



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ  
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΟΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΥΠΟΔΟΜΩΝ  
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ  
ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΔΑΦΟΪΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ  
Τμήμα Γ' (Προστασίας Αρδευτικών Υδάτων)

ΕΡΓΟ

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ  
(ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ) ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ  
ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ - ΘΡΑΚΗΣ ΚΑΙ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ**

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΣΥΜΠΡΑΞΗ:



1. ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΕΙΔΙΚΟΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΙΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ



2. ΣΠΥΡΙΔΗΣ Α. - ΚΟΥΤΑΛΟΥ Β. Ο.Ε. - "ΥΕΤΟΣ"
3. ΠΕΡΛΕΡΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, Γεωλόγος
4. ΛΙΟΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ, Γεωλόγος
5. ΛΕΒΟΓΙΑΝΝΗΣ ΜΙΧΑΗΛ, Γεωπόνος



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
Η Ευρώπη επενδύει στις αγροτικές περιοχές



ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ 2007-2013  
«ΑΓΕ-ΑΝΑΡΣΕ ΜΗΔΑΤΑΤΣΗ»

Ποιότητα- Ανταγωνιστικότητα- Αεφορία

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ .....	3
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ.....	3
3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....	4
4. ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....	4
5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ.....	4
6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ .....	4
7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	5
8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ.....	5
9. ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (Σ.Θ.Δ.) ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	6
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ.....	7
10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	7
10.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ.....	8
11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	24
12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....	29
13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	30
14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....	31
15. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	31

## ΛΕΚΑΝΗ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

### 1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς παρουσιάζεται στον **Χάρτη 9**. (Χάρτης Λεκανών Αλιάκμονα Βεγορίτιδας, Πρεσπών, Καστοριάς). Στον χάρτη αυτό εκτός από το γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης (ανάγλυφο και οικισμοί κ.ά.), παρουσιάζονται επίσης οι χρήσεις γης, το επιφανειακό υδρολογικό σύστημα (λίμνη, ποταμοί, ρέματα, χείμαρροι κ.ά), οι κωδικοί των Σ.Θ.Δ. (Σταθερών Θέσεων δειγματοληψίας) επιφανειακών και υπόγειων νερών των δικτύων του έργου, τα όρια του επιφανειακού υδατικού σώματος που καταλαμβάνει (Υδατικό διαμέρισμα GR09 της Δυτικής Μακεδονίας και στην λεκάνη απορροής GR02 του Αλιάκμονα, σύμφωνα με το ΦΕΚ 1383/Β/2-9-2010) καθώς και τα όρια των υπόγειων υδατικών σωμάτων που εμπίπτουν στην λεκάνη αυτή ήτοι τα GR09AF010 Σύστημα Τρικλαρίου όρους Καστοριάς – Πρεσπών), GR090F300 (Ρωγματικό Σύστημα Βαρνούντα -Βέρνου) και GR0900020 (Κοκκώδες Σύστημα Καστοριάς). Επίσης παρουσιάζονται και οι θέσεις Ε.Ε.Λ., ΧΥΤΑ και ΧΑΔΑ και βιομηχανικών μονάδων.

### 2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ.

Η λεκάνη απορροής της λίμνης Καστοριάς ή Ορεστιάδας βρίσκεται σε υψόμετρο 630 μέτρων και Διοικητικά ανήκει στον Ν. Καστοριάς. Η λεκάνη Καστοριάς, έτσι όπως καθορίσθηκε στο πλαίσιο του έργου, έχει έκταση 1662,72 km<sup>2</sup>.

Η λίμνη της Καστοριάς είναι μία από τις λίγες καλομελετημένες λίμνες της Ελλάδος και τούτο διότι ήταν μία από τις πρώτες λίμνες στις οποίες διαπιστώθηκαν έμπρακτα οι επιπτώσεις τις ρύπανσης που προκλήθηκε από την απόρριψη στην λίμνη αστικών αλλά και βιοτεχνικών αποβλήτων (απόβλητα βυρσοδεψίας) (Μουρκίδης, 1984). Λόγω της μεγάλης ρύπανσης που συνέβαινε για πολλές δεκαετίες η λίμνη της Καστοριάς χαρακτηρίσθηκε ως μία υπερευτροφική και έντονα ρυττασμένη λίμνη που για μεγάλο χρονικό διάστημα (από την Άνοιξη και μέχρι τέλους Φθινοπώρου) η επιφάνεια της ήταν καλυμμένη από πλούσια βλάστηση κυανοφυκών προκαλώντας έντονη δυσοσμία κατά την σήψη που ήταν αισθητή σε όλη την περιοχή. Η κατάσταση της λίμνης άρχισε να βελτιώνεται μετά την έναρξη λειτουργίας του σταθμού επεξεργασίας αποβλήτων (είναι εγκατεστημένος στο Δισπηλιό) και την κατασκευή κεντρικού αποχετευτικού δικτύου μεταφοράς των αποβλήτων στον σταθμό αυτό όχι μόνο από την ομώνυμη πόλη της Καστοριάς αλλά και όλα τα περίχωρα και οικισμούς της λεκάνης. Η λίμνη της Καστοριάς ή Ορεστιάς, βελτιώθηκε σημαντικά κατά την τελευταία 20ετία όμως δεν παύει να είναι ακόμη μία ρυττασμένη λίμνη η οποία βρίσκεται στην πορεία αναγέννησης.

Το κύριο τμήμα της πεδιάδας της Καστοριάς βρίσκεται νότιο-ανατολικά και ανατολικά της λίμνης.

### **3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

Τα μετεωρολογικά δεδομένα περιλαμβάνονται στη Τελική Έκθεση του έργου, τόσο σε έντυπη όσο και σε ψηφιακή μορφή που δημιουργήθηκαν για τους σκοπούς του παρόντος.

### **4. ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ**

Δεν βρέθηκαν στην διεθνή βιβλιογραφία μελέτες σχετικά με τις εδαφικές συνθήκες της λεκάνης απορροής της Καστοριάς.

### **5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ**

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (2010) στον Ν. Καστοριάς ήταν δηλωμένα 126.000 στρέμματα σιτηρά, 6.700 στρέμ. αραβόσιτος, 11.400 στρμ. όσπρια, 3.000 στρεμ. πατάτες, 2.300 στρεμ. λαχανικά, 22.500 στρέμ. κτηνοτροφικά φυτά, 1.500 στρεμ. αμπέλια και 11.500 στρεμ. δένδρα.

### **6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ**

Στην λεκάνη της Καστοριάς δεν υπάρχει οργανωμένο αρδευτικό/στραγγιστικό δίκτυο. Άλλωστε οι απαιτήσεις σε νερό ποικίλουν από περιοχή σε περιοχή και ήδη τα αρδευτικά συστήματα που εφαρμόζονται είναι τελείως διαφορετικά, ανάλογα με τα είδη των καλλιεργειών της κάθε περιοχής. Για παράδειγμα στην περιοχή Τοιχιού και Μεταμόρφωσης και σε μικρότερο βαθμό στην περιοχή Φωτεινής, Πολυκάρπης και Μαυροχωρίου όπου επικρατούν οι δενδρώδεις καλλιέργειες η άρδευση γίνεται με υπόγεια νερά και στάγδην άρδευση. Αντίθετα στην περιοχή Κορησού και βορειότερα, όπου επικρατούν ετήσιες καλλιέργειες η άρδευση γίνεται και πάλι με υπόγεια νερά αλλά κυρίως με την τεχνική του καταιονισμού.

Στην λεκάνη της Καστοριάς, όπως θα αναφερθεί παρακάτω παρόλο ότι θεωρητικά υπάρχει πλούσιο υδρολογικό επιφανειακό δίκτυο ρεμάτων και χειμάρρων κατά την μεγαλύτερη περίοδο εκτέλεσης του έργου σε ελάχιστες θέσεις του επιφανειακού δικτύου υπήρχε νερό και κυρίως υπήρχε νερό στον Ξηροπόταμο που τροφοδοτεί περιορισμένης έκτασης αρδευτικά δίκτυα (Βασιλειάδας και Μελισσοτόπου) και στο ρέμα του Τοιχιού. Η άρδευση στην υπόλοιπη λεκάνη γίνεται με γεωτρήσεις. Φυσικά θα πρέπει να αναφερθεί ότι το αρδευτικό έργο του ταμιευτήρα Βασιλειάδας-Μελισσοτόπου δεν έχει ακόμη ολοκληρωθεί.

## 7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.

Όσον αφορά τα γεωργικά φάρμακα κατά την προκαταρκτική διερεύνηση της λεκάνης της Καστοριάς δεν διαπιστώθηκε η παρουσία θέσεων πλυσίματος/γемίσματος ψεκαστήρων. Όμως διαπιστώθηκε αργότερα μία θέση στην περιοχή Μαυροχωρίου.

## 8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Στα πετρώματα της περιοχής περιλαμβάνονται προαλπικά μεταμορφωμένα και πλουτώνια, κρυσταλλοσχιστώδη, ημιμεταμορφωμένα, φυλλικά και πλουτωνικά, αλπικά τριαδικοϊουρασικά ανθρακικά ιζήματα και μεταλπικά μολασσικά ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας, πλειοκαινικά, πλειοπλειστοκαινικά και λιμνοποτάμια ιζήματα και τέλος χαλαροί τεταρτογενείς σχηματισμοί. Κατά το μεγαλύτερο μέρος τους τα πετρώματα ανήκουν στην Πελαγονική ζώνη ενώ στη δυτική περιοχή εμφανίζονται σχηματισμοί της Υποπελαγονικής και κυριαρχούν ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας.

Τα μεταλπικά ιζήματα εμφανίζουν σημαντική επιφανειακή εξάπλωση κύρια στην πεδινή περιοχή και ειδικότερα περιμετρικά των βόρειων, νότιων και ανατολικών ορίων της λίμνης. Συναντώνται αλλουβιακές αποθέσεις που αποτελούν ασύνδετα υλικά προσχώσεων και ελλουβιακού χαρακτήρα, ποταμοχειμάρριες αποθέσεις και ποτάμιες αναβαθμίδες. Στις πεδινές περιοχές αναπτύσσονται και ελώδεις περιοχές. Στα πρηνή των υπωρειών του αναγλύφου της περιοχής συναντώνται πλευρικά κορήματα και οι κώνοι κορημάτων.

Οι πλειο-πλειστοκαινικές αποθέσεις της περιοχής συνίστανται από ποταμο-λιμναίες αποθέσεις αργίλων, ψαμμιτών και χαλαρών κροκαλοπαγών, ενώ το Μειόκαινο αντιπροσωπεύεται από ιζήματα της Μεσοελληνικής Αύλακας και ειδικότερα ψαμμίτες με κροκάλες που ανήκουν στο σχηματισμό Τσοτυλίου.

Τα υπόγεια υδατικά συστήματα της λεκάνης της Καστοριάς που περιλαμβάνονται στην ευρύτερη λεκάνη απορροής Αλιάκμονα, και που συσχετίζονται με επιφανειακά ύδατα είναι τα **GR09AF010 Σύστημα Τρικλαρίου όρους Καστοριάς – Πρεσπών**), **GR090F300 (Ρωγματικό Σύστημα Βαρνούνα -Βέρνου)** και **GR0900020 (Κοκκώδες Σύστημα Καστοριάς)** από τα οποία το GR090F300 δεν έχει ιδιαίτερο υδρογεωλογικό ενδιαφέρον.

Από Υδρογεωλογική άποψη οι γεωλογικοί σχηματισμοί της περιοχής χωρίζονται σε τρεις βασικές ομάδες. Στην πρώτη ομάδα περιλαμβάνονται τα μεταμορφωμένα, ημιμεταμορφωμένα και γρανιτογενευσιακά πετρώματα του υποβάθρου. Στη δεύτερη ομάδα περιλαμβάνονται τα ανθρακικά μεσοζωϊκά πετρώματα με την καρστικούδρογεωλογική συμπεριφορά τους και στην τρίτη ομάδα περιλαμβάνονται οι κοκκώδεις σχηματισμοί δηλαδή τα μολασσικά ιζήματα και οι χαλαρές τεταρτογενείς αποθέσεις.

