώσεις καφεΐνης παρατηρήθηκαν την περίοδο Οκτωβρίου-Νοεμβρίου και ειδικότερα σε δείγματα που συλλέχθηκαν από την περιοχή μεταξύ Λάρισας και Τρικάλων όπου ανιχνεύθηκαν συγκεντρώσεις >1 µg/l.

Το ζιζανιοκτόνο prometryne αποτέλεσε ίσως το κυριότερο ρύπο των νερών του Πηνειού από πλευράς γεωργικών φαρμάκων αφού ανιχνεύθηκε στο 42% των δειγμάτων σε συγκεντρώσεις που κυμάνθηκαν από 0.003- 0.6 µg/l. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις prometryne καταγράφηκαν στην περιοχή των Τεμπών την περίοδο Μαΐου – Ιουνίου δηλαδή αμέσως μετά την εφαρμογή του την Άνοιξη. Η υψηλή συχνότητα ανίχνευσης του prometryne στα νερά του Πηνειού οφείλεται στην εκτεταμένη χρήση του στις βαμβακοκαλλιέργειες τις περιοχής που αποτελούν μια από τις βασικές καλλιέργειες της κοιλάδας των Τεμπών. Παρόμοια αποτελέσματα αναφέρθηκαν από τους Thurman et al (2000) που βρήκαν ότι το ζιζανιοκτόνο prometryne αποτέλεσε έναν από τους κύριους ρυπαντές επιφανειακών νερών σε περιοχή όπου το βαμβάκι αποτελούσε την κύρια καλλιέργεια.

Τα επίσης ζιζανιοκτόνα metolachlor, alachlor και atrazine ανιχνεύθηκαν στα νερά του Πηνειού σε συγκεντρώσεις που έχουν αναφερθεί και σε άλλα επιφανειακά νερά της Ευρώπης (Readman et al, 1993) και της Αμερικής (Tronczynski et al, 1993). Οι υψηλότερες συγκριτικά συγκεντρώσεις των alachlor, metolachlor ανιχνεύθηκαν στην περιοχή των Τεμπών κατά τον Μάιο του 2000. Τα παραπάνω ζιζανιοκτόνα χρησιμοποιούνται ως προφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα σε καλλιέργειες αραβοσίτου της περιοχής και σποραδικά και σε καλλιέργειες βαμβακιού. Τα υπόλοιπα φάρμακα που ανιχνεύθηκαν παρουσιάστηκαν σε χαμηλές συγκεντρώσεις, με εξαίρεση το captafol που ανιχνεύθηκε σε συγκέντρωση 0.383 µg/l τον Ιανουάριο του 2000 σε ένα μόνο δείγμα. Η μεμονωμένη ανίχνευση του παραπάνω φαρμάκου ίσως να οφείλεται σε σημειακή πηγή ρύπανσης ή σε μεμονωμένη χρήση του για την αντιμετώπιση έκτακτων μυκητολογικών προσβολών.

Όπως αναμενόταν η συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων στα νερά του Πηνειού ήταν ιδιαίτερα αυξημένη κατά την περίοδο αμέσως μετά την εφαρμογή τους την Άνοιξη (11/5-3/7/00). Τα αποτελέσματα αυτά συμπίπτουν με τα αποτελέσματα των μετρήσεων στους υπολοίπους ποταμούς που μελετήθηκαν στο παρόν ερευνητικό πρόγραμμα

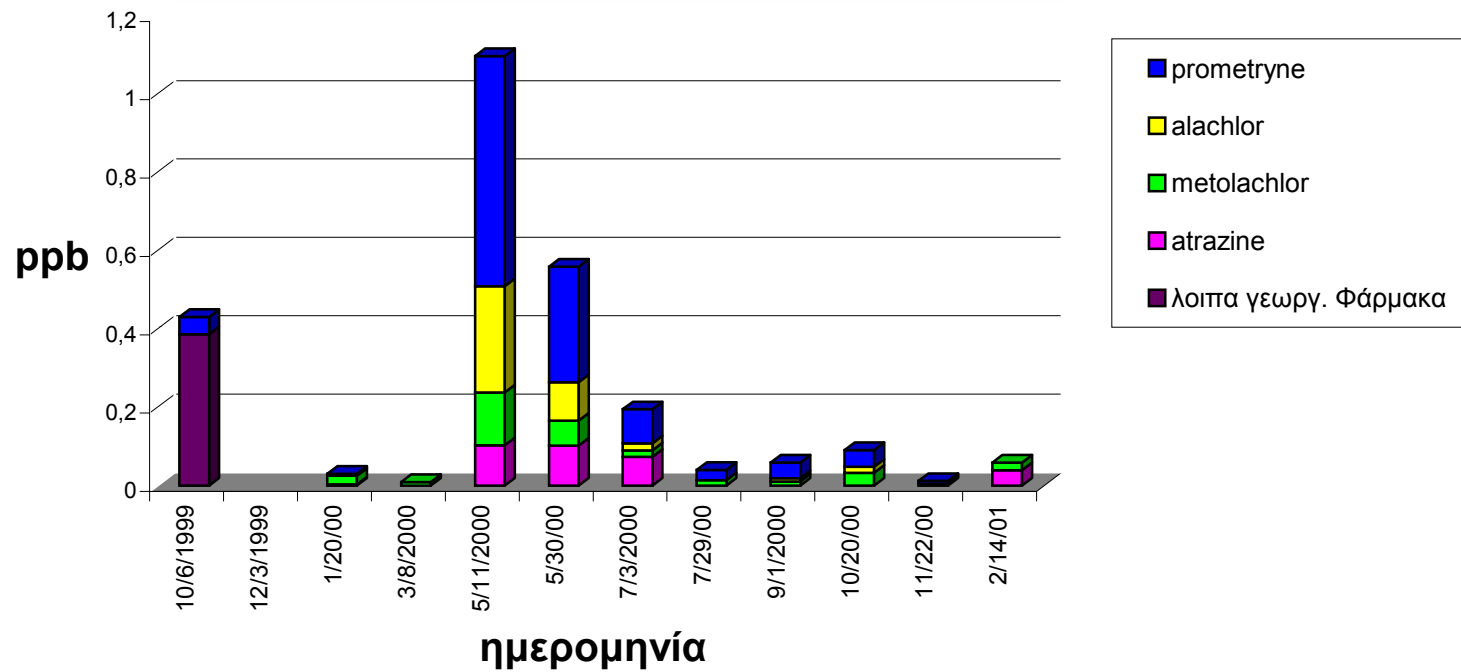
	<i>Αριθμός ανιχνεύσεων</i>	<i>% ποσοστό (n=48)</i>	<i>Ελάχιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέγιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέση συγκέντρωση</i>
caffeine	33	69	0,048	4,524	0,586
metolachlor	28	58	0,003	0,135	0,028
prometryne	20	42	0,003	0,588	0,133
alachlor	10	21	0,008	0,271	0,091
atrazine	7	15	0,027	0,103	0,064
captafol	1	2	0,383	0,383	0,383
propoxur	1	2	0,004	0,004	0,004
diazinon	1	2	0,003	0,003	0,003

Πίνακας 8Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελάχιστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό του Πηνειού κατά την περίοδο 1999-2000.

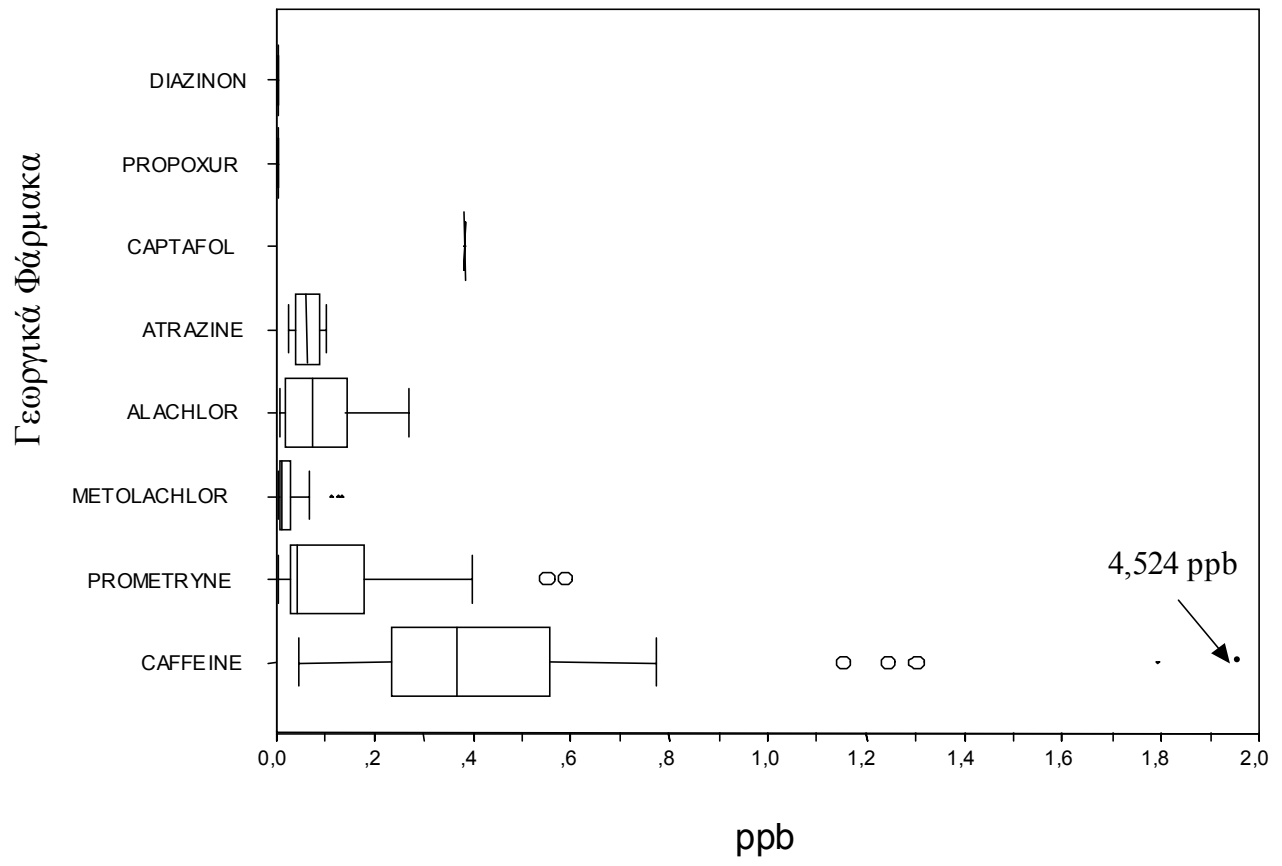
Table 8D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Pinios river during 1999-2000.

Διάγραμμα 8α. Η χρονική διακύμανση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στο νερό του Πηνειού (1999-00)
Figure 8a. Temporal distribution of pesticides found in the water of the River Pinios during the monitoring period of 1999-2000

ΠΗΝΕΙΟΣ



Διάγραμμα 8β. Η διακύμανση των τιμών των υπολειμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στον Πηνειό την περίοδο 1999-00
Figure 8b. Frequency distribution (Box-plots) of pesticide and caffeine concentrations monitored in the water of the River Pinios during 1999-2000.



Πίνακας II. Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων ποταμών Μακεδονίας – Θράκη (1999-2000).

Table 9. Summary data of the Macedonia-Thrace river monitoring study (1999-2000).

Παράμετροι	Εβρος		Αρδας			Νεστος			Αξιός			Λουδίας		Στρυμόνας		Αλιακμόνας						Πηνειός			
	92	99	90	91A	91B	42a	42b	43	46	49	47	48	39	40	41	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
pH	8,6	7,9	8,2	8,2	7,8	8,3	8,3	7,9	8,3	8,2	8,4	7,9	8,6	8,5	8,3	8,0	8,4	8,6	8,5	8,1	8,3	8,2	8,3	7,9	7,9
Tem, °C	18,4	19,4	17,7	17,5	19,6	15,3	15,1	13,1	14,8	15,6	16,6	17,5	15,6	10,8	16,0	11,5	13,2	13,6	19,1	16,6	17,7	16,9	17	15	15
DO (mg/L)	10,9	8,0	9,3	9,5	8,2	8,0	7,8	10,0	9,4	8,9	9,4	4,9	9,5	9,7	8,5	8,2	8,4	9,2	9,1	8,0	8,8	7,7	8,5	8,6	8,1
Saturation %	119,5	86,9	96,7	98,1	91,4	83,2	80,3	96,1	91,3	86,7	93,7	78,0	93,0	85,2	84,1	80,0	83,4	90,7	100,9	79,4	89,6	76,7	88	77	79,7
BOD ₅ (mg/L)	7,8	6,1	4,0	3,8	3,6	3,3	3,5	4,2	4,7	4,2	4,6	7,5	5,4	4,6	4,3	2,8	3,5	3,0	3,3	4,3	3,8	4,6	4,0	4,3	4,3
Redox, mV	356	349	356	332	352	360	360	381	373	365	376	350	363	379	367	385	373	367	360	361	364	383	377	358	384
TDS (mg/L)	272	383	149	160	433	114	111	140	253	251	278	1110	178	221	420	206	237	209	201	281	260	266	270	280	291
Cond, (μS/cm)	498	701	261	290	726	198	192	232	437	443	499	997	321	384	1483	339	406	360	369	504	464	479	483	481	495
Salinity ‰	0,007	0,100	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,009	0,00	0,017	1,550	0,00	0,00	0,58	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,0	0,01	0,0	0,01	0,03
F ⁻ (mg/L)	0,222	0,221	0,147	0,121	0,181	0,219	0,192	0,175	0,753	0,69	0,642	0,373	0,285	0,273	0,37	0,12	0,12	0,06	0,126	0,13	0,11	0,13	0,10	0,10	0,14
Cl ⁻ (mg/L)	21,4	68,1	7,0	6,9	69,9	4,7	4,3	4,9	12,6	14,5	19,2	280,0	8,9	9,5	202	6,6	7,9	5,4	5,4	8,16	7,5	10,5	9,3	9,3	12,8
Br ⁻ (mg/L)	0,048	0,104	0,028	0,019	0,119	0,130	0,132	0,187	0,082	0,147	0,112	0,385	0,072	0,099	0,29	0,09	0,05	0,32	0,197	0,08	0,10	0,15	0,22	0,22	0,24
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,095	0,085	0,027	0,026	0,098	0,016	0,013	0,021	0,039	0,065	0,035	0,115	0,027	0,048	0,08	0,04	0,17	0,02	0,034	0,23	0,13	0,07	0,11	0,11	0,11
NO ₃ ⁻ (mg/L)	9,91	6,46	2,08	2,15	8,56	1,16	1,06	2,78	7,95	7,14	7,44	3,87	2,62	5,39	3,79	7,01	7,25	1,67	1,89	6,31	5,54	7,01	6,60	6,60	5,82
Αμμωνία (mg/L)	0,039	0,376	0,036	0,026	0,018	0,046	0,060	0,062	0,028	0,097	0,030	0,942	0,096	0,069	0,08	0,15	0,07	0,08	0,061	0,08	0,06	0,04	0,17	0,17	0,06
TP-PO ₄ (mg/L)	0,267	0,385	0,047	0,041	0,147	0,046	0,042	0,079	0,577	0,633	0,569	0,463	0,189	0,202	0,21	0,05	0,13	0,06	0,110	0,24	0,12	0,15	0,19	0,19	0,19
SO ₄ ⁻ (mg/L)	99	110	40	41	172	15	15	13	48	38	42	113	36	62	102	19	27	15	23	29	28	35	50	50	18
Αλκαλικ (mg CaCO ₃ /L)	130	178	91	90	178	93	88	108	187	195	180	270	124	141	169	181	202	200	198	254	229	185	253	253	255
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,383	0,502	0,204	0,210	0,360	0,096	0,126	0,135	0,247	0,262	0,322	0,612	0,261	0,347	0,76	0,27	0,30	0,23	0,224	0,36	0,26	0,33	0,35	0,35	0,33
SAR	0,99	2,29	0,44	0,44	0,18	0,3	0,3	0,27	0,38	0,4	0,73	10,64	0,65	0,45	3,66	0,16	0,23	0,17	0,18	0,29	0,23	0,43	0,32	0,26	0,33
Σκληρότητα	158	187	92	92	199	77	76	97	173	180	155	424	116	141	243	156	175	210	206	235	230	187	252	253	244
Al, μg/L, διαλυτό	68,7	92,2	32,7	24,2	23,3	29,8	37,9	45,3	53,0	39,7	56,3	70,2	46,3	53,0	52,5	57,8	72,9	60,9	70,5	56,3	54,5	67,8	61,3	67,7	84
Al, μg/L, ολικό	208	285	59	85	66	123	136	191	261	211	266	204	199	304	288	140	233	253	149	178	236	270	319	168	313
Sb, μg/L	0,66	0,64	0,58	0,58	0,50	0,55	0,55	0,50	0,52	0,56	0,50	0,50	0,68	0,52	0,58	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50	0,50	0,55	0,62

As, µg/L	1,13	1,10	0,66	0,72	0,54	0,50	0,51	0,50	0,80	1,11	1,08	1,57	1,67	1,88	2,13	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,70	0,51	0,53	1,06
Ca, mg/L	37	41	25	25	41	22	21	29	44	44	45	59	24	42	40	3	41	22	28	41	38	40	43	41	51
B, mg/L	0,10	0,15	0,07	0,03	0,06	0,05	0,07	0,09	0,24	0,18	0,24	0,47	0,14	0,12	0,29	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,10	0,11	0,10	0,20
Cd, µg/L, δι.	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,64	0,61	0,51	0,75	0,50	0,50	0,50	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,50	0,50	0,50	0,50
Cd, µg/L, ολ.	0,94	0,86	0,73	0,61	0,50	0,54	0,63	0,55	1,15	1,06	0,87	0,83	0,67	0,55	1,01	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,5	0,62	0,77	0,55	0,50
K, mg/L	5,8	5,9	2,7	2,6	4,3	3,8	3,4	3,2	4,5	4,3	4,3	19,8	7,2	5,0	6,8	2,9	3,6	2,4	2,7	4,4	3,5	4,1	4,3	4,7	3,6
Mn, µg/L, δι.	13,9	17,8	17,2	9,2	18,2	6,6	6,1	13,6	10,3	40,7	26,8	82,5	14,1	13,3	24,7	9,5	10,6	5,4	3,1	28,4	10,3	32,0	18,7	93,7	12,4
Mn, µg/L, ολ.	58	85	47	31	29	31	22	30	36	62	68	122	81	56	83	15	23	21	14	65	22	75	73	159	36
Mg, mg/L	19	22	8	8	24	6	6	6	18	18	20	67	15	19	39	16	20	39	34	31	34	32	31	36	30
Pb, µg/L, δι.	1,61	1,25	1,08	1,62	1,15	1,34	1,78	1,22	2,21	1,83	2,45	1,55	1,85	1,67	1,64	1,3	2,3	1,7	1,1	2,4	1,1	2,69	1,15	1,12	2,84
Pb, µg/L, ολ.	4,29	3,16	1,43	3,37	2,96	2,21	2,58	3,28	3,38	2,57	3,38	2,60	2,51	2,11	2,87	3,5	4,2	4,6	2,6	3,7	2,5	4,06	1,59	1,98	4,61
Na, mg/L	29	70	10	11	61	6	6	6	14	16	24	508	16	16	159		8	6	6	10	8	16	11	9	13
Ni, µg/L, δι.	2,60	2,79	2,23	2,15	2,16	2,75	2,74	2,53	3,25	3,40	2,56	3,74	3,14	3,56	3,23	2,3	3,4	4,6	4,0	4,7	3,9	4,12	3,81	3,64	4,00
Ni, µg/L, ολ.	4,27	5,14	2,64	2,54	2,26	5,65	5,56	6,48	5,59	7,22	5,36	9,15	4,89	5,92	6,08	5,3	7,3	9,8	5,8	7,5	5,9	9,53	9,51	5,87	7,48
Se, µg/L	1,00	1,00	1,18	1,00	1,00	1,00	1,01	1,07	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,00	1,00	1,00
Si, mg/L	0,87	0,98	1,94	1,67	0,85	3,75	3,82	6,79	2,62	2,59	2,05	1,42	3,12	2,35	1,91	4,0	3,1	8,0	1,6	6,6	6,6	7,81	7,32	10,8	6,70
Fe, µg/L, δι.	57	75	47	39	74	63	77	51	93	120	118	88	84	63	59	72	98	65	37	79	57	67	96	103	57
Fe, µg/L, ολ.	378	639	224	540	129	395	291	314	668	798	743	518	635	656	603	459	667	455	200	276	333	732	907	339	421
Hg, µg/L	0,732	0,630	0,10	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,15	0,10	0,10	0,11	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	0,13	0,15	0,12
Cr, µg/L, δι.	2,32	3,00	2,05	2,00	2,00	2,73	2,63	2,19	2,36	3,20	2,52	2,39	2,09	2,52	2,47	2,0	2,8	2,5	2,4	3,8	3,2	2,44	2,94	2,70	2,43
Cr, µg/L, ολ.	3,38	8,85	3,41	3,51	2,01	4,68	3,48	2,77	4,20	8,39	5,41	4,53	2,93	3,35	3,83	3,8	5,8	6,3	3,5	5,0	5,3	5,52	6,41	4,40	4,16
Cu, mg/L	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	0,10	0,10	0,12
Zn, µg/L, δι.	84	97	85	84	73		72	67	95	121	83	144	82	96	124	85	80	47	83	117	93	91	78	87	97
Zn, µg/L, ολ.	752	701	671	703	251	526	5034	512	682	628	599	555	632	801	718	720	692	747	618	613	447	550	527	617	548

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Ποιότητα υδάτων των λιμνών της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης

4.1 Λίμνες Δυτικής Μακεδονίας

4.1.1 Λίμνη Νησιού (Αγρας ποταμός)

Η ποιότητα του νερού είναι καλή για άρδευση με υψηλές όμως συγκεντρώσεις ασβεστίου, μαγνησίου, χρωμίου και ψευδαργύρου.

Πίνακας 9Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης του Νησιού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 9A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the Nisiou lake during the period of 1999-2000

Παράμετρος	20
pH	7,7 \pm 0,3
Tem, 0C	14,6 \pm 5,5
DO (mg/L)	7,1 \pm 1,5
Saturation %	73 \pm 10
BOD ₅ (mg/L)	2,8 \pm 0,8
Redox, (mV)	362 \pm 11
TDS (mg/L)	351 \pm 13
Cond, (μ S/cm)	589 \pm 89
Salinity (‰)	0,100 \pm 0,000

Πίνακας 9Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης του Νησιού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 9B. Mean \pm standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the Nisiou lake during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	20
F- (mg/L)	0,226 \pm 0,160
Cl- (mg/L)	7,1 \pm 1,2
Br- (mg/L)	0,337 \pm 0,454
NO ₂ - (mg/L)	0,076 \pm 0,123
NO ₃ - (mg/L)	2,1 \pm 0,66
Αμμωνία mg/l	0,040 \pm 0,054
TP-PO ₄ (mg/L)	0,080 \pm 0,065
SO ₄ ⁼ (mg/L)	10 \pm 2
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	358 \pm 16
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,036

Πίνακας 9Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης του Νησιού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 9C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the Nisiou lake during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	20 Γέφυρα Άγρα
SAR	0,22 \pm 0,02
Σκληρότητα	377 \pm 49
Al, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	47,00 \pm 50,14
Al, $\mu\text{g/L}$, ολικό	93,53 \pm 83,34
Sb, $\mu\text{g/L}$	0,50 \pm 0,00
As, $\mu\text{g/L}$	0,80 \pm 0,40
Ca, mg/L	72,70 \pm4,46
B, mg/L	0,25 \pm 0,06
Cd, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	0,53 \pm 0,05
Cd, $\mu\text{g/L}$, ολικό	1,28 \pm 0,66
K, mg/L	4,38 \pm 1,79
Mn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	10,18 \pm 9,57
Mn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	18,58 \pm 14,03
Mg, mg/L	47,50 \pm11,81
Pb, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	1,30 \pm 0,52
Pb, $\mu\text{g/L}$, ολικό	1,37 \pm 0,64
Na, mg/L	9,65 \pm 2,08
Ni, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	2,07 \pm 0,12
Ni, $\mu\text{g/L}$, ολικό	9,30 \pm 9,01
Se, $\mu\text{g/L}$	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	4,80 \pm 0,72
Fe, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	259,3 \pm360,8
Fe, $\mu\text{g/L}$, ολικό	825,5 \pm974,6
Hg, $\mu\text{g/L}$	0,10 \pm 0,00
Cr, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	2,00 \pm 0,00
Cr, $\mu\text{g/L}$, ολικό	8,46 \pm9,10
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00
Zn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	46,83 \pm 33,58
Zn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	721,8 \pm882,2

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 9Δ, στην μικρή αυτή λίμνη που τροφοδοτείται από τα νερά του Άγρα, υπάρχουν μόνο καφεΐνη και metolachlor. Η σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις καφεΐνης προέρχονται από την απόρριψη αποβλήτων παρακειμένου εστιατορίου/καφενίου. Υπολείμματα metolachlor ανιχνεύθηκαν σε μια μόνο δειγματοληψία και σε συγκεντρώσεις ιδιαίτερα χαμηλές και η παρουσία τους συνδέεται με την χρήση του σε παρακείμενες

αγροτικές εκμεταλεύσεις. Γενικά, τα νερά της συγκεκριμένης λίμνης έχουν χαμηλό φορτίο οργανικών ρύπων.

Πίνακας 9Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης του Νησιού κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 9D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Nisiou lake during 1999-2000.

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=5)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
caffeine	4	80	0,086	0,607	0,344
metolachlor	1	20	0,025	0,025	0,025

4.1.2. Λίμνη Μεγάλη Πρέσπα

Όλες οι παράμετροι για το νερό της Μεγάλης Πρέσπας είναι εξαιρετικές, με εξαίρεση την οριακή συγκέντρωση υδραργύρου στο επιφανειακό στρώμα της λίμνης και την υψηλή συγκέντρωση μαγγανίου και σιδήρου στο παραπυθμένιο στρώμα.

Πίνακας 10Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Μεγάλης Πρέσπας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 10A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the Megali Prespa lake during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 1 Επιφάνεια	No, 2 Πυθμένας 30m
pH	8,6 \pm 0,3	7,8 \pm 0,4
Tem, °C	16,6 \pm 6,9	12,4 \pm 4,8
DO (mg/L)	8,7 \pm 1,8	4,2 \pm 3,9
Saturation %	99,9 \pm 26,0	49,4 \pm 45,4
Δίσκος Sechi, m	2,9 \pm 0,5	
BOD ₅ (mg/L)	2,9 \pm 0,9	1,9 \pm 0,6
Redox, mV	354 \pm 39	233 \pm 176
TDS (mg/L)	115 \pm 9	147 \pm 48
Cond, (μS/cm)	199 \pm 24	251 \pm 112
Salinity ‰	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000

Πίνακας 10B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Μεγάλης Πρέσπας κατά την περίοδο 1999-2000.
Table 10B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake Megali Prespa during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 1 Επιφάνεια	No, 2 Πυθμένας 30m
F ⁻ (mg/L)	0,142 \pm 0,044	0,115 \pm 0,044
Cl ⁻ (mg/L)	5,1 \pm 0,8	5,3 \pm 0,8
Br ⁻ (mg/L)	0,082 \pm 0,091	0,063 \pm 0,051
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,026 \pm 0,027	0,026 \pm 0,031
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,21 \pm 0,32	0,36 \pm 0,49
Αμμωνία (mg/L)	0,030 \pm 0,043	0,025 \pm 0,046
TP-PO ₄ (mg/L)	0,045 \pm 0,024	0,135 \pm 0,137
SO ₄ ⁼ (mg/L)	12 \pm 3	12 \pm 2
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	97 \pm 7	104 \pm 13
Στερεό Υπόλειμμα (g/L)	0,280	0,013

Πίνακας 10Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Μεγάλη Πρέσπα κατά την περίοδο 1999-2000.
Table 10C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake Megali Prespa during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	1 Επιφάνεια	2 Πυθμένας (30m)
SAR	0,25 \pm 0,1	0,24 \pm 0,1
Σκληρότητα	93,6 \pm 25,9	100,8 \pm 29,8
Al, μ g/L, διαλυτό	23,60 \pm 43,90	32,76 \pm 54,11
Al, μ g/L, ολικό	45,62 \pm 48,56	55,18 \pm 73,92
Sb, μ g/L	0,89 \pm 0,53	0,67 \pm 0,32
As, μ g/L	0,54 \pm 0,09	0,68 \pm 0,35
Ca, mg/L	22,24 \pm 8,39	23,03 \pm 8,12
B, mg/L	0,05 \pm 0,03	0,09 \pm 0,03
Cd, μ g/L, διαλυτό	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00
Cd, μ g/L, ολικό	0,55 \pm 0,07	0,84 \pm 0,47
K, mg/L	2,68 \pm 0,43	2,68 \pm 0,80
Mn, μ g/L, διαλυτό	6,08 \pm 5,44	151,5 \pm147,3
Mn, μ g/L, ολικό	12,54 \pm 9,71	282,7 \pm180,3
Mg, mg/L	9,14 \pm 2,57	8,28 \pm 1,48
Pb, μ g/L, διαλυτό	1,00 \pm 0,00	1,03 \pm 0,05
Pb, μ g/L, ολικό	1,33 \pm 0,65	2,20 \pm 0,80
Na, mg/L	5,48 \pm 1,54	5,60 \pm 1,92

Ni, µg/L, διαλυτό	1,75 ±0,50	1,85 ±0,60
Ni, µg/L, ολικό	3,63 ±0,54	2,65 ±0,66
Se, µg/L	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00
Si, mg/L	0,33 ±0,10	1,88 ±1,89
Fe, µg/L, διαλυτό	31,98 ±14,16	94,96 ±56,60
Fe, µg/L, ολικό	108,34 ±80,18	644,56 ±366,81
Hg, µg/L	0,46 ±0,42	0,20 ±0,19
Cr, µg/L, διαλυτό	2,00 ±0,00	2,00 ±0,00
Cr, µg/L, ολικό	2,66 ±1,38	2,48 ±1,07
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Zn, µg/L, διαλυτό	50,80 ±56,35	38,02 ±29,65
Zn, µg/L, ολικό	697,2 ±789,2	858,2 ±853,9

Τα υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στα νερά των λιμνών Μεγάλης και Μικρής Πρέσπας φαίνονται στον Πίνακα 10Δ. Γενικά το οργανικό φορτίο ρύπων στα νερά των Πρεσπών ήταν χαμηλό. Το ζιζανιοκτόνο metolachlor ανιχνεύθηκε σε 20% των δειγμάτων αλλά οι συγκεντρώσεις του σε καμία περίπτωση δεν ξεπέρασαν το ανώτατο επιτρεπτό όριο των 0.1 µg/l. Τα επίσης ζιζανιοκτόνα pendimethalin, trifluralin καθώς και το ακαρεοκτόνο dicofol ανιχνεύθηκαν περιστασιακά και σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Αξίζει να σημειωθεί ότι το dicofol προκύπτει και από τον μεταβολισμό του DDT.

