



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 ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΥ**

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-ΑΝΑΡΟΣ ΜΗΛΑΤΑΤΣΗΣ»

Ποιότητα - Ανταγωνιστικότητα - Αειφορία

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### ΛΕΚΑΝΗ ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΥ

|   |    |
|---|----|
| 1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ .....   | 3  |
| 2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ .....  | 3  |
| 3. ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....  | 4  |
| 4. ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ .....  | 4  |
| 5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ.....   | 4  |
| 6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ .....  | 4  |
| 7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....  | 5  |
| 8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ.....   | 5  |
| 9. ΔΙΚΤΥΟ ΣΤΑΘΕΡΩΝ ΘΕΣΕΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ (Σ.Θ.Δ.) ΚΑΙ ΕΠΙΤΟΠΟΥ<br>ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ .....   | 6  |
| 10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ .....   | 7  |
| 10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....   | 7  |
| 10.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ<br>ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ<br>ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΥ ..... | 7  |
| 11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....   | 19 |
| 12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....   | 22 |
| 13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ .....  | 23 |
| 14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ .....   | 23 |
| 15. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ .....   | 24 |

## ΛΕΚΑΝΗ ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΥ

### 1. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Η λεκάνη απορροής του ποταμού Τιταρήσιου παρουσιάζεται στον **Χάρτη 10** (Χάρτης Λεκανών Πηνειού, Τιταρήσιου, Καλλιπεύκης). Στον χάρτη αυτό εκτός από το γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης (ανάγλυφο και οικισμοί κ.ά.) παρουσιάζονται επίσης οι χρήσεις γης, το επιφανειακό υδρολογικό σύστημα (στραγγιστική τάφρος, 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 GR08 της Θεσσαλίας και στην λεκάνη απορροής GR16 του Πηνειού, σύμφωνα με το ΦΕΚ 1383/Β/2-9-2010) καθώς και τα όρια του υπόγειου υδατικού σώματος που εμπίπτει στην λεκάνη αυτή ήτοι αυτό του κώνου του Τιταρήσιου (GR0800220). Επίσης παρουσιάζονται και οι θέσεις Ε.Ε.Λ, ΧΥΤΑ, ΧΑΔΑ αλλά και διαφόρων βιομηχανικών μονάδων.

### 2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΔΙΑΙΡΕΣΗ.

Η λεκάνη απορροής του Τιταρήσιου, παραπόταμου του Πηνειού, μαζί με την λεκάνη της Καλλιπεύκης και την περιοχή του Δέλτα του Πηνειού κατόντη των στενών των Τεμπών, καταλαμβάνουν περίπου το βόρειο-ανατολικό τεταρτημόριο της Θεσσαλίας. Είναι μία μικρή λεκάνη έκτασης 1.913,28 km<sup>2</sup> της οποίας το σημαντικότερο ποσοστό είναι ορεινό ή ημι-ορεινό. Ο Τιταρήσιος πηγάζει από τον ορεινό όγκο του Κάτω Ολύμπου και τα Αντιχάσια όρη, και εκβάλλει στον Πηνειό στην περιοχή της Ροδιάς. Στον Τιταρήσιο εκβάλλουν πολλοί χείμαρροι και ρέματα μεταξύ των οποίων το ρέμα του Αργυροπουλείου και ο Ελασσονίτης ποταμός. Επίσης στην λεκάνη απορροής του Τιταρήσιου υπάρχει ένας αριθμός ταμειυτήρων νερών (τεχνητές λίμνες) με φράγματα όπως η Τεχνητή Λίμνη Ασπροχώματος, Αργυροπουλείου, Καλλιθέας Ελασσόνας και Καφαλόβρυσου. Η λεκάνη περιβάλλεται από τον Όλυμπο στα βόρειο-ανατολικά, τα Αντιχάσια όρη προς τα βόρεια και βόρεια-δυτικά, τα όρια Ζάρκου-Γριζάνο στα νότια-δυτικά και επικοινωνεί με την λεκάνη απορροής του ποταμού Πηνειού στα νότια-ανατολικά μέχρι την περιοχή Ροδιάς όπου εκβάλλει το Τιταρήσιος στον Πηνειό ποταμό.

Όπως αναφέρθηκε ένα τμήμα της λεκάνης είναι ορεινό και ημι-ορεινό και ένα μικρό τμήμα είναι πεδινό. Οι κύριοι Δήμοι της λεκάνης είναι αυτός του Αμπελώνα που περιβάλλεται με το μεγαλύτερο ποσοστό της πεδινής έκτασης και οι Δήμοι Τυρνάβου, Βερδικούσας και Τσαρίτσανης. Η λεκάνη απορροής του ποταμού Τιταρήσιου διοικητικά ανήκει στο Ν. Λάρισας.

Η λεκάνη Τιταρήσιου εμπίπτει στο Υδατικό διαμέρισμα GR08 της Θεσσαλίας και στην λεκάνη απορροής GR16 του Πηνειού σύμφωνα με το ΦΕΚ 1383/Β/2-9-2010.

### **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**

Οι πληροφορίες που είναι διαθέσιμες για τις εδαφικές συνθήκες της λεκάνης απορροής του ποταμού Τιταρήσιου είναι πολύ περιορισμένες. Σύμφωνα με τους Karyotis et.al. (2011) τα εδάφη στην ορεινή περιοχή της Ελασσόνας εμπίπτουν στις κατηγορίες των Entisols, Inceptisols και Alfisols. Είναι μέσης μηχανικής σύστασης αμμοπηλώδη, πηλώδη ή αργιλοπηλώδη εδάφη προερχόμενα από την αποσάθρωση ανθρακικών πετρωμάτων και σχιστολίθων. Αναφέρεται από τους Karyotis et.al. (2011) ότι σε πολλές από τις θέσεις που ερευνήθηκαν τα εδάφη είναι όξινα και πτωχά σε οργανική ύλη. Ασφαλώς οι εδαφικές συνθήκες στην πεδινή περιοχή της λεκάνης ενδεχομένως να είναι τελείως διαφορετικές.

### **5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ**

Γεωργική δραστηριότητα υπάρχει κατά κύριο λόγο στους Δήμους Αμπελώνα και Ελασσόνας-Τυρνάβου. Στους υπόλοιπους Δήμους η κύρια δραστηριότητα είναι κτηνοτροφική και λιγότερα από 12000 στρέμματα συνολικά των Δήμων Τσαρίτσανης και Βερδικούσας καλλιεργούνται κυρίως με σιτηρά, 2000 στρέμματα με αραβόσιτο, 5000 στρέμματα κτηνοτροφικά φυτά και λιγότερα από 2000 στρέμματα με αμπέλια και δένδρα. Στους Δήμους Αμπελώνα, Ελασσόνας και Τυρνάβου καλλιεργούνται συνολικά περίπου 83.000 στρέμματα με σιτηρά, 6080 βαμβάκι, 11000 αραβόσιτος, 3500 λαχανικά, 21000 κτηνοτροφικά φυτά,, 21100 αμπέλια και 33800 στρέμματα δένδρα.

### **6. ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ ΕΡΓΑ**

Σύμφωνα με το Τεύχος Α, οι αρδεύσεις στην λεκάνη απορροής του ποταμού Τιταρήσιου πραγματοποιούνται από συλλογικές γεωτρήσεις των ΤΟΕΒ-Τυρνάβου, Αγίας Σοφίας και Μάτι Τυρνάβου (30.447 στρέμματα), από γεωτρήσεις των Δ.Δ Αργυροπουλίου, Δελερίων και Ροδιάς, από ιδιωτικές γεωτρήσεις (46.903 στρέμματα) και από επιφανειακά νερά των πηγών Μάτι Τυρνάβου (5.000 στρέμματα).

Σύμφωνα με την υπό εκπόνηση Διαχειριστική μελέτη υδατικών πόρων (ΥΠΕΚΑ, 2012) τα αρδευτικά δίκτυα της λεκάνης Τιταρήσιου (ΤΟΕΒ Αγίας Σοφίας, Ραψάνης, Μάτι Τυρνάβου, Μακρυχωρίου Δαμασίου και Τυρνάβου) καλύπτουν μία έκταση 152558 στρεμμάτων.

## 7. ΣΗΜΕΙΑΚΕΣ ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Κατά την προκαταρκτική διερεύνηση της περιοχής της λεκάνης απορροής του ποταμού Τιταρήσιου δεν διαπιστώθηκε η παρουσία σημειακών πηγών ρύπανσης των υδατοσυστημάτων του.

## 8. ΓΕΩΛΟΓΙΑ-ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΑ

Η λεκάνη του κώνου του Τιταρήσιου (**GR0800220**) οριοθετείται στα ΝΑ από τον ποταμό Πηγειό και στα ΒΔ από τα ανθρακικά πετρώματα του καρστικού υδροφορέα Τυρνάβου –Δαμασίου-Κουτσόχερου και σε μικρό τμήμα από τους υποκείμενους αυτών γνευσίους της Πελαγονικής ζώνης.

Ο ποταμός Τιταρήσιος κατά τη διαδρομή του, πριν την είσοδο του στο πεδινό τμήμα, διέρχεται από ορεινό ανάγλυφο αποτελούμενο κυρίως από ανθρακικά και κρυσταλλικά πετρώματα, γνευσίων και γνευσιοσχιστολίθων, μεταφέροντας υλικά τα οποία δημιουργούν ένα ευρύ κώνο αποθέσεων.

Οι χονδρόκοκκες αλλουβιακές αποθέσεις του Τιταρήσιου αναπτύσσονται επιφανειακά με σχετική ομοιογένεια, μέχρι το όριο του Πηγειού ποταμού. Οι αδρόκοκκες αυτές αποθέσεις νοτιοανατολικά στο ύψος των κοινοτήτων Γυρτώνης, Ομορφοχωρίου, Πλατύκαμπου, βυθίζονται και συναντώνται σε μεγαλύτερα βάθη και διακόπτονται εκεί από στρώματα αργίλου με αξιόλογη συνέχεια.

Στην ευρύτερη περιοχή του κώνου του Τιταρήσιου αναπτύσσονται δύο τύποι υδροφόρων οριζόντων. Ένας ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας στον κώνο, στο βορειοδυτικό τμήμα αυτού, που στα ανατολικά και νότια μεταπίπτει σε ένα υπό πίεση ή μερικώς υπό πίεση υδροφόρο ορίζοντα. Στο δεύτερο τύπο υδροφόρου ορίζοντα οι αδρομερείς περατές αποθέσεις του Τιταρήσιου βυθίζονται κάτω από πλέον λεπτομερείς (άργιλοι, άμμοι, ιλύες) αποθέσεις και έτσι δημιουργούνται οι συνθήκες εκείνες για την ανάπτυξη υπόγειας υδροφορίας υπό πίεση.