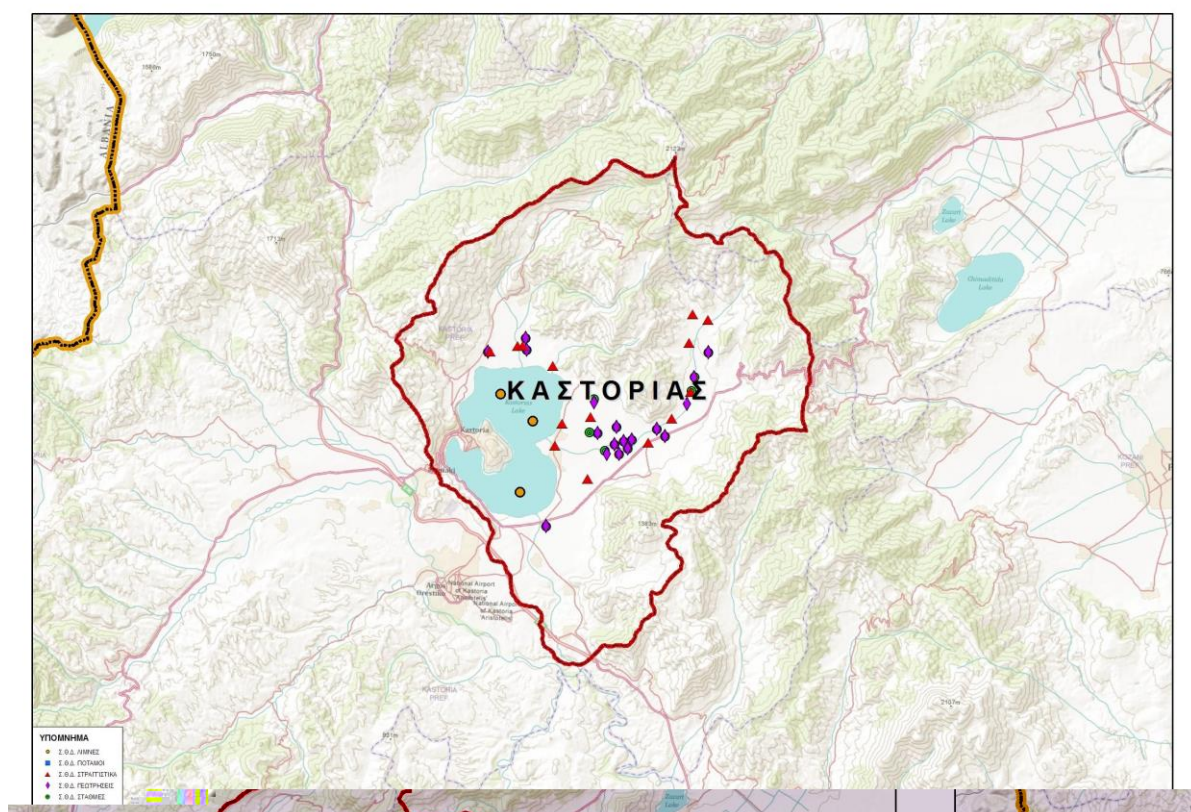
Σε κλίμακα λεκάνης της περιοχής μελέτης διακρίνονται οι ακόλουθες βασικές υδροφορίες:

(α) Προσχωματική υδροφορία. Αναπτύσσεται εντός των χαλαρών αποθέσεων των μεταλλικών ιζημάτων που έχουν αποτεθεί στη λεκάνη Καστοριάς. Η εξάπλωσή τους δεν περιορίζεται μόνο περιμετρικά της λίμνης, αλλά και εντός των υπο-λεκανών των κύριων υδατορεμάτων και κύρια του Ξηροπόταμου. Παλαιότερες μελέτες καταλήγουν ότι δεν υπάρχει υπόγεια επικοινωνία των ιζημάτων αυτών με τη λίμνη ή είναι ιδιαίτερα περιορισμένη. Νεότερες μελέτες και η παρούσα μελέτη υποδεικνύουν ότι υφίσταται τροφοδοσία της λίμνης από τα υπόγεια νερά στις ευρύτερες ζώνες των χειμάρρων.

(β) Καρστική υδροφορία. Αναπτύσσεται στο καρστικοποιημένο ανθρακικό σύστημα που δομεί την περιοχή και εξαιτίας του βαθμού αποκάρσωσης και της έκτασής του έχει ιδιαίτερα πλούσιο υδατικό δυναμικό. Το δυναμικό αυτό εκδηλώνεται σε πολυάριθμες καρστικές πηγές υψηλής απόδοσης.

## 9. ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (Σ.Θ.Δ.) ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.

Υδατικό διαμέρισμα Δ. Μακεδονίας (GR 09) – Λεκάνη Καστοριάς



Σχήμα 9.1 Απόσπασμα χάρτη όπου εμφανίζονται τα όρια της Καστοριάς.

Πίνακας 9.1 Σ.Θ.Δ. Στραγγιστικών της Λεκάνης Καστοριάς.

Σ.Θ.Δ.	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
2345		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	272.746,43	4.488.334,59	611,00
2346		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	273.105,80	4.489.419,34	623,00
2347		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	274.513,49	4.489.749,52	631,00

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
2348		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	270.902,07	4.493.285,77	637,00
2349		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	269.518,92	4.492.992,66	637,00
2390		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	271.147,69	4.493.280,45	633,00
2391		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	272.649,37	4.492.300,87	636,00
2392		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	274.364,79	4.486.680,73	638,00
2393		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	277.390,23	4.488.487,69	661,00
2394	GR0902R0002440062N	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	278.552,83	4.489.677,98	663,00
2395	GR0902R0002440062N	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	279.499,47	4.491.005,37	675,00
2396		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	279.426,47	4.493.424,75	700,00
2397		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	279.605,86	4.494.855,19	723,00
2398		Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	280.363,87	4.494.570,14	717,00

**Πίνακας 9.2** Σ.Θ.Δ. Λιμνών της Λεκάνης Καστοριάς.

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
601	GR0902L000000012H	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	270.999,53	4.486.026,22	622,00
602	GR0902L000000012H	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	270.999,53	4.486.026,22	622,00
603	GR0902L000000012H	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	271.633,08	4.489.547,91	622,00
604	GR0902L000000012H	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	271.633,08	4.489.547,91	622,00
605	GR0902L000000012H	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	270.018,43	4.490.883,93	623,00
606	GR0902L000000012H	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	270.018,43	4.490.883,93	623,00

**Πίνακας 9.3** Σ.Θ.Δ. Γεωτρήσεων της Λεκάνης Καστοριάς.

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
1611	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	275.327,90	4.487.892,71	644,62
1612	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	275.709,00	4.488.371,00	643,68
1613	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	275.946,00	4.487.887,99	644,59
1614	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	276.390,00	4.488.179,00	646,79
1615	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	276.185,00	4.488.541,00	646,00
1616	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	276.591,00	4.488.605,00	648,00
1617	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	277.820,00	4.489.132,00	656,00
1618	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	278.239,00	4.488.781,00	663,44
1619	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	274.705,20	4.490.455,24	640,10
1620	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	279.691,82	4.491.717,94	686,02
1621	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	279.334,85	4.490.391,42	675,71
1622	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	280.401,70	4.492.951,07	700,37
1623	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	275.825,00	4.489.254,00	643,22
1624	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	274.875,00	4.488.930,00	638,00
1625	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	272.324,00	4.484.324,00	638,00
1626	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	269.410,38	4.492.977,35	637,73
1627	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	271.338,67	4.493.088,13	634,32
1628	GR0900020	Ν. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ	271.302,77	4.493.658,75	638,25

## 10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

### 10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα πρωτογενή αποτελέσματα των επιτόπου μετρήσεων και αναλύσεων περιλαμβάνονται στους Πίνακες 109 - 117 της Τελικής Έκθεσης του έργου, τόσο σε έντυπη όσο και σε ψηφιακή μορφή που δημιουργήθηκαν για τους σκοπούς του παρόντος.

## 10.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ

### A. Παρουσίαση και Συζήτηση Αποτελεσμάτων

Το pH στις τρεις Σ.Θ.Δ. της λίμνης της Καστοριάς κυμαίνεται από 8,15 με 8,42 στο επιφανειακό νερό και 7,96 με 8,23 στο παραπυθμένιο νερό. Η θερμοκρασία στο επιφανειακό νερό κυμαίνεται από 22,70 με 22,93 °C και στο παραπυθμένιο από 19,83 με 20,83 °C. Οι τιμές αφορούν του μέσου όρους και των 4 δειγματοληψιών. Προκύπτει ότι υπάρχει μικρή διαφορά (2 °C) μεταξύ επιφανειακού και παραπυθμένιου νερού διότι η λίμνη είναι αβαθής. Το βάθος κυμάνθηκε από 4,0 με 4,60 μέτρα στην θέση 602 (ανοιχτά του Δισπηλιού), 5,20 με 5,60 μέτρα στην θέση 604 (ανοιχτά της Πολυκάρπης) και 5,60 με 5,80 στην θέση 606 (ανοιχτά της βόρειας πλευράς της πόλης της Καστοριάς). Η διαφάνεια της λίμνης όπως μετριέται με τον δίσκο Secchi είχε πολύ μεγάλη διακύμανση στις τρεις θέσεις δειγματοληψίας και κυμάνθηκε μεταξύ 0,50 με 3,7 μέτρα στην θέση 601, 0,90 με 1,60 μέτρα στην θέση 603 και 0,60 με 4,40 μέτρα στην θέση 605. Οι χαμηλές τιμές διαφάνειας βρέθηκαν κατά τις μετρήσεις του Σεπτεμβρίου, 2011.

Η περιεκτικότητα του νερού της λίμνης σε διαλυτό οξυγόνο και ο % κορεσμός βρίσκονταν σε ικανοποιητικά επίπεδα (>6,0 ppm για την συγκέντρωση διαλυτού οξυγόνου) καθόλη την διάρκεια του έργου τόσο στο επιφανειακό όσο και παραπυθμένιο νερό με εξαίρεση τις μετρήσεις που έγιναν 3/10/2010 που το οξυγόνο ήταν σε χαμηλότερα επίπεδα στο επιφανειακό και παραπυθμένιο νερό της θέσης 605/606. Επίσης η λίμνη παρουσίασε αναγωγικές συνθήκες (αρνητικό πρόθεμα στο Redox) κατά την δειγματοληψία του Ιουνίου, 2011.

Η αγωγιμότητα και η περιεκτικότητα σε TDS στο νερό της λίμνης ήταν σε χαμηλά επίπεδα καθόλη της διάρκεια εκτέλεσης του έργου. Η διακύμανση των μέσων όρων (οι μέσοι όροι αναφέρονται σε όλη την διάρκεια εκτέλεσης του έργου) των παραμέτρων αυτών στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης της Καστοριάς και στις Σ.Θ.Δ. των υπόγειων και στραγγιστικών παρουσιάζεται στο Σχήμα 10.1. Όπως προκύπτει για την αγωγιμότητα και το TDS, με ελάχιστες εξαιρέσεις, οι τιμές κυμαίνονται με μικρό εύρος διακύμανσης σε όλες τις Σ.Θ.Δ. της λεκάνης. Οι μέσοι όροι μόνο για ένα στραγγιστικό που βρίσκεται στην περιοχή Πολυκάρπης (κωδικός 2346) και σε μία γεώτρηση (κωδικός 1618) βρίσκονται έξω από το εύρος διακύμανσης των υπολοίπων αντίστοιχων τιμών και είναι σε ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα, αντίστοιχα.

Στα Σχήματα 10.2. και 10.3. παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων των νιτρικών, θειικών και χλωριούχων σε όλες τις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης της Καστοριάς. Οι μέσοι όροι των χλωριούχων βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα σε όλες τις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης

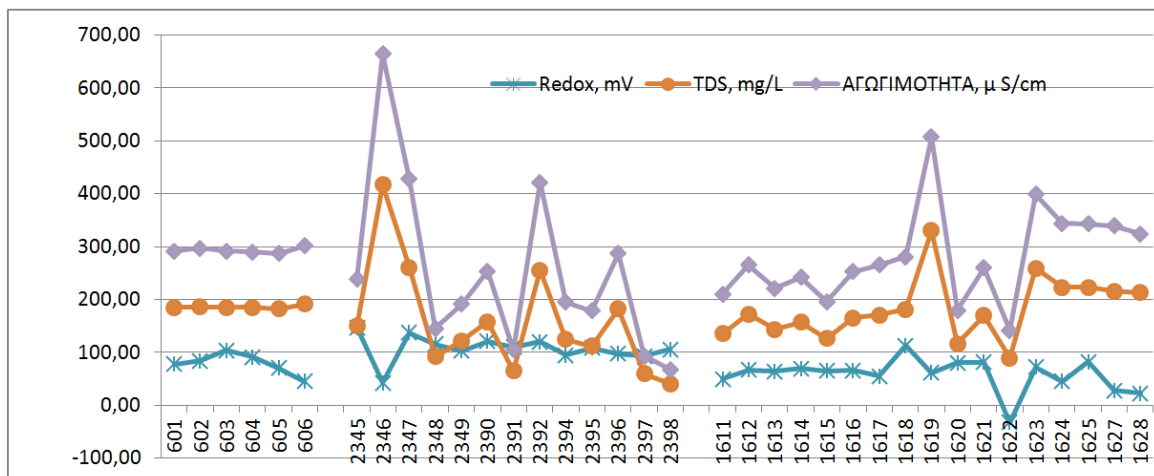


Καστοριάς (Σχήμα 10.3). Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων των νιτρικών επίσης βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα στα επιφανειακά νερά αλλά είναι αυξημένοι οι μέσοι όροι στα υπόγεια νερά. Αντίθετα τα θειικά, με εξαίρεση ορισμένων γεωτρήσεων που έχουν αυξημένα θειικά, οι μέσοι όροι των θειικών είναι σε υψηλότερα επίπεδα στα στραγγιστικά από ότι στα υπόλοιπα υδατοσυστήματα της λεκάνης.