Πίνακας 10Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό των λιμνών Μεγάλης και Μικρής Πρέσπας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 10D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of Megali and Mikri Prespa lakes during 1999-2000.

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=20)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
metolachlor	4	20	0,003	0,099	0,031
dicofol	1	5	0,017	0,017	0,017
pendimethalin	1	5	0,012	0,012	0,012
trifluralin	1	5	0,002	0,002	0,002

4.1.3. Λίμνη Μικρή Πρέσπα

Η ποιότητα νερού της Μικρής Πρέσπας είναι εξαιρετική προς καλή.

Πίνακας 11Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Μικρή Πρέσπα κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 11A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the Mikri Prespa lake during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 3 Επιφάνεια	No, 4 Πυθμένας 6m
pH	8,5 \pm 0,3	8,4 \pm 0,3
Tem, °C	19,1 \pm 5,7	18,2 \pm 4,9
DO (mg/L)	8,0 \pm 0,9	7,4 \pm 1,6
Saturation %	91,9 \pm 7,8	84,1 \pm 11,6
Δίσκος Secchi, m	1,8 \pm 0,9	
BOD ₅ (mg/L)	2,7 \pm 0,5	2,4 \pm 0,3
Redox, mV	363 \pm 19	360 \pm 32
TDS (mg/L)	159 \pm 7	158 \pm 8
Cond, (μS/cm)	276 \pm 45	273 \pm 48
Salinity ‰	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000

Πίνακας 11Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Μικρή Πρέσπα κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 11B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake Mikri Prespa during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 3 Επιφάνεια	No, 4 Πυθμένας 6m
F ⁻ (mg/L)	0,079 \pm 0,034	0,113 \pm 0,067
Cl ⁻ (mg/L)	4,3 \pm 0,7	4,9 \pm 1,9
Br ⁻ (mg/L)	0,204 \pm 0,184	0,145 \pm 0,193
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,026 \pm 0,028	0,018 \pm 0,025
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,30 \pm 0,27	0,61 \pm 0,31
Αμμωνία(mg/l)	0,026 \pm 0,045	0,021 \pm 0,025
TP-PO ₄ (mg/L)	0,030 \pm 0,014	0,059 \pm 0,041
SO ₄ ⁼ (mg/L)	12 \pm 2	12 \pm 1
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	149 \pm 4	145 \pm 9
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,010	0,019

Πίνακας 11Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Μικρή Πρέσπα κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 11C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake Mikri Prespa during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	3 Επιφάνεια	4 Πυθμένας (6m)
SAR	0,14 \pm 0,08	0,15 \pm 0,06
Σκληρότητα	146,9 \pm 22,6	140,7 \pm 27,9
Al, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	21,24 \pm 26,90	13,60 \pm 17,76
Al, $\mu\text{g/L}$, ολικό	45,92 \pm 60,77	56,46 \pm 61,26
Sb, $\mu\text{g/L}$	0,65 \pm 0,34	0,54 \pm 0,09
As, $\mu\text{g/L}$	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00
Ca, mg/L	26,70 \pm 9,76	26,35 \pm 11,24
B, mg/L	0,08 \pm 0,03	0,12 \pm 0,04
Cd, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00
Cd, $\mu\text{g/L}$, ολικό	0,86 \pm 0,75	0,84 \pm 0,76
K, mg/L	2,36 \pm 0,30	2,35 \pm 0,35
Mn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	13,09 \pm 18,02	5,87 \pm 3,86
Mn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	38,75 \pm 16,96	39,80 \pm 2,33
Mg, mg/L	18,20 \pm 2,08	16,98 \pm 1,13
Pb, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	1,10 \pm 0,20	1,28 \pm 0,55
Pb, $\mu\text{g/L}$, ολικό	1,98 \pm0,92	2,23 \pm1,38
Na, mg/L	3,84 \pm 1,71	4,30 \pm 1,48
Ni, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	2,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00
Ni, $\mu\text{g/L}$, ολικό	2,02 \pm 0,04	2,32 \pm 0,72
Se, $\mu\text{g/L}$	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	2,45 \pm 0,99	2,50 \pm 0,70
Fe, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	43,72 \pm 31,03	36,78 \pm 26,20
Fe, $\mu\text{g/L}$, ολικό	155,9 \pm 86,30	170,7 \pm 148,7
Hg, $\mu\text{g/L}$	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Cr, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	2,20 \pm 0,45	2,00 \pm 0,00
Cr, $\mu\text{g/L}$, ολικό	3,44 \pm 1,93	3,00 \pm ,41
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Zn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	34,20 \pm 27,94	53,80 \pm 49,19
Zn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	957,7 \pm974,0	779,4 \pm807,1

4.1.4. Λίμνη Καστοριάς

Η ποιότητα του νερού της λίμνης αυτής είναι καλή σε σύγκριση με την κατάστασή της κατά την προηγούμενη 10ετία, με εξαίρεση την μικρή ακόμη διαπερατότητα του φωτός (Δίσκος Secchi 0.5 εκατ.) και τις υψηλές συγκεντρώσεις σε αρσενικό, μαγγάνιο, μόλυβδο, σίδηρο και ψευδάργυρο. Επίσης οι υψηλές συγκεντρώσεις χλωριούχων και νατρίου καθιστούν οριακή την χρήση του νερού για άρδευση.

Πίνακας 12Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης της Καστοριάς κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 12A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the lake of Kastoria during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 5 Αριστερά πόλης Ψαράδικα επιφάνεια	No, 6 Αριστερά πόλης Ψαράδικα πυθμένας 4,5 m	No, 7 Δεξιά πόλης Τζάμης επιφάνεια	No, 8 Δεξιά πόλης Τζάμης πυθμένας 4 m
pH	9,3 \pm 0,	8,6 \pm 0,4	9,2 \pm 0,2	8,6 \pm 0,4
Tem, °C	21,5 \pm 3,3	19,7 \pm 3,8	21,6 \pm 3,8	20,2 \pm 3,6
DO (mg/L)	11,6 \pm 5,2	4,8 \pm 3,2	11,2 \pm 5,415	4,9 \pm 3,3
Saturation %	143,8 \pm 69,0	56,9 \pm 38,2	139,4 \pm 73,5	57,3 \pm 41
Δίσκος Secchi,m	0,4 \pm 0,1		0,5 \pm 0,1	
BOD ₅ (mg/L)	6,7 \pm 3,1	3,9 \pm 1,9	5,8 \pm 3,1	3,4 \pm 1,7
Redox, mV	342 \pm 20	335 \pm 26	328 \pm 18	298 \pm 74
TDS (mg/L)	169 \pm 12	178 \pm 10	169 \pm 12	174 \pm 10
Cond, (μS/cm)	314 \pm 26	323 \pm 29	314 \pm 26	323 \pm 28
Salinity ‰	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000

Πίνακας 12Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης της Καστοριάς κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 12B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake of Kastoria during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 5 Αριστερά πόλης Ψαράδικα επιφάνεια	No, 6 Αριστερά πόλης Ψαράδικα πυθμένας 4,5 m	No, 7 Δεξιά πόλης Τζάμης επιφάνεια	No, 8 Δεξιά πόλης Τζάμης πυθμένας 4 m
F ⁻ (mg/L)	0,354 \pm 0,073	0,339 \pm 0,084	0,322 \pm 0,060	0,340 \pm 0,040
Cl ⁻ (mg/L)	14,5 \pm 1,1	14,5 \pm 2,0	14,4 \pm 1,9	18,3 \pm 10,5
Br ⁻ (mg/L)	0,045 \pm 0,047	0,143 \pm 0,141	0,070 \pm 0,014	0,070 \pm 0,095
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,010 \pm 0,017	0,031 \pm 0,034	0,021 \pm 0,026	0,005 \pm 0,006
NO ₃ ⁻ (mg/L)	1,105 \pm 1,328	0,574 \pm 0,617	0,326 \pm 0,305	0,248 \pm 0,173
Αμμωνία (mg/l)	0,016 \pm 0,018	0,019 \pm 0,019	0,019 \pm 0,016	0,021 \pm 0,018
TP-PO ₄ (mg/L)	0,140 \pm 0,046	0,155 \pm 0,053	0,206 \pm 0,161	0,169 \pm 0,071
SO ₄ ⁼ (mg/L)	12 \pm 2	11 \pm 2	11 \pm 2	11 \pm 4
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	143 \pm 10	147 \pm 8	153 \pm 14	156 \pm 12
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,015	0,023	0,015	0,019

Πίνακας 12Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης της Καστοριάς κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 12C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake of Kastoria during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	5 Αριστερά πόλης Επιφάνεια Ψαράδικα	6 Αριστερά πόλης Πυθμένας (4,5m)	7 Δεξιά πόλης Επιφάνεια Τζάμης	8 Δεξιά πόλης Πυθμένας (4m)
SAR	0,84 \pm 0,18	0,84 \pm 0,2	0,82 \pm 0,21	0,84 \pm 0,21
Σκληρότητα	100,9 \pm 8	101,6 \pm 12	107,6 \pm 14,1	111,4 \pm 15,4
Al, μ g/L, διαλυτό	34,90 \pm 31,58	23,55 \pm 16,00	24,05 \pm 24,67	31,70 \pm 12,80
Al, μ g/L, ολικό	51,93 \pm 45,76	70,27 \pm 13,02	87,87 \pm 65,23	114,13 \pm 72,86
Sb, μ g/L	0,54 \pm 0,08	0,57 \pm 0,15	0,50 \pm 0,00	0,55 \pm 0,05
As, μ g/L	2,66 \pm1,42	4,50 \pm2,92	4,03 \pm1,87	5,53 \pm3,55
Ca, mg/L	10,98 \pm 3,24	10,23 \pm 2,16	9,77 \pm 3,74	10,27 \pm 1,72
B, mg/L	0,13 \pm 0,02	0,21 \pm 0,13	0,17 \pm 0,08	0,18 \pm 0,08
Cd, μ g/L, διαλυτό	0,73 \pm 0,45	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00
Cd, μ g/L, ολικό	0,83 \pm 0,65	0,60 \pm 0,20	0,70 \pm 0,40	0,90 \pm 0,62
K, mg/L	5,13 \pm 0,19	5,53 \pm 0,23	5,15 \pm 0,07	5,05 \pm 0,21
Mn, μ g/L, διαλυτό	5,05 \pm 1,15	62,65 \pm101,86	3,57 \pm 1,89	87,18 \pm149,14
Mn, μ g/L, ολικό	51,07 \pm40,02	127,50 \pm119,69	50,03 \pm33,78	173,53 \pm150,85
Mg, mg/L	18,25 \pm 1,54	17,05 \pm 0,78	18,50 \pm 0,42	18,95 \pm 0,35
Pb, μ g/L, διαλυτό	2,28 \pm 1,25	1,35 \pm 0,45	1,48 \pm 0,66	1,80 \pm 0,54
Pb, μ g/L, ολικό	2,69 \pm1,22	5,25 \pm4,95	5,49 \pm7,28	4,00 \pm2,02
Na, mg/L	20,10 \pm 2,65	21,00 \pm 2,29	21,17 \pm 2,41	22,17 \pm 1,58
Ni, μ g/L, διαλυτό	2,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00	2,05 \pm 0,10
Ni, μ g/L, ολικό	3,28 \pm 1,02	4,40 \pm 1,68	3,50 \pm 1,16	5,50 \pm 3,07
Se, μ g/L	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	20,27 \pm 17,10	15,10 \pm 7,95	11,43 \pm 1,36	15,37 \pm 8,45
Fe, μ g/L, διαλυτό	30,10 \pm 24,11	24,78 \pm 18,69	21,05 \pm 25,56	31,88 \pm 26,36
Fe, μ g/L, ολικό	262,5 \pm122,0	356,6 \pm274,4	271,8 \pm98,6	201,3 \pm171,9
Hg, μ g/L	0,13 \pm 0,06	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Cr, μ g/L, διαλυτό	2,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00
Cr, μ g/L, ολικό	4,63 \pm 5,12	2,15 \pm 0,19	2,22 \pm 0,38	2,28 \pm 0,55
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Zn, μ g/L, διαλυτό	55,48 \pm 33,70	74,25 \pm 60,65	52,45 \pm 49,09	61,68 \pm 58,82
Zn, μ g/L, ολικό	526,5 \pm394,7	827,7 \pm854,8	438,5 \pm238,7	672,7 \pm594,5

Τα υπολείματα γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στα νερά της λίμνης της Καστοριάς παρουσιάζονται στον Πίνακα 12Δ. Τα νερά της λίμνης της Καστοριάς δεν έχουν υψηλό οργανικό φορτίο ρύπων. Το ζιζανιοκτόνο alachlor ανιχνεύθηκε σε χαμηλές ποσότητες σε δύο δείγματα νερού. Το συγκεκριμένο γεωργικό φάρμακο έχει επανειλημμένως αναφερθεί ως ρύπος επιφανειακών νερών σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από αυτές που ανιχνεύθηκαν στην λίμνη της Καστοριάς (Readman et al, 1993).

Πίνακας 12Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελάχιστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης της Καστοριάς κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 12D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of the lake of Kastoria during 1999-2000.

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=20)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
alachlor	2	10	0,012	0,025	0,019

4.1.5 Λίμνη Βεγορίτιδα

Η λίμνη αυτή έχει υψηλές συγκεντρώσεις Μαγγανίου και μολύβδου στο παραπυθμίο στρώμα στην περιοχή της Αρνισσας, σε όλα τα σημεία υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου και ψευδαργύρου και σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις χλωριούχων και νατρίου κάνουν το νερό οριακής ποιότητας για άρδευση.

Πίνακας 13Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης της Βεγορίτιδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 13A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the lake Begoritida during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 9 Αγ.Παντ. Επιφάνεια	No, 10 Αγ.Παντ. Πυθμ.13,5 m	No, 11 Κέντρο Επιφάνεια	No, 12 Κέντρο Πυθμ. 27m	No, 14 Άρνισσα Επιφάνεια	No, 15 Άρνισσα Πυθμ.36m
PH	8,9 \pm 0,2	8,2 \pm 0,5	8,8 \pm 0,2	8,1 \pm 0,3	8,8 \pm 0,2	8,1 \pm 0,4
Tem, °C	20,0 \pm 2,9	11,7 \pm 5,1	17,8 \pm 3,5	9,6 \pm 3,4	17,6 \pm 3,1	8,9 \pm 3,0
DO (mg/L)	8,8 \pm 1,7	8,2 \pm 1,6	7,8 \pm 1,3	5,9 \pm 3,4	8,0 \pm 1,0	3,1 \pm 3,4
Saturation %	93,2 \pm 12,5	83,9 \pm 16,3	90,4 \pm 16,9	61,8 \pm 37,4	88,1 \pm 13,4	36,0 \pm 42,4
Δίσκος Secchi, m	1,9 \pm 0,5		2,1 \pm 0,7		2,1 \pm 0,7	
BOD ₅ (mg/L)	4,3 \pm 1,9	3,1 \pm 1,2	2,5 \pm 1,9	2,0 \pm 2,2	3,6 \pm 1,5	2,1
Redox, mV	140 \pm 52	149 \pm 42	137 \pm 30	114 \pm 49	120 \pm 62	120 \pm 66
TDS (mg/L)	311 \pm 6	320 \pm 4	309 \pm 5	319 \pm 7	311 \pm 6	325 \pm 5
Cond, (μ S/cm)	533 \pm 72	483 \pm 109	532 \pm 74	485 \pm 110	534 \pm 70	502 \pm 102
Salinity ‰	0.000 \pm 0.00	0.00 \pm 0.000	0.000 \pm 0.00	0.000 \pm 0.00	0.0000.000	0,020 \pm 0,045

Πίνακας 13B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Βεγορίτιδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 13B. Mean \pm standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake Begoritida during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 9 Αγ.Παντ. Επιφάνεια	No, 10 Αγ.Παντ. Πυθμ.13,5 m	No, 11 Κέντρο Επιφάνεια	No, 12 Κέντρο Πυθμ. 27m	No, 14 Άρνισσα Επιφάνεια	No, 15 Άρνισσα Πυθμ.36m
F ⁻ (mg/L)	0,360 \pm 0,114	0,577 \pm 0,476	0,577 \pm 0,498	0,563 \pm 0,491	0,579 \pm 0,489	0,559 \pm 0,487
Cl ⁻ (mg/L)	27,9 \pm 2,9	28,5 \pm 0,9	27,5 \pm 1,6	29,1 \pm 1,8	28,4 \pm 1,9	26,9 \pm 2,1
Br ⁻ (mg/L)	0,181 \pm 0,157	0,207 \pm 0,217	0,136 \pm 0,110	0,199 \pm 0,224	0,216 \pm 0,206	0,182 \pm 0,170
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,029 \pm 0,031	0,064 \pm 0,032	0,037 \pm 0,03	0,667 \pm 1,307	0,042 \pm 0,047	0,051 \pm 0,037
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,85 \pm 0,67	1,15 \pm 1,21	0,71 \pm 0,42	0,69 \pm 0,49	1,02 \pm 1,62	0,69 \pm 0,18
Αμμωνία, mg/L	0,063 \pm 0,079	0,037 \pm 0,036	0,027 \pm 0,040	0,092 \pm 0,146	0,032 \pm 0,042	0,13 \pm 0,228
TP-PO ₄ (μg/L)	0,477 \pm 0,643	0,110 \pm 0,119	0,272 \pm 0,346	0,151 \pm 0,115	0,177 \pm 0,220	0,166 \pm 0,157
SO ₄ ⁻ (mg/L)	122 \pm 79	88 \pm 10	83 \pm 13	88 \pm 11	88 \pm 14	83 \pm 16
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	205 \pm 4	196 \pm 10	204 \pm 2	197 \pm 9	206 \pm 3	219 \pm 20
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,037	0,037	0,033	0,04	0,35	0,035

Πίνακας 13Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Βεγορίτιδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 13C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake Begoritida during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	9 Άγιος Παντ. Επιφάνεια	10 Άγιος Παντ. Πυθμένας	11 Κέντρο Επιφάνεια	12 Κέντρο Πυθμένα	14 Άρνισσα Επιφάνεια	15 Άρνισσα Πυθμένας
SAR	0,93 \pm 0,1	0,87 \pm 0,06	0,92 \pm 0,12	0,875 \pm 0,1	0,93 \pm 0,17	0,89 \pm 0,2
Σκληρότητα	243 \pm 12	249 \pm 13,2	240,8 \pm 11,4	261 \pm 19,9	252 \pm 21	255,9 \pm 17
Al, μg/L, διαλυτό	16,3 \pm 17,3	33,6 \pm 43,8	26,5 \pm 20,8	34,3 \pm 31,9	22,5 \pm 29,0	11,3 \pm 6,9
Al, μg/L, ολικό	112,6 \pm 97,9	88,1 \pm 55,4	69,2 \pm 55,0	82,0 \pm 48,9	76,0 \pm 48,7	83,9 \pm 80,5
Sb, μg/L	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,6 \pm 0,2	0,6 \pm 0,3
As, μg/L	1,5 \pm 0,7	0,7 \pm 0,2	0,6 \pm 0,3	0,8 \pm 0,4	0,6 \pm 0,1	1,3 \pm 1,3
Ca, mg/L	16,5 \pm 6,5	19,7 \pm 10,3	19,1 \pm 6,6	21,8 \pm 10,8	19,9 \pm 2,2	19,2 \pm 5,8
B, mg/L	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,3 \pm 0,1	0,4 \pm 0,2	0,3 \pm 0,2
Cd, μg/L, διαλυτό	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	0,5 \pm 0,0	1,4 \pm 2,0
Cd, μg/L, ολικό	0,7 \pm 0,4	0,6 \pm 0,2	0,7 \pm 0,2	0,7 \pm 0,3	0,8 \pm 0,7	0,6 \pm 0,1
K, mg/L	5,8 \pm 0,6	6,1 \pm 0,3	6,3 \pm 0,3	5,9 \pm 0,5	6,0 \pm 0,5	5,8 \pm 0,6
Mn, μg/L, διαλυτό	23,3 \pm 47,3	3,2 \pm 2,0	4,1 \pm 5,0	11,1 \pm 13,9	6,7 \pm 5,1	86,7 \pm101
Mn, μg/L, ολικό	43,4 \pm 69,8	27,4 \pm 14,6	22,7 \pm 24,4	27,4 \pm 18,6	10,8 \pm 6,0	150,5 \pm160
Mg, mg/L	46,7 \pm 6,3	49,6 \pm 8,6	48,3 \pm 8,5	53,1 \pm 10,5	43,4 \pm 6,6	47,0 \pm 8,5
Pb, μg/L, διαλυτό	1,3 \pm 0,5	1,3 \pm 0,5	1,3 \pm 0,5	1,3 \pm 0,5	3,2 \pm 2,8	2,2 \pm 1,3
Pb, μg/L, ολικό	2,4 \pm 1,7	1,5 \pm 0,4	1,9 \pm 1,0	1,6 \pm 0,6	3,9 \pm 3,4	11,2 \pm16,6

Na, mg/L	33,4 ±2,0	33,6 ±1,9	33,9 ±2,3	34,7 ±1,7	35,7 ±0,8	34,5 ±1,3
Ni, µg/L, διαλυτό	1,8 ±0,4	2,7 ±2,0	2,0 ±1,2	1,9 ±0,7	2,2 ±1,0	2,5 ±1,7
Ni, µg/L, ολικό	4,2 ±1,0	6,5 ±2,5	3,9 ±1,4	3,4 ±0,5	4,2 ±1,3	5,1 ±1,4
Se, µg/L	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0
Si, mg/L	0,4 ±0,3	0,5 ±0,3	0,4 ±0,3	0,4 ±0,2	0,4 ±0,1	0,5 ±0,2
Fe, µg/L, διαλυτό	41,5 ±21,2	73,7 ±43,0	38,3 ±12,2	60,2 ±26,1	58,0 ±31,8	92,6 ±64,0
Fe, µg/L, ολικό	387,1 ±391,2	360,0 ±392,4	136,5 ±67,7	211,4 ±172,9	199,6 ±91,2	416,7 ±389
Hg, µg/L	0,2 ±0,1	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0
Cr, µg/L, διαλυτό	2,0 ±0,0	2,1 ±0,2	2,0 ±0,0	2,0 ±0,0	2,0 ±0,0	2,2 ±0,4
Cr, µg/L, ολικό	2,1 ±0,2	4,2 ±2,8	2,1 ±0,1	2,1 ±0,2	2,0 ±0,1	13,1 ±19,9
Cu, mg/L	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0
Zn, µg/L, διαλυτό	59,0 ±61,5	30,5 ±21,4	43,7 ±38,6	57,8 ±34,4	46,9 ±37,0	45,0 ±41,5
Zn, µg/L, ολικό	465,6 ±441,3	821,7 ±933,0	597,2 ±612,1	449,0 ±442,5	339,5 ±359,6	630,4 ±809

Πίνακας 13Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Βεγορίτιδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 13D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of the lake Begoritida during 1999-2000

	<i>Αριθμός ανιχνεύσεων</i>	<i>% ποσοστό (n=30)</i>	<i>Ελάχιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέγιστη συγκέντρωση</i>	<i>Μέση συγκέντρωση</i>
atrazine	10	33	0,013	0,022	0,017
metolachlor	8	27	0,005	0,057	0,027
caffeine	7	23	0,025	0,139	0,058
alachlor	5	17	0,01	0,026	0,018
parathion	2	7	0,007	0,007	0,007
p,p-DDE	1	3	0,005	0,005	0,005

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του οργανικού φορτίου ρύπων παρουσιάζονται στον Πίνακα 13Δ. Από αυτά προκύπτει ότι η Βεγορίτιδα εκτός από καφεΐνη περιέχει και atrazine, σε μικρές συγκεντρώσεις βέβαια, όμως υπάρχει ομοιόμορφη σχεδόν κατανομή σε όλη την έκταση και βάθος της λίμνης. Χαμηλές συγκεντρώσεις parathion και DDE ανιχνεύθηκαν στα νερά της λίμνης Βεγορίτιδας περιστασιακά. Τα ζιζανιοκτόνα atrazine, metolachlor, αποτέλεσαν τους συχνότερους οργανικούς ρύπους στα νερά της Βεγορίτιδας, αν και οι συγκεντρώσεις τους δεν ξεπέρασαν ποτέ τα 0.1 µg/l. Η παρουσία των γεωργικών φαρμάκων στις χαμηλές αυτές συγκεντρώσεις πιθανότατα οφείλεται στην χρήση τους σε παρακείμενες αγροτικές περιοχές.

4.1.6 Λίμνη Πετρών

Από τις αναλύσεις του ανόργανου φορτίου της λίμνης Πετρών προκύπτει ότι η λίμνη αυτή πρέπει να έχει τροφοδοσία θαλασσινού νερού (υψηλή αλατότητα, αλαλικότητα και υψηλές συγκεντρώσεις βρωμιούχων, θειϊκών, χλωριούχων, νατρίου, και μαγνησίου) αλλά και υψηλές συγκεντρώσεις μολύβδου (επιφανειακό στρώμα) και ψευδαργύρου.

Πίνακας 14Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό των λιμνών Πετρών και Ζάζαρης κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 14A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the lakes of Petron and Zazari during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 16 Πετρών επιφάνεια	No, 17 Πετρών πυθμένας 3 m	No, 18 Ζάζαρη επιφάνεια	No, 19 Ζάζαρη πυθμένας 5m
pH	8,9 \pm 0,2	8,9 \pm 0,3	8,7 \pm 0,7	8,1 \pm 0,5
Tem, °C	15,0 \pm 7,8	14,7 \pm 7,9	16,6 \pm 9,4	19,9 \pm 8,8
DO (mg/L)	9,2 \pm 1,3	9,1 \pm 1,4	8,7 \pm 1,8	6,3 \pm 2,3
Saturation %	92,3 \pm 13,5	95,5 \pm 8,4	94,4 \pm 20,7	60,2 \pm 15,8
Δίσκος Sechi, m	0,4 \pm 0,1		0,5 \pm 0,2	
BOD ₅ (mg/L)	4,4 \pm 1,7	5,4 \pm 2,5	4,7 \pm 1,9	3,9 \pm 1,4
Redox, mV	146 \pm 45	132 \pm 47	122 \pm 33	148 \pm 48
TDS (mg/L)	443 \pm 28	503 \pm 117	107 \pm 5	109 \pm 5
Cond, (μS/cm)	749 \pm 123	746 \pm 123	185 \pm 24	186 \pm 26
Salinity ‰	0,160\pm0,055	0,160\pm0,055	0,000 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000

Πίνακας 14B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό των λιμνών Πετρών και Ζάζαρης κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 14B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lakes Petron and Zazari during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	No, 16 Πετρών επιφάνεια	No, 17 Πετρών πυθμένας 3 m	No, 18 Ζάζαρη επιφάνεια	No, 19 Ζάζαρη πυθμένας 5m
F ⁻ (mg/L)	0,605 \pm 0,457	0,631 \pm 0,436	0,669 \pm 0,588	0,491 \pm 0,279
Cl ⁻ (mg/L)	41,9\pm2,4	48,6\pm15,4	7,5 \pm 1,7	6,3 \pm 1,3
Br ⁻ (mg/L)	0,392 \pm 0,555	0,425 \pm 0,441	0,103 \pm 0,140	0,129 \pm 0,173
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,036 \pm 0,037	0,025 \pm 0,025	0,042 \pm 0,047	0,048 \pm 0,038
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,99 \pm 0,72	1,41 \pm 0,62	1,43 \pm 1,42	1,32 \pm 1,47
Αμμωνία (mg/L)	0,029 \pm 0,042	0,028 \pm 0,037	0,160 \pm 0,257	0,295 \pm 0,520
TP-PO ₄ (μg/L)	0,140 \pm 0,154	0,156 \pm 0,126	0,1286 \pm 0,1254	0,202 \pm 0,135
SO ₄ ⁼ (mg/L)	172\pm31	172\pm37	21 \pm 6	18 \pm 2
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	248\pm22	210\pm96	100 \pm 44	103 \pm 52
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,653	0,063	0,019	0,018

Πίνακας 14Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό των λιμνών Πετρών και Ζάζαρης κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 14C. Mean+standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lakes Petron and Zazari during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	16 Πετρών Επιφάνεια	17 Πετρών Πυθμένας(2,5m)	18 Ζάζαρη Επιφάνεια	19 Ζάζαρη Πυθμένας(5m)
SAR	1,59 \pm 0,27	1,55 \pm 0,26	0,54 \pm 0,34	0,84 \pm 0,67
Σκληρότητα	282,9 \pm22,4	276,8 \pm 25,6	49 \pm 11	131,4 \pm 135
Al, μg/L, διαλυτό	81,68 \pm 116,50	48,10 \pm 43,73	34,18 \pm 26,25	9,58 \pm 5,91
Al, μg/L, ολικό	204,5 \pm68,50	145,4 \pm 26,04	163,7 \pm 33,83	112,6 \pm 33,29
Sb, μg/L	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00
As, μg/L	0,52 \pm 0,04	0,54 \pm 0,09	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00
Ca, mg/L	17,92 \pm 8,77	13,18 \pm 3,33	9,33 \pm 4,16	8,98 \pm 4,22
B, mg/L	0,47 \pm 0,16	0,56 \pm 0,06	0,18 \pm 0,06	0,15 \pm 0,08
Cd, μg/L, διαλυτό	0,50 \pm 0,00	0,52 \pm 0,04	1,40 \pm 2,01	0,52 \pm 0,04
Cd, μg/L, ολικό	1,42 \pm 0,94	0,96 \pm 0,60	1,10 \pm 0,82	4,84 \pm 9,37
K, mg/L	10,32 \pm 1,15	10,35 \pm 0,93	5,33 \pm 0,21	5,48 \pm 0,65
Mn, μg/L, διαλυτό	9,38 \pm 11,31	5,55 \pm 4,14	8,44 \pm 7,68	11,38 \pm 7,21
Mn, μg/L, ολικό	24,25 \pm 17,19	61,55 \pm63,91	104,7 \pm38,50	82,55 \pm56,27
Mg, mg/L	62,50 \pm8,84	38,93 \pm28,20	6,50 \pm 1,35	6,40 \pm 1,30
Pb, μg/L, διαλυτό	2,50 \pm 2,35	1,68 \pm 0,59	3,58 \pm 2,53	1,93 \pm 0,73
Pb, μg/L, ολικό	17,68 \pm31,02	2,24 \pm 0,34	17,23 \pm27,86	3,14 \pm 0,76
Na, mg/L	61,66 \pm8,66	63,28 \pm7,74	12,28 \pm 2,60	12,15 \pm 2,66

Ni, µg/L, διαλυτό	3,73 ±1,57	2,60 ±0,90	2,55 ±1,38	2,13 ±0,25
Ni, µg/L, ολικό	8,90 ±5,14	15,80 ±19,62	5,53 ±1,87	4,25 ±1,33
Se, µg/L	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00
Si, mg/L	2,34 ±1,70	2,48 ±1,31	4,69 ±1,97	5,00 ±2,87
Fe, µg/L, διαλυτό	88,44 ±67,42	62,48 ±27,69	106,40 ±37,78	123,26 ±31,30
Fe, µg/L, ολικό	641,6 ±447,6	542,3 ±399,8	705,4 ±304,4	653,6 ±346,3
Hg, µg/L	0,10 ±0,00	112,88 ±252,18	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Cr, µg/L, διαλυτό	2,16 ±0,22	1,62 ±0,85	2,00 ±0,00	2,00 ±0,00
Cr, µg/L, ολικό	4,73 ±3,04	3,37 ±1,74	2,72 ±1,50	2,40 ±0,55
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,54 ±0,98	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Zn, µg/L, διαλυτό	71,12 ±42,37	47,86 ±43,78	59,92 ±42,76	71,12 ±63,31
Zn, µg/L, ολικό	574,5 ±530,3	679,8 ±745,4	535,5 ±503,3	665,6 ±886,3

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του οργανικού φορτίου ρύπων παρουσιάζονται στον Πίνακα 14Δ1. Όπως προκύπτει τα ζιζανιοκτόνα atrazine και metolachlor ήταν και στην λίμνη των Πετρών, όπως και στην Βεγορίτιδα τα πιο συχνά ανιχνευόμενα γεωργικά φάρμακα. Ταυτόχρονα, συγκεντρώσεις καφεΐνης ανιχνεύθηκαν στο 20% των δειγμάτων που αναλύθηκαν υποδειλώνοντας την εισροή αστικών λυμάτων στη λίμνη. Οι συγκεντρώσεις των συγκεκριμένων ζιζανιοκτόνων δεν ξεπέρασε τα 0.1 µg/l σε κανένα δείγμα. Γενικά η ποιότητα των νερών της λίμνης Πετρών όσον αφορά το οργανικό φορτίο ρύπων ήταν ικανοποιητική.

