

ΕΡΓΟ

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

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΛΑΓΚΑΔΑ – ΒΟΛΒΗΣ- ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ

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



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΛΒΗΣ - ΛΑΓΚΑΔΑ - ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ

1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ.....	3
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ.....	3
3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ	4
4. ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	4
5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΓΗΣ	5
6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ.....	5
7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....	5
8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ	5
9. ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (Σ.Θ.Δ.) ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	7
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ.....	9
10.1 ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	9
10.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΒΟΛΒΗΣ-ΛΑΓΚΑΔΑ ΚΑΙ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ.....	9
11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	27
12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	34
13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ	35
14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	37
15. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	37

ΛΕΚΑΝΗ ΒΟΛΒΗΣ - ΛΑΓΚΑΔΑ - ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ

1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η λεκάνη απορροής της Βόλβης - Λαγκαδά και Μυγδονίας παρουσιάζεται στον **Χάρτη 6** (Χάρτης Λεκάνης Λαγκαδά - Βόλβης - Μυγδονίας). Στον χάρτη αυτό εκτός από το γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης (ανάγλυφο και οικισμοί κ.ά.) παρουσιάζονται οι χρήσεις γης, το επιφανειακό υδρολογικό σύστημα (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 GR10 της Κεντρικής Μακεδονίας και στην λεκάνη απορροής GR05 Χαλκιδικής, σύμφωνα με το ΦΕΚ 1383/Β/2-9-2010) καθώς και τα όρια του υπόγειου υδατικού σώματος που εμπίπτει στην λεκάνη αυτή ήτοι το GR1000070 (Κοκκώδες Σύστημα Μυγδονίας). Επίσης παρουσιάζονται οι θέσεις όπου είναι εγκατεστημένες διάφορες βιομηχανικές μονάδες, Ε.Ε.Λ., ΧΥΤΑ και ΧΑΔΑ.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ

Η έκταση που καταλαμβάνει η λεκάνη Λαγκαδά-Βόλβης και Μυγδονίας, όπως ορίσθηκε στο πλαίσιο του έργου, ανέρχεται σε 2.083,78 km². Τα κύρια επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης είναι οι δύο λίμνες Βόλβη και Κορώνεια. Η Βόλβη είναι η δεύτερη μεγαλύτερη λίμνη της Ελλάδος με έκταση 70 km². Η λίμνη Βόλβη είναι ένας από τους 11 Ελληνικούς υγροτόπους που προστατεύεται από την Συνθήκη Ramsar.

Η λίμνη Κορώνεια πριν αρχίσει να έχει προβλήματα και να συρρικνώνεται σε έκταση, στην δεκαετία του 70, είχε έκταση 42,5 km² και ήταν 5^η μεγαλύτερη λίμνη της Ελλάδος σε έκταση. Πριν 20 περίπου έτη η λίμνη Κορώνεια άρχισε να αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα μέχρι πλήρους αποξήρανσης κατά τους θερινούς μήνες με αποτέλεσμα την εξαφάνιση όλων των πληθυσμών ψαριών. Σήμερα η έκταση που καταλαμβάνει δεν υπερβαίνει τα 10 km² και το βάθος της είναι μικρότερο του ενός μέτρου. Περιβάλλεται από μεγάλη περίμετρο καλαμώνων και λασπώδους γης με αποτέλεσμα η πρόσβαση της να είναι τεχνικώς αδύνατη. Οι δύο λίμνες, Βόλβη και Κορώνεια, συνδέονται με τάφρο και την περίοδο μεγάλης υδροφορίας τα νερά υπερχείλισης της Κορώνειας οδηγούνται στην Βόλβη και από εκεί μέσω του Ρήχιου ποταμού, που διασχίζει τα στενά της Ρεντίνας ή τα ``Μακεδονικά Τέμπη`` όπως λέγονται, καταλήγουν στον Στρυμωνικό Κόλπο. Τα τελευταία έτη έγιναν μεγάλα έργα εκτροπής χειμάρρων (Σχολαρίου και Λαγκαδικίων) για τον εμπλουτισμό της λίμνης σε νερό αλλά η αποτελεσματικότητα των έργων προς το παρόν τουλάχιστον φαίνεται να μην αντιστρέφει την προς πλήρη αποξήρανση τάση της λίμνης Κορώνειας.

Η λεκάνη Λαγκαδά-Βόλβης διοικητικά ανήκει στον Ν. Θεσσαλονίκης και περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό Δήμων όπως Απολλωνίας, Αρεθούσας, Ασκού, Βερτίσκου, Κορώνειας, Λαγκαδά, Μυγδονίας, Ρεντίνας και Σοχού.

Η λεκάνη Μυγδονίας μορφολογικά χαρακτηρίζεται από ένα ορεινό και ένα λοφώδες - πεδινό ανάγλυφο. Το πεδινό-λοφώδες τμήμα έχει έκταση περίπου 656 km² (31,8% της συνολικής έκτασης της λεκάνης), ενώ το ημιορεινό - ορεινό έχει έκταση περί τα 1370 km².

Πλήθος ρεμάτων καταλήγουν στη λίμνη Κορώνεια, με πιο σημαντικά το ρέμα Μπογδάνα, του Κολχικού, της Ανάληψης, του Χολομώντα και τα ρέματα Δρακόντειου, Ευαγγελισμού, Πλατανόρεμα, Γερακαρούς όπως επίσης και η τάφρος Καβαλαρίου που αποστραγγίζει όλη την περιοχή δυτικά της λίμνης. Όμως στην διάρκεια εκτέλεσης του έργου 2010-2012 πολύ σπάνια και σε ελάχιστα από τα ανωτέρω ρέματα βρέθηκε νερό.

Στους χείμαρρους που εισρέουν στη λίμνη Βόλβη περιλαμβάνονται της Ποταμιάς, Λαγκαδικίων, Μεγάλο ρέμα, ρέματα Απολλωνίας, Κερασιάς και πολλά άλλα. Όμως κατά την διάρκεια εκτέλεσης του έργου νερό υπήρχε μόνο στα ρέματα Απολλωνίας.

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

Εδαφολογική μελέτη της λεκάνης Μυγδονίας-Βόλβης πραγματοποιήθηκε από τους Σπυρόπουλο κ.ά. (2001). Τα εδάφη από μηχανική άποψη χαρακτηρίζονται ως μέτρια βαρεία με περιορισμένο αριθμό ελαφρών και βαρέων εδαφών. Υπάρχει μεγάλη ποικιλομορφία των εδαφών, από την άποψη της εδαφογένεσης, και αυτά κατατάσσονται σε τρεις εδαφογενετικές τάξεις τα entisols, inceptisols και alfisols. Τα entisols και Inceptisols καταλαμβάνουν κυρίως τα πεδινά τμήματα των αλλουβιακών και λιμναίων αποθέσεων καθώς και τα εδάφη των λοφωδών περιοχών που είναι έντομα διαβρωμένα. Τα Alfisols όπως επίσης και πολλά από τα Inceptisols καταλαμβάνουν τα εδάφη εκείνα των χαμηλών και λοφωδών περιοχών που είναι μέτρια διαβρωμένα. Τα Entisols καταλαμβάνουν περίπου 91.000 στρέμματα και είναι εδάφη υπερβολικά στραγγιζόμενα έως καλά στραγγιζόμενα με υπέδαφος και υπόστρωμα χονδρόκοκκο έως μετρίως λεπτόκοκκο. Τα Inceptisols καταλαμβάνουν έκταση περίπου 88.800 στρεμμάτων που είναι και αυτά καλά στραγγιζόμενα εδάφη με υπέδαφος χονδρόκοκκο έως μετρίως λεπτόκοκκο και λεπτόκοκκο έως μετρίως λεπτόκοκκο υπόστρωμα. Τα Alfisols καταλαμβάνουν περίπου 10.500 στρέμματα τα οποία είναι επίσης καλά στραγγιζόμενα εδάφη με υπέδαφος και υπόστρωμα λεπτόκοκκο.

Από την άποψη της περιεκτικότητας σε οργανική ύλη το 75% των εδαφών είναι φτωχά σε οργανική ύλη με περιεκτικότητα <1,5%.

5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΓΗΣ

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ελληνικής Στατιστικής Υπηρεσίας (2010) στην λεκάνη αυτή 235000 στρέμ. καλλιεργήθηκαν με σιτηρά, 52.000 στρέμ. με κτηνοτροφικά φυτά, 21.000 με αραβόσιτο, 20.000 ελαιούχα φυτά, 6.000 αρωματικά φυτά, 5.000 λαχανικά και μικρότερες εκτάσεις με άλλες καλλιέργειες. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην λεκάνη αυτή υπάρχουν πολυάριθμες εγκαταστάσεις θερμοκηπιακών καλλιεργειών. Ένα σημαντικό ποσοστό του αγροτικού πληθυσμού της περιοχής ασχολείται και με την κτηνοτροφία.

6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

Στην λεκάνη δεν υπάρχει οργανωμένο επιφανειακό αρδευτικό/στραγγιστικό δίκτυο. Ένα σημαντικό τμήμα της λεκάνης αρδεύεται με ιδιωτικές γεωτρήσεις (είναι καταγεγραμμένες πάνω από 4000 γεωτρήσεις) και σε μικρή περιοχή (περιοχή Ρεντίνας) υπάρχει υπόγειο δίκτυο που τροφοδοτείται με νερό της λίμνης Βόλβης.

Σύμφωνα με τα στοιχεία ΥΠΕΚΑ (2012) στην λεκάνη αυτή υπάρχουν ελάχιστα αρδευτικά δίκτυα (Ασκού, Μικρής Βόλβης και Νυμφόπετρας) που καλύπτουν περίπου 10.000 στρέμματα. Η τροφοδοσία των δικτύων γίνεται με νερό της Βόλβης. Η υπόλοιπη έκταση αρδεύεται με γεωτρήσεις.

7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.

Κατά την προκαταρκτική διερεύνηση της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας δεν διαπιστώθηκε η παρουσία σημειακών πηγών ρύπανσης των υδατοσυστημάτων.

8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η λεκάνη της Μυγδονίας αποτελεί ένα τεκτονικό βύθισμα που οφείλεται σε δυο κυρίως συστήματα ρηγμάτων, όπου το ένα έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και το άλλο Α-Δ. Το υπόβαθρο της λεκάνης στην περιοχή Στίβου-Σχολιαρίου (περιοχή μεταξύ των λιμνών), παρουσιάζει μια ανύψωση διεύθυνσης ΒΑ-ΝΔ, η οποία χωρίζει τεκτονικά τις υπολεκάνες Κορώνειας και Βόλβης.

Υπόβαθρο του βυθίσματος θεωρούνται τα μεταμορφωμένα πετρώματα της Σερβομακεδονικής μάζας τα οποία αντιπροσωπεύονται από διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους, αμφιβολίτες, γρανίτες, φυλλίτες, αργιλικούς σχιστολίθους, χαλαζίτες και μάρμαρα. Τα ιζήματα με τα οποία έχει πληρωθεί η λεκάνη Μυγδονίας είναι κυρίως χερσαία και λιμναία ιζήματα Νεογενούς και Τεταρτογενούς ηλικίας. Τα παλαιότερα νεογενή ιζήματα περιλαμβάνουν: α) κροκαλοπαγή, β) ψαμμίτες, γ) αργιλοψαμμίτες (ιζήματα λιμναίας και ποταμοχειμάρρειας φάσης) και δ) ερυθροστρώματα (χερσοποτάμια ιζήματα, από άργιλο με άμμο και κροκάλες), ενώ τα νεότερα τεταρτογενή περιλαμβάνουν: α) μια κατώτερη σειρά από στρώματα κροκαλών και άμμου, άμμου, αργιλούχων άμμων, αργίλων και β) μια ανώτερη σειρά από αργίλους με εναλλασσόμενα στρώματα άμμου και ιλύος, άμμους, χαλίκια και κατά θέσεις τραβερτινοειδείς αποθέσεις.

Τα υπόγεια υδατικά συστήματα που περιλαμβάνονται στο πεδινό τμήμα της λεκάνης της Μυγδονίας και συσχετίζονται με επιφανειακά ύδατα, είναι το **GR1000070 (Κοκκώδες Σύστημα Μυγδονίας)**. Ιδιαίτερο υδρολογικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν μόνο τα υπόγεια υδατικά συστήματα του πεδινού τμήματος της λεκάνης.

Στα σύγχρονα και νεογενή ιζήματα που αναπτύσσονται στα πεδινά τμήματα διαμορφώνονται επάλληλοι υδροφόροι ορίζοντες με σημαντικές υδροφορίες. Οι υδροφορίες αυτές μπορούν να ομαδοποιηθούν σε μια αβαθή και μια βαθιά υδροφορία, που διαχωρίζονται μεταξύ τους από το αργιλικό αδιαπέρατο – ημιδιαπερατό στρώμα, που συνήθως εμφανίζεται κατά μήκος του κεντρικού άξονα. Ο αβαθής υδροφορέας είναι ελεύθερος (κατά μήκος της κοίτης μεγάλων ρεμάτων όπως Μπογδάνας, ρέμα Σχολαρίου και ρέμα Λαγκαδικίων) ή μερικώς υπό πίεση στις περιοχές που οι υδροφορείς είναι καλυμμένοι από την επιφανειακή άργιλο. Η τροφοδοσία του υδροφορέα αυτού γίνεται απευθείας από τα επιφανειακά νερά (βροχοπτώσεων και χειμάρρων).

Ο βαθύς υδροφορέας είναι υπό πίεση, έχει μέσο πάχος 150 m και συνίσταται από κλαστικά νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα. Η τροφοδοσία του βαθύ υδροφορέα, γίνεται μέσω των περιοχών που αναδύεται στην επιφάνεια, κυρίως σε θέσεις που έρχεται σε επαφή με χείμαρρους, κυρίως τους Μπογδάνα, ρέμα Γερακαρούς, από τις πλευρικές μεταγγίσεις των υπογείων νερών της ορεινής ζώνης, που κυκλοφορούν μέσω των τεκτονικών ασυνεχειών του υποβάθρου και από την ανώτερη ρηχή υδροφορία λόγω μερικής υδραυλικής επικοινωνίας. Μεταξύ αβαθών και βαθέων υδροφορέων παρεμβάλλεται διαχωριστικό αδιαπέρατο – ημιπερατό αργιλικό στρώμα, το οποίο όμως δεν είναι συνεχές και ενιαίο σ' όλη την έκταση της υπολεκάνης, με αποτέλεσμα να υπάρχει στη μεγαλύτερη έκταση υδραυλική ενδοεπικοινωνία.

Ένα ακόμα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό στη λεκάνη Μυγδονίας είναι η παρουσία γεωθερμικών πεδίων. Δύο βρίσκονται στην υπολεκάνη της Βόλβης της Ν. Απολλωνίας και της Νυμφόπετρας και δύο στην υπολεκάνη Κορώνειας, ένα στην περιοχή Λουτρών Λαγκαδά όπου και τα ομώνυμα ιαματικά λουτρά και το άλλο στην περιοχή της Χρυσαιγής.

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

Υδατικό διαμέρισμα Κ. Μακεδονίας (GR 10) – Λεκάνη Λαγκαδά – Βόλβης - Μυγδονία



Σχήμα 9.1 Απόσπασμα χάρτη όπου εμφανίζονται τα όρια και τα Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης Λαγκαδά – Βόλβης - Μυγδονίας.

