

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ και ΤΡΟΦΙΜΩΝ**  
**ΓΕΝΙΚΗ Δ/ΝΣΗ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ**  
**Δ/ΝΣΗ ΕΓΓΕΙΩΝ ΒΕΛΤΙΩΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΔΑΦΟΪΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΕΓΓΕΙΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ & ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΕΔΑΦΟΪΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ**

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΤΗΣ ΧΗΜΙΚΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ)**  
**ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ (Ν. ΦΘΙΩΤΙΔΑΣ–**  
**ΦΩΚΙΔΑΣ– ΒΟΙΩΤΙΑΣ – ΕΥΡΥΤΑΝΙΑΣ ΚΑΙ ΕΥΒΟΙΑΣ)**

**ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΜΟΡΝΟΥ**

**ΑΝΑΔΟΧΟΣ ΕΝΩΣΗ:**



**Αθήνα, ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2020**

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ) ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ .....</b> | <b>3</b>  |
| 1.1 ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΛΕΚΑΝΗΣ.....  | 3         |
| 1.2 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΣΤΗΝ ΛΕΚΑΝΗ .....  | 6         |
| 1.3 ΔΙΚΤΥΟ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ - ΣΤΑΘΜΗΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΑΝΑ ΛΕΚΑΝΗ.....  | 7         |
| 1.4 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ .....  | 8         |
| 1.5 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΙΖΗΜΑΤΩΝ .....  | 26        |
| 1.6 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ .....  | 35        |
| 1.7 ΣΥΣΧΕΤΙΣΜΟΣ ΜΕ ΤΗΝ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΟΥ ΠΕΡΙΓΡΑΦΕΤΑΙ ΣΤΗΝ 1Η ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗ ΤΩΝ ΣΔΛΑΠ .....   | 36        |
| <b>2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ .....</b>   | <b>37</b> |
| 2.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΙΚΗΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΩΝ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ - ΙΖΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ .....   | 37        |
| 2.2 ΕΡΜΗΝΕΙΑ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ- ΑΙΤΙΕΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ .....  | 38        |
| 2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΣΥΝΕΠΕΙΩΝ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....  | 39        |
| 2.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗΣ ΤΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ.....  | 39        |
| 2.5 ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ- ΔΡΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ.....  | 39        |
| <b>3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ .....</b>                                      | <b>40</b> |
| 3.1 ΡΥΠΟΙ - ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΟΥΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ (CHEMICAL MARKERS).....   | 40        |
| 3.2 ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΑ – ΔΕΙΚΤΕΣ ΑΓΡΟΧΗΜΙΚΗΣ ΡΥΠΑΝΣΗΣ .....   | 41        |
| 3.3 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ – ΕΔΑΦΟΒΕΛΤΙΩΤΙΚΑ.....   | 42        |

# 1. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΑΡΔΕΥΤΙΚΩΝ ΥΔΑΤΩΝ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΩΝ) ΣΕ ΚΛΙΜΑΚΑ ΛΕΚΑΝΩΝ ΑΠΟΡΡΟΗΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΤΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

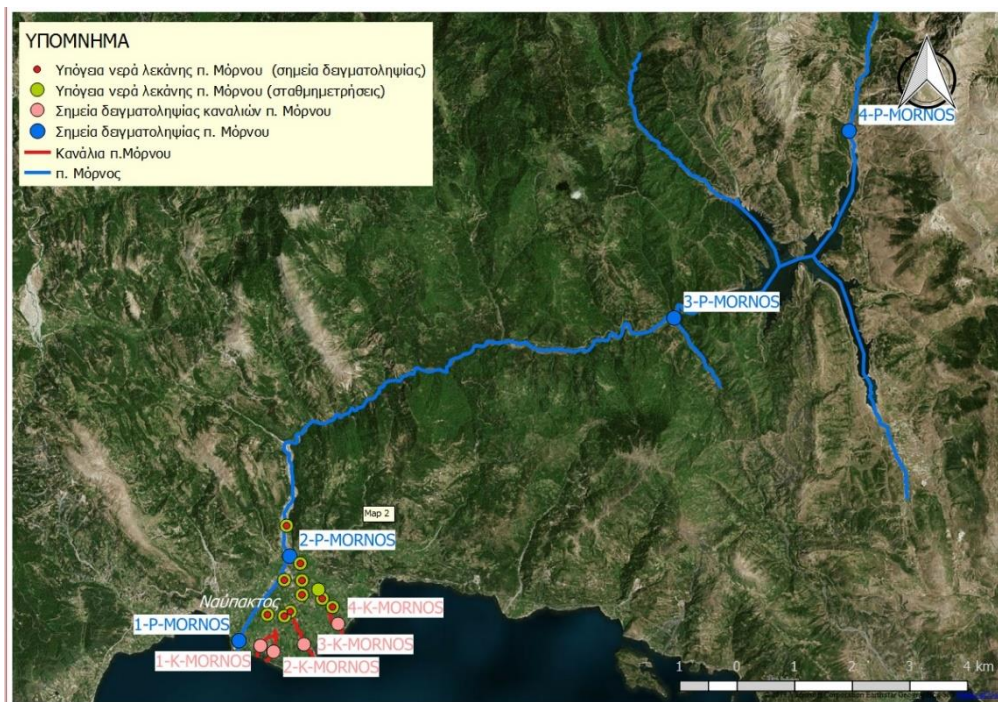
## 1.1 Γενική περιγραφή λεκάνης

Η ΛΕΚΑΝΗ ΠΟΤΑΜΟΥ ΜΟΡΝΟΥ αφορά στον Καλλικρατικό Δήμο Δωρίδος και τμήμα του Δήμου Ναυπακτίας.

Στη λεκάνη, με βάση τον διαχωρισμό που έγινε στην παραγρ.1.1 της παρούσας Τελικής Έκθεσης περιλαμβάνονται με βάση τους Πίνακες του Παρατήματος Ι του Τ.Τ.Δ τα ακόλουθα:

- ⇒ Επιφανειακά Ύδατα : ο ποταμός Μόρνος, η λίμνη Μόρνου και τα κανάλια του ποταμού Μόρνου
- ⇒ Υπόγεια Ύδατα : των εκβολών του π. Μόρνου.

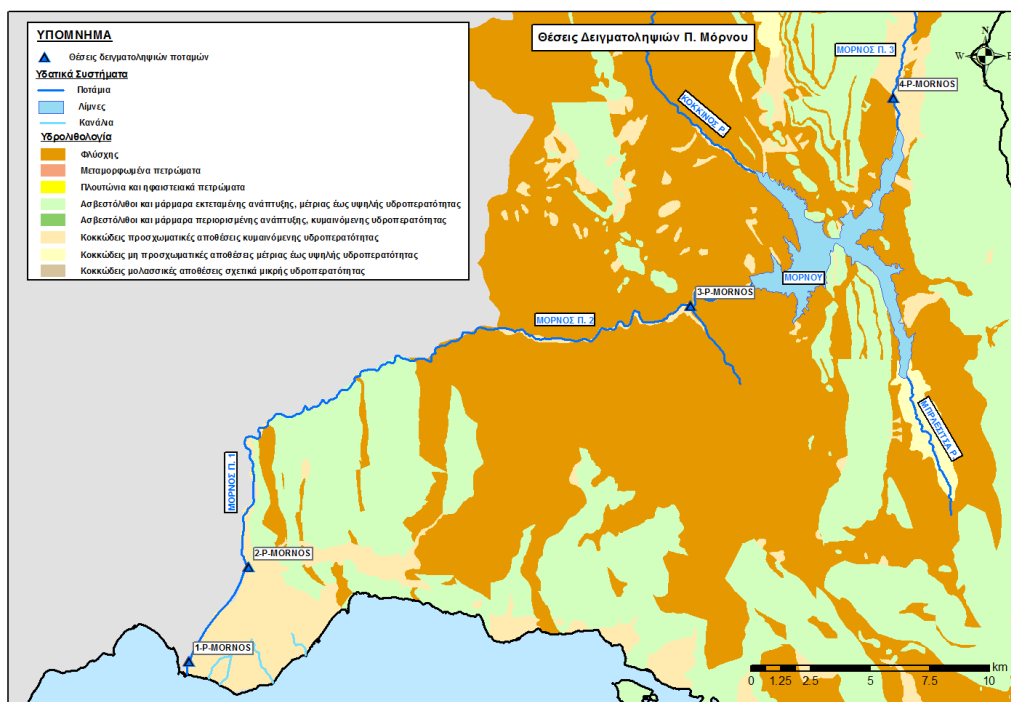
Οι θέσεις δειγματοληψίας και μία άποψη του φυσιογραφικού αναγλύφου της λεκάνης απορροής του ποταμού Μόρνου φαίνεται στην Εικόνα 1.1.



Εικόνα 1.1 Θέσεις δειγματοληψίας και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά π. Μόρνου

Ο π. Μόρνος συνολικού μήκους 67,97 km αποτελείται από τον Μόρνο π. 1 μήκους 24,80 km, από τον Μόρνο π. 2 μήκους 14,20 km, από τον Μόρνο π. 3 μήκους 20,71 km, από τον Μόρνο π. – Παραπόταμος Κερασόρρεμα μήκους 3,95 km και από τον Μόρνο π. – Παραπόταμος Μέγα ρ. μήκους 4,30 km. Από αυτά τα τμήματα ο Μόρνος π. 1, ο Μόρνος π. 2 και ο Μόρνος π. – Παραπόταμος Κερασόρρεμα βρίσκονται κατάντη της τεχνητής λίμνης Μόρνου, ενώ ο Μόρνος π. 3 και ο Μόρνος π. – Παραπόταμος Μέγα ρ. βρίσκονται ανάντη της λίμνης. Η λεκάνη απορροής του π. Μόρνου ανάντη της λίμνης είναι 230,36 km<sup>2</sup> και η συνολική έκταση της λεκάνης απορροής του π. Μόρνου είναι 974,21 km<sup>2</sup>. Σύμφωνα με τα ΣΔΛΑΠ η μέση ετήσια φυσική απορροή έχει εκτιμηθεί σε 782,00 εκ.μ<sup>3</sup>/έτος.

**Γεωλογικά η λεκάνη του ποταμού Μόρνου** συνίσταται από φλύσχη και ασβεστόλιθους και μάρμαρα μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας και κοκκώδεις προσχωματικές αποθέσεις μέτριας έως υψηλής υδροπερατότητας στις περιοχές που εκβάλλει. Στην Εικόνα 1.2 παρουσιάζονται τα υδρολιθολογικά χαρακτηριστικά της λεκάνης του Μόρνου .



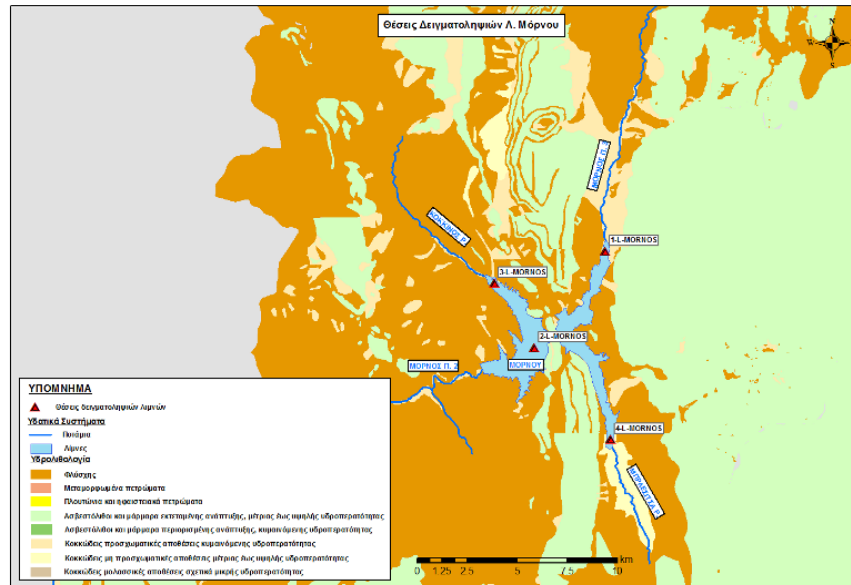
Εικόνα 1.2 Υδρολιθικός χάρτης λεκάνης π. Μόρνου

Η **Λίμνη του Μόρνου** είναι τεχνητή λίμνη που κατασκευάστηκε με σκοπό τη δημιουργία ταμιευτήρα για να καλυφθούν οι ανάγκες ύδρευσης της Αθήνας. Δημιουργήθηκε το 1979 με κατασκευή φράγματος στον ποταμό Μόρνο. Η συνολική επιφάνεια της λίμνης, που αντιστοιχεί στη μέση στάθμη της, είναι 14.80 km<sup>2</sup>. Είναι η ένατη μεγαλύτερη τεχνητή λίμνη της Ελλάδας. Σύμφωνα με τα ΣΔΛΑΠ η μέση ετήσια φυσική απορροή που καταλήγει στην λίμνη έχει εκτιμηθεί σε 483,16 εκ.μ<sup>3</sup>/έτος. Οι θέσεις δειγματοληψίας και τα φυσιογραφικά χαρακτηριστικά της περιοχής παρουσιάζονται στην Εικόνα 1.3.



Εικόνα 1.3 Θέσεις δειγματοληψίας και φυσιογραφικά χαρακτηριστικά λ. Μόρνου

Η **γεωλογία της περιοχής της λίμνης Μόρνου** χαρακτηρίζεται από την κυριαρχία φλύσχης και ασβεστόλιθων που, όπως αναφέρθηκε και στα προηγούμενα, έχουν κυμαινόμενη υδροπερατότητα, από υδατοστεγανότητα έως υψηλή περατότητα (βλ. Εικόνα 1.4).



Εικόνα 1.4 Υδρολιθικός χάρτης λεκάνης λ. Μόρνου

#### Κλιματικές συνθήκες:

Η λεκάνη ποταμού Μόρνου χαρακτηρίζεται στο παραθαλάσσιο τμήμα της από κλίμα κατηγορίας Csa, δηλαδή θαλάσσιο κλίμα με διακριτό ξηρό και πολύ θερμό θέρος. Μεγάλο τμήμα της λεκάνης ανήκει στην κατηγορία Csb (θαλάσσιο κλίμα με διακριτό ξηρό και θερμό θέρος). Τα ορεινά τμήματα εμφανίζουν κλίμα κατηγορίας Dsb (Ηπειρωτικό κλίμα με διακριτό ξηρό και θερμό θέρος) και Dsc (Ηπειρωτικό κλίμα με διακριτό ξηρό και δροσερό θέρος).

Επίσης το πεδινό τμήμα της λεκάνης ποταμού Μόρνου ανήκει στον στον ασθενή θερμο-μεσογειακό και τον έντονο μεσο-μεσογειακό βιοκλιματικό όροφο. Το ορεινό τμήμα της λεκάνης ανήκει στον ασθενή μεσο-μεσογειακό όροφο κυρίως, ενώ μικρή ορεινή έκταση της λεκάνης ανήκει στον υπο-μεσογειακό και τον υπο-αξηρικό ψυχρό με περίοδο υπόξηρη.

#### Γεωλογία-Υδρογεωλογία:

Η λεκάνη του Μόρνου αναφέρεται στο Ανατολικό ήμισυ της λεκάνης των εκβολών του ποταμού, όπου σχηματίζεται Δέλτα. Το Δέλτα των εκβολών του Μόρνου σχηματίζεται Ανατολικά της πόλης της Ναυπάκτου, κατάντη της Εθνικής Οδού Μεσολόγγι – Ναύπακτος – Ιτέα, σε περιοχή Σύγχρονων προσχωματικών αποθέσεων και Κώνων Κορημάτων.

Γεωλογικά η ορεινή ζώνη της λεκάνης σχηματίζεται από πετρώματα της Ζώνης Ωλονού – Πίνδου, που συνιστούν λεπιωμένα ιζήματα ασβεστολίθων, κερατολίθων και φλύσχη. Η λεκάνη σχηματίζεται από τις αποθέσεις του ποταμού, αμέσως μετά την έξοδο του από την ορεινή ζώνη, που γίνεται σε θέση εγκάρσιας προς την κατεύθυνση απορροής ρηγμάτωσης της μάζας του γεωλογικού υποβάθρου.

Η μελετούμενη στα πλαίσια της παρούσας λεκάνη, είναι η μισή πεδινή ζώνη του Δέλτα, Ανατολικά της ζώνης απορροής του ποταμού.

Στην λεκάνη αναπτύσσεται κοκκώδης υδροφορία, στη μάζα των προσχωματικών αποθέσεων, της μορφής φρέατιας υδροφορίας σε μικρό βάθος και επάλληλων υδροφορέων σε αδρομερείς ορίζοντες σε βάθος.



## 1.2 Συνοπτική παρουσίαση των γεωργικών καλλιεργειών στην λεκάνη

Με βάση τα στοιχεία του ΟΠΕΚΕΠΕ (2018) έχουν ομαδοποιηθεί και πινακοποιηθεί τα στοιχεία των αντίστοιχων καλλιεργειών στην λεκάνη του προγράμματος.

