



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Χημική Ανάλυση σε Εμφιαλωμένα Νερά



ΠΑΠΑΪΩΑΝΝΟΥ ΑΛΕΚΑ

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΔΙΑΜΑΝΤΟΠΟΥΛΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ (επιβλέπων)
ΚΑΡΑΤΖΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΨΥΛΛΑΚΗ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία έγινε χημική ανάλυση σε εμφιαλωμένα νερά ώστε να ελεγχθεί η ποιότητα τους. Μελετήθηκαν εικοσιτέσσερα δείγματα που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά. Σε όλα τα δείγματα εξετάστηκαν οι χημικές τους παράμετροι, όπως αλκαλικότητα, σκληρότητα, αλατότητα, αγωγιμότητα, αμμωνιακά ιόντα, pH, θερμοκρασία, συγκέντρωση διαφόρων ιόντων (F^- , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Br^- , BrO_3^-) και συγκέντρωση μετάλλων, αλλά και βαρέων μετάλλων.

Σκοπός ήταν να ελέγξουμε κατά πόσο τα δείγματα αυτά είναι κατάλληλα για πόση, κατά πόσο οι τιμές που μετρήθηκαν πειραματικά για την κάθε παράμετρο συμβάδιζαν με τις αναγραφόμενες τιμές στα μπουκάλια και επιπλέον αν οι τιμές των παραμέτρων υπακούουν στα όρια που προτείνει η Ελληνική Νομοθεσία.

Έτσι διεξήχθησαν μια σειρά πειραμάτων, μέσω των οποίων πάρθηκαν οι μετρήσεις για τις παραμέτρους που προαναφέρθηκαν, οι οποίες και συγκρίθηκαν τόσο με τις αναγραφόμενες τιμές των μπουκαλιών, όσο και με τα Νομοθετικά όρια.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως υπήρχαν παρεκκλίσεις των πειραματικών τιμών από τις αναγραφόμενες τιμές, πράγμα το οποίο εξηγείται από το γεγονός ότι οι αναλύσεις έγιναν σε διαφορετικά εργαστήρια και σε διαφορετικές εποχές. Το πιο σημαντικό σημείο όμως ήταν ότι κανένα δείγμα για όλες τις παραμέτρους, δεν ξεπερνούσε τα όρια που δίνονται από τη Νομοθεσία, πράγμα το οποίο επιβεβαιώνει την καταλληλότητα των δειγμάτων αυτών για ανθρώπινη χρήση και πιο συγκεκριμένα για πόση.

1	ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
2	ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ	3
2.1	Φυσικοχημικές παράμετροι	3
2.2	Μέταλλα.....	4
2.3	Βαρέα Μέταλλα	4
3	ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	7
3.1	Μέτρηση σκληρότητας	8
3.2	Μέτρηση Αλατότητας.....	8
3.3	Μέτρηση Αγωγιμότητας	8
3.4	Μέτρηση pH	8
3.5	Μέτρηση αλκαλικότητας και υπολογιστική μέθοδος HCO_3^-	8
3.6	Μέτρηση TOC	9
3.7	Μέτρηση F^- , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Br^- , BrO_3^-	9
3.8	Μέτρηση Βρωμικών Ιόντων	11
3.9	Μέτρηση Αμμωνιακών	12
3.10	Μέτρηση μετάλλων	12
4	ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	14
4.1	ΑΠΟΦΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ.....	14
4.2	ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ	15
4.3	ΣΗΜΕΙΟ ΤΗΡΗΣΗΣ	15
4.4	ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ	16
4.5	ΕΠΑΝΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΧΡΗΣΕΩΣ	16
4.6	ΠΑΡΕΚΚΛΙΣΕΙΣ.....	17
4.7	ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ.....	17
4.8	ΖΩΝΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	17
4.9	ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΔΙΩΝ ΑΡΧΩΝ, ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ	17
4.10	ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΘΕΣΕΙΣ.....	18
4.11	ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ.....	18
4.12	ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ.....	18
4.13	ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΟΙΝΙΚΕΣ ΚΥΡΩΣΕΙΣ.....	18
4.14	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	18
	4.14.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι	18
	4.14.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ	19
	4.14.3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ	19
4.15	Όρια παραμέτρων που αφορούν την ποιότητα του νερού	20
5	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	22
5.1	Σχόλια	33
6	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	34
7	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	36
8	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	37
9	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	44
9.1	Πίνακες Αποτελεσμάτων Ατομικής Απορρόφησης.....	44
9.2	Καμπύλες Βαθμονόμησης Μετάλλων	49
10	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ	58
10.1	Πίνακες Αποτελεσμάτων Ιοντικής Χρωματογραφίας	58
10.2	Πρότυπες Καμπύλες Βαθμονόμησης Ιόντων με τη μέθοδο Anions 2'	59
10.3	Πρότυπες Καμπύλες Βαθμονόμησης Ιόντων με τη μέθοδο Anions 8.....	65

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό αποτελεί ένα από τα πιο βασικά, εάν όχι το βασικότερο, θρεπτικό συστατικό για τον ανθρώπινο οργανισμό και την ανθρώπινη ζωή γενικότερα. Η σημασία του, αλλά και η αναγκαιότητα του, για την διατήρηση της ανθρώπινης ζωής και της καλής υγείας είναι γνωστή σε όλους μας. Η διατήρηση της υψηλής ποιότητας του, λοιπόν, είναι βασική προϋπόθεση για νερό που προορίζεται για πόση και γενικά για ανθρώπινη κατανάλωση.

Σαν πόσιμο νερό, ορίζεται το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση είτε με προηγούμενη επεξεργασία είτε χωρίς, όποια και αν είναι η προέλευση του. Πρέπει να είναι ασφαλές και ακίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία. Έτσι το νερό που προορίζεται για πόση θα πρέπει να είναι απαλλαγμένο από παθογόνους μικροοργανισμούς και επικίνδυνες χημικές ουσίες.

Ο κύριος τρόπος μεταφοράς νερού στις σύγχρονες κοινωνίες είναι τα δίκτυα ύδρευσης. Τα τελευταία χρόνια όμως, έχει ευρέως διαδοθεί η κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού. Αυτή η τάση πιθανότατα να προέρχεται από το γεγονός ότι σε κάποιες περιοχές το νερό που διοχετεύεται από το δίκτυο ύδρευσης δεν πληροί τα κριτήρια ποιότητας.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφορες κατηγορίες εμφιαλωμένων νερών, όπως το Φυσικό Μεταλλικό Νερό και το Επιτραπέζιο Νερό, κατηγορίες τις οποίες εξετάσαμε στην παρούσα εργασία.

Ένα νερό χαρακτηρίζεται Φυσικό Μεταλλικό Νερό στην περίπτωση που προέρχεται από αναγνωρισμένη και προστατευόμενη υπόγεια πηγή, καθώς επίσης έχει και σταθερή σύσταση και ποιότητα χωρίς να υπόκειται σε καμία επεξεργασία. Η σύσταση του Φυσικού Μεταλλικού Νερού σε ανόργανα άλατα, ποικίλει ανάλογα με την πηγή προέλευσης του. Έτσι παρατηρούμε ότι στην αγορά υπάρχουν ποικίλα είδη Φυσικού Μεταλλικού Νερού, άλλα πλούσια σε μαγνήσιο και ασβέστιο, κάποια άλλα πτωχά σε νάτριο κλπ.

Το Επιτραπέζιο Νερό συνήθως είναι νερό επιφανείας ή υπόγειο νερό, που υφίσταται μια σειρά φωτοχημικών επεξεργασιών, προκειμένου να απαλλαγεί από τα ακατάλληλα στοιχεία.

Το εμφιαλωμένο νερό θεωρείται καλής ποιότητας, με την προϋπόθεση ότι η πηγή προστατεύεται από γεωργικές ή άλλες δραστηριότητες, που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τη σύσταση του νερού. Επιπλέον για να διατηρηθεί η υψηλή ποιότητα του εμφιαλωμένου νερού, θα πρέπει να τηρούνται αυστηροί κανόνες υγιεινής κατά τα διάφορα στάδια επεξεργασίας και εμφιάλωσης του, καθώς και φύλαξης του μέχρι να φτάσει στους καταναλωτές. Καταλήγουμε λοιπόν, ότι όταν τηρούνται οι κανόνες ασφάλειας, το εμφιαλωμένο νερό αποτελεί νερό υψηλής ποιότητας.

Στην εργασία αυτή, στόχος ήταν να μελετήσουμε την ποιότητα κάποιων από τα εμφιαλωμένα νερά, που κυκλοφορούν στην Ελληνική αγορά. Έγινε χημική ανάλυση των δειγμάτων και τα αποτελέσματα που πήραμε από τη διεξαγωγή των πειραμάτων τα συγκρίναμε με τις τιμές που προτείνει η Ελληνική Νομοθεσία, αλλά και κατά πόσο οι συγκεντρώσεις που υπολογίσαμε πειραματικά, πλησίαζαν τις αναγραφόμενες τιμές στα μπουκάλια.

2 ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, το νερό αποτελεί το σημαντικότερο συστατικό για τον ανθρώπινο οργανισμό. Συνεπώς η ποιότητα του πόσιμου νερού πρέπει να διατηρείται σε υψηλά επίπεδα, αλλά και να ελέγχεται τακτικά.

Στην παρούσα εργασία έγινε έλεγχος των φυσικοχημικών παραμέτρων που αφορούν την ποιότητα του πόσιμου, και στην προκειμένη περίπτωση εμφιαλωμένου νερού.

Για να ελέγξουμε την ποιότητα του νερού πρέπει να προσδιορίσουμε κάποιες βασικές παραμέτρους όπως είναι η αλκαλικότητα, η σκληρότητα, η συγκέντρωση του ολικού οργανικού άνθρακα, η συγκέντρωση σε ιόντα, η θερμοκρασία, το pH, η συγκέντρωση σε αμμωνιακά, αλλά και η συγκέντρωση των μετάλλων. Παρακάτω γίνεται μια σύντομη αναφορά για την κάθε παράμετρο που μελετήθηκε και τις επιπτώσεις που μπορεί να έχει σε υψηλές συγκεντρώσεις και τους κινδύνους που πιθανόν να παρουσιάσουν για ανθρώπινη υγεία.

2.1 Φυσικοχημικές παράμετροι

Ο όρος **σκληρότητα** σχετίζεται με τη δημιουργία αποθέσεων και οφείλεται στην παρουσία διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου με ανθρακικά και δισανθρακικά ιόντα. Η σκληρότητα του νερού διακρίνεται:

- Στην ολική σκληρότητα, που οφείλεται σε όλα τα κατιόντα που σχηματίζουν ίζημα με το σάπωνα.
- Στη μόνιμη σκληρότητα, που είναι αυτή που παραμένει μετά τη μετατροπή των όξινων ανθρακικών σε ανθρακικά και την καθίζηση του αδιάλυτου μέρους από αυτά
- Στην παροδική σκληρότητα, η οποία οφείλεται στα κατιόντα τα οποία απομακρύνονται με το βράσιμο του νερού και είναι ίση με τη διαφορά ανάμεσα στην ολική και τη μόνιμη (Πηγή: *Χημεία και Έλεγχος Ρύπανσης Νερού, Οικονομόπουλος Αλέξανδρος*).

Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία, ενώ έχει βρεθεί ότι η αυξημένη σκληρότητα στο νερό συμβάλλει στην μείωση των καρδιαγγειακών παθήσεων.

Το σκληρό νερό δεν έχει καλή γεύση και εμποδίζει το καλό βράσιμο των τροφίμων.

Στην Ελλάδα, λόγω της ασβεστολιθικής σύστασης πολλών περιοχών, τα νερά παρουσιάζουν συχνά υψηλή σκληρότητα.

Αλκαλικότητα είναι η ικανότητα του φυσικού νερού να εξουδετερώνει μια ορισμένη ποσότητα υδρογονοκατιόντων και συνήθως προέρχεται από την παρουσία ανθρακικών, όξινων ανθρακικών, υδροξυλικών, αλλά και φωσφορικών. Η ολική αλκαλικότητα αντιστοιχεί στην ποσότητα του ισχυρού οξέος που απαιτείται για εξουδετέρωση μέχρι το pH να γίνει ίσο με 4.5.

Μεγάλες τιμές ολικής αλκαλικότητας προσδιορίζουν στο νερό αυξημένη τάση απόθεσης αλάτων και αυξημένη ρυθμιστική χωρητικότητα pH.

Η **αγωγιμότητα** είναι η αριθμητική έκφραση της ικανότητας ενός υδατικού διαλύματος να άγει το ηλεκτρικό ρεύμα. Αυτή η ικανότητα εξαρτάται από την παρουσία ιόντων, την ολική τους συγκέντρωση, το σθένος και τις επιμέρους συγκεντρώσεις τους, καθώς και την θερμοκρασία μέτρησης. Η αγωγιμότητα στα νερά αυξάνει με την θερμοκρασία.

Η **θερμοκρασία** του νερού επηρεάζει τη γεύση του. Όσο αυξάνεται η θερμοκρασία το νερό είναι λιγότερο εύγευστο γιατί εκδιώκονται τα διαλυμένα σ' αυτό αέρια. Η βέλτιστη θερμοκρασία θεωρείται μεταξύ 5-15 °C.

Με αύξηση της θερμοκρασίας του νερού πολλαπλασιάζονται τα τυχόν υπάρχοντα σε αυτό μικρόβια. Επίσης ελαττώνεται η ικανότητα του να διαλύει αέρια, ενώ αυξάνει η διαλυτότητα σε στερεά, ή και επιταχύνονται οι βιολογικές δράσεις.

Η **αλατότητα** εκφράζεται σαν η συγκέντρωση των ολικών στερεών που περιέχονται στο νερό, όταν τα ανθρακικά άλατα έχουν μετατραπεί σε οξείδια τα βρωμιούχα και ιωδιούχα έχουν αντικατασταθεί από τα χλωριούχα και οι οργανικές ουσίες έχουν οξειδωθεί.

Ο **ολικός οργανικός άνθρακας**, TOC, εκφράζει τη συγκέντρωση των οργανικών ενώσεων σε mg C ανά λίτρο δείγματος.

2.2 Μέταλλα

Το **ασβέστιο** στα ύδατα είναι φυσικής προέλευσης και οφείλεται στη χημική σύσταση που έχουν τα πετρώματα από τα οποία διέρχεται το νερό. Το ασβέστιο, δεσμευμένο με ανθρακικά ιόντα, σχηματίζει ανθρακικό ασβέστιο, που συμβάλλει στη δημιουργία ολικής σκληρότητας. Υψηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου δεν θεωρούνται επιβλαβείς, όμως σε περιπτώσεις καταναλωτών με νεφρολιθίασης, θα πρέπει να αποφεύγεται νερό με υψηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου.

Το **νάτριο** είναι ένα ακόμη μεταλλικό στοιχείο που περιέχεται στα φυσικά νερά και απαντάται σε αφθονία στη φύση. Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Δεν θεωρείται ότι έχει επιβλαβείς επιπτώσεις για την ανθρώπινη υγεία, ακόμα και σε μεγάλες συγκεντρώσεις, όπου όμως μπορεί να επηρεάσει τη γεύση του νερού. Εντούτοις, νερό με υψηλή περιεκτικότητα σε νάτριο πρέπει να αποφεύγεται από άτομα με υπέρταση, όπως και από άτομα που υποφέρουν από χρόνιες καρδιακές παθήσεις.

Το **μαγνήσιο** είναι ένα από τα συνηθισμένα συστατικά που περιέχονται στα φυσικά νερά και βρίσκεται σε αφθονία στη φύση. Τα άλατα του μαζί με αυτά του ασβεστίου αποτελούν την ολική σκληρότητα του νερού. Νερά με μεγάλες συγκεντρώσεις μαγνησίου μπορεί να έχουν καθαρικές ιδιότητες.

Το **φθόριο** συναντάται στα νερά υπό τη μορφή φθοριούχων αλάτων, που προέρχονται από ηφαιστειογενή πετρώματα. Θεωρείται βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο, καθώς σε μικρές συγκεντρώσεις εμποδίζει τη δημιουργία τερηδόνας στα δόντια. Υψηλή περιεκτικότητα σε φθόριο προκαλεί φθορίαση, αλλά και βλάβες στα οστά.