Η τροφοδοσία των υπογείων υδροφοριών της ευρύτερης περιοχής Τυρνάβου γίνεται κατά κύριο λόγο από τις διηθήσεις των νερών του Τιταρήσιου. Η επιφανειακή απορροή του ποταμού αυτού, από το ύψος του Δαμασίου πριν την πεδιάδα μειώνεται προοδευτικά λόγω διηθήσεων τροφοδοτώντας έτσι τόσο την υδροφορία που αναπτύσσεται στα περιβάλλοντα την περιοχή μάρμαρα όσο και αυτές του κώνου των αποθέσεων του. Άλλη πηγή τροφοδοσίας είναι η κατείσδυση των νερών της βροχής που πέφτει απ' ευθείας στη ζώνη ανάπτυξης του κώνου.

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

Υδατικό διαμέρισμα Θεσσαλίας (GR 08) – Λεκάνη Τιταρήσιου



Σχήμα 9.1 Απόσπασμα χάρτη όπου εμφανίζονται τα όρια όρια και τα Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης Τιταρήσιου.

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

| Σ.Θ.Δ | ΚΩΔΙΚΟΣ (GR)<br>ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ | ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ<br>ΠΕΡΙΟΧΗ, ΝΟΜΟΣ | Χ<br>(ΕΓΣΑ '87) | Υ<br>(ΕΓΣΑ '87) | ΥΨΟΜΕΤΡΟ<br>(m) |
|-------|----------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 2421  | GR0816R000202006N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 359.943,37      | 4.404.895,94    | 68,00           |
| 2422  | GR0816R000202006N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 360.010,15      | 4.405.175,63    | 61,00           |
| 2423  | GR0816R000202006N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 353.715,37      | 4.399.499,77    | 92,00           |
| 2424  |                                  | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 347.298,02      | 4.416.441,66    | 298,00          |
| 2425  | GR0816R000202310N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 344.753,79      | 4.416.803,94    | 272,00          |
| 2426  | GR0816R000202007N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 335.459,06      | 4.416.178,81    | 244,00          |
| 2427  | GR0816R000202310N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 335.853,77      | 4.408.285,31    | 173,00          |
| 2428  | GR0816R000202007N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 334.441,06      | 4.406.443,83    | 169,00          |
| 2429  | GR0816R000202007N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 336.958,63      | 4.401.930,88    | 152,00          |
| 2430  | GR0816R000202007N                | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 344.572,15      | 4.397.556,56    | 125,00          |
| 2431  |                                  | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 362.403,15      | 4.403.759,23    | 68,00           |

Πίνακας 9.2 Σ.Θ.Δ. Γεωτρήσεων της Λεκάνης Τιταρήσιου.

| Σ.Θ.Δ | ΚΩΔΙΚΟΣ (GR)<br>ΥΔΑΤΙΚΟΥ ΣΩΜΑΤΟΣ | ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΗ ΠΕΡΙΟΧΗ,<br>ΝΟΜΟΣ | Χ<br>(ΕΓΣΑ '87) | Υ<br>(ΕΓΣΑ '87) | ΥΨΟΜΕΤΡΟ<br>(m) |
|-------|----------------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 1801  | GR0800220                        | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 359.407,40      | 4.399.396,48    | 81,00           |
| 1802  | GR0800220                        | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 357.930,97      | 4.399.134,94    | 86,00           |
| 1803  | GR0800220                        | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 357.376,50      | 4.398.436,45    | 88,00           |
| 1804  | GR0800220                        | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 356.911,50      | 4.397.175,62    | 87,00           |
| 1805  | GR0800220                        | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 359.334,24      | 4.396.333,36    | 81,00           |
| 1806  | GR0800220                        | Ν. ΛΑΡΙΣΑΣ                   | 359.716,20      | 4.395.802,70    | 79,00           |

## 10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΠΙΤΟΠΟΥ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

### 10.1. ΠΡΩΤΟΓΕΝΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα πρωτογενή αποτελέσματα των επιτόπου μετρήσεων και αναλύσεων περιλαμβάνονται στους Πίνακες 136-143 της Τελικής Έκθεσης του έργου, τόσο σε έντυπη όσο και σε ψηφιακή μορφή που δημιουργήθηκαν για τους σκοπούς του παρόντος.

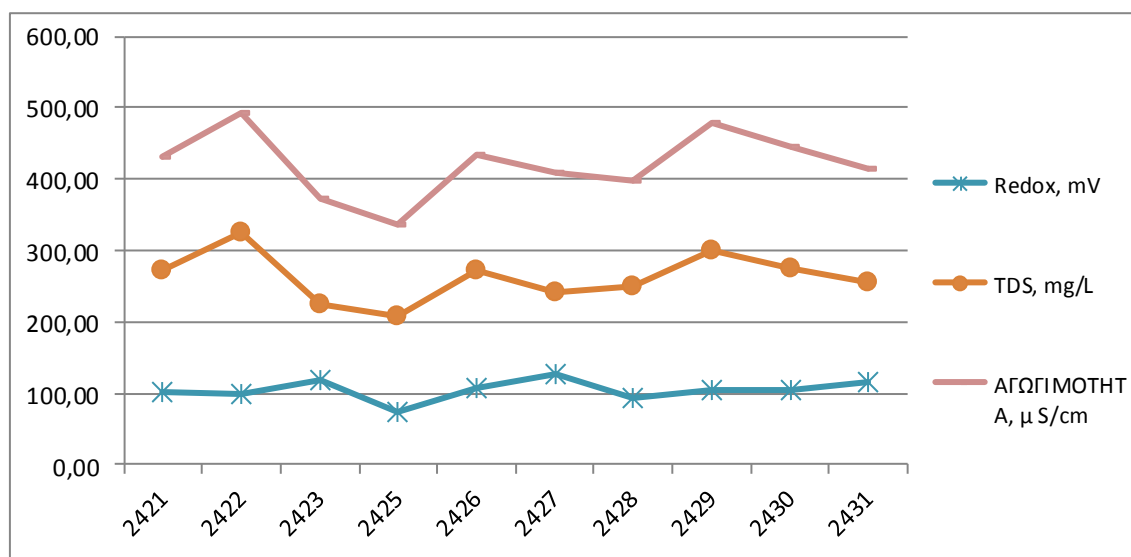
### 10.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΧΗΜΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΗΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΤΙΤΑΡΗΣΙΟΥ

#### A. Παρουσίαση και συζήτηση των αποτελεσμάτων

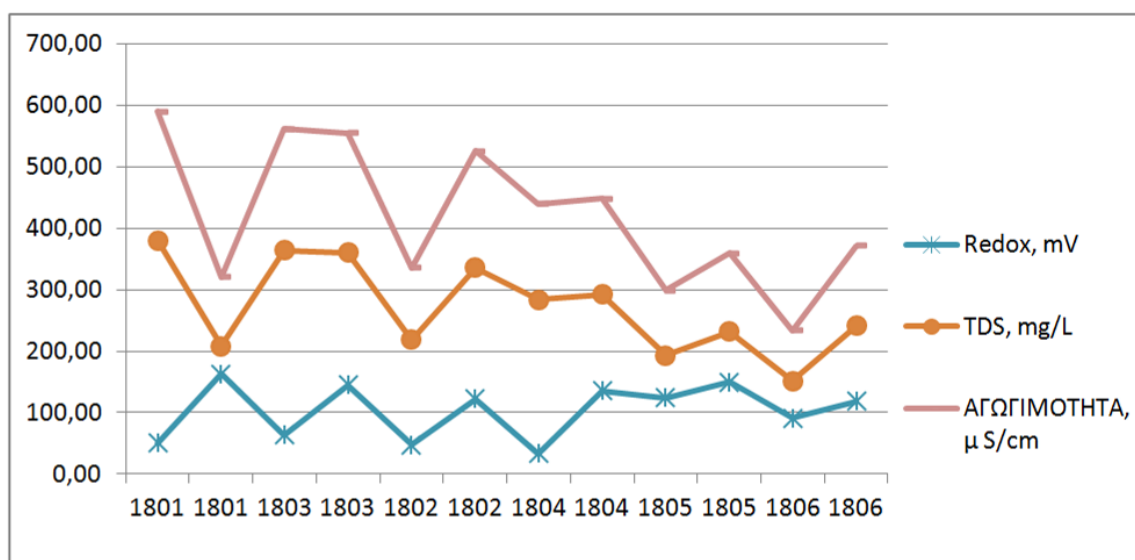
Στο Σχήμα 10.1 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων των τιμών του Redox, της αγωγιμότητας και των συγκεντρώσεων του TDS. Οι μέσοι όροι της κάθε παραμέτρου παρουσιάζουν μικρό εύρος διακύμανσης που σημαίνει ότι τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού ελάχιστα μεταβάλλονται από την μία θέση στην άλλη και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού είναι παρόμοια τόσο κατά μήκος του Τιταρήσιου όσο και στα ρέματα που εκβάλλουν σε αυτόν. Όμως, παρόλο το στενό εύρος της διακύμανσης των μέσων όρων, είναι εμφανής η διαφορά των ποιοτικών χαρακτηριστικών της Σ.Θ.Δ. 2425 (Ελασσονίτης ποταμός) που έχει το μικρότερο μέσο όρο τόσο για την αγωγιμότητα όσο και το TDS. Ο μέσος όρος του TDS στην θέση 2425 ανέρχεται σε 207 mg/L και για την αγωγιμότητα σε 374  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Οι υψηλότεροι μέσοι όροι βρέθηκαν στην Σ.Θ.Δ. 2422 και ανέρχονται σε 326 mg/L και 494  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , αντίστοιχα. Η Σ.Θ.Δ. 2422 βρίσκεται σε στραγγιστικό στην περιοχή εκβολής του Τιταρήσιου στον Πηνειό. Επίσης θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι μέσοι όροι των τιμών του Redox βρίσκονται σε χαμηλά οξειδωτικά επίπεδα (<100 mV) στις θέσεις 2422, 2425 και 2428 και οι θέσεις αυτές, όπως θα αναφερθεί παρακάτω, παρουσιάζουν και την σημαντικότερη ρύπανση προερχόμενη από αστικά απόβλητα. Τον υψηλότερο μέσο όρο pH έχει η Σ.Θ.Δ. 2425 (8,87) και τον χαμηλότερο η Σ.Θ.Δ. 2431 (7,77). Ασφαλώς το εύρος διακύμανσης των μέσων όρων της θερμοκρασίας είναι μεγάλο (16,34 με 21,72 °C) διότι υπάρχει και σημαντική υψομετρική διαφορά μεταξύ των διαφόρων Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Τιταρήσιου.