Πίνακας 1.1 Ομάδες καλλιεργειών στη λεκάνη ποταμού Μόρνου (πηγή: ΟΠΕΚΕΠΕ, 2018)

| ΕΙΔΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ                        | ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΕΜΒΑΔΟΝ (ha) | %            |
|---|-----------------------|--------------|
| ΣΙΤΑΡΙ                                    | 0.05                  | 0.4          |
| ΛΟΙΠΑ ΣΙΤΗΡΑ                              | 1.01                  | 7.7          |
| ΖΩΟΤΡΟΦΕΣ                                 | 4.76                  | 36.4         |
| ΟΣΠΡΙΟΕΙΔΗ                                | 0.01                  | 0.1          |
| ΕΛΑΙΩΝΕΣ ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΕΛΑΙΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ | 5.09                  | 38.9         |
| ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ                         | 0.11                  | 0.8          |
| ΛΟΙΠΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ - ΔΕΝΔΡΩΔΕΙΣ          | 0.04                  | 0.3          |
| ΛΟΙΠΟΙ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΟΙΝΟΥ       | 0.12                  | 0.9          |
| ΛΟΙΠΟΙ ΑΜΠΕΛΩΝΕΣ ΓΙΑ ΕΠΙΤΡΑΠΕΖΙΑ ΧΡΗΣΗ    | 0.00                  | 0.0          |
| ΒΑΜΒΑΚΙ                                   | 0.00                  | 0.0          |
| ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ ΠΟΤΙΣΤΙΚΟΣ                     | 0.04                  | 0.3          |
| ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ                                 | 0.15                  | 1.1          |
| ΡΥΖΙ                                      | 0.00                  | 0.0          |
| ΑΓΡΑΝΑΠΑΥΣΗ                               | 1.36                  | 10.4         |
| <b>ΣΥΝΟΛΟ</b>                             | <b>12.72</b>          | <b>97.22</b> |

### 1.3 Δίκτυο Δειγματοληψιών - Σταθμημετρήσεων ανά λεκάνη

Στους συνημμένους Πίνακες δίνονται ανά λεκάνη το δίκτυο δειγματοληψιών και Σταθμημετρήσεων κατά περίπτωση για επιφανειακά και υπόγεια ύδατα και ιζήματα:

#### 1.3.1 Επιφανειακά Υδατα

Πίνακας 1.2 Σημεία δειγματοληψιών επιφανειακών υδάτων στη λεκάνη ποταμού Μόρνου

| ΚΩΔΙΚΟΣ    | X      | Y       | Z   | Π_Ε              |
|------------|--------|---------|-----|------------------|
| 1-P-MORNOS | 312517 | 4249844 | -1  | Αιτωλοακαρνανίας |
| 2-P-MORNOS | 315030 | 4253811 | 24  | Φωκίδας          |
| 3-P-MORNOS | 333576 | 4264749 | 296 | Φωκίδας          |
| 4-P-MORNOS | 342078 | 4273468 | 439 | Φωκίδας          |
| 1-K-MORNOS | 313533 | 4249578 | -1  | Φωκίδας          |
| 2-K-MORNOS | 314152 | 4249281 | -1  | Φωκίδας          |
| 3-K-MORNOS | 315608 | 4249598 | 0   | Φωκίδας          |
| 4-K-MORNOS | 317255 | 4250538 | -1  | Φωκίδας          |
| 1-L-MORNOS | 342289 | 4271591 | 431 | Φωκίδας          |
| 2-L-MORNOS | 338756 | 4266769 | 431 | Φωκίδας          |
| 3-L-MORNOS | 336745 | 4269989 | 431 | Φωκίδας          |
| 4-L-MORNOS | 342547 | 4262182 | 431 | Φωκίδας          |

#### 1.3.2 Υπόγεια Υδατα

Πίνακας 1.3 Σημεία δειγματοληψιών υπογείων υδάτων στη λεκάνη ποταμού Μόρνου

| ΚΩΔΙΚΟΣ    | X      | Y       | Z  | ΕΙΔΟΣ    | ΧΡΗΣΗ   | Π_Ε     |
|------------|--------|---------|----|----------|---------|---------|
| 1-Y-FWK-1  | 314910 | 4255268 | 36 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 2-Y-FWK-1  | 314991 | 4251170 | 8  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 3-Y-FWK-1  | 316531 | 4251755 | 7  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 4-Y-FWK-1  | 314743 | 4252681 | 18 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 5-Y-FWK-1  | 315584 | 4252641 | 16 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 6-Y-FWK-1  | 315525 | 4253456 | 24 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 7-Y-FWK-1  | 315567 | 4251958 | 13 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 8-Y-FWK-1  | 314704 | 4250963 | 7  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 9-Y-FWK-1  | 313901 | 4251051 | 6  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 10-Y-FWK-1 | 317013 | 4251348 | 5  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |

Πίνακας 1.4 Σημεία σταθμημετρήσεων στη λεκάνη ποταμού Μόρνου

| ΚΩΔΙΚΟΣ    | X      | Y       | Z  | ΕΙΔΟΣ    | ΧΡΗΣΗ   | Π_Ε     |
|------------|--------|---------|----|----------|---------|---------|
| 1-Y-FWK-1  | 314910 | 4255268 | 36 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 2-Y-FWK-1  | 314991 | 4251170 | 8  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 3-Y-FWK-1  | 316531 | 4251755 | 7  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 4-Y-FWK-1  | 314743 | 4252681 | 18 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 5-Y-FWK-1  | 315584 | 4252641 | 16 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 6-Y-FWK-1  | 315525 | 4253456 | 24 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 7-Y-FWK-1  | 315567 | 4251958 | 13 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 8-Y-FWK-1  | 314704 | 4250963 | 7  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 9-Y-FWK-1  | 313901 | 4251051 | 6  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 10-Y-FWK-1 | 317013 | 4251348 | 5  | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |
| 12-Y-FWK-1 | 316353 | 4252190 | 10 | ΓΕΩΤΡΗΣΗ | ΑΡΔΕΥΣΗ | Φωκίδας |

## 1.4 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων Υδάτων

### 1.4.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες που μετρήθηκαν επί τόπου στο πεδίο

#### Υδατα π. Μόρνου

Οι τιμές των παραμέτρων που μετρήθηκαν επί τόπου στα ύδατα του π. Μόρνου φαίνονται στον Πίνακα 1.5, από τις οποίες προκύπτει ότι, εκτός από την ηλεκτρική αγωγιμότητα και τα ολικά διαλυτά στερεά που υπερβαίνουν κατά πολύ την κρίσιμη τιμή για άρδευση, καμία άλλη ιδιότητα δεν είχε τιμές μεγαλύτερες των επιθυμητών. Η αυξημένη ηλεκτρική αγωγιμότητα βρέθηκε μόνο σε μία, η οποία γειτνιάζει με τη θάλασσα. Τέτοιες τιμές καθιστούν τα ύδατα ακατάλληλα για άρδευση.

**Πίνακας 1.5 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση των μελετηθέντων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υδάτων του ποταμού Μόρνου**

| Παράμετρος  | Αριθμός Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπική απόκλιση |
|---|-------------------|---------------|--------------|-----------|----------------|-----------------|
| pH  | 42                | 7,61          | 8,49         | 7,99      | 7,96           | 0,23            |
| Θερμ., °C   | 42                | 7,00          | 24,60        | 17,32     | 18,45          | 4,30            |
| Διαλυτό οξυγόνο, mg/l                                   | 34                | 4,18          | 9,50         | 6,72      | 6,71           | 1,41            |
| Κορεσμός με οξυγόνο, %                                  | 34                | 46            | 102          | 70        | 68,30          | 13,13           |
| Δυναμ. Οξειδοαναγωγής, mV                               | 42                | 78            | 276          | 171       | 167            | 47              |
| Ολικά διαλυτά στερεά, mg/l                              | 42                | 157           | 6.541        | 586       | 240            | 1.273           |
| Βάθος, m  | 42                | 0,10          | 1,40         | 0,45      | 0,33           | 0,34            |
| Βάθος διαύγειας (Sescchi), m                            | 42                | 0,10          | 1,00         | 0,34      | 0,20           | 0,24            |
| Ηλ. Αγωγιμότητα, μS/cm                                  | 42                | 245           | 10.220       | 916       | 376            | 1.989           |
| Θολότητα, (Nephelometric Turbidity Units, NTU)          | 42                | -             | 318          | 20        | 1,15           | 57,45           |
| Χλωροφύλλη, μg/l  | 42                | -             | 47           | 5,27      | 1,00           | 10,21           |
| Αιωρούμενα στερεά, mg/l                                 | 42                | 0,94          | 123          | 8,60      | 1,39           | 22,12           |
| Βιοχημικά Απαιτούμενο οξυγόνο, BOD, mgO <sub>2</sub> /l | 40                | 0,46          | 5,00         | 2,08      | 1,75           | 1,20            |
| Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, mgO <sub>2</sub> /l    | 35                | -             | 130          | 13,38     | 7,23           | 25,34           |



### Υδατα λίμνης Μόρνου

Όλες οι ιδιότητες αυτής της κατηγορίας (Πίνακας 1.6) έχουν τιμές εντός των επιθυμητών ορίων καθιστώντας τα ύδατα της λίμνης αυτής κατάλληλα τόσο για άρδευση όσο και για ύδρευση.

**Πίνακας 1.6 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση των τιμών των μελετηθέντων με επιτόπιες μετρήσεις φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υδάτων της λίμνης Μόρνου**

| Παράμετρος  | Αριθμός Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπική απόκλιση |
|---|-------------------|---------------|--------------|-----------|----------------|-----------------|
| pH  | 30                | 7,55          | 8,30         | 8,13      | 8,18           | 0,16            |
| Θερμ., °C   | 30                | 8,00          | 25,90        | 18,70     | 22,55          | 6,19            |
| Διαλυτό οξυγόνο, mg/l                                   | 30                | 5,09          | 9,94         | 7,41      | 7,66           | 1,19            |
| Κορεσμός με οξυγόνο, %                                  | 30                | 50            | 111          | 80        | 89             | 19              |
| Δυναμ. Οξειδοαναγωγής, mV                               | 30                | 42            | 209          | 128       | 133            | 53              |
| Ολικά διαλυτά στερεά, mg/l                              | 30                | 166           | 194          | 176       | 175            | 6,14            |
| Βάθος, m  | 30                | 4,00          | 105          | 35,11     | 23,50          | 29,59           |
| Βάθος διαύγειας (Sescchi), m                            | 30                | 1,50          | 12,00        | 5,96      | 5,00           | 3,19            |
| Ηλ. Αγωγιμότητα, μS/cm                                  | 30                | 260           | 303          | 274       | 273            | 9,60            |
| Θολότητα, (Nephelometric Turbidity Units, NTU)          | 30                | -             | 68,30        | 3,98      | 0,60           | 12,71           |
| Χλωροφύλλη, μg/l  | 30                | -             | 18,00        | 2,53      | -              | 4,75            |
| Αιωρούμενα στερεά, mg/l                                 | 30                | 0,94          | 27,24        | 2,47      | 1,18           | 4,89            |
| Βιοχημικά Απαιτούμενο οξυγόνο, BOD, mgO <sub>2</sub> /l | 30                | 0,10          | 5,86         | 1,96      | 1,64           | 1,36            |
| Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, mgO <sub>2</sub> /l    | 30                | -             | 35           | 12,32     | 9,02           | 11,04           |

### Υδατα καναλιών π. Μόρνου

Όλες οι ιδιότητες της κατηγορίας αυτής είχαν τιμές εντός των επιθυμητών ορίων πλην της EC (και των TDS) που σε ορισμένες θέσεις υπερέβησαν κατά πολύ τα επιθυμητά όρια (βλ. Πίνακας 1.7). Σημειώνεται επίσης ότι σε κάποιες θέσεις (τα ύδατα είχαν σημαντικό ευτροφισμό).

**Πίνακας 1.7 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση των τιμών των μελετηθέντων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υδάτων των καναλιών της κοιλάδας Μόρνου που μετρήθηκαν επί τόπου**

| Παράμετρος  | Αριθμός Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπική απόκλιση |
|---|-------------------|---------------|--------------|-----------|----------------|-----------------|
| pH  | 72                | 7,39          | 8,48         | 7,82      | 7,78           | 0,23            |
| Θερμ., °C   | 72                | 10,10         | 26,40        | 18,15     | 18,45          | 3,02            |
| Διαλυτό οξυγόνο, mg/l                                   | 64                | 3,68          | 8,37         | 5,70      | 5,82           | 1,24            |
| Κορεσμός με οξυγόνο, %                                  | 64                | 42            | 95           | 61        | 59             | 14,21           |
| Δυναμ. Οξειδοαναγωγής, mV                               | 72                | 53            | 257          | 165       | 162,00         | 46,54           |
| Ολικά διαλυτά στερεά, mg/l                              | 72                | 193           | 7.763        | 464       | 302            | 920             |
| Βάθος, m  | 72                | 0,10          | 1,30         | 0,56      | 0,50           | 0,32            |
| Ηλ. Αγωγιμότητα, μS/cm                                  | 72                | 301           | 12.130       | 725       | 472            | 1.438           |
| Θολότητα, (Nephelometric Turbidity Units, NTU)          | 72                | -             | 158          | 11,80     | 1,00           | 31,73           |
| Χλωροφύλλη, μg/l  | 72                | -             | 60           | 7,76      | 1,00           | 14,23           |
| Αιωρούμενα στερεά, mg/l                                 | 72                | 0,94          | 61,77        | 5,49      | 1,33           | 12,22           |
| Βιοχημικά Απαιτούμενο οξυγόνο, BOD, mgO <sub>2</sub> /l | 70                | 0,10          | 4,83         | 1,82      | 1,72           | 1,15            |
| Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, mgO <sub>2</sub> /l    | 68                | -             | 70           | 10,15     | 7,27           | 14,38           |

### Υπόγεια ύδατα εκβολών Μόρνου

Στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης των εκβολών Μόρνου καμία ιδιότητα αυτής της κατηγορίας δεν παρουσίασε αξιόλογη υπέρβαση ως προς τις επιθυμητές τιμές (βλ. Πίνακας 1.8) και επομένως τα ύδατα αυτά ως προς τις συγκεκριμένες ιδιότητες είναι κατάλληλα και για ύδρευση και για άρδευση.

**Πίνακας 1.8 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση των τιμών ορισμένων φυσικοχημικών χαρακτηριστικών των υπογείων υδάτων λεκάνης Μόρνου**

| Παράμετρος  | Αριθμός Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπική απόκλιση |
|---|-------------------|---------------|--------------|-----------|----------------|-----------------|
| pH  | 56                | 7,04          | 7,72         | 7,45      | 7,46           | 0,17            |
| Θερμ., °C   | 56                | 12,80         | 20,20        | 16,81     | 16,80          | 1,93            |
| Διαλυτό οξυγόνο, mg/l                                   | 56                | 1,83          | 8,36         | 5,92      | 5,77           | 1,35            |
| Κορεσμός με οξυγόνο, %                                  | 60                | -             | 90,60        | 58,80     | 59,40          | 21,54           |
| Δυναμ. Οξειδοαναγωγής, mV                               | 56                | -96,00        | 248          | 158       | 162            | 60,30           |
| Ολικά διαλυτά στερεά, mg/l                              | 56                | 242           | 526          | 341       | 335            | 72,36           |
| Ηλ. Αγωγιμότητα, μS/cm                                  | 56                | 378           | 822          | 533       | 523            | 113             |
| Θολότητα, (Nephelometric Turbidity Units, NTU)          | 56                | -             | 13,00        | 1,79      | -              | 3,18            |
| Χλωροφύλλη, mg/l  | 56                | -             | 55           | 6,28      | 1,00           | 13,57           |
| Αιωρούμενα στερεά, mg/l                                 | 56                | 0,94          | 5,95         | 1,63      | 0,94           | 1,22            |
| Βιοχημικά Απαιτούμενο οξυγόνο, BOD, mgO <sub>2</sub> /l | 56                | 0,11          | 9,66         | 1,94      | 1,40           | 1,71            |
| Χημικά απαιτούμενο οξυγόνο, COD, mgO <sub>2</sub> /l    | 47                | 1,28          | 15,29        | 5,73      | 5,59           | 2,54            |

## 1.4.2 Φυσικοχημικές Ιδιότητες (ιόντα) που μετρήθηκαν στο εργαστήριο (πλην Βαρέων Μετάλλων)

### Υδατα π. Μόρνου

Οι τιμές των παραμέτρων αυτής της κατηγορίας παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.9, από τα δεδομένα του οποίου φαίνεται ότι σε καμία περίπτωση δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση των επιθυμητών ορίων, με αποτέλεσμα η ποιότητα των υδάτων αυτών να είναι κατάλληλη τόσο για άρδευση όσο και για ύδρευση.

