



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΤΡΟΦΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΣΙΜΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΛΑΡΙΣΑΣ**

ΠΕΡΙΣΤΕΡΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Θεσσαλονίκη, 2010

**ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΣΙΜΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΛΑΡΙΣΑΣ**

ΠΕΡΙΣΤΕΡΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης (ΑΤΕΙ)
Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 Θεσσαλονίκη Τ.Θ. 141

Υποβολή Πτυχιακής διατριβής που αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή Πτυχίου του Τμήματος Τεχνολογίας Τροφίμων του Α.Τ.Ε.Ι Θεσσαλονίκης.

Ημερομηνία: 16/6/2010

Εισηγητής: ΣΑΜΑΡΑΣ ΠΙΕΤΡΟΣ

**ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΣΙΜΟΥ
ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΝΟΜΟ ΛΑΡΙΣΑΣ**

ΠΕΡΙΣΤΕΡΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκης (ΑΤΕΙ)
Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, 57400 Θεσσαλονίκη Τ.Θ. 141

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Έγιναν δειγματοληψίες σε κάθε Δήμο και Κοινότητα του Νομού Λάρισας σε διάστημα έξι μηνών με σκοπό την αξιολόγηση της ποιότητας του πόσιμου νερού στο Νομό Λάρισας. Συνολικά αναλύθηκαν 32 δείγματα , από 28 Δήμους και 4 Κοινότητες. Στα δείγματα υπολογίστηκαν το pH , η αγωγιμότητα , η σκληρότητα , τα νιτρικά , τα θειικά , τα φθοριούχα , τα χλωριούχα , ο σίδηρος και το μαγγάνιο. Οι αναλύσεις των δειγμάτων πραγματοποιήθηκαν στο εργαστήριο ελέγχου ποιότητας νερών της Δ.Ε.Υ.Α. Λάρισας. Από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι το νερό του Νομού Λάρισας είναι κατάλληλο για ανθρώπινη χρήση , με εξαίρεση κάποιων δικτύων που παρατηρήθηκαν υπερβάσεις , σύμφωνα με την νομοθεσία , με αποτέλεσμα τα δίκτυα κάποιων Δήμων να μην είναι κατάλληλα για ανθρώπινη χρήση είτε αυτά οφείλονται σε γεωλογικούς παράγοντες είτε σε βλάβες των δικτύων διανομής.

| Περιεχόμενα | Σελίδα |
|---|--|
| 1. Εισαγωγή..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1 Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.1 Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.2 Οργανοληπτικές παράμετροι | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.2.1 Χρώμα | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.2.2 Θολερότητα..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.2.3 Οσμή..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.2.4 Γεύση..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3 Φυσικοχημικές παράμετροι | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.1 Θερμοκρασία | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.2 Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH) | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.3 Αγωγιμότητα | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.4 Χλωριούχα | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.5 Θειικά..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.6 Ασβέστιο | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.7 Μαγνήσιο | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.8 Νάτριο..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.9 Κάλιο..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.10 Σκληρότητα | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.11 Διαλυμένο οξυγόνο.. | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.3.12 Οξειδωσιμότητα | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.4 Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.4.1 Αμμωνία..... | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.4.2 Νιτρώδη | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.4.3 Νιτρικά | Ошибка! Закладка не определена. |
| 2.1.4.4 Σίδηρος..... | Ошибка! Закладка не определена. |

- 2.1.4.5 Μαγγάνιο **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.1.4.6 Χαλκός **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.1.4.7 Ψευδάργυρος..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.1.4.8 Φώσφορος..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.1.4.9 Φθόριο **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.1.4.10 Χλώριο υπολειμματικό**Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.1.5 Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες**Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.5.1 Αρσενικό **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.5.2 Κάδμιο **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.5.3 Χρώμιο..... **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.5.4 Μόλυβδος **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.5.5 Σελήνιο **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.1.6 Παράμετροι οργανικών ενώσεων**Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.6.1 Ακρυλαμίδιο **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.6.2 Βενζόλιο..... **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.6.3 Βινυλοχλωρίδιο **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.6.4 Επιχλωρυδρίνη..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 2.1.7 Εξυγίανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.7.1 Γενικά..... **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.7.2 Απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης .**Ошибка! Закладка не определена.**
 - 2.1.7.3 Χλωρίωση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3. Πειραματικό μέρος **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 3.1 Υλικά και μέθοδοι **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 3.1.1 Γενικά..... **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 3.1.2 Δειγματοληψία νερού **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 3.1.3 Μεταχείριση των δειγμάτων πριν την εξέταση **Ошибка! Закладка не определена.**
 - 3.1.4 Αντιδραστήρια..... **Ошибка! Закладка не определена.**

- 3.1.5 Όργανα **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2 Μέθοδοι ανάλυσης **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.1 Προσδιορισμός νιτρικών **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.2 Προσδιορισμός pH..... **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.3 Προσδιορισμός θειικών.. **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.4 Προσδιορισμός αγωγιμότητας**Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.5 Προσδιορισμός σκληρότητας**Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.6 Προσδιορισμός χλωριούχων**Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.7 Προσδιορισμός φθοριούχων**Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.8 Προσδιορισμός σιδήρου **Ошибка! Закладка не определена.**
- 3.2.9 Προσδιορισμός μαγγανίου**Ошибка! Закладка не определена.**
4. Αποτελέσματα - Συζήτηση **Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.1 Αποτελέσματα των μετρήσεων του pH**Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.2 Αποτελέσματα των μετρήσεων της αγωγιμότητας.....**Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.3 Αποτελέσματα των μετρήσεων της σκληρότητας**Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.4 Αποτελέσματα των μετρήσεων των νιτρικών**Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.5 Αποτελέσματα των μετρήσεων των θειικών**Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.6 Αποτελέσματα των μετρήσεων των χλωριούχων**Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.7 Αποτελέσματα των μετρήσεων των φθοριούχων**Ошибка! Закладка не определена.**
- 4.8 Αποτελέσματα των μετρήσεων του σιδήρου**Ошибка! Закладка не определена.**

4.9 Αποτελέσματα των μετρήσεων του μαγγανίου **Ошибка! Закладка не определена.**

5. Συμπεράσματα..... **Ошибка! Закладка не определена.**

6. Βιβλιογραφία..... **Ошибка! Закладка не определена.**

1. Εισαγωγή

Το νερό είναι απαραίτητος συντελεστής της ζωής και αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα του κόσμου. Δίχως υπερβολή το ζωικό και φυτικό βασίλειο εξαρτώνται πλήρως από το νερό, διότι είναι πηγή ζωής.

Το νερό στον πλανήτη μας είναι το ίδιο με αυτό που εξυπηρετήθηκαν προηγούμενες γενιές ανθρώπων. Δεν έχει προστεθεί άλλο νερό, ούτε άλλαξε, ούτε χάθηκε. Παρ' όλα αυτά σήμερα τα αποθέματα καθαρού και υγιεινού νερού είναι περιορισμένα σε όλο τον κόσμο.

Τα δίκτυα ύδρευσης άρχισαν να κατασκευάζονται στα τέλη της δεκαετίας του 1920 και υδροδοτούν τη Λάρισα με το επεξεργασμένο νερό του Πηνειού από το 1930 μέχρι και το 1990. Τότε, με απόφαση του Διοικητικού Συμβουλίου της ΔΕΥΑΛ, διακόπηκε η ύδρευση της πόλης από τον Πηνειό, λόγω του υψηλού βαθμού ρύπανσής του. Έκτοτε, η πόλη υδρεύεται με το νερό των 17 συνολικά Γεωτρήσεων (5 στη Γιάννουλη, 7 στον Αμπελώνα και 5 στα Πλατανούλια).

Στη δεκαετία του '90 η ΔΕΥΑΛ ολοκλήρωσε την κατασκευή του εξωτερικού δικτύου ύδρευσης πόλης Λάρισας (Νέο Εξωτερικό Υδραγωγείο) για την εξεύρεση πηγών νερού και τη μεταφορά του στην πόλη. Επίσης, κατασκεύασε ένα μεγάλο μέρος των έργων του εσωτερικού δικτύου ύδρευσης για την αναπαλαίωση και αντικατάσταση του παλαιού.

Το 2000 , με την έναρξη της λειτουργίας του Νέου Εξωτερικού Υδραγωγείου , άλλαξε ριζικά το σύστημα υδροδότησης της Λάρισας. Το νερό των Γεωτρήσεων οδηγείται πλέον στις δεξαμενές της Αγίας Παρασκευής και Μεζούργλου και με τη βαρύτητα , λόγω της υψομετρικής διαφοράς διανέμεται στην πόλη.

Ο υδατόπυργος, στις εγκαταστάσεις της Επιχείρησης έπαψε να προσφέρει τις μακρόχρονες υπηρεσίες του, από το 1928 μέχρι πρόσφατα, αλλά συνεχίζει να είναι σύμβολο της ΔΕΥΑΛ και μνημείο της πόλης.

Σήμερα, η ΔΕΥΑΛ με το νερό των 17 συνολικά γεωτρήσεων και το Νέο Εξωτερικό Υδραγωγείο υδροδοτεί το Δήμο Λάρισας, το Δημοτικό Διαμέρισμα Τερψιθέας και τους οικισμούς Κουλουρίου και Αμφιθέας, το Δημοτικό

Διαμέρισμα Νίκαιας, το Δημοτικό Διαμέρισμα Μελισσοχωρίου και μέρος του Πλατυκάμπου.

Η ετήσια παραγωγή νερού ξεπερνάει τα 18.000.000 m³ . Το νερό είναι υγιεινό , πλήρως ελεγμένο στα εξοπλισμένα με σύγχρονη τεχνολογία Εργαστήρια (χημικό-микροβιολογικό).

Η ΔΕΥΑΛ έχει πάντα, ως κύρια επιδίωξη, την εξασφάλιση υδατικών πόρων και την παροχή υγιεινού νερού. Αυτό τον στόχο τον έχει πετύχει με τον πλέον αποτελεσματικό τρόπο. Η Λάρισα δεν έχει αντιμετωπίσει ποτέ πρόβλημα υδροδότησης και το νερό που τρέχει στις βρύσες της είναι άριστης ποιότητας.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η αξιολόγηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του πόσιμου νερού σε 28 Δήμους και 4 Κοινότητες στο Νομό Λάρισας.

2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης

2.1.1 Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Το νερό είναι από τους σπουδαιότερους παράγοντες για την ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής στον πλανήτη μας. Είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος και η βιώσιμη διαχείριση του συμβάλλει στην αειφορία του Περιβάλλοντος και την Προαγωγή της Υγείας. Αποτελεί το 60 % περίπου της μάζας του σώματος και είναι βασικός παράγοντας της κυκλοφορίας και της ηλεκτρολυτικής ισορροπίας του οργανισμού μας. Ποσοστό περίπου 0,5 % από την ολική ποσότητα του νερού στη φύση (υπογείου και επιφανειακού) προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Το πόσιμο νερό αποτελεί το υπ' αριθμόν ένα είδος διατροφής και είναι υψίστης σημασίας για την ικανοποίηση των κοινωνικών αναγκών του ανθρώπου.

Το νερό το προοριζόμενο για ανθρώπινη κατανάλωση πρέπει να είναι από κάθε άποψη αβλαβές για την υγεία του ανθρώπου, οργανοληπτικά άμεμπτο και απολύτως καθαρό, απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και οποιεσδήποτε ουσίες σε αριθμούς και συγκεντρώσεις που αποτελούν ενδεχόμενο κίνδυνο για τη Δημόσια Υγεία.

Η προστασία του πόσιμου νερού αποτελεί στόχο Εθνικής και Κοινοτικής πολιτικής και υπόκειται σε συμφωνίες υποχρεωτικού χαρακτήρα με σκοπό τη διατήρηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του, ώστε να διασφαλίζεται η προστασία της Δημόσιας Υγείας. Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης θα πρέπει να κυμαίνονται μεταξύ ορισμένων αποδεκτών ορίων, που αποτελούν και τα πρότυπα ποιότητας του νερού, θεσπίζονται νομοθετικά.

Τα πρότυπα αυτά έχουν καθορισθεί με την Οδηγία 98/83 Ε.Κ. και αναφέρονται στην Κοινή Υπουργική Απόφαση Υ2/2600/2001 (ΦΕΚ 892/11.7.2001).

(www.technicalreview.gr)

2.1.2 Οργανοληπτικές παράμετροι

2.1.2.1 Χρώμα

Το χρώμα στο νερό οφείλεται σε κolloειδείς ή διαλυμένες ουσίες φυσικής προελεύσεως ή σε τεχνικές χρωστικές ουσίες.

Στο υπόγειο νερό το χρώμα οφείλεται σε διαλυμένες ορυκτές ουσίες, ιδίως σιδηρούχες ενώσεις, που δίνουν χροιά κοκκινόφαιη καθώς επίσης και σε άλατα μαγγανίου που δίνουν χροιά ρόδινη.

Στο επιφανειακό νερό το χρώμα οφείλεται ή σε διαλύματα οργανικών ουσιών που προέρχονται από την παρουσία λυμάτων εργοστασίων ή σε εκκένωση χρωστικών ουσιών ή σε ανάπτυξη φυκιών.

Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης για να είναι ελκυστικό και υγιεινό επιβάλλεται να είναι άχρωμο. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.2.2 Θολρότητα

Η θολότητα οφείλεται σε αιωρούμενες ουσίες. Το υπόγειο νερό είναι κατ' αρχή διαυγές. Αιφνίδια αύξηση θολότητας υποδηλώνει άμεση επικοινωνία με επιφανειακό νερό και το καθιστά ύποπτο ρύπανσης ή και μόλυνσης, γι' αυτό επιβάλλεται άμεση Υγειονομική Έρευνα και διακοπή υδροδότησης για όσο χρονικό διάστημα διαρκεί ο έλεγχος του δικτύου.

Η διαπίστωση θολότητας στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης πάνω από τα όρια το καθιστά ακατάλληλο.

Το νερό για να είναι πόσιμο και υγιεινό, πρέπει να είναι διαυγές.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.2.3 Οσμή

Το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης πρέπει να είναι άοσμο και κάθε οσμή υποδηλώνει πιθανή ρύπανση του. Η παρουσία δυσάρεστων οσμών στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης προκαλεί την δυσφορία και τα παράπονα των καταναλωτών.

Οσμές προερχόμενες από οργανικές ουσίες σε αποσύνθεση προσδίδουν στο νερό οσμή "μούχλας". Υπάρχει νερό πηγής που έχει οσμή υδρόθειου και οφείλεται στα εν διαλύσει θειούχα άλατα όπως π.χ. Λουτρά Μεθάνων, Θερμοπηλών κ.λ.π.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.2.4 Γεύση

Η ευχάριστη γεύση του νερού οφείλεται κυρίως στην παρουσία οξυγόνου και ορισμένων αλάτων εν διαλύσει σε μικρές ποσότητες ιδίως σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Η δυσάρεστη γεύση του νερού είναι δυνατό να οφείλεται στην παρουσία οργανικών ουσιών και διαφόρων ενώσεων μετάλλων.

Επιβάλλεται Υγειονομική Έρευνα για τον εντοπισμό της προέλευσης της ρύπανσης.

Επίσης η υπερχλωρίωση του νερού αρκετές φορές προσδίδει δυσάρεστη γεύση. Το νερό δεν πρέπει να έχει γεύση αλμυρή, πικρή και στυπτική.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3 Φυσικοχημικές παράμετροι

2.1.3.1 Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία επιβάλλεται να είναι τέτοια ώστε να παρέχει ευχάριστη γεύση. Όσο ανέρχεται η θερμοκρασία του νερού γίνεται λιγότερο εύγευστο λόγω αποβολής των εν διαλύσει αερίων.

Η θερμοκρασία του υπόγειου νερού και του νερού πηγής συνήθως είναι σταθερή, ενώ του επιφανειακού νερού ακολουθεί τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

Όρια θερμοκρασίας νερού σε °C

- | | |
|-----------------------|----------------|
| 1. Ανεκτή | 4 – 7 °C |
| 2. Ευχάριστη | 7 – 12 °C |
| 3. Επιθυμητή | 12 – 17 °C |
| 4. Λιγότερο επιθυμητή | 17 – 25 °C |
| 5. Ανεπιθύμητη | 25 °C και άνω. |

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.2 Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)

Ο καλύτερος τρόπος για τη μέτρηση του pH είναι το πεχάμετρο. Το πεχάμετρο μετράει τη συγκέντρωση των ιόντων υδρογόνου και υπολογίζει την ακριβή τιμή του pH. (Taylor, 2000)

Η μέτρηση της συγκέντρωσης των ιόντων υδρογόνου (pH) στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης προσδιορίζει την ενεργό οξύτητα του νερού.

Το pH του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης πρέπει να έχει αντίδραση ασθενώς αλκαλική, ποτέ όξινη, διότι εκτός των άλλων καθίσταται διαβρωτικό και δαπανηρό για την συντήρηση του δικτύου διανομής.

