ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΚΑΙ ΤΡΟΦΙΜΩΝ
ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΟΣ ΤΟΜΕΑΣ ΚΟΙΝΟΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ & ΥΠΟΔΟΜΩΝ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ
ΚΑΙ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΔΑΦΟΫΔΑΤΙΚΩΝ 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 ΑΡΔΑ

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 «ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΜΠΑΛΑΤΣΚΗΣ»
Ποιότητα- Ανταγωνιστικότητα- Αειφορία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΛΕΚΑΝΗ ΑΡΔΑ

1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ 3
2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ 3
3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ 3
4. ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ 3
5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ 4
6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ 4
7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ 5
8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ 5
9. ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (ΣΘΔ) ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 7
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ 8
10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΑΡΔΑ. 8
10.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΡΔΑ 8
11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ 41
12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ 44
13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ 45
14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ 47
15. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ 48

ΛΕΚΑΝΗ ΑΡΔΑ

1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Άρδα παρουσιάζεται στον Χάρτη 1 (Χάρτης Λεκανών Έβρου, Άρδα, Ερυθροποτάμου). Στον χάρτη αυτό εκτός από τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης (ανάγλυφο και οικισμοί κ.ά.) παρουσιάζονται επίσης οι χρήσεις γης, το επιφανειακό υδρολογικό σύστημα (ποταμοί, ρέματα, χείμαρροι κ.ά.), οι κωδικοί των ΣΘΔ (Σταθερών Θέσεων δειγματοληψίας) επιφανειακών και υπόγειων νερών των δικτύων του έργου, τα όρια του επιφανειακού υδατικού σώματος που καταλαμβάνει (λεκάνη απορροής GR10 του Έβρου, σύμφωνα με το ΦΕΚ 1383/Β/2-9-2010) καθώς και τα όρια του υπόγειου υδατικού σώματος που εμπίπτει στην λεκάνη αυτή (GR12BT010-Σύστημα Ορεστιάδας). Επίσης στον χάρτη αυτό υποδεικνύονται και οι θέσεις ενδεχόμενων πηγών περιβαλλοντικής ρύπανσης όπως είναι οι εγκαταστάσεις Ε.Ε.Λ. (Σταθμών επεξεργασίας αστικών λυμάτων), ΧΑΔΑ (χώροι ανεξέλεγκτης διάθεσης απορριμμάτων), ΧΥΤΑ (χώροι υγειονομικής ταφής απορριμμάτων), βιομηχανικών μονάδων κ.λπ.

2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ

Ο ποταμός Άρδας είναι παραπόταμος του ποταμού Έβρου που πηγάζει από την Ροδόπη, κοντά στο υψίπεδο Πασμακλή και εκβάλλει στον Έβρο στην περιοχή Μαρασίων-Καστανιών, στα Ελληνοτουρκικά σύνορα. Έχει συνολικό μήκος 290 km αλλά μόνο τα τελευταία 49 περίπου km βρίσκονται στο Ελληνικό έδαφος. Στο Βουλγαρικό έδαφος υπάρχουν πολυάριθμα φράγματα επάνω στο Αρδα.

Ο συνολική λεκάνη απορροής του ποταμού Άρδα ανέρχεται σε 5.600 km2 από τα οποία περίπου 345 km2 βρίσκονται στο Ελληνικό έδαφος και διαγράφεται κατά μήκος και εκατέρωθεν του ποταμού Αρδα εκτεινόμενη μεταξύ του φράγματος της Γαλήνης, κοντά στα Ελληνο-Βουλγαρικά σύνορα, μέχρι τα Μαράσια, όπου ο Άρδας εκβάλλει στον ποταμό Έβρο. Το ανάγλυφο του εδάφους είναι πεδινό.

Στην λεκάνη απορροής του ποταμού Αρδα περιλαμβάνονται τα αγροκτήματα του Δήμου Κυπρίνου και εν μέρει του Δήμου Τριγώνου του Ν. Έβρου.

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

Υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στα εδάφη της λεκάνης Αρδα όμως στην πλειοψηφία τους τα εδάφη είναι αργιλοπηλώδη (40%), πηλώδη (18%), αργιλώδη (12%), αμμοπηλώδη (11%) κ.ά.

δηλαδή από κοκκομετρική άποψη είναι μέσης μηχανικής σύστασης ήτοι εδάφη που έχουν καλή διαπερατότητα και διηθητικότητα (ΔΑΥ-ΑΜΘ, 2009). Τα εδάφη έχουν ταξινομηθεί ως εδάφη Entisols ή Inceptisols και στις υποκατηγορίες Fluvent και Orthent δηλαδή εδάφη χωρίς διαγνωστικούς ορίζοντες ή με μικρή ανάπτυξη ενός Cambic ορίζοντα ή με αλλαγή χρώματος ή και μικρή μετακίνηση ανθρακικού ασβεστίου και αργίλου, χωρίς όμως οι μετακινήσεις αυτές να προσδιορίζουν γενετικό ορίζοντα. Υπάρχουν όμως και εδάφη Alfisols και Vertisols με διαγνωστικούς ορίζοντες όπως argillic, calcic κ.α. (ΔΑΥ-ΑΜΘ, 2009). Σύμφωνα με την ανωτέρω πηγή το pH των εδαφών είναι <7,0 ήτοι είναι ελαφρώς όξινα.

Εδαφικές τομές που έγιναν σε τρεις περιοχές της λεκάνης Αρδα (Ρίζια, Φυλάκιο και Πλάτη) έδειξαν ότι το βάθος της αργιλώδους ζώνης κυμαίνεται από 1-3 μέτρα και τα βαθύτερα στρώματα του υπεδάφους συνίστανται από χονδρόκοκκα υλικά (Vryzas et al. 2007b). Αποτέλεσμα της γεωλογικής αυτής ιδιορρυθμίας, βρέθηκε από πειράματα λυσιμέτρων, ότι η έκπλυση των γεωργικών φαρμάκων προς τον φρεάτιο ορίζοντα και βαθιά υδροφόρα στρώματα είναι πολύ ταχεία (Βρύζας, 2005). Η παρουσία υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων σε σημαντικές συγκεντρώσεις ακόμη και στο νερό από βαθιές γεωτρήσεις υποδηλώνει την ευαισθησία των εδαφών και του υπεδάφους στην έκπλυση ρύπων (Papastergiou & Papadopoulou-Mourkidou, 2001).

5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ

Ο κύριος Δήμος στην λεκάνη Άρδα είναι ο Δήμος Κυπρίνου. Στον Δήμο Κυπρίνου οι κύριες καλλιέργειες είναι τα σιτηρά (30.650 στρεμ.), ελαιούχα φυτά (15.500 στρεμ.), ο αραβόσιτος και τεύτλα αθροίζουν περίπου 6.500 στρεμ. και 4.870 στρεμ. βαμβάκι. Στον Δήμο Τριγώνου, που εν μέρει εμπίπτει στην λεκάνη Αρδα, τα σιτηρά καταλαμβάνουν 75.000 στρέμ. και 48.000 τα ελαιούχα φυτά, 16.400 βαμβάκι και περίπου 10.000 στρέμματα τα τεύτλα και αραβόσιτος και 3.500 λαχανικά. Όλες οι καλλιέργειες, με εξαίρεση τα σιτηρά, είναι αρδευόμενες.

6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

Στην λεκάνη Άρδα λειτουργεί επιφανειακό δίκτυο άρδευσης που τροφοδοτείται με νερό του ποταμού Άρδα (Φράγμα Γαλήνης), όμως το δίκτυο αυτό είναι οργανωμένο μόνο στο Βόρειο τμήμα της λεκάνης και στο οποίο το στραγγιστικό νερό ανακυκλώνεται αφού αναμιχθεί με φρέσκο νερό του ποταμού. Στην νότια πλευρά του Άρδα επίσης υπάρχει μία διώρυγα μεταφοράς νερού του Άρδα που εκτείνεται από το Φράγμα Γαλήνης μέχρι την περιοχή της Στέρνας. Η διώρυγα αυτή τροφοδοτεί υπόγειο δίκτυο άρδευσης σε μεγάλο ποσοστό της νότιας λεκάνης του Άρδα. Στην περιοχή αυτή βέβαια δεν υπάρχει στραγγιστικό δίκτυο. Εκτός από το επιφανειακό ή υπόγειο δίκτυο της βόρειας και νότιας λεκάνης του Άρδα, αντίστοιχα, σε μεγάλο ποσοστό της λεκάνης η άρδευση γίνεται με άντληση υπόγειων νερών, είτε από ιδιωτικές γεωτρήσεις ή κρατικές (ΓΟΕΒ Ορεστιάδας) που τροφοδοτούν νερό σε ομαδικά ή ιδιωτικά

δίκτυα. Επίσης, δεδομένου ότι ο ταμιευτήρας στο φράγμα Γαλήνης είναι μικρής δυναμικότητας, ποσότητα νερού του Άρδα αποθηκεύεται στον ταμιευτήρα Κομάρων και χρησιμοποιείται προς άρδευση. Οι τεχνικές άρδευσης που επικρατούν στην λεκάνη Άρδα είναι η τεχνική της τεχνητής βροχής και της κατάκλισης.

7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Όσον αφορά την ρύπανση προκαλούμενη από γεωργικά φάρμακα, κατά την προκαταρκτική αξιολόγηση της λεκάνης απορροής του ποταμού Άρδα διαπιστώθηκε η παρουσία ελάχιστων σημειακών πηγών που προέρχονται από μόνιμες Δημοτικές ή Κοινοτικές Εγκαταστάσεις πλυσίματος και γεμίσματος ψεκαστήρων και εναπόθεσης συσκευασιών των σκευασμάτων γεωργικών φαρμάκων που χρησιμοποιήθηκαν. Σημειακές πηγές αυτού του τύπου διαπιστώθηκε μία που βρίσκεται κοντά στο ανάχωμα του ποταμού Άρδα (περιοχή Ελαίας) όπου επιλέχθηκε και σταθερή θέση δειγματοληψίας (κωδικός 7) και μία στην περιοχή της Πλάτης (βόρειο τμήμα της λεκάνης) κατάντη της οποίας επιλέχθηκε μία θέση σε στραγγιστική/αρδευτική τάφρο της περιοχής (κωδικός 2007).

Η λεκάνη Άρδα είναι γεωργική περιοχή και οι ελάχιστες βιοτεχνικές μονάδες που λειτουργούν έχουν ως αντικείμενο την τυποποίηση/συσκευασία γεωργικών προϊόντων. Η μεγαλύτερη από αυτές βρίσκεται στην περιοχή της Ελαίας.

Στην λεκάνη Άρδα υπάρχει μικρή βιομηχανική δραστηριότητα (υπάρχει μόνο μία μονάδα επεξεργασίας κρέατος και ένα οινοποιείο) και η οικονομία της περιοχής βασίζεται αφενός στην γεωργική και κτηνοτροφική παραγωγή και στην τουριστική (Φεστιβάλ Αρδα) δραστηριότητα αλλά κατά κύριο λόγο την παροχή υπηρεσιών (σίτιση) προς τις μονάδες στρατού που είναι εγκατεστημένες στην περιοχή.

Θα πρέπει να αναφερθεί ότι ο Άρδας είναι ένας διασυνοριακός ποταμός και συνεπώς θεωρητικά αυτός ο ίδιος ο ποταμός συνιστά μία σημαντική σημειακή πηγή ρύπανσης των υδατοσυστημάτων και εδαφών της λεκάνης.

8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η λεκάνη Άρδα και οι υπόλοιπες λεκάνες του Ν. Έβρου (λεκάνη Έβρου και Ερυθροποτάμου) διαμορφώθηκαν από τριτογενή τεκτονικά βυθίσματα, τα οποία σχηματίστηκαν από τα περιθωριακά ρήγματα της μάζας της Ροδόπης και ειδικότερα το βύθισμα της τριτογενούς λεκάνης της Ορεστιάδας στο οποίο ανήκουν οι λεκάνες Άρδα, Ερυθροποτάμου και το τμήμα της λεκάνης Έβρου που βρίσκεται βόρεια της Ορεστιάδας.

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν την λεκάνη Αρδα είναι:

Το μεταμορφωμένο υπόβαθρο δομεί ένα μικρό τμήμα στα δυτικά του βυθίσματος της Ορεστιάδας και αποτελείται από γνεύσιους, οφθαλμογνεύσιους και από τη σειρά των

χλωριτοαμφιβολιτικών γνευσίων, με μικρή συμμετοχή φακοειδών ενστρώσεων μαρμάρων. Στη λεκάνη Ορεστιάδας, που ένα τμήμα της συνιστά η λεκάνη Αρδα, τα παλαιογενή ιζήματα εντοπίζονται σε ένα μικρό τμήμα ΒΔ της λεκάνης του Άρδα (από τα Κόμαρα μέχρι τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα). Τα ιζήματα αυτά αποτελούνται από κροκαλοπαγή, αδρόκοκκους ψαμμίτες σε εναλλαγές με ενστρώσεις αργίλων και μαργών. Τα παλαιογενή ιζήματα καλύπτουν και το νότιο τμήμα της περιοχής, δυτικά της Ορεστιάδας, από την Παταγή μέχρι τα σύνορα. Στην περιοχή αυτή αποτελούνται κυρίως από αργίλους, ενώ η εμφάνιση στην περιοχή Μαρασίων-Διλόφου έχουν ψαμμιτομαργαϊκό χαρακτήρα με λιγνιτικές διαστρώσεις.

Στη λεκάνη Ορεστιάδας, το Νεογενές εντοπίζεται ένθεν και ένθεν των κοιλάδων του Άρδα και του χειμάρρου του Νεοχωρίου και συνεχίζει αμέσως κάτω από τις αλλουβιακές αποθέσεις των προαναφερομένων υδατορεμάτων. Αποτελείται από χαλαρά κροκαλοπαγή, άμμους, αργιλοϊλείς και αμμούχους αργίλους.

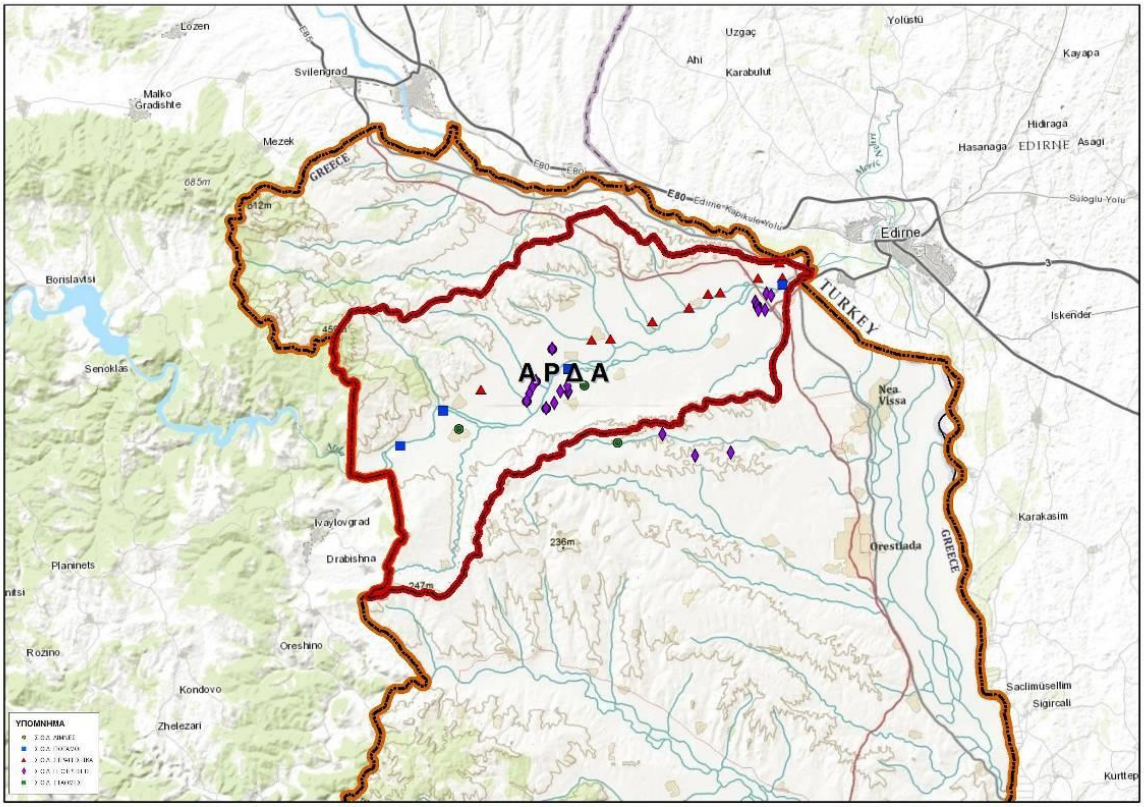
Το Τεταρτογενές (ολοκαινικές αποθέσεις) στη λεκάνη Ορεστιάδας, εντοπίζεται σε μια αρκετά μεγάλη έκταση βόρεια και νότια του Άρδα σε όλο το μήκος του, το οποίο επικάθεται των πλειοπλειστοκαινικών αποθέσεων το πάχος τους ποικίλει κατά θέσεις, αλλά δεν ξεπερνά τα 25-40 m. Αποτελούνται από εναλλαγές κροκαλών, άμμων, χαλικιών και αργίλων σε αλληλοσυμπλεκόμενους ορίζοντες τόσο κατακόρυφα, όσο και οριζόντια.

Το υπόγειο υδατικό σύστημα που περιλαμβάνεται στην λεκάνη Αρδα και το οποίο συσχετίζεται με τα επιφανειακά νερά και τις σχέσεις τροφοδοσίας του είναι το GR12BT010 (Σύστημα Ορεστιάδας).

Στις αλλουβιακές αποθέσεις του βυθίσματος της Ορεστιάδας σχηματίζεται ένας φρεάτιος ή μερικώς υπό πίεση ορίζοντας, καθώς και σχετικού βάθους υδροφόροι ορίζοντες, συνήθως μεγάλου πάχους. Οι υδροφορίες αυτές εντοπίζονται εκεί όπου παρατηρείται συγκέντρωση αδρόκοκκων υλικών και βρίσκονται συνήθως σε πλευρική υπόγεια επικοινωνία με τους πλειο-πλειστοκαινικούς υδροφόρους των λοφωδών περιοχών. Η τροφοδοσία τους εξασφαλίζεται κατά κύριο λόγο από τις διηθήσεις των νερών των ποταμών και σε πολύ μικρό ποσοστό από τις κατεισδύσεις των νερών των βροχών.

9. ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (ΣΘΔ) ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Υδατικό διαμέρισμα Θράκης (GR 12) – Λεκάνη Άρδα



Σχήμα 9.1 Απόσπασμα χάρτη όπου εμφαίνονται τα όρια και τα Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης Άρδα.

Πίνακας 9.1 Σ.Θ.Δ. Ποταμών της Λεκάνης Άρδα.

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ ΄87)	Υ (ΕΓΣΑ ΄87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
5	GR1210R0B131600174H	Ν. ΕΒΡΟΥ	682.002,18	4.604.065,01	66,00
6	GR1210R0B131600174H	Ν. ΕΒΡΟΥ	684.659,62	4.606.246,21	66,00
7	GR1210R0B131600174H	Ν. ΕΒΡΟΥ	692.437,73	4.608.828,33	54,00
8	GR1210R0B131600174H	Ν. ΕΒΡΟΥ	705.796,63	4.614.052,69	41,00

Πίνακας 9.2 Σ.Θ.Δ. Στραγγιστικών της Λεκάνης Άρδα.

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ ΄87)	Υ (ΕΓΣΑ ΄87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
2001		Ν. ΕΒΡΟΥ	705.789,22	4.614.513,87	47,00
2002		Ν. ΕΒΡΟΥ	704.273,64	4.614.461,85	50,00
2003	GR1210R00131601175H	Ν. ΕΒΡΟΥ	701.926,86	4.613.579,05	52,00
2004		Ν. ΕΒΡΟΥ	701.139,49	4.613.502,58	46,00
2005	GR1210R00131601175H	Ν. ΕΒΡΟΥ	699.980,43	4.612.624,08	48,00
2006		Ν. ΕΒΡΟΥ	697.691,80	4.611.781,25	51,00
2007		Ν. ΕΒΡΟΥ	695.094,17	4.610.683,31	51,00
2008		Ν. ΕΒΡΟΥ	687.012,63	4.607.559,24	79,00
2009		Ν. ΕΒΡΟΥ	693.903,54	4.610.628,71	54,00
2010		Ν. ΕΒΡΟΥ	705.605,22	4.615.419,72	41,00

Πίνακας 9.3 Σ.Θ.Δ. Γεωτρήσεων της Λεκάνης Άρδα.

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ ΄87)	Υ (ΕΓΣΑ ΄87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
1001	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	704.795,47	4.613.482,50	50,20
1002	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	704.093,35	4.612.978,64	49,83
1003	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	705.082,45	4.613.368,35	50,85
1004	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	704.239,84	4.612.763,57	50,32
1005	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	704.302,73	4.612.490,21	52,22
1006	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	704.721,04	4.612.478,02	53,73
1007	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	690.447,61	4.608.060,38	59,26
1008	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	690.226,26	4.607.673,74	59,64
1009	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	690.040,91	4.607.274,62	59,48
1010	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	689.868,31	4.606.811,83	60,41
1011	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	698.318,54	4.604.746,32	86,06
1012	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	700.362,59	4.603.436,78	112,06
1013	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	702.572,11	4.603.612,79	82,06
1014	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	692.465,62	4.607.347,91	55,50
1015	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	691.967,25	4.607.433,73	54,15
1016	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	691.606,40	4.606.712,87	55,93
1017	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	692.473,01	4.607.433,02	56,00
1018	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	691.099,99	4.606.380,82	55,00
1019	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	692.429,46	4.607.752,14	56,00
1020	GR12BT010	Ν. ΕΒΡΟΥ	691.463,34	4.610.072,40	66,15

10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΑΡΔΑ.