**Πίνακας 1.9 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Μόρνου**

| Ιδιότητα                                | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|---|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Ολική Σκληρ., mg/l CaCO <sub>3</sub>    | 56            | 18,03         | 36,77        | 22,88     | 21,79          | 3,39          |
| Παροδική Σκληρ., mg/l CaCO <sub>3</sub> | 56            | 15,00         | 34,50        | 19,75     | 18,50          | 3,31          |
| Μόνιμη Σκληρ., mg/l CaCO <sub>3</sub>   | 56            | 0,33          | 12,82        | 3,13      | 2,47           | 2,44          |
| Αλκαλικότητα, mg/l CaCO <sub>3</sub>    | 56            | 150           | 345          | 198       | 185            | 33            |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , mg/l    | 56            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l    | 56            | 183           | 421          | 241       | 226            | 40            |
| BO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 56            | 0,00          | 1,82         | 0,41      | 0,29           | 0,46          |
| F <sup>-</sup> , mg/l                   | 56            | 0,16          | 2,14         | 0,41      | 0,33           | 0,30          |
| Cl <sup>-</sup> , mg/l                  | 56            | 5,09          | 136          | 37,71     | 12,60          | 38,97         |
| Br <sup>-</sup> , mg/l                  | 56            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 56            | 0,00          | 0,24         | 0,03      | 0,00           | 0,06          |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 56            | 0,06          | 6,87         | 1,69      | 1,03           | 1,64          |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg/l    | 56            | 0,00          | 0,07         | 0,00      | 0,00           | 0,01          |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l    | 56            | 2,28          | 39,00        | 14,73     | 14,89          | 4,38          |
| Ca <sup>+2</sup> , mg/l                 | 56            | 39            | 94           | 69        | 69             | 13            |
| Mg <sup>+2</sup> , mg/l                 | 56            | 7,34          | 32,27        | 13,90     | 11,16          | 6,25          |
| Li <sup>+</sup> , mg/l                  | 56            | 0,00          | 0,02         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| Na <sup>+</sup> , mg/l                  | 56            | 6,59          | 62,12        | 22,31     | 16,17          | 15,82         |
| K <sup>+</sup> , mg/l                   | 56            | 0,76          | 2,64         | 1,29      | 1,23           | 0,37          |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/l     | 56            | 0,02          | 0,81         | 0,23      | 0,18           | 0,16          |
| Δείκτης SAR                             | 56            | 0,21          | 1,74         | 0,64      | 0,43           | 0,46          |

### Υδατα λίμνης Μόρνου

Παρόμοια με τον π. Μόρνο και στη λίμνη Μόρνου όλες οι παράμετροί αυτής της κατηγορίας έχουν τιμές εντός των επιθυμητών ορίων (βλ. Πίνακας 1.10) που τα καθιστούν κατάλληλα και για άρδευση και για ύδρευση.

**Πίνακας 1.10** Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα ύδατα της Λίμνης Μόρνου

|   | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|---|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Ολική Σκληρ.,mg/l CaCO <sub>3</sub>     | 30            | 10,35         | 16,64        | 13,06     | 13,09          | 1,10          |
| Παροδική Σκληρ., mg/l CaCO <sub>3</sub> | 30            | 10,00         | 14,00        | 11,66     | 11,50          | 0,89          |
| Μόνιμη Σκληρ., mg/l CaCO <sub>3</sub>   | 30            | 0,35          | 2,81         | 1,40      | 1,40           | 0,64          |
| Αλκαλικότητα, mg/l CaCO <sub>3</sub>    | 30            | 100,00        | 140,00       | 116,52    | 115,00         | 8,91          |
| CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> , mg/l    | 30            | -             | 6,00         | 0,80      | -              | 2,07          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l    | 30            | 122           | 171          | 142       | 140            | 11            |
| BO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 30            | 0,00          | 0,97         | 0,38      | 0,32           | 0,28          |
| F <sup>-</sup> , mg/l                   | 30            | 0,19          | 1,23         | 0,43      | 0,41           | 0,19          |
| Cl <sup>-</sup> , mg/l                  | 30            | 3,48          | 15,78        | 6,37      | 5,94           | 2,52          |
| Br <sup>-</sup> , mg/l                  | 30            | -             | -            | -         | -              | -             |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 30            | -             | -            | -         | -              | -             |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 30            | 0,01          | 0,21         | 0,08      | 0,06           | 0,05          |
| PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup> , mg/l    | 30            | -             | 0,06         | 0,00      | -              | 0,01          |
| SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> , mg/l    | 30            | 11,00         | 29,34        | 13,80     | 13,13          | 3,25          |
| Ca <sup>+2</sup> , mg/l                 | 30            | 33            | 55           | 41        | 41             | 4,16          |
| Mg <sup>+2</sup> , mg/l                 | 30            | 5,35          | 8,57         | 6,68      | 6,48           | 0,80          |
| Li <sup>+</sup> , mg/l                  | 30            | -             | 0,07         | 0,01      | 0,01           | 0,02          |
| Na <sup>+</sup> , mg/l                  | 30            | 5,16          | 9,20         | 6,72      | 6,45           | 0,95          |
| K <sup>+</sup> , mg/l                   | 30            | 0,84          | 1,48         | 1,02      | 0,97           | 0,17          |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/l     | 30            | -             | 0,55         | 0,10      | 0,01           | 0,15          |
| Δείκτης SAR                             | 30            | ,203          | ,393         | 0,26      | 0,24           | 0,04          |

### Υδατα καναλιών π. Μόρνου

Από τα δεδομένα του Πίνακα 1.11, στον οποίο παρουσιάζονται οι τιμές των παραμέτρων της κατηγορίας αυτής, φαίνεται ότι υπερβάσεις από τις κρίσιμες τιμές παρουσιάστηκαν στην ηλεκτρική αγωγιμότητα, στις συγκεντρώσεις φθορίου (μόνο σε μία θέση), χλωρίου και νατρίου και στην τιμή SAR

**Πίνακας 1.11 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα ύδατα των καναλιών της λεκάνης Μόρνου**

| Ιδιότητα  | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|---|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| pH  | 72            | 7,39          | 8,48         | 7,82      | 7,78           | 0,23          |
| Ηλ. Αγωγιμ., $\mu\text{S}/\text{cm}$                  | 72            | 4,29          | 12.130       | 719       | 472            | 1.440         |
| Ολική Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$    | 72            | 13,52         | 444          | 34,26     | 22,75          | 59,03         |
| Παροδική Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$ | 72            | 12,00         | 47,00        | 20,84     | 19,88          | 4,50          |
| Μόνιμη Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$   | 72            | 0,10          | 425          | 13,41     | 2,65           | 58,76         |
| Αλκαλικότητα, $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$    | 72            | 120           | 470          | 208       | 199            | 45            |
| $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 72            | -             | 72,00        | 3,25      | -              | 13,66         |
| $\text{HCO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 72            | 146           | 573          | 254       | 242            | 55            |
| $\text{BO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 72            | 0,00          | 28,00        | 0,83      | 0,40           | 3,2           |
| F <sup>-</sup> , $\text{mg}/\text{l}$                 | 72            | 0,14          | 4,34         | 0,36      | 0,28           | 0,49          |
| Cl <sup>-</sup> , $\text{mg}/\text{l}$                | 72            | 7,20          | 11.936       | 345       | 13,63          | 1.718         |
| Br <sup>-</sup> , $\text{mg}/\text{l}$                | 72            | -             | -            | -         | -              | -             |
| $\text{NO}_2^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 72            | -             | 0,19         | 0,00      | -              | 0,03          |
| $\text{NO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 72            | -             | 3,34         | 0,81      | 0,78           | 0,64          |
| $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 72            | -             | 6,32         | 0,24      | -              | 1,11          |
| $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 72            | 5,81          | 732          | 41        | 16             | 118           |
| Ca <sup>2+</sup> , $\text{mg}/\text{l}$               | 72            | 39            | 368          | 82,55     | 74,39          | 42,23         |
| Mg <sup>2+</sup> , $\text{mg}/\text{l}$               | 72            | 3,39          | 855          | 33        | 11             | 119           |
| Li <sup>+</sup> , $\text{mg}/\text{l}$                | 72            | -             | 0,24         | 0,01      | -              | 0,03          |
| Na <sup>+</sup> , $\text{mg}/\text{l}$                | 72            | 0,89          | 5.377        | 175       | 12,50          | 818           |
| K <sup>+</sup> , $\text{mg}/\text{l}$                 | 72            | 0,24          | 70,40        | 2,72      | 1,17           | 9,47          |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , $\text{mg}/\text{l}$   | 72            | -             | 0,94         | 0,11      | 0,03           | 0,17          |
| Δείκτης SAR   | 72            | 0,02          | 35,12        | 1,77      | 0,36           | 6,69          |



### Υπόγεια ύδατα λεκάνης π. Μόρνου

Όλες οι ιδιότητες της κατηγορίας αυτής βρέθηκαν να έχουν τιμές εντός των επιθυμητών ορίων (βλ. Πίνακας 1.12) με αποτέλεσμα η ποιότητα των υδάτων ως προς τις παραμέτρους αυτές τόσο για άρδευση όσο και για ύδρευση να είναι πολύ καλή.

**Πίνακας 1.12 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Μόρνου**

| Ιδιότητα                                | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|---|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Ολική Σκληρ., mg/l CaCO <sub>3</sub>    | 56            | 18,03         | 36,77        | 22,88     | 21,79          | 3,39          |
| Παροδική Σκληρ., mg/l CaCO <sub>3</sub> | 56            | 15,00         | 34,50        | 19,75     | 18,50          | 3,31          |
| Μόνιμη Σκληρ., mg/l CaCO <sub>3</sub>   | 56            | 0,33          | 12,82        | 3,13      | 2,47           | 2,44          |
| Αλκαλικότητα, mg/l CaCO <sub>3</sub>    | 56            | 150           | 345          | 198       | 185            | 33            |
| CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> , mg/l    | 56            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l    | 56            | 183           | 421          | 241       | 226            | 40            |
| BO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 56            | 0,00          | 1,82         | 0,41      | 0,29           | 0,46          |
| F <sup>-</sup> , mg/l                   | 56            | 0,16          | 2,14         | 0,41      | 0,33           | 0,30          |
| Cl <sup>-</sup> , mg/l                  | 56            | 5,09          | 136          | 37,71     | 12,60          | 38,97         |
| Br <sup>-</sup> , mg/l                  | 56            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 56            | 0,00          | 0,24         | 0,03      | 0,00           | 0,06          |
| NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , mg/l     | 56            | 0,06          | 6,87         | 1,69      | 1,03           | 1,64          |
| PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , mg/l    | 56            | 0,00          | 0,07         | 0,00      | 0,00           | 0,01          |
| SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , mg/l    | 56            | 2,28          | 39           | 14,73     | 14,89          | 4,38          |
| Ca <sup>2+</sup> , mg/l                 | 56            | 39            | 94           | 69        | 69             | 13            |
| Mg <sup>2+</sup> , mg/l                 | 56            | 7,34          | 32,27        | 13,90     | 11,16          | 6,25          |
| Li <sup>+</sup> , mg/l                  | 56            | 0,00          | 0,02         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| Na <sup>+</sup> , mg/l                  | 56            | 6,59          | 62,12        | 22,31     | 16,17          | 15,82         |
| K <sup>+</sup> , mg/l                   | 56            | 0,76          | 2,64         | 1,29      | 1,23           | 0,37          |
| NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , mg/l     | 56            | 0,02          | 0,81         | 0,23      | 0,18           | 0,16          |
| Δείκτης SAR                             | 56            | 0,21          | 1,74         | 0,64      | 0,43           | 0,46          |

### 1.4.3 Βαρέα Μέταλλα (ΒΜ)

#### Υδατα ποταμού Μόρνου

Στον Πίνακα 1.13 παρουσιάζονται οι τιμές των συγκεντρώσεων των ΒΜ και του Ρ στα ύδατα του π. Μόρνου. Από τα δεδομένα αυτού και τους αναλυτικούς πίνακες (παράρτημα), προκύπτει ότι σε, στην οποία η συγκέντρωση του Νι (57,96 μgNi/l) ήταν κατά πολύ μεγαλύτερη της επιτρεπτής τιμής (20 μgNi/l), η οποία λόγω του ότι δεν επαναλήφθηκε δεν αξιολογείται ως σημαντική.

**Πίνακας 1.13 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων και του ολικού φωσφόρου στα ύδατα του ποταμού Μόρνου**

| Στοιχείο                                   | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|--|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Χαλκός (Cu), μg/l                          | 42            | 0,48          | 32,67        | 8,74      | 3,25           | 12,13         |
| Μαγγάνιο (Mn), μg/l                        | 42            | 0,23          | 61,39        | 11,60     | 3,47           | 17,02         |
| Ψευδάργυρος (Zn), μg/l                     | 42            | 0,00          | 33,38        | 5,69      | 3,68           | 8,20          |
| Κασσίτερος (Sn), μg/l                      | 42            | 0,00          | 0,30         | 0,10      | 0,10           | 0,11          |
| Αρσενικό (As), μg/l                        | 42            | 0,00          | 8,80         | 0,47      | 0,19           | 1,79          |
| Κάδμιο (Cd), μg/l                          | 42            | 0,00          | 0,15         | 0,01      | 0,01           | 0,04          |
| Μόλυβδος (Pb), μg/l                        | 42            | 0,01          | 3,92         | 0,75      | 0,54           | 0,92          |
| Νικέλιο (Ni), μg/l                         | 42            | 0,00          | 57,96        | 2,33      | 0,34           | 1,33          |
| Υδράργυρος (Hg), μg/l                      | 42            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| Χρώμιο ολικό (Cr), μg/l                    | 42            | 0,00          | 5,70         | 0,83      | 0,53           | 1,05          |
| Χρώμιο τρισθενές (Cr <sup>3+</sup> ), μg/l | 42            | 0,00          | 5,70         | 0,83      | 0,53           | 1,05          |
| Χρώμιο εξασθενές (Cr <sup>6+</sup> ), μg/l | 42            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| Κοβάλτιο (Co), μg/l                        | 42            | 0,00          | 1,73         | 0,10      | 0,02           | 0,28          |
| Αργίλιο (Al), μg/l                         | 42            | 0,00          | 655          | 74,85     | 26,00          | 129           |
| Σελήνιο (Se), μg/l                         | 42            | 0,10          | 0,50         | 0,21      | 0,20           | 0,10          |
| Σίδηρος (Fe), μg/l                         | 42            | 0,78          | 448          | 53        | 28,96          | 79,47         |
| Φωσφόρος (P), mg/l                         | 42            | 0,00          | 0,27         | 0,02      | 0,00           | 0,05          |

### Υδατα Λίμνης Μόρνου

Στα ύδατα της λίμνης Μόρνου, τα δεδομένα της οποίας παρουσιάζονται στον Πίνακας 1.14, κανένα από τα ΒΜ που μετρήθηκαν δεν προσέγγισε τις ανώτερες επιτρεπτές τιμές και επομένως η ποιότητα των υδάτων αυτών κρίνεται **πολύ καλή τόσο για άρδευση όσο και για ύδρευση**.

**Πίνακας 1.14** Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων και του ολικού φωσφόρου στα ύδατα της λίμνης Μόρνου

| Στοιχείο                                   | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|--|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Χαλκός (Cu), μg/l                          | 30            | 0,45          | 52,96        | 10,50     | 7,77           | 12,86         |
| Μαγγάνιο (Mn), μg/l                        | 30            | 0,00          | 14,00        | 2,59      | 0,95           | 3,51          |
| Ψευδάργυρος (Zn), μg/l                     | 30            | 0,82          | 44,00        | 8,47      | 6,15           | 8,72          |
| Κασσίτερος (Sn), μg/l                      | 30            | 0,00          | 1,00         | 0,18      | 0,10           | 0,23          |
| Αρσενικό (As), μg/l                        | 30            | 0,00          | 1,00         | 0,30      | 0,32           | 0,23          |
| Κάδμιο (Cd), μg/l                          | 30            | 0,00          | 0,05         | 0,01      | 0,00           | 0,01          |
| Μόλυβδος (Pb), μg/l                        | 30            | 0,00          | 1,02         | 0,33      | 0,02           | 0,39          |
| Νικέλιο (Ni), μg/l                         | 30            | 0,00          | 5,53         | 0,96      | 0,56           | 1,19          |
| Υδράργυρος (Hg), μg/l                      | 30            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| Χρώμιο ολικό (Cr), μg/l                    | 30            | 0,00          | 1,00         | 0,17      | 0,08           | 0,22          |
| Χρώμιο τρισθενές (Cr <sup>3+</sup> ), μg/l | 30            | 0,00          | 1,00         | 0,17      | 0,08           | 0,22          |
| Χρώμιο εξασθενές (Cr <sup>6+</sup> ), μg/l | 25            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| Κοβάλτιο (Co), μg/l                        | 30            | 0,00          | 0,34         | 0,07      | 0,00           | 0,10          |
| Αργίλιο (Al), μg/l                         | 30            | 4,29          | 61,00        | 20,85     | 18,33          | 15,19         |
| Σελήνιο (Se), μg/l                         | 30            | 0,00          | 0,30         | 0,21      | 0,20           | 0,10          |
| Σίδηρος (Fe), μg/l                         | 30            | 0,92          | 158          | 21,11     | 6,36           | 34,70         |
| Φωσφόρος ολικός (P), mg/l                  | 30            | 0,00          | 0,67         | 0,06      | 0,01           | 0,14          |

### Υδατα καναλιών λεκάνης Μόρνου

Οι τιμές των ΒΜ στα ύδατα των καναλιών της λεκάνης Μόρνου παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.15, από τα δεδομένα του οποίου και τους αναλυτικούς πίνακες προκύπτει ότι μόνο σε μία δειγματοληψία η συγκέντρωση του As υπερέβη τις επιτρεπτές τιμές και επειδή δεν επαναλήφθηκε δεν αξιολογείται.