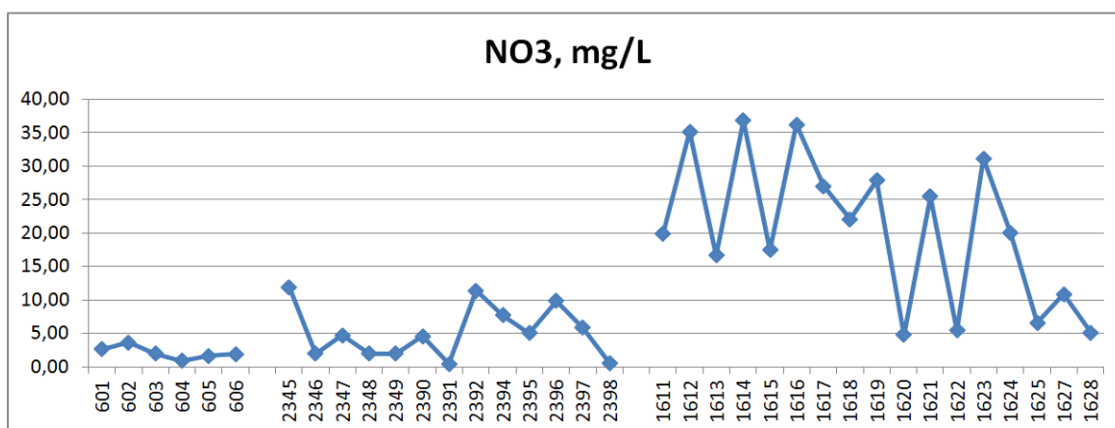
Για τις συγκεντρώσεις των νιτρικών στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης υπάρχει πολύ μεγάλη διακύμανση των τιμών. Με τους μέσους όρους προκύπτει ότι αυτοί σε όλες τις θέσεις βρίσκονται  $>1,0$  ppm όμως προσεκτική εξέταση των πρωτογενών δεδομένων προκύπτει ότι τα νιτρικά βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα σε ορισμένες θέσεις και ημερομηνίες δειγματοληψίας ακόμη και κάτω από τα όρια αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης. **Η έλλειψη νιτρικών περιορίζει την ανάπτυξη φυτοπλαγκτού, και δεδομένου ότι η λίμνη έχει ακόμη αφθονία φωσφορικών επιτρέπεται η ανάπτυξη μόνο εκείνων των οργανισμών που έχουν την δυνατότητα να δεσμεύσουν ατμοσφαιρικό άζωτο για την ανάπτυξή τους όπως τα κυανοφύκη.**

Η διακύμανση των μέσων όρων των νιτρικών, αμμωνιακών, φωσφορικών, ολικού φωσφόρου και φθοριούχων παρουσιάζεται στα Σχήματα 10.4 και 10.5. Σε ορισμένες θέσεις τις λίμνης και ιδιαίτερα στην Σ.Θ.Δ. 603 είναι αυξημένος ο μέσος όρος των νιτρικών αλλά και οι μέσοι όροι των αμμωνιακών είναι υψηλοί σε ορισμένες θέσεις της λίμνης και τούτο είναι σε συμφωνία με τις αναγωγικές συνθήκες που επικρατούν όπως προκύπτει από τις μετρήσεις του Redox. Επίσης σε ορισμένες γεωτρήσεις είναι αυξημένες οι συγκεντρώσεις φωσφορικών και ολικού φωσφόρου όπως σε αυτές με κωδικούς 1617, 1623 και 1627 αλλά και σε θέσεις στραγγιστικών. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών και ολικού φωσφόρου προέρχονται από αστικά απόβλητα. **Από την εικόνα της χημικής κατάστασης των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης προκύπτει ότι παρόλο ότι στην πόλη της Καστοριάς και στα περίχωρα λειτουργεί κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο για την συλλογή των αστικών αποβλήτων και μεταφορά στον κεντρικό σταθμό επεξεργασίας, αστικά απόβλητα ρυπαίνουν υπόγεια και επιφανειακά νερά συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης.**

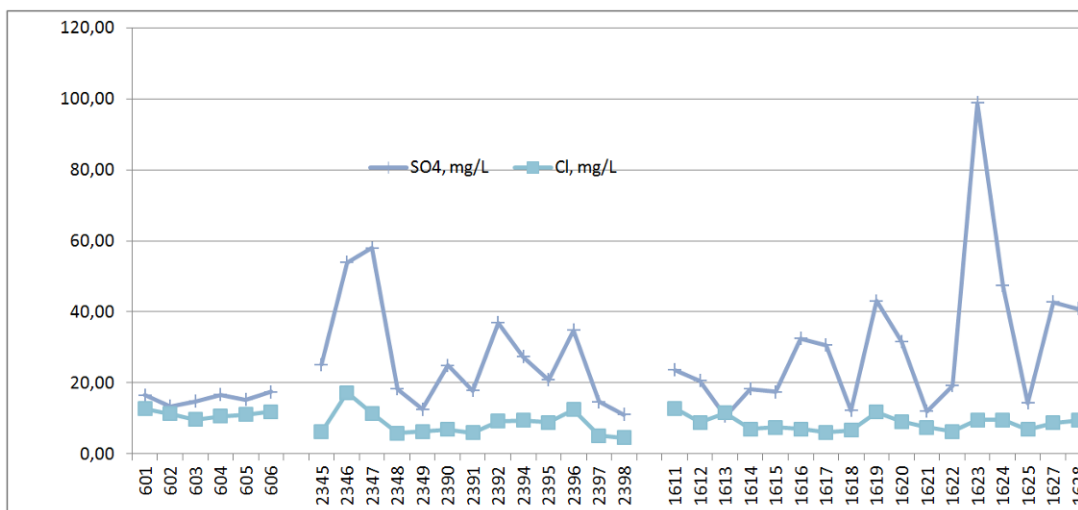
Οι τιμές  $BOD_5$  και COD βρίσκονται κάτω από τα όρια αναφοράς των αντιστοίχων μεθόδων προσδιορισμού. Το ίδιο ισχύει και για τις συγκεντρώσεις χλωροφύλλης στα δείγματα της λίμνης Καστοριάς. Η οικολογική ποιότητα βρίσκεται στα όρια της αποδεκτής σε όλες τις Σ.Θ.Δ..



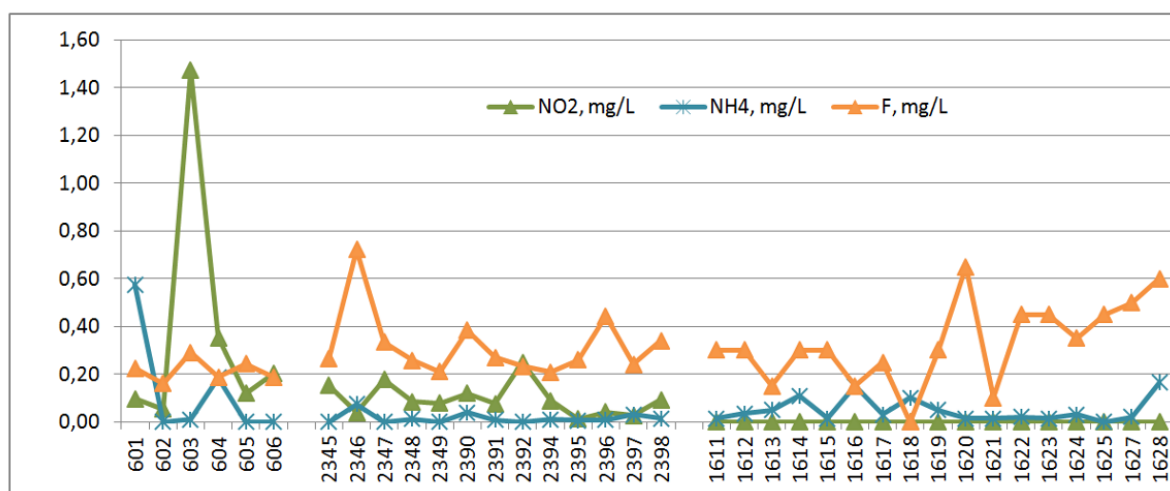
**Σχήμα 10.1** Διακύμανση των μέσων όρων του Redox, TDS και των τιμών της αγωγιμότητας στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Καστοριάς και στις Σ.Θ.Δ. των υπόγειων και επιφανειακών νερών της λεκάνης.



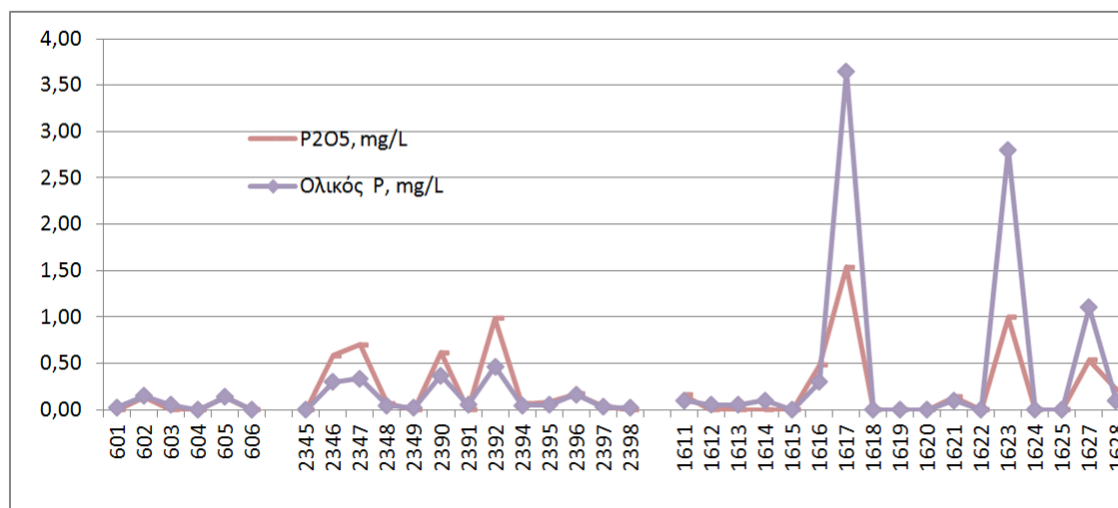
**Σχήμα 10.2** Διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων των νιτρικών στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης της Καστοριάς και στις Σ.Θ.Δ. των υπόλοιπων επιφανειακών νερών και των υπόγειων νερών της λεκάνης.



**Σχήμα 10.3** Διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων των θειικών και χλωριούχων στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης της Καστοριάς και στις Σ.Θ.Δ. των στραγγιστικών και υπόγειων νερών της λεκάνης.



**Σχήμα 10.4** Διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων των νιτρωδών, αμμωνιακών και φθοριούχων στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης της Καστοριάς και στις Σ.Θ.Δ. των στραγγιστικών και υπόγειων νερών της λεκάνης.



**Σχήμα 10.5** Διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης της Καστοριάς και στις Σ.Θ.Δ. των στραγγιστικών και των υπόγειων νερών της λεκάνης.

Καφεΐνη βρέθηκε σχεδόν σε όλες τις θέσεις επιφανειακών και υπόγειων νερών συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης Καστοριάς. Οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις καφεΐνης βρέθηκαν στα δείγματα της λίμνης. **Η παρουσία καφεΐνης σχεδόν σε όλες τις γεωτρήσεις δείχνει ότι υπάρχει άμεση επικοινωνία μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών.**

Κατά την περίοδο εκτέλεσης του έργου (2010-2012) στα υδατοσυστήματα της λεκάνης της Καστοριάς ανιχνεύτηκαν έστω και μία φορά 62 γεωργικά φάρμακα τα οποία σε αλφαβητική σειρά είναι 2,4-D, abamectin, acetamiprid, acetochlor, alachlor, alphamethrin, atrazine, azoxystrobin, bentazone, bifenthrin, boscalid, captan, carbendazim, lindane, chlorpyrifos ethyl, chlorpyrifos methyl, chlortoluron, chlorthal dimethyl, cyproconazole, cyprodinil, diazinon, diphenylamine, difenoconazole, dimethoate, ethofumesate, etridiazole, fenarimol, fenbuconazole, fenoxycarb, phenmedipham, pirimicarb, fensulfothion, fenvalerate, flonicamid, fluquinconazole, HCB, imazamox, imidacloprid, kresoxim methyl, L-cyhalothrin, malathion, metalaxyl, metribuzin, myclobutanil, PCNB, penconazole, pendimethalin, permethrin, pirimiphos ethyl, prochloraz, propargite, proquinazide, pyraclostrobin, pyrimethanil, S-metolachlor, tebuconazole, terbuthylazine, thiacloprid, thiamethoxam, tolclofos, triadimenol, triclopyr και trifloxystrobin.

Είναι ενδιαφέρουσα η κατανομή των ανιχνεύσεων γεωργικών φαρμάκων στις διάφορες κατηγορίες υδατοσυστημάτων της λεκάνης. Από τις 312 συνολικά εγγραφές ανιχνεύσεων γεωργικών φαρμάκων οι 13 αφορούν την λίμνη, οι 42 τα υπόγεια νερά και οι υπόλοιπες τα υπόλοιπα επιφανειακά νερά της λεκάνης.