Τα πρωτογενή αποτελέσματα των επιτόπου μετρήσεων και αναλύσεων περιλαμβάνονται στους Πίνακες 1-9 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 ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ ΑΡΔΑ

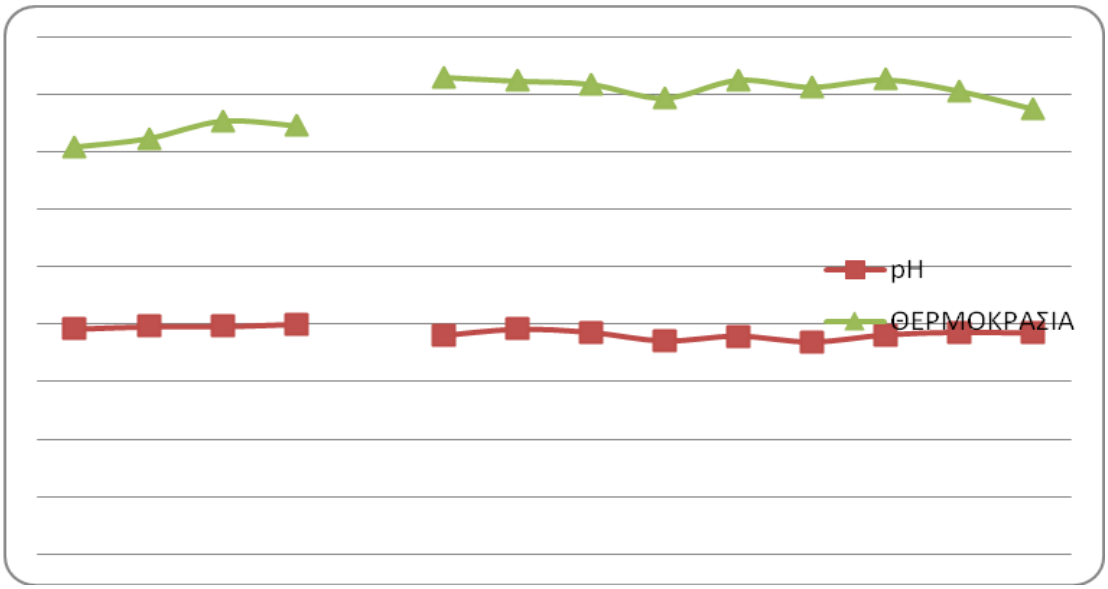
Τα αποτελέσματα των επιτόπου μετρήσεων και των αναλύσεων των δειγμάτων που συλλέχθηκαν από τις ΣΘΔ των υδατοσυστημάτων της λεκάνης του Άρδα περιλαμβάνονται στους Πίνακες 1-9 και 191-195 της Τελικής Έκθεσης του έργου, τόσο σε έντυπη όσο και σε ψηφιακή μορφή που δημιουργήθηκαν για τους σκοπούς του παρόντος.

Α. Παρουσίαση αποτελεσμάτων

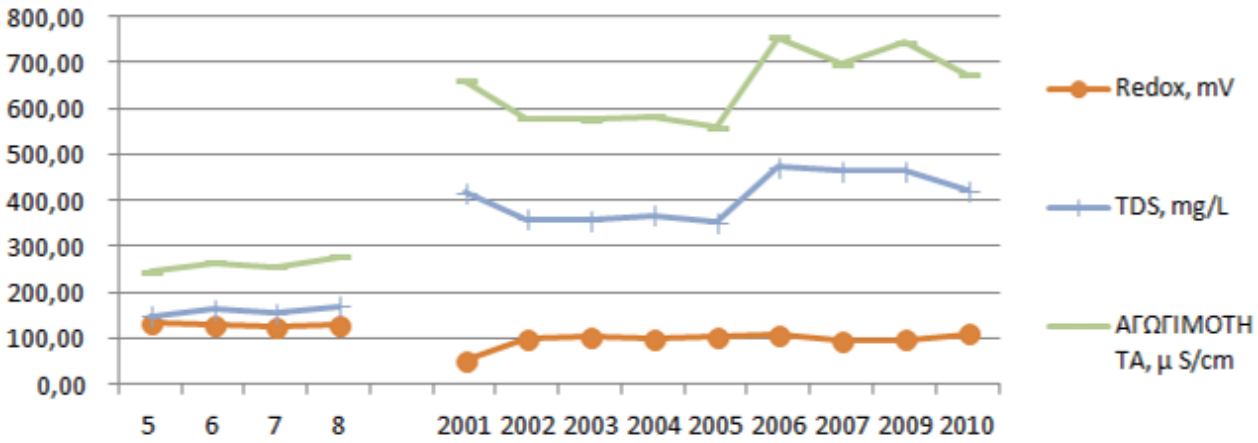
Στο Σχήμα 10.1 παρουσιάζεται η διακύμανση των Μέσων Ορων (Μ.Ο.) των τιμών της θερμοκρασίας και του pH σε όλα τα επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης του Άρδα. Όπως προκύπτει το pH είναι περίπου σταθερό στο 8,0 κατά μήκος του Άρδα ποταμού και βρίσκεται περίπου στο 7,5 στα υπόλοιπα επιφανειακά νερά. Όμως, όσον αφορά την θερμοκρασία, η μέση τιμή της θερμοκρασίας στις ΣΘΔ του ποταμού κυμαίνεται από 14,2 με 15,1 ^{o}C και εμφανώς υπάρχει μία μικρή αλλά σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας κατά μήκος του ποταμού η οποία μεταξύ των ΣΘΔ 5 και 8 του Άρδα αντιστοιχεί σε μία αύξηση με μέσο όρο 0,75 oC. Ο μέσος

όρος της θερμοκρασίας στις ΣΘΔ των στραγγιστικών είναι ελαφρώς υψηλότερος και κυμαίνεται από 15,0 με 17,0 ^{o}C.

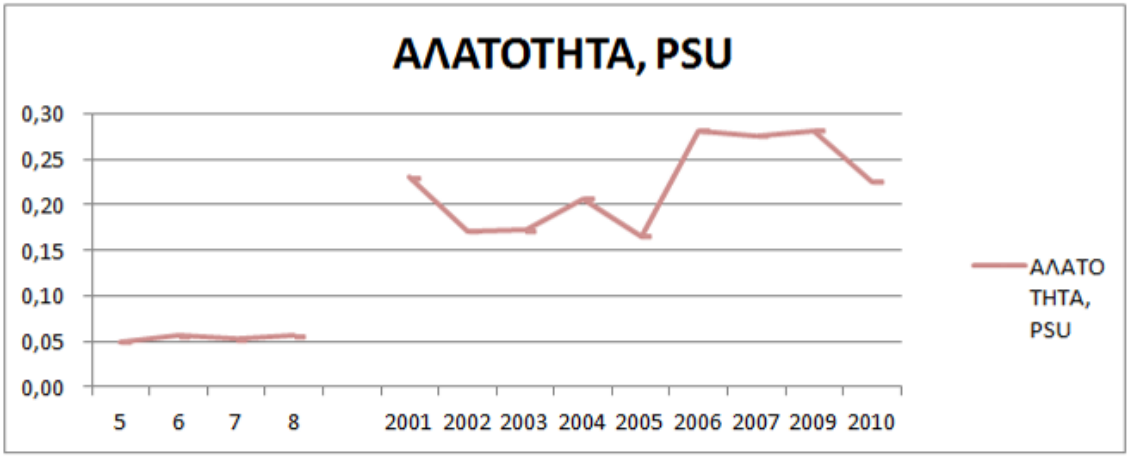
Παρόμοια είναι η κατάσταση και με τους μέσους όρους του TDS (περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά), της αγωγιμότητας και της αλατότητας. Οι μέσοι όροι στις ΣΘΔ 5 και 8 κυμαίνονται από 148,91 με 169,97 mg/L, 246,03 με 278,31 μS/cm και 0,05 με 0,06 PSU, αντίστοιχα. Η αυξητική τάση των ανωτέρω παραμέτρων κατά μήκος του Άρδα ποταμού είναι εμφανής και στα Σχήματα 10.2, 10.3 και 10.4.



Σχήμα 10.1. Διακύμανση των μέσων όρων της θερμοκρασίας και του pH, αντίστοιχα, στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα και των ΣΘΔ που είναι εγκατεστημένες στα στραγγιστικά της λεκάνης Άρδα.



Σχήμα 10.2. Διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων του TDS, των τιμών της αγωγιμότητας και του Redox, αντίστοιχα, στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα και των ΣΘΔ που είναι εγκατεστημένες στα στραγγιστικά της λεκάνης Άρδα.

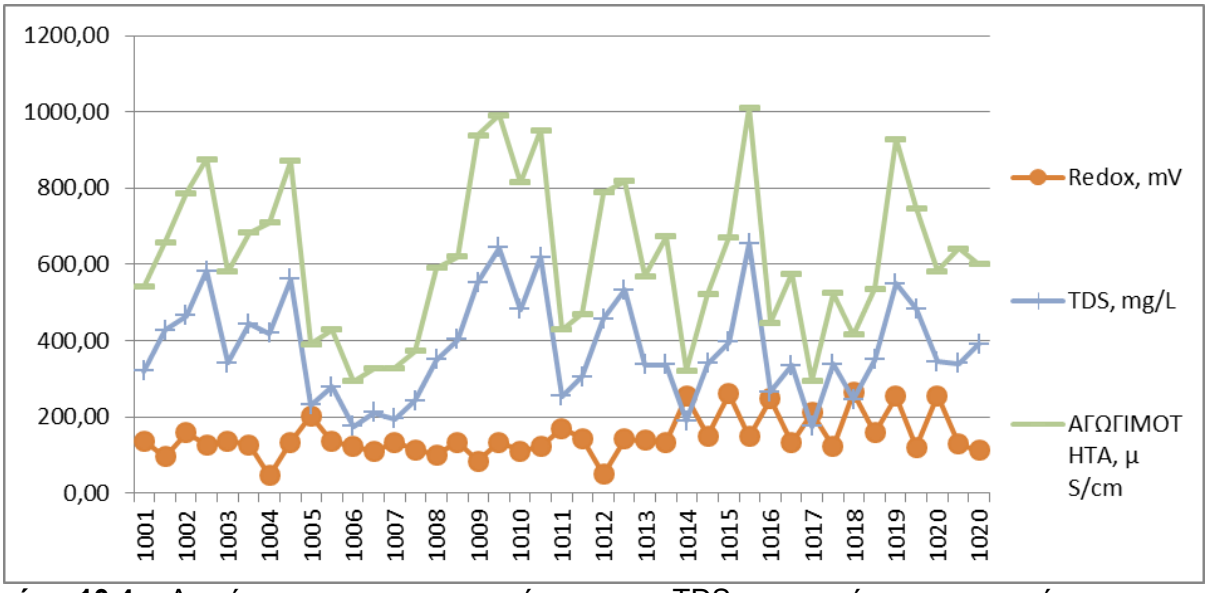


Σχήμα 10.3. Διακύμανση του μέσου όρου της αλατότητας στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα και των ΣΘΔ που είναι εγκατεστημένες στα στραγγιστικά της λεκάνης Άρδα.

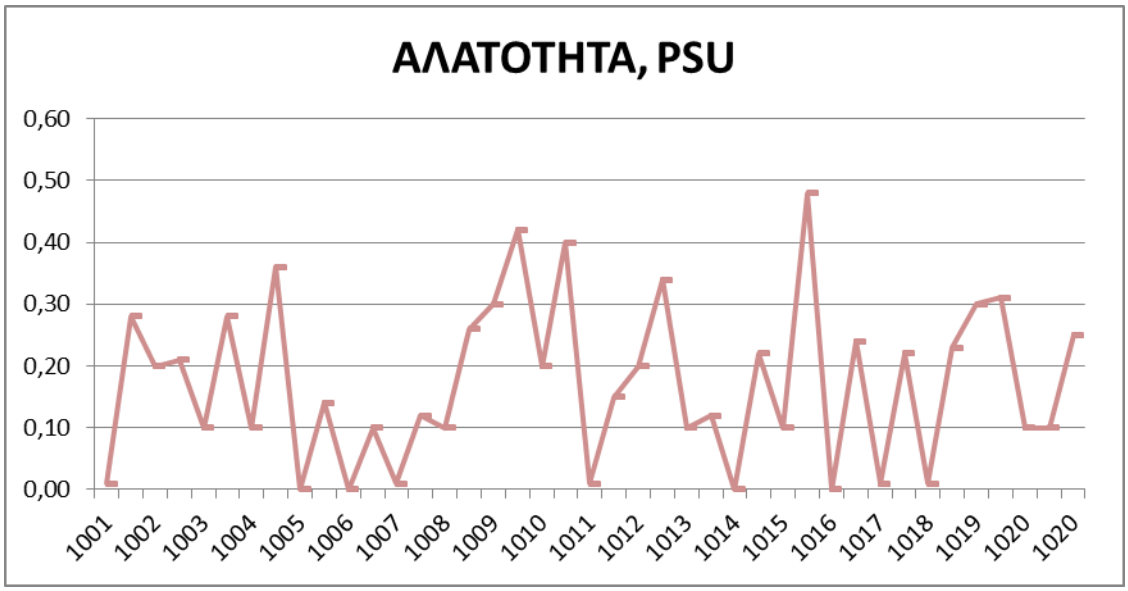
Οι αντίστοιχες τιμές των Μ.Ο. της αγωγιμότητας, του TDS και της αλατότητας στις ΣΘΔ των στραγγιστικών (Σχήματα 10.2 και 10.3) βρίσκονται σε διπλάσια περίπου επίπεδα από εκείνα του ποταμού και για την περίπτωση της αλατότητας σε πενταπλάσια περίπου επίπεδα. Οι μετρήσεις του Redox (οξειδοαναγωγικό δυναμικό) έχουν θετικό πρόθεμα (οξειδωτικές συνθήκες) σε όλα τα στραγγιστικά/αρδευτικά κανάλια (Σχήμα 10.2) με εξαίρεση μία μέτρηση τον Ιούνιο του 2012 που παρουσιάζει αρνητικό πρόθεμα (αναγωγικές συνθήκες). Η τελευταία περίπτωση ενδεχομένως να οφείλεται σε μη ενδεδειγμένη δειγματοληψία (ενδεχομένως πάρθηκε στάσιμο νερό).

Η διακύμανση των τιμών ορισμένων από τις παραμέτρους των επιτόπου μετρήσεων στις γεωτρήσεις της λεκάνης Άρδα παρουσιάζεται στο Σχήμα 10.4. Είναι ενδιαφέρον να αναφερθεί ότι το εύρος τιμών του Redox, TDS και της αγωγιμότητας, με ελάχιστες εξαιρέσεις ορισμένων γεωτρήσεων, είναι μέσα στο ίδιο εύρος τιμών με εκείνο των αντίστοιχων τιμών των στραγγιστικών ή σε ελαφρώς υψηλότερα επίπεδα. Αυτό σημαίνει ότι τα αντίστοιχα υδροφόρα είναι διαπερατά και τροφοδοτούνται από την στράγγιση επιφανειακών νερών. Άλλωστε λόγω της κοκκομετρικής σύστασης των εδαφών, που όπως αναφέρθηκε, αυτή είναι μέσης μηχανικής σύστασης, τα εδάφη στραγγίζουν σχετικά εύκολα και δεδομένου ότι δεν υπάρχει αμιγές στραγγιστικό δίκτυο, η στράγγιση γίνεται προς το υπέδαφος που οδηγεί στην ρύπανση των υπόγειων νερών, όπως θα αναφερθεί παρακάτω. Οι ελάχιστες γεωτρήσεις με τιμές αγωγιμότητας και TDS που βρίσκονται στα επίπεδα των αντίστοιχων τιμών του ποταμού Αρδα βρίσκονται αφενός στις Καστανιές (γεωτρήσεις με κωδικούς 1005 και 1006), και οι υπόλοιπες, με κωδικούς 1007, 1008, 1016, 1017 και 1018 βρίσκονται στο Φυλάκιο. Το γεγονός ότι στις εν λόγω γεωτρήσεις τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού είναι παρόμοια με εκείνα του νερού του ποταμού Άρδα υποδηλώνει ότι ενδεχομένως τα αντίστοιχα υδροφόρα από τα οποία αντλούν νερό οι γεωτρήσεις αυτές τροφοδοτούνται άμεσα από τον Άρδα ποταμό.

Στο Σχήμα 10.5. παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών της αλατότητας των γεωτρήσεων. Η αλατότητα σε σημαντικό αριθμό των γεωτρήσεων βρίσκεται σε επίπεδα κατά πολύ υψηλότερα από εκείνα των στραγγιστικών της λεκάνης Άρδα.



Σχήμα 10.4. Διακύμανση των συγκεντρώσεων του TDS, των τιμών της αγωγιμότητας και του Redox, αντίστοιχα, στις ΣΘΔ των γεωτρήσεων της λεκάνης Άρδα.



Σχήμα 10.5. Διακύμανση της αλατότητας στις ΣΘΔ των γεωτρήσεων της λεκάνης Άρδα.

Η διακύμανση των Μ.Ο. των συγκεντρώσεων των ανιόντων (νιτρικών, νιτρωδών, χλωριούχων, θειϊκών, φθοριούχων και φωσφορικών) και αμμωνιακών αλλά και του ολικού φωσφόρου στις ΣΘΔ της λεκάνης Άρδα παρουσιάζεται στα Σχήματα 10.6, 10.7, 10.8 και 10.9.

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 10.6 οι Μ.Ο. των συγκεντρώσεων των νιτρικών στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα (<4,0 ppm) και οι Μ.Ο. των νιτρικών δεν

υπερβαίνουν το επίπεδο των 25 ppm στις υπόλοιπες ΣΘΔ επιφανειακών και υπόγειων νερών με εξαίρεση μία γεώτρηση (κωδικός 1012) στην οποία ο μέσος όρος αγγίζει τα 31 ppm. Η γεώτρηση με κωδικό 1012 βρίσκεται στην νότια πλευρά της λεκάνης (περιοχή Βάλτου). Το εύρος της διακύμανσης των μέσων όρων των συγκεντρώσεων των νιτρικών στις ΣΘΔ των στραγγιστικών και γεωτρήσεων είναι παρόμοιο.

Η διακύμανση των Μ.Ο. των συγκεντρώσεων των χλωριούχων και θειικών στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Άρδα παρουσιάζεται στο Σχήμα 10.7 Οι συγκεντρώσεις των χλωριούχων και θειικών βρίσκονται σε χαμηλά σχετικά επίπεδα στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα και οι υψηλότερες συγκεντρώσεις και οι αντίστοιχοι υψηλότεροι Μ.Ο. βρέθηκαν σε ορισμένες γεωτρήσεις. Στην γεώτρηση με κωδικό 1012 που βρίσκεται στην νότια πλευρά της λεκάνης (περιοχή Βάλτου) η οποία βρέθηκε με τον υψηλότερο Μ.Ο. συγκεντρώσεων νιτρικών, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, έχει και τον υψηλότερο Μ.Ο. συγκεντρώσεων χλωριούχων (77,5 ppm). Επίσης στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1009, 1010 και 1015, που βρίσκονται στην περιοχή του Φυλακίου, βρέθηκαν από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις θειικών.

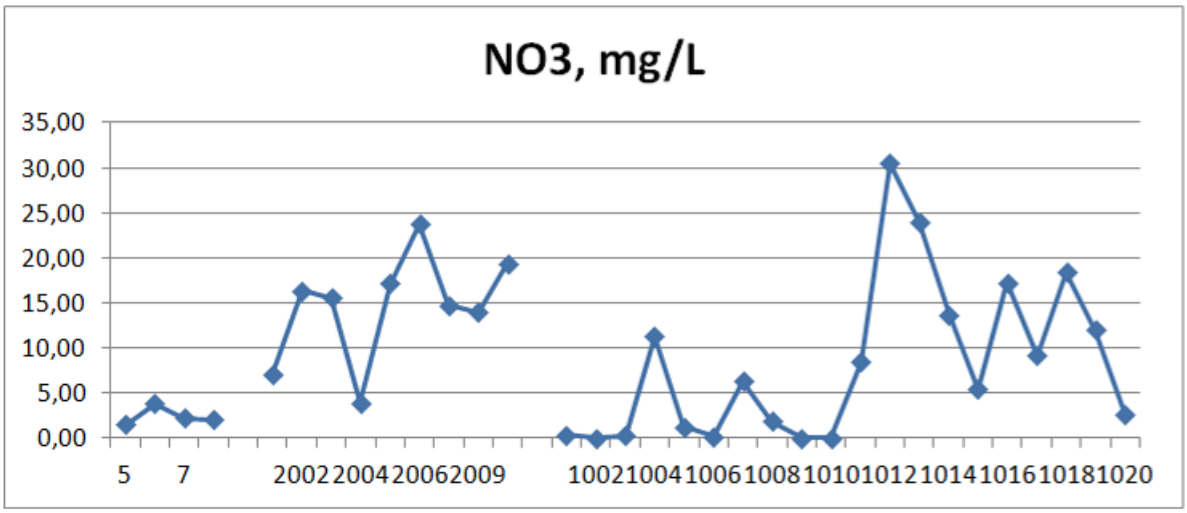
Η διακύμανση των Μ.Ο. των νιτρωδών, αμμωνιακών και φθοριούχων στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Άρδα παρουσιάζεται στο Σχήμα 10.8. Οι Μ.Ο. όλων των ανωτέρω παραμέτρων στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα (<0,25 ppm). Οι αντίστοιχοι μέσοι όροι στις ΣΘΔ των στραγγιστικών και γεωτρήσεων βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα. Οι υψηλότεροι μέσοι όροι νιτρωδών και αμμωνιακών βρέθηκαν σε γεωτρήσεις (κωδικοί 1001 και 1013 για τα νιτρώδη και 1001 και 1012 για τα αμμωνιακά). Ο υψηλότερος μέσος όρος των συγκεντρώσεων φθοριούχων επίσης βρέθηκε σε μία γεώτρηση (κωδικός 1012) αλλά και σε άλλες γεωτρήσεις οι μέσοι όροι των φθοριούχων βρίσκονται σε υψηλότερο επίπεδο από εκείνο των μέσων όρων των στραγγιστικών.

Στο Σχήμα 10.9 παρουσιάζεται η διακύμανση των Μ.Ο. των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στις ΣΘΔ των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Άρδα. Οι υψηλότεροι μέσοι όροι των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου που βρέθηκαν σε ορισμένα στραγγιστικά αγγίζουν τα 0,55 ppm. Οι Μ. Ο. των συγκεντρώσεων των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου των στραγγιστικών βρίσκονται σε διπλάσια με πενταπλάσια περίπου επίπεδα σε σχέση με τα αντίστοιχα επίπεδα των Μ.Ο. που βρέθηκαν στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα που δεν ξεπερνούν τα 0,11 ppm. Οι αντίστοιχοι Μ.Ο. των γεωτρήσεων βρίσκονται στο ίδιο περίπου επίπεδο με τους αντίστοιχους Μ.Ο. του Άρδα, με ελάχιστες εξαιρέσεις γεωτρήσεων στις οποίες οι αντίστοιχοι Μ.Ο. βρίσκονται σε διπλάσια περίπου επίπεδα.