Πίνακας 9.1 Σ.Θ.Δ. Στραγγιστικών της Λεκάνης Λαγκαδά – Βόλβης & Μυγδονίας

Σ.Θ.Δ.	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
2200		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	419.239,00	4.507.219,16	89,00
2201	GR1005R000209008N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	420.426,66	4.510.595,79	108,00
2202	GR1005R000201003N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	467.237,42	4.500.363,45	43,00
2203		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	426.805,69	4.500.723,91	99,00
2204		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	431.656,74	4.498.296,35	109,00
2205		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	433.156,93	4.497.783,74	115,00
2206	GR1005R000212019N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	435.813,17	4.498.108,44	109,00
2207	GR1005R000207007A	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	436.778,03	4.501.215,33	74,00
2208	GR1005R000210018N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	436.557,59	4.502.152,27	83,00
2209	GR1005R000210018N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	436.977,12	4.501.844,97	72,00
2210	GR1005R000210018N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	436.081,37	4.503.679,11	105,00
2211		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	436.955,52	4.498.240,68	132,00
2212		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	437.787,26	4.498.714,93	121,00
2213		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	439.303,90	4.499.468,64	120,00
2214		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	440.601,48	4.500.155,34	122,00
2215		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	444.054,23	4.501.685,78	45,00
2216		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	444.058,78	4.502.516,89	43,00
2217		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	444.075,45	4.503.229,24	44,00
2218		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	443.165,01	4.503.729,13	48,00
2219		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	443.209,41	4.504.231,01	48,00
2220		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	443.572,62	4.503.566,17	49,00
2221		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	448.304,63	4.500.553,98	88,00
2222		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	452.133,01	4.499.660,22	60,00
2223	GR1005R000206012N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	454.109,09	4.499.090,76	61,00
2224	GR1005R000206012N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	456.746,88	4.498.428,39	55,00

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
2225		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	457.969,72	4.497.986,47	49,00
2226	GR1005R000204011N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	464.788,71	4.498.550,65	50,00
2227		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	466.125,31	4.500.925,44	48,00
2228		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	464.890,90	4.501.938,98	46,00
2229		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	461.555,53	4.503.295,28	57,00
2223B		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	448.627,01	4.490.878,87	231,25
2223C		Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	457.626,82	4.499.807,60	42,11

Πίνακας 9.2 Σ.Θ.Δ. Λιμνών της Λεκάνης Λαγκαδά – Βόλβης & Μυγδονίας

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
531	GR1005L000000003N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	447.937,91	4.502.427,48	29,00
532	GR1005L000000003N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	447.937,91	4.502.427,48	29,00
533	GR1005L000000003N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	456.308,61	4.503.040,71	29,00
534	GR1005L000000003N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	456.308,61	4.503.040,71	29,00
535	GR1005L000000003N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	461.539,43	4.500.552,96	30,00
536	GR1005L000000003N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	461.539,43	4.500.552,96	30,00
541	GR1005L000000004N	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	430.424,80	4.504.936,35	64,04

Πίνακας 9.3 Σ.Θ.Δ. Γεωτρήσεων της Λεκάνης Λαγκαδά – Βόλβης & Μυγδονίας

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
1561	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	443.000,03	4.490.227,39	211,25
1562	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	453.797,72	4.494.589,53	118,99
1563	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	456.702,73	4.497.726,96	48,26
1564	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	452.794,88	4.500.435,95	41,04
1565	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	455.048,46	4.501.390,12	39,48
1566	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	448.043,60	4.501.043,35	80,85
1567	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	444.935,62	4.501.215,75	63,59
1568	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	444.678,59	4.501.313,56	63,81
1569	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	443.578,34	4.501.464,13	59,55
1570	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	443.948,21	4.502.267,83	45,37
1571	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	443.033,78	4.501.065,97	73,42
1572	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	421.125,23	4.510.168,46	97,61
1573	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	420.460,09	4.510.713,23	103,27
1574	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	418.441,66	4.506.960,08	95,51
1575	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	420.018,17	4.506.964,49	90,00
1576	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	458.188,22	4.499.506,72	49,95
1577	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	455.128,42	4.498.809,59	62,47
1578	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	420.056,71	4.510.263,37	100,41
1579	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	457.987,40	4.499.820,33	49,53
1580	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	458.606,56	4.500.403,77	47,37
1581	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	441.073,56	4.502.311,11	71,42
1582	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	440.141,68	4.501.731,17	71,39
1583	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	439.676,23	4.501.237,48	74,74
1584	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	439.208,19	4.500.672,46	80,01
1585	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	453.120,47	4.494.490,45	118,61
1586	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	455.274,55	4.500.490,27	44,97
1587	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	455.062,34	4.501.627,58	41,77
1588	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	453.016,78	4.500.714,62	44,64
1589	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	453.013,21	4.500.497,40	46,79
1590	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	452.796,71	4.500.445,82	46,35
1591	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	454.500,68	4.499.439,26	57,71
1592	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	454.913,72	4.499.509,57	50,71
1593	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	441.094,78	4.503.999,44	54,15
1594	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	433.464,92	4.503.866,12	45,05
1595	GR1000120	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	454.000,39	4.512.990,17	349,51
1596	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	425.587,82	4.509.915,58	105,02
1597	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	426.985,94	4.501.870,17	73,19
1598	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	430.655,90	4.497.376,84	234,65
1599	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	443.642,65	4.503.049,00	37,77
1600	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	440.627,97	4.503.023,91	52,20
1601	GR1000070	Ν. ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ	439.954,09	4.503.364,68	61,75

10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.

Τα πρωτογενή αποτελέσματα των επιτόπου μετρήσεων και αναλύσεων περιλαμβάνονται στους Πίνακες 82-90 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 ΒΟΛΒΗΣ-ΛΑΓΚΑΔΑ ΚΑΙ ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ

A. Παρουσίαση και συζήτηση αποτελεσμάτων

Οι μέσοι όροι του pH στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης κυμαίνονται από 8,0 με 8,50 περίπου ενώ στην λίμνη Κορώνεια ο αντίστοιχος μέσος όρος υπερβαίνει το 9,0. Ο μέσος όρος της θερμοκρασίας στο επιφανειακό νερό της λίμνης Βόλβης κυμαίνεται από 22,35 με 23,13 °C και στο παραπυθμένιο νερό από 16,58 με 18,15 °C. Οι υψηλότεροι μέσοι όροι τόσο για το επιφανειακό όσο και παραπυθμένιο νερό καταγράφηκαν για την Σ.Θ.Δ. 531/532 που βρίσκεται στην περιοχή των Λουτρών της Βόλβης και οι χαμηλότερη στην Σ.Θ.Δ. που βρίσκεται στην περιοχή Μικρής-Βόλβης-Ρεντίνας.

Η διακύμανση του διαλυτού οξυγόνου στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης παρουσιάζεται στο Σχήμα 10.1. Είναι σαφές ότι στο παραπυθμένιο νερό της λίμνης η περιεκτικότητα σε διαλυτό οξυγόνο είναι χαμηλή και ιδιαίτερα κατά τις δειγματοληψίες που έγιναν στην περίοδο του 2011. Η κατάσταση ήταν χειρότερη στο παραπυθμένιο νερό της Βόλβης στην περιοχή της Ρεντίνας (κωδικός 536) στην οποία εντός του 2011 η περιεκτικότητα σε διαλυτό οξυγόνο έφθασε το 0,11 ppm.

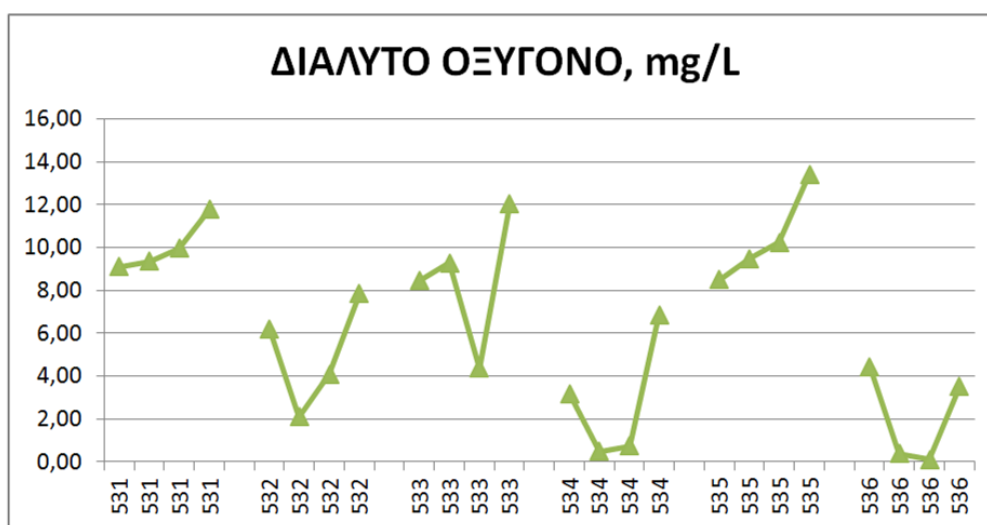
Ένα άλλο σημαντικό ποιοτικό στοιχείο της Βόλβης είναι οι αναγωγικές συνθήκες που επικρατούν στην μεγαλύτερη έκταση της λίμνης και κυρίως στο παραπυθμένιο νερό (οι τιμές Redox έχουν αρνητικό πρόθεμα).

Η διαφάνεια της λίμνης είναι πολύ χαμηλή και κυμαίνεται από 1,0 με 1,7 μέτρα σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας. Το μεγαλύτερο βάθος 19,50 μέτρα βρέθηκε στην περιοχή της Ρεντίνας-Μικρής Βόλβης όπου το βάθος κυμάνθηκε από 18,00 με 19,50 και το μικρότερο βάθος στη περιοχή των Λουτρών όπου κυμάνθηκε από 13,00 με 14,50 μέτρα. Αναφέρεται ότι στο παρελθόν το μέσο βάθος της λίμνης ήταν 20 μέτρα.

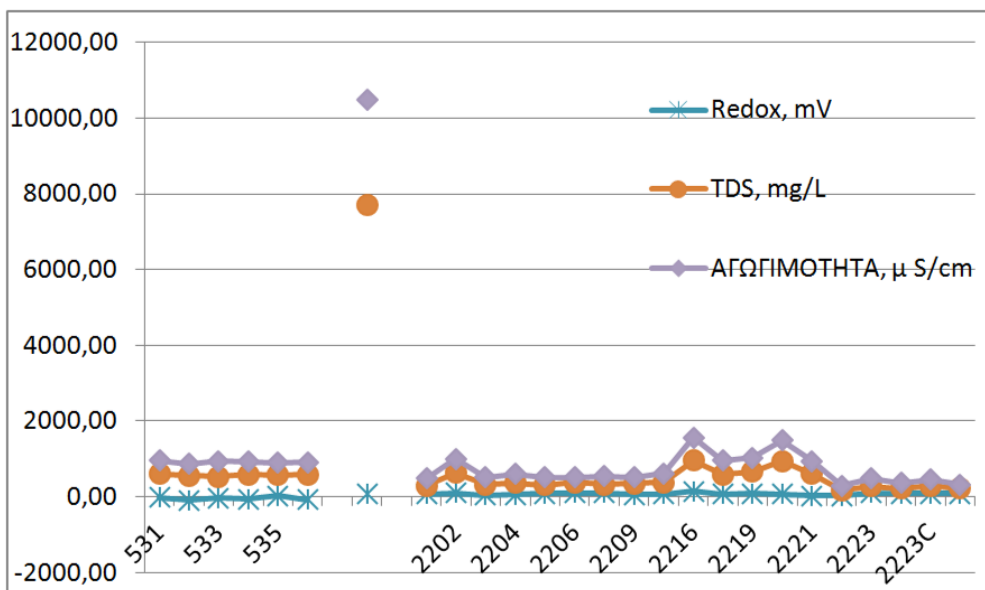
Η διακύμανση των μέσων όρων για το Redox, TDS και αγωγιμότητας στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης παρουσιάζεται στα Σχήματα 10.2. και 10.3. Στο Σχήμα 10.2., λόγω των εξαιρετικά υψηλών τιμών της αγωγιμότητας και TDS στην Σ.Θ.Δ. 541 της Κορώνειας, η όποια παραλλακτικότητα των μέσων όρων μεταξύ των υπολοίπων θέσεων εξαφανίζεται, και

γιαυτό στο Σχήμα 10.3 έχουν αφαιρεθεί τα δεδομένα που αφορούν την Κορώνεια. Η αγωγιμότητα και TDS είναι σε υψηλά σχετικά επίπεδα στην λίμνη Βόλβη και στα ίδια περίπου επίπεδα βρίσκονται οι μέσοι όροι και στα υπόλοιπα επιφανειακά με εξαίρεση τα επιφανειακά νερά που βρίσκονται στην περιοχή της Νυμφόπετρας στα οποία οι αντίστοιχοι μέσοι όροι βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα με την αγωγιμότητα να υπερβαίνει τα 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ενώ οι αντίστοιχοι μέσοι όροι στην λίμνη Βόλβη κυμαίνονται σε επίπεδα χαμηλότερα των 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Στην λίμνη Κορώνεια οι αντίστοιχες τιμές πλησιάζουν τα 8000 mg/L για το TDS και υπερβαίνουν τις 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ για την αγωγιμότητα.

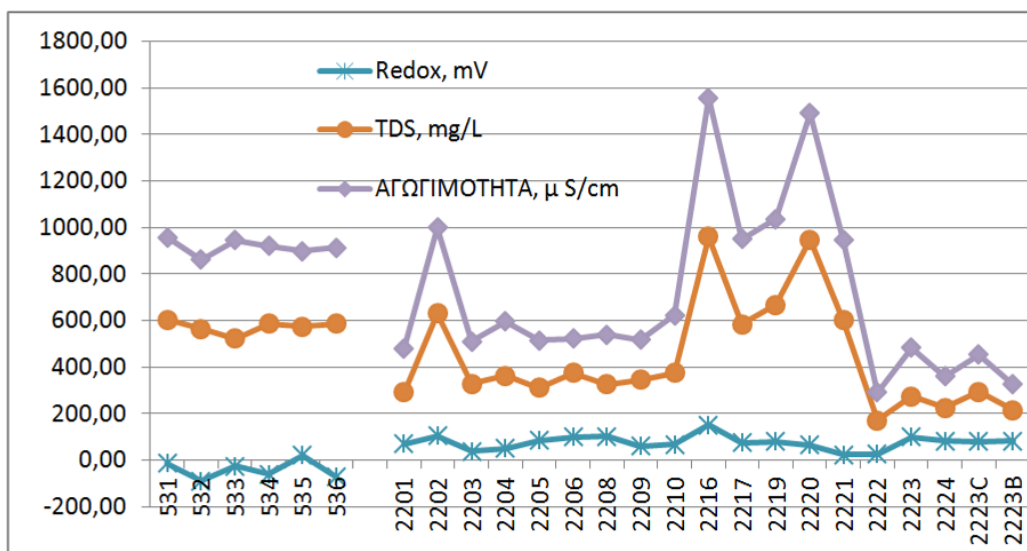
Στο Σχήμα 10.4. παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων του Redox, TDS και της αγωγιμότητας στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας. Στο 50% περίπου των γεωτρήσεων οι τιμές TDS και της αγωγιμότητας στο νερό των γεωτρήσεων βρίσκονται στο ίδιο εύρος τιμών με τις αντίστοιχες τιμές της λίμνης Βόλβης όμως στο υπόλοιπο 50% οι τιμές είναι σε κατά πολύ ανώτερα επίπεδα. Οι γεωτρήσεις αυτές βρίσκονται στην περιοχή της Απολλωνίας και Περιστερώνας. Το Redox επίσης σε μεγάλο ποσοστό των γεωτρήσεων είτε βρίσκεται σε αναγωγικές συνθήκες (έχει αρνητικό πρόθεμα) ή σε πολύ χαμηλά οξειδωτικά επίπεδα (<50 mV).



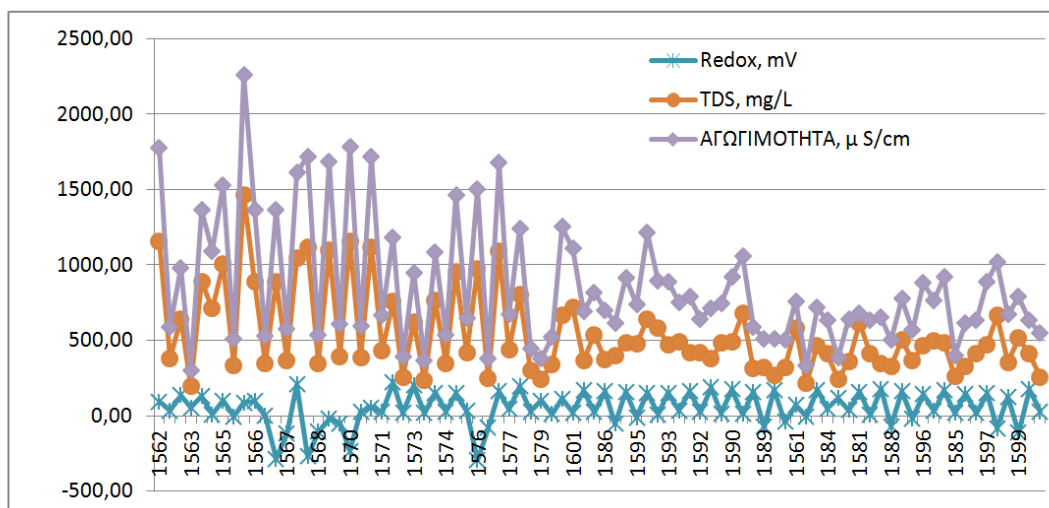
Σχήμα 10.1 Διακύμανση της περιεκτικότητας διαλυτού οξυγόνου κατά τις δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν στους μήνες 9/2010, 6/2011, 9/2011 και 5/2012 στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης. Οι κωδικοί 531, 533 και 535 αφορούν τις θέσεις επιφανειακού νερού και οι κωδικοί με άρτιους αριθμούς ήτοι 532, 534 και 536 τις αντίστοιχες θέσεις του παραπυθμένου νερού.