Στην λίμνη της Καστοριάς ανιχνεύθηκαν τα γεωργικά φάρμακα chlorpyrifos ethyl, HCB, pendimethalin και bifenthrin αλλά βρέθηκαν μόνο σε ΙΧΝΗ. Στα υπόγεια νερά όμως ανιχνεύθηκε ένας μεγάλος αριθμός γεωργικών φαρμάκων και ορισμένα όπως τα chlorthal

dimethyl, fenoxycarb και τα μυκητοκτόνα myclobutanil, fluquinconazole, cyproconazole και tebuconazole βρέθηκαν σε σημαντικές συγκεντρώσεις. Οι υψηλότερες όμως συγκεντρώσεις βρέθηκαν **στις Σ.Θ.Δ. 2390 και 2392** που βρίσκονται σε θέσεις στραγγιστικών και η μεν 2390 βρίσκεται στην περιοχή Τοιχιού και η 2392 στην περιοχή Μαυροχωρίου. Στην 2390 βρέθηκαν fluquinconazole (1,904 ppb), imidacloprid (0,531 ppb), myclobutanil (0,298 ppb), chlorpyrifos ethyl (0,231 ppb), pyrimethanil (0,215 ppb) και άλλα και στην θέση 2392 ανιχνεύθηκαν fluquinconazole (2,382 ppb), acetamiprid (1,799 ppb), myclobutanil (1,647 ppb), imidacloprid (0,802 ppb) και άλλα. Όλα τα γεωργικά φάρμακα που βρέθηκαν σε υψηλές συγκεντρώσεις στις θέσεις 2390 και 2392 είναι εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα και ασφαλώς προέρχονται από σημειακές πηγές.

Υψηλές είναι οι συγκεντρώσεις των ιζημάτων σε νιτρικά, αμμωνιακά, φωσφορικά, αλλά και σε μαγγάνιο, μόλυβδο, νικέλιο, χαλκό, ψευδάργυρο και σίδηρο ενώ οι συγκεντρώσεις αρσενικού και καδμίου βρίσκονται σε μέτρια επίπεδα (μέγιστη συγκέντρωση 20 ppm για το αρσενικό και 5 ppm για το κάδμιο).

Στα ιζήματα των θέσεων 602, 604 και 606 οι συγκεντρώσεις μαγγανίου κυμαίνονται από 1,9 με 3,5 g/kg που είναι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις μαγγανίου που βρέθηκαν στα ιζήματα μεταξύ όλων των λιμνών του έργου. Στις ίδιες θέσεις επίσης οι συγκεντρώσεις μολύβδου ανέρχονται σε 27,5 με 26,5 ppm όταν η υψηλότερη συγκέντρωση που βρέθηκε μεταξύ όλων των λιμνών ανέρχεται σε 41,5 ppm και βρέθηκε στο ίζημα της λίμνης Κερκίνης.

Η υψηλότερη συγκέντρωση νικελίου που βρέθηκε στα ιζήματα της Καστοριάς ανέρχεται σε 95 ppm όταν η υψηλότερη συγκέντρωση που βρέθηκε μεταξύ όλων των λιμνών ανέρχεται σε 265 ppm και βρέθηκε στην Βεγορίτιδα. **Όμως στα ιζήματα της Καστοριάς βρέθηκε από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις σιδήρου (68 g/kg) που βρέθηκαν μεταξύ όλων των λιμνών του έργου.**

## **B. Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και αναλύσεων των δειγμάτων των Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης Καστοριάς και Κατηγοριοποίηση υδατοσυστημάτων**

Η αρδευτική ποιότητα του νερού της λίμνης Καστοριάς είναι Μέση προς Καλή, με βάση τους ετήσιους μέσους όρους της αγωγιμότητας και τους αντίστοιχους μέσους όρους των τιμών της SAR. Επίσης Μέση προς Καλή ή Καλή είναι και η αρδευτική ποιότητα των υπόλοιπων επιφανειακών της λεκάνης Καστοριάς όπως και των γεωτρήσεων.

Οι συγκεντρώσεις χλωριούχων βρίσκονται σε ιδιαίτερος χαμηλά επίπεδα στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς και δεν υπάρχουν υπερβάσεις του ορίου των ΕΜΣ-ΠΠΠ.

Οι συγκεντρώσεις θειικών είναι επίσης σε χαμηλά επίπεδα σε όλες τις Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης Καστοριάς και δεν υπάρχουν υπερβάσεις του ορίου του ΕΜΣ-ΠΠΠ.

Συγκεντρώσεις βορίου >1,0 mg/L βρέθηκαν σε ορισμένες θέσεις επιφανειακών νερών (κωδικοί 2345, 2349 και 2392).

Αρσενικό σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από το επίπεδο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης βρέθηκε σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. της λίμνης Καστοριάς αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του σχετικού ορίου του ΕΜΣ-ΠΠΠ.

Συγκεντρώσεις καδμίου ανώτερες από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης βρέθηκαν σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Καστοριάς. Οι Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Καστοριάς στις οποίες βρέθηκε κάδμιο περιλαμβάνονται οι Σ.Θ.Δ. 605 της λίμνης Καστοριάς και οι Σ.Θ.Δ. στραγγιστικών με κωδικούς 2348, 2390, 2395 και 2398. Σε όλες τις ανωτέρω Σ.Θ.Δ. στις οποίες βρέθηκε κάδμιο επίσης υπάρχει υπέρβαση των σχετικών ορίων των ΠΠΠ.

Σημαντικές συγκεντρώσεις μολύβδου βρέθηκαν σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. κυρίως των επιφανειακών νερών της λεκάνης της Καστοριάς. Οι ΕΜΣ των Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών στις οποίες βρέθηκε μόλυβδος και οι τιμές ΕΜΣ υπερβαίνουν την αντίστοιχη τιμή του ΕΜΣ-ΠΠΠ των 7,2 ρrb στην Σ.Θ.Δ. 604 της λίμνης Καστοριάς και στην Σ.Θ.Δ. 2398. Όμως σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Καστοριάς υπάρχουν ΜΕΣ τιμές που είναι υψηλότερες από την αντίστοιχη ΜΕΣ-ΠΠΠ. Στις θέσεις αυτές περιλαμβάνονται οι Σ.Θ.Δ. 604 της λίμνης και οι θέσεις των στραγγιστικών με κωδικούς 2349, 2392, 2394, 2395, 2396, 2397 και 2398. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις 21,4 και 26,3 ρrb βρέθηκαν στις Σ.Θ.Δ. 2397 και 2398, αντίστοιχα, που βρίσκονται στον Μελισσότοπο και στην έξοδο του ταμιευτήρα Μελισσοτόπου-Βασιλειάδας. Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι στις Σ.Θ.Δ. που βρέθηκε μόλυβδος όλες με εξαίρεση την Σ.Θ.Δ. 2349 βρίσκονται στην κοιλάδα του Ξηροποτάμου στο ανατολικό τμήμα της λεκάνης. Μεταξύ των Σ.Θ.Δ. της λίμνης Καστοριάς η υψηλότερη συγκέντρωση μολύβδου βρέθηκε στην Σ.Θ.Δ. 604 που είναι το παραπυθμένο νερό της θέσης που βρίσκεται ανοιχτά της Πολυκάρπης-Μαυροχωρίου.

Στα υπόγεια νερά επίσης βρέθηκε μόλυβδος σε ορισμένες γεωτρήσεις αλλά σε καμία περίπτωση οι σχετικές συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν το σχετικό ανώτατο όριο των 10 ρrb που ισχύει για τα υπόγεια νερά.

Όσον αφορά τα επιφανειακά νερά της λεκάνης Καστοριάς νικέλιο σε επίπεδα ανώτερα του επιπέδου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης βρέθηκε μόνο στην Σ.Θ.Δ. 604 της λίμνης Καστοριάς. Η σχετική ΜΕΣ και ΕΜΣ για την θέση αυτή δεν υπερβαίνει το αντίστοιχο όριο του ΕΜΣ και ΜΕΣ-ΠΠΠ του νικελίου για τα επιφανειακά νερά. Νικέλιο όμως σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκε στα υπόγεια νερά και στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1614 και 1626 οι τιμές των ΕΜΣ υπερβαίνουν το όριο των 20 ρrb των υπόγειων νερών.

Χαλκός βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες του επιπέδου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης του χαλκού μόνο σε δύο γεωτρήσεις με κωδικούς 1613 και 1614. Όμως οι ΕΜΣ για τις γεωτρήσεις αυτές δεν υπερβαίνουν το σχετικό όριο του χαλκού για τα υπόγεια νερά.

Υδράργυρος δεν βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες εκείνης του αντίστοιχου ορίου αναφοράς της μεθόδου στις Σ.Θ.Δ. του δικτύου ελέγχου επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Καστοριάς.

Χρώμιο βρέθηκε σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Καστοριάς και συγκεκριμένα στην Σ.Θ.Δ. 2391, και σε μία γεώτρηση με κωδικό 1625. Σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ΕΜΣ-ΠΠΠ.

Ψευδάργυρος βρέθηκε σε σημαντικές συγκεντρώσεις σε ορισμένες θέσεις επιφανειακών νερών της λεκάνης Καστοριάς. Τα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς στα οποία βρέθηκε ψευδάργυρος (Κωδικοί 604, 2348, 2349, 2394, 2395 και 2397) με βάση την σκληρότητα του νερού τους εμπίπτουν τα μεν στραγγιστικά στην ομάδα 1 και η λίμνη στην ομάδα 2 για τις οποίες οι αντίστοιχες τιμές των ΕΜΣ-ΠΠΠ είναι 8,0 και 50,0 ppb, αντίστοιχα και συνεπώς σε όλες τις ανωτέρω Σ.Θ.Δ. με εξαίρεση την 2394 υπάρχει υπέρβαση των σχετικών ορίων ΠΠΠ.

Κασσίτερος σε συγκεντρώσεις ανώτερες του επιπέδου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης βρέθηκε στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Καστοριάς σε ορισμένες περιοχές και στις Σ.Θ.Δ. αυτές, δεδομένου ότι το ΕΜΣ-ΠΠΠ για τον κασσίτερο βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα, υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 2,2 ppb του ΕΜΣ-ΠΠΠ. Στις ανωτέρω Σ.Θ.Δ. περιλαμβάνονται οι θέσεις με κωδικούς 2346, 2347 και 2391.

Σημαντικές συγκεντρώσεις μαγγανίου βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου των επιφανειακών αλλά κυρίως των υπόγειων νερών της λεκάνης της Καστοριάς. Υπερβάσεις του ορίου των 50 ppb παρουσιάζουν οι ΕΜΣ των συγκεντρώσεων στις Σ.Θ.Δ. 601, 602, 603, 604, 606 της λίμνης της Καστοριάς, στις θέσεις των ρεμάτων με κωδικούς 2343, 2349, 2390, 2391, 2394, 2395 και 2397 και στις γεωτρήσεις 1612, 1613, 1614, 1615, 1616, 1617, 1622, 1623, 1626, 1627 και 1628. Η υψηλότερη συγκέντρωση (2,0 ppm) βρέθηκε στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1626 και 1627 στα δείγματα της δειγματοληψίας του 2012.

Ο σίδηρος επίσης βρίσκεται σε αφθονία στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης και σε αρκετές θέσεις υπάρχει υπέρβαση των ΕΜΣ από το όριο των 200 ppb. Υπέρβαση των ΕΜΣ βρέθηκε στην θέση 606 της λίμνης της Καστοριάς και στα ρέματα με κωδικούς 2349, 2391 και 2396. Όμως οι υψηλότερες συγκεντρώσεις, που σε ορισμένες περιπτώσεις αγγίζουν 6,6 ppm, βρέθηκαν σε γεωτρήσεις με κωδικούς 1611, 1612, 1613, 1614, 1615, 1616, 1617, 1622, 1624, 1626, 1627 και 1628.

Οι συγκεντρώσεις νιτρικών στα επιφανειακά νερά βρίσκονται σε μέτρια με χαμηλά επίπεδα όμως υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 50 ppm σε ορισμένες γεωτρήσεις (Κωδικοί 1623, 1619, 1616, 1614 και 1612). Οι γεωτρήσεις με υπερβάσεις του ορίου των νιτρικών βρίσκονται στην περιοχή Κορησσού, στην κεντρική περίπου περιοχή της κοιλάδας του Ξηροποτάμου και δύο γεωτρήσεις (1623 και 1619) βρίσκονται στην περιοχή Φωτεινής.

Νιτρώδη βρέθηκαν σε αξιόλογες συγκεντρώσεις σε αρκετές Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Καστοριάς συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης με υπερβάσεις της ΕΜΣ από το σχετικό όριο στις θέσεις με κωδικούς 603, 604 και 606 και στα ρέματα με κωδικούς 2348, 2394 και 2398.

Οι συγκεντρώσεις αμμωνιακών που βρέθηκαν στις Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης Καστοριάς βρίσκονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα με εξαίρεση τις Σ.Θ.Δ. 601 και 604 της λίμνης στις οποίες υπάρχει υπέρβαση της ΕΜΣ από το όριο των 0,5 ppm.

Φθοριούχα βρέθηκαν σε χαμηλές συγκεντρώσεις και σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 1,5 ppm.

Αντιμόνιο σε επίπεδα ανώτερα του επιπέδου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης δεν βρέθηκε στα υπόγεια νερά της λεκάνης Καστοριάς. Αργίλιο βρέθηκε και σε ορισμένες γεωτρήσεις (κωδικοί 1612, 1614, 1615, 1616 και 1617) υπάρχει υπέρβαση των ΕΜΣ από το αντίστοιχο όριο αργιλίου στα υπόγεια νερά.