Πίνακας 14Δ1. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελάχιστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης των Πετρών κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 14D1. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of the lake of Petron during 1999-2000

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=10)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
atrazine	8	80	0,018	0,062	0,039
caffeine	2	20	0,058	0,09	0,074
metolachlor	4	40	0,036	0,059	0,051

4.1.7 Λίμνη Ζάζαρη

Η λίμνη αυτή αν και γεωγραφικά βρίσκεται κοντά στην Πετρών έχει τελείως διαφορετική χημική σύσταση. Θα μπορούσε να θεωρηθεί εξαιρετική η ποιότητά της αν εξαιρεθούν οι υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου και ψευδαργύρου και μολύβδου (επιφανειακό στρώμα).

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του οργανικού φορτίου ρύπων περιλαμβάνονται στον Πίνακα 14Δ2. Η Ζάζαρη επίσης περιέχει atrazine και καφεΐνη και μάλιστα οι συγκεντρώσεις της ατραζίνης είναι όμοιες με εκείνες της Βεγορίτιδας. Οι συγκεντρώσεις της ατραζίνης και στις 3 λίμνες (Βεγορίτιδα, Πετρών και Ζάζαρη) είναι 5 με 10 φορές κάτω από τα ανώτατα επιτρεπτά όρια της Κοινοτικής Νομοθεσίας για την ποιότητα ποσίων νερών.

Πίνακας 14Δ2. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελάχιστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Ζάζαρης κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 14D2. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of the lake Zazari during 1999-2000

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=10)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
atrazine	3	30	0,008	0,037	0,019
metolachlor	2	20	0,018	0,034	0,026
alachlor	2	20	0,009	0,035	0,022
caffeine	1	10	0,026	0,026	0,026

4.2 Λίμνες Κεντρικής Μακεδονίας

4.2.1 Λίμνη Κορωνεία

Η λίμνη αυτή είναι τελείως υποβαθμισμένη και ασφαλώς νεκρή (ελάχιστο οξυγόνο και τους θερινούς μήνες καθόλου). Η αγωγιμότητα, Ολικά στερεά διαλυτά, αλατότητα, συγκεντρώσεις Φθορίου, Χλωρίου, Βρωμιούχων, Αλουμινίου, Βορίου, Καδμίου, Μολύβδου, Νατρίου και Υδραργύρου είναι πολύ αυξημένες. Είναι αμφίβολο αν η λίμνη αυτή έχει πλέον ζωή ή αν υπάρχει δυνατότητα αναγέννησής της. Οποσδήποτε το νερό της λίμνης δεν είναι κατάλληλο για οποιαδήποτε χρήση.

Πίνακας 15A. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Κορωνείας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 15A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the lake Koronia during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 31A Κεντρικό επιφάνεια	No, 31B Κεντρικό πυθμ. 1,5 m	No, 32A Επιφάνεια	No, 32B Πυθμένας
pH	9,3 \pm 0,4	9,3 \pm 0,4	9,5 \pm 0,3	9,5 \pm 0,3
Tem, 0C	17,3 \pm 5,5	17,2 \pm 5,6	19,3 \pm 8,4	19,2 \pm 8,5
DO (mg/L)	2,1 \pm 3,9	2,1 \pm 3,9	3,4 \pm 4,6	3,4 \pm 4,6
Saturation %	20,0 \pm 36,6	19,9 \pm 36,7	32,8 \pm 44,1	32,8 \pm 44,1
Δίσκος Sechi, m	0,1 \pm 0,0		0,2 \pm 0,1	
BOD ₅ (mg/L)	7,9 \pm 2,9	8,2 \pm 2,5	3,4	3,9
Redox, mV	325(-107)*\pm31	332(-106)*\pm29	310\pm28	310\pm27
TDS (mg/L)	>2000	>2000	>2000	>2000
Cond, (μ S/cm)	4067\pm4833	4068\pm4833	8050\pm1923	8050\pm1923
Salinity ⁰ / ₀₀	5,525\pm2,193	5,550\pm2,176	4,550\pm1,344	4,55\pm1,343

Πίνακας 15B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Κορωνείας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 15B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake Koronia during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 31A Κεντρικό επιφάνεια	No, 31B Κεντρικό πυθμ. 1,5 m	No, 32A Επιφάνεια	No, 32B Πυθμένας
F ⁻ (mg/L)	1,872±2,166	4,169±1,176	3,630	3,678
Cl ⁻ (mg/L)	1887±1057	1625±608	1254	1939±993
Br ⁻ (mg/L)	2,145±2,684	4,199±1,696	5,646	5,595
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,217±0,350	0,240±0,398	0,404±0,437	0,71
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,52±0,64	0,65±0,22	0,03	1,22±1,49
Αμμωνία (mg/L)	0,462±0,721	0,584±0,944	1,652	1,668
TP-PO ₄ (mg/L)	0,918±0,410	0,875±0,421	1,803±1,832	0,545
SO ₄ ⁻ (mg/L)	355±191	303±127	291	412±171
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	1838±1464	2139±2004	1485	1485
Στερεό Υπόλειμμα (g/L)	0,603	0,611	0,617	0,604

Πίνακας 15Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Κορωνεία κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 15C. Mean±standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake Koronia during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	31A Επιφάνεια	31B Πυθμένας (1,5m)
SAR	56,75 ±21	54,25 ±16,4
Σκληρότητα	297 ±24	300,65 ±84
Al, μg/L, διαλυτό	126,7 ±122,8	348,0 ±573,3
Al, μg/L, ολικό	1018 ±1395	1536 ±2320
Sb, μg/L	1,55 ±1,26	1,58 ±1,61
As, μg/L	21,12 ±34,53	20,43 ±33,40
Ca, mg/L	11,33 ±11,94	15,53 ±9,59
B, mg/L	3,86 ±1,71	3,12 ±1,76
Cd, μg/L, ολικό	3,24 ±1,87	2,18 ±1,68
K, mg/L	34,13 ±17,04	34,13 ±11,45
Mn, μg/L, διαλυτό	8,57 ±1,63	9,88 ±4,51
Mn, μg/L, ολικό	81,83 ±65,36	82,25 ±38,27
Mg, mg/L	117,7 ±102,1	86,73 ±79,34
Pb, μg/L, διαλυτό	5,90 ±7,15	5,51 ±8,95
Pb, μg/L, ολικό	10,17 ±9,61	12,45 ±14,89
Na, mg/L	2436 ±821,5	2214 ±890,6
Ni, μg/L, διαλυτό	8,13 ±4,63	7,53 ±5,75

Ni, µg/L, ολικό	16,13 ±6,29	15,80 ±13,29
Se, µg/L	1,43 ±0,36	1,39 ±0,09
Si, mg/L	1,47 ±1,07	1,47 ±1,11
Fe, µg/L, διαλυτό	89,00 ±50,48	117,25 ±79,84
Fe, µg/L, ολικό	3483 ±3998	2940 ±3145
Hg, µg/L	0,71 ±0,48	0,75 ±0,48
Cr, µg/L, διαλυτό	4,27 ±3,94	3,58 ±1,82
Cr, µg/L, ολικό	16,86 ±14,18	18,44 ±14,20
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Zn, µg/L, διαλυτό	100,3 ±78,03	110,4 ±83,31
Zn, µg/L, ολικό	541,7 ±535,3	838,8 ±742,8

Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων στα δείγματα της Κορώνειας παρουσιάζονται στον Πίνακα 15Δ. Ο μόνος οργανικός ρύπος που ανιχνεύθηκε και μάλιστα περιστασιακά ήταν ο μεταβολίτης του ζιζανιοκτόνου atrazine, DEA (deethyl-atrazine) που είναι περισσότερο υδατοδιαλυτή ουσία από την atrazine. Η DEA προέκυψε από τον μεταβολισμό του atrazine αν και υπολείμματα atrazine δεν ανιχνεύθηκαν στα νερά της συγκεκριμένης λίμνης σε κανένα από τα δείγματα την περίοδο 1999-2000. Ανάλογες συγκεντρώσεις DEA έχουν μετρηθεί σε επιφανειακά νερά της Ευρώπης (Readman et al, 1993).

Πίνακας 15Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Κορωνεία κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 15D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of the lake Koronia during 1999-2000

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
DEA	2	13	0,053	0,059	0,056

4.2.2 Λίμνη Μεγάλη Βόλβη

Η λίμνη αυτή διαφαίνεται ότι ακολουθεί την πορεία της Κορώνειας. Το νερό της στη σημερινή του χημική κατάσταση ίσως είναι ακατάλληλο για άρδευση με σημαντικά υψηλές συγκεντρώσεις φθορίου, χλωριούχων, θειικών, αλκαλικότητας, αλουμινίου, αρσενικού, μαγνησίου, μαγγανίου (παραπυθμένιο ενός σημείου), νατρίου, σιδήρου και ψευδαργύρου. Οι αυξήσεις αυτές των συγκεντρώσεων ίσως να οφείλονται στο γεγονός ότι μειώθηκαν σημαντικά οι πηγές τροφοδοσίας της λίμνης σε νερό καθαρό ή ότι αυτή παράλληλα τροφοδοτείται από θαλασσινό νερό.

Πίνακας 16Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Μεγάλη Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 16A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the lake Megali Volvi during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 33A Μεταξύ λουτρών και χωριού Επιφάνεια	No, 33B Μεταξύ λουτρών και χωριού Πυθμένας 12 m	No, 34A Επιφάνεια	No, 34B Πυθμένας 12 m
pH	9,1 \pm 0,1	9,1 \pm 0,1	9,1 \pm 0,1	9,1 \pm 0,2
Tem, °C	20,1 \pm 5,	19,4 \pm 5,6	19,9 \pm 5,2	19,6 \pm 5,3
DO (mg/L)	8,3 \pm 1,8	6,4 \pm 0,7	8,2 \pm 2,1	6,5 \pm 1,4
Saturation %	91,7 \pm 22,7	75,9 \pm 12,5	89,3 \pm 26,3	69,6 \pm 9,3
Δίσκος Sechi, m	0,9 \pm 0,2		0,9 \pm 0,2	
BOD ₅ (mg/L)	2,5 \pm 0,3	1,7 \pm 0,7	2,4 \pm 1,3	2,4 \pm 1,6
Redox, mV	336 \pm 19	332 \pm 11	339 \pm 20	334 \pm 20
TDS (mg/L)	604 \pm 8	604 \pm 7	605 \pm 8	605 \pm 8
Cond, (mS/cm)	1131 \pm 20	1130 \pm 17	1134 \pm 23	1128 \pm 13
Salinity ‰	0,325\pm0,050	0,325\pm0,050	0,325\pm0,050	0,325\pm0,050

Πίνακας 16Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Μεγάλη Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 16B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake Megali Volvi during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 33A Μεταξύ λουτρών και χωριού Επιφάνεια	No, 33B Μεταξύ λουτρών και χωριού Πυθμένας 12 m	No, 34A Επιφάνεια	No, 34B Πυθμένας 12 m
F ⁻ (mg/L)	1,568\pm0,666	1,529\pm0,732	1,697\pm0,667	1,606\pm0,645
Cl ⁻ (mg/L)	135,2\pm20,5	136,0\pm1,6	146,1\pm11,7	144,2\pm16,4
Br ⁻ (mg/L)	0,528\pm0,494	0,988\pm0,758	0,589\pm0,604	0,543\pm0,651
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,091 \pm 0,143	0,085 \pm 0,139	0,052 \pm 0,081	0,068 \pm 0,110
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,36 \pm 0,27	0,40 \pm 0,27	0,29 \pm 0,20	0,44 \pm 0,39
Αμμωνία (mg/L)	0,047 \pm 0,040	0,035 \pm 0,030	0,032 \pm 0,026	0,027 \pm 0,022
TP-PO ₄ (mg/L)	0,081 \pm 0,014	0,081 \pm 0,005	0,065 \pm 0,028	0,092 \pm 0,034
SO ₄ ⁼ (mg/L)	73\pm11	74\pm10	83\pm14	78\pm9
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	323\pm6	320\pm16	324\pm14	321\pm8
Στερεό υπόλειμμα(g/L)	0,069	0,073	0,067	0,079

Πίνακας 16Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Μεγάλη Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 16C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake of Megali Volvi during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	33A Μεταξύ λουτρών και χωριού Επιφάνεια	33B Μεταξύ λουτρών και χωριού Πυθμένας (12m)	34A Επιφάνεια	34B Πυθμένας (12m)
SAR	5,6 \pm1,19	5,55 \pm1	4,1 \pm2,53	5,4 \pm1,1
Σκληρότητα	173 \pm 39,5	176,6 \pm 38	129,8 \pm 78,2	173,8 \pm 33
Al, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	32,17 \pm 30,06	33,50 \pm 24,28	28,93 \pm 15,92	39,87 \pm 29,46
Al, $\mu\text{g/L}$, ολικό	168,7 \pm 105,8	214,3 \pm115,6	255,7 \pm189,5	191,7 \pm87,80
Sb, $\mu\text{g/L}$	0,55 \pm 0,06	0,61 \pm 0,13	0,53 \pm 0,05	0,53 \pm 0,07
As, $\mu\text{g/L}$	4,13 \pm1,30	4,22 \pm1,26	4,30 \pm1,15	4,08 \pm1,17
Ca, mg/L	16,55 \pm 6,74	16,58 \pm 7,32	16,23 \pm 7,52	15,70 \pm 7,04
B, mg/L	0,32 \pm 0,07	0,30 \pm 0,04	0,33 \pm 0,09	0,39 \pm 0,19
Cd, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	0,58 \pm 0,15	0,50 \pm 0,00	0,55 \pm 0,10	0,53 \pm 0,05
Cd, $\mu\text{g/L}$, ολικό	1,05 \pm 0,91	1,79 \pm 2,28	0,60 \pm 0,14	0,73 \pm 0,45
K, mg/L	7,58 \pm 0,67	7,70 \pm 0,67	7,58 \pm 0,52	7,53 \pm 0,68
Mn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	4,85 \pm 4,16	5,13 \pm 4,12	5,50 \pm 3,88	17,35 \pm 21,29
Mn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	39,50 \pm 15,24	47,20 \pm 15,51	33,55 \pm 15,83	114,2 \pm134,8
Mg, mg/L	38,38 \pm15,81	37,80 \pm13,53	38,85 \pm14,94	37,68 \pm13,28
Pb, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	1,94 \pm 0,89	2,38 \pm 1,26	1,50 \pm 0,47	1,35 \pm 0,40
Pb, $\mu\text{g/L}$, ολικό	2,77 \pm1,11	3,05 \pm1,16	6,28 \pm8,05	2,13 \pm0,68
Na, mg/L	171,9 \pm9,82	172,5 \pm10,19	170,9 \pm8,89	168,6 \pm20,84
Ni, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	3,00 \pm 1,73	2,53 \pm 0,50	3,23 \pm 1,37	9,33 \pm 12,70
Ni, $\mu\text{g/L}$, ολικό	4,43 \pm 1,69	3,67 \pm 0,74	5,07 \pm 1,90	5,00 \pm 2,95
Se, $\mu\text{g/L}$	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	0,50 \pm 0,52	0,43 \pm 0,49	0,57 \pm 0,55	0,45 \pm 0,48
Fe, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	67,93 \pm 56,70	71,10 \pm 44,84	108,6 \pm 56,42	53,93 \pm 33,93
Fe, $\mu\text{g/L}$, ολικό	459,5 \pm435,8	477,3 \pm435,6	400,2 \pm342,1	615,8 \pm629,2
Hg, $\mu\text{g/L}$	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Cr, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	3,15 \pm 2,30	2,63 \pm 1,25	2,10 \pm 0,19	2,00 \pm 0,00
Cr, $\mu\text{g/L}$, ολικό	3,98 \pm 2,66	4,35 \pm 2,32	2,86 \pm 0,70	2,97 \pm 0,66
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Zn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	60,25 \pm45,17	67,38 \pm44,67	77,38 \pm27,82	135,63 \pm142,56
Zn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	870,78 \pm688,35	841,23 \pm707,26	920,0 \pm696,72	829,20 \pm709,99

Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων στα δείγματα των λιμνών Μεγάλης και Μικρής Βόλβης παρουσιάζονται συγκεντρωτικά στον Πίνακα 16Δ. Υψηλές συγκεντρώσεις των ζιζανιοκτόνων alachlor, metolachlor και atrazine ανιχνεύθηκαν στα νερά της Μικρής και Μεγάλης Βόλβης. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά χρησιμοποιούνται προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά για την καταπολέμηση ετησίων ζιζανίων σε καλλιέργειες αραβοσίτου που καλύπτουν σημαντικές εκτάσεις γύρω από τις δύο αυτές λίμνες. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις των ζιζανιοκτόνων μετρήθηκαν στην δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 18/4/99 δηλ. αμέσως μετά την ανοιξιάτικη εφαρμογή τους. Συνεπώς, η υποβάθμιση της ποιότητας των νερών των λιμνών Μικρής και Μεγάλης Βόλβης οφείλεται κατά μεγάλο ποσοστό στην ανοιξιάτικη εφαρμογή τους σε παρακείμενους αγρούς που καλλιεργούνται με αραβόσιτο.

Πίνακας 16Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελάχιστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό των λιμνών Μεγάλης και Μικρής Βόλβης κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 16D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of the lakes Megali Volvi and Mikri Volvi during 1999-2000

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=40)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
alachlor	6	15	0,022	0,809	0,438
atrazine	4	10	0,127	2,086	0,961
metolachlor	6	15	0,003	0,03	0,015

4.2.3 Λίμνη Μικρή Βόλβη

Η χημική σύσταση της είναι παρόμοια με εκείνη της Μ. Βόλβης

Πίνακας 17Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Μικρή Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 17A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the lake Mikri Volvi during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 35A Άγ. Νικόλαος Επιφάνεια	No, 35B Άγ. Νικόλαος Πυθμένας 17 m	No, 36A Ρεντίνα Επιφάνεια	No, 36B Ρεντίνα Πυθμένας 12 m
pH	9,1 \pm 0,1	8,9 \pm 0,1	9,1 \pm 0,1	9,0 \pm 0,1
Tem, °C	20,3 \pm 5,2	19,5 \pm 5,4	18,4 \pm 4,5	17,9 \pm 4,9
DO (mg/L)	8,8 \pm 1,8	6,0 \pm 0,7	8,1 \pm 2,0	6,6 \pm 1,6
Saturation %	96,8 \pm 22,8	65,2 \pm 6,0	85,5 \pm 16,2	68,7 \pm 10,9
Δίσκος Sechi, m	0,9 \pm 0,2		0,8 \pm 0,2	
BOD ₅ (mg/L)	3,1 \pm 0,2	2,9 \pm 1,4	6,3 \pm 4,9	2,2 \pm 0,5
Redox, mV	333 \pm 11	336 \pm 15	327 \pm 18	319 \pm 3
TDS (mg/L)	604 \pm 8	605 \pm 7	603 \pm 10	603 \pm 10
Cond, (μS/cm)	1135 \pm 21	1130 \pm 12	1123 \pm 7	1124 \pm 7
Salinity ‰	0,325\pm0,050	0,325\pm0,050	0,333\pm0,058	0,333\pm0,058

Πίνακας 17B. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Μικρή Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 17B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake Mikri Volvi during the period of 1999-00

Παράμετρος	No, 35A Αγ. Νικόλαος Επιφάνεια	No, 35B Αγ. Νικόλαος Πυθμένας 17 m	No, 36A Ρεντίνα Επιφάνεια	No, 36B Ρεντίνα Πυθμένας 12 m
F ⁻ (mg/L)	1,596\pm0,605	1,576\pm0,711	1,583\pm0,792	1,694\pm0,811
Cl ⁻ (mg/L)	132\pm7	141\pm21	148\pm19	153\pm14
Br ⁻ (mg/L)	0,617\pm0,643	0,585\pm0,583	0,652\pm0,603	0,700\pm0,680
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,097 \pm 0,143	0,061 \pm 0,089	0,062 \pm 0,086	0,055 \pm 0,081
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,446 \pm 0,316	0,453 \pm 0,442	0,354 \pm 0,047	0,349 \pm 0,122
Αμμωνία (mg/L)	0,028 \pm 0,023	0,070 \pm 0,090	0,018 \pm 0,023	0,017 \pm 0,023
TP-PO ₄ (mg/L)	0,073 \pm 0,029	0,128 \pm 0,063	0,055 \pm 0,011	0,071 \pm 0,017
SO ₄ ⁻ (mg/L)	70\pm6	76\pm19	76\pm11	80\pm15
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	324\pm8	323\pm9	319\pm10	317\pm11
Στερεό υπόλειμμα(g/L)	0,070	0,066	0,071	0,069

Πίνακας 17Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Μικρή Βόλβη κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 17C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake of Mikri Volvi during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	35A Άγιος Νικόλαος Επιφάνεια	35B Άγιος Νικόλαος Πυθμένας(17m)	36A Ρεντίνα Επιφάνεια	36B Ρεντίνα Πυθμένας(12m)
SAR	5,8 \pm0,82	5,78 \pm0,9	5,7 \pm1,38	5,7 \pm1,6
Σκληρότητα	177 \pm 38	171 \pm 37,2	167,8 \pm 44,4	170,8 \pm 49,6
Al, μ g/L, διαλυτό	45,00 \pm 41,58	48,67 \pm 41,99	55,70 \pm 39,17	42,90 \pm 37,48
Al, μ g/L, ολικό	177,3 \pm 136,0	229,3 \pm148,6	252,4 \pm2,26	266,5 \pm22,84
Sb, μ g/L	0,50 \pm 0,00	0,53 \pm 0,05	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00
As, μ g/L	4,18 \pm1,67	4,67 \pm1,59	3,90 \pm1,16	4,15 \pm1,18
Ca, mg/L	16,30 \pm 6,81	15,88 \pm 7,04	16,83 \pm 8,17	17,10 \pm 8,77
B, mg/L	0,26 \pm 0,13	0,28 \pm 0,08	0,29 \pm 0,07	0,39 \pm 0,16
Cd, μ g/L, διαλυτό	0,53 \pm 0,05	0,63 \pm 0,25	0,67 \pm 0,29	0,57 \pm 0,12
Cd, μ g/L, ολικό	1,08 \pm 0,90	1,23 \pm 1,09	0,73 \pm 0,40	0,83 \pm 0,58
K, mg/L	7,45 \pm 0,66	8,50 \pm 1,56	7,53 \pm 0,55	7,57 \pm 0,50
Mn, μ g/L, διαλυτό	4,83 \pm 2,13	29,00 \pm9,38	3,67 \pm 2,97	4,83 \pm 4,48
Mn, μ g/L, ολικό	28,20 \pm 16,59	80,63 \pm59,20	37,77 \pm 23,88	65,60 \pm58,82
Mg, mg/L	38,30 \pm13,25	45,25 \pm29,73	38,73 \pm19,85	36,93 \pm17,32
Pb, μ g/L, διαλυτό	1,53 \pm 0,55	1,95 \pm 1,07	1,83 \pm 0,85	1,54 \pm 0,22
Pb, μ g/L, ολικό	2,40 \pm 0,98	2,75 \pm ,63	4,52 \pm 2,40	3,12 \pm 1,08
Na, mg/L	175,5 \pm 8,85	196,8 \pm 54,99	174,7 \pm 10,36	175,3 \pm 10,36
Ni, μ g/L, διαλυτό	3,43 \pm 2,48	2,00 \pm 0,00	2,35 \pm 0,49	2,20 \pm 0,28
Ni, μ g/L, ολικό	4,27 \pm 3,10	4,37 \pm 3,04	5,75 \pm 3,32	5,10 \pm 3,25
Se, μ g/L	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	0,53 \pm 0,58	0,47 \pm 0,55	0,55 \pm 0,64	0,55 \pm 0,64
Fe, μ g/L, διαλυτό	60,20 \pm 56,19	93,23 \pm 61,34	61,35 \pm 79,69	64,75 \pm 88,74
Fe, μ g/L, ολικό	124,8 \pm194,6	229,6 \pm379,3	332,7 \pm254,2	385,8 \pm526,7
Hg, μ g/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Cr, μ g/L, διαλυτό	3,13 \pm 2,25	3,20 \pm 2,40	4,15 \pm 3,73	4,97 \pm 5,15
Cr, μ g/L, ολικό	3,88 \pm 2,89	4,33 \pm 4,07	654,00 \pm1128,43	24,10 \pm 37,50
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Zn, μ g/L, διαλυτό	68,08 \pm 42,44	110,05 \pm 124,61	48,73 \pm 37,90	60,30 \pm 49,36
Zn, μ g/L, ολικό	866,8 \pm683,0	736,5 \pm602,5	897,7 \pm740,4	858,3 \pm715,2

4.2.4 Λίμνη Δοϊράνη

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα των Πινάκων 18 τα χημικά χαρακτηριστικά του νερού της λίμνης είναι σημαντικά υποβαθμισμένα λόγω της συμπύκνωσης των ρύπων από την έλλειψη τροφοδοσίας της λίμνης με καθαρό νερό. Η χημική σύστασή της είναι παρόμοια με εκείνη της Βόλβης με τη διαφορά ότι η Δοϊράνη έχει και υψηλές συγκεντρώσεις αρσενικού. Η παρουσία του αρσενικού πρέπει να οφείλεται σε γεωλογικά φαινόμενα.

Πίνακας 18Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Δοϊράνη κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 18A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the lake Doirani during the period of 1999-2000

Παράμετρος	No, 37 Επιφάνεια	No, 38 Πυθμένας 4m
pH	8,8 \pm 0,1	8,7 \pm 0,4
Tem, °C	17,1 \pm 3,5	17,5 \pm 4,3
DO (mg/L)	8,1 \pm 2,9	8,3 \pm 2,6
Saturation %	83,3 \pm 22,9	86,6 \pm 23,6
Δίσκος Sechi, m	0,6 \pm 0,2	
BOD ₅ (mg/L)	3,5 \pm 1,8	3,6 \pm 1,9
Redox, mV	385 \pm 48	347 \pm 41
TDS (mg/L)	590 \pm 35	582 \pm 20
Cond, (mS/cm)	1012 \pm 111	1000 \pm 152
Salinity ‰	0,340 \pm 0,055	0,320 \pm 0,045

Πίνακας 18Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Δοϊράνης κατά την περίοδο 1999-00

Table 18B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake Doirani during the period of 1999-00

Παράμετρος	No, 37 Επιφάνεια	No, 38 Πυθμένας 4m
F ⁻ (mg/L)	5,758\pm0,894	5,260\pm0,885
Cl ⁻ (mg/L)	77,3\pm4,8	75,9\pm8,3
Br ⁻ (mg/L)	0,409 \pm 0,218	0,397 \pm 0,200
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,018 \pm 0,015	0,011 \pm 0,011
NO ₃ ⁻ (mg/L)	1,95 \pm 2,19	1,4 \pm 1,55
Αμμωνία (mg/L)	0,019 \pm 0,012	0,036 \pm 0,037
TP-PO ₄ (mg/L)	0,135 \pm 0,143	0,221 \pm 0,171
SO ₄ ⁼ (mg/L)	252\pm52	269\pm61
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	248\pm9	249\pm8
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,075	0,074

Πίνακας 18Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Δοιράνης κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 18C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake of Doirani during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	37 Επιφάνεια	38 Πυθμένας (4m)
SAR	3,35 \pm0,26	3,37 \pm0,32
Σκληρότητα	260 \pm 53	256 \pm 46
Al, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	57,30 \pm 41,75	93,90 \pm 45,82
Al, $\mu\text{g/L}$, ολικό	648,8 \pm418,3	679,7 \pm458,4
Sb, $\mu\text{g/L}$	0,66 \pm 0,36	0,74 \pm 0,43
As, $\mu\text{g/L}$	29,78 \pm8,26	31,90 \pm6,97
Ca, mg/L	26,04 \pm 13,12	20,25 \pm 11,41
B, mg/L	0,21 \pm 0,06	0,25 \pm 0,15
Cd, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	0,60 \pm 0,22	0,56 \pm 0,13
Cd, $\mu\text{g/L}$, ολικό	1,42 \pm 1,13	1,30 \pm 1,40
K, mg/L	16,58 \pm3,59	17,13 \pm3,74
Mn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	29,90 \pm 28,06	28,50 \pm 29,13
Mn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	108,4 \pm79,20	74,60 \pm39,70
Mg, mg/L	54,02 \pm13,85	50,65 \pm0,92
Pb, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	1,24 \pm 0,30	2,50 \pm 2,43
Pb, $\mu\text{g/L}$, ολικό	4,34 \pm1,21	4,17 \pm1,53
Na, mg/L	124,2 \pm12,09	125,0 \pm11,52
Ni, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	5,10 \pm 2,93	4,95 \pm 3,10
Ni, $\mu\text{g/L}$, ολικό	10,58 \pm 3,56	10,25 \pm 4,37
Se, $\mu\text{g/L}$	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	0,93 \pm 0,85	1,20 \pm 0,98
Fe, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	247,9 \pm210,6	296,2 \pm209,3
Fe, $\mu\text{g/L}$, ολικό	1626 \pm996,1	2233 \pm899,7
Hg, $\mu\text{g/L}$	0,10 \pm 0,01	0,10 \pm 0,00
Cr, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	3,89 \pm 3,49	4,73 \pm 3,69
Cr, $\mu\text{g/L}$, ολικό	7,93 \pm 2,60	15,78 \pm18,89
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Zn, $\mu\text{g/L}$, διαλυτό	77,82 \pm 57,17	66,72 \pm 44,44
Zn, $\mu\text{g/L}$, ολικό	798,2 \pm614,1	763,5 \pm614,4

Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων στα δείγματα της Δοϊράνης παρουσιάζονται στον Πίνακα 18Δ. Γενικά, το οργανικό φορτίο ρύπων της Δοϊράνης είναι χαμηλό. Το ζιζανιοκτόνο metolachlor ανιχνεύθηκε και στην Δοϊράνη στα δείγματα που συλλέχθηκαν τον Μάιο 2000 δηλ. αμέσως μετά την εφαρμογή του σε παρακειμένες καλλιέργειες. Παρόλα αυτά οι συγκεντρώσεις του ήταν χαμηλότερες από το ανώτατο επιτρεπτό όριο των 0.1μg/l που έχει θεσπισθεί για νερά που χρησιμοποιούνται ως πόσιμα.