Στο Σχήμα 10.2 παρουσιάζεται η διακύμανση των τιμών του Redox, της αγωγιμότητας και του TDS κατά τις δύο δειγματοληψίες που έγιναν από το δίκτυο των γεωτρήσεων της λεκάνης του Τιταρήσιου. Οι τιμές της αγωγιμότητας και του TDS βρίσκονται σε υψηλότερα επίπεδα από τα αντίστοιχα των μέσων όρων των επιφανειακών νερών ενώ οι τιμές του Redox βρίσκονται γενικά σε χαμηλότερα οξειδωτικά επίπεδα.





**Σχήμα 10.1** Διακύμανση του μέσου όρου των συγκεντρώσεων του TDS, των τιμών της αγωγιμότητας και του Redox, αντίστοιχα, στις Σ.Θ.Δ. της λεκάνης Τιταρήσιου.



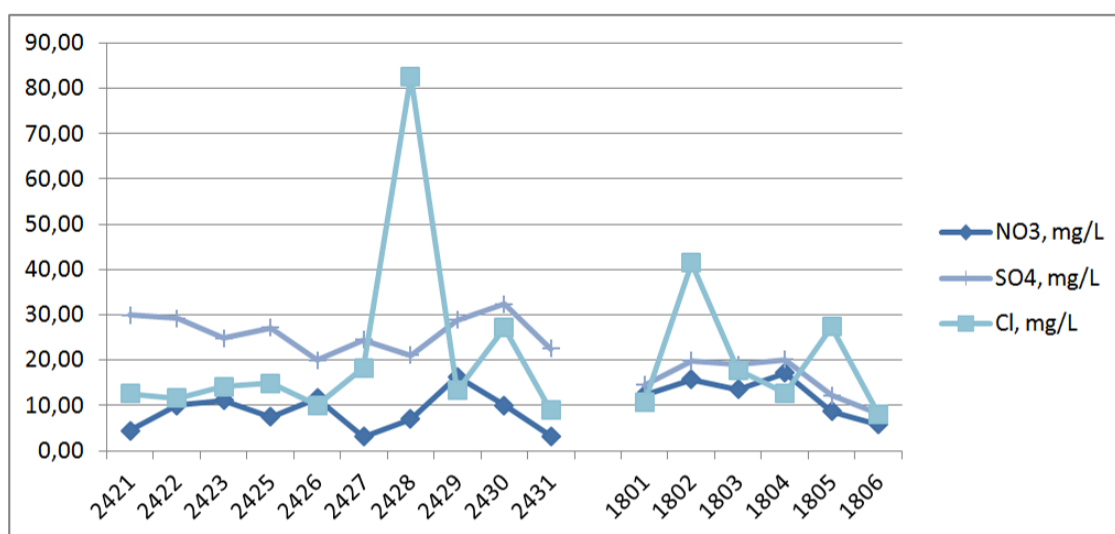
**Σχήμα 10.2** Διακύμανση των τιμών του Redox, της αγωγιμότητας και των συγκεντρώσεων του TDS στις γεωτρήσεις της λεκάνης του Τιταρήσιου κατά τις δύο δειγματοληψίες που πραγματοποιήθηκαν.

Στο Σχήμα 10.3 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων των νιτρικών, χλωριούχων και θειικών στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης του Τιταρήσιου. Και στην περίπτωση αυτή το εύρος της διακύμανσης είναι μικρό και επίσης οι μέσοι όροι και των τριών παραμέτρων βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα με εξαίρεση την Σ.Θ.Δ. 2428 (Τιταρήσιος στο Πραιώρι) στην οποία ο μέσος όρος των χλωριούχων είναι περίπου διπλάσιος από τον μέσο όρο των υπολοίπων θέσεων.

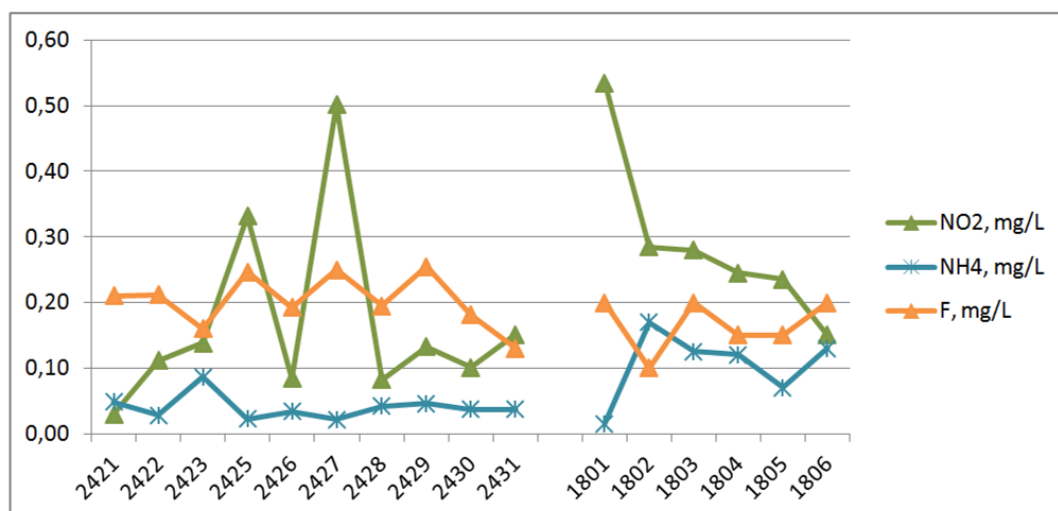


Στο Σχήμα 10.4 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων των αζωτούχων ανιόντων (νιτρωδών και αμμωνιακών) και φθοριούχων στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Τιταρήσιου. Οι τιμές των μέσων όρων για όλες τις παραμέτρους βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα με εξαίρεση τους μέσους όρους των νιτρωδών στις Σ.Θ.Δ. 2425 και 2427 που βρίσκονται επάνω στον Ελασσονίτη ποταμό. Επίσης αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρωδών βρέθηκαν και σε μία από τις γεωτρήσεις (κωδικός 1801).

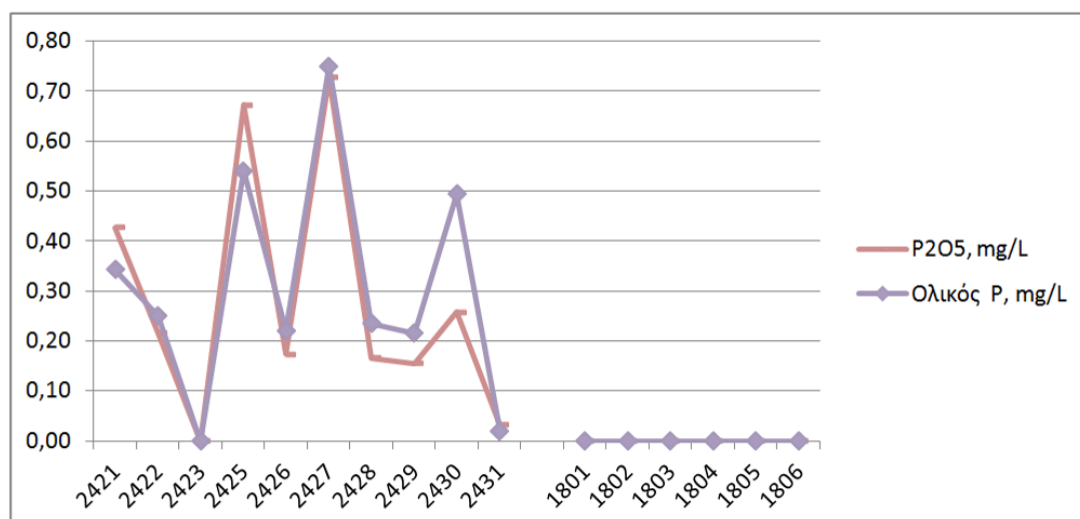
Στο Σχήμα 10.5 παρουσιάζεται η διακύμανση των μέσων όρων των συγκεντρώσεων των φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών και υπόγειων νερών. Οι μέσοι όροι βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα και συγκριτικά υψηλότεροι είναι οι μέσοι όροι, κυρίως του ολικού φωσφόρου, στις Σ.Θ.Δ. 2425, 2427 και 2430. Οι σχετικά αυξημένες συγκεντρώσεις φωσφορικών και ολικού φωσφόρου στις Σ.Θ.Δ. 2425 και 2427 (Ελασσονίτη ποταμός) οφείλονται στην απόρριψη των υγρών αστικών αποβλήτων της Ελασσόνας. Όπως αναφέρθηκε παραπάνω (Σχήμα 10.4) στις ίδιες Σ.Θ.Δ. βρέθηκαν και αυξημένες συγκεντρώσεις νιτρωδών γεγονός που είναι σε συμφωνία με τις αυξημένες συγκεντρώσεις ολικού φωσφόρου και συνεπώς την ρύπανση του υδατοσυστήματος από αστικά απόβλητα. Είναι ενδιαφέρον ότι σε όλες τις γεωτρήσεις οι συγκεντρώσεις φωσφορικών και ολικού φωσφόρου βρίσκονται σε χαμηλότερα επίπεδα από τα όρια αναφοράς των αντιστοίχων μεθόδων προσδιορισμού.



**Σχήμα 10.3** Διακύμανση των μέσων όρων των νιτρικών, χλωριούχων και θειικών στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Τιταρήσιου.



**Σχήμα 10.4** Διακύμανση των μέσων όρων των αζωτούχων ανιόντων (νιτρωδών και αμμωνιακών) και φθοριούχων στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης Τιταρήσιου.



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

Το εύρος της διακύμανσης των μέσων όρων των αρδευτικών παραμέτρων είναι πολύ μικρό και οι απόλυτες τιμές των μέσων όρων των διαφόρων θέσεων βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα εμφανώς υποδηλώνοντας νερά με χαμηλή σκληρότητα και SAR.

Οι τρεις δείκτες (BOD<sub>5</sub>, COD και Οικολογική ποιότητα) για όλες τις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών βρίσκονται κάτω από τα LOQs και η οικολογική ποιότητα είναι στα αποδεκτά επίπεδα.