Ορισμένα γεωργικά φάρμακα που περιλαμβάνονται στον κατάλογο των ουσιών προτεραιότητας των ΠΠΠ ανιχνεύθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης της Καστοριάς όπως alachlor, atrazine, bentazone, lindane, chlorpyrifos ethyl και HCB και υπερβάσεις των ορίων ΠΠΠ στις Σ.Θ.Δ. 2392, 2346, 2348 και 2390 οφείλονται στο chlorpyrifos ethyl και στις Σ.Θ.Δ. 2349, 2394 και 2396 στο lindane.

Οι ετήσιοι μέσοι όροι των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. της λεκάνης βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και υπάρχουν υπερβάσεις του ορίου των 0,5 ppb μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2390 που βρίσκεται σε στραγγιστικό στην κατεξοχήν δενδροκομική περιοχή της λεκάνης (πεδιάδα Τοιχιού-Μεταμόρφωσης) και στην θέση 2392 που βρίσκεται στην περιοχή Κορησσού-Μαυροχωρίου ήτοι σε μία περιοχή που επικρατούν μεγάλες καλλιέργειες (σιτηρά και αραβόσιτος).

**Μόνο σε δύο γεωτρήσεις (1612 και 1624) υπάρχουν υπερβάσεις των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων του ορίου των 0,1 ppb.** Όμως στις γεωτρήσεις αυτές είναι εκπληκτικό το φάσμα των φαρμάκων που βρέθηκε σε κάθε μία από αυτές. Στην γεώτρηση 1624 βρέθηκαν ταυτόχρονα 11 γεωργικά φάρμακα από τα οποία τα 9 σε σημαντικές συγκεντρώσεις και 2 σε επίπεδα ΙΧΝΩΝ. Στην γεώτρηση 1612 ανιχνεύθηκαν 4 γεωργικά φάρμακα στην δειγματοληψία του 2011 και 5 γεωργικά φάρμακα στην δειγματοληψία του 2012. Ο κατάλογος των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στις δύο αυτές γεωτρήσεις



παρουσιάζεται παρακάτω. **Οι γεωτρήσεις 1612 και 1624, βρίσκονται σχετικά κοντά μία στην άλλη, είναι του ΤΟΕΒ Κορησού και βρίσκονται ανατολικά της Πολυκάρπης. Το πλέον σίγουρο είναι ότι για τις γεωτρήσεις αυτές πρέπει να υπάρχει κάποια σημειακή πηγή ρύπανσης, διότι το ευρύ φάσμα των φαρμάκων που βρέθηκε δεν θα μπορούσε να φθάσει σε υπόγεια νερά στις συγκεκριμένες συγκεντρώσεις μέσω της έκπλυσης από καλλιεργούμενα εδάφη. Ενδεχομένως η πηγή να είναι κοινή και για τις δύο γεωτρήσεις.** Τα γεωργικά φάρμακα που βρέθηκαν στην γεώτρηση 1624 είναι όλα εντομοκτόνα/ακαρεοκτόνα και μυκητοκτόνα που εφαρμόζονται με διαφυλλικούς ψεκασμούς και σε καμία περίπτωση δεν θα μπορούσαν να φθάσουν στο έδαφος σε επίπεδα συγκεντρώσεων που εκπλυνόμενα και ταυτόχρονα υφιστάμενα τις καταβολικές διεργασίες του εδάφους (μεταβολισμός και χημική αποδόμηση) αλλά και φαινόμενα προσρόφησης επάνω στα κolloειδή του εδάφους, να φθάσουν στα υπόγεια υδροφόρα ακόμη και στον φρεάτιο ορίζοντα σε τόσο σημαντικές συγκεντρώσεις όπως αυτές που βρέθηκαν στην γεώτρηση αυτή. Το πλέον σίγουρο είναι ότι η γεώτρηση αυτή ρυπάνθηκε άμεσα από γεωργικά φάρμακα. **Επιτόπου διερεύνηση της περιοχής έδειξε ότι όντως υπάρχει εγκατάσταση πλυσίματος/γεμίματος ψεκαστήρων σε κοντινή απόσταση από τις ανωτέρω γεωτρήσεις.**

**Πίνακας 10.1** Οι συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στις γεωτρήσεις 1612 και 1624 σε δειγματοληψίες του 2011 και του 2012.

Σ.Θ.Δ.	Ημερομηνία	Γεωργικό Φάρμακο	Συγκέντρωση, (μg/L)
1624	24/7/2011	myclobutanil	0,361
1624	24/7/2011	imidachloprid	0,046
1624	24/7/2011	pyrimethanil	0,09
1624	24/7/2011	tebuconazole	0,289
1624	24/7/2011	cyprodinil	ΙΧΝΗ
1624	24/7/2011	fluquinconazole	0,097
1624	24/7/2011	flonicamid	0,028
1624	24/7/2011	fenoxycarb	0,168
1624	24/7/2011	cyproconazole	0,267
1624	24/7/2011	propargite	0,061
1624	24/7/2011	chlorpyrifos-methyl	ΙΧΝΗ
1612	8/7/2011	diazinon	0,091
1612	8/7/2011	chlorpyrifos ethyl	ΙΧΝΗ
1612	8/7/2011	imidachloprid	0,031
1612	8/7/2011	S-metolachlor	ΙΧΝΗ
1612	23/3/2012	chlorthal dimethyl	0,212
1612	23/3/2012	c-HCH (lindane)	0,065
1612	23/3/2012	alachlor	0,071

Σ.Θ.Δ.	Ημερομηνία	Γεωργικό Φάρμακο	Συγκεντρωση, (μg/L)
1612	23/3/2012	acetochlor	ΙΧΝΗ
1612	23/3/2012	etridiazole	0,071

### Γ Στατιστική επεξεργασία με Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων των δειγμάτων των Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης Καστοριάς

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας των δεδομένων με τα Box Plots για την χρονική περίοδο 2010-2011 παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.2. Προκύπτει από τον Πίνακα ότι μεταξύ των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύτηκαν πέντε φορές και πάνω στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς περιλαμβάνονται μόνο 12 γεωργικά φάρμακα και από αυτά την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης έχει το chlorpyrifos ethyl (59), terbuthylazine (16), fluquinconazole (15) και S-metolachlor (13). **Το εύρος διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων κυμαίνεται από 0,001 με 0,863 ppb.** Όμως για τα γεωργικά φάρμακα fluquinconazole και myclobutanil υπάρχουν μέγιστες συγκεντρώσεις που αγγίζουν 2,4 ppb. Όλες οι μέγιστες συγκεντρώσεις βρέθηκαν στις Σ.Θ.Δ. 2392 που βρίσκεται στην πεδιάδα της Κορησσού προς Μαυροχώρι και στην Σ.Θ.Δ. 2390 που βρίσκεται στην πεδιάδα του Τοιχιού. Στην θέση 2392 μέσα στο 2011 και συγκεκριμένα εντός του Ιουλίου εκτός από fluquinconazole στην συγκέντρωση του 2,4 ppb βρέθηκε acetamiprid στα 1,8 ppb, myclobutanil 1,65 ppb και imidacloprid 0,8 ppb. Η ταυτόχρονη παρουσία πολλών γεωργικών φαρμάκων και μάλιστα σε σημαντικές συγκεντρώσεις υποδηλώνει ότι η ρύπανση στην θέση αυτή προέρχεται από το πλύσιμο ψεκαστήρων. Επιπλέον ο Ιούλιος είναι η περίοδος που χρησιμοποιήθηκαν τα ανωτέρω εντομοκτόνα και μυκητοκτόνα και δεν θα μπορούσε να είχαν προκύψει υπολείμματα τους σε επιφανειακά νερά, στις συγκεντρώσεις που βρέθηκαν, μέσω φαινομένων έκπλυσης και απορροής. Το ίδιο ισχύει και στην Σ.Θ.Δ. 2390 στην οποία εντός του Ιουλίου, 2011 βρέθηκε fluquinconazole στην συγκέντρωση του 1,9 ppb, imidacloprid 0,53 ppb, myclobutanil 0,3 ppb, chlorpyrifos ethyl 0,23 ppb και άλλα γεωργικά φάρμακα σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις.

Για το 2012 μόνο ένα γεωργικό φάρμακο ανιχνεύθηκε πέντε φορές και πάνω και αυτό είναι το chlorpyrifos ethyl για το **οποίο το 75% των συγκεντρώσεων κυμαίνεται από 0,001 με 0,12 ppb.** Όμως για άλλα γεωργικά φάρμακα όπως myclobutanil, 2,4-D, trifloxystrobin σε συγκεντρώσεις 0,621, 0,31 και 0,22 ppb, αντίστοιχα, βρέθηκαν εντός του 2012 σε διάφορες Σ.Θ.Δ.. **Συνεπώς η αποδοχή της διακύμανσης της αναπόφευκτης ρύπανσης μέχρι τα 0,863 ppb καλύπτει και τις δύο χρονικές περιόδους ήτοι 2010-2011 και 2012 και σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις που βρέθηκαν υψηλότερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε σημειακές πηγές που κατά κύριο λόγο οφείλονται σε ανεξέλεγκτη τακτική πλυσίματος/γεμίσματος ψεκαστήρων δίπλα σε στραγγιστικές τάφρους.**

**Πίνακας 10.2** Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Καστοριάς κατά την περίοδο 2010-2011.

Γεωργικό Φάρμακο	Αριθμός ανιχνεύσεων (2010-2011)	Μέσος όρος (μg/L)	Κατώτερη τιμή του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων (μg/L)	Ανώτερη τιμή του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων, (μg/L)	Μέγιστη συγκέντρωση (μg/L)	PNEC, (μg/L)
Bifenthrin	5	0,008	0,001	0,03	0,039	0,00013
chlorpyrifos ethyl	59	0,033	0,019	0,047	0,231	0,01
chlorpyrifos-methyl	7	0,021	0,001	0,061	0,117	0,0002
Etridiazole	5	-	0,001	-	-	12,0
Fluquinconazole	15	0,32	0,001	0,733	2,382	0,46
HCB	8	-	0,001	-	-	0,03
imidachloprid	8	0,175	0,001	0,436	0,802	0,06
myclobutanil	7	0,31	0,001	0,863	1,647	4,0
pyrimethanil	7	0,059	0,001	0,128	0,215	32,0
S-metolachlor	13	0,025	0,015	0,036	0,053	0,16
tebuconazole	5	0,019	0,001	0,043	0,041	1,20
terbutylazine	16	0,031	0,016	0,045	0,073	0,26

**Πίνακας 10.3** Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Καστοριάς κατά την περίοδο 2012.

Γεωργικό Φάρμακο	Αριθμός ανιχνεύσεων 2012	Μέσος όρος, (μg/L)	Κατώτερη τιμή του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων, (μg/L)	Ανώτερη τιμή του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων, (μg/L)	Μέγιστη Συγκέντρωση, (μg/L)	PNEC, (μg/L)
chlorpyrifos ethyl	10	0,05	0,001	0,12	0,304	0,01

#### Δ. Συγκριτική αξιολόγηση αποτελεσμάτων αναλύσεων που αφορούν το υδατοσύστημα της λίμνης της Καστοριάς

Στον Πίνακα 10.4 παρουσιάζονται συγκριτικά αποτελέσματα φυσικοχημικών παραμέτρων των νερών της λίμνης Καστοριάς σε δύο Σ.Θ.Δ. της περιόδου 1999-2000 και 2010-2012, αντίστοιχα. Όλες οι τιμές που περιλαμβάνονται αναφέρονται σε μέσους όρους και αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις των περιόδων 1999-2000 και 2010-2012. Τα αποτελέσματα της περιόδου 1999-2000 προέρχονται από την προκαταρκτική μελέτη του έργου ``Πρόγραμμα ελέγχου επιφανειακών υδάτων Μακεδονίας-Θράκης`` (2002).

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 10.4. για αρκετές παραμέτρους η κατάσταση είναι σταθερή στα ίδια επίπεδα με την προηγούμενη δεκαετία όπως TDS, αγωγιμότητα, αλατότητα, αλκαλικότητα, συγκεντρώσεις φθοριούχων, χλωριούχων, θειικών, καλίου, μαγγανίου, μαγνησίου και μολύβδου. Όμως παρατηρείται αύξηση νιτρικών, νιτρικών, αμμωνιακών και ασβεστίου. Η κατάσταση της λίμνης έχει βελτιωθεί όσον αφορά την περιεκτικότητα σε διαλυτό οξυγόνο στο παραπυθμένιο στρώμα, αύξηση της στάθμης νερού και μείωση των

συγκεντρώσεων φωσφορικών, καδμίου, νατρίου, πυριτίου, ψευδαργύρου, βορίου και χαλκού.  
Επίσης υπάρχει σημαντική μείωση και στον μέσο όρο των τιμών του Redox.

**Πίνακας 10.4** Συγκριτική αξιολόγηση των μέσων όρων παραμέτρων επιφανειακού και παραπυθμένου νερού στις δύο Σ.Θ.Δ. της λίμνης της Καστοριάς.