Πίνακας 18Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Δοϊράνης κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 18D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of the lake Doirani during 1999-2000

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=10)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
metolachlor	3	30	0,007	0,045	0,031
bifentrin	1	10	0,013	0,013	0,013

4.2.5 Λίμνη Κερκίνη

Η λίμνη αυτή συζητήθηκε στο κεφάλαιο του Στρυμόνα καθόσον θεωρείται τμήμα του ποταμού.

4.3 Λίμνες Θράκης

4.3.1 Λίμνη Βιστονίδα

Η λίμνη αυτή έχει πλέον θαλασσινό νερό και μάλιστα πολύ κακής ποιότητας με σημαντικό πρόβλημα ρύπανσης Καδμίου και Μολύβδου. Ολόκληρη η λίμνη χρησιμοποιείται ως ιχθυοτροφείο. Είναι επιβεβλημένο να διερευνηθεί η καταλληλότητα για βρώση των παραγομένων ιχθύων της λίμνης. Ακόμη επιβάλλεται η διερεύνηση της ποιότητας όλων των υπογείων νερών της περιοχής είτε χρησιμοποιούνται για άρδευση ή για ύδρευση. Σε ορισμένα σημεία της λίμνης υπάρχουν εποχιακά αναγωγικές συνθήκες.

Πίνακας 19Α. Μέση \pm τυπική απόκλιση των τιμών φυσικοχημικών παραμέτρων στο νερό της λίμνης Βιστονίδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 19A. Mean \pm standard deviation values of physicochemical parameters measured in the water of the lake Vistonida during 1999-00

Παράμετρος	No, 44A Επιφάνεια	No, 44B Πυθμένας 2,5 m	No, 45A Επιφάνεια	No, 45B Πυθμένας 3 m	No, 45Γ Επιφάνεια	No, 45Δ Πυθμένας 3,5 m	No, 45E Επιφάνεια	No, 45ΣΤ Πυθμένας 4 m
pH	8,9 \pm 0,3	8,9 \pm 0,2	9,0 \pm 0,3	8,9 \pm 0,3	9,0 \pm 0,3	8,5 \pm 0,8	9,0 \pm 0,3	9,0 \pm 0,3
Tem, °C	18,1 \pm 6,0	17,9 \pm 6,1	18,3 \pm 6,0	17,9 \pm 5,9	18,3 \pm 5,9	17,9 \pm 5,6	18,3 \pm 5,9	18,6 \pm 4,9
DO (mg/L)	8,3 \pm 3,6	6,5 \pm 4,2	8,4 \pm 3,2	6,5 \pm 5,0	8,6 \pm 3,2	6,4 \pm 5,0	8,9 \pm 3,3	8,0 \pm 2,8
Saturation %	82,4 \pm 29,6	64,0 \pm 39,6	86,1 \pm 22,0	64,3 \pm 46,2	85,1 \pm 27,2	62,9 \pm 46,3	90,9 \pm 23,7	81,7 \pm 24,9
Δίσκος Sechi, m	0,6 \pm 0,1		0,6 \pm 0,1		0,5 \pm 0,0		0,6 \pm 0,1	
BOD ₅ (mg/L)	5,6 \pm 1,9	5,7 \pm 1,0	5,6 \pm 1,9	6,2 \pm 1,5	5,4 \pm 2,7	6,7 \pm 0,7	6,5 \pm 3,0	6,1 \pm 1,6
Redox, mV	140(-2) \pm 51,5	125(2) \pm 28,2	137 \pm 39	109 \pm 49	132 \pm 47	139(-346) \pm 35	145(-33) \pm 45	94 \pm 85
TDS (mg/L)	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000
Cond, (μS/cm)	19482\pm4323	20160\pm3665	19705\pm4658	20205\pm3709	19888\pm5145	22415\pm6835	19972\pm5255	21555\pm6340
Salinity ‰	12,125\pm3,877	12,575\pm3,479	12,300\pm4,027	12,625\pm3,570	12,400\pm4,401	14,125\pm5,131	12,500\pm4,441	13,350\pm4,619

Πίνακας 19Β. Μέση τιμή \pm τυπική απόκλιση των συγκεντρώσεων ανιόντων, αμμωνίας, αλκαλικότητας και στερεού υπολείμματος που μετρήθηκαν στο νερό της λίμνης Βιστονίδας κατά την περίοδο 1999-00

Table 19B. Mean + standard deviation values of concentrations of anions, ammonia, alkalinity and total residue measured in the water of the lake Vistonida during the period of 1999-00

Παράμετρος	No, 44A Επιφάνεια	No, 44B Πυθμένας 2,5 m	No, 45A Επιφάνεια	No, 45B Πυθμένας 3 m	No, 45Γ Επιφάνεια	No, 45Δ Πυθμένας 3,5 m	No, 45E Επιφάνεια	No, 45ΣΤ Πυθμένας 4 m
F ⁻ (mg/L)	0,610	0,180 \pm 0,184	1,390	0,650	0,860	3,790 \pm 4,257	0,530	3,730 \pm 1,5
Cl ⁻ (mg/L)	5113\pm737	5921\pm1325	5137\pm1191	5784\pm493	5023\pm1178	5875\pm305	4305\pm1780	5430
Br ⁻ (mg/L)	19,49	21,47	21,25	21,520	22,02	21,91	21,54	20,85
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,016 \pm 0,003	0,016 \pm 0,010	0,026 \pm 0,018	0,015 \pm 0,013	0,016 \pm 0,012	0,025 \pm 0,016	0,017 \pm 0,008	0,011 \pm 0,011
NO ₃ ⁻ (mg/L)	11,76 \pm 20,4	2,62 \pm 4,54	0,88 \pm 1,52	0,93 \pm 1,61	1,40 \pm 1,63	2,37 \pm 2,86	3,21 \pm 5,55	1,67 \pm 2,09
Αμμωνία (mg/L)	0,052 \pm 0,051	0,114 \pm 0,129	0,068 \pm 0,058	0,061 \pm 0,053	0,047 \pm 0,037	1,095 \pm 1,793	0,082 \pm 0,099	0,039 \pm 0,034
TP-PO ₄ (mg/L)	0,233 \pm 0,141	0,255 \pm 0,162	0,250 \pm 0,135	0,232 \pm 0,091	0,221 \pm 0,112	0,539 \pm 0,466	0,233 \pm 0,114	0,232 \pm 0,114
SO ₄ ⁼ (mg/L)	714\pm67	771\pm254	581\pm251	801\pm264	784\pm260	906\pm3061	1092\pm723	748\pm252
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	137 \pm 16	134 \pm 11	131 \pm 10	137 \pm 4	132 \pm 10	149 \pm 23	131 \pm 11	139 \pm 6

Στερεό υπόλειμμα(g/L)	1,201	1,250	1,226	1,270	1,270	1,246	1,272	1,251
--------------------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

Πίνακας 19Γ. Μέση τιμή \pm τυπική αποκλίση των συγκεντρώσεων μετάλλων, SAR και σκληρότητας στο νερό της λίμνης Βιστονιδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 19C. Mean \pm standard deviation values of metal concentrations, SAR and hardness of the water of the lake Vistonida during the period of 1999-2000.

Παράμετρος	44A Επιφάνεια	44B Πυθμένας(2,5m)	45Γ Επιφάνεια	45Δ Πυθμένας(3,5m)	45E Επιφάνεια	45ΣΤ Πυθμένας(2,5m)	45Α Επιφάνεια	45Β Πυθμένας(3,5m)
SAR	37,8 \pm19,7	48,9 \pm1,93	56,9 \pm14,8	57,7 \pm14,6	68,2 \pm11,1	56,8 \pm10,1	53,3 \pm6,28	53,3 \pm5,1
Σκληρότητα	1997 \pm1904	597 \pm22,55	752,4 \pm190	720,1 \pm167	645 \pm64,7	752 \pm218	749 \pm215,8	757 \pm197
Al, μ g/L, διαλυτό	102,3 \pm 30,11	127,0 \pm 51,97	131,6 \pm 154,9	126,7 \pm 64,30	162,0 \pm 128,2	75,87 \pm 22,43	86,77 \pm 25,84	146,30 \pm 133,22
Al, μ g/L, ολικό	224,3 \pm14,01	246,3 \pm15,86	198,3 \pm106,1	197,7 \pm10,10	269,7 \pm204,6	151,7 \pm 53,51	168,0 \pm 22,54	202,0 \pm165,8
Sb, μ g/L	0,79 \pm 0,50	0,71 \pm 0,36	0,50 \pm 0,01	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,51 \pm 0,02	0,50 \pm 0,00
As, μ g/L	0,55 \pm 0,06	0,58 \pm 0,05	0,92 \pm 0,72	1,28 \pm 0,90	1,53 \pm 1,17	1,65 \pm 1,32	0,71 \pm 0,10	0,62 \pm 0,11
Ca, mg/L	81,38 \pm29,48	83,28 \pm33,36	88,00 \pm33,55	83,53 \pm35,51	69,25 \pm21,06	86,50 \pm40,94	86,20 \pm33,73	85,25 \pm38,44
B, mg/L	1,61 \pm0,14	1,69 \pm0,27	1,83 \pm0,48	1,68 \pm1,23	1,82 \pm0,51	1,63 \pm0,19	1,98 \pm0,54	2,50 \pm0,77
Cd, μ g/L, διαλυτό	2,03 \pm 1,25	3,98 \pm 5,76	3,12 \pm 4,29	1,63 \pm 1,71	0,92 \pm 0,60	0,75 \pm 0,25	4,81 \pm 5,78	3,81 \pm 5,38
Cd, μ g/L, ολικό	3,6 \pm 1,21	7,03 \pm6,10	4,36 \pm 4,41	4,47 \pm 1,01	2,73 \pm 2,00	2,31 \pm 0,63	5,90 \pm4,94	6,09 \pm5,65
K, mg/L	155,0 \pm6,80	158,0 \pm5,29	155,3 \pm1,53	162,7 \pm21,22	151,7 \pm5,51	156,3 \pm6,43	154,0 \pm8,72	157,3 \pm5,77
Mn, μ g/L, διαλυτό	50,13 \pm20,63	45,20 \pm 26,89	68,78 \pm65,74	78,50 \pm94,28	129,8 \pm128,9	73,35 \pm120,9	35,23 \pm 28,20	22,58 \pm 12,94
Mn, μ g/L, ολικό	95,9 \pm61,58	122,8 \pm62,37	115,2 \pm75,41	148,4 \pm85,52	171,8 \pm105,75	121,3 \pm102,6	103,5 \pm49,06	111,5 \pm51,24
Mg, mg/L	582,3 \pm143,3	461,0 \pm25,46	470,0 \pm18,38	465,0 \pm28,28	458,0 \pm31,11	426,5 \pm13,44	440,5 \pm24,75	435,0 \pm46,67

Pb, µg/L, διαλυτό	5,53 ±5,12	4,10 ±4,37	3,87 ±4,13	2,83 ±2,75	4,80 ±6,58	5,60 ±4,60	4,11 ±4,71	3,37 ±3,35
Pb, µg/L, ολικό	11,42 ±7,90	8,05 ±6,11	6,41 ±5,83	8,68 ±6,83	10,24 ±7,26	13,98 ±7,43	6,87 ±4,06	8,53 ±5,34
Na, mg/L	3120 ±1001	2978 ±1115	3276 ±1060,	3796 ±563	3324 ±725	3626 ±585,2	3101 ±1104	3323 ±846,7
Ni, µg/L, διαλυτό	4,07 ±1,86	4,00 ±3,29	5,00 ±3,61	4,77 ±3,72	2,00 ±0,00	5,70 ±5,23	4,27 ±3,26	3,73 ±2,42
Ni, µg/L, ολικό	10,67 ±12,19	10,93 ±12,19	8,60 ±8,73	18,45 ±0,64	13,30 ±14,57	11,55 ±12,09	8,43 ±10,04	6,43 ±7,08
Se, µg/L	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00
Si, mg/L	1,60 ±2,42	1,07 ±1,50	0,93 ±1,27	0,97 ±1,24	0,93 ±1,27	0,93 ±1,27	0,97 ±1,24	0,97 ±1,33
Fe, µg/L, διαλυτό	331,7 ±210,5	214,7 ±210,8	315,6 ±489,3	253,3 ±301,9	248,7 ±159,2	126,3 ±176,8	95,70 ±23,23	163,3 ±127,8
Fe, µg/L, ολικό	827,3 ±193,1	695 ±112,6	703,9 ±300,3	585,4 ±271,6	374,7 ±36,7	400,7 ±111,8	408,8 ±174,2	478,5 ±125,0
Hg, µg/L	0,17 ±0,14	0,17 ±0,08	0,13 ±0,04	0,12 ±0,03	0,12 ±0,03	0,12 ±0,04	0,15 ±0,08	0,12 ±0,03
Cr, µg/L, διαλυτό	2,00 ±0,00	2,80 ±0,1	2,48 ±0,95	2,00 ±0,00	2,15 ±0,30	2,35 ±0,70	2,75 ±1,50	2,10 ±0,2
Cr, µg/L, ολικό	5,80 ±2,71	5,5 ±2,68	3,73 ±1,19	5,10 ±2,25	4,48 ±3,20	5,95 ±2,83	5,55 ±2,69	5,35 ±2,25
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,1 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,1 ±0,00	0,1 ±72,95
Zn, µg/L, διαλυτό	133,5 ±86,8	101,87 ±71,36	160,7 ±155,3	129,8 ±121,3	236,8 ±250,6	76,25 ±56,78	109,10 ±80,69	117,13 ±105,30
Zn, µg/L, ολικό	856,3 ±996,8	1031 ±1175	888,7 ±1165,8	1019,7 ±1256,9	1007,3 ±933,6	822,0 ±1103	815,3 ±1075	970,3 ±1245

Οι αναλύσεις οργανικών ρύπων στα δείγματα της Βιστονίδας παρουσιάζονται στον Πίνακα 19Δ. Υψηλές συγκεντρώσεις των ζιζανιοκτόνων atrazine, alachlor και metolachlor ανιχνεύθηκαν σε δείγματα που συλλέχθηκαν τον Απρίλιο 2000 τόσο από τον πυθμένα όσο και από την επιφάνεια της λίμνης Βιστονίδας. Όπως και στην Βεγορίτιδα, έτσι και στην Βιστονίδα οι υψηλές συγκεντρώσεις αυτών των ζιζανιοκτόνων προήλθαν από την χρήση τους σε παρακαείμενους αγρούς. Υπολείμματα των παραπάνω ζιζανιοκτόνων δεν ανιχνεύθηκαν καθόλου ή ανιχνεύθηκαν σε σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις στις υπόλοιπες δειγματοληψίες. Υπολείμματα του ζιζανιοκτόνου prometryne ανιχνεύθηκαν σε αρκετά δείγματα αλλά σε χαμηλές συγκεντρώσεις (<0.1 μg/l). Γενικά το φορτίο οργανικών ρύπων της Βιστονίδας είναι εποχιακά υψηλό και οφείλεται σε αγροτικές δραστηριότητες της περιοχής.

Πίνακας 19Δ. Μέση (γεωμετρικός μέσος όρος), μέγιστη και ελαχίστη συγκέντρωση των γεωργικών φαρμάκων και της καφεΐνης και αντίστοιχα ποσοστά ανιχνεύσεως στο νερό της λίμνης Βιστονίδας κατά την περίοδο 1999-2000.

Table 19D. Median, Maximum and Minimum concentrations and respective % of detections of pesticides and caffeine monitored in the water of the lake Vistonida during 1999-2000

	Αριθμός ανιχνεύσεων	% ποσοστό (n=32)	Ελάχιστη συγκέντρωση	Μέγιστη συγκέντρωση	Μέση συγκέντρωση
alachlor	9	28	0,005	1,098	0,147
atrazine	8	25	0,024	1,465	0,334
metolachlor	6	19	0,006	1,167	0,37
prometryne	15	47	0,02	0,045	0,031

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Έλεγχος της ποιότητας των υπογείων νερών της Θράκης

5.1. Υπόγεια νερά Νομού Εβρου

5.1.1 Υπόγεια νερά Ν. Βύσσας

Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 20Α. Από τις γεωτρήσεις της Κοινότητας Ν. Βύσσας που περιλήφθηκαν δύο είναι αρδευτικές και δύο υδρευτικές. Οι δύο αρδευτικές έχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε Μαγγάνιο (20 φορές περίπου πάνω από το όριο του ποσίμου νερού). Από τις υδρευτικές η μία βρίσκεται σε οριακή κατάσταση, όσον αφορά τη συγκέντρωση του διαλυτού Μαγγανίου, ενώ η συγκέντρωση του συνολικού (διαλυτού+διαλυτού σε οξέα) είναι περίπου τριπλάσια της οριακής επιτρεπτής συγκέντρωσης. Οι συγκεντρώσεις των υπολοίπων μετάλλων και οι τιμές των φυσικοχημικών χαρακτηριστικών βρίσκονται στα επιτρεπτά όρια. Επιβάλλεται η διερεύνηση της περιεκτικότητας Μαγγανίου στα παραγόμενα γεωργικά προϊόντα της περιοχής. Ακόμη οι συγκεντρώσεις χλωριούχων και νατρίου είναι υψηλές στο νερό των αρδευτικών γεωτρήσεων.

Στον Πίνακα 20Α παρουσιάζονται τα αποτελέσματα ποιότητας του νερού των πηγών ύδρευσης ορισμένων κοινοτήτων του Δήμου Ν. Βύσσας. Με εξαίρεση το νερό μίας πηγής στην Κοινότητα Στέρνας και την υψηλή συγκέντρωση Νικελίου στην γεώτρηση της Καστανιάς, τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά είναι εξαιρετικά. Η πηγή της Στέρνας, που από τους κατοίκους θεωρείται ότι έχει εξαιρετικής ποιότητας νερό, πρέπει να επιμολύνεται από μικροβιακό φορτίο, καθόσον τα διαλυτά όσο και τα ολικά φωσφορικά είναι πολύ υψηλά. Όμως το νερό αυτό θα μπορούσε κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί για άρδευση. Όλες οι γεωτρήσεις όπως και η πηγή της Στέρνας έχουν νερό με αυξημένες συγκεντρώσεις χλωριούχων και νατρίου.

Πίνακας 20Α: *Επι τοπου μετρήσεις-Υπόγεια νερά Ν. Βύσσας(1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No93 Γ81 άρδευσης Ν.Βύσσας	No 94 Γ86 άρδευσης Ν.Βύσσας	No 95 Γ133 ύδρευσης Ν.Βύσσας	No 96 Γ134 άρδευσης Ν.Βύσσας	No 111 Γ Β2 ύδρευσης
pH	7,4 ±0,1	7,3 ±0,0	7,6 ±0,2	7,2 ±0,1	7,4 ±0,0
Tem, °C	16,7 ±1,3	16,5 ±0,6	17,9 ±0,4	17,8 ±0,8	17,4 ±0,3
DO (mg/L)	3,9 ±0,5	3,3 ±2,5	4,9 ±1,3	8,2 ±1,7	3,3 ±1,3
Saturation %	39,6 ±6,5	32,8 ±24,3	51,2 ±13,5	86,5 ±18,3	34,6 ±14
BOD ₅ (mg/L)			1,0 ±0,7	2,3 ±2,7	
Redox, mV					197 ±16
TDS (mg/L)	236 ±73	242 ±6	198 ±7	173 ±18	182 ±3
Salinity ‰	0,000 ±0,000	0,000 ±0,00	0,000 ±0,000	0,000 ±0,000	0,000 ±0,000

	No97 Γεώτρηση ύδρευσης Στέρνας (παλιά)	No98 Πηγή Στέρνας (νερό από πηγή του βουνού)	No71 Ύδρευση Καστανιές- Αγελαδαριά	No72 Ύδρευση Καστανιές- Γήπεδο	No74 Καβύλη
pH	7,3±0,3	6,5	7,1±0,4	7,0±0,1	7,4±0,1
Tem, °C	18,0±0,5	18,6	16,7±1,2	16,7±0,9	17,4±0,4
DO (mg/L)	7,7±0,9	3,3	5,7±2,3	10,5±0,6	7,8±1
Saturation %	81,7±10,6	36	58,7±24,9	108,8±5,2	82,0±10,7
BOD ₅ (mg/L)	1,9±1,8		3,8	4,4±0,6	2,1±1,9
Redox, (mV)	364±9		342±55	412	349±23
TDS (mg/L)	268±34	300	292±32	277±40	398±60
Cond, (μS/cm)	492±100	583	521±79	489±37,5	720
Salinity ‰	0,0±0,0	0,0	0,0±0,0	0,0±0,0	0,1±0,1
Cond,(μS/cm)	450 ±144	424 ±76	359 ±31	310 ±4	319 ±41

Πίνακας 20Α: Εργαστηριακές μετρήσεις-Υπόγεια νερά Ν. Βύσσας(1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που

Παράμετρος	No97 Γεώτρηση ύδρευσης Στέρνας (παλιά)	No98 Πηγή Στέρνας (νερό από πηγή του βουνού)	No71 Υδρευση Καστανιές- Αγελαδαριά	No72 Υδρευση Καστανιές- Γήπεδο	No74 Καβύλη
F ⁻ (mg/L)	0,116±0,094	0,1	0,126±0,029	0,118±0,025	0,299±0,096
Cl ⁻ (mg/L)	42,1±13,1	360	24,4±4,7	17,4±0,57	80,6±23,9
Br ⁻ (mg/L)	0,105±0,169	0,001	0,125±0,100	0,062±0,054	0,175±0,123
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,009±0,008	0,001	0,004±0,003	0,002±0,001	0,002±0,002
NO ₃ ⁻ (mg/L)	34,35±19,96	78,50	43,50±28,50	25,40±8,50	17,30±4,80
Αμμωνία (mg/L)	0,004±0,004		0,016±0,021	0,012±0,016	0,013±0,016
TP-PO ₄ (mg/L)	0,111±0,020	2,5	0,091±0,044	0,117±0,063	0,051±0,019
SO ₄ ⁼ (mg/L)	17±7	33	67±28	63±19	58±29
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	151±2		145±18	129±7,4	162±40

καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

	No93 Γ81 άρδευσης Ν.Βύσσας	No 94 Γ86 άρδευσης Ν.Βύσσας	No 95 Γ133 άρδευσης Ν.Βύσσας	No 96 Γ134 άρδευσης Ν.Βύσσας	No 111 Γ Β2 ύδρευσης
F ⁻ (mg/L)	0,064 ±0,051	0,064 ±0,051	0,110 ±0,094	0,108 ±0,081	0,150 ±0,197
Cl ⁻ (mg/L)	25,2 ±6,7	19,8 ±1,6	14,6 ±1,5	20,0 ±4,7	22,0 ±2,8
Br ⁻ (mg/L)	0,155 ±0,206	0,055 ±0,064	0,007 ±0,002	0,005 ±0,005	0,079 ±0,110
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,010	0,004 ±0,004	0,008 ±0,004	0,014 ±0,022	0,006 ±0,006
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,279 ±0,111	0,031 ±0,036	0,182 ±0,195	11,639 ±8,362	1,67 ±2,13
Αμμωνία (mg/l)	0,034		0,005 ±0,006	0,006 ±0,007	0,006 ±0,006
TP-PO ₄ (mg/L)	0,270	0,270	0,073 ±0,071	0,107 ±0,067	0,102
SO ₄ ⁼ (mg/L)	14 ±3	20 ±11	22 ±4	16 ±9	16 ±4
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	187	160	156 ±1	71 ±42	121 ±0

Πίνακας 20Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα υπόγεια νερά της Ν. Βύσσας (1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 \pm την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	93 Γ81 Άρδευσης Ν.Βύσσας	94 Γ86 Άρδευσης Ν.Βύσσας	95 Γ133 Ύδρευσης Ν.Βύσσας	96 Γ134 Ύδρευσης Ν.Βύσσας	111
SAR	1,7 \pm 0,3	1,5 \pm 0,15	1,52 \pm 0,1	1,54 \pm 0,09	2,48 \pm 0,02
Σκληρότητα	141 \pm 40	116 \pm 28	108 \pm 38	59,8 \pm 17,5	50 \pm 4,6
Al, μ g/L, διαλυτό	25,50 \pm 19,09	48,15 \pm 29,91	263,00 \pm380,61	55,60 \pm 38,83	49,00 \pm 5,66
Al, μ g/L, ολικό	199,5 \pm 120,7	86,50 \pm 23,33	540,7 \pm400,4	491,0 \pm452,9	64,00 \pm 11,31
Sb, μ g/L	0,71 \pm 0,30	0,74 \pm 0,33	0,70 \pm 0,35	0,50 \pm 0,01	0,50 \pm 0,00
As, μ g/L	2,90 \pm 0,85	1,20 \pm 0,57	1,97 \pm 0,51	1,30 \pm 0,50	1,90 \pm 0,85
Ca, mg/L	33,50 \pm 6,36	23,65 \pm 4,74	18,57 \pm 3,84	13,00 \pm 2,78	11,25 \pm 1,91
B, mg/L	0,17 \pm 0,13	0,13 \pm 0,10	0,13 \pm 0,05	0,02 \pm 0,01	0,12 \pm 0,15
Cd, μ g/L, διαλυτό	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,95 \pm 0,64
Cd, μ g/L, ολικό	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	0,50 \pm 0,00	1,15 \pm 0,92
K, mg/L	5,15 \pm 3,75	5,25 \pm 3,89	5,10 \pm 3,68	4,57 \pm 2,93	5,75 \pm 3,89
Mn, μ g/L, διαλυτό	847,1 \pm421,5	719,5 \pm331,6	359,7 \pm286,5	10,83 \pm 8,81	116,0 \pm12,73
Mn, μ g/L, ολικό	881,0 \pm380,4	753,0 \pm292,7	487,7 \pm297,9	34,20 \pm 25,01	262,0 \pm76,37
Mg, mg/L	15,00 \pm 8,49	13,50 \pm 6,36	9,60 \pm 4,06	7,83 \pm 3,98	5,25 \pm 1,06
Pb, μ g/L, διαλυτό	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,80 \pm 1,39	1,10 \pm 0,17	2,10 \pm 1,56
Pb, μ g/L, ολικό	1,87 \pm 0,33	1,80 \pm 0,57	2,77 \pm 0,76	1,73 \pm 0,78	2,15 \pm 1,63
Na, mg/L	45,00 \pm 1,41	36,50 \pm 2,12	30,00 \pm 3,61	27,00 \pm 4,58	38,25 \pm 3,18
Ni, μ g/L, διαλυτό	8,35 \pm 8,98	4,05 \pm 2,90	2,60 \pm 1,04	2,23 \pm 0,40	2,00 \pm 0,00
Ni, μ g/L, ολικό	8,60 \pm 8,63	5,00 \pm 4,24	3,77 \pm 1,46	7,23 \pm 8,21	2,20 \pm 0,28
Se, μ g/L	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	13,05 \pm 4,74	12,85 \pm 0,21	20,50 \pm 6,80	16,33 \pm 2,10	12,75 \pm 4,45
Fe, μ g/L, διαλυτό	155,6 \pm 207,0	380,2 \pm480,5	120,9 \pm 102,1	43,57 \pm 51,71	62,00 \pm 35,36
Fe, μ g/L, ολικό	417,9 \pm8,41	687,5 \pm81,53	563,5 \pm472,11	289,1 \pm206,4	317,5 \pm10,61
Hg, μ g/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Cr, μ g/L, διαλυτό	2,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00	3,07 \pm 1,44	2,00 \pm 0,00	2,00 \pm 0,00
Cr, μ g/L, ολικό	3,35 \pm 1,91	2,25 \pm 0,35	19,67 \pm 29,74	2,50 \pm 0,50	2,30 \pm 0,42
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00	0,10 \pm 0,00
Zn, μ g/L, διαλυτό	36,90 \pm 1,56	36,45 \pm 24,68	21,33 \pm 13,50	23,70 \pm 14,61	59,00 \pm 9,90

Zn, µg/L, ολικό	590,5 ±780,0	732,1 ±878,3	361,1 ±510,7	512,8 ±820,7	78,00 ±0,00
-----------------	--------------	--------------	--------------	--------------	-------------

Πίνακας 20Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα υπόγεια νερά της Ν. Βύσσας (ΣΥΝΕΧΕΙΑ)