Καφεΐνη βρέθηκε σε όλες τις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης. Συνεπώς όλοι οι Δήμοι και Κοινότητες απορρίπτουν τα υγρά αστικά απόβλητα των Δήμων, όχι επαρκώς

επεξεργασμένα, στον Τιταρήσιο ποταμό ή σε ρέματα που εκβάλουν στον Τιταρήσιο. **Καφεΐνη δεν βρέθηκε στα υπόγεια νερά και συνεπώς στην περιοχή του Αμπελώνα όπου βρίσκονται οι ελεγχόμενες γεωτρήσεις, δεν υπάρχει επικοινωνία των υπόγειων νερών με τα επιφανειακά και τα υπόγεια υδροφόρα τροφοδοτούνται από άλλες πηγές.**

Στα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Τιταρήσιου ανιχνεύθηκαν έστω και μία φορά 37 γεωργικά φάρμακα. Στα γεωργικά φάρμακα αυτά περιλαμβάνονται 2,4-D, acetochlor, alachlor, alphamethrin, atrazine, bentazone, captan, carbendazim, lindane, chlorpyrifos ethyl, chlorpyrifos methyl, chlorthal dimethyl, difenoconazole, dimethenamid, dimethoate, diphenylamine, ethalfuralin, ethofumesate, etridiazole, fluometuron, flutriafol, folpet, HCB, imazamox, imidacloprid, isoproturon, L-cyhalothrin, MCPA, metribuzin, nicosulfuron, pendimethalin, prometryne, propamocarb, S-metolachlor, tebuconazole, terbuthylazine και triclopyr.

Οι συγκεντρώσεις όμως που βρέθηκαν είναι σε χαμηλά σχετικά επίπεδα με την υψηλότερη συγκέντρωση να έχει το ζιζανιοκτόνο fluometuron (0,423 ppb) και έπονται τα μυκητοκτόνα tebuconazole (0,247 ppb) και carbendazim (0,232 ppb) και τα ζιζανιοκτόνα 2,4-D (0,215 ppb) και prometryne (0,143 ppb) και σε πολύ χαμηλότερες συγκεντρώσεις βρέθηκαν τα υπόλοιπα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν.

Σε τρεις γεωτρήσεις (1801, 1802 και 1803) της περιοχής του Αμπελώνα ανιχνεύθηκαν γεωργικά φάρμακα (alachlor, bentazone, fluometuron και terbuthylazine). Το alachlor βρέθηκε σε ΙΧΝΗ στις γεωτρήσεις 1801 και 1803, η terbuthylazine επίσης βρέθηκε σε ΙΧΝΗ στην γεώτρηση 1803 ενώ το bentazone και fluometuron βρέθηκαν στις γεωτρήσεις 1802 και 1803, αντίστοιχα, σε συγκεντρώσεις που δεν υπερβαίνουν το 0,05 ppb. Το γεγονός ότι δεν ανιχνεύθηκε καφεΐνη στις ίδιες γεωτρήσεις σημαίνει ότι τα γεωργικά φάρμακα έφθασαν στις γεωτρήσεις αυτές όχι λόγω επικοινωνίας επιφανειακών με υπόγεια νερά της περιοχής αλλά από άλλες πηγές.

Είναι γνωστό ότι αρκετά γεωργικά φάρμακα, ιδιαίτερα αυτά που έχουν κάποια σχετική πτητικότητα και είναι σταθερά στις οξειδωτικές επιδράσεις των παραγόντων της ατμόσφαιρας, βρίσκονται σε σημαντικές συγκεντρώσεις στην ατμόσφαιρα και μεταφέρονται σε μεγάλες αποστάσεις από τις περιοχές όπου χρησιμοποιήθηκαν και επανέρχονται στην επιφάνεια της γης με τις κατακρημνίσεις (βροχή και χιόνι) (Charizopoulos & Papadopoulou-Mourkidou, 2001, Papadopoulou-Mourkidou, 2002). Συνεπώς αν τα υδροφόρα της λεκάνης του Τιταρήσιου τροφοδοτούνται με χιόνι και βροχές των ορεινών όγκων της περιοχής ενδέχεται υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων που βρίσκονται στην ατμόσφαιρα, μέσω των κατακρημνίσεων, να έχουν φθάσει στα υπόγεια υδροφόρα. Αποτελέσματα αδημοσίευτης μελέτης (Ευαγγελόπουλος & Παπαδοπούλου-Μουρκίδου, 2002) σχετικά με την παρουσία γεωργικών φαρμάκων στο νερό της βροχής σε επιλεγμένες θέσεις (Δήμους) της Θεσσαλίας μεταξύ των οποίων περιλαμβάνονται και αυτοί του Τυρνάβου και της Ελασσόνας έδειξαν ότι στο νερό της βροχής υπάρχει μεγάλη ποικιλία γεωργικών φαρμάκων και ορισμένα από αυτά βρέθηκαν σε σημαντικές

συγκεντρώσεις ιδιαίτερα στα δείγματα των ανοιξιάτικων βροχών. Για παράδειγμα από τα δείγματα βροχής του Τυρνάβου (21 δείγματα του 2001-2002) γεωργικά φάρμακα βρέθηκαν στα 19 (ποσοστό 90%). Την ίδια περίοδο από τα 14 δείγματα που συλλέχθηκαν με τον βροχοσυλλέκτη της Ελασσόνας βρέθηκαν γεωργικά φάρμακα στα 10 (ποσοστό 71%) ενώ αντίθετα από τα 21 δείγματα που είχαν συλλεγεί με τον βροχοσυλλέκτη του Βόλου βρέθηκαν γεωργικά φάρμακα μόνο στα 9 δείγματα (ποσοστό 42%). Και φυσικά ο αριθμός των ανιχνεύσεων και οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις έχουν την ίδια διαβάθμιση. Για παράδειγμα στα δείγματα του Τυρνάβου ανιχνεύθηκαν 15 δραστικές ουσίες γεωργικών φαρμάκων, στα δείγματα της Ελασσόνας 10 δραστικές ουσίες ενώ στα δείγματα του Βόλου μόνο 7.

Στον Πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζεται η συνολική εναπόθεση γεωργικών φαρμάκων ανά μονάδα επιφανείας ( $m^2$ ) σε διάφορες περιοχές της Θεσσαλίας κατά την περίοδο από τον Μάιο, 2001 με Μάιο του 2002 (Ευαγγελόπουλος, 2002). Όπως προκύπτει την μεγαλύτερη εναπόθεση (εκφρασμένη σε άθροισμα των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα δείγματα βροχής ανά τετραγωνικό μέτρο επιφανείας εδάφους) έχει η περιοχή Τυρνάβου που ανέρχεται σε  $111,9 \mu g/m^2$  και την μικρότερη η περιοχή Ελασσόνας ( $29,7 \mu g/m^2$ ). Στην ίδια μελέτη αναφέρεται ότι η συνολική συγκέντρωση γεωργικών φαρμάκων στα δείγματα ορισμένων βροχοπτώσεων του Τυρνάβου άγγιζε τα 2,5 ppb και στην Ελασσόνα υπερέβαινε τα 0,5 ppb. Τα αθροίσματα αυτά είναι υψηλότερα από τις αντίστοιχες τιμές των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν την ίδια περίοδο στα δείγματα των επιφανειακών νερών (αδημοσίευτα αποτελέσματα) της κάθε περιοχής.

**Πίνακας 10.1** Εναπόθεση ( $\mu g/m^2$ ) γεωργικών φαρμάκων μέσω της βροχής σε περιοχές της Θεσσαλίας κατά την περίοδο Μάιου, 2001 με Μάιο, 2002.

| Σταθερή<br>δειγμάτων<br>βροχής | Θέση<br>συλλογής | Συνολική βροχόπτωση<br>(mm) | Εναπόθεση<br>( $\mu g/m^2$ ) |
|--------------------------------|------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Λάρισα                         |                  | 365                         | 36                           |
| Βόλος                          |                  | 311                         | 15,8                         |
| Τρίκαλα                        |                  | 214                         | 58                           |
| Καρδίτσα                       |                  | 352                         | 90                           |
| Τύρναβος                       |                  | 345                         | 111,9                        |
| Αγιά                           |                  | 229                         | 45,5                         |
| Ελασσόνα                       |                  | 213                         | 29,7                         |
| Φάρσαλα                        |                  | 406                         | 68,4                         |
| Μακρυχώρι                      |                  | 249                         | 21,38                        |

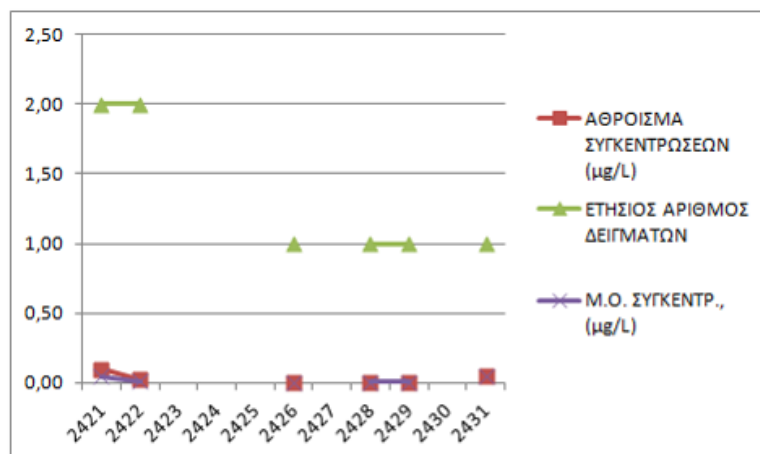
Τα δεδομένα της περιόδου 2001-2002 σχετικά με την παρουσία γεωργικών φαρμάκων στο νερό της βροχής ορισμένων θέσεων της λεκάνης του Τιταρήσιου ασφαλώς είναι ενδεικτικά για την κατάσταση που ενδεχομένως επικρατεί σήμερα στην περιοχή αυτή. Συνεπώς ένα ποσοστό από το ευρύ φάσμα των γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν στις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης Τιταρήσιου ενδεχομένως να προέρχεται από μεταφερόμενη ρύπανση μέσω της

ατμόσφαιρας και παρουσίας τους στο νερό της βροχής και χιονιού με τα οποία τροφοδοτούνται τα υδατοσυστήματα (επιφανειακά και υπόγεια) της λεκάνης.