2.3 Βαρέα Μέταλλα

Το **αρσενικό** είναι ένα ιδιαίτερο τοξικό στοιχείο. Το αρσενικό είναι ένα ημι-μεταλλικό χημικό στοιχείο το οποίο υπάρχει φυσιολογικά παντού μέσα στο περιβάλλον μας. Το

αρσενικό είναι άοσμο, χωρίς ιδιαίτερη γεύση, γεγονός που καθιστά την ανίχνευση του ιδιαίτερα δύσκολη. Φτάνει στους αποδέκτες από τα μεταλλεία, από τα εντομοκτόνα και από την καύση ορυκτών καυσίμων. Συσσωρεύεται κυρίως στο συκώτι, τα νεφρά και τους πνεύμονες και εμποδίζει τη δράση των ενζύμων. Η παρατεταμένη έκθεση στο αρσενικό μπορεί να προκαλέσει καρκίνο, διαβήτη, ασθένειες του ήπατος, πεπτικά προβλήματα και πάχυνση του δέρματος. Στο νευρολογικό σύστημα μπορεί να προκαλέσει δυσκολίες της ακοής, απώλεια της αίσθησης στα μέλη και μυρμηγκιάσματα.

Ο **σίδηρος** υπάρχει κυρίως σε υπόγεια νερά, που προέρχονται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου. Η παρουσία σιδήρου στο πόσιμο νερό συμβάλλει στην καλή υγεία γιατί αποτελεί ένα από τα κύρια συστατικά της αιμοσφαιρίνης, που είναι υπεύθυνη για τη μεταφορά οξυγόνου στο αίμα. Η κατανάλωση, όμως, νερού που περιέχει υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου, μπορεί να προκαλέσει βλάβες στους ανθρώπινους ιστούς. Ο σίδηρος προσδίδει γεύση στον νερό που είναι ανιχνεύσιμη και σε μικρές συγκεντρώσεις.

Ο **χαλκός** είναι βασικό στοιχείο στον ανθρώπινο μεταβολισμό. Ο χαλκός προσδίδει χρώμα και συππική γεύση στο πόσιμο νερό. Δεν υπάρχουν όμως ενδείξεις ότι προκαλεί προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία.

Οι **ενώσεις του φωσφόρου** συναντώνται στα νερά είτε διαλυμένες, είτε σαν σωματίδια. Μια από τις πηγές προέλευσης του φωσφόρου στα φυσικά νερά είναι τα λιπάσματα. 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. Γενικά όσο αφορά το φώσφορο δεν έχουν αναφερθεί επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

Τα περισσότερα φυσικά νερά περιέχουν επίσης **θειικά ιόντα**. Η συγκέντρωσή τους εξαρτάται συνήθως από την γεωλογία της περιοχής. Σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, όπως διάρροια και αφυδάτωση. Επιπλέον σε μεγάλες συγκεντρώσεις τα θειικά κάνουν το νερό δυσάρεστο για πόση, αυξάνοντας τη σκληρότητα του.

Το **βρώμιο**, αν υπάρχει στα νερά, μπορεί να σχηματιστούν βρωμικά ιόντα μέσω της διαδικασίας της οζόνωσης. Το βρώμιο είναι δείκτης υφάλμυρων νερών. Τα βρωμιούχα ιόντα είναι ιδιαίτερα διαλυτά στο νερό.

Τα **βρωμικά ιόντα** που μπορεί να περιέχονται στα εμφιαλωμένα νερά, συνήθως προέρχονται από την οζόνωση που είναι μέθοδος απολύμανσης. Επίσης κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες, μπορούμε να συναντήσουμε τα βρωμικά ιόντα σε πυκνά υποχλωριώδη διαλύματα, που χρησιμοποιούνται για την απολύμανση του πόσιμου νερού. Σε υψηλές συγκεντρώσεις είναι επιβλαβή για την ανθρώπινη υγεία, προκαλώντας ναυτία, γαστρικά προβλήματα, αδυναμία ούρησης, διάρροια κλπ.

Τα **ιόντα χλωρίου** είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση και προέρχονται από τη διάβρωση των βράχων. Μπορεί επίσης να προκύψουν και από τη χρήση λιπασμάτων. Επιπλέον είναι πολύ ευδιάλυτα, αλλά και ευκίνητα με αποτέλεσμα να διεισδύουν στο έδαφος. Τα χλωριούχα δεν έχουν επιβλαβείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία, σε μεγάλες όμως συγκεντρώσεις προσδίδουν στο νερό γλυφή γεύση.

Τα **Νιτρικά** στα φυσικά ύδατα προέρχονται από γεωργικά εκμεταλλεύσιμες εκτάσεις και οι συγκεντρώσεις τους μπορεί να είναι σχετικά υψηλές, εξαιτίας της μεγάλης ευκινησίας των ιόντων αυτών στο έδαφος. Τα **νιτρώδη** ιόντα αποτελούν ένα ενδιάμεσο στάδιο οξειδωσης των αζωτούχων ενώσεων από τη μορφή των αμμωνιακών προς τελικό προϊόν τα νιτρικά ιόντα. Στα φυσικά νερά η συγκέντρωση των νιτρωδών ιόντων είναι μηδενική έως ελάχιστη. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις μπορεί να προκαλέσουν μεθαιμοσφαιριναιμία και ιδιαίτερα στα βρέφη. Επίσης υψηλές ποσότητες νιτρικών ή νιτρωδών μπορεί να προκαλέσουν γαστρικά προβλήματα και υπάρχει η υποψία για αύξηση του κινδύνου για καρκίνο.

Η **αμμωνία** στα φυσικά νερά συνήθως βρίσκεται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Υψηλή συγκέντρωση αμμωνίας, είναι ένδειξη ρύπανσης από κοπρανώδεις ουσίες. Η αμμωνία δεν επηρεάζει άμεσα την υγεία στις συγκεντρώσεις που ενδέχεται να υπάρχει στα πόσιμα νερά, αποτελεί όμως σημαντικό δείκτη ρύπανσης από κοπρανώδεις ουσίες. Σε μεγάλες συγκεντρώσεις δημιουργεί προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό.

Αυτές είναι οι βασικές παράμετροι που μελετήσαμε στην παρούσα εργασία που αφορούν την ποιότητα του πόσιμου νερού και μας δείχνουν κατά πόσο αυτό είναι κατάλληλο είναι για πόση ή όχι.

Στην επόμενη ενότητα παρουσιάζεται η πειραματική διαδικασία που ακολουθήθηκε για τη μέτρηση των προαναφερθέντων παραμέτρων καθώς και τα αποτελέσματα που πήραμε.

3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Τα δείγματα εμφιαλωμένων νερών που αναλύθηκαν, ήταν κυρίως νερά που κυκλοφορούν στην αγορά των Χανίων, αλλά και κάποια ακόμα που κυκλοφορούν ευρύτερα στην ελληνική αγορά. Επίσης πήραμε και τρία δείγματα από εμφιαλωμένα νερά που κυκλοφορούν στην Κύπρο. Έτσι έγινε έλεγχος της ποιότητας εικοσιτεσσέρων εμφιαλωμένων νερών τα οποία ήταν:

- 1) Λυττος
- 2) Σαμαριά
- 3) Ιόλη
- 4) Σεληνάρι
- 5) Δίκητη
- 6) Ελομάς
- 7) Αύρα
- 8) Ζαγόρι
- 9) Λέντας
- 10) Ρούβας
- 11) Κορπή
- 12) Λουτράκι
- 13) Kimi
- 14) Ζαρός
- 15) Σουρωτή
- 16) Contrex
- 17) Άγιος Νικόλαος
- 18) Βίκος
- 19) Στύλος
- 20) Σαμαρίνα
- 21) Κύκκος
- 22) Iris Λουτράκι
- 23) Αγρός
- 24) Νερά Κρήτης

Κατά την διεξαγωγή των πειραμάτων, χρησιμοποιήθηκε απιονισμένο και υπερκάθαρο νερό, ανάλογα με τις απαιτήσεις της ανάλυσης. Έτσι για τις αναλύσεις που έγιναν στην ιοντική χρωματογραφία, αλλά και στον αυτόματο αναλυτή ολικού οργανικού άνθρακα, χρησιμοποιούσαμε μόνο υπερκάθαρο νερό.

Οι μετρήσεις που έγιναν στα πλαίσια του έλεγχου της ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών, αφορούσαν την σκληρότητα, την αλκαλικότητα, τη συγκέντρωση ολικού άνθρακα (TOC), τη συγκέντρωση σε αμμωνιακά (NH_4), τις συγκεντρώσεις των ιόντων (π.χ χλωριούχα, νιτρικά, φωσφορικά κτλ), αλλά και την περιεκτικότητά τους σε μέταλλα (Ca, Mg, Na, κτλ).

3.1 Μέτρηση σκληρότητας

Κατά τη διεξαγωγή του πειράματος για τη μέτρηση της σκληρότητας, χρησιμοποιήθηκε πρότυπο διάλυμα EDTA, Eriochrome μαύρος δείκτης ρυθμιστικό διάλυμα και δείγμα όγκου 50ml. Η μέτρηση έγινε με βάση την πρότυπη μέθοδο EDTA Titrimetric method 2340 C. Η τιτλοδότηση έγινε χρησιμοποιώντας ως πρότυπο διάλυμα EDTA, ενώ στο δείγμα του νερού προσθέσαμε μερικές σταγόνες δείκτη, ώστε το δείγμα να πάρει σκούρο μπλε χρώμα και ρυθμιστικό διάλυμα για να δώσει pH κοντά στο 10. Κατά την τιτλοδότηση, έπεφτε από την προχοΐδα το πρότυπο διάλυμα στο δοχείο που περιείχε το δείγμα, με ταυτόχρονη ανάδευση. Μόλις το δοχείο, που περιείχε το δείγμα, αποκτούσε κοκκινωπή απόχρωση σταματούσαμε την τιτλοδότηση και μετρούσαμε τον όγκο του πρότυπου διαλύματος που καταναλώθηκε. Ο όγκος αυτός μετατρέπεται σε mg CaCO₃/L, που είναι οι μονάδες που εκφράζεται η σκληρότητα, μέσω της σχέσης:

$$mgCaCO_3 = \frac{(A - B) \cdot D \cdot 1000}{ml \text{ δείγματος}}$$

όπου:

A=ml τιτλοδοτούμενου που χρησιμοποιήθηκε για το δείγμα

B= ml τιτλοδοτούμενου που χρησιμοποιήθηκε για το τυφλό

D=1

Σημείωση: Οι τιτλοδοτούμενοι όγκοι πρέπει να είναι μεταξύ 1ml και 15ml. Έτσι σε περιπτώσεις που ο όγκος που καταναλωνόταν ήταν μεγαλύτερος των 15ml, βάλαμε μικρότερο όγκο δείγματος π.χ. 25ml.

3.2 Μέτρηση Αλατότητας

Η μέτρηση της αλατότητας έγινε με χρήση οργάνου, της εταιρίας Crison 2202, και η βαθμονόμηση γινόταν αυτόματα. Η αλατότητα δινόταν σε μονάδες ppm.

3.3 Μέτρηση Αγωγιμότητας

Η αγωγιμότητα μετρήθηκε από όργανο της εταιρίας Crison, μοντέλο 2202, και δινόταν σε μονάδες μS/cm

3.4 Μέτρηση pH

Το pH μετρήθηκε, χρησιμοποιώντας pHμετρο, της εταιρίας Crison, μοντέλο 2002, με ηλεκτρόδια υάλου. Η βαθμονόμηση του pHμετρου έγινε με δυο ρυθμιστικά διαλύματα στο pH 4 και pH 7.

3.5 Μέτρηση αλκαλικότητας και υπολογιστική μέθοδος HCO₃

Η μέτρηση της αλκαλικότητας έγινε σύμφωνα με την πρότυπη μέθοδο Titration method 2320 B. Για τη μέτρηση της αλκαλικότητας χρησιμοποιήθηκε πρότυπο διάλυμα HCl και 100ml δείγματος. Το πείραμα ξεκινούσε με μέτρηση του αρχικού pH του δείγματος και της θερμοκρασίας του. Στη συνέχεια ξεκινούσαμε την τιτλοδότηση, με ταυτόχρονη ανάδευση, άλλα και μέτρηση του pH. Όταν το pH του δείγματος γινόταν ίσο με 4.5 σταματούσαμε την

τιπλοδότηση και μετρούσαμε τον όγκο του πρότυπου διαλύματος που καταναλώθηκε. Ο όγκος που καταναλώθηκε μετατρέπεται σε mgCaCO_3/L μέσω της σχέσης:

$$\text{mg} / \text{LCaCO}_3 = \frac{(A - B) \cdot N \cdot 5000}{\text{ml δείγματος}}$$

Όπου:

A= ml πρότυπου οξέος που χρησιμοποιήθηκε στο δείγμα

B= ml πρότυπου οξέος που χρησιμοποιήθηκε στο τυφλό

N= κανονικότητα του οξέος

Για την μέτρηση των HCO_3^- δεν χρησιμοποιήθηκε πειραματική μέθοδος, αλλά μετρήθηκαν μέσω της αλκαλικότητας. Συγκεκριμένα γίνεται μετατροπή της αλκαλικότητας με βάση πίνακα που δίνει ένα συντελεστή ανάλογα με το pH και τη θερμοκρασία των δειγμάτων, αρχικά σε mgC/L . Η σχέση είναι της μορφής:

$$\text{mgC/L} = (\text{Total Alkalinity}) \cdot \text{Factor}$$

Όπου Factor είναι: 0.25 για pH 7.6-7.9 και θερμοκρασία T \rightarrow 15-25°C

0.24 για pH > 7.9 και θερμοκρασία T \rightarrow 15-25°C

0.26 για pH < 7.6 και θερμοκρασία T \rightarrow 15-25°C

Στη συνέχεια χρησιμοποιείται η σχέση, που προκύπτει από τα MB:

$$\text{mgHCO}_3/\text{L} = 61 \cdot (\text{mgC/L}) / 12$$

3.6 Μέτρηση TOC

Το όργανο μέτρησης TOC, Shimadzu 5000A, που υπάρχει στο εργαστήριο μετρά ολικό άνθρακα (οργανικό και ανόργανο). Η μέτρηση που θέλαμε να κάνουμε αφορούσε τον οργανικό άνθρακα. Έτσι πριν ξεκινήσει η μέτρηση των δειγμάτων, τα οξινίζαμε προσθέτοντας 150ml HCl 2N σε 15ml δείγματος. Κάνοντας οξίνιση στα δείγματα, ο ανόργανος άνθρακας που υπάρχει, μετατρέπεται σε αέριο CO_2 . Βάζουμε το δείγμα στην κατάλληλη υποδοχή που υπάρχει στο όργανο μέτρησης του TOC. Η συλλογή των δειγμάτων γίνεται σε γυάλινες φιάλες, κατά προτίμηση σκούρες. Η διαδικασία ξεκινάει αρχικά με αερισμό του δείγματος (air sparging) για δέκα λεπτά (δηλαδή περνάει αέρας μέσα από το δείγμα), ώστε να απομακρυνθεί το CO_2 και στο δείγμα παραμένει ο οργανικός άνθρακας. Το όργανο το ρυθμίσαμε να κάνει τρεις μετρήσεις στο κάθε δείγμα και να δίνει το μέσο όρο των αποτελεσμάτων.