Παράμετρος	97 Υδρευσης Στέρνα (παλιά)	98 Πηγή Στέρνας	71 Υδρευσης Καστανιές- Αγελαδαριά	72 Υδρευσης Καστανιές- Γήπεδο	74 Καβύλη
SAR	1,35 ±0,1	0,99	1,1 ±0,37	1,46 ±0,21	1,88 ±0,19
Σκληρότητα	140 ±48	119,8	172 ±84	139,4 ±12	197,2 ±41
Al, µg/L, διαλυτό	53,63 ±36,29	82,60	59,44 ±32,75	50,13 ±25,94	35,33 ±16,17
Al, µg/L, ολικό	85,07 ±52,50	92,50	72,50 ±28,28	75,90 ±33,69	58,97 ±15,66
Sb, µg/L	0,50 ±0,00	0,50	0,25 ±0,35	0,63 ±0,23	0,54 ±0,08
As, µg/L	0,93 ±0,59	1,40	0,99 ±0,58	2,00 ±0,82	1,30 ±0,75
Ca, mg/L	31,67 ±15,01	30,00	22,51 ±10,60	25,35 ±6,86	33,75 ±0,07
B, mg/L	0,03 ±0,01	0,13	0,07 ±0,09	0,05 ±0,04	0,06 ±0,09
Cd, µg/L, διαλυτό	0,50 ±0,00	0,50	0,25 ±0,35	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00
Cd, µg/L, ολικό	0,60 ±0,17	0,50	0,34 ±0,23	0,57 ±0,12	0,61 ±0,18
K, mg/L	5,00 ±2,84	21,90	12,37 ±13,48	6,65 ±4,74	6,30 ±4,24
Mn, µg/L, διαλυτό	2,67 ±2,08	19,20	10,64 ±12,10	5,00 ±5,20	2,57 ±0,59
Mn, µg/L, ολικό	4,10 ±2,85	79,60	41,23 ±54,27	27,73 ±30,78	10,43 ±6,54
Mg, mg/L	25,00 ±27,20	51,00	39,10 ±16,83	18,10 ±1,56	36,80 ±30,12
Pb, µg/L, διαλυτό	1,10 ±0,17	1,00	0,59 ±0,58	1,40 ±0,69	1,53 ±0,92
Pb, µg/L, ολικό	2,30 ±0,70	3,70	2,20 ±2,12	1,63 ±0,84	2,10 ±1,49
Na, mg/L	35,77 ±3,87	37,00	20,43 ±23,43	38,20 ±5,94	59,50 ±14,85
Ni, µg/L, διαλυτό	3,77 ±3,06	8,20	5,63 ±3,63	10,57 ±12,73	4,70 ±4,68
Ni, µg/L, ολικό	4,93 ±4,15	8,30	6,23 ±2,93	11,47 ±12,03	4,87 ±4,97
Se, µg/L	1,00 ±0,00	1,00	0,50 ±0,71	1,00 ±0,00	1,00 ±0,00
Si, mg/L	19,07 ±4,31	35,30	19,80 ±21,91	12,17 ±4,15	9,27 ±5,45
Fe, µg/L, διαλυτό	37,27 ±42,93	2,00	22,47 ±28,95	23,00 ±13,53	22,57 ±17,78
Fe, µg/L, ολικό	168,3 ±106,9	304,5	205,5 ±139,0	108,6 ±55,01	271,4 ±201,5
Hg, µg/L	0,10 ±0,00	0,10	0,05 ±0,07	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Cr, µg/L, διαλυτό	3,90 ±1,21	2,00	1,61 ±0,56	2,00 ±0,00	2,00 ±0,00
Cr, µg/L, ολικό	5,33 ±1,70	2,95	2,32 ±0,89	2,17 ±0,16	2,89 ±1,54
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,10	0,05 ±0,07	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Zn, µg/L, διαλυτό	33,53 ±22,42	47,20	34,81 ±17,52	25,33 ±17,62	27,20 ±20,57
Zn, µg/L, ολικό	491,7 ±773,1	1282	1027 ±359,7	397,7 ±644,7	401,7 ±640,7

Πίνακας 20B: Οργανικό φορτίο ρύπων, Ν. Βύσσας 1999

Γεωργικά Φάρμακα	No 93	No 94	No 95	No 96	No 97	No 98	No 71	No 72	No 74
Caffeine	0.079	0.182	0.185	0.028	0.55	0.225	0.138	0.274	0.133
Alachlor		0.040							
Metolachlor		0.037			0.027	0.003	0.033	0.013	
Atrazine		0.015			0.036	0.015	0.025	0.035	
DEA					0.020	0.008	0.030	0.022	
Trifluraline		0.032							
Chlorpyrifos ethyl		0.072							
dicofol		0.153							
pendimethalin		0.086							

Πίνακας 20B: Οργανικό φορτίο ρύπων, Ν. Βύσσας 2000 (14-15/6/2000)

Γεωργικά Φάρμακα	No 93	No 94	No 95	No 96	No 97	No 98	No 71	No 72	No 74
Alachlor			0.074						0.010
Metolachlor	0.194	0.012					0.006	0.042	
Atrazine	0.065								
DEA								0.014	

Πίνακας 20B: Οργανικό φορτίο ρύπων, Ν. Βύσσας 2000 (4/10/2000)

Γεωργικά Φάρμακα	No 93	No 94	No 95	No 96	No 97	No 98	No 71	No 72	No 74
Caffeine			0.160	0.063	0.050		0.027	0.047	0.035
Alachlor									0.005
Metolachlor							0.012	0.030	0.004
Atrazine				0.021			0.039	0.074	
DEA				0.027			0.078	0.081	

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων οργανικού φορτίου των υπογείων νερών Ν. Βύσσας παρουσιάζονται στο Πίνακα 20B. Όλες οι γεωτρήσεις (υδρευτικές, αρδευτικές) περιέχουν καφεΐνη και σε ορισμένες οι συγκεντρώσεις είναι σημαντικές. Επιπλέον, και οι 9 γεωτρήσεις που διερευνήθηκαν, περιέχουν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων. Οι γεωτρήσεις 95, 96, 97, 71 και 72 είναι υδρευτικές γεωτρήσεις και σε καμία από αυτές οι σχετικές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων δεν υπερβαίνουν τα ανώτατα όρια της σχετικής Νομοθεσίας. Στη αρδευτική Νο 94 (1999) βρέθηκαν υπολείμματα του φαρμάκου dicofol σε συγκέντρωση πάνω από το ανώτατο όριο. Η μεμονωμένη εμφάνιση του συγκεκριμένου φαρμάκου στην συγκεκριμένη αρδευτική γεώτρηση πιθανότητα οφείλεται σε μεμονωμένη χρήση του στην γειτνιάζουσα περιοχή ή σε σημειακή πηγή ρύπανσης. Συγκέντρωση metolachlor ανώτερη του επιτρεπτού ορίου ανιχνεύθηκε στην αρδευτική γεώτρηση Νο 93 τον Ιούλιο 2000. Η παρουσία metolachlor σε υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες αγροτικών περιοχών και σε παρόμοιες συγκεντρώσεις έχει διαπιστωθεί σε παρόμοιες μελέτες που πραγματοποιήθηκαν σε άλλα κράτη (Boyd, 2000; Barbash et al, 2001).

5.1.2. Γεωτρήσεις ποσίμου νερού Δήμου Ορεστιάδος

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 21A. Ενώ το νερό των γεωτρήσεων αυτών φαίνεται να είναι εξαιρετικής ποιότητας, στις δύο από τις γεωτρήσεις (Σάκκος και Λεπτή) η συγκέντρωση του Αρσενικού βρίσκεται στο επιτρεπτό όριο του ποσίμου νερού ενώ σε μία (Μπάκι) η αντίστοιχη συγκέντρωση είναι διπλάσια. Σε όλες τις γεωτρήσεις οι συγκεντρώσεις χλωριούχων και νατρίου είναι υψηλές για αρδευτικό νερό.

Πίνακας 21Α: *Επι τόπου μετρήσεις-Πόσιμο νερό Δήμου Ορεστιάδος (1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 \pm την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	Νο61 Σάκκος	Νο62 Πύργος	Νο63 Μπάκι	Νο64 Λεπτή	Νο65 Νεοχώρι (Κάμπος)
pH	7,9 \pm 0,5	7,9	7,7 \pm 0,5	7,57	7,61 \pm 0,08
Tem, °C	19,8 \pm 0,6	17,2	17,5 \pm 1,3	17,2	17,4 \pm 0,6
DO (mg/L)	6,3 \pm 2,0	5,2	4,1 \pm 2,1	6,0	4,7 \pm 1,3
Saturation %	73,3 \pm 28,3	55,0	42,5 \pm 21,9	63,0	49,1 \pm 13,7
BOD ₅ (mg/L)	2,7 \pm 2,0		1,0		1,4
Redox (mV)	306 \pm 76		278 \pm 71		310 \pm 7
TDS (mg/L)	204 \pm 3	426	379 \pm 13	433	499 \pm 78
Cond, (μS/cm)	361 \pm 25	820	642 \pm 94	831	855 \pm 198
Salinity ‰	0,00 \pm 0,0	0,100	0,100 \pm 0,000	0,100	0,230 \pm 0,120

Πίνακας 21Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις-Πόσιμο Νερό Δήμου Ορεστιάδος (1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 \pm την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	Νο61 Σάκκος	Νο62 Πύργος	Νο63 Μπάκι	Νο64 Λεπτή	Νο65 Νεοχώρι (Κάμπος)
F ⁻ (mg/L)	0,080 \pm 0,050	0,100	0,100 \pm 0,080	0,100	0,220 \pm 0,250
Cl ⁻ (mg/L)	17,6 \pm 2,3	118	93,6 \pm 19,9	77,0	73,9 \pm 90,4
Br ⁻ (mg/L)	0,040 \pm 0,050	0,400	0,150 \pm 0,130	0,200	0,100 \pm 0,140
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,000 \pm 0,010	0,026	0,010 \pm 0,010	0,010	0,010 \pm 0,020
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,27 \pm 0,12	18,40	4,55 \pm 2,64	22,20	14,19 \pm 4,88
Αμμωνία (mg/L)	0,050 \pm 0,060		0,020 \pm 0,020		27,280 \pm 47,22
TP-PO ₄ (mg/L)	0,070 \pm 0,040	0,072	0,100 \pm 0,070	0,022	0,070 \pm 0,050
SO ₄ ⁼ (mg/L)	24 \pm 4	33	27 \pm 7	33	42 \pm 17
Αλκαλικότητα (mgCaCO ₃ /L)	140 \pm 1		203 \pm 2		240 \pm 10
Στερεό Υπόλειμμα (g/L)	0,210	0,050	0,460		

Πίνακας 21Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στο πόσιμο νερό της Ορεστιάδας (1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 \pm την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	61 Σάκκος	62 Πύργος	63 Μπάκι	64 Λεπτή	65 Νεοχώρι
SAR	3,77 \pm 0,35	5,78	6,03 \pm 2,86	2,43	3,72 \pm 0,27
Σκληρότητα	53,9 \pm 28,7	97,1	85,9 \pm 24,2	268	213 \pm 41
Al, μ g/L, διαλυτό	24,30 \pm 14,50	13,50	33,40 \pm 19,89	27,70	16,40 \pm 17,03
Al, μ g/L, ολικό	84,60 \pm 49,37	112,90	72,73 \pm 51,64	796,8	67,60 \pm 26,36
Sb, μ g/L	0,59 \pm 0,16	1,10	0,96 \pm 0,40	1,38	0,63 \pm 0,15
As, μ g/L	6,03 \pm 3,25	6,67	9,69 \pm10,98	8,33	2,85 \pm 0,59
Ca, mg/L	11,80 \pm 1,99	13,00	14,80 \pm 8,59	36,00	34,13 \pm 2,58
B, mg/L	0,06 \pm 0,05	0,29	0,17 \pm 0,15	0,14	0,11 \pm 0,12
Cd, μ g/L, διαλυτό	0,50 \pm 0,00	0,50	0,50 \pm 0,00	0,50	0,67 \pm 0,29
Cd, μ g/L, ολικό	0,55 \pm 0,09	0,50	0,50 \pm 0,00	0,50	0,97 \pm 0,81
K, mg/L	5,30 \pm 4,68	3,30	4,43 \pm 3,93	3,50	4,97 \pm 3,34
Mn, μ g/L, διαλυτό	36,20 \pm 24,92	16,90	4,97 \pm 4,12	4,10	5,87 \pm 5,15
Mn, μ g/L, ολικό	61,40 \pm13,76	30,60	10,93 \pm 7,25	7,60	6,63 \pm 4,94
Mg, mg/L	6,83 \pm 7,94	15,70	12,90 \pm 2,33	43,30	31,20 \pm 8,91
Pb, μ g/L, διαλυτό	1,10 \pm 0,17	1,00	1,17 \pm 0,29	1,00	1,43 \pm 0,75
Pb, μ g/L, ολικό	3,11 \pm 1,43	1,00	3,00 \pm 0,70	2,50	1,73 \pm 0,68
Na, mg/L	60,53 \pm 1,50	135,0	116,9 \pm 23,75	93,00	117,3 \pm 22,98
Ni, μ g/L, διαλυτό	2,80 \pm 1,39	3,90	3,03 \pm 1,79	4,30	2,23 \pm 0,25
Ni, μ g/L, ολικό	5,10 \pm 3,65	8,10	3,57 \pm 2,06	9,60	3,60 \pm 1,65
Se, μ g/L	1,00 \pm 0,00	1,00	1,00 \pm 0,00	1,00	1,00 \pm 0,00
Si, mg/L	10,70 \pm 7,25	8,60	8,87 \pm 5,29	10,70	5,83 \pm 4,44
Fe, μ g/L, διαλυτό	33,50 \pm 43,32	5,10	77,77 \pm 106,74	19,40	28,00 \pm 25,94
Fe, μ g/L, ολικό	254,7 \pm230,5	321,0	199,4 \pm89,64	57,60	94,33 \pm 41,79
Hg, μ g/L	0,11 \pm 0,02	0,15	0,17 \pm 0,12	0,10	0,15 \pm 0,08
Cr, μ g/L, διαλυτό	2,00 \pm 0,00	2,00	3,87 \pm 1,81	10,18	9,15 \pm 2,72
Cr, μ g/L, ολικό	3,51 \pm 2,62	5,05	7,01 \pm 5,11	11,42	11,11 \pm 2,55
Cu, mg/L	0,10 \pm 0,00	0,10	0,10 \pm 0,00	0,10	0,10 \pm 0,00
Zn, μ g/L, διαλυτό	18,10 \pm 10,68	23,90	46,17 \pm 33,08	56,10	44,40 \pm 31,86
Zn, μ g/L, ολικό	461,0 \pm 718,7	1171	459,3 \pm 668,7	1606	441,3 \pm 516

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων οργανικού φορτίου παρουσιάζονται στους Πίνακες 21B. Στις 3 από τις 5 γεωτρήσεις βρέθηκε καφεΐνη και ίχνη ορισμένων γεωργικών φαρμάκων. Σε καμμία από τις γεωτρήσεις τις περιοχής δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων σε συγκεντρώσεις ανώτερες του επιτρεπτού ορίου ενώ στην γεώτρηση

No 62 δεν ανιχνεύθηκαν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων σε καμμία δειγματοληψία. Εξαιρέση αποτέλεσε η μεμονωμένη ανίχνευση του φαρμάκου diphenylamine στα νερά της γεώτρησης No. 65 τον Ιούνιο 2000. Η υψηλή αυτή τιμή πιθανότατα οφείλεται σε μεμονωμένη χρήση του φαρμάκου στην περιοχή της γεώτρησης ή σε σημειακή πηγή ρύπανσης όπως αποροή κατά την προετοιμασία του ψεκαστικού υγρού ή του καθαρισμού του ψεκαστικού. Η τιμή του diphenylamine ήταν σημαντικά μειωμένη κατά την επόμενη δειγματοληψία (4/10/00). Γενικά το οργανικό φορτίο ρύπων των ποσίων νερών της Ορεστιάδας ήταν χαμηλό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 21B: Γεωτρήσεις ποσίων νερών Ορεστιάδος, 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων, Δειγματοληψία 8/9/99

Γεωργικά Φάρμακα	No 61	No 62	No 63	No 64	No 65
Caffeine	0.088		0.083	0.051	
Isopropalin					0.003
Op-DDE					0.006
pp-DDE					0.008
Trifluraline				0.001	
Pendimethalin				0.008	
pirimicarb			0.002		

ΠΙΝΑΚΑΣ 21B: Γεωτρήσεις ποσίων νερών Ορεστιάδος, 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων Δειγματοληψία 14-15/6/00

Γεωργικά Φάρμακα	No 61	No 62	No 63	No 64	No 65
Alachlor	0,010				
Metolachlor	0.015				0.006
diphenylamine					0.591

Δειγματοληψία 4/10/00

Caffeine	0.062				0.119
atrazine	0.015				0.006
metolachlor					0.003

5.1.3. Υδρευτικές γεωτρήσεις Κοινοτήτων του Αρδα.

Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στους Πίνακες 22A και 22B. Οι γεωτρήσεις της Πλάτης και Αρζου (Πίνακας 22A) έχουν εξαιρετικής ποιότητας πόσιμο νερό, με εξαίρεση την οριακή συγκέντρωση Νικελίου στο νερό της γεώτρησης της Πλάτης. Η συγκέντρωση του Νικελίου είναι ελαφρώς πάνω από το επιτρεπτό όριο και στις γεωτρήσεις των Κοινοτήτων Ρίζια, και Κεράμου. Στις ίδιες γεωτρήσεις και οι συγκεντρώσεις των νιτρικών και θειικών είναι ελαφρώς πάνω από το επιτρεπτά όρια του ποσίου νερού.

Πίνακας 22A₁: *Επι τόπου μετρήσεις-υδρευτικές γεωτρήσεις Αρδα* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	79 Πλάτη-Γήπεδο	80 Αρζος
pH	7,2±0,1	6,9±0,3
Tem, °C	17,1±1,2	17,2±0,8
DO (mg/L)	7,3±0,2	7,5±0,6
Saturation %	78,2±5,9	78,1±7,1
BOD ₅ (mg/L)	1,7±1,4	2,3±1,9

Redox, mV	395±9	384±45
TDS (mg/L)	449±69	290±39
Cond, (μS/cm)	801±133	519±89
Salinity ⁰ / ₀₀	0,200±0,100	0,033±0,058

Πίνακας 22Α₁: Εργαστηριακές μετρήσεις--υδρευτικές γεωτρήσεις Αρδα(1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	79 Πλάτη-Γήπεδο	80 Άρζος
F ⁻ (mg/L)	0,080± 0,058	0,123± 0,091
Cl ⁻ (mg/L)	80,2± 20,2	46,9±7,8
Br ⁻ (mg/L)	0,110± 0,081	0,025± 0,022
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,010± 0,014	0,036± 0,046
NO ₃ ⁻ (mg/L)	32,0± 3,6	22,2± 3,7
Αμμωνία mg/l	0,001± 0,000	0,003± 0,003
TP-PO4 (mg/L)	0,089± 0,051	0,124± 0,039
SO ₄ ⁼ (mg/L)	82± 32	44± 14
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	192± 12	128± 2
Στερεό Υπόλειμμα (g/l)	0,041	0,300

Πίνακας 22Α₁. Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα νερά των γεωτρήσεων του Αρδα (1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	79 Πλάτη-Γήπεδο	80 Άρζος
SAR	1,18±0,12	0,95±0,2
Σκληρότητα	269±21	158,3±14,6
Al, μg/L, διαλυτό	27,80±18,11	36,57±32,02
Al, μg/L, ολικό	76,07±33,49	108,7±26,74
Sb, μg/L	0,94±0,74	0,97±0,57
As, μg/L	1,56±0,46	1,90±0,52
Ca, mg/L	63,33±4,04	33,33±3,06
B, mg/L	0,12±0,06	0,13±0,05
Cd, μg/L, διαλυτό	0,50±0,00	0,50±0,00
Cd, μg/L, ολικό	0,50±0,00	0,50±0,00
K, mg/L	6,13±4,44	6,47±4,26
Mn, μg/L, διαλυτό	2,50±1,04	3,30±0,79
Mn, μg/L, ολικό	24,77±21,38	11,40±4,31
Mg, mg/L	31,15±2,62	19,85±0,21
Pb, μg/L, διαλυτό	1,27±0,46	1,30±0,59
Pb, μg/L, ολικό	2,80±0,98	2,09±1,13
Na, mg/L	46,20±9,13	29,67±2,40

Ni, µg/L, διαλυτό	8,97±12,07	5,07±5,31
Ni, µg/L, ολικό	10,77±10,76	16,93±17,90
Se, µg/L	1,00±0,00	1,00±0,00
Si, mg/L	9,13±8,07	20,03±8,08
Fe, µg/L, διαλυτό	35,50±27,53	45,73±38,98
Fe, µg/L, ολικό	178,3±89,4	404,1±444,1
Hg, µg/L	0,10±0,00	0,10±0,00
Cr, µg/L, διαλυτό	2,00±0,00	2±0,00
Cr, µg/L, ολικό	5,08±2,71	3,63±2,66
Cu, mg/L	0,10±0,00	0,4±0,00
Zn, µg/L, διαλυτό	47,60±37,01	83,03±93,94
Zn, µg/L, ολικό	464,7±737,1	503,7±799,5

Πίνακας 22Α₂: Γεωτρήσεις Βάλτου 2000, Φυσικοχημικές Παράμετροι και Ανόργανο Φορτίο Ρύπων

Παράμετροι	Βάλτος No 67	Αρτεσιανό Βάλτος V1	Αρτεσιανό Βάλτος V2	Βάλτος No 67	111
pH	7,9	6,5	6,2	7,1	7,4
Tem, °C	18,9	20,05	15,8	16,6	17,2
DO (mg/L)	9,3	7,7	7,55	9,4	2,4
Saturation %	101,7	85,15	78,15	97,4	24,9
BOD ₅ (mg/L)	2,8	1,75	2,1	4,2	
TDS (mg/L)	391	271	308	492	180
Cond, (µS/cm)	644	461,5	474,5	760	290
Salinity ⁰ / ₀₀	0,1	0	0	0,200	0
Redox, mV	334	395,5	414	271	303
F ⁻ (mg/L)	0,005	0,1195	0,065		0,289
Cl ⁻ (mg/L)	51,3	35,2	24,35		20,0
Br ⁻ (mg/L)	0,023	0,0265	0,002		0,001
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,01	0,015	0,005	0,001	0,001
NO ₃ ⁻ (mg/L)	10,7	110,05	107		3,2
Αμμωνία (mg/L)	0,009	0,013	0,0205	0,023	0,001
TP-PO ₄ (mg/L)	0,074	0,293	0,682	0,080	0,102
SO ₄ ⁼ (mg/L)	40	39,55	109,15		18,9
SAR	1,57	1,605	0,85	0,89	2,2
Σκληρότητα, mg CaCO ₃ /L	186,4	75,8	135,3	337	49,4
Αλκαλικότητα, mg CaCO ₃ /L	256	63	40	136	121
Al, µg/L		120,3	68,5	61	50,5

Sb, µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
As, µg/L	1,1	<0,5	<0,5	<0,5	2,5
Ca, mg/L	45	18,9	28,3	67,4	9,9
B, mg/L	0,076	0,1065	0,161	0,263	0,224
Cd, µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	1,6
K, mg/L	8,5	0,7	4,1	11,2	3
Mn, µg/L	38,05	6,83	4,05	21,95	220,5
Mg, mg/L	17,8	6,83	15,7	41,0	5,7
Pb, µg/L	1,95	<1	1,4	<1	1
Na, mg/L	49,7	32,15	22,8	38	36
Ni, µg/L	<2	2,75	4,8	2,8	2,4
Se, µg/L	<1	<1	<1	<1	<1
Si, mg/L	8,4	36,65	23,7	2,4	15,9
Fe, µg/L	184,5	170	121	158	173,5
Hg, µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Cr, µg/L	4,05	<2	<2	<2	<2
Cu, mg/L	<0,1	0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Zn mg/L	47,6	38,75	27,4	60,5	72

Πίνακας 22Α₃: Γεωτρήσεις ύδρευσης Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου 2000 - Φυσικοχημικές Παράμετροι και Ανόργανο Φορτίο Ρύπων Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No 76 Πηγάδι	No 73 Ρίζια	No 77 Ρίζια	No 69 Κέραμος	No 68 Φυλάκιο	No 66*	No 67
pH	6,9	6,9±0,058	7,33±0,4	7±0,1	7,3±0,21	7,7	7,3
Tem, °C	21,2	15,6±0,819	15,93±0,91	15,6±0,9	17,1±0,7	18,4	15,5
DO (mg/L)	7,4	10,1±1,168	7,63±1,27	8,1±0,82	6,7±0,5	7,0	6,8
Saturation %	83,1	102,9±12,7	78,63±14,35	81,2±9,7	69,3±5	74,5	68,9
BOD ₅ (mg/L)		4,35±1,2	2,65±3	3±3,1	1,8±1,98	0,6	1,3
TDS (mg/L)	345,5	713±97,9	425,3±97,1	731,7±3,8	270,3±13,2	392	470
Cond, (µS/cm)	653,5	1252,7±88,5	755,7±202,6	1296,3±166,7	484,7±36,9	648	726
Salinity ⁰ / ₀₀	0,05	0,467±0,15	0,17±0,15	0,5		0,100	0,20
Redox, mV	366	402,5±10,61	380±32,5	377±33,9	391,5±26,2	347	156
F ⁻ (mg/L)	0,001	0,064±0,051	0,1±0,06	0,05±0,07	0,03±0,04	0,072	0,174
Cl ⁻ (mg/L)	77	117,1±27,6	61,4±29,1	130,6±20,3	32,2±6,6	23,8	47,6
Br ⁻ (mg/L)	0,2	0,178±0,127	0,09±0,1	0,26±0,3	0,11±0,17	0,001	0,001
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,001	0,007±0,005	0,01±0,01	0,001	0,003	0,001	0,001
NO ₃ ⁻ (mg/L)	74,9	55±13,2	25,22±13	60,65±8,7	29,8±6,1	5,116	23,0
Αμμωνία		0,013±0,016	0,001	0,03±0,03	0,02±0,02	0,001	0,006
TP-PO ₄ (mg/L)	0,25	0,113±0,011	0,1±0,04	95,5±165	0,09±0,05	0,09	3,956
SO ₄ ⁼ (mg/L)	88	346,5±146,3	125,2±67,6	259,8±263,5	38,5±4,7	30,2	148,4
SAR	0,52	2,4±0,358	1,47±0,24	161,9±278	0,75±0,21	1,1	
Σκληρότητα,mg CaCO ₃ /L	305,6	378,7±53,7	247,6±83,1	448,4±27,7	158,2±32,3	291,4	

Αλκαλικότητα		231±33,9	145±9,9	217	123,5±3,6	257	280
Στερεό Υπόλειμμα, (g/L)	0,053	0,091					
Al, µg/L	64,25	209,5±329	74,13±48,8	64,3±45,4	50,3±37	53	
Sb, µg/L	1,096	<0,5	<0,5	0,755±0,44	<0,5	<0,5	
As, µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	0,53±0,052	<0,5	0,9	
Ca, mg/L	65,5	73±11,7	53,5±15,6	92,1±3,97	34±3,6	69,2	
B, mg/L	0,05	0,2±0,03	0,218±0,054	0,141	0,143±0,055	0,17	0,244
Cd, µg/L	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	
K, mg/L	5,15	7,9±5,7	6,1±2,4	5,95±3,3	5,8±4,6	3,5	
Mn, µg/L	6,1	3,2±2,2	4,6±4,6	4,9±4,2	7,7±6,3	21	
Mg, mg/L	30,85	47±6,2	30,6±10,5	58,7±7,7	17,7±4,54	28,8	
Pb, µg/L	<1	<1	3,2±2,8	1,63±0,51	1,6±0,45	1,75	
Na, mg/L	23	105,5±19,6	55,8±13,2	64,2±3,1	22,6±4	43	
Ni, µg/L	18,75	11±10,9	8,02±10,3	2,72±1,1	3,2±1,72	2,6	
Se, µg/L	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
Si, mg/L	24,2	3,1±3	6,6±3	2,83±2,2	12,33±3,9	1,6	
Fe, µg/L	72,2	91,9±80,4	227,02±266,6	103,3±94,3	85,7±85,6	26	
Hg, µg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Cr, µg/L	8,1	<2	<2	<2	<2	<2	
Cu, mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	
Zn, µg/L	519,2	286,5±577,2	74,92±68,1	417,7±633,8	37,7±30	70	

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του οργανικού φορτίου στις γεωτρήσεις Πλάτης, Αρζού και Βάλτου παρουσιάζονται στους Πίνακες 22B₁. Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων και καφεΐνης ανιχνεύθηκαν σε όλες τις γεωτρήσεις κατά την περίοδο 1999-2000. Η γεώτρηση Νο 79 στην Πλάτη παρουσίασε το υψηλότερο οργανικό φορτίο ρύπων με κύριο ρύπο το ζιζανιοκτόνο atrazine και το προϊόν μεταβολισμού του DEA (deethyl-atrazine). Το ζιζανιοκτόνο ανιχνεύθηκε σε συγκεντρώσεις που σε ορισμένες περιπτώσεις ήταν 5-6 φορές υψηλότερες του ανώτατου ορίου των 0,1 µg/l στα πόσιμα νερά, ενώ και το προϊόν μεταβολισμού DEA κατά το έτος 2000 ανιχνεύθηκε σε συγκεντρώσεις >0,1 µg/l. Επιπροσθέτως, υψηλές συγκεντρώσεις καφεΐνης ανιχνεύθηκαν στη γεώτρηση της Πλάτης. Γενικότερα, το νερό της γεώτρησης Νο 79 – Πλάτης ήταν ακατάλληλο προς πόση. Συγκεντρώσεις οργανικών ρύπων ανιχνεύθηκαν στη γεώτρηση του Αρζού (Νο 80) αλλά ποτέ δεν ήταν υψηλότερες του 0,1 µg/l με εξαίρεση τις συγκεντρώσεις καφεΐνης το 1999. Τα νερά των γεωτρήσεων του Βάλτου Νο 67, 86 και το αρτεσιανό V1 ήταν υψηλής ποιότητας με ιδιαίτερα χαμηλό οργανικό φορτίο ρύπων. Αντίθετα, υψηλές συγκεντρώσεις της τριαζίνης atrazine και των προϊόντων μεταβολισμού του DEA, DIA (deisopropyl-atrazine) ανιχνεύθηκαν στα νερά της αρτεσιανής πηγής V2 (Βάλτος) κατά το έτος 2000. Οι συγκεντρώσεις τους ήταν > 0,1 µg/l καθιστώντας το νερό της πηγής ακατάλληλο προς πόση. Οι υψηλές συγκεντρώσεις atrazine αλλά και των μεταβολιτών του DEA και DIA (κατά δεύτερο λόγο) στα νερά των γεωτρήσεων της Πλάτης και του Βάλτου οφείλονται στην έκπλυση του συγκεκριμένου ζιζανιοκτόνου στα βαθύτερα εδαφικά στρώματα με το νερό της βροχής ή το αρδευτικό νερό. Το συγκεκριμένο ζιζανιοκτόνο χρησιμοποιείται σε καλλιέργειες αραβοσίτου που καλύπτουν σημαντικές εκτάσεις της ευρύτερης περιοχής. Η παρουσία atrazine και των μεταβολιτών του στα υπόγεια νερά συμφωνεί και με τα ευρήματα άλλων ερευνητών (Spliid & Coopen, 1998; Boyd 2000). Οι Spliid & Boyd αναφέρουν την ύπαρξη υπολειμμάτων atrazine, DEA και DIA σε συγκεντρώσεις που σε ορισμένα δείγματα

ξεπερνούσαν τα 0,1 µg/l σε υπόγεια νερά της Δανίας ακόμη και 3 έτη μετά την τελευταία εφαρμογή.