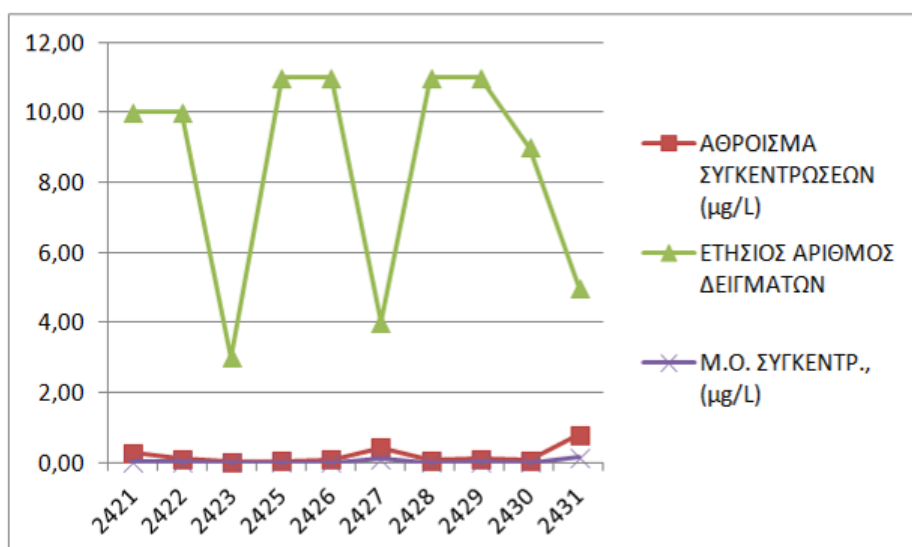
Μία προσεκτική ανάλυση των αποτελεσμάτων των υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στις Σ.Θ.Δ. της λεκάνης του Τιταρήσιου δείχνει ότι τα γεωργικά φάρμακα (fluometuron, alachlor, bentazone και terbutylazine) που ανιχνεύθηκαν στα υπόγεια νερά της λεκάνης του Τιταρήσιου είναι ζιζανιοκτόνα μεγάλων καλλιεργειών (αραβοσίτου και βάμβακος και λαχανικών) που σπάνιες φορές βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης και όταν βρέθηκαν οι σχετικές συγκεντρώσεις είτε βρίσκονταν στα επίπεδα των ΙΧΝΩΝ ή σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Κατά την χρονική περίοδο 2010-2012, το bentazone βρέθηκε μία φορά σε ΙΧΝΗ, η terbutylazine βρέθηκε δύο φορές, μία φορά σε ΙΧΝΗ και μία φορά στην συγκέντρωση των 0,037 ppb, το alachlor βρέθηκε 5 φορές από τις οποίες τρεις σε ΙΧΝΗ και δύο φορές σε συγκεντρώσεις 0,041 και 0,009 ppb, αντίστοιχα. Το fluometuron ανιχνεύθηκε 6 φορές, μία σε ΙΧΝΗ και 5 φορές βρέθηκε σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 0,423 με 0,038 ppb. Αντίθετα άλλα γεωργικά φάρμακα είχαν κατά πολύ μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης (Πίνακες 10.2 και 10.3) όπως το chlorpyrifos ethyl που μέσα στο 2011 ανιχνεύθηκε 30 φορές, το 2,4-D που ανιχνεύθηκε 14 φορές μέσα στο 2012 και άλλα. Συνεπώς θα αναμενόταν, αν τα εδάφη της λεκάνης είναι ευαίσθητα στην έκπλυση και τα υδροφόρα είναι διαπερατά, να ανιχνεύονταν στα υπόγεια νερά γεωργικά φάρμακα που έχουν ευρεία χρήση στην περιοχή και συνεπώς έχουν μεγαλύτερη συχνότητα ανίχνευσης και βρέθηκαν και σε υψηλότερες συγκεντρώσεις στα επιφανειακά νερά. Το γεγονός ότι στα υπόγεια νερά βρέθηκαν γεωργικά φάρμακα με μικρό αριθμό ανιχνεύσεων στα επιφανειακά νερά και με εξαίρεση το fluometuron βρέθηκαν είτε σε ΙΧΝΗ ή πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, συνηγορεί υπέρ της άποψης ότι η ρύπανση των υπόγειων νερών της λεκάνης του Τιταρήσιου ενδεχομένως να προέρχεται από την παρουσία των εν λόγω γεωργικών φαρμάκων στο χιόνι και βροχή που τροφοδοτούν τα εν λόγω υδροφόρα και ασφαλώς προέρχονται από μεταφερόμενη ρύπανση, μέσω της ατμόσφαιρας, από την λεκάνη του Πηνειού ή του Ενιπέα ποταμού όπου τα εν λόγω γεωργικά φάρμακα έχουν ευρεία χρήση. Παρόμοιο φαινόμενο είχε παρατηρηθεί και στην λεκάνη Αξιού όπου ζιζανιοκτόνα που χρησιμοποιούνταν στους ορυζώνες του Δέλτα του Αξιού του ποταμού βρέθηκαν στο νερό της βροχής που συλλέχθηκε από κεντρική θέση της πόλης της Νάουσας (Charizopoulos & Papadopolou-Mourkidou, 1999) αλλά και στο νερό των πηγών του Αγίου Νικολάου της Νάουσας (αδημοσίευτα αποτελέσματα).

Στα Σχήματα 10.2 - 10.8 παρουσιάζεται η διακύμανση των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων των συγκεντρώσεων και των αριθμών δειγμάτων που συλλέχθηκαν από τις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Τιταρήσιου κατά τις δειγματοληψίες του 2010, 2011 και 2012, αντίστοιχα. Οι πληροφορίες για το 2010 είναι πολύ περιορισμένες διότι ο αριθμός των δειγμάτων ήταν επίσης περιορισμένος.

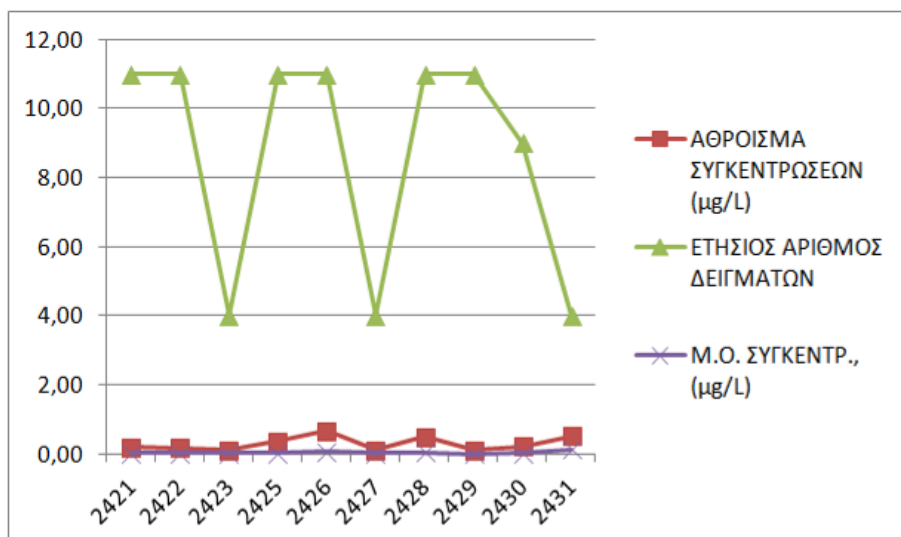
Όμως από τα Σχήματα 10.7 και 10.8 που αφορούν τα έτη 2011 και 2012, αντίστοιχα, είναι φανερό ότι οι συγκεντρώσεις των γεωργικών φαρμάκων στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Τιταρήσιου βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα και σε καμία περίπτωση η ετήσια μέση συγκέντρωση για κάποια Σ.Θ.Δ. δεν ξεπέρασε το όριο του 0,5 ppb.



**Σχήμα 10.6** Διακύμανση των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων των συγκεντρώσεων και των αντίστοιχων αριθμών δειγμάτων στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Τιταρήσιου κατά τις δειγματοληψίες του 2010.



**Σχήμα 10.7** Διακύμανση των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων των συγκεντρώσεων και των αριθμών δειγμάτων στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Τιταρήσιου κατά τις δειγματοληψίες του 2011.



**Σχήμα 10.8** Διακύμανση των αθροισμάτων των συγκεντρώσεων των γεωργικών φαρμάκων και των αντίστοιχων ετήσιων μέσων όρων των συγκεντρώσεων και των αριθμών δειγμάτων στις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης Τιταρήσιου κατά τις δειγματοληψίες του 2012.

## **Β. Στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και αναλύσεων των δειγμάτων των Σ.Θ.Δ. της Λεκάνης του Τιταρήσιου και Κατηγοριοποίηση υδατοσυστημάτων**

Η μεθοδολογία της στατιστικής επεξεργασίας και κατηγοριοποίησης των υδατοσυστημάτων της λεκάνης Τιταρήσιου με βάση τα ΠΠΠ και άλλα θεσμοθετημένα ανώτατα όρια ρύπων και άλλων ουσιών περιγράφεται στο Παράρτημα V.

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 αυτή είναι Μέση προς Καλή.

Οι συγκεντρώσεις των χλωριούχων και θειικών στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης Τιταρήσιου βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα και δεν υπάρχουν υπερβάσεις των αντίστοιχων ορίων των ΕΜΣ-ΠΠΠ.

Οι συγκεντρώσεις βορίου γενικά βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα ή σε επίπεδα που δεν υπερβαίνουν το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης και μόνο σε μία θέση με κωδικό 2431 η ΕΜΣ υπερβαίνει το όριο του 1,0 ppm .

Αρσενικό σε συγκεντρώσεις ανώτερες από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης δεν βρέθηκε στις Σ.Θ.Δ. της λεκάνης του Τιταρήσιου.

Κάδμιο βρέθηκε σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης μόνο σε ορισμένες θέσεις στραγγιστικών. Κάδμιο βρέθηκε στις Σ.Θ.Δ. 2421, 2422, 2425, και 2428. Από την άποψη της σκληρότητας του νερού οι Σ.Θ.Δ. 2421 και 2425 εμπίπτουν στην Κατηγορία 3 και οι Σ.Θ.Δ. 2422 και 2428 στην κατηγορία 4. Για την Κατηγορία 4 τα όρια των ΠΠΠ για το κάδμιο όσον αφορά το ΕΜΣ-ΠΠΠ και ΜΕΣ-ΠΠΠ ανέρχονται σε 0,25 και 1,50 ppb,



αντίστοιχα και για την Κατηγορία 3 σε 0,09 και 0,60 ppb, αντίστοιχα. Συνεπώς με βάση τα ανωτέρω υπάρχει υπέρβαση των σχετικών ορίων σε όλες τις Σ.Θ.Δ. στις οποίες βρέθηκε κάδμιο σε επίπεδα ανώτερα του LOQ.