**Πίνακας 1.15** Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων και του ολικού φωσφόρου στα ύδατα των καναλιών της κοιλάδας Μόρνου

| Στοιχείο                                   | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|--|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Χαλκός (Cu), µg/l                          | 72            | 0,00          | 135          | 12,42     | 4,24           | 22,03         |
| Μαγγάνιο (Mn), µg/l                        | 72            | 0,02          | 95           | 10,42     | 3,50           | 17,44         |
| Ψευδάργυρος (Zn), µg/l                     | 72            | 0,00          | 97           | 12,56     | 6,37           | 15,54         |
| Κασσίτερος (Sn), µg/l                      | 72            | 0,00          | 0,30         | 0,11      | 0,10           | 0,07          |
| Αρσενικό (As), µg/l                        | 72            | 0,00          | 20           | 0,70      | 0,35           | 2,36          |
| Κάδμιο (Cd), µg/l                          | 72            | 0,00          | 0,18         | 0,03      | 0,02           | 0,03          |
| Μόλυβδος (Pb), µg/l                        | 72            | 0,00          | 6,87         | 1,00      | 0,61           | 1,20          |
| Νικέλιο (Ni), µg/l                         | 72            | 0,00          | 19,90        | 1,00      | 0,43           | 2,47          |
| Υδράργυρος (Hg), µg/l                      | 72            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| Χρώμιο ολικό (Cr), µg/l                    | 72            | 0,00          | 10,52        | 1,02      | 0,57           | 1,56          |
| Χρώμιο τρισθενές (Cr <sup>3+</sup> ), µg/l | 72            | 0,00          | 10,52        | 0,99      | 0,56           | 1,53          |
| Χρώμιο εξασθενές (Cr <sup>6+</sup> ), µg/l | 72            | 0,00          | 1,80         | 0,02      | 0,00           | 0,21          |
| Κοβάλτιο (Co), µg/l                        | 72            | 0,00          | 0,50         | 0,06      | 0,01           | 0,10          |
| Αργίλιο (Al), µg/l                         | 72            | 0,00          | 460          | 52        | 6,19           | 97            |
| Σελήνιο (Se), µg/l                         | 72            | 0,00          | 0,60         | 0,15      | 0,10           | 0,15          |
| Σίδηρος (Fe), µg/l                         | 72            | 0,00          | 308          | 63,70     | 41,89          | 72,88         |
| Φωσφόρος ολικός (P), mg/l                  | 69            | 0,00          | 1,26         | 0,08      | 0,01           | 0,22          |

### Υπόγεια ύδατα εκβολών Μόρνου

Όλα τα ΒΜ που μετρήθηκαν στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης των εκβολών του Μόρνου βρέθηκαν να έχουν συγκεντρώσεις πολύ χαμηλότερες των επιτρεπτών ορίων, με αποτέλεσμα η ποιότητά τους να χαρακτηρίζεται χωρίς κανένα περιορισμό για άρδευση και ύδρευση ως προς τις ιδιότητες αυτές (Πίνακας 1.16).

Πίνακας 1.16 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων, του ολικού φωσφόρου και βορίου στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης εκβολών Μόρνου

| Στοιχείο                                   | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|--|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Χαλκός (Cu), µg/l                          | 56            | 0,01          | 29,68        | 9,03      | 4,75           | 9,00          |
| Μαγγάνιο (Mn), µg/l                        | 56            | 0,00          | 158          | 9,38      | 2,09           | 24,24         |
| Ψευδάργυρος (Zn), µg/l                     | 56            | 0,38          | 46           | 10,19     | 7,01           | 9,33          |
| Κασσίτερος (Sn), µg/l                      | 56            | 0,00          | 0,20         | 0,11      | 0,10           | 0,06          |
| Αρσενικό (As), µg/l                        | 56            | 0,00          | 1,23         | 0,30      | 0,20           | 0,31          |
| Κάδμιο (Cd), µg/l                          | 56            | 0,00          | 0,07         | 0,01      | 0,00           | 0,02          |
| Μόλυβδος (Pb), µg/l                        | 56            | 0,00          | 1,27         | 0,32      | 0,20           | 0,36          |
| Νικέλιο (Ni), µg/l                         | 56            | 0,00          | 7,39         | 0,53      | 0,28           | 1,06          |
| Χρώμιο ολικό (Cr), µg/l                    | 56            | 0,00          | 6,01         | 1,32      | 1,09           | 1,15          |
| Χρώμιο τρισθενές (Cr <sup>3+</sup> ), µg/l | 56            | 0,00          | 6,01         | 1,32      | 1,09           | 1,15          |
| Χρώμιο εξασθενές (Cr <sup>6+</sup> ), µg/l | 56            | 0,00          | 0,00         | 0,00      | 0,00           | 0,00          |
| Κοβάλτιο (Co), µg/l                        | 56            | 0,00          | 0,23         | 0,05      | 0,02           | 0,06          |
| Αργίλιο (Al), µg/l                         | 56            | 0,00          | 190          | 38,25     | 27,61          | 47,07         |
| Σελήνιο (Se), µg/l                         | 56            | 0,00          | 1,10         | 0,56      | 0,50           | 0,25          |
| Σίδηρος (Fe), µg/l                         | 56            | 0,00          | 419          | 41,91     | 6,52           | 71,74         |
| Φωσφόρος ολικός (P), mg/l                  | 56            | 0,00          | 0,06         | 0,01      | 0,01           | 0,01          |

### Daphnia Magna

Σχεδόν σε όλα τα κανάλια της λεκάνης απορροής του ποταμού Μόρνου (4 κανάλια) παρατηρούμε χαμηλά ποσοστά αναστολής της ανάπτυξης του καρκινοειδούς Daphnia Magna. Συγκεκριμένα στα 95 από τα 134 δείγματα που εξετάστηκαν, μετρήθηκε μηδενική αναστολή στα δύο τεστ (των 24 ωρών και των 48 ωρών). Μοναδική εξαίρεση αποτελεί ένα δείγμα του καναλιού 2K με ολική αναστολή της ανάπτυξης και στα δύο τεστ, χωρίς να εμφανίζεται ξανά στο ίδιο σημείο δειγματοληψίας. Αιτία φαίνεται ότι είναι η αγωγιμότητα και επομένως η αλατότητα, δεδομένου ότι στο δείγμα αυτό η αγωγιμότητα και επομένως η συγκέντρωση αλάτων ήταν πολύ υψηλά, ενώ δεν βρέθηκε επιβάρυνση από φυτοφάρμακα και οι άλλες παράμετροι (περιεκτικότητα σε As και Cr<sub>tot</sub>) είχαν οριακά αυξημένες τιμές.

Στα υπόλοιπα δείγματα αναφορικά με το τεστ των 24 ωρών μία φορά (σε ποσοστό 25%) έχουμε υπέρβαση του ποσοστού αναστολής του 10%, ενώ στο τεστ των 48 ωρών ποσοστό του 10% υπερβαίνεται σε 5 μόνο δείγματα (15% δύο φορές, 20% δύο φορές και 25% μία φορά).

Συμπερασματικά το τεστ οικοτοξικότητας για τα κανάλια της συγκεκριμένης λεκάνης έδειξε **χαμηλή συνολική επιβάρυνση** (η περίπτωση του δείγματος που εμφανίζει ολική αναστολή θεωρείται μεμονωμένη).

#### 1.4.4 Υπολείμματα γεωργικών φραμάκων

##### Υδατα π.Μόρνου

Στα ύδατα του π. Μόρνου οι δραστικές ουσίες που έχουν εντοπιστεί είναι 23 (συμπεριλαμβανομένης της καφεΐνης). Τα ονόματα των δραστικών ουσιών αυτών καθώς και η συχνότητα εμφάνισής τους στο σύνολο των δειγμάτων που εξετάστηκαν παρουσιάζονται στον πίνακα 1.17 που ακολουθεί.

**Πίνακας 1.17 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα νερά των ποταμών της λεκάνης Μόρνου**

| α/α | Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν έστω και σε ένα δείγμα | Συγκέντρωση , ng/kg | αρ. δειγμάτων με συγκέντρωση > LOQ | % στο σύνολο των δειγμάτων |
|-----|--|---------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1   | Acetamiprid  | ND* - < LOQ**       | 0                                  | 0,00                       |
| 2   | Acetochlor   | ND* - < LOQ         | 0                                  | 0,00                       |
| 3   | Boscalid   | ND -39,3            | 1                                  | 2,38                       |
| 4   | Caffeine   | ND -101,31          | 14                                 | 33,33                      |
| 5   | Chlorantraniliprole                                      | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 6   | Chlorpyrifos-methyl                                      | ND -47,3            | 4                                  | 9,52                       |
| 7   | Cyfluthrin   | ND -28,1            | 1                                  | 2,38                       |
| 8   | Diflubenzuron  | ND -22,5            | 1                                  | 2,38                       |
| 9   | Dioxcarb   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 10  | Diphenylamine  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 11  | Etridiazole  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 12  | Famoxadone   | ND -23,27           | 1                                  | 2,38                       |
| 13  | Fenobucarb   | ND -29,1            | 1                                  | 2,38                       |
| 14  | Fluconazole  | ND -17,12           | 1                                  | 2,38                       |
| 15  | Forchlofenuron   | ND -20,5            | 1                                  | 2,38                       |
| 16  | Hexythiazox  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 17  | Kresoxim-methyl  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 18  | Lenacil  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 19  | Metazachlor  | ND -37,1            | 1                                  | 2,38                       |
| 20  | Prometon   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 21  | Terbacil   | ND -98,8            | 1                                  | 2,38                       |
| 22  | Toclofos methyl  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 23  | Triticonazole  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |

\*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, \*\* LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης

Καμία δραστική ουσία δεν υπερέβη το όριο των 100ng/l. Η μεγαλύτερη τιμή που εντοπίστηκε είναι 98,8 ng/l, βρίσκεται στο και αφορά την ουσία **terbacil** σε ένα και μόνο δείγμα του π. Μόρνου. Οι περιπτώσεις αυτές θεωρούνται μεμονωμένες καθώς δεν εντοπίστηκαν σε συνεχόμενες δειγματοληψίες, πλην του chlorpyrifos-methyl που εντοπίζεται στο ίδιο σημείο δύο φορές, οι οποίες είναι και χρονικά απομακρυσμένες.

Επιπλέον σε κανένα δείγμα δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση του ανώτερου επιτρεπόμενου ορίου (500ng/l) στο άθροισμα των δραστικών ουσιών ανά δείγμα).

Καμία από τις δραστικές ουσίες που αναφέρονται στα Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος στα συγκεκριμένα δείγματα δεν έχουν ανιχνευθεί ούτε καν σε μη ποσοτικοποίησιμα επίπεδα.

Οι υπόλοιπες ουσίες που ποσοτικοποιούνται σε επίπεδα κάτω του ορίου των 100 ng/l εμφανίζονται ελάχιστες φορές και αυτές μεμονωμένα εκτός από την ουσία **chlorpyrifos-methyl** που προσδιορίζεται ποσοτικά συνολικά 4 φορές. Από αυτές έχουμε τρεις εμφανίσεις στην ίδια δειγματοληψία (1<sup>η</sup> του 2<sup>ου</sup>



έτους) σε τρία σημεία και σε ένα ακόμη στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία του 1<sup>ου</sup> έτους, αλλά σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

Συμπερασματικά η κατάσταση στη συγκεκριμένη λεκάνη αναφορικά με τα δείγματα επιφανειακών υδάτων του ποταμού κρίνεται **καλή**, αφού έχουν ανιχνευθεί λίγες σχετικά δραστικές ουσίες με χαμηλές συγκεντρώσεις.

### **Υδατα Λίμνης Μόρνου**

Στα ύδατα της λίμνης Μόρνου εντοπίστηκαν 28 δραστικές ουσίες (συμπεριλαμβανομένης της καφεΐνης), τα ονόματα των οποίων καθώς και η συχνότητα εμφάνισης των παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.18 **Error! Reference source not found.**

**Πίνακας 1.18 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα νερά των λιμνών της λεκάνης Μόρνου**

| α/α | Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν έστω και σε ένα δείγμα | Συγκέντρωση ,<br>ng/kg | αρ. δειγμάτων με<br>συγκέντρωση > LOQ | % στο σύνολο των<br>δειγμάτων |
|-----|--|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1   | 4'-Aminopropiophenone                                    | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 2   | Acetamiprid  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 3   | Aldicarb   | ND -21,2               | 1                                     | 3,33                          |
| 4   | Ametryn  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 5   | Caffeine   | ND -69,24              | 13                                    | 43,33                         |
| 6   | Carbofuran   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 7   | Chlorpyrifos-methyl                                      | ND -61,4               | 3                                     | 10,00                         |
| 8   | Cyfluthrine  | ND -65,2               | 1                                     | 3,33                          |
| 9   | Cypermethrine  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 10  | DEET   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 11  | Deltamethrine  | ND -89                 | 1                                     | 3,33                          |
| 12  | Fenfuran   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 13  | Fenobucarb   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 14  | Fenuron  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 15  | Flonicamid   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 16  | Fluconazole  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 17  | Hexythiazox  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 18  | Isoprocarb   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 19  | Kresoxim-methyl  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 20  | Lenacil  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 21  | Metolachlor  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 22  | Oxamyl   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 23  | Prodiamine   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 24  | Propargite   | ND -16,03              | 1                                     | 3,33                          |
| 25  | Propamocarb  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 26  | Thioamethoxam  | ND -45,5               | 1                                     | 3,33                          |
| 27  | Toclofos methyl  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 28  | Triticonazole  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |

\*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, \*\* LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης

Μόνο η δραστική chlorpyrifos-methyl προσδιορίζεται ποσοτικά πάνω από μία φορές (3) με συγκεντρώσεις που μέχρι 61,4 ng/l.

Από τις υπόλοιπες δραστικές που ανιχνεύονται, οι aldicarb, cyfluthrine, deltamethrine, propargite και thioamethoxam ποσοτικοποιούνται μόνο μία φορά, ενώ όλες οι άλλες απλώς ανιχνεύονται σε μη ποσοτικοποιήσιμα επίπεδα.

Σε καμία δραστική ουσία η συγκέντρωση δεν υπερέβη το όριο των 100ng/l .

Επιπλέον σε κανένα δείγμα δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση του ανώτατου αθροιστικού ορίου (500ng/l ) για το σύνολο των δραστικών ουσιών ανά δείγμα).

Αναφορικά με τις δραστικές ουσίες που αναφέρονται στα ΠΠΠ και έχουν χαμηλότερα επιτρεπτά όρια από των πόσιμων υδάτων, στα συγκεκριμένα δείγματα βρέθηκε η ουσία cypermethrine αλλά σε μη ποσοτικοποιήσιμα επίπεδα.

Συμπερασματικά η κατάσταση στη συγκεκριμένη λίμνη κρίνεται **καλή** αφού οι δραστικές ουσίες που ανιχνεύονται είναι μεν αρκετές, αλλά βρίσκονται σε αρκετά χαμηλά επίπεδα συγκεντρώσεων.

### Υδατα καναλιών Μόρνου

Στα ύδατα των καναλιών της λεκάνης Μόρνου εντοπίσθηκαν 31 δραστικές ουσίες (συμπεριλαμβανόμενης της καφεΐνης), τα ονόματά των οποίων και η συχνότητα εμφάνισής τους δίνονται στον **Error! Reference source not found.** Πίνακα 1.19.

**Πίνακας 1.19. Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα νερά των καναλιών της λεκάνης Μόρνου**

| α/α | Δραστικές ουσίες που ανιχνεύτηκαν έστω και σε ένα δείγμα | Συγκέντρωση , ng/kg | αρ. δειγμάτων με συγκέντρωση > LOQ | % στο σύνολο των δειγμάτων |
|-----|--|---------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1   | Acephate   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 2   | Acetochlor   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 3   | Ametryn  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 4   | Bendiocarb   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 5   | Bupirimate   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 6   | Caffeine   | ND - 134,09         | 20                                 | 27,78                      |
| 7   | Chloroprotham  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 8   | Chlorpyrifos   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 9   | Chlorpyrifos-methyl                                      | ND - 51,9           | 1                                  | 1,39                       |
| 10  | Cyfluthrin   | ND - 63,2           | 4                                  | 5,56                       |
| 11  | DEET   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 12  | Deltamethrine  | ND - 54,6           | 1                                  | 1,39                       |
| 13  | Diflubenzuron  | ND - 311,2          | 1                                  | 1,39                       |
| 14  | Dinotefuran  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 15  | Etridiazole  | ND - 29,5           | 1                                  | 1,39                       |
| 16  | Fenobucarb   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 17  | Fluconazole  | ND - 13             | 1                                  | 1,39                       |
| 18  | Fluoxastrobin  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 19  | Imidacloprid   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 20  | Kresoxim-methyl  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 21  | Mepanipyrim  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 22  | Mesotrione   | ND - 26,5           | 1                                  | 1,39                       |
| 23  | Metolachlor  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 24  | Mevinphos  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 25  | Pendimethalin  | ND - 15,14          | 1                                  | 1,39                       |
| 26  | Prodiamine   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 27  | Propargite   | ND - 19,58          | 1                                  | 1,39                       |
| 28  | Spiroxamine  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 29  | Terbacil   | ND - 121,1          | 2                                  | 2,78                       |
| 30  | Terbuthylazine   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 31  | Thiofanox  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |

\*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, \*\* LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης

Σε δύο μόνο περιπτώσεις προσδιορίστηκαν δραστικές ουσίες με συγκέντρωση μεγαλύτερη του ορίου των 100ng/l. Οι ουσίες αυτές είναι:

α) **diflubenzuron** με συγκέντρωση 311,2 ng/l. Η ίδια δραστική ανιχνεύεται άλλες τρεις φορές αλλά δεν ποσοτικοποιείται. Έτσι η περίπτωση αυτή θεωρείται μεμονωμένη.