Αποκλίσεις του pH προς τα άνω ή κάτω από τα όρια 7,0 - 7,5 δημιουργούν σοβαρές ενδείξεις ρύπανσης με διάφορες χημικές ουσίες. (Δερμοσόνογλου, 1998)

Το pH, σε συνδυασμό με άλλα συστατικά, μας φανερώνει αν το νερό είναι διαβρωτικό ή αν βοηθά στο κατακάθισμα του στρώματος αλάτων (πουρί) στους σωλήνες ή στο εσωτερικό λεβήτων και σωλήνων. (Ταμιωλάκης, 2002)

2.1.3.3 Αγωγιμότητα

Είναι μία παράμετρος που εκφράζει την συνολική περιεκτικότητα αλάτων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

Δεν υπάρχει ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση, αλλά μόνο ενδεικτικό επίπεδο. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.4 Χλωριούχα

Συνήθως στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης τα χλωριούχα άλατα υπάρχουν σε διάφορες συγκεντρώσεις που εξαρτώνται από το υπέδαφος. Είναι άλατα του Na και Mg και οι επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις ανέρχονται στα 200mg/L.

Η παρουσία των χλωριούχων σε ποσά πάνω από τα επιτρεπόμενα όρια έχει επίδραση μόνο στη γεύση και όχι στην υγεία.

Μεγάλη σημασία από Υγιεινολογική άποψη έχει μια απότομη και ξαφνική αύξηση των χλωριούχων. Κατά πάσα πιθανότητα αποτελεί ένδειξη ρύπανσης του νερού από οικιακά λύματα.

Επειδή τα χλωριούχα άλατα είναι πιθανός δείκτης μόλυνσης, βάση της Υγειονομικής Διάταξης επιβάλλεται καθημερινά ο έλεγχος τους.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.5 Θειικά

Τα θειικά άλατα ανιχνεύονται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης σε διάφορες συγκεντρώσεις και εξαρτώνται κατά κύριο λόγο από το υπέδαφος

όταν προέρχεται από υπόγειες συλλογές. Στο επιφανειακό νερό η παρουσία τους συνηγορεί υπέρ της πρόσμιξης με βιομηχανικά απόβλητα και λύματα.

Το υγιεινό νερό δεν πρέπει να περιέχει περισσότερο από 50 - 60 mg/L αλάτων, ενώ η ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι 250 mg/L.

Όταν τα θειικά άλατα, ιδίως του μαγνησίου, υπερβούν ορισμένες πυκνότητες είναι δυνατόν να προκαλέσουν γαστρεντερικές διαταραχές.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.6 Ασβέστιο

Το ασβέστιο ανιχνεύεται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και τα άλατά του είναι το κύριο συστατικό που προσδίδει την σκληρότητα. Το ασβέστιο βρίσκεται στη φύση σε μεγάλη αφθονία και αποτελεί το κύριο συστατικό των οστών και των οδόντων. Αποτελεί κατά υπολογισμούς το 1,9 % του βάρους του ανθρωπίνου σώματος. Οι ημερήσιες απαιτήσεις του ενήλικα σε ασβέστιο ανέρχονται σε 0,5 - 0,7 g/24 και είναι μεγαλύτερες στα παιδιά και τους εφήβους. Οι ανάγκες της γυναίκας κατά την εγκυμοσύνη και τον θηλασμό σε ασβέστιο είναι πολύ αυξημένες διότι παρέχει στο έμβρυο και το νεογνό το απαιτούμενο ασβέστιο.

Το ασβέστιο βρίσκεται σε μεγάλη περιεκτικότητα στο γάλα και τα προϊόντα του (τυρί, γιαούρτι, κασέρι). Γενικά ο ρόλος του ασβεστίου στον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολύπλευρος.

Σημαντικές ποσότητες ασβεστίου παίρνουμε και από το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και μάλιστα από το σκληρό νερό. Δεν υπάρχει ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση παρά μόνο ενδεικτικό επίπεδο 100 mg/L.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.7 Μαγνήσιο

Το μαγνήσιο ανιχνεύεται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης και τα άλατα του μαγνησίου είναι το συστατικό που προσδίδει την σκληρότητα.

Το μαγνήσιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τον άνθρωπο και βρίσκεται στα οστά. Το σώμα ενός ενήλικα περιέχει περίπου 25 g μαγνησίου.

Η σημασία του μαγνησίου για τον ανθρώπινο οργανισμό είναι πολύπλευρη:

α. Παίζει σπουδαίο ρόλο στη λειτουργία των κυτταρικών μεμβρανών στην καρδιακή λειτουργία και ασκεί προστατευτική δράση στο μυοκάρδιο,

β. Συμμετέχει έμμεσα στις λειτουργίες παραγωγής ενέργειας,

γ. Συμμετέχει έμμεσα στο μεταβολισμό των πρωτεϊνών, στην καλή κατάσταση των κυττάρων και στην ανάπτυξη του μυϊκού συστήματος. Τα ιόντα του μαγνησίου φαίνεται ότι ασκούν προστατευτική δράση στο μυοκάρδιο.

Η ανεπάρκεια του μαγνησίου, προκαλεί ανορεξία, κόπωση, ταχυκαρδία, αρρυθμίες κ.λ.π. Ενώ η υψηλή ποσότητα έχει καθαρικές και διουρητικές ιδιότητες.

Η πρόσληψη του μαγνησίου από τον ανθρώπινο οργανισμό γίνεται από τις τροφές και το νερό. Ορισμένες τροφές είναι πλούσιες σε μαγνήσιο, όπως ψωμί, αλεύρι ολικής αλέσεως, λαχανικά, μπιζέλια κ.λ.π.

Ως ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση αναφέρεται 50 mg/L.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.8 Νάτριο

Το νάτριο υπάρχει στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης ανάλογα με την προέλευση του. Είναι απαραίτητο στοιχείο για τον άνθρωπο και ο οργανισμός χρειάζεται μεγάλες ποσότητες συγκριτικά με άλλα στοιχεία, βρίσκεται κυρίως στα εξωκυττάρια υγρά του σώματος. Η οδηγία του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων έχει καθορίσει μία ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση την οποία με την Υ.Δ. την αποδέχτηκε και η χώρα μας. Υπάρχουν διάφορες επιτροπές και ομάδες εργασίας που ασχολούνται με το θέμα της συνολικής πρόσληψης χλωριούχου νατρίου.

Όταν υπάρχει έλλειψη νατρίου συνήθως το καλοκαίρι λόγω εφιδρώσεως, επιβάλλεται να αναπληρωθεί αμέσως, διότι μείωση νατρίου προκαλεί πτώση της αρτηριακής πίεσης και ταχυκαρδία κ.λ.π. Συνήθως προσλαμβάνεται από το μαγειρικό αλάτι και αποβάλλεται με τα ούρα. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.9 Κάλιο

Το κάλιο βρίσκεται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις. Ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση 12 mg/L.

Το κάλιο είναι απαραίτητο στοιχείο για τον άνθρωπο και αποτελεί το βασικό ενδοκυττάριο κατιόν ιόν στο ανθρώπινο σώμα. Μια μεγάλη ποσότητα από το σύνολο του καλίου βρίσκεται στο ενδοκυττάριο υγρό κυρίως του μυϊκού ιστού.

Το κάλιο συμβάλλει στο σχηματισμό πρωτεϊνών εντός των κυττάρων και συμμετέχει στην ομαλή λειτουργία του νευρικού συστήματος. Μια σημαντική δράση του είναι η διατήρηση της ισορροπίας του νερού εντός των κυττάρων του ανθρώπινου οργανισμού. Ακόμη συντελεί στη διατήρηση της οξεοβασικής ισορροπίας του ανθρώπου μαζί με τα ιόντα ασβεστίου, νατρίου και μαγνησίου.

Η έλλειψη καλίου στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλεί εμέτους, πτώση της αρτηριακής πίεσης, πολυδιψία, παράλυση ακόμη και κώμα.

Τις ημερήσιες ανάγκες ο οργανισμός τις καλύπτει αρκετά εύκολα από τις φυτικές τροφές που είναι πλούσιες σε κάλιο. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.10 Σκληρότητα

Η σκληρότητα εκφράζει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου και εξαρτάται από τα πετρώματα που έχει περάσει το νερό. Διακρίνεται σε ανθρακική (ή παροδική) σκληρότητα που οφείλεται στα όξινα ανθρακικά (διττανθρακικά) άλατα και στην μη ανθρακική (μόνιμη) σκληρότητα που οφείλεται στα υπόλοιπα άλατα (χλωριούχα, θειικά, νιτρικά, ανθρακικά). (http://www.waterinfo.gr/ecdyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

Δεν υπάρχουν αποδείξεις ότι η σκληρότητα του νερού δρα επιβλαβώς στον οργανισμό του ανθρώπου. Όμως υπάρχουν κάποιες επιδημιολογικές έρευνες που έγιναν στην Ιαπωνία και αναφέρουν ότι άτομα που κατανάλωναν σκληρό νερό παρουσίασαν μικρότερα καρδιαγγειακά επεισόδια συγκρινόμενα με άτομα που κατανάλωναν μαλακό νερό. Έτσι άρχισαν επιδημιολογικές έρευνες με σκοπό τον εντοπισμό και την πιθανή σχέση μεταξύ της σκληρότητας του νερού και της υγείας του ανθρώπου. Οι πρώτες παρατηρήσεις έδειξαν ότι η θνησιμότητα από καρδιαγγειακά επεισόδια σε

πόλεις που το νερό ήταν σκληρό παρουσίαζαν τάσεις πτωτικές, συγκριτικά με πόλεις όπου το νερό τους ήταν μαλακό και ως πιθανή αιτία αναφέρεται η παρουσία ιόντων Μαγνησίου.

Υποψίες σχετικές με την πρόκληση "χολολιθίασης" και "νεφρολιθίασης" εξαιτίας της κατανάλωσης σκληρού νερού δεν έχει επιβεβαιωθεί.

Διαπιστώθηκε ότι το μαλακό νερό είναι επικίνδυνο διότι διαβρώνει σωληνώσεις αγωγών υδρεύσεως και υδατοδεξαμενές από μόλυβδο και μακροχρόνια κατανάλωση αυτού δύναται να επιφέρει χρόνια μολυβδίαση.

(Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.3.11 Διαλυμένο οξυγόνο

Η περιεκτικότητα του νερού σε διαλυμένο οξυγόνο πρέπει να είναι στο σημείο κορεσμού, δηλ. 100 %, οπότε το νερό έχει ευχάριστη γεύση.

Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία, που να συνδέονται άμεσα με την ελάττωση ή την έλλειψη διαλυμένου οξυγόνου στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Υπάρχουν όμως κάποιες έμμεσες επιπτώσεις: Διαβρώνονται οι σωληνώσεις με αποτέλεσμα να αυξάνεται η περιεκτικότητα του νερού σε μέταλλα (π.χ. σίδηρο, ψευδάργυρο, μόλυβδο, κάδμιο). Επίσης δημιουργούνται αναερόβιες συνθήκες που βοηθούν την αναγωγή των νιτρικών σε νιτρώδη, των θειικών σε θειούχα, με συνέπεια τη δημιουργία δυσάρεστων οσμών.

Το διαλυμένο οξυγόνο ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα του νερού.

http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf

2.1.3.12 Οξειδωσιμότητα

Ο προσδιορισμός της οξειδωσιμότητας εκφράζει την περιεκτικότητα του δείγματος σε οργανικές ουσίες που οξειδώνονται με διάλυμα υπερμαγγανικού καλίου. Πολλές οργανικές και ορισμένες ανόργανες ουσίες οξειδώνονται με υπερμαγγανικό κάλιο σε όξινο, ουδέτερο ή αλκαλικό περιβάλλον.

(Σκληβανιώτης, 2004)

2.1.4 Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες

2.1.4.1 Αμμωνία

Η ανεύρεση αμμωνίας στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι σπάνια και προέρχεται από την αποσύνθεση οργανικών ουσιών ή από την ρύπανση του υδροφόρου στρώματος με αμμωνιακά λιπάσματα ή από αναγωγή νιτρικών αλάτων σε αμμωνία. Γενικά η αμμωνία είναι χημικός δείκτης μόλυνσης του νερού. Πάντως με την πάροδο του χρόνου και την επίδραση βακτηριδίων, η αμμωνία οξειδώνεται και σχηματίζει κατ' αρχάς νιτρώδη και τελικώς νιτρικά άλατα.

Σε περίπτωση που η αμμωνία προέρχεται από διάσπαση πρωτεϊδών, τότε είναι σίγουρο ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης έχει προσμιχθεί με οργανικές ουσίες. Η διαπίστωση αν οι οργανικές ουσίες οφείλονται σε πρόσμειξη με περιττωματικές ουσίες θα γίνει με μικροβιολογική εξέταση. Το νερό με αμμωνία εκ πρωτεϊδών είναι επικίνδυνο και ακατάλληλο για πόση.

Η ανώτατη αποδεκτή συγκέντρωση για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι 0,5 mg/L. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.4.2 Νιτρώδη

Η παρουσία νιτρωδών αλάτων στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι σπάνια και πιθανή ύπαρξη τους βεβαιώνει πρόσφατη ρύπανση του νερού με οργανικές ουσίες των οποίων το άζωτο άρχισε να οξειδώνεται και θεωρείται ύποπτο ρύπανσης.

Τα νιτρώδη άλατα αποτελούν μια μεταβατική κατάσταση κατά την αποσύνθεση και οξείδωση των αζωτούχων ουσιών μεταξύ αμμωνίας και νιτρικών αλάτων.

Η παρουσία νιτρωδών αλάτων πάνω από τα επιτρεπτά όρια στο νερό υποδηλώνει ότι δεν έγινε πλήρης οξείδωση των αζωτούχων αλάτων, ότι λαμβάνει χώρα βακτηριδιακή δράση και ότι μπορεί να υπάρξουν και επικίνδυνοι μικροοργανισμοί. Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι 0,1 mg/L. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.4.3 Νιτρικά

Τα νιτρικά άλατα που ανιχνεύονται στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης πιθανόν να προέρχονται από το υπέδαφος ή από αζωτούχες ενώσεις (λιπάσματα), που φθάνουν μέχρι τα υπόγεια υδροφόρα στρώματα σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Η παρουσία μεγάλης συγκέντρωσης νιτρικών σε νερό που προέρχεται από μεγάλο βάθος συνηγορεί υπέρ της προέλευσης από ορυκτά. Αν υπάρχουν κάποια ίχνη νιτρικών στο νερό και δεν βρίσκονται άλλες μορφές αζώτου, αμμωνία, νιτρώδη, τότε η ρύπανση χαρακτηρίζεται παλιά.

Τα νιτρικά άλατα δεν είναι τοξικά για τον άνθρωπο, μετατρέπονται όμως σε νιτρώδη άλατα, τα οποία προκαλούν σοβαρότατα προβλήματα στην υγεία των βρεφών κάτω των τριών μηνών. Τα άλατα αυτά με την επίδραση των βακτηριδίων του πεπτικού συστήματος μετατρέπονται σε νιτρώδη και τα οποία συνδέονται με την αιμοσφαιρίνη, σχηματίζοντας την μεθαιμοσφαιρίνη που προκαλεί διαταραχή της μεταφοράς του οξυγόνου στους ιστούς, κλινικό σύνδρομο της μεθαιμοσφαιρινοπάθειας.

Ανώτατη παραδεκτή συγκέντρωση για το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης 50 mg/L. (Δερμοσόνογλου, 1998)

2.1.4.4 Σίδηρος

Υπάρχει κυρίως σε υπόγειο νερό, που διέρχεται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου. Το διοξείδιο του άνθρακα που βρίσκεται στο νερό, διαλύει το σίδηρο σε διττανθρακικά άλατα. Αυτά, όσο το νερό είναι ακόμη στα υπόγεια υδροφόρα στρώματα, δεν έχουν καμιά επίπτωση. Έτσι, όταν αντλείται, το νερό είναι τελείως διαυγές. Μόλις όμως βγει στην ατμόσφαιρα και έρθει σ' επαφή με το οξυγόνο, ο διττανθρακικός σίδηρος οξειδώνεται προς υδροξείδιο του σιδήρου, το οποίο θολώνει το νερό (δίνοντάς του ένα υποκίτρινο χρώμα) και το καθιστά ακατάλληλο για χρήση.

Η ύπαρξη σιδήρου στο νερό βοηθά την ανάπτυξη σιδηροβακτηριδίων. Τα σιδηροβακτηρίδια (μύκητας κρινόθρυξ) εναποθέτουν, με τη μορφή σκουριάς, το σίδηρο στα τοιχώματα των αγωγών μεταφοράς. Με την πάροδο του χρόνου, φορτώνονται τα τοιχώματα με πολλά σιδηροβακτηρίδια. Με την παραμικρή αλλαγή της ταχύτητας του νερού μέσα στον αγωγό, αυτά αποκολλώνται και συμπαρασύρονται με το νερό. Παρουσιάζονται σαν μικρά

μαυράδια και κάνουν το νερό τελείως ακατάλληλο προς πόση και οικιακή χρήση. (Ταμιωλάκης, 2002)

Συνεχής κατανάλωση νερού με υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει στον άνθρωπο, και ιδιαίτερα στα παιδιά, βλάβες στους ιστούς (αιμοχρωμάτωση). Ο σίδηρος δίνει στο νερό γεύση που είναι ανιχνεύσιμη σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις.

Ο σίδηρος στο νερό προκαλεί προβλήματα στα πλυντήρια και υφαντήρια (δημιουργούνται λεκέδες στα υφάσματα) και στους αγωγούς διανομής νερού (ευνοείται η ανάπτυξη βακτηριδίων και δημιουργούνται αποθέσεις).

http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf

2.1.4.5 Μαγγάνιο

Δεν έχουν διαπιστωθεί βλαβερές συνέπειες στην υγεία από το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που περιέχει μαγγάνιο. Θεωρείται από τα στοιχεία τα λιγότερο τοξικά για τον άνθρωπο. Η απορρόφησή του στον οργανισμό συνδέεται άμεσα με την απορρόφηση του σιδήρου. Υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό προκαλούν δυσάρεστη γεύση.

