



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

ΕΡΓΟ

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

**ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΓΓΙΤΗ - ΔΡΑΜΑΣ**

ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΣΥΜΠΡΑΞΗ:



1. ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΕΙΔΙΚΟΣ ΛΟΓΑΡΙΑΣΜΟΣ ΚΟΝΔΥΛΙΩΝ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΦΑΡΜΑΚΩΝ



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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ  
Η Ευρώπη επενδύει στις αγροτικές περιοχές



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

Ποιότητα- Ανταγωνιστικότητα- Αεφορία

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΛΕΚΑΝΗ ΑΓΓΙΤΗ-ΔΡΑΜΑΣ

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 (Σ.Θ.Δ.) ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	7
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ .....	10
10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....	10
10.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΓΓΙΤΗ ΚΑΙ ΔΡΑΜΑΣ .....	10
11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	33
12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ.....	41
13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ .....	42
14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ.....	44
15. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ.....	44

## ΛΕΚΑΝΗ ΑΓΓΙΤΗ-ΔΡΑΜΑΣ

### 1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Αγγίτη-Δράμας παρουσιάζεται στον **Χάρτη 4** (Χάρτης Λεκάνης Αγγίτη - Δράμας). Στον χάρτη αυτό εκτός από το γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης (ανάγλυφο και οικισμοί κ.ά.), χρήσεις γης, παρουσιάζεται επίσης το οδικό δίκτυο, το επιφανειακό υδρολογικό σύστημα (ποταμοί, ρέματα, χείμαρροι κ.ά), οι κωδικοί των Σ.Θ.Δ. (Σταθερών Θέσεων δειγματοληψίας) επιφανειακών και υπόγειων νερών των δικτύων του έργου, τα όρια του επιφανειακού υδατικού σώματος που καταλαμβάνει (Υδατικό διαμέρισμα GR11 της Ανατολικής Μακεδονίας και στην λεκάνη απορροής GR11 του Στρυμόνα σύμφωνα με το ΦΕΚ 1383/Β/2-9-2010) καθώς και τα όρια των υπόγειων υδατικών σωμάτων που εμπíπτουν στην λεκάνη αυτή ήτοι το GR110B030 (Σύστημα Μενοικίου-Φαλακρού) και το GR1100050 (Σύστημα Δράμας). Επίσης παρουσιάζονται οι θέσεις Ε.Ε.Λ., ΧΥΤΑ, ΧΑΔΑ και βιομηχανικών μονάδων που ενδεχομένως να συνιστούν σημειακές πηγές ρύπανσης των υδατοσυστημάτων της λεκάνης.

### 2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ

Η λεκάνη Αγγίτη-Δράμας με την υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου είναι μία κλειστή λεκάνη, η οποία όπως ορίστηκε στο πλαίσιο εκτέλεσης του προγράμματος καταλαμβάνει μία έκταση 2.707, 01 km<sup>2</sup>. Η κύρια λεκάνη Αγγίτη -Δράμας περιβάλλεται ανατολικά από το Μεγαλοβούνι, Όρη της Λεκάνης και την λοφοσειρά της Καβάλας, νότια από το Παγγαίο όρος, δυτικά από το Μενοίκιο όρος και Βόρεια από το Φαλακρό όρος.

Η υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου είναι ένα οροπέδιο βόρεια του Μενοικίου όρους και εκτείνεται μέχρι την διασυνοριακή περιοχή με την Βουλγαρία. Στην υπολεκάνη αυτή η κύρια καλλιέργεια είναι η πατάτα η οποία καταλαμβάνει περίπου 30.000 στρέμματα.

Η λεκάνη Αγγίτη-Δράμας διοικητικά καταλαμβάνει το μεγαλύτερο τμήμα του Ν. Δράμας, ένα μικρό τμήμα του Ν. Καβάλας, η περιοχή που καταλαμβάνει ο Δήμος Παγγαίου και ένα μικρό τμήμα του Ν. Σερρών.

### 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

Σύμφωνα με την τελική έκθεση ΔΑΥ-ΑΜΘ (2009) τα εδάφη του Ν. Δράμας ταξινομούνται ως Entisols ή Inceptisols και στις υποκατηγορίες Fluvent, Orthent, δηλαδή εδάφη χωρίς διαγνωστικούς ορίζοντες ή με μικρή ανάπτυξη ενός Cambic ορίζοντα, ή με αλλαγή χρώματος ή

και μικρή μετακίνηση ανθρακικού ασβεστίου. Επίσης ως Vertisols και ως Alfisols. Το 16,8% των εξετασθέντων εδαφών είναι εδάφη αμμοπηλλώδους έως πηλοαμμώδους συστάσεως, το 30,8% είναι εδάφη μέσης μηχανικής σύστασης (άργιλος 15-30%), δηλαδή πηλώδη, πηλοαργιλώδη, ιλυοπηλώδη κ.ά. το 52,6% είναι εδάφη βαρείας μηχανικής σύστασης (άργιλος >30%) δηλαδή είναι εδάφη αργιλώδη, αργιλοπηλώδη, ιλυοαργιλοπηλώδη κ.ά.

Το pH στο 28% των εξετασθέντων εδαφών είναι <7,0. Δεν δίδονται στοιχεία για περιεκτικότητα σε οργανική ύλη.

## 5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ

Στον Ν. Δράμας η κύρια καλλιέργεια είναι τα σιτηρά (174000 στρέμματα), ο αραβόσιτος (95000 στρέμ.), βαμβάκι (44800 στρέμ.), η πατάτα (31.000 στρεμ.), κτηνοτροφικά φυτά (48.000 στρέμ.) και σε κατά πολύ μικρότερο αριθμό στρεμ. καπνός (1100 στρεμ.), τεύτλα (2200 στρέμ.), όσπρια (5000 στρέμ.), αμπέλια (5300 στρέμ.), δένδρα (6500 στρέμ.) και λαχανικά (6500 στρέμ.). Στον Δήμο Παγγαίου η κύρια καλλιέργεια είναι ο αραβόσιτος (17500 στρέμ.), σιτηρά (600 στρέμ.), λαχανικά (1500 στρέμ.) και λιγότερα από 1500 στρέμ. κτηνοτροφικά φυτά, αμπέλια και δένδρα.

Ένα σημαντικό τμήμα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας καταλαμβάνουν τα Τενάγη Φιλίππων μία βαλτώδης περιοχή που καταλαμβάνει το νότιο-ανατολικό τμήμα της λεκάνης, μία περιοχή πλούσια σε οργανική ύλη αλλά και τύρφη που δόθηκε στους αγρότες για καλλιέργεια ύστερα από αποστράγγιση του βάλτου με την κατασκευή του Μεγάλου αποστραγγιστικού καναλιού που εκβάλλει στον Αγγίτη ποταμό. Όμως, λόγω του ότι η απομάκρυνση του νερού δεν είναι ικανοποιητικά επαρκής συχνά πολλά τμήματα της περιοχής κατακλύζονται με νερά. Τα τενάγη είναι η περιοχή της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας στην οποία η κατεξοχήν καλλιέργεια είναι ο αραβόσιτος και δευτερευόντως τα κτηνοτροφικά φυτά.

## 6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ

Σε όλη την πεδινή έκταση της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας υπάρχει εκτεταμένο επιφανειακό στραγγιστικό/αρδευτικό δίκτυο. Όμως το σημαντικότερο εγγειοβελτιωτικό έργο είναι η κατασκευή της αποστραγγιστικής τάφρου των Τεναγών Φιλίππων. Η συνολική αποστράγγιση γίνεται, με τάφρους και διώρυγες που στραγγίζει τα τενάγη των Φιλίππων αλλά και τα επιφανειακά νερά, που προέρχονται από τις πηγές Κεφαλαρίου, καθώς και από τις πηγές Πόρτες, Νικήσιανης, Αμισιανών και Αντιφιλίππων οι οποίες παρουσιάζουν παροδική ροή. Τα νερά της τεχνητής αποστράγγισης καταλήγουν και αυτά στον Αγγίτη ποταμό. Βέβαια ορισμένες εποχές του χρόνου το σύστημα αυτό των τάφρων λειτουργεί αντίστροφα, δηλαδή τροφοδοτεί τον φρεάτιο ή τους υποπίεση υπόγειους ορίζοντες του πεδινού τμήματος.

## 7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Κατά την προκαταρκτική διερεύνηση της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας διαπιστώθηκαν ενδεχόμενες σημειακές πηγές ρύπανσης από γεωργικά φάρμακα μόνο από θέσεις πλυσίματος/γεμίσματος ψεκαστήρων. Μεταξύ αυτών περιλαμβάνεται μία μόνιμη εγκατάσταση στην περιοχή Οχυρού στην λεκάνη του Κ. Νευροκοπίου (κωδικός 2070) και ανεξέλεγκτες θέσεις στις όχθες τάφρων και καναλιών στην περιοχή Καλαμπακίου Δράμας.

## 8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η ευρύτερη περιοχή της λεκάνης της Δράμας - Αγγίτη γεωλογικά εντοπίζεται στη γεωτεκτονική ζώνη της Ροδόπης (μάζα Ροδόπης). Στην ορεινή ζώνη εντοπίζονται αποκλειστικά μεταμορφωμένα πετρώματα με ελάχιστες πυριγενείς διεισδύσεις. Ειδικότερα εντοπίζονται στην βάση γνεύσιοι που περιλαμβάνουν μοσχοβιτικούς, βιοιτικούς και διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και αμφιβολίτες, διμαρμαρυγιακούς γνεύσιους, μαρμαρυγιακούς σχιστόλιθους και αμφιβολίτες, η σειρά μαρμάρων, η σειρά μαργμαρυγιακών σχιστόλιθων και η σειρά των σχιστόλιθων.

Σε όλο το μεταμορφωμένο σύστημα έχουν διεισδύσει πλουτώνια σώματα γρανιτικής-γρανοδιοριτικής σύστασης και υποηφαιστειακές φλέβες ανδεσιτικής - ρουδακιτικής σύστασης. Οι πλουτωνίτες είναι κυρίως γρανίτες και γρανοδιορίτες. Γρανοδιορίτες συναντώνται στο Φαλακρό στις περιοχές Γρανίτη, Πανόραμα, Ποταμοί, καθώς και στο Παγγαίο. Στο πεδινό τμήμα της λεκάνης Δράμας εμφανίζονται γρανιτικά και γρανοδιοριτικά σώματα Ολιγοκαινικής ηλικίας.

Οι λοφώδεις και ημιορεινές περιοχές, που εντοπίζονται στα κράσπεδα με την ορεινή ζώνη και στα περιθώρια των πεδινών τμημάτων, δομούνται αποκλειστικά από τριτογενή ιζήματα τα οποία στα επιφανειακά τους τμήματα αποτελούνται από συνεκτικά κροκαλοπαγή και ψαμμίτες και στο βάθος από μαργαϊκά υλικά.

Το πεδινό τμήμα το οποίο αποτελεί τεκτονικό βύθισμα, έχει πληρωθεί με ιζήματα με μέγιστο πάχος περίπου 370 m. Τα επιφανειακά έως ένα βάθος περί των 80 m, αποτελούν τα τεταρτογενή ιζήματα, που χαρακτηρίζονται από εναλλαγές στρώσεων αργίλων, χαλίκων, άμμων και ιλύος, που αλληλοσυμπλέκονται και εμφανίζουν άλλοτε εκλεκτικές ζώνες με περατά υλικά και άλλοτε όχι. Στα βαθύτερα στρώματα επικρατούν τα αργιλικά υλικά και η ασβεστολιθική ιλύς και τα οποία διακόπτονται από λιγνιτικά στρώματα.

Χαρακτηριστική εικόνα για το πεδινό της Δράμας, αποτελεί η μεγάλη εξάπλωση των τελματικών σχηματισμών, ολοκαινικής ηλικίας. Πρόκειται για μια επιφανειακή εξάπλωση τύρφης (55 km<sup>2</sup>) με παρεμβολές ανόργανων υλικών κυρίως αργίλου. Καταλαμβάνει το ΝΔ τμήμα της λεκάνης.

Τα υπόγεια υδατικά συστήματα που περιλαμβάνονται στην ευρύτερη λεκάνη απορροής, και που συσχετίζονται με τα επιφανειακά ύδατα και τις σχέσεις τροφοδοσίας τους είναι τα: GR110B030 (Σύστημα Μενοικίου Φαλακρού) και GR1100050 (Σύστημα Δράμας).

Από τους σχηματισμούς που δομούν την ευρύτερη περιοχή της λεκάνης έντονο ενδιαφέρον, από υδρογεωλογικής πλευράς, παρουσιάζουν τα μάρμαρα της ορεινής ζώνης, που περιβάλλει την πεδινή. Επίσης ενδιαφέρον παρουσιάζουν και οι τεταρτογενείς αποθέσεις του πεδινού τμήματος.

Τα μάρμαρα της λεκάνης αποτελούν έναν από τους σημαντικότερους υδροφορείς που φιλοξενούν τεράστιες ποσότητες υπόγειου νερού. Το υπόγειο νερό των υδροφορέων αυτών στους ανθρακικούς σχηματισμούς, περιμετρικά της λεκάνης, εκφορτίζεται στα κράσπεδα της ορεινής προς την πεδινή ζώνη, διαμέσου ενός σημαντικού αριθμού καρστικών πηγών.

Τα ανθρακικά πετρώματα, τα οποία δομούν τους ορεινούς όγκους αναπτύσσονται και πέρα από τα όρια της υδρολογικής λεκάνης της Δράμας, κάτι που προδικάζει πιθανές μεταγγίσεις των υπόγειων νερών από τις άμεσες γειτονικές λεκάνες του ευρύτερου χώρου, όπως την κλειστή λεκάνη του Κάτω Νευροκοπίου και τη λεκάνη του Νέστου.

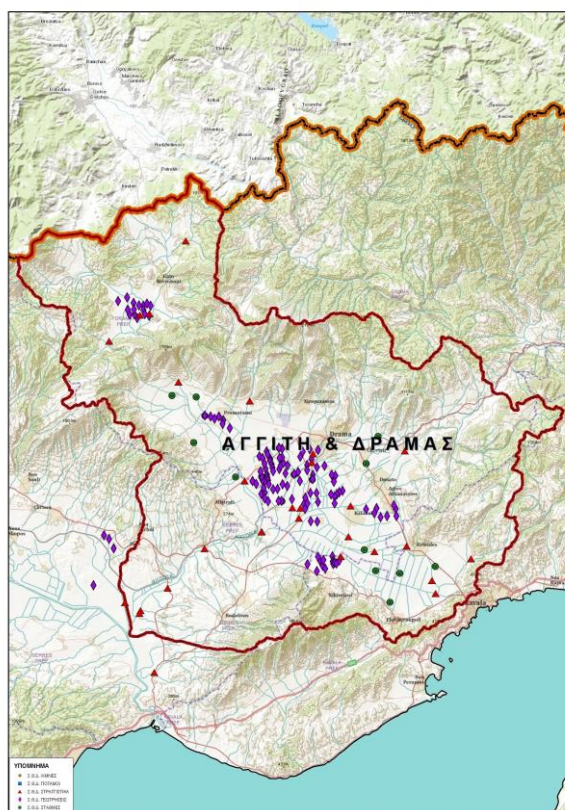
Ιδιαίτερη σημασία για την καρστική υδροφορία και κυρίως του Φαλακρού όρους, έχει η υδροφορία της λεκάνης του Νευροκοπίου που παίζει σπουδαίο ρόλο στο υδατικό δυναμικό της λεκάνης Δράμας - Αγγίτη.

Ιδιαίτερη σημασία για την καρστική υδροφορία του Φαλακρού όρους, έχει η υδροφορία της λεκάνης του Νευροκοπίου την οποία τροφοδοτεί μέσω καταβοθρών. Οι πηγαίες εκφορτίσεις του Φαλακρού όρους παίζουν σπουδαίο ρόλο στο υδατικό δυναμικό της λεκάνης Δράμας - Αγγίτη.

Οι υδροφορίες στις τεταρτογενείς αποθέσεις φιλοξενούνται στους πλέον κοκκώδεις σχηματισμούς (άμμοι κ.λ.π) και αποτελούνται από εναλλαγές αργίλων με αμμοϊλύες και λεπτομερείς άμμους, στις οποίες αναπτύσσεται μια ελεύθερη φρεάτιος υδροφορία, η οποία νότια μεταπίπτει σε επάλληλους υπό πίεση υδροφορείς. Τα υδροφόρα στρώματα στο κεντρικό τμήμα της πεδιάδας αποτελούνται από πιο λεπτόκοκκα υλικά με αργιλικές ενστρώσεις. Προς τα περιθώρια της πεδιάδας παρατηρούνται πιο αδρόκοκκα υλικά, αλλά και μεγαλύτερο πάχος των αμμωδών αποθέσεων. Η επαφή των σχηματισμών αυτών στα ανάντη τμήματα με τα ανθρακικά πετρώματα δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων μέσω πλευρικών μεταγγίσεων.

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

Υδατικό διαμέρισμα Α. Μακεδονίας (GR 11) – Λεκάνη Αγγίτη - Δράμας



Σχήμα 9.1 Απόσπασμα χάρτη όπου εμφανίζονται τα όρια και τα Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης Αγγίτη - Δράμας.

Πίνακας 9.1 Σ.Θ.Δ. Στραγγιστικών της Λεκάνης Αγγίτη - Δράμας

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
2053	GR1106R0002060006H	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	489.463,89	4.534.003,63	14,00
2054	GR1106R0002060007N	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	494.651,16	4.539.539,53	29,00
2055	GR1106R0002060108N	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	500.279,33	4.549.040,83	64,00
2056		Ν. ΔΡΑΜΑΣ	490.968,91	4.562.891,26	134,00
2057	GR1106R0002060007N	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	502.626,04	4.541.864,22	55,00
2058	GR1106R0002060325H	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	515.150,43	4.545.564,02	76,00
2059		Ν. ΔΡΑΜΑΣ	514.840,65	4.541.202,29	59,00
2060	GR1106R0002060217A	Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	513.781,49	4.538.423,04	52,00
2064	GR1106R0002060110N	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	500.993,51	4.560.260,45	259,00
2069	GR1106R0004010076N	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	481.236,21	4.568.662,35	562,00
2070	GR1106R0004030078H	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	486.924,28	4.572.485,86	545,00
2071	GR1106R0004040080H	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	491.975,69	4.582.733,30	625,00
2072		Ν. ΔΡΑΜΑΣ	485.530,02	4.572.297,19	541,00
2080		Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	532.091,58	4.538.110,80	119,00
2081		Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	526.600,26	4.535.094,99	48,00
2082	GR1106R0002060293A	Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	527.070,97	4.533.248,60	43,00
2083	GR1106R0002060218H	Ν. ΚΑΒΑΛΑΣ	523.025,31	4.539.918,40	57,00
2084		Ν. ΔΡΑΜΑΣ	518.497,26	4.539.148,63	51,00
2085	GR1106R0002060326N	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	522.757,49	4.553.247,66	139,00
2086	GR1106R0002060325H	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	507.879,57	4.543.797,91	55,00
2087	GR1106R0002060421N	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	508.107,39	4.545.228,21	58,00
2088		Ν. ΔΡΑΜΑΣ	506.970,14	4.545.288,86	52,00
2089	GR1106R0002060421N	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	509.741,35	4.551.624,77	75,00
2090		Ν. ΔΡΑΜΑΣ	509.877,94	4.552.850,42	81,00
2091	GR1106R0002060007N	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	502.677,56	4.541.906,98	50,00

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
2093	GR1106R0002040005N	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	487.565,25	4.522.196,54	25,00
2094	GR1106R0002060006H	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	485.634,35	4.530.842,37	8,00
2095	GR1106R0002060006H	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	485.480,05	4.530.461,80	5,00
2096		Ν. ΣΕΡΡΩΝ	483.451,08	4.531.991,42	3,00