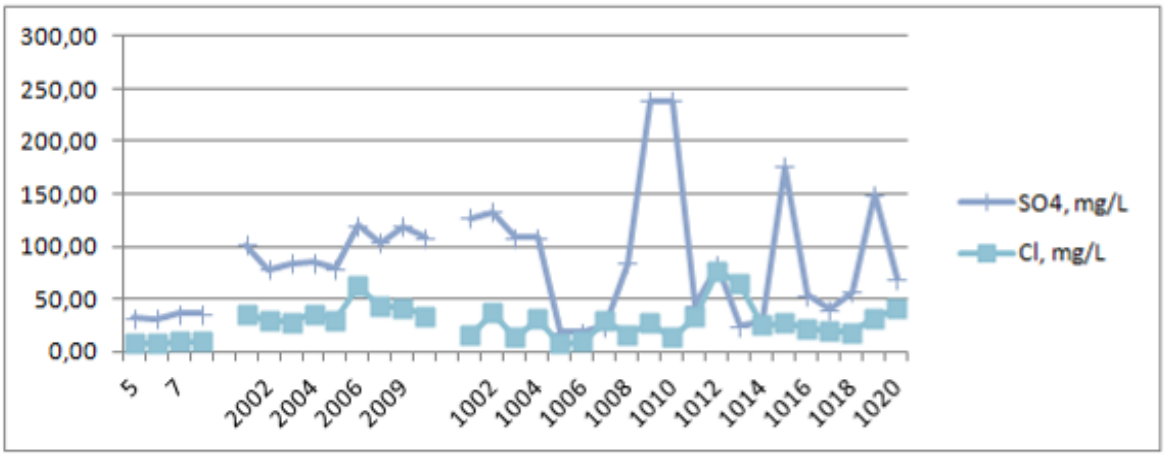
Συνεπώς όπως προκύπτει από τα Σχήματα 10.6, 10.7, 10.8 και 10.9 από την διακύμανση των μέσων όρων των νιτρικών, χλωριούχων, νιτρωδών, αμμωνιακών και φθοριούχων οι αντίστοιχοι μέσοι όροι των ανωτέρω παραμέτρων βρίσκονται γενικά σε υψηλότερα επίπεδα στις ΣΘΔ των γεωτρήσεων, οι αντίστοιχες τιμές στις ΣΘΔ του ποταμού Αρδα βρίσκονται σε κατά πολύ

χαμηλότερα επίπεδα ενώ στις ΣΘΔ των στραγγιστικών βρίσκονται σε ενδιάμεσα επίπεδα μεταξύ εκείνων του ποταμού Άρδα και των επιπέδων των γεωτρήσεων. Όσον αφορά για τους Μ.Ο. των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου σε σαφώς υψηλότερα επίπεδα βρίσκονται στις ΣΘΔ των στραγγιστικών και σε κατά πολύ χαμηλότερα επίπεδα στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα όπως και στις ΣΘΔ των γεωτρήσεων.

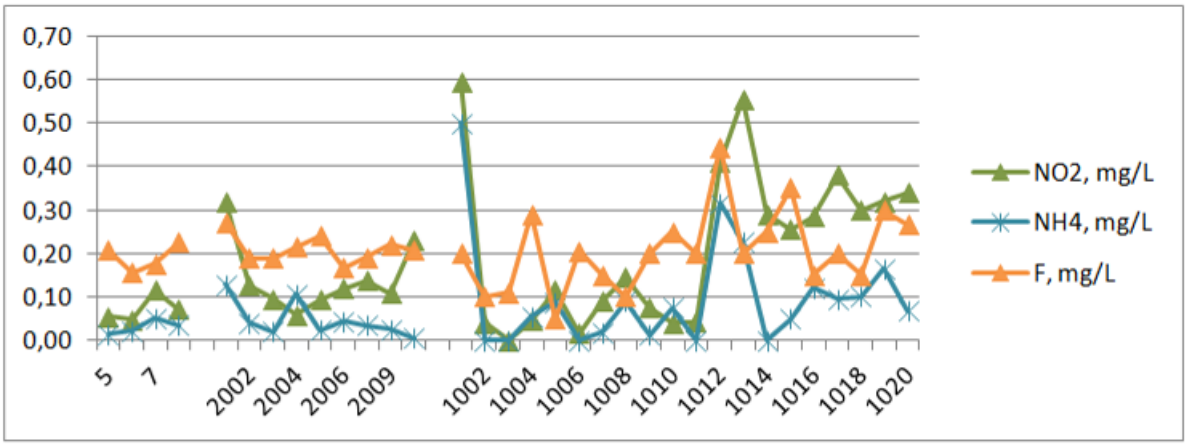
Σημειώνεται ότι βρωμιούχα δεν βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα.



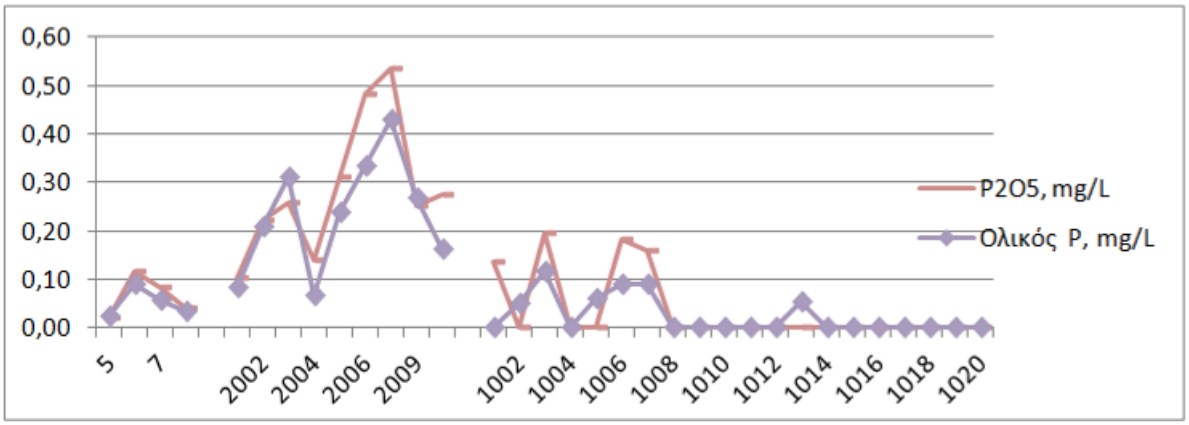
Σχήμα 10.6 Διακύμανση των Μ.Ο. των νιτρικών στις ΣΘΔ των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Άρδα.



Σχήμα 10.7 Διακύμανση των Μ.Ο. των χλωριούχων και θειικών στις ΣΘΔ των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Άρδα.



Σχήμα 10.8 Διακύμανση των Μ.Ο. των αζωτούχων ανιόντων (νιτρωδών και αμμωνιακών) και φθοριούχων στις ΣΘΔ των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Άρδα.



Σχήμα 10.9 Διακύμανση των Μ.Ο. των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στις ΣΘΔ των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Άρδα.

Τα ``Βαρέα μέταλλα``, αλλά πιο σωστά τα τοξικά μέταλλα (σίδηρος, χαλκός, μαγγάνιο, ψευδάργυρος, υδράργυρος, μόλυβδος, κάδμιο, κασσίτερος, νικέλιο, χρώμιο και αρσενικό) αναλύονταν σε όλα τα δείγματα σύμφωνα με την προβλεπόμενη από το έργο συχνότητα. Με ελάχιστες εξαιρέσεις, στο νερό του ποταμού Άρδα δεν ανιχνεύθηκαν αντιμόνιο, νικέλιο, σελήνιο, χαλκός, υδράργυρος, χρώμιο και κασσίτερος. Μετρήθηκε αργίλιο (αλουμίνιο) μία φορά (Απρίλιος του 2012) στις θέσεις 6 και 7, μία φορά αρσενικό στην ΣΘΔ 8 (Μαράσια) και από μία φορά κάδμιο και μόλυβδος στις ΣΘΔ 5 και 7, αντίστοιχα. Όμως, όπως θα αναφερθεί παρακάτω, κάδμιο, μόλυβδος και μαγγάνιο βρέθηκαν σε σημαντικό αριθμό γεωτρήσεων της λεκάνης του Άρδα. Σημαντικές συγκεντρώσεις μαγγανίου βρέθηκαν σε πολλά στραγγιστικά/αρδευτικά κανάλια. Οι υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου στο νερό του δικτύου των στραγγιστικών του Άρδα και δεδομένου ότι οι Μ.Ο. του μαγγανίου στο νερό του ποταμού δεν υπερβαίνουν τα 50 μg/L σημαίνει ότι η παρουσία του σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στα υπόλοιπα επιφανειακά νερά οφείλεται στην απορροή ή στράγγιση νερού στο οποίο περιέχονται υψηλότερες

συγκεντρώσεις μαγγανίου όπως για παράδειγμα νερό γεωτρήσεων. Σε ορισμένες γεωτρήσεις οι συγκεντρώσεις μαγγανίου αγγίζουν τα 6,0 ppm ενώ στα επιφανειακά νερά σπάνια βρέθηκαν συγκεντρώσεις > 0,5 ppm.

Στα υπόγεια νερά της λεκάνης Άρδα δεν βρέθηκαν τα μέταλλα αντιμόνιο, σελήνιο, χαλκός, υδράργυρος και χρώμιο. Όμως σε ορισμένες γεωτρήσεις βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου, ψευδαργύρου και κασσιτέρου.

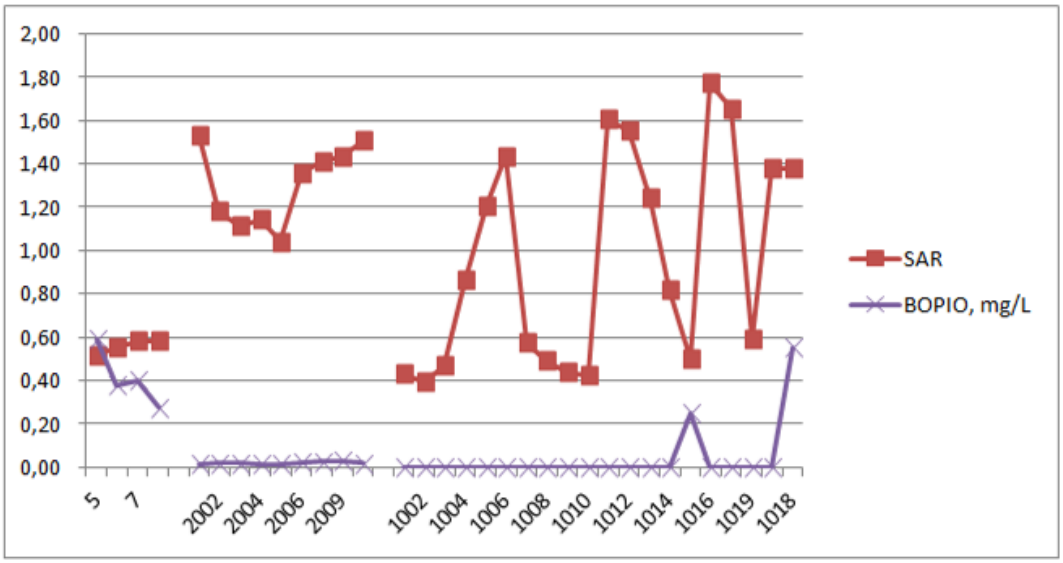
Οι τιμές των συγκεντρώσεων των ολικών μετάλλων είναι παρόμοιες με εκείνες των διαλυτών μετάλλων που σημαίνει ότι η περιεκτικότητα των νερών σε αιωρούμενα συστατικά είναι μικρή.

Από τα αποτελέσματα των αρδευτικών παραμέτρων προκύπτει ότι κατά τις δειγματοληψίες που έγιναν εντός του 2010 από τις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα το βόριο βρέθηκε σε σημαντικές συγκεντρώσεις (7-3 mg/L) και επίσης μόνο μία φορά βρέθηκε βόριο σε σημαντικές συγκεντρώσεις (0,5-0,1 mg/L) στο νερό των στραγγιστικών (τον Δεκέμβριο του 2010) αλλά και σε δύο γεωτρήσεις. Κατά την υπόλοιπη διάρκεια του έργου οι συγκεντρώσεις βορίου βρίσκονταν σε επίπεδα μικρότερα από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης.

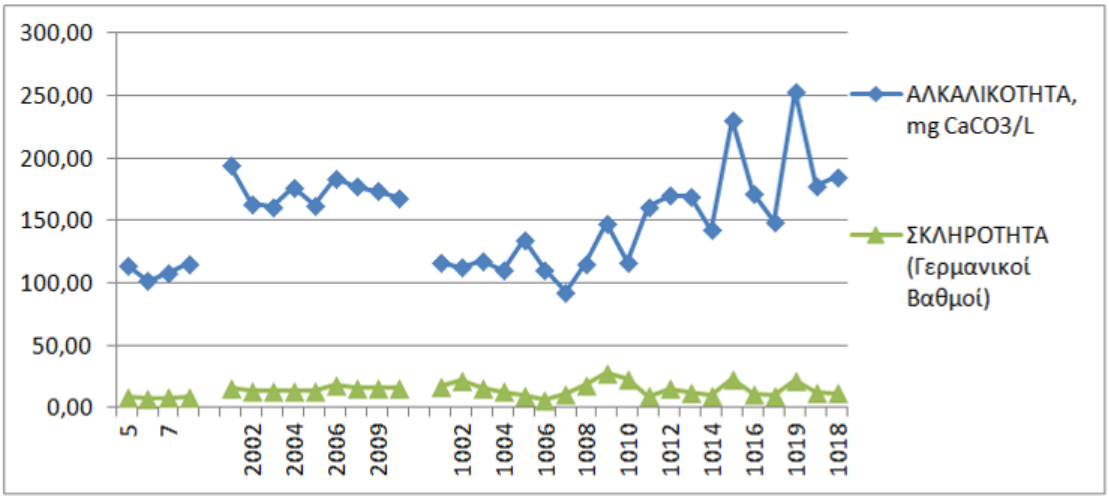
Η διακύμανση των μέσων όρων των αρδευτικών παραμέτρων SAR και βορίου στα επιφανειακά και υπόγεια υδατοσυστήματα της λεκάνης του Άρδα παρουσιάζεται στα Σχήματα 10.10 και 10.11. Προκύπτει από το Σχήμα 10.10 ότι μεταξύ των στραγγιστικών/αρδευτικών τάφρων που περιλαμβάνονται την χειρότερη αρδευτική ποιότητα έχει το υδατοσύστημα στο οποίο βρίσκεται η ΣΘΔ με κωδικό 2001 (αναμικτήρας Μαρασίων) και κατά δεύτερο λόγο το υδατοσύστημα με κωδικό 2010.Το γεγονός αυτό είναι παράδοξο καθόσον η ΣΘΔ 2010 βρίσκεται στην στραγγιστική τάφρο που μεταφέρει το νερό στον εν λόγω αναμικτήρα και θα αναμενόταν οι συγκεντρώσεις αλάτων να βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα στην ΣΘΔ 2010 σε σχέση με τη ΣΘΔ 2001. Ενδεχομένως στον εν λόγω αναμικτήρα των Μαρασίων να εκβάλουν και άλλες στραγγιστικές τάφροι. Οι τιμές SAR βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα (<0,6) στις ΣΘΔ του Άρδα και ορισμένες γεωτρήσεις και αυξάνουν στις ΣΘΔ των στραγγιστικών και σε ελαφρώς υψηλότερες τιμές υπάρχουν σε ορισμένες γεωτρήσεις όπως σε αυτές με κωδικούς 1006, 1011, 1012, 1016, 1018 και 1020 από τις οποίες όλες βρίσκονται στην νότια πλευρά της λεκάνης Άρδα με εξαίρεση την 1020 που βρίσκεται στην Ελαία.

Στο Σχήμα 10.11. παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων της σκληρότητας και της αλκαλικότητας στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Άρδα. Οι μέσοι όροι για τις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα. Όμως οι μέσοι όροι και των δύο παραμέτρων έχουν περίπου το ίδιο εύρος διακύμανσης στα στραγγιστικά και υπόγεια νερά με εξαίρεση τις γεωτρήσεις με κωδικούς 1016 και 1019 που έχουν σαφώς τις υψηλότερες τιμές αλκαλικότητας και οι γεωτρήσεις με κωδικούς 1009 και 1010 που έχουν τις υψηλότερες τιμές σκληρότητας.

Οι δείκτες ρύπανσης (BOD_5, COD, οικολογική ποιότητα) σε όλα τα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Άρδα βρίσκονται μέσα στα αποδεκτά όρια.



Σχήμα 10.10 Διακύμανση των Μ.Ο. των τιμών SAR και βορίου στις ΣΘΔ των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Άρδα.



Σχήμα 10.11 Διακύμανση των Μ.Ο. των τιμών ορισμένων αρδευτικών παραμέτρων στις ΣΘΔ των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Άρδα.

Από τα ανωτέρω, όσον αφορά τον Άρδα ποταμό, προκύπτει ότι μεταξύ των θέσεων 5 και 8 του ποταμού εκτός από την σταδιακή, έστω μικρή, αύξηση της θερμοκρασίας (Σχήμα 10.1.), υπάρχει και σταδιακή αύξηση του TDS και της αγωγιμότητας (Σχήμα 10.2.), της αλατότητας (Σχήμα 10.3.), θειικών και χλωριούχων (Σχήμα 10.7.) και της SAR (Σχήμα 10.10.). Επίσης υπάρχει σταδιακή αύξηση των νιτρικών (Σχήμα 10.6.), φωσφορικών και ολικού φωσφόρου (Σχήμα 10.9.), αν και ο υψηλότεροι Μ.Ο. νιτρικών, φωσφορικών και ολικού φωσφόρου βρέθηκαν στην θέση με κωδικό 6, και της αλκαλικότητας (Σχήμα 10.11.) αν και στην προκειμένη περίπτωση ο χαμηλότερος Μ.Ο. βρέθηκε στην θέση 6 αντί της θέσης με κωδικό 5. Επίσης

διαφαίνεται μία αύξηση των Μ.Ο. των νιτρωδών και αμμωνιακών κατά την πορεία του ποταμού στο Ελληνικό έδαφος όμως οι υψηλότεροι Μ.Ο. βρέθηκαν στην θέση με κωδικό 7.

Συμπερασματικά προκύπτει ότι αν και τα επίπεδα των ανωτέρω παραμέτρων (αγωγιμότητας, TDS, αλατότητας, νιτρικών, νιτρωδών, αμμωνιακών, φωσφορικών, ολικού φωσφόρου κ.ά.) βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα εντούτοις διαφαίνεται μία σταδιακή ρύπανση του ποταμού κατά την πορεία του στο Ελληνικό έδαφος**.**

Όπως προκύπτει από τα αναλυτικά δεδομένα που αφορούν την παρουσία καφεΐνης, η οποία όπως αναφέρθηκε θα χρησιμοποιηθεί ως δείκτης ρύπανσης προερχόμενης από αστικά απόβλητα, αυτή βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες του αντίστοιχου LOD σε όλα τα επιφανειακά νερά της λεκάνης Αρδα συμπεριλαμβανομένου και του ποταμού Άρδα αλλά και στο νερό των γεωτρήσεων με εξαίρεση τεσσάρων γεωτρήσεων με κωδικούς 1006, 1012, 1013 και 1015. Από τις γεωτρήσεις αυτές η 1006 βρίσκεται στις Καστανιές, οι 1012 και 1013 στην περιοχή Βάλτου-Στέρνας και η 1015 στο Φυλάκιο. Η υψηλότερη συγκέντρωση καφεΐνης βρέθηκε στη ΣΘΔ 8 του Άρδα στα Μαράσια και στην ΣΘΔ των στραγγιστικών με κωδικό 2001 που επίσης βρίσκεται στα Μαράσια. Η παρουσία καφεΐνης στο νερό του Άρδα υποδηλώνει ότι ο ποταμός είναι αποδέκτης υγρών αστικών αποβλήτων κατά την πορεία του τόσο στο Βουλγαρικό όσο και Ελληνικό έδαφος.

Το ανωτέρω συμπέρασμα, ότι δηλαδή ο ποταμός Άρδας είναι αποδέκτης αστικών αποβλήτων και κατά την πορεία του και στο Ελληνικό έδαφος, συνάδει με την σταδιακή αύξηση των συγκεντρώσεων του TDS, της αγωγιμότητας, της αλατότητας και των συγκεντρώσεων των ανιόντων αλλά και της θερμοκρασίας, που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Η παρουσία καφεΐνης σε κάποιο υδατοσύστημα υποδηλώνει την τροφοδοσία αυτού με υγρά αστικά απόβλητα και συγκεκριμένα η καφεΐνη προέρχεται αφενός από τα απόνερα πλυσίματος σκευών που χρησιμοποιούνται στην παρασκευή του ροφήματος του καφέ (απόβλητα του νεροχύτη και πλυντηρίου οικιακών σκευών, πιάτων και ποτηριών) και από την απέκκριση καφεϊνης στα ούρα λόγω κατανάλωσης καφέ αλλά και πολλών αναψυκτικών που περιέχουν καφεΐνη όπως και πολλών φαρμακευτικών προϊόντων που περιέχουν σημαντικές συγκεντρώσεις καφεΐνης. Ένα άτομο πίνοντας 3-6 φλιτζάνια καφέ ημερησίως αποβάλει με τα ούρα περίπου 12 mg καφεΐνης (Birkett and Miners, 1991). Επίσης κατά τα τελευταία έτη η καφεΐνη χρησιμοποιείται και ως δείκτης διάκρισης της ρύπανσης νερών που προκαλείται από αστικά απόβλητα από εκείνη που προέρχεται από την απορροή και έκπλυση κτηνοτροφικών αποβλήτων. Η εφαρμογή της ανωτέρω αρχής έγινε από το Υπουργείο Περιβάλλοντος του Καναδά (Kelly, 2009) στις λίμνες Green και Watch της Πολιτείας του British Columbia.

Όμως καφεΐνη βρέθηκε εκτός από το δίκτυο των επιφανειακών νερών και στο 80% των γεωτρήσεων. Η παρουσία καφεΐνης στο νερό των γεωτρήσεων υποδηλώνει ότι η τροφοδοσία των υπόγειων νερών στην λεκάνη του Άρδα γίνεται με την ταχεία στράγγιση επιφανειακών

νερών και άμεση επικοινωνία του ποταμού Άρδα με τα υπόγεια υδροφόρα. Αναφέρθηκε ανωτέρω ότι η στράγγιση των επιφανειακών νερών πρέπει να είναι ταχεία ήτοι διευκολυνόμενη μέσω ρωγμών του εδάφους καθόσον ενδεχομένως χρωματογραφική κίνηση του νερού μέσω τους εδάφους θα είχε ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση των συγκεντρώσεων της καφεΐνης ακόμη και την πλήρη εξαφάνιση της από την φάση του εδαφικού νερού, μέσω του μικροβιακού μεταβολισμού του εδάφους. Ενδεχομένως η ρύπανση των υπογείων νερών σε κάποιο βαθμό να οφείλεται και στην έκπλυση ουσιών συμπεριλαμβανομένης και της καφεΐνης από μη στεγανοποιημένους βόθρους που λειτουργούν σε όλα τα Κοινοτικά διαμερίσματα της λεκάνης Άρδα. Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με τα στοιχεία του ΥΠΕΚΑ (2012), σε κανένα από τους Δήμους και Κοινοτικά διαμερίσματα της λεκάνης Άρδα (Κυπρίνου και Τριγώνου) δεν υπάρχει κεντρικό αποχετευτικό δίκτυο.