Μόλυβδος βρέθηκε σχεδόν σε όλες τις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης του Τιταρήσιου με υπερβάσεις του ορίου των 7,2 ppb της ΕΜΣ-ΠΠΠ στις θέσεις με κωδικούς 2421, 2422, 2425, 2426, 2427, 2429, 2430 και 2431. **Μόλυβδος επίσης βρέθηκε σε όλες τις γεωτρήσεις σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν το αντίστοιχο όριο των υπόγειων νερών, με εξαίρεση την γεώτρηση με κωδικό 1805 στην οποία η συγκέντρωση του μολύβδου που βρέθηκε δεν υπερβαίνει το όριο των 10 ppb.**

Νικέλιο σε συγκεντρώσεις ανώτερες από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης δεν βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Τιταρήσιου.

Χαλκός και υδράργυρος δεν βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Τιταρήσιου σε επίπεδα ανώτερα των αντιστοιχών ορίων αναφοράς των μεθόδων ανάλυσης με εξαίρεση την γεώτρηση με κωδικό 1805 στην οποία βρέθηκε χαλκός αλλά ο ΕΜΣ δεν υπερβαίνει το αντίστοιχο όριο των ΠΠΠ.

Χρώμιο δεν βρέθηκε στα επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης Τιταρήσιου. Βρέθηκε όμως στα υπόγεια αλλά σε συγκεντρώσεις που δεν υπερβαίνουν το όριο των 50 ppb.

Ψευδάργυρος σε σημαντικές συγκεντρώσεις βρέθηκε στις Σ.Θ.Δ. 2421, 2426 και 2431. Οι ανωτέρω Σ.Θ.Δ. από την άποψη της σκληρότητας του νερού για την κατάταξη του ψευδαργύρου εμπίπτουν στην κατηγορία 2 για την οποία η ΕΜΣ-ΠΠΠ ανέρχεται σε 50 ppb. Με βάση τα ανωτέρω υπάρχει υπέρβαση του ορίου στις Σ.Θ.Δ. 2421 και 2431.

Κασσίτερος σε συγκεντρώσεις υψηλότερες του ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης (50 ppb) βρέθηκε σε πολλές Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών της λεκάνης του Τιταρήσιου και σε όλες αυτές τις Σ.Θ.Δ. υπάρχει υπέρβαση του σχετικού ορίου της ΕΜΣ-ΠΠΠ των 2,2 ppb.

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα το μαγγάνιο βρέθηκε σε αρκετές θέσεις (Κωδικοί 2421, 2422, 2425, 2428, 2430) των επιφανειακών υδατοσυστημάτων της λεκάνης του Τιταρήσιου αλλά και στις γεωτρήσεις αλλά οι αντίστοιχες τιμές των ΕΜΣ δεν υπερβαίνουν την ΕΜΣ του Μαγγανίου ήτοι τα 50 ppb.

Ο σίδηρος βρέθηκε, σε συγκέντρωση ανώτερη του επιπέδου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης του σιδήρου στις Σ.Θ.Δ. 2421, 2422, 2425, 2428, 2430 αλλά και στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1804, 1805 και 1802. Υπέρβαση του ορίου των 200 ppb υπάρχει μόνο στην γεώτρηση με κωδικό 1804.

Σημαντικές με μέτριες συγκεντρώσεις νιτρικών βρέθηκαν στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης του Τιταρήσιου όμως χωρίς να υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 50 ppm.

Νιτρώδη βρέθηκαν σε μερικές Σ.Θ.Δ. του δικτύου της λεκάνης του Τιταρήσιου αλλά υπέρβαση του ορίου των 0,5 ppm βρέθηκε μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2427 εντός του 2012.

Αμμωνιακά βρέθηκαν σε ορισμένες θέσεις του δικτύου της λεκάνης Τιταρήσιου σε χαμηλές όμως συγκεντρώσεις και σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 0,5 ppm.

Φθοριούχα σε χαμηλές συγκεντρώσεις βρέθηκαν στις Σ.Θ.Δ. της λεκάνης του Τιταρήσιου αλλά σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση των ΕΜΣ των Σ.Θ.Δ. του δικτύου από την αντίστοιχη τιμή του ορίου των 1,5 ppm.

Αντιμόνιο δεν βρέθηκε σε συγκεντρώσεις ανώτερες του ορίου αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης. Βρέθηκε όμως αργίλιο σε μία από τις γεωτρήσεις (κωδικός 1802) σε συγκέντρωση που υπερβαίνει το όριο των 200 ppb.

Στα επιφανειακά νερά της λεκάνης του Τιταρήσιου βρέθηκαν ορισμένα από τα γεωργικά φάρμακα που περιλαμβάνονται στα ΠΠΠ όπως chlorpyrifos ethyl, isoproturon, 2,4,-D, lindane, alachlor, atrazine, dimethoate, bentazone, HCB, chloridazone (pyrazone), MCPA και fenthion. Όμως μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2431 εντός του 2010 η ΕΜΣ για το fenthion υπερβαίνει την αντίστοιχη τιμή της ΕΜΣ-ΠΠΠ.

Σε καμία από τις γεωτρήσεις που ελέγχθηκαν δεν υπάρχει υπέρβαση των υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων που ανιχνεύθηκαν από το όριο του 0,1 ppb.

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

Τα δεδομένα των Box Plots για την περίοδο 2010-2011 και 2012 παρουσιάζονται στους Πίνακες 10.2. και 10.3, αντίστοιχα. Όπως προκύπτει για την χρονική περίοδο 2010-2011 μόνο τρία γεωργικά φάρμακα ανιχνεύθηκαν από 5 φορές και πάνω και στα γεωργικά φάρμακα αυτά περιλαμβάνεται το chlorpyrifos ethyl και methyl, diphenylamine και prometryne. Οι τιμές των μέσων όρων βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα (<0,1 ppb) και **το ανώτατο χείλος του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων υπερβαίνει το όριο του 0,1 ppb μόνο για την prometryne και δεδομένου ότι το ζιζανιοκτόνο prometryne δεν έχει έγκριση κυκλοφορίας, για τα γεωργικά φάρμακα που έχουν έγκριση κυκλοφορίας και χρησιμοποιήθηκαν στην λεκάνη του Τιταρήσιου το ανώτατο όριο της διασποράς του 75% των συγκεντρώσεων δεν υπερβαίνει το 0,1 ppb .**

Μέσα στο 2012 πάλι μόνο τρία γεωργικά φάρμακα ανιχνεύθηκαν από 5 φορές και πάνω και στα γεωργικά αυτά φάρμακα περιλαμβάνονται τα ζιζανιοκτόνα 2,4-D και triclorpyr και το εντομοκτόνο lindane. **Μόνο για το 2,4-D η τιμή του μέσου όρου και το ανώτατο χείλος της διασποράς των τιμών των συγκεντρώσεων ελαφρώς υπερβαίνουν το όριο του 0,1 ppb.**

**Συνεπώς το εύρος διασποράς των συγκεντρώσεων μέχρι 0,15 ρrb δύναται να θεωρηθεί το εύρος της αναπόφευκτης ρύπανσης από την χρήση γεωργικών φαρμάκων στην λεκάνη του Τιταρήσιου σύμφωνα με τις τοπικές τακτικές της γεωργική πρακτικής.**

Στις γεωτρήσεις της λεκάνης Τιταρήσιου ανιχνεύτηκαν μόνο τα ζιζανιοκτόνα alachlor, bentazone, fluometuron και terbuthylazine και μόνο στις γεωτρήσεις με κωδικούς 1801, 1802 και 1803. Τα alachlor και terbuthylazine βρέθηκαν σε ίχνη ενώ τα fluometuron και bentazone βρέθηκαν από μία φορά στις γεωτρήσεις 1802 και 1803 στις συγκεντρώσεις 0,047 και 0,048 ρrb, αντίστοιχα.

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

| Γεωργικό Φάρμακο    | Αριθμός ανιχνεύσεων (2010-2011) | Μέσος όρος (μg/L) | Κατώτερη τιμή του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων, (μg/L) | Ανώτερη τιμή του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων, (μg/L) | Μέγιστη συγκέντρωση (μg/L) | PNEC, (μg/L) |
|---------------------|---------------------------------|-------------------|---|--|----------------------------|--------------|
| chlorpyrifos ethyl  | 30                              | 0,002             | 0,001   | 0,003  | 0,024                      | 0,01         |
| chlorpyrifos-methyl | 5                               | -                 |   | -  | -                          | 0,0002       |
| Diphenylamine       | 9                               | 0,038             | 0,023   | 0,054  | 0,061                      | 4,0          |
| Prometryne          | 6                               | 0,067             | 0,009   | 0,125  | 0,143                      | 0,105        |

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

| Γεωργικό Φάρμακο | Αριθμός ανιχνεύσεων | 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            | 14                  | 0,105            | 0,067   | 0,143  | 0,215                     | 2720       |
| c-HCH (lindane)  | 6                   | <0,0025          | -   | -  | -                         | 0,29       |
| Triclopyr        | 5                   | 0,028            | 0,01  | 0,045  | 0,041                     | 800        |

#### **Δ. Οικοτοξικολογική αξιολόγηση των συγκεντρώσεων γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Τιταρήσιου.**

Από τις αναλύσεις υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων στα δείγματα που συλλέχθηκαν από τις Σ.Θ.Δ. της λεκάνης του Τιταρήσιου προέκυψαν 260 εγγραφές φαρμάκων από τις οποίες όμως μόνο στις 62 οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις βρίσκονται σε επίπεδα ανώτερα των LOQs. **Μεταξύ των τελευταίων 62 εγγραφών μόνο σε 6 περιπτώσεις υπήρξε οικοτοξικολογικός κίνδυνος στα επιφανειακά νερά της λεκάνης του Τιταρήσιου.** Οι τιμές PNEC για τα ζιζανιοκτόνα triasulfuron και prometryne, για το μυκητοκτόνο carbendazim και το εντομοκτόνο

chlorpyrifos ethyl και το ακαρεοκτόνο chloroproprylate βρέθηκαν σε επίπεδα κατώτερα από τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις των ανωτέρω φαρμάκων που βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης (Σ.Θ.Δ. με κωδικούς 2426, 2421, 2427 και 2431) με αποτέλεσμα οι αντίστοιχες τιμές του RQ (συντελεστής κινδύνου, Risk Quotient) να είναι μεγαλύτερες της μονάδος. Οι Σ.Θ.Δ. 2426 και 2427 βρίσκονται σε ορεινή περιοχή και οι υπόλοιπες σε πεδινή (περιοχή Ροδιάς). Στην θέση 2426 στο Κεφαλόβρυσσο ο κίνδυνος προκλήθηκε από το ζιζανιοκτόνο triasulfuron το οποίο είναι μία σουλφονουλουρία που χρησιμοποιείται με διαφυλλικούς ψεκασμούς για την καταπολέμηση πλατύφυλλων αλλά και ορισμένων αγρωστωδών ζιζανίων στα σιτηρά. Ανάντη της θέσης 2426 υπάρχει καλλιεργούμενη έκταση με σιτηρά. Στην θέση 2427 που βρίσκεται στον Ελασσονίτη ποταμό, ανάντη της εκβολής του στον Τιταρήσιο, βρέθηκε chlorpyrifos ethyl και prometryne.