Σχήμα 10.2 Διακύμανση των μέσων όρων του Redox, TDS και της αγωγιμότητας στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας.



Σχήμα 10.3 Διακύμανση των μέσων όρων του Redox, TDS και της αγωγιμότητας στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας με εξαίρεση την Σ.Θ.Δ. 541 που αφορά την λίμνη Κορώνεια.



Σχήμα 10.4 Διακύμανση των τιμών του Redox, TDS και της αγωγιμότητας στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας.

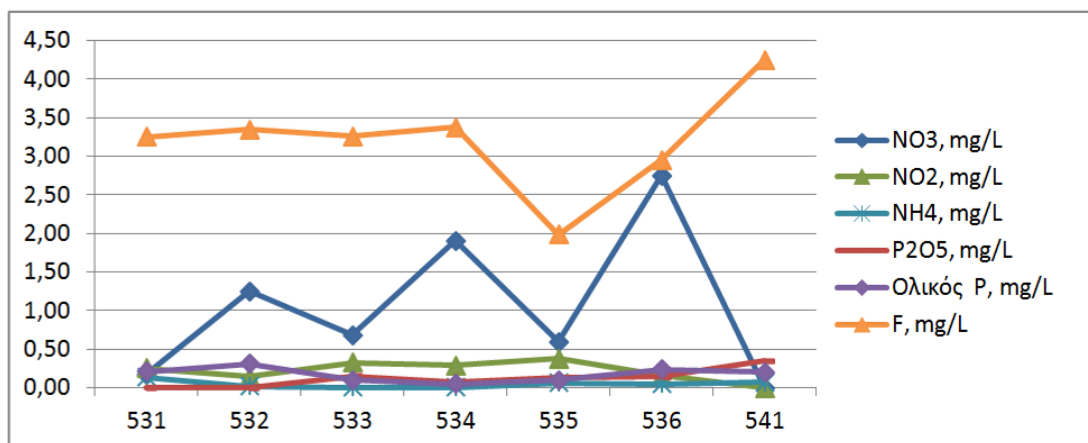
Οι συγκεντρώσεις νιτρικών, με εξαίρεση το επιφανειακό νερό της θέσης 531 και το παραπυθμένιο νερό σε ορισμένες θέσεις, βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα ($>0,5$ ppm) στην λίμνη Βόλβη. Στην θέση 531 και σε ορισμένες παραπυθμένιες θέσεις συχνά οι συγκεντρώσεις νιτρικών βρίσκονται σε επίπεδα χαμηλότερα από το όριο αναφοράς της μεθόδου προσδιορισμού νιτρικών. Όμως είναι ενδιαφέρον ότι οι μέσοι όροι των νιτρικών στις τρεις παραπυθμένιες θέσεις (κωδικοί 532, 534 και 536) βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα από εκείνα των επιφανειακών νερών (Σχήμα 10.5). Ασφαλώς θα πρέπει να αναφερθεί η παντελής έλλειψη νιτρικών από τα δύο δείγματα της Κορώνειας. Οι μέσοι όροι των νιτρωδών, φωσφορικών και ολικού φωσφόρου βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα στις Σ.Θ.Δ. των λιμνών όμως οι μέσοι όροι των φθοριούχων βρίσκονται σε εξαιρετικά υψηλά επίπεδα και κυμαίνονται από 2,5 με 4,5 ppm. Στα υδατοσυστήματα της Μυγδονίας βρέθηκαν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις φθοριούχων μεταξύ όλων των υδατοσυστημάτων που περιλαμβάνονται στο έργο.

Οι μέσοι όροι των νιτρικών δεν υπερβαίνουν τα 20 ppm στις θέσεις των υπόλοιπων επιφανειακών νερών και οι υψηλότεροι μέσοι όροι βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της Απολλωνίας (Σχήμα 10.6). Τα νιτρικά στο μεγαλύτερο αριθμό των γεωτρήσεων δεν υπερβαίνουν τα 40 ppm με εξαίρεση ορισμένες γεωτρήσεις στις οποίες αγγίζουν τα 80 ppm. Η τελευταία ομάδα των γεωτρήσεων (κωδικοί 1563, 1590 και 1595) βρίσκεται στην περιοχή της Απολλωνίας (Σχήμα 10.7). Επίσης σε μία από τις γεωτρήσεις (1566) που βρίσκεται στην περιοχή Λουτρών είναι αυξημένες οι συγκεντρώσεις των υπόλοιπων ανιόντων και κυρίως φωσφορικών, φθοριούχων και ολικού φωσφόρου και κυρίως των φθοριούχων. Οι συγκεντρώσεις φθοριούχων είναι αυξημένες σε αρκετές γεωτρήσεις (Σχήμα 10.7).

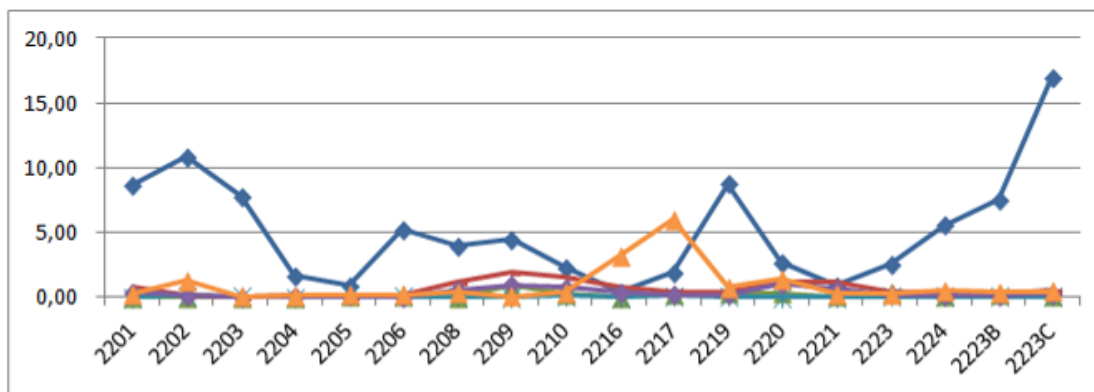
Το χαρακτηριστικό των λιμνών Βόλβης και Κορώνειας είναι οι υψηλές συγκεντρώσεις φθοριούχων σε ολόκληρη την λίμνη Βόλβη αλλά τον υψηλότερο μέσο όρο που αγγίζει τα 4,5

ρητη έχει η λίμνη Κορώνεια (Σχήμα 10.5). Υψηλά είναι τα φθοριούχα και σε ορισμένα στραγγιστικά όπως στον Ρήχιο ποταμό (2202) και σε ορισμένες θέσεις (2216, 2217 και 2220) στην περιοχή της Νυμφόπετρας.

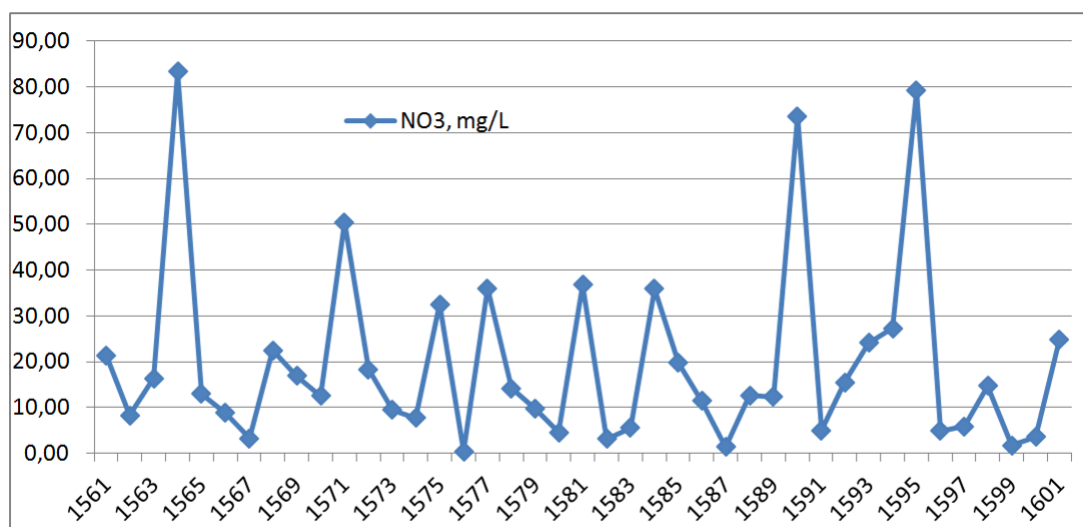
Όλες οι τιμές BOD₅, COD και συγκεντρώσεων χλωροφύλλης στα δείγματα της λίμνης Βόλβης βρίσκονται σε επίπεδα κατώτερα των επιπέδων αναφοράς των αντιστοίχων μεθόδων προσδιορισμού.



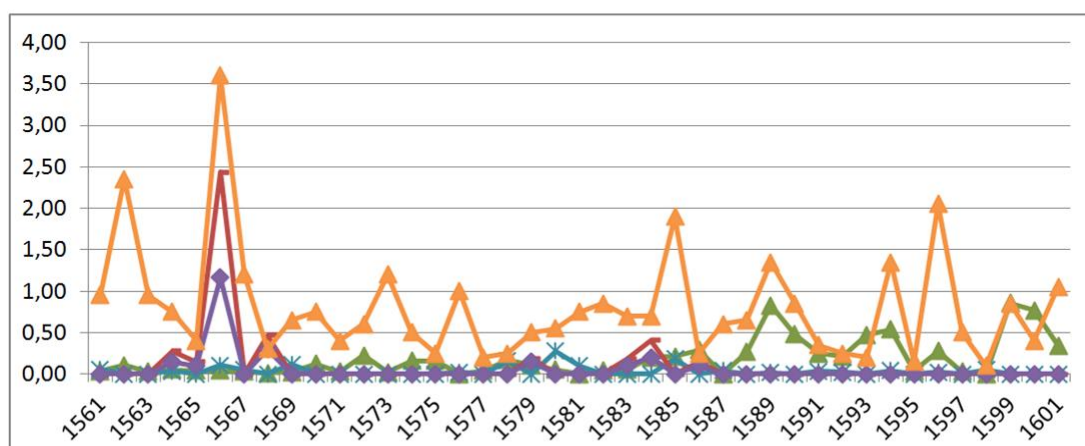
Σχήμα 10.5 Διακύμανση των μέσων όρων των νιτρικών, νιτρικών, αμμωνιακών, φωσφορικών, ολικού φωσφόρου και φθοριούχων και στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης και της λίμνης Κορώνειας (κωδικός 541).



Σχήμα 10.6 Διακύμανση των μέσων όρων των νιτρικών, νιτρικών, αμμωνιακών, φωσφορικών, ολικού φωσφόρου και φθοριούχων και στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας. Η επεξήγηση των συμβόλων δίδεται στο Σχήμα 10.5.



Σχήμα 10.7 Διακύμανση των μέσων όρων των νιτρικών στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας.



Σχήμα 10.8 Διακύμανση των μέσων όρων των νιτρικών, νιτρωδών, αμμωνιακών, φωσφορικών, ολικού φωσφόρου και φθοριούχων στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας. Η επεξήγηση των συμβόλων δίδεται στο Σχήμα 10.5.

Καφεΐνη βρέθηκε στα δείγματα και των δύο λιμνών Βόλβης και Κορώνειας, σε όλες τις γεωτρήσεις και μάλιστα και στις δύο δειγματοληψίες που έγιναν και σε όλες τις υπόλοιπες Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών. Αυτό που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι ότι **καφεΐνη βρέθηκε και σε πολύ βαθιές γεωτρήσεις γιατί όπως αναφέρθηκε ήδη στο δίκτυο των γεωτρήσεων του έργου περιλαμβάνονται και υδρευτικές γεωτρήσεις που κατά κανόνα οι γεωτρήσεις αυτές έχουν φίλτρα και αντλούν νερό μόνο από βαθιά υδροφόρα. Η παρουσία καφεΐνης και στις γεωτρήσεις αυτές σημαίνει ότι η ρύπανση της λεκάνης από αστικά απόβλητα είναι πολύ γενικευμένη.**

Αν και ο αριθμός των δειγμάτων νερών που συλλέχθηκαν στην περίοδο 2010-2012 είναι σχετικά περιορισμένος σε σύγκριση με το αριθμό την Σ.Θ.Δ. που εγκατασταθήκαν στην λεκάνη αυτή εντούτοις ανιχνεύθηκαν έστω και μία φορά 61 γεωργικά φάρμακα τα οποία κατά αλφαβητική

σειρά είναι 2,4-D, acetochlor, a-HCH, alachlor, atrazine, bentazone, bitertanol, boscalid, bupirimate, carbaryl, carbofuran, lindane, chloridazone, chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, chlortoluron, cyfluthrin, cyproconazole, demeton-S-methyl sulphone, d-HCH, difenoconazole, dimethenamid, diphenylamine, ethalfluralin, ethofumesate, etridiazole, fipronil, flonicamid, fluometuron, fluopicolid, flutriafol, folpet, fosthiazate, HCB, imidacloprid, lenacil, linuron, malathion, MCPA, mecoprop, metalaxyl, metazachlor, metribuzin, molinate, myclobutanil, oxadiazon, PCNB, pendimethalin, pirimicarb, pirimiphos methyl, prometryne, propoxur, propyzamide, proquinazide, pymetrozine, S-metolachlor, tebuconazole, terbuthylazine, tralcoxydim, triclopyr και trifloxystrobin. Όμως ελάχιστα γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν σε σημαντικές συγκεντρώσεις και μεταξύ αυτών pendimethalin, propyzamide, molinate, fluometuron, carbaryl, dimethenamid, diphenylamine chlorthal dimethyl και etridiazole. Στην υψηλότερη συγκέντρωση (2,64 ppb) βρέθηκε το ζιζανιοκτόνο pendimethalin, στο ρέμα 2204 που βρίσκεται στο Βασιλούδι και εκβάλλει στην λίμνη Κορώνεια και το propyzamide στην συγκέντρωση του 2,138 ppb στην γεώτρηση 1600 που βρίσκεται στην περιοχή του Προφήτη.

Στα δείγματα της λίμνης Βόλβης ανιχνεύθηκαν τα γεωργικά φάρμακα chlorthal dimethyl, pirimiphos methyl, chlorpyrifos ethyl, S-metolachlor, fluometuron fenvalerate αλλά όμως μόνο το πυρεθροειδές εντομοκτόνο fenvalerate βρέθηκε μία φορά στην συγκέντρωση του 0,162 ppb ενώ οι ανιχνεύσεις των υπολοίπων φαρμάκων ήταν σε χαμηλότερα επίπεδα ή σε ΙΧΝΗ.

Σε ένα από τα δύο δείγματα που πάρθηκαν από την Κορώνεια ανιχνεύθηκε το ζιζανιοκτόνο fluometuron.

Είναι εξαιρετικά υψηλές οι συγκεντρώσεις όλων των παραμέτρων που εξετάσθηκαν στα ιζήματα των λιμνών. Στα ιζήματα της λίμνης Βόλβης βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις **νιτρικών** που στην θέση με κωδικό 536 (περιοχή Ρεντίνας) υπερβαίνουν το 0,5 g/kg, αμμωνιακών επίσης στο ίδιο εύρος τιμών με τα νιτρικά, υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών ειδικά στην θέση με κωδικό 536, χλωριούχων και φθοριούχων και μεταξύ των μετάλλων υπάρχουν υψηλές συγκεντρώσεις **αρσενικού, καδμίου, μαγγανίου, μολύβδου, νικελίου, και χαλκού και φυσικά αργιλίου, καλίου, νατρίου και μαγνησίου.**

Στα ιζήματα της λίμνης Βόλβης βρέθηκαν **οι υψηλότερες συγκεντρώσεις σιδήρου και βορίου** μεταξύ όλων των λιμνών που περιλαμβάνονται στο έργο. Οι συγκεντρώσεις σιδήρου στις θέσεις 532 και 536 ανέρχονται σε 72,6 και 70,5 g/Kg, αντίστοιχα, ενώ η συγκέντρωση στο ίζημα της Κορώνειας είναι 50 g/Kg. Οι συγκεντρώσεις βορίου στις θέσεις 532 και 536 ανέρχονται σε 210 ppm ενώ στο ίζημα της Κορώνειας σε 32,2 ppm.