**Πίνακας 9.2** Σ.Θ.Δ. Γεωτρήσεων της Λεκάνης Αγγίτη - Δράμας

Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
1201	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	511.249,43	4.537.101,64	63,81
1202	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	510.818,43	4.537.879,84	52,49
1203	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	511.346,81	4.537.928,93	55,00
1204	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	510.576,61	4.538.401,34	47,64
1205	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	512.628,18	4.538.427,82	51,74
1206	GR1100050	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	509.137,12	4.537.315,14	49,08
1207	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	512.689,66	4.537.704,70	55,33
1208	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	512.697,75	4.537.357,25	62,55
1209	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	512.935,70	4.537.555,38	58,67
1210	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	513.186,38	4.537.401,97	61,06
1211	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	511.619,79	4.536.686,49	82,10
1212	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	513.590,40	4.537.842,87	51,82
1213	GR1100050	Ν.ΚΑΒΑΛΑΣ	510.417,23	4.536.353,08	73,51
1214	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	509.056,80	4.550.492,32	68,36
1215	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	509.503,73	4.547.319,50	59,99
1216	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	508.755,54	4.545.104,75	54,89
1217	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	509.114,33	4.545.841,09	57,40
1218	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	510.570,59	4.546.026,25	57,94
1219	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	512.901,94	4.545.844,64	67,00
1220	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	510.381,53	4.547.326,92	63,07
1221	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	512.405,73	4.547.117,53	70,80
1222	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	508.821,79	4.546.649,23	61,87
1223	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	508.586,57	4.545.728,66	60,32
1224	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	509.898,30	4.549.878,20	63,88
1225	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	509.804,20	4.549.240,08	64,90
1226	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	507.219,20	4.549.953,83	-26,71
1227	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	507.783,92	4.550.241,72	-11,22
1228	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	508.049,64	4.548.999,56	6,89
1229	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	506.930,86	4.546.454,11	11,00
1230	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	504.899,02	4.547.863,94	27,18
1231	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	505.628,48	4.548.543,43	35,94
1232	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	506.260,70	4.548.289,74	38,40
1233	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	501.888,61	4.548.600,94	60,88
1234	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	501.415,10	4.549.015,01	63,62
1235	GR1100050	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	502.627,32	4.547.156,14	62,60
1236	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	503.120,82	4.547.376,37	60,17
1237	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	504.263,70	4.547.837,22	65,92
1238	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	503.116,47	4.546.565,20	65,92
1239	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	503.590,16	4.546.165,01	64,94
1240	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	505.481,02	4.546.215,84	62,85
1241	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	505.041,65	4.546.184,32	64,63
1242	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	513.042,22	4.549.774,17	81,86
1243	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	512.826,90	4.548.885,69	80,08
1244	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	514.025,92	4.547.628,25	73,46
1245	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	513.587,58	4.547.427,59	74,02
1246	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	513.247,18	4.547.125,90	71,42
1247	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	512.928,05	4.546.794,95	69,58
1248	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	512.502,11	4.549.869,69	77,46
1249	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	511.509,85	4.551.112,16	85,81
1250	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	510.443,11	4.550.923,48	74,56
1251	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	502.334,20	4.552.452,98	87,41
1252	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	502.800,44	4.552.178,18	84,51
1253	GR1100050	Ν. ΣΕΡΡΩΝ	480.541,03	4.541.387,00	98,72
1254	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	503.240,22	4.550.733,21	75,98
1255	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	503.407,97	4.549.893,81	76,60
1256	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	503.493,15	4.549.480,44	73,67
1257	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	503.092,64	4.551.450,17	88,47
1258	GR1100050	Ν. ΔΡΑΜΑΣ	503.576,08	4.549.069,85	72,37



Σ.Θ.Δ	ΚΩΔΙΚΟΣ (GR) ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ	Χ (ΕΓΣΑ '87)	Υ (ΕΓΣΑ '87)	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)
1259	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	503.690,23	4.548.538,61	70,20
1260	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	502.968,47	4.548.090,55	69,90
1261	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	503.051,49	4.548.972,80	75,70
1262	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	502.760,77	4.549.134,31	75,18
1263	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	502.644,34	4.549.648,25	80,82
1264	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	502.499,83	4.550.331,70	84,80
1265	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	503.387,57	4.553.168,78	102,78
1266	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	503.515,81	4.552.686,94	100,39
1267	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	503.873,96	4.552.109,31	94,99
1268	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	503.890,43	4.551.777,17	91,28
1270	GR1100010	N. ΔΡΑΜΑΣ	504.089,41	4.551.313,02	88,68
1271	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	504.200,49	4.550.868,71	84,88
1272	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	504.278,30	4.550.354,88	79,52
1273	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	505.140,40	4.550.672,28	70,28
1274	GR1100050	N. ΣΕΡΡΩΝ	481.231,98	4.540.848,03	104,37
1275	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	506.020,91	4.550.078,05	74,79
1276	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	505.348,26	4.551.161,00	84,91
1277	GR1100050	N. ΣΕΡΡΩΝ	479.058,68	4.534.344,52	9,00
1278	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	505.734,41	4.551.540,63	87,26
1279	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	506.301,07	4.551.183,42	81,52
1280	GR1100050	N. ΣΕΡΡΩΝ	481.892,95	4.539.564,98	90,00
1281	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	505.572,63	4.552.294,83	91,53
1282	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	505.197,00	4.552.265,13	92,36
1283	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	505.534,41	4.553.520,83	96,27
1284	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	505.124,57	4.553.650,52	98,72
1285	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	517.328,47	4.545.022,16	74,31
1286	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	518.814,56	4.545.161,84	82,35
1287	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	518.502,63	4.544.479,09	78,45
1288	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	519.396,05	4.543.922,36	76,93
1289	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	520.266,04	4.544.043,40	80,06
1290	GR1100010	N. ΔΡΑΜΑΣ	521.488,47	4.545.069,56	89,12
1291	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	521.249,20	4.545.576,40	93,22
1292	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	521.630,11	4.544.090,74	80,11
1293	GR1100010	N. ΔΡΑΜΑΣ	510.470,60	4.543.308,98	53,64
1294	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	509.590,20	4.543.376,36	52,13
1295	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	498.180,90	4.556.423,47	113,41
1296	GR1100010	N. ΔΡΑΜΑΣ	497.289,98	4.557.520,21	126,42
1297	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	496.692,95	4.558.039,21	128,24
1298	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	496.042,40	4.557.739,01	126,38
1299	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	495.485,85	4.558.010,08	131,40
1300	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	494.703,40	4.558.204,09	131,27
1301	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	497.183,52	4.557.042,89	123,10
1302	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	509.653,96	4.552.061,04	77,95
1303	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	509.079,27	4.551.250,90	76,67
1304	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	509.429,76	4.553.453,73	95,22
1305	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	508.436,87	4.553.084,83	95,25
1306	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	508.098,49	4.552.373,51	86,74
1307	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	510.581,12	4.553.339,44	85,76
1308	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	486.036,71	4.573.557,91	537,60
1309	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	486.582,29	4.573.896,39	548,01
1310	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	486.039,45	4.572.977,96	550,40
1311	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	486.255,27	4.572.408,26	550,85
1312	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	487.073,75	4.573.560,01	554,14
1313	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	486.865,67	4.572.154,69	553,90
1314	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	485.205,47	4.571.845,44	551,58
1315	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	484.790,96	4.572.363,63	554,92
1316	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	484.133,59	4.572.341,15	557,64
1317	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	483.874,43	4.572.998,16	558,28
1318	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	482.514,04	4.574.227,24	569,42
1319	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	483.763,40	4.574.721,50	562,40
1320	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	484.656,68	4.573.965,10	556,26
1321	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	485.428,78	4.573.631,70	551,63
1322	GR1100050	N. ΔΡΑΜΑΣ	484.725,47	4.573.077,05	553,54

## **10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ**

### **10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

Τα πρωτογενή αποτελέσματα των επιτόπου μετρήσεων και αναλύσεων περιλαμβάνονται στους Πίνακες 46-53 της Τελικής Έκθεσης του έργου, τόσο σε έντυπη όσο και σε ψηφιακή μορφή που δημιουργήθηκαν για τους σκοπούς του παρόντος.

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

#### **A. Παρουσίαση και Συζήτηση αποτελεσμάτων**

Για την διευκόλυνση της παρουσίασης των αποτελεσμάτων της συγκεκριμένης λεκάνης θα γίνει μία σύντομη παρουσίαση του δικτύου Σ.Θ.Δ. της λεκάνης. Στην λεκάνη Αγγίτη-Δράμας επιλέχθηκαν και εγκαταστάθηκαν 29 Σ.Θ.Δ. επάνω στο επιφανειακό δίκτυο νερών της λεκάνης και 121 γεωτρήσεις για τον έλεγχο των υπόγειων νερών.

Οι Σ.Θ.Δ. που εγκαταστάθηκαν στο επιφανειακό δίκτυο καλύπτουν όλη την λεκάνη αλλά κατά κύριο λόγο επιλέχθηκαν επάνω στο κύριο ρεύμα του ποταμού Αγγίτη και σε θέσεις κατάντη των εκβολών των παραποτάμων του όπως του ποταμού του Δοξάτου, του Μεγάλου αποστραγγιστικού Καναλιού των Τεναγών Φιλίππων, ρέματα που συλλέγουν τα νερά των φυσικών πηγών της Δράμας και φυσικά το ρέμα της υπολεκάνης του Κ. Νευροκοπίου που θεωρείται μία από τις πηγές του Αγγίτη. Το ρέμα του Κ. Νευροκοπίου, που τροφοδοτείται από τον ταμιευτήρα Λευκογείων, μέσω των καταβοθρών του Οχυρού περνάει υπόγεια το Μενόικιο όρος και εμφανίζεται στο Σπήλαιο του Μααρά όπου ενωμένο με άλλα υπόγεια ρέματα ενδεχομένως προερχόμενα από πηγές του Φαλακρού όρους, δίδει τον Αγγίτη ποταμό.

Στην υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου εγκαταστάθηκαν οι Σ.Θ.Δ. 2071 (στον ταμιευτήρα Λευκογείων), στο ρέμα της λεκάνης του Κ. Νευροκοπίου η θέση με κωδικό 2070 που βρίσκεται στην περιοχή Οχυρού και οι Σ.Θ.Δ. 2072 και 2069 σε άλλα ρέματα που εκβάλουν είτε στο κεντρικό ρέμα (κωδικός 2072) ή στην περιοχή των καταβοθρών (κωδικός 2069). Η τελευταία θέση βρίσκεται στην περιοχή της Κ. Βροντούς.

Στις πηγές του Αγγίτη (Σπήλαιο Μααρά) εγκαταστάθηκε η Σ.Θ.Δ. 2056. Οι θέσεις με κωδικούς 2055, 2091, 2054, 2053 και 2095 βρίσκονται επάνω στον Αγγίτη ποταμό και κατάντη του Σπηλαίου Μααρά και συγκεκριμένα η 2055 βρίσκεται στην γέφυρα των Σιταγρών, η 2091 στην Συμβολή, η 2054 στον Σταθμό της Αγγίστης, η 2053 στην γέφυρα της Μυρρίνης και η 2095 στην γέφυρα Δαρβήσκου που βρίσκεται ανάντη της εκβολής του Αγγίτη στον Στρυμόνα ποταμό.

Επάνω στον ποταμό Δοξάτου είναι εγκατεστημένες οι θέσεις με κωδικούς 2082 (γέφυρα Αδριανής), 2058 (γέφυρα Καλαμπακίου), 2086 (γέφυρα Μαυρολεύκης) που βρίσκεται ανάντη

της εκβολής του ποταμού Δοξάτου στο Μεγάλο Αποστραγγιστικό Κανάλι των Τεναγών Φιλίππων. Στο συγκεκριμένο κανάλι εγκαταστάθηκε μία θέση με κωδικό 2082 στην ανατολικότερη περιοχή των Τεναγών (περιοχή Αμισιανών-Αμυγδαλεώνα Καβάλας), μία θέση με κωδικό 2060 στην γέφυρα Καλαμπακίου-Γεωργιανής Καβάλας και μία θέση με κωδικό 2057 στην Συμβολή, ανάντη της εκβολής του στον Αγγίτη ποταμό.

Οι υπόλοιπες θέσεις εγκαταστάθηκαν σε ρέματα/στραγγιστικά/αρδευτικά κανάλια που είτε εκβάλλουν στον Αγγίτη ή στον ποταμό Δοξάτου ή στο Μεγάλο Κανάλι.

Στην λεκάνη του Αγγίτη-Δράμας επιλέχθηκαν και 121 αρδευτικές γεωτρήσεις για τον έλεγχο των υπόγειων νερών. Οι γεωτρήσεις επιλέχθηκαν σε συνεργασία με τα τοπικά ΤΟΕΒ Κ. Νευροκοπίου, Προσοτσάνης, Σιταγρών, Καλού Αγρού, Κουδουνίων και Νοτίου Δράμας, Νέας Αμισούς-Αμπελακίων, Ρέμβης και Καλαμπακίου και ορισμένες ιδιωτικές γεωτρήσεις της περιοχής Παγγαίου Καβάλας.

Το pH των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας κυμαίνεται από 5,87 (Σ.Θ.Δ. με κωδικό 2053) με 8,14 (κωδικός 2064). Η θέση 2053 βρίσκεται απάνω στον Αγγίτη ποταμό στην γέφυρα της Μυρρίνης και η θέση 2064 στο ρέμα της Πετρούσας στους πρόποδες του Φαλακρού Όρους.

Ο χαμηλότερος μέσος όρος της θερμοκρασίας (10,6 °C) βρέθηκε στην Σ.Θ.Δ. 2080 (ρέμα Παλαιάς Καβάλας) και τούτο διότι στην θέση αυτή υπήρχε νερό μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες. Γενικά το εύρος της διακύμανσης του μέσου όρου των θερμοκρασιών στα επιφανειακά νερά της λεκάνης είναι μεγάλο και κυμαίνεται από 10,6 με 19,66 °C.

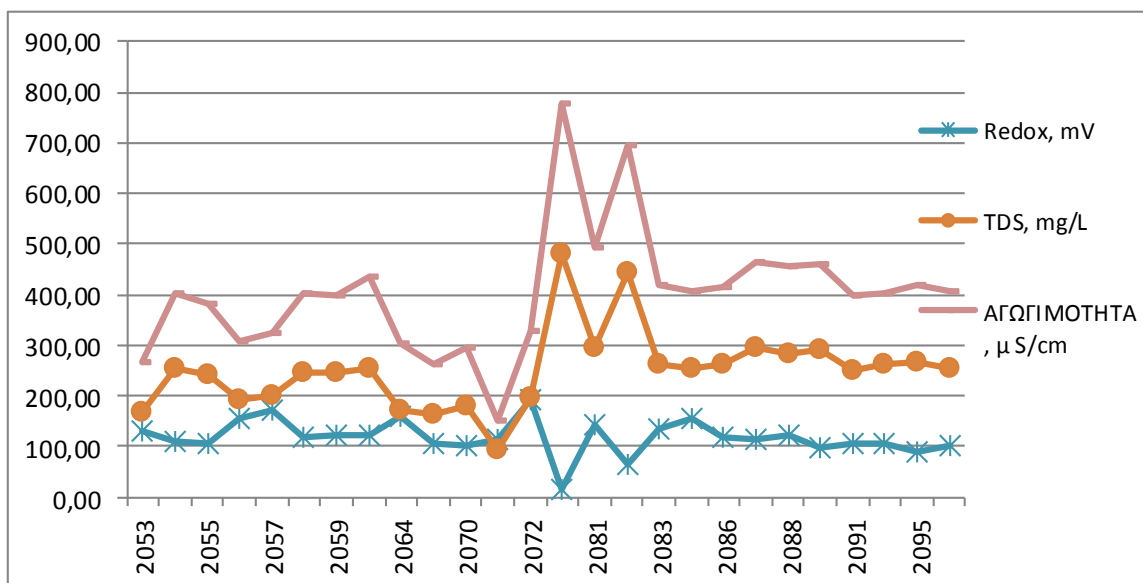
Η διακύμανση του μέσου όρου των συγκεντρώσεων του TDS, των τιμών της αγωγιμότητας και του Redox, αντίστοιχα, στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας παρουσιάζεται στο Σχήμα 10.1. Όπως προκύπτει οι μέσοι όροι σε όλες τις Σ.Θ.Δ. βρίσκονται περίπου στα ίδια επίπεδα με την αγωγιμότητα να κυμαίνεται μεταξύ 300-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , το TDS μεταξύ 180-300  $\text{mg}/\text{L}$  και το Redox 100-170 mV με εξαίρεση τις Σ.Θ.Δ. 2080 και 2082 στις οποίες οι μέσοι όροι του TDS και αγωγιμότητας είναι σε υψηλότερα επίπεδα ενώ οι αντίστοιχοι μέσοι όροι των τιμών του Redox σε χαμηλότερα (σε χαμηλότερα οξειδωτικά επίπεδα). Από την θέση 2080 πάρθηκαν πολύ λίγα δείγματα και είναι δύσκολο να αξιολογηθούν τα αποτελέσματα. Η θέση 2082 βρίσκεται επάνω στην κεντρική αποστραγγιστική τάφρο στα Τεναγών Φιλίππων και μάλιστα βρίσκεται κοντά στο ανατολικότερο άκρο αυτής (περιοχή Αμισιανών) στην οποία η μόνη πηγή τροφοδοσίας νερού της τάφρου είναι η στράγγιση των εδαφών και συνεπώς δικαιολογούνται οι αυξημένες τιμές της αγωγιμότητας και TDS σε σύγκριση με τις υπόλοιπες θέσεις οι οποίες δέχονται νερά και από πηγές άλλης προέλευσης. Η θέση 2080 βρίσκεται επίσης στην ίδια περιοχή αλλά επάνω στο ρέμα της Παλαιάς Καβάλας. Το Μεγάλο Κανάλι είναι τελικός αποδέκτης τόσο του ρέματος της Π. Καβάλας όσο και πολλών άλλων ρεμάτων της

περιοχής όπως του Δάτου επάνω στο οποίο βρίσκεται η θέση με κωδικό 2081, Κρηνίδων (κωδικός 2083) και πολλών άλλων ρεμάτων.

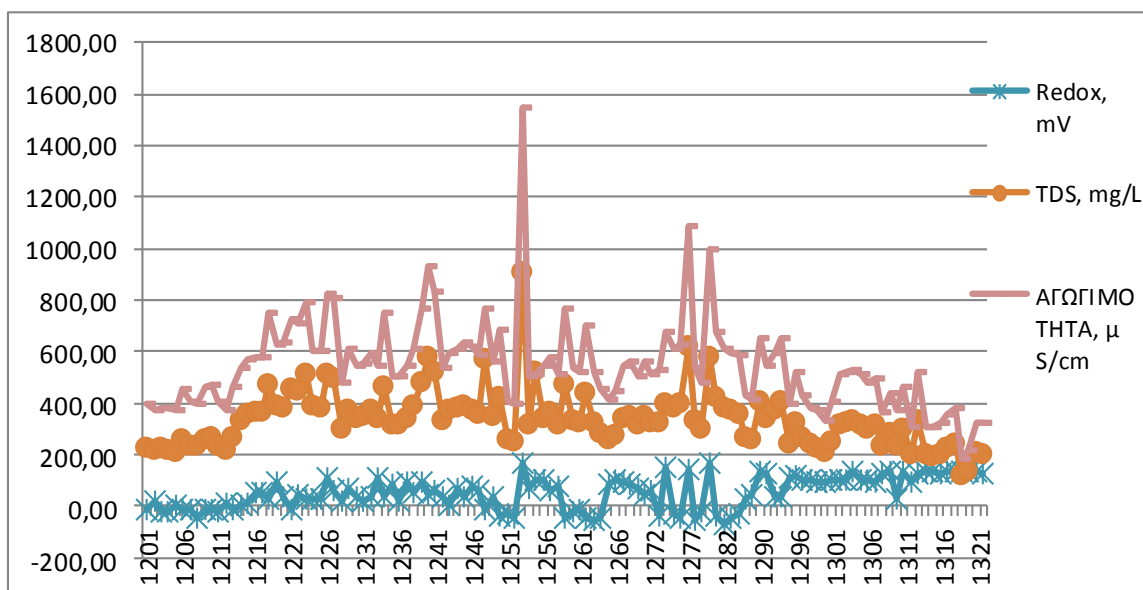
Στο Σχήμα 10.2 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων των τιμών του TDS, της αγωγιμότητας και του Redox, αντίστοιχα, στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας. Γενικά το εύρος της διακύμανσης των μέσων όρων του TDS και της αγωγιμότητας βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα από τα αντίστοιχα επίπεδα των επιφανειακών νερών. Όσον αφορά το Redox σε μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων οι τιμές έχουν αρνητικό πρόθεμα που σημαίνει ότι επικρατούν αναγωγικές συνθήκες στα υπόγεια νερά πολλών περιοχών της λεκάνης όπως στα Τενάγη Φιλίππων όπου βρίσκονται οι γεωτρήσεις του Δήμου Παγγαίου και στην πεδιάδα της Δράμας. Γεωτρήσεις με αρνητικό Redox δεν βρέθηκαν στην υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου. Όπως αναφέρθηκε επανειλημμένως αρνητικές τιμές Redox δείχνουν την επικράτηση αναγωγικών συνθηκών που ενδεχομένως προέκυψαν λόγω αποδόμησης οργανικής ύλης, μικροβιακής δραστηριότητας ή χημικών αναγωγικών αντιδράσεων κάτω από αναερόβιες συνθήκες (Christensen et al., 2000).