Πίνακας 22B₁: Γεωτρήσεις Πλάτης, Αρζού, Βάλτου, 1999 Οργανικό Φορτίο Ρύπων Δειγματοληψία 8/9/99

	Πλάτη No 79	Αρζός No 80	Βάλτος No 67	Αρτεσιανό Βάλτος V1	Αρτεσιανό Βάλτος V2	Βάλτος No 86	No 111
Caffeine	0,185	0,289					
DEA	0,032	0,015					
Atrazine	0,118	0,029					
Metolachlor	0,045	0,006					

Πίνακας 22B₁: Γεωτρήσεις Πλάτης, Αρζού, Βάλτου 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων Δειγματοληψία 14-15/6/00

	Πλάτη No 79	Αρζός No 80	Βάλτος No 67	Αρτεσιανό Βάλτος V1	Αρτεσιανό Βάλτος V2	Βάλτος No 86	No 111
DEA	0,111				0,366		
Atrazine	0,537	0,041	0,078		0,138	0,042	
Metolachlor	0,094	0,007	0,020	0,011		0,020	
DIA					0,290		
Alachlor			0,078			0,022	

Πίνακας 22B₁: Γεωτρήσεις Πλάτης, Αρζού, Βάλτου, 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων Δειγματοληψία 4/10/00

	Πλάτη No 79	Αρζός No 80	Βάλτος No 67	Αρτεσιανό Βάλτος V1	Αρτεσιανό Βάλτος V2	Βάλτος No 86	No 111
Caffeine	0,019	0,011		0,022	0,006		0,034
DEA	0,106	0,027			0,634		0,025
Atrazine	0,319	0,042		0,004	0,111		
Metolachlor	0,076	0,003					
DIA	0,027	0,004			0,022		
Alachlor	0,011						0,025

Τα αποτελέσματα των αναλύσεων του οργανικού φορτίου στις γεωτρήσεις Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου παρουσιάζονται στους Πίνακες 22B₂. Οι γεωτρήσεις No 73, 77 των Ριζιών καθώς και η γεώτρηση της Κεράμου περιέχουν συγκεντρώσεις του ζιζανιοκτόνου atrazine και των μεταβολιτών του κυρίως DEA που ήταν αρκετά υψηλότερες του ορίου των 0.1µg/l σε όλες τις δειγματοληψίες. Επίσης το ζιζανιοκτόνο metolachlor ανιχνεύθηκε στις ίδιες γεωτρήσεις σε συγκεντρώσεις που εποχιακά ξεπερνούσαν τα 0,2 µg/l. Γενικά τα νερά των γεωτρήσεων των Ριζιών (No 73, 77) και του χωριού Κεράμου περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις οργανικών ρύπων και είναι ακατάλληλα για ύδρευση. Υψηλές συγκεντρώσεις καφεΐνης ανιχνεύθηκαν στην πλειοψηφία των γεωτρήσεων το 1999 όχι όμως και κατά το έτος 2000. Γενικότερα, η ποιότητα των νερών των γεωτρήσεων της περιοχής Φυλακίου ήταν ικανοποιητική με εξαίρεση τις υψηλές συγκεντρώσεις καφεΐνης (0.2 µg/l) στα δείγματα που συλλέχθηκαν το 1999.

Γενικότερα, τα ζιζανιοκτόνα atrazine, metolachlor και τα προϊόντα μεταβολισμού του atrazine, κυρίως DEA και κατά δεύτερο λόγο DIA, αποτέλεσαν του κύριους οργανικούς ρύπους των υπογείων υδροφόρων συστημάτων της περιοχής του Άρδα. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στα νερά του ποταμού Άρδα την

ίδια περίοδο (Πίνακας 2B) όπου τα ζιζανιοκτόνα metolachlor και atrazine αποτέλεσαν σημαντικούς ρύπους. Επίσης, σημαντικές ποσότητες καφεΐνης ανιχνεύθηκαν στην πλειοψηφία των γεωτρήσεων της περιοχής του ποταμού Άρδα. Η καφεΐνη αποτέλεσε το βασικό οργανικό ρύπο του ποταμού Άρδα κατά την ίδια χρονική περίοδο.

Πίνακας 22B₂: Γεωτρήσεις ύδρευσης Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου, 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 8/9/99**

	No 76 Πηγάδι	No 73 Ρίζια	No 77 Ρίζια	No 69 Κέραμος	No 68 Φυλάκιο	No 66*	No 67
Caffeine	0,246	0,324	0,163	0,063	0,201		
DEA	0,14	0,264	0,143	0,196	0,013		
Atrazine	0,077	0,56	0,242	0,257			
Metolachlor	0,016	0,211	0,256	0,074			
Alachlor		0,010					

Πίνακας 22B₂: Γεωτρήσεις ύδρευσης Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου, 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 14-15/6/00**

	No 76 Πηγάδι	No 73 Ρίζια	No 77 Ρίζια	No 69 Κέραμος	No 68 Φυλάκιο	No 66	No 67
Caffeine							
DEA		0,178		0,177			
Atrazine		0,4	0,042	0,268			
Metolachlor		0,342	0,034	0,100	0,057		
Alachlor					0,023		
DIA		0,016					

Πίνακας 22B₂: Γεωτρήσεις ύδρευσης Ριζιών, Κεράμου και Φυλακίου, 2000 Οργανικό Φορτίο Ρύπων **Δειγματοληψία 4/10/00**

Παράμετρος	No 76 Πηγάδι	No 73 Ρίζια	No 77 Ρίζια	No 69 Κέραμος	No 68 Φυλάκιο	No 66*	No 67
Caffeine		0,028	0,063	0,034	0,071	0,016	0,027
DEA		0,401	0,217	0,339	0,043		0,067
Atrazine		0,51	0,317	0,388			0,051
Metolachlor		0,26	0,125	0,155			0,006
Alachlor		0,017					
DIA		0,046		0,046			

5.1.4. Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ορεστιάδος

Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 23Α. Οι γεωτρήσεις αυτές καλύπτουν μεγάλη γεωγραφική έκταση εκτεινόμενη από την περιοχή του Άρδα (Βάλτο και Στέρνα), Αγρόκτημα Ορεστιάδος (δίπλα στον Εβρο ποταμό), περιοχή Σοφικού και Ισακίου και Ερυροποτάμου. Από τις γεωτρήσεις αυτές μία (Περιοχή Ερυθροποτάμου, Αγρόκτημα Ευγενικού) έχει υψηλή αγωγιμότητα κοντά στο επιτρεπτό όριο, αλλά η ίδια γεώτρηση έχει και υψηλή συγκέντρωση ψευδαργύρου και νιτρικών. Όμως οι γεωτρήσεις του Αγροκτήματος Ορεστιάδος, Σοφικού, Ισακίου και Ερυθροποτάμου έχουν υψηλές συγκεντρώσεις Μαγγανίου. Στις γεωτρήσεις Ορεστιάδος και Ισακίου η συγκέντρωση του Μαγγανίου βρίσκεται στα ίδια περίπου επίπεδα με εκείνα των γεωτρήσεων της Ν. Βύσσης, ενώ στις άλλες

δύο (Σοφικού και Ερυθροποτάμου) οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις είναι διπλάσιες. Πιθανόν όλες αυτές οι γεωτρήσεις να τροφοδοτούνται από το ίδιο υδροφόρο. Σε όλες τις γεωτρήσεις οι συγκεντρώσεις χλωριούχων και νατρίου είναι υψηλές έως πολύ υψηλές καθιστώντας το νερό ακατάλληλο για άρδευση. Είναι επιβεβλημένο να διερευνηθεί η ποιότητα των νερών και υπολοίπων γεωτρήσεων του ΤΟΕΒ Ορεστιάδος.

Πίνακας 23Α: *Επι τόπου μετρήσεις-ΤΟΕΒ Ορεσιτιάδας(1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No101 Γ176 (Βάλτος)	No 102 Γ184 (Στέρνα)	No 103 B-87 (Αγρ.Ορεσιτιάδος)	No 104 Γ24(περιοχή Σοφικού)	No 105 Γ173(περιοχή Ισαακίου)	No 106 ΕΕ3 (περιοχή Ερυθροποτάμου)	No 107 Δ34 (περιοχήΕρυθρ.,Αγρό κτημα Ευγενίου)
PH	7,1±0,1	6,9±0,0	7,2±0,0	7,1±0,2	7,4±0,0	7,3±0,0	7,1±0,0
Tem, °C	16,8±0,1	15,8±0,4	15,1±0,4	15,1±0,1	16,8±0,3	15,7±0,5	14,8±0,9
DO (mg/L)	9,3±0,8	9,1±0,6	3,4±2,6	3,7±3,7	3,7±2,8	4,1±1,4	7,2±1,2
Saturation %	97,3±7,5	92,7±5,2	33,7±26,0	36,6±38,0	39,0±28,3	36,5±6,3	71,5±10,4
BOD ₅ (mg/L)	3,4	4,1		2,6		2,3	2,8
Redox, mV	287	295	296	380	90	180	367
TDS (mg/L)	354±7	365±1	414±5	874±47	541±1	537±2	1271±4
Cond, (μS/cm)	613±78	628±105	706±134	1507±349	919±171	918±152	2154±405

Πίνακας 23Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις-ΤΟΕΒ Ορεσιτιάδας(1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No101 Γ176 (Βάλτος)	No 102 Γ184 (Στέρνα)	No 103 B87 (Αγρ.Ορεσιτιάδος)	No 104 Γ24 (περιοχή Σοφικού)	No 105 Γ173 (περιοχή Ισαακίου)	No 106 ΕΕ3 (περιοχή Ερυθροποτάμου)	No 107 Δ34 (περιοχήΕρυθρ., ΑγρόκτημαΕυγενίου)
F ⁻ (mg/L)	0,470±0,381	0,426±0,461	0,604±0,713	0,887±0,972	0,378±0,392	0,385±0,403	0,1
Cl ⁻ (mg/L)	55,4±0,6	96,5±6,4	43,2±1,6	89,4±20,7	29,5±2,5	99,4±48,6	247,0
Br ⁻ (mg/L)	0,186±0,02	0,1965±0,005	0,126±0,0368	0,228±0,102	0,127±0,037	0,198±0,003	0,4
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,007±0,008	0,033±0,032	0,0135±0,0092	0,1825±0,24	0,007±0,008	0,004±0,004	0,045±0,045
NO ₃ ⁻ (mg/L)	29,05±6,29	28,50±1,13	7,3±0,85	68,95±11,24	0,20±0,15	0,54±0,48	282,40
Αμμωνία (mg/l)	0,011	0,011	0,010	0,009		0,419	0,022
TP-PO ₄ (mg/L)	0,057±0,052	0,059±0,072	0,108±0,054	1,692±0,492	0,734±0,065	0,399±0,001	0,081±0,044
SO ₄ ⁼ (mg/L)	42±4	29±0	56±6	231±87	11±8	51±30	395
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	174	121	279	465	465	402	386

Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,438	0,480	0,490	1,190	0,300	0,540	1,161
---------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Πίνακας 23Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στις γεωτρήσεις πόσιμου νερού του Δήμου Ορεστιάδας (1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	101 Γ176 Βάλτος	102 Γ184 Στέρνα	103 B87 Αγρ.Ορεστιάδος	104 Γ24 Σοφικό	105 Γ173 Ισαάκιο	106 EE3 Ερυθροπόταμος	107 Δ34 Αγρ. Ευγενικού
SAR	0,98 ±0,1	1 ±0,13	1,63 0,3	0,95 ±0,03	1,22 ±0,04	1,43 ±0,03	2,46 ±0,09
Σκληρότητα	226,7 ±42,9	230,8 ±59,7	273,65 ±11,2	382,4 ±18,4	360 ±5,37	342,5 ±11,95	869,4 ±109
Al, µg/L, διαλυτό	55,0 ±11,3	26,5 ±26,2	24,6 ±28,9	57,7 ±74,0	60,9 ±45,4	65,6 ±31,7	46,1 ±1,3
Al, µg/L, ολικό	63,9 ±18,5	66,2 ±0,1	212,2 ±124,2	463,8 ±595,7	288,0 ±267,3	356,5 ±412,3	581,8 ±684,8
Sb, µg/L	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0
As, µg/L	0,9 ±0,6	0,9 ±0,5	1,5 ±0,6	3,0 ±0,5	0,8 ±0,4	7,2 ±1,3	1,0 ±0,6
Ca, mg/L	47,5 ±4,9	52,8 ±14,5	64,9 ±9,8	95,5 ±12,0	63,0 ±11,3	69,5 ±2,1	110,3 ±15,2
B, mg/L	0,1 ±0,1	0,1 ±0,1	0,1 ±0,0	0,2 ±0,1	0,2 ±0,0	0,3 ±0,1	0,3 ±0,0
Cd, µg/L, διαλυτό	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0
Cd, µg/L, ολικό	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,8 ±0,4
K, mg/L	4,8 ±3,8	5,7 ±3,9	6,2 ±4,9	156,7 ±5,2	7,8 ±4,5	4,6 ±3,1	7,5 ±4,4
Mn, µg/L, διαλυτό	6,1 ±3,2	8,3 ±1,7	787,0 ±281,4	1370 ±1104	790,8 ±292,5	1359,9 ±948,8	30,9 ±5,9
Mn, µg/L, ολικό	12,6 ±5,3	14,2 ±6,5	971,2 ±537,2	1565 ±1278	807,0 ±207,8	1478,5 524	59,2 ±3,0
Mg, mg/L	26,3 ±7,4	24,1 ±5,7	27,1 ±8,6	68,1 ±28,4	59,3 ±6,0	46,6 ±3,6	161,3 ±41,4
Pb, µg/L, διαλυτό	1,0 ±0,0	1,2 ±0,2	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0

Pb, µg/L, ολικό	1,5 ±0,7	8,4 ±9,0	2,0 ±1,3	3,4 ±2,8	1,3 ±0,5	2,0 ±0,0	2,1 ±0,4
Na, mg/L	34,9 ±1,6	36,2 ±1,1	62,9 ±12,9	43,7 ±1,9	53,9 ±1,6	61,6 ±2,3	167,9 ±4,5
Ni, µg/L, διαλυτό	5,1 ±4,4	3,3 ±1,8	5,1 ±1,5	2,5 ±0,1	11,2 ±12,9	3,9 ±2,2	8,2 ±5,6
Ni, µg/L, ολικό	9,8 ±11,0	3,4 ±1,8	7,4 ±0,1	7,9 ±3,4	15,4 ±15,4	7,6 ±1,4	9,2 ±7,0
Se, µg/L	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0
Si, mg/L	12,8 ±6,9	17,9 ±9,8	5,2 ±1,6	2,1 ±2,7	18,0 ±11,5	8,7 ±3,4	1,6 ±1,8
Fe, µg/L, διαλυτό	84,9 ±111,9	61,7 ±72,6	68,7 ±89,6	38,8 ±51,2	510,8 ±677,8	538,2 ±615,0	67,7 ±72,6
Fe, µg/L, ολικό	492,9 462,3	447,0 ±154,2	945,7 ±925,3	253,3 ±172,1	2043,7 ±568,0	927,0 ±100,4	377,6 ±46,0
Hg, µg/L	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0
Cr, µg/L, διαλυτό	3,0 ±1,4	3,0 ±1,4	2,0 ±0,0	2,0 ±0,0	2,0 ±0,0	2,0 ±0,0	3,0 ±1,4
Cr, µg/L, ολικό	3,0 ±1,4	9,2 ±6,3	2,0 ±0,0	2,3 ±0,4	3,0 ±1,1	2,8 ±0,4	3,1 ±1,6
Cu, mg/L	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0
Zn, µg/L, διαλυτό	34,1 ±24,2	75,4 ±13,3	57,0 ±41,0	73,3 ±44,3	49,9 ±25,6	277,5 ±248,3	638,5 ±801,2
Zn, µg/L, ολικό	591,4 ±786,9	1212 ±372,7	1087,2 ±336,8	944,9 ±282,7	1206,7 ±638,7	1128,6 ±47,2	1243,6 ±840,9

Τα σχετικά αποτελέσματα του οργανικού φορτίου ρύπων παρουσιάζονται στον Πίνακα 23B. Όλες οι γεωτρήσεις περιέχουν καφεΐνη και οι 4 από τις 7 περιείχαν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων. Αυτή που έχει τα περισσότερα φάρμακα είναι εκείνη της περιοχής Βάλτου (No 101, Γ176).. Οι συγκεντρώσεις των φαρμάκων αυτών στο νερό άρδευσης δεν αναμένεται να έχει οποιαδήποτε επίπτωση στις καλλιέργειες της περιοχής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 23B: Γεωτρήσεις άρδευσης ΤΟΕΒ Ορεστιάδος, 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων

	No, 101 Γ176 Βάλτος	No, 102 Γ184 Στέρνα	No, 103 B87 Αγρ. Ορεστιάδος	No, 104 Γ24 Σοφικό	No, 105 Γ173 Ισαάκιο	No, 106 EE3 Ερυθρο πόταμος	No, 107 Δ34 Ερυθρ, Αγρόκτ. Ευγενικού
Caffeine	0,242	0,659	0,422	0,374	0,237	0,739	0,021
Atrazine		0,007	0,072				
Metolachlor	0,006	0,015	0,020				
Prometryne			0,024				
DEA		0,048					
Quintozene	0,018						
Aldrin	0,010						
Fenpropimorph	0,002						
Pirimiphos ethyl	0,018						
Isopropalin	0,013						
O,p-DDT	0,019						
P,p-DDE	0,015						
Chloropropylate	0,026						
Azinphos ethyl	0,021						
Trifluralin				0,006			
Pendimethalin				0,011			

ΠΙΝΑΚΑΣ 23B: Γεωτρήσεις άρδευσης ΤΟΕΒ Ορεστιάδος, 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων
Δειγματοληψία (29/6/2000)

	No, 101 Γ176 Βάλτος	No, 102 Γ184 Στέρνα	No, 103 B87 Αγρ, Ορεστιάδος	No, 104 Γ24 Σοφικό	No, 105 Γ173 Ισαάκιο	No, 106 EE3 Ερυθροπ όταμος	No, 107 Δ34 Ερυθρ, Αγρόκτ, Ευγενικού
Alachlor		0,023					
Metolachlor		0,025	0,021				0,008
Prometryne			0,097				
DEA		0,060	0,042				

5.1.5. Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Φερρών

Από τις έξι αυτές γεωτρήσεις, δύο περιέχουν Μόλυβδο σε συγκέντρωση λίγο πιά πάνω από το επιτρεπτό όριο του ποσίμου νερού και η μία από τις δύο επίσης περιέχει αυξημένη συγκέντρωση Αρσενικού (5 φορές πάνω) και Σιδήρου. Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 24A. Επιβάλλεται η διερεύνηση της ποιότητας των νερών και των υπολοίπων γεωτρήσεων του ΤΟΕΒ Φερρών.

Πίνακας 24Α: *Επι τόπου μετρήσεις-ΤΟΕΒ Φερρών (1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 \pm την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No151 Γ71	No152 Γ35	No153 Α86	No154 Δ21	No155 Α59	No156 Δ36
pH	7,0 \pm 0,0	7,2 \pm 0,1	7,5 \pm 0,1	7,5 \pm 0,1	7,4 \pm 0,1	7,7 \pm 0,5
Tem, °C	15,2 \pm 1,0	15,2 \pm 1,1	16,4 \pm 1,8	15,6 \pm 1,6	12,4 \pm 2,4	20,9 \pm 2,2
DO (mg/L)	6,3 \pm 1,9	4,5 \pm 0,9	1,5 \pm 0,1	3,6 \pm 0,2	7,0 \pm 0,4	4,7 \pm 4,8
Saturation %	63,8 \pm 19,5	44 \pm 8, 5	16,8 \pm 1,8	35,8 \pm 0,4	41,8 \pm 25,8	18,6 \pm 6,5
BOD ₅ (mg/L)	2,9	1,0			1,7	2,3
Redox (mV)	377 \pm 4	376,5 \pm 52	349 \pm 4	411 \pm 31	373 \pm 36	297 \pm 111
TDS (mg/L)	820 \pm 19	840 \pm 6	429 \pm 1,4	406 \pm 21	242 \pm 46	359 \pm 9
Cond, (μS/cm)	1393 \pm 165	1436 \pm 199	749 \pm 84	697 \pm 58	411 \pm 149	656 \pm 11
Salinity ⁰ / ₀₀	0,550 \pm 0,071	0,600 \pm 0,000	0,100 \pm 0,000	0,100 \pm 0,000	0,000 \pm 0,000	0,100 \pm 0,000

Πίνακας 24Α.: *Εργαστηριακές μετρήσεις-ΤΟΕΒ Φερρών(1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 \pm την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No151 Γ71	No152 Γ35	No153 Α86	No154 Δ21	No155 Α59	No156 Δ36
F ⁻ (mg/L)	0,240	0,170	0,090	0,090	0,040	
Cl ⁻ (mg/L)	227,0	250,0	47,0	33,0	29,0	41,0
Br ⁻ (mg/L)	0,56	0,57	0,19	0,17	0,12	0,13
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,002 \pm 0,001	0,032 \pm 0,043	0,004 \pm 0,004	0,004 \pm 0,004	0,002 \pm 0,001	0,006 \pm 0,006
NO ₃ ⁻ (mg/L)	63,3	162,3	14,2	32,6	12,7	0,63
Αμμωνία (mg /L)	0,004	0,003 \pm 0,002	0,004	0,004	0,004	0,007
SO ₄ ⁻ (mg/L)	89	102	85	71	50	75
TP-PO ₄ (mg/L)	0,089 \pm 0,036	0,042 \pm 0,032	0,067 \pm 0,03	0,084 \pm 0,023	0,042 \pm 0,015	0,175 \pm 0,064
Αλκαλικότητα (mg/L)	263	328	263	242	140	213
Στερεό Υπόλειμμα (g /L)	0,915	0,950	0,530	0,540	0,320	0,480

Τα σχετικά αποτελέσματα του οργανικού φορτίου ρύπων παρουσιάζονται στον Πίνακα 24B. Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων ανιχνεύθηκαν στα νερά των 4 από τις 6 γεωτρήσεις του ΤΟΕΒ Φερρών. Οι συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν ήταν πάντοτε χαμηλότερες του ανώτατου επιτρεπόμενου ορίου των 0.1 μg/l. Το πιο συχνά ανιχνευόμενο γεωργικό φάρμακο ήταν το metolachlor που ανιχνεύθηκε σε 3 από τις 6 γεωτρήσεις την περίοδο 1999-2000. Το metolachlor αποτελεί συχνό ρύπο των υπογείων νερών (Readman et al, 1993)..

ΠΙΝΑΚΑΣ 24B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Φερρών 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων
Δειγματοληψία 9-10/11/99

	No, 151 Γ71	No, 152 Γ35	No,153 Α86	No, 154 Δ21	No, 155 Α59	No, 156 Δ36
Caffeine	0.066			0,036	0,050	
Metolachlor	0,007			0,006	0,006	
Pendimethalin				0,030		
Trifluralin				0,004		

ΠΙΝΑΚΑΣ 24B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Φερρών 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων
Δειγματοληψία 10/7/2000

	No, 151 Γ71	No, 152 Γ35	No,153 Α86	No, 154 Δ21	No, 155 Α59	No, 156 Δ36
metolachlor	0,050	0,011				

5.2. Υπόγεια νερά ΤΟΕΒ Ν. Κομοτηνής

Από τις 5 γεωτρήσεις που διερευνήθηκαν, η μία περιέχει αυξημένη συγκέντρωση Αρσενικού (5 φορές πάνω από το όριο), και 3 άλλες έχουν αυξημένη συγκέντρωση Σιδήρου (Πίνακας 25Α). Οι συγκεντρώσεις χλωριούχων όπως και νατρίου είναι εξαιρετικά αυξημένες, που σύμφωνα με την βιβλιογραφία, το νερό των γεωτρήσεων αυτών δεν θα πρέπει να είναι κατάλληλο για άρδευση. Επιβάλλεται η διερεύνηση της ποιότητας των νερών και των υπολοίπων γεωτρήσεων του ΤΟΕΒ Κομοτηνής.

Πίνακας 25Α: *Επι τόπου μετρήσεις-ΤΟΕΒ Νομού Κομοτηνής (1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No161 Γ-292	No162 Μύλογλου	No163 Μαύρος Λόφος	No164 Μαρόνια	No165 Τσατλάκος Δήμος	166 Σιδηροχ ώρι
PH	7,8±0,0	7,8±0,0	7,7±0,5	7,4±0,2	7,6±0,2	7,5
Tem, °C	22,8±2,7	20,6±2,0	18,7±0,8	18,2±0,6	18,3±0,1	20,8
DO (mg/L)	4,1±1,5	7,0±0,6	6,0±2,9	6,9±0,8	7,8±0,3	3,6
Saturation %	47,8±18,0	76,5±9,1	65,3±31,5	73,2±8,8	83,4±3,4	39,6
BOD ₅ (mg/L)	3,1	1,5	2,4	2,3	2,2	
Redox, mV	385±18	376±44	338±109	353±66	356±58	394
TDS (mg/L)	473±82	521±70	762±259	715±273	589±22	484
Cond, (μS/cm)	896±164	961±161	1381±569	1292±598	1042±137	847
Salinity ‰	0,200±0,141	0,250±0,071	0,500±0,283	0,500±0,283	0,300±0,00	0,200

Πίνακας 25Α: Εργαστηριακές μετρήσεις- ΤΟΕΒ Νομού Κομοτηνής (1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No161 Γ-292	No162 Μύλογλου	No163 Μαύρος Λόφος	No164 Μαρώνια	No165 Τσατλάκος Δήμος	166 Σιδηρο χώρι
F ⁻ (mg/L)	0,524±0,05	0,349±0,072	0,364±0,076	0,340±0,270	0,145±0,080	0,339
Cl ⁻ (mg/L)	172,7±4,7	153,8±25,7	271,1±94,7	229,6±175,9	142,7±12,3	126,9
Br ⁻ (mg/L)	0,224±0,31	0,334±0,470	0,592±0,835	0,658±0,929	0,815±0,395	0,163
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,035±0,05	0,029±0,039	0,036±0,047	0,030±0,037	0,043±0,042	0,005
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,63±0,48	11,46±1,78	22,00±16,97	15,75±3,32	27,53±0,47	12,00
Αμμωνία (mg/L)	0,174	0,021	0,009	0,007	0,006	0,007
TP-PO ₄ (mg/L)	0,117±0,02	0,094±0,028	0,063±0,013	0,038±0,015	0,070±0,032	0,078
SO ₄ ⁻ (mg/L)	43±9	12±5	32±13	24±2	31±0	3
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	215	193	215	312	257	212
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,490	0,570	1,030	0,960	0,640	

Πίνακας 25Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα υπόγεια νερά του ΤΟΕΒ Ν. Κομοτηνής (1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	161 Γ-272	162 Μύλογλου	163	164	165 Τσατλάκος	166
SAR	13,6 ±6,2	3,2 ±0,7	3,4 ±0,0	2,2 ±1,5	1,6 ±0,2	2,9
Σκληρότητα, mg CaCO ₃ /L	33,1 ±24,4	223 ±133,	354 ±212	377 ±156	377 113	171,5
Al, μg/L, διαλυτό	55,8 ±27,2	51 ±41,4	41,1 ±35,4	79,8 ±18,0	27,2 ±28,6	4,0
Al, μg/L, ολικό	167,7 ±68,8	157 ±49,1	124 ±120	59,2 ±12,4	38,3 ±7,5	21,0
Sb, μg/L	0,4 ±0,1	0,5 ±0,0	1,0 ±0,7	1,3 ±1,2	0,9 ±0,6	1,6
As, μg/L	35,1 ±21,2	2,5 ±2,8	1,2 ±0,9	0,8 ±0,4	0,6 ±0,1	2,4
Ca, mg/L	3,9 ±0,2	37,1 ±18,2	54,1 ±42,3	58,0 ±12,7	54,0 ±22,7	27,8
B, mg/L	0,5 ±0,3	0,2 ±0,2	0,1 ±0,1	0,2 ±0,0	0,2 ±0,0	0,2
Cd, μg/L, διαλυτό	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5
Cd, μg/L, ολικό	0,6 ±0,2	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5 ±0,0	0,5
K, mg/L	5,9 ±1,4	2,7 ±0,2	2,5 ±0,7	1,9 ±0,7	2,2 ±0,2	2,4
Mn, μg/L, διαλυτό	65,4 ±2,3	17,0 ±11,4	10,0 ±9,9	8,5 ±2,1	6,1 ±0,1	24,0
Mn, μg/L, ολικό	109,7 ±59,8	41,7 ±21,6	12,4 ±7,6	9,2 ±1,6	11,3 ±6,7	26,0
Mg, mg/L	6,6 ±7,1	31,9 ±21,5	53,7 ±26,4	56,5 ±30,1	61,0 ±18,2	24,8
Pb, μg/L, διαλυτό	3,4 ±1,2	2,9 ±2,7	1,0 ±0,0	1,2 ±0,3	1,5 ±0,7	1,0
Pb, μg/L, ολικό	4,2 ±2,0	5,5 ±0,4	1,4 ±0,6	2,0 ±0,8	2,0 ±0,4	1,0
Na, mg/L	161,4 ±6,5	104 ±8,9	144 ±47,4	111 ±79,3	70,7 ±3,8	87,0
Ni, μg/L, διαλυτό	8,0 ±5,7	4,0 ±2,8	2,9 ±1,2	12,5 ±12,6	3,0 ±1,4	2,0

Ni, µg/L, ολικό	10,2 ±5,4	5,6 ±0,6	3,4 ±1,3	16,6 ±11,2	3,3 ±1,8	2,0
Se, µg/L	0,9 ±0,2	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0 ±0,0	1,0
Si, mg/L	17,6 ±1,6	14,3 ±1,8	10,6 ±5,2	13,0 ±3,3	14,3 ±3,7	13,2
Fe, µg/L, διαλυτό	185,9 ±41,2	191 ±20,4	309 ±213	151 ±108	269 ±60,0	42,0
Fe, µg/L, ολικό	325,5 ±53,0	800 ±650	354 ±265	265 ±133	750 ±174	284
Hg, µg/L	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,1	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1
Cr, µg/L, διαλυτό	2,0 ±0,0	3,6 ±2,3	11,0 ±12,7	5,5 ±1,8	4,8 ±0,1	4,7
Cr, µg/L, ολικό	6,4 ±2,8	12,1 ±1,4	21,3 ±27,2	11,0 ±4,5	19,6 ±4,2	6,5
Cu, mg/L	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1 ±0,0	0,1
Zn, µg/L, διαλυτό	177,7 ±105	121 ±80,3	291 ±273	342, ±391 5	129 ±67,5	106,0
Zn, µg/L, ολικό	1303 ±1660	1338 ±1650	1264 ±1483	1379 ±1599	1974 ±620	180,0

Τα σχετικά αποτελέσματα του οργανικού φορτίου ρύπων παρουσιάζονται στον Πίνακα 25B. Η καφεΐνη ανιχνεύθηκε στο νερό όλων των γεωτρήσεων του ΤΟΕΒ Ροδόπης καθόλη την διάρκεια της περιόδου συλλογής των δειγμάτων. Οι συγκεντρώσεις της παρουσιάστηκαν σημαντικά αυξημένες κατά το έτος 2000 με μέγιστη τιμή 0.357 µg/l. Κατά το έτος 2000, υπολείμματα BHT και alachlor ανιχνεύθηκαν σε χαμηλές συγκεντρώσεις που όμως ποτέ δεν ξεπέρασαν τα 0.1 µg/l σε όλες τις γεωτρήσεις. Γενικά, υψηλότερα υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων και άλλων οργανικών ρύπων (caffeine, BHT) ανιχνεύθηκαν κατά το έτος 2000 στις γεωτρήσεις του ΤΟΕΒ Ροδόπης.