Το μαγγάνιο προκαλεί λεκέδες στα υφάσματα σε πλυντήρια και υφαντήρια. Διευκολύνει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στα δίκτυα με αποτέλεσμα αύξηση της θολότητας, δημιουργία οσμών και αποθέσεων.

http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf

2.1.4.6 Χαλκός

Η οδηγία 98/83/ΕΚ ορίζει σαν παραμετρική τιμή 2 mg/L και κατατάσσει το χαλκό στις χημικές παραμέτρους που είναι σημαντικές για την υγεία.

Ωστόσο συγκεντρώσεις μικρότερες από την προτεινόμενη τιμή μπορεί να επηρεάσουν αρνητικά το χρώμα, την οσμή και τη γεύση του νερού.

Ο χαλκός είναι ένα βασικό μέταλλο για τον άνθρωπο. Είναι απαραίτητο σε πολλά ένζυμα. Η ημερήσια ανάγκη σε χαλκό υπολογίζεται σε 30 µg ανά κιλό βάρους σώματος για τους ενήλικες και 80 µg για τα νεογνά. Το 50 % του χαλκού που λαμβάνεται με την τροφή αφομοιώνεται. Ο χαλκός βρίσκεται σε όλα τα όργανα και ο χρόνος ημι - ζωής του στα υγιή άτομα είναι 4 εβδομάδες.

Κατά λάθος λήψη υψηλών ποσοτήτων χαλκού (15 - 17 mg) προκαλεί γαστρεντερικές ανωμαλίες. Φαινόμενο χρόνιας δηλητηρίασης με χαλκό δεν

αναφέρεται. Ωστόσο, πολλές μελέτες έχουν δείξει πιθανή συσχέτιση μεταξύ υψηλής λήψης χαλκού με παιδικές τροφές σε νεογνά κατά τον πρώτο χρόνο της ζωής και περιπτώσεις ασθενειών (κύρωση του ήπατος). Μία πρόσφατη μελέτη στην Φινλανδία χαλκός του ορού είναι ένας ανεξάρτητος παράγοντας κινδύνου για την πρόοδο της αθηροσκλήρωσης. Σαφή συμπτώματα όπως αιμόλυση, βλάβη στα νεφρά και στο συκώτι έχουν παρατηρηθεί μετά την κατάποση υψηλών ποσοτήτων αλάτων χαλκού που έχουν προκαλέσει στο αίμα συγκεντρώσεις 3 - 8 mg/L.

Η παρουσία χαλκού στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης αν και δεν συνιστά κίνδυνο για την υγεία μπορεί να επηρεάσει αρνητικά ορισμένες οικιακές χρήσεις του νερού όπως η διευκόλυνση της διάβρωσης επιφανειών από αλουμίνιο ή ψευδάργυρο. Λέκιασμα υδραυλικών εξαρτημάτων και των πλυντηρίων μπορεί να προκληθεί με συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 1000 μg/l. (Σκληβανιώτης, 2004)

2.1.4.7 Ψευδάργυρος

Είναι σημαντικό στοιχείο για τον άνθρωπο και τα ζώα. Πηγές ψευδαργύρου στο νερό είναι η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων και τα απόβλητα μεταλλείων και επιμεταλλωτηρίων. Συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 5 mg/L προσδίδουν χρώμα και στυπτική γεύση στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης.

Δεν έχουν παρατηρηθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.4.8 Φώσφορος

Όλες οι ενώσεις του φωσφόρου συναντώνται στο νερό είτε διαλυμένες, είτε σαν σωματίδια είτε στο σώμα των υδρόβιων οργανισμών. Ο φώσφορος, όπως και το άζωτο, είναι βασικό στοιχείο για την ανάπτυξη των αλγών και η περιεκτικότητά του στα νερά αποτελεί καθοριστικό παράγοντα στον ευτροφισμό του επιφανειακού νερού.

Η μεγαλύτερη ποσότητα ανόργανου φωσφόρου οφείλεται στα ανθρώπινα λύματα και προέρχεται από τη διάσπαση των πρωτεϊνών κατά τον μεταβολισμό. Επίσης υπάρχει σε πολλά απορρυπαντικά και στα φωσφορικά λιπάσματα. Μικρά ποσά φωσφορικών εισέρχονται στα δίκτυα από την

επεξεργασία του νερού, όπου χρησιμοποιούνται για να εμποδιστεί η διάβρωση στις σωληνώσεις και τα επικαθήματα στους λέβητες.

Δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην υγεία.

http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf

2.1.4.9 Φθόριο

Το φθόριο συναντάται στο νερό σαν φθοριούχα άλατα, που προέρχονται από ηφαιστειογενή πετρώματα. Συνήθως βρίσκεται στο υπόγειο νερό παρά στο επιφανειακό. Δεν βρίσκεται σε στοιχειακή μορφή στη φύση, επειδή είναι πολύ δραστικό.

Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Από έρευνες και επιδημιολογικές μελέτες διαπιστώθηκε, ότι το φθόριο σε μικρά ποσά στο νερό (μέχρι 1 mg/L) είναι ωφέλιμο, γιατί εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας στα δόντια, ενώ σε μεγαλύτερες συγκεντρώσεις προκαλεί τη φθορίαση (μαύρες κηλίδες στην αδαμαντίνη των δοντιών) ή και βλάβες στα οστά.

Χρησιμοποιείται στην παραγωγή αλουμινίου, σε βιομηχανίες χάλυβα και γυαλιού, στα λιπάσματα και στα κεραμικά.

Σε νερό που δεν περιέχει φθόριο γίνεται φθορίωση με προσθήκη φθοριούχων και φθοριοπυριτικών ενώσεων. Σ' αυτές τις περιπτώσεις πρέπει να ελέγχεται συχνά η περιεκτικότητα του νερού σε φθόριο, ώστε να μην υπερβεί το επιτρεπτό όριο.

http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf

2.1.4.10 Χλώριο υπολειμματικό

Σε νερό που χλωριώνεται πρέπει να μετρηθεί υπολειμματικό χλώριο. Η τιμή του μας δείχνει αν η χλωρίωση που γίνεται είναι επαρκής. Κατά την χλωρίωση προστίθεται στο νερό ποσότητα χλωρίου αρκετή ώστε να καταστραφούν τα παθογόνα μικρόβια και να παραμείνει ελεύθερο χλώριο για να μη μολυνθεί το νερό μέσα στις σωληνώσεις.

Το χλώριο δίνει στο νερό ελαφρά οσμή και αλλοιώνει τη γεύση του. Οι μικρές ποσότητες χλωρίου που υπάρχουν στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης εξαφανίζονται με το γαστρικό υγρό και επομένως είναι ακίνδυνες για τον άνθρωπο. Μεγάλες ποσότητες χλωρίου προκαλούν ερεθισμό του στόματος και του λάρυγγα.

Η χλωρίωση του νερού πρέπει να γίνεται σωστά και να παρακολουθείται συστηματικά, ώστε να φθάνουν στους καταναλωτές μικρά μόνο ποσά χλωρίου.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.5 Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

2.1.5.1 Αρσενικό

Οι περισσότερες πηγές φυσικού νερού περιέχουν αρσενικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 5 µg/L. Φθάνει στους αποδέκτες από τα μεταλλεία, αφού υπάρχει σχεδόν σε όλα τα θειούχα ορυκτά, από τα εντομοκτόνα και την καύση ορυκτών καυσίμων. Οι φυσικές πηγές αρσενικού στο περιβάλλον είναι οι ηφαιστειογενείς δράσεις και η αποσύνθεση της φυτικής οργανικής ύλης.

Είναι τοξικό και πιθανόν καρκινογόνο. Η τοξικότητα του αρσενικού εξαρτάται από τη χημική και φυσική του μορφή, τη δόση, το χρόνο έκθεσης και τον τρόπο που εισάγεται στον ανθρώπινο οργανισμό. Προκαλεί βλάβες στο γαστρικό, νευρικό και αναπνευστικό σύστημα και διάφορες αλλοιώσεις στο δέρμα. Δόσεις μεταξύ 70 και 180 mg As είναι θανατηφόρες.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.5.2 Κάδμιο

Είναι ένα από τα τοξικότερα μέταλλα. Συναντάται στη φύση σε θειούχα ορυκτά με το μόλυβδο και τον ψευδάργυρο. Στο φυσικό νερό βρίσκεται κυρίως στα ιζήματα των βυθών και σε αιωρούμενα σωματίδια. Σε μη ρυπασμένο νερό η συγκέντρωση του καδμίου είναι κάτω από 1 µg/L. Πηγές του καδμίου στο νερό είναι τα βιομηχανικά απόβλητα και η διάβρωση των γαλβανισμένων σωλήνων. Σε συστήματα ύδρευσης, που τροφοδοτούνται με νερό μαλακό χαμηλού pH, μπορεί να βρεθούν υψηλές συγκεντρώσεις καδμίου, επειδή αυτό το νερό είναι πιο διαβρωτικό και η διαλυτότητα του καδμίου στο νερό εξαρτάται από το pH και τη σκληρότητα.

Το κάδμιο προσβάλλει το συκώτι, τα νεφρά, τη σπλήνα και το θυρεοειδή αδένια, εναποτίθεται στα οστά, όπου αντικαθιστά το ασβέστιο προκαλώντας τη νόσο *ITAI -ITAI*. Έχει βρεθεί ότι προκαλεί καρκίνο σε πειραματόζωα και ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες το συνδέουν με καρκίνο στον άνθρωπο.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.5.3 Χρώμιο

Υπάρχει στο φλοιό της γης και εμφανίζεται σαν τρισθενές και εξασθενές χρώμιο. Στο νερό βρίσκονται κυρίως άλατα του εξασθενούς χρωμίου, επειδή είναι ευδιάλυτα, ενώ σπάνια υπάρχει σαν τρισθενές, γιατί οι ενώσεις του είναι αδιάλυτες και καθιζάνουν. Στην ατμόσφαιρα βρίσκεται στα αεροζόλ και παρασύρεται από τη βροχή ή εναποτίθεται στο έδαφος ρυπαίνοντας το επιφανειακό νερό. Η μέση συγκέντρωση στο νερό της βροχής είναι 0,2 - 1 μg/L, στο θαλασσινό 0,05 μg/L και στο φυσικό νερό 0,5 - 2 μg/L, ενώ στο υπόγειο είναι πολύ χαμηλή. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα. Χρησιμοποιείται στις βιομηχανίες χρωμάτων και δέρματος, στα επιμεταλλωτήρια, στην παρασκευή κραμάτων και καταλυτών. Συχνά προστίθενται σε νερό ψύξης χρωμικές ενώσεις για έλεγχο της διάβρωσης.

Οι επιδράσεις του χρωμίου στην υγεία εξαρτώνται από τη μορφή του. Το εξασθενές χρώμιο είναι πολύ τοξικό. Προκαλεί βλάβες στο δέρμα και το συκώτι και θεωρείται καρκινογόνο. Το τρισθενές χρώμιο δεν έχει βρεθεί ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία.

http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf

2.1.5.4 Μόλυβδος

Είναι πολύ τοξικό μέταλλο. Το φυσικό νερό συνήθως περιέχει μέχρι 5 μg/L μόλυβδο. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις οφείλονται σε απόβλητα ορυχείων, βιομηχανιών, στη διάβρωση μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Μεγάλες ποσότητες μολύβδου υπάρχουν στην ατμόσφαιρα από τον τετρααιθυλιούχο μόλυβδο που προστίθεται στη βενζίνη σαν αντικροτικό. Στις περισσότερες χώρες έχει εγκαταλειφθεί και χρησιμοποιείται αμόλυβδη βενζίνη. Επίσης χρησιμοποιείται για την παραγωγή μπαταριών, κραμάτων, χρωστικών, αντισκωριακών.

Οι επιπτώσεις του μολύβδου στην υγεία μελετήθηκαν πριν πολλά χρόνια, γιατί υπήρξαν δηλητηριάσεις από μόλυβδο στο νερό ανθρώπινης κατανάλωσης, που προήλθε από διάβρωση των μολύβδινων υδραυλικών εγκαταστάσεων. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα να εγκαταλειφθούν οι μολύβδινοι

σωλήνες για το νερό και να απαγορευθεί η χρήση χρωμάτων με βάση το μόλυβδο για εσωτερική διακόσμηση.

Είναι δηλητήριο με συσσωρευτική δράση. Προκαλεί βλάβες στο συκώτι, τον εγκέφαλο και το νευρικό σύστημα.

(http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf)

2.1.5.5 Σελήνιο

Σε μεγάλες συγκεντρώσεις το σελήνιο προκαλεί σελήνωση κατά την οποία παρουσιάζονται γαστρεντερικές διαταραχές, νευρική κατάσταση, ψυχική κατάπτωση, ηπατικές και νεφρικές βλάβες ενώ η στέρηση του προκαλεί συμπτώματα έλλειψης που εμφανίζονται με προβλήματα στο μυοκάρδιο και είναι πιθανόν να οδηγήσουν τελικά στο θάνατο.

Το σελήνιο αποτελεί απαραίτητο στοιχείο στη διατροφή μας και προσλαμβάνεται από την τροφή ενώ στο πόσιμο νερό βρίσκεται σε μικρές ποσότητες.

Αντιδρά, εντός οργανισμού, με άλλα στοιχεία προστατεύοντάς τον από την τοξικότητα των βαρέων μετάλλων όπως του υδράργυρου, του καδμίου, του σιδήρου και του θάλιου.

Η παραμετρική τιμή είναι 10μg/L.

(<http://postgrad.hydro.ntua.gr/docs/lessons/41/katsiri/waterTreatment1.pdf>)

2.1.6 Παράμετροι οργανικών ενώσεων

2.1.6.1 Ακρυλαμίδιο

Το ακρυλαμίδιο που θα ληφθεί με το πόσιμο νερό απορροφάται εύκολα από τον οργανισμό και με τα υγρά του σώματος διασκορπίζεται σε όλους τους ιστούς. Στον οργανισμό το ακρυλαμίδιο μπορεί να μεταβολιστεί σε άλλες ενώσεις οι οποίες όπως και το ακρυλαμίδιο μερικά συσσωρεύονται τόσο στους ιστούς του νευρικού συστήματος όσο και στο αίμα όπου δεσμεύονται από την αιμογλοβίνη και έχει χρόνο ημι-ζωής 10 ημέρες. Ωστόσο περίπου τα 2/3 της απορροφούμενης ποσότητας αποβάλλεται με τα ούρα σε μερικές ώρες.

Οι περισσότερες μελέτες τοξικότητας του ακρυλαμίδιου έχουν γίνει σε ποντίκια στα οποία έχει παρατηρηθεί ότι η θανατηφόρα δόση είναι 100-270 mg/kg βάρους σώματος, ενώ το όριο μη παρατηρήσιμων αρνητικών συμπτωμάτων μετά από παρατεταμένη έκθεση είναι 0,2 mg/kg βάρους σώματος.

Τοξικά αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στα μέλη κάποιας οικογένειας που κατανάλωσε από λάθος νερό με συγκέντρωση 400 mg/L. Τα συμπτώματα υποχώρησαν μετά από 4 μήνες. Βεβαίως παρόμοιους κινδύνους διατρέχουν και οι εργαζόμενοι σε μονάδες παραγωγής ακρυλαμίδιου στο βαθμό που αυτό απορροφάται και από το δέρμα σε επαφή με τη σκόνη του υλικού.

(Σκληβανιώτης, 2004)

2.1.6.2 Βενζόλιο

Το βενζόλιο που λαμβάνεται από το στόμα με την τροφή ή το νερό απορροφάται πλήρως στην γαστρεντερική οδό από όπου διασκορπίζεται σε όλο το σώμα. Στον οργανισμό μεταβολίζεται εύκολα σε φαινόλη κυρίως στο συκώτι και τον μυελό των οστών. Ένα 12-14% της ποσότητας που προσλαμβάνεται, αποβάλλεται αυτούσια με το αέρα της εκπνοής, Ένα μικρό μέρος αποβάλλεται στα ούρα αυτούσιο, ενώ το μεγαλύτερο σαν συζυγή της φαινόλης.

Στα ποντίκια η θανατηφόρα δόση είναι 1-10 g/kg βάρους σώματος. Στοιχεία από παρατηρήσεις εργασιακής έκθεσης ανθρώπων δείχνουν ότι η συγκέντρωση στον αέρα 65 g/m³ μπορεί να προκαλέσει θάνατο ενώ, συγκεντρώσεις πάνω από 0,16 g/m¹¹ προκαλεί σοβαρά τοξικά προβλήματα στο αιμοποιητικό σύστημα. Υπάρχουν βάσιμα στοιχεία ότι έκθεση σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0,325 g/m³ μπορεί να προκαλέσει λευχαιμία.

(Σκληβανιώτης, 2004)

2.1.6.3 Βινυλοχλωρίδιο

Το βινυλοχλωρίδιο απορροφάται εύκολα από τον οργανισμό και μεταβολίζεται προς μια σειρά ενώσεων μερικές εκ των οποίων έχουν μεγάλη αντιδραστικότητα και είναι μεταλλαξιγόνες. Τα προϊόντα μεταβολισμού συσσωρεύονται συνήθως στο συκώτι, τα νεφρά και το σπλήνα. Το βινυλοχλωρίδιο δεν συσσωρεύεται στον οργανισμό, ο βιολογικός χρόνος ημιζωής του εκτιμάται σε 20 min.