Πειράματα έκπλυσης γεωργικών φαρμάκων με την βοήθεια λυσιμέτρων και άλλων τεχνικών σε περιοχές της λεκάνης Άρδα (Ρίζια, Φυλάκιο και Πλάτη) έδειξαν ότι η κίνηση από το επιφανειακό έδαφος προς τα υπόγεια υδροφόρα είναι όντως πολύ γρήγορη (Βρύζας, 2005). Τομές εδάφους, σε αγροτεμάχιο που είχε ψεκαστεί με υδατοδιαλυτή χρωστική και αρδεύτηκε, έδειξαν ότι η κίνηση του νερού είναι χρωματογραφική μόνο στα επιφανειακά 30-40 εκατοστά βάθους και στα βαθύτερα στρώματα υπάρχουν ρωγμές, κυρίως στα αργιλώδη εδάφη, που διευκολύνουν την κίνηση του νερού ώστε μέσα στις επόμενες 24 ώρες, ύστερα από μία τυπική άρδευση, η χρωστική από την επιφάνεια του εδάφους είχε μετακινηθεί προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους και είχε ξεπεράσει τα 150 εκατοστά βάθους.

Από τα αναλυτικά δεδομένα που αφορούν τις αναλύσεις υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων και άλλων οργανικών ουσιών προκύπτει ότι τα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν έστω και μία φορά στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα ανέρχονται σε 50 περίπου δραστικά συστατικά γεωργικών φαρμάκων τα οποία σε αλφαβητική σειρά είναι: 2,4-D, acetochlor, a-HCH, alachlor, atrazine, azoxystrobin, bentazone, bifenthrin, boscalid, cadusafos, captan, carbaryl, carbendazim, chloropropylate, lindane, chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, clodinafop, coumaphos, DEA, deltamethrin, difenoconazole, dimethenamid, dimethoate, diphenylamine, ethofumesate, etridiazole, fenarimol, fluometuron, flutriafol, HCB, L-cyhalothrin, lenacyl, malathion, MCPA, metalaxyl, PCNB, pendimethalin, pirimiphos, prometryne, quinalphos, S-metolachlor, quizalofop, tebuconazole, terbuthylazine, thiacloprid, thiamethoxam, tralcoxydim, triclopyr και trifluralin.

Όμως, όπως θα συζητηθεί παρακάτω, ο αριθμός των γεωργικών φαρμάκων που είχαν την ευρύτερη χρήση στην λεκάνη του Άρδα και συνεπώς ανιχνεύθηκαν τουλάχιστον 5 φορές σε κάποια καλλιεργητική περίοδο είναι κατά πολύ μικρότερος.

Μεταξύ των 50 γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύτηκαν έστω και μία φορά στα υδατοσυστήματα της λεκάνης του ποταμού Άρδα μόνο ελάχιστα βρέθηκαν σε εξαιρετικά υψηλές

συγκεντρώσεις. Μεταξύ των φαρμάκων αυτών περιλαμβάνεται το **S-metolachlor** που βρέθηκε σε δύο περιπτώσεις εντός του Δεκεμβρίου του 2010 και Οκτωβρίου του 2011 στο στραγγιστικό με κωδικό 2003 στις συγκεντρώσεις 13,12 και 15,44 ppb, αντίστοιχα, που όπως θα αναφερθεί παρακάτω, οι συγκεντρώσεις αυτές πρέπει να προέρχονται από σημειακές πηγές ρύπανσης.

Οι σημαντικότερες σημειακές πηγές ρύπανσης από γεωργικά φάρμακα είναι οι θέσεις όπου οι αγρότες πλένουν και γεμίζουν τους ψεκαστήρες για την εφαρμογή (ψεκασμό) των γεωργικών φαρμάκων. Στην περιοχή της ΣΘΔ 2003 δεν υπάρχει μόνιμη εγκατάσταση για το πλύσιμο/γέμισμα ψεκαστήρων, όμως προφανώς κάποιοι αγρότες πλένουν τους ψεκαστήρες τους εκεί διότι οι ανιχνεύσεις έγιναν σε δείγματα που συλλέχθηκαν εκτός καλλιεργητικής περιόδου. Άλλα γεωργικά φάρμακα που βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις >0,5 ppb περιλαμβάνονται τα ζιζανιοκτόνα fluometuron, atrazine και DEA (από-αιθυλιωμένη ατραζίνη που είναι ο κύριος μεταβολίτης της ατραζίνης στο έδαφος) και τα μυκητοκτόνα PCNB και etridiazole και τα εντομοκτόνα/ακαρεοκτόνα chloropropylate, quinalphos και coumaphos τα οποία όμως βρέθηκαν μόνο περιστασιακά μία με δύο φορές το καθένα προερχόμενα από σημειακές πηγές ρύπανσης και επίσης βρέθηκε και η ουσία diphenylamine.

Από τα αποτελέσματα είναι ενδιαφέρον να επισημανθεί η παρουσία της atrazine (δεν έχει έγκριση κυκλοφορίας) σε συγκεντρώσεις 0,767, 0,648, 0,562, 0,529 ppb στα στραγγιστικά με κωδικούς 2009, 2007, 2005 και 2003, αντίστοιχα και σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε όλα τα υπόλοιπα στραγγιστικά της λεκάνης Άρδα κατά την δειγματοληψία του Απριλίου 2011 που είναι η εποχή που εφαρμόζεται το ζιζανιοκτόνο αυτό (προφυτρωτική εφαρμογή στο έδαφος σε καλλιέργειας αραβοσίτου). Χαμηλότερες συγκεντρώσεις atrazine βρέθηκαν κατά το υπόλοιπο διάστημα του 2011 με τις συγκεντρώσεις να κυμαίνονται στο περίπου 0,3 ppb εντός του Νοεμβρίου, 2011. Κατά την ίδια περίοδο οι συγκεντρώσεις της DEA (από-αιθυλιωμένη ατραζίνη που είναι σταθερός μεταβολίτης στο έδαφος) που βρέθηκαν στα ίδια υδατοσυστήματα βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα (0,1-0,3 ppb). Το γεγονός αυτό υποδηλώνει ότι έγινε παράνομη χρήση atrazine στην καλλιέργεια αραβοσίτου στα αγροκτήματα του Καναδά και Πλάτης (βόρειο τμήμα της λεκάνης Άρδα) εντός του 2011. Από τα αποτελέσματα για το 2010 προκύπτει ότι η χρήση της atrazine ενδεχομένως να είχε την ίδια ένταση όπως και κατά το 2011 καθόσον συγκεντρώσεις atrazine και DEA σε επίπεδα 0,2 και 0,1 ppb, αντίστοιχα, βρέθηκαν στα στραγγιστικά της λεκάνης Άρδα κατά την δειγματοληψία του Δεκεμβρίου, 2010.

Από τα αποτελέσματα του 2012 προκύπτει ότι η χρήση της atrazine στην λεκάνη Άρδα ήταν περιορισμένη, σε σχέση με το 2010 και 2011, καθόσον οι συγκεντρώσεις atrazine και DEA δεν υπερέβησαν τα 0,22 και 0,1 ppb, αντίστοιχα. Παρόλο ότι οι συγκεντρώσεις βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα το γεγονός ότι ο λόγος [DEA]/[atrazine], ήτοι ο λόγος των συγκεντρώσεων DEA προς atrazine που εκπλύνονται από τα εδάφη, είναι μικρότερος της μονάδος σημαίνει ότι η

χρήση ήταν πρόσφατη και κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2012 (Papastergiou & Papadopoulou-Mourkidou, 2001).

Ένα άλλο ζιζανιοκτόνο που βρέθηκε σε σημαντικές συγκεντρώσεις στα στραγγιστικά της λεκάνης Άρδα είναι το fluometuron που χρησιμοποιείται κυρίως στην βαμβακοκαλλιέργεια και το οποίο βρέθηκε σε χαμηλές συγκεντρώσεις κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2011 αλλά σε σημαντικές συγκεντρώσεις εντός του 2012 και ιδιαίτερα εντός του Ιουνίου, 2012.

Με βάση τις συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα στραγγιστικά της λεκάνης Άρδα προκύπτει ότι κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2012 πρέπει να χρησιμοποιήθηκε επίσης prometryne στην ζιζανιοκτονία του βάμβακος. Σημειώνεται ότι η prometryne όπως και η atrazine δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας.

Στα Σχήματα 10.12, 10.13 και 10.14 παρουσιάζεται η διακύμανση των ετήσιων αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων των συγκεντρώσεων που βρέθηκαν στα δείγματα των ΣΘΔ επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα. Όπως προκύπτει από το Σχήμα 10.12. για το 2010 οι τιμές των ετησίων αθροισμάτων και ετήσιων μέσων όρων βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα <1,0 ppb στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα αλλά είναι υψηλότερες στις θέσεις 2003, 2005 και 2006. Τα ετήσια αθροίσματα των συγκεντρώσεων για τις ΣΘΔ 2003, 2005 και 2006 ανέρχονται σε 14,35, 1,15 και 1,59 ppb, αντίστοιχα και οι αντίστοιχες τιμές των ετήσιων μέσων όρων σε 7,17, 0,57 και 0,79 ppb. Η ιδιαιτέρως υψηλή τιμή του αθροίσματος συγκεντρώσεων και μέσου όρου στην θέση 2003 οφείλεται κυρίως στην υψηλή συγκέντρωση (13,117 ppb) S-metolachlor που βρέθηκε στην θέση αυτή εντός του Δεκεμβρίου του 2010. Δεδομένου ότι το ζιζανιοκτόνο S-metolachlor, που χρησιμοποιείται κυρίως στην καλλιέργεια του αραβοσίτου και βάμβακος, εφαρμόζεται κυρίως την Άνοιξη, η παρουσία του σε επιφανειακά νερά εντός του Δεκεμβρίου πρέπει να οφείλεται σε ανεξέλεγκτη και τυχαία σημειακή πηγή ρύπανσης (πλύσιμο κάποιου ψεκαστήρα ή απόρριψη κάποιας συσκευασίας που περιείχε σημαντική ποσότητα φαρμάκου).

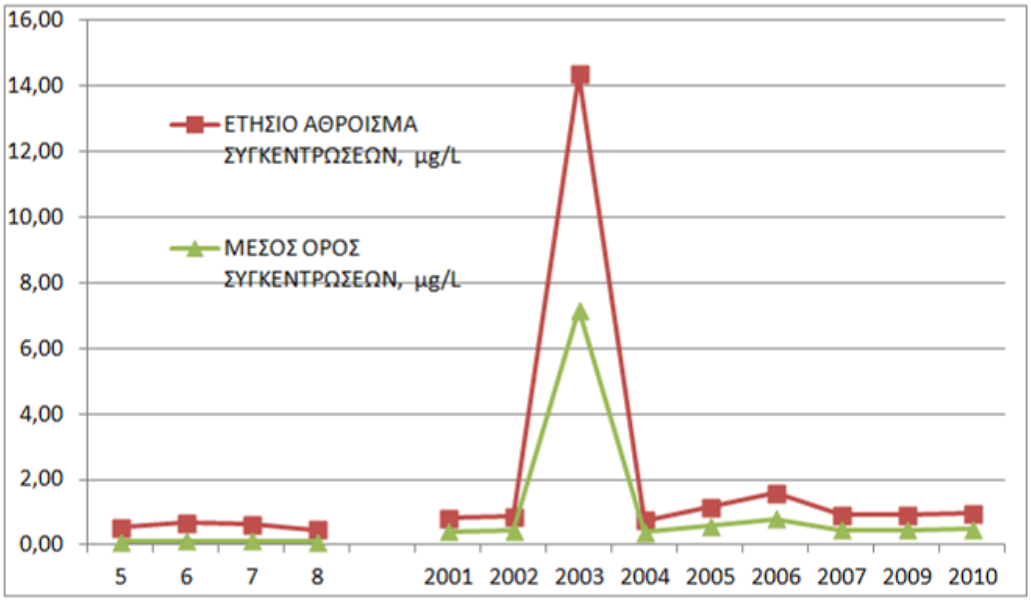
Το προφίλ των διακυμάνσεων των ετησίων αθροισμάτων των συγκεντρώσεων και ετήσιων μέσων όρων κατά το 2011 διαφοροποιείται με εμφανώς υψηλότερες τιμές στην θέση 6 του ποταμού Άρδα και στα στραγγιστικά 2003 και 2009 (Σχήμα 10.13). Η σχετικά υψηλότερη τιμή του ετησίου αθροίσματος και αντίστοιχου μέσου όρου στην θέση 6 του Άρδα, σε σύγκριση με τις υπόλοιπες θέσεις ανάντη και κατάντη της ΣΘΔ 6, οφείλεται στην παρουσία του ακαρεοκτόνου chloropropylate στην συγκέντρωση των 1,017 ppb εντός του Μαΐου του 2011. Δεδομένου ότι το φάρμακο αυτό δεν βρέθηκε σε άλλες θέσεις δειγματοληψίας και δεδομένου ότι πρόκειται για ένα οργανοχλωριωμένο γεωργικό φάρμακο που δεν εκπλύνεται εύκολα από το έδαφος η παρουσία του σε επιφανειακό νερό πρέπει να οφείλεται σε τυχαία σημειακή πηγή ρύπανσης (απόρριψη κάποιας παλιάς συσκευασίας δεδομένου ότι το φάρμακο αυτό δεν έχει έγκριση κυκλοφορίας εδώ και αρκετά έτη). Οι υψηλές τιμές ετήσιων αθροισμάτων και ετήσιων μέσων όρων στις ΣΘΔ

2003 και 2009 οφείλονται στην παρουσία στις θέσεις αυτές σημαντικών συγκεντρώσεων των ζιζανιοκτόνων atrazine και DEA (μεταβολίτης της ατραζίνης) και S-metolachlor. Στην θέση 2009 επιπλέον βρέθηκε σε σημαντική συγκέντρωση (1,014 ppb) και το εντομοκτόνο quinalphos το οποίο επίσης δεν έχει έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας και δεδομένου ότι βρέθηκε μία φορά και σε μία μόνο ΣΘΔ η παρουσία του εκεί δεν προέρχεται από κάποια χρήση αλλά ενδεχομένως απόρριψη κάποιας παλιάς συσκευασίας που περιείχε μικρή ποσότητα σκευάσματος.

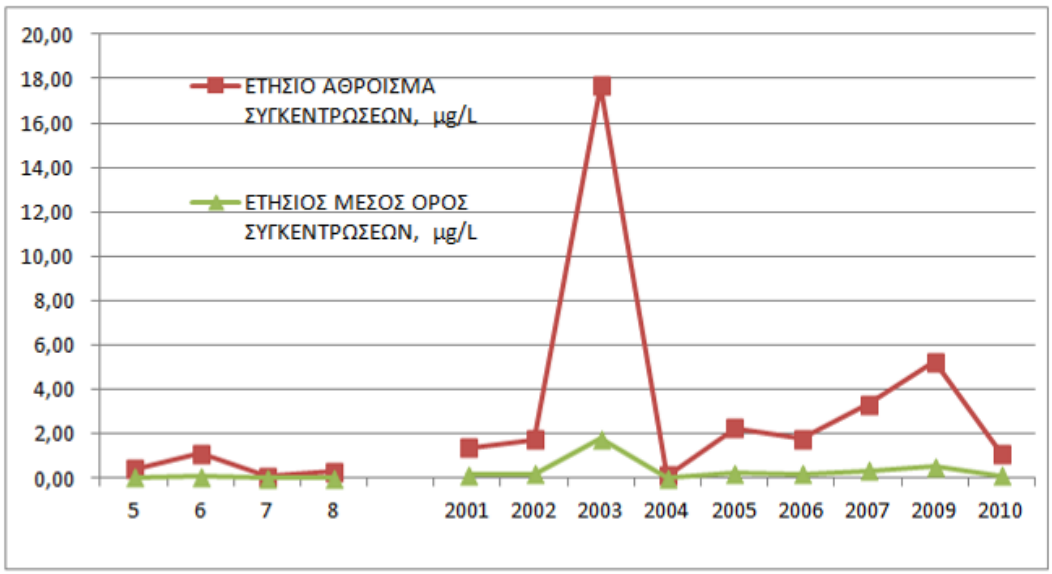
Το προφίλ των διακυμάνσεων των ετήσιων αθροισμάτων των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων και αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων για το 2012 είναι τελείως διαφορετικό από τα προηγούμενα έτη και τα μέγιστα των συγκεντρώσεων που βρέθηκαν είναι σε σχετικά χαμηλότερα επίπεδα (Σχήμα 10.14). Οι υψηλότερες τιμές ετήσιων αθροισμάτων και μέσων όρων βρέθηκαν στο στραγγιστικό 2009 και οφείλονται στις σχετικά υψηλές συγκεντρώσεις fluometuron και prometryne που βρέθηκαν στην θέση αυτή εντός του 2012.

Σημαντικές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων βρέθηκαν και σε ορισμένες γεωτρήσεις της λεκάνης Άρδα. Μεταξύ των γεωργικών φαρμάκων που έχουν την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης και τις υψηλότερες συγκεντρώσεις είναι το μυκητοκτόνο etridiazole, τα εντομοκτόνα lindane και chlorpyrifos ethyl και τα ζιζανιοκτόνα bentazone, alachlor και S-metolachlor. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μεταξύ των ανωτέρω γεωργικών φαρμάκων οι υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν για το μυκητοκτόνο etridiazole το οποίο βρέθηκε μόνο σε ίχνη στα επιφανειακά νερά με εξαίρεση τις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα. Οι συγκεντρώσεις του etridiazole στα υπόγεια νερά (γεωτρήσεις με κωδικούς 1014, 1016, 1017, 1018, 1019 και 1020) βρίσκονται στο ίδιο περίπου επίπεδο συγκεντρώσεων με το νερό του ποταμού Άρδα πράγμα που πιστοποιεί την άμεση τροφοδοσία των υπογείων νερών από τον ποταμό.

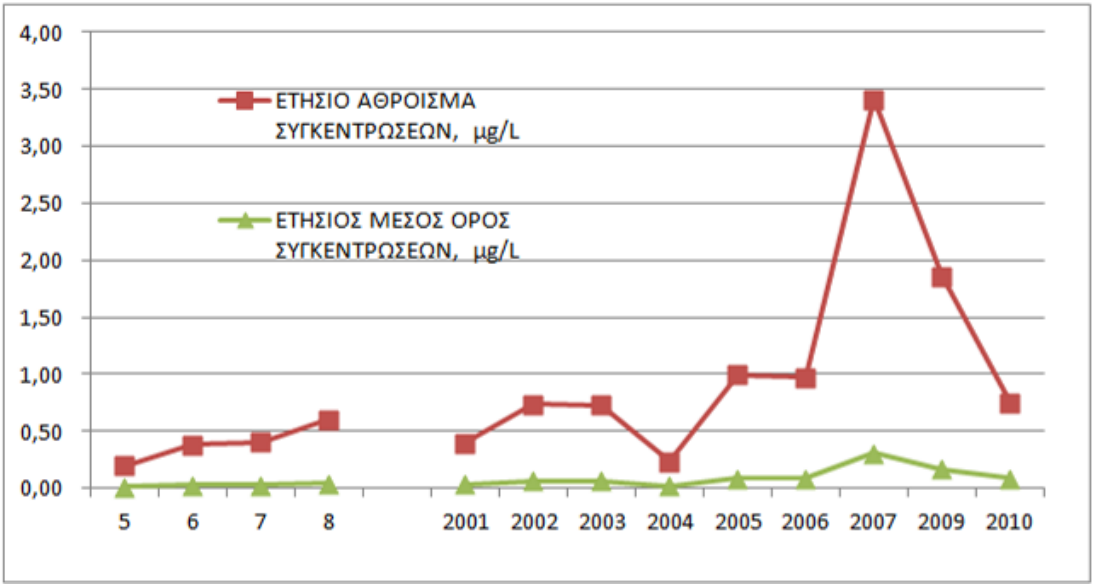
Οι γεωτρήσεις αυτές με εξαίρεση την γεώτρηση με κωδικό 1020, βρίσκονται στην νότια πλευρά του Άρδα στην περιοχή του Φυλακίου. Η γεώτρηση 1020 βρίσκεται σε μονάδα συσκευασίας λαχανικών της Ελαίας.



Σχήμα 10.12 Διακύμανση των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων των συγκεντρώσεων στις ΣΘΔ των επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα κατά τις δειγματοληψίες του 2010.



Σχήμα 10.13 Διακύμανση των ετήσιων αθροισμάτων των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων και των αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων των συγκεντρώσεων στις ΣΘΔ των επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα κατά τις δειγματοληψίες του 2011.



Σχήμα 10.14 Διακύμανση των ετήσιων αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων των συγκεντρώσεων στις ΣΘΔ των επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα κατά τις δειγματοληψίες του 2012.

Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων δεν ανιχνεύθηκαν στα ιζήματα του ποταμού Αρδα. Μεταξύ των αποτελεσμάτων των ιζημάτων του ποταμού Άρδα ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η υψηλή περιεκτικότητα των ιζημάτων σε μαγγάνιο και μόλυβδο. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις μαγγανίου ανέρχονται σε 0,73, 0,76, 2,1 και 1,2 γραμ./kg ξηρού βάρους ιζήματος στις ΣΘΔ 5, 6, 7 και 8, αντίστοιχα. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις μολύβδου στις θέσεις 5, 6, 7 και 8 ανέρχονται σε 16, 16, 43 και 36 ppm, αντίστοιχα**.** Από τα αποτελέσματα αυτά προκύπτει ότι για τον μόλυβδο και μαγγάνιο, δεδομένου ότι παρουσιάζεται μία σταδιακή αύξηση των συγκεντρώσεων τους στα ιζήματα κατά μήκος του ποταμού, ότι η ρύπανση δεν είναι μόνο εισαγόμενη.

Αναλύσεις εδαφών της περιοχής Ορεστιάδας δείχνουν ότι σε ένα μεγάλο ποσοστό (90%) των εδαφών που εξετάσθηκαν οι συγκεντρώσεις του μαγγανίου βρίσκονται σε επίπεδα >12 ppm (ΔΑΥ-ΑΜΘ, 2009). Συνεπώς ανεξάρτητα από τις αυξημένες συγκεντρώσεις μαγγανίου στα εδάφη της περιοχής οι συγκεντρώσεις μαγγανίου στα ιζήματα του ποταμού Άρδα είναι κατά 60 με 175 φορές υψηλότερα επίπεδα.

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις μολύβδου στα ιζήματα του ποταμού σύμφωνα στην ανωτέρω μελέτη οι συγκεντρώσεις μολύβδου σε 95% των εδαφών που εξετάσθηκαν οι συγκεντρώσεις μολύβδου βρίσκονται σε επίπεδα <20 ppm. Συνεπώς και στην περίπτωση του μολύβδου οι συγκεντρώσεις μολύβδου που βρέθηκαν στα ιζήματα των θέσεων 7 και 8 του Άρδα βρίσκονται σε διπλάσια περίπου επίπεδα.

Υψηλές είναι και οι συγκεντρώσεις αρσενικού στα ιζήματα του Άρδα και οι συγκεντρώσεις επίσης αυξάνουν κατά την πορεία του ποταμού ήτοι η μέγιστη συγκέντρωση στην ΣΘΔ 5 στα

σύνορα ανέρχεται σε 9 ppm και αυξάνει στα 13, 15,5 και 20,5 ppm στις θέσεις 6, 7 και 8, αντίστοιχα.