β) **terbacil** με συγκέντρωση 121,1 ng/l και άλλη μία φορά κάτω από το όριο στα 90,7 ng/l σε άλλο σημείο και άλλη δειγματοληψία. Επίσης η περίπτωση αυτή θεωρείται ως μεμονωμένο περιστατικό.

Εκτός των παραπάνω, η ουσία cyfluthrin προσδιορίσθηκε συνολικά 4 φορές σε επίπεδα συγκεντρώσεων μέχρι και 63,2 ng/l, ενώ όλες οι άλλες δραστικές δεν προσδιορίσθηκαν ποσοτικά περισσότερες από μία φορές.

Δεν έχει σημειωθεί περίπτωση υπέρβασης του αθροιστικού ορίου σε κανένα δείγμα των καναλιών του Μόρνου.

Καμία από τις δραστικές ουσίες που αναφέρονται στα Πρότυπα Ποιότητας Περιβάλλοντος δεν βρέθηκε ούτε καν σε μη ποσοτικοποιήσιμα επίπεδα.

Συμπερασματικά η κατάσταση στα συγκεκριμένα κανάλια κρίνεται **ελαφρά επιβαρυμένη**, αφού έχουμε αρκετές δραστικές ουσίες αλλά με ελάχιστες υπερβάσεις του ορίου των 100 ng/l .

### Υπόγεια ύδατα Μόρνου

Στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης του Μόρνου εντοπίστηκαν 23 δραστικές ουσίες (μη συμπεριλαμβανομένης της καφεΐνης), τα ονόματα και η συχνότητα εμφάνισης των οποίων δίνεται στον Πίνακα 1.20.

**Πίνακας 1.20 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα υπόγεια ύδατα της λεκάνης Μόρνου**

| α/α | Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν έστω και σε ένα δείγμα | Συγκέντρωση ,<br>ng/kg | αρ. δειγμάτων με<br>συγκέντρωση > LOQ | % στο σύνολο των<br>δειγμάτων |
|-----|--|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1   | Abamectin_B1A  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 2   | Atrazine   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 3   | Bitertanol   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 4   | Caffeine   | ND -68,95              | 17                                    | 29,31                         |
| 5   | Chlorantraniliprole                                      | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 6   | Chlorpyrifos   | ND -8,27               | 1                                     | 1,72                          |
| 7   | Chlorpyrifos-methyl                                      | ND -28,33              | 3                                     | 5,17                          |
| 8   | DEET   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 9   | Deltamethrine  | ND -77,6               | 1                                     | 1,72                          |
| 10  | Fenhexamid   | ND -23,46              | 1                                     | 1,72                          |
| 11  | Fenpyroximate  | ND -27,94              | 1                                     | 1,72                          |
| 12  | Fenuron  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 13  | Flubendiamide  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 14  | Fluconazole  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 15  | Flucythrinate  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 16  | Flufenoxuron   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 17  | Flutolanil   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 18  | Flutriafol   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 19  | Imidacloprid   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 20  | Mepanipyrim  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 21  | Metalaxyl  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 22  | Mevinphos  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 23  | Pyraclostrobin   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 24  | Rotenone   | ND -49,17              | 1                                     | 1,72                          |

\*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, \*\* LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης

Οι περισσότερες δραστικές δεν ποσοτικοποιούνται (17 από τις 23), ενώ μόνο το chlorpyrifos-methyl προσδιορίστηκε ποσοτικά πάνω από μία φορά (3), σε χαμηλές όμως συγκεντρώσεις, όπως και οι υπόλοιπες ουσίες.

Καμία ουσία δεν προσδιορίζεται σε επίπεδα πάνω από το όριο των 100 ng/l.

Σε κανένα δείγμα δεν παρατηρήθηκε υπέρβαση του ανώτατου αθροιστικού ορίου (500ng/l ) για το άθροισμα των δραστικών ουσιών ανά δείγμα).

Συμπερασματικά η κατάσταση στα συγκεκριμένα υπόγεια ύδατα κρίνεται **καλή**, αφού ανιχνεύθηκαν μεν αρκετές δραστικές ουσίες, όμως σε πολύ χαμηλά επίπεδα ή απλώς ανιχνεύονται, όπως συμβαίνει με τις περισσότερες.

## 1.5 Παρουσίαση των αποτελεσμάτων Ιζημάτων

### 1.5.1 Φυσικοχημικές ιδιότητες (πλην βαρέων μετάλλων)

#### π. Μόρνου

Στα ιζήματα του π. Μόρνου (υδατική φάση) αρκετές ιδιότητες είχαν πολύ υψηλές τιμές, όπως η ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα φθοριόντα, τα χλωριόντα, τα νιτρώδη, τα ιόντα νατρίου και αμμωνίου και ο δείκτης SAR, όπως φαίνεται στον Πίνακας 1.21. Πιο συγκεκριμένα η περιεκτικότητα των υδάτων των καναλιών στα στοιχεία αυτά βρέθηκε ως εξής:

**Πίνακας 1.21 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα ιζήματα του ποταμού Μόρνου**

| Ιδιότητα  | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|---|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| pH  | 40            | 7,26          | 8,40         | 7,89      | 7,90           | 0,25          |
| Ηλεκτρική αγωγιμότητα, $\mu\text{S}/\text{cm}$        | 40            | 198           | 25.200       | 2.069     | 480            | 5.537         |
| Ολική Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$    | 40            | 8,69          | 344          | 42,17     | 20,22          | 72,27         |
| Παροδική Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$ | 40            | 7,25          | 39,50        | 21,24     | 18,38          | 7,82          |
| Μόνιμη Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$   | 40            | 0,30          | 308          | 20,94     | 2,05           | 67,99         |
| Αλκαλικότητα, $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$    | 40            | 72,00         | 395          | 212       | 183            | 78            |
| $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 40            | -             | 18,00        | 0,45      | -              | 2,85          |
| $\text{HCO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 40            | 88            | 482          | 259       | 224            | 95,45         |
| $\text{F}^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                   | 40            | 0,14          | 7,90         | 0,58      | 0,31           | 1,23          |
| $\text{Cl}^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 40            | 5,70          | 8.250        | 543       | 17,50          | 1.859         |
| $\text{Br}$ , $\mu\text{g}/\text{l}$                  | 40            | -             | -            | -         | -              | -             |
| $\text{NO}_2^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 40            | -             | 9,10         | 1,09      | 0,47           | 1,68          |
| $\text{NO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 40            | -             | 6,60         | 0,99      | 0,44           | 1,44          |
| $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 40            | -             | 6,60         | 0,17      | -              | 1,04          |
| $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 40            | 13,00         | 970          | 97        | 43             | 192           |
| $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 40            | 22            | 890          | 113       | 57             | 186           |
| $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 40            | 8,00          | 296          | 34,18     | 15,00          | 63            |
| $\text{Li}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 40            | 0,01          | 0,04         | 0,02      | 0,02           | 0,01          |
| $\text{Na}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 40            | 7,40          | 4.150        | 284       | 15,00          | 933           |
| $\text{K}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                   | 40            | 0,58          | 8,60         | 1,67      | 0,98           | 1,75          |
| $\text{NH}_4^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 40            | 0,49          | 18,00        | 3,24      | 2,40           | 3,22          |
| Δείκτης SAR   | 40            | 0,31          | 30,78        | 2,79      | 0,46           | 7,41          |



### Λίμνης Μόρνου

ΟΙ συγκεντρώσεις των ιόντων στην υδατική φάση των ιζημάτων της λίμνης Μόρνου παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.22. Από τις τιμές αυτού φαίνεται ότι καμία ιδιότητα δεν υπερέβη σημαντικά τις επιτρεπτές τιμές.

**Πίνακας 1.22** Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα ιζήματα της λίμνης Μόρνου

| Ιδιότητα  | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|---|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| pH  | 22            | 7,68          | 8,41         | 7,98      | 7,96           | 0,19          |
| Ηλεκτρική αγωγιμότητα, $\mu\text{S}/\text{cm}$        | 22            | 302           | 814          | 431       | 417            | 107           |
| Ολική Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$    | 22            | 13,50         | 37,70        | 19,87     | 19,23          | 5,03          |
| Παροδική Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$ | 22            | 11,25         | 34,00        | 17,49     | 17,13          | 4,66          |
| Μόνιμη Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$   | 22            | 0,36          | 4,64         | 2,38      | 2,40           | 1,16          |
| Αλκαλικότητα, $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$    | 22            | 112           | 340          | 175       | 171            | 47            |
| $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 22            | -             | 18,00        | 1,36      | -              | 4,51          |
| $\text{HCO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 22            | 137           | 415          | 213       | 209            | 57            |
| $\text{F}^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                   | 22            | 0,15          | 0,48         | 0,30      | 0,32           | 0,09          |
| $\text{Cl}^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 22            | 11,97         | 34,25        | 16,36     | 15,36          | 4,94          |
| $\text{Br}$ , $\mu\text{g}/\text{l}$                  | 22            | -             | 3,45         | 0,23      | -              | 0,79          |
| $\text{NO}_2^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 22            | -             | 0,94         | 0,42      | 0,43           | 0,26          |
| $\text{NO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 22            | 0,10          | 5,99         | 2,61      | 2,48           | 1,99          |
| $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 22            | -             | 42,42        | 1,94      | -              | 9,04          |
| $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 22            | 14,83         | 50,75        | 26,07     | 20,95          | 10,98         |
| $\text{Ca}^{2+}$                                      | 22            | 29            | 94           | 47        | 47             | 13            |
| $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 22            | 12            | 34           | 19        | 19             | 4,87          |
| $\text{Li}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 22            | 0,01          | 0,02         | 0,01      | 0,01           | 0,004         |
| $\text{Na}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 22            | 8,80          | 35           | 13        | 12             | 5,3           |
| $\text{K}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                   | 22            | 0,46          | 2,18         | 0,96      | 0,87           | 0,38          |
| $\text{NH}_4^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 22            | 0,82          | 2,42         | 1,35      | 1,26           | 0,42          |
| Δείκτης SAR   | 22            | 0,29          | 0,79         | 0,40      | 0,39           | 0,10          |

### Καναλιών λεκάνης Μόρνου

Στον Πίνακα 1.23 παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις των ιόντων στην υδατική φάση των ιζημάτων των καναλιών της λεκάνης Μόρνου. Από τα δεδομένα αυτού συνάγεται ότι υπερβάσεις από τις κρίσιμες τιμές έχουν βρεθεί στην ηλεκτρική αγωγιμότητα, τη συγκέντρωση ιόντων φθορίου, χλωρίου, αμμωνίου, νατρίου και δείκτη SAR. Πιο συγκεκριμένα έχουν παρατηρηθεί τα παρακάτω:

**Πίνακας 1.23 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των ιόντων στα ιζήματα των καναλιών της λεκάνης Μόρνου**

| Ιδιότητα  | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|---|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| pH  | 51            | 6,58          | 8,32         | 7,79      | 7,88           | 0,33          |
| Ηλεκτρική αγωγιμότητα, $\mu\text{S}/\text{cm}$        | 51            | 214           | 24.400       | 1.488     | 678            | 3.561         |
| Ολική Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$    | 51            | 8,66          | 393          | 43        | 28             | 62            |
| Παροδική Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$ | 51            | 8,00          | 48,50        | 26,70     | 26,00          | 9,49          |
| Μόνιμη Σκληρ., $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$   | 51            | 0,23          | 352          | 17        | 2,13           | 57,48         |
| Αλκαλικότητα, $\text{mg}/\text{l}$ $\text{CaCO}_3$    | 51            | 80            | 485          | 267       | 260            | 95            |
| $\text{CO}_3^{2-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 51            | -             | 12,00        | 0,47      | -              | 2,35          |
| $\text{HCO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 51            | 98            | 592          | 326       | 317            | 116           |
| $\text{F}^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                   | 51            | 0,12          | 5,49         | 0,52      | 0,30           | 0,86          |
| $\text{Cl}^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 51            | 9             | 8,080        | 303       | 30             | 1.202         |
| $\text{Br}$ , $\mu\text{g}/\text{l}$                  | 51            | -             | 5,29         | 0,11      | -              | 0,74          |
| $\text{NO}_2^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 51            | -             | 2,71         | 0,52      | 0,42           | 0,59          |
| $\text{NO}_3^-$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 51            | -             | 16,54        | 3,79      | 1,75           | 4,59          |
| $\text{PO}_4^{3-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 51            | -             | 18,60        | 0,52      | -              | 2,67          |
| $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{mg}/\text{l}$             | 51            | 22,40         | 906          | 85        | 63             | 124           |
| $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 51            | 21,12         | 650          | 94        | 69             | 111           |
| $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{mg}/\text{l}$               | 51            | 8,24          | 560          | 48,15     | 27,37          | 84,45         |
| $\text{Li}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 51            | -             | 0,06         | 0,02      | 0,02           | 0,01          |
| $\text{Na}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                  | 51            | 7             | 3.840        | 142       | 27             | 564           |
| $\text{K}^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                   | 51            | 0,47          | 8,45         | 1,22      | 0,92           | 1,24          |
| $\text{NH}_4^+$ , $\text{mg}/\text{l}$                | 51            | 1,84          | 47,85        | 7,15      | 4,28           | 8,66          |
| Δείκτης SAR   | 51            | 0,33          | 26,66        | 1,70      | 0,71           | 4,43          |

## 1.5.2 Βαρέα Μέταλλα (ΒΜ)

### π. Μόρνου

Οι συγκεντρώσεις των ΒΜ στα ιζήματα του π. Μόρνου παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 1.24. Υπερβάσεις από τις τιμές ΤΕΛ βρέθηκαν στα ΒΜ Cu, As, Ni και ολικό Cr.

**Πίνακας 1.24** Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων και του ολικού φωσφόρου και βορίου των ιζημάτων του ποταμού Μόρνου

| Μέταλλο                  | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Σίδηρος (Fe), mg/kg      | 48            | 6.450         | 51.025       | 20.634    | 19.875         | 9.437         |
| Χαλκός (Cu), mg/kg       | 48            | 14,00         | 50,00        | 26,85     | 26,00          | 7,15          |
| Μαγγάνιο (Mn), mg/kg     | 48            | 117           | 1.002        | 525       | 545            | 177           |
| Ψευδάργυρος (Zn), mg/kg  | 48            | 28,00         | 99,00        | 48,15     | 45,50          | 13,84         |
| Κασσίτερος (Sn), mg/kg   | 48            | 1,00          | 2,40         | 1,49      | 1,40           | 0,33          |
| Αρσενικό (As), mg/kg     | 48            | 0,60          | 7,60         | 3,90      | 3,70           | 1,73          |
| Κάδμιο (Cd), mg/kg       | 48            | -             | 0,10         | 0,01      | -              | 0,02          |
| Μόλυβδος (Pb), mg/kg     | 48            | -             | 11,00        | 5,09      | 4,95           | 3,02          |
| Νικέλιο (Ni), mg/kg      | 48            | 40            | 376          | 127       | 90             | 89            |
| Υδράργυρος (Hg), mg/kg   | 48            | -             | -            | -         | -              | -             |
| Χρώμιο ολικό (Cr), mg/kg | 48            | 11,00         | 148          | 66,50     | 55,00          | 40,99         |
| Κοβάλτιο (Co), mg/kg     | 48            | 6,20          | 27           | 14,40     | 14,50          | 4,81          |
| Αργίλιο (Al), mg/kg      | 48            | 5.350         | 42.130       | 15.068    | 13.925         | 6.846         |
| Σελήνιο (Se), mg/kg      | 48            | 0,20          | 0,50         | 0,38      | 0,40           | 0,07          |
| Ολικός φωσφόρος, mg/kg   | 48            | 169           | 759          | 452       | 485            | 149           |
| Ολικό Βόριο, mg/kg       | 48            | 3,60          | 16,00        | 8,86      | 8,30           | 3,05          |

### **Λίμνη Μόρνου**

Σε ό,τι αφορά τη συγκέντρωση των ΒΜ στα ιζήματα της λ. Μόρνου, υπερβάσεις από τις τιμές ΤΕΛ βρέθηκαν επίσης στα ΒΜ Cu, As, Ni και ολικό Cr, όπως φαίνεται από τα δεδομένα του Πίνακα 1.25.