Έτη Έρευνας	2010-2012				1999-2000			
	601	602	605	606	5	6	7	8
Σ.Θ.Δ.	601	602	605	606	5	6	7	8
pH	8,2±0,2	8,0±0,2	8,2±0,4	8,0±0,3	9,3±0,1	8,6±0,4	9,2±0,2	8,6±0,4
Θ, °C	22,7±0,9	20,8±0,5	22,8±1,1	19,8±1,0	21,5±3,3	19,7±3,8	21,6±3,8	20,2±3,6
Διαλυτό οξυγόνο (mg/L)	7,8±0,7	7,1±0,9	7,45±4,42	5,1±0,7	11,6±5,2	4,8±3,2	11,2±5,4	4,9±3,3
Κορεσμός %	88,7±11,7	74,3±10,0	94,73±27,16	69,1±4,5	143,8±69,0	56,9±38,2	139,4±73,5	57,3±41
Δίσκος Secchi, m	2,1±1,6		2,3±1,9		0,4±0,1		0,5±0,1	
Βάθος, m		4,2±0,3		5,7±0,1		4,5		4
Redox, mV	77±71	84±135	71±122	45±179	342±20	335±26	328±18	298±74
TDS, mg/L	185±23	186±26	182±30	192±41	169±12	178±10	169±12	174,10
Αγωγιμότητα, μS/cm	291±36	297±43	287±42	301±58,42	314±26	323±29	314±26	323±28
Αλατότητα, PSU	0,07±0,04	0,07±0,04	0,08±0,05	0,08±0,05	0,001±0,00	0,001±0,00	0,001±0,00	0,001±0,00
F, mg/L	0,23±0,06	0,16±0,24	0,24±0,13	0,19±0,14	0,35±0,07	0,34±0,08	0,32±0,06	0,34±0,04
Cl, mg/L	12,7±1,1	11,3±1,5	11,1±1,7	11,9±1,9	14,5±1,1	14,5±2,0	14,4±1,9	18,3±10,5
Br, mg/L	-	-	-	-	0,05±0,05	0,14±0,14	0,07±0,01	0,07±0,1
NO <sub>2</sub> , mg/L	0,10±0,07	0,05±0,06	0,12±0,18	0,20±0,29	0,01±0,02	0,03±0,03	0,02±0,03	0,01±0,01
NO <sub>3</sub> , mg/L	2,67±3,08	3,64±3,18	1,62±2,89	1,94±1,53	1,11±1,33	0,57±0,62	0,33±0,31	0,25±0,17
NH <sub>4</sub> , mg/L	0,58±0,89	-	-	-	0,02±0,02	0,02±0,02	0,02±0,02	0,02±0,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , mg/L	-	0,13±0,26	0,13±0,26	-	0,32±0,11	0,35±0,12	0,47±0,37	0,39±0,16
SO <sub>4</sub> , mg/L	17±4	13±5	15,25±2,26	17,53±3,94	12±2	11±2	11±2	11±4
Αλκαλικότητα, (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	144±15	133±55	123±16	138±20	143±10	147±8	153±14	156±12
SAR	0,55±0,02	0,53±0,08	0,50±0,06	0,52±0,01	0,84±0,18	0,84±0,2	0,82±0,21	0,84±0,21
Al, μg/L, διαλυτό	-	-	-	33,75±67,50	34,90±31,58	23,55±16,00	24,05±24,67	31,70±12,80
Al, μg/L, ολικό	-	-	-	-	51,93±45,76	70,27±13,02	87,87±65,23	114,13±72,86
Sb, μg/L	-	-	-	-	0,54±0,08	0,57±0,15	0,50±0,00	0,55±0,05
As, μg/L	-	-	-	-	2,66±1,42	4,50±2,92	4,03±1,87	5,53±3,55
Ca, mg/L	40,23±12,45	43,55±3,39	34,33±9,74	42,48±9,35	10,98±3,24	10,23±2,16	9,77±3,74	10,27±1,72
Cd, μg/L, διαλυτό	-	-	0,25±0,50	-	0,73±0,45	0,50±0,00	0,50±0,00	0,50±0,00
Cd, μg/L, ολικό	-	-	-	-	0,83±0,65	0,60±0,20	0,70±0,40	0,90±0,62
K, mg/L	5,19±3,84	5,44±3,94	5,10±3,75	4,83±3,31	5,13±0,19	5,53±0,23	5,15±0,07	5,05±0,21
Mn, μg/L, διαλυτό	29,15±36,32	61,65±123,30	5,00±10,00	101,45±140,95	5,05±1,15	62,65±101,86	3,57±1,89	87,18±149,14
Mn, μg/L, ολικό	38,75±77,50	80,00±160,00	-	121,25±179,46	51,07±40,02	127,50±119,69	50,03±33,78	173,53±150,85
Mg, mg/L	19,28±4,91	19,11±4,29	18,95±3,22	17,64±4397	18,25±1,54	17,05±0,78	18,50±0,42	18,95±0,35

Έτη Έρευνας	2010-2012				1999-2000			
	Pb, µg/L, διαλυτό	1,35±2,70	1,25±2,50	1,55±3,10	1,48±2,95	2,28±1,25	1,35±0,45	1,48±0,66
Pb, µg/L, ολικό	-	-	-	-	2,69±1,22	5,25±4,95	5,49±7,28	4,00±2,02
Na, mg/L	17,00±2,12	16,61±2,32	14,74±2,87	15,85±1,52	20,10±2,65	21,00±2,29	21,17±2,41	22,17±1,78
Ni, µg/L, διαλυτό	-	-	-	-	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00	2,05±0,10
Ni, µg/L, ολικό	-	-	-	-	3,28±1,02	4,40±1,68	3,50±1,16	5,50±3,07
Se, µg/L	-	-	-	-	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00
Si, mg/L	1,77±1,59	1,58±1,12	2,69±0,99	2,22±0,71	20,27±17,10	15,10±7,95	11,43±1,36	15,37±8,45
Fe, µg/L, διαλυτό	56,03±68,60	-	-	149,75±299,50	30,10±24,11	24,78±18,69	21,05±25,56	31,88±26,36
Fe, µg/L, ολικό	950,00±1900,00	575,00±1150,00	-	112,50±225,00	262,5±122,0	356,6±274,4	271,8±98,6	201,3±171,9
Hg, µg/L	-	-	-	-	0,13±0,06	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Cr, µg/L, διαλυτό	-	-	-	-	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00	2,00±0,00
Cr, µg/L, ολικό	10,00±20,00	-	-	-	4,63±5,12	2,15±0,19	2,22±0,38	2,28±0,58
Zn, µg/L, διαλυτό	-	-	-	-	55,48±33,70	74,25±60,65	52,45±49,09	61,68±58,82
Zn, µg/L, ολικό	-	-	-	62,50±125,00	526,5±394,7	827,7±854,8	438,5±238,7	672,7±594,5
Cu, mg/L	-	-	-	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Βόριο, mg/L	-	-	-	-	0,13±0,02	0,21±0,13	0,17±0,08	0,18±0,08

### **Ε. Οικοτοξικολογική αξιολόγηση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς.**

Η αξιολόγηση του κινδύνου έγινε με βάση τον Συντελεστή Κινδύνου (Risk Quotient, RQ). Όπως αναφέρθηκε, ο συντελεστής κινδύνου RQ υπολογίστηκε από τον λόγο C/PNEC όπου C είναι η συγκέντρωση του κάθε γεωργικού φαρμάκου που βρέθηκε σε κάποιο υδατοσύστημα και PNEC είναι η προβλεπόμενη ανώτατη συγκέντρωση που δεν επιφέρει δυσμενείς επιδράσεις (Predicted non Effect Concentration) και αφορά υδρόβιους οργανισμούς από τρία τροφικά επίπεδα (ψάρια, ασπόνδυλα και φύκια).

Σημειώνεται επίσης ότι η αξιολόγηση έγινε τόσο για τα επιφανειακά όσο και τα υπόγεια νερά αν και ο κίνδυνος αφορά τους υδρόβιους οργανισμούς που ζουν σε επιφανειακά νερά και τούτο διότι συχνά συμβαίνει υπόγεια νερά να αντλούνται για την τροφοδοσία επιφανειακών αρδευτικών δικτύων ή ποσότητες υπόγειων νερών να διοχετεύονται μέσω επιφανειακής απορροής ή απευθείας σε ρέματα και τάφρους.

Κατά την χρονική περίοδο 2010-2012 από τις αναλύσεις υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα δείγματα της λεκάνης της Καστοριάς έγιναν 375 εγγραφές γεωργικών φαρμάκων από τις οποίες όμως μόνο στις 143 οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις βρίσκονται σε επίπεδα ανώτερα των αντίστοιχων LOQs των φαρμάκων. **Μεταξύ των τελευταίων μόνο σε 35 περιπτώσεις υπήρξε κίνδυνος για τους υδρόβιους οργανισμούς ήτοι ο Συντελεστής Επικινδυνότητας RQ βρέθηκε να είναι μεγαλύτερος της μονάδος.** Τα γεωργικά φάρμακα τα οποία βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από τις αντίστοιχες τιμές των PNEC είναι chlorpyrifos ethyl, bifenthrin, fenvalerate, abamectin, alphamethrin, imidacloprid, pirimiphos methyl, acetamiprid, fenoxycarb, diazinon, pyraclostrobin, fluquinconazole, PCNB και propargite. Δηλαδή όλα είναι εντομοκτόνα, τρία μυκητοκτόνα και δύο ακαρεοκτόνα. Η λεκάνη της Καστοριάς είναι μία δενδροκομική περιοχή με κύρια καλλιέργεια την μηλιά όμως υπάρχουν και περιοχές με μεγάλες καλλιέργειες όπως αραβόσιτο, σιτηρά και κτηνοτροφικά φυτά αλλά προφανώς η εντατικότερη μορφή φυτοπροστασίας ασκείται για την προστασία των μηλοειδών.

Το ενδιαφέρον είναι ότι μεταξύ των 35 περιπτώσεων οικοτοξικολογικού κινδύνου οι 8 θα συνέβαιναν αν υπόγεια νερά χρησιμοποιούνταν για τροφοδοσία επιφανειακών δικτύων. Οι 8 περιπτώσεις αφορούν τις γεωτρήσεις με κωδικούς 1618, 1611, 1624, 1627, 1617, 1612, 1619 και 1611 και λόγω της παρουσίας στις γεωτρήσεις αυτές των εντομοκτόνων alphamethrin, fenoxycarb, chlorpyrifos ethyl, diazinon και imidacloprid.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι οικοτοξικολογικός κίνδυνος υπήρχε στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Καστοριάς σε 25 περιπτώσεις στην περίοδο 2010-2012 αλλά ποτέ στο υδατοσύστημα της λίμνης της Καστοριάς.

## 11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. Το pH στις τρεις Σ.Θ.Δ. της λίμνης κυμαίνεται από 8,15 με 8,42 στο επιφανειακό νερό και 7,96 με 8,23 στο παραπυθμένιο νερό.
2. Η θερμοκρασία στο επιφανειακό νερό κυμαίνεται από 22,70 με 22,93 οC και στο παραπυθμένιο από 19,83 με 20,83 οC. Υπάρχει μικρή διαφορά (2 οC) μεταξύ επιφανειακού και παραπυθμένιου νερού διότι η λίμνη είναι αβαθής.
3. Το βάθος κυμάνθηκε από 4,0 με 4,60 μέτρα στην θέση 602 (ανοιχτά του Δισπηλιού), 5,20 με 5,60 μέτρα στην θέση 604 (ανοιχτά της Πολυκάρπης) και 5,60 με 5,80 στην θέση 606 (ανοιχτά της βόρειας πλευράς της πόλης της Καστοριάς).
4. Η διαφάνεια της λίμνης όπως μετριέται με τον δίσκο Secchi είχε πολύ μεγάλη διακύμανση στις τρεις θέσεις δειγματοληψίας και κυμάνθηκε μεταξύ 0,50 με 3,7 μέτρα στην θέση 601, 0,90 με 1,60 μέτρα στην θέση 603 και 0,60 με 4,40 μέτρα στην θέση 605. Οι μικρές τιμές διαφάνειας βρέθηκαν κατά τις μετρήσεις του Σεπτεμβρίου, 2011.
5. Η περιεκτικότητα του νερού της λίμνης σε οξυγόνο και ο % κορεσμός βρίσκονταν σε ικανοποιητικά επίπεδα (>6,0 ppm για την συγκέντρωση διαλυτού οξυγόνου) καθόλη την διάρκεια του έργου τόσο στο επιφανειακό όσο και παραπυθμένιο νερό με εξαίρεση τις μετρήσεις που έγιναν 3/10/2010 που το οξυγόνο ήταν σε χαμηλότερα επίπεδα στο επιφανειακό και παραπυθμένιο νερό της θέσης 605/606.
6. Η λίμνη παρουσίασε αναγωγικές συνθήκες (αρνητικό πρόθεμα στο Redox) κατά την δειγματοληψία του Ιουνίου, 2011.
7. Η αγωγιμότητα και περιεκτικότητα σε TDS στο νερό της λίμνης ήταν σε χαμηλά επίπεδα καθόλη της διάρκεια εκτέλεσης του έργου.
8. Η αρδευτική ποιότητα του νερού της λίμνης Καστοριάς είναι Μέση προς Καλή. Επίσης Μέση προς Καλή ή Καλή είναι και η αρδευτική ποιότητα των υπόλοιπων επιφανειακών νερών της λεκάνης Καστοριάς όπως και των γεωτρήσεων.
9. Οι συγκεντρώσεις χλωριούχων και θειικών βρίσκονται σε ιδιαίτερος χαμηλά επίπεδα στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς και δεν υπάρχουν υπερβάσεις του ορίου των ΕΜΣ-ΠΠΠ.
10. Συγκεντρώσεις βορίου >1,0 mg/L βρέθηκαν σε ορισμένες θέσεις επιφανειακών νερών (κωδικοί 2345, 2349 και 2392).
11. Αρσενικό σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από το επίπεδο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης βρέθηκε σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. της λίμνης Καστοριάς αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του σχετικού ορίου του ΕΜΣ-ΠΠΠ.