Στο ίζημα της θέσης 5 του Άρδα βρέθηκε η υψηλότερη συγκέντρωση κασσιτέρου, μεταξύ όλων των υπολοίπων θέσεων όλων των ποταμών του έργου, η οποία ανέρχεται σε 30,5 ppm και οι συγκεντρώσεις στα ιζήματα του Άρδα μειώνονται κατά την πορεία του ποταμού προς το Δέλτα. Το ίδιο ισχύει και για τον ψευδάργυρο και το χρώμιο. Η υψηλότερη συγκέντρωση (96 ppm) του ψευδαργύρου βρέθηκε στο ίζημα της ΣΘΔ 5 και οι συγκεντρώσεις μειώνονται κατά την πορεία με μέγιστη συγκέντρωση 75 ppm στην ΣΘΔ 8. Η υψηλότερη συγκέντρωση χρωμίου (53 ppm) βρέθηκε στην θέση 5 και στην θέση 8 στα Μαράσια η υψηλότερη συγκέντρωση που βρέθηκε είναι μόνο 29 ppm. Συνεπώς η ρύπανση του ποταμού σε αρσενικό, ψευδάργυρο και χρώμιο είναι εισαγόμενη.

Το ίδιο είναι και το προφίλ της διακύμανσης των συγκεντρώσεων του χαλκού για το οποίο οι συγκεντρώσεις βρίσκονται σε μέτρια επίπεδα συγκριτικά με τις συγκεντρώσεις που βρέθηκαν στα ιζήματα άλλων ποταμών.

Σε μέτρια επίπεδα (ο χαρακτηρισμός προκύπτει σε σύγκριση με τις συγκεντρώσεις νικελίου που βρέθηκαν στα ιζήματα άλλων υδατοσυστημάτων του έργου) βρίσκονται και οι συγκεντρώσεις νικελίου στα ιζήματα του Άρδα και οι συγκεντρώσεις παραμένουν περίπου σταθερές κατά τη πορεία του ποταμού εντός του Ελληνικού Εδάφους. Για παράδειγμα, η μέγιστη συγκέντρωση νικελίου στην θέση 5 ανέρχεται σε 163 ppm και η μέγιστη στην θέση 8 στα Μαράσια σε 175 ppm.

Υψηλές είναι οι συγκεντρώσεις σιδήρου στα ιζήματα του Άρδα σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας που κυμαίνονται από 61,2 με 56,0 g/kg.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η ρύπανση του Άρδα ποταμού σε κασσίτερο, ψευδάργυρο, χρώμιο, χαλκό, νικέλιο και σίδηρο είναι εισαγόμενη από την Βουλγαρία. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις μολύβδου, αρσενικού και μαγγανίου είναι μεν σημαντικές στην θέση 5 του Άρδα στα Ελληνο-Βουλγαρικά σύνορα όμως οι συγκεντρώσεις αυξάνουν περαιτέρω κατά την πορεία του ποταμού στο Ελληνικό έδαφος.

Β. Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των επιτόπου μετρήσεων και αναλύσεων της λεκάνης Άρδα και κατηγοριοποίηση υδατοσυστημάτων

Τα αποτελέσματα της Στατιστικής Επεξεργασίας των δεδομένων που αφορούν την λεκάνη Άρδα, περιλαμβάνονται στους Πίνακες 301-325 της Τελικής Έκθεσης του έργου, τόσο σε έντυπη όσο και σε ψηφιακή μορφή που δημιουργήθηκαν για τους σκοπούς του παρόντος, προκειμένου να γίνει η ποιοτική τους αξιολόγηση με βάση τα κριτήρια των Προτύπων Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) της σχετικής νομοθεσίας και άλλων θεσμοθετημένων κριτηρίων που αφορούν την προστασία και ποιότητα των νερών.

Από την κατηγοριοποίηση των υδατοσυστημάτων της λεκάνης Άρδα, ως προς την καταλληλότητά τους προς άρδευση, με βάση την αγωγιμότητα και τις αντίστοιχες τιμές SAR, με βάση το Αμερικάνικο σύστημα κατάταξης αρδευτικών υδάτων, προκύπτει ότι η καταλληλότητα του νερού του ποταμού Άρδα είναι Καλή ή Μέση προς Καλή. Στα στραγγιστικά επίσης η αρδευτική ποιότητα είναι Μέση προς Καλή με εξαίρεση τις ΣΘΔ 2004, 2006, 2007 και 2009 στις οποίες η ποιότητα είναι Μέση προς Μέτρια. Το νερό των γεωτρήσεων έχει επίσης ποιότητα Μέση προς Καλή με εξαίρεση ελάχιστες γεωτρήσεις που έχουν νερό κατηγορίας Μέσης προς Μέτριας.

Οσον αφορά τις συγκεντρώσεις χλωριούχων και θειϊκων και στις δύο περιπτώσεις η Ετήσια Μέση Συγκέντρωση (ΕΜΣ) σε όλες τις θέσεις δειγματοληψίας δεν υπερβαίνει την τιμή του ΕΜΣ-ΠΠΠ των 250 ppm.

Οι ΕΜΣ των συγκεντρώσεων του βορίου είναι <1,0 ppm με εξαίρεση τις ΕΜΣ στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα εντός του 2010 στις οποίες οι τιμές ΕΜΣ κυμαίνονται από 7,05 με 3,3 ppm. Όλα τα υδατοσυστήματα των στραγγιστικών όπως και των γεωτρήσεων, με εξαίρεση την ΣΘΔ 2009 και την γεώτρηση με κωδικό 1018, έχουν ΕΜΣ βορίου <όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης. Στην γεώτρηση 1018 η συγκέντρωση βορίου για το 2010 βρέθηκε στα 1,10 ppm και στο στραγγιστικό 2009 στα 0,55 ppm εντός του 2010.

Με βάση τις συγκεντρώσεις αρσενικού που βρέθηκαν στα νερά της λεκάνης Αρδας, σε σύγκριση με τα σχετικά όρια των ΠΠΠ, προκύπτει ότι δεν υπάρχουν υπερβάσεις του ΕΜΣ των 30 ppb των ΠΠΠ καθόσον σε ελάχιστες περιπτώσεις βρέθηκαν μικρές συγκεντρώσεις αρσενικού στα υδατοσυστήματα της λεκάνης.

Οσον αφορά το κάδμιο, η ΕΜΣ και η ΜΕΣ (Μεγίστη Επιτρεπόμενη Συγκέντρωση) του καδμίου των ΠΠΠ κυμαίνεται από 0,08 με 0,25 ppb και 0,45 με 1,50 ppb, αντίστοιχα, αναλόγως της σκληρότητας του νερού. Συγκεντρώσεις καδμίου σε χαμηλά επίπεδα βρέθηκαν εποχιακά σε ορισμένα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Άρδα μόνο κατά τις δειγματοληψίες του 2010. Κατ` αρχή κάδμιο σε συγκέντρωση 3 ppb βρέθηκε εντός του 2010 στην θέση 5 του Άρδα με αποτέλεσμα να προκύψει ΕΜΣ της τάξης 1,5 ppb για την θέση αυτή. Προφανώς η θέση αυτή του Άρδα εμπίπτει στην Κατηγορία 2 υπέρβασης του ορίου των ΠΠΠ. Κάδμιο επίσης βρέθηκε στην συγκέντρωση του 1,2 ppb στο στραγγιστικό με κωδικό 2007 και στο οποίο υπάρχει υπέρβαση της ΜΕΣ-ΠΠΠ για την θέση αυτή. Η σκληρότητα του νερού στην θέση αυτή είναι κατηγορίας 4 για την οποία η ΜΕΣ-ΠΠΠ ανέρχεται σε 0,90 ppb.

Κάδμιο επίσης βρέθηκε στις γεωτρήσεις 1014, 1015, 1016, 1018 και 1020 κατά την δειγματοληψία του 2010 με τις συγκεντρώσεις να κυμαίνονται από 1,0 με 3,0 ppb. Οι γεωτρήσεις με συγκεντρώσεις μέχρι 2 ppb, εμπίπτουν στην κατηγορία 2 και η γεώτρηση με συγκέντρωση 3 ppb στην κατηγορία 3 όμως σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ανώτατου ορίου των 5 ppb που ισχύει για τα υπόγεια νερά.

Για τον μόλυβδο, με βάση τα ΠΠΠ που αφορούν μόνο επιφανειακά νερά, οι τιμές ΕΜΣ και ΜΕΣ ανέρχονται σε 7,2 ppb ενώ για τα υπόγεια νερά με βάση την οδηγία 98/83/ΕΚ/3/11/1998 η ΜΕΣ ή ΑΕΣ (Ανώτατη Επιτρεπόμενη Συγκέντρωσης) ανέρχεται σε 10 ppb.

Στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Άρδα βρέθηκε μόλυβδος σε επίπεδα ανώτερα του αντίστοιχου ορίου αναφοράς της μεθόδου (5 ppb) στην ΣΘΔ 7 του Άρδα και σε όλες τις ΣΘΔ των στραγγιστικών και σε σημαντικές μάλιστα συγκεντρώσεις. Οι τιμές των αντίστοιχων μέσων όρων των ανωτέρω θέσεων δεν υπερβαίνουν το όριο του 7,2 ppb της ΕΜΣ των ΠΠΠ αλλά ούτε και το επίπεδο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης του μολύβδου ήτοι τα 5 ppb και για τον λόγο αυτόν όλες οι θέσεις αυτές έχουν καταταγεί στην Κατηγορία 1. Όμως υπάρχουν μέγιστες συγκεντρώσεις που βρέθηκαν σε ορισμένες θέσεις που υπερβαίνουν την ΜΕΣ του μολύβδου των ΠΠΠ ήτοι τα 7,2 ppb και συνεπώς όλες οι ανωτέρω θέσεις έχουν ενταχθεί μεν στην Κατηγορία 1 αλλά είναι επισημασμένες με αστερίσκο που σημαίνει ότι υπάρχει υπέρβαση κάποιου ορίου. Οι θέσεις αυτές που έχουν κατηγοριοποιηθεί ως ``Κατηγορία 1*`` είναι η ΣΘΔ 7 του Άρδα, και όλες οι ΣΘΔ των στραγγιστικών (κωδικοί 2001, 2002, 2003, 2004, 2006, 2007, 2009 και 2010) με εξαίρεση την ΣΘΔ 2005.

Μόλυβδος βρέθηκε και σε 7 γεωτρήσεις της λεκάνης Άρδα και σε τρεις (κωδικοί 1002, 1003 και 1010) σε συγκεντρώσεις ανώτερες του ΜΕΣ (10 ppb) και συνεπώς οι γεωτρήσεις αυτές εντάχθηκαν στην Κατηγορία 3* και τέσσερες (1006, 1008, 1011 και 1012) με συγκεντρώσεις μεταξύ 5,0 και 10,0 ppb που έχουν ενταχθεί στην κατηγορία 2.

Ο μόλυβδος είναι ένα από τα πιο σημαντικά τοξικά ή βαρέα μέταλλα και η παρουσία του σε μεγάλο αριθμό ΣΘΔ επιφανειακών νερών αλλά και γεωτρήσεων της λεκάνης Άρδα χρίζει περαιτέρω διερεύνησης. Η προέλευση του μολύβδου δεν πρέπει να είναι μόνο εισαγόμενη από την Βουλγαρία καθόσον ποτέ δεν βρέθηκε σε διαλυτή μορφή στα δείγματα της ΣΘΔ 5 που είναι η πλησιέστερη προς τα Ελληνοβουλγαρικά σύνορα, βρέθηκε όμως στα ιζήματα της ΣΘΔ 5. Επίσης δεν μεταφέρεται από κάποιο παραπόταμο ή ρέμα που εκβάλει στον Άρδα διότι αφενός δεν υπάρχουν τέτοια υδατοσυστήματα στην λεκάνη του Άρδα και αφετέρου δεν υπάρχουν βιομηχανικές μονάδες στην περιοχή που να ελευθερώνουν μόλυβδο στο υδατικό περιβάλλον. Με βάση τα υπάρχοντα δεδομένα, η προέλευση του, είναι πιθανόν να συνδέεται με ανάπτυξη μεταλλοφορίας μολύβδου στα πετρώματα της λεκάνης του Άρδα. Η διάλυση και μεταφορά των πετρωμάτων αυτών εχει ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη υψηλών συγκεντρώσεων μολύβδου στα εδάφη και στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της περιοχής. Το γεγονός ότι οι συγκεντρώσεις μολύβδου είναι υψηλότερες στα υπόγεια νερά παρά στα επιφανειακά συνηγορεί υπέρ της παραπάνω άποψης.

Χαρακτηριστικά είναι και τα αποτελέσματα των αναλύσεων των ιζημάτων του Άρδα στα οποία οι συγκεντρώσεις μολύβδου ενώ βρίσκονται σε επίπεδα των 8,5-16 ppm στις ΣΘΔ 5 και 6,

αυξάνονται κατά την πορεία του Άρδα προς το Δέλτα και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις στις ΣΘΔ 7 και 8 κυμαίνονται από 24,6-27,5 και 24,9-33,0 ppm, αντίστοιχα.

Ασφαλώς θα πρέπει να αναφερθεί και η επιφύλαξη, όσον αφορά την προέλευση του μολύβδου στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα, καθόσον δεν είναι γνωστές οι μεταβολές που ενδεχομένως να υφίστανται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού του Άρδα κατά την παραμονή του νερού στον ταμιευτήρα των Κομάρων. Ο ταμιευτήρας αυτός τροφοδοτείται με νερό του Άρδα, μέσω υπόγειου αγωγού. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει ΣΘΔ στον ταμιευτήρα αυτό, ο ενδεχόμενος εμπλουτισμός του νερού σε μόλυβδο, αν γίνεται κατά την παραμονή του νερού στον ταμιευτήρα αυτό, δεν είναι γνωστό και ούτε μπορεί να αποκλειστεί.

Χαλκός και Υδράργυρος δεν βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα σε επίπεδα ανώτερα από τα αντίστοιχα όρια αναφοράς των μεθόδων ανάλυσης. Νικέλιο βρέθηκε σπάνια και σε ελάχιστες θέσεις βρέθηκε σε συγκεντρώσεις που δεν υπερβαίνουν το όριο των 20 ppb των ΠΠΠ.

Σε ελάχιστες θέσεις επιφανειακών νερών βρέθηκε χρώμιο και σε συγκεντρώσεις μικρότερες των 15 ppb με αποτέλεσμα οι τιμές των αντίστοιχων ΕΜΣ να βρίσκονται σε πολύ χαμηλότερα επίπεδα (<5 ppb) και δεδομένου ότι το εύρος των τιμών ΕΜΣ των ΠΠΠ κυμαίνεται από 23 με 50 ppb, ανάλογα με την σκληρότητα του νερού, όλες οι ανωτέρω θέσεις της λεκάνης Άρδα έχουν ενταχθεί στην Κατηγορία 1.

Οι ΕΜΣ των ΠΠΠ για τον ψευδάργυρο κυμαίνονται από 8 μέχρι 125 ppb ανάλογα με την σκληρότητα του νερού. Στα υδατοσυστήματα επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα βρέθηκε ψευδάργυρος σε σημαντικές συγκεντρώσεις σε αρκετές ΣΘΔ στραγγιστικών αλλά κυρίως στις ΣΘΔ που είναι εγκατεστημένες επάνω στον ποταμό Άρδα (ΣΘΔ 5, 6, 7 και 8) και στις οποίες υπάρχει υπέρβαση των σχετικών ορίων των ΠΠΠ. Όμως η παρουσία ψευδαργύρου διαπιστώθηκε μόνο στις δειγματοληψίες του 2010 γεγονός που σημαίνει ότι η ρύπανση ήταν εισαγόμενη δεδομένου ότι διαπιστώθηκε και σόλες τις ΣΘΔ του ποταμού. Αν η ρύπανση είχε τοπική πηγή από κάποια γεωλογική ιδιομορφία της περιοχής θα έπρεπε το φαινόμενο να είχε πιο μόνιμη μορφή.

Κασσίτερος δεν βρέθηκε στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα σε επίπεδα υψηλότερα από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης (50 ppb). Όμως σε υψηλότερα επίπεδα βρέθηκε σχεδόν σε όλα τα στραγγιστικά, με μικρή βέβαια συχνότητα (1-2 φορές/ετησίως), με αποτέλεσμα οι αντίστοιχοι ΕΜΣ να κυμαίνονται από 6,0 με 14,29 ppb και ασφαλώς οι τιμές αυτές είναι υψηλότερες από το ΕΜΣ των ΠΠΠ που είναι 2,2 ppb. Οι ανωτέρω θέσεις έχουν την ένδειξη ``Κατηγορία 1*`` που σημαίνει ότι σε κάποια παράμετρο υπάρχει υπέρβαση. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι κασσίτερος βρέθηκε στα δείγματα των στραγγιστικών της λεκάνης Άρδα στην δειγματοληψία του Μαρτίου του 2011 και του Απριλίου του 2012. Αυτό σημαίνει ότι η πηγή

ρύπανσης δεν είναι μόνιμη αλλά εποχιακή. Όμως με τα δεδομένα που υπάρχουν δεν είναι δυνατό να εντοπισθεί η πηγή προέλευσης του κασσιτέρου.

Το ΑΕΣ του μαγγανίου ανέρχεται σε 50 ppb (Οδηγία 98/83 ΕΚ) και το αντίστοιχο όριο αναφοράς είναι 20 ppb. Το μαγγάνιο είναι πολύ διαδεδομένο στα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Άρδα συμπεριλαμβανομένου και του ποταμού Άρδα και σε πάρα πολλές ΣΘΔ οι ΕΜΣ είναι υψηλότερες των 50 ppb παρουσιάζοντας υπερβάσεις Κατηγορίας 3 , 4 και 5. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι οι συγκεντρώσεις μαγγανίου στις ΣΘΔ του Άρδα είναι από τις χαμηλότερες μεταξύ εκείνων που βρέθηκαν στα υπόλοιπα υδατοσυστήματα της λεκάνης που σημαίνει ότι το μαγγάνιο δεν είναι ρύπος που εισάγεται μόνο αλλά προέρχεται και από φυσικές πηγές της λεκάνης όπως εδάφη και πετρώματα. Το γεγονός ότι σε ορισμένες γεωτρήσεις (Κωδικοί 1001, 1003, 1009, 1010 και 1019), που συνιστούν το 25% των γεωτρήσεων που περιλαμβάνονται στο δίκτυο της λεκάνης Άρδα, οι συγκεντρώσεις μαγγανίου βρίσκονται σε επίπεδα υπερβολικά υψηλά (συγκεντρώσεις > 1 mg/L) και σε σχέση με τις χαμηλές συγκεντρώσεις στο νερό του Άρδα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η προέλευση του μαγγανίου έχει γεωλογική προέλευση και ενδεχομένως η παρουσία του στα επιφανειακά νερά να οφείλεται στην ρύπανση που προκαλείται από την στράγγιση εδαφών που αρδεύονται με νερό γεωτρήσεων με υψηλότερες συγκεντρώσεις μαγγανίου. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου βρέθηκαν και στα ιζήματα του ποταμού Άρδα με τις τιμές να αυξάνουν κατά την πορεία του ποταμού προς την εκβολή του στον Έβρο ποταμό που σημαίνει ότι η ρύπανση αυξάνει σταδιακά με την εισροή νερών με σταδιακά αυξανόμενες συγκεντρώσεις μαγγανίου.

Σε αρκετά επιφανειακά υδατοσυστήματα συμπεριλαμβανομένου και του Άρδα ποταμού βρέθηκε σίδηρος σε επίπεδα υψηλότερα του ορίου αναφοράς (50 ppb) αλλά σε καμία περίπτωση οι ΕΜΣ δεν υπερβαίνουν το όριο των 200 ppb που είναι η ΕΜΣ-ΠΠΠ του σιδήρου. Μόνο σε μία γεώτρηση η σχετική συγκέντρωση του σιδήρου υπερβαίνει την ΑΕΣ του σιδήρου για τα υπόγεια νερά.

Χαμηλές με μέτριες συγκεντρώσεις νιτρικών βρέθηκαν σε όλα τα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα, αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ΕΜΣ-ΠΠΠ των 50 ppm.

Επίσης χαμηλές συγκεντρώσεις νιτρωδών βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Άρδα και δεν υπάρχουν ΕΜΣ που να υπερβαίνουν το όριο των 0,5 ppm. Όμως στα υπόγεια νερά οι σχετικές συγκεντρώσεις είναι υψηλότερες και σε 6 γεωτρήσεις (Κωδικοί 1001, 1012, 1013, 1017, 1019, 1020) οι σχετικές συγκεντρώσεις υπερβαίνουν το όριο του 0,5 ppm.

Οι σχετικές συγκεντρώσεις αμμωνιακών επίσης βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα και μόνο σε δύο γεωτρήσεις (1001 και 1012) οι συγκεντρώσεις υπερβαίνουν το όριο των 0,5 ppm.

Χαμηλές είναι και οι συγκεντρώσεις φθοριούχων που βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Αρδα και σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 1,5 ppm.

Τα μέταλλα αντιμόνιο και αργίλιο δεν βρέθηκαν στις γεωτρήσεις της λεκάνης Άρδα.

Μεταξύ των γεωργικών φαρμάκων και άλλων ουσιών που περιλαμβάνονται στα ΠΠΠ βρέθηκαν στα επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα alachlor, lindane, chlorpyrifos ethyl, malathion, trifluralin, εξαχλωροβενζόλιο, 2,4-D, atrazine, bentazone, coumaphos, dimethoate και MCPA και σε σημαντικό αριθμό των ΣΘΔ των επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα υπάρχει υπέρβαση των ορίων των ΠΠΠ. Μέσα στο 2012 υπάρχει υπέρβαση των συγκεντρώσεων του lindane στις ΣΘΔ 5, 6, 7 και 8 του ποταμού Άρδα. Υπερβάσεις των ορίων ΠΠΠ επίσης υπάρχουν σχεδόν σε όλες τις ΣΘΔ των στραγγιστικών λόγω των συγκεντρώσεων lindane και εξαχλωροβενζολίου που βρέθηκαν. Το εξαχλωροβενζόλιο έχει πολύ ευρεία παρουσία σε όλη την περιοχή μελέτης. Το εξαχλωροβενζόλιο στην δεκαετία του 1950 με 1960 κυκλοφορούσε ως μυκητοκτόνο χρησιμοποιούμενο ως επενδυτικό σπόρων σιτηρών. Όμως η χρήση του έχει απαγορευτεί εδώ και 50 έτη και παρόλη την μεγάλη σταθερότητά του στο έδαφος (αναφέρεται ότι η ημιπερίοδος ζωής ανέρχεται σε 3 με 6 χρόνια) δεν αναμενόταν να βρίσκονταν ακόμη υπολείμματά του σε επιφανειακά και υπόγεια νερά. Η παρουσία εξαχλωροβενζολίου στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Αρδα οδηγεί στο συμπέρασμα ότι ενδεχομένως σπόροι σιτηρών που χρησιμοποιούνται σε ορισμένες περιοχές της λεκάνης να είναι επενδυμένοι με εξαχλωροβενζόλιο.