**Πίνακας 1.25 Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων, του ολικού φωσφόρου και βορίου των ιζημάτων της λίμνης Μόρνου**

| Μέταλλο                  | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Χαλκός (Cu), mg/kg       | 24            | 29            | 59           | 42        | 41             | 8,34          |
| Μαγγάνιο (Mn), mg/kg     | 24            | 439           | 1.729        | 834       | 803            | 290           |
| Ψευδάργυρος (Zn), mg/kg  | 24            | 55            | 108          | 76        | 77             | 12,56         |
| Κασσίτερος (Sn), mg/kg   | 24            | -             | 2,00         | 0,82      | 1,00           | 0,51          |
| Αρσενικό (As), mg/kg     | 24            | 3,00          | 20           | 10,46     | 9,50           | 4,19          |
| Κάδμιο (Cd), mg/kg       | 24            | -             | 0,10         | 0,01      | -              | 0,03          |
| Μόλυβδος (Pb), mg/kg     | 24            | 3,00          | 18,00        | 10,06     | 10,00          | 3,91          |
| Νικέλιο (Ni), mg/kg      | 24            | 88            | 228          | 150       | 137            | 51            |
| Υδράργυρος (Hg), mg/kg   | 24            | -             | -            | -         | -              | -             |
| Χρώμιο ολικό (Cr), mg/kg | 24            | 51            | 136          | 85        | 75,50          | 24,58         |
| Κοβάλτιο (Co), mg/kg     | 24            | 14,00         | 31,00        | 21,54     | 21,00          | 3,99          |
| Αργίλιο (Al), mg/kg      | 24            | 17.970        | 44.265       | 29.224    | 29.645         | 6.174         |
| Σελήνιο (Se), mg/kg      | 24            | -             | 0,30         | 0,04      | -              | 0,10          |
| Σίδηρος (Fe), mg/kg      | 24            | 21.850        | 47.505       | 33.999    | 33.925         | 5.901         |
| Ολικός φωσφόρος, mg/kg   | 24            | 240           | 766          | 493       | 462            | 153           |
| Ολικό Βόριο, mg/kg       | 24            | 5,00          | 8,40         | 6,37      | 6,00           | 0,96          |

### **Κανάλια λεκάνης Μόρνου**

Στα ιζήματα των καναλιών της λεκάνης Μόρνου υπερβάσεις από τις τιμές TEL βρέθηκαν στα ΒΜ Cu, Zn, As, Ni και ολικό Cr (βλ. Πίνακας 1.26).

**Πίνακας 1.26** Ελάχιστη, μέγιστη, μέση, ενδιάμεση τιμή και τυπική απόκλιση της συγκέντρωσης των βαρέων μετάλλων, του ολικού φωσφόρου και βορίου των ιζημάτων των καναλιών της λεκάνης Μόρνου

| Μέταλλο                  | Αρ. Παρατ., N | Ελάχιστη τιμή | Μέγιστη τιμή | Μέση τιμή | Ενδιάμεση τιμή | Τυπ. Απόκλιση |
|--------------------------|---------------|---------------|--------------|-----------|----------------|---------------|
| Σίδηρος (Fe), mg/kg      | 72            | 8.850         | 36.460       | 19.433    | 19.383         | 6.585         |
| Χαλκός (Cu), mg/kg       | 72            | 9,80          | 82           | 31,48     | 29,00          | 14,01         |
| Μαγγάνιο (Mn), mg/kg     | 72            | 166           | 3.777        | 770       | 654            | 563           |
| Ψευδάργυρος (Zn), mg/kg  | 72            | 16,00         | 137          | 53,53     | 52,00          | 20,38         |
| Κασσίτερος (Sn), mg/kg   | 72            | 1,00          | 2,60         | 1,63      | 1,60           | 0,37          |
| Αρσενικό (As), mg/kg     | 72            | 0,50          | 9,90         | 2,19      | 1,20           | 2,13          |
| Κάδμιο (Cd), mg/kg       | 72            | -             | 0,20         | 0,04      | -              | 0,06          |
| Μόλυβδος (Pb), mg/kg     | 72            | 0,30          | 21           | 5,56      | 5,75           | 3,22          |
| Νικέλιο (Ni), mg/kg      | 72            | 38            | 148          | 94,46     | 96,00          | 26,64         |
| Υδράργυρος (Hg), mg/kg   | 72            | -             | -            | -         | -              | -             |
| Χρώμιο ολικό (Cr), mg/kg | 72            | 16            | 235          | 59        | 53             | 37,43         |
| Κοβάλτιο (Co), mg/kg     | 72            | 6,00          | 37,00        | 14,65     | 14,00          | 5,90          |
| Αργίλιο (Al), mg/kg      | 72            | 4.900         | 27.970       | 15.397    | 15.023         | 5.810         |
| Σελήνιο (Se), mg/kg      | 72            | 0,10          | 0,40         | 0,28      | 0,30           | 0,07          |
| Ολικός φωσφόρος, mg/kg   | 72            | 169           | 1.448        | 374       | 345            | 182           |
| Ολικό Βόριο, mg/kg       | 72            | 3,20          | 16,00        | 7,56      | 6,45           | 2,81          |

### 1.5.3 Υπολείμματα γεωργικών φαρμάκων

#### π. Μόρνου

Στα ιζήματα του ποτ. Μόρνου ανιχνεύθηκαν σχετικά λίγες (19) δραστικές ουσίες που φαίνονται στον

Πίνακα 1.27 που ακολουθεί. Από τις ουσίες αυτές όπως και στα κανάλια του Σπερχειού, σε λίγες περιπτώσεις οι συγκεντρώσεις είναι ποσοτικοποιήσιμες. Πιο συγκεκριμένα:

**Πίνακας 1.27 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα ιζήματα των ποταμών της λεκάνης Μόρνου**

| α/α | Δραστικές ουσίες που ανιχνεύτηκαν έστω και σε ένα δείγμα | Συγκέντρωση ,<br>ng/kg | αρ. δειγμάτων με<br>συγκέντρωση > LOQ | % στο σύνολο των<br>δειγμάτων |
|-----|--|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1   | Abamectin_B1A  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 2   | Benfluralin  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 3   | Chlorantraniliprole                                      | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 4   | Chlorfluazuron   | ND - 12,01             | 2                                     | 4,17                          |
| 5   | Chlorpropham   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 6   | Chlorpyrifos   | ND - 14,11             | 1                                     | 2,08                          |
| 7   | Chlorpyrifos-methyl                                      | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 8   | Clothianidin   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 9   | Cyfluthrin   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 10  | Deltamethrine  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 11  | Difenoconazole   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 12  | Dimethomorph   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 13  | Imidacloprid   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 14  | Malathion  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 15  | Mesotrione   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 16  | Metazachlor  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 17  | Metribuzin   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 18  | Prochloraz   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 19  | Propham  | ND - 12,53             | 14                                    | 29,17                         |

\*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, \*\* LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης

- Οι ουσίες chlorfluazuron και chlorpyrifos βρίσκονται από δύο φορές και μία φορά αντίστοιχα σε ποσοτικοποιήσιμες ποσότητες σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, και
- Οι υπόλοιπες ουσίες που ανιχνεύονται δεν ποσοτικοποιούνται.

Συμπερασματικά η κατάσταση στη συγκεκριμένη λεκάνη αναφορικά με τα δείγματα ιζημάτων των ποταμών κρίνεται **καλή** αφού και ο αριθμός των ανιχνεύσιμων ουσιών είναι πολύ μικρός, αλλά και οι συγκεντρώσεις βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

### Λίμνης Μόρνου

Στα ιζήματα της λίμνης Μόρνου έχουμε λίγα ευρήματα (συνολικά 11 δραστικές ουσίες συμπεριλαμβανομένης της καφεΐνης). Τα ονόματά τους και η συχνότητα της ποσοτικοποιήσιμης εμφάνισής τους φαίνονται στον Πίνακα 1.28 που ακολουθεί.

**Πίνακας 1.28 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα ιζήματα των λιμνών της λεκάνης Μόρνου**

| α/α | Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν έστω και σε ένα δείγμα | Συγκέντρωση ,<br>ng/kg | αρ. δειγμάτων με<br>συγκέντρωση > LOQ | % στο σύνολο των<br>δειγμάτων |
|-----|--|------------------------|---------------------------------------|-------------------------------|
| 1   | Caffeine   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 2   | Acequinocyl  | ND -93,4               | 1                                     | 4,17                          |
| 3   | Bifenthrine  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 4   | Chloroprotham  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 5   | Ethofumesate   | ND -9,83               | 1                                     | 4,17                          |
| 6   | Etofenprox   | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 7   | Hexythiazox  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 8   | Imidacloprid   | ND -5,88               | 1                                     | 4,17                          |
| 9   | Methomyl   | ND -9,96               | 0                                     | 0,00                          |
| 10  | Pymetrozine  | ND - < LOQ             | 0                                     | 0,00                          |
| 11  | Pyraclostrobin   | ND -7,21               | 2                                     | 8,33                          |

\*ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, \*\* LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης

Ποσοτικά προσδιορίζονται μόνο 4 από τις 10 δραστικές ουσίες. Πρόκειται για τις pyraclostrobin (2 φορές), acequinocyl, ethofumesate, imidacloprid (από μία φορά). Όλοι οι προσδιορισμοί αφορούν πολύ μικρές συγκεντρώσεις με μοναδική εξαίρεση το ακαρεοκτόνο acequinocyl, το οποίο προσδιορίζεται μόνο μία φορά σε συγκέντρωση 93,4 ng/g dw σε ένα σημείο .

Όλες οι άλλες δραστικές ουσίες απλά ανιχνεύονται σε μη ποσοτικοποιήσιμα επίπεδα συγκεντρώσεων.

Συμπερασματικά η κατάσταση στη συγκεκριμένη λίμνη αναφορικά με τα δείγματα ιζημάτων της κρίνεται **καλή**, αφού ανιχνεύθηκαν λίγες δραστικές ουσίες σε χαμηλές συγκεντρώσεις.

### Καναλιών Μόρνου

Στα ιζήματα των καναλιών του Μόρνου ανιχνεύεται ή ποσοτικοποιείται ένας σημαντικός αριθμός δραστικών ουσιών, συνολικά 38 (συμπεριλαμβανομένης της καφεΐνης), τα ονόματα των οποίων δίνονται στον Πίνακα 1.29.

**Πίνακας 1.29 Δραστικές ουσίες που ανιχνεύθηκαν στα ιζήματα των καναλιών της λεκάνης Μόρνου**

| α/α | Δραστικές ουσίες που ανιχνεύτηκαν έστω και σε ένα δείγμα | Συγκέντρωση , ng/kg | αρ. δειγμάτων με συγκέντρωση > LOQ | % στο σύνολο των δειγμάτων |
|-----|--|---------------------|------------------------------------|----------------------------|
| 1   | Caffeine   | ND -46,76           | 2                                  | 2,74                       |
| 2   | 2-Phenylphenol   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 3   | Bifenthrine  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 4   | Boscalid   | ND -5,15            | 1                                  | 1,37                       |
| 5   | Chlorfluazuron   | ND -12,97           | 1                                  | 1,37                       |
| 6   | Chlorpyrifos   | ND -5,06            | 1                                  | 1,37                       |
| 7   | Chlorpyrifos-methyl                                      | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 8   | Clofentezine   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 9   | Cyfluthrin   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 10  | Cypermethrine  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 11  | Diazinon   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 12  | Dichlofluanid  | ND -60,26           | 1                                  | 1,37                       |
| 13  | Diflubenzuron  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 14  | Dimethoate   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 15  | Dimethomorph   | ND -6,92            | 5                                  | 6,85                       |
| 16  | Dinotefuran  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 17  | Etofenprox   | ND -75,2            | 1                                  | 1,37                       |
| 18  | Fluconazole  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 19  | Fluometuron  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 20  | Fluvalinate, T-  | ND -8,92            | 2                                  | 2,74                       |
| 21  | Hexythiazox  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 22  | Imidacloprid   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 23  | lambda-Cyhalothrin                                       | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 24  | Lenacil  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 25  | Malathion  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 26  | Metazachlor  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 27  | Methomyl   | ND -10,03           | 1                                  | 1,37                       |
| 28  | Metolachlor  | ND -20,64           | 1                                  | 1,37                       |
| 29  | Pendimethalin  | ND -10,73           | 2                                  | 2,74                       |
| 30  | Phenothrin   | ND -10,77           | 1                                  | 1,37                       |
| 31  | Pirimicarb   | ND -76,95           | 5                                  | 6,85                       |
| 32  | Prochloraz   | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 33  | Propamocarb  | ND - < LOQ          | 0                                  | 0,00                       |
| 34  | Propisochlor   | ND - < LOQ          | 1                                  | 1,37                       |
| 35  | Propoxur   | ND -6,95            | 1                                  | 1,37                       |



|  |                 |            |   |      |
|--|-----------------|------------|---|------|
| 36   | Propyzamide     | ND - < LOQ | 0 | 0,00 |
| 37   | Pymetrozine     | ND - < LOQ | 0 | 0,00 |
| 38   | Toclofos methyl | ND - < LOQ | 0 | 0,00 |
| *ND: Not Detectable, Μη ανιχνεύσιμο, ** LOQ: Limit of Quantification, Όριο ποσοτικοποίησης |                 |            |   |      |

Με βάση τα παραπάνω βρέθηκαν 14 ουσίες σε ποσοτικοποιήσιμες ποσότητες, οι κυριότερες των οποίων με βάση τον αριθμό των ευρημάτων είναι:

α) το **dimethomorph** που βρέθηκε σε πέντε δείγματα σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (< 7 ng/g dw).

β) το **pirimicarb** που βρέθηκε πέντε φορές σε συγκεντρώσεις ως και 77 ng/gw.

Επιπλέον αναφέρεται ότι ανιχνεύθηκαν πολλές δραστικές ή/και ποσοτικοποιούνται πάνω από τρεις φορές οι ουσίες: dichlofluanid, etofenprox, metolachlor, pendimathalin, prochloraz, pymetrozine, και terbacil.

Συμπερασματικά η κατάσταση στη συγκεκριμένη λεκάνη αναφορικά με τα δείγματα ιζημάτων των καναλιών κρίνεται ότι παρουσιάζει **μέτρια επιβάρυνση**, έχοντας σημαντικό αριθμό δραστικών ουσιών, αλλά σε σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις, ιδιαίτερα σε σύγκριση με τα ιζήματα των καναλιών των λεκανών Σπερχειού και Κηφισού.

## 1.6 Συνοπτική περιγραφή της υδραυλικής επικοινωνίας των υδατοσυστημάτων

- ⇒ **περιοχές χωρίς ενδείξεις υδραυλικής επικοινωνίας επιφανειακών και υπόγειων υδάτων** και συγκεκριμένα:

### Λεκάνη εκβολών ποταμού Μόρνου

Κατά συνεκτίμηση της θέσης της περιοχής και της απουσίας επιφανειακής απορροής, λόγω ρύθμισης της παροχής του Μόρνου στις εκβολές του μετά την κατασκευή του ομώνυμου φράγματος.

- ⇒ **περιοχές με υφαλμύριση**

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, δεν προκύπτουν συνθήκες ανάπτυξης υφαλμύρισης των υπόγειων υδάτων της λεκάνης.

## 1.7 Συσχετισμός με την κατάσταση των υδατοσυστημάτων που περιγράφεται στην 1η Αναθεώρηση των ΣΔΛΑΠ

Σύμφωνα με την 1<sup>η</sup> Αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ του ΥΔ Ανατολικής Στερεάς Ελλάδας (ΕΛ07), εντός της Λεκάνης ποταμού Μόρνου υπάρχουν 4 επιφανειακά και 1 υπόγειο ΥΣ, η κατάσταση των οποίων παρουσιάζεται στους ακόλουθους πίνακες.

### Επιφανειακά Υδατα

**Πίνακας 1.30 Κατάσταση επιφανειακών ΥΣ σύμφωνα με την 1<sup>η</sup> αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ ΥΔ ΕΛ07.**

| ΥΔ   | ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΣ        | ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΥΣ          | ΛΕΚΑΝΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ | ΟΙΚΟΛΟΓΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ |
|------|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------|------------------|--------------------|-----------|
| ΕΛ04 | ΕΛ0421RL00200006H | ΤΕΧΝΗΤΗ ΛΙΜΝΗ ΜΟΡΝΟΥ | ΜΟΡΝΟΥ              | ΚΑΛΟ ΚΑΙ ΑΝΩΤΕΡΟ     | ΚΑΛΗ             | ΚΑΛΗ               | RL        |
| ΕΛ04 | ΕΛ0421R000200085H | ΜΟΡΝΟΣ Π. 2          | ΜΟΡΝΟΥ              | ΜΕΤΡΙΟ               | ΚΑΛΗ             | ΜΕΤΡΙΑ             | R         |
| ΕΛ04 | ΕΛ0421R000200091N | ΜΟΡΝΟΣ Π. 3          | ΜΟΡΝΟΥ              | ΚΑΛΗ                 | ΚΑΛΗ             | ΚΑΛΗ               | R         |
| ΕΛ04 | ΕΛ0421R000201084N | ΜΟΡΝΟΣ Π. 1          | ΜΟΡΝΟΥ              | ΜΕΤΡΙΑ               | ΚΑΛΗ             | ΜΕΤΡΙΑ             | R         |

Με βάση τα αποτελέσματα της μελέτης η κατάσταση του ποταμού Μόρνου κρίνεται καλή και διαφοροποιείται ασθενώς από την «συνολική κατάσταση» του ποταμού που παρουσιάζεται στη 1<sup>η</sup> αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ ΥΔ ΕΛ07 από «μέτρια έως καλή» .

Σχετικά με την κατάσταση των υδάτων της λίμνης Μόρνου τα αποτελέσματα της μελέτης συμφωνούν απόλυτα με την 1<sup>η</sup> αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ ΥΔ ΕΛ07 που χαρακτηρίζει τη συνολική κατάσταση των υδάτων της λίμνης ως «καλή».