Μεταξύ των γεωργικών φαρμάκων που έχουν προκαλέσει οικοτοξικολογικό κίνδυνο στα υδατοσυστήματα της λεκάνης Τιταρήσιου στην υψηλότερη συγκέντρωση βρέθηκε το ακαρεοκτόνο chloroproprylate (0,526 ppb) στην θέση 2431. Το chloroproprylate είναι ένα οργανοχλωριωμένο γεωργικό φάρμακο με μικρή διαλυτότητα και μεγάλη λιποφιλικότητα συνεπώς όταν φθάσει στο έδαφος δεν εκπλύνεται. Συνεπώς η παρουσία του στο στραγγιστικό 2431 πρέπει, όπως και σε όλες τις άλλες περιπτώσεις που ανιχνεύθηκε chloroproprylate σε επιφανειακά νερά, να προήλθε από σημειακή πηγή και στην προκειμένη περίπτωση πλύσιμο ψεκαστήρα, πέραν τούτου και η χρήση του είναι παράνομη διότι δεν έχει έγκριση κυκλοφορίας.

## 11. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

1. Οι τιμές αγωγιμότητας και TDS στα επιφανειακά και υπόγεια νερά της λεκάνης του Τιταρήσιου βρίσκονται σε επίπεδα, <600  $\mu\text{S}/\text{cm}$  και <350  $\text{mg}/\text{L}$ , αντίστοιχα, ενώ οι τιμές του Redox κυμαίνονται σε χαμηλά επίπεδα (ασθενείς οξειδωτικές συνθήκες, 75-125 mV). Οι μέσοι όροι του pH κυμαίνονται από 7,77 με 8,87 και της θερμοκρασίας από 16,34 με 21,72 °C.
2. Οι συγκεντρώσεις χλωριούχων, νιτρικών θειικών, νιτρωδών, αμμωνιακών, φωσφορικών, φθοριούχων και ολικού φωσφόρου, με ελάχιστες εξαιρέσεις βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα.
3. Το εύρος της διακύμανσης των αρδευτικών παραμέτρων είναι πολύ μικρό και οι απόλυτες τιμές των μέσων όρων βρίσκονται επίσης σε χαμηλά επίπεδα εμφανώς υποδηλώνοντας νερά με χαμηλή σκληρότητα και SAR. Η αρδευτική ποιότητα των υδατοσυστημάτων, επιφανειακών και υπόγειων, της λεκάνης Τιταρήσιου είναι Μέση προς Καλή.
4. Οι συγκεντρώσεις βορίου γενικά βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα ή σε επίπεδα που δεν υπερβαίνουν το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης.

5. Αρσενικό σε συγκεντρώσεις ανώτερες από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης δεν βρέθηκε στις Σ.Θ.Δ. της λεκάνης του Τιταρήσιου.
6. **Κάδμιο** βρέθηκε σε συγκεντρώσεις υψηλότερες από το όριο αναφοράς της μεθόδου ανάλυσης με τις ΜΕΣ να υπερβαίνουν τις ΜΕΣ-ΠΠΠ στον Τιταρήσιο στην θέση ανάντη της εκβολής του στον Πηνειό (κωδικός 2421) και σε ορισμένες θέσεις ανάντη όπως στον Ελασσονίτη (2425) και στον Τιταρήσιο στην Σ.Θ.Δ. 2428 στο Πραιώρι.
7. **Μόλυβδος** βρέθηκε σχεδόν σε όλες τις Σ.Θ.Δ. επιφανειακών νερών της λεκάνης του Τιταρήσιου με υπερβάσεις του ορίου των 7,2 ppb της ΜΕΣ-ΠΠΠ σε όλες τις Σ.Θ.Δ. που βρίσκονται επάνω στον Τιταρήσιο και τους παραποτάμους (κωδικοί 2421, 2422, 2425, 2426, 2427, 2429, 2430 και 2431). **Μόλυβδος επίσης βρέθηκε σε όλες τις γεωτρήσεις σε συγκεντρώσεις που υπερβαίνουν το αντίστοιχο όριο των υπόγειων νερών, με εξαίρεση την γεώτρηση με κωδικό 1805 στην οποία η συγκέντρωση του μολύβδου που βρέθηκε δεν υπερβαίνει το όριο των 10 ppb.**
8. Νικέλιο, υδράργυρος, χαλκός και χρώμιο σε συγκεντρώσεις ανώτερες από τα αντίστοιχα όρια αναφοράς των μεθόδων ανάλυσης δεν βρέθηκαν στα επιφανειακά υδατοσυστήματα της λεκάνης Τιταρήσιου. Χαλκός και χρώμιο βρέθηκαν στα υπόγεια χωρίς όμως υπερβάσεις των ορίων ΠΠΠ.
9. **Ψευδάργυρος και κασσίτερος** σε σημαντικές συγκεντρώσεις βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά με υπερβάσεις των σχετικών ορίων ΠΠΠ.
10. Μαγγάνιο και σίδηρος βρέθηκαν σε αρκετές θέσεις των επιφανειακών και υπόγειων νερών της λεκάνης του Τιταρήσιου αλλά οι αντίστοιχες τιμές των ΕΜΣ δεν υπερβαίνουν την ΕΜΣ του Μαγγανίου. Υπάρχει μόνο υπέρβαση του ορίου των 200 ppb του σιδήρου στην γεώτρηση με κωδικό 1804.
11. Καφεΐνη βρέθηκε σε όλες τις Σ.Θ.Δ. των επιφανειακών νερών που σημαίνει ότι όλοι οι Δήμοι και Κοινότητες απορρίπτουν τα υγρά αστικά απόβλητα, όχι επαρκώς επεξεργασμένα, στον Τιταρήσιο ποταμό ή σε ρέματα που εκβάλουν στον Τιταρήσιο. **Καφεΐνη δεν βρέθηκε στα υπόγεια νερά που σημαίνει ότι ενδεχομένως, στην πεδινή περιοχή του Αμπελώνα όπου βρίσκονται οι ελεγχόμενες γεωτρήσεις, δεν υπάρχει επικοινωνία των επιφανειακών με τα επιφανειακά νερά και τα υπόγεια υδροφόρα τροφοδοτούνται από άλλες πηγές.**
12. Στα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Τιταρήσιου ανιχνεύτηκαν έστω και μία φορά 37 γεωργικά φάρμακα. Οι συγκεντρώσεις όμως που βρέθηκαν είναι σε χαμηλά σχετικά επίπεδα με την υψηλότερη συγκέντρωση να έχει το ζιζανιοκτόνο fluometuron (0,423 ppb) και έπονται τα μυκητοκτόνα tebuconazole 0,247 ppb και carbendazim 0,232 ppb και τα ζιζανιοκτόνα 2,4-D 0,215 ppb και prometryne 0,143 ppb και σε πολύ χαμηλότερες

συγκεντρώσεις βρέθηκαν τα υπόλοιπα γεωργικά φάρμακα που ανιχνεύθηκαν. **Ενδεχομένως ένα ποσοστό των γεωργικών φαρμάκων που βρέθηκαν στα επιφανειακά νερά της λεκάνης να προέρχεται από μεταφερόμενη ρύπανση, μέσω της ατμόσφαιρας, και εναπόθεση με το νερό της βροχής ή χιονιού, από άλλες περιοχές της Θεσσαλίας.**

13. Επίσης ανιχνεύθηκαν γεωργικά φάρμακα (alachlor, bentazone, fluometuron, terbutylazine) σε γεωτρήσεις του Αμπελώνα όμως σε καμία περίπτωση δεν υπάρχει υπέρβαση του ορίου των 0,1 ppb. **Το γεγονός ότι αφενός δεν ανιχνεύθηκε καφέϊνη στις ίδιες γεωτρήσεις και αφετέρου τα γεωργικά φάρμακα που βρέθηκαν, με εξαίρεση το fluometuron, δεν έχουν ευρεία χρήση στην περιοχή, υποδηλώνει ότι τα γεωργικά φάρμακα αυτά ενδεχομένως έφθασαν στις γεωτρήσεις αυτές όχι λόγω επικοινωνίας επιφανειακών με υπόγεια νερά της περιοχής αλλά από άλλες πηγές.**
14. Στα επιφανειακά νερά της λεκάνης του Τιταρήσιου βρέθηκαν ορισμένα από τα γεωργικά φάρμακα που περιλαμβάνονται στα ΠΠΠ όπως chlorpyrifos ethyl, isoproturon, 2,4-D, lindane, alachlor, atrazine, dimethoate, bentazone, HCB, chloridazone (pyrazone), MCPA και fenthion. Μόνο στην Σ.Θ.Δ. 2431 εντός του 2010 η ΕΜΣ για το fenthion υπερβαίνει την αντίστοιχη τιμή της ΕΜΣ-ΠΠΠ.
15. Κατά για την χρονική περίοδο 2010-2011 μόνο τρία γεωργικά φάρμακα ανιχνεύθηκαν από 5 φορές και πάνω και στα γεωργικά φάρμακα αυτά περιλαμβάνεται το chlorpyrifos ethyl και methyl, diphenylamine και prometryne. Οι τιμές των μέσων όρων βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα (<0,1 ppb) και το ανώτατο χείλος του 75% των τιμών των συγκεντρώσεων υπερβαίνει το όριο του 0,1 ppb μόνο για την prometryne.
16. Μέσα στο 2012 πάλι μόνο τρία γεωργικά φάρμακα ανιχνεύθηκαν από 5 φορές και πάνω και στα γεωργικά αυτά φάρμακα περιλαμβάνονται τα ζιζανιοκτόνα 2,4-D και triclopyr και το εντομοκτόνο lindane. Μόνο για το 2,4-D η τιμή του μέσου όρου και το ανώτατο χείλος της διασποράς των τιμών των συγκεντρώσεων ελαφρώς υπερβαίνουν το όριο του 0,1 ppb.
17. **Συνεπώς το ανώτατο εύρος της διασποράς των συγκεντρώσεων μέχρι 0,15 ppb δύναται να θεωρηθεί το εύρος της αναπόφευκτης ρύπανσης από την χρήση γεωργικών φαρμάκων στην λεκάνη του Τιταρήσιου.**
18. Στις 6 από τις 62 περιπτώσεις ανιχνεύσεων υπολειμμάτων γεωργικών φαρμάκων σε επίπεδα ανώτερα των αντίστοιχων LOQs υπήρξε οικοτοξικολογικός κίνδυνος στα επιφανειακά νερά της λεκάνης Τιταρήσιου και για αυτό ευθύνονται τα ζιζανιοκτόνα triasulfuron και prometryne, το μυκητοκτόνο carbendazim και το εντομοκτόνο