Στα Σχήματα 10.3 και 10.4 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων της αλατότητας στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών και υπόγειων νερών, αντίστοιχα, της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας. Όπως προκύπτει η αλατότητα βρίσκεται σε επίπεδα 0,05 με 0,3 PSU τόσο στα επιφανειακά όσο και υπόγεια νερά με εξαίρεση μία γεώτρηση (κωδικός 1253) που βρίσκεται στα 0,65 PSU. Η συγκεκριμένη γεώτρηση βρίσκεται στην περιοχή Γάζωρου του Ν. Σερρών.

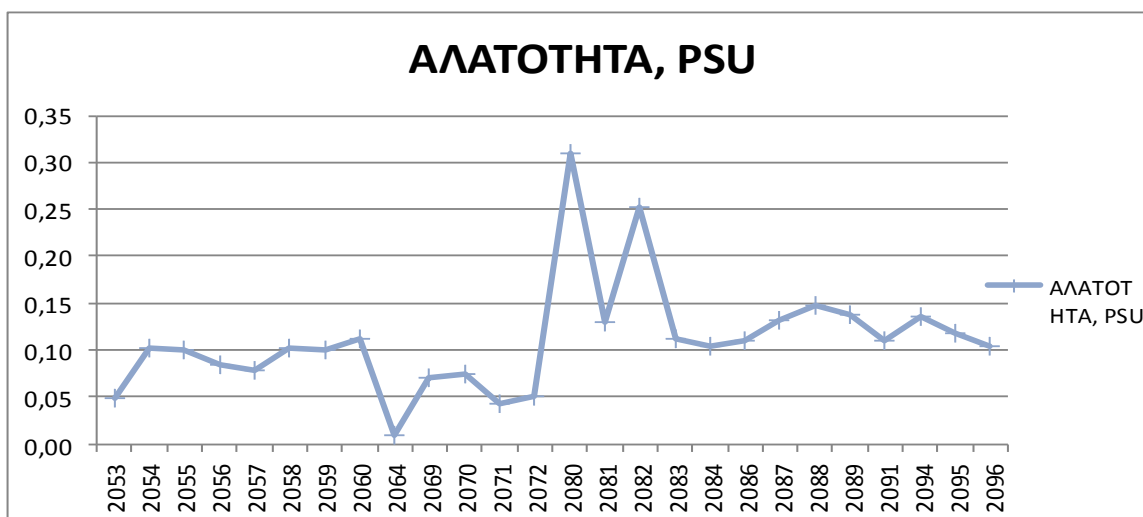
Μεταξύ των Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών οι χαμηλότεροι Μ.Ο. TDS, αγωγιμότητας και αλατότητας βρέθηκαν στην θέση 2064 που βρίσκεται στο ρέμα της Πετρούσας, σε θέση κοντά στους πρόποδες του Φαλακρού Όρους.



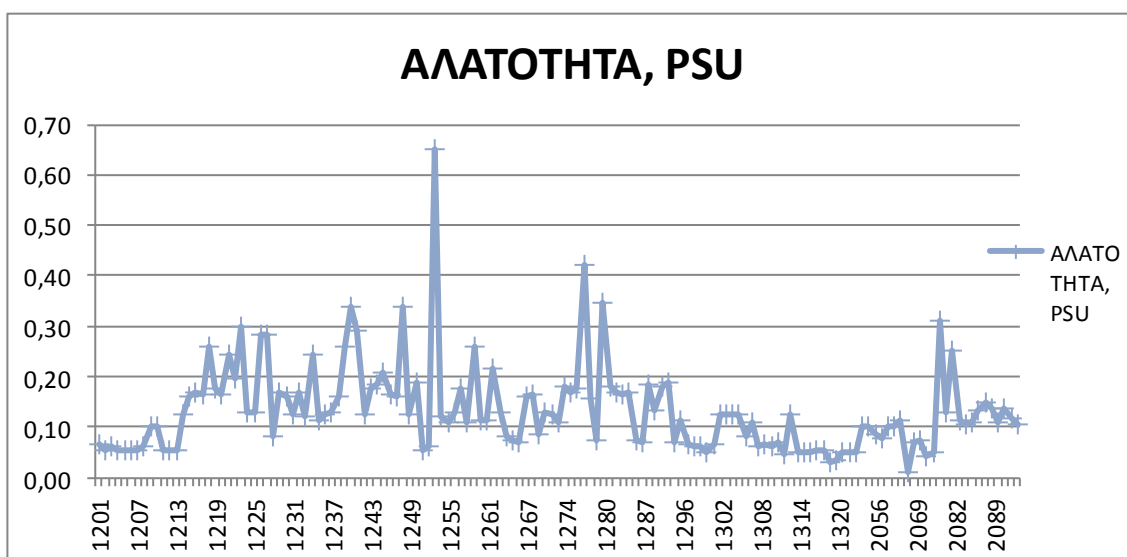
**Σχήμα 10.1** Διακύμανση του μέσου όρου των συγκεντρώσεων του TDS, των τιμών της αγωγιμότητας και του Redox, αντίστοιχα, στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



**Σχήμα 10.2** Διακύμανση των μέσων όρων των τιμών του TDS, της αγωγιμότητας και του Redox, αντίστοιχα, στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



**Σχήμα 10.3** Διακύμανση των μέσων όρων της αλατότητας στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



**Σχήμα 10.4** Διακύμανση των μέσων όρων της αλατότητας στις Σ.Θ.Δ. υπόγειων νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.

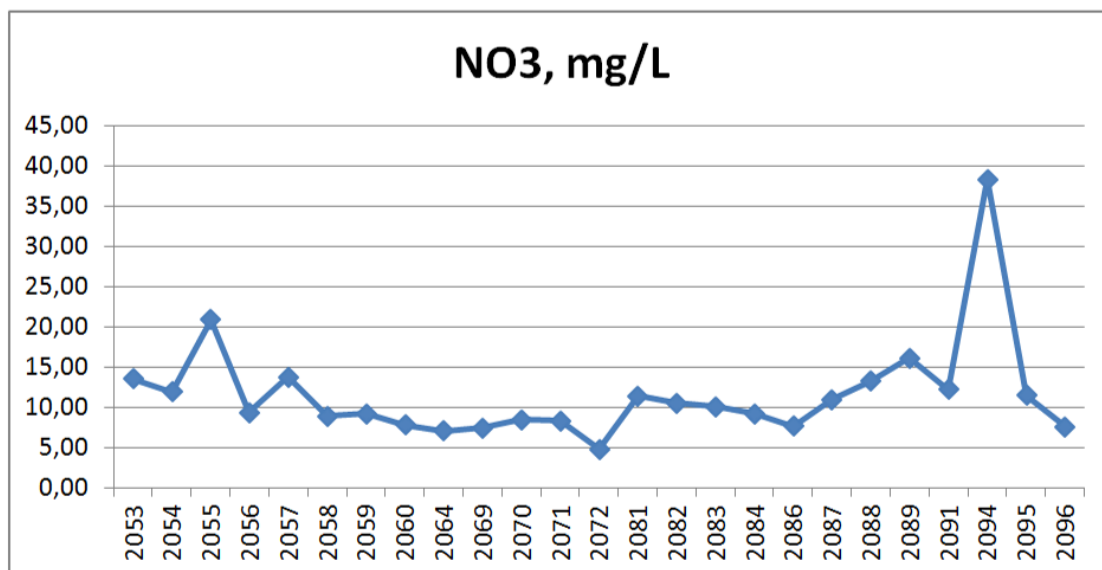
Στα Σχήματα 10.5 και 10.6 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων νιτρικών στα επιφανειακά και υπόγεια νερά, αντίστοιχα. Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων των νιτρικών στα επιφανειακά νερά είναι σε επίπεδα χαμηλότερα των 15 ppm σε όλες τις Σ.Θ.Δ. με εξαίρεση τις Σ.Θ.Δ. 2094 και 2055 στις οποίες οι αντίστοιχοι μέσοι όροι βρίσκονται στα 38,36 και 20,88 ppm, αντίστοιχα. Η θέση 2055 βρίσκεται επάνω στον Αγγίτη ποταμό στους Σιταγρούς και η 2094 σε στραγγιστικό στην περιοχή Δραβήσκου και σε μικρή απόσταση από το Αγγίτη ποταμό. Οι μέσοι όροι των νιτρικών στο νερό των γεωτρήσεων (Σχήμα 10.6) βρίσκονται γενικά σε επίπεδα χαμηλότερα των 40 ppm με εξαίρεση 6 γεωτρήσεων στις οποίες οι μέσοι όροι βρίσκονται σε επίπεδα > των 50 ppm και οι υπερβάσεις αυτές θα συζητηθούν στο επόμενο υποκεφάλαιο της κατηγοριοποίησης.

Η διακύμανση των Μ.Ο. των χλωριούχων και θειικών στα επιφανειακά και υπόγεια νερά παρουσιάζεται στα Σχήματα 10.7 και 10.8, αντίστοιχα. Οι μέσοι όροι των συγκεντρώσεων των θειικών και χλωριούχων, με ελάχιστες εξαιρέσεις, βρίσκονται γενικά σε χαμηλά επίπεδα (<80 ppm) τόσο στα επιφανειακά όσο και υπόγεια νερά.

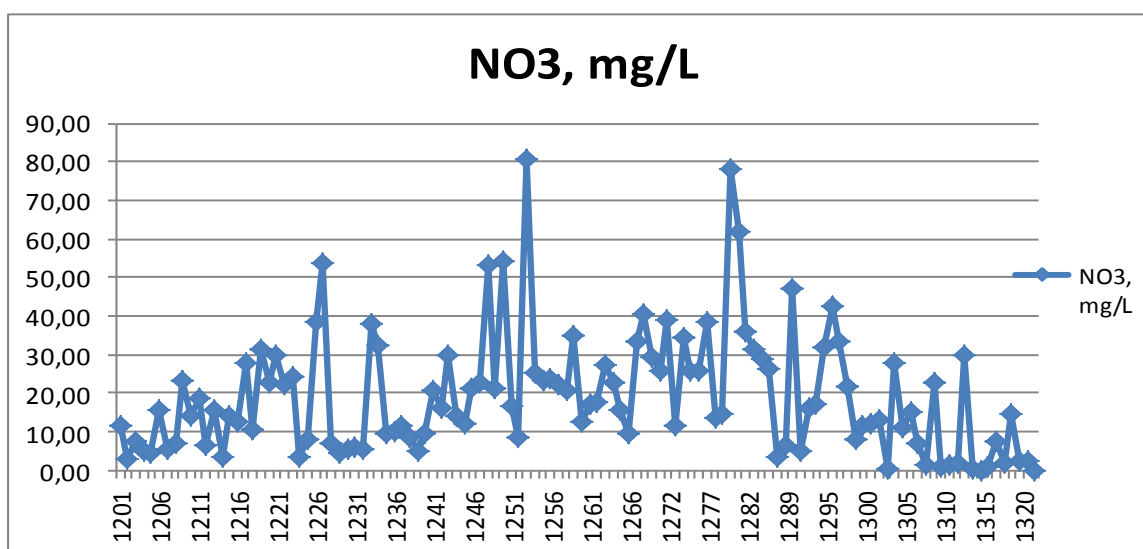
Στο Σχήμα 10.9 παρουσιάζεται η διακύμανση των Μ.Ο. των νιτρωδών, αμμωνιακών και φθοριούχων στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης του Αγγίτη-Δράμας. Οι μέσοι όροι και των τριών παραμέτρων βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα (<0,60 ppm) σε όλες τις θέσεις των επιφανειακών νερών με εξαίρεση την θέση με κωδικό 2094 (βρίσκεται στο ρέμα Δαρβήσκου που εκβάλλει στον Αγγίτη) στην οποία οι Μ.Ο. νιτρωδών και αμμωνιακών βρίσκονται σε υπερδιπλάσια επίπεδα.

Στα Σχήματα 10.10 και 10.11 παρουσιάζεται η διακύμανση των Μ.Ο. των νιτρωδών και των αμμωνιακών και φθοριούχων στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων, αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις νιτρωδών είναι εξαιρετικά υψηλές σε μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων και μάλιστα σε ορισμένες οι τιμές των συγκεντρώσεων κυμαίνονται από 2 με 15 ppm. Το ίδιο ισχύει και με τα αμμωνιακά αλλά οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα. Η παρουσία αυξημένων συγκεντρώσεων νιτρωδών και αμμωνιακών στα υπόγεια νερά είναι σε συμφωνία με τις αναγωγικές συνθήκες που αναφέρθηκε παραπάνω ότι επικρατούν σε σημαντικό αριθμό των γεωτρήσεων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας (Σχήμα 10.2). Θα πρέπει επίσης να αναφερθεί ότι οι υψηλότερες συγκεντρώσεις νιτρωδών αλλά και αμμωνιακών βρέθηκαν κατά την δειγματοληψία των γεωτρήσεων που πραγματοποιήθηκε εντός του Οκτωβρίου του 2011 ενώ οι χαμηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν κατά την δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε εντός του Αυγούστου του 2012.

Στα Σχήματα 10.12 και 10.13 παρουσιάζεται η διακύμανση των Μ.Ο. των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών και υπόγειων νερών, αντίστοιχα. Οι συγκεντρώσεις τόσο των φωσφορικών όσο και ολικού φωσφόρου βρίσκονται επίσης σε υψηλά επίπεδα (>0,5 ppm) σε ένα ποσοστό των θέσεων των επιφανειακών νερών αλλά και γεωτρήσεων. Η παρουσία αυξημένων συγκεντρώσεων φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στα υδατοσυστήματα αυτά είναι ένδειξη ρύπανσης από αστικά απόβλητα.

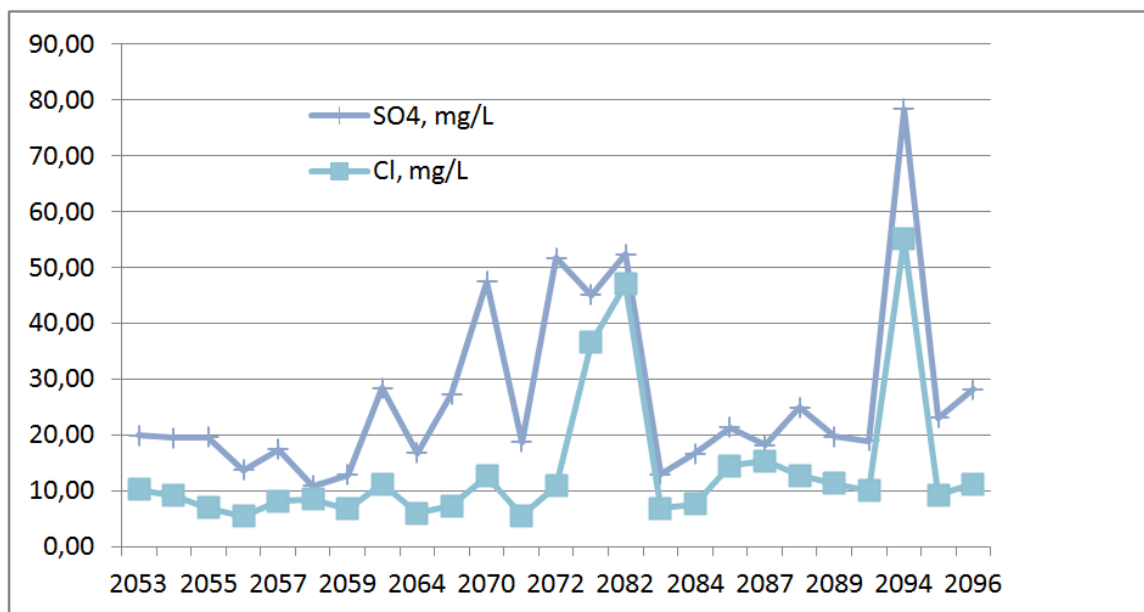


**Σχήμα 10.5** Διακύμανση των Μ.Ο. των νιτρικών στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.

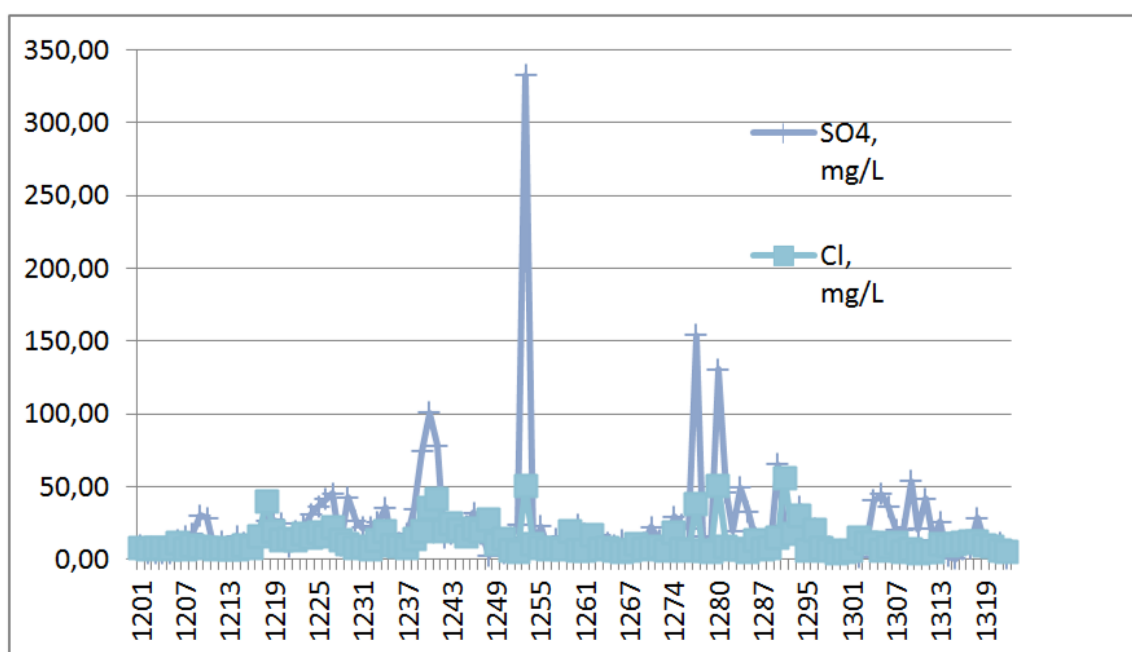


**Σχήμα 10.6** Διακύμανση των Μ.Ο. των νιτρικών στις Σ.Θ.Δ. των υπόγειων νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.