3.7 Μέτρηση F^- , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Br^-

Η μέτρηση της συγκέντρωσης των ιόντων F^- , Cl^- , NO_3^- , NO_2^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} , Br^- , που περιέχονται στα δείγματα, έγινε με χρήση της αναλυτικής μεθόδου της ιοντικής χρωματογραφίας. Το όργανο της ιοντικής χρωματογραφίας είναι της εταιρίας Dionex, μοντέλο DX500. Οι συνθήκες λειτουργίας του οργάνου, κατά την μέτρηση των ιόντων, εκτός των BrO_3^- , ήταν οι ακόλουθες:

Πίνακας 3.1

Συνθήκες λειτουργίας ιοντικής χρωματογραφίας	
Διάλυμα έκλουσης	9 mM Na ₂ CO ₃
Ροή	1 mL/min
Όγκος δείγματος	25μL
Σύστημα εισαγωγής δείγματος	Περιστρεφόμενη βαλβίδα με βρόγχο
Στήλη	AS9-HC 25cm μήκος
Προστήλη	AG9-HC 5cm μήκος
Μεμβράνη καταστολής	ASRS-II
Αντλία	Ισοκρατική μοντέλο IP20
Ανιχνευτής	Αγωγιμομετρικός μοντέλο CD20
Διάλυμα αναγέννησης	Ηλεκτρονικά 100 mA
Ευαισθησία	10 μS 200μS
Επεξεργασία δείγματος	Διήθηση
Χρόνος ανάλυσης	24 min
Σύστημα ολοκλήρωσης και καταγραφής	ChemStation

Η ταυτοποίηση των ιόντων έγινε, χρησιμοποιώντας το χρόνο κατακράτησης τους, ο οποίος είναι μοναδικός για το κάθε ιόν. Το εύρος του χρόνου κατακράτησης για το κάθε ιόν δίνεται στον πίνακα που ακολουθεί:

Πίνακας 3.2

Ανιόν	Χρόνος κατακράτησης min
F ⁻	3,534-4,024
Cl ⁻	6.272-6.909
NO ₂ ⁻	7,2-8,5
Br ⁻	10.228-12.014
NO ₃ ⁻	12-14.886
PO ₄ ³⁻	16,279-17.829
SO ₄ ⁻	18,284-20.483

Στο παράρτημα Γ δίνονται χρωματογραφήματα πρότυπων διαλυμάτων σε διάφορες συγκεντρώσεις, χρωματογραφήματα κάποιων δειγμάτων που εξετάστηκαν, αλλά και οι καμπύλες βαθμονόμησης.

3.8 Μέτρηση Βρωμικών Ιόντων

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των βρωμικών ιόντων χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο της ιοντικής χρωματογραφίας, με τα χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν παραπάνω. Προηγουμένως, όμως, τα δείγματα έπρεπε να υποστούν κάποια επεξεργασία εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης των ιόντων χλωρίου, που επικάλυπταν την κορυφή των βρωμικών ιόντων, καθώς οι χρόνοι κατακράτησης του είναι σχετικά κοντά.

Έτσι τα προς ανάλυση δείγματα, προτού εισαχθούν στη στήλη, τα φιλτράραμε μέσα από δυο ρητίνες που βρίσκονταν σε σειρά. Η πρώτη ρητίνη ήταν ισχυρά όξινη ρητίνη Ag, η οποία κατακρατούσε τα ιόντα χλωρίου υπό τη μορφή AgCl.

Η δεύτερη ρητίνη ήταν H⁺ και δέσμευε τον Ag⁺ που πιθανόν απομακρυνόταν από την πρώτη ρητίνη και κατά αυτό τον τρόπο προστατευόταν η στήλη διαχωρισμού. Τα δείγματα τα φιλτράραμε από τις ρητίνες τρεις φορές, ώστε να εξασφαλίσουμε μεγαλύτερο ποσοστό απομάκρυνσης των ιόντων χλωρίου.

Μέσω αυτής της διαδικασίας γινόταν κατακράτηση των ιόντων χλωρίου σε μεγάλο ποσοστό, χωρίς όμως να δεσμεύονται τα βρωμικά ιόντα. Έτσι από το χρωματογράφημα, μπορούσαμε να διακρίνουμε τη συγκέντρωση των βρωμικών ιόντων στα δείγματα.

Όπως αναμενόταν, η συγκέντρωση των βρωμικών ιόντων ήταν πολύ μικρή και για το λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκε βρόχος των 200μL και των 500μL, ενώ η ευαισθησία του οργάνου ήταν στα 10 μS/cm. Ο χρόνος κατακράτησης των βρωμικών ιόντων κυμαίνεται από 5.29-5.9 min.

Πίνακας 3.3

Μέθοδος	BROMAT5'
Όγκος δείγματος	500μL
Ευαισθησία	10μS/cm
Πίνακας βαθμονόμησης	2.5-30μg/L
Χρόνος κατακράτησης	5.29-5.9

Οι καμπύλες βαθμονόμησης για τα βρωμικά ιόντα παρατίθενται στο Παράρτημα Γ.

Η βαθμονόμηση του οργάνου της Ιοντικής Χρωματογραφίας έγινε χρησιμοποιώντας πρότυπα διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων, τα οποία εισάγαμε στο όργανο της Ιοντικής Χρωματογραφίας και καταγράφαμε το εμβαδόν των κορυφών που μας έδινε τα πρότυπα διαλύματα ολοκληρώνοντας τις. Από τις τιμές που παίρναμε κατασκευάζαμε διαγράμματα (καμπύλες βαθμονόμησης), βάση των οποίων υπολογίζαμε τη συγκέντρωση του κάθε ιόντος, σύμφωνα με την περιοχή που παίρναμε για κάθε δείγμα. Οι συγκεντρώσεις των πρότυπων διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν αλλά και οι αντίστοιχες περιοχές παρουσιάζονται στο παράρτημα Γ.

3.9 Μέτρηση Αμμωνιακών

Η μέτρηση των αμμωνιακών στα δείγματα έγινε με χρήση των έτοιμων αντιδραστηρίων της εταιρίας MERCK, η οποία βασίζεται στη standard method "Phenate method" 4500-NH₃ D. Η μέτρηση της απορρόφησης έγινε με χρήση φασματοφωτόμετρου, Shimadzu UV-1202, σε μήκος κύματος $\lambda=695\text{nm}$. Οι κυψελίδες που τοποθετούσαμε το δείγμα ήταν των 2cm. Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των αμμωνιακών ιόντων κατασκευάστηκαν καμπύλες αναφοράς πρότυπων διαλυμάτων χλωριούχου αμμωνίου.

3.10 Μέτρηση μετάλλων

Για να μετρήσουμε τη συγκέντρωση των μετάλλων στα δείγματα, χρησιμοποιήσαμε τη μέθοδο της ατομικής απορρόφησης με φλόγα και φούρνο γραφίτη. Το όργανο της ατομικής απορρόφησης είναι της εταιρίας Analytic Jena, μοντέλο 6 Vario. Για μέταλλα, στα οποία αναμέναμε υψηλές συγκεντρώσεις χρησιμοποιούσαμε τη φλόγα, ενώ για μέταλλα όπου αναμέναμε να έχουμε χαμηλές συγκεντρώσεις χρησιμοποιούσαμε φούρνο γραφίτη.

Έτσι για το Ca, Mg και Na χρησιμοποιήσαμε φλόγα, ενώ για το As, Cu και Fe οι μετρήσεις έγιναν με χρήση φούρνου γραφίτη. Πριν τοποθετήσουμε τα δείγματα στις κυψελίδες, τα οξινίζαμε με HNO₃, ώστε να μειώσουμε το pH για να πάρουμε πιο ακριβείς μετρήσεις, εφόσον μειώνοντας το pH, αποφεύγουμε τη δημιουργία ιζήματος.

Στη συνέχεια βάζαμε τα δείγματα στις κυψελίδες, τις οποίες τοποθετούσαμε στις κατάλληλες υποδοχές της ατομικής απορρόφησης και ξεκινούσαμε τις μετρήσεις.

Από κάθε δείγμα γινότανε τρεις φορές μέτρηση και σαν τελική τιμή, παίρναμε το μέσο όρο.

Για την ποσοτικοποίηση χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος των πρότυπων καμπύλων. Η βαθμονόμηση του οργάνου έγινε χρησιμοποιώντας πρότυπα διαλύματα γνωστών συγκεντρώσεων, τα οποία βάζαμε στο όργανο της ατομικής απορρόφησης και καταγράφαμε τις απορροφήσεις για τις αντίστοιχες συγκεντρώσεις. Από τις τιμές που παίρναμε κατασκευάζαμε διαγράμματα (καμπύλες βαθμονόμησης), βάση των οποίων υπολογίζαμε τη συγκέντρωση του κάθε μετάλλου, σύμφωνα με την απορρόφηση που παίρναμε για κάθε δείγμα. Οι συγκεντρώσεις των πρότυπων διαλυμάτων και οι πρότυπες καμπύλες παρουσιάζονται στο παράρτημα Β.

Στον παρακάτω πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται τα μήκη κύματος που απορροφούσε η κάθε λάμπα που αντιστοιχούσε σε συγκεκριμένο μέταλλο.

Πίνακας 3.4

Μέταλλο	Μήκος Κύματος nm
Fe	248.3
Ca	422.7
Na	589
Mg	285.2
As	193.7
Cu	324.8



Σχ. Όργανο Ατομικής Απορρόφησης Analytic Jena 6 Vario

Πίνακας 3.5

Παράμετρος	Όριο Ποσοτικοποίησης
Φθοριούχα	0.05mg/L
Φωσφορικά	0.2 mg/L
Βρωμιούχα	0.1mg/L
Βρωμικά	0.2μg/L
Χαλκός	2 μg/L
ΤΟC	0.5mg/L
Αμμωνιακά	0.02 mg/L
Νιτρώδη	0.25 mg/L
Αρσενικό	2μg/L
Νιτρικά	0.5 mg/L
Ασβέστιο	1mg/L
Μαγνήσιο	1mg/L
Νάτριο	1mg/L
Σίδηρος	5μg/L
Θειικά	0.1mg/L

4 ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Το νερό, είτε στη φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις που προστάζει η ισχύουσα νομοθεσία, προκειμένου να εξασφαλίζεται η προστασία της ανθρώπινης υγείας.

Οι συναρμόδιες Αρχές εξασφαλίζουν ότι τα μέτρα που λαμβάνονται για την εφαρμογή της απόφασης που αφορά την ποιότητα του νερού δεν υποβαθμίζουν την ποιότητα του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Η ποιότητα του νερού χαρακτηρίζεται από τις ποσότητες των υλικών που περιέχονται σ' αυτό καθώς επίσης και από τους μικροοργανισμούς που έχουν αναπτυχθεί σε αυτό. Γι' αυτό, η ποιότητα του πόσιμου νερού καθορίζεται από υγειονομικές διατάξεις της κάθε χώρας στις οποίες αναφέρονται τα επιτρεπτά όρια ξένων ουσιών, όπως π.χ. ανόργανης, οργανικής, βιολογικής και ραδιενεργούς προέλευσης.

4.1 ΑΠΟΦΑΣΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ ΑΝΘΡΩΠΙΝΗΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗΣ

1. Στην εφημερίδα της κυβέρνησης της Ελληνικής Δημοκρατίας (αρ. Φύλλου 892) της 11/7/2001 στο δεύτερο τεύχος δημοσιεύτηκε η **απόφαση** των συναρμοδίων Υπουργών (Εσωτερικών, Δημοσίας Διοίκησης και Αποκέντρωσης, Εθνικής Οικονομίας, Ανάπτυξης Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων και Υγείας και Πρόνοιας) που αφορά την **«ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης»** σε συμμόρφωση προς την οδηγία του Συμβουλίου της Ευρωπαϊκής Ένωσης της 3/11/98.

2. **Σκοπός της απόφασης** είναι η προστασία της ανθρώπινης υγείας από τις δυσμενείς επιπτώσεις που οφείλονται στην ρύπανση ή και μόλυνση του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και η διασφάλιση ότι το νερό αυτό είναι υγιεινό και καθαρό.

3. Ως **«νερό ανθρώπινης κατανάλωσης»** καθορίζεται το νερό, είτε στην φυσική του κατάσταση είτε μετά από επεξεργασία, που προορίζεται για πόση, μαγείρεμα Παρασκευή τροφής ή άλλες οικιακές χρήσεις ανεξάρτητα από πού προέρχεται (πχ. δίκτυα διανομής, βυτίο, φιάλες ή δοχεία).

Επίσης ως νερό ανθρώπινης κατανάλωσης θεωρείται για σκοπούς της απόφασης αυτής και το νερό που χρησιμοποιείται στις επιχειρήσεις παρασκευής τροφίμων για την Παρασκευή επεξεργασία συντήρηση ή εμπορία προϊόντων ή ουσιών που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση.

Ως «οικιακά συστήματα διανομής» καθορίζονται οι σωληνώσεις, τα εξαρτήματα και οι συσκευές που έχουν εγκατασταθεί μεταξύ των κρουνών που χρησιμοποιούνται για παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης και του δικτύου διανομής και υπάγονται στον φορέα ύδρευσης.

4. Η απόφαση αυτή **δεν εφαρμόζεται** στις πιο κάτω περιπτώσεις:

- A) στο αναγνωρισμένο φυσικό μεταλλικό νερό,
- B) στο νερό που θεωρείται επίσημα ως φαρμακευτικό ιδιοσκεύασμα και
- Γ) στο νερό πηγών για ατομική χρήση (μέση ημερήσια ποσότητα $10\mu^3$ - 50 άτομα χρήση) που δεν χρησιμοποιείται για δημόσια ή εμπορική χρήση.

4.2 ΠΟΙΟΤΙΚΕΣ ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

5.1 Οι συναρμόδιες αρχές θα λαμβάνουν **τα αναγκαία μέτρα** ώστε να **εξασφαλιστεί** ότι το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης είναι υγιεινό και καθαρό. Αυτό θεωρείται ότι συμβαίνει **εφόσον το νερό:**

A) είναι **απαλλαγμένο μικροοργανισμών και παρασίτων και οποιωνδήποτε ουσιών**, σε αριθμούς και συγκεντρώσεις, που αποτελούν ενδεχόμενο **κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και**

B) **πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις (παραμετρικές τιμές) που καθορίζονται** στο παράρτημα I (μέρη A και B) της απόφασης.

5.2 Οι παράμετροι του μέρους Γ του παραρτήματος I, δίνονται μόνο για λόγους παρακολούθησης και για σκοπούς επανορθωτικών ενεργειών και περιορισμού χρήσεως σύμφωνα με το άρθρο 8 της απόφασης.

4.3 ΣΗΜΕΙΟ ΤΗΡΗΣΗΣ

6.1 Οι παραμετρικές τιμές που καθορίζονται στο παράρτημα I της απόφασης θα **πρέπει να τηρούνται για το νερό που:**

A) **παρέχεται από το δίκτυο διανομής** στο σημείο του κτιρίου που βγαίνει από την βρύση που χρησιμοποιείται συνήθως για ανθρώπινη κατανάλωση.

B) παρέχεται **από βυτίο**, στο σημείο που εξέρχεται από το βυτίο,

Γ) **τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία** στο σημείο που τοποθετείται στις φιάλες ή τα δοχεία και

Δ) **χρησιμοποιείται σε επιχείρηση παραγωγής τροφίμων**, στο σημείο όπου το νερό χρησιμοποιείται στην επιχείρηση.

6.2 Εάν υπάρχει πρόβλημα στην ποιότητα του νερού που παρέχεται από το δίκτυο διανομής που εντοπίζεται μεταξύ του σημείου που η δημόσια παροχή εισέρχεται στο κτίριο και της βρύσης, τότε η ευθύνη τήρησης των παραμετρικών τιμών βαρύνει τον «διαχειριστή» του κτιρίου, όμως οι αρμόδιες αρχές θα λάβουν τα κατάλληλα μέτρα ώστε να αρθεί / ελαχιστοποιηθεί το πρόβλημα και να ενημερωθούν οι επηρεαζόμενοι.

4.4 ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ

7.1 Οι συναρμόδιες αρχές θα λαμβάνουν **τα αναγκαία μέτρα** ώστε να εξασφαλιστεί ότι **παρακολουθείται τακτικά η ποιότητα** του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης ώστε να ελέγχεται αν το διατιθέμενο νερό στους καταναλωτές πληροί τις απαιτήσεις της απόφασης και ειδικά τις παραμετρικές τιμές που προβλέπονται στην απόφαση. Για τον σκοπό αυτό θα λαμβάνονται δείγματα που να αντιπροσωπεύουν την ποιότητα του νερού καθ' όλη την διάρκεια του χρόνου. Θα μεριμνούν επίσης να γίνεται η κατάλληλη απολύμανση όπου χρειάζεται με τρόπο που αυτή να είναι αποτελεσματική και η συγκέντρωση των παραπροϊόντων να είναι η ελάχιστη.

7.2 Για να τηρούνται τα πιο πάνω οι συναρμόδιες αρχές **θα καταρτίζουν κατάλληλα προγράμματα** παρακολούθησης που να πληρούν τις ελάχιστες απαιτήσεις που καθορίζονται στο παράρτημα II της απόφασης.

7.3 Τα **σημεία δειγματοληψίας** καθορίζονται σύμφωνα με τις σχετικές απαιτήσεις του παραρτήματος II.

7.4 Οι **αναλύσεις θα γίνονται είτε σύμφωνα με τις προδιαγραφές** αναλύσεως παραμέτρων που καθορίζονται **στο παράρτημα III** της απόφασης είτε άλλες επικυρωμένες μέθοδοι που συνάδουν με το παράρτημα III.