chlorpyrifos ethyl και το ακαρεοκτόνο chloropropylate που βρέθηκαν σε συγκεντρώσεις ανώτερες από τα αντίστοιχα όρια των PNEC.

19. Στα υδατοσυστήματα της λεκάνης του Τιταρήσιου ανιχνεύθηκε ένας σημαντικός αριθμός γεωργικών φαρμάκων που δεν έχουν έγκριση κυκλοφορίας στην χώρα μας όπως acetochlor, alachlor, atrazine, carbendazim, lindane, chlortoluron, chloropropylate, fenthion, HCB, isoproturon και prometryne. Μεταξύ των φαρμάκων αυτών μόνο το μυκητοκτόνο **carbendazim** και το ζιζανιοκτόνο **prometryne** ενδεχομένως να χρησιμοποιήθηκαν στην λεκάνη του Τιταρήσιου κατά την καλλιεργητική περίοδο του 2011. Όλα τα υπόλοιπα εκπλύνονται στα επιφανειακά νερά από εδάφη όπου υπάρχουν υπολείμματα από παλαιότερες χρήσεις ή μεταφέρονται από άλλες περιοχές μέσω τις βροχής και άλλων μορφών κατακρημνίσεων.

## 12. ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

Η υδρογεωλογική λεκάνη του κώνου του Τιταρήσιου οριοθετείται στα ΝΑ από τον ποταμό Πηνειό και στα ΒΔ από τα ανθρακικά πετρώματα του καρστικού υδροφορέα Τυρνάβου – Δαμασίου- Κουτσόχερου και σε μικρό τμήμα από τους υποκείμενους αυτών γνευσίους της Πελαγονικής ζώνης.

Στην ευρύτερη περιοχή του κώνου Τιταρήσιου αναπτύσσονται δύο τύποι υδροφόρων οριζόντων ο ελεύθερος υδροφόρος ορίζοντας, στο βορειοδυτικό τμήμα αυτού, που στα ανατολικά και νότια μεταπίπτει σε υπό πίεση ή μερικώς υπό πίεση.

Στη δεύτερη δηλαδή αυτή περίπτωση οι αδρομερείς περατές αποθέσεις του Τιταρήσιου βυθίζονται κάτω από πλέον λεπτομερείς (άργιλοι, άμμοι, ιλύες) και δημιουργούνται έτσι συνθήκες ανάπτυξης υπόγειας υδροφορίας υπό πίεση.

Η τροφοδοσία των υπογείων υδροφοριών της ευρύτερης περιοχής Τυρνάβου γίνεται κατά κύριο λόγο από τις διηθήσεις των νερών του Τιταρήσιου. Η επιφανειακή απορροή του ποταμού αυτού, από το ύψος του Δαμασίου πριν την πεδιάδα μειώνεται προοδευτικά λόγω διηθήσεων τροφοδοτώντας έτσι τόσο την υδροφορία που αναπτύσσεται στα περιβάλλοντα την περιοχή μάρμαρα όσο και αυτές του κώνου των αποθέσεων του. Η ποσότητα των νερών του Τιταρήσιου που διηθείται και τροφοδοτεί τους υπόγειους αλλουβιακούς υδροφορείς δεν μπορεί να υπολογισθεί με βάση τα υπάρχοντα στοιχεία. Δευτερευόντως οι υπόγεια υδροφορία τροφοδοτείται από την κατείσδυση των νερών της βροχής που πέφτει απ' ευθείας στη ζώνη ανάπτυξης του κώνου.

Υπάρχει, τέλος, και δυνατότητα μεταγγίσης καρστικών νερών από τα δυτικά καρστικά κράσπεδα προς τους αλλουβιακούς υδροφορείς. Οι μεταγγίσεις αυτές λαμβάνουν χώρα κατά τα τελευταία χρόνια λόγω ισχυρής τοπικά ταπείνωσης της υδροφορίας των προσχώσεων.



Το υπόγειο σύστημα κατά τα τελευταία χρόνια βρίσκεται σε καθεστώς οριακής υπερεκμετάλλευσης. Η γενική πτώση στάθμης των υδροφόρων στρωμάτων του κώνου από το 1974 έως το 2006 ανέρχεται τοπικά σε 10-15 μέτρα.

Από τα δεδομένα της διασποράς της καφεΐνης η οποία βρέθηκε σε αφθονία μεν στα επιφανειακά νερά, λόγω ρύπανσης από αστικά απόβλητα, ανιχνεύθηκε όμως μόνο μία φορά σε υπόγεια νερά γεγονός που υποδηλώνει ότι δεν υπάρχει έντονη επικοινωνία μεταξύ επιφανειακών και υπόγειων νερών στο χώρο των σημείων δειγματοληψίας. Οι σχέσεις τροφοδοσίας μεταξύ επιφανειακών και υπογείων νερών παρουσιάζονται στην ανάλυση των υδρογεωλογικών συνθηκών της περιοχής.

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

| Α/Μ | ΥΨΟΜΕΤΡΟ (m) | 10ος 2010 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m) | 5ος 2011 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m) | 9ος - 10ος 2011 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m) | 5ος 2012 ΣΤΑΘΜΗ ΝΕΡΟΥ (m) | Χ (ΕΓΣΑ 87) | Υ (ΕΓΣΑ 87) | Καποδιστριακός Δήμος που εντάσσεται διοικητικά |
|-----|--------------|----------------------------|---------------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------|-------------|--|
| 243 | 75,00        | 18,33                      | 17,03                     | 18,11                            | 16,93                     | 357.051     | 4.401.475   | Δ. ΑΜΠΕΛΩΝΑ                                    |
| 244 | 92,00        | 16,42                      | 15,11                     | 16,32                            | 15,05                     | 353.493     | 4.403.883   | Δ. ΤΥΡΝΑΒΟΥ                                    |
| 245 | 86,00        | 15,67                      | 10,08                     | 14,12                            | 9,97                      | 353.495     | 4.398.470   | Δ. ΤΥΡΝΑΒΟΥ                                    |
| 246 | 88,00        | 23,36                      | 22,25                     | 23,12                            | 21,96                     | 350.845     | 4.397.043   | Δ. ΤΥΡΝΑΒΟΥ                                    |
| 247 | 140,00       | 2,48                       | 2,61                      | 2,73                             | 2,57                      | 337.150     | 4.401.133   | Δ. ΠΟΤΑΜΙΑΣ                                    |
| 248 | 307,00       | 57,99                      | 47,31                     | 56,06                            | 52,33                     | 338.657     | 4.405.024   | Δ. ΠΟΤΑΜΙΑΣ                                    |
| 249 | 192,00       | 13,30                      | 12,34                     | 13,11                            | 12,03                     | 333.272     | 4.411.627   | Δ. ΠΟΤΑΜΙΑΣ                                    |
| 250 | 63,00        | 4,33                       | 3,48                      | 4,12                             | 2,97                      | 360.134     | 4.404.410   | Δ. ΑΜΠΕΛΩΝΑ                                    |

### 13. ΠΗΓΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ

Στην λεκάνη απορροής του ποταμού Τιταρήσιου δεν διαπιστώθηκε η ύπαρξη σημαντικών σημειακών πηγών ρύπανσης επιφανειακών και υπόγειων νερών. Η παρουσία chloropropylate στην Σ.Θ.Δ. 2431 ενδεχομένως να προέρχεται από σημειακή πηγή απόρριψης κάποιας παλιάς συσκευασίας δεδομένου ότι το γεωργικό φάρμακο αυτό δεν έχει έγκριση κυκλοφορίας. Οι πηγές όλες είναι διάχυτες, με εξαίρεση τις εκβολές ρεμάτων που μεταφέρουν υγρά αστικά απόβλητα.

Ενδεχομένως η ατμοσφαιρική ρύπανση της περιοχής να συνιστά μία σημαντική διάχυτη πηγή ρύπανσης επιφανειακών και υπόγειων νερών.

Διφαινυλαμίνη βρέθηκε μόνο στα επιφανειακά νερά της λεκάνης του Τιταρήσιου και σε συγκεντρώσεις που δεν υπερβαίνουν το 0,1 ppb που σαφώς προέρχονται από λιπαντικά λάδια αυτοκινήτων και γεωργικών μηχανημάτων από διάσπαρτες μικρές σημειακές πηγές.

### 14. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

(α) Αποδεικνύεται από την μελέτη της υφιστάμενης κατάστασης στην λεκάνη του Τιταρήσιου 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 Τιταρήσιου η προκαλούμενη αναπόφευκτη ρύπανση των επιφανειακών νερών για μεν την περίοδο 2010-2011 δεν υπερέβη το όριο του 0,1 ppb και για το 2012 το 0,18 ppb.

## 15. ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

(α) Αποτελεσματικότερη διαχείριση αστικών αποβλήτων.

(β) Απαιτείται διερεύνηση της παρουσίας γεωργικών φαρμάκων στην ατμόσφαιρα και στο νερό των κατακρημνίσεων (βροχή και χιόνι).

(γ) Η κατασκευή μόνιμων 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.