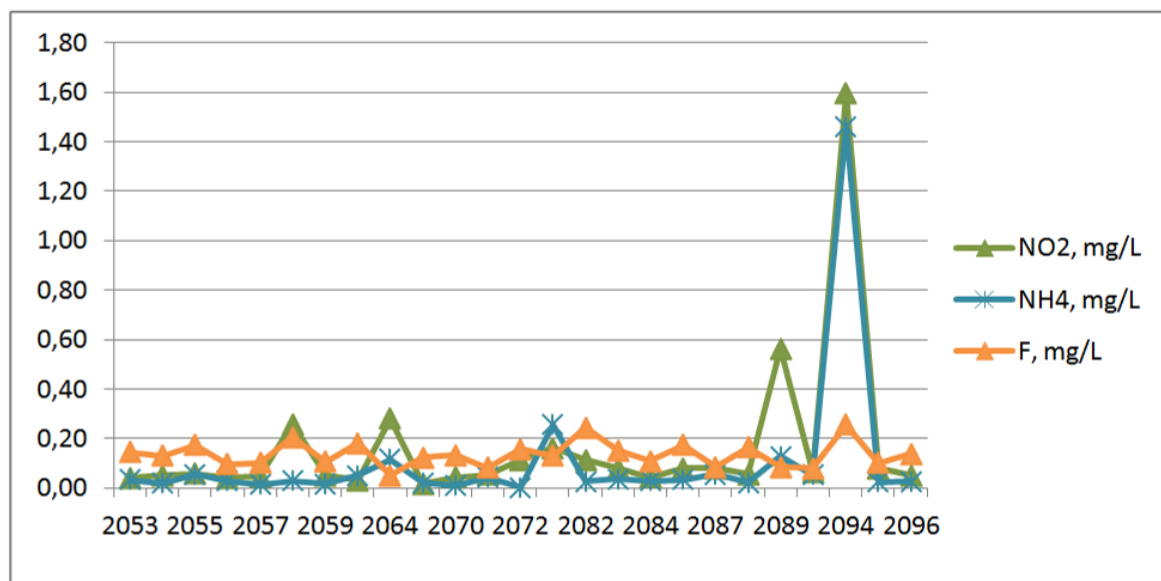




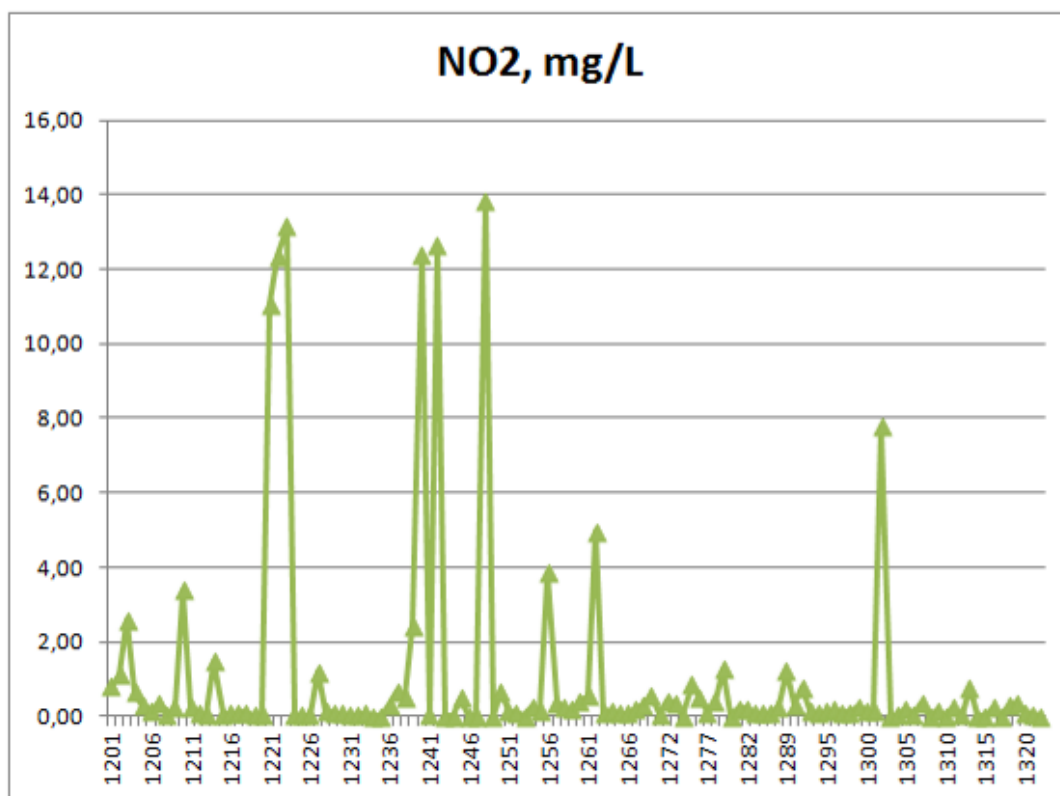
**Σχήμα 10.7** Διακύμανση των Μ.Ο. των χλωριούχων και θειικών στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



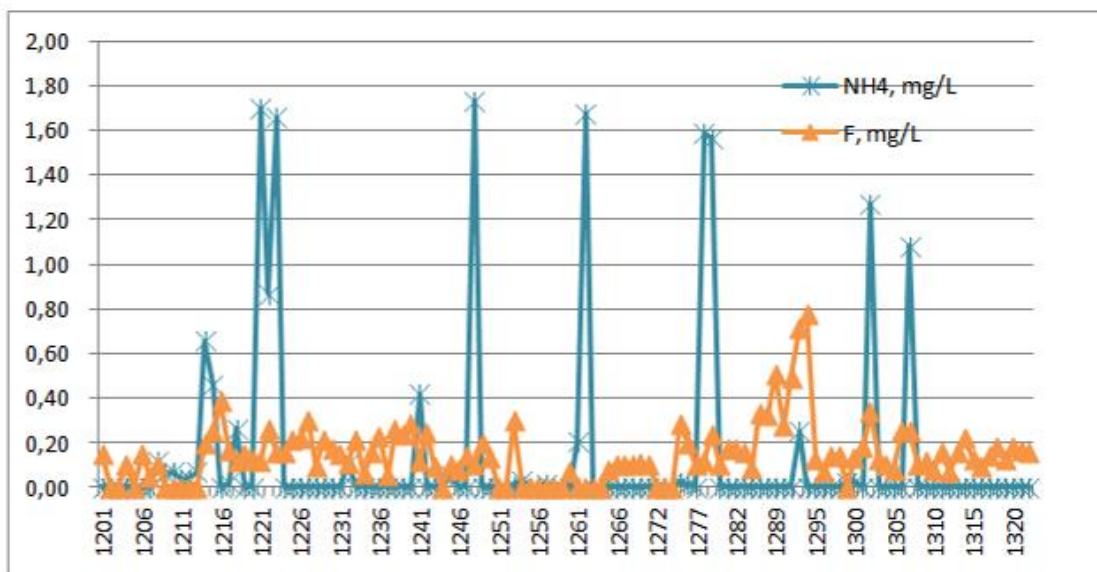
**Σχήμα 10.8** Διακύμανση των Μ.Ο. των χλωριούχων και θειικών στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



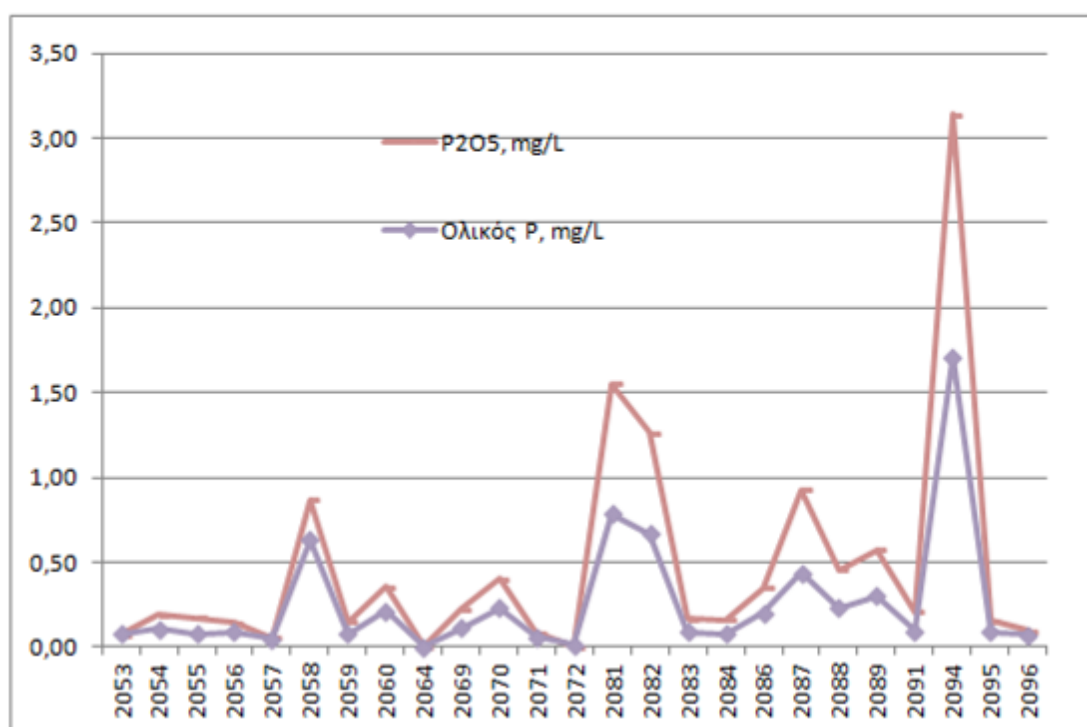
**Σχήμα 10.9** Διακύμανση των Μ.Ο. των νιτρωδών, αμμωνιακών και φθοριούχων στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



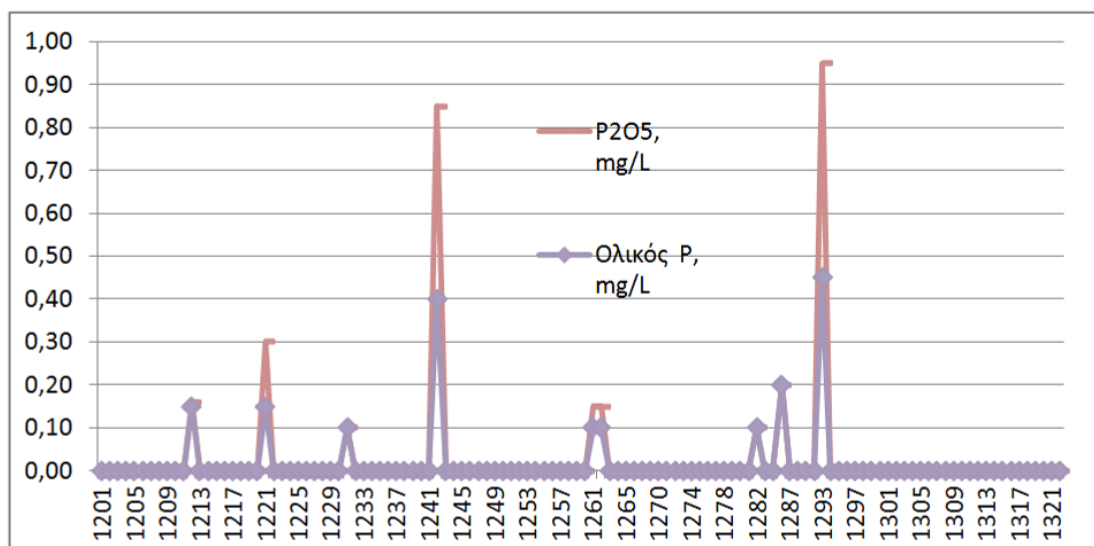
**Σχήμα 10.10** Διακύμανση των Μ.Ο. των νιτρωδών στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



Σχήμα 10.11 Διακύμανση των Μ.Ο. των αμμωνιακών και φθοριούχων στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



Σχήμα 10.12 Διακύμανση των Μ.Ο. των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.



**Σχήμα 10.13** Διακύμανση των Μ.Ο. των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.

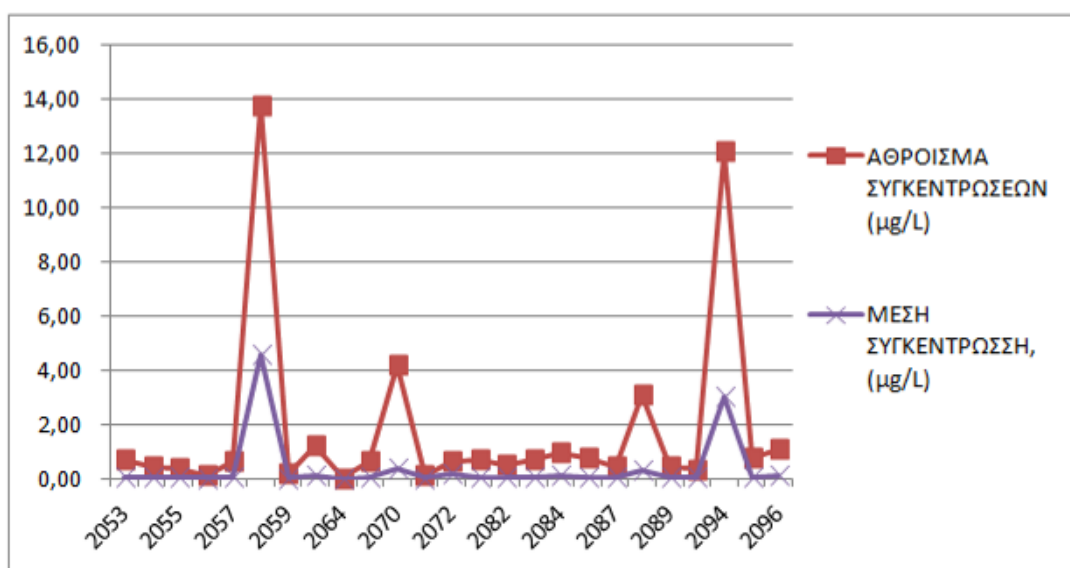
Όλες οι τιμές του BOD<sub>5</sub> και COD βρίσκονται σε επίπεδα κατώτερα των ορίων αναφοράς των μεθόδων προσδιορισμού και η οικολογική ποιότητα βρίσκεται σε αποδεκτά επίπεδα σε όλα τα υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.

Σε 47 γεωτρήσεις από τις 121 που είναι ενταγμένες στο δίκτυο ελέγχου των υπογείων νερών βρέθηκε καφεΐνη που σημαίνει ότι οι γεωτρήσεις αυτές με κάποιο τρόπο άμεσα δέχονται αστικά απόβλητα ή τροφοδοτούνται με νερό το οποίο δέχεται αστικά απόβλητα. Οι γεωτρήσεις με καφεΐνη είναι διάσπαρτες σε όλη την έκταση της λεκάνης συμπεριλαμβανομένης και της υπολεκάνης του Κ. Νευροκοπίου.

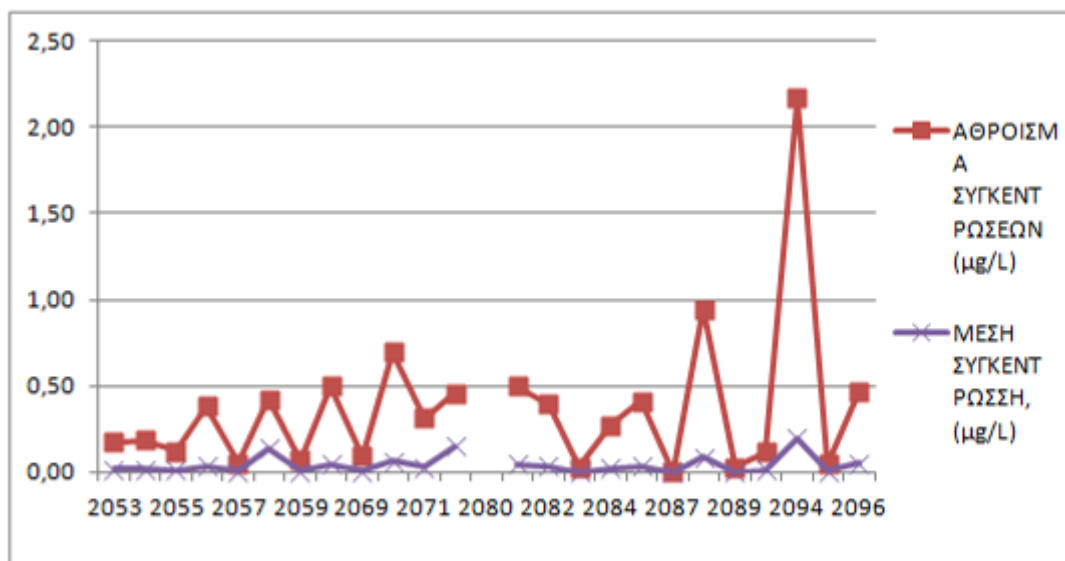
Καφεΐνη βρέθηκε σε όλες τις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών και μάλιστα σε ορισμένες από αυτές σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις. Η παρουσία καφεΐνης στα επιφανειακά νερά υποδηλώνει ότι αυτά δέχονται υγρά αστικά απόβλητα.

Στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας ανιχνεύθηκε ένα πολύ ευρύ φάσμα 77 γεωργικών φαρμάκων κατά την χρονική περίοδο του 2010-2011 και ελαφρώς μικρότερος αριθμός εντός του 2012 και σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Η διακύμανση των ετησίων αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντιστοιχών ετησίων μέσων όρων στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας για το 2011 και 2012, αντίστοιχα, παρουσιάζεται στα Σχήματα 10.14 και 10.15 Τα ετήσια αθροίσματα των συγκεντρώσεων εντός του 2011 κυμαίνονται σε επίπεδα 2,0 ppb με εξαίρεση ορισμένες θέσεις που αγγίζουν τα 4,0 ppb και 14,0 ppb. Μέσα στο 2012 οι συγκεντρώσεις βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα και σε ελάχιστες περιπτώσεις υπερβαίνουν τα 2,0 ppb.

Σημαντικός αριθμός γεωργικών φαρμάκων ανιχνεύθηκε στα υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας και ορισμένα από αυτά βρέθηκαν σε σημαντικές συγκεντρώσεις (>0,1 ppb) γεγονός που είναι σε συμφωνία με το συμπέρασμα σχετικά με την παρουσία καφεΐνης στα υπόγεια νερά το ότι δηλαδή υπάρχει επικοινωνία επιφανειακών και υπόγειων νερών. Τα γεωργικά φάρμακα για να φθάσουν στα υπόγεια υδροφόρα είτε θα πρέπει να βρίσκονται στο νερό τροφοδοσίας των υπόγειων νερών ή θα πρέπει να μετακινηθούν με το εδαφικό νερό με την κατακόρυφη έκπλυση ή μέσω διευκολυνόμενης μετακίνησης μέσω ρωγμών, και άλλων διόδων που σχηματίζουν οι ρίζες φυτών, γαιοσκώληκες ή ρωγμές που σχηματίζονται σε αργιλώδη εδάφη σε περίοδο ξηρασίας.



**Σχήμα 10.14** Διακύμανση των ετησίων αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντιστοίχων ετησίων μέσων όρων στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας για το 2011.



**Σχήμα 10.15** Διακύμανση των ετησίων αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντιστοιχών ετησίων μέσων όρων στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας για το 2012.

#### **B. Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των επιτόπου μετρήσεων και αναλύσεων των δειγμάτων των Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης του Αγγίτη-Δράμας και Κατηγοριοποίηση υδατοσυστημάτων**

Από την κατηγοριοποίηση των υδατοσυστημάτων ως προς την αρδευτική τους καταλληλότητα με βάση τους ετήσιους μέσους όρους της αγωγιμότητας και τους αντίστοιχους μέσους όρους των τιμών της SAR προκύπτει ότι η αρδευτική ποιότητα όλων των υδατοσυστημάτων, επιφανειακών και υπόγειων είναι Μέση προς Καλή.

Δεν υπάρχει υπέρβαση της ΕΜΣ-ΠΠΠ των χλωριούχων στις αντίστοιχες ΕΜΣ τιμές των Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας. Όμως υπάρχει υπέρβαση της ΕΜΣ-ΠΠΠ των θειικών σε τρεις γεωτρήσεις (Κωδικοί 1253, 1277 και 1280).

Συγκεντρώσεις βορίου >1,0 ppm δεν βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα, επιφανειακά και υπόγεια, της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.

Το αρσενικό είναι πολύ διαδεδομένο στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας και κυρίως στα υπόγεια νερά. Σε μικρές συγκεντρώσεις βρέθηκε αρσενικό σε πολλά στραγγιστικά αλλά μόνο στις θέσεις 2081 και 2082 οι ΕΜΣ υπερβαίνουν το αντίστοιχο όριο του 30 ppm της ΕΜΣ-ΠΠΠ. Οι θέσεις 2081 και 2082 βρίσκονται στην περιοχή Δάτου και Αμισιανών στα Τενάγη Φιλίππων. Όμως υπερβάσεις του ορίου των 10 ppm βρέθηκαν σε πολλές γεωτρήσεις όπως αυτές με κωδικούς 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207, 1210, 1212, 1235, 1236, 1239, 1241, 1262, 1286 και 1307. Οι υψηλότερες όμως συγκεντρώσεις που ανέρχονται σε 748, 321 και 444 ppm βρέθηκαν στις γεωτρήσεις 1204, 1205 και 1206, αντίστοιχα που βρίσκονται στους πρόποδες του Παγγαίου όρους.

Κάδμιο βρέθηκε σε αρκετές Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας αλλά και σε γεωτρήσεις. Μεταξύ των Σ.Θ.Δ. επιφανειακών στα οποία υπάρχει υπέρβαση των ορίων ΠΠΠ για το κάδμιο περιλαμβάνονται οι θέσεις με κωδικούς 2053, 2054, 2057, 2072, 2081, 2089 και 2091. Οι θέσεις με κωδικούς 2053, 2054 και 2091 βρίσκονται επάνω στον Αγγίτη ποταμό. Κάδμιο βρέθηκε επίσης στις γεωτρήσεις 1215, 1217, 1224, 1229, 1230, 1242 και 1310 αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του αντίστοιχου ανωτάτου ορίου των υπόγειων νερών.