ΠΙΝΑΚΑΣ 25B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ροδόπης 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων (16-17/11/99)

	161 Γ-272	162 Μύλογλου	163	164	165 Τσατλάκος Δήμος
Caffeine	0,086	0,027	0,057		0,044
metolachlor	0,010				
Captan		0,035			

ΠΙΝΑΚΑΣ 25B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ροδόπης 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων (29/8/2000)

	161 Γ-272	162 Μύλογλου	163	164	165 Τσατλάκος Δήμος	166
BHT	0.050	0.050	0.025	0.024	0.052	0.05
Caffeine	0.357	0.104	0.092	0.129	0.1	0.13
metolachlor		0.007	0.005			0.005
Alachlor	0.012	0.016	0.006	0.010	0.008	0.013

5.3. Υπόγεια νερά ΤΟΕΒ Ξάνθης

Από τις 5 γεωτρήσεις που διερευνήθηκαν οι 3 δεν έχουν νερό κατάλληλο για άρδευση λόγω υψηλής αγωγιμότητας, ολικών στερεών διαλυτών (TDS), αλατότητας (Salinity), χλωριούχων, σκληρότητας, περιεκτικότητας σε Βόριο, Μαγγάνιο, Μόλυβδο, Σίδηρο και Υδράργυρο. Τα σχετικά αποτελέσματα παρουσιάζονται στον Πίνακα 26Α.

Πίνακα 26Α: *Επι τόπου μετρήσεις-ΤΟΕΒ Νομού Ξάνθης (1999-00).* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No171 Αυξέντιο, (Αξ. 6)	No172 Μάγγανα	No173 ΠΞ-7-E	No174 ΞΚ-6	No175 ΞΓ/7 Γενισσέα
pH	7,0±0,0	7,4±0,0	6,3±0,0	7,4±0,1	7,2±0,0
Tem, °C	16,0±0,0	20,0±0,1	19,1±0,3	16,6±0,1	19,6±0,9
DO (mg/L)	3,6±0,8	1,6±0,1	2,7±0,1	1,38±0,1	4,2±0,3
Saturation %	36,6±7,9	17,5±0,6	29,1±1,3	14±1,3	45,4±3,4
Redox, mV	271±16	210±51	265±56	277	283±95
TDS (mg/L)	337±6	2000±0,0	2000±1	201±3	566±281
Cond. (μS/cm)	1444±201	2955±106	4245±332	349±37	986±418
Salinity ‰	0,600±0,000	1,500±0,141	2,350±0,071	0,000±0,000	0,300±0,283

Πίνακα 26Α: *Εργαστηριακές μετρήσεις-ΤΟΕΒ Ν. Ξάνθης (1999-00)* Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	No171 Αυξέντιο, (Αξ. 6)	No172 Μάγγανα	No173 ΠΞ-7-E	No174 ΞΚ-6	No175 ΞΓ/7 Γενισσέα
F ⁻ (mg/L)	0,308±0,311	0,399±0,426	0,201±0,282	0,181±0,007	0,185±0,001
Cl ⁻ (mg/L)	312,3±163,1	652,9±21,4	831,8±122,0	14,1±4,3	209,9±240,0
Br ⁻ (mg/L)	0,472±0,666	2,560±0,792	2,824±1,165	0,024±0,033	0,132
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,035±0,048	0,004±0,004	0,014±0,018	0,001±0,000	0,003±0,003
NO ₃ ⁻ (mg/L)	57,45±81,0	2,9±0,10	4,4±0,70	1,4±0,2	8,9
Αμμωνία (mg/L)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
SO ₄ ⁻ (mg/L)	183±87	149±47	185±29	17±5	10±2
TP-PO ₄ (mg/L)	0,085±0,064	0,068±0,008	0,234±0,103	0,080±0,009	0,299±0,346
Αλκαλικότητα (mg CaCO ₃ /L)	268	253	803	172	245
Στερεό Υπόλειμμα (g/l)	1,120	1,730	2,820	0,280	0,420

Πίνακας 26Α: Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στα νερά του ΤΟΕΒ Ξάνθης. (1999-00) Οι τιμές αποτελούν τους μέσους όρους των μετρήσεων που καταγράφηκαν κατά την περίοδο 1999-2000 ± την τυπική απόκλιση τους

Παράμετρος	171 Αξ.6	172 Μάγγανα	173 ΠΞ-7-Ε	174 ΞΚ-6	175 ΞΓ-7 Γενισσέα
SAR	1,69 ±0,16	8,90 ±7,36	7,09 ±2,71	0,68 ±0,14	1,87 ±1,37
Σκληρότητα, mg CaCO ₃ /L	552,5 ±116,6	309,1 ±121,6	1143 ±436,1	142,5 ±35,43	313,5 ±24,75
Al, µg/L, διαλυτό	38,05 ±7,42	22,74 ±21,66	125,85 ±4,03	25,85 ±6,86	116,35 ±24,96
Al, µg/L, ολικό	38,05 ±7,42	323,6 ±23,19	289, 5 ±185,2	214,8 ±84,57	290,5 ±106,2
Sb, µg/L	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00
As, µg/L	0,50 ±0,00	2,29 ±0,87	3,08 ±0,74	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00
Ca, mg/L	164,0 ±29,70	48,25 ±2,47	222,9 ±21,35	29,80 ±0,28	66,50 ±13,44
B, mg/L	0,29 ±0,02	0,61 ±0,55	2,45 ±0,02	0,07 ±0,08	0,23 ±0,05
Cd, µg/L, διαλυτό	0,50 ±0,00	0,90 ±0,57	1,35 ±0,35	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00
Cd, µg/L, ολικό	0,50 ±0,00	0,95 ±0,64	1,75 ±0,64	0,50 ±0,00	0,50 ±0,00
K, mg/L	6,90 ±0,28	34,65 ±3,75	28,95 ±1,34	2,15 ±0,35	3,20 ±0,14
Mn, µg/L, διαλυτό	12,00 ±5,66	8,26 ±1,62	221,5 ±74,46	5,10 ±0,14	9,20 ±7,35
Mn, µg/L, ολικό	14,75 ±5,16	18,70 ±9,48	294,5 ±71,77	20,05 ±8,70	21,25 ±0,21
Mg, mg/L	45,80 ±23,02	47,80 ±30,83	142,75 ±92,98	16,30 ±8,34	35,70 ±2,12
Pb, µg/L, διαλυτό	5,77 ±6,74	3,50 ±3,54	3,95 ±4,17	2,00 ±1,27	3,15 ±0,93
Pb, µg/L, ολικό	7,97 ±3,63	6,42 ±0,54	7,85 ±0,49	4,33 ±1,32	6,03 ±1,59
Na, mg/L	91,10 ±1,98	483,3 ±5,23	532,1 ±103,1	18,65 ±1,20	77,40 ±58,69
Ni, µg/L, διαλυτό	2,20 ±0,28	2,00 ±0,00	5,00 ±3,68	2,00 ±0,00	2,00 ±0,00
Ni, µg/L, ολικό	4,15 ±1,48	3,40 ±1,13	12,25 ±5,87	3,60 ±0,71	3,75 ±2,19
Se, µg/L	1,00 ±0,00	1,13 ±0,18	1,00 ±0,00	1,00 0,00	1,00 ±0,00
Si, mg/L	3,35 ±0,49	4,70 ±2,26	4,95 ±1,48	14,45 ±3,32	19,60 ±2,12
Fe, µg/L, διαλυτό	421,6 ±293,5	411,7 ±89,52	1882 ±222,4	231,5 ±214,2	745,0 ±1012
Fe, µg/L, ολικό	910,5 ±183,4	642,5 ±343,8	2591 ±776,3	1183 ±829,2	1546 ±810,4
Hg, µg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Cr, µg/L, διαλυτό	2,00 ±0,00	4,15 ±0,49	6,38 ±6,19	2,00 ±0,00	2,80 ±1,13
Cr, µg/L, ολικό	4,63 ±3,72	20,00 ±11,31	11,60 ±7,92	5,78 ±0,59	5,26 ±0,65
Cu, mg/L	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00	0,10 ±0,00
Zn, µg/L, διαλυτό	208,5 ±201,6	195,9 ±197,2	280,5 ±327,6	123,5 ±110,5	131,5 ±113,1
Zn, µg/L, ολικό	1284 ±1658	1300 ±1684	1135 ±1339	1252 ±1602	1233 ±1624

Τα σχετικά αποτελέσματα του οργανικού φορτίου ρύπων παρουσιάζονται στον Πίνακα 26B. Η καφεΐνη αποτέλεσε και στα νερά των γεωτρήσεων στην Ξάνθη το σημαντικότερο οργανικό ρύπο κατά την περίοδο 1999-2000 και μαζί με το BHT ανιχνεύθηκαν στα νερά όλων των γεωτήσεων το έτος 2000. Σημαντικές συγκεντρώσεις DEA (>0.1μg/l) που προέρχεται από το μεταβολισμό του ζιζανιοκτόνου atrazine ανιχνεύθηκαν στα νερά της γεώτρησης Νο 171 κατά το έτος 2000. Ταυτόχρονα, χαμηλές συγκεντρώσεις atrazine και metolachlor ανιχνεύθηκαν στην ίδια γεώτρηση το έτος 2000. Υπολείμματα του μυκητοκτόνου captan ανιχνεύθηκαν σε τρεις από τις 5 γεωτρήσεις το έτος 1999, αλλά οι συγκεντρώσεις του ήταν χαμηλές. Το συγκεκριμένο φάρμακο χρησιμοποιείται στην καλλιέργεια καπνού της περιοχής ως προστατευτικό μυκητοκτόνο.

ΠΙΝΑΚΑΣ 26B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ξάνθης, 1999, Οργανικό Φορτίο Ρύπων

	171 Αξ,6	172 Μάγγανα	173 ΠΞ-7-E	174 ΞΚ-6	175 ΞΓ/7 Γενισσέα
Caffeine	0.077	0.141			
DEA	0.021				
metolachlor	0.004			0,002	
Captan	0,008		0,044	0,012	

ΠΙΝΑΚΑΣ 26B: Γεωτρήσεις ΤΟΕΒ Ξάνθης, 2000, Οργανικό Φορτίο Ρύπων
Δειγματοληψία 16/10/2000

	171 Αξ,6	172 Μάγγανα	173 ΠΞ-7-E	174 ΞΚ-6	176 new well Γενισσέα
BHT	0.047	0.024	0.145	0.162	0.009
Caffeine	0.106	0.054	0.13	0.022	0.023
DEA	0.126				
metolachlor	0.013	0.009		0,005	0,005
Atrazine	0.047	0.016			

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Γενικά συμπεράσματα για την ποιότητα των υδάτων των επιφανειακών και υπογείων υδροφόρων τμημάτων της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης

6.1 Επιφανειακά νερά - Ποτάμια

Τα νερά των ποταμών της περιοχής Μακεδονίας – Θράκης αναλύθηκαν ώστε να προσδιορισθούν οι συγκεντρώσεις υπολειμμάτων οργανικών ρύπων. Τα αποτελέσματα αυτών των μετρήσεων έδειξαν ότι:

1. Η καφεΐνη αποτέλεσε τον κύριο οργανικό ρύπο του συνόλου των ποταμών της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης. Η μέση συγκέντρωση καφεΐνης στα νερά όλων των ποταμών που αναλύθηκαν κυμάνθηκε από 0.239 μg/l στον Άρδα έως και 0.779 μg/l στον Λουδία. Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι συγκεντρώσεις καφεΐνης σε ορισμένους ποταμούς παρουσίασαν μεγάλη διακύμανση τιμών με εποχικές εξάρσεις που έφθαναν τα 4.524 μg/l στον ποταμό Λουδία. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω η καφεΐνη αποτελεί ένα συντηρητικό δείκτη της ρύπανσης υδατοσυστημάτων από αστικά απόβλητα (Papadopoulou et al, 2001). Σημαντικές συγκεντρώσεις καφεΐνης είχαν ανιχνευθεί και κατά την περίοδο 1993-98 στα νερά του ποταμού Αξιού σε

αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια του προγράμματος INTERREG I & II από την ίδια ερευνητική ομάδα. Οι συγκεντρώσεις καφεΐνης παρουσίασαν την ίδια χαρακτηριστική εποχική διακύμανση σε όλους τους ποταμούς που μελετήθηκαν σε αυτό το πρόγραμμα. Έτσι, οι υψηλότερες συγκεντρώσεις καφεΐνης μετρήθηκαν μεταξύ τέλη Οκτωβρίου και μέσα Φεβρουαρίου. Υπολείμματα καφεΐνης συνέχισαν να ανιχνεύονται καθόλη την διάρκεια του έτους αλλά σε συγκεντρώσεις σημαντικά μειωμένες.

2. Σε αντίθεση με την εποχική διακύμανση που παρουσίασαν οι συγκεντρώσεις καφεΐνης, οι συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων στα νερά των ποταμών ήταν σημαντικά υψηλότερες την περίοδο Μαΐου – Ιουνίου. Η περίοδος αυτή ακολουθεί την ανοιξιάτικη εφαρμογή των περισσότερων γεωργικών φαρμάκων. Η έξαρση αυτή στις συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων στα νερά των ποταμών της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης αμέσως μετά την εφαρμογή τους, έχει παρατηρηθεί και σε άλλους ποταμούς της Ευρώπης (Readman et al, 1993, Lacorte et al, 2001) και της Αμερικής (Miles & Pfeuffer, 1997, Boyd, 2000, Clark & Goosby 2000). Η εποχική αυτή διακύμανση των γεωργικών φαρμάκων σε επιφανειακά νερά ονομάστηκε spring flush ύστερα από μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν επί σειρά ετών στον ποταμό Μισσισιπή (Thurman et al., 1991).
3. Το οργανικό φορτίο των ποταμών που μελετήθηκαν δεν διέφερε ποιοτικά από ποταμό σε ποταμό. Έτσι, τα ζιζανιοκτόνα αποτέλεσαν τους κύριους ρυπαντές των νερών των ποταμών της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης. Το τριαζινικό ζιζανιοκτόνο atrazine καθώς και τα χλωροακεταμιδικά alachlor, metolachlor ανιχνεύθηκαν με διαφορετική συχνότητα στα νερά όλων των ποταμών. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά εφαρμόζονται προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά (atrazine) σε διάφορες καλλιέργειες αλλά ιδιαίτερα ως μίγματα σε καλλιέργειες αραβοσίτου και αποτελούν συνήθεις ρύπους των ποταμών παγκοσμίως (Goosby & Bataglin, 1993, Martinez et al, 2000). Το επίσης τριαζινικό ζιζανιοκτόνο prometryne, που εφαρμόζεται προφυτρωτικά στο βαμβάκι, ανιχνεύθηκε στα νερά των περισσότερων ποταμών που μελετήθηκαν αλλά ιδιαίτερα στους ποταμούς Πηνειό, Στρυμόνα και Αξιό (>0.12 µg/l) που διαβρέχουν περιοχές με βαμβακοκαλλιέργειες. Το ζιζανιοκτόνο molinate που χρησιμοποιείται στο ρύζι ανιχνεύθηκε στα νερά των ποταμών Λουδία, Στρυμόνα, Έβρου, Λουδία και Αξιού σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις. Οι παραπάνω ποταμοί διασχίζουν περιοχές όπου η ορυζοκαλλιέργεια καταλαμβάνει μεγάλες εκτάσεις και δέχονται εισροή νερών που έχουν χρησιμοποιηθεί για τον κατακλυσμό των ορυζώνων. Ο ποταμός Έβρος δέχεται όπως προαναφέρθηκε εισροή νερών από ορυζώνες της Τουρκίας. Τα παραπάνω αποτελέσματα για τα ζιζανιοκτόνα prometryne και molinate συμφωνούν με δεδομένα της διεθνούς βιβλιογραφίας (Thurman et al, 2000, Readman et al., 1993). **Γενικότερα, το είδος των γεωργικών φαρμάκων που θα εμφανισθούν στα επιφανειακά νερά μιας περιοχής επηρεάζεται κατά βάση από το είδος των καλλιεργειών της περιοχής που καθορίζουν και την επιλογή των εφαρμοζόμενων γεωργικών φαρμάκων.**
4. Οι συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στους ποταμούς της περιοχής Μακεδονίας – Θράκης κατά την διάρκεια του παρόντος προγράμματος δεν διαφέρουν από συγκεντρώσεις που έχουν αναφερθεί στα νερά ποταμών στην διεθνή βιβλιογραφία. Έτσι συγκεντρώσεις μεταξύ 0.003-1 µg/l έχουν αναφερθεί στα νερά των ποταμών Αξιού και Λουδία και στο παρελθόν (INTERREG I & II, 1992-1998). Συγκεντρώσεις molinate μεταξύ 0.003-1.75 µg/l έχουν αναφερθεί στο παρελθόν στους ποταμούς Ebro της Ισπανίας και Po της Βόρειας Ιταλίας (Readman et al, 1993). Τα ζιζανιοκτόνα alachlor και metolachlor έχουν ανιχνευθεί σε συγκεντρώσεις 0.06-0.9 και 0.05-0.27 µg/l, αντίστοιχα στα νερά του ποταμού Μισσισιπή (Pereira & Rostad, 1990). Παρόμοιο εύρος συγκεντρώσεων υπολειμμάτων του ζιζανιοκτόνου atrazine μετρήθηκε πρόσφατα σε επιφανειακά νερά της Πορτογαλίας όπου οι συγκεντρώσεις του κυμάνθηκαν μεταξύ 0.1-1 µg/l (Lacorte et al, 2001)

5. Ο ποταμός Λουδίας περιείχε αναλογικά το υψηλότερο φορτίο οργανικών ρύπων ενώ αντίθετα οι ποταμοί Νέστος και Άρδας παρουσίασαν την χαμηλότερη επιβάρυνση με οργανικούς ρύπους. Η υψηλότερη επιβάρυνση των νερών του Λουδία με αγροχημικά και καφεΐνη σε σχέση με τον παρακείμενο ποταμό Αξιό είχε παρατηρηθεί και σε προηγούμενες μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν την περίοδο 1993-98 στα πλαίσια του προγράμματος INTERREG I & II. Ο Λουδίας διασχίζει την λεκάνη του Αξιού και δέχεται τα στραγγιστικά νερά της Δυτικής πλευράς της λεκάνης. Τα υψηλότερα επίπεδα ρύπανσης από οργανικούς ρύπους στα νερά του Λουδία ίσως να οφείλονται και στην χαμηλότερη ροή νερού σε σχέση με τον Αξιό με συνέπεια την μειωμένη διαλυτοποίηση των εισερχόμενων ρύπων (Readman et al, 1993).
6. Ένα σημαντικό συμπέρασμα που προκύπτει μετά από σύγκριση των παραπάνω αποτελεσμάτων και των αποτελεσμάτων του προγράμματος INTERREG I & II 1992-98 είναι οι σχετικά χαμηλότερες τιμές οργανικών ρύπων που μετρήθηκαν κατά την διάρκεια αυτού του προγράμματος (1999-00) σε σχέση με την περίοδο 1992-98 στους ποταμούς Αξιό και Λουδία. Αυτό ίσως να οφείλεται στην συχνότερη συλλογή δειγμάτων κατά την περίοδο 1992-98 σε σχέση με την περίοδο 1999-2000. Η λιγότερη συχνή συλλογή δειγμάτων ιδιαίτερα κατά την περίοδο αιχμής (Μάιο-Ιούλιο) πιθανότατα είχε ως αποτέλεσμα την μη επισήμανση των εποχιακών εξάρσεων στις συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων στα νερά των ποταμών. Αντίθετα η συχνότερη συλλογή δειγμάτων δημιουργεί πληρέστερη εικόνα για την εποχική διακύμανση των υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα επιφανειακά νερά.

6.2 Επιφανειακά νερά - Λίμνες

Η κατάσταση μιας λίμνης μπορεί να αλλάξει δραστικά με την άνοδο των θερμοκρασιών κατά την Ανοιξη και Καλοκαίρι. Όμως από την άποψη της παρουσίας τοξικών μετάλλων προκύπτουν τα εξής:

1. **Μεγάλη Πρέσπα:** Το επιφανειακό νερό έχει οριακή συγκέντρωση υδραργύρου και το παραπυθμένιο υψηλή συγκέντρωση Μαγγανίου.
2. **Καστοριάς:** Τοπικά έχει υψηλή συγκέντρωση Αρσενικού και Μαγγανίου.
3. **Κορώνεια:** Περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις Αλουμινίου, Αντιμονίου, Βορίου, Καδμίου, Μολύβδου και Υδραργύρου.
4. **Μεγάλη Βόλβη:** Τοπικά έχει υψηλή συγκέντρωση Μολύβδου.
5. **Μικρή Βόλβη:** Τοπικά έχει υψηλή συγκέντρωση Χρωμίου.
6. **Δοϊράνη:** Έχει υψηλή συγκέντρωση Αρσενικού.
7. **Βιστονίδα:** Έχει υψηλές συγκεντρώσεις Βορίου, Καδμίου, Μολύβδου. Φυσικά οι συγκεντρώσεις και πολλών άλλων μετάλλων και ιόντων είναι πολύ υψηλές.

Δείγματα νερού συλλέχθηκαν την περίοδο 1999-2000 από τις λίμνες της Μακεδονίας-Θράκης και αναλύθηκαν ώστε να προσδιορισθεί το οργανικό φορτίο ρύπων τους. Από τα αποτελέσματα μπορούμε να συμπεράνουμε:

1. Το οργανικό φορτίο ρύπων στα νερά των περισσότερων λιμνών της Μακεδονίας-Θράκης ήταν χαμηλό και οι συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων δεν ξεπέρασαν την ανώτατη επιτρεπόμενη συγκέντρωση των 0.1 μg/l που έχει θεσπισθεί για τα πόσιμα νερά. Εξαιρέση αποτέλεσαν οι λίμνες Βιστονίδα και Βόλβη (Μικρή και Μεγάλη Βόλβη) όπου οι μέσες συγκεντρώσεις των ζιζανιοκτόνων alachlor, metolachlor και atrazine ήταν > 0,1 μg/l ενώ εποχιακά ανιχνεύθηκαν συγκεντρώσεις των ζιζανιοκτόνων αυτών που ήταν 10 –12 φορές υψηλότερες του παραπάνω ορίου. Τα ζιζανιοκτόνα αυτά αποτέλεσαν σημαντικούς ρύπους και των ποταμών της

Μακεδονίας-Θράκης και η παρουσία τους στα νερά των λιμνών οφείλεται στην εκτεταμένη χρήση τους σε αγροτικές περιοχές που γειτνιάζουν τις λίμνες.

2. Η καφεΐνη ανιχνεύθηκε στα νερά 4 (Νησιού, Βεγορίτιδα, Πετρών, Ζάζαρη) από τις 9 λίμνες που μελετήθηκαν αλλά μόνο στην λιμνη του Νησιού οι συγκεντρώσεις της ήταν υψηλές (0.344 μg/l).
3. Γενικότερα το οργανικό φορτίο ρύπων των λιμνών ήταν σημαντικά χαμηλότερο από το αντίστοιχο φορτίο των ποταμών της ίδια περιοχής. Αυτό ίσως να δείχνει ότι οι ποταμοί της Μακεδονίας-Θράκης αποτελούν τους κύριους αποδέκτες αγροτικών και αστικών λυμάτων.
4. Τα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν στα νερά των λιμνών της Μακεδονίας-Θράκης παρουσίασαν εποχική διακύμανση με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις να ανιχνεύονται την περίοδο Μαΐου – Ιουνίου δηλαδή αμέσως μετά την ανοιξιάτικη εφαρμογή τους στις καλλιέργειες. Έτσι, το οργανικό φορτίο ρύπων των λιμνών της Μακεδονίας-Θράκης επηρεάζεται ποσοτικά και ποιοτικά από την ποικιλία και τις ποσότητες των γεωργικών φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στις παρακείμενες αγροτικές περιοχές.

Πίνακας 28. Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων (μέσοι όροι) για όλες τις λίμνες της Μακεδονίας – Θράκης (1999-00)

	Νησιού	Μεγάλη Πρέσπα		Μικρή Πρέσπα		Καστοριάς				Βεγορίτιδα						Πετρών-Ζάχαρης				Κορώνεια			
	20	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19	31A	31B	32A	32B
pH	7,7	8,6	7,8	8,5	8,4	9,3	8,6	9,2	8,6	8,9	8,2	8,8	8,1	8,8	8,1	8,9	8,9	8,7	8,1	9,3	9,3	9,5	9,5
Tem, °C	14,6	16,6	12,4	19,1	18,2	21,5	19,7	21,6	20,2	20,0	11,7	17,8	9,6	17,6	8,9	15,0	14,7	16,6	19,9	17,3	17,2	19,3	19,2
DO (mg/L)	7,1	8,7	4,2	8,0	7,4	11,6	4,8	11,2	4,9	8,8	8,2	7,8	5,9	8,0	3,1	9,2	9,1	8,7	6,3	2,1	2,1	3,4	3,4
Saturation %	73	99,9	49,4	91,9	84,1	143,8	56,9	139,4	57,3	93,2	83,9	90,4	61,8	88,1	36,0	92,3	95,5	94,4	60,2	20,0	19,9	32,8	32,8
Δίσκος Sechi, m	2,9	2,9		1,8		0,4		0,5		1,9		2,1		2,1		0,4		0,5		0,1		0,2	
BOD ₅ (mg/L)	2, 8	2,9	1,9	2,7	2,4	6,7	3,9	5,8	3,4	4,3	3,1	2,5	2,0	3,6	2,1	4,4	5,4	4,7	3,9	7,9	8,2	3,4	3,9
Redox, mV	362	354	233	363	360	342	335	328	298	140	149	137	114	120	120	146	132	122	148	325	332	310	310
																				(-107)	(-106)		
TDS (mg/L)	351	115	147	159	158	169	178	169	174	311	320	309	319	311	325	443	503	107	109	>2000	>2000	>2000	>2000
Cond, (μS/cm)	589	199	251	276	273	314	323	314	323	533	483	532	485	534	502	749	746	185	186	4067	4068	8050	8050
Salinity ‰	0,100	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,0	0,000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,020	0,16	0,16	0,00	0,00	5,525	5,550	4,550	4,55
F ⁻ (mg/L)	0,226	0,142	0,115	0,08	0,11	0,354	0,34	0,322	0,34	0,360	0,577	0,58	0,56	0,58	0,559	0,61	0,63	0,669	0,491	1,872	4,169	3,630	3,678
Cl ⁻ (mg/L)	7,1	5,1	5,3	4,3	4,9	14,5	14,5	14,4	18,3	27,9	28,5	27,5	29,1	28,4	26,9	41,9	48,6	7,5	6,3	1887	1625	1254	1939
Br ⁻ (mg/L)	0,337	0,082	0,063	0,20	0,15	0,045	0,143	0,070	0,07	0,181	0,207	0,14	0,2	0,22	0,182	0,39	0,43	0,103	0,129	2,145	4,199	5,646	5,595
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,076	0,026	0,026	0,026	0,018	0,010	0,03	0,021	0,005	0,029	0,064	0,04	0,67	0,04	0,051	0,04	0,03	0,042	0,048	0,217	0,240	0,404	0,71
NO ₃ ⁻ (mg/L)	2,1	0,21	0,36	0,30	0,61	1,105	0,57	0,326	0,248	0,85	1,15	0,71	0,69	1,02	0,69	0,99	1,41	1,43	1,32	0,52	0,65	0,03	1,22
Αμμωνία (mg/L)	0,040	0,030	0,025	0,026	0,021	0,016	0,019	0,019	0,021	0,063	0,037	0,03	0,09	0,03	0,13	0,03	0,03	0,160	0,295	0,462	0,584	1,652	1,668
TP-PO ₄ (mg/L)	0,080	0,045	0,135	0,030	0,059	0,140	0,16	0,206	0,169	0,477	0,110	0,27	0,15	0,18	0,166	0,14	0,16	0,129	0,202	0,918	0,875	1,803	0,545
SO ₄ ⁼ (mg/L)	10	12	12	12	12	12	11	11	11	122	88	83	88	88	83	172	172	21	18	355	303	291	412
Αλκαλικ. (mg CaCO ₃ /L)	358	97	104	149	145	143	147	153	156	205	196	204	197	206	219	248	210	100	103	1838	2139	1485	1485
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,036	0,280	0,013	0,010	0,019	0,015	0,02	0,015	0,019	0,037	0,037	0,03	0,04	0,35	0,035	0,65	0,06	0,019	0,018	0,603	0,611	0,617	0,604
SAR	0,22	0,25	0,24	0,14	0,15	0,84	0,84	0,82	0,84	0,93	0,87	0,92	0,88	0,93	0,89	1,59	1,55	0,54	0,84	56,75	54,25		
Σκληρότητα	377	93,6	100,8	146,9	140,7	100,9	101,6	107,6	111,4	243	249	241	261	252	255,9	283	277	49	131,4	297	300,7		
Al, μg/L, διαλυτό	47,0	23,60	32,76	21,24	13,60	34,90	23,55	24,05	31,70	16,3	33,6	26,5	34,3	22,5	11,3	81,7	48,1	34,18	9,58	126,7	348,0		
Al, μg/L, ολικό	93,53	45,62	55,18	45,92	56,46	51,93	70,27	87,87	114,1	112,6	88,1	69,2	82,0	76,0	83,9	205	145	163,7	112,6	1018	1536		
Sb, μg/L	0,50	0,89	0,67	0,65	0,54	0,54	0,57	0,50	0,55	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,50	0,50	0,50	0,50	1,55	1,58		