Στην ΣΘΔ 5 του Άρδα ανιχνεύθηκαν πολλά γεωργικά φάρμακα όπως acetochlor, alachlor, fanarimol, chlorpyrifos ethyl, etridiazole, S-metolachlor, lindane, HCB, PCNB, pendimethalin κ.ά. Μεταξύ των ανωτέρω γεωργικών φαρμάκων στις υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν το etridiazole (0,458 ppb), pendimethalin (0,311 ppb), chlorthal dimethyl (0,113 ppb) και σε συγκεντρώσεις <0,1 ppb τα υπόλοιπα. Ασφαλώς η ρύπανση που διαπιστώθηκε για την ΣΘΔ 5 του Αρδα που βρίσκεται κατάντη των Ελληνο-Βουλγαρικών συνόρων είναι εισαγόμενη.

Αποσπάσματα από την βάση δεδομένων, που αφορούν τις ανιχνεύσεις των etridiazole, pendimethalin chlorthal dimethyl με συγκεντρώσεις υπολειμμάτων >LOQs, παρουσιάζονται παρακάτω.

Όσον αφορά το etridiazole, όπως προκύπτει από τα δεδομένα που παρατίθενται παρακάτω, μεταξύ των υδατοσυστημάτων της λεκάνης Άρδα, βρέθηκε στις δειγματοληψίες που έγιναν εντός του 2010 και μόνο στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα και σε ορισμένες γεωτρήσεις. Μεταξύ των ΣΘΔ του ποταμού Άρδα η υψηλότερη συγκέντρωση (0,458 ppb) βρέθηκε στην ΣΘΔ 5 και οι συγκεντρώσεις μειώνονται κατά την πορεία του διαμέσου της ομώνυμης λεκάνης στο 0,294 ppb στην ΣΘΔ 8 στα Μαράσια. Οι συγκεντρώσεις etridiazole στις γεωτρήσεις που ανιχνεύθηκε βρίσκονται μέσα στο ίδιο εύρος τιμών των συγκεντρώσεων που βρέθηκαν την ίδια περίοδο στην ΣΘΔ 5 του Άρδα. Συνεπώς η ρύπανση του ποταμού Άρδα και ορισμένων γεωτρήσεων με etridiazole είναι εισαγόμενη από την Βουλγαρία. Το ίδιο ισχύει και για το ζιζανιοκτόνο pendimethalin για το οποίο η υψηλότερη συγκέντρωση (0,311), μεταξύ των υδατοσυστημάτων

της λεκάνης Άρδα, βρέθηκε στην ΣΘΔ 5 του Άρδα κατά τις δειγματοληψίες του 2011. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αφενός η ρύπανση από το ζιζανιοκτόνο αυτό είναι εισαγόμενη και αφετέρου ότι δεν χρησιμοποιήθηκε στην λεκάνη Άρδα την περίοδο 2010-2012.

Οι συγκεντρώσεις για το ζιζανιοκτόνο chlorthal dimethyl εντός του 2012 βρίσκονται περίπου μέσα στο ίδιο εύρος τιμών κατά μήκος του Άρδα (0,19 με 0,11 ppb) και παρόλο που η υψηλότερη συγκέντρωση (0,19 ppb) βρέθηκε στην ΣΘΔ 6 και η χαμηλότερη στην θέση 5 το γεγονός ότι δεν βρέθηκε σε συγκέντρωση >LOQ στις θέσεις των στραγγιστικών σημαίνει ότι η ρύπανση προέρχεται από τον Άρδα ποταμό και είναι επίσης εισαγόμενη. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις (0,03 ppb) βρέθηκε εντός 2010 σε ορισμένα στραγγιστικά της λεκάνης αλλά ενδεχομένως και η ρύπανση εντός του 2010 να προέρχεται από τον Άρδα.

Συνεπώς προκύπτει από τα ανωτέρω ότι η κύρια ρύπανση του ποταμού Άρδα από γεωργικά φάρμακα όπως και των υπόγειων υδροφόρων που τροφοδοτούνται με νερό του ποταμού, με ελάχιστες εξαιρέσεις, είναι εισαγόμενη από την Βουλγαρία. Στις εξαιρέσεις περιλαμβάνεται η ανίχνευση μόνο μία φορά chloropropylate στην θέση 6 στην συγκέντρωση 1,017 ppb, προερχόμενο από σημειακή πηγή ρύπανσης, και χαμηλές συγκεντρώσεις (<0,1 ppb) από διάφορα άλλα γεωργικά φάρμακα προερχόμενα από διάχυτες πηγές της λεκάνης.

Πίνακας10.1 Μετρήσεις ρύπανσης στον ποταμό Άρδα.

ΣΘΔ	Ημερομηνία	Γεωργικό Φάρμακο	Συγκέντρωση, (mg/L)
1020	22/11/2010	etridiazole	0,539
1014	22/11/2010	etridiazole	0,518
1018	22/11/2010	etridiazole	0,497
5	3/11/2010	etridiazole	**0,458**
7	3/11/2010	etridiazole	0,45
6	3/11/2010	etridiazole	0,446
8	3/11/2010	etridiazole	0,294
1017	22/11/2010	etridiazole	0,22
6	22/11/2010	etridiazole	0,181
8	22/11/2010	etridiazole	0,117
7	22/11/2010	etridiazole	0,113
1016	22/11/2010	etridiazole	0,05
1019	22/11/2010	etridiazole	0,045
5	22/11/2010	etridiazole	0,036
5	13/5/2011	pendimethalin	**0,311**
5	29/4/2011	pendimethalin	0,058
7	13/5/2011	pendimethalin	0,041
6	29/4/2011	pendimethalin	0,026
2007	14/7/2010	pendimethalin	0,01

ΣΘΔ	Ημερομηνία	Γεωργικό Φάρμακο	Συγκέντρωση, (mg/L)
6	13/1/2012	chlorthal dimethyl	0,194
7	13/1/2012	chlorthal dimethyl	0,169
8	13/1/2012	chlorthal dimethyl	0,163
5	13/1/2012	chlorthal dimethyl	**0,113**
2004	14/7/2010	chlorthal dimethyl	0,03
2006	14/7/2010	chlorthal dimethyl	0,03
2009	15/7/2010	chlorthal dimethyl	0,03
2010	15/7/2010	chlorthal dimethyl	0,03

Η κατάταξη των επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα λαμβάνοντας υπόψη τον ετήσιο μέσο όρο του αθροίσματος των συγκεντρώσεων/ημερομηνία δειγματοληψίας όλων των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν (ΕΜΟ) δείχνει ότι οι ετήσιοι μέσοι όροι των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων βρίσκονται σε επίπεδα >0,5 μg/L μόνο στις ΣΘΔ των στραγγιστικών με κωδικούς 2003, 2005 2006 και 2009.

Οσον αφορά τα υπόγεια νερά σε 4 γεωτρήσεις με κωδικούς 1014, 1017, 1018 και 1020 υπάρχουν υπερβάσεις των συγκεντρώσεων ορισμένων γεωργικών φαρμάκων από το ανώτατο όριο του 0,1 ppb και στα γεωργικά φάρμακα αυτά , όπως αναφέρθηκε παραπάνω, περιλαμβάνονται τα κάτωθι: etridiazole, lindane, diphenylamine, DEA, S-metolachlor και bentazone. Μεταξύ των ανωτέρω γεωργικών φαρμάκων τα etridiazole, S-metolachlor και bentazone έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας και θα πρέπει οι σχετικές εγκρίσεις να επανεξεταστούν από τις αρμόδιες υπηρεσίες ώστε η χρήση των φαρμάκων αυτών να απαγορευτεί σε περιοχές, όπως η λεκάνη Άρδα, στις οποίες τα εδάφη είναι ευαίσθητα στην έκπλυση γεωργικών φαρμάκων και προκαλούν ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων.

Φυσικά θα πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει το ενδεχόμενο, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, η ρύπανση των υπόγειων νερών με etridiazole να οφείλεται σε εισαγόμενη ρύπανση από την Βουλγαρία μέσω του Άρδα ποταμού που τροφοδοτεί τα υδροφόρα της περιοχής. Σημειώνεται ότι, σύμφωνα με την Κοινοτική Νομοθεσία (Οδηγία 414/91 όπως τροποποιήθηκε ή αντικαταστάθηκε) απαγορεύεται η κυκλοφορία γεωργικών φαρμάκων που έχουν το ενδεχόμενο να φθάσουν στα υπόγεια υδροφόρα σε συγκεντρώσεις >0,1 ppb.

Γ. Στατιστική επεξεργασία με Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων των δειγμάτων των ΣΘΔ της λεκάνης Άρδα

Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων με το στατιστικό πακέτο Box Plots του προγράμματος SPSS παρουσιάζεται στη Τελική Εκθεση του έργου.

Με την βοήθεια των Box Plots επιχειρείται να εκτιμηθεί το εύρος της διασποράς του 75% των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στις διάφορες λεκάνες απορροής ποταμών και λιμνών του προγράμματος και τον καθορισμό του κατώτερου και ανώτερου ορίου των συγκεντρώσεων με όρια εμπιστοσύνης 95%. Στην επεξεργασία αυτή συμπεριλήφθηκαν μόνο τα γεωργικά φάρμακα για τα οποία για κάποια συγκεκριμένη χρονική περίοδο ανιχνεύθηκαν από 5 φορές και πάνω. Κατά την επεξεργασία αυτή όλες οι ενδείξεις ``ΙΧΝΗ`` αντικαταστάθηκαν με το ½ της αντίστοιχης τιμής του LOQ για το κάθε γεωργικό φάρμακο. Στους πίνακες που ακολουθούν παρουσιάζεται μία περίληψη των δεδομένων που προκύπτει μέσω της επεξεργασίας των Box Plots.

Στον Πίνακα 10.*2* παρουσιάζονται τα δεδομένα από την σχετική επεξεργασία των αποτελεσμάτων που προέκυψαν από τις αναλύσεις των δειγμάτων της περιόδου 2010-2011 από όλες τις ΣΘΔ των επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 10.*2* στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Άρδα ανιχνεύθηκαν 20 γεωργικά φάρμακα από πέντε φορές και πάνω. Την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης κατά την εν λόγω περίοδο (2010-2011) έχει η atrazine με 75 ανιχνεύσεις, έπεται το S-metolachlor με 58 ανιχνεύσεις και στην τρίτη θέση βρίσκεται η DEA (μεταβολίτης της atrazine) με 38 ανιχνεύσεις. Στην υψηλότερη συγκέντρωση την περίοδο 2010-2011 βρέθηκε το S-metolachlor (15,44 ppb), έπεται η DEA (1,300 ppb), atrazine (0,767 ppb) και το etridiazole (0,458 ppb).

Η υψηλότερη τιμή του μέσου όρου των συγκεντρώσεων βρέθηκε για το S-metolachlor (0,53 ppb), έπονται το PCNB (0,218 ppb), DEA (0,175 ppb), atrazine (0,129 ppb), etridiazole (0,124 ppb) και lindane (0,11 ppb). Για όλα τα υπόλοιπα γεωργικά φάρμακα ο μέσος όρος των συγκεντρώσεων είναι σε επίπεδα <0,1 ppb. Το ανώτατο όριο της διασποράς του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων υπερβαίνει το όριο του 0,1 ppb για τα γεωργικά φάρμακα S-metolachlor (1,221 ppb), DEA (0,252 ppb), etridiazole (0,214 ppb), atrazine (0,167 ppb), lindane (0,176 ppb), PCNB (0,331 ppb) και pendimethalin (0,245 ppb).

Όπως προκύπτει από τα ανωτέρω στοιχεία τα γεωργικά φάρμακα S-metolachlor, atrazine και DEA, etridiazole, lindane, PCNB και pendimethalin είναι αυτά που βρέθηκαν στις υψηλότερες συγκεντρώσεις. Όμως μεταξύ των ανωτέρω φαρμάκων το lindane, PCNB και η atrazine δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας (η DEA προκύπτει από την χρήση της atrazine) και το etridiazole και pendimethalin προέκυψαν από εισαγόμενη ρύπανση μέσω του Άρδα ποταμού, όπως ήδη αναφέρθηκε. Συνεπώς μεταξύ των γεωργικών φαρμάκων που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά και χρησιμοποιούνται στην γεωργική παραγωγή της λεκάνης Άρδα μόνο στην περίπτωση του ζιζανιοκτόνου S-metolachlor υπάρχει υπέρβαση του ορίου 0,1 ppb. Επίσης θα πρέπει να σημειωθεί ότι ορισμένα ευρήματα υψηλών συγκεντρώσεων του S-metolachlor, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, υπάρχουν σημαντικές αποδείξεις ότι προήλθαν από κακή διαχείριση γεωργικών αποβλήτων σημειακών πηγών ρύπανσης. Συνεπώς για την περίοδο

2010-2011 το εύρος διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων από 0,001 με 0,61 ppb καλύπτει το εύρος της αναπόφευκτης ρύπανσης που προκλήθηκε από τα γεωργικά φάρμακα που έχουν έγκριση κυκλοφορίας και χρησιμοποιήθηκαν σύμφωνα με τις τακτικές της τοπικής γεωργικής πρακτικής. Φυσικά στο εύρος αυτό δεν περιλαμβάνονται οι υψηλές συγκεντρώσεις από το S-metolachlor διότι αυτές, όπως ήδη συζητήθηκε, προέρχονται από σημειακές πηγές.

Στον Πίνακα 10.*3* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας για την χρονική περίοδο του 2012. Όπως προκύπτει τα γεωργικά φάρμακα με αριθμό ανιχνεύσεων από 5 φορές και πάνω είναι λιγότερα από εκείνα της περιόδου 2010-2011. Κατά το 2012 μόνο 14 γεωργικά φάρμακα ανιχνεύθηκαν πέντε φορές και πάνω στα δείγματα των ΣΘΔ των επιφανειακών νερών της λεκάνης του Άρδα και μεταξύ τους αυτά που έχουν το μεγαλύτερο αριθμό ανιχνεύσεων είναι S-metolachlor (28), fluometuron (24), bentazone (22), atrazine (19) και DEA (20). Στις παρενθέσεις δίδεται ο αντίστοιχος αριθμός των ανιχνεύσεων. Μεταξύ των 14 γεωργικών φαρμάκων αυτά των οποίων ο μέσος όρος είναι >0,1 ppb είναι μόνο το 2,4-D (0,11 ppb) και το fluometuron (0,148 ppb). Το ανώτατο όριο της διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων είναι >0,1 ppb για τα γεωργικά φάρμακα 2,4-D (0,21 ppb), atrazine (0,129 ppb), lindane (0,154 ppb), chlorthal dimethyl (0,173 ppb), fluometuron (0,312 ppb) και prometryne (0,149 ppb). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι μεταξύ των ανωτέρω γεωργικών φαρμάκων κυκλοφορούν νόμιμα στην Ελληνική αγορά μόνο τα ζιζανιοκτόνα 2,4-D, chlorthal dimethyl και fluometuron. Συνεπώς για τα γεωργικά φάρμακα που έχουν έγκριση κυκλοφορίας το εύρος διακύμανσης από 0,001 με 0,312 καλύπτει το 75% των συγκεντρώσεων όλων των φαρμάκων με εξαίρεση τις εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις S-metolachlor που προέρχονται από σημειακές πηγές. Το εύρος αυτό είναι περίπου το ½ της περιόδου 2010-2011 και τούτο είναι αναμενόμενο καθόσον και από τον αριθμό των ανιχνεύσεων προκύπτει ότι η χρήση των γεωργικών φαρμάκων ήταν σημαντικά περιορισμένη κατά την περίοδο αυτή. Συνεπώς το εύρος της διακύμανσης της αναπόφευκτης ρύπανσης που προκύπτει από την χρήση γεωργικών φαρμάκων σύμφωνα με την γεωργική πρακτική που εξασκείται στην λεκάνη του Άρδα για την περίοδο του 2012 δεν υπερβαίνει το όριο του 0,312 ppb**.**

Επιπλέον σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο περιόδων 2010-2011 και 2012 δείχνει ότι κατά το 2012 η χρήση της atrazine έχει περιορισθεί και η χρήση του bentazone είναι ευρύτερη και επίσης έχει περιορισθεί η χρήση του S-metolachlor και έχει αυξηθεί η χρήση του fluometuron.

Στον Πίνακα 10.*4* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων που προήλθαν μόνο από τις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα κατά την συνολική περίοδο 2010-2012 (35 δειγματοληψίες). Όπως προκύπτει στον ποταμό Άρδα ανιχνεύθηκαν 5 φορές και πάνω μόνο 12 γεωργικά φάρμακα και μεταξύ αυτών με την μεγαλύτερη συχνότητα βρέθηκε το chlorpyrifos ethyl (17) και το etridiazole (16). Μεταξύ των 12 γεωργικών φαρμάκων μόνο το etridiazole

βρέθηκε με μέσο όρο των συγκεντρώσεων >0,1 ppb και το ανώτατο όριο της διασποράς των συγκεντρώσεων του 75% των τιμών υπερβαίνει το όριο του 0,1 ppb για το etridiazole (0,227 ppb), chlorthal dimethyl (0,125 ppb) και το ethofumesate (0,112 ppb). Σημειώνεται ότι μεταξύ των ανωτέρω γεωργικών φαρμάκων το etridiazole και ενδεχομένως και το chlorthal dimethyl προέρχονται από εισαγόμενη ρύπανση του ποταμού Άρδα καθόσον και τα δύο βρέθηκαν σε σημαντικές συγκεντρώσεις μόνο στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα και σε ορισμένες γεωτρήσεις ενώ στα υπόλοιπα επιφανειακά νερά βρέθηκαν είτε σε ίχνη όπως συμβαίνει με το etridiazole ή σε συγκεντρώσεις κατά πολύ χαμηλότερες από εκείνες που βρέθηκαν στα δείγματα του ποταμού Άρδα. Το εύρος διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων βρίσκεται μέσα στο ίδιο εύρος τιμών των υπόλοιπων επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα.

Στον Πίνακα 10.*5* παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων που προέκυψαν από τις αναλύσεις των δειγμάτων των γεωτρήσεων. Κατά τις δύο δειγματοληψίες των γεωτρήσεων μόνο 6 γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν με πέντε και πάνω ανιχνεύσεις και μεταξύ αυτών περιλαμβάνονται το bentazone, lindane, chlorpyrifos ethyl, etridiazole, HCB και PCNB και μεταξύ αυτών μόνο για το etridiazole ο μέσος όρος των τιμών >0,1 ppb και η ανώτατη τιμή της διασποράς του 75% των τιμών ανέρχεται σε 0,493 ppb. Αναφέρθηκε παραπάνω ότι η παρουσία του etridiazole στα υπόγεια νερά ορισμένης περιοχής της λεκάνης Άρδα σε συγκεντρώσεις παρόμοιες με αυτές που βρέθηκαν την ίδια περίοδο στο νερό του Άρδα ποταμού σημαίνει ότι αφενός η προέλευση του είναι εισαγόμενη και αφετέρου ότι τα συγκεκριμένα υδροφόρα τροφοδοτούνται άμεσα από τον ποταμό.

Σημείωση: Στους Πίνακες 10.*2* με 10.*5* περιλαμβάνεται και η παράμετρος PNEC (predicted non-effect concentration) που θα συζητηθεί στο υποκεφάλαιο της οικοτοξικολογικής αξιολόγησης που ακολουθεί.

Πίνακας 10.2 Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις ΣΘΔ επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα 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)**
acetochlor	22	0,037	0,005	**0,068**	0,334	0,059
Alachlor	16	<0,0025				1,0
Atrazine	75	0,129	0,09	**0,167**	0,767	1,9
bentazone	6	0,01	0,007	0,012	0,011	54,0
Chlorpyrifos methyl	10	0,055	0,04	0,068	0,07	0,0002
Chlorpyrifos ethyl	28	0,0008	0,001	0,0015	0,010	0,01
Lindane	11	0,11	0,043	0,176	0,26	0,29
Chlorthal dimethyl	14	0,001	0,001	0,017	0,03	1,12
DEA	38	0,175	0,098	**0,252**	1,300	

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)
Diphenylamine	23	0,004	0,001	0,006	0,029	4,0
Ethofumesate	5	0,025	0,002	0,048	0,041	6,4
Etridiazole	17	0,124	0,033	**0,214**	0,458	12,0
Fluometuron	25	0,036	0,016	0,059	0,186	6,61
Flutriafol	13	0,004	0,001	0,011	0,042	11,0
HCB	19	0,032	0,014	0,05	0,10	0,03
PCNB	14	0,218	0,104	0,331	0,61	0,03
pendimethalin	5	0,089	0,001	0,245	0,311	0,11
Prometryne	11	0,008	0,001	0,016	0,04	0,105
S-metolachlor	58	0,53	0,001	**1,221**	15,440	0,16
terbuthylazine	21	0,018	0,004	0,031	0,126	0,26

Πίνακας 10.3 Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις ΣΘΔ επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα 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)
2,4-D	9	0,110	0,010	**0,210**	0,300	2720
Acetochlor	6	0,018	0,005	0,040	0,057	0,059
Alachlor	5	<0,0025				1,0
Atrazine	19	0,100	0,072	**0,129**	0,217	1,9
Bentazone	22	0,016	0,007	0,025	0,079	54,0
Lindane	5	0,087	0,020	**0,154**	0,151	0,29
Chlorthal dimethyl	7	0,092	0,010	**0,173**	0,194	1,12
DEA	20	0,071	0,043	0,098	0,206	
Diphenylamine	5	0,022	0,001	0,048	0,051	4,0
Ethofumesate	10	0,035	0,008	0,063	0,109	6,4
Etridiazole	8	<0,0025				12,0
Fluometuron	24	0,148	0,001	**0,312**	1,793	6,61
Prometryne	8	0,064	0,001	**0,149**	0,303	0,105
S-metolachlor	28	0,028	0,015	0,041	0,132	0,16

Πίνακας 10.4 Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα 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)	Μεγίστη Συγκέντρωση, (μg/L)	PNEC, (μg/L)
Acetochlor	5	0,022	0,001	0,056	0,067	0,059
Alachlor	5	<0,0025				1,0
Lindane	9	0,056	0,014	0,097	0,151	0,29
Chlorpyrifos ethyl	17	<0,0025				0,01
Chlorthal dimethyl	10	0,064	0,004	**0,125**	0,194	1,12
Diphenylamine	10	<0,0025				4,0
Ethofumesate	5	0,054	0,001	**0,112**	0,109	6,4
Etridiazole	16	0,131	0,036	**0,227**	0,458	12,0
Fluometuron	5	<0,0024				6,61
HCB	9	<0,0025				0,03
PCNB	5	0,0076	0,001	0,027	0,036	0,03
S-metolachlor	10	0,014	0,003	0,025	0,046	0,16

Πίνακας 10.5 Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις ΣΘΔ των γεωτρήσεων της λεκάνης Άρδα 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)	Μεγίστη Συγκέντρωση, (μg/L)	PNEC, (μg/L)
Bentazone	8	0,043	0,009	0,076	0,123	54,0
lindane	7	0,010	0,001	0,021	0,030	0,29
Chlorpyrifos ethyl	5	0,0024	0,001	0,008	0,010	0,01
Etridiazole	7	0,267	0,041	**0,493**	0,539	12,0
HCB	7	<0,0025				0,03
PCNB	7	<0,0025				0,03

Δ Οικοτοξικολογική αξιολόγηση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα.