Μόλυβδος βρέθηκε στο νερό πολλών θέσεων από το δίκτυο των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας και σε πολλές θέσεις (κωδικοί 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2059, 2060, 2069, 2070, 2071, 2082, 2083, 2084, 2088, 2089, 2091, 2094, 2095, 2096) υπάρχει υπέρβαση της ΜΕΣ-ΠΠΠ των 7,2 ppb. Επίσης υπάρχει υπέρβαση του αντιστοίχου ορίου για τα υπόγεια νερά σε μία γεώτρηση με κωδικό 1206 στην οποία, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, υπήρχε και υπέρβαση σε αρσενικό.

Νικέλιο σε μικρές συγκεντρώσεις βρέθηκε περιοδικά σε διάφορες θέσεις αλλά σε καμία περίπτωση δεν βρέθηκε υπέρβαση των ορίων της ΕΜΣ-ΠΠΠ και ΜΕΣ-ΠΠΠ.

Χαλκός βρέθηκε μόνο σε δύο επιφανειακά υδατοσυστήματα με κωδικούς 2070 και 2089, σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις, ήτοι 50 και 110 ppb, αντίστοιχα, και συνεπώς και στις δύο αυτές θέσεις υπάρχει υπέρβαση των ορίων ΕΜΣ-ΠΠΠ. Επίσης βρέθηκε και σε μία γεώτρηση (Κωδικός 1206) χωρίς να υπάρχει υπέρβαση του αντιστοίχου ορίου των υπόγειων νερών.

Υδράργυρος σε επίπεδα ανώτερα του ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης (0,5 ppb) δεν βρέθηκε σε επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.

Χαμηλές συγκεντρώσεις χρωμίου βρέθηκαν σε ορισμένες γεωτρήσεις αλλά σε καμία περίπτωση οι συγκεντρώσεις αυτές δεν υπερβαίνουν το σχετικό όριο των ΠΠΠ.

Ψευδάργυρος βρέθηκε σε σημαντικές συγκεντρώσεις στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας όμως μόνο στην Σ.Θ.Δ. με κωδικό 2071 υπάρχει υπέρβαση των ορίων των ΠΠΠ. Η θέση με κωδικό 2071 βρίσκεται στην τεχνητή λίμνη Λευκογείων.

Όπως και στην περίπτωση του ψευδαργύρου, κασιίτερος σε συγκεντρώσεις υψηλότερες του ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης (50 ppb) βρέθηκε σε σημαντικό αριθμό θέσεων του επιφανειακού δικτύου νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας με συνέπεια οι τιμές ΕΜΣ σε πολλές θέσεις να υπερβαίνουν το όριο του 2,2 ppb των ΕΜΣ-ΠΠΠ. Στις θέσεις με υπερβάσεις κασιίτερου περιλαμβάνονται οι θέσεις με κωδικούς 2080, 2053, 2055, 2058, 2059, 2069, 2070, 2072, 2081, 2082, 2083, 2086, 2087, 2088, 2089, 2094 και 2096.

Το μαγγάνιο είναι επίσης πολύ κοινό μέταλλο στα επιφανειακά και υπόγεια υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας. Υπερβάσεις του ορίου των 50 ppb, όσον αφορά την ΕΜΣ, υπάρχουν στις θέσεις με κωδικούς 2055, 2056, 2069 και 2071 των επιφανειακών νερών και σένα πολύ σημαντικό αριθμό γεωτρήσεων. Η υψηλότερη συγκέντρωση, περίπου 1,4 ppb, βρέθηκε στην

γεώτρηση με κωδικό 1311 και γενικά οι υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν επίσης στις γεωτρήσεις 1316 και 1318 στα 1,0 και 1,15 ppm, αντίστοιχα, οι οποίες όπως και η 1311 βρίσκονται στην υπολεκάνη του Κάτω Νευροκοπίου.

Ο σίδηρος είναι επίσης ένα μέταλλο σε αφθονία στα επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας. Όμως οι ΕΜΣ των Σ.Θ.Δ. υπερβαίνουν το όριο του 200 ppb μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2096 και στις γεωτρήσεις 1319 και 1272. Η υψηλότερη συγκέντρωση του ενός περίπου ppm βρέθηκε στην γεώτρηση 1319 που βρίσκεται στην υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου.

Εποχιακά βρέθηκαν νιτρικά σε υψηλές συγκεντρώσεις στις διάφορες θέσεις του δικτύου της λεκάνης του Αγγίτη-Δράμας όμως σε καμία περίπτωση οι τιμές των ΕΜΣ δεν υπερβαίνουν το όριο των 50 ppb στα επιφανειακά νερά; **υπερβαίνεται όμως το όριο αυτό στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1221, 1227, 1226, 1248, 1250, 1253, 1268, 1281, 1280, 1291, 1295 και 1296.** Οι γεωτρήσεις αυτές είναι διάσπαρτες σε όλη την λεκάνη του Αγγίτη-Δράμας με εξαίρεση την υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου στην οποία δεν βρέθηκαν γεωτρήσεις με υπερβάσεις νιτρικών.

Νιτρώδη βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας με υπερβάσεις των ΕΜΣ του ορίου των 0,5 ppm στις θέσεις με κωδικούς 2089 και 2094 **αλλά υπερβάσεις υπάρχουν στο 1/3 περίπου των γεωτρήσεων της λεκάνης.**

Αμμωνιακά βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας με υπερβάσεις των ΕΜΣ του ορίου των 0,5 ppm μόνο στην θέση 2094 των στραγγιστικών αλλά υπέρβαση υπάρχει σε σημαντικό γεωτρήσεων όπως οι γεωτρήσεις με κωδικούς 1214, 1215, 1218, 1221, 1222, 1223, 1241, 1248, 1262, 1278, 1279, 1302 και 1307.

Φθοριούχα βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας χωρίς όμως να υπάρχουν υπερβάσεις των ΕΜΣ του ορίου των 1,5 ppm.

Αργίλιο και αντιμόνιο δεν βρέθηκαν στα υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας σε συγκεντρώσεις ανώτερες των αντίστοιχων ορίων αναφοράς των μεθόδων ανάλυσης.

Στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας ανιχνεύθηκαν τα εξής γεωργικά φάρμακα που περιλαμβάνονται στα ΠΠΠ:alachlor, dimethoate, HCB, chlorpyrifos ethyl, lindane, atrazine, malathion, bentazone, simazine, 2,4-D, mecoprop, heptachlor epoxide, trifluralin, diuron, endosulfan I, endosulfan sulphate, MCPA και coumaphos. Σε σημαντικό αριθμό Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας υπάρχουν υπερβάσεις των ορίων ΕΜΣ ή ΜΕΣ-ΠΠΠ ή αμφοτέρων των ορίων. Μεταξύ των Σ.Θ.Δ. αυτών περιλαμβάνονται οι Σ.Θ.Δ. 2053, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2069, 2071 και 2094.

Οι Σ.Θ.Δ. 2056, 2055, 2057 βρίσκονται επάνω στον Αγγίτη ποταμό και η μεν 2056 βρίσκεται στο σπήλαιο του Μααρά του Αγγίτη, η θέση 2055 βρίσκεται κατάντη στην γέφυρα των Σιταγρών και η 2057 κατάντη της συμβολής του Αγγίτη με το Μεγάλο κανάλι των Τεναγών Φιλίππων στην



Συμβολή. Φυσικά επάνω στο ίδιο υδατοσύστημα του Αγγίτη βρίσκονται και οι Σ.Θ.Δ. 2069 που βρίσκεται στην υπολεκάνη Κ. Νευροκοπίου και η Σ.Θ.Δ. 2071 που βρίσκεται στο Φράγμα Λευκογείων. Όλα τα επιφανειακά νερά της λεκάνης Κ. Νευροκοπίου, μέσω της καταβόθρας του Οχυρού συνεισφέρουν στην τροφοδοσία των πηγών του Αγγίτη ποταμού. Ανάντη όλων των ανωτέρω Σ.Θ.Δ. που βρίσκονται επάνω στο υδατοσύστημα του Αγγίτη ποταμού βρίσκεται η Σ.Θ.Δ. 2071, που όπως αναφέρθηκε βρίσκεται στο φράγμα του ταμιευτήρα των Λευκογείων σε υψόμετρο 630 περίπου μέτρων. Η περιοχή πέριξ του ταμιευτήρα είναι ορεινή με ελάχιστη γεωργική δραστηριότητα. Στην θέση αυτή η υπέρβαση των ορίων ΠΠΠ εντός του 2010 οφείλεται στην παρουσία εξαχλωροβενζολίου (HCB). Το εξαχλωροβενζόλιο που είναι μία σχετικά πτητική ουσία θα μπορούσε να φθάσει στον ταμιευτήρα αυτό μόνο μέσω των κατακρημνίσεων (χιόνι, βροχή ή ακόμη και πάχνη). Πτητικές ουσίες ακόμη και ουσίες με μέτρια ή μικρή τάση ατμών όταν διαφεύγουν στην ατμόσφαιρα και εφόσον παραμείνουν σταθερές στην ατμόσφαιρα και δεν αποδομηθούν από την υπεριώδη ακτινοβολία και άλλα οξειδωτικά μέσα που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα (π.χ. όζον) έχουν την δυνατότητα με την κίνηση του αέρα να μεταφερθούν ακόμη και σε μεγάλες αποστάσεις και να επανέλθουν στην επιφάνεια της γης με τις κατακρημνίσεις προκαλώντας έτσι την ρύπανση επιφανειακών και υπόγειων νερών. Παρόμοια φαινόμενα έχουν διαπιστωθεί σε πολλές χώρες όπως και στην χώρα μας (Charizopoulos & Papadopolou-Mourkidou, 1997) όπου για παράδειγμα διαπιστώθηκε η παρουσία ζιζανιοκτόνων, που χρησιμοποιούνταν στην ρυζοκαλλιέργεια της λεκάνης Αξιού, στο νερό φυσικών πηγών της Νάουσας ή στο νερό της βροχής που έπεφτε την περίοδο εκείνη μέσα στην πόλη της Νάουσας.

Η υπέρβαση στην Σ.Θ.Δ. 2069 εντός του 2010, που βρίσκεται επίσης στην υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου και συγκεκριμένα στην περιοχή Οχυρού, επάνω στην κεντρική τάφρο μεταφοράς νερού από τον ταμιευτήρα Λευκογείων, οφείλεται στην παρουσία lindane και εξαχλωροβενζολίου (HCB) σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τα σχετικά όρια των ΠΠΠ. Η Σ.Θ.Δ. κατάντη της προηγούμενης είναι η Σ.Θ.Δ. με κωδικό 2056 που βρίσκεται στην έξοδο του Αγγίτη ποταμού από το Σπήλαιο Μασρά. Στην θέση αυτή επίσης μέσα στο 2010 υπάρχει υπέρβαση που οφείλεται στην συγκέντρωση του εξαχλωροβενζολίου. Κατάντη της προηγούμενης θέσης βρίσκεται η Σ.Θ.Δ. 2055 (Αγγίτης στους Σιταγρούς) στην οποία επίσης εντός του 2010 υπάρχει υπέρβαση των ορίων ΠΠΠ στις συγκεντρώσεις lindane και εξαχλωροβενζολίου. Κατάντη της προηγούμενης θέσης βρίσκεται η θέση με κωδικό 2057 η οποία βρίσκεται κατάντη της συμβολής του Αγγίτη με το Μεγάλο Κανάλι των Τεναγών Φιλίππων στο ρυθμιστικό φράγμα της Συμβολής. Και στην θέση αυτή εντός του 2010 υπάρχει υπέρβαση του ορίου των ΠΠΠ για το εξαχλωροβενζόλιο. Τέλος κατάντη όλων των προηγούμενων θέσεων είναι η θέση με κωδικό 2053 στην οποία εντός 2010 επίσης βρέθηκε υπέρβαση του σχετικού ορίου των ΠΠΠ όσον αφορά το εξαχλωροβενζόλιο. Η θέση 2053 βρίσκεται σε γέφυρα του

Αγγίτη κοντά στην Μυρρίνη. **Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι για το 2010 ένα ποσοστό της ρύπανσης του Αγγίτη προέρχεται από την ρύπανση που υπάρχει στην λεκάνη του Νευροκοπίου και συγκεκριμένα στον ταμιευτήρα Λευκογείων και η οποία ενδεχομένως προέρχεται από μετακίνηση ρύπων μέσω της ατμόσφαιρας.**

Οι υπόλοιπες Σ.Θ.Δ. με υπερβάσεις των ορίων ΠΠΠ είναι η Σ.Θ.Δ. με κωδικό 2058 η οποία βρίσκεται επάνω στον ποταμό του Δοξάτου (γέφυρα Καλαμπακίου) στην οποία υπάρχει εντός του 2010 υπέρβαση στην συγκέντρωση του lindane, στην θέση με κωδικό 2059 που βρίσκεται σε στραγγιστικό που εκβάλλει στον ποταμό του Δοξάτου στην περιοχή Καλαμπακίου Δράμας στην οποία και πάλι εντός του 2010 υπάρχει υπέρβαση στην συγκέντρωση του lindane. Υπέρβαση εντός του 2010 υπάρχει και στην Σ.Θ.Δ. με κωδικό 2060 που βρίσκεται επάνω στο Μεγάλο Κανάλι στην περιοχή Γεωργιανής Καβάλας και η υπέρβαση αφορά τις συγκεντρώσεις lindane και εξαχλωροβενζολίου. Τέλος υπέρβαση υπάρχει και στην θέση με κωδικό 2094 που βρίσκεται σε στραγγιστικό ρέμα του Δραβήσκου. Η υπέρβαση αφορά τις συγκεντρώσεις chlorpyrifos ethyl που βρέθηκαν εντός του 2011 και 2012 στα δείγματα της θέσης αυτής.

Όσον αφορά το εξαχλωροβενζόλιο αυτό χρησιμοποιούνταν στο παρελθόν ως επενδυτικό σπόρων των σιτηρών όμως η χρήση του έχει απαγορευτεί εδώ και δεκαετίες και συνεπώς η παρουσία του σε επιφανειακά και υπόγεια νερά ενδεχομένως να σημαίνει κάποιο βαθμό πρόσφατης χρήσης του. Το ίδιο ισχύει και για το lindane.

Εντύπωση προκαλεί το ευρύ φάσμα γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκε στην Σ.Θ.Δ. 2071 (Ταμιευτήρας Λευκογείων) στην οποία μάλιστα υπάρχει υπέρβαση του αθροίσματος των συγκεντρώσεων από το όριο των 0,5 rrb εντός του 2010. Στην υπέρβαση αυτή την μεγαλύτερη συμμετοχή έχει το PCNB το οποίο βρέθηκε εντός του 2010 στην θέση αυτή στην συγκέντρωση των 0,564 rrb. Ασφαλώς όλα τα γεωργικά φάρμακα και άλλες ουσίες που βρέθηκαν στα δείγματα της θέσης αυτής πρέπει να έχουν μεταφερθεί εκεί, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, μέσω της ατμόσφαιρας.

Σε σημαντικό αριθμό των γεωτρήσεων (κωδικοί 1201, 1210, 1226, 1232, 1256, 1257, 1258, 1265, 1266, 1267, 1268, 1270, 1271, 1272, 1274, 1275, 1276, 1277, 1278, 1281, 1285, 1287, 1288, 1289, 1291, 1292, 1314, 1316, 1317, 1318, 1320, 1321, 1322, 1242, 1245, 1247, 1304 και 1306) ήτοι σε 38 γεωτρήσεις βρέθηκαν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων. Σε ένα μεγάλο αριθμό των γεωτρήσεων (1256, 1257, 1258 1265, 1266, 1267, 1268, 1270, 1271, 1272, 1275, 1276, 1277, 1278, 1281, 1242, 1245, 1247) οι υπερβάσεις οφείλονται στην παρουσία diphenylamine σε επίπεδα >0,1 rrb, σε έναν επίσης σημαντικό αριθμό γεωτρήσεων (1226, 1278, 1281, 1285, 1287, 1288, 1289, 1292, 1314, 1316, 1317, 1318, 1320, 1321, 1322, 1304 και 1306) οι υπερβάσεις οφείλονται στις συγκεντρώσεις του ζιζανιοκτόνου chlorthal dimethyl. Στην γεώτρηση 1210 η υπέρβαση οφείλεται στην παρουσία atrazine και prometryne, στην γεώτρηση 1201 στο ζιζανιοκτόνο dimethenamid, στην γεώτρηση 1232 σε atrazine στην

συγκέντρωση των 5,4 ppb, και στην γεώτρηση 1274 στην οποία βρέθηκε phorate sulfoxide στην συγκέντρωση 1,948 ppb.

Οι γεωτρήσεις στις οποίες βρέθηκαν σημαντικές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων βρίσκονται διάσπαρτες στην λεκάνη του Αγγίτη-Δράμας όπως στην υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου, στην περιοχή Καλού Αγρού, στους πρόποδες του Παγγαίου και στην περιοχή της Αργυρούπολης, Φτελιάς και Καλαμπακίου. Σε πολλές από τις γεωτρήσεις στις οποίες βρέθηκαν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων επίσης βρέθηκε και καφεΐνη σε χαμηλές όμως συγκεντρώσεις. **Αυτό που είναι προφανές είναι ότι γεωργικά φάρμακα και καφεΐνη βρέθηκαν σε γεωτρήσεις οι οποίες βρίσκονται σε περιοχές στις οποίες επίσης βρέθηκαν σημαντικές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων και καφεΐνης στα επιφανειακά νερά. Αυτό σημαίνει ότι τα εδάφη της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας επιτρέπουν την έκπλυση ουσιών προς τα υπόγεια υδροφόρα καθόσον όλα τα γεωργικά φάρμακα που βρέθηκαν στα υπόγεια νερά έχουν υψηλή σχετικά υδατοδιαλυτότητα όπως και η καφεΐνη και οι ουσίες αυτές είναι που έχουν την δυνατότητα να εκπλυθούν προς τα υπόγεια νερά.**

#### **Γ. Στατιστική επεξεργασία με Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων των Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης Αγγίτη-Δράμας**

Τα αποτελέσματα της στατιστικής επεξεργασίας με Box Plots παρουσιάζεται στους Πίνακες 10.1 - 10.3 που ακολουθούν.

Στον Πίνακα 10.1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που αφορούν τα επιφανειακά νερά κατά την χρονική περίοδο 2010-2011. Από τον πίνακα αυτό προκύπτει ότι 16 γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας από 5 φορές και πάνω. Στα γεωργικά φάρμακα αυτά περιλαμβάνονται τα ζιζανιοκτόνα acetochlor, alachlor, dimethenamid, fluometuron, metribuzin, pendimethalin, prometryne, S-metolachlor και terbuthylazine, τα εντομοκτόνα imidacloprid, chlorpyrifos ethyl thiamethoxam και τα μυκητοκτόνα dimethomorph, etridiazole, HCB και flutriafol. Μεταξύ των ανωτέρω γεωργικών φαρμάκων την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης (ο αριθμός ανιχνεύσεων αναφέρεται στις παρενθέσεις) έχει το **chlorpyrifos ethyl** (146) και έπονται το **fluometuron** (78), η **terbuthylazine** (57) και η **prometryne** (39) και με μικρότερη συχνότητα ανίχνευσης τα υπόλοιπα. Μεταξύ των γεωργικών φαρμάκων με την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης, στην υψηλότερη συγκέντρωση βρέθηκε το ζιζανιοκτόνο terbuthylazine (12,335 ppb) και το εντομοκτόνο chlorpyrifos ethyl (2,434 ppb).

Το ανώτατο χείλος των συγκεντρώσεων του 75% των τιμών για την περίοδο 2010-2011 σύμφωνα με τα δεδομένα του Πίνακα 10.1 δεν υπερβαίνει τα 0,3 ppb με εξαίρεση το ζιζανιοκτόνο terbuthylazine για το οποίο το ανώτατο όριο αγγίζει τα 0,7 ppb. Το εύρος αυτό θα μπορούσε να θεωρηθεί ως το εύρος της αναπόφευκτης ρύπανσης που προκαλείται υπό συνθήκες συνήθους γεωργικής πρακτικής που εξασκείται από το μεγαλύτερο ποσοστό των αγροτών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας όσον αφορά την χρήση των γεωργικών φαρμάκων.