7.5 Οι συναρμόδιες αρχές θα εξασφαλίζουν ότι διενεργείται **συμπληρωματική παρακολούθηση για τις ουσίες και τους μικροοργανισμούς για τους οποίους δεν υπάρχει σχετική παραμετρική τιμή** στο παράρτημα I, όταν υπάρχουν λόγοι να πιστεύεται ότι οι ουσίες και οι μικροοργανισμοί αυτοί πιθανόν να **υπάρχουν σε ποσότητες που μπορεί να αποτελέσουν κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.**

4.5 ΕΠΑΝΟΡΘΩΤΙΚΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΟΡΙΣΜΟΙ ΧΡΗΣΕΩΣ

8.1 Οι συναρμόδιες αρχές θα μεριμνούν ώστε να διερευνάται αμέσως κάθε παράλειψη της τήρησης των παραμετρικών τιμών και να εντοπίζονται τα αίτια.

8.2 Αν παρά τα μέτρα που λαμβάνονται το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης δεν πληροί τις παραμετρικές τιμές του παραρτήματος I, οι συναρμόδιες αρχές θα εξασφαλίσουν ότι αναλαμβάνονται οι απαιτούμενες επανορθωτικές ενέργειες για αποκατάσταση της ποιότητας του λαμβάνοντας υπόψη τον βαθμό υπέρβασης των τιμών και τον ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία.

8.3 Οι συναρμόδιες αρχές θα εξασφαλίζουν ότι η παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που αποτελεί ενδεχόμενο κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία απαγορεύεται και διακόπτεται ή περιορίζεται η χρήση του ή αναλαμβάνονται οι αναγκαίες ενέργειες για να προστατευθεί η ανθρώπινη υγεία. Στις περιπτώσεις αυτές οι καταναλωτές ενημερώνονται αμέσως και τους δίνονται οι σχετικές οδηγίες.

4.6 ΠΑΡΕΚΚΛΙΣΕΙΣ

9.1 Δίνεται η δυνατότητα με αντίστοιχες αποφάσεις να γίνονται παρεκκλίσεις από τις παραμετρικές τιμές του παραρτήματος Ι μέρος Β μέχρι σε ένα ανώτατο όριο, εφόσον η παρέκκλιση δεν συνεπάγεται κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία και εφόσον η παροχή νερού ανθρώπινης κατανάλωσης δεν μπορεί στην συγκεκριμένη περιοχή να εξασφαλιστεί με άλλο ενδεδειγμένο τρόπο.

9.2. Οι παρεκκλίσεις που αναφέρονται πιο πάνω θα δίνονται για συγκεκριμένες περιοχές με σοβαρά προβλήματα για συγκεκριμένη, περιορισμένη χρονική περίοδο και κάτω από αυστηρούς περιοριστικούς όρους και θα παρακολουθείται τακτικά και στενά.

9.3 Σε κάθε περίπτωση οι καταναλωτές ενημερώνονται και καθοδηγούνται κατάλληλα.

9.4 Οι παρεκκλίσεις **δεν ισχύουν** για νερό ανθρώπινης κατανάλωσης που διατίθεται προς πώληση σε **φιάλες ή δοχεία**.

4.7 ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ, ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ, ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΥΛΙΚΩΝ

10. Οι συναρμόδιες αρχές δια των υπευθύνων θα λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε **κάθε ουσία ή υλικό** νέων εγκαταστάσεων που **χρησιμοποιείται για την παραγωγή ή την διανομή νερού** ανθρώπινης κατανάλωσης καθώς και οι προσμίξεις που προέρχονται από αυτές τις ουσίες ή υλικό νέων εγκαταστάσεων **δεν παραμένουν στο νερό σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες** από εκείνες που απαιτούνται για τους σκοπούς της χρήσης τους και **δεν υποβαθμίζουν την προστασία της ανθρώπινης υγείας**.

4.8 ΖΩΝΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

11. Για να ανταποκρίνεται τον νερό που προέρχεται από πηγές υδροληψίας στις απαιτήσεις της απόφασης αυτής και στα πλαίσια της προστασίας της δημόσιας υγείας είναι αναγκαίο να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα προστασίας των πηγών υδροληψίας για την παραγωγή πόσιμου νερού.

4.9 ΚΑΘΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΝΑΡΜΟΔΙΩΝ ΑΡΧΩΝ, ΥΠΕΥΘΥΝΩΝ

12. Καθορίζονται οι συναρμόδιες αρχές και οι υπεύθυνοι.

4.10 ΕΝΗΜΕΡΩΣΗ ΚΑΙ ΕΚΘΕΣΕΙΣ

13. Οι συναρμόδιες αρχές δια των υπευθύνων θα λαμβάνουν όλα τα αναγκαία μέτρα ώστε να εξασφαλιστεί ότι παρέχονται στους καταναλωτές κατάλληλες και ενημερωμένες πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης. Για τον σκοπό αυτό θα δημοσιεύεται σχετική έκθεση ανά τριετία. Οι εκθέσεις αυτές θα αφορούν περιοχές με παροχή πέραν των 1000κ.μ. ημερησίως ή να εξυπηρετούν περισσότερα από 5000 άτομα.

4.11 ΧΡΟΝΟΔΙΑΓΡΑΜΜΑ ΣΥΜΜΟΡΦΩΣΗΣ

14. Οι πρόνοιες της απόφασης αυτής θα ισχύουν από την 25.12.2003.

4.12 ΕΞΑΙΡΕΤΙΚΕΣ ΠΕΡΙΠΤΩΣΕΙΣ

15. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις και για συγκεκριμένες γεωγραφικές περιοχές, θα ζητηθεί από την Ε.Ε. όπως οι πρόνοιες της απόφασης αυτής θα ισχύουν μετά την 25.12.2003 και για περίοδο που δεν θα υπερβαίνει την τριετία.

4.13 ΔΙΟΙΚΗΤΙΚΕΣ ΚΑΙ ΠΟΙΝΙΚΕΣ ΚΥΡΩΣΕΙΣ

16. Καθορίζονται τα άρθρα σύμφωνα με τα οποία θα επιβάλλονται διοικητικές και ποινικές κυρώσεις στους παραβάτες.

4.14 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

4.14.1 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Στο παράρτημα Ι δίνονται οι παράμετροι και οι παραμετρικές τιμές με τις ελάχιστες απαιτήσεις.

Στο μέρος Α του παραρτήματος Ι δίνονται οι βιολογικές παράμετροι με ιδιαίτερη αναφορά στο νερό που πωλείται σε φιάλες ή δοχεία.

Στο μέρος Β του παραρτήματος Ι δίνονται οι χημικές παράμετροι.

Στο μέρος Γ του παραρτήματος Ι δίνονται οι ενδεικτικές παράμετροι καθώς και παράμετροι που αφορούν την ραδιενέργεια. Οι παράμετροι αυτοί, δίνονται μόνο για λόγους παρακολούθησης και για σκοπούς επανορθωτικών ενεργειών και περιορισμού χρήσεως σύμφωνα με το άρθρο 8 της απόφασης.

4.14.2 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II

Το παράρτημα II αφορά την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού για ανθρώπινη κατανάλωση.

Στον πίνακα A του παραρτήματος II καθορίζονται οι αναλυόμενες παράμετροι που αφορούν

- A) την δοκιμαστική παρακολούθηση,
- B) την Ελεγκτική παρακολούθηση και
- Γ) την Συμπληρωματική παρακολούθηση.

Σκοπός της **δοκιμαστικής παρακολούθησης** είναι να παρέχονται σε τακτική βάση στοιχεία για την οργανοληπτική και μικροβιολογική ποιότητα του νερού που διατίθεται για ανθρώπινη κατανάλωση καθώς και πληροφορίες για την αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του πόσιμου νερού – εφόσον γίνεται – ώστε να διαπιστωθεί κατά πόσον το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης τηρεί τις σχετικές παραμετρικές τιμές.

Σκοπός της **Ελεγκτικής παρακολούθησης** είναι να παρέχονται τα στοιχεία που απαιτούνται για να διαπιστωθεί κατά πόσον το νερό ανθρώπινης κατανάλωσης τηρεί τις σχετικές παραμετρικές τιμές.

Σκοπός της **συμπληρωματικής παρακολούθησης** είναι να συμπληρωθεί ανάλογα με τις ανάγκες η εξέταση της ποιότητας του πόσιμου νερού **όταν** υπάρχουν λόγοι να **πιστεύεται ότι** υπάρχουν ουσίες ή και μικροοργανισμοί που πιθανόν να **υπάρχουν σε ποσότητες που** μπορεί να αποτελέσουν **κίνδυνο για την ανθρώπινη υγεία**. Στις περιπτώσεις αυτές πέραν από τις παραμέτρους του παραρτήματος I εξετάζονται και κάποια παθογόνα βακτηρίδια, οργανισμοί και χημικές παράμετροι.

Στον πίνακα B1 του παραρτήματος II καθορίζεται η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και αναλύσεων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που προέρχεται από δίκτυο διανομής ή βυτίο ή χρησιμοποιείται σε επιχείρηση παραγωγής τροφίμων.

Στον πίνακα B2 του παραρτήματος II καθορίζεται η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και αναλύσεων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που προέρχεται από φιάλες ή δοχεία προς πώληση.

4.14.3 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ III

Το παράρτημα III καθορίζει τις προδιαγραφές για την ανάλυση των παραμέτρων.

1. Οι συναρμόδιες αρχές θα εξασφαλίζουν ότι κάθε εργαστήριο στο οποίο αναλύονται δείγματα διαθέτει σύστημα διασφάλισης ποιότητας το οποίο υποβάλλεται σε έλεγχο περιοδικά από εξουσιοδοτημένο φορέα μη ελεγχόμενο από το εργαστήριο.

2. Ξεχωρίζονται τρία είδη παραμέτρων και δίνονται οι αντίστοιχες πληροφορίες.

- A) Παράμετροι για τις οποίες καθορίζεται μέθοδος ανάλυσης,
 B) Παράμετροι για τις οποίες καθορίζονται χαρακτηριστικά επιδόσεων και
 Γ) Παράμετροι για τις οποίες δεν καθορίζεται μέθοδος ανάλυσης

4.15 Όρια παραμέτρων που αφορούν την ποιότητα του νερού

Χημικές παράμετροι

Πίνακας 4.1

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδες	Σημειώσεις
Αρσενικό	10	μg/L	-
Χαλκός	2	μg/L	Σημείωση 3
Φθοριούχα	1.5	mg/L	-
Νιτρικά	50	mg/L	Σημείωση 5
Νιτρώδη	0.5	mg/L	Σημείωση 5
Βρωμικά	10	μg/L	Σημείωση 2

→*Σημείωση 2*: Εάν είναι δυνατόν, οι συναρμόδιες Αρχές, πρέπει να επιδιώκουν χαμηλότερη τιμή χωρίς να θίγεται η απολύμανση

→*Σημείωση 3*: Η τιμή ισχύει για δείγμα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που λαμβάνεται με κατάλληλη μέθοδο δειγματοληψίας στη βρύση και κατά τον τρόπο ώστε να είναι αντιπροσωπευτικό του εβδομαδιαίου μέσου όρου που πίνουν οι καταναλωτές. Εφόσον ενδείκνυται, οι μέθοδοι δειγματοληψίας και παρακολούθησης εφαρμόζονται κατά εναρμονισμένο τρόπο που καθορίζονται σύμφωνα με το άρθρο 7 παράγραφος 4. Οι συναρμόδιες αρχές λαμβάνουν υπόψη τα περιστατικά μεγίστων επιπέδων που ενδέχεται να έχουν δυσμενείς επιπτώσεις στην ανθρώπινη υγεία.

→*Σημείωση 5*: Οι συναρμόδιες αρχές εξασφαλίζουν ότι τηρείται ο όρος $[\text{νιτρικά}]/50 + [\text{νιτρώδη}]/3 < 1$, οι αγκύλες υποδηλώνουν την συγκέντρωση σε mg/L για νιτρικά (NO_3^-) για νιτρώδη άλατα (NO_2^-), καθώς και ότι η τιμή 0.1 mg/l για τα νιτρικά τηρείται για το νερό που προέρχεται από εγκαταστάσεις επεξεργασίας.

Ενδεικτικές παράμετροι

Πίνακας 4.2

Παράμετρος	Παραμετρική τιμή	Μονάδες	Σημειώσεις
Αμμώνιο	0.5	mg/l	
Χλωριούχα	250	mg/l	Σημείωση 1
Αγωγιμότητα	2500	μS/cm στους 20°C	Σημείωση 1
Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου	≥6.5 και ≤9.5	Μονάδες pH	Σημειώσεις 1 και 3
Θειικά	250	mg/l	Σημείωση 1
Νάτριο	200	mg/l	-
Σίδηρος	200	μg/l	-
Ολικός οργανικός άνθρακας	Άνευ ασυνήθους μεταβολής	-	Σημείωση 6

→Σημείωση 1: Το νερό δεν πρέπει να είναι διαβρωτικό

→Σημείωση 3: Για το στάσιμο νερό που τοποθετείται σε φιάλες ή δοχεία, η μονάδα είναι αριθμός/250ml

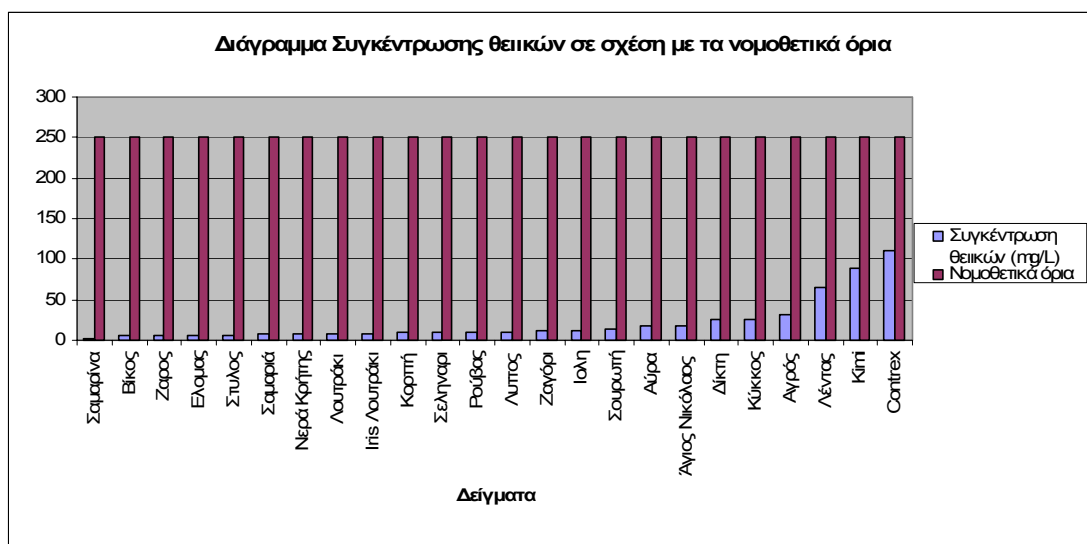
→Σημείωση 6: Η παράμετρος αυτή δε χρειάζεται να μετράται για παροχές κάτω των 10000m³ ημερησίως

5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Μέσω των πειραματικών διαδικασιών που περιγράψαμε στην προηγούμενη ενότητα και των εξισώσεων που χρησιμοποιήσαμε, όπου χρειαζόταν, πήραμε τα αποτελέσματα για την κάθε παράμετρο των δειγμάτων που εξετάστηκαν.