Το βινυλοχλωρίδιο είναι ναρκωτική ουσία και μπορεί να προκαλέσει απώλεια συνείδησης αν η συγκέντρωση του στον αέρα εισπνοής είναι πάνω από 25 g/m³. Από επιδημιολογικές μελέτες σε ομάδες που έχουν εργασιακή έκθεση σε υψηλές συγκεντρώσεις μέσω της εισπνοής έχει βεβαιωθεί ότι είναι καρκινογόνο για τον άνθρωπο.

(Σκληβανιώτης, 2004)

2.1.6.4 Επιχλωροδρίνη

Πειράματα σε ποντίκια έδειξαν ότι η επιχλωροδρίνη είναι ισχυρά τοξική ουσία και η θανατηφόρα δόση κυμαίνεται από 90 σε 260 mg/kg βάρους σώματος. Μακροχρόνια ημερήσια δοσολογία της τάξης των 2-10 mg/kg βάρους σώματος έδειξε ότι προκαλεί σοβαρά προβλήματα.

Επιδημιολογικές μελέτες σε εργαζόμενους που εκτίθενται εργασιακά στη επιχλωροδρίνη έδειξαν συσχέτιση του επιπέδου έκθεσης και των θανάτων που παρατηρήθηκαν ενώ η ισχυρότερη συσχέτιση παρατηρήθηκε με τα καρδιακά νοσήματα. (Σκληβανιώτης, 2004)

2.1.7 Εξυγίανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

2.1.7.1 Γενικά

Σήμερα, είναι πολύ επικίνδυνο να καταναλώνουμε το νερό στη φυσική του κατάσταση, χωρίς καθαρισμό. Για λόγους ασφαλείας, το λιγότερο που μπορούμε να ζητήσουμε είναι μια προφυλακτική απολύμανση, ακόμη και αν έχει διαπιστωθεί ότι το νερό της πηγής είναι καθαρό, χωρίς μικρόβια - γιατί ποτέ δεν ξέρουμε πότε και πώς θα μολυνθεί. Μετά τον καθαρισμό, το νερό πρέπει να πληροί τους όρους υγιεινής.

Για να το πετύχουμε αυτό, χρειάζεται συνεχή επαγρύπνηση και φροντίδα. Οποιοδήποτε νερό, με τα σημερινά τεχνικό - οικονομικά δεδομένα, μπορεί να καθαριστεί ώστε να πληροί τους όρους υγιεινής. Βέβαια, για λόγους οικονομίας, πρέπει πάντα να φροντίζουμε να χρησιμοποιούμε εκείνο το νερό που θέλει τη μικρότερη βελτίωση.

Στην εποχή μας, οι εγκαταστάσεις καθαρισμού έχουν πάρει βιομηχανικές διαστάσεις και απαιτούν έμπειρο προσωπικό με εξειδικευμένες τεχνικές γνώσεις, ώστε να είναι εφικτή η άμεση και αποτελεσματική αλαντιμετώπιση των προβλημάτων που σχετίζονται με την ασφαλή και ακίνδυνη, για την ανθρώπινη υγεία, υδροδότηση.

Το κόστος κατασκευής και λειτουργίας των εγκαταστάσεων εξαρτάται από την κατάσταση της ποιότητας του νερού και από την πηγή πορισμού του. Όπως είπαμε όμως πιο πάνω, είναι απαραίτητη και επιβεβλημένη η προληπτική απολύμανση του νερού. Εκτός από την απολύμανση, αν το νερό είναι επιφανειακό, που σημαίνει πως έχει και φερτές ύλες, είναι απαραίτητη

πρώτα η αφαίρεση αυτών των υλών με δεξαμενές καθίζησης ή διυλιστήρια.
(Assembly of Life Sciences, 1987)

2.1.7.2 Απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Με τον όρο απολύμανση εννοούμε την καταστροφή όλων των παθογόνων μικροοργανισμών, που περιέχονται στο νερό.

Υπάρχουν πολλοί τρόποι απολύμανσης. Εδώ θα μιλήσουμε για απολύμανση ποσοτήτων νερού που απαιτούνται για να καλύψουν τις υδρευτικές ανάγκες μεσαίων και μεγάλων οικιστικών μονάδων. Η απολύμανση τέτοιων ποσοτήτων γίνεται:

A. Με χημικές ουσίες

B. Με υπεριώδεις ακτίνες

Οι *χημικές ουσίες* που απολυμαίνουν το νερό είναι: το χλώριο, το όζον, και το υπερμαγγανικό κάλιο. Και οι τρεις αυτές ουσίες, ύστερα από χημικές αντιδράσεις, εκλύουν τελικά ατομικό («εν τω γεννάσθαι») οξυγόνο που δρα στο λιπώδες περίβλημα των μικροβίων και διαταράσσεται έτσι η ισορροπία ώσμωσης στις μεμβράνες του κυττάρου των μικροβίων, με τελικό αποτέλεσμα το θάνατο τους.

Οι *υπεριώδεις ακτίνες* οφείλουν τη δραστικότητά τους στο ότι διεγείρουν τα πρωτεϊνικά μόρια του πρωτοπλάσματος και των ενζύμων και τα καθιστούν ευκολότερα οξειδώσιμα ακόμη και από το διαλυμένο οξυγόνο.

Όσον αφορά τις χημικές ουσίες, ευρέως χρησιμοποιείται στην απολύμανση το χλώριο - εξαιτίας των πλεονεκτημάτων του έναντι των άλλων. Το όζον, για παράδειγμα, δεν μπορεί να παραμείνει στο νερό ως υπόλοιπο για να αντιμετωπίσει τις τυχόν μικρομολύνσεις που θα παρουσιαστούν κατά τη διανομή. Επίσης, είναι ακριβότερο από το χλώριο και πρέπει να παράγεται στον τόπο εφαρμογής του, γιατί είναι ασταθές και έχει την τάση να διασπάται προς οξυγόνο «εν τω γεννάσθαι». Τέλος, το όζον έχει και άλλη μια αδυναμία, που οφείλεται κυρίως στη βραχύβια ύπαρξή του.

Το υπερμαγγανικό κάλιο δεν χρησιμοποιείται για απολύμανση νερού που προορίζεται για κατανάλωση, γιατί χρωματίζει το νερό. Γίνεται χρήση υπερμαγγανικού καλίου μόνο για απολύμανση δικτύων που πρωτολειτούργουν, αλλά και εδώ σε περιορισμένη κλίμακα, γιατί καλύπτεται ο

τομέας αυτός από τη χρήση του υποχλωριώδους νατρίου ή υποχλωριώδους ασβεστίου. (Alth et al. 1992)

2.1.7.3 Χλωρίωση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Η χλωρίωση σκοπό έχει να απολυμάνει το νερό και να προφυλάξει το καταναλωτικό κοινό από διάφορες μολυσματικές ασθένειες. Το χλώριο, αν και δηλητήριο, είναι το αποτελεσματικότερο και φθηνότερο μέσο απολύμανσης, και γι' αυτό χρησιμοποιείται σε ολόκληρο τον κόσμο.

Το χλώριο είναι ένα χλωροπράσινο αέριο βαρύτερο από τον αέρα. Δεν αναφλέγεται ούτε εκρήγνυται μόνο του και είναι κακός αγωγός του ηλεκτρισμού, αλλά αποδεικνύεται εξαιρετικά επικίνδυνο για την υγεία του ανθρώπου όταν εισπνευσθεί σε μεγάλη ποσότητα. Γι' αυτό, μεταφέρεται πάντα σε ειδικές χαλύβδινες φιάλες που πληρούν όλους τους όρους ασφαλείας. Σήμερα υπάρχουν δύο ειδών τέτοιες φιάλες, ανάλογα με την ποσότητα χλωρίου που περιέχουν. Υπάρχουν φιάλες των 900 kg και των 47 ή 60 kg.

Το χλώριο σε υγρή κατάσταση, χωρίς υγρασία, δεν είναι σοβαρά διαβρωτικό. Όταν όμως υπάρχει έστω λίγη υγρασία, τότε είναι πολύ διαβρωτικό για κάθε είδος μετάλλου. Για το λόγο αυτό, θα πρέπει ο θάλαμος χλωρίωσης να παραμένει όσο γίνεται ξηρός, χωρίς δηλαδή υγρασία. Επίσης, θα πρέπει να απομακρύνεται και το νερό του δαπέδου.

Στην χλωρίωση του πόσιμου νερού οφείλεται η εντυπωσιακή μείωση (από τις αρχές ήδη του 20^{ου} αιώνα) των λοιμώξεων που μεταδίδονται με το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης. Πολλές επιδημίες που συνέβησαν σε μικρές πόλεις έγινε γνωστό εκ των υστέρων ότι οφείλονταν σε μολύνσεις του νερού στην πηγή ή στο (κακό) δίκτυο διανομής. Είναι κάτι παραπάνω από βέβαιο πως υδρεύσεις πόλεων και οικισμών που δεν χλωριώνονται δεν είναι ασφαλείς για τη δημόσια υγεία. Το υπόλειμμα χλωρίου που παραμένει στο νερό, αντιμετωπίζει αποτελεσματικά τις μικρομολύνσεις που συμβαίνουν κατά τη διαδρομή του νερού προς τον τελικό προορισμό του.

Αλλά η χλωρίωση απαιτεί προσεκτική επιτήρηση, ιδίως όταν το μικροβιακό φορτίο του νερού παρουσιάζει μεγάλες διακυμάνσεις. Τελευταία χρησιμοποιούνται κι άλλοι τρόποι απολύμανσης του νερού (π.χ. με όζον ή με

υπεριώδεις ακτίνες), αλλά το χλώριο έχει το πλεονέκτημα ότι παραμένει για αρκετά μεγάλο χρονικό διάστημα μέσα στο νερό και έτσι αντιμετωπίζει τις τυχόν μικρομολύνσεις που θα παρουσιαστούν κατά τη διάρκεια της διανομής του στο δίκτυο, ενώ οι άλλοι τρόποι απολυμαίνουν το νερό μόνο κατά τη στιγμή της επαφής τους με αυτό και δεν παραμένουν καθόλου για μετά. Ασφαλή αποστείρωση επιτυγχάνουμε, μόνο όταν γίνεται καλά η ανάμειξη του νερού με το χλώριο και ο χρόνος δράσης είναι αρκετός.

(Johnson & Jolley, 1990)

3. Πειραματικό μέρος

3.1 Υλικά και μέθοδοι

3.1.1 Γενικά

Οι πηγές δειγματοληψίας ήταν από τους Δήμους και τις Κοινότητες του Νομού Λάρισας.

Οι χημικοί παράμετροι που εξετάστηκαν ήταν τα νιτρικά , τα θειικά , το pH, η αγωγιμότητα, η σκληρότητα, τα χλωριούχα, τα φθοριούχα, ο σίδηρος και το μαγγάνιο . Συνολικά εξετάστηκαν 32 δείγματα από το Νομό Λάρισας.

3.1.2 Δειγματοληψία νερού

Ανοίγεται η βρύση, αφήνεται το νερό να τρέξει για 4 - 5 min. Η ολιγόλεπτη ροή του νερού εξασφαλίζει πράγματι την αντιπροσωπευτικότητα του δείγματος της υδροφόρου συλλογής. Παραλαμβάνεται έτσι νερό του δικτύου υδρεύσεως και όχι των σωληνώσεων μέσα στις οποίες ρέει και όπου είναι δυνατόν να μεταβληθεί προσωρινά η σύσταση του νερού από την δράση της τυχόν υπάρχουσας μικροβιακής χλωρίδας ή από την διαβρωτική ενέργεια του νερού στα τοιχώματα των σωλήνων ή των δεξαμενών ή από την παρείσφρηση ξένων προς την αληθινή ποιότητα του νερού ουσιών από το περιβάλλον. (Κατσουγιαννόπουλος, 1991)

Στη συνέχεια, μετράται το υπολειμματικό χλώριο και γεμίζεται το πλαστικό δοχείο δειγματοληψίας, αφού προηγουμένως έχει ξεπλυθεί 2 - 3 φορές με το προς ανάλυση νερό.

3.1.3 Μεταχείριση των δειγμάτων πριν την εξέταση

Οι χημικές αναλύσεις πρέπει να γίνονται όσο το δυνατόν γρηγορότερα. Αν για κάποιο λόγο οι χημικές αναλύσεις δεν γίνουν κατευθείαν, τότε συντηρούνται στο ψυγείο στους 4 - 8°C.

Τα δείγματα που προορίζονται για τη μέτρηση βαρέων μετάλλων με ατομική απορρόφηση, όπως χαλκός, αργίλιο, μόλυβδος, βόριο, χρώμιο, κάδμιο, νικέλιο συντηρούνται με διάλυμα νιτρικού οξέος 1,5 ml/L.

Τα δείγματα που προορίζονται για ανάλυση με το σύστημα FIAS (σύστημα υδριδίων) συντηρούνται με 1 % HCL. Στο σύστημα FIAS γίνεται ανάλυση ως προς το σελήνιο, το αρσενικό, τον υδράργυρο και το αντιμόνιο.

3.1.4 Αντιδραστήρια

Όλα τα αντιδραστήρια και οι διαλύτες που χρησιμοποιούνται στη συγκεκριμένη ερευνητική δραστηριότητα είναι αναλυτικής καθαρότητας.

Για τον προσδιορισμό του pH χρησιμοποιείται το εξής αντιδραστήριο:

Ρυθμιστικό διάλυμα pH 7,00 (25°C), κίτρινου χρώματος

Η σύσταση του ανά λίτρο είναι 3,54 g Δισόξινο Φωσφορικό Κάλιο και 14,7 g Όξινο Φωσφορικό Δινάτριο. Επίσης περιέχει συντηρητικό.

(http://www.scharlau.com/TDS/SO3007_TDS.pdf)

Για τον προσδιορισμό των Νιτρικών χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Νερό ελεύθερο νιτρικών.

Χρησιμοποιείται αποσταγμένο νερό υψηλής καθαρότητας για την προετοιμασία των διαλυμάτων,

β) Υδροχλωρικό οξύ (HCL) 1N

γ) Πρότυπο διάλυμα νιτρικών.

Χρησιμοποιείται έτοιμο διάλυμα νιτρικών 1000 mg/l NO₃ του οίκου Merck (CertiPUR®).

Παίρνονται 1,540 ml από το έτοιμο διάλυμα νιτρικών, αραιώνονται στα 50 ml σε ογκομετρική φιάλη και προστίθεται 1 ml HCL 1N.

Για τον προσδιορισμό των Θεικών χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Ρυθμιστικό διάλυμα A

Διαλύονται σε 500 ml αποσταγμένο νερό και συμπληρώνονται στο 1L:

30 g Χλωριούχο Μαγνήσιο (MgCl₂ * 6H₂O)

5 g Οξικό Νάτριο (CH₃COONa * 3H₂O)

1 g Νιτρικό Κάλιο (KNO₃)

20 ml Οξικό Οξύ (CH₃COOH 99 %)

β) Χλωριούχο Βάριο

Κρύσταλλοι, mesh 20 - 30, BaCl₂, ζυγίζονται περίπου 0,3 g για κάθε δείγμα,

γ) Πρότυπο διάλυμα θεικών

Χρησιμοποιείται έτοιμο stock διάλυμα θειικών $1000 \text{ mg/L SO}_4^{2-}$ του οίκου Merck (CertiPUR®).

Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

- α) Ειδικός δείκτης Merck (σε δισκία)
- β) Διάλυμα υδροξειδίου του αμμωνίου (NH_4OH)
- γ) Διάλυμα Titriplex A ή Titriplex B (ανάλογα με τη σκληρότητα του νερού)

Για τον προσδιορισμό των Χλωριούχων χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

- α) Διάλυμα Χρωμικού Καλίου

Διαλύονται $50 \text{ g K}_2\text{CrO}_4$ σε $100 - 150 \text{ ml}$ αποσταγμένο νερό. Προστίθενται $3 - 5 \text{ ml}$ διάλυμα AgNO_3 (προς κατακράτηση χλωριούχων) μέχρι να σχηματισθεί ένα καθαρά κόκκινο ίζημα. Αφήνεται το διάλυμα να καθιζάνει για 12 ώρες . Διηθείται με απλό ηθμό και αραιώνεται με αποσταγμένο νερό σε 1 L . Το ίζημα του AgCl είναι λευκό.

- β) Διάλυμα ογκομετρήσεως $0,0282 \text{ N AgNO}_3$

Ετοιμάζεται διάλυμα $\text{N}/10 \text{ AgNO}_3$ από αμπούλα Titrisol® . Στη συνέχεια μεταφέρονται 282 ml από το διάλυμα αυτό και αραιώνεται με αποσταγμένο νερό σε 1L .

Για τον προσδιορισμό των Φθοριούχων χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

- α) Πρότυπο διάλυμα φθοριούχων

Χρησιμοποιείται έτοιμο διάλυμα φθοριούχων 1000 mg/L F του οίκου Merck (CertiPUR®).

Παίρνονται $9,97 \text{ ml}$ από το έτοιμο διάλυμα φθοριούχων, αραιώνονται στα 100 ml σε ογκομετρική φιάλη και παρασκευάζεται διάλυμα 100 mg/L F .

- β) Ρυθμιστής ολικής ιοντικής ισχύος (TISAB III).

Ο ρυθμιστής TISAB III παρέχει σταθερή ιοντική ισχύ, ελευθερώνει το φθόριο και ρυθμίζει το pH.