Επίσης για όλα τα γεωργικά φάρμακα που περιλαμβάνονται στον Πίνακα 10.1 υπάρχουν και μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων που βρίσκονται σε πολλαπλάσια υψηλότερα επίπεδα. Ασφαλώς ορισμένες από αυτές τις μέγιστες συγκεντρώσεις, όπως αναφέρθηκε επανειλημμένως, οφείλονται σε σημειακές πηγές ρύπανσης όπως για παράδειγμα στην προκειμένη περίπτωση η συγκέντρωση των 12,335 ppb για την terbutylazine που βρέθηκε στις 16.5.2011 στην Σ.Θ.Δ. 2058. Στην θέση αυτή, κατά την διάρκεια του έργου, ανιχνεύθηκε terbutylazine άλλες δύο φορές μία μέσα στο 2010 και μία μέσα στο 2012 και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις δεν υπερβαίνουν το 0,1 ppb. Συνεπώς η ξαφνική εμφάνιση μίας τόσο υψηλής συγκέντρωσης δεν είναι δυνατόν να οφείλεται στη συνήθη γεωργική πρακτική της περιοχής παρά μόνο σε κάποια ιδιαίτερη ενέργεια όπως για παράδειγμα το πλύσιμο κάποιου ψεκαστήρα από περαστικό αγρότη. Επίσης για το εντομοκτόνο chlorpyrifos ethyl το εύρος της διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων κυμαίνεται από 0,001 με 0,062 ppb ενώ όπως προκύπτει από το σχετικό Box Plot υπάρχουν και άλλες 5 τιμές από τις οποίες μία (0,066 ppb) χαρακτηρίζεται ως outlier και οι άλλες 4 (0,086, 0,263, 0,380 και 2,434 ppb) χαρακτηρίζονται ως εξαιρετικά υψηλές τιμές (extreme values) που ασφαλώς έχουν προέλθει από σημειακές πηγές ρύπανσης.

Τα αποτελέσματα της επεξεργασίας για το 2012 παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.2. Όπως προκύπτει από τον Πίνακα τα γεωργικά φάρμακα που χρησιμοποιήθηκαν στην λεκάνη Αγγίτη-Δράμας εντός του 2012 είναι ελαφρώς διαφορετικά από εκείνα της προηγούμενης περιόδου. Σε αυτά που ανιχνεύθηκαν 5 φορές και πάνω περιλαμβάνονται 2,4-D, alachlor, bentazone, chlorpyrifos ethyl, difenoconazole, dimethenamid, dimethomorph, diphenylamine, etridiazole, fluometuron, fosthiazate, metalaxyl, metribuzin, nicosulfuron, prometryne, propiconazole, S-metolachlor και terbutylazine, όμως αυτά που βρέθηκαν με το μεγαλύτερο αριθμό ανιχνεύσεων είναι τα ίδια με εκείνα της περιόδου 2010-2011 ήτοι chlorpyrifos ethyl (44), fluometuron (33) και terbutylazine (22). Από την διακύμανση των συγκεντρώσεων του 75% των τιμών προκύπτει ότι για όλα τα γεωργικά φάρμακα το όριο δεν υπερβαίνει το 0,3 ppb. Για το fluometuron όμως υπάρχει μια μέγιστη τιμή στο περίπου 0,5 ppb.

Συνεπώς προκύπτει από τα ανωτέρω ένα εύρος διακύμανσης του 75% των συγκεντρώσεων μεταξύ 0,001 με 0,7 ppb καλύπτει ολόκληρη την χρονική περίοδο του έργου για την λεκάνη Αγγίτη-Δράμας και συνεπώς το εύρος αυτό πρέπει να θεωρηθεί ως το εύρος της αναπόφευκτης ρύπανσης.

Στον Πίνακα 10.3. παρουσιάζονται τα αντίστοιχα αποτελέσματα για τα υπόγεια νερά. Είναι ενδιαφέρον ότι στην λεκάνη του Αγγίτη-Δράμας υπάρχει ένας πολύ σημαντικός αριθμός ανιχνεύσεων γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά που για ορισμένα γεωργικά φάρμακα αγγίζει τον αντίστοιχο αριθμό ανιχνεύσεων των επιφανειακών νερών. Στα υπόγεια νερά ανιχνεύτηκαν τα γεωργικά φάρμακα acetochlor, alachlor, atrazine, lindane, chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, DEA, diphenylamine, fluometuron, prometryne, S-metolachlor και

terbutylazine. Την υψηλότερη συχνότητα ανίχνευσης έχουν το chlorthal dimethyl (41), alachlor (39) και lindane (38). Το ανώτατο χείλος της διασποράς των τιμών των συγκεντρώσεων για όλα τα γεωργικά φάρμακα δεν υπερβαίνει το 0,1 ppb με εξαίρεση το chlorthal dimethyl για το οποίο το όριο είναι 0,11 ppb, την diphenylamine με όριο 1,11 ppb και την atrazine με όριο 1,245 ppb. Επίσης για τα τρία αυτά γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν και extreme values που αγγίζουν τα 6,0 ppb (atrazine, diphenylamine). Για τα γεωργικά φάρμακα, σύμφωνα με την Κοινοτική αλλά και την Ελληνική Νομοθεσία, η αναπόφευκτη ρύπανση δεν μπορεί να υπερβαίνει το όριο του 0,1 ppb για κάθε φάρμακο και το όριο του 0,5 ppb για το σύνολο των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων που ενδεχομένως φθάνουν σε κάποιο υπόγειο υδατοσύστημα. Γεωργικά φάρμακα για τα οποία, κατά την αξιολόγηση τους για έγκριση κυκλοφορίας σε Ευρωπαϊκό αλλά και Εθνικό επίπεδο, προκύπτει ότι ενδέχεται να φθάσουν στα υπόγεια νερά σε συγκεντρώσεις ανώτερες του 0,1 ppb είτε απορρίπτονται ή λαμβάνουν έγκριση κυκλοφορίας υπό συνθήκες (περιορισμούς) χρήσεις και δίδονται εγκρίσεις μόνο για χρήσεις οι οποίες είναι ασφαλής για τα υπόγεια νερά ήτοι απαγορεύεται η χρήση τους σε περιοχές με εδάφη στα οποία ενδέχεται να εκπλυθούν προς τα υπόγεια νερά σε συγκεντρώσεις ανώτερες του 0,1 ppb.

Σε πολλές γεωτρήσεις όπως 1265, 1242, 1270, 1266, 1257, 1267, 1278, 1258, 1272, 1256, 1281, 1255, 1275, 1245, 1247, 1268, 1276, 1277, 1271 βρέθηκε **diphenylamine** (διφαινυλαμίνη) σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 5,843 με 0,1 ppb. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η ρύπανση των ανωτέρω γεωτρήσεων προκλήθηκε από σημειακή ή σημειακές πηγές. Επίσης αυτό που είναι βέβαιο είναι ότι η σχετική πηγή ή πηγές ρύπανσης δεν έχουν σχέση με την χρήση της diphenylamine (DPA) στην μετασυσπλεκτική συντήρηση των μηλοειδών στα ψυγεία. Υπάρχει το ενδεχόμενο η ρύπανση να προκλήθηκε από πυρκαγιά σε μονάδα ανακύκλωσης ελαστικών στην ΒΙΠΕ Δράμας.

Η διφαινυλαμίνη είναι μία αρωματική αμίνη που η ίδια ή παράγωγά της χρησιμοποιούνται ως σταθεροποιητές σε εκρηκτικά υλικά της νιτρο-κυταρρίνης, σε προωθητικά, στην βιομηχανία αρωμάτων και ως αντιοξειδωτικά στην βιομηχανία ελαστικών και άλλων πολυμερών αλλά και στα λιπαντικά λάδια αυτοκινήτων και άλλου μηχανολογικού εξοπλισμού. Η διφαινυλαμίνη είναι λιπόφιλη ουσία με μικρή διαλυτότητα στο νερό (υδατοδιαλυτότητα περίπου 40 mg/L) αλλά μεγάλη πτητικότητα (τάση ατμών  $6,39 \times 10^{-4}$  torr) και η σταθερότητά της κάτω από αερόβιες συνθήκες είναι μικρή. Δεν είναι γνωστή ακόμη η συμπεριφορά της διφαινυλαμίνης στο περιβάλλον και ούτε έχει ακόμη γίνει πλήρης αξιολόγηση του κινδύνου στην υγεία των ανώτερων ζώων (Drzynga O., 2003). Πρόσφατα η διφαινυλαμίνη έχει προστεθεί στον κατάλογο των ουσιών προτεραιότητας της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Ανασκόπηση της βάσης δεδομένων του έργου έχει δείξει ότι κατά την διάρκεια εκτέλεσης του έργου έγιναν 400 περίπου εγγραφές ανίχνευσης διφαινυλαμίνης με συγκεντρώσεις ανώτερες του αντίστοιχου LOQ της διφαινυλαμίνης. **Μεταξύ των 400 ανιχνεύσεων οι υψηλότερες**

**συγκεντρώσεις βρέθηκαν στις γεωτρήσεις της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας και συγκριμένα σε 19 γεωτρήσεις.** Από τις ανωτέρω 19 γεωτρήσεις οι 15 και αυτές με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις βρίσκονται στην περιοχή της Αργυρούπολης Δράμας. Συνεπώς η πηγή ή οι πηγές ρύπανσης πρέπει να βρίσκονται στην περιοχή Αργυρούπολης-Προσοτσάνης-Πετρούσας-Δράμας.

Σύμφωνα με δημοσίευμα του τύπου (ΒΗΜΑ 6/11/2010) τον Ιούνιο του 2010 υπήρξε πυρκαγιά σε μονάδα ανακύκλωσης ελαστικών στην ΒΙΠΕ Δράμας. Η ΒΙΠΕ Δράμας βρίσκεται ανάντη της περιοχής που αναφέρθηκε παραπάνω και υπάρχει το ενδεχόμενο η πηγή ρύπανσης σε διφαινυλαμίνη να βρίσκεται στην μονάδα ανακύκλωσης. Μάλιστα αναφέρεται στο δημοσίευμα ότι υπήρχαν άνεμοι που έστελναν το νέφος του καπνού προς Προσοτσάνη και Πετρούσα. Η πληροφορία αυτή δικαιολογεί τα ευρήματα διφαινυλαμίνης και στα επιφανειακά νερά της περιοχής όπως στον Αγγίτη στο Σπήλαιο Μααρά αλλά και σε Σ.Θ.Δ. της υπολεκάνης του Κ. Νευροκοπίου.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η παρουσία διφαινυλαμίνης στα υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας χρίζει περαιτέρω διερεύνησης και κυρίως επείγει ο έλεγχος παρουσίας διφαινυλαμίνης στις γεωτρήσεις ποσίμου νερού της λεκάνης.

**Πίνακας 10.1** Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη - Δράμας 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	21	0,021	0,001	0,045	0,242	0,059
Alachlor	21	0,007	0,001	0,013	0,049	1,0
atrazine	13	0,052	0,001	0,12	0,41	1,9
carbendazim	7	0,006	0,003	0,01	0,015	0,03
carbofuran	6	0,061	0,002	0,119	0,135	0,24
lindane	6	0,196	0,106	0,286	0,302	0,29
Chlorpyrifos ethyl	147	0,029	0,001	0,062	2,434	0,01
Chlorpyrifos methyl	12	0,041	0,028	0,053	0,07	0,0002
Chlorthal dimethyl	11	0,02	0,003	0,021	0,028	1,12
difenoconazole	5	0,165	0,001	0,61	0,807	0,56
Dimethenamid	12	0,143	0,022	0,265	0,625	2,5
dimethomorph	13	0,078	0,012	0,144	0,367	0,5
dimethoate	11	0,049	0,001	0,108	0,282	4,0
ethofumesate	6	0,046	0,001	0,114	0,174	6,4
etridiazole	28	0,004	0,0003	0,007	0,035	12,0
fluometuron	83	0,062	0,041	0,083	0,526	6,61
flutalanil	7	0,025	0,001	0,053	0,083	8,0
fosthiazate	6	0,06	0,001	0,14	0,197	0,12
HCB	23	0,011	0,004	0,02	0,052	0,03
Flutriafol	18	0,009	0,001	0,022	0,083	11,0
imazalil	5	0,019	0,003	0,035	0,039	0,43
Imidachloprid	21	0,04	0,014	0,067	0,21	0,06
metalaxyl	16	0,027	0,012	0,042	0,093	6,4

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)
Metribuzin	25	0,071	0,001	0,144	0,906	0,80
Pendimethalin	15	0,044	0,0004	0,087	0,281	0,11
Prometryne	43	0,022	0,008	0,036	0,226	0,105
S-metolachlor	39	0,037	0,013	0,061	0,417	0,16
terbuthylazine	70	0,26	0,001	0,567	12,335	0,26
thiacloprid	5	0,021	0,001	0,048	0,049	5,8
Thiamethoxam	10	0,03	0,007	0,054	0,103	0,20

**Πίνακας 10.2** Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη - Δράμας 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	8	0,136	0,001	0,028	0,05	2720
alachlor	9	0,012	0,001	0,026	0,056	1,0
bentazone	7	0,009	0,001	0,02	0,036	54,0
chlorpyrifos ethyl	44	0,0161	0,001	0,032	0,36	0,01
Difenoconazole	6	0,05	0,001	0,102	0,121	0,56
Dimethenamid	7	0,061	0,001	0,15	0,27	2,5
Dimethomorph	8	0,029	0,007	0,05	0,079	0,5
Diphenylamine	8	0,125	0,015	0,234	0,295	4,0
Etridiazole	5	-	-	-	-	12,0
Fluometuron	33	0,068	0,032	0,104	0,503	6,61
Fosthiazate	16	0,31	0,001	0,063	0,249	0,12
Metalaxyl	9	0,013	0,0008	0,025	0,042	6,4
Metribuzin	6	-	-	-	-	0,80
Nicosulfuron	10	0,015	0,001	0,032	0,073	0,2
Prometryne	7	0,066	0,015	0,118	0,156	0,105
Propiconazole	6	0,016	0,001	0,034	0,038	6,80
S-metolachlor	16	0,013	0,005	0,021	0,057	0,16
Terbuthylazine	22	0,045	0,024	0,066	0,179	0,26

**Πίνακας 10.3** Αποτελέσματα επεξεργασίας Box Plots των αποτελεσμάτων των αναλύσεων γεωργικών φαρμάκων στις Σ.Θ.Δ. των γεωτρήσεων της λεκάνης Αγγίτη - Δράμας 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	22	-	-	-	-	0,059
Alachlor	39	0,005	0,001	0,008	0,064	1,0
Atrazine	14	0,42	0,001	1,245	5,4	1,90
lindane	38	0,022	0,013	0,032	0,148	0,29
Chlorpyrifos ethyl	14	0,003	0,001	0,006	0,018	0,01
Chlorthal dimethyl	41	0,087	0,066	0,107	0,249	1,12
DEA	8	0,047	0,024	0,071	0,081	1,90
diphenylamine	34	0,675	0,238	1,11	5,843	4,0
Fluometuron	31	0,018	0,009	0,027	0,083	6,61

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)
Prometryne	21	0,013	0,001	0,027	0,139	0,105
S-metolachlor	12	0,01	0,001	0,022	0,07	0,16
Terbuthylazine	9	0,014	0,001	0,035	0,087	0,26

#### Δ. Οικοτοξικολογική αξιολόγηση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Αγγίτη-Δράμας.

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

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

Για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των γεωργικών φαρμάκων με συχνότητα ανίχνευσης ίση ή >5 στον Πίνακα 10.1 παρατίθεται και η αντίστοιχη συγκέντρωση PNEC για το κάθε γεωργικό φάρμακο. Από την σύγκριση των συγκεντρώσεων PNEC με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των ανωτάτων ορίων του 75% των τιμών προκύπτει ότι για τα γεωργικά φάρμακα dimethenamid, dimethomorph, etridiazole, fluometuron, HCB, flutriafol, metribuzin, pendimethalin, prometryne, S-metolachlor και thiamethoxam δεν αναμένονται επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς καθόσον οι τιμές PNEC είναι υψηλότερες από εκείνες των ανωτάτων τιμών της διασποράς του 75% των συγκεντρώσεων. Όμως υπάρχουν περιπτώσεις (metribuzin, pendimethalin, prometryne, S-metolachlor) με μέγιστες συγκεντρώσεις, που στα σχετικά Box Plots εμφανίζονται ως outliers ή extreme values, που υπερβαίνουν τις αντίστοιχες τιμές PNEC. Για τα acetochlor, chlorpyrifos ethyl, imidacloprid και terbuthylazine το ανώτατο χείλος της διασποράς του 75% των συγκεντρώσεων βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα από τις αντίστοιχες τιμές των PNEC. Ασφαλώς στις περιπτώσεις αυτές τα αντίστοιχα υδατοσυστήματα βρίσκονται σε κίνδυνο.

Είναι ενδιαφέρον ότι για το 2012 (Πίνακας 10.2) οι τιμές PNEC βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα από τα ανώτατα όρια διασποράς του 75% των συγκεντρώσεων σε όλα τα γεωργικά φάρμακα με εξαίρεση το chlorpyrifos ethyl και prometryne. Επίσης για τα γεωργικά φάρμακα chlorpyrifos ethyl, prometryne και fosthiazate υπάρχουν και μέγιστες τιμές που υπερβαίνουν



κατά πολύ τις αντίστοιχες τιμές των PNEC και συνεπώς σε όλες αυτές τις περιπτώσεις τα αντίστοιχα υδατοσυστήματα βρίσκονται σε οικοτοξικολογικό κίνδυνο.

Για τα υπόγεια νερά (Πίνακας 10.3) το ανώτατο όριο του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων δεν υπερβαίνει τις αντίστοιχες τιμές PNEC όμως για τα φάρμακα atrazine, chlorpyrifos, diphenylamine και prometryne οι μέγιστες συγκεντρώσεις που βρέθηκαν υπερβαίνουν τα αντίστοιχες τιμές PNEC.

Από την Βάση δεδομένων του έργου προκύπτει ότι στην λεκάνη Αγγίτη-Δράμας για την περίοδο 2010-2012 υπάρχουν 1053 εγγραφές ανιχνεύσεως γεωργικών φαρμάκων από τις οποίες μόνο στις 465 οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις είναι σε επίπεδα ανώτερα των LOQs. Μεταξύ των τελευταίων μόνο στις 107 ανιχνεύσεις οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις είναι σε επίπεδα που ο Συντελεστής Επικινδυνότητας (RQ) που προκύπτει είναι μεγαλύτερος της μονάδος που σημαίνει ότι το αντίστοιχο υδατοσυστήμα βρίσκεται σε κίνδυνο.

Εκτός από ορισμένα από τα γεωργικά φάρμακα που έχουν μεγάλη συχνότητα ανίχνευσης (acetochlor, imidacloprid, metribuzin, pendimethalin, prometryne, S-metolachlor, terbuthylazine, fosthiazate, atrazine, chlorthal dimethyl, diphenylamine) και ορισμένα άλλα με ετήσιο αριθμός ανίχνευσης <5 βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τις αντίστοιχες τιμές των PNEC με αποτέλεσμα οι τιμές  $RQ > 1$ . Στα γεωργικά φάρμακα αυτά περιλαμβάνονται το οργανοχλωριωμένο εντομοκτόνο/ακαρεοκτόνο endosulfan I, τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα phosmet, pirimiphos methyl, chlorpyrifos methyl, quinalphos και diazinon, τα πυρεθροειδή εντομοκτόνα permethrin και alphamethrin, τα καρβαμιδικά εντομοκτόνα carbaryl και methiocarb, το εντομοκτόνο diflubenzuron και τα μυκητοκτόνα PCNB και folpet. Όμως θα πρέπει να επισημανθεί ότι ένας σημαντικός αριθμός των ανωτέρω γεωργικών φαρμάκων δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας στη χώρα μας όπως τα acetochlor, prometryne, atrazine, endosulfan, quinalphos, carbaryl και PCNB.

## 11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. Το pH των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας κυμαίνεται από 5,87 (Σ.Θ.Δ. με κωδικό 2053) με 8,14 (κωδικός 2064). Η θέση 2053 βρίσκεται επάνω στον Αγγίτη ποταμό στην γέφυρα της Μυρρίνης και η θέση 2064 στο ρέμα της Πετρούσας στους πρόποδες του Φαλακρού Όρους. Η χαμηλότερη μέση θερμοκρασία βρέθηκε στην Σ.Θ.Δ. 2080 και τούτο διότι στην θέση αυτή υπήρχε νερό μόνο κατά τους χειμερινούς μήνες. Γενικά το εύρος της διακύμανσης του μέσου όρου της θερμοκρασίας στα επιφανειακά νερά της λεκάνης είναι μεγάλο (10,6 με 19,66 °C).
2. Η διακύμανση του μέσου όρου των συγκεντρώσεων του TDS, των τιμών της αγωγιμότητας και του Redox, αντίστοιχα, βρίσκεται σε παραπλήσιες τιμές σε όλες τις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας και με ελάχιστες εξαιρέσεις η

αγωγιμότητα κυμαίνεται μεταξύ 300-500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , το TDS μεταξύ 180-300 mg/L και το 100-170 Redox mV.