### Υπόγεια Υδατα

**Πίνακας 1.31 Κατάσταση επιφανειακών ΥΣ σύμφωνα με την 1<sup>η</sup> αναθεώρηση ΣΔΛΑΠ ΥΔ ΕΛ07.**

| ΥΔ   | ΚΩΔΙΚΟΣ ΥΥΣ | ΟΝΟΜΑΣΙΑ ΥΥΣ | ΛΕΚΑΝΗ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ | ΧΗΜΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ | ΠΟΣΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ |
|------|-------------|--------------|---------------------|------------------|--------------------|
| ΕΛ04 | ΕΛ 400100   | ΜΟΡΝΟΥ       | ΜΟΡΝΟΥ              | ΚΑΛΗ             | ΚΑΛΗ               |

Σύμφωνα με το Σχέδιο Διαχείρισης της ΛΑΠ Δυτικής Στερεάς Ελλάδας η λεκάνη των εκβολών ποταμού Μόρνου αποτελεί το ήμισυ περίπου του Υπόγειου Υδατικού Συστήματος ΥΥΣ Μόρνου (ΕΛ0400100), που αναπτύσσεται σε αλλουβιακές αποθέσεις και καταλαμβάνει την ευρύτερη περιοχή των εκβολών του ποταμού. Σύμφωνα με την 1η Αναθεώρηση του Σχεδίου Διαχείρισης το ΥΥΣ Μόρνου έχει χαρακτηριστεί σε ΚΑΛΗ ποιοτική κατάσταση, παρά τις πιέσεις που υφίσταται, όπως χαρακτηριστικά επισημαίνεται στα υποστηρικτικά κείμενα του Σχεδίου.

Με βάση τα παραπάνω αναφερθέντα εκτιμούμε ότι τα αποτελέσματα της μελέτης μας είναι συμβατά με το εγκεκριμένο Σχέδιο Διαχείρισης.

## 2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΟ ΕΠΟΜΕΝΟ ΣΤΑΔΙΟ

### 2.1 Συνοπτική παρουσίαση της ποιοτικής κατάστασης των αρδευτικών υδάτων - ιζημάτων της λεκάνης

Παρακάτω δίνεται συνοπτική παρουσίαση των αποτελεσμάτων των μετρήσεων που εκτελέστηκαν ανά λεκάνη και τα οποία αφορούν στην ποιοτική κατάσταση των αρδευτικών υδάτων και ιζημάτων:

#### 2.1.1 Ποιοτική κατάσταση υδάτων

Η ποιότητα των αρδευτικών υδάτων του π. Μόρνου είναι πολύ σε όλο το μήκος εκτός από τις εκβολές του, όπου τα ύδατα έχουν πολύ υψηλή ηλεκτρική αγωγιμότητα καθιστώντας τα ύδατα αυτά ακατάλληλα για άρδευση και ύδρευση.

Παρόμοια η ποιότητα των υδάτων της λ. Μόρνου χαρακτηρίζεται ως πολύ και κατάλληλη για όλες τις χρήσεις.

Το ίδιο καλή βρέθηκε και η ποιοτική κατάσταση και των υπογείων υδάτων της λεκάνης Μόρνου τα οποία θεωρούνται κατάλληλα για όλες τις χρήσεις.

Αντίθετα η ποιότητα των υδάτων των καναλιών χαρακτηρίζεται ως κακή λόγω των αυξημένων τιμών πέραν των επιτρεπτών ορίων των ιδιοτήτων EC, συγκέντρωση Cl<sup>-</sup>, F<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, τιμής SAR και συγκέντρωσης As και τα ύδατα αυτά ακατάλληλα για άρδευση.

Από την περιεκτικότητα των υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων στα συγκεκριμένα δείγματα του ποταμού και της λίμνης του Μόρνου, αλλά και των υπογείων υδάτων, η κατάσταση χαρακτηρίζεται καλή. Ελαφρά επιβαρυσμένη εμφανίζεται η κατάσταση των υδάτων στα κανάλια της περιοχής.

#### 2.1.2 Ποιοτική κατάσταση ιζημάτων

Η επιβάρυνση των ιζημάτων είναι σημαντική με αποτέλεσμα τόσο στην υδατική τους φάση όσο και στη στερεά να παρουσιάζουν μεγάλες παρεκκλίσεις από τις επιθυμητές τιμές σε ορισμένες θέσεις του π. Μόρνου που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ιδιότητες με σημαντικά υψηλές τιμές είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα, τα φθοριόντα, τα χλωριόντα, τα νιτρώδη, τα ιόντα νατρίου και αμμωνίου και ο δείκτης SAR και τα ΒΜ, Cu, As, Ni και ολικό Cr. Στα ιζήματα της λ. Μόρνου αντιθέτως δεν έχουν σοβαρή επιβάρυνση στην υδατική φάση σε κανένα ιόν, σε αντίθεση με τη στερεά φάση που είναι επιβαρυσμένα με τα ΒΜ Cu, Zn, As, Ni και ολικό Cr. Τα ιζήματα της λίμνης και του ποταμού βρίσκονται σε καλή κατάσταση ως προς την περιεκτικότητα σε υπολείμματα φυτοφαρμάκων.

#### 2.1.3 Αξιολόγηση σταθμημετρήσεων – Πιεζομετρικό καθεστώς

##### Υπόγειες Υδροφορίες:

Στους πιεζομετρικούς χάρτες αποτυπώνονται οι συνθήκες υπόγειας ροής της προσχωματικής υδροφορίας της λεκάνης και οι πιεζομετρικές καμπύλες έχουν ισοδιάσταση 1 μέτρο.

##### Πιεζομετρία:

Από την αρχική πιεζομετρική εικόνα της περιοχής (περίοδος Υψηλής στάθμης 2017), παρατηρείται άξονας υπόγειας αποστράγγισης της προσχωματικής υδροφορίας της λεκάνης, που αρχίζει από τη θέση εξόδου του ποταμού από την ορεινή ζώνη (κορυφή Δέλτα) και καταλήγει στη θάλασσα. Ο άξονας αυτός υποδηλώνει με σαφήνεια πιθανή ζώνη παλαιοκοίτης του ποταμού, ενώ κατά μήκος του μετρήθηκε η υδραυλική κλίση σε 4‰. Παράλληλα, διαπιστώνονται δύο υπόγειοι υδροκρίτες που διακρίνουν την υπόγεια ροή σε τρία τμήματα: ένα κατά μήκος της σημερινής ζώνης απορροής του Μόρνου, το δεύτερο κατά μήκος της προαναφερθείσας παλαιοκοίτης και το τρίτο Ανατολικά, στις παρυφές της ορεινής ζώνης. Το πιεζομετρικό δίκτυο αποτυπώνει αυτή τη χαρακτηριστική εικόνα για τη λεκάνη, με τις ισοπιεζομετρικές καμπύλες να έχουν ομαλή κατανομή, που συναρμόζει με τις υδραυλικές συνθηκών των κοκκωδών προσχωματικών υδροφορέων. Χαρακτηριστικό είναι τέλος το γεγονός ότι δεν καταγράφονται

αρνητικά υδραυλικά φορτία ούτε στην παράκτια ζώνη και ως εκ τούτου δεν καταγράφονται συνθήκες υφάλμυρου μετώπου.

Κατά τη 2<sup>η</sup> σταθμημέτρηση (περίοδος Χαμηλής στάθμη 2017), προέκυψε διαφοροποίηση του καθεστώτος υπόγειας ροής με αραίωση και ελαφρά μετατόπιση των καμπύλων προς την ενδοχώρα λόγω χαμηλής στάθμης. Η ταπείνωση της στάθμης είναι της τάξης του ενός ως δύο μέτρων. Στην 2<sup>η</sup> σταθμημέτρηση σχηματοποιούνται πολύ καλύτερα οι άξονες υπόγειας αποστράγγισης και οι εκατέρωθεν αυτής υπόγειοι υδροκρίτες.

Η πιεζομετρική εικόνα μεταξύ των δύο περιόδων μετρήσεων του 2018 (3<sup>η</sup> και 4<sup>η</sup> σταθμημέτρηση), είναι περίπου αντίστοιχη με αυτή του 2017 (1<sup>η</sup> και 2<sup>η</sup> σταθμημέτρηση), σε ότι αφορά τη γενική μορφή του δικτύου και το καθεστώς υπόγειας κίνησης του νερού. Διαπιστώνονται μικρές αυξομειώσεις της στάθμης χωρίς ιδιαίτερη σημασία. Επισημαίνεται και η μεταβολή της υδραυλικής κλίσης, που στην περίοδο Χαμηλής στάθμη του 2018 ήταν, κατά μήκος του άξονα υπόγειας αποστράγγισης, 3‰ αντί του 4‰ των προηγούμενων περιόδων.

#### Αξιολόγηση:

Η πιεζομετρική εικόνα της λεκάνης απεικονίζει τις συνθήκες υπόγειας ροής που αναπτύσσονται στα Δέλτα των ποταμών, με υπόγειους υδροκρίτες και επιμέρους άξονες υπόγειας αποστράγγισης σε ακτινωτή διάταξη, από την κορυφή του Δέλτα προς της θάλασσα. Δεδομένου δε ότι η λεκάνη της μελέτης είναι το μισό Δέλτα, ανάλογη θα είναι η εικόνα και στο υπόλοιπο της πεδινής έκτασης, ενδεχόμενα και με περισσότερους του ενός άξονες υπόγειας αποστράγγισης.

Το δίκτυο των ισοπιεζομετρικών καμπύλων έχει ομαλή κατανομή και δεν υποδεικνύει εντατικές αντλήσεις στην περιοχή.

## **2.2 Ερμηνεία των αποτελεσμάτων των αναλύσεων- Αιτίες Ρύπανσης**

### **2.2.1 Ρύπανση υδάτων ποταμού Μόρνου**

Όπως προαναφέρθηκε τα ύδατα του π. Μόρνου βρέθηκαν επιβαρυμένα με άλατα σε θέση), η οποία βρίσκεται σε πολύ κοντινή απόσταση (περί τα 600 m) από τη θάλασσα και αρνητικό υψόμετρο (-1,18 m) με αποτέλεσμα να γίνεται είσοδος των θαλάσσιων υδάτων μεταφέροντας άλατα και τα περιεχόμενα σε αυτά ιόντα  $\text{Cl}^-$ .

### **2.2.2 Ρύπανση υδάτων καναλιών**

Η ποιότητα των υδάτων καναλιών είναι επιβαρυμένη με υδατοδιαλυτά άλατα, λόγω του ότι αφ' ενός δέχεται τα ύδατα στράγγισης της περιοχής, στην οποία προστίθενται σημαντικές ποσότητες λιπασμάτων και άλλων ουσιών, όπως τα φυτοφάρμακα και αφ' ετέρου βρίσκονται στα κατώτερα σημεία της περιοχής κοντά στη θάλασσα σε απόσταση περί τα 550 m και με αρνητικό υψόμετρο (-1,20 -1,-20 - -0,4 και -,18 m αντίστοιχα για τις θέσεις που είναι επιβαρυμένες) που δεν επιτρέπει την απομάκρυνση αλάτων, αλλά τη συνεχή συσσώρευση στις θέσεις αυτών. Η παρουσία As στα ύδατα των καναλιών αποδίδεται σε φυτοπροστατευτικές ουσίες που εφαρμόζονται στην περιοχή.

### **2.2.3 Ρύπανση ιζημάτων**

Η επιβάρυνση των ιζημάτων αποδίδεται στις παρακάτω αιτίες:

- α) στη γεωργική δραστηριότητα, γεγονός που διαπιστώνεται από την ύπαρξη στη υδατική τους φάση ιόντων  $\text{F}^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  και  $\text{BM Cu}$ ,  $\text{Zn}$  και  $\text{As}$ , που σχετίζονται με γεωργικές δραστηριότητες.
- β) Από την ύπαρξη στη στερεά φάση τους φάση των  $\text{BM Ni}$  και  $\text{Cr}$  που δεν σχετίζονται με γεωργικές δραστηριότητες εικάζεται ότι η προέλευσή τους είναι γεωλογική.

## 2.3 Περιγραφή των συνεπειών της ρύπανσης

Η χρησιμοποίηση για άρδευση υδάτων ε αυξημένη αλατότητα θα επηρεάσει αρνητικά την απόδοση των καλλιεργειών της περιοχής, σύμφωνα με όσα έχουν προαναφερθεί και με όσα αναφέρονται στον Πίνακα 2.1. Επί πλέον θα επέλθει αλάτωση των εδαφών με αποτέλεσμα τη συνεχή μείωση της γονιμότητάς του και των αποδόσεων των καλλιεργειών.

**Πίνακας 2.1 Ανθεκτικότητα καλλιεργειών λεκάνης Μόρνου στην αλατότητα**

| ΕΙΔΟΣ<br>ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ | Ανθεκτικότητα στην αλατότητα* |        |        | Τιμή EC<br>μείωσης<br>απόδοσης<br>κατά 50%** |
|-----------------------|-------------------------------|--------|--------|--|
|                       | Υψηλή                         | Μεσαία | Χαμηλή |  |
| ΣΙΤΗΡΑ                |                               | x      |        | 10   |
| ΒΑΜΒΑΚΙ               | x                             |        |        | 16   |
| ΕΛΑΙΩΝΕΣ              |                               | x      |        |  |
| ΕΣΠΕΡΙΔΟΕΙΔΗ          |                               |        | x      |  |
| ΚΑΡΠΟΙ ΜΕ ΚΕΛΥΦΟΣ     |                               |        | x      |  |
| ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ            |                               | x      |        | 10   |
| ΑΜΠΕΛΙ                |                               | x      |        |  |
| ΚΗΠΕΥΤΙΚΑ             |                               | x      |        |  |
| ΠΥΡΗΝΟΚΑΡΠΑ           |                               |        | x      |  |
| ΜΗΛΟΕΙΔΗ              |                               |        | x      |  |

\*Richard, L.A. (Ed.) 1954. \*\* η τιμή (mmhos/cm) αναφέρεται σε πάστα κορεσμού

## 2.4 Προτάσεις αντιμετώπισης της ρύπανσης

Η ρύπανση γεωργικής προέλευσης στα αρδευτικά ύδατα αντιμετωπίζεται αποτελεσματικά με την συστηματική εφαρμογή των όσων προβλέπουν οι ΚΟΓΠ σε ό,τι αφορά τη λίπανση, άρδευση και φυτοπροστασία. Για την προστασία της ποιότητας των εδαφών πρέπει εκτός από την εφαρμογή των ΚΟΓΠ να λαμβάνονται μέτρα για την αποστράγγιση των εδαφών για την αντιμετώπιση του κινδύνου συνεχούς συσσώρευσης αλάτων.

Η ρύπανση των ιζημάτων, είναι σύνθετη και δαπανηρή ενέργεια. Τα ιζήματα της παρούσας λεκάνης δεν χρήζουν επί του παρόντος βελτίωσης. Πρέπει όμως να παρακολουθείται η ποιότητά τους, λόγω του ότι τα ύδατα αυτής της λεκάνης χρησιμοποιούνται όχι μόνο για γεωργικούς σκοπούς, αλλά και ως ύδατα ύδρευσης για μεγάλο τμήμα του πληθυσμού της Χώρας.

## 2.5 Ενέργειες- Δράσεις για το επόμενο στάδιο

Μετά την ολοκλήρωση της μελέτης, και προκειμένου να επιτευχθεί ο τελικός στόχος της διαφύλαξης της ποιότητας του περιβάλλοντος και της ποιότητας των παραγόμενων γεωργικών προϊόντων, προτείνονται οι ακόλουθες ενέργειες-δράσεις:

- ⇒ Ενημέρωση για τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας των αρμοδίων υπηρεσιών της περιοχής που σχετίζονται άμεσα ή έμμεσα με δραστηριότητες που επιδρούν στην ποιότητα των υδάτων, όπως της Περιφέρειας και των Δήμων και των γεωργών και των οργανώσεών τους.
- ⇒ Έλεγχος της ποιότητας των εδαφών που αρδεύονται με ύδατα επιβαρυμένα στις θέσεις που αναδείχθηκαν από την παρούσα μελέτη, ώστε να διαπιστωθεί ο το είδος και ο βαθμός ρύπανσης αυτών και να ληφθούν μέτρα βελτίωσής τους. Οι παράμετροι της ποιότητας του εδάφους που θα πρέπει να μελετηθούν είναι, εκτός από τις βασικές φυσικοχημικές τους ιδιότητες, επί πλέον η τυχόν επιβάρυνση με τοξικά στοιχεία, όπως βαρέα μέταλλα, χλώριο, φθόριο και βόριο.
- ⇒ Αντίστοιχος έλεγχος πρέπει να γίνει και στα καλλιεργούμενα φυτά, ιδιαίτερα εκείνα που παράγουν τρόφιμα, όπως τα κηπευτικά.