Οι συγκεντρώσεις **νατρίου, μαγγανίου, μολύβδου και κασσιτέρου** στα ιζήματα της Βόλβης είναι από τις υψηλότερες που βρέθηκαν ενώ οι συγκεντρώσεις νικελίου, χαλκού και ψευδαργύρου βρίσκονται σε μέτρια επίπεδα συγκριτικά με τα επίπεδα που βρέθηκαν στα

ιζήματα των υπολοίπων λιμνών. Επίσης σε χαμηλά σχετικά επίπεδα βρίσκονται και οι συγκεντρώσεις αρσενικού και καδμίου στα ιζήματα της Βόλβης.

Στα ιζήματα της Κορώνειας βρέθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση χλωριούχων (30,9 g/Kg) ενώ η υψηλότερη συγκέντρωση που βρέθηκε στα ιζήματα της Βόλβης είναι 2,5 g/Kg. Επίσης υψηλές είναι και οι συγκεντρώσεις νιτρικών και αμμωνιακών στην λίμνη Κορώνεια και φθοριούχων που ανέρχονται σε 82 ppm ενώ η υψηλότερη συγκέντρωση που βρέθηκε στην Βόλβη ανέρχεται σε 42 ppm και βρέθηκε στην θέση με κωδικό 534. **Επίσης σχετικά υψηλές είναι και οι συγκεντρώσεις αρσενικού (54,4 ppm) όταν η υψηλότερη που βρέθηκε σε ιζήματα λιμνών ανέρχεται σε 67,2 ppm και βρέθηκε σε ιζήματα της λίμνης Βιστωνίδας.** Επίσης σχετικά υψηλή (27,1 ppm) είναι και η συγκέντρωση **καδμίου** που βρέθηκε σε ένα από τα δείγματα των ιζημάτων της Κορώνειας που είναι η τρίτη υψηλότερη συγκέντρωση που βρέθηκε μεταξύ όλων των λιμνών του έργου. Η υψηλότερες συγκεντρώσεις καδμίου βρέθηκαν στην Κερκίνη και Βιστωνίδα. Ενώ η υψηλότερη συγκέντρωση καδμίου που βρέθηκε στα ιζήματα της Βόλβης ανέρχεται σε 5,5 ppm.

Για τα δείγματα της Κορώνειας υπάρχει μεγάλη διαφορά στην σύσταση των δύο δειγμάτων ιζημάτων που αναλύθηκαν και αυτό πρέπει να οφείλεται στον διαφορετικό τρόπο δειγματοληψίας που εφαρμόστηκε για την λήψη του κάθε δείγματος. Το δείγμα της 17/1/2012 με τις κατά πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις για όλες τις παραμέτρους που μετρήθηκαν μας παραδόθηκε στο Εργαστήριο, μαζί με το σχετικό δείγμα νερού και η δειγματοληψία έγινε από προσωπικό του Διαβαλκανικού Κέντρου. Ασφαλώς το δείγμα αυτό πάρθηκε από περιοχή της λίμνης που ακόμη έχει υπερκείμενο όγκο νερού. Το πρώτο δείγμα της 13/5/2011 πάρθηκε από την ομάδα δειγματοληψίας του έργου από προσβάσιμη περιοχή του Αγ. Βασιλείου και από θέση που δεν είχε νερό.

Σε ένα από τα δείγματα της λίμνης Βόλβης ανιχνεύθηκαν και δύο γεωργικά φάρμακα αλλά οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις βρίσκονται στα επίπεδα των ιχνών.

Β. Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και αναλύσεων των δειγμάτων των Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας και Κατηγοριοποίηση υδατοουστημάτων

Η αρδευτική ποιότητα του νερού της λίμνης Βόλβης, με βάση τους ετήσιους μέσους όρους της αγωγιμότητας και τους αντίστοιχους μέσους όρους των τιμών της SAR, είναι Μέση προς Μέτρια ενώ αυτή της Κορώνειας Κακή. Μέση προς Καλή και σε ελάχιστες περιπτώσεις Μέση προς Μέτρια είναι η αρδευτική ποιότητα των ρεμάτων που εκβάλουν είτε στην λίμνη Βόλβη ή στην Κορώνεια. Επίσης Μέση προς Καλή με ελάχιστες περιπτώσεις Μέση προς Μέτρια είναι αρδευτική ποιότητα των γεωτρήσεων.

Υπάρχουν υπερβάσεις του ορίου των 250 mg/L στις συγκεντρώσεις χλωριούχων στην λίμνη Κορώνεια και σε ορισμένα ρέματα όπως αυτά με κωδικούς 2200, 2201, 2215, 2220 και 2227.

Αντίθετα υπερβάσεις του ορίου των θειικών (250 mg/L) βρέθηκε μόνο στην λίμνη Κορώνεια και στο ρέμα με κωδικό 2227.

Οι συγκεντρώσεις βορίου γενικά βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα και υπάρχει υπέρβαση του ορίου του 1,0 ppm μόνο στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης κατά την δειγματοληψία του 2010, στην λίμνη Κορώνεια και στα ρέματα με κωδικούς 2215, 2217 και στην γεώτρηση με κωδικό 1596.

Αρσενικό σε σημαντικές συγκεντρώσεις, χωρίς βέβαια να υπερβαίνουν το όριο του ΕΜΣ-ΠΠΠ, βρέθηκαν σε όλες τις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης. Υπέρβαση του ορίου βρέθηκε μόνο σε μία γεώτρηση με κωδικό 1589.

Κάδμιο δεν βρέθηκε στα υδατοσυστήματα της λεκάνης της Μυγδονίας παρά μόνο σε μία Σ.Θ.Δ. (κωδικός 2223C) στην οποία η μεγίστη συγκέντρωση που βρέθηκε των 1,7 ppb το υπερβαίνει την αντίστοιχη τιμή της ΜΕΣ-ΠΠΠ.

Μόλυβδος βρέθηκε σε πολλές Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Μυγδονίας με υπερβάσεις του ορίου των 7,2 ppb της ΜΕΣ-ΠΠΠ στις θέσεις με κωδικούς 532, 534 και 535 της λίμνης Βόλβης και στα ρέματα 2203, 2208, 2219, 2223 και 2223B. Επίσης μόλυβδος βρέθηκε σε μία γεώτρηση (κωδικός 1577) στην οποία επίσης υπάρχει υπέρβαση του σχετικού ορίου.

Νικέλιο σε χαμηλές συγκεντρώσεις βρέθηκε σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Μυγδονίας αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση των ορίων ΕΜΣ-ΠΠΠ και ΜΕΣ-ΠΠΠ.

Χαλκός και υδράργυρος δεν βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Μυγδονίας σε συγκεντρώσεις ανώτερες των αντίστοιχων ορίων αναφοράς των μεθόδων ανάλυσης με εξαίρεση μία γεώτρηση στην οποία βρέθηκε χαλκός αλλά σε συγκέντρωση που δεν υπερβαίνει το αντίστοιχο όριο του χαλκού για τα υπόγεια νερά.

Χρώμιο βρέθηκε σε ορισμένες θέσεις της λεκάνης Μυγδονίας όπως στις Σ.Θ.Δ. 2223B και 2223C και στις γεωτρήσεις 1585, 1584 και 1593 χωρίς όμως οι συγκεντρώσεις που βρέθηκαν να υπερβαίνουν τα αντίστοιχα όρια.

Ο ψευδάργυρος βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες του αντιστοίχου ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης μόνο στις Σ.Θ.Δ. που βρίσκονται επάνω στον ποταμό της Απολλωνίας. Υπέρβαση του ορίου του ΕΜΣ-ΠΠΠ υπάρχει μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2223. Ο ποταμός της Απολλωνίας, από την άποψη της σκληρότητας του νερού εμπίπτει στην Κατηγορία 4 για την οποία το όριο του ΕΜΣ-ΠΠΠ ανέρχεται σε 75 ppb.

Κασσίτερος σε συγκεντρώσεις υψηλότερες του ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης (50 ppb) βρέθηκε σε ορισμένα από τα επιφανειακά νερά της λεκάνης Μυγδονίας και οι συγκεντρώσεις της ΕΜΣ στις θέσεις με κωδικούς 2200, 2204, 2205, 2206, 2208 και 2223 υπερβαίνουν το όριο της ΕΜΣ-ΠΠΠ των 2,2 ppb.

Το μαγγάνιο είναι πολύ κοινό μέταλλο στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Μυγδονίας. Δεν βρέθηκε μαγγάνιο στο νερό της λίμνης Βόλβης ενώ βρέθηκε σε χαμηλές

συγκεντρώσεις στην λίμνη Κορώνεια. Μεταξύ των Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών υπάρχει υπέρβαση του ορίου των ΕΜΣ των 50 ppb στις θέσεις με κωδικούς 2204, 2209, 2222, 2223, 2223B και 2223C. Σημαντικές συγκεντρώσεις μαγγανίου βρέθηκαν στα υπόγεια νερά της λεκάνης Μυγδονίας. Σε σημαντικό αριθμό γεωτρήσεων (κωδικοί 1562, 1563, 1565, 1566, 1567, 1568, 1569, 1574, 1576, 1579, 1584, 1585, 1587, 1588, 1598 και 1599) βρέθηκαν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου. Όπως προκύπτει οι γεωτρήσεις με τις υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις μαγγανίου βρίσκονται κατά κύριο λόγο στην περιοχή της Απολλωνίας (κωδικοί 1562, 1563, 1565, 1576, 1579, 1585, 1587, 1588), Περιστερώνας (κωδικοί 1566, 1567, 1568, 1569, 1599), Λαγυνά (1574), Στίβου (1584), Βασιλούδι (κωδικός 1598). Η υψηλότερη συγκέντρωση (1,8 ppm) βρέθηκε στην γεώτρηση με κωδικό 1599 της Περιστερώνας.

Ο σίδηρος είναι επίσης ένα μέταλλο σε αφθονία στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Μυγδονίας με υπερβάσεις του ΕΜΣ από το ανώτατο όριο των 200 ppb σε αρκετές θέσεις όπως στις Σ.Θ.Δ. με κωδικούς 2209, 2221, 2222, 2223, και 2223B των επιφανειακών νερών και στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1562, 1565, 1566, 1567, 1588, και 1582. Σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις, χωρίς υπερβάσεις των ΕΜΣ του σχετικού ορίου βρέθηκαν επίσης στις γεωτρήσεις 1563, 1586, 1585, 1572, 1573, και 1579.

Χαμηλές με μέτριες συγκεντρώσεις νιτρικών βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Μυγδονίας όμως σε ορισμένες γεωτρήσεις (κωδικοί 1564, 1581, 1584, 1590, 1595, 1571) οι συγκεντρώσεις υπερβαίνουν το όριο των 50 ppm των ΠΠΠ.

Νιτρώδη βρέθηκαν σε μερικές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης της Μυγδονίας με υπερβάσεις των ΕΜΣ του ορίου των 0,5 ppm στις θέσεις με κωδικούς 535 και 532 της λίμνης Βόλβης και στις θέσεις με κωδικούς 2223, 2220, 2219, 2209 των επιφανειακών νερών και στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1601, 1600, 1599, 1596, 1594, 1593, 1590 και 1589.

Αμμωνιακά βρέθηκαν σε ορισμένες θέσεις του δικτύου της λεκάνης Μυγδονίας σε χαμηλές όμως συγκεντρώσεις και μόνο στην θέση 2205 υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 0,5 ppb.

Φθοριούχα βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της Μυγδονίας με εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης, σε Σ.Θ.Δ. ρεμάτων αλλά και γεωτρήσεων.

Αντιμόνιο δεν βρέθηκε στις γεωτρήσεις της λεκάνης Μυγδονίας. Αργίλιο βρέθηκε σε ορισμένες γεωτρήσεις και σε δύο από αυτές (κωδικοί 1579 και 1573) υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 200 ppb.

Αρκετά γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης περιλαμβάνονται στις ουσίες προτεραιότητας των ΠΠΠ όπως chlorpyrifos ethyl, atrazine, bentazone, HCB, lindane, malathion, 2,4-D, chloridazone, dimethoate, mecoprop και linuron και σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. υπάρχουν υπερβάσεις των ΜΕΣ ή ΕΜΣ-ΠΠΠ. Όμως όλες οι υπερβάσεις

αφορούν το εντομοκτόνο lindane και μόνο σε μία περίπτωση το chlorpyrifos ethyl (κωδικός 2223B).

Στα υπόγεια νερά της λεκάνης ανιχνεύθηκε σημαντικός αριθμός γεωργικών φαρμάκων όπως pymetrozine, flonicamid, propyzamide, ethofumesate, diphenylamine, dimethenamid alachlor, chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, fipronil, imidacloprid, dimethomorph, dimethoate, lindane, α-HCH και d-HCH (είναι ισομερή του εξαχλωροκυκλοεξανίου όπως και το lindane που είναι το γ-ισομερές και συνεπώς υπάρχουν στα σκευάσματα του lindane όταν αυτό δεν είναι καλής ποιότητας), PCNB, propoxur, etridiazole, bentazone, folpet και S-metolachlor. Ορισμένα από τα ανωτέρω γεωργικά φάρμακα όπως τα diphenylamine, chlorthal dimethyl, fipronil, dimethenamid, dimethomorph και propyzamide βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις >0,1 ppb. Στις γεωτρήσεις που βρέθηκαν γεωργικά φάρμακα σε συγκεντρώσεις >0,1 ppb περιλαμβάνονται οι γεωτρήσεις με κωδικούς 1562, 1566, 1571, 1576, 1577, 1579, 1581, 1582, 1592, 1593, 1597 και 1600 δηλαδή πάνω από το 25% των γεωτρήσεων οι συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν υπερβαίνουν το όριο του 0,1 ppb. **Η εικόνα των υπόγειων νερών που προκύπτει με την ευρεία παρουσία γεωργικών φαρμάκων και σε συνδυασμό με τις πληροφορίες που προκύπτουν από την παρουσία και καφεΐνης δείχνει ότι τα υπόγεια υδροφόρα από τα οποία αντλείται νερό είναι σε επικοινωνία με τα επιφανειακά νερά και τα εδάφη της λεκάνης είναι ευαίσθητα στην έκπλυση γεωργικών φαρμάκων.**

Γ. Στατιστική επεξεργασία με Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων των δειγμάτων των Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας.

Στους Πίνακες 10.1 με 10.3 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων που προέκυψαν από τις αναλύσεις υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων με τα Box Plots. Κατά την χρονική περίοδο 2010-2011 μόνο 5 γεωργικά φάρμακα ανιχνεύθηκαν από πέντε φορές και πάνω και στα φάρμακα αυτά περιλαμβάνονται chlorpyrifos ethyl, etridiazole, fluometuron, pirimiphos methyl και S-metolachlor. Στην μεγαλύτερη συχνότητα βρέθηκε το chlorpyrifos ethyl (11 φορές) και με πολύ μικρότερο αριθμό ανιχνεύσεων τα υπόλοιπα. Για την περίοδο αυτή τα δεδομένα είναι πολύ περιορισμένα για να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με το εύρος κατανομής του 75% των συγκεντρώσεων.

Στον Πίνακα 10.2. παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα για το 2012. Κατά την περίοδο αυτή 11 γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν με 5 και πάνω ανιχνεύσεις και τον μεγαλύτερο αριθμό ανιχνεύσεων έχει το ζιζανιοκτόνο chlorthal dimethyl (16 ανιχνεύσεις) και το εντομοκτόνο lindane (16 ανιχνεύσεις) έπεται το chlorpyrifos ethyl με 15 ανιχνεύσεις. **Το εύρος της κατανομής του 75% των συγκεντρώσεων κυμαίνεται από 0,001 με 0,887 ppb** όμως για το molinate υπάρχει μία μέγιστη συγκέντρωση (1,2 ppb) που υπερβαίνει το όριο αυτό. Όμως και πάλι τα δεδομένα είναι πολύ περιορισμένα για να είναι αξιόπιστα για την εκτίμηση της αναπόφευκτης ρύπανσης

που προκαλείται στα επιφανειακά νερά της λεκάνης από την χρησιμοποίηση των γεωργικών φαρμάκων και τον εντοπισμό σημειακών πηγών ρύπανσης.