3. Γενικά το εύρος της διακύμανσης των μέσων όρων του TDS και της αγωγιμότητας στις γεωτρήσεις της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα από τα αντίστοιχα επίπεδα των επιφανειακών νερών. Όσο αφορά το Redox σε μεγάλο αριθμό γεωτρήσεων έχει αρνητικό πρόθεμα που σημαίνει ότι επικρατούν αναγωγικές συνθήκες στα υπόγεια νερά πολλών περιοχών της λεκάνης όπως στα Τενάγη Φιλίππων όπου βρίσκονται οι γεωτρήσεις του Δήμου Παγγαίου και στην πεδιάδα της Δράμας. Γεωτρήσεις με αρνητικό Redox δεν βρέθηκαν στην υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου.
4. Η αλατότητα στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών και υπόγειων νερών, με εξαίρεση μία γεώτρηση, βρίσκεται σε επίπεδα 0,05 με 0,3 PSU. Σε μία γεώτρηση (κωδικός 1253) βρίσκεται στα 0,65.
5. Η αρδευτική ποιότητα όλων των υδατοσυστημάτων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας, επιφανειακών και υπόγειων, είναι Μέση προς Καλή.
6. Δεν υπάρχει υπέρβαση της ΕΜΣ-ΠΠΠ των χλωριούχων στις αντίστοιχες ΕΜΣ τιμές των Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας. Όμως υπάρχει υπέρβαση της ΕΜΣ-ΠΠΠ των θειικών σε τρεις γεωτρήσεις (Κωδικοί 1253, 1277 και 1280).
7. Συγκεντρώσεις βορίου  $>1,0$  ppm δεν βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα, επιφανειακά και υπόγεια, της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.
8. Το **αρσενικό** είναι πολύ διαδεδομένο στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας και κυρίως στα υπόγεια νερά. Σε μικρές συγκεντρώσεις βρέθηκε σε πολλά στραγγιστικά αλλά μόνο στις θέσεις 2081 και 2082 οι ΕΜΣ υπερβαίνουν το αντίστοιχο όριο του 30 ppm της ΕΜΣ-ΠΠΠ. Όμως υπερβάσεις του ορίου των 10 ppm βρέθηκαν σε πολλές γεωτρήσεις όπως αυτές με κωδικούς 1201, 1202, 1203, 1204, 1205, 1206, 1207, 1210, 1212, 1235, 1236, 1239, 1241, 1262, 1286 και 1307. Οι υψηλότερες όμως συγκεντρώσεις 748, 321 και 444 ppm βρέθηκαν στις γεωτρήσεις 1204, 1205 και 1206 που βρίσκονται στους πρόποδες του Παγγαίου.
9. **Κάδμιο** βρέθηκε σε αρκετές Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας αλλά και σε γεωτρήσεις. Μεταξύ των Σ.Θ.Δ. επιφανειακών στα οποία υπάρχει υπέρβαση των ορίων ΠΠΠ για το κάδμιο περιλαμβάνονται οι θέσεις με κωδικούς 2053, 2054, 2057, 2072, 2081, 2089 και 2091. Κάδμιο βρέθηκε στις γεωτρήσεις 1215, 1217, 1224, 1229, 1230, 1242 και 1310 αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του αντίστοιχου ανωτάτου ορίου των υπόγειων νερών.
10. **Μόλυβδος** βρέθηκε στο νερό πολλών θέσεων από το δίκτυο των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας και σε πολλές θέσεις (κωδικοί 2053, 2054, 2055, 2056,

2057, 2059, 2060, 2069, 2070, 2071, 2082, 2083, 2084, 2088, 2089, 2091, 2094, 2095, 2096) υπάρχει υπέρβαση της ΜΕΣ-ΠΠΠ των 7,2 ρρβ. Επίσης υπάρχει υπέρβαση του αντιστοίχου ορίου για τα υπόγεια νερά σε μία γεώτρηση με κωδικό 1206 που βρίσκεται στους πρόποδες του Παγγαίου.

11. Νικέλιο σε μικρές συγκεντρώσεις βρέθηκε περιοδικά σε διάφορες θέσεις αλλά σε καμία περίπτωση δεν βρέθηκε υπέρβαση των ορίων της ΕΜΣ-ΠΠΠ και ΜΕΣ-ΠΠΠ.
12. Χαλκός βρέθηκε μόνο σε δύο επιφανειακά υδατοσυστήματα με κωδικούς 2070 και 2089, σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις, ήτοι 50 και 110 ρρm, αντίστοιχα, και συνεπώς και στις δύο αυτές θέσεις υπάρχει υπέρβαση των ορίων ΕΜΣ-ΠΠΠ. Επίσης βρέθηκε και σε μία γεώτρηση (Κωδικός 1206) χωρίς να υπάρχει υπέρβαση του αντιστοίχου ορίου των υπόγειων νερών. Στην ίδια γεώτρηση βρέθηκαν και υψηλές συγκεντρώσεις αρσενικού, και μολύβδου.
13. Υδράργυρος σε επίπεδα ανώτερα του ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης (0,5 ρρb) δεν βρέθηκε σε επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.
14. Μικρές συγκεντρώσεις χρωμίου βρέθηκαν σε ορισμένες γεωτρήσεις αλλά σε καμία περίπτωση οι συγκεντρώσεις αυτές δεν υπερβαίνουν το σχετικό όριο των ΠΠΠ.
15. Ο ψευδάργυρος βρέθηκε σε σημαντικές συγκεντρώσεις στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας όμως μόνο στην Σ.Θ.Δ. με κωδικό 2071 υπάρχει υπέρβαση των ορίων των ΠΠΠ.
16. Όπως και στην περίπτωση του ψευδαργύρου, κασσίτερος σε συγκεντρώσεις υψηλότερες του ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης (50 ρρb) βρέθηκε σε σημαντικό αριθμό θέσεων του επιφανειακού δικτύου νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας με συνέπεια οι τιμές ΕΜΣ σε πολλές θέσεις να υπερβαίνουν το όριο του 2,2 ρρb των ΕΜΣ-ΠΠΠ. Στις θέσεις με υπερβάσεις κασσιτέρου περιλαμβάνονται οι θέσεις με κωδικούς 2080, 2053, 2055, 2058, 2059, 2069, 2070, 2072, 2081, 2082, 2083, 2086, 2087, 2088, 2089, 2094 και 2096.
17. Το μαγγάνιο είναι επίσης πολύ κοινό μέταλλο στα επιφανειακά και υπόγεια υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας. Υπερβάσεις του ορίου των 50 ρρb, όσον αφορά την ΕΜΣ, υπάρχουν στις θέσεις με κωδικούς 2055, 2056, 2069 και 2071 των επιφανειακών νερών και σένα πολύ σημαντικό αριθμό γεωτρήσεων. Η υψηλότερη συγκέντρωση, περίπου 1,4 ρρm, βρέθηκε στην γεώτρηση με κωδικό 1311 και γενικά οι υψηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν επίσης στις γεωτρήσεις 1316 και 1318 στα 1,0 και 1,15 ρρm, αντίστοιχα, οι οποίες όπως και η 1311 βρίσκονται στην υπολεκάνη του Κάτω Νευροκοπίου.

18. Ο σίδηρος είναι επίσης ένα μέταλλο σε αφθονία στα επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας. Όμως οι ΕΜΣ των Σ.Θ.Δ. υπερβαίνουν το όριο του 200 ρrb μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2096 και στις γεωτρήσεις 1319 και 1272. Η υψηλότερη συγκέντρωση του ενός περίπου ρrb βρέθηκε στην γεώτρηση 1319 που βρίσκεται στην υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου.
19. Εποχιακά βρέθηκαν υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών στις διάφορες θέσεις του δικτύου της λεκάνης του Αγγίτη-Δράμας όμως σε καμία περίπτωση οι τιμές των ΕΜΣ δεν υπερβαίνουν το όριο των 50 ρrb στα επιφανειακά νερά, **υπερβαίνεται όμως το όριο αυτό στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1221, 1227, 1226, 1248, 1250, 1253, 1268, 1281, 1280, 1291, 1295 και 1296.** Οι γεωτρήσεις αυτές είναι διάσπαρτες σε όλη την λεκάνη Αγγίτη-Δράμας με εξαίρεση την υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου. Ενδεχομένως να υπάρχει πρόβλημα νιτρορύπανσης σε ορισμένα τμήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας.
20. Νιτρώδη βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας με υπερβάσεις των ΕΜΣ του ορίου των 0,5 ρrb στις θέσεις με κωδικούς 2089 και 2094 αλλά υπερβάσεις υπάρχουν στο 1/3 περίπου των γεωτρήσεων της λεκάνης και αυτό, ήτοι η επικράτηση αναγωγικών συνθηκών, είναι σε συμφωνία με το αρνητικό Redox που βρέθηκε στις γεωτρήσεις αυτές.
21. Αμμωνιακά βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας με υπερβάσεις των ΕΜΣ του ορίου των 0,5 ρrb μόνο στην θέση 2094 των στραγγιστικών αλλά υπέρβαση υπάρχει σε σημαντικό αριθμό γεωτρήσεων όπως οι γεωτρήσεις 1214, 1215, 1218, 1221, 1222, 1223, 1241, 1248, 1262, 1278, 1279, 1302 και 1307. Η παρουσία υψηλών συγκεντρώσεων αμμωνίας όπως και των νιτρωδών δικαιολογούν τις αρνητικές τιμές Redox που βρέθηκαν.
22. Φθοριούχα βρέθηκαν σε αρκετές Σ.Θ.Δ. του δικτύου των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας χωρίς όμως να υπάρχουν υπερβάσεις των ΕΜΣ του ορίου των 1,5 ρrb.
23. Αντιμόνιο και αργίλιο δεν βρέθηκαν στα υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας σε συγκεντρώσεις ανώτερες των αντίστοιχων ορίων αναφοράς των μεθόδων ανάλυσης.
24. Όλες οι τιμές του BOD<sub>5</sub> και COD βρίσκονται σε επίπεδα κατώτερα των ορίων αναφοράς των μεθόδων προσδιορισμού και η οικολογική ποιότητα βρίσκεται σε αποδεκτά επίπεδα σε όλα τα υδατοσυστήματα.
25. Σε 47 γεωτρήσεις από τις 121 που είναι ενταγμένες στο δίκτυο ελέγχου των υπογείων νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας βρέθηκε καφεΐνη που σημαίνει ότι οι γεωτρήσεις αυτές με κάποιο τρόπο άμεσο δέχονται υγρά αστικά απόβλητα ή τροφοδοτούνται με νερό το οποίο δέχεται αστικά απόβλητα. Οι γεωτρήσεις με καφεΐνη είναι διάσπαρτες σε

- όλη την έκταση της λεκάνης συμπεριλαμβανομένης και της υπολεκάνης του Κ. Νευροκοπίου.
26. Καφεΐνη βρέθηκε σε όλες τις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών και μάλιστα σε ορισμένες από αυτές σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις.
27. Στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας ανιχνεύθηκε ένα πολύ ευρύ φάσμα 77 γεωργικών φαρμάκων κατά την χρονική περίοδο του 2010-2011 και ελαφρώς μικρότερος αριθμός φαρμάκων εντός του 2012 και σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις.
28. Σημαντικός αριθμός γεωργικών φαρμάκων ανιχνεύθηκε και στα υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας και ορισμένα από αυτά σε σημαντικές συγκεντρώσεις (>0,1 ppb) γεγονός που δείχνει ότι τα εδάφη της λεκάνης είναι ευαίσθητα στην έκπλυση γεωργικών φαρμάκων και τα υπόγεια υδροφόρα δεν είναι προστατευμένα. Το γεγονός αυτό είναι σε συμφωνία και με την παρουσία επίσης καφεΐνης στα υπόγεια νερά.
29. Στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας ανιχνεύθηκαν πολλά γεωργικά φάρμακα που περιλαμβάνονται στα ΠΠΠ όπως:alachlor, dimethoate, HCB, chlorpyrifos ethyl, lindane, atrazine, malathion, bentazone, simazine, 2,4-D, mecoprop, heptachlor epoxide, trifluralin, diuron, endosulfan I, endosulfan sulphate, MCPA και coumaphos. Σε σημαντικό αριθμό Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας υπάρχουν υπερβάσεις των ορίων ΕΜΣ ή ΜΕΣ-ΠΠΠ ή αμφοτέρων των ορίων.
30. Μεταξύ των Σ.Θ.Δ. με υπερβάσεις των ορίων ΠΠΠ περιλαμβάνεται και η Σ.Θ.Δ. 2071, που βρίσκεται στο φράγμα του ταμιευτήρα των Λευκογείων σε υψόμετρο 630 περίπου μέτρων. Στην θέση αυτή η υπέρβαση των ορίων ΠΠΠ εντός του 2010 οφείλεται στην παρουσία εξαχλωροβενζολίου (HCB). Η παρουσία του εξαχλωροβενζολίου στο νερό του ταμιευτήρα πρέπει να οφείλεται σε μεταφερόμενη ρύπανση μέσω της ατμόσφαιρας και των κατακρημνίσεων (χιόνι, βροχή ή ακόμη και πάχνη). Επίσης εντύπωση προκαλεί το ευρύ φάσμα και άλλων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στον ταμιευτήρα αυτό και ορισμένα όπως το PCNB σε σημαντικές συγκεντρώσεις.
31. Διαπιστώνεται ότι ένα ποσοστό της ρύπανσης σε επιφανειακά νερά του Αγγίτη, κατόντη του Σπηλαίου Μααρά, που οφείλεται σε εξαχλωροβενζόλιο και lindane, προέρχεται από την λεκάνη του Κ. Νευροκοπίου.
32. Σε σημαντικό αριθμό των γεωτρήσεων ήτοι σε 38 γεωτρήσεις ανιχνεύθηκαν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων. Σε ένα μεγάλο αριθμό των γεωτρήσεων (1256, 1257, 1258 1265, 1266, 1267, 1268, 1270, 1271, 1272, 1275, 1276, 1277, 1278, 1281, 1242, 1245, 1247) οι υπερβάσεις οφείλονται στην παρουσία diphenylamine σε επίπεδα >0,1 ppb, σε έναν επίσης σημαντικό αριθμό γεωτρήσεων (1226, 1278, 1281, 1285, 1287, 1288, 1289,

- 1292, 1314, 1316, 1317, 1318, 1320, 1321, 1322, 1304 και 1306) οι υπερβάσεις οφείλονται στις συγκεντρώσεις του ζιζανιοκτόνου chlorthal dimethyl. Στην γεώτρηση με κωδικό 1210 η υπέρβαση οφείλεται στην παρουσία atrazine και prometryne, στην γεώτρηση 1201 στο ζιζανιοκτόνο dimethenamid, στην γεώτρηση 1232 σε atrazine στην συγκέντρωση των 5,4 ppb, και στην γεώτρηση 1274 στην οποία βρέθηκε phorate sulfoxide στην συγκέντρωση 1,948 ppb.
33. Οι γεωτρήσεις στις οποίες βρέθηκαν σημαντικές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων βρίσκονται διάσπαρτες στην λεκάνη του Αγγίτη-Δράμας όπως και στην υπολεκάνη του Κ. Νευροκοπίου, στην περιοχή Καλού Αγρού, στους πρόποδες του Παγγαίου και στην περιοχή της Αργυρούπολης, Φτελιάς και Καλαμπακίου. Σε πολλές από τις γεωτρήσεις στις οποίες βρέθηκαν υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων επίσης βρέθηκε και καφεΐνη σε χαμηλές όμως συγκεντρώσεις. **Αυτό που είναι προφανές είναι ότι γεωργικά φάρμακα και καφεΐνη βρέθηκαν σε γεωτρήσεις οι οποίες βρίσκονται σε περιοχές στις οποίες επίσης βρέθηκαν σημαντικές συγκεντρώσεις γεωργικών φαρμάκων και καφεΐνης στα επιφανειακά νερά. Αυτό σημαίνει ότι τα εδάφη της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας επιτρέπουν την έκπλυση ουσιών προς τα υπόγεια υδροφόρα καθόσον όλα τα γεωργικά φάρμακα που βρέθηκαν στα υπόγεια νερά έχουν υψηλή σχετικά υδατοδιαλυτότητα όπως και η καφεΐνη και οι ουσίες αυτές είναι που έχουν την δυνατότητα να εκπλυθούν προς τα υπόγεια νερά.**
34. Στην διάρκεια του 2010-2011, 16 γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας περισσότερες από 5 φορές και πάνω. Στα γεωργικά φάρμακα αυτά περιλαμβάνονται τα ζιζανιοκτόνα acetochlor, alachlor, dimethenamid, fluometuron, metribuzin, pendimethalin, prometryne, S-metolachlor και terbuthylazine, τα εντομοκτόνα imidacloprid, chlorpyrifos ethyl thiamethoxam και τα μυκητοκτόνα dimethomorph, etridiazole, HCB και flutriafol.
35. Την μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης είχε το chlorpyrifos ethyl (146) και έπονται fluometuron (78), terbuthylazine (57) και prometryne (39) και με μικρότερη συχνότητα ανίχνευσης τα υπόλοιπα. Μεταξύ των γεωργικών φαρμάκων με την μεγαλύτερης συχνότητα ανίχνευσης, στην υψηλότερη συγκέντρωση βρέθηκαν η terbuthylazine (12,335 ppb) και το chlorpyrifos ethyl (2,434 ppb).
36. Το ανώτατο χείλος των συγκεντρώσεων του 75% των τιμών για την περίοδο 2010-2011 δεν υπερβαίνει τα 0,3 ppb με εξαίρεση το ζιζανιοκτόνο terbuthylazine για το οποίο το ανώτατο όριο αγγίζει τα 0,7 ppb. Επίσης για όλα τα γεωργικά φάρμακα με συχνότητα ανίχνευσης από 5 φορές και πάνω υπάρχουν και μέγιστες τιμές συγκεντρώσεων που βρίσκονται σε πολλαπλάσια υψηλότερα επίπεδα. Ασφαλώς ορισμένες από αυτές τις

μέγιστες συγκεντρώσεις, όπως αναφέρθηκε επανειλημμένως, οφείλονται σε σημειακές πηγές ρύπανσης.

37. Τα γεωργικά φάρμακα που χρησιμοποιήθηκαν στην λεκάνη Αγγίτη-Δράμας εντός του 2012 είναι ελαφρώς διαφορετικά από εκείνα της προηγούμενης περιόδου. Σε αυτά που ανιχνεύθηκαν από 5 φορές και πάνω περιλαμβάνονται 2,4-D, alachlor, bentazone, chlorpyrifos ethyl, difenoconazole, dimethenamid, dimethomorph, diphenylamine, etridiazole, fluometuron, fosthiazate, metalaxyl, metribuzin, nicosulfuron, prometryne, propiconazole, S-metolachlor και terbuthylazine, όμως αυτά που βρέθηκαν με το μεγαλύτερο αριθμό ανιχνεύσεων είναι τα ίδια με εκείνα της περιόδου 2010-2011 ήτοι chlorpyrifos ethyl (44), fluometuron (33) και terbuthylazine (22).
38. Από την διακύμανση των συγκεντρώσεων του 75% των τιμών προκύπτει ότι για όλα τα γεωργικά φάρμακα το ανώτατο όριο της διασποράς δεν υπερβαίνει το 0,3 ppb. Για το fluometuron όμως υπάρχει μια μέγιστη τιμή στο περίπου 0,5 ppb. Συνεπώς προκύπτει ότι, λαμβάνοντας υπόψη την διασπορά των συγκεντρώσεων των διαφόρων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά από 5 φορές και πάνω κατά την περίοδο 2010-2011 και 2012, αντίστοιχα, με τις συνήθεις γεωργικές πρακτικές που εφαρμόζονται στην λεκάνη Αγγίτη-Δράμας το επίπεδο της αναπόφευκτης ρύπανσης από την χρήση γεωργικών φαρμάκων δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 0,7 ppb και όλες οι εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις που βρέθηκαν για ορισμένα γεωργικά φάρμακα οφείλονται σε σημειακές πηγές.
39. Είναι ενδιαφέρον ότι στην λεκάνη του Αγγίτη-Δράμας υπάρχει ένας πολύ σημαντικός αριθμός ανιχνεύσεων γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά που για ορισμένα γεωργικά φάρμακα αγγίζει τον αντίστοιχο αριθμό ανιχνεύσεων των επιφανειακών νερών. Στα υπόγεια νερά ανιχνεύτηκαν τα γεωργικά φάρμακα acetochlor, alachlor, atrazine, lindane, chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, DEA, diphenylamine, fluometuron, prometryne, S-metolachlor και terbuthylazine. Την υψηλότερη συχνότητα ανίχνευσης έχουν το chlorthal dimethyl (41), alachlor (39) και lindane (38). Το ανώτατο χείλος της διασποράς των τιμών των συγκεντρώσεων για όλα τα γεωργικά φάρμακα δεν υπερβαίνει το 0,1 ppb με εξαίρεση το chlorthal dimethyl για το οποίο το όριο είναι 0,11 ppb, την diphenylamine με όριο 1,11 ppb και την atrazine με όριο 1,245 ppb. Επίσης για τα τρία αυτά γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν και extreme values που αγγίζουν τα 6,0 ppb (atrazine, diphenylamine).
40. Προκύπτει ότι τα εδάφη της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην έκπλυση τόσο των νιτρικών αλλά και πολλών γεωργικών φαρμάκων. Ένα ποσοστό των γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα υπόγεια νερά της λεκάνης δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας όπως atrazine, prometryne, alachlor, acetochlor και lindane. Όμως

βρέθηκαν και γεωργικά φάρμακα που έχουν έγκριση κυκλοφορίας όπως chlorpyrifos ethyl, chlorthal dimethyl, diphenylamine, fluometuron, S-metolachlor και η χρήση αυτών θα πρέπει να περιοριστεί.