Για τον προσδιορισμό του Σιδήρου χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Υδροχλωρικό Οξύ (HCL) πυκνό, με σίδηρο σε περιεκτικότητα λιγότερο από 0,00005 %.

β) Διάλυμα Υδροξυλαμίνης

Διαλύονται 10 g $\text{NH}_2\text{OH} \cdot \text{HCL}$ σε 100 ml νερό αποσταγμένο,

γ) Ρυθμιστικό διάλυμα Οξικού Αμμώνιου

Διαλύονται 250 g $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ σε 150 ml αποσταγμένο νερό. Προστίθενται 700 ml πυκνό Οξικό Οξύ. Επειδή το Οξικό Αμμώνιο περιέχει σημαντική ποσότητα σιδήρου, κάθε φορά που ετοιμάζεται το ρυθμιστικό, ετοιμάζονται και καινούρια πρότυπα διαλύματα,

δ) Διάλυμα Φαινανθρολίνης

Διαλύονται 0,1 g (100 mg) 1,10 - Φαινανθρολίνη, $\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, σε 100 ml αποσταγμένο νερό με ανάδευση και με ελαφρά θέρμανση το πολύ μέχρι 80°C . Δεν βράζεται. Εάν σκουραίνει το διάλυμα, απορρίπτεται. Εάν δεν επιθυμείται θέρμανση, προστίθενται 2 σταγόνες πυκνό HCL (1 ml του αντιδραστηρίου επαρκές για 100 μg Fe).

ε) Πρότυπο διάλυμα σιδήρου

Χρησιμοποιείται έτοιμο διάλυμα σιδήρου 1000 mg/L του οίκου Merck (CertiPUR®).

Παίρνονται 50 ml από το έτοιμο διάλυμα σιδήρου και αραιώνονται στα 100 ml σε ογκομετρική φιάλη.

Τίτλος τελικού διαλύματος : 0,5 mg/L.

Για τον προσδιορισμό του Μαγγανίου χρησιμοποιούνται τα εξής αντιδραστήρια:

α) Ειδικό Αντιδραστήριο Μαγγανίου

Διαλύονται 75 g HgSO_4 σε 400 ml πυκνού HNO_3 και 200 ml αποσταγμένου νερού. Προστίθενται 200 ml 85 % Φωσφορικό Οξύ (H_3PO_4) και 35 mg AgNO_3 . Αραιώνεται το μίγμα στο 1 L με αποσταγμένο νερό αφού προηγουμένως το διάλυμα πάρει θερμοκρασία δωματίου,

β) Υπερθετικό Αμμώνιο - $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ – στερεό.

γ) Πρότυπο διάλυμα μαγγανίου

Χρησιμοποιείται έτοιμο διάλυμα μαγγανίου 1000 mg/L του οίκου Merck (CertiPUR®).

Παίρνονται 50 ml από το έτοιμο διάλυμα μαγγανίου και αραιώνονται στα 100 ml σε ογκομετρική φιάλη.

Τίτλος τελικού διαλύματος : 0,5 mg/L.

3.1.5 Όργανα

Για τον προσδιορισμό του pH χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Πεχάμετρο (model 420A pHmeter - ORION)
- Ηλεκτρόδιο
- Θερμόμετρο
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Πλαστικό ποτήρι των 100 ml

Για τον προσδιορισμό των Νιτρικών χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Γυάλινο δοχείο των 150 ml
- Σιφώνιο πληρώσεως
- Σιφώνιο μετρήσεως
- Φασματοφωτόμετρο (U - 2900 Spectrophotometer - HITACHI)
- Κυψελίδα μήκους 1 cm
- Πιπέτα

Για τον προσδιορισμό των Θεικών χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 250 ml
- Σιφώνιο πληρώσεως
- Σιφώνιο μετρήσεως
- Μαγνητικός αναδευτήρας
- Κουταλάκι
- Χρονόμετρο
- Κυψελίδα μήκους 5 cm
- Φασματοφωτόμετρο (U - 1100 Spectrophotometer - HITACHI)
- Ογκομετρική φιάλη των 100 ml
- Πιπέτα

Για τον προσδιορισμό της Αγωγιμότητας χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Αγωγιμόμετρο (Cond 730 - inoLab)
- Ηλεκτρόδιο
- Θερμόμετρο
- Πλαστικό ποτήρι των 100 ml

Για τον προσδιορισμό της Σκληρότητας χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη
- Προχοίδα
- Ογκομετρικός κύλινδρος των 10ml ή των 25ml
- Ποτήρι ζέσεως
- Διάλυμα EDTA.2H₂O 0,01M (3,7g/L νερού).
- Διάλυμα πυκνής αμμωνίας το οποίο αραιώνουμε με απιονισμένο νερό σε αναλογία 1:1.
- Δείκτης Buffer-tablets

Για τον προσδιορισμό των Χλωριούχων χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 250 ml
- Σιφώνιο πληρώσεως
- Σιφώνιο μετρήσεως
- Προχοίδα αυτόματου μηδενισμού

Για τον προσδιορισμό των Φθοριούχων χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Ογκομετρική φιάλη των 50 ml
- Πιπέτα
- Πλαστικό ποτήρι των 100 ml
- Σιφώνιο πληρώσεως
- Σιφώνιο μετρήσεως
- Φθοριόμετρο (model 710A pH/TSEmeter - ORION)
- Ηλεκτρόδιο
- Μαγνητικός αναδευτήρας

Για τον προσδιορισμό του Σιδήρου χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 100 ml
- Γυάλινες μπίλιες βρασμού
- Σιφώνιο πληρώσεως
- Σιφώνιο μετρήσεως
- Ογκομετρική φιάλη των 50 ml
- Φασματοφωτόμετρο (U - 2900 Spectrophotometer - HITACHI)
- Κυψελίδα μήκους 1 cm
- Πιπέτα

Για τον προσδιορισμό του Μαγγανίου χρησιμοποιούνται τα εξής όργανα:

- Κωνική φιάλη των 250 ml
- Γυάλινες μπίλιες βρασμού
- Σιφώνιο πληρώσεως
- Σιφώνιο μετρήσεως
- Κουταλάκι
- Ογκομετρική φιάλη των 100 ml
- Φασματοφωτόμετρο (U - 2900 Spectrophotometer - HITACHI)
- Κυψελίδα μήκους 5 cm
- Πιπέτα

3.2 Μέθοδοι ανάλυσης

3.2.1 Προσδιορισμός νιτρικών

Σε 50 ml δείγματος νερού προστίθεται 1 ml HCL 1N και αναδεύεται καλά. Στη συνέχεια, μετράται η απορρόφηση με φασματοφωτόμετρο στα 220 nm, χρησιμοποιώντας κυψελίδα UV μήκους 1 cm. Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με αποσταγμένο νερό που περιέχει 1 ml HCL 1N και σταντάρεται με το πρότυπο διάλυμα νιτρικών. Στη συνέχεια παίρνεται η ένδειξη.

Τα νιτρικά εκφράζονται σε mg/L.

3.2.2 Προσδιορισμός pH

Για τον προσδιορισμό του pH, αρχικά σταντάρεται το πεχάμετρο σε pH 7,00 τοποθετώντας το ηλεκτρόδιο μαζί με το θερμομέτρο σε ρυθμιστικό

διάλυμα pH 7,00. Το θερμομέτρο ανάγει το pH του δείγματος νερού οποιασδήποτε θερμοκρασίας σε pH 25°C.

Στη συνέχεια μεταφέρονται 100 ml δείγματος νερού σε πλαστικό ποτήρι, γίνεται εμβάπτιση του ηλεκτροδίου μαζί με το θερμομέτρο και παίρνεται η ένδειξη.

3.2.3 Προσδιορισμός θεικών

Μεταφέρονται 100 ml δείγματος ή ένα αραιωμένο δείγμα νερού συμπληρωμένο στα 100 ml, σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστίθενται 20 ml ρυθμιστικό διάλυμα A και αναμειγνύεται. Ενώ το διάλυμα ανακινείται, προστίθενται 0,3 g κρύσταλλοι BaCl₂ (Χλωριούχο Βάριο) και αρχίζει αμέσως η χρονομέτρηση. Αναδεύεται για 1 min σε σταθερή ταχύτητα σε θερμοκρασία δωματίου.

Αμέσως μετά το πέρας του χρόνου ανάδευσης, φέρεται σε κυψελίδα των 5 cm μέρος του διαλύματος και μετράται η θολότητα του BaSO₄ (Θειικό Βάριο) ακριβώς στα 5 min από τη στιγμή της χρονομέτρησης, σε μήκος κύματος 420 nm σε φασματοφωτόμετρο.

Υπολογίζεται η συγκέντρωση των θεικών στο δείγμα συγκρίνοντας τη μέτρηση της θολότητας με αυτή της καμπύλης αναφοράς που ετοιμάστηκε από πρότυπα διαλύματα των θεικών.

Τα πρότυπα διαλύματα των θεικών παρασκευάζονται ως εξής:

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθεται αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 0.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 500 μl "Stock SO₄ 1000 ppm" και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 5.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 1000 μl "Stock SO₄ 1000 ppm" και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 10.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 1500 μl "Stock SO₄ 1000 ppm" και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 15.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 2000 μl "Stock SO_4 1000 ppm" και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 20.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 2500 μl "Stock SO_4 1000 ppm" και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 25.

Σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml προστίθενται 3000 μl "Stock SO_4 1000 ppm" και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 30.

3.2.4 Προσδιορισμός αγωγιμότητας

Η μέτρηση της αγωγιμότητας (σύνολο των εν διαλύσει αλάτων) γίνεται στους 20°C σε δείγμα νερού 100 ml σε ειδικό όργανο (αγωγιμόμετρο) και εκφράζεται σε $\mu\text{S}/\text{cm}$. ($\mu\text{S}/\text{cm} = \text{microsiemens}/\text{cm}$)

(Δερμοσόνογλου, 1998)

3.2.5 Προσδιορισμός σκληρότητας

Σε 100 ml δείγματος διαλύεται ένα δισκίο ειδικού δείκτη Merck, 1 ml NH_4OH και το δείγμα τιτλοδοτείται αμέσως με διάλυμα Titriplex μέχρι μεταβολής του χρώματος από κόκκινο με ενδιάμεση απόχρωση, σε πράσινο. Σε φυσικά νερά χρησιμοποιείται διάλυμα Titriplex A και η καταλληλότερη θερμοκρασία τιτλοδότησης είναι $20 - 30^\circ\text{C}$. Σε μαλακά ή αποσκληρυμένα νερά χρησιμοποιείται διάλυμα Titriplex B.

1 ml διαλύματος *Titriplex A* $\equiv 5,6^\circ\text{D}$ (για 100 ml δείγματος)

1 ml διαλύματος *Titriplex B* $\equiv 1,0^\circ\text{D}$ (για 100 ml δείγματος)

3.2.6 Προσδιορισμός χλωριούχων

Μεταφέρονται 100 ml δείγματος νερού σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστίθεται 1 ml K_2Cr_4 (Χρωμικό Κάλιο) και ογκομετρείται με AgNO_3 (Νιτρικός Αργυρος), μέχρι το διάλυμα να πάρει απόχρωση ελαφρώς πορτοκαλί.

Τα χλωριούχα εκφράζονται σε mg/L.

3.2.7 Προσδιορισμός φθοριούχων

Σε μία ογκομετρική φιάλη των 50 ml προστίθενται 50 μl "F std: 100 ppm" και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Μετά αδειάζεται σε πλαστικό ποτήρι των 100 ml. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 0,1.

Σε μία άλλη ογκομετρική φιάλη των 50 ml προστίθενται 500 μl "F std: 100 ppm" και αραιώνεται μέχρι τη χαραγή με αποσταγμένο νερό. Μετά αδειάζεται σε πλαστικό ποτήρι των 100 ml. Αυτό αποτελεί το πρότυπο διάλυμα 1,0.

Μεταφέρονται 50 ml δείγματος νερού σε πλαστικό ποτήρι των 100 ml. Στη συνέχεια, τα δύο πρότυπα διαλύματα και το δείγμα νερού φέρονται σε θερμοκρασία 25°C και προστίθενται 5 ml TISAB III και στο δείγμα νερού και στα δύο πρότυπα διαλύματα.

Ξεπλένεται το ηλεκτρόδιο, στεγνώνεται και τοποθετείται αρχικά στο πρότυπο διάλυμα 1,0, μετά στο πρότυπο διάλυμα 0,1 και στη συνέχεια στο δείγμα νερού. Παίρνονται οι ενδείξεις σε mV. Υπολογίζεται η συγκέντρωση του δείγματος από πρότυπη καμπύλη. Η πρότυπη καμπύλη έχει κατασκευασθεί από το πρότυπο διάλυμα 0,1 και το πρότυπο διάλυμα 1,0.

Τα φθοριούχα εκφράζονται σε mg/L.

3.2.8 Προσδιορισμός σιδήρου

Κωνική φιάλη των 100 ml, η οποία περιέχει μερικές γυάλινες μπίλιες βρασμού πλένεται καλά με πυκνό HCL (37 %) - (Υδροχλωρικό Οξύ) και αποσταγμένο νερό 1 : 1 και στη συνέχεια ξεπλένεται με αποσταγμένο νερό πριν τη χρήση για την απομάκρυνση εναποθέσεων οξειδίου του σιδήρου.

Μεταφέρονται 50 ml δείγματος νερού στην κωνική φιάλη των 100 ml, προστίθενται 2 ml πυκνό HCL (37 %) και 1 ml NH₂OH * HCL (Υδροχλωρική Υδροξυλαμίνη). Στη συνέχεια θερμαίνεται σε βρασμό και συνεχίζεται ο βρασμός μέχρι να ελαττωθεί ο όγκος στα 15 - 20 ml, φέρεται σε θερμοκρασία δωματίου και προστίθενται 10 ml ρυθμιστικού διαλύματος CH₃COONH₄ (Οξικό Αμμώνιο) και 2 ml φαινανθρολίνη. Το διάλυμα πρέπει να δείχνει διαυγές. Αν σε περίπτωση το διάλυμα περιέχει σίδηρο θα πάρει απόχρωση ελαφρώς ροζέ προς πορτοκαλί.

Στη συνέχεια, το διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 50 ml, συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή, αναμειγνύεται καλά και αφήνεται να παραμείνει για 10 min. Μετράται η απορρόφηση σε

φασματοφωτόμετρο στα 525 nm, χρησιμοποιώντας κυψελίδα μήκους 1 cm. Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με το λευκό και σταντάρεται με το πρότυπο διάλυμα σιδήρου. Στη συνέχεια παίρνεται η ένδειξη.

Ο σίδηρος εκφράζεται σε mg/L.

3.2.9 Προσδιορισμός μαγγανίου

Σε κωνική φιάλη των 250 ml προστίθενται μερικές γυάλινες μπίλιες βρασμού, στη συνέχεια μεταφέρονται 100 ml δείγματος νερού, προστίθενται 5 ml ειδικό αντιδραστήριο Μαγγανίου και συμπυκνώνεται στα 90 ml με βρασμό. Προστίθεται 1 g στερεό Υπερθειτικό Αμμώνιο και βράζεται για 1 min πάνω σε δυνατή φλόγα. Στη συνέχεια ψύχεται για 1 min σε τρεχούμενο νερό. Το διάλυμα πρέπει να δείχνει διαυγές. Αν σε περίπτωση το διάλυμα περιέχει μαγγάνιο θα πάρει απόχρωση ροζ.

Στη συνέχεια, το διάλυμα μεταφέρεται σε ογκομετρική φιάλη των 100 ml, συμπληρώνεται με αποσταγμένο νερό μέχρι τη χαραγή, αναμειγνύεται καλά και αφήνεται να παραμείνει για 10 min. Μετράται η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο στα 525 nm, χρησιμοποιώντας κυψελίδα μήκους 5 cm. Το φασματοφωτόμετρο μηδενίζεται με το λευκό και σταντάρεται με το πρότυπο διάλυμα μαγγανίου. Στη συνέχεια παίρνεται η ένδειξη.

Το μαγγάνιο εκφράζεται σε mg/L.

4. Αποτελέσματα - Συζήτηση

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα συγκριθούν με τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια σύμφωνα με την Νομοθεσία. Για το λόγο αυτό θεωρήθηκε ότι είναι απαραίτητο στο σημείο αυτό να παρατεθεί ο Πίνακας 1 που περιλαμβάνει τα ανώτατα επιτρεπόμενα όρια των παραμέτρων που μετρήθηκαν.

Πίνακας 1. Παράμετροι και ανώτατες παραμετρικές τιμές.

| Παράμετροι | Ανώτατη παραμετρική τιμή |
|-------------|---|
| pH | $\geq 6,5$ και $\leq 9,5$ |
| Αγωγιμότητα | 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στους 20°C |
| Σκληρότητα | * mg/L CaCO_3 |
| Νιτρικά | 50 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| Θειικά | 250 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| Χλωριούχα | 250 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| Φθοριούχα | 1,5 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| Σίδηρος | 200 $\mu\text{g}/\text{L}$ |
| Μαγγάνιο | 50 $\mu\text{g}/\text{L}$ |

(Υγειονομική Διάταξη Υ2/2600/2001)

*Για τον προσδιορισμό της σκληρότητας σύμφωνα με την οδηγία δεν έχει οριστεί κάποια ανώτατη παραμετρική τιμή.