Στον Πίνακα 10.3 παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα που αφορούν τα υπόγεια νερά. Στα υπόγεια νερά ανιχνεύθηκαν πέντε φορές και πάνω 6 γεωργικά φάρμακα (alachlor, lindane, chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, diphenylamine, fipronil). Όμως στην προκειμένη περίπτωση δεν πρόκειται για εκτίμηση της αναπόφευκτης ρύπανσης αλλά μιας ρύπανσης που δεν θα έπρεπε να υπάρχει σε οποιοδήποτε βαθμό. Στον ίδιο Πίνακα παρουσιάζονται και δεδομένα που αφορούν την καφεΐνη. Ανιχνεύθηκε 58 φορές σε 41 γεωτρήσεις και το εύρος του 75% των συγκεντρώσεων κυμαίνεται από 0,113 με 0,856 ppb και με μία μέγιστη συγκέντρωση στα 10,3 ppb. **Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα στην λεκάνη αυτή είναι η διαχείριση των αστικών αποβλήτων διότι από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι υπάρχει γενικευμένη ρύπανση των υπόγειων νερών. Ο κίνδυνος δεν εγκυμονείτε από την καφεΐνη, η καφεΐνη είναι ένας απλός δείκτης, όμως η παρουσία της καφεΐνης υποδηλώνει ότι και άλλες ουσίες όπως διάφορα φαρμακευτικά προϊόντα (ορμόνες, αντιβιοτικά και άλλα προϊόντα) που βρίσκονται στα αστικά απόβλητα και δεν μεταβολίζονται εύκολα ενδεχομένως φθάνουν στα υπόγεια υδροφόρα απ' όπου αντλείται το πόσιμο νερό για την υδροδότηση των Δήμων και Κοινοτήτων της λεκάνης.**

Πίνακας 10.1. Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Βόλβης - Λαγκαδά 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)
chlorpyrifos ethyl	11	0,015	0,001	0,038	0,116	0,01
Etridiazole	7	-	-	-	-	12,0
Fluometuron	7	0,143	0,001	0,474	0,954	6,61
pirimiphos methyl	5	0,018	0,01	0,026	0,029	0,0016
S-metolachlor	5	0,017	0,001	0,04	0,041	0,16

Πίνακας 10.2 Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Βόλβης - Λαγκαδά 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)
Acetochlor	10	0,044	0,033	0,056	0,062	0,059
alachlor	11	0,034	0,019	0,048	0,063	1,0
c-HCH (lindane)	16	0,064	0,038	0,091	0,143	0,29

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	15	0,005	0,001	0,011	0,035	0,01
chlorthal dimethyl	16	0,19	0,106	0,274	0,499	1,12
Ethofumasate	7	-	-	-	-	6,40
Etridiazole	8	0,058	0,001	0,167	0,375	12,0
fluometuron	6	0,137	0,002	0,272	0,31	6,61
HCB	5	-	-	-	-	0,03
Molinate	5	0,239	0,001	0,887	1,173	7,60
Terbuthylazine	6	0,01	0,001	0,22	0,005	0,26

Πίνακας 10.3 Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Βόλβης - Λαγκαδά κατά την περίοδο 2010-2012

Γεωργικό Φάρμακο	Αριθμός ανιχνεύσεων (2010-2012)	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)
alachlor	5	-	-	-	-	1,0
caffeine	58	0,485	0,113	0,856	10,257	-
c-HCH (lindane)	5	0,012	0,001	0,038	0,05	0,29
chlorpyrifos ethyl	12	-	-	-	-	0,01
chlorthal dimethyl	10	0,003	0,001	0,009	0,027	1,12
Diphenylamine	12	0,185	0,0744	0,295	0,531	4,0
Fipronil	15	0,032	0,005	0,06	0,181	0,002

Δ. Συγκριτική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων που αφορούν τα υδατοσυστήματα των λιμνών Βόλβης και Κορώνειας

Στους Πίνακες 10.4. και 10.5. παρουσιάζονται τα συγκριτικά αποτελέσματα των 1999-2000 και 2010-2012 των φυσικοχημικών παραμέτρων στο επιφανειακό και παραπυθμένιο νερό της λίμνης Βόλβης, 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).

Από τον Πίνακα 10.4. που αφορά το επιφανειακό νερό της λίμνης Βόλβης προκύπτει ότι κατά την περίοδο 2010-2012 ελάχιστες παράμετροι παρέμειναν στα ίδια επίπεδα της περιόδου 1999-2000 και μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται το TDS, αλατότητα, οι συγκεντρώσεις νιτρικών, αμμωνιακών και φωσφορικών, η SAR, οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων καλίου, νατρίου, νικελίου, πυριτίου και βορίου.

Την περίοδο 2010-2012 παρατηρείται αύξηση του μέσου όρου των φθοριούχων, αργιλίου, ασβεστίου, μαγγανίου, σιδήρου, χρωμίου, και μολύβδου ιδιαίτερα στην θέση 535 και την

εμφάνιση υδραργύρου στην θέση 533 που βρίσκεται περίπου στην κεντρική περιοχή της λίμνης, περίπου ανοιχτά της Απολλωνίας. Αντίθετα την περίοδο 2010-2012 παρατηρείται σημαντική αύξηση στην διαφάνεια της λίμνης που από 0,9 μέτρα που ήταν την περίοδο 1999-2000 αυξήθηκε στα 1,3-1,5 μέτρα σε όλη την έκταση της λίμνης. Όμως την περίοδο 2010-2012 υπάρχει σημαντική μείωση του Redox και μάλιστα στις θέσεις με κωδικούς 531 και 533 το Redox έχει αρνητικό πρόθεμα και στις θέσεις 531 και 535 υπάρχει υπερκορεσμός σε οξυγόνο.

Στον Πίνακα 10.5. παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα για το παραπυθμένο νερό. Οι αυξομειώσεις μετάλλων και ανιόντων είναι παρόμοιες με εκείνες των επιφανειακών νερών όμως οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο περιόδων είναι η περαιτέρω μείωση του διαλυτού οξυγόνου κατά την περίοδο 2010-2012 με αποτέλεσμα ο % κορεσμός σε οξυγόνο ειδικά στις θέσεις 534 και 536 να είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα με μέσους όρους <28%.

Επίσης στο παραπυθμένο νερό υπάρχει περαιτέρω μείωση του Redox με αποτέλεσμα η λίμνη και στις τρεις θέσεις του παραπυθμένου νερού να έχει ισχυρά αναγωγικές συνθήκες.

Παρά το γεγονός ότι, όπως προκύπτει από τα ανωτέρω, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού της λίμνης Βόλβης έχουν υποβαθμιστεί περαιτέρω κατά την τελευταία περίπου δεκαετία η στάθμη νερού έχει αυξηθεί κατά μέσο όρο από 1,3 με 4,6 μέτρα.

Τα συγκριτικά αποτελέσματα για την λίμνη Κορώνεια παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.6. Ο μέσος όρος της θερμοκρασία της περιόδου 2010-2012 είναι ενδεικτικός διότι το ένα από τα δύο δείγματα που αναλύθηκαν είχε παραδοθεί στο εργαστήριο και η θερμοκρασία που μετρήθηκε ήταν ενδεικτική. Το ίδιο ισχύει και την περιεκτικότητα σε διαλυτό οξυγόνο όπως και % κορεσμό σε οξυγόνο διότι οι μετρήσεις της περιόδου 2010-2012 δεν έγιναν επιτόπου. Όσον αφορά τις υπόλοιπες παραμέτρους αυτό που είναι σαφές από τον Πίνακα είναι ότι, **λόγω της ισχυρής συμπίκνωσης του νερού πολλά από τα μεταλλικά στοιχεία (αρσενικό, μόλυβδος, σίδηρος, χρώμιο, ψευδάργυρος και χαλκός) που υπήρχαν στην περίοδο 1999-2000 ενδεχομένως έχουν καθιζάνει (salting out effect). Όμως, παραδόξως οι τιμές της αγωγιμότητας και οι συγκεντρώσεις του TDS είναι αυξημένες πάνω από 200% κατά την περίοδο 2010-2011 σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές της περιόδου 1999-2000.**

Πίνακας 10.4 Συγκριτική αξιολόγηση των μέσων όρων παραμέτρων τις τρεις Σ.Θ.Δ. επιφανειακού νερού της λίμνης Βόλβης και αφορούν τις χρονικές περιόδους 1999-2000 και 2010-2012.

Έτη Έρευνας	2010-2012			1999-2000		
Σ.Θ.Δ.	531	533	535	33A	34A	35A
pH	8,4±0,4	8,6±0,2	8,7±0,1	9,1±0,1	9,1±0,1	9,1±0,1
Θ, °C	23,1±2,5	22,8±2,3	22,4±2,3	20,1±5,0	19,9±5,2	20,3±5,2
Διαλυτό οξυγόνο (mg/L)	10,1±1,2	8,5±3,2	10,4±2,1	8,3±1,8	8,2±2,1	8,8±1,8
Κορεσμός %	126,6±26,6	99,6±35,3	119,5±25,1	91,7±22,7	89,3±26,3	96,8±22,8

Έτη Έρευνας	2010-2012			1999-2000		
Δίσκος Secchi, m	1,4±0,3	1,5±0,3	1,3±0,4	0,9±0,2	0,9±0,2	0,9±0,2
Redox, mV	-14±189	-26±235	20±125	336±19	339±20	333±11
TDS, mg/L	603±44	523±137	573±94	604±7	605±8	604±8
Αγωγιμότητα, $\mu\text{S}/\text{cm}$	957±36	946±42	899±112	1130±17	1134±23	1135±21
Αλατότητα, PSU	0,38±0,06	0,38±0,05	0,33±0,15	0,33±0,05	0,33±0,05	0,33±0,05
F, mg/L	3,26±2,16	3,26±1,99	1,99±2,21	1,57±0,67	1,70±0,67	1,60±0,61
Cl, mg/L	84,2±16,9	99,3±23,9	108,6±30,9	135,2±20,5	146,1±11,7	132,0±7,0
Br, mg/L	-	-	-	0,53±0,49	0,59±0,60	0,62±0,64
NO ₂ , mg/L	0,26±0,37	0,33±0,25	0,38±0,47	0,09±0,14	0,05±0,08	0,10±0,14
NO ₃ , mg/L	0,18±0,36	0,68±0,51	0,60±0,57	0,36±0,27	0,29±0,20	0,45±0,32
NH ₄ , mg/L	0,14±0,23	0,01±0,02	0,06±0,09	0,05±0,04	0,03±0,03	0,03±0,02
P ₂ O ₅ , mg/L	-	0,15±0,30	0,13±0,26	0,19±0,03	0,15±0,06	0,17±0,07
SO ₄ , mg/L	45±5	48±9	47±5	73±11	83±14	70±6
Αλκαλικότητα, (mg CaCO ₃ /L)	258±76	292±50	265±69	323±6	324±14	324±8
SAR	4,47±0,25	5,05±1,35	4,76±1,22	5,6±1,2	4,1±2,53	5,8±0,8
Al, $\mu\text{g}/\text{L}$, διαλυτό	-	43,50±87,00	34,75±69,50	32,17±30,06	28,93±15,92	45,00±41,58
Al, $\mu\text{g}/\text{L}$, ολικό	4638,8±9277,5	2313,8±4627,5	2401,3±4802±5	168,7±105,8	255,7±189,5	177,3±136,0
Sb, $\mu\text{g}/\text{L}$	-	-	-	0,55±0,06	0,53±0,05	0,50±0,00
As, $\mu\text{g}/\text{L}$	-	-	-	4,13±1,30	4,30±1,15	4,18±1,67
Ca, mg/L	39,53±26,12	29,45±15,56	34,20±16,38	16,55±6,74	16,23±7,52	16,30±6,81
Cd, $\mu\text{g}/\text{L}$, διαλυτό	-	-	-	0,58±0,15	0,55±0,10	0,53±0,05
Cd, $\mu\text{g}/\text{L}$, ολικό	-	-	-	1,05±0,91	0,60±0,14	1,08±0,90
K, mg/L	7,88±1,00	8,01±1,18	7,83±0,97	7,58±0,67	7,58±0,52	7,45±0,66
Mn, $\mu\text{g}/\text{L}$, διαλυτό	-	-	-	4,85±4,16	5,50±3,88	4,83±2,13
Mn, $\mu\text{g}/\text{L}$, ολικό	70,00±140,00	50,00±100,00	53,75±107,50	39,50±15,24	33,55±15,83	28,20±16,59
Mg, mg/L	34,04±11,70	36,51±7,22	32,61±10,74	38,38±15,81	38,85±14,94	38,30±13,25
Pb, $\mu\text{g}/\text{L}$, διαλυτό	1,25±2,50	1,25±2,50	9,10±10,36	1,94±0,89	1,50±0,47	1,53±0,55
Pb, $\mu\text{g}/\text{L}$, ολικό	-	-	7,15±14,30	2,77±1,11	6,28±8,05	2,40±0,98
Na, mg/L	155,63±31,95	169,63±26,39	156,83±30,32	171,9±9,8	170,9±8,89	175,5±8,9
Ni, $\mu\text{g}/\text{L}$, διαλυτό	1,28±2,55	-	1,50±3,00	3,00±1,73	3,23±1,37	3,43±2,48
Ni, $\mu\text{g}/\text{L}$, ολικό	13,50±27,00	-	8,63±17,25	4,43±1,69	5,07±1,90	4,27±3,10
Se, $\mu\text{g}/\text{L}$	-	-	-	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00
Si, mg/L	0,74±1,47	0,44±0,89	-	0,50±0,52	0,57±0,55	0,53±0,58
Fe, $\mu\text{g}/\text{L}$, διαλυτό	-	-	-	67,93±56,70	108,6±56,42	60,20±56,19
Fe, $\mu\text{g}/\text{L}$, ολικό	4532,5±9065,0	3110,0±6220,0	2322,5±4382,4	459,5±435,8	400,2±342,1	124,8±194,6
Hg, $\mu\text{g}/\text{L}$	-	0,71±1,43	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Cr, $\mu\text{g}/\text{L}$, διαλυτό	-	-	-	3,15±2,30	2,10±0,119	3,13±2,25
Cr, $\mu\text{g}/\text{L}$, ολικό	90,38±180,75	44,38±88,75	70,38±140,75	3,98±2,66	2,86±0,70	3,88±2,89
Zn, $\mu\text{g}/\text{L}$, διαλυτό	-	-	-	60,25±45,17	77,38±27,82	68,08±42,44
Zn, $\mu\text{g}/\text{L}$, ολικό	-	-	1478,75±2957,50	870,78±688,35	920,0±696,72	866,8±683,0

Έτη Έρευνας	2010-2012			1999-2000		
Cu, mg/L	-	-	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Βόριο, mg/L	0,65±0,71	0,78±0,71	0,70±0,86	0,32±0,07	0,33±0,09	0,26±0,13

Πίνακας 10.5 Συγκριτική αξιολόγηση των μέσων όρων παραμέτρων στις τρεις Σ.Θ.Δ. παραπυθμένιου νερού της λίμνης Βόλβης και αφορούν τις χρονικές περιόδους 1999-2000 και 2010-2012.