41. Από την σύγκριση των συγκεντρώσεων PNEC με τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των ανωτάτων ορίων του 75% των τιμών προκύπτει ότι για τα γεωργικά φάρμακα dimethenamid, dimethomorph, etridiazole, fluometuron, HCB, flutriafol, metribuzin, pendimethalin, prometryne, S-metolachlor και thiamethoxam δεν αναμένονται επιδράσεις στους υδρόβιους οργανισμούς καθόσον οι τιμές PNEC είναι υψηλότερες από εκείνες των ανωτάτων τιμών της διασποράς του 75% των συγκεντρώσεων. Όμως υπάρχουν περιπτώσεις (metribuzin, pendimethalin, prometryne, S-metolachlor) με μέγιστες συγκεντρώσεις, που στα σχετικά Box Plots εμφανίζονται ως outliers ή extreme values, που υπερβαίνουν τις αντίστοιχες τιμές PNEC.
42. Για τα acetochlor, chlorpyrifos ethyl, imidacloprid και terbuthylazine το ανώτατο χείλος της διασποράς του 75% των συγκεντρώσεων βρίσκεται σε υψηλότερα επίπεδα από τις αντίστοιχες τιμές των PNEC. Ασφαλώς στις περιπτώσεις αυτές τα αντίστοιχα υδατοσυστήματα βρίσκονται σε κίνδυνο.
43. Για το 2012 οι τιμές PNEC βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα από τα ανώτατα όρια διασποράς του 75% των συγκεντρώσεων σε όλα τα γεωργικά φάρμακα με εξαίρεση το chlorpyrifos ethyl και prometryne. Επίσης για τα γεωργικά φάρμακα chlorpyrifos ethyl, prometryne fosthiazate υπάρχουν και μέγιστες τιμές που υπερβαίνουν κατά πολύ τις αντίστοιχες τιμές των PNEC και συνεπώς σε όλες αυτές τις περιπτώσεις τα αντίστοιχα υδατοσυστήματα βρίσκονται σε οικολογικό κίνδυνο.
44. Για τα υπόγεια νερά το ανώτατο όριο του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων δεν υπερβαίνει τις αντίστοιχες τιμές PNEC όμως για τα φάρμακα atrazine, chlorpyrifos, diphenylamine και prometryne οι μέγιστες συγκεντρώσεις που βρέθηκαν υπερβαίνουν τις αντίστοιχες τιμές PNEC.
45. Στην λεκάνη Αγγίτη-Δράμας για την περίοδο 2010-2012 σε 107 περιπτώσεις ο Συντελεστής Επικινδυνότητας (RQ) που προκύπτει είναι μεγαλύτερος της μονάδος που σημαίνει ότι τα αντίστοιχα υδατοσυστήματα βρίσκονται σε κίνδυνο. Εκτός από ορισμένα γεωργικά φάρμακα που έχουν μεγάλη συχνότητα ανίχνευσης (acetochlor, imidacloprid, metribuzin, pendimethalin, prometryne, S-metolachlor, terbuthylazine, fosthiazate, atrazine, chlorthal dimethyl, diphenylamine) και ορισμένα άλλα με ετήσιο αριθμός ανίχνευσης <5 βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν τις αντίστοιχες τιμές των PNEC με αποτέλεσμα οι τιμές  $RQ > 1$ . Στα γεωργικά φάρμακα αυτά περιλαμβάνονται το οργανοχλωριωμένο εντομοκτόνο/ακαρεοκτόνο endosulfan I, τα οργανοφωσφορικά εντομοκτόνα phosmet, pirimiphos methyl, chlorpyrifos methyl, quinalphos και diazinon,



τα πυρεθροειδή εντομοκτόνα permethrin και alphamethrin, τα καρβαμιδικά εντομοκτόνα carbaryl και methiocarb, το εντομοκτόνο diflubenzuron και τα μυκητοκτόνα PCNB και folpet.

46. Στην λεκάνη Αγγίτη-Δράμας ανιχνεύθηκαν αρκετά γεωργικά φάρμακα που δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας όμως μεταξύ αυτών, όπως προκύπτει από τα επίπεδα των υπολειμμάτων που βρέθηκαν σε διάφορες Σ.Θ.Δ. έχουν ευρεία χρήση τα κάτωθι: acetochlor, alachlor, atrazine, carbaryl, carbofuran, lindane, HCB, PCNB, thiabendazole και prometryne. Από τα υπόλοιπα όπως aldicarb sulfone, a-HCH, 3-OH carbofuran (3-υδροξυ-καρμποφουράν), carbendazim, DEA, endosulfan, endosulfan sulphate, malathion, quinalphos, simazine και trifluralin βρίσκονται στο περιβάλλον σε ΙΧΝΗ ή πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις από παλαιότερες χρήσεις ή είναι μεταβολίτες φαρμάκων που είτε έχουν αποσυρθεί όπως aldicarb sulfone και endosulfan sulphate ή χρησιμοποιούνται παράνομα όπως DEA και 3OH-carbofuran. Η παρουσία phorate sulfone και phorate sulfoxide στις συγκεντρώσεις 0,201 και 1,948 ppb, αντίστοιχα, στην γεώτρηση με κωδικό 1274 πρέπει να οφείλεται σε σημειακή ρύπανση εδάφους με phorate. Η γεώτρηση 1274 βρίσκεται στην περιοχή Γάζωρου Σερρών.

## 12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Ενδιαφέρον από πλευράς υπόγειων νερών αποτελούν για τη λεκάνη Δράμας οι τεταρτογενείς αποθέσεις, σε συνδυασμό με τα καρστικά συστήματα, που περιβάλλουν τη λεκάνη και εκφορτίζουν τους δυναμικούς υδροφορείς τους, στα κράσπεδα της ορεινής ζώνης, δημιουργώντας έτσι συνθήκες τροφοδοσίας των υπόγειων υδροφορέων του πεδινού τμήματος. Οι τεταρτογενείς αποθέσεις, στα πεδινά τμήματα, αποτελούνται από εναλλαγές αργίλων με αμμοιλύες και λεπτομερείς άμμους, στους οποίους αναπτύσσεται ένας ελεύθερος υδροφορέας, ο οποίος νότια μεταπίπτει σε επάλληλους υπό πίεση υδροφορείς.

Προς τα περιθώρια της πεδινής περιοχής, παρατηρείται αύξηση της κοκκομετρίας των υλικών, καθώς και του πάχους των αμμωδών αποθέσεων. Η επαφή των σχηματισμών αυτών στα ανάντη τμήματα με τα καρστικά πετρώματα δημιουργούν ευνοϊκές συνθήκες εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων.

Στο νοτιοανατολικό τμήμα της πεδιάδας τα κλαστικά υλικά εκλείπουν τελείως και αντικαθίστανται από τα οργανικά ιζήματα που αποτελούν το τυρφολιγνιτικό κοίτασμα των Φιλιππων το οποίο περιορίζει ακόμη περισσότερο το υδροαποθεματικό δυναμικό της πεδιάδας.

Με βάση λοιπόν τα παραπάνω η τροφοδοσία τους εξασφαλίζεται κατά κύριο λόγο από τις βροχοπτώσεις που διηθούνται στο ανάπτυσμα του κάμπου (βοηθάει σε αυτό η ύπαρξη ενός εκτεταμένου ελεύθερου υδροφορέα) και δευτερογενώς από τις διηθήσεις των ποταμών και των χειμάρρων (που είναι αποτέλεσμα των πηγαίων εκφορτίσεων των καρστικών ορεινών όγκων),

καθώς και από πλευρικές μεταγγίσεις των καρστικών νερών δια μέσου των νεογενών των κρασπέδων, στις περιοχές όμως που οι υδρογεωλογικές συνθήκες το επιτρέπουν. Στην περιοχή της τύρφης, οι συνθήκες είναι διαφορετικές, το νερό της βροχής, που συγκρατεί η τύρφη, διοχετεύεται προς την Τάφρο Φιλίππων και από εκεί στον Αγγίτη Ποταμό.

Από την παρουσία καφεΐνης, νιτρικών και υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα υπόγεια νερά τεκμαίρεται η άμεση επικοινωνία επιφανειακών και υπόγειων νερών στην λεκάνη Αγγίτη-Δράμας, όπως παρουσιάζεται και στην ανάλυση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής.

**Πίνακας 12.1** Σταθμημετρήσεις των γεωτρήσεων στην Λεκάνη Αγγίτη - Δράμας

A/M	ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m)	10ος 2010 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	5ος 2011 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	9ος - 10ος 2011 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	5ος 2012 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m)	X (ΕΓΣΑ '87)	Y (ΕΓΣΑ '87)	Καποδιστριακός Δήμος που εντάσσεται διοικητικά
70	142,00	28,90	29,60	29,11	25,32	493.482	4.560.834	Δ. ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ
71	149,00	20,97	32,44	31,26	28,34	490.079	4.561.014	Δ. ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ
72	129,00	28,46	26,61	27,92	24,39	494.710	4.558.209	Δ. ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ
73	179,00	65,24	62,78	63,12	61,28	493.095	4.554.444	Δ. ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ
74	94,30	9,58	9,52	9,53	9,48	497.655	4.553.764	Δ. ΠΡΟΣΟΤΣΑΝΗΣ
75	77,50	4,68	3,38	4,15	3,12	499.001	4.549.604	Δ. ΑΛΙΣΤΡΑΤΗΣ
76	79,10	4,04	34,1*	24,15	23,22	502.645	4.549.651	Δ. ΣΙΤΑΓΡΩΝ
77	98,10	7,62	7,45	7,52	7,31	505.134	4.553.648	Δ. ΔΡΑΜΑΣ
78	75,80	3,18	2,50	2,98	2,44	507.216	4.549.955	Δ. ΔΡΑΜΑΣ
79	65,00	10,73	3,25	9,33	3,22	505.492	4.546.212	Δ. ΣΙΤΑΓΡΩΝ
80	70,50	4,38	4,07	4,27	3,91	509.800	4.549.235	Δ. ΔΡΑΜΑΣ
81	57,50	1,84	1,55	1,76	1,51	517.095	4.539.387	Δ. ΚΑΛΑΜΠΑΚΙΟΥ
82	110,00	7,75	15,74	13,39	7,66	517.342	4.551.499	Δ. ΔΡΑΜΑΣ
83	161,00	57,40	57,25	57,32	57,11	519.015	4.555.292	Δ. ΔΡΑΜΑΣ
84	162,00	5,12	5,83	5,48	5,11	527.069	4.537.039	Δ. ΦΙΛΙΠΠΩΝ
85	47,40	0,85	1,12	1,21	1,09	522.076	4.536.080	Δ. ΦΙΛΙΠΠΩΝ
86	47,00	0,92	0,95	0,94	0,84	518.648	4.536.442	Δ. ΠΑΓΓΑΙΟΥ
87	44,30	1,20	1,56	1,31	1,28	520.721	4.532.023	Δ. ΕΛΕΥΘΕΡΟΥΠΟΛΗΣ

### 13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Όσον αφορά την ρύπανση των υδατοσυστημάτων της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας έχουν εντοπισθεί μόνο τυχαίες και ανεξέλεγκτες σημειακές πηγές ρύπανσης. Μόνιμες εγκαταστάσεις πλυσίματος/γεμίσματος ψεκαστήρων δεν εντοπίστηκαν παρά μόνο μία θέση στην λεκάνη Κ. Νευροκοπίου (κωδικός 2070) στην περίμετρο του Οχυρού. Στις τυχαίες σημειακές πηγές οφείλονται οι υψηλές σχετικά συγκεντρώσεις ορισμένων γεωργικών φαρμάκων (phosmet, chlorpyrifos ethyl, difenconazole και fluometuron) στην Σ.Θ.Δ. 2094 (ρέμα Δαρβήσκου) και η εξαιρετικά υψηλή συγκέντρωση terbuthylazine που βρέθηκε στην θέση με κωδικό 2058 (ποταμός Δοζάτου σε γέφυρα στην περίμετρο του Καλαμπακίου). Όμως και οι υψηλές συγκεντρώσεις ορισμένων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν σε ορισμένες γεωτρήσεις

πρέπει να οφείλονται σε σημειακές πηγές που λειτουργούν στην κοντινή περίμετρο των γεωτρήσεων αυτών. Για παράδειγμα στην γεώτρηση με κωδικό 1232 του Καλού Αγρού στην οποία βρέθηκε atrazine στην συγκέντρωση των 5,4 ppb. Το γεγονός ότι στην γεώτρηση αυτή δεν βρέθηκαν μεταβολίτες της atrazine υποδηλώνει ότι η ρύπανση του συγκεκριμένου υδροφόρου δεν προκλήθηκε από έκπλυση της atrazine μέσω του εδάφους αλλά η atrazine κινήθηκε από ρωγμές φθάνοντας γρήγορα στο σχετικό υδροφόρο πριν υποστεί έστω και σε μικρό ποσοστό την επίδραση των καταβολικών διεργασιών του εδάφους μέσω της μικροχλωρίδας και πανίδας. Επίσης η ρύπανση της γεώτρησης 1274 που βρίσκεται στην περιοχή Γάζωρου Σερρών οφείλεται σε σημειακή ρύπανση από phorate.

Σε πολλές γεωτρήσεις όπως 1265, 1242, 1270, 1266, 1257, 1267, 1278, 1258, 1272, 1256, 1281, 1255, 1275, 1245, 1247, 1268, 1276, 1277, 1271 βρέθηκε **diphenylamine** σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 5,843 με 0,1 ppb. Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι η ρύπανση των ανωτέρω γεωτρήσεων προκλήθηκε από σημειακή ή σημειακές πηγές όμως είναι δύσκολο να εντοπισθεί η πηγή με τα δεδομένα που υπάρχουν. Όμως αυτό που είναι βέβαιο είναι ότι η σχετική πηγή ή πηγές ρύπανσης δεν πρέπει να έχουν σχέση με την χρήση της diphenylamine (DPA) στην μετασυλλεκτική συντήρηση των μηλοειδών στα ψυγεία. Υπάρχει το ενδεχόμενο η ρύπανση να προκλήθηκε από πυρκαγιά σε μονάδα ανακύκλωσης ελαστικών στην ΒΙΠΕ Δράμας.

Από τα ανωτέρω προκύπτει ότι η παρουσία διφαινυλαμίνης στα υπόγεια νερά της λεκάνης Αγγίτη-Δράμας χρίζει περαιτέρω διερεύνησης και κυρίως επείγει ο έλεγχος παρουσίας διφαινυλαμίνης στις γεωτρήσεις ποσίμου νερού της λεκάνης.

Η παρουσία γεωργικών φαρμάκων στα υπόλοιπα επιφανειακά και υπόγεια υδατοσυστήματα της λεκάνης πρέπει να οφείλεται σε διάχυτες πηγές λόγω της μεγάλης διαπερατότητας των εδαφών. Επίσης σε διάχυτες πηγές πρέπει να οφείλεται η ρύπανση των υπόγειων νερών σε νιτρικά αλλά και άλλους ρύπους που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Στην λεκάνη του Νευροκοπίου και ειδικότερα στον ταμιευτήρα των Λευκογείων (κωδικός Σ.Θ.Δ. 2071) η υπάρχουσα ρύπανση πρέπει να προέρχεται από ρύπανση μεταφερόμενη μέσω της ατμόσφαιρας. Μάλιστα αναφέρθηκε ότι οι ρύποι που βρέθηκαν στον ταμιευτήρα Λευκογείων μέσω του κεντρικού ρέματος της λεκάνης καταλήγουν στον Αγγίτη και ανιχνεύονται, σε χαμηλότερες βέβαια συγκεντρώσεις, σχεδόν σε όλες τις Σ.Θ.Δ. του Αγγίτη που βρίσκονται κατάντη του Σπηλαίου Μααρά. Στον ταμιευτήρα Λευκογείων, που βρίσκεται σε μία ορεινή περιοχή, ανάντη του οποίου εξασκείται ελάχιστη γεωργική δραστηριότητα στην περίοδο 2010-2012 ανιχνεύθηκαν 20 γεωργικά φάρμακα ορισμένα από τα οποία σε σημαντικές συγκεντρώσεις όπως PCNB και diphenylamine σε συγκεντρώσεις 0,6 και 0,2 ppb, αντίστοιχα, και σε χαμηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν carbofuran, lindane, pendimethalin, chlorpyrifos ethyl, prometryne, atrazine, etridiazole, HCB και σε επίπεδα <LOQs chlorthal dimethyl,

dimethomorph, ethoprofos, S-metolachlor, terbutylazine, imazalil, metalaxyl, methiocarb, imidacloprid και carbaryl. Τα γεωργικά φάρμακα αυτά βρέθηκαν στην τεχνητή λίμνη Λευκογείων μεταφερόμενα μόνο μέσω της ατμόσφαιρας. Συνεπώς η ατμοσφαιρική ρύπανση, όπως αναφέρθηκε, πρέπει να θεωρηθεί στην προκειμένη περίπτωση ως μία σημαντική διάχυτη πηγή ρύπανσης επιφανειακών και ενδεχομένως υπόγειων νερών.

#### **14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ**

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

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

(γ) Όσον αφορά την χρησιμοποίηση γεωργικών φαρμάκων στην φυτοπροστασία και αύξηση της γεωργικής παραγωγής προκύπτει ότι για την εξασκούμενη γεωργική πρακτική στην λεκάνη του Αγγίτη-Δράμας η προκαλούμενη αναπόφευκτη ρύπανση των επιφανειακών νερών δεν υπερέβη το όριο του 0,7 ppb καθόλη την διάρκεια εκτέλεσης του έργου. 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) Είναι επιτακτική η ανάγκη της διερεύνησης της παρουσίας υπολειμμάτων της diophenylamine σε όλες τις υδρευτικές γεωτρήσεις της λεκάνης του Αγγίτη-Δράμας.

(β) Είναι επιτακτική η περαιτέρω διερεύνηση της πηγής (ών) ρύπανσης των υπόγειων νερών από διφαινυλαμίνη και ιδιαίτερα η περιοχή της ΒΙΠΕ Δράμας.

(γ) Επείγει η κατασκευή μονίμων εγκαταστάσεων πλυσίματος/γεμίματος 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 (Βιοκλίνες).

(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)** Πρέπει να διερευνηθεί η παρουσία αρσενικού σε όλες τις αρδευτικές και υδρευτικές γεωτρήσεις και στα παραγόμενα αγροτικά προϊόντα της περιοχής Παγγαίου. Οι συγκεντρώσεις των 748, 321 και 444  $\mu\text{g/l}$  που βρέθηκαν σε τρεις γεωτρήσεις της περιοχής εκείνης είναι εξαιρετικά υψηλές και χωρίς αμφιβολία σημαντικές συγκεντρώσεις αρσενικού θα πρέπει να συσσωρεύονται στα παραγόμενα προϊόντα.