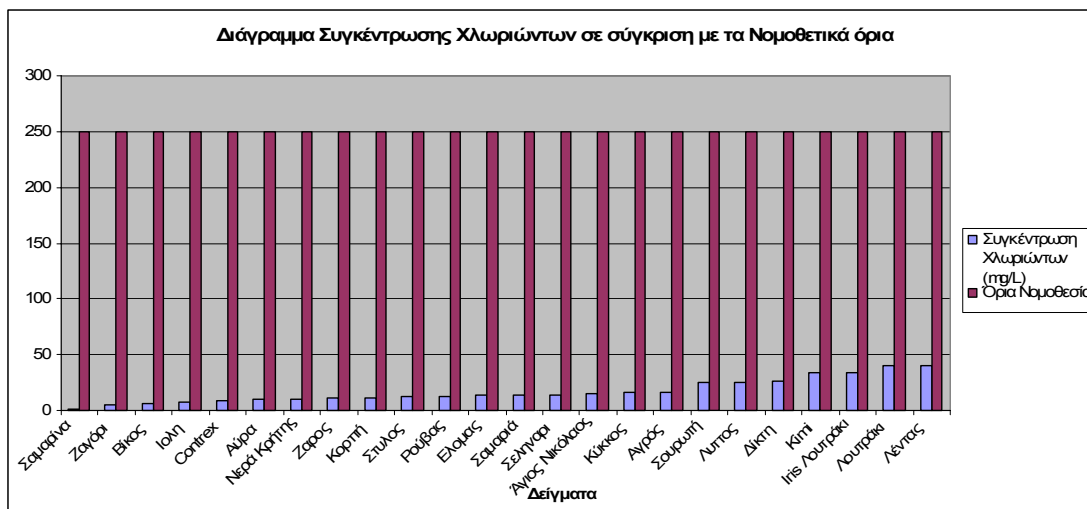
Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται υπό μορφή διαγραμμάτων, ενώ παράλληλα παρουσιάζονται και τα όρια (όπου δίνονται) που προτείνει η Ελληνική Νομοθεσία, ώστε να γίνεται μια άμεση σύγκριση.

Για τα θειικά ιόντα, που μετρήσαμε στα δείγματα, παρατηρούμε ότι κανένα δείγμα δεν βρίσκεται πάνω από τα όρια που προτείνονται από την Ελληνική Νομοθεσία. Η συγκέντρωση των θειικών ιόντων κυμαίνεται σε χαμηλά επίπεδα για τα περισσότερα δείγματα, αλλά και τα δείγματα που παρουσιάζουν πιο ψηλές συγκεντρώσεις συγκριτικά με τα υπόλοιπα, δεν πλησιάζουν τα νομοθετικά όρια. Το διάγραμμα των θειικών ιόντων σε σχέση και με τα όρια της νομοθεσίας φαίνεται στο σχήμα 1



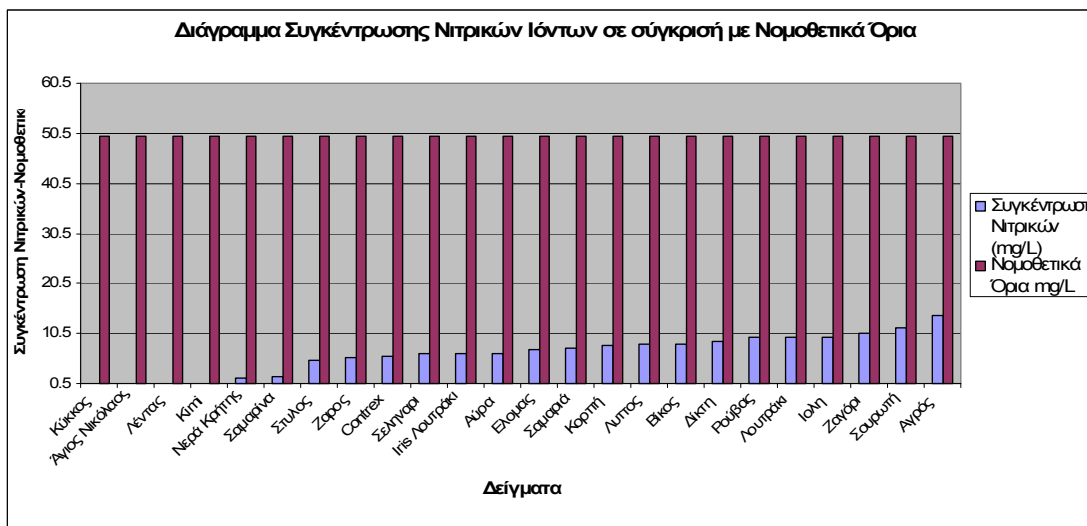
Σχήμα 1 Συγκέντρωση θειικών σε εμφιαλωμένα νερά

Η συγκέντρωση των χλωριώντων δεν κυμαίνεται σε υψηλές συγκεντρώσεις. Όπως φαίνεται και από το διάγραμμα που ακολουθεί στο σχ.2 οι τιμές των δειγμάτων ικανοποιούν τα νομοθετικά όρια, εμφανίζοντας χαμηλό επίπεδο συγκεντρώσεων.



Σχήμα 2 Συγκέντρωση χλωριώντων σε εμφιαλωμένα νερά

Οι τιμές των Νιτρικών ιόντων δεν παρουσιάζουν υψηλές συγκεντρώσεις, και είναι χαμηλότερες από αυτές που προτείνονται από τη Νομοθεσία. Μάλιστα εμφανίζονται και δείγματα με συγκεντρώσεις κάτω του ορίου ανίχνευσης (0.5mg/L). Στο σχ.3 που ακολουθεί παρατίθεται το διάγραμμα της συγκέντρωσης των Νιτρικών ιόντων σε σχέση με τα Νομοθετικά όρια

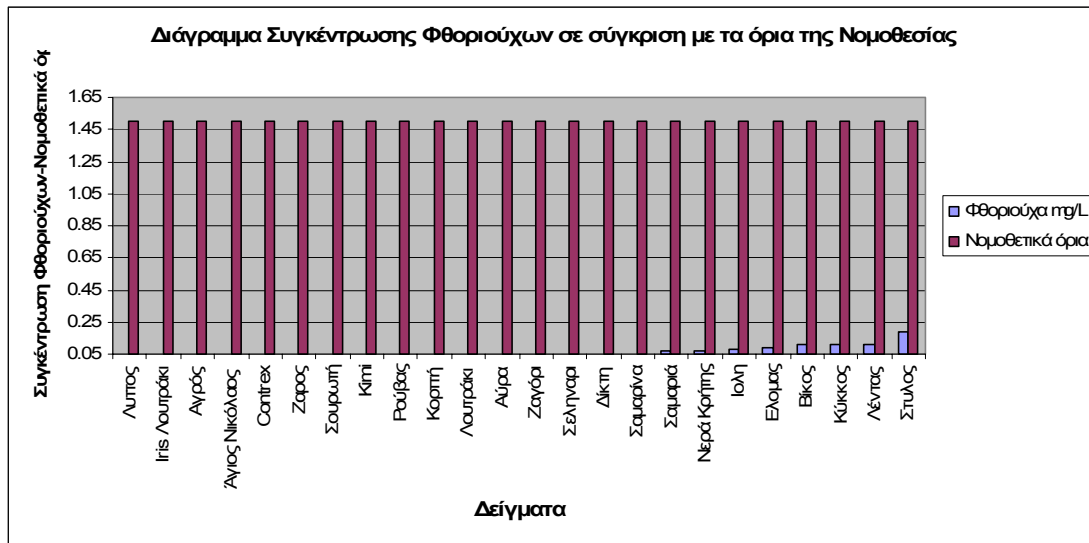


Σχήμα 3 Συγκέντρωση νιτρικών ιόντων σε εμφιαλωμένα νερά

Για τα νιτρώδη ιόντα, οι συγκεντρώσεις όλων των δειγμάτων ήταν κάτω του ορίου ανίχνευσης, (0.2 mg/L). Έτσι για την παράμετρο αυτή δεν κατασκευάστηκε διάγραμμα

Η συγκέντρωση των Φθοριούχων ιόντων, στην πλειοψηφία των δειγμάτων εμφανίζουν συγκεντρώσεις κάτω του ορίου ανίχνευσης, ενώ τα οκτώ δείγματα που έχουν

συγκεντρώσεις μεγαλύτερες του ορίου αυτού, υπακούουν στα όρια της Νομοθεσίας. Όριο ανίχνευσης για τα φθοριούχα ιόντα είναι 0.05 mg/L



Σχήμα 4 Συγκέντρωση Φθοριούχων Ιόντων σε εμφιαλωμένα νερά

Τα φωσφορικά ιόντα παρουσίασαν για όλα τα δείγματα πλην ενός (Σουρωτή) συγκέντρωση κάτω του ορίου ανίχνευσης, ενώ για την παράμετρο αυτή δεν ορίζονται νομοθετικά όρια. Όριο ανίχνευσης φωσφορικών ιόντων 0.2mg/L.



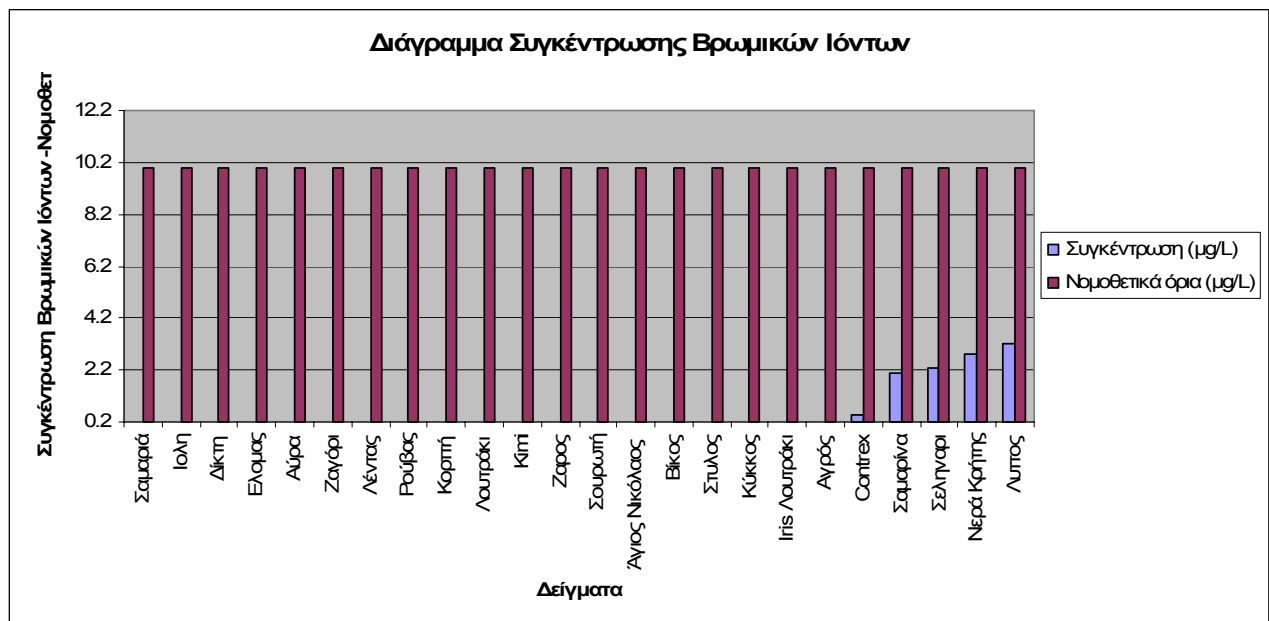
Σχήμα 5 Συγκέντρωση Φωσφορικών Ιόντων σε εμφιαλωμένα νερά

Για τα βρωμιούχα ιόντα, σε μόνο τέσσερα δείγματα εμφανίζονται συγκεντρώσεις πάνω από το όριο ανίχνευσης, ενώ και για αυτή την παράμετρο δεν ορίζονται όρια από τη Νομοθεσία. Όριο ανίχνευσης των βρωμιούχων ιόντων είναι 0.1 mg/L. Το σχετικό διάγραμμα παρουσιάζεται στο σχ.6



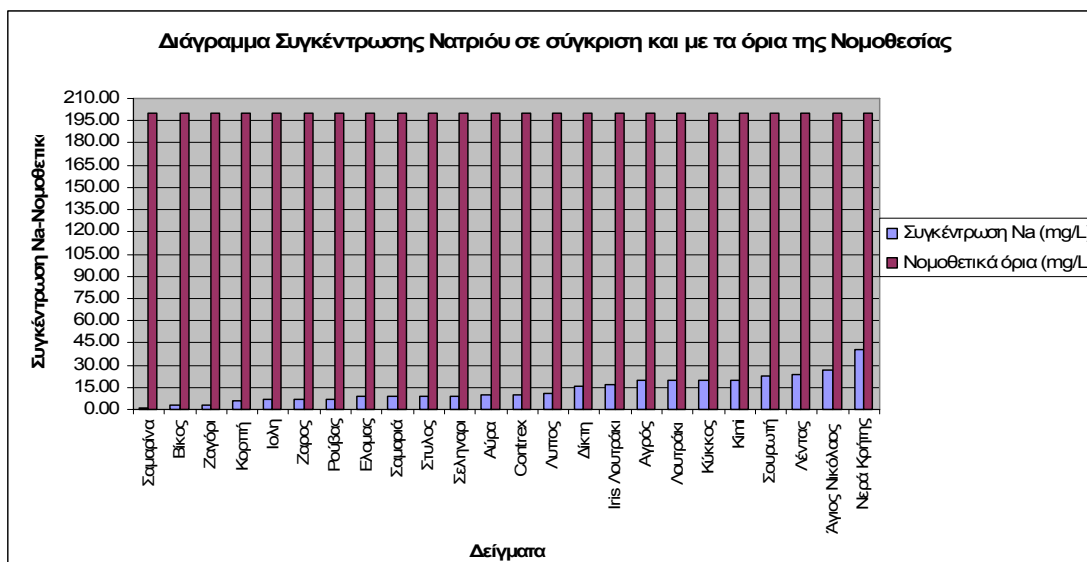
Σχήμα 6 Συγκέντρωση Βρωμιούχων Ιόντων σε εμφιαλωμένα νερά

Για τη συγκέντρωση των Βρωμικών ιόντων, παρατηρούμε πως τα περισσότερα δείγματα έχουν τιμές κάτω του ορίου ανίχνευσης. Για τα υπόλοιπα πέντε δείγματα, οι συγκεντρώσεις βρίσκονται πολύ πιο κάτω από τα όρια της Νομοθεσίας όπως φαίνεται και στο σχήμα που ακολουθεί, Όριο ανίχνευσης των βρωμικών ιόντων είναι 0.2 µg/L.



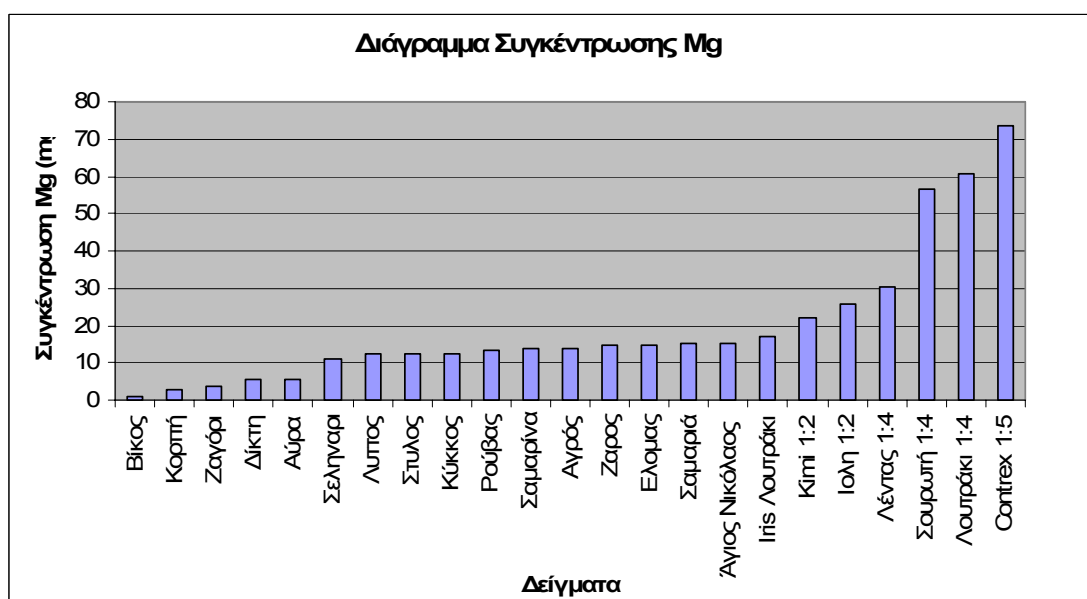
Σχήμα 7 Συγκέντρωση Βρωμικών Ιόντων σε εμφιαλωμένα νερά

Όσο αφορά τη συγκέντρωση του Νατρίου, στα δείγματα που εξετάστηκαν, κυμαίνεται σε αρκετά πιο χαμηλά επίπεδα από το επιτρεπτό όριο. Παρατηρούμε τα δυο πρώτα δείγματα, Βίκος και Σαμαρίνα, να εμφανίζουν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις, αφού όπως αναγράφεται και στις ετικέτες είναι νερά πτωχά σε νάτριο. Το διάγραμμα του σχήματος 8 δίνει τη συγκέντρωση του Νατρίου σε σχέση με τα όρια που προτείνει η Νομοθεσία.