Η αξιολόγηση του οικοτοξικολογικού κινδύνου, που ενδεχομένως υπήρξε για τους υδρόβιους οργανισμούς μη στόχους των γεωργικών φαρμάκων που ζουν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Άρδα παρουσιάζεται στη Τελική Εκθεση του έργου.

Η αξιολόγηση του κινδύνου έγινε με βάση τον Συντελεστή Κινδύνου (Risk Quotient, RQ). 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 αντίστοιχη προβλεπόμενη ανώτατη συγκέντρωση που δεν αναμένεται να 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.

Σε όλα τα επιφανειακά νερά της λεκάνης Άρδα που κατά κάποιο τρόπο ρυπαίνονται με γεωργικά φάρμακα και κυρίως οργανοφωσφορικά και πυρεθροειδή εντομοκτόνα/ακαρεοκτόνα ή νηματωδοκτόνα οι υδρόβιοι οργανισμοί (ψάρια, ασπόνδυλα και φύκια) βρίσκονται σε κίνδυνο. Ένα από τα ευρέως χρησιμοποιούμενα εντομοκτόνα στην περιοχή μελέτης του έργου είναι το οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο chlorpyrifos ethyl. Το chlorpyrifos ethyl έχει την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης στην λεκάνη Άρδα αλλά και στις περισσότερες από τις λεκάνες απορροής ποταμών που περιλαμβάνονται στο αντικείμενο του έργου. Το chlorpyrifos ethyl έχει έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας και όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του έργου χρησιμοποιείται ευρέως στη λεκάνη Άρδα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της τοξικολογικής αξιολόγησης συγκεντρώσεις του chlorpyrifos ethyl υψηλότερες από 0,01 ppb εγκυμονούν κινδύνους για τους υδρόβιους οργανισμούς ενώ για το καρβαμιδικό εντομοκτόνο carbaryl και το οργανοχλωριωμένο εντομοκτόνο lindane οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις μπορεί να είναι υψηλότερες από 0,128 και 0,29 ppb, αντίστοιχα και για άλλα γεωργικά φάρμακα όπως ορισμένα ζιζανιοκτόνα όπως για το fluometuron η αντίστοιχη συγκέντρωση ανέρχεται σε 6,61 ppb. Για τον λόγο αυτό θα γίνει προσπάθεια η αξιολόγηση του οικοτοξικολογικού κινδύνου να γίνει στο επίπεδο του εύρους των τιμών των συγκεντρώσεων που βρέθηκαν σε κάθε λεκάνη σε συγκεκριμένη χρονική περίοδο λαμβάνοντας υπόψη και την συχνότητα ανίχνευσης. Συνεπώς στην προκειμένη περίπτωση η αξιολόγηση θα επικεντρωθεί στα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν πέντε φορές και πάνω. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι η τοξικολογική αξιολόγηση αφορά μόνο τα μητρικά μόρια των γεωργικών φαρμάκων και όχι τους μεταβολίτες του ανεξαρτήτως αν είναι τοξικολογικά σχετικοί ή όχι. Για παράδειγμα στην προκειμένη περίπτωση της λεκάνης Άρδα δεν αξιολογείται η DEA και endosulfan sulfate διότι δεν βρέθηκαν ικανοποιητικά βιβλιογραφικά δεδομένα για τον υπολογισμό των αντίστοιχων τιμών των PNEC. Για τον ίδιο λόγο, έλλειψη δεδομένων, δεν έγινε αξιολόγηση και για το οργανοφωσφορικό εντομοκτόνο coumaphos.

Από τον Πίνακα 10.*2* προκύπτει ότι η ανώτατη συγκέντρωση της διασποράς των συγκεντρώσεων του 75% των τιμών που βρέθηκαν στα επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα υπερβαίνει την αντίστοιχη συγκέντρωση PNEC, που είναι η προβλεπόμενη ανώτατη συγκέντρωση που δεν επιφέρει δυσμενείς επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς (ψάρια, ασπόνδυλα και φύκια), στην περίπτωση του acetochlor, chlorpyrifos methyl, PCNB,

pendimethalin και S-metolachlor. Για τα ίδια γεωργικά φάρμακα και οι αντίστοιχες μέγιστες συγκεντρώσεις που βρέθηκαν επίσης υπερβαίνουν τις συγκεντρώσεις PNEC.

Από την αξιολόγηση προκύπτει ότι εντός του Ιουλίου του 2010 και ασφαλώς καθόλη την καλλιεργητική περίοδο του 2010 σχεδόν σε όλα τα επιφανειακά νερά της λεκάνης Άρδα υπήρχε σημαντικός οικοτοξικολογικός κίνδυνος λόγω παρουσίας έστω και μικρών συγκεντρώσεων chlorpyrifos methyl για το οποίο η αντίστοιχη συγκέντρωση PNEC ανέρχεται σε 0,0002 ppb. Επίσης κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2010 και οι συγκεντρώσεις των μυκητοκτόνων PCNB και HCH ήταν σε υψηλότερα επίπεδα απ` ότι αργότερα. Όμως όπως προκύπτει από τα συνολικά αποτελέσματα της οικοτοξικολογικής αξιολόγησης ο μεγαλύτερος κίνδυνος υπήρξε στις ΣΘΔ 2009 και 2006 λόγω της παρουσίας του quinalphos και της deltamethrin, αντίστοιχα. Η deltamethrin είναι ένα πυρεθροειδές εντομοκτόνο και τα πυρεθροειδή ως ομάδα είναι πολύ τοξικά στους υδρόβιους οργανισμούς και ιδιαίτερα στα ψάρια γεγονός που υποδηλώνεται από την αντίστοιχη τιμή της PNEC που είναι 0,000082 ppb.

Όσον αφορά το S-metolachlor το οποίο ανιχνεύτηκε 58 φορές στην περίοδο 2010-2011 αλλά μόνο σε δύο ημερομηνίες υποδηλώνεται κίνδυνος για τους υδρόβιους οργανισμούς και μόνο στην ΣΘΔ 2003 στην οποία βρέθηκαν εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις από S-metolachlor που όπως ήδη αναφέρθηκε, δεδομένου ότι βρέθηκαν εκτός καλλιεργητικής περιόδου, οφείλονται σε κακή πρακτική αγροτών που πλένουν ή αδειάζουν τους ψεκαστήρες τους μέσα σε αρδευτικά/στραγγιστικά κανάλια.

Επίσης ορισμένα άλλα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν με μικρή συχνότητα παρουσιάζουν τιμές RQ>1 μέσα στο 2010-2011 όπως το malathion, methiocarb, pirimiphos methyl και το chloropropylate. Σημειώνεται ότι το malathion και chloropropylate δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας.

Για την χρονική περίοδο του 2012 μόνο στην περίπτωση του ζιζανιοκτόνου prometryne η ανώτατη συγκέντρωση της διασποράς του 75% των τιμών όπως και η μέγιστη συγκέντρωση που βρέθηκε στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα υπερβαίνουν την αντίστοιχη συγκέντρωση της PENC και συνεπώς προκλήθηκε κίνδυνος για τους υδρόβιους οργανισμούς.

Στον Πίνακα 1.1.10.3. παρουσιάζονται τα συνολικά αποτελέσματα της χρονικής περιόδου 2010-2012 για τις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα την περίοδο αυτή οι υδρόβιοι οργανισμοί που ζουν στον ποταμό αυτό εκτέθηκαν σε κίνδυνο μόνο δύο φορές, μία στις 3/11/2010 λόγω παρουσίας στο νερό της ΣΘΔ 6 του μυκητοκτόνου PCNB σε συγκέντρωση 0,036 ppb και μία φορά εντός του 2011 στις 15/4/2011 στην ΣΘΔ 8 στην οποία βρέθηκε acetochlor σε συγκέντρωση 0,067 ppb. Αναφέρεται ότι και τα δύο αυτά γεωργικά φάρμακα δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας.

Στον Πίνακα 10.5 παρουσιάζεται η αξιολόγηση σχετικά με την παρουσία γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα σε καμία περίπτωση από τα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν στα υπόγεια νερά οι ανώτατες συγκεντρώσεις της διασποράς του 75% των τιμών δεν υπερβαίνουν τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των PNEC.

Ε. Συγκριτική αξιολόγηση αποτελεσμάτων αναλύσεων που αφορούν το υδατοσύστημα του ποταμού Άρδα.

Στον Πίνακα 10.6. παρουσιάζονται συγκριτικά αποτελέσματα φυσικοχημικών παραμέτρων των νερών του ποταμού Άρδα σε δύο ΣΘΔ 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 ποιότητας επιφανειακών υδάτων Μακεδονίας-Θράκης``(2002), www.minagric.gr.

Οι σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο περιόδων επισημαίνονται με κόκκινο χρώμα. Όπως προκύπτει από τον συγκριτικό πίνακα υπάρχουν ελάχιστες διαφορές μεταξύ των δύο περιόδων με σημαντικές διαφορές μόνο στην παράμετρο της θερμοκρασίας και του Redox και στις συγκεντρώσεις αργιλίου μεταξύ των μέσων όρων των δύο περιόδων για την ΣΘΔ 5 (φράγμα Γαλήνης) και του μαγγανίου στην ΣΘΔ 8. Επίσης ολικού ψευδαργύρου στις θέσεις 5 και 8.

Οι σημαντικές διαφορές στους μέσους όρους της θερμοκρασίας μεταξύ των δύο περιόδων οφείλονται στην διαφορετική συχνότητα δειγματοληψιών των δύο περιόδων.

Πιστεύεται ότι παρόλο ότι οι συγκεντρώσεις ανιόντων, αμμωνιακών, φωσφορικών και κατιόντων (μετάλλων), pH, αγωγιμότητας και αλατότητας βρίσκονται μέσα στο ίδιο εύρος τιμών, ύστερα από 10 πλέον έτη, η σημαντική μείωση των τιμών του Redox (περίπου υποδιπλασιασμός) είναι μία ένδειξη ανερχόμενου βαθμού ρύπανσης του ποταμού Άρδα. Οι σημαντικές διαφορές των τιμών του Redox μεταξύ των δύο περιόδων συνάδουν και με τα αποτελέσματα της καφεΐνης και γεωργικών φαρμάκων. Οι συγκεντρώσεις και των δύο παραμέτρων βρίσκονταν σε κατά πολύ χαμηλότερα επίπεδα κατά την περίοδο 1999-2000 σε σύγκριση με τις αντίστοιχες τιμές που βρέθηκαν κατά την περίοδο 2010-2012 (τα αποτελέσματα αυτά δεν περιλαμβάνονται στον Πίνακα 1.1.10.5. αλλά βρίσκονται στην έκθεση πεπραγμένων του έργου που είναι ανηρτημένη στον ιστότοπο του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων). Η συνεχής παρουσία καφεΐνης στο νερό του ποταμού Άρδα στην ΣΘΔ 5 δείχνει ότι ο Άρδας είναι αποδέκτης αστικών αποβλήτων κατά την πορεία του στο Βουλγαρικό έδαφος και δεδομένου ότι οι συγκεντρώσεις καφεΐνης αυξάνουν κατά την πορεία του ποταμού στο Ελληνικό έδαφος δείχνει ότι ο ποταμός Άρδας είναι αποδέκτης αστικών αποβλήτων και κατά την πορεία του στο Ελληνικό έδαφος. Το φορτίο των αστικών αποβλήτων που δέχεται ο ποταμός Άρδας προφανώς έχει αυξηθεί σημαντικά στην περίοδο 1999-2000 με 2010-2012.

Κατά την περίοδο 1999-2000 παρουσιάζονται και σε πολύ χαμηλά επίπεδα μέσων όρων για τα μεταλλικά ιόντα αντιμονίου, αρσενικού, καδμίου, σεληνίου, χρωμίου, υδραργύρου και χαλκού ενώ τα αντίστοιχα επίπεδα για την περίοδο 2010-2012 βρίσκονται κάτω από το όριο αναφοράς των μεθόδων προσδιορισμού. Ενδεχομένως ορισμένες από τις διαφορές αυτές να προκύπτουν και λόγω των διαφορών των ορίων αναφοράς των μεθόδων ανάλυσης που εφαρμόσθηκαν κατά τις δύο περιόδους.

Πίνακας 10.6 Συγκριτική αξιολόγηση των μέσων όρων±τυπικών αποκλίσεων παραμέτρων του ποταμού Άρδα στις ΣΘΔ 5 (Φράγμα Γαλήνης) και 8 (Μαράσια) και αφορούν τις χρονικές περιόδους 1999-2000 και 2010-2012.

ΣΘΔ	**5**		**8**	
Έτη Έρευνας	2010-2012	1999-2000	2010-2012	1999-2000
pH	8,84±0,28	8,2±0,3	8,02±0,28	8,2±0,3
Θ, ^{o}C	14,2±6,5	17,7±5,4	14,9±7,2	17,5±5,6
Redox, mV	134±87	356±36	130±85	332±95
TDS, mg/L	149±28	149±9	170±36	160±15
Αγωγιμότητα, μS/cm	246±50	261±32	278±61	290±45
Αλατότητα, PSU	0,05±0,03	0,00±0,00	0,06±0,04	0,00±0,00
F, mg/L	0,21±0,23	0,15±0,11	0,23±0,25	0,12±0,06
Cl, mg/L	9,1±3,4	7,0±2,3	9,6±3,9	6,9± 2,4
Br, mg/L	-*	0,028±0,042	-	0,019±0,028
NO_2, mg/L	0,06±0,16	0,03±0,03	0,07±0,17	0,03±0,03
NO_3, mg/L	1,52±2,31	2,08±0,97	2,04±1,69	2,15±0,99
NH_4, mg/L	0,01±0,03	0,04±0,04	0,04±0,10	0,03±0,04
P_2O_5, mg/L	0,02±0,08	0,11±0,07	0,04±0,14	0,09±0,06
SO_4, mg/L	33±10	40±9	36±9	41±9
Αλκαλικότητα, (mg $CaCO_3$/L)	114,22±36,24	91±5	115,24±23,54	90±6
SAR	0,52±0,28	0,44±0,1	0,58±0,18	0,44±0,1
Al, μg/L, διαλυτό	15,61±40,18	32,68±26,76	19,17±45,37	24,23±22,15
Al, μg/L, ολικό	271,25±939,64	58,90±32,66	93,92±352,34	84,64±59,23
Sb, μg/L	-	0,58±0,16	-	0,58±0,18
As, μg/L	-	0,66±0,27	-	0,72±0,30
Ca, mg/L	49,0±12,21	24,68±8,27	51,04±9,71	25,18±9,99
Cd, μg/L, διαλυτό	0,25±0,87	0,50±0,00	-	0,50±0,00
Cd, μg/L, ολικό	-	0,73±0,52	0,50±1,73	0,61±0,30
K, mg/L	1,82±3,37	2,73±0,73	0,88±2,05	2,61±0,72
Mn, μg/L, διαλυτό	36,98±62,48	17,22±16,89	71,54±185,32	9,21±3,97
Mn, μg/L, ολικό	29,17±75,25	47,09±32,51	83,33±205,67	31,41±17,86
Mg, mg/L	9,51±3,58	8,05±3,43	9,08±2,44	8,10±2,31
Pb, μg/L, διαλυτό	-	1,08±0,18	-	1,62±1,72
Pb, μg/L, ολικό	-	1,43±0,55	-	3,37±2,44
Na, mg/L	14,56±7,56	9,57±1,30	17,0±4,41	11,24±3,34
Ni, μg/L, διαλυτό	-	2,23±0,43	-	2,15±0,48
Ni, μg/L, ολικό	3,67±12,70	2,64±1,80	3,08±10,68	2,54±1,59
Se, μg/L	-	1,18±0,58	-	1,00±0,00
Si, mg/L	2,83±5,57	1,94±1,61	3,50±6,67	1,67±1,16
Fe, μg/L, διαλυτό	12,98±44,98	47,12±23,55	72,93±211,97	38,78±40,52
Fe, μg/L, ολικό	187,50±482,48	223,8±170,8	647,50±1774,61	540,4±1162,2
Hg, μg/L	-	0,10±0,00	0,36±1,26	0,10±0,00
Cr, μg/L, διαλυτό	-	2,05±0,17	-	2,00±0,00
Cr, μg/L, ολικό	-	3,41±3,05	7,50±25,98	3,51±4,10
Zn, μg/L, διαλυτό	29,79±37,31	84,9±79,6	15,57±38,02	83,8±63,8
Zn, μg/L, ολικό	-	671,2±743,8	-	703,3±893,8
Cu, mg/L	-	0,10±0,00	-	0,10±0,00
Βόριο, mg/L	0,59±2,04	0,07±0,11	0,28±0,95	0,03±0,03

-*Όλες οι μετρήσεις ήταν μικρότερες από τα αντίστοιχα όρια αναφοράς

11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. Ο ποταμός Άρδας έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε TDS (<135 mg/L), αγωγιμότητα (<280 μS/cm) και αλατότητα <0,1 PSU καθόλη τη πορεία του από τα Ελληνο-βουλγαρικά σύνορα μέχρι την εκβολή του στον Έβρο ποταμό. Οι αντίστοιχοι μέσοι όροι του TDS, της αγωγιμότητας και της αλατότητας στο νερό των στραγγιστικών είναι περίπου διπλάσιοι και σε ορισμένα στραγγιστικά είναι τριπλάσιοι.
2. Το νερό των περισσοτέρων γεωτρήσεων που περιλαμβάνονται στο δίκτυο (20 γεωτρήσεις) είτε έχει παρόμοια φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (TDS, αγωγιμότητα και αλατότητα) με το νερό των στραγγιστικών ή οι τιμές βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα. Σε ένα μικρό αριθμό γεωτρήσεων τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού προσεγγίζουν εκείνα του νερού του Άρδα ποταμού.
3. Στον Άρδα ποταμό αν και τα επίπεδα της αγωγιμότητας, TDS, αλατότητας, χλωριούχων, θειϊκών, νιτρικών, νιτρωδών, αμμωνιακών, φωσφορικών, ολικού φωσφόρου, SAR κ.ά. βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα εντούτοις διαφαίνεται μία σταδιακή ρύπανση του ποταμού κατά την πορεία του στο Ελληνικό έδαφος.
4. Με βάση το Αμερικανικό σύστημα ποιοτικής κατάταξης αρδευτικών νερών λαμβάνοντας υπόψη τις τιμές SAR και της αγωγιμότητας το νερό του ποταμού Άρδα έχει ποιότητα Καλή και Μέση προς Καλή. Η ποιότητα των στραγγιστικών είναι επίσης Μέση προς Καλή και σε ορισμένα Μέση προς Μέτρια. Μέση προς Καλή είναι και η αρδευτική ποιότητα των υπόγειων νερών με εξαίρεση ελαχίστων γεωτρήσεων που έχουν ποιότητα Μέση προς Μέτρια.
5. Με βάση τα Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος (ΠΠΠ) και ανωτάτων ορίων ή παραμετρικών τιμών άλλων οδηγιών σχετικών με την ποιότητα νερών προκείπτει ότι δεν υπάρχουν υπερβάσεις των ορίων στα χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, αρσενικό, νικέλιο, χαλκό, σίδηρο, υδράργυρο και χρώμιο. Κάδμιο βρέθηκε σπάνια και υπάρχουν υπερβάσεις για κάδμιο, μόλυβδο, ψευδάργυρο και κασσίτερο.
6. Τα πιο ευρέως διαδεδομένα βαρέα μέταλλα στα επιφανειακά και υπόγεια υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα είναι ο μόλυβδος και το μαγγάνιο. Μόλυβδος βρέθηκε σε πολλά επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης με υπερβάσεις των σχετικών ορίων των ΠΠΠ. Το μαγγάνιο βρέθηκε επίσης σχεδόν σε όλα τις ΣΘΔ των επιφανειακών και υπόγειων νερών με εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις στα υπόγεια νερά που αγγίζουν τα 6,0 ppm ενώ οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις στα επιφανειακά νερά κυμαίνονται από 0,5 με 1,0 ppm.
7. Όσον αφορά τον ποταμό Άρδα η διαχρονική ρύπανση που έχει υποστεί με την πάροδο του χρόνου είναι αποτυπωμένη στα ιζήματά του. Μεταξύ των αποτελεσμάτων των

ιζημάτων του ποταμού Άρδα ιδιαίτερο ενδιαφέρον προκαλεί η υψηλή περιεκτικότητα των ιζημάτων σε μαγγάνιο και μόλυβδο. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις μαγγανίου ανέρχονται στα 0,73, 0,76, 2,1 και 1,2 γραμ./kg ξηρού βάρους ιζήματος στις ΣΘΔ 5, 6, 7 και 8, αντίστοιχα. Οι μέγιστες συγκεντρώσεις μολύβδου στις θέσεις 5, 6, 7 και 8 ανέρχονται σε 16, 16, 43 και 36 ppm, αντίστοιχα. Από τις συγκεντρώσεις μετάλλων στα ιζήματα του ποταμού Άρδα προκύπτει ότι η ρύπανση του σε κασσίτερο, ψευδάργυρο, χρώμιο, χαλκό, νικέλιο και σίδηρο είναι εισαγόμενη από την Βουλγαρία. Αντίθετα οι συγκεντρώσεις μολύβδου, αρσενικού και μαγγανίου είναι μεν σημαντικές στην θέση 5 του Άρδα στα Ελληνο-Βουλγαρικά σύνορα, και συνεπώς ένα ποσοστό της ρύπανσης αυτής είναι εισαγόμενο, όμως οι συγκεντρώσεις αυξάνουν περαιτέρω κατά την πορεία του ποταμού στο Ελληνικό έδαφος και άρα υπάρχουν πηγές ρύπανσης εντός του Ελληνικού εδάφους.