12. Συγκεντρώσεις καδμίου ανώτερες από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης βρέθηκαν στις Σ.Θ.Δ. 605 της λίμνης Καστοριάς και οι Σ.Θ.Δ. στραγγιστικών με κωδικούς 2348, 2390, 2395 και 2398 και στις οποίες υπάρχει υπέρβαση των σχετικών ορίων ΠΠΠ. Κάδμιο βρέθηκε και σε ορισμένες γεωτρήσεις όμως σε καμία περίπτωση οι ΕΜΣ των συγκεντρώσεων υπερβαίνουν το αντίστοιχο όριο των 5 ppb.
13. Σημαντικές συγκεντρώσεις μολύβδου βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. κυρίως των επιφανειακών νερών της λεκάνης της Καστοριάς και υπάρχουν υπερβάσεις των ορίων ΠΠΠ στην Σ.Θ.Δ. 604 της λίμνης Καστοριάς και στις Σ.Θ.Δ. 2349, 2392, 2394, 2395, 2396, 2397 και 2398. Στα υπόγεια νερά επίσης βρέθηκε μόλυβδος σε ορισμένες γεωτρήσεις αλλά σε καμία περίπτωση οι σχετικές συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν το σχετικό ανώτατο όριο των 10 ppb που ισχύει για τα υπόγεια νερά.
14. Νικέλιο σε επίπεδα ανώτερα του επιπέδου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης βρέθηκε μόνο στην Σ.Θ.Δ. 604 της λίμνης Καστοριάς. Νικέλιο όμως σε σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις βρέθηκε στα υπόγεια νερά και υπάρχει υπέρβαση του ορίου ΠΠΠ στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1614 και 1626.
15. Χαλκός βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες του επιπέδου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης του χαλκού μόνο σε δύο γεωτρήσεις με κωδικούς 1613 και 1614. Οι ΕΜΣ για τις γεωτρήσεις αυτές δεν υπερβαίνουν το σχετικό όριο του χαλκού για τα υπόγεια νερά.
16. Υδράργυρος δεν βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες εκείνης του αντίστοιχου ορίου αναφοράς της μεθόδου στις Σ.Θ.Δ. του δικτύου ελέγχου επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Καστοριάς.
17. Χρώμιο βρέθηκε σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Καστοριάς και συγκεκριμένα στις Σ.Θ.Δ. 2391, και σε μία γεώτρηση με κωδικό 1625. Σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ΕΜΣ-ΠΠΠ.
18. Ψευδάργυρος βρέθηκε σε σημαντικές συγκεντρώσεις σε ορισμένες θέσεις επιφανειακών νερών της λεκάνης Καστοριάς και υπάρχει υπέρβαση των ορίων ΠΠΠ στην Σ.Θ.Δ. 604 της λίμνης και στις Σ.Θ.Δ. των στραγγιστικών με κωδικούς 2348, 2349, 2395 και 2397.
19. Κασσίτερος σε συγκεντρώσεις ανώτερες του επιπέδου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης βρέθηκε στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Καστοριάς σε ορισμένες περιοχές και στις Σ.Θ.Δ. με κωδικούς 2346, 2347 και 2391 υπάρχει υπέρβαση του ορίου ΠΠΠ.
20. Σημαντικές συγκεντρώσεις μαγγανίου βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου των επιφανειακών αλλά κυρίως των υπόγειων νερών της λεκάνης της Καστοριάς. Υπερβάσεις του ορίου των 50 ppb παρουσιάζουν οι ΕΜΣ των συγκεντρώσεων στις Σ.Θ.Δ. 601, 602, 603, 604, 606 της λίμνης της Καστοριάς, στις θέσεις των ρεμάτων με κωδικούς 2343, 2349, 2390, 2391, 2394, 2395 και 2397 και στις γεωτρήσεις 1612, 1613,

- 1614, 1615, 1616, 1617, 1622, 1623, 1626, 1627 και 1628. Η υψηλότερη συγκέντρωση (2,0 ppm) βρέθηκε στις γεωτρήσεις 1626 και 1627 στα δείγματα της δειγματοληψίας του 2012.
21. Ο σίδηρος επίσης βρίσκεται σε αφθονία στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης και σε αρκετές θέσεις υπάρχει υπέρβαση των ΕΜΣ από το όριο των 200 ppb. Υπέρβαση των ΕΜΣ βρέθηκε στην θέση 606 της λίμνης της Καστοριάς και στα ρέματα με κωδικούς 2349, 2391 και 2396. Όμως οι υψηλότερες συγκεντρώσεις, που σε ορισμένες περιπτώσεις αγγίζουν 6,6 ppm, βρέθηκαν σε γεωτρήσεις με κωδικούς 1611, 1612, 1613, 1614, 1615, 1616, 1617, 1622, 1624, 1626, 1627 και 1628.
22. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών στα επιφανειακά νερά βρίσκονται σε μέτρια με χαμηλά επίπεδα όμως υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 50 ppm σε ορισμένες γεωτρήσεις (Κωδικοί 1623, 1619, 1616, 1614 και 1612).
23. Νιτρώδη βρέθηκαν σε αξιόλογες συγκεντρώσεις σε αρκετές Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Καστοριάς συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης με υπερβάσεις της ΕΜΣ από το σχετικό όριο στις θέσεις με κωδικούς 603, 604 και 606 και στα ρέματα με κωδικούς 2348, 2394 και 2398.
24. Οι συγκεντρώσεις αμμωνιακών που βρέθηκαν στις Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης Καστοριάς βρίσκονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα με εξαίρεση τις Σ.Θ.Δ. 601 και 604 της λίμνης στις οποίες υπάρχει υπέρβαση της ΕΜΣ από το όριο των 0,5 ppm.
25. Υπάρχει πολύ μεγάλη διακύμανση της συγκεντρώσεως των νιτρικών στις διάφορες Σ.Θ.Δ. της λίμνης. Σε ορισμένες θέσεις εποχιακά οι συγκεντρώσεις νιτρικών βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα ακόμη και κάτω από τα όρια αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης. **Η έλλειψη νιτρικών περιορίζει την ανάπτυξη φυτοπλαγκτού και δεδομένου ότι η λίμνη έχει ακόμη αφθονία φωσφορικών επιτρέπεται η ανάπτυξη μόνο εκείνων των οργανισμών που έχουν την δυνατότητα να δεσμεύουν ατμοσφαιρικό άζωτο για την ανάπτυξή τους όπως τα κυανοφύκη.**
26. Οι αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών και ολικού φωσφόρου προέρχονται από αστικά απόβλητα. Από την εικόνα της χημικής κατάστασης των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης προκύπτει ότι παρόλο ότι στην πόλη της Καστοριάς και στα περίχωρα λειτουργεί κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο για την συλλογή των αποβλήτων και μεταφορά στον κεντρικό σταθμό επεξεργασίας, αστικά απόβλητα ρυπαίνουν υπόγεια και επιφανειακά νερά συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης.
27. Φθοριούχα βρέθηκαν σε χαμηλές συγκεντρώσεις και σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 1,5 ppm.

28. Αντιμόνιο σε επίπεδα ανώτερα των επιπέδων αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης δεν βρέθηκε στα υπόγεια νερά της λεκάνης Καστοριάς. Αργίλιο βρέθηκε και σε ορισμένες γεωτρήσεις (κωδικοί 1612, 1614, 1615, 1616 και 1617) υπάρχει υπέρβαση των ΕΜΣ από το αντίστοιχο όριο αργιλίου στα υπόγεια νερά.
29. Στα ιζήματα της λίμνης της Καστοριάς βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις σε νιτρικά, αμμωνιακά, φωσφορικά αλλά και αρσενικό, κάδμιο, μαγγάνιο, μόλυβδο, νικέλιο, χαλκό και ψευδάργυρο.
30. Ορισμένα γεωργικά φάρμακα που περιλαμβάνονται στον κατάλογο των ουσιών προτεραιότητας των ΠΠΠ ανιχνεύθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης της Καστοριάς όπως alachlor, atrazine, bentazone, lindane, chlorpyrifos ethyl και HCB και υπερβάσεις των ορίων ΠΠΠ στις Σ.Θ.Δ. 2392, 2346, 2348 και 2390 οφείλονται στο chlorpyrifos ethyl και στις Σ.Θ.Δ. 2349, 2394 και 2396 στο lindane.
31. Οι ετήσιοι μέσοι όροι των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και υπάρχουν υπερβάσεις του ορίου των 0,5 ppb μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2390 που βρίσκεται σε στραγγιστικό στην κατεξοχήν δενδροκομική περιοχή της λεκάνης (πεδιάδα Τοιχιού-Μεταμόρφωσης) και στην θέση 2392 που βρίσκεται στην περιοχή Κορησού-Μαυροχωρίου ήτοι σε μία περιοχή που επικρατούν μεγάλες καλλιέργειες (σιτηρά και αραβόσιτος).
32. Σε δύο γεωτρήσεις με κωδικούς 1612 και 1624 υπάρχουν υπερβάσεις των υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων του ορίου των 0,1 ppb οι οποίες πρέπει να ρυπαίνονται από κάποια σημειακή πηγή κρίνοντας από το φάσμα των φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν και στις συγκεντρώσεις που βρέθηκαν. Η σημειακή πηγή ρύπανσης ενδεχομένως να είναι κοινή και για τις δύο γεωτρήσεις καθώς αυτές βρίσκονται σχετικά κοντά η μία στην άλλη.
33. Καφεΐνη βρέθηκε σχεδόν σε όλες τις θέσεις επιφανειακών και υπόγειων νερών συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης Καστοριάς. Οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν στα δείγματα της λίμνης. **Η παρουσία καφεΐνης σχεδόν σε όλες τις γεωτρήσεις δείχνει ότι υπάρχει άμεση επικοινωνία μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών** όπως παρουσιάζεται και στην ανάλυση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής. Όμως ενδεχομένως η παρουσία καφεΐνης στην λίμνη να οφείλεται και σε επιφανειακές εισροές υγρών αποβλήτων από θέσεις υπερχείλισης του αποχετευτικού δικτύου.
34. Κατά την περίοδο εκτέλεσης του έργου (2010-2012) στα υδατοσυστήματα της λεκάνης της Καστοριάς ανιχνεύθηκαν έστω και μία φορά 62 γεωργικά φάρμακα. Από τις 312

- συνολικά εγγραφές ανιχνεύσεων γεωργικών φαρμάκων οι 13 αφορούν την λίμνη, οι 42 τα υπόγεια νερά και οι υπόλοιπες τα υπόλοιπα επιφανειακά νερά της λεκάνης.
35. Στην λίμνη της Καστοριάς ανιχνεύθηκαν τα γεωργικά φάρμακα chlorpyrifos ethyl, HCB, pendimethalin και bifenthrin αλλά βρέθηκαν μόνο σε ΙΧΝΗ. Στα υπόγεια νερά όμως ανιχνεύθηκε ένας μεγάλος αριθμός γεωργικών φαρμάκων και ορισμένα όπως chlorthal dimethyl, fenoxycarb, myclobutanil, fluquinconazole, cyproconazole, tebuconazole, σημαντικές συγκεντρώσεις.
36. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων βρέθηκαν στις Σ.Θ.Δ. 2390 και 2392 που βρίσκονται σε θέσεις στραγγιστικών και η μεν 2390 στην περιοχή Τοιχιού και η 2392 στην περιοχή Μαυροχωρίου.
37. Μεταξύ των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύτηκαν πέντε φορές και πάνω στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς περιλαμβάνονται μόνο 12 γεωργικά φάρμακα και από αυτά την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης έχει το chlorpyrifos ethyl (59), terbutylazine (16), fluquinconazole (15), S-metolachlor (13).
38. Για την περίοδο 2010-20111, **το εύρος διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων κυμαίνεται από 0,001 με 0,863 ppb** το οποίο δύναται να θεωρηθεί ως το επίπεδο της αναπόφευκτης ρύπανσης νερών από την χρήση γεωργικών φαρμάκων. Ασφαλώς υπάρχουν ανιχνεύσεις που υπερβαίνουν το ανώτατο όριο της ανωτέρω διασποράς όμως οι υπερβάσεις αυτές οφείλονται σε σημειακές πηγές ρύπανσης. Για το 2012 μόνο ένα γεωργικό φάρμακο ανιχνεύθηκε πέντε φορές και πάνω και αυτό είναι το chlorpyrifos ethyl για το οποίο **το 75% των συγκεντρώσεων κυμαίνεται από 0,001 με 0,12 ppb. Συνεπώς το εύρος τιμών από 0,001 με 0,863 ppb με μεγάλη ασφάλεια δύναται να αντιπροσωπεύσει την αναπόφευκτη ρύπανση για ολόκληρη την περίοδο εκτέλεσης του έργου.**
39. Μόνο σε 35 περιπτώσεις υπήρξε κίνδυνος για τους υδρόβιους οργανισμούς και μεταξύ των 35 περιπτώσεων οικοτοξικολογικού κινδύνου οι 8 θα συνέβαιναν αν υπόγεια νερά χρησιμοποιούνταν για τροφοδοσία επιφανειακών δικτύων και οι 23 περιπτώσεις αφορούν επιφανειακά νερά αλλά ποτέ δεν υπήρξε οικοτοξικολογικός κίνδυνος για τους υδρόβιους οργανισμούς στο υδατοσύστημα της λίμνης της Καστοριάς.
40. Στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Καστοριάς ανιχνεύθηκαν τα κάτωθι γεωργικά φάρμακα που δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας: lindane, alachlor, acetochlor, carbendazim, PCNB. Όμως κανένα γεωργικό φάρμακο από τα ανωτέρω δεν βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες του 0,1 ppb. Άλλωστε συνολικά τα ανωτέρω γεωργικά φάρμακα ανιχνεύθηκαν μόνο 8 φορές από τις οποίες οι 4 φορές αφορούν γεωτρήσεις και οι άλλες 4 στραγγιστικά. Το ύψος των συγκεντρώσεων και η συχνότητα

ανίχνευσης υποδηλώνει ότι τα ανωτέρω γεωργικά φάρμακα δεν χρησιμοποιήθηκαν στην λεκάνη Καστοριάς κατά την περίοδο 2010-2011 και η παρουσία τους στα υδατοσυστήματα της λεκάνης οφείλεται σε παλαιότερες χρήσεις.