Έτη Έρευνας	2010-2012			1999-2000		
Σ.Θ.Δ.	532	534	536	33B	34B	35B
pH	8,3±0,3	8,4±0,5	8,1±0,6	9,1±0,1	9,1±0,2	8,9±0,1
Θ, °C	18,2±3,0	17,3±2,2	16,6±2,7	19,4±5,6	19,6±5,3	19,5±5,4
Διαλυτό οξυγόνο (mg/L)	5,1±2,5	2,8±3,0	2,1±2,2	6,4±0,7	6,5±1,4	6,0±0,7
Κορεσμός %	53,5±25,2	27,5±31,7	23,5±25,0	75,9±12,5	69,6±9,3	65,2±6,0
Βάθος, m	13,4±0,8	16,6±0,6	19,0±0,7	12	12	17
Redox, mV	-90±300	-61±211	-72±203	332±11	334±20	336±15
TDS, mg/L	565±85	587±54	587±73	604±7	605±8	605±7
Αγωγιμότητα, μS/cm	863±137	921±69	912±50	1130±17	1128±13	1130±12
Αλατότητα, PSU	0,32±0,15	0,37±0,05	0,34±0,10	0,33±0,05	0,33±0,05	0,33±0,05
F, mg/L	3,35±1,96	3,38±1,59	2,95±2,05	1,53±0,73	1,61±0,65	1,58±0,71
Cl, mg/L	90,8±23,9	94,2±20,1	92,2±25,3	136,0±1,6	144,2±16,4	141,0±21,0
Br, mg/L	-	-	-	0,99±0,76	0,54±0,65	0,59±0,58
NO ₂ , mg/L	0,15±0,30	0,29±0,23	0,16±0,16	0,09±0,14	0,07±0,11	0,06±0,09
NO ₃ , mg/L	1,25±1,68	1,93±1,98	2,75±2,87	0,40±0,27	0,44±0,39	0,45±0,44
NH ₄ , mg/L	0,02±0,03	0,01±0,02	0,05±0,10	0,04±0,03	0,03±0,02	0,07±0,09
P ₂ O ₅ , mg/L	-	0,08±0,16	0,15±0,29	0,19±0,01	0,21±0,08	0,29±0,14
SO ₄ , mg/L	49±10	42,1±9,1	44±12	74±10	78±9	76±19
Αλκαλικότητα, (mg CaCO ₃ /L)	269±78	241±84	272±87	320±16	321±8	323±9
SAR	4,63±0,35	4,40±0,37	4,26±1,16	5,55±1,00	5,3±1,1	5,78±0,9
Al, μg/L, διαλυτό	-	-	78,25±156,50	33,50±24,28	39,87±29,46	48,67±41,99
Al, μg/L, ολικό	4388,8±8777,5	2476,3±4952,5	2258,8±4287,3	214,3±115,6	191,7±87,80	229,3±148,6
Sb, μg/L	-	-	-	0,61±0,13	0,53±0,07	0,53±0,05
As, μg/L	-	-	-	4,22±1,26	4,08±1,17	4,67±1,59
Ca, mg/L	37,60±23,27	32,05±17,32	31,58±10,99	16,58±7,32	15,70±7,04	15,88±7,04
Cd, μg/L, διαλυτό	-	-	-	0,50±0,00	0,53±0,05	0,63±0,25
Cd, μg/L, ολικό	-	-	-	1,79±2,28	0,73±0,45	1,23±1,09
K, mg/L	8,64±1,30	8,09±2,38	6,13±4,21	7,70±0,67	7,53±0,68	8,50±1,56
Mn, μg/L, διαλυτό	-	-	-	5,13±4,12	17,35±21,29	29,00±9,38
Mn, μg/L, ολικό	192,50±385,00	56,25±112,50	62,50±125,00	47,20±15,51	114,2±134,8	80,63±59,20
Mg, mg/L	35,53±7,74	36,25±8,17	34,58±3,39	37,80±13,53	37,68±13,28	45,25±29,73
Pb, μg/L, διαλυτό	4,25±5,68	2,08±4,15	-	2,38±1,26	1,35±0,40	1,95±1,07
Pb, μg/L, ολικό	-	-	-	3,05±1,16	2,13±0,68	2,75±0,63
Na, mg/L	162,3±16,7	151,48±21,48	146,05±40,47	172,5±10,19	168,6±2,84	196,8±54,99
Ni, μg/L, διαλυτό	-	-	-	2,53±0,50	9,33±12,70	2,00±0,00

Έτη Έρευνας	2010-2012			1999-2000		
Ni, µg/L, ολικό	-	-	-	3,67±0,74	5,00±2,95	4,37±3,04
Se, µg/L	-	-	-	1,00±0,00	1,00±0,00	1,00±0,00
Si, mg/L	0,87±1,06	1,56±0,46	0,65±0,75	0,43±0,49	0,45±0,48	0,47±0,55
Fe, µg/L, διαλυτό	-	-	-	71,10±44,84	53,93±33,93	93,23±61,34
Fe, µg/L, ολικό	3173,8±6345,5	1327,5±2655,0	2818,8±5637,5	477,3±435,6	615,8±629,2	229,6±379,3
Hg, µg/L	-	-	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Cr, µg/L, διαλυτό	-	-	-	2,63±1,25	2,00±0,00	3,20±2,40
Cr, µg/L, ολικό	34,63±69,25	11,50±23,00	28,50±57,00	4,35±2,32	2,97±0,66	4,33±4,07
Zn, µg/L, διαλυτό	-	-	-	67,38±44,67	135,63±142,56	110,05±124,61
Zn, µg/L, ολικό	-	442,50±885,00	-	841,23±707,26	829,20±709,99	736,5±602,5
Cu, mg/L	-	-	-	0,10±0,00	0,10±0,00	0,10±0,00
Βόριο, mg/L	0,59±0,58	0,57±0,58	0,76±0,64	0,30±0,04	0,39±0,19	0,28±0,08

Πίνακας 10.6 Συγκριτική αξιολόγηση των μέσων όρων παραμέτρων σε μία Σ.Θ.Δ. νερού της λίμνης Κορώνειας και αφορούν τις χρονικές περιόδους 1999-2000 και 2010-2012.

Έτη Έρευνας	2010-2012	1999-2000
Σ.Θ.Δ.	541	31A
pH	9,1±0,1	9,3±0,4
Θ, °C	13,2±4,8	17,3±5,5
Διαλυτό οξυγόνο (mg/L)	11,99±0,35	2,1±3,9
Κορεσμός %	119,5±18,5	20,0±36,6
Redox, mV	72±156	325±31
TDS, mg/L	7705±2065	>2000
Αγωγιμότητα, µS/cm	10475±5126	4067±4833
Αλατότητα, PSU	5,93±3,15	5,53±2,19
F, mg/L	4,25±1,48	1,87±2,17
Cl, mg/L	1413±542	1887±1057
Br, mg/L	-	2,15±2,68
NO ₂ , mg/L	-	0,22±0,35
NO ₃ , mg/L	-	0,52±0,64
NH ₄ , mg/L	0,08±0,11	0,46±0,72
P ₂ O ₅ , mg/L	0,35±0,49	2,10±0,94
SO ₄ , mg/L	1623±1085	355±191
Αλκαλικότητα, (mg CaCO ₃ /L)	403±194	1838±1464
SAR	12,72±12,66	56,75±21
Al, µg/L, διαλυτό	-	126,7±122,8
Al, µg/L, ολικό	-	1018±1395
Sb, µg/L	-	1,55±1,26
As, µg/L	-	21,12±34,53
Ca, mg/L	31,70±19,52	11,33±11,94
Cd, µg/L, ολικό	-	3,24±1,87
K, mg/L	41,55±7,71	34,13±17,04
Mn, µg/L, διαλυτό	19,25±27,22	8,57±1,63
Mn, µg/L, ολικό	-	81,83±65,36
Mg, mg/L	250,4±91,5	117,7±102,1
Pb, µg/L, διαλυτό	-	5,90±7,15
Pb, µg/L, ολικό	-	10,17±9,61
Na, mg/L	1374±654	2436±821
Ni, µg/L, διαλυτό	3,00±4,24	8,13±4,63

Έτη Έρευνας	2010-2012	1999-2000
Ni, µg/L, ολικό	-	16,13±6,29
Se, µg/L	-	1,43±0,36
Si, mg/L	-	1,47±1,07
Fe, µg/L, διαλυτό	-	89,00±50,48
Fe, µg/L, ολικό	-	3483±3998
Hg, µg/L	-	0,71±0,48
Cr, µg/L, διαλυτό	-	4,27±3,94
Cr, µg/L, ολικό	-	16,86±14,18
Zn, µg/L, διαλυτό	-	100,3±78,03
Zn, µg/L, ολικό	-	541,7±535,3
Cu, mg/L	-	0,10±0,00
Βόριο, mg/L	1,42±0,45	3,86±1,71

Ε. Οικοτοξικολογική αξιολόγηση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας.

Η αξιολόγηση του κινδύνου έγινε με βάση τον Συντελεστή Κινδύνου (Risk Quotient, RQ). Όπως αναφέρθηκε, ο συντελεστής κινδύνου RQ υπολογίσθηκε 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 περίοδο εκτέλεσης του έργου από τις αναλύσεις όλων των δειγμάτων που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν για υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων έγιναν 155 εγγραφές από τις οποίες μόνο στις 111 οι συγκεντρώσεις των υπολειμμάτων ήταν σε επίπεδα ανώτερα από τα αντίστοιχα LOQs των φαρμάκων και μεταξύ αυτών **μόνο σε 22 περιπτώσεις υπήρξε οικοτοξικολογικός κίνδυνος για τους υδρόβιους οργανισμούς**. Οι 6 από τις 22 περιπτώσεις αφορούν την λίμνη Βόλβη λόγω της παρουσίας κατά καιρούς έστω και χαμηλών συγκεντρώσεων του οργανοφωσφορικού εντομοκτόνου pirimiphos methyl αλλά κυρίως λόγω του πυρεθροειδούς εντομοκτόνου fenvalerate. Μεταξύ των υπολοίπων 16 περιπτώσεων οικοτοξικολογικού κινδύνου οι 6 θα μπορούσαν να αφορούσαν κίνδυνο από υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων σε υπόγεια νερά αν τα υπόγεια αυτά νερά τροφοδοτούσαν επιφανειακά δίκτυα νερών. Συνεπώς μόνο οι 10 περιπτώσεις κινδύνου στην περίοδο σχεδόν 30 μηνών προήλθαν από την παρουσία υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων σε ρέματα, χείμαρρους και ποταμούς της λεκάνης.

11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. Οι μέσοι όροι του pH στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης κυμαίνονται από 8,0 με 8,50 περίπου ενώ στην λίμνη Κορώνεια ο αντίστοιχος μέσος όρος υπερβαίνει το 9,0.
2. Ο μέσος όρος της θερμοκρασία στο επιφανειακό νερό της λίμνης Βόλβης κυμαίνεται από 22,35 με 23,13 °C και στο παραπυθμένιο από 16,58 με 18,15 °C. Οι υψηλότεροι μέσοι όροι τόσο για το επιφανειακό όσο και παραπυθμένιο νερό καταγράφηκαν για την Σ.Θ.Δ. 531/532 που βρίσκεται στην περιοχή των Λουτρών της Βόλβης και οι χαμηλότεροι στις Σ.Θ.Δ. που βρίσκεται στην περιοχή Μικρής-Βόλβης-Ρεντίνας.
3. Στο παραπυθμένιο νερό της λίμνης Βόλβης η περιεκτικότητα σε διαλυτό οξυγόνο είναι χαμηλή και μάλιστα κατά τις δειγματοληψίες του 2011 μετρήθηκε η τιμή του 0,11 ppm στο παραπυθμένιο νερό της θέσης 535/536. Φυσικά και ο % κορεσμός σε οξυγόνο βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα.
4. Ένα άλλο σημαντικό ποιοτικό στοιχείο της λίμνης Βόλβης είναι οι αναγωγικές συνθήκες που επικρατούν στην μεγαλύτερη έκταση της λίμνης και κυρίως στο παραπυθμένιο νερό γεγονός που υποδηλώνει έντονη μικροβιακή δραστηριότητα και αποδόμηση οργανικής ύλης. Αυτό είναι σε συμφωνία με την έλλειψη ή πολύ χαμηλή περιεκτικότητα του νερού σε διαλυτό οξυγόνο, που αναφέρθηκε παραπάνω, λόγω της κατανάλωσής του από την μικροβιακή δραστηριότητα.
5. Η διαφάνεια της λίμνης Βόλβης είναι πολύ χαμηλή και κυμαίνεται από 1,0 με 1,7 μέτρα σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας.
6. Το μεγαλύτερο βάθος (στάθμη νερού) 19,50 μέτρα βρέθηκε στην περιοχή της Ρεντίνας-Μικρής Βόλβης όπου το βάθος κυμάνθηκε από 18,00 με 19,50 και το μικρότερο βάθος στη περιοχή των Λουτρών όπου κυμάνθηκε από 13,00 με 14,50 μέτρα.
7. Η αγωγιμότητα και TDS είναι σε υψηλά σχετικά επίπεδα στην λίμνη Βόλβη και πολύ υψηλότερα στην Κορώνεια. Σε υψηλά επίπεδα βρίσκονται οι μέσοι όροι και στα υπόλοιπα επιφανειακά νερά και ειδικότερα σε αυτά που βρίσκονται στην περιοχή της Νυμφόπετρας στα οποία οι αντίστοιχοι μέσοι όροι βρίσκονται σε κατά πολύ υψηλότερα επίπεδα με την αγωγιμότητα να υπερβαίνει τα 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ενώ οι αντίστοιχοι μέσοι όροι στην λίμνη Βόλβη κυμαίνονται σε επίπεδα χαμηλότερα των 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Στην λίμνη Κορώνεια οι αντίστοιχες τιμές πλησιάζουν τα 8.000 mg/L για το TDS και υπερβαίνουν τις 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ για την αγωγιμότητα.
8. Στο 50% περίπου των γεωτρήσεων οι τιμές TDS και της αγωγιμότητας στο νερό των γεωτρήσεων βρίσκονται στο ίδιο εύρος τιμών με τις αντίστοιχες τιμές της λίμνης Βόλβης όμως στο υπόλοιπο 50% οι τιμές είναι σε κατά πολύ ανώτερα επίπεδα. Οι γεωτρήσεις αυτές βρίσκονται στην περιοχή της Απολλωνίας και Περιστερώνας. Το Redox επίσης σε

μεγάλο ποσοστό των γεωτρήσεων είτε βρίσκεται σε αναγωγικά επίπεδα ή πολύ χαμηλά οξειδωτικά επίπεδα (<50 mV).

9. Η αρδευτική ποιότητα του νερού της λίμνης Βόλβης είναι Μέση προς Μέτρια ενώ αυτή της Κορώνειας Κακή. Μέση προς Καλή και σε ελάχιστες περιπτώσεις Μέση προς Μέτρια είναι η αρδευτική ποιότητα των ρεμάτων που εκβάλουν είτε στην λίμνη Βόλβη ή στην Κορώνεια. Επίσης Μέση προς Καλή με ελάχιστες περιπτώσεις Μέση προς Μέτρια είναι αρδευτική ποιότητα των γεωτρήσεων.
10. Υπάρχουν υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις χλωριούχων στην λίμνη Κορώνεια και σε ορισμένα ρέματα όπως αυτά με κωδικούς 2200, 2201, 2215, 2220 και 2227. Αντίθετα υπερβάσεις του ορίου των θειικών βρέθηκαν μόνο στην λίμνη Κορώνεια και στο ρέμα με κωδικό 2227.
11. Οι συγκεντρώσεις βορίου γενικά βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα και υπάρχει υπέρβαση του ορίου του 1,0 ppm μόνο στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης κατά την δειγματοληψία του 2010, στην λίμνη Κορώνεια και στα ρέματα με κωδικούς 2215, 2217 και στην γεώτρηση με κωδικό 1596.
12. Αρσενικό σε σημαντικές συγκεντρώσεις, χωρίς βέβαια να υπερβαίνουν το όριο του ΕΜΣ-ΠΠΠ, βρέθηκαν σε όλες τις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης. Υπέρβαση του ορίου βρέθηκε μόνο σε μία γεώτρηση με κωδικό 1589 (περιοχή Απολλωνίας).
13. Κάδμιο δεν βρέθηκε στα υδατοσυστήματα της λεκάνης της Μυγδονίας παρά μόνο σε μία Σ.Θ.Δ. (κωδικός 2223C) στο οποίο η μεγίστη συγκέντρωση που βρέθηκε των 1,7 ppm υπερβαίνει την αντίστοιχη τιμή της ΜΕΣ-ΠΠΠ.
14. **Μόλυβδος** βρέθηκε σε πολλές Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Μυγδονίας με υπερβάσεις του ορίου των 7,2 ppm της ΜΕΣ-ΠΠΠ στις θέσεις με κωδικούς 532, 534 και 535 της λίμνης Βόλβης και στα ρέματα 2203, 2208, 2219, 2223 και 2223B. Επίσης μόλυβδος βρέθηκε σε μία γεώτρηση (κωδικός 1577) στην οποία επίσης υπάρχει υπέρβαση του σχετικού ορίου. Η γεώτρηση 1577 βρίσκεται στην περιοχή της Απολλωνίας. Η παρουσία του γεωθερμικού πεδίου στην ευρύτερη περιοχή Απολλωνίας επηρεάζει την ποιότητα των υπόγειων νερών της περιοχής (αυξημένες αγωγιμότητες, παρουσία βαρέων μετάλλων και ιχνοστοιχείων κ.λ.π.).
15. Νικέλιο σε μικρές συγκεντρώσεις βρέθηκε σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Μυγδονίας αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση των ορίων ΕΜΣ-ΠΠΠ και ΜΕΣ-ΠΠΠ.
16. Χαλκός και υδράργυρος δεν βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Μυγδονίας σε συγκεντρώσεις ανώτερες των αντίστοιχων ορίων αναφοράς των μεθόδων ανάλυσης με εξαίρεση μία γεώτρηση στην οποία βρέθηκε χαλκός αλλά σε συγκέντρωση που δεν υπερβαίνει το αντίστοιχο όριο του χαλκού για τα υπόγεια νερά.