8. Σε όλα τα επιφανειακά νερά αλλά και σε όλες τις γεωτρήσεις με εξαίρεση ελάχιστες ανιχνεύθηκε **καφεΐνη** και συνεπώς τα επιφανειακά νερά συμπεριλαμβανομένου και του ποταμού Άρδα είναι αποδέκτες υγρών αστικών αποβλήτων. Επιπλέον προκύπτει ότι υπάρχει γρήγορη (διευκολυνόμενη) επικοινωνία (preferential flow) μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών δεδομένου ότι οι συγκεντρώσεις καφεΐνης ελάχιστα διαφέρουν μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών.
9. Στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα έχουν την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης τα ζιζανιοκτόνα S-metolachlor, fluometuron, bentazone, atrazine και ο μεταβολίτης εδάφους DEA, τα μυκητοκτόνα PCNB και etridiazole, τα εντομοκτόνα chlorpyrifos ethyl και lindane και η ουσία diphenylamine η οποία ενδέχεται να προέρχεται από ρύπανση που προκαλείται από λιπαντικά λάδια και ελαστικά αυτοκινήτων.
10. Στις υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν τα γεωργικά φάρμακα S-metolachlor, fluometuron, atrazine & DEA, PCNB, etridiazole, chloropropylate, quinalphos και coumaphos. Τα τρία τελευταία βρέθηκαν από μία φορά το καθένα. Οι υψηλές συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων S-metolachlor, chloropropylate, quinalphos και coumaphos οφείλονται σε τυχαίες και ανεξέλεγκτες σημειακές πηγές ρύπανσης.
11. Σημαντικός αριθμός των γεωργικών φαρμάκων που περιλαμβάνονται στα ΠΠΠ βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα και για ορισμένα από αυτά (lindane και HCB) υπάρχουν υπερβάσεις των σχετικών ορίων.
12. Σημαντικός αριθμός γεωργικών φαρμάκων (etridiazole, lindane, diphenylamine, DEA, S-metolachlor, bentazone) βρέθηκε στα υπόγεια νερά με υπερβάσεις του ορίου του 0,1 ppb σε ορισμένες γεωτρήσεις.

13. Η παρουσία γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά συνηγορεί υπέρ της άποψης ότι δηλαδή η επικοινωνία μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών είναι ταχεία (διευκολυνόμενη) και τούτο συνάγεται και από το γεγονός ότι τα γεωργικά φάρμακα εκπλύνονται τόσο γρήγορα προς τα υπόγεια που οι συγκεντρώσεις τους ελάχιστα μεταβάλλονται ή μειώνονται από την μεταβολική δραστηριότητα των μικροοργανισμών του εδάφους ή την επίδραση άλλων μηχανισμών κατακράτησης (προσρόφησης).
14. Κατά την χρονική περίοδο 2010-2011 στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Άρδα ανιχνεύθηκαν 20 γεωργικά φάρμακα από πέντε φορές και πάνω. Την υψηλότερη συχνότητα ανίχνευσης έχει η atrazine με 75 ανιχνεύσεις, έπεται το S-metolachlor με 58 ανιχνεύσεις και στην τρίτη θέση βρίσκεται η DEA (μεταβολίτης της atrazine) με 38 ανιχνεύσεις. Στην υψηλότερη συγκέντρωση την περίοδο 2010-2011 βρέθηκε το S-metolachlor (15,44 ppb) και έπονται η DEA (1,300 ppb), atrazine (0,767 ppb) και το etridiazole (0,458 ppb).
15. Κατά την περίοδο 2010-2011 το εύρος διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων που κυμαίνεται από 0,001 με 0,61 ppb καλύπτει το εύρος της αναπόφευκτης ρύπανσης που προκλήθηκε από την χρήση των γεωργικών φαρμάκων που έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας και χρησιμοποιήθηκαν σύμφωνα με τις τακτικές της τοπικής γεωργικής πρακτικής. Φυσικά στο εύρος αυτό δεν περιλαμβάνονται οι υψηλές συγκεντρώσεις από το S-metolachlor διότι αυτές, όπως ήδη αναφέρθηκε, προέρχονται από σημειακές πηγές.
16. Για το 2012 τα γεωργικά φάρμακα με αριθμό ανιχνεύσεων από 5 φορές και πάνω είναι μόνο 14 γεωργικά φάρμακα και μεταξύ τους αυτά που έχουν το μεγαλύτερο αριθμό ανιχνεύσεων είναι S-metolachlor (28), fluometuron (24), bentazone (22), atrazine (19) και DEA (20). Για τα γεωργικά φάρμακα που έχουν έγκριση κυκλοφορίας το εύρος διακύμανσης από 0,001 με 0,312 καλύπτει το 75% των συγκεντρώσεων όλων των φαρμάκων με εξαίρεση τις εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις S-metolachlor που προέρχονται από σημειακές πηγές**.** Το εύρος αυτό για το 2012 είναι περίπου το ½ της περιόδου 2010-2011 και τούτο είναι αναμενόμενο καθόσον και από τον αριθμό των ανιχνεύσεων προκύπτει ότι η χρήση των γεωργικών φαρμάκων ήταν σημαντικά περιορισμένη κατά την περίοδο αυτή.
17. Επιπλέον σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο περιόδων 2010-2011 και 2012 δείχνει ότι κατά το 2012 η χρήση της atrazine είχε περιορισθεί και η χρήση του bentazone ήταν ευρύτερη και επίσης είχε περιορισθεί η χρήση του S-metolachlor και είχε αυξηθεί η χρήση του fluometuron.
18. Στον ποταμό Άρδα κατά την περίοδο 2010-2012 ανιχνεύθηκαν 5 φορές και πάνω μόνο 12 γεωργικά φάρμακα και μεταξύ αυτών με την μεγαλύτερη συχνότητα βρέθηκε το chlorpyrifos ethyl (17 ανιχνεύσεις) και το etridiazole (16 ανιχνεύσεις). Το εύρος

διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων βρίσκεται μέσα στο ίδιο εύρος τιμών των υπόλοιπων επιφανειακών νερών της λεκάνης Άρδα.

19. Η οικοτοξικολογική αξιολόγηση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα με βάση τον Συντελεστή Κινδύνου (Risk Quotient) για τρία τροφικά επίπεδα (ψάρια, ασπόνδυλα και φύκια) έδειξε ότι για τον ποταμό Άρδα κατά την χρονική περίοδο 2010-2012 οι υδρόβιοι οργανισμοί που ζουν στον ποταμό αυτό εκτέθηκαν σε κίνδυνο μόνο δύο φορές. Στα στραγγιστικά όμως της λεκάνης οι περιπτώσεις έκθεσης σε κίνδυνο των υδρόβιων οργανισμών είναι κατά πολύ συχνότερες.
20. Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων των υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων προκύπτει ότι στα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Άρδα ανιχνεύθηκαν τα κάτωθι γεωργικά φάρμακα που δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας: acetochlor, a-HCH, alachlor, atrazine, cadusafos, carbaryl, lindane, HCB, malathion, PCNB, prometryne, trifluralin, chloropropylate, quinalphos και coumaphos. Μεταξύ αυτών τα chloropropylate, quinalphos και coumaphos ανιχνεύθηκαν από μία φορά το καθένα και εικάζεται ότι βρέθηκαν στο περιβάλλον μέσω κάποιας τυχαίας σημειακής πηγής (απόρριψη παλιάς συσκευασίας). Από τα υπόλοιπα τα ζιζανιοκτόνα acetochlor, atrazine (DEA μεταβολίτης), και prometryne, το εντομοκτόνο lindane και τα μυκητοκτόνα PCNB και HCB χρησιμοποιήθηκαν στην λεκάνη του Άρδα τόσο εντός του 2011 όσο και του 2012. Τα υπόλοιπα (alachlor, cadusafos, carbaryl, carbendazim, malathion, trifluralin, α-HCH) βρίσκονται στο περιβάλλον λόγω παλαιότερων χρήσεων.
21. Συγκριτικά αποτελέσματα φυσικοχημικών παραμέτρων των περιόδων 1999-2000 και 2010-2012 που αφορούν τον ποταμό Άρδα στις ΣΘΔ 5 και 8, αντίστοιχα, δείχνουν ότι η κύρια διαφορά στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ποταμού είναι η σημαντική μείωση των τιμών του Redox που από τιμές ισχυρά οξειδωτικών συνθηκών της περιόδου 1999-2000 οι τιμές του 2010-2012 δείχνουν ασθενείς οξειδωτικές συνθήκες υποδηλώνοντας αυξανόμενες συνθήκες οργανικής ρύπανσης. Η σημαντική μείωση του Redox συνάδει με τις αυξημένες συγκεντρώσεις καφεΐνης και γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν κατά την περίοδο 2010-2012 στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα.

12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Από υδρογεωλογικής άποψης ενδιαφέρον παρουσιάζεται στη λεκάνη Ορεστιάδας τόσο στους πλειοπλειστοκαινικούς υδροφορείς όσο και στους αλλουβιακούς, οι οποίοι στο σύνολό τους καταλαμβάνουν μια πολύ μεγάλη έκταση και ικανοποιούν τις αρδευτικές και υδρευτικές ανάγκες της περιοχής.

Οι απολήψεις πραγματοποιούνται τόσο από το φρεάτιο ορίζοντα των αλλουβιακών σχηματισμών του ποταμού Έβρου στην περιοχή Ορμένιου - Δικαίων και στο Ωοειδές (Καστανιές - Χειμώνιο), όσο και από τον υδροφορέα των πλειο-πλειστοκαινικών σχηματισμών, δυτικά και βόρεια της Ορεστιάδας έως τα σύνορα με τη Βουλγαρία. Στις αλλουβιακές προσχώσεις του Άρδα πραγματοποιούνται ελάχιστες αντλήσεις, οι οποίες καλύπτουν κυρίως υδρευτικές ανάγκες. Οι αρδευτικές ανάγκες της εν λόγω περιοχής καλύπτονται από τα νερά του Άρδα μέσω του αρδευτικού δικτύου, που καλύπτει το σύνολο της περιοχής. Τέλος, στην κοιλάδα του Ερυθροπόταμου, οι απολήψεις πραγματοποιούνται κυρίως από τον αλλουβιακό υδροφορέα της περιοχής και σε ορισμένες περιπτώσεις σε συνδυασμό με τους επάλληλους υπό πίεση υδροφορείς των παλαιογενών ιζημάτων.

Από τις εκτεταμένες μετρήσεις στάθμης, προέκυψε το συμπέρασμα ότι , όλοι οι υδροφορείς στην ευρύτερη περιοχή του βυθίσματος της Ορεστιάδας, δέχονται τροφοδοσία από τους επιφανειακούς άξονες και ουδόλως συμβάλλουν στη ροή των επιφανειακών αξόνων, σε καμιά εποχή του χρόνου.

Από την παρουσία καφεΐνης και υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά τεκμαίρεται η άμεση (διευκολυνόμενη) επικοινωνία επιφανειακών και υπόγειων νερών σε μεγάλο τμήμα της λεκάνης Άρδα και η ευαισθησία των καλλιεργούμενων εδαφών στην έκπλυση ουσιών προς τα υπόγεια υδροφόρα.

Σε τμήματα της λεκάνης (περιοχή Φυλακίου και Καστανιών), με βάση την σύγκριση φυσικοχημικών παραμέτρων των νερών, υπάρχουν ενδείξεις ότι τα υπόγεια υδροφόρα τροφοδοτούνται άμεσα με νερό του Άρδα όπως παρουσιάζεται και στην ανάλυση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής.

Πίνακας 10.7 Σταθμημετρησεις των γεωτρήσεων στην Λεκάνη Άρδα

Α/Μ	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
1	38,20	2,11	2,09	2,11	1,72	704244	4612765	Δ. ΒΥΣΣΑΣ
2	50,00	2,92	2,47	2,88	2,70	693461	4607793	Δ. ΚΥΠΡΙΝΟΥ
3	118,00	2,85	2,78	2,89	2,94	695538	4604244	Δ. ΚΥΠΡΙΝΟΥ
4	49,00	3,96	3,53	4,01	3,73	691101	4606381	Δ. ΚΥΠΡΙΝΟΥ
6	65,60	2,88	3,18	3,20	3,16	690436	4608060	Δ. ΤΡΙΓΩΝΟΥ
7	60,00	3,13	3,38	3,39	3,78	689866	4606810	Δ. ΤΡΙΓΩΝΟΥ
8	60,40	11,22	11,07	11,28	10,69	691464	4610076	Δ. ΤΡΙΓΩΝΟΥ
9	60,90	3,63	3,86	3,89	3,45	685663	4605107	Δ. ΚΥΠΡΙΝΟΥ

13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Από τα στοιχεία της υφιστάμενης κατάστασης που επικρατεί στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Άρδα, δεδομένου ότι ο Άρδας είναι διασυνοριακός ποταμός, προκύπτει ότι στην λεκάνη αυτή

υπάρχουν δύο μεγάλες κατηγορίες πηγών ρύπανσης αυτών που βρίσκονται εκτός συνόρων (εισαγόμενη ρύπανση) και αυτών που βρίσκονται στο Ελληνικό έδαφος.

Εισαγόμενη ρύπανση του ποταμού Άρδα από γεωργικά φάρμακα. Στην ΣΘΔ 5 του Άρδα ανιχνεύθηκαν πολλά γεωργικά φάρμακα όπως acetochlor, alachlor, fanarimol, chlorpyrifos ethyl, etridiazole, S-metolachlor, lindane, HCB, PCNB, pendimethalin κ.ά. Μεταξύ των ανωτέρω γεωργικών φαρμάκων στις υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν το etridiazole (0,458), pendimethalin (0,311), chlorthal dimethyl (0,113) και σε συγκεντρώσεις <0,1 ppb τα υπόλοιπα.

Όσον αφορά το etridiazole, μεταξύ των υδατοσυστημάτων της λεκάνης Άρδα, βρέθηκε στις δειγματοληψίες που έγιναν εντός του 2010 και μόνο στις ΣΘΔ του ποταμού Άρδα και σε ορισμένες γεωτρήσεις. Μεταξύ των ΣΘΔ του ποταμού Άρδα η υψηλότερη συγκέντρωση (0,458 ppb) βρέθηκε στην ΣΘΔ 5 και οι συγκεντρώσεις μειώνονται κατά την πορεία του διαμέσου της ομώνυμης λεκάνης στο 0,294 ppb στην ΣΘΔ 8 στα Μαράσια. Οι συγκεντρώσεις etridiazole στις γεωτρήσεις που ανιχνεύθηκε βρίσκονται μέσα στο ίδιο εύρος τιμών των συγκεντρώσεων που βρέθηκε την ίδια περίοδο στην ΣΘΔ 5 του Άρδα. Ενδεχομένως η παρουσία etridiazole στα υπόγεια νερά προέρχεται από το νερό τροφοδοσίας που πρέπει να είναι ο Άρδας ποταμός.

Συνεπώς η ρύπανση του ποταμού Άρδα και ορισμένων γεωτρήσεων με etridiazole είναι εισαγόμενη από την Βουλγαρία. Το ίδιο ισχύει και για το ζιζανιοκτόνο pendimethalin για το οποίο η υψηλότερη συγκέντρωση (0,311), μεταξύ των υδατοσυστημάτων της λεκάνης Άρδα, βρέθηκε στην ΣΘΔ 5 του Άρδα κατά τις δειγματοληψίες του 2011. Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι αφενός η ρύπανση από το ζιζανιοκτόνο αυτό είναι εισαγόμενη και αφετέρου ότι δεν χρησιμοποιήθηκε στην λεκάνη Άρδα την περίοδο 2010-2012.

Οι συγκεντρώσεις για το ζιζανιοκτόνο chlorthal dimethyl εντός του 2012 βρίσκονται περίπου μέσα στο ίδιο εύρος τιμών κατά μήκος του Άρδα (0,19 με 0,11 ppb) και παρόλο που η υψηλότερη συγκέντρωση (0,19) βρέθηκε στην ΣΘΔ 6 και η χαμηλότερη στην θέση 5 το γεγονός ότι δεν βρέθηκε σε συγκέντρωση >LOQ στις θέσεις των στραγγιστικών σημαίνει ότι η ρύπανση προέρχεται από τον Άρδα ποταμό και είναι εισαγόμενη. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις (0,03 ppb) βρέθηκε εντός 2010 σε ορισμένα στραγγιστικά της λεκάνης αλλά ενδεχομένως και η ρύπανση εντός του 2010 να προέρχεται από τον Άρδα.

Συνεπώς προκύπτει από τα ανωτέρω ότι η κύρια ρύπανση του ποταμού Άρδα από γεωργικά φάρμακα, με ελάχιστες εξαιρέσεις, είναι εισαγόμενη από την Βουλγαρία. Στις εξαιρέσεις περιλαμβάνεται η ανίχνευση μόνο μία φορά chloropropylate στην θέση 6 στην συγκέντρωση 1,017 ppb, προερχόμενο από σημειακή πηγή ρύπανσης, και χαμηλές συγκεντρώσεις (<0,1 ppb) από διάφορα άλλα γεωργικά φάρμακα που προέρχονται από διάχυτες πηγές της λεκάνης.

Εισαγόμενη ρύπανση σε βαρέα μέταλλα. Από τις συγκεντρώσεις μετάλλων στα ιζήματα του ποταμού Άρδα προκύπτει ότι **η ρύπανση του σε κασσίτερο, ψευδάργυρο, χρώμιο, χαλκό,**

νικέλιο και σίδηρο είναι εισαγόμενη από την Βουλγαρία. Όσον αφορά την ρύπανση σε **μόλυβδο, αρσενικό και μαγγάνιο ένα ποσοστό της ρύπανσης αυτής είναι εισαγόμενο**, όμως υπάρχουν πηγές ρύπανσης και εντός του Ελληνικού εδάφους.

Εισαγόμενη ρύπανση από αστικά απόβλητα. Η παρουσία καφεΐνης στην ΣΘΔ 5 του Άρδα είναι ένδειξη ότι ο ποταμός Άρδας είναι αποδέκτης υγρών αστικών αποβλήτων εκτός συνόρων.

Μεταξύ των πηγών ρύπανσης που διαπιστώθηκαν εντός του Ελληνικού εδάφους υπάρχουν τυχαίες και ανεξέλεγκτες σημειακές πηγές που προκαλούνται από πλύσιμο ψεκαστήρων ή απόρριψη παλαιών συσκευασιών γεωργικών φαρμάκων και διάχυτες πηγές. Η παρουσία τυχαίων σημειακών πηγών διαπιστώθηκε στην ΣΘΔ 6 (γέφυρα Κυπρίνου) του Άρδα και στις ΣΘΔ στραγγιστικών με κωδικούς 2003 (Καναδάς) και 2007 και 2009 που βρίσκονται στην Πλάτη. Στην ΣΘΔ 6 η ρύπανση προκλήθηκε από απόρριψη chloropropylate, στην θέση 2003 μέσα στο 2010 και 2011 από μία φορά πλύθηκε ψεκαστήρας με S-metolachlor, και στην ΣΘΔ 2007 πλύθηκε ψεκαστήρας με fluometuron και απορρίφθηκε συσκευασία με coumaphos και στην θέση 2009 ενδεχομένως απορρίφθηκε συσκευασία με quinalphos. Συνάγεται ότι η ρύπανση προκλήθηκε από απόρριψη συσκευασιών και όχι πλυσίματος ψεκαστήρων διότι τα γεωργικά φάρμακα chloropropylate, coumaphos και quinalphos αφενός δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας και αφετέρου δεν ανιχνεύθηκαν ποτέ στις ίδιες ή σε άλλες θέσεις της λεκάνης και συνεπώς δεν είχαν χρησιμοποιηθεί στην λεκάνη Άρδα την περίοδο 2010-2012.

Σε σημειακές πηγές προερχόμενες από πρατήρια καυσίμων και χώρους συλλογής, ανακύκλωσης και ταφής απορριμμάτων (ΧΑΔΑ) οφείλεται η ρύπανση επιφανειακών αλλά κυρίως υπόγειων νερών της λεκάνης Άρδα σε diphenylamine (διφαινυλαμίνη).

Σε διάχυτες πηγές οφείλεται η ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων τόσο σε γεωργικά φάρμακα που εκπλύθηκαν από τα εδάφη καλλιεργουμένων εκτάσεων όσο και σε ουσίες που περιέχονται σε αστικά απόβλητα (καφεΐνη). Επίσης στις διάχυτες πηγές πρέπει να συμπεριληφθεί και η ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων νερών από μέταλλα και κυρίως μολύβδου και μαγγανίου.

14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

(α) Αποδεικνύεται από την μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης στην λεκάνη Άρδα ότι η **καφεΐνη** είναι ένας κατάλληλος δείκτης για τον έλεγχο ρύπανσης προερχόμενης από αστικά απόβλητα σε επιφανειακά και υπόγεια νερά.

(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 και ταφής απορριμμάτων και ανακύκλωσης συνθετικών πολυμερών υλικών (ελαστικών αυτοκινήτων κ.ά.).

(γ) Όσον αφορά την χρησιμοποίηση γεωργικών φαρμάκων στην φυτοπροστασία και αύξηση της γεωργικής παραγωγής προκύπτει ότι από την εξασκούμενη γεωργική πρακτική στην λεκάνη

του Άρδα η προκαλούμενη αναπόφευκτη ρύπανση των επιφανειακών νερών για μεν την περίοδο 2010-2011 δεν υπερέβη το όριο του **0,61 ppb και για το 2012 το 0,31 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) Δεδομένου ότι η ρύπανση του ποταμού Άρδα σε αστικά απόβλητα, γεωργικά φάρμακα αλλά και βαρέα μέταλλα (κασσίτερο, ψευδάργυρο, χρώμιο, χαλκό, νικέλιο, σίδηρο, μόλυβδο, αρσενικό και μαγγάνιο) είναι κατά κύριο λόγο εισαγόμενη συνιστάται ο ετήσιος έλεγχος ιζημάτων του ταμιευτήρα Γαλήνης και μηνιαίος έλεγχος της ποιότητας του νερού στην ίδια θέση.

(β) Απαιτείται περαιτέρω διερεύνηση των πηγών ρύπανσης των υδατοσυστημάτων της λεκάνης Άρδα με μόλυβδο, αρσενικό και μαγγάνιο. Ένα ποσοστό της ρύπανσης, όπως προκύπτει από τις αναλύσεις των ιζημάτων του ποταμού, είναι εισαγόμενο από την Βουλγαρία όμως προκύπτει ότι υπάρχουν πηγές ρύπανσης που βρίσκονται εντός του ελληνικού εδάφους. Ο μόλυβδος είναι ένα από τα πιο σημαντικά τοξικά ή βαρέα μέταλλα και η παρουσία του σε μεγάλο αριθμό ΣΘΔ επιφανειακών νερών αλλά και γεωτρήσεων της λεκάνης Άρδα χρίζει περαιτέρω διερεύνησης.

(γ) 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).

(δ) 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.

(ε) Για τα γεωργικά φάρμακα etridiazole, S-metolachlor και bentazone, που έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας, θα πρέπει οι σχετικές εγκρίσεις να επανεξεταστούν από τις αρμόδιες υπηρεσίες ώστε η χρήση των φαρμάκων αυτών να απαγορευτεί σε περιοχές, όπως η λεκάνη Άρδα, στις οποίες τα εδάφη είναι ευαίσθητα στην έκπλυση γεωργικών φαρμάκων και προκαλούν ρύπανση των υπόγειων υδροφόρων.