### 3. ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΟ ΕΛΕΓΧΟ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΟΣΤΗΜΑΤΩΝ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ

Η εκτίμηση της περιβαλλοντικής βιωσιμότητας, η οποία είναι το μεγάλο ζητούμενο στην εποχή μας, είναι μια από τις πιο πολύπλοκες δραστηριότητες δεδομένου ότι από τη φύση της είναι διεπιστημονική και βασίζεται σε πολιτισμικές και άλλες αξίες. Το σημαντικό είναι βρίσκεται ισορροπία μεταξύ της επιστημονικής και πολιτικής βάσης των δεικτών που επιλέγονται, ώστε να καθίσταται δυνατή η εφαρμογή τους ως οδηγοί στους αρμόδιους στη λήψη αποφάσεων που απαιτούνται για τη βιωσιμότητα των κοινωνιών. Τα γενικά χαρακτηριστικά που πρέπει να πληρούν οι περιβαλλοντικοί δείκτες είναι:

Να είναι αντιπροσωπευτικοί, επιστημονικά έγκυροι, ειδικοί, μετρήσιμοι και ποσοτικοποιήσιμοι, αξιόπιστοι, να βασίζονται σε προσπελάσιμα δεδομένα, να είναι σχετικοί, ακριβείς και κατά το δυνατόν απλοί, ευκολόχρηστοι, να δείχνουν τάσεις και να είναι ευαίσθητοι στις αλλαγές των καταστάσεων (Kwar et al. 2020).

#### 3.1 Ρύποι - δείκτες ανθρωπογενούς ρύπανσης (Chemical markers)

Τα τελευταία χρόνια για την ανίχνευση της αστικής ρύπανσης επιφανειακών και υπόγειων υδάτων από ανθρωπογενείς πηγές (π.χ διοχέτευση λυμάτων και απόρριψη κτηνοτροφικών αποβλήτων στο περιβάλλον) έχει χρησιμοποιηθεί ένα ευρύ φάσμα χημικών ενώσεων (Cabral et al., 2018; Ćelić et al., 2019). Μεταξύ αυτών, οι φαρμακευτικές ενώσεις και τα προϊόντα προσωπικής φροντίδας (pharmaceuticals and personal care products – PPCPs), καθώς και τα πρόσθετα τροφίμων (γλυκαντικές ουσίες -Artificial sweeteners) παρέχουν τις μεγαλύτερες δυνατότητες στο θέμα αυτό.

Οι δείκτες χημικής ρύπανσης διακρίνονται σε τρεις κύριες κατηγορίες:

α) σε εκείνους που παράγονται από τον άνθρωπο, π.χ. στερόλη κοπράνων.

β) σε εκείνους που μπορούν να διέρχονται στο περιβάλλον μέσω του μεταβολισμού τους στο ανθρώπινο σώμα π.χ. PPCPs και

γ) σε εκείνους που συνδέονται με τα λύματα των βιολογικών καθαρισμών π.χ. απορρυπαντικά.

Η χρήση δεικτών χημικής ρύπανσης πλεονεκτεί έναντι των δεικτών μικροβιακής ρύπανσης διότι είναι πιο σταθεροί στο περιβάλλον, μπορούν να συσχετιστούν με ειδικές πηγές ρύπανσης και ανιχνεύονται ταχύτερα και πιο αξιόπιστα. Επίσης οι περισσότερες από αυτές τις χημικές ενώσεις είναι γενικά σχετικά υδατοδιαλυτές και μη πτητικές, ενώ τα φυσικά επίπεδα υποβάθρου τους είναι χαμηλά. Επιπλέον, είναι συνήθως ρύποι ανθεκτικοί στη βιοαποικοδόμηση και, ως εκ τούτου, εμφανίζονται συχνά στο περιβάλλον (Fenech et al. 2012; Sun et al., 2016; Tran et al., 2019). Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα στη χρησιμοποίηση μιας λίστας χημικών δεικτών είναι ότι διάφορες συνυπάρχουσες πηγές μπορούν να προσδιοριστούν, σε αντίθεση με άλλους γεωχημικούς δείκτες, όπου συνήθως επιτρέπουν την αναγνώριση της πηγής που συνεισφέρει σε μεγαλύτερο βαθμό.

Ωστόσο, παρά τα πλεονεκτήματά τους, εμφανίζουν και μειονεκτήματα, όπως ότι :

- Η παρουσία χημικών δεικτών σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα δεν συσχετίζεται απόλυτα με τη ρύπανση από υγρά αστικά ή κτηνοτροφικά απόβλητα,
- Η αξιολόγησή τους εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες όπως η διάσπαση ή η ρόφηση

Ένα από τα βασικότερα κριτήρια για την επιλογή ενός κατάλληλου δείκτη είναι η συχνή ανίχνευσή του, τόσο σε ακατέργαστα υγρά απόβλητα, όσο και σε επιφανειακά και υπόγεια ύδατα που δέχονται ρίψεις αποβλήτων. Επίσης η πολύ συχνή ανίχνευση ενός χημικού ρύπου και σε υψηλές συγκεντρώσεις στα ακατέργαστα υγρά λύματα ή στα κτηνοτροφικά απόβλητα μπορεί επίσης να θεωρηθεί ως ένα πολύ κατάλληλο κριτήριο για την επιλογή του ως δείκτη στην περιοχή που μελετήθηκε. Οι προτεινόμενοι χημικοί δείκτες θα πρέπει να εμφανίζουν ειδικά χαρακτηριστικά ως προς το είδος και την έκταση της ρύπανσης από αστικά ή κτηνοτροφικά λύματα (Fenech et al. 2012). Για παράδειγμα, οι δείκτες θα πρέπει να απουσιάζουν ή να ανιχνεύονται σε σημαντικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις σε συστήματα υποβάθρου χωρίς πηγές ρύπανσης από λύματα ή κτηνοτροφικά απόβλητα. Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η χρήση



δεικτών εξειδικεύεται σε συγκεκριμένη τοποθεσία και ενδέχεται να μην ισχύει από τη μία θέση στην άλλη. Επομένως, μέχρι σήμερα, δεν υπάρχει κάποια χημική ουσία που θα μπορούσε ιδανικά να χρησιμοποιηθεί ως δείκτης με μεγάλη ακρίβεια για όλες τις τοποθεσίες. Για την επιλογή ενός κατάλληλου δείκτη είναι απαραίτητη η κατανόηση του μοτίβου των χρήσεων γης σε κάθε τοποθεσία, τα είδη και τα επίπεδα ρύπανσης των χημικών ενώσεων, καθώς και η τύχη και η μεταφορά των ενώσεων αυτών στο περιβάλλον (Tran et al., 2019).

Με βάση τα παραπάνω, **η καφεΐνη προτείνεται ως δείκτης αστικής ρύπανσης** (Paíga et al., 2017), καθώς έχει ανιχνευθεί στην παρούσα μελέτη συχνά τόσο στα επιφανειακά, όσο και στα υπόγεια ύδατα και κανάλια.

Επιπλέον, **τα αναλγητικά-αντιφλεγμονώδη, παρακεταμόλη (acetaminophen) και δικλοφενάκη (diclofenac) και το αντικαταθλιπτικό, καρβαμαζεπίνη (carbamazepine)**, παρά το γεγονός ότι δεν συμπεριλαμβάνονταν στις μελετώμενες ενώσεις στην παρούσα μελέτη, προτείνονται ως πρόσθετοι δείκτες αστικής ρύπανσης που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε μελλοντικές έρευνες στην μελετώμενη περιοχή (Fenech et al. 2012; Sun et al., 2016; Tran et al., 2019). Όλες οι παραπάνω φαρμακευτικές ενώσεις χρησιμοποιούνται ευρύτατα στον Ελλαδικό χώρο, ενώ αυξημένες συγκεντρώσεις τους έχουν ανιχνευθεί σε υγρά λύματα Εγκαταστάσεων Επεξεργασίας Λυμάτων τόσο στην Ελλάδα, όσο και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες (Sui et al., 2015, Evgenidou et al., 2015; Verlicchi et al. 2012, 2015; Parageorgiou et al. 2016, 2019) . Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι παρά το γεγονός ότι δεν έχουν καθιερωθεί μέχρι σήμερα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια υπολειμμάτων φαρμακευτικών ουσιών στα επιφανειακά νερά, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνωρίζοντας τους κινδύνους που μπορεί να ενέχει η ύπαρξη των φαρμακευτικών ουσιών στο περιβάλλον συμπεριέλαβε στον κατάλογο επιτήρησης (Watch List) για την παρακολούθηση χημικών ουσιών (Εκτελεστική Απόφαση (ΕΕ) 2015/495 της Επιτροπής – δημιουργία καταλόγου επιτήρησης των ουσιών για την παρακολούθηση σε επίπεδο Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων) τις φαρμακευτικές ουσίες: 17-α-αιθινυλοιστραδιόλη (17-alpha-ethinylestradiol, (EE2)), 17-β-οιστραδιόλη (17-beta-estradiol, (E2)), την ουσία οιστρόνη (estrone, (E1)), εξαιτίας της στενής της χημικής σχέσης με την ουσία 17-betaestradiol, της οποίας αποτελεί προϊόν διάσπασης, την ουσία δικλοφενάκη (diclofenac), που ανήκει στα μη στεροειδή αντιφλεγμονώδη καθώς και τρία μακρολιδικά αντιβιοτικά: ερυθρομυκίνη (erythromycin), κλαριθρομυκίνη (clarithromycin) και αζιθρομυκίνη (azithromycin)

**Επίσης για τη ρύπανση από κτηνοτροφικά απόβλητα (π.χ κοπριές ζώων κλπ) τα κτηνιατρικά φάρμακα, ενροφλοξασίνη (Enrofloxacin), λινκομυκίνη (Lincomycin), σουλφαδιμεθοξίνη (Sulfadimethoxine) και τυλοσίνη (Tylosin)**, παρά το γεγονός ότι δεν συμπεριλαμβάνονταν στις μελετώμενες ενώσεις στην παρούσα μελέτη, προτείνονται ως πρόσθετοι δείκτες αστικής ρύπανσης που θα μπορούσαν να συμπεριληφθούν σε μελλοντικές έρευνες στην μελετώμενη περιοχή για τους ίδιους λόγους που προαναφέρθηκαν για τις άλλες φαρμακευτικές ενώσεις (Fenech et al. 2012; Wohde et al., 2016; Kaczala and Blum, 2016).

Εκτός από τις φαρμακευτικές ουσίες, **οι τεχνητές γλυκαντικές ουσίες, ακεσουλφάμη (Acesulfame-K) και η σουκραλόζη (Sucralose)** μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ιδανικοί δείκτες ανθρωπογενούς ρύπανσης από αστικά λύματα, λόγω της σταθερότητά τους, της διαλυτότητά τους στο νερό και τη μικρή προσρόφησή τους στα στερεά (Fenech et al. 2012; Tran et al., 2019).

### 3.2 Φυτοφάρμακα – Δείκτες αγροχημικής ρύπανσης

Από τις δραστικές ουσίες των φυτοπροστατευτικών προϊόντων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως περιβαλλοντικοί δείκτες:

Σε επιφανειακά ύδατα – Υπόγεια ύδατα - Κανάλια

- ✓ Οι δραστικές ουσίες που υπερβαίνουν τις μέγιστες τιμές που ορίζονται από τα πρότυπα ποιότητας περιβάλλοντος (ΠΠΠ) σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων (EMT: ετήσια μέση τιμή, ΜΕΣ: μέγιστη επιτρεπόμενη συγκέντρωση)
- ✓ Οι δραστικές ουσίες που συμπεριλαμβάνονται στον κατάλογο ουσιών προτεραιότητας σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων

- ✓ Οι δραστικές ουσίες που περιλαμβάνονται στον κατάλογο επιτήρησης ουσιών για παρακολούθηση (Watch List) σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης στον τομέα της πολιτικής των υδάτων, (ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ (ΕΕ) 2015/495 ΤΗΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ; ΕΚΤΕΛΕΣΤΙΚΗ ΑΠΟΦΑΣΗ (ΕΕ) 2018/840). Μεταξύ αυτών ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στα Νεονικοτινοειδή (Ιμιδακλοπρίδη (αριθμός CAS 105827-78-9/138261-41-3, αριθμός ΕΕ 428-040-8), θειακλοπρίδη (αριθμός CAS 111988-49-9), θειαμεθοξάμη (αριθμός CAS 153719-23-4, αριθμός ΕΕ 428-650-4), κλοθειανιδίνη (αριθμός CAS 210880-92-5, αριθμός ΕΕ 433-460-1), ακεταμιπρίδη (αριθμός CAS 135410-20-7/160430-64-8)) τα οποία έχει βρεθεί ότι έχουν βλαβερές επιπτώσεις στις μέλισσες. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα νεονικοτινοειδή, ιμιδακλοπρίδη θειακλοπρίδη και θειαμεθοξάμη έχουν απαγορευτεί από τον Απρίλιο του 2018 στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης προκειμένου να αυξηθούν τα μέτρα προστασίας των μελισσών. Η απαγόρευση αφορά πλέον όλες τις εξωτερικές καλλιέργειες, με μόνη εξαίρεση τη χρήση των εντομοκτόνων αυτών σε κλειστά θερμοκήπια, υπό τον όρο ότι τα φυτά που καλλιεργούνται σε αυτά δεν βγαίνουν από τον κλειστό χώρο του θερμοκηπίου.
- ✓ Οι δραστικές ουσίες που εμφανίζουν μεμονωμένα ή συνδυαστικά τα εξής χαρακτηριστικά: α) εμφανίζουν υψηλά ποσοστά ανίχνευσης, β) ανιχνεύονται σε υψηλές συγκεντρώσεις, γ) χρησιμοποιούνται σε μεγάλες ποσότητες στον Ελλαδικό Χώρο και δ) είναι ιδιαίτερα τοξικές.

Με βάση τα παραπάνω, και σύμφωνα με τα αποτελέσματα του συστηματικού ελέγχου των επιπέδων ρύπανσης των φυτοφαρμάκων καθ' όλη τη διάρκεια της περιόδου των δειγματοληψιών προτείνονται ως περιβαλλοντικοί δείκτες οι παρακάτω φυτοπροστατευτικές ενώσεις στην **Λεκάνη Μόρνου**:

- i. Ουσίες προτεραιότητας
- ii. Ουσίες καταλόγου επιτήρησης (Watch List)
- iii. Νεονικοτινοειδή
- iv. Καφεΐνη
- v. Diflubenzuron, terbacil.

### 3.3 Λιπάσματα – Εδαφοβελτιωτικά

Από την κατηγορία αυτή των εισροών στη γεωργία οι ουσίες που μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως δείκτες περιβαλλοντικής επιβάρυνσης είναι:

- οι ουσίες προτεραιότητας στον τομέα πολιτικής των υδάτων του Ευρωπαϊκού Συμβουλίου (Απόφαση 170766/22-1-2016-ΦΕΚ 69 ΤΒ Παράρτημα Ι, σελ. 880-881), στην οποία περιλαμβάνονται το κάδμιο και οι ενώσεις του, ο μόλυβδος και οι ενώσεις του, ο υδράργυρος και οι ενώσεις του και το νικέλιο και οι ενώσεις του και
- τα νιτρικά ιόντα και η χλωροφύλλη που συναντώνται σε ορισμένες λεκάνες σε υψηλές συγκεντρώσεις. Ο λόγος που αυτά προτείνονται είναι ότι προκαλούν περιβαλλοντική ρύπανση όταν υπάρχουν στο έδαφος σε περίσσεια, δηλαδή σε ποσότητες μεγαλύτερες από εκείνες που μπορούν να απορροφήσουν τα φυτά, δηλαδή ευτροφισμό των υδάτων.
- Το χλώριο, το οποίο χρησιμοποιείται σε όλα τα δίκτυα πόλεων τόσο στην Ελλάδα όσο και διεθνώς, για προληπτική απολύμανση από όλα τα μικρόβια, με βάση νομοθεσία που επιβάλλει στις ΔΕΥΑ να το χρησιμοποιούν στα νερά ύδρευσης. Παράλληλά συναντάται σε ύδατα άρδευσης σε περιοχές, που γειτνιάζουν με τη θάλασσα και δέχονται εισροές θαλάσσιου ύδατος, όπως συμβαίνει και σε απομακρυσμένες από τη θάλασσα περιοχές στις οποίες η άντληση του ύδατος γίνεται από πολύ βαθιά στρώματα.
- Το εξασθενές χρώμιο ( $Cr^{+6}$ ), το οποίο όπως προαναφέρθηκε προέρχεται κυρίως από γεωγενείς αιτίες.
- Το αρσενικό (As), με σοβαρές επιπτώσεις στην υγεία του ανθρώπου. Το στοιχείο αυτό μπορεί να προέρχεται τόσο από ανθρωπογενείς (βιομηχανικές και γεωργικές δραστηριότητες), όσο και από γεωγενείς αιτίες.



Υπάρχουν επιπλέον κάποιες φυσικοχημικές παράμετροι που είναι ενδεικτικοί της ρύπανσης που μπορεί να προκληθεί στο υδάτινο περιβάλλον είτε μέσω της χρήσης λιπασμάτων, είτε από παραβίαση των κανόνων λειτουργίας βιομηχανιών, βιοτεχνιών ή άλλων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Τέτοιες παράμετροι είναι: το COD, το BOD, το καρβονοειδές Daphnia Magna.

Στην επιλογή των περιβαλλοντικών δεικτών τα κριτήρια που πρέπει να εφαρμοστούν, είναι (παρόμοια με τα φυτοφάρμακα που αναφέρονται παρακάτω): α) η συχνότητα εμφάνισης όπως αυτή προέκυψε από τον διετή έλεγχο, β) Οι συγκεντρώσεις στις οποίες προσδιορίζονται, και γ) η τοξικότητά τους.

Με βάση τα ευρήματα αυτής της μελέτης ως περιβαλλοντικοί δείκτες της κατηγορίας αυτής προτείνονται οι ακόλουθοι στην **λεκάνη Μόρνου**: Cl.