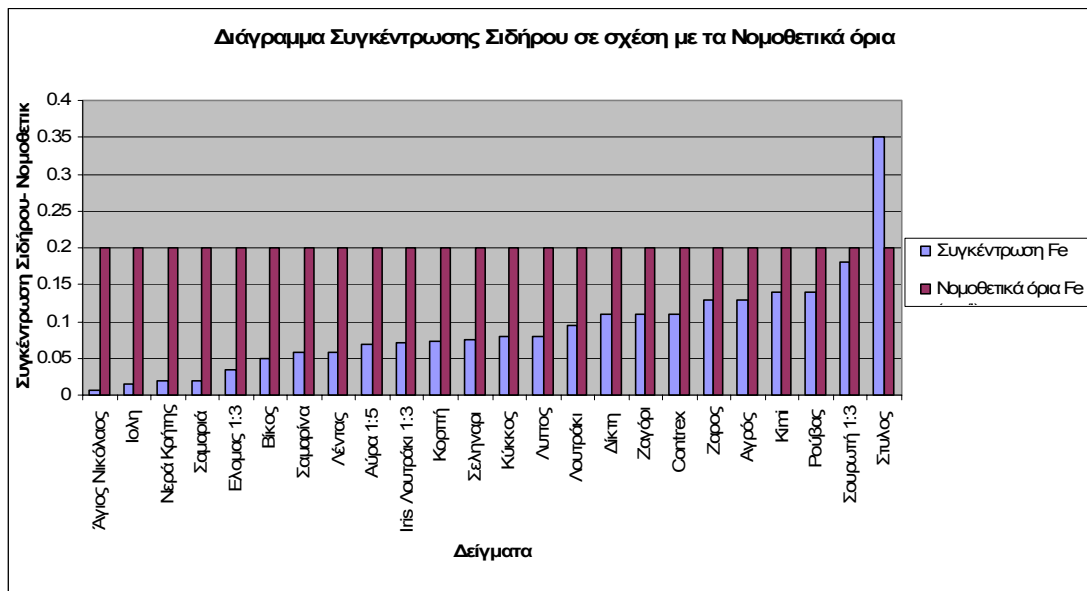
Σχήμα 8 Συγκέντρωση Νατρίου σε εμφιαλωμένα νερά

Το Μαγνήσιο παρουσιάζει χαμηλές συγκεντρώσεις για τα περισσότερα δείγματα, με εξαίρεση τα τρία τελευταία τα οποία όπως αναγράφεται και στις ετικέτες τους είναι εμπλουτισμένα με μαγνήσιο. Όπως βλέπουμε και από το διάγραμμα του παρακάτω σχήματος δεν ορίζονται Νομοθετικά όρια, γιατί το μαγνήσιο δεν εμφανίζει τοξικότητα.



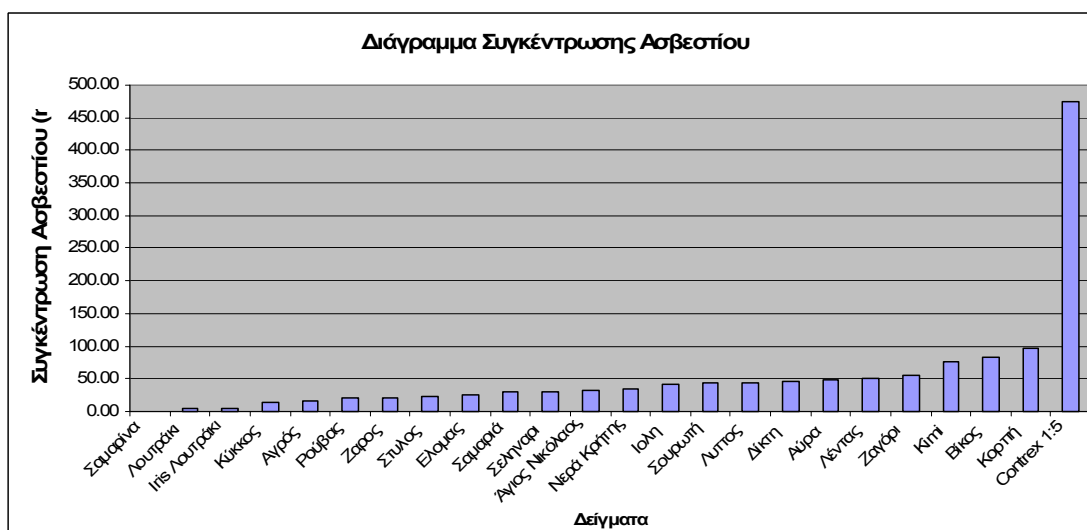
Σχήμα 9 Συγκέντρωση μαγνησίου σε εμφιαλωμένα νερά

Όσο αφορά το σίδηρο, βρέθηκε, να ικανοποιεί τα όρια που προτείνονται από την Ελληνική Νομοθεσία, εκτός από ένα δείγμα (Στύλος) το οποίο βρίσκεται πάνω από το επιτρεπτό όριο.



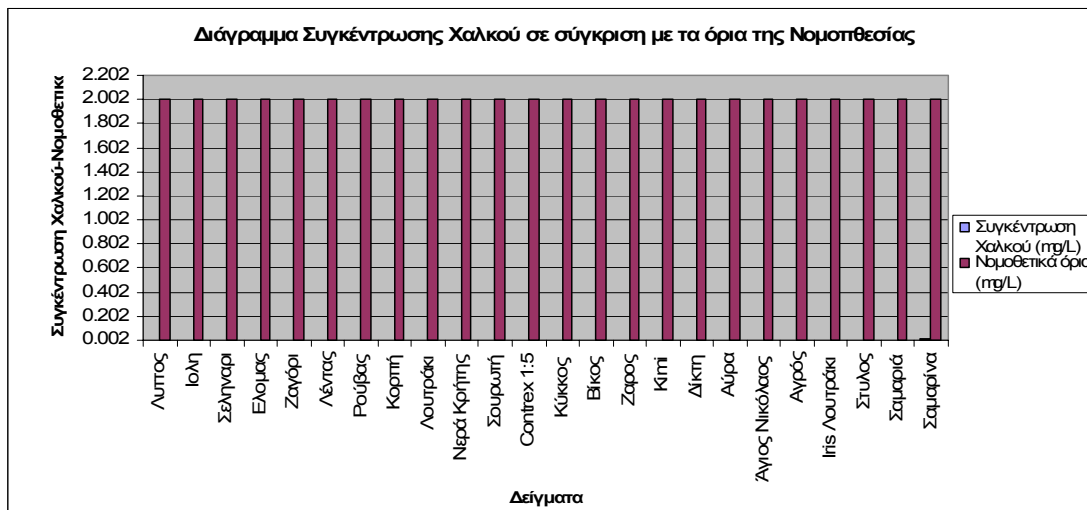
Σχήμα 10 Συγκέντρωση Σιδήρου σε εμφιαλωμένα νερά

Για τις συγκεντρώσεις ασβεστίου στα δείγματα παρατηρούμε να μην υπάρχουν ιδιαίτερα υψηλές συγκεντρώσεις, παρατηρείται όμως ότι το δείγμα του νερού Contrex παρουσιάζει μεγάλη διαφορά στην τιμή, σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα εξαιτίας του ότι είναι νερό εμπλουτισμένο με ασβέστιο. Νομοθετικά όρια για το ασβέστιο δεν ορίζονται.



Σχήμα 11 Συγκέντρωση Ασβεστίου σε εμφιαλωμένα νερά

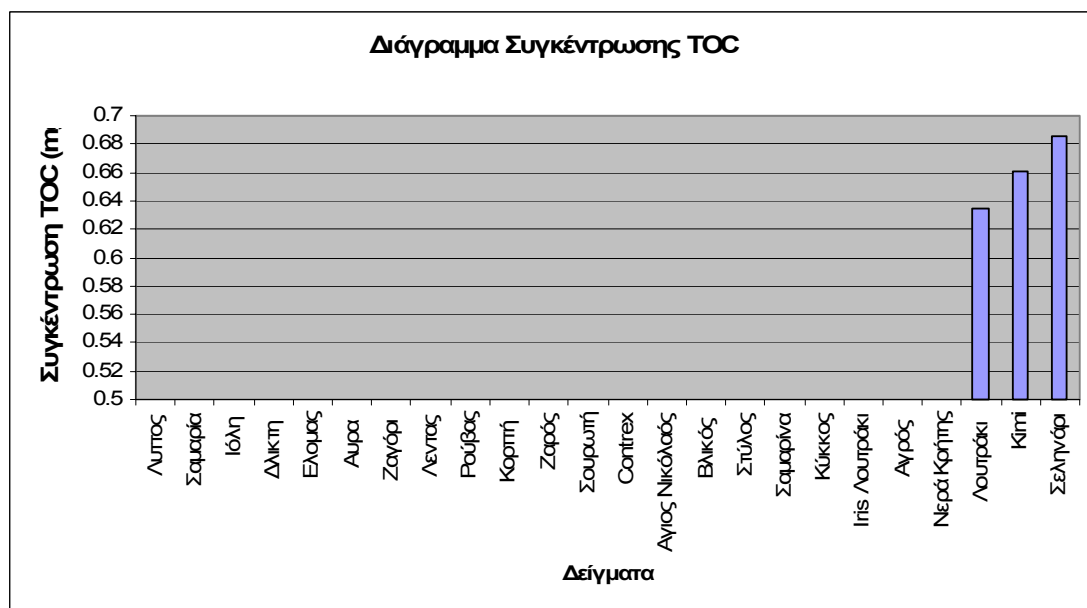
Για τη συγκέντρωση του Χαλκού, όπως βλέπουμε και από το σχήμα 12, υπάρχει μόνο ένα δείγμα με συγκέντρωση άνω του ορίου ανίχνευσης, πολύ πιο κάτω όμως από το επιτρεπτό όριο. Το όριο ανίχνευσης για το χαλκό είναι 0.002 mg/L



Σχήμα 12 Συγκέντρωση Χαλκού σε εμφιαλωμένα νερά

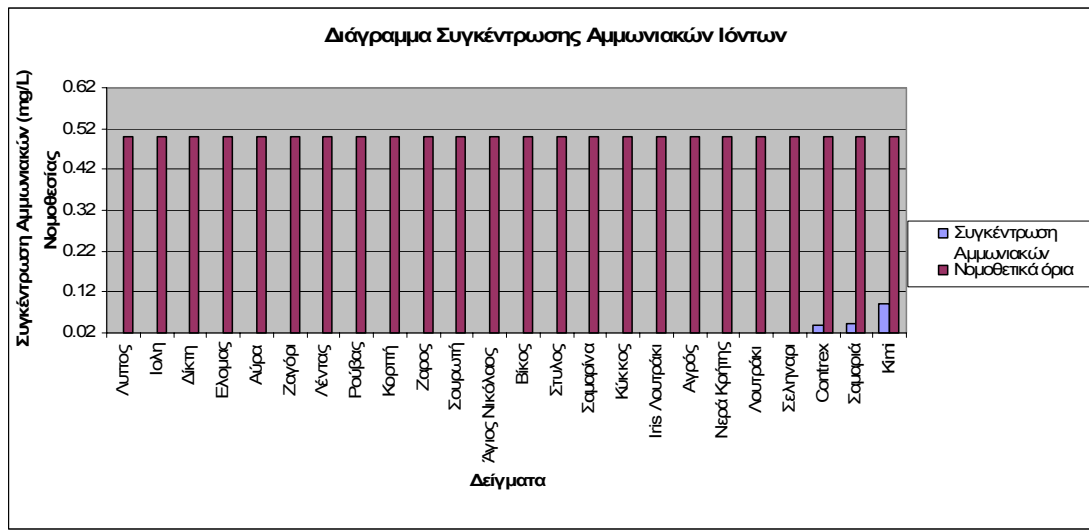
Επιπλέον από τα βαρέα μέταλλα εξετάστηκε και το αρσενικό, του οποίου όμως η συγκέντρωση βρέθηκε σε όλα τα δείγματα κάτω του ορίου ανίχνευσης και για το λόγο αυτό δεν κατασκευάστηκε και το αντίστοιχο διάγραμμα. Όριο ανίχνευσης αρσενικού 4μg/L.

Στο σχήμα 13, παρουσιάζεται το διάγραμμα της συγκέντρωσης του TOC, με τρία μόνο δείγματα πάνω από το όριο ανίχνευσης, ενώ παράλληλα βλέπουμε πως δεν ορίζονται όρια από τη Νομοθεσία. Το όριο ανίχνευσης του TOC είναι 0.5 mg/L.



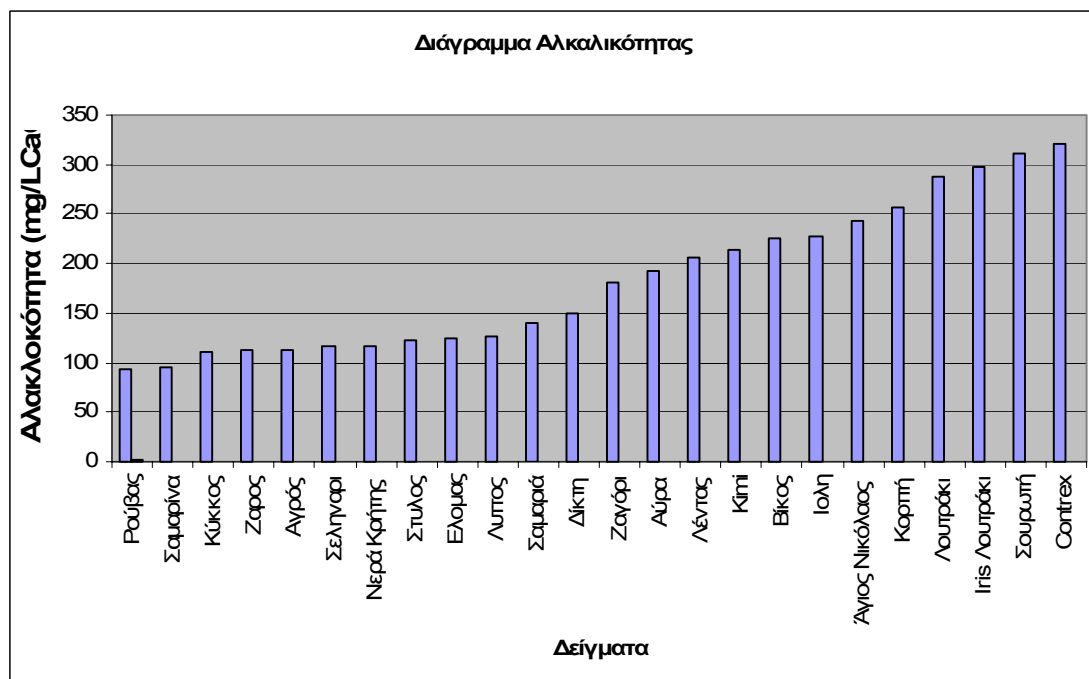
Σχήμα 13 Συγκέντρωση TOC σε εμφιαλωμένα νερά

Από τη μέτρηση των αμμωνιακών ιόντων παρατηρήσαμε πως στα 2/3 των δειγμάτων η συγκέντρωση βρέθηκε κάτω του ορίου ανίχνευσης, ενώ για τα υπόλοιπα δείγματα οι συγκεντρώσεις αν και ανιχνεύσιμες υπακούουν στα νομοθετικά όρια. Όριο ανίχνευσης αμμωνιακών ιόντων 0.02 mg/L