4.1 Αποτελέσματα των μετρήσεων του pH

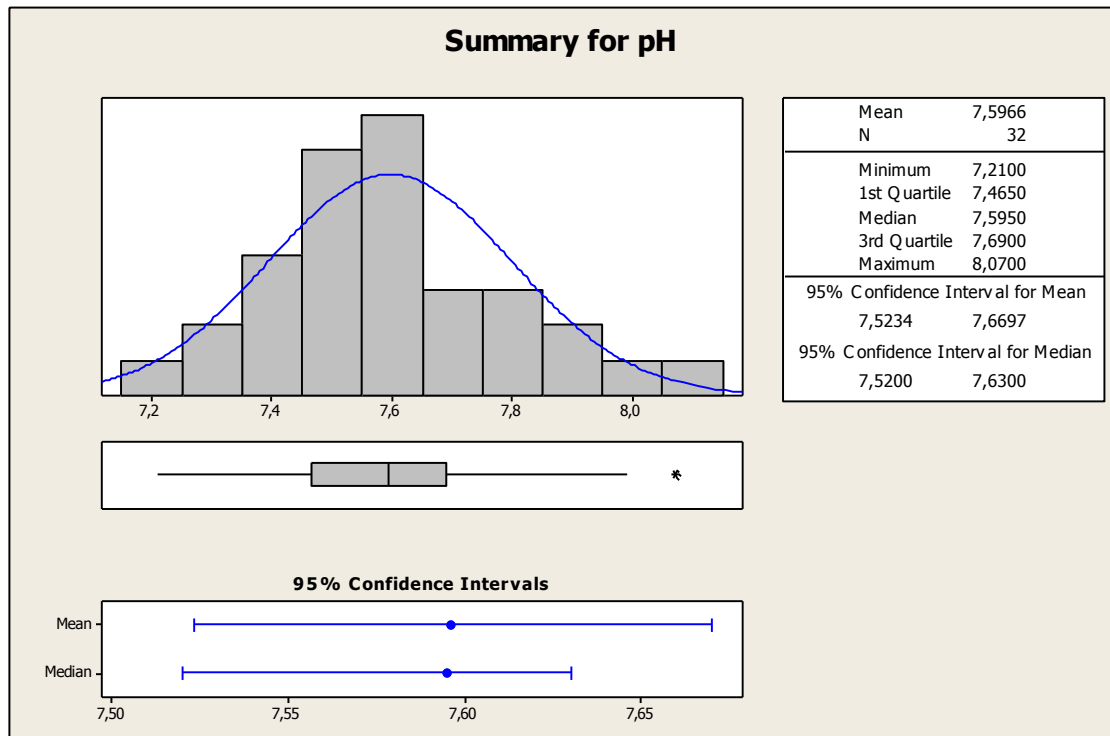
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 2 που ακολουθεί:

Πίνακας 2. Αποτελέσματα των μετρήσεων του pH του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | pH |
|------------------------------------|-----------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 7,87 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 8,07 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 7,53 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 7,70 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 7,60 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 7,83 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 7,62 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 7,60 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 7,48 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 7,80 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 7,33 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 7,84 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 7,52 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 7,37 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 7,59 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 7,63 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 7,61 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 7,89 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 7,21 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 7,66 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 7,54 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 7,66 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 7,59 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 7,60 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 7,52 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 7,38 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 7,46 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 7,44 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ | 7,99 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 7,28 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 7,35 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 7,53 |

Στο Σχήμα 1 παρατηρείται η μέση τιμή pH 7,597. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 7,524 – 7,669. Η διάμεσος τιμή είναι 7,595. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 7,465 και το τρίτο έχει τιμή 7,690.

Παρ' όλο που στο νερό παρατηρείται μια ακραία τιμή 8,07 , αυτή εντάσσεται στα φυσιολογικά όρια διακύμανσης της τιμής του pH.



Σχήμα 1. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης του pH.

4.2 Αποτελέσματα των μετρήσεων της αγωγιμότητας

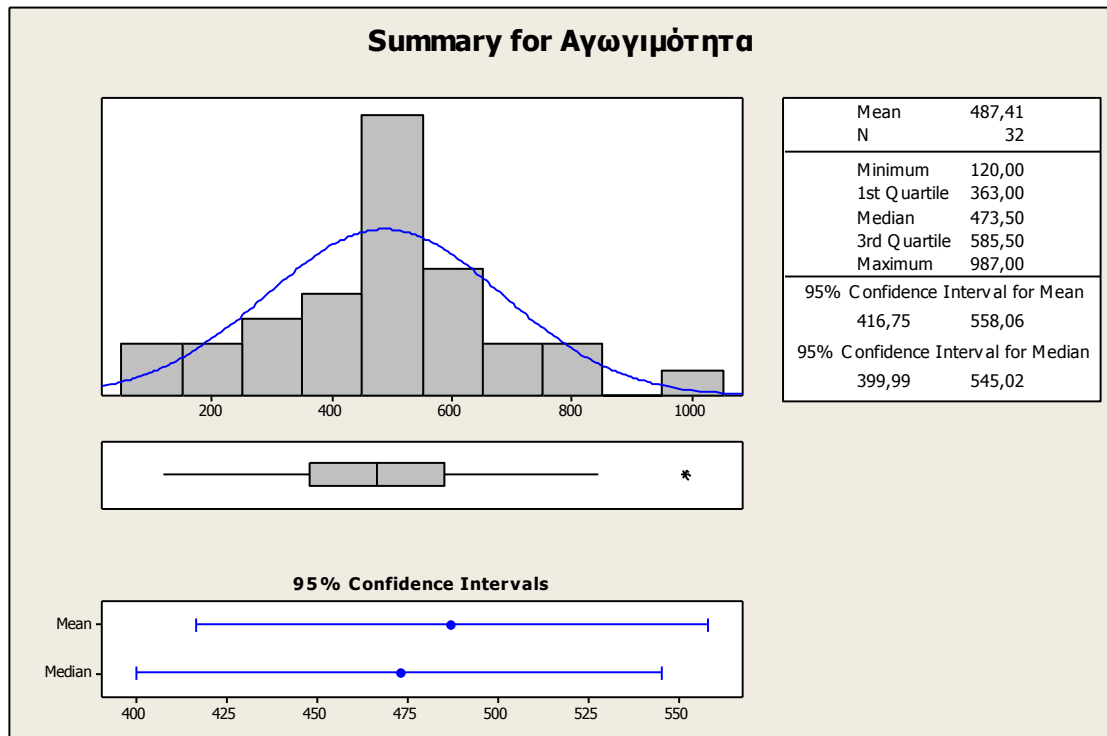
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 3 που ακολουθεί:

Πίνακας 3. Αποτελέσματα των μετρήσεων της αγωγιμότητας του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | Αγωγιμότητα (μS/cm) |
|------------------------------------|----------------------------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 296 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 314 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 400 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 465 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 636 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 450 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 396 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 560 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 824 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 236 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 519 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 527 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 665 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 557 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 450 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 130 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 461 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 222 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 648 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 457 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 844 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 545 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 728 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 987 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 513 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 495 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 355 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 594 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ | 387 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 120 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 482 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 334 |

Στο Σχήμα 2 εμφανίζεται η μέση τιμή Αγωγιμότητας 487,41. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 416,75 – 558,06. Η διάμεσος τιμή είναι 473,50. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 363,00 και το τρίτο έχει τιμή 987,00.

Παρ' όλο που στο νερό παρατηρείται μια ακρότατη τιμή 987,00 , αυτή εντάσσεται στα φυσιολογικά όρια διακύμανσης της τιμής της Αγωγιμότητας.



Σχήμα 2. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης της Αγωγιμότητας.

4.3 Αποτελέσματα των μετρήσεων της σκληρότητας

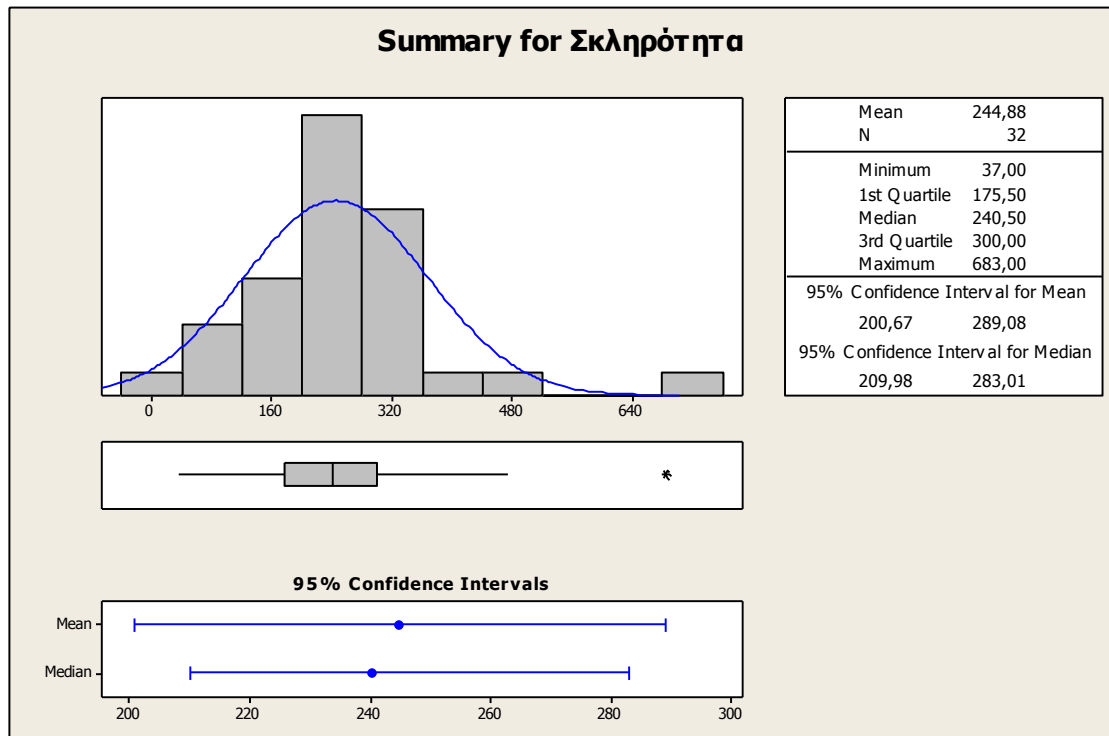
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 4 που ακολουθεί:

Πίνακας 4. Αποτελέσματα των μετρήσεων της σκληρότητας του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | Σκληρότητα (mg/L CaCO ₃) |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 157 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 161 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 264 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 234 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 283 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 227 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 210 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 300 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 37 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 122 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 302 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 247 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 314 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 325 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 215 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 77 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 252 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 96 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 367 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 228 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 475 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 289 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 300 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 683 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 250 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 263 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 183 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 326 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ | 200 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 52 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 224 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 173 |

Το Σχήμα 3 εμφανίζει τη μέση τιμή Σκληρότητας 244,88. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 200,67 – 289,08. Η διάμεσος τιμή είναι 240,50. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 175,50 και το τρίτο έχει τιμή 683,00.

Παρ' όλο που στο νερό παρατηρείται μια ακρότατη τιμή 683,00 , αυτή εντάσσεται στα φυσιολογικά όρια διακύμανσης της τιμής της Σκληρότητας.



Σχήμα 3. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης της Σκληρότητας.

4.4 Αποτελέσματα των μετρήσεων των νιτρικών

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 5 που ακολουθεί.

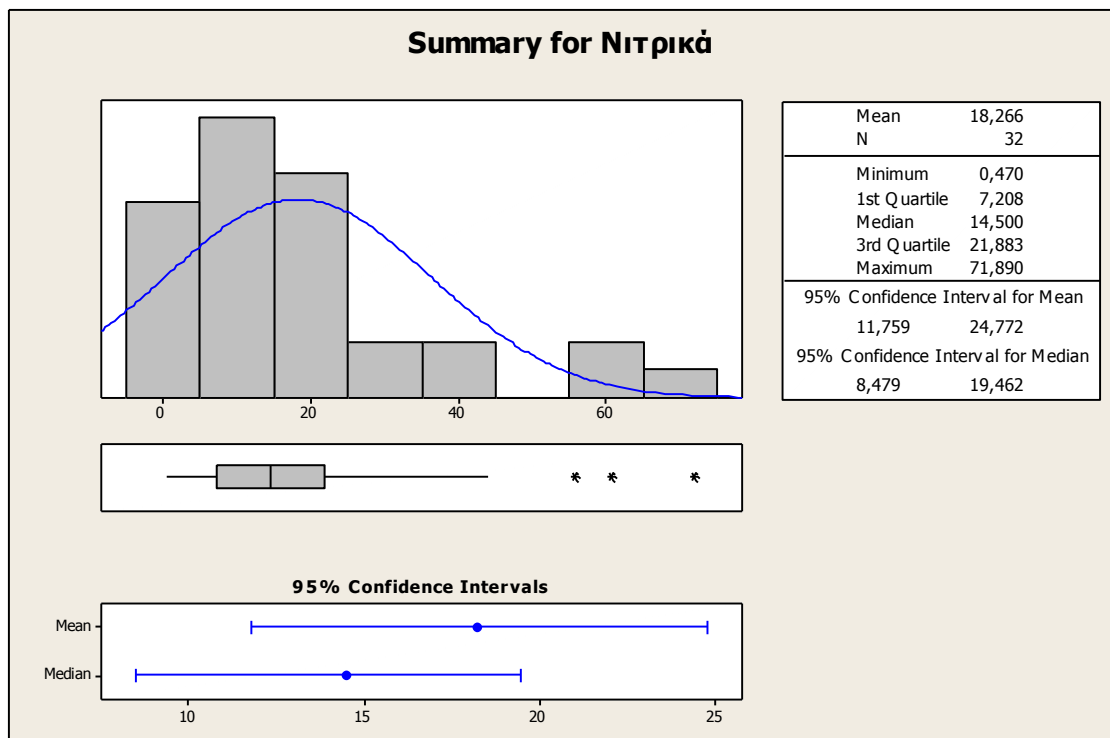
Οι υπερβάσεις που προκύπτουν σύμφωνα με τη νομοθεσία στους Δήμους Κραννώνος , Πολυδάμαντα και στην Κοινότητα Καρυάς οφείλονται στην έντονη χρήση λιπασμάτων. Και οι τρεις αυτές περιοχές βρίσκονται νότια του Νομού όπου είναι το μεγαλύτερο τμήμα του κάμπου , και συνεπώς οι γεωργικές εκμεταλλεύσεις είναι ιδιαίτερα αυξημένες.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα των μετρήσεων των νιτρικών του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | Νιτρικά (μg/L) |
|-----------------------------|----------------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 2,37 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 10,10 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 10,51 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 6,98 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 21,65 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 8,48 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 8,04 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 21,96 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 0,50 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 1,72 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 7,89 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 14,06 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 55,58 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 15,03 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 12,14 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 1,93 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 11,57 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 0,52 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 19,46 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 16,21 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 20,58 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 43,88 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 28,15 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 71,89 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 14,94 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 27,98 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 15,09 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 38,28 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΛΙΚΩΝ | 0,47 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 0,52 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 60,54 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 15,48 |

Το Σχήμα 4 εμφανίζει τη μέση τιμή Νιτρικών 18,226. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 11,759 – 24,772. Η διάμεσος τιμή είναι 14,500. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 7,208 και το τρίτο έχει τιμή 21,883.

Στο νερό παρατηρούνται τρεις ακρότατες τιμές 55,58 , 60,54 , 71,89. Αυτές οι τιμές είναι μεγαλύτερες σύμφωνα με την ανώτατη παραμετρική τιμή που ορίζει η νομοθεσία , οπότε το νερό σε αυτές τις περιοχές δεν είναι πόσιμο.



Σχήμα 4. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης των Νιτρικών.

4.5 Αποτελέσματα των μετρήσεων των θεικών

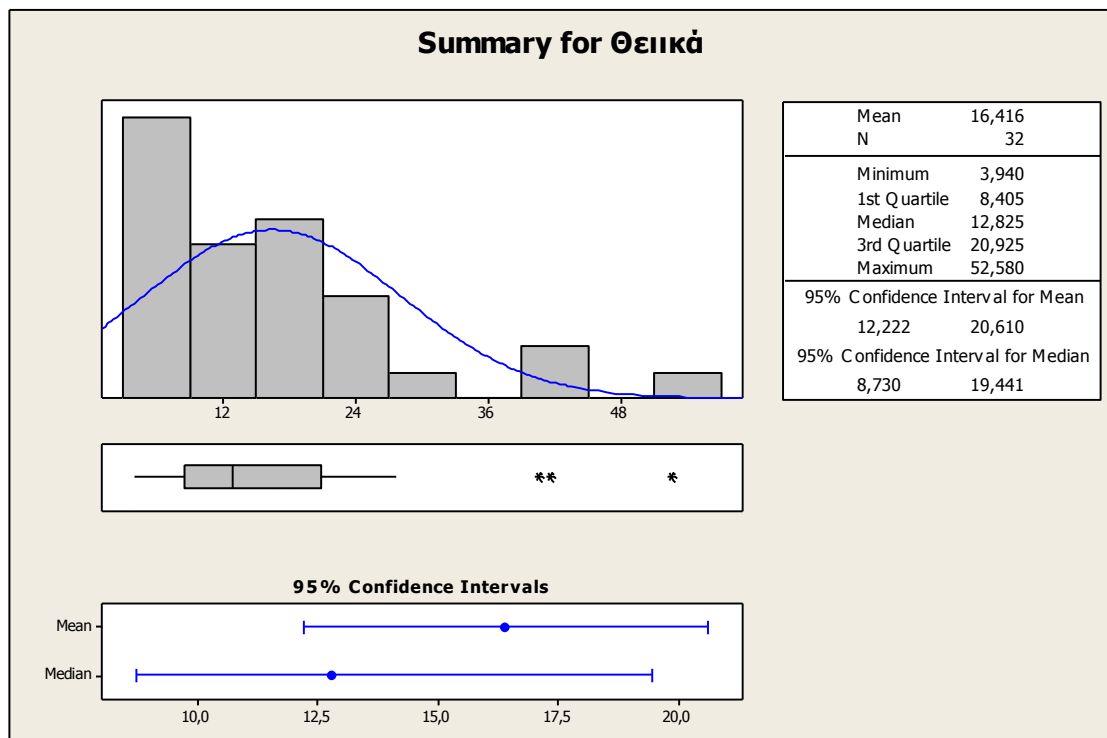
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 6 που ακολουθεί:

Πίνακας 6. Αποτελέσματα των μετρήσεων των θεικών του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | Θειικά (μg/L) |
|-----------------------------|---------------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 10,04 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 6,63 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 7,91 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 15,62 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 6,50 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 13,66 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 10,99 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 15,20 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 4,87 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 8,73 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 8,45 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 26,29 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 19,44 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 8,42 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 19,22 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 4,34 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 20,61 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 3,94 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 19,82 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 22,06 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 11,99 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 40,57 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 52,58 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 41,54 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 25,26 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 27,59 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 9,81 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 21,03 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ | 18,83 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 5,03 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 9,93 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 8,40 |

Το Σχήμα 5 εμφανίζει τη μέση τιμή θειικών 16,416. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 12,222 – 20,925. Η διάμεσος τιμή είναι 12,825. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 8,405 και το τρίτο έχει τιμή 20,925.