17. Χρώμιο βρέθηκε σε ορισμένες θέσεις της λεκάνης Μυγδονίας όπως στις Σ.Θ.Δ. 2223B και 2223C και στις γεωτρήσεις 1585, 1584 και 1593 χωρίς όμως οι συγκεντρώσεις που βρέθηκαν να υπερβαίνουν τα αντίστοιχα όρια.
18. Ο ψευδάργυρος βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες του αντιστοίχου ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης μόνο στις Σ.Θ.Δ. που βρίσκονται επάνω στον ποταμό της Απολλωνίας. Υπέρβαση του ορίου του ΕΜΣ-ΠΠΠ υπάρχει μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2223.
19. Κασσίτερος σε συγκεντρώσεις υψηλότερες του ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης (50 ppb) βρέθηκε σε ορισμένα από τα επιφανειακά νερά της λεκάνης Μυγδονίας και οι συγκεντρώσεις της ΕΜΣ στις θέσεις με κωδικούς 2200, 2204, 2205, 2206, 2208 και 2223 υπερβαίνουν το όριο της ΕΜΣ-ΠΠΠ των 2,2 ppb.
20. Το **μαγγάνιο είναι πολύ κοινό μέταλλο** στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Μυγδονίας. Όμως δεν βρέθηκε μαγγάνιο στο νερό της λίμνης Βόλβης ενώ βρέθηκε σε χαμηλές συγκεντρώσεις στην λίμνη Κορώνεια. Μεταξύ των Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών υπάρχει υπέρβαση του ορίου των ΕΜΣ των 50 ppb στις θέσεις με κωδικούς 2204, 2209, 2222, 2223, 2223B και 2223C. Σημαντικές συγκεντρώσεις μαγγανίου βρέθηκαν στα υπόγεια νερά της λεκάνης Μυγδονίας και οι γεωτρήσεις με τις υπερβάσεις στις συγκεντρώσεις μαγγανίου βρίσκονται κατά κύριο λόγο στην περιοχή της Απολλωνίας (κωδικοί 1562, 1563, 1565, 1576, 1579, 1585, 1587, 1588), Περιστερώνας (κωδικοί 1566, 1567, 1568, 1569, 1599), Λαγυνά (1574), Στίβου (1584), Βασιλούδι (κωδικός 1598). Η υψηλότερη συγκέντρωση (1,8 ppm) βρέθηκε στην γεώτρηση με κωδικό 1599 που βρίσκεται στην περιοχή της Νυμφόπετρας.
21. Ο σίδηρος είναι επίσης ένα μέταλλο σε αφθονία στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Μυγδονίας με υπερβάσεις του ΕΜΣ από το ανώτατο όριο των 200 ppb σε αρκετές θέσεις όπως στις Σ.Θ.Δ. με κωδικούς 2209, 2221, 2222, 2223, και 2223B των επιφανειακών νερών και στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1562, 1565, 1566, 1567, 1588, και 1582.
22. Χαμηλές με μέτριες συγκεντρώσεις νιτρικών βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Μυγδονίας όμως σε ορισμένες γεωτρήσεις (κωδικοί 1564, 1581, 1584, 1590, 1595, 1571) οι συγκεντρώσεις υπερβαίνουν το όριο των 50 ppm των ΠΠΠ.
23. Οι συγκεντρώσεις νιτρικών στην λίμνη Βόλβη, με εξαίρεση το επιφανειακό νερό της θέσεις 531 και το παραπυθμένιο νερό σε άλλες θέσεις, βρίσκονται σε ικανοποιητικά επίπεδα (>0,5 ppm). Στην θέση 531 και σε ορισμένες παραπυθμένιες θέσεις συχνά οι συγκεντρώσεις νιτρικών βρίσκονται σε επίπεδα χαμηλότερα από το όριο αναφοράς της μεθόδου προσδιορισμού νιτρικών.
24. Δεν βρέθηκαν νιτρικά πάνω από το επίπεδα αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης στα δύο δείγματα που πάρθηκαν από την λίμνη Κορώνεια.

25. Νιτρώδη βρέθηκαν σε μερικές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης της Μυγδονίας με υπερβάσεις των ΕΜΣ του ορίου των 0,5 ppm στις θέσεις με κωδικούς 535 και 532 της λίμνης Βόλβης και στις θέσεις με κωδικούς 2223, 2220, 2219, 2209 των επιφανειακών νερών και στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1601, 1600, 1599, 1596, 1594, 1593, 1590 και 1589.
26. Αμμωνιακά βρέθηκαν σε ορισμένες θέσεις του δικτύου της λεκάνης Μυγδονίας σε χαμηλές όμως συγκεντρώσεις και μόνο στην θέση 2205 υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 0,5 ppb.
27. Φθοριούχα βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της Μυγδονίας με εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις στις Σ.Θ.Δ. της λίμνης Βόλβης, σε Σ.Θ.Δ. ρεμάτων αλλά και γεωτρήσεων.
28. Αντιμόνιο δεν βρέθηκε στις γεωτρήσεις της λεκάνης Μυγδονίας όμως βρέθηκε αργίλιο σε ορισμένες γεωτρήσεις και σε δύο από αυτές (κωδικοί 1579 και 1573) υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 200 ppb.
29. Όλες οι τιμές BOD₅, COD και συγκεντρώσεων χλωροφύλλης στα δείγματα της λίμνης Βόλβης βρίσκονται σε επίπεδα κατώτερα των επιπέδων αναφοράς των αντιστοίχων μεθόδων προσδιορισμού.
30. Καφεΐνη βρέθηκε στα δείγματα και των δύο λιμνών Βόλβης και Κορώνειας, σε όλες τις γεωτρήσεις και μάλιστα και στις δύο δειγματοληψίες που έγιναν και σε όλες τις υπόλοιπες Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών. Αυτό που έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον είναι ότι καφεΐνη βρέθηκε και σε πολύ βαθιές υδρευτικές γεωτρήσεις. **Η παρουσία καφεΐνης και στις γεωτρήσεις αυτές σημαίνει ότι η ρύπανση της λεκάνης από αστικά απόβλητα είναι πολύ γενικευμένη.**
31. Ανιχνεύθηκαν έστω και μία φορά 61 γεωργικά φάρμακα όμως ελάχιστα γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν σε σημαντικές συγκεντρώσεις και μεταξύ αυτών pendimethalin, propyzamide, molinate, fluometuron, carbaryl, dimethenamid, diphenylamine chlorthal dimethyl και etridiazole. Στην υψηλότερη συγκέντρωση (2,64 ppb) βρέθηκε το ζιζανιοκτόνο pendimethalin στο ρέμα 2204 που βρίσκεται στο Βασιλούδι και εκβάλλει στην λίμνη Κορώνεια και το propyzamide στην συγκέντρωση του 2,138 ppb στην γεώτρηση 1600 που βρίσκεται στην περιοχή του Προφήτη.
32. Στα δείγματα της λίμνης Βόλβης ανιχνεύθηκαν τα γεωργικά φάρμακα chlorthal dimethyl, pirimiphos methyl, chlorpyrifos ethyl, S-metolachlor, fluometuron fenvalerate αλλά όμως μόνο το πυρεθροειδές εντομοκτόνο fenvalerate βρέθηκε μία φορά στην συγκέντρωση του 0,162 ppb ενώ οι ανιχνεύσεις των υπολοίπων φαρμάκων ήταν σε χαμηλότερα

επίπεδα ή σε ΙΧΝΗ. Σε ένα από τα δύο δείγματα που πάρθηκαν από την Κορώνεια ανιχνεύθηκε σε ένα από αυτά fluometuron.

33. Αρκετά γεωργικά φάρμακα που περιλαμβάνονται στα ΠΠΠ όπως chlorpyrifos ethyl, atrazine, bentazone, HCB, lindane, malathion, 2,4-D, chloridazone, dimethoate, mecoprop και linuron βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας και σε ορισμένες Σ.Θ.Δ. υπάρχουν υπερβάσεις των ΜΕΣ ή ΕΜΣ-ΠΠΠ. Όμως όλες οι υπερβάσεις αφορούν το εντομοκτόνο lindane και μόνο σε μία περίπτωση το chlorpyrifos ethyl (κωδικός 2223B).
34. Στα υπόγεια νερά της λεκάνης ανιχνεύθηκε σημαντικός αριθμός γεωργικών φαρμάκων όπως pymetrozine, flonicamid, propyzamide, ethofumesate, diphenylamine, dimethenamid alachlor, chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, fipronil, imidacloprid, dimethomorph, dimethoate, lindane, a-HCH και d-HCH, PCNB, propoxur, etridiazole, bentazone, folpet και S-metolachlor. Ορισμένα από τα ανωτέρω γεωργικά φάρμακα όπως τα diphenylamine, chlorthal dimethyl, fipronil, dimethenamid, dimethomorph και propyzamide βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις >0,1 ppb. Σε πάνω από το 25% των γεωτρήσεων οι συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν υπερβαίνουν το όριο του 0,1 ppb. Η εικόνα των υπόγειων νερών που προκύπτει με την ευρεία παρουσία γεωργικών φαρμάκων και σε συνδυασμό με τις πληροφορίες που προκύπτουν από την παρουσία και καφεΐνης δείχνει ότι τα υπόγεια υδροφόρα της λεκάνης είναι σε επικοινωνία με τα επιφανειακά νερά και ότι τα υδροφόρα αυτά δεν είναι προστατευμένα.
35. Κατά την χρονική περίοδο 2010-2011 μόνο 5 γεωργικά φάρμακα ανιχνεύθηκαν από πέντε φορές και πάνω και στα φάρμακα αυτά περιλαμβάνονται chlorpyrifos ethyl, etridiazole, fluometuron, pirimiphos methyl και S-metolachlor. Στην μεγαλύτερη συχνότητα βρέθηκε το chlorpyrifos ethyl και με πολύ μικρότερο αριθμό ανιχνεύσεων τα υπόλοιπα. Για την περίοδο αυτή τα δεδομένα είναι πολύ περιορισμένα για να προκύψουν αξιόπιστα συμπεράσματα σχετικά με το εύρος κατανομής του 75% των συγκεντρώσεων.
36. Κατά την περίοδο 2012 , 11 γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν με 5 και πάνω ανιχνεύσεις και τον μεγαλύτερο αριθμό ανιχνεύσεων έχει το ζιζανιοκτόνο chlorthal dimethyl (16 ανιχνεύσεις) και το εντομοκτόνο lindane (16 ανιχνεύσεις) έπεται το chlorpyrifos ethyl με 15 ανιχνεύσεις. **Το εύρος της κατανομής του 75% των συγκεντρώσεων κυμαίνεται από 0,001 με 0,887 ppb** όμως για το molinate υπάρχει μία μέγιστη συγκέντρωση (1,2 ppb) που υπερβαίνει το όριο αυτό. Όμως και πάλι τα δεδομένα είναι πολύ περιορισμένα για να είναι αξιόπιστα για την εκτίμηση της αναπόφευκτης ρύπανσης που προκαλείται στα επιφανειακά νερά της λεκάνης από την χρησιμοποίηση των γεωργικών φαρμάκων

και τον εντοπισμό σημειακών πηγών ρύπανσης. Σημειώνεται ότι τα δεδομένα είναι περιορισμένα λόγω του περιορισμένου αριθμού δειγμάτων που συλλέχθηκαν από τα επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης λόγω έλλειψης νερού.

37. Στα υπόγεια νερά ανιχνεύθηκαν πέντε φορές και πάνω 6 γεωργικά φάρμακα (alachlor, lindane, chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, diphenylamine, fipronil). Όμως στην προκειμένη περίπτωση δεν πρόκειται για εκτίμηση της αναπόφευκτης ρύπανσης αλλά μιας ρύπανσης που δεν θα έπρεπε να υπάρχει σε οποιοδήποτε βαθμό.
38. Καφεΐνη ανιχνεύθηκε 58 φορές σε 41 γεωτρήσεις με εύρος του 75% των συγκεντρώσεων να κυμαίνεται από 0,113 με 0,856 ppb και μία μέγιστη συγκέντρωση στα 10,3 ppb. Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα στην λεκάνη αυτή είναι η διαχείριση των αστικών αποβλήτων διότι από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι υπάρχει γενικευμένη ρύπανση των υπόγειων νερών.
39. Μόνο σε 22 περιπτώσεις υπήρξε οικοτοξικολογικός κίνδυνος για τους υδρόβιους οργανισμούς. Οι 6 από τις 22 περιπτώσεις αφορούν την λίμνη Βόλβη λόγω της παρουσίας κατά καιρούς έστω και χαμηλών συγκεντρώσεων του οργανοφωσφορικού εντομοκτόνου pirimiphos methyl αλλά κυρίως λόγω του πυρεθροειδούς εντομοκτόνου fenvalerate.
40. Είναι εξαιρετικά υψηλές οι συγκεντρώσεις όλων των παραμέτρων που εξετάσθηκαν στα ιζήματα των λιμνών Βόλβης και Κορώνειας. Στα ιζήματα της λίμνης Βόλβης βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών που στην θέση με κωδικό 536 (περιοχή Ρεντίνας) υπερβαίνουν το 0,5 g/kg, αμμωνιακών επίσης στο ίδιο εύρος τιμών με τα νιτρικά, υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών ειδικά στην θέση με κωδικό 536 και χλωριούχων και φθοριούχων. Στα ιζήματα της λίμνης Βόλβης βρέθηκαν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις σιδήρου και βορίου μεταξύ όλων των λιμνών που περιλαμβάνονται στο έργο. Οι συγκεντρώσεις σιδήρου στις θέσεις 532 και 536 ανέρχονται σε 72,6 και 70,5 g/Kg, αντίστοιχα, ενώ η συγκέντρωση στο ίζημα της Κορώνειας είναι 50 g/Kg. Οι συγκεντρώσεις βορίου στις θέσεις 532 και 536 ανέρχονται σε 210 ppm ενώ στο ίζημα της Κορώνειας σε 32,2 ppm. **Οι συγκεντρώσεις νατρίου, μαγγανίου, μολύβδου και κασσιτέρου στα ιζήματα της Βόλβης είναι από τις υψηλότερες που βρέθηκαν** ενώ οι συγκεντρώσεις νικελίου, χαλκού και ψευδαργύρου βρίσκονται σε μέτρια επίπεδα συγκριτικά με τα επίπεδα που βρέθηκαν στα ιζήματα των υπολοίπων λιμνών. Επίσης σε χαμηλά σχετικά επίπεδα βρίσκονται και οι συγκεντρώσεις αρσενικού και καδμίου στα ιζήματα της Βόλβης. Σε ένα από τα δείγματα της λίμνης Βόλβης ανιχνεύθηκαν και δύο γεωργικά φάρμακα αλλά οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις βρίσκονται στα επίπεδα των ιχνών.