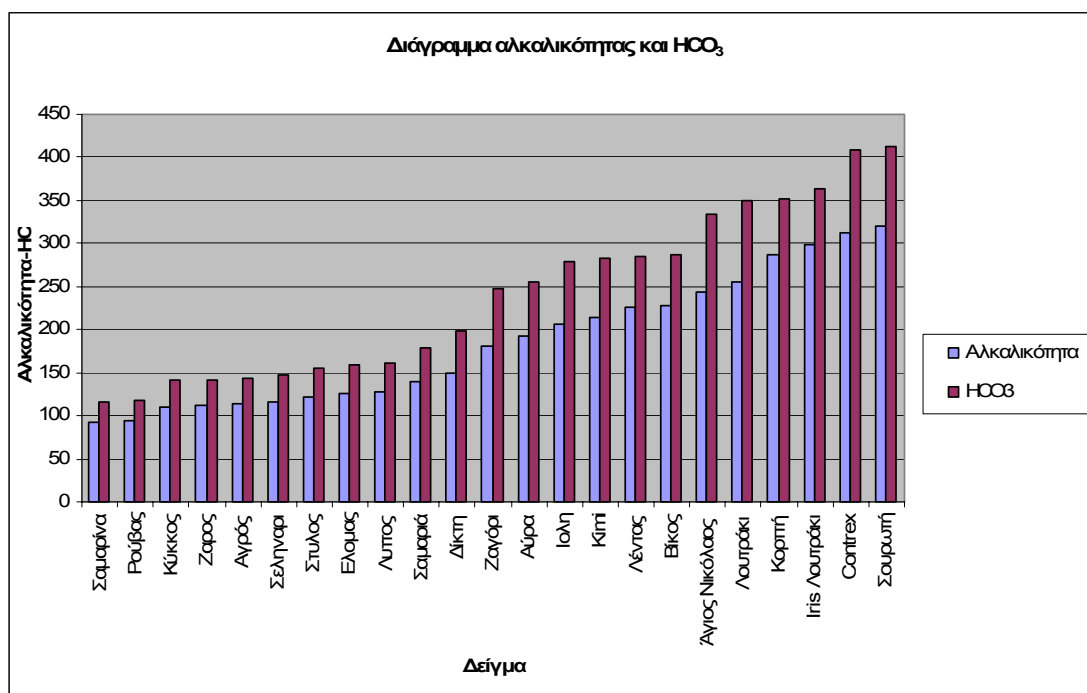


Σχήμα 14 Συγκέντρωση Αμμωνιακών Ιόντων σε εμφιαλωμένα νερά

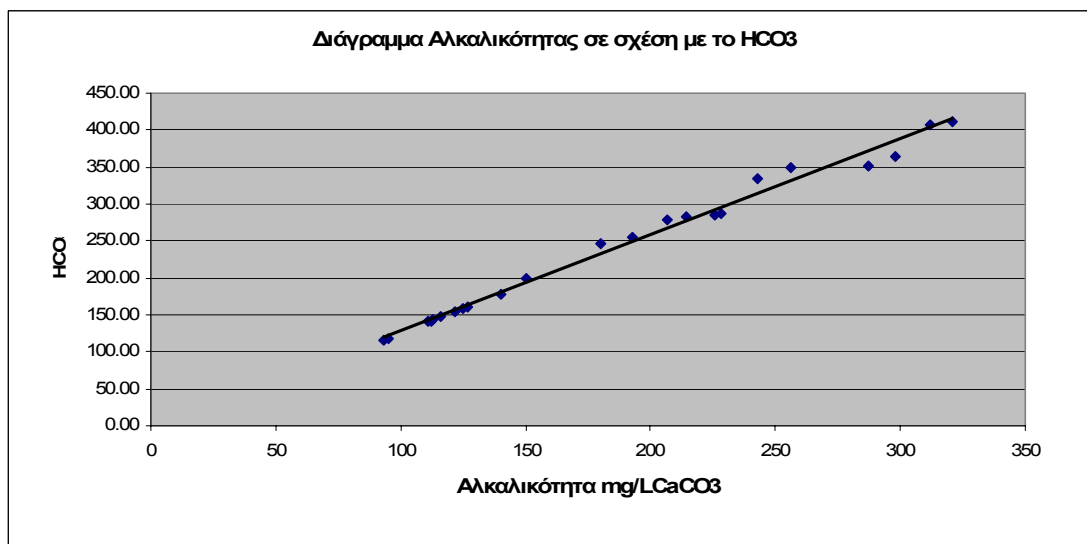
Στο σχήμα 15, παρουσιάζεται το διάγραμμα της αλκαλικότητας που εμφανίζουν τα δείγματα. Επιπλέον το διάγραμμα 16 παρουσιάζει τη συγκέντρωση του HCO₃ σε συνάρτηση με την αλκαλικότητα. Όπως βλέπουμε για κάθε δείγμα όσο πιο μεγάλη αλκαλικότητα παρουσιάζει, τόσο πιο μεγάλη είναι και η συγκέντρωση του HCO₃. Στη συνέχεια ακολουθεί το διάγραμμα του σχήματος 17, που και πάλι παρουσιάζει τη σχέση του HCO₃ με την αλκαλικότητα, αλλά υπό άλλη μορφή, που δίνει πιο πολύ έμφαση στη γραμμικότητα της σχέσης τους.



Σχήμα 15 Συγκέντρωση Αλκαλικότητας σε εμφιαλωμένα νερά



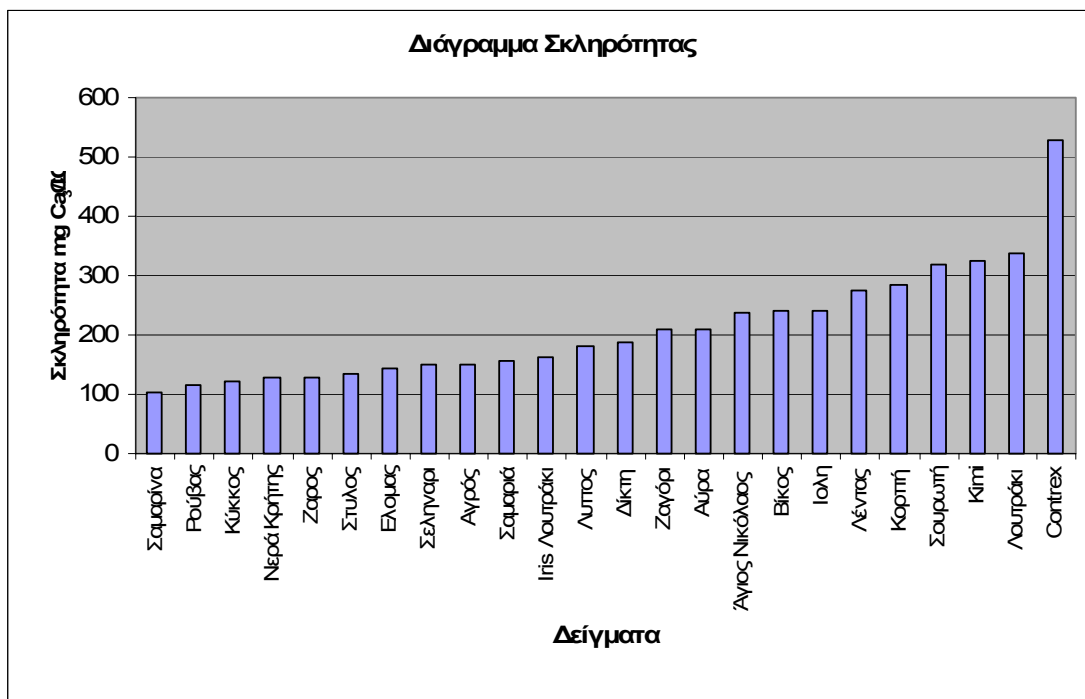
Σχήμα 16 Διάγραμμα HCO₃ σε συνάρτηση με την αλκαλικότητα



Σχήμα 17 Διάγραμμα HCO₃ σε συνάρτηση με την αλκαλικότητα

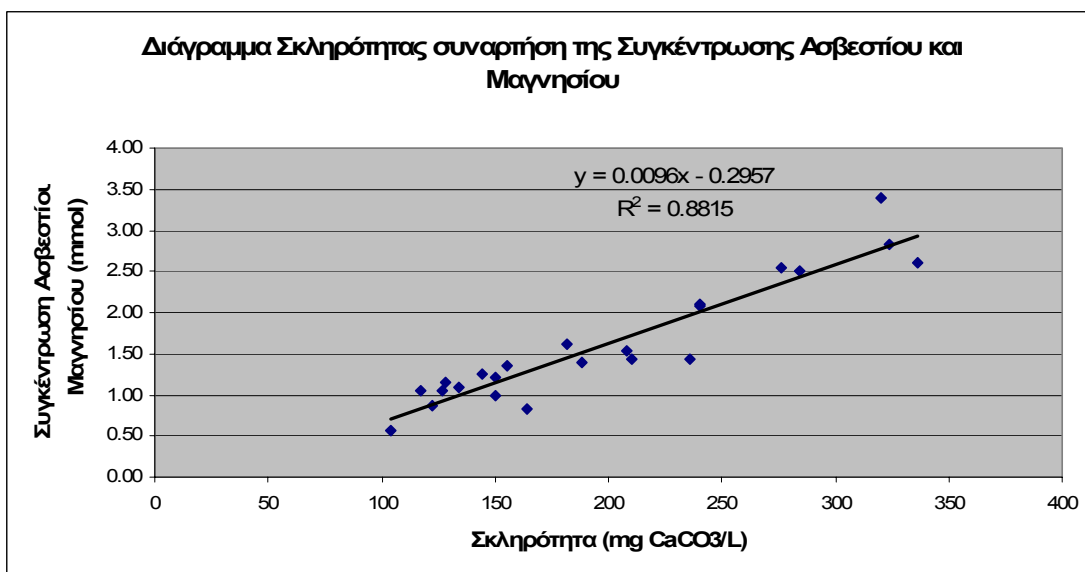
Στο σχ.18 κατασκευάσαμε το διάγραμμα της σκληρότητας σε σχέση με τα δείγματα, στο οποίο φαίνεται η σκληρότητα που εμφανίζουν τα δείγματα κατά αύξουσα σειρά. Στη σκληρότητα του νερού συμβάλλουν τόσο τα ιόντα ασβεστίου, όσο και μαγνησίου.

Για το λόγο αυτό φτιάξαμε το διάγραμμα του σχήματος 19, που παρουσιάζει τη γραμμικότητα της σχέσης ανάμεσα στο άθροισμα των mmol ασβεστίου και μαγνησίου και της σκληρότητας.



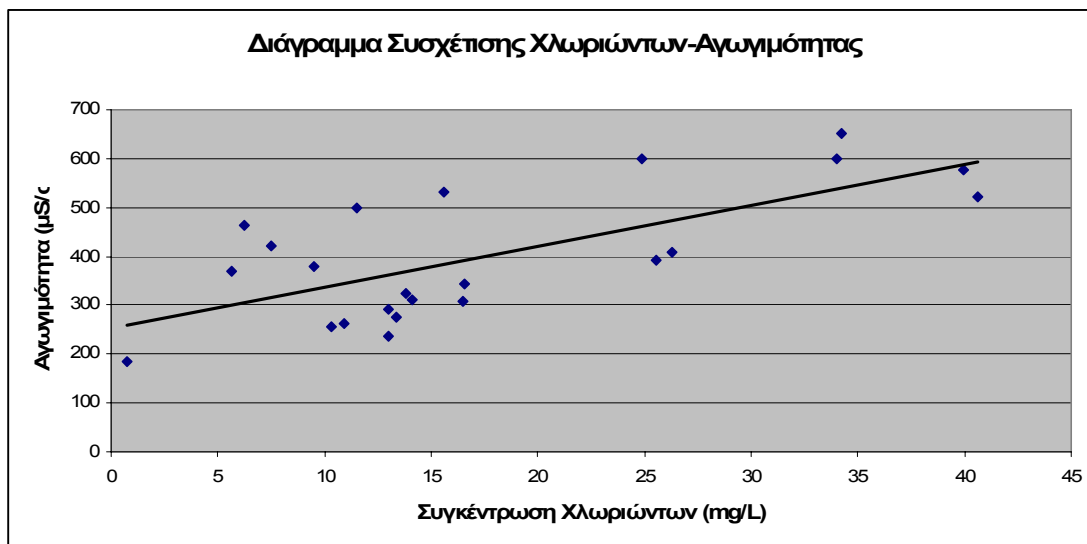
Σχήμα 18 Διάγραμμα Σκληρότητας σε εμφιαλωμένα νερά

Για να φτιάξουμε το παρακάτω διάγραμμα πήραμε τις συγκεντρώσεις του μαγνησίου και του ασβεστίου και τις διαιρέσαμε με το μοριακό βάρος τους αντίστοιχα. Έτσι πήραμε τα mmol Ca και τα mmol Mg τα αθροίσαμε και τα βάλουμε πάνω στο διάγραμμα σε συνάρτηση με τη Σκληρότητα για να δούμε τη συσχέτιση τους. Πρέπει να σημειωθεί ότι το νερό Contrex δεν το λάβαμε υπόψη εξαιτίας της μεγάλης απόκλισης που παρουσίαζε σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα.



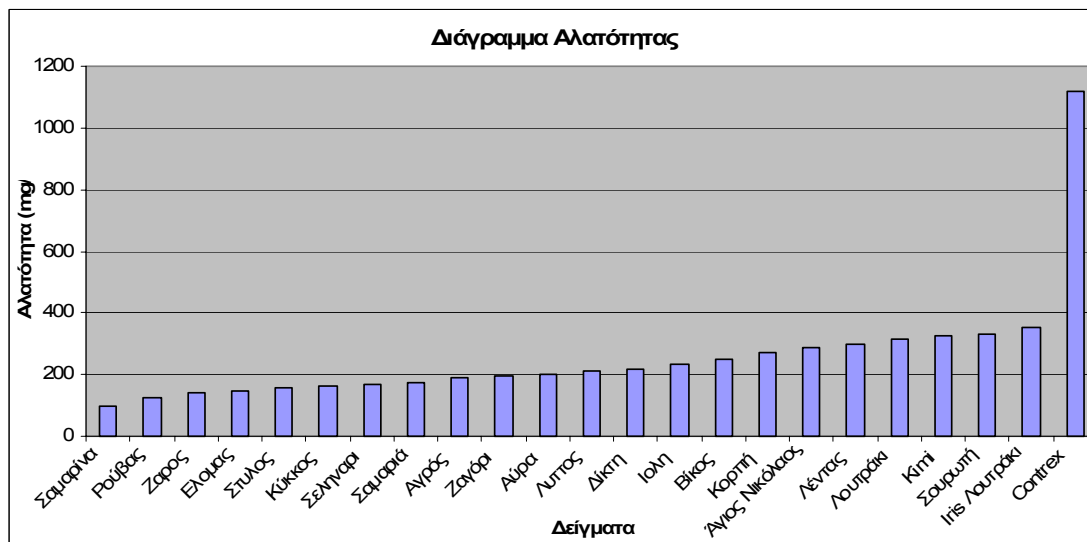
Σχήμα 19 Διάγραμμα Σκληρότητας σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση Ιόντων Ασβεστίου και Μαγνησίου

Το διάγραμμα του σχήματος 20, παρουσιάζει την αγωγιμότητα σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση των ιόντων χλωρίου. Η σχέση τους, όπως φαίνεται δεν είναι γραμμική γιατί δεν υπάρχει υφαλμύριση στα νερά αυτά και συνεπώς η αγωγιμότητα είναι αποτέλεσμα όλων των ιόντων. Από το διάγραμμα απουσιάζει η τιμή του νερού Contrex, το οποίο παρουσίαζε μεγάλη απόκλιση από τις τιμές των υπολοίπων δειγμάτων.



Σχήμα 20 Διάγραμμα Αγωγιμότητας σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση των Χλωριώντων

Η αλατότητα των δειγμάτων κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα περίπου, με το νερό Contrex να εμφανίζει μια αρκετά σημαντική διαφορά στην τιμή σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα.



Σχήμα 21 Συγκέντρωση Αλατότητας σε εμφιαλωμένα νερά

Στα διαγράμματα, όπου δεν εμφανίζονται νομοθετικά όρια, είναι για παραμέτρους όπου δεν ορίζονται όρια από τη νομοθεσία, γιατί αυτές οι παράμετροι δεν εμφανίζουν τοξικότητα.

5.1 Σχόλια

Κατά τη διεξαγωγή των πειραμάτων που αναφέρθηκαν παραπάνω, μπορεί ίσως να υπήρξαν κάποια αίτια, που να οδήγησαν σε αποκλίσεις από τις πραγματικές τιμές, αλλά και από τις αναγραφόμενες τιμές των μπουκαλιών.

Καταρχάς μια βασική παράμετρος που οδηγεί σε διαφορετικά αποτελέσματα από τις τιμές που αναγράφονται είναι ότι κάθε εργαστήριο χρησιμοποιεί δικά του όργανα, και πιθανόν διαφορετικές μεθόδους ανάλυσης. Συνεπάγεται λοιπόν, ότι δεν είναι δυνατόν να πάρουμε τις ίδιες ακριβώς τιμές από αναλύσεις που διεξήχθησαν σε διαφορετικά εργαστήρια.