Παρά όλο που στο νερό παρατηρούνται τρεις ακρότατες τιμές 40,57 , 41,54 και 52,58 , αυτές εντάσσονται στα φυσιολογικά όρια διακύμανσης της τιμής των θειικών.



Σχήμα 5. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης των θειικών.

4.6 Αποτελέσματα των μετρήσεων των χλωριούχων

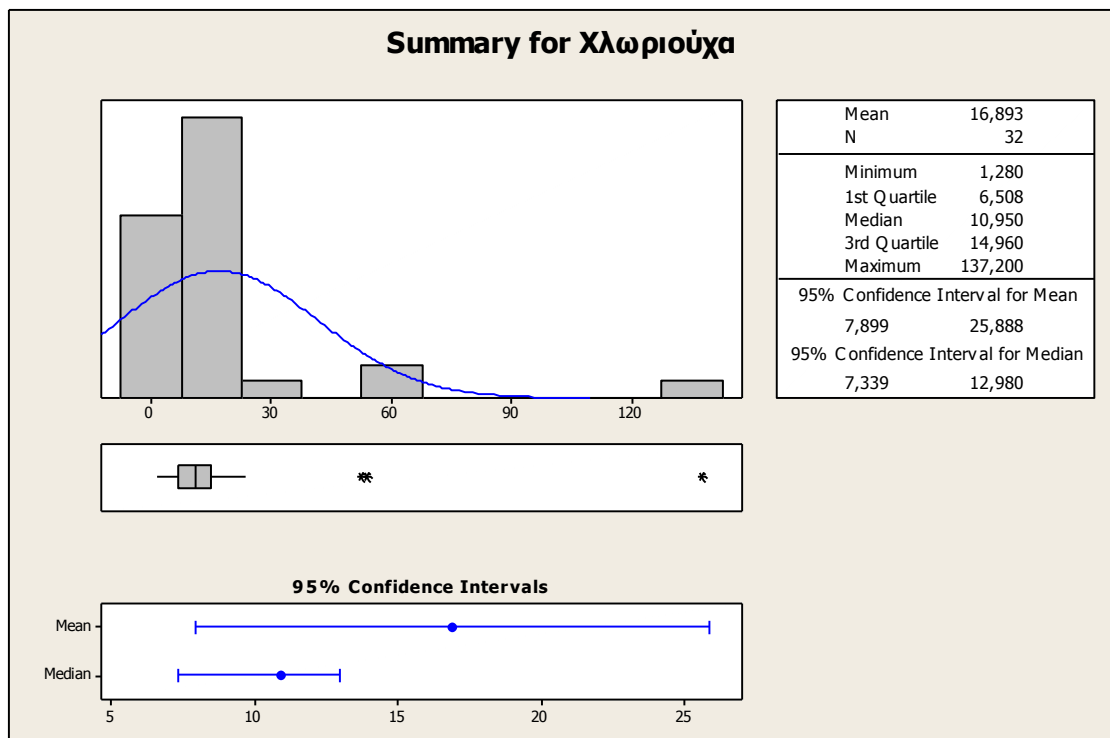
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 7 που ακολουθεί:

Πίνακας 7. Αποτελέσματα των μετρήσεων των χλωριούχων του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | Χλωριούχα (μg/L) |
|-----------------------------|------------------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 6,9 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 5,92 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 4,07 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 12,46 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 20,53 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 12,72 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 9,33 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 15,23 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 3,01 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 3,35 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 8,35 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 12,98 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 23,49 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 12,47 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 9,05 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 1,28 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 11,57 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 14,15 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 10,33 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 13,16 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 137,2 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 6,4 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 53,98 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 52,59 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 11,73 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 9,75 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 5,24 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 17,23 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ | 6,83 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 1,97 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 19,98 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 7,34 |

Το Σχήμα 6 εμφανίζει τη μέση τιμή Χλωριούχων 16,893. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 7,899 – 25,888. Η διάμεσος τιμή είναι 10,950 . Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 6,508 και το τρίτο έχει τιμή 14,960.

Παρ' όλο που στο νερό παρατηρούνται τρεις ακρότατες τιμές 52,59 , 53,98 και 137,20 , αυτές εντάσσονται στα φυσιολογικά όρια διακύμανσης της τιμής των Χλωριούχων.



Σχήμα 6. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης των Χλωριούχων.

4.7 Αποτελέσματα των μετρήσεων των φθοριούχων

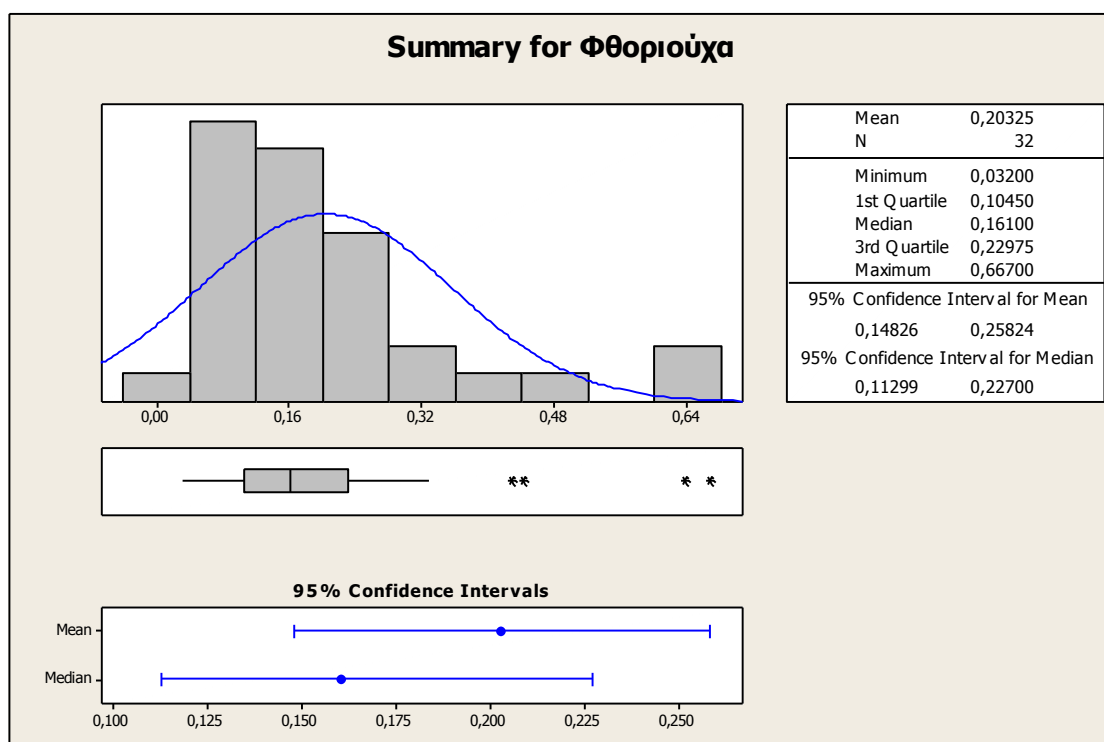
Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 8 που ακολουθεί:

Πίνακας 8. Αποτελέσματα των μετρήσεων των φθοριούχων του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | Φθοριούχα (μg/L) |
|------------------------------------|-------------------------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 0,139 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 0,246 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 0,113 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 0,143 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 0,163 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 0,427 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 0,328 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 0,186 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 0,043 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 0,102 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 0,058 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 0,104 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 0,667 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 0,107 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 0,637 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 0,142 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 0,071 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 0,159 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 0,106 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 0,096 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 0,204 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 0,284 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 0,228 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 0,441 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 0,176 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 0,032 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 0,189 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 0,126 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ | 0,229 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 0,101 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 0,23 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 0,227 |

Το Σχήμα 7 εμφανίζει τη μέση τιμή Φθοριούχων 0,2033. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 0,1486 – 0,2582 . Η διάμεσος τιμή είναι 0,1610. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 0,1045 και το τρίτο έχει τιμή 0,2298.

Παρ' όλο που στο νερό παρατηρούνται τέσσερις ακρότατες τιμές 0,441 , 0,427 , 0,637 και 0,667 , αυτές εντάσσονται στα φυσιολογικά όρια διακύμανσης της τιμής των Φθοριούχων.



Σχήμα 7. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης των Φθοριούχων.

4.8 Αποτελέσματα των μετρήσεων του σιδήρου

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 9 που ακολουθεί.

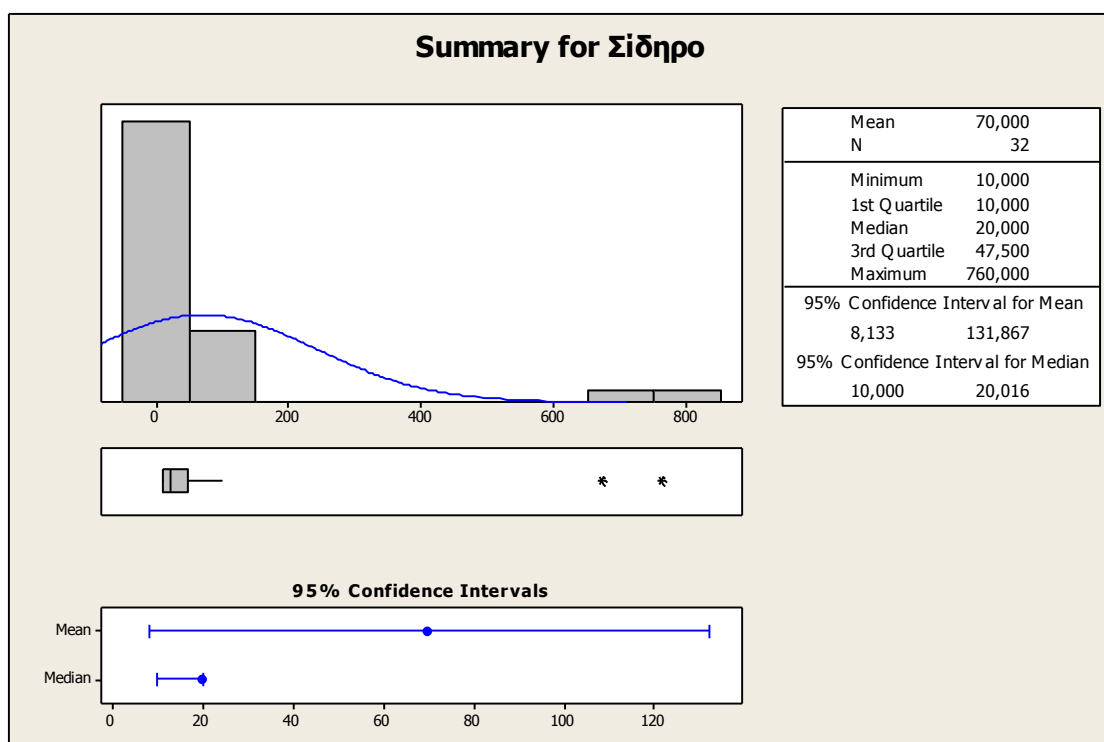
Οι υπερβάσεις που προκύπτουν σύμφωνα με τη νομοθεσία στους Δήμους Ενιπέα και Ολύμπου οφείλονται στο δίκτυο διανομής , που αποτελείται από σιδερένιους σωλήνες , οι οποίοι έχουν υποστεί διάβρωση.

Πίνακας 9. Αποτελέσματα των μετρήσεων του σιδήρου του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | Σίδηρος (μg/L) |
|-----------------------------|----------------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 10 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 10 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 10 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 50 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 40 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 80 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 20 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 760 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 70 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 10 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 10 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 10 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 20 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 10 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 20 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 10 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 100 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 10 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 20 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 10 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 30 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 670 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 10 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 20 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 20 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 10 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 10 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 20 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΑΚΙΩΝ | 100 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 10 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 50 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 10 |

Το Σχήμα 8 εμφανίζει τη μέση τιμή Σιδήρου 70,00. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 8,133 – 131,867. Η διάμεσος τιμή είναι 20,00. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 10,00 και το τρίτο έχει τιμή 47,50.

Στο νερό παρατηρούνται δυο ακρότατες τιμές 670 και 760. Αυτές οι τιμές είναι μεγαλύτερες συμφώνα με την ανώτατη παραμετρική τιμή που ορίζει η νομοθεσία , οπότε το νερό σε αυτές τις περιοχές δεν είναι πόσιμο.



Σχήμα 8. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης του Σιδήρου.

4.9 Αποτελέσματα των μετρήσεων του μαγγανίου

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων φαίνονται στον Πίνακα 10 που ακολουθεί.

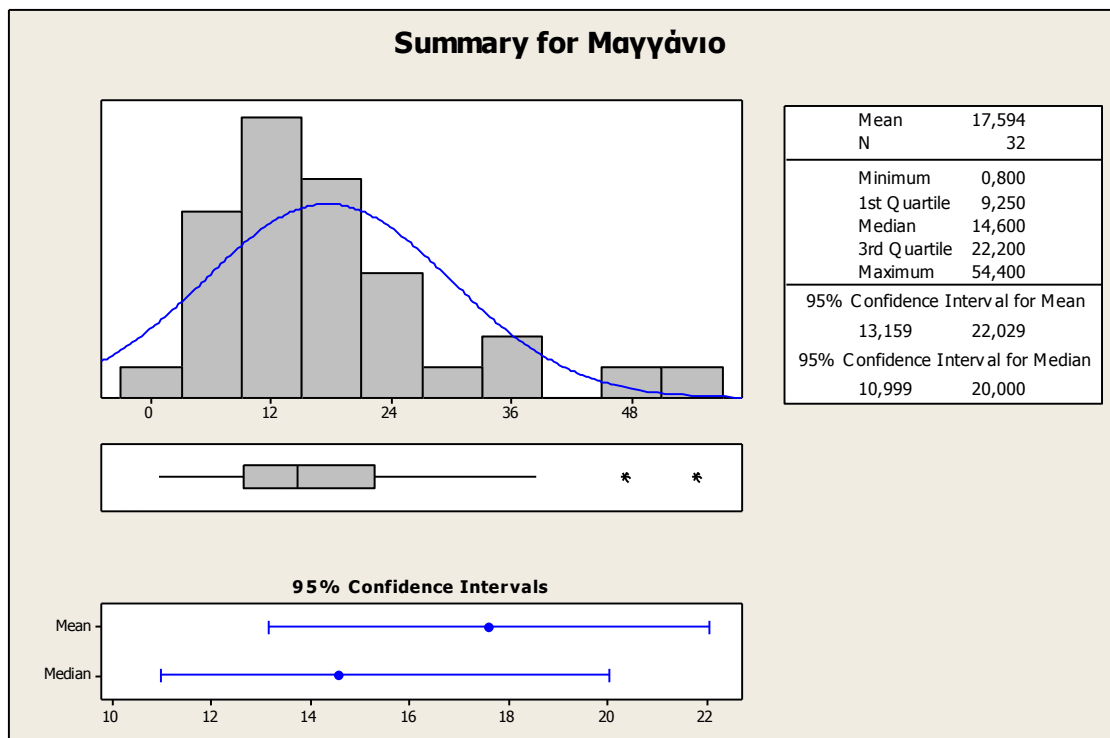
Η υπέρβαση που προκύπτει σύμφωνα με τη νομοθεσία στο Δήμο Ολύμπου οφείλεται στο δίκτυο διανομής , που αποτελείται από σιδερένιους σωλήνες , οι οποίοι έχουν υποστεί διάβρωση , λόγω και του αυξημένου σιδήρου στον ίδιο Δήμο.