41. Σύγκριση των μέσων όρων των διαφόρων παραμέτρων που αφορούν την λίμνη της Καστοριάς με αντίστοιχους μέσους όρους της περιόδου 1999-2000 προκύπτει ότι για αρκετές παραμέτρους η κατάσταση είναι σταθερή στα ίδια επίπεδα με την προηγούμενη δεκαετία όπως TDS, αγωγιμότητα, αλατότητα, αλκαλικότητα, συγκεντρώσεις φθοριούχων, χλωριούχων, θειικών, καλίου, μαγγανίου, μαγνησίου και μολύβδου. Όμως παρατηρείται αύξηση νιτρικών, νιτρικών, αμμωνιακών και ασβεστίου. Η κατάσταση της λίμνης έχει βελτιωθεί όσον αφορά την περιεκτικότητα σε διαλυτό οξυγόνο στο παραπυθμένιο στρώμα, αύξηση της στάθμης νερού και μείωση των συγκεντρώσεων φωσφορικών, καδμίου, νατρίου, πυριτίου, ψευδαργύρου, βορίου και χαλκού. Επίσης υπάρχει σημαντική μείωση και στον μέσο όρο των τιμών του Redox.

## 12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Στην πεδινή ζώνη και στην λοφώδη περιοχή περιμετρικά της λίμνης Καστοριάς και στις περιορισμένης έκτασης κοιλάδες του άνω ρου του Αλιάκμονα, υπάρχουν κοκκώδεις αποθέσεις μικρής-μέσης υδροπερατότητας.

Οι διηθήσεις από τον ποταμό Αλιάκμονα φαίνεται να τροφοδοτούν το καρστικό σύστημα νοτιοδυτικού Βερμίου, το οποίο με τη σειρά του εκφορτίζεται δια των πηγών Νεράϊδας στην τεχνητή λίμνη Πολυφύτου.

Επίσης προκύπτει ότι η υπόγεια υδροφορία που αναπτύσσεται στους κοκκώδεις μεταλλικούς σχηματισμούς που πληρούν τη λεκάνη, αποστραγγίζεται προς τη λίμνη της Καστοριάς. Επίσης, από παλαιότερες μελέτες, προκύπτει ότι υπάρχει έλεγχος της κίνησης του υπόγειου νερού από την τοπογραφία της λεκάνης, ειδικότερα δε στην ζώνη της περιφερειακής λεκάνης Ξηροποτάμου.

Όσον αφορά την σχέση της τροφοδοσίας επιφανειακών-υπόγειων νερών, αυτή αναφέρεται με σαφήνεια σε παλαιότερη μελέτη, και στηρίζεται σε υπολογισμούς διαρροών κατά μήκος της κοίτης των κυριότερων υδατορευμάτων. Συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι αυτή είναι περιορισμένη και έχει φορά από τα επιφανειακά νερά προς την προσχωματική υδροφορία και στη συνέχεια προς την λίμνη. Το γεγονός της ύπαρξης υπόγειων στάθμεων στην προσχωματική υδροφορία με υψόμετρο κατώτερο αυτού της λίμνης, οδήγησε ερευνητές σε παλαιότερες μελέτες να εκφράσουν την άποψη ότι δεν υφίσταται άμεση σχέση εκφόρτισης των υπόγειων νερών προς τη λίμνη, μέσω υπόγειων πλευρικών ροών.

Αναφορικά με την σχέση καρστικής υδροφορίας με τη λίμνη της Καστοριάς, καταγράφεται στη βιβλιογραφία ότι αυτή τροφοδοτεί τη λίμνη.

Η παρουσία καφεΐνης σχεδόν σε όλες τις γεωτρήσεις καθώς και η παρουσία υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων δείχνει ότι υπάρχει άμεση επικοινωνία μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών όπως παρουσιάζεται και στην ανάλυση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής.

**Πίνακας 12.1** Σταθμημετρήσεις των γεωτρήσεων στην Λεκάνη Καστοριάς.

A/M	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	10ος 2010 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	5ος 2011 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	9ος - 10ος 2011 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	5ος 2012 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	Χ (ΕΓΣΑ 87)	Υ (ΕΓΣΑ 87)	Καποδιστριακός Δήμος που εντάσσεται διοικητικά
169	635,00	3,68	2,35	3,47	2,78	275.225	4.488.086	Δ. ΜΑΚΕΔΟΝΩΝ
170	642,00	4,82	3,58	4,73	3,55	275.709	4.488.371	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
171	643,00	5,48	3,99	5,28	3,97	275.947	4.487.889	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
172	648,00	4,88	4,34	4,72	4,33	276.391	4.488.180	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
173	647,00	4,23	2,96	4,16	3,01	276.186	4.488.541	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
174	650,00	3,24	2,4	3,14	2,43	276.592	4.488.605	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
175	661,00	4,70	4,09	4,55	5,02	277.821	4.489.133	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
176	667,00	8,75	7,79	8,59	7,72	278.240	4.488.781	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
177	643,00	4,20	2,34	4,01	3,04	274.713	4.490.635	Δ. ΒΙΤΣΙΟΥ
178	691,00	2,10	1,84	2,02	1,83	279.701	4.491.730	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
179	684,00	1,65	1,59	1,64	1,48	279.546	4.491.038	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
180	702,00	2,00	0,77	1,98	0,71	280.405	4.492.952	Δ. ΑΓΙΩΝ ΑΝΑΡΓΥΡΩΝ
181	651,00	3,63	1,97	3,60	1,83	275.826	4.489.255	Δ. ΜΑΚΕΔΟΝΩΝ
182	645,00	2,83	2,22	2,75	2,12	274.876	4.488.931	Δ. ΜΑΚΕΔΟΝΩΝ
183	595,00	5,80	5,67	5,75	5,59	272.325	4.484.324	Δ. ΙΩΝΟΣ ΔΡΑΓΟΥΜΗ
184	638,00	2,24	0,8	2,14	0,73	269.411	4.492.975	Δ. ΚΑΣΤΟΡΙΑΣ
185	635,00	1,18	0,92	1,12	0,87	271.342	4.493.090	Δ. ΒΙΤΣΙΟΥ
186	639,00	3,68	1,73	3,41	0,96	271.305	4.493.660	Δ. ΒΙΤΣΙΟΥ
187	639,00	2,20	1,64	2,11	0,98	274.473	4.488.993	Δ. ΜΑΚΕΔΟΝΩΝ

### 13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Όσον αφορά τα γεωργικά φάρμακα οι κύριες πηγές που διαπιστώθηκαν είναι οι διάχυτες, λόγω της ευαισθησίας των εδαφών στην έκπλυση γεωργικών φαρμάκων αλλά και των συστατικών αστικών αποβλήτων όπως προκύπτει από την ρύπανση που διαπιστώθηκε σε ορισμένες γεωτρήσεις της λεκάνης.

Εντοπίστηκε μόνο σε μία θέση (περιοχή Πολυκάρπης) σημειακή πηγή ρύπανσης προερχόμενη από δραστηριότητες πλυσίματος/γεμίματος ψεκαστήρων και μάλιστα ενδέχεται λόγω της πηγής αυτής να υπάρχει σημαντική ρύπανση υπόγειων νερών όπως προκύπτει από τις υψηλές συγκεντρώσεις μεγάλης ποικιλίας γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν σε παρακείμενες γεωτρήσεις (γεωτρήσεις με κωδικούς 1612 και 1624). Επίσης και σε δύο θέσεις επιφανειακών νερών (κωδικοί 2390 και 2392) από τις οποίες η μία (κωδικός 2390) βρίσκεται στην πεδιάδα του Τοιχιού και η άλλη με κωδικό 2392 βρίσκεται στην περιοχή Μαυροχωρίου, η ρύπανση σε υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων πρέπει να προκαλείται από ανεξέλεγκτη δραστηριότητα αγρωτών να πλένουν τους ψεκαστήρες τους κοντά σε ρέματα.

Διφαινουλαμίνη ανιχνεύθηκε μόνο 6 φορές στα υδατοσυστήματα της λεκάνης της Καστοριάς και μόνο σε επιφανειακά νερά. Όμως μεταξύ των ανιχνεύσεων οι 4 βρίσκονται σε επίπεδα ΙΧΝΩΝ και μόνο στην θέση με κωδικό 2348 βρέθηκε στα 0,118 ppb και ενδεχομένως προέρχεται από διαρροή λιπαντικών λαδιών από κάποια σημειακή πηγή.

Η κύρια πηγή ρύπανσης υπόγειων και επιφανειακών νερών συμπεριλαμβανομένης και της λίμνης της Καστοριάς προέρχεται από αστικά απόβλητα.

## 14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

(α) Αποδεικνύεται από την μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης στην λεκάνη Καστοριάς ότι η καφεΐνη είναι ένας κατάλληλος δείκτης για τον έλεγχο ρύπανσης προερχόμενο από αστικά απόβλητα.

(β). Ο έλεγχος της διφαινουλαμίνης ενδεχομένως να προκύψει ως ένας κατάλληλος δείκτης για τον έλεγχο της ρύπανσης επιφανειακών και υπόγειων νερών που προκαλείται από την λειτουργία των πρατηρίων καυσίμων, χώρους συλλογής απορριμμάτων και ανακύκλωσης συνθετικών πολυμερών υλικών (ελαστικών αυτοκινήτων κ.ά.).

(γ). Όσον αφορά την χρησιμοποίηση γεωργικών φαρμάκων στην φυτοπροστασία προκύπτει ότι για την εξασκούμενη γεωργική πρακτική στην λεκάνη της Καστοριάς η προκαλούμενη αναπόφευκτη ρύπανση των επιφανειακών νερών για μεν την περίοδο 2010-2012 δεν υπερέβη το **0,863 ppb** . Όλες οι ανιχνεύσεις που έγιναν με συγκεντρώσεις υψηλότερες των ανωτέρω ορίων οφείλονταν σε σημειακές πηγές ρύπανσης προκαλούμενες από ανεξέλεγκτες πρακτικές ορισμένων αγροτών να πλένουν ψεκαστήρες ή να απορρίπτουν παλιές συσκευασίες γεωργικών φαρμάκων στις όχθες ρεμάτων και στραγγιστικών/αρδευτικών τάφρων.

## 15. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

(α). Ορθολογική διαχείριση αστικών αποβλήτων όλων των Κοινοτικών διαμερισμάτων της λεκάνης και συντήρηση του δικτύου ώστε να μην προκαλείται ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων νερών.

(β). Επείγει η κατασκευή μονίμων εγκαταστάσεων πλυσίματος/γεμίσματος ψεκαστήρων σε κατάλληλες θέσεις μακριά από ρέματα και στραγγιστικά/αρδευτικά κανάλια, κατασκευασμένες σύμφωνα με τις επιστημονικές απαιτήσεις για την ταχεία αποδόμηση των γεωργικών φαρμάκων σε προϊόντα που δεν εγκυμονούν κινδύνους για τον άνθρωπο και το περιβάλλον (κατασκευή βιοκλινών).

(γ). Καθιέρωση ανταποδοτικού τέλους για την ανακύκλωση συσκευασιών γεωργικών φαρμάκων. Οι συσκευασίες να συλλέγονται από τα κατά τόπους καταστήματα εμπορίας γεωργικών φαρμάκων και υπό την ευθύνη των εταιρειών εμπορίας των προϊόντων να αποστέλλονται σε κατάλληλες εγκαταστάσεις καταστροφής.