As, µg/L	0,80	0,54	0,68	0,50	0,50	2,66	4,50	4,03	5,53	1,5	0,7	0,6	0,8	0,6	1,3	0,52	0,54	0,50	0,50	21,12	20,43
Ca, mg/L	72,7	22,24	23,03	26,70	26,35	10,98	10,23	9,77	10,27	16,5	19,7	19,1	21,8	19,9	19,2	17,9	13,2	9,33	8,98	11,33	15,53
B, mg/L	0,25	0,05	0,09	0,08	0,12	0,13	0,21	0,17	0,18	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,3	0,47	0,56	0,18	0,15	3,86	3,12
Cd, µg/L, διαλυτό	0,53	0,50	0,50	0,50	0,50	0,73	0,50	0,50	0,50	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,4	0,50	0,52	1,40	0,52		
Cd, µg/L, ολικό	1,28	0,55	0,84	0,86	0,84	0,83	0,60	0,70	0,90	0,7	0,6	0,7	0,7	0,8	0,6	1,42	0,96	1,10	4,84	3,24	2,18
K, mg/L	4,38	2,68	2,68	2,36	2,35	5,13	5,53	5,15	5,05	5,8	6,1	6,3	5,9	6,0	5,8	10,3	10,4	5,33	5,48	34,13	34,13
Mn, µg/L, διαλυτό	10,18	6,08	151,5	13,09	5,87	5,05	62,65	3,57	87,18	23,3	3,2	4,1	11,1	6,7	86,7	9,38	5,55	8,44	11,38	8,57	9,88
Mn, µg/L, ολικό	18,58	12,54	282,7	38,75	39,80	51,07	127,5	50,03	173,5	43,4	27,4	22,7	27,4	10,8	150,5	24,3	61,6	104,7	82,55	81,83	82,25
Mg, mg/L	47,50	9,14	8,28	18,20	16,98	18,25	17,05	18,50	18,95	46,7	49,6	48,3	53,1	43,4	47,0	62,5	38,9	6,50	6,40	117,7	86,73
Pb, µg/L, διαλυτό	1,30	1,00	1,03	1,10	1,28	2,28	1,35	1,48	1,80	1,3	1,3	1,3	1,3	3,2	2,2	2,50	1,68	3,58	1,93	5,90	5,51
Pb, µg/L, ολικό	1,37	1,33	2,20	1,98	2,23	2,69	5,25	5,49	4,00	2,4	1,5	1,9	1,6	3,9	11,2	17,7	2,24	17,23	3,14	10,17	12,45
Na, mg/L	9,65	5,48	5,60	3,84	4,30	20,10	21,00	21,17	22,17	33,4	33,6	33,9	34,7	35,7	34,5	61,7	63,3	12,28	12,15	2436	2214
Ni, µg/L, διαλυτό	2,07	1,75	1,85	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,05	1,8	2,7	2,0	1,9	2,2	2,5	3,73	2,60	2,55	2,13	8,13	7,53
Ni, µg/L, ολικό	9,30	3,63	2,65	2,02	2,32	3,28	4,40	3,50	5,50	4,2	6,5	3,9	3,4	4,2	5,1	8,90	15,8	5,53	4,25	16,13	15,80
Se, µg/L	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,00	1,00	1,00	1,00	1,43	1,39
Si, mg/L	4,80	0,33	1,88	2,45	2,50	20,27	15,10	11,43	15,37	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	2,34	2,48	4,69	5,00	1,47	1,47
Fe, µg/L, διαλυτό	259,3	31,98	94,96	43,72	36,78	30,10	24,78	21,05	31,88	41,5	73,7	38,3	60,2	58,0	92,6	88,4	62,5	106,4	123,7	89,00	117,3
Fe, µg/L, ολικό	825,5	108,3	644,6	155,9	170,7	262,5	356,6	271,8	201,3	387,1	360,0	137	211	200	416,7	642	542	705,4	653,6	3483	2940
Hg, µg/L	0,10	0,46	0,20	0,10	0,10	0,13	0,10	0,10	0,10	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	113	0,10	0,10	0,71	0,75
Cr, µg/L, διαλυτό	2,00	2,00	2,00	2,20	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,0	2,1	2,0	2,0	2,0	2,2	2,16	1,62	2,00	2,00	4,27	3,58
Cr, µg/L, ολικό	8,46	2,66	2,48	3,44	3,00	4,63	2,15	2,22	2,28	2,1	4,2	2,1	2,1	2,0	13,1	4,73	3,37	2,72	2,40	16,86	18,44
Cu, mg/L	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,10	0,54	0,10	0,10	0,10	0,10
Zn, µg/L, διαλυτό	46,83	50,80	38,02	34,20	53,80	55,48	74,25	52,45	61,68	59,0	30,5	43,7	57,8	46,9	45,0	71,1	47,9	59,92	71,12	100,3	110,4

Πίνακας 28. Συνοπτικός πίνακας αποτελεσμάτων (μέσοι όροι) για όλες τις λίμνες της Μακεδονίας – Θράκης (συνέχεια)

	Μεγάλη Βόλβη				Μικρή Βόλβη				Δοιράνη		Βιστονίδα							
	33A	33B	34A	34B	35A	35B	36A	36B	37	38	44A	44B	45A	45B	45Γ	45Δ	45E	45ΣΤ
pH	9,1	9,1	9,1	9,1	9,1	8,9	9,1	9,0	8,8	8,7	8,9	8,9	9,0	8,9	9,0	8,5	9,0	9,0
Tem, °C	20,1	19,4	19,9	19,6	20,3	19,5	18,4	17,9	17,1	17,5	18,1	17,9	18,3	17,9	18,3	17,9	18,3	18,6
DO (mg/L)	8,3	6,4	8,2	6,5	8,8	6,0	8,1	6,6	8,1	8,3	8,3	6,5	8,4	6,5	8,6	6,4	8,9	8,0
Saturation %	91,7	75,9	89,3	69,6	96,8	65,2	85,5	68,7	83,3	86,6	82,4	64,0	86,1	64,3	85,1	62,9	90,9	81,7
Δίσκος Secchi, m	0,9		0,9		0,9		0,8		0,6		0,6		0,6		0,5		0,6	
BOD ₅ (mg/L)	2,5	1,7	2,4	2,4	3,1	2,9	6,3	2,2	3,5	3,6	5,6	5,7	5,6	6,2	5,4	6,7	6,5	6,1
Redox, mV	336	332	339	334	333	336	327	319	385	347	140 (-2)*	125 (2)	137	109	132	139 (-346)	145 (-33)	94
TDS (mg/L)	604	604	605	605	604	605	603	603	590	582	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000	>2000
Cond, (μS/cm)	1131	1130	1134	1128	1135	1130	1123	1124	1012	1000	19482	20160	19705	20205	19888	22415	19972	21555
Salinity ‰	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,325	0,333	0,333	0,340	0,320	12,125	12,575	12,300	12,625	12,400	14,125	12,500	13,350
F ⁻ (mg/L)	1,568	1,53	1,697	1,606	1,596	1,576	1,583	1,694	5,758	5,260	0,610	0,180	1,390	0,650	0,860	3,790	0,530	3,730
Cl ⁻ (mg/L)	135,2	136	146,1	144,2	132	141	148	153	77,3	75,9	5113	5921	5137	5784	5023	5875	4305	5430
Br ⁻ (mg/L)	0,528	0,99	0,589	0,543	0,617	0,585	0,652	0,700	0,409	0,397	19,490	21,470	21,250	21,520	22,020	21,910	21,540	20,85
NO ₂ ⁻ (mg/L)	0,091	0,09	0,052	0,068	0,097	0,061	0,062	0,055	0,018	0,011	0,016	0,016	0,026	0,015	0,016	0,025	0,017	0,011
NO ₃ ⁻ (mg/L)	0,36	0,40	0,29	0,44	0,446	0,453	0,354	0,349	1,95	1,4	11,76	2,62	0,88	0,93	1,40	2,37	3,21	1,67
Αμμωνία (mg/L)	0,047	0,04	0,032	0,027	0,028	0,070	0,018	0,017	0,019	0,036	0,052	0,114	0,068	0,061	0,047	1,095	0,082	0,039
TP-PO ₄ (mg/L)	0,081	0,08	0,065	0,092	0,073	0,128	0,055	0,071	0,135	0,221	0,233	0,255	0,250	0,232	0,221	0,539	0,233	0,232
SO ₄ ⁼ (mg/L)	73	74	83	78	70	76	76	80	252	269	714	771	581	801	784	906	1092	748
Αλκαλικ. (mg CaCO ₃ /L)	323	320	324	321	324	323	319	317	248	249	137	134	131	137	132	149	131	139
Στερεό υπόλειμμα (g/L)	0,069	0,07	0,067	0,079	0,070	0,066	0,071	0,069	0,075	0,074	1,201	1,250	1,226	1,270	1,270	1,246	1,272	1,251
SAR	5,6	5,55	4,1	5,4	5,8	5,78	5,7	5,7	3,35	3,37	37,8	48,9	56,9	57,7	68,2	56,8	53,3	53,3
Σκληρότητα	173	176,6	129,8	173,8	177	171	167,8	170,8	260	256	1997	597	752,4	720,1	645	752	749	757
Al, μg/L, διαλυτό	32,17	33,50	28,93	39,87	45,00	48,67	55,70	42,90	57,30	93,90	102,3	127,0	131,6	126,7	162,0	75,87	86,77	146,30
Al, μg/L, ολικό	168,7	214,3	255,7	191,7	177,3	229,3	252,4	266,5	648,8	679,7	224,3	246,3	198,3	197,7	269,7	151,7	168,0	202,0
Sb, μg/L	0,55	0,61	0,53	0,53	0,50	0,53	0,50	0,50	0,66	0,74	0,79	0,71	0,50	0,50	0,50	0,50	0,51	0,50

As, µg/L	4,13	4,22	4,30	4,08	4,18	4,67	3,90	4,15	29,78	31,90	0,55	0,58	0,92	1,28	1,53	1,65	0,71	0,62
Ca, mg/L	16,55	16,58	16,23	15,70	16,30	15,88	16,83	17,10	26,04	20,25	81,38	83,28	88,00	83,53	69,25	86,50	86,20	85,25
B, mg/L	0,32	0,30	0,33	0,39	0,26	0,28	0,29	0,39	0,21	0,25	1,61	1,69	1,83	1,68	1,82	1,63	1,98	2,50
Cd, µg/L, διαλυτό	0,58	0,50	0,55	0,53	0,53	0,63	0,67	0,57	0,60	0,56	2,03	3,98	3,12	1,63	0,92	0,75	4,81	3,81
Cd, µg/L, ολικό	1,05	1,79	0,60	0,73	1,08	1,23	0,73	0,83	1,42	1,30	3,6	7,03	4,36	4,47	2,73	2,31	5,90	6,09
K, mg/L	7,58	7,70	7,58	7,53	7,45	8,50	7,53	7,57	16,58	17,13	155,0	158,0	155,3	162,7	151,7	156,3	154,0	157,3
Mn, µg/L, διαλυτό	4,85	5,13	5,50	17,35	4,83	29,00	3,67	4,83	29,90	28,50	50,13	45,20	68,78	78,50	129,8	73,35	35,23	22,58
Mn, µg/L, ολικό	39,50	47,20	33,55	114,2	28,20	80,63	37,77	65,60	108,4	74,60	95,9	122,8	115,2	148,4	171,8	121,3	103,5	111,5
Mg, mg/L	38,38	37,80	38,85	37,68	38,30	45,25	38,73	36,93	54,02	50,65	582,3	461,0	470,0	465,0	458,0	426,5	440,5	435,0
Pb, µg/L, διαλυτό	1,94	2,38	1,50	1,35	1,53	1,95	1,83	1,54	1,24	2,50	5,53	4,10	3,87	2,83	4,80	5,60	4,11	3,37
Pb, µg/L, ολικό	2,77	3,05	6,28	2,13	2,40	2,75	4,52	3,12	4,34	4,17	11,42	8,05	6,41	8,68	10,24	13,98	6,87	8,53
Na, mg/L	171,9	172,5	170,9	168,6	175,5	196,8	174,7	175,3	124,2	125,0	3120	2978	3276	3796	3324	3626	3101	3323
Ni, µg/L, διαλυτό	3,00	2,53	3,23	9,33	3,43	2,00	2,35	2,20	5,10	4,95	4,07	4,00	5,00	4,77	2,00	5,70	4,27	3,73
Ni, µg/L, ολικό	4,43	3,67	5,07	5,00	4,27	4,37	5,75	5,10	10,58	10,25	10,67	10,93	8,60	18,45	13,30	11,55	8,43	6,43
Se, µg/L	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Si, mg/L	0,50	0,43	0,57	0,45	0,53	0,47	0,55	0,55	0,93	1,20	1,60	1,07	0,93	0,97	0,93	0,93	0,97	0,97
Fe, µg/L, διαλυτό	67,93	71,10	108,7	53,93	60,20	93,23	61,35	64,75	247,9	296,2	331,7	214,7	315,6	253,3	248,7	126,3	95,70	163,3
Fe, µg/L, ολικό	459,5	477,3	400,2	615,8	124,8	229,6	332,7	385,8	1626	2233	827,3	695	703,9	585,4	374,7	400,7	408,8	478,5
Hg, µg/L	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,17	0,17	0,13	0,12	0,12	0,12	0,15	0,12
Cr, µg/L, διαλυτό	3,15	2,63	2,10	2,00	3,13	3,20	4,15	4,97	3,89	4,73	2,00	2,80	2,48	2,00	2,15	2,35	2,75	2,10
Cr, µg/L, ολικό	3,98	4,35	2,86	2,97	3,88	4,33	654,0	24,10	7,93	15,78	5,80	5,5	3,73	5,10	4,48	5,95	5,55	5,35
Cu, mg/L	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,10	0,10	0,10	0,10	0,1	0,1
Zn, µg/L, διαλυτό	60,25	67,38	77,38	135,6	68,08	110,0 5	48,73	60,30	77,82	66,72	133,5	101,,87	160,7	129,8	236,8	76,25	109,10	117,13
Zn, µg/L, ολικό	870,78	841,2	920,0	829,2	866,8	736,5	897,7	858,3	798,2	763,5	856,3	1031	888,7	1019,7	1007,3	822,0	815,3	970,3

6.3. Υπόγεια Νερά

1. Η ποιότητα νερών των περισσότερων γεωτρήσεων που διερευνήθηκαν είναι υποβαθμισμένη. Το σημαντικότερο πρόβλημα φαίνεται ότι έχουν τα υπόγεια της Ξάνθης και κατά δεύτερο λόγο της Κομοτηνής. Στα υπόγεια νερά του Ν. Εβρου, με εξαίρεση τις υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου στις γεωτρήσεις της Ν. Βύσσας και του ΤΟΕΒ Ορεστιάδος, και Αρσενικού στις υδρευτικές γεωτρήσεις του Δήμου Ορεστιάδος, οι συγκεντρώσεις των υπολοίπων μετάλλων βρίσκονται κοντά στα όρια του ποσίμου νερού.
2. Οι αναλύσεις οργανικού φορτίου ρύπων στα υπόγεια νερά των Νομών Εβρου, Ροδόπης και Ξάνθης έδειξαν την ύπαρξη υπολλειμάτων γεωργικών φαρμάκων και καφεΐνης. Αναλυτικότερα, τα υπόγεια νερά του νομού Ξάνθης και Ροδόπης (ΤΟΕΒ) εμφανίζουν χαμηλό φορτίο γεωργικών φαρμάκων και ο κύριος οργανικός ρύπος των γεωτρήσεων αυτών ήταν η καφεΐνη που σε ορισμένες περιπτώσεις ξεπέρασε τα 0.1 μg/l. Η περιεκτικότητα των νερών των γεωτρήσεων των ΤΟΕΒ Φερρών και Ορεστιάδας σε οργανικούς ρύπους είναι γενικά χαμηλή και οι συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν δεν προβλέπεται να δημιουργήσουν πρόβλημα στο νερό άρδευσης. Τα πόσιμα νερά της Ορεστιάδας παρουσιάζουν χαμηλό φορτίο οργανικών ρύπων και είναι κατάλληλα για ύδρευση. Επίσης, οι συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στα νερά των υδρευτικών γεωτρήσεων της Ν. Βύσσας ήταν χαμηλές και το νερό οσον αφορά το οργανικό φορτίο ρύπων είναι κατάλληλο προς πόση. Αντίθετα, το νερό ορισμένων γεωτρήσεων της λεκάνης του Άγρα και ειδικότερα των γεωτρήσεων των Ριζιών, Κεράμου και μερικών γεωτρήσεων στους Βάλτους περιείχαν συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων (atrazine, metolachlor) που ξεπερνούσαν το ανώτατο επιτρεπόμενο όριο των 0,1 μg/l όπως έχει θεσπισθεί από την Ευρωπαϊκή Κοινότητα για το πόσιμο νερό. Το νερό των γεωτρήσεων αυτών είναι είναι ακατάλληλο να χρησιμοποιηθεί για υδρευτικούς σκοπούς.
3. Η ανίχνευση υψηλών συγκεντρώσεων του ζιζανιοκτόνου atrazine και των μεταβολιτών DEA, DIA στα υπόγεια νερά των κοινοτήτων της λεκάνης του Άρδα οδήγησε σε σημαντική υποβάθμιση της ποιότητας του νερούς. Ενδεικτικά όμως μπορούμε να πούμε ότι οι εδαφο-γεωλογικές συνθήκες της λεκάνης του Άρδα φαίνεται να ευνοούν την έκπλυση γεωργικών φαρμάκων προς τα υπόγεια υδροφόρα.
4. Τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα της έρευνας αυτής έδωσαν και μία άλλη πολύ σημαντική πληροφορία σχετικά με την παρουσία νιτρικών στα υπόγεια νερά. Από τις 43 γεωτρήσεις της Θράκης που διερευνήθηκαν μόνο σε 10 γεωτρήσεις (23%) οι συγκεντρώσεις νιτρικών ήταν μεγαλύτερες από 50 ppm που είναι το ανώτατο όριο των ποσίμων νερών. Από αυτές τις 10 μόνο σε 3 γεωτρήσεις η συγκέντρωση των νιτρικών ήταν πάνω από 150 ppm. Από τις 3 τελευταίες η μία βρίσκεται στην περιοχή Ερυθροποτάμου, η μία στην περιοχή Φερρών και άλλη στην Ξάνθη. Από τις υπόλοιπες στις 20 γεωτρήσεις (47%) η συγκέντρωση των νιτρικών είναι μεταξύ 5 και 50 ppm και σε 13 (26%) γεωτρήσεις μεταξύ ND (μη ανιχνεύσιμο) και 5 ppm.
Η κατάσταση συνεπώς, από την άποψη παρουσίας νιτρικών σε υπόγεια νερά, είναι τελείως διαφορετική από εκείνη της λεκάνης Αξιού (Πρόγραμμα Interreg) όπου διαπιστώθηκε η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων νιτρικών στο 80% των γεωτρήσεων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Προτάσεις για την βελτίωση της ποιότητας των υπογείων και επιφανειακών νερών της περιοχής Μακεδονίας - Θράκης

1. Αναμόρφωση προϋπολογισμού ώστε ο έλεγχος της ποιότητας νερού να επεκταθεί για όλες τις αρδευτικές γεωτρήσεις. Με την εφαρμογή της Κοινοτικής Οδηγίας για την περιεκτικότητα τοξικών ουσιών στα τρόφιμα, πιστεύουμε ότι αργά ή γρήγορα θα προκύψουν σημαντικά προβλήματα από την παρουσία βαρέων μετάλλων και γεωργικών φαρμάκων και πού πιθανόν αυτά να προέρχονται από τη χρησιμοποίηση νερού ακατάλληλου για άρδευση.
2. Διερεύνηση καταλληλότητας για βρώση των αλιευμάτων της λίμνης Βιστονίδας
3. Επέκταση των ερευνών για τον προσδιορισμό των βασικών πηγών ρύπανσης των επιφανειακών και υπογείων υδροφόρων συστημάτων της περιοχής Μακεδονίας-Θράκης
4. Εφαρμογή μέτρων για το περιορισμό της ρύπανσης των επιφανειακών και υπόγειων υδροφόρων της Μακεδονίας – Θράκης. Χρήση πιλοτικών βιοκλινών για τον περιορισμό της ρύπανσης των υδροφόρων από σημειακές πηγές. Οι βιοκλίνες αποτελούν πλέον δοκιμασμένη μέθοδο στη Βόρεια Ευρώπη (Torstensoon & Castillo 1997) για την αποτελεσματική μείωση των εισροών γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια και επιφανειακά νερά από σημειακές πηγές ρύπανσης. Οι βιοκλίνες είναι κατασκευές που περιέχουν μίγμα εδάφους, αχύρου και άλλων φυτικών υπολειμμάτων (υψηλής περιεκτικότητας σε οργανική ουσία) και στις οποίες πραγματοποιείται το πλύσιμο και γέμισμα των ψεκαστικών. Ο σκοπός των βιοκλινών είναι με να συγκρατεί και αν αποικοδομεί σταδιακά ακόμη και υψηλές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων αποτρέποντας έτσι την μετακίνηση τους στα υπόγεια υδροφόρα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. APHA-AWWA-WPCF. Standard methods for the examination of water and wastewater, 15th Edition, American Public Health Association (1980).
2. Barcelo, D., Chiron, S., Fernandez-Alba, A., Valverde, A. & Alpendurada, M.F. In: *Herbicide metabolites in surface water and groundwater* (MT Meyer & EM Thurman Eds), ACS Symposium Series No. 630, pp. 253-273. (1996).
3. Barbash, J.E., Thelin, G.P., Kolpin, D.W. & Gilliom, R.J. Major herbicides in ground water, *Journal of Environmental Quality* **30**: 831-845 (2001).
4. Battaglin, W.A., Furlong, E.T., Burkhardt, M.R., & Peter, C.J. Occurrence of sulfonylurea, sulfonamide, imidazolinone, and other herbicides in rivers, reservoirs and ground water in the Midwestern United States, 1998, *The Science of the Total Environment* **248**: 123-133 (2000).
5. Boyd, R.A. Herbicides and herbicide degradates in shallow groundwater and the Cedar River near a municipal well field, Cedar Rapids, Iowa, *The Science of the Total Environment* **248**: 241-253 (2000).
6. Carter, A. Herbicide movement in soils: principles, pathways and processes, *Weed Research* **40**: 113-122 (1999).
7. Carson, R.L. Silent Spring. Riverside Press, Cambridge, MA, USA (1962).
8. Charizopoulos, E & Papadopoulou-Mourkidou, E. Occurrence of pesticides in rain of the Axios River basin, Greece, *Environmental Science & Technology* **33**:2363-2368 (1999).
9. Clark, G.M. & Goolsby, D.A. Occurrence and load of selected herbicides and metabolites in the lower Mississippi River, *The Science of the Total Environment* **248**: 101-113 (2000).
10. Cohen, S.Z., Creeger, S.M., Carsel, R.F., & Enfield, C.G. Potential for pesticide contamination of groundwater resulting from agricultural uses. In: *Treatment and Disposal of pesticide wastes* (RF Kruger & JN Seiber Eds). ACS Symposium Series No. 259, American Chemical Society, Washington DC, pp. 297-325 (1984).
11. Cope, O.B. Agricultural chemicals and freshwater ecological systems. In: *Research in Pesticides* (C Chincester Ed). Academic Press, New York, pp. 115-128.
12. US Environmental Protection Agency. Waste Disposal practices and their effects on groundwater, Report to Congress, USEPA, Washington DC (1977).
13. Frede, H.G., Fisher, P. & Bach, M. Reduction of herbicide contamination in flowing waters. *Z. Pflanzenernahr. Bodenk.* **161**: 395-400 (1998).
14. Frieberg, D. Environmental clean-up of fertilizer an agchemical dealer sites. Iowa Fertilizer and Chemical Association, Des Moines, Iowa (1991).
15. Gannon, E. Environmental clean-up of fertilizer an agchemical dealer sites - 28 Iowa case studies. Iowa Natural Heritage Foundation, Des Moines, Iowa (1992).
16. Goolsby, D.A. & Battaglin, W.A. Occurrence, distribution and transport of agricultural chemicals in surface waters of the Midwestern United States. In: *Selected papers on agricultural chemicals in water resources of the midcontinental United States* (DA Goolsby, LL Boyer & GE Mallard Eds), US Geological survey Open-File Report 93-418, pp 1-25 (1993).
17. Gotz, R, Bauer, O.H. & Roch, F.K. Organic trace compounds in the water of the river Elbe near Hamburg Part II, *Chemosphere* **36**: 2103-2118 (1998).
18. Gray, N.F. Drinking water quality. Problems and Solutions. John Wiley & Sons, New York (1994).

19. Gustafson, D.I. Groundwater ubiquity score: a simple method for assessing pesticide leachability, *Environmental Toxicology and Chemistry* **8**: 339-357 (1989).
20. Hayo, M.G. & van der Werf. Assessing the impact of pesticides on the environment, *Agriculture, Ecosystems and Environment* **60**: 81-96 (1996).
21. Helweg, A. Threats to water quality from pesticides – case histories from Denmark, *Pesticide Outlook* **5**: 12-18 (1994).
22. Kimbrough, R.A. & Litke, D. W. Pesticides in streams draining agricultural and urban areas in Colorado. *Environmental Science & Technology* **30**:908-916 (1996).
23. Kreuger, J. Pesticides in stream water within an agricultural catchment in southern Sweden, 1990-1996, *The Science of the Total Environment* **216**: 227-251 (1998).
24. Kreuger, J. Pesticides in the Environment – Atmospheric Deposition and Transport to surface waters, *Acta Universitatis Agriculturae Suecicae, Agraria* **162**. Phd Thesis (1998).
25. Lacorte, S., Viana, P., Guillamon, M., Tauler, R., Vinhas, T. & Barcelo, D. Main findings and conclusions of the implementation of Directive 76/464/CEE concerning the monitoring of organic pollutants in surface waters (Portugal, April 1999-May 2000), *Journal of Environmental Monitoring* **3**: 475-482 (2001).
26. Larson, S.J., Capel, P.D., Goolsby, D.A., Zaugg, S.D. & Sandstrom, M.W. Relations between pesticide use and riverine flux in the Mississippi River basin, *Chemosphere* **31**: 3305-3321 (1997).
27. Legrand, M.F. Constantin, E. & Bruchet, A. Occurrence, distributions and transport of herbicides and their degradation products in the lower Mississippi river and its tributaries. *Environmental Science & Technology* **24**: 1400-1406 (1990).
28. Leistra, M. & Boesten, J.J.T.I. Pesticide contamination of groundwater in western Europe, *Agriculture, Ecosystems and Environment* **26**: 369-389 (1989).
29. Leonard, R.A. Movement of pesticides into surface waters. In: *Pesticides in the soil environment*, Book Series No. 2, Soil Science Society of America, Madison, WI, pp. 303-349 (1990).
30. Li, Q.X. Hwang, E-C. & Guo, F. Occurrence of herbicides and their degradates in Hawaii's Groundwater, *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* **66**: 653-659 (2001).
31. Martinez, R.C., Gonzalo, E.R., Laespada, M.E.F. & San Roman, F.J.S. Evaluation of surface- and ground-water pollution due to herbicides in agricultural areas of Zamora and Salamanca (Spain), *Journal of Chromatography A* **869**: 471-480.
32. Miles, C.J. & Pfeuffer, R.J. Pesticides in canals of south Florida, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology* **32**: 337-345.
33. Mogensen, B.B. & Spliid, N.H. Pesticides in Danish watercourses: occurrence and effects, *Chemosphere* **31**: 3977-3990 (1995).
34. Παπαδοπούλου-Μουρκιδου, Ε. Συνοπτική Έκθεση Προγράμματος INTERREG I & II: Ρύπανση του ποταμού Αξιού και επιδράσεις από και προς την Γεωργία, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσ/νίκης, Εργαστήριο Γεωργικών Φαρμάκων (2001).
35. Papadopoulou-Mourkidou, E., Patsias, J., Koukourikou A. & Papadakis, E. Monitoring of aniline, phenols and caffeine in aquatic systems of Northern Greece, *Fresenius Journal of Analytical Chemistry* **371**: 491-496 (2001).

36. Patsias, J. & Papadopoulou-Mourkidou, E. A rapid method for the analysis of a variety of chemical classes of pesticides in surface and ground waters by off-line solid phase extraction and gas chromatography-ion trap mass spectrometry, *Journal of Chromatography A* **740**:83-96 (1996).
37. Patsias, J. & Papadopoulou-Mourkidou, E. A fully automated system for on-line SPE-HPLC-PDA/DER/FL analysis of pesticides in water. *Journal of A.O.A.C. International* **82**:968-981 (1999).
38. Pereira, W.E. & Rostad, C.E. Occurrence, distributions and transport of herbicides and their degradation products in the lower Mississippi river and its tributaries, *Environmental Science & Technology* **24**: 1400-1406 (1990).
39. Planas, C., Caixach, J., Santos, F.J. & Rivera, J. Occurrence of pesticides in Spanish surface waters, analysis by high resolution gas chromatography coupled to mass spectrometry, *Chemosphere* **34**: 2393-2406 (1997).
40. Readman, J.W. Albanis, T.A. Barcelo, D. Gallasi, S. Tronczynski, J & Gabrielides, G.P. Herbicide Contamination of Mediterranean Estuarine Waters: Results from a MED POL pilot survey, *Marine Pollution Bulletin* **26**: 613-619 (1993).
41. Richards, R.P., Kramer, J.W. Baker, D.B. & Krieger, K.A. Pesticides in rainwater in the northeastern United States, *Nature* **327**: 129-131 (1987).
42. Schulz, R. Rainfall-induced sediment and pesticide input from orchards into the Lourens river, western cape, South Africa: importance of a single event, *Water Research* **35**: 1869-1876 (2001).
43. Smith, C.J. Hydrogeology with respect to underground contamination. In *Environmental Fate of Pesticides* (Hutson & Roberts Eds) Vol. 7, pp 47-99. John Wiley and Sons, New York (1990).
44. Spliid, N.H. & Koppen, B. Occurrence of pesticides in Danish ground water, *Chemosphere* **37**: 1307-1316 (1998).
45. Squillace, P.J. & Thurman, E.M. Herbicide transport in rivers: Importance of hydrology and geochemistry in non-point source contamination. *Environmental Science & Technology* **26**:538-544 (1992).
46. Thurman, E.M., Goolsby, D.A., Meyer, M.T. & Kolpin, D.W. Herbicides in surface waters of the Midwestern United States: The effect of Spring Flush, *Environmental Science & Technology* **25**: 1794-1796 (1991).
47. Thurman, E.M., Bastian, K.C. & Mollhagen, T. Occurrence of cotton herbicides and insecticides in playa lakes of the High Plains of West Texas, *The Science of the Total Environment* **24**: 189-200 (2000).
48. Torstensson, L. & Castillo, Md.P. Use of biobeds in Sweden to minimize environmental spillages from agricultural spraying equipment, *Pesticide Outlook* **8**: 24-27.
49. Trevisan, M., Montepiani, C., Bartoletti, C., Ioanilli, E. & Del Re, A.A.M. Pesticides in rainfall and air in Italy, *Environmental Pollution* **80**: 31-39 (1993).
50. Tronczynski, J., Munsch, C., Durand, G. & Barcelo, D. GC-MS determination, occurrence and distribution of trace-levels of herbicides and their degradation products in the Rhone river, France, *The Science of the Total Environment* **132**: 327-337 (1993).
51. Tung, L. & Wu. Atrazine residues in estuarine water and the aerial deposition of atrazine into Rhode river, Maryland, *Water, Air and Soil Pollution* **15**: 173-184 (1981).