Πίνακας 10. Αποτελέσματα των μετρήσεων του μαγγανίου του νερού.

| Δίκτυα Δήμων και Κοινοτήτων | Μαγγάνιο (μg/L) |
|------------------------------------|------------------------|
| Δ.ΑΓΙΑΣ | 8 |
| Δ.ΑΜΠΕΛΩΝΑ | 8,8 |
| Δ.ΑΝΤΙΧΑΣΙΩΝ | 9 |
| Δ.ΑΡΜΕΝΙΟΥ | 12,5 |
| Δ.ΓΙΑΝΝΟΥΛΗΣ | 22,4 |
| Δ.ΓΟΝΝΩΝ | 12,8 |
| Δ.ΕΛΑΣΣΟΝΑΣ | 10 |
| Δ.ΕΝΙΠΕΑ | 35,2 |
| Δ.ΕΥΡΥΜΕΝΩΝ | 20 |
| Δ.ΚΑΤΩ ΟΛΥΜΠΟΥ | 6,4 |
| Δ.ΚΙΛΕΛΕΡ | 26,4 |
| Δ.ΚΟΙΛΑΔΑΣ | 0,8 |
| Δ.ΚΡΑΝΝΩΝΟΣ | 31 |
| Δ.ΛΑΚΕΡΕΙΑΣ | 14 |
| Δ.ΛΑΡΙΣΕΩΝ | 10,4 |
| Δ.ΛΙΒΑΔΙΟΥ | 6 |
| Δ.ΜΑΚΡΥΧΩΡΙΟΥ | 21,6 |
| Δ.ΜΕΛΙΒΟΙΑΣ | 11 |
| Δ.ΝΑΡΘΑΚΙΟΥ | 47,2 |
| Δ.ΝΕΣΣΩΝΟΣ | 15,2 |
| Δ.ΝΙΚΑΙΑΣ | 20 |
| Δ.ΟΛΥΜΠΟΥ | 54,4 |
| Δ.ΠΛΑΤΥΚΑΜΠΟΥ | 11,8 |
| ΠΟΛΥΔΑΜΑΝΤΑ | 22,9 |
| Δ.ΠΟΤΑΜΙΑΣ | 15,2 |
| Δ.ΣΑΡΑΝΤΑΠΟΡΟΥ | 17 |
| Δ.ΤΥΡΝΑΒΟΥ | 7 |
| Δ.ΦΑΡΣΑΛΩΝ | 38,4 |
| Κ.ΑΜΠΕΛΛΙΚΩΝ | 15,2 |
| Κ.ΒΕΡΔΙΚΟΥΣΗΣ | 4 |
| Κ.ΚΑΡΥΑΣ | 16,4 |
| Κ.ΤΣΑΡΙΤΣΑΝΗΣ | 12 |

Το Σχήμα 9 εμφανίζει τη μέση τιμή Μαγγανίου 17,594. Τα 95% όρια εμπιστοσύνης του μέσου όρου είναι 13,159 – 22,029 . Η διάμεσος τιμή είναι 14,600. Το πρώτο τεταρτημόριο έχει τιμή 9,250 και το τρίτο έχει τιμή 22,200.

Παρ' όλο που στο νερό παρατηρούνται δυο ακρότατες τιμές 47,20 και 54,40, η μια τιμή είναι επιτρεπτή από τη νομοθεσία επειδή είναι μικρότερη της ανώτατης παραμετρικής τιμής. Αντίθετα, στην άλλη περιοχή το νερό δεν είναι πόσιμο.



Σχήμα 9. Ιστόγραμμα , θηκόγραμμα και 95% όρια εμπιστοσύνης του Μαγγανίου.

5. Συμπεράσματα

Για την εξαγωγή των συμπερασμάτων καταρτίστηκε ο Πίνακας 11, ο οποίος δείχνει τα αποτελέσματα των μέσων όρων των δειγμάτων που εξετάστηκαν καθώς και τις ελάχιστες και μέγιστες τιμές αυτών.

Πίνακας 11. Πίνακας μέσων όρων , ελάχιστων και μέγιστων τιμών των παραμέτρων που αναλύθηκαν.

| Παράμετροι | Μέσος όρος | Min | Max |
|--------------------------------------|------------|-------|--------|
| pH | 7,6 | 7,21 | 8,07 |
| Αγωγιμότητα (μS/cm) | 487,41 | 120 | 987 |
| Σκληρότητα (mg/L CaCO ₃) | 244,88 | 37 | 683 |
| Νιτρικά (μg/L) | 18,27 | 0,47 | 71,89 |
| Θειικά (μg/L) | 16,42 | 3,94 | 52,58 |
| Χλωριούχα (μg/L) | 16,89 | 1,28 | 137,20 |
| Φθοριούχα (μg/L) | 0,2 | 0,032 | 0,67 |
| Σίδηρος (μg/L) | 70 | 10 | 760 |
| Μαγγάνιο (μg/L) | 17,59 | 0,8 | 54,4 |

Στη συγκεκριμένη ερευνητική δραστηριότητα συμπεραίνεται ότι οι μέσοι όροι των τιμών που εξετάστηκαν είναι μικρότεροι από τις αντίστοιχες ανώτατες παραμετρικές τιμές της νομοθεσίας.

Αναλυτικά, όσον αφορά το pH , οι τιμές που προέκυψαν ήταν μέσα στα όρια της νομοθεσίας από 6,5 έως 9,5.

Όσον αφορά την αγωγιμότητα , οι τιμές που προέκυψαν ήταν μικρότερες από την ανώτατη παραμετρική τιμή που ορίζεται από τη νομοθεσία. Αλλά σε ένα Δήμο είχαμε ακρότατη τιμή 987 μS/cm στους 20°C, η οποία μπορεί να οφείλεται σε αυξημένη παρουσία ιόντων χλωρίου και σε περίπτωση που το νερό της περιοχής έχει αυξημένη σκληρότητα , μπορεί να οφείλεται και στην παρουσία ασβεστολιθικών πετρωμάτων από την περιοχή που αντλείται το νερό.

Για τη σκληρότητα, οι παραμετρικές τιμές προέκυψαν μικρότερες από την ανώτατη παραμετρική τιμή της οδηγίας. Στη ακρότατη τιμή που προέκυψε μπορούμε να πούμε πως η αυξημένη αυτή τιμή οφείλεται σε πετρώματα

πλούσια σε ασβέστιο και μαγνήσιο. Το σκληρό νερό δεν έχει καλή γεύση εμποδίζει το καλό βράσιμο των τροφίμων, δεν κάνει αφρό με το σαπούνι και δημιουργεί επικαθήματα στις σωληνώσεις και στις οικιακές συσκευές. Επίσης σε ορισμένες βιομηχανίες (βυρσοδεψεία, βαφεία, χημικών και φαρμακευτικών προϊόντων) το σκληρό νερό είναι επιζήμιο στην κατεργασία και στο τελικό προϊόν. Νερό με σκληρότητα μέχρι και 500 mg/L CaCO₃ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πόσιμο, αλλά οι πιο καλές τιμές είναι μεταξύ 80 και 150.

Όσον αφορά τα νιτρικά , σε τρεις Δήμους παρατηρήθηκαν ακρότατες τιμές, οι οποίες είναι και μεγαλύτερες από την ανώτατη παραμετρική τιμή που ορίζεται από τη νομοθεσία , με αποτέλεσμα σε αυτούς τους Δήμους το νερό να μην είναι κατάλληλο για κατανάλωση. Η αυξημένη παρουσία των νιτρικών οφείλεται στην έντονη χρήση λιπασμάτων.

Οι παραμετρικές τιμές των φθοριούχων , των χλωριούχων και των θειικών έδειξαν κάποιες ακρότατες τιμές αλλά δεν υπερέβησαν των ανώτατων παραμετρικών τιμών αντίστοιχα.

Και όσον αφορά το μαγγάνιο και το σίδηρο , οι δυο ακρότατες τιμές που προέκυψαν ήταν κατά πολύ μεγαλύτερες από την ανώτατη παραμετρική τιμή τις οδηγίας , αντίστοιχα. Το νερό σε αυτές τις περιοχές των Δήμων δεν είναι πόσιμο. Κι ο λόγος μπορεί να είναι γεωλογικής προέλευσης ή και λόγω οξειδωσης των σωληνώσεων. Ο σίδηρος στο νερό προκαλεί προβλήματα στα πλυντήρια και υφαντήρια (δημιουργούνται λεκέδες στα υφάσματα) και στους αγωγούς διανομής νερού (ευνοείται η ανάπτυξη βακτηριδίων και δημιουργούνται αποθέσεις). Το μαγγάνιο προκαλεί λεκέδες στα υφάσματα σε πλυντήρια και υφαντήρια. Διευκολύνει την ανάπτυξη μικροοργανισμών στα δίκτυα με αποτέλεσμα αύξηση της θολότητας, δημιουργία οσμών και αποθέσεων.

Σε κάθε περίπτωση οι μετρήσεις έδειξαν ότι το νερό είναι κατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση στο Νομό Λάρισας , εκτός από κάποιες μεμονωμένες περιπτώσεις που είχαμε υπερβάσεις και που πρέπει να αναλυθούν στα δείγματα κι επιπλέον παράμετροι , ώστε να βρεθεί αν τα αίτια είναι γεωλογικής προέλευσης ή προέρχονται από βλάβες των δικτύων.

6. Βιβλιογραφία

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Alth M., Alth C. and Duncan S. B. (1992). Wells and Septic Systems, pp 231-234. 2nd Edition. TAB Books. U.S.A
- Assembly of Life Sciences (U.S.). (1987). Drinking Water and Health, **7**, 190-195. National Academy Press. Washington, D.C.
- Atlas R. (2006). Handbook of Microbiological Media for the Examination of Food, pp 107. 2nd Edition. CRC Press / UPS.
- Chigbu P. and Sobolev D. (2007). Bacteriological Analysis of Water. In: Handbook of Water Analysis, (Nollet L., Ed), pp 102 - 103, 2nd Edition, CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, U.S.A.
- Gleeson C. and Gray N. (1997). The Coliform Index and Waterborne Disease, pp 43 - 44. E & FN Spon, an imprint of Chapman & Hall. U.K.
- Hunt M. E. and Rice E. W. (2005). Microbiological Examination. In: Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater, (Eaton A. D., Clesceri L. S., Rice E. W. and Greenberg A. E., Ed), pp 20, 21st Edition, Centennial Edition, U.S.A.
- Johnson J.D. and Jolley R.L. (1990). Water Chlorination: The Challenge. In: Water Chlorination: Chemistry, Environmental Impact and Health Effects, (Jolley C, Johnson K., Minear M. and Jacobs, Ed), **6**, 21 - 25. Lewis Publishers, Inc. U.S.A.
- Taylor C. (2000). The Kingfisher Science Encyclopedia, pp 186. Oxford University Press.

- World Health Organization (2004). Guidelines for Drinking - water Quality: Recommendations, 1, 288. 3rd Edition. Geneva.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Δερμοσόνογλου Δ. (1998). Μελέτη των φυσικών και χημικών παραμέτρων υγιεινολογικού ελέγχου επιφανειακών και πηγαίων υδάτων, σελ. 30 - 40. Διδακτορική Διατριβή. Τυπογραφία Δεδούση. Θεσσαλονίκη.
- Κατσουγιαννόπουλος Β. (1991). Εγχειρίδιο Υγιεινής, σελ. 98. Εκδοτικός οίκος Αδελφών Κυριακίδη. Θεσσαλονίκη.
- Σκληβανιώτης Μ. (2004). Ποιότητα πόσιμου νερού, σελ. 187 - 188. Έκδοση Δημοτικής Επιχείρησης Ύδρευσης Αποχέτευσης Πάτρας. Πάτρα.
- Ταμιωλάκης Γ. (2002). Εξυγίανση του πόσιμου νερού, σελ. 33 - 34. Θεσσαλονίκη.
- Υγειονομική Διάταξη Υ2/2600/2001 σε συμμόρφωση προς την Οδηγία 98/83/ΕΚ του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3^{ης} Νοεμβρίου 1998 (ΦΕΚ 892/11 - 7 - 2001, Τεύχος Β') "Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης".

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/pappa_g.pdf
- http://www.waterinfo.gr/eedyp/Paros_papers/velonakis_e.pdf
- http://www.technicalreview.gr/index.php?option=com_content&task=view&id=528
- http://www.scharlau.com/TDS/SO3007_TDS.pdf
- http://www.emdchemicals.com/analytics/Micro_Manual/TEDISdata/prods/10641.html

| Περιεχόμενα | Σελίδα |
|---|--------|
| 1. Εισαγωγή..... | 1 |
| 2. Βιβλιογραφική ανασκόπηση..... | 3 |
| 2.1 Νερό ανθρώπινης κατανάλωσης..... | 3 |
| 2.1.1 Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης..... | 3 |
| 2.1.2 Οργανοληπτικές παράμετροι | 4 |
| 2.1.2.1 Χρώμα | 4 |
| 2.1.2.2 Θολερότητα..... | 4 |
| 2.1.2.3 Οσμή..... | 4 |
| 2.1.2.4 Γεύση..... | 5 |
| 2.1.3 Φυσικοχημικές παράμετροι..... | 5 |
| 2.1.3.1 Θερμοκρασία | 5 |
| 2.1.3.2 Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH) | 5 |
| 2.1.3.3 Αγωγιμότητα | 6 |
| 2.1.3.4 Χλωριούχα..... | 6 |
| 2.1.3.5 Θειικά..... | 6 |
| 2.1.3.6 Ασβέστιο | 7 |
| 2.1.3.7 Μαγνήσιο | 7 |
| 2.1.3.8 Νάτριο..... | 8 |
| 2.1.3.9 Κάλιο..... | 9 |
| 2.1.3.10 Σκληρότητα | 9 |
| 2.1.3.11 Διαλυμένο οξυγόνο | 10 |
| 2.1.3.12 Οξειδωσιμότητα | 10 |
| 2.1.4 Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες..... | 11 |
| 2.1.4.1 Αμμωνία..... | 11 |
| 2.1.4.2 Νιτρώδη | 11 |
| 2.1.4.3 Νιτρικά | 12 |
| 2.1.4.4 Σίδηρος..... | 12 |
| 2.1.4.5 Μαγγάνιο | 13 |
| 2.1.4.6 Χαλκός..... | 13 |
| 2.1.4.7 Ψευδάργυρος..... | 14 |
| 2.1.4.8 Φώσφορος..... | 14 |
| 2.1.4.9 Φθόριο | 15 |
| 2.1.4.10 Χλώριο υπολειμματικό | 15 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.1.5 | Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες | 16 |
| 2.1.5.1 | Αρσενικό | 16 |
| 2.1.5.2 | Κάδμιο | 16 |
| 2.1.5.3 | Χρώμιο..... | 17 |
| 2.1.5.4 | Μόλυβδος | 17 |
| 2.1.5.5 | Σελήνιο | 18 |
| 2.1.6 | Παράμετροι οργανικών ενώσεων..... | 18 |
| 2.1.6.1 | Ακρυλαμίδιο | 18 |
| 2.1.6.2 | Βενζόλιο..... | 19 |
| 2.1.6.3 | Βινυλοχλωρίδιο..... | 19 |
| 2.1.6.4 | Επιχλωρυδρίνη..... | 20 |
| 2.1.7 | Εξυγίανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης | 20 |
| 2.1.7.1 | Γενικά..... | 20 |
| 2.1.7.2 | Απολύμανση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης | 21 |
| 2.1.7.3 | Χλωρίωση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης | 22 |
| 3. | Πειραματικό μέρος | 24 |
| 3.1 | Υλικά και μέθοδοι | 24 |
| 3.1.1 | Γενικά..... | 24 |
| 3.1.2 | Δειγματοληψία νερού | 24 |
| 3.1.3 | Μεταχείριση των δειγμάτων πριν την εξέταση | 24 |
| 3.1.4 | Αντιδραστήρια..... | 25 |
| 3.1.5 | Όργανα | 28 |
| 3.2 | Μέθοδοι ανάλυσης | 30 |
| 3.2.1 | Προσδιορισμός νιτρικών | 30 |
| 3.2.2 | Προσδιορισμός pH..... | 30 |
| 3.2.3 | Προσδιορισμός θειικών..... | 31 |
| 3.2.4 | Προσδιορισμός αγωγιμότητας | 32 |
| 3.2.5 | Προσδιορισμός σκληρότητας..... | 32 |
| 3.2.6 | Προσδιορισμός χλωριούχων..... | 32 |
| 3.2.7 | Προσδιορισμός φθοριούχων..... | 33 |
| 3.2.8 | Προσδιορισμός σιδήρου | 33 |
| 3.2.9 | Προσδιορισμός μαγγανίου | 34 |
| 4. | Αποτελέσματα - Συζήτηση | 35 |
| 4.1 | Αποτελέσματα των μετρήσεων του pH..... | 36 |

| | | |
|-----|--|----|
| 4.2 | Αποτελέσματα των μετρήσεων της αγωγιμότητας..... | 38 |
| 4.3 | Αποτελέσματα των μετρήσεων της σκληρότητας | 40 |
| 4.4 | Αποτελέσματα των μετρήσεων των νιτρικών..... | 42 |
| 4.5 | Αποτελέσματα των μετρήσεων των θειικών | 44 |
| 4.6 | Αποτελέσματα των μετρήσεων των χλωριούχων | 46 |
| 4.7 | Αποτελέσματα των μετρήσεων των φθοριούχων | 48 |
| 4.8 | Αποτελέσματα των μετρήσεων του σιδήρου | 50 |
| 4.9 | Αποτελέσματα των μετρήσεων του μαγγανίου | 52 |
| 5. | Συμπεράσματα..... | 54 |
| 6. | Βιβλιογραφία..... | 56 |