41. Στα ιζήματα της Κορώνειας βρέθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση χλωριούχων ($30,9 \text{ g/Kg}$) μεταξύ όλων των λιμνών, ενώ η υψηλότερη συγκέντρωση χλωριούχων που βρέθηκε στα ιζήματα της Βόλβης ανέρχεται σε $2,5 \text{ g/Kg}$. Επίσης υψηλές είναι και η συγκεντρώσεις νιτρωδών και αμμωνιακών στην λίμνη Κορώνεια. Οι συγκεντρώσεις φθοριούχων ανέρχονται σε 82 ppm ενώ η υψηλότερη συγκέντρωση που βρέθηκε στην Βόλβη ανέρχεται σε 42 ppm και βρέθηκε στην θέση με κωδικό 534. Επίσης σχετικά υψηλές είναι και οι συγκεντρώσεις αρσενικού ($54,4 \text{ ppm}$) όταν η υψηλότερη που βρέθηκε σε ιζήματα λιμνών ανέρχεται σε $67,2 \text{ ppm}$ και βρέθηκε σε ίζημα της λίμνης Βιστωνίδας. Επίσης σχετικά υψηλή ($27,1 \text{ ppm}$) είναι και η συγκέντρωση καδμίου που βρέθηκε σε ένα από τα δείγματα των ιζημάτων της Κορώνειας που είναι η τρίτη υψηλότερη συγκέντρωση που βρέθηκε μεταξύ των ιζημάτων όλων των λιμνών. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις καδμίου βρέθηκαν στην Κερκίνη και Βιστωνίδα. Ενώ η υψηλότερη συγκέντρωση καδμίου που βρέθηκε στα ιζήματα της Βόλβης ανέρχεται σε $5,5 \text{ ppm}$.
42. Σύγκριση αποτελεσμάτων που αφορά το επιφανειακό νερό της λίμνης Βόλβης προκύπτει ότι κατά την περίοδο 2010-2012 ελάχιστες παράμετροι παραμένουν στα ίδια επίπεδα της περιόδου 1999-2000 και μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται το TDS, αλατότητα, οι συγκεντρώσεις νιτρικών, αμμωνιακών και φωσφορικών, η SAR και οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων καλίου, νατρίου, νικελίου, πυριτίου και βορίου. Παρατηρείται αύξηση του μέσου όρου των φθοριούχων, αλουμινίου, ασβεστίου, μαγγανίου, σιδήρου, χρωμίου, και μολύβδου ιδιαίτερα στην θέση 535 και την εμφάνιση υδραργύρου στην θέση 533 που βρίσκεται περίπου στην κεντρική περιοχή της λίμνης περίπου ανοιχτά της Απολλωνίας. **Αντίθετα την περίοδο 2010-2012 παρατηρείται σημαντική αύξηση στην διαφάνεια της λίμνης που από 0,9 μέτρα που ήταν την περίοδο 1999-2000 αυξήθηκε στα 1,3-1,5 μέτρα σε όλη την έκταση της λίμνης.** Όμως την περίοδο 2010-2012 υπάρχει σημαντική μείωση του Redox και μάλιστα στις θέσεις με κωδικούς 531 και 533 το Redox έχει αρνητικό πρόθεμα και στις θέσεις 531 και 535 υπάρχει υπερκορεσμός σε οξυγόνο. Αντίστοιχες είναι οι αυξομειώσεις και στο παραπυθμένιο νερό όμως οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο περιόδων αφορά την περαιτέρω μείωση του διαλυτού οξυγόνου κατά την περίοδο 2010-2012 με αποτέλεσμα ο %κορεσμός σε οξυγόνο ειδικά στις θέσεις 534 και 536 να είναι σε πολύ χαμηλά επίπεδα με μέσους όρους $<28\%$. Επίσης στο παραπυθμένιο νερό υπάρχει περαιτέρω μείωση του Redox με αποτέλεσμα η λίμνη και στις τρεις θέσεις του παραπυθμένιου νερού να έχει ισχυρά αναγωγικές συνθήκες. **Παρά το γεγονός ότι, όπως προκύπτει από τα ανωτέρω, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού της λίμνης Βόλβης έχουν υποβαθμιστεί περαιτέρω κατά την τελευταία περίπου δεκαετία η στάθμη νερού έχει αυξηθεί κατά μέσο όρο από 1,3 με 4,6 μέτρα.** Παρόμοια είναι η κατάσταση και

στην λίμνη Κορώνεια που ενώ προκύπτει ότι οι συγκεντρώσεις ορισμένων μετάλλων έχουν μειωθεί παραδόξως οι τιμές της αγωγιμότητας και οι συγκεντρώσεις του TDS είναι αυξημένες πάνω από 200% κατά την περίοδο 2010-2012 σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές της περιόδου 1999-2000.

43. Στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας ανιχνεύθηκαν μέσα στο 2010 τρία γεωργικά φάρμακα που δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας και αυτά είναι atrazine, HCB και PCNB. Όλα βρέθηκαν σε ίχνη που σημαίνει ότι προέρχονται από την έκπλυση υπολειμμάτων τους από παλαιότερες χρήσεις. Μέσα στο 2011 ανιχνεύθηκαν επίσης 3 γεωργικά φάρμακα που δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας και αυτά είναι malathion, prometryne και lindane που επίσης βρέθηκαν σε ίχνη. Μέσα στο 2012 ανιχνεύθηκαν 10 γεωργικά φάρμακα που δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας HCB, alachlor, PCNB, carbofuran, lindane, acetochlor, carbaryl, atrazine και prometryne και από τα επίπεδα των συγκεντρώσεων που βρέθηκαν προκύπτει ότι όλα προέρχονται από παλαιότερες χρήσεις με εξαίρεση τα **carbaryl και lindane** τα οποία πρέπει να προήλθαν από χρήση κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2012.

12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Το πεδινό τμήμα της υπολεκάνης Κορώνειας εκτείνεται μεταξύ της υδροκριτικής γραμμής Μελισσοχωρίου, Δρυμός, ορεινός όγκος Καμήλας, Άσσηρος στα Δ/ΒΔ και των ραχών Στίβου, Σχολαρίου στα ανατολικά. Το τμήμα της υδρολογικής λεκάνης Κορώνειας, από το υψόμετρο των 70 μέχρι τα 200 m καλύπτεται από χαλαρά ιζήματα και έχει έκταση περίπου 282 km² και το τμήμα της λοφώδους ορεινής περιοχής όπου εντοπίζονται τα μεταμορφωμένα πετρώματα του υποβάθρου έχει έκταση 464 km².

Στην περιοχή του χαμηλού τμήματος αναπτύσσονται επάλληλες υπόγειες υδροφορίες αλλού υπό πίεση, αλλού μερικώς υπό πίεση και αλλού ελεύθερης πιεζομετρικής επιφάνειας. Τα πολυάριθμα και ακανόνιστα κατανεμημένα στο χώρο υδροφόρα στρώματα παρουσιάζουν μεταξύ τους υδραυλική επικοινωνία, είτε κατά την κατακόρυφη είτε κατά την οριζόντια έννοια και διαμορφώνουν κοινή πιεζομετρική επιφάνεια.

Η σχέση μεταξύ υπόγειων και επιφανειακών νερών φαίνεται απλή. Τα επιφανειακά νερά, διαμέσου των επιφανειακών αξόνων ροής, τροφοδοτούν τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα μέσω διηθήσεων. Το συμπέρασμα αυτό προκύπτει αβίαστα από το γεγονός ότι η ροή των υδατορεμάτων τα τελευταία χρόνια, που παρατηρείται υπερεκμετάλλευση των υπόγειων νερών, δεν φτάνει μέχρι τη λίμνη. Ενδεχομένως, στα χαμηλότερα σημεία, ορισμένες εποχές, να εκφορτίζονται τα υπόγεια νερά προς την κοίτη των υδατορεμάτων που εκβάλουν στη λίμνη και έτσι να τροφοδοτείται σχετικά η λίμνη. Για το πεδινό τμήμα μεταξύ των δυο λιμνών, ανατολικά του υδροκρίτη, φαίνεται ότι τα υπόγεια νερά τροφοδοτούν την κοίτη του ρέματος Δερβένι,

αντίθετα πλησιάζοντας τη λίμνη Βόλβη, φαίνεται ότι τα υπόγεια υδροφόρα εκφορτίζονται στην κοίτη και έτσι αυξάνει η ροή του ρέματος προς τη λίμνη.

Όσο αφορά τα μικρά πεδινά τμήματα της λίμνης Βόλβης, τα υδροφόρα των τμημάτων αυτών τροφοδοτούν τη λίμνη. Αυτό επιβεβαιώνεται στη εδώ μελέτη και από τη ελάχιστη διαφορά στάθμης των γειτονικών προς τη λίμνη γεωτρήσεων και από το γεγονός ότι το υψόμετρο της στάθμης τους βρίσκεται πάντα ψηλότερα από το αντίστοιχο της λίμνης.

Από την παρουσία καφεΐνης και υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά τεκμαίρεται η άμεση επικοινωνία επιφανειακών και υπόγειων νερών και ότι υπάρχει ευαισθησία των εδαφών στην έκπλυση ουσιών προς τα υπόγεια υδροφόρα της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας όπως παρουσιάζεται και στην ανάλυση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής.

Πίνακας12.1 Με τις σταθμημετρήσεις των γεωτρήσεων στην Λεκάνη Λαγκαδά – Βόλβης & Μυγδονίας

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)	X (ΕΓΣΑ 87)	Y (ΕΓΣΑ 87)	Καποδιστριακός Δήμος που εντάσσεται διοικητικά
154	218,00	77,10	73,35	76,34	72,14	443.193	4.490.356	Δ. ΚΑΛΛΙΝΔΟΙΩΝ
155	124,00	29,98	27,24	29,28	26,35	453.798	4.494.590	Δ. ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ
156	56,00	1,43	1,35	1,37	1,29	456.703	4.497.727	Δ. ΜΑΔΥΤΟΥ
157	47,00	2,62	2,52	2,58	2,52	452.628	4.500.705	Δ. ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ
158	44,00	2,43	2,38	2,40	2,42	455.122	4.501.409	Δ. ΑΠΟΛΛΩΝΙΑΣ
159	112,00	3,81	3,75	3,79	3,77	452.533	4.509.918	Δ. ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ
160	339,00	0,74	3,71	3,78	3,64	464.773	4.508.988	Δ. ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ
161	499,00	26,48	24,37	25,38	23,12	449.155	4.512.736	Δ. ΣΟΧΟΥ
162	360,00	14,17	13,96	14,15	13,87	455.299	4.514.845	Δ. ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ
163	350,00	0,92	0,88	0,89	0,86	452.890	4.516.510	Δ. ΑΡΕΘΟΥΣΑΣ
164	247,00	68,38	64,57	67,48	63,29	430.649	4.497.376	Δ. ΚΟΡΩΝΕΙΑΣ
165	93,00	11,98	10,52	11,69	9,89	433.468	4.503.869	Δ. ΕΓΝΑΤΙΑΣ
166	96,00	6,99	6,15	6,79	6,02	424.599	4.509.011	Δ. ΛΑΓΚΑΔΑ
167	118,00	7,60	5,98	7,27	5,87	425.755	4.510.403	Δ. ΛΑΓΚΑΔΑ
168	123,00	16,82	14,41	16,35	14,01	414.670	4.513.318	Δ. ΜΥΓΔΟΝΙΑΣ

13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Ο αριθμός των ανιχνεύσεων γεωργικών φαρμάκων στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Λαγκαδά-Βόλβης και Μυγδονίας είναι γενικά περιορισμένος διότι σε πολλές Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών σπάνια υπήρχε νερό. Μόνιμες εγκαταστάσεις πλυσίματος/γεμίσματος ψεκαστήρων δεν διαπιστώθηκαν και ούτε βρέθηκαν Σ.Θ.Δ. στις οποίες να προκύπτει, με βάση τον αριθμό των ανιχνεύσεων και τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων ότι αυτές προήλθαν από σημειακές πηγές. Εξαιρέση αποτελεί το molinate και carbaryl που βρέθηκαν από μία φορά στις Σ.Θ.Δ. 2221 και 2204 στις συγκεντρώσεις 1,173 και 0,793 ppb, αντίστοιχα, που πρέπει να προήλθαν από σημειακές πηγές διότι αν είχαν προέλθει από την χρήση τους στην γεωργία θα

έπρεπε έστω και σε κατά πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις να είχαν ανιχνευθεί στις συγκεκριμένες θέσεις και σε άλλες ημερομηνίες. Τα ανωτέρω γεωργικά φάρμακα και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις είναι και οι υψηλότερες που βρέθηκαν στην συγκεκριμένη λεκάνη.

Σε διάχυτες πηγές ρύπανσης ευθύνεται η παρουσία πολλών γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά της λεκάνης. Επίσης σε διάχυτες πηγές ευθύνεται και η γενικότερη ρύπανση των υπόγειων νερών της λεκάνης κυρίως από αστικά απόβλητα δεδομένου ότι σχεδόν σε όλες τις γεωτρήσεις βρέθηκε καφεΐνη.

Ενδεχομένως σε σημειακές πηγές να οφείλεται η ρύπανση υπόγειων νερών με διφαινυλαμίνη. Στην περίοδο 2010-2012 η διφαινυλαμίνη ανιχνεύθηκε 15 φορές στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας από τις οποίες τρεις φορές βρέθηκε μόνο σε ΙΝΧΗ σε επιφανειακά νερά (στις θέσεις 2223C και 2223B) και στις υπόλοιπες 12 φορές σε δείγματα γεωτρήσεων. Στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1577, 1592, 1566, 1562, 1579, 1576 και 1597 η διφαινυλαμίνη βρέθηκε σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,531 με 0,150 ρrb και στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1568 και 1567 του Περιστερώνα στις συγκεντρώσεις 0,089 και 0,031 ρrb, αντίστοιχα. Από τις ανωτέρω γεωτρήσεις αυτές με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις βρίσκονται στην περιοχή της Απολλωνίας, μία στα Λουτρά της Βόλβης (κωδικός 1566) και μία στον Άγιο Βασίλειο (κωδικός 1597). Η ρύπανση των υπόγειων νερών με διφαινυλαμίνη καταλαμβάνει μία περιορισμένη έκταση της λεκάνης και είναι δύσκολο να αποδοθεί στην ύπαρξη σημειακών πηγών στις θέσεις πρατηρίων καυσίμων διότι πρατήρια καυσίμων υπάρχουν διάσπαρτα σε όλη τη λεκάνη και ενδεχομένως να υπάρχουν σε μεγαλύτερη συχνότητα σε άλλες περιοχές όπως για παράδειγμα στην περιοχή Λαγκαδά. Ενδεχομένως η σημειακή ή σημειακές πηγές να εντοπίζονται στις θέσεις συλλογής ή ταφής απορριμμάτων (ΧΑΔΑ).

Η παρουσία fipronil σε συγκεντρώσεις 0,181 και 0,109 ρrb στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1571 και 1581, αντίστοιχα, που βρίσκονται στον Περιστερώνα και Προφήτη πρέπει να προέρχεται από αντίστοιχες σημειακές πηγές ρύπανσης. Το fipronil έχει έγκριση κυκλοφορίας για κτηνιατρική χρήση. Όμως θα πρέπει να αναφερθεί ότι στην λεκάνη αυτή η κτηνοτροφία είναι μία σημαντική αγροτική δραστηριότητα και σε ολόκληρη την λεκάνη υπάρχουν διάσπαρτες κτηνοτροφικές μονάδες. Το fipronil σε συγκεντρώσεις <0,1 ρrb ανιχνεύθηκε σε άλλες 16 γεωτρήσεις της λεκάνης.

Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι το fipronil, μεταξύ όλων των Σ.Θ.Δ. του έργου, ανιχνεύθηκε συνολικά 41 φορές και από αυτές οι 23 αφορούν την λεκάνη της Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας και μάλιστα οι 18 ανιχνεύσεις έγιναν σε δείγματα υπόγειων νερών στα οποία και βρέθηκαν οι υψηλότερες συγκεντρώσεις ενώ οι 5 ανιχνεύσεις των επιφανειακών αφορούν μόνο ΙΧΝΗ.

14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

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

(β) Ο έλεγχος της διφαινυλαμίνης 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.).

15. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

(α) Δεδομένου ότι προέκυψε από όλα τα ανωτέρω ότι ένα σημαντικό πρόβλημα της λεκάνης Βόλβης-Λαγκαδά και Μυγδονίας είναι η σημαντική ρύπανση των υπόγειων νερών με αστικά απόβλητα η ολοκληρωμένη αντιμετώπιση της διαχείρισης των αστικών αποβλήτων με την κατασκευή κεντρικού αποχετευτικού δικτύου που να καλύπτει όλους τους Δήμους και Κοινοτικά διαμερίσματα της λεκάνης και η απόρριψη των υγρών αποβλήτων στις λίμνες ύστερα από την ικανοποιητική απομάκρυνση του οργανικού και ανόργανου φορτίου ρύπων.

(β) Επιλογή καταλληλότερων και στεγανοποιημένων χώρων εναπόθεσης, είτε ταφής ή ανακύκλωσης απορριμμάτων.

(γ) Απαγόρευση κυκλοφορίας γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στα υπόγεια νερά της λεκάνης.

(δ) 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).

(ε) 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.