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που οδηγεί στη διαφορά που παρατηρείται στις τιμές που βρήκαμε από τις αναγραφόμενες τιμές είναι ότι η κάθε εταιρία εμφιαλωμένου νερού, όπως αναγράφεται στο μπουκάλι, κάνει χημική ανάλυση του νερού που εμφιαλώνει ανά δύο χρόνια περίπου. Μέσα σε αυτό το χρονικό διάστημα, όμως, πιθανόν οι συνθήκες στην πηγή να άλλαζαν, όπως οι συγκεντρώσεις κάποιων στοιχείων.

Επίσης, σημαντικό ρόλο στη συγκέντρωση των ουσιών είχε η εποχή κατά την οποία γινόταν η δειγματοληψία. Για παράδειγμα αν γινόταν δειγματοληψία σε κάποια χρονική στιγμή που είχε προηγηθεί βροχόπτωση τότε ποσότητες θρεπτικών (φωσφορικά, νιτρικά κλπ) θα μπορούσαν να είχαν μεταφερθεί από τις γεωργικές καλλιέργειες που ίσως να υπάρχουν κοντά στην πηγή με αποτέλεσμα κατά τη χημική ανάλυση να μετρηθούν σχετικά μεγάλες ποσότητες φωσφορικών και νιτρικών.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τις πειραματικές μετρήσεις που έγιναν καταλήγουμε στα παρακάτω αποτελέσματα:

- Οι τιμή των χλωριόντων δεν ξεπερνά τα όρια που προτείνει η νομοθεσία και οι τιμές τους κυμαίνονται από 0.75mg/L-40.63mg/L
- Τα βρωμιούχα σε όλα τα δείγματα βρίσκονται κάτω από το όριο ανίχνευσης, το οποίο είναι 0.2 mg/L
- Κάτω από το όριο ανίχνευσης είναι και τα νιτρώδη, των οποίων το όριο ανίχνευσης είναι επίσης 0.2 mg/L
- Όσον αφορά τα νιτρικά ιόντα υπάρχουν δείγματα που βρίσκονται κάτω από το όριο ανίχνευσης, που είναι 0.5 ppm , αλλά η συγκέντρωσή τους σε κάποια δείγματα φτάνει μέχρι και 13.98 mg/L
- Στον έλεγχο των φωσφορικών ιόντων, μόνο ένα δείγμα υπάρχει που η συγκέντρωσή των φωσφορικών είναι πάνω από το όριο ανίχνευσης, 0.68mg/L, και τα υπόλοιπα δείγματα έχουν συγκέντρωση μικρότερη από 0.2 mg/L
- Η τιμή των θειικών ιόντων, διακυμαίνεται από 1.9 mg/L μέχρι 110.79 mg/L, χωρίς να ξεπερνιέται το όριο που προτείνεται από τη νομοθεσία
- Το μεγαλύτερο ποσοστό των δειγμάτων περιέχουν φθοριούχα ιόντα, των οποίων η συγκέντρωση είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης, 0.05 mg/L, ενώ επτά δείγματα έχουν συγκεντρώσεις μεταξύ 0.067 mg/L έως 0.19 mg/L
- Το ίδιο ισχύει και για τα βρωμικά ιόντα, όπου πάλι στα περισσότερα δείγματα η συγκέντρωσή των βρωμικών είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης που είναι 0.2mg/L
- Η αγωγιμότητα των δειγμάτων κυμαίνεται από 184 μ S/cm μέχρι 1994 μ S/cm
- Στην αλατότητα εμφανίζονται τιμές από 98 ppm μέχρι 1.12 g/L
- Η σκληρότητα στα δείγματα που εξετάστηκαν ήταν από 104mg CaCO₃ /L μέχρι 526.67mg CaCO₃/L
- Στις μετρήσεις που έγιναν για τον υπολογισμό της συγκέντρωσης του TOC, μόνο τρία δείγματα βρέθηκαν με συγκέντρωση πάνω από το όριο ανίχνευσης, που είναι 0.5 ppm, και οι τιμές των δειγμάτων αυτών κυμαίνονταν από 0.635ppm μέχρι και 0.685ppm
- Η αλκαλικότητα στα δείγματα που μελετήθηκαν κυμαίνεται από 93 mg/LCaCO₃ μέχρι 321 mg/LCaCO₃
- Τα αμμωνιακά ιόντα στα περισσότερα δείγματα που εξετάστηκαν βρέθηκαν με συγκέντρωση κάτω από το όριο ανίχνευσης, με εξαίρεση τρία μόνο δείγματα των οποίων οι συγκεντρώσεις ήταν από 0.037mg/L-0.0911mg/L
- Στις μετρήσεις που έγιναν για να ελέγξουμε κατά πόσο περιέχεται αρσενικό, σε όλα τα δείγματα η συγκέντρωσή του αρσενικού βρέθηκε κάτω από το όριο ανίχνευσης, που είναι 4 μ g/L
- Οι τιμές του ασβεστίου στα δείγματα ήταν από 4.59mg/L μέχρι 473.5mg/L. Βρέθηκε όμως, και δείγμα του οποίου η συγκέντρωσή του ασβεστίου ήταν κάτω του 1 mg/L.
- Στις μετρήσεις Νατρίου, τα δείγματα είχαν τιμές από 0.68mg/L μέχρι 40.17mg/L με νομοθετικό όριο 200mg/L
- Στις μετρήσεις που έγιναν για χαλκό, τα περισσότερα δείγματα είχαν συγκεντρώσεις κάτω του ορίου ανίχνευσης, το οποίο είναι 2 μ g/L , ενώ των υπολοίπων δειγμάτων οι τιμές ήταν από 0.002mg/L μέχρι 0.0111mg/L

- Τέλος οι συγκεντρώσεις του σιδήρου στα δείγματα ξεκινούσαν από 0.003mg/L μέχρι 0.35mg/L. Η τιμή 0.35 είναι υψηλότερη από την τιμή που προτείνεται από τη νομοθεσία.

Τα παραπάνω αποτελέσματα ήταν αυτά που βρέθηκαν μετά από τη διεξαγωγή των πειραμάτων που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη ενότητα, και όπως φάνηκε καμία παράμετρος, σε κανένα δείγμα, δεν είχε συγκέντρωση που να ξεπερνά τα όρια που έχουν τεθεί από τη νομοθεσία. Μοναδική εξαίρεση αποτέλεσε το δείγμα του νερού Στύλος, στο οποίο η τιμή του σιδήρου βρέθηκε μεγαλύτερη από το επιτρεπτό όριο.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

- Μελλοντικά θα μπορούσε να γίνει μια ανάλογη ανάλυση στα εμφιαλωμένα νερά, αλλά πέρα από τη χημική ανάλυση να γίνει και μικροβιολογική
- Μια άλλη πιθανότητα για να εξεταστούν τα εμφιαλωμένα νερά είναι να αφεθούν, τα μπουκάλια για κάποιο διάστημα στον ήλιο και μετά να γίνει ανάλυση στα δείγματα αυτά, ώστε να φανεί κατά πόσο μια λανθασμένη φύλαξη των μπουκαλιών μπορεί να αλλοιώσει το νερό, αλλά και σε ποίο βαθμό.
- Επίσης μπορεί να γίνει μέτρηση περισσοτέρων βαρέων μετάλλων, όπως είναι ο μόλυβδος, το κάδμιο κλπ.
- Μια άλλη επιπλέον εξέταση που θα μπορούσε να γίνει στα δείγματα, θα ήταν για θολερότητα, οσμή, γεύση και χρώμα.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Water Chemistry, Vernon L. Snoeying, David Jenkins, Εκδόσεις Jonh Wiley & Sons
- Χημεία και Έλεγχος Ρύπανσης Νερών, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Α. Οικονομόπουλος, ΚΡΗΤΗ 2001
- WHO, Bromate in drinking water, WHO/SDE/WSH/05.08/78
- EPA, Health effects from Exposure to Sulfate in Drinking Water Workshop, EPA 815-R-99-002, January 1999, www.epa.gov
- Health Aspects of Calcium and Magnesium in Drinking Water, Joseph Cotruvo, April 2006
- EPA, Drinking Water Advisory Consumer Acceptability: Advice and health Effects Analysis on Sodium, EPA 822-R-03-006, February 2003
- Υγειονομική Σημασία των Χημικών Παραμέτρων στο Πόσιμο Νερό, Γεωργία Παπά, Ιούλιος 2001
- EPA, Water Health Series, bottled water basics, 816-K-05-003, September 2005, www.epa.gov

8 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Πίνακας 8.1

Δείγμα	Θερμοκρασία (°C)	Αναγραφόμενη τιμή	Αγωγιμότητα $\mu\text{S}/\text{cm}$	Αλατότητα mg/L
Λυτπος	17	421.5	392	210
Σαμαριά	17.5	274	325	173
Ιολη	17	391	421	231
Σεληναρι	17.4	273	312	167
Δίκητη	17.5	429	409	218
Ελομας	17.5	274	277	148
Αύρα	17	396	378	202
Ζαγόρι	17.6	406	368	197
Λέντας	20	563	523	296
Ρούβας	17.4	255	236	126
Κορπή	16.3	509	499	272
Λουτράκι	16.9	652	578	315
Kimi	17.5	753	600	326
Ζαρος	16.6	283	261	140
Σουρωτή	16.8	690	599	330
Contrex	18.3	-	1994	1.12 g/l
Άγιος Νικόλαος	20	-	530	286
Βίκος	20	472	464	252
Στυλος	20	274	291	156
Σαμαρίνα	20	243	184	98
Κύκκος	20	-	307	165
Iris Λουτράκι	20	630	653	353
Αγρός	20	-	345	188
Νερά Κρήτης	-	-	255	-

Πίνακας 8.2

Δείγμα	Όγκος δείγματος (ml)	Αρχική ένδειξη προχοΐδας (ml)	Τελική ένδειξη προχοΐδας (ml)	ml που καταναλώθηκαν	Σκληρότητα mg CaCO ₃ /L	Αναγραφόμενη τιμή
Λυττος	50	2.6	11.7	9.1	182	185.3
Σαμαριά	50	3.3	11.05	7.75	155	128
Ιολη	50	4.5	16.5	12	240	220
Σεληναρι	50	0.7	8.2	7.5	150	136
Δίκτη	50	3.1	12.5	9.4	188	194
Ελομας	50	4.5	11.7	7.2	144	128
Αύρα	50	6.5	17	10.5	210	180
Ζαγόρι	50	8.2	18.6	10.4	208	215
Λέντας	50	4.85	18.65	13.8	276	240
Ρούβας	50	5.9	11.75	5.85	117	102.4
Κορπή	50	12.5	26.7	14.2	284	261
Λουτράκι	25	2.7	11.1	8.4	336	331
Κίμι	25	5.9	14	8.1	324	357
Ζαρος	50	11.7	18.1	6.4	128	122.82
Σουρωτή	25	6.1	14.1	8	320	311.5
Contrex	15	2.1	10	7.9	526.67	
Άγιος Νικόλαος	50	5	16.8	11.8	236	
Βίκος	50	3.1	15.1	12	240	257
Στυλος	50	4.7	11.4	6.7	134	128
Σαμαρίνα	50	5.9	11.1	5.2	104	130
Κύκκος	50	5.6	11.7	6.1	122	117
Iris Λουτράκι	50	4.4	12.6	8.2	164	326
Αγρός	50	7	14.5	7.5	150	
Νερά Κρήτης	-	-	-	-	127	-

Πίνακας 8.3

Δείγμα	Θερμοκρασία (οC)	Αναγραφόμενη τιμή pH	Όγκος δείγματος (ml)	Αρχική ένδειξη προχοϊδας (ml)	Τελική ένδειξη προχοϊδας (ml)	ml που καταναλώθηκαν	Αλκαλικότητα mg/L CaCO ₃
Λυτπος	19.8	7.8	100	7.2	19.9	12.7	127
Σαμαριά	19.7	7.8	100	4	18	14	140
Ιολη	19.6	7.5	100	0.6	23.4	22.8	228
Σεληναρι	19	7.7	100	7.2	18.8	11.6	116
Δίκητη	19.5	7.8	100	2	17	15	150
Ελομας	20.1	7.8	100	3.1	15.6	12.5	125
Αύρα	19.9	7.6	100	1.6	20.9	19.3	193
Ζαγόρι	20	7.75	100	5.7	23.7	18	180
Λέντας	20	-	100	3.6	24.3	20.7	207
Ρούβας	20	8	100	4.8	14.1	9.3	93
Κορπή	20.3	7.3	50	5.5	18.3	12.8	256
Λουτράκι	20.3	8.2	100	5	33.7	28.7	287
Κίμι	18.6	-	50	1.6	12.3	10.7	214
Ζαρος	20.1	8	100	4.8	16	11.2	112
Σουρωτή	19.4	7.4	100	4.4	35.6	31.2	312
Contrex	20.7	-	100	0.4	32.5	32.1	321
Άγιος Νικόλαος	25.2	-	100	0	24.3	24.3	243
Βίκος	25.3	7.62	100	3.1	25.7	22.6	226
Στυλος	25.6	7.8	100	0.9	13.1	12.2	122
Σαμαρίνα	25.5	9.14	100	1.5	11	9.5	95
Κύκκος	26.4	7.7	100	2	13.1	11.1	111
Iris Λουτράκι	24.8	8.2	100	3.9	33.7	29.8	298
Αγρός	25.4	-	100	3.6	14.9	11.3	113
Νερά Κρήτης	20	-	-	-	-	-	117

Πίνακας 8.4

Δείγμα	pH	mg C/L	HCO ₃	Αναγραφόμενη τιμή HCO ₃
Λυττος	7.67	31.75	161.40	202.6
Σαμαριά	7.66	35	177.92	147
Ιολη	8.04	54.72	278.16	268
Σεληναρι	7.7	29	147.42	144
Δίκτη	7.53	39	198.25	181
Ελομας	7.61	31.25	158.85	147
Αύρα	7.49	50.18	255.08	215.6
Ζαγόρι	7.31	48.6	247.05	165
Λέντας	7.34	55.89	284.11	240.2
Ρούβας	7.78	23.25	118.19	156
Κορπή	7.28	69.12	351.36	305.5
Λουτράκι	7.98	68.88	350.14	367.4
Kimi	7.43	55.64	282.84	331.1
Ζαρος	7.75	28	142.33	138
Σουρωτή	7.54	81.12	412.36	380
Contrex	7.73	80.25	407.94	403
Άγιος Νικόλαος	7.3	65.61	333.52	325
Βίκος	7.6	56.5	287.21	297.6
Στυλος	7.71	30.5	155.04	150
Σαμαρίνα	8.58	22.8	115.90	153
Κύκκος	7.93	27.75	141.06	-
Iris Λουτράκι	7.97	71.52	363.56	365
Αγρός	7.6	28.25	143.60	134.2
Νερά Κρήτης	7.68	-	149	-

Πίνακας 8.5

Δείγμα	Συγκέντρωση TOC mg/L	NH4+ mg/L	Αναγραφόμενη τιμή
Λυττος	<0.5	<0,02	-
Σαμαριά	<0.5	0.0439	<0,26
Ιολη	<0.5	<0.02	<0,05
Σεληναρι	0.685	<0.02	0
Δίκτη	<0.5	<0.02	<0,26
Ελομας	<0.5	<0.02	<0,26
Αύρα	<0.5	<0.02	<0,26
Ζαγόρι	<0.5	<0.02	0
Λέντας	<0.5	<0.02	-
Ρούβας	<0.5	<0.02	-
Κορπή	<0.5	<0.02	0
Λουτράκι	0.635	<0.02	<0,26
Κίμι	0.661	0.037	<0,26
Ζαρος	<0.5	<0.02	<0,26
Σουρωτή	<0.5	<0.02	-
Contrex	<0.5	<0.02	-
Άγιος Νικόλαος	<0.5	<0.02	-
Βίκος	<0.5	<0.02	0
Στυλος	<0.5	<0.02	<0,26
Σαμαρίνα	<0.5	<0.02	-
Κύκκος	<0.5	<0.02	-
Iris Λουτράκι	<0.5	<0.02	<0,26
Αγρός	<0.5	0.0911	-
Νερά Κρήτης	<0.5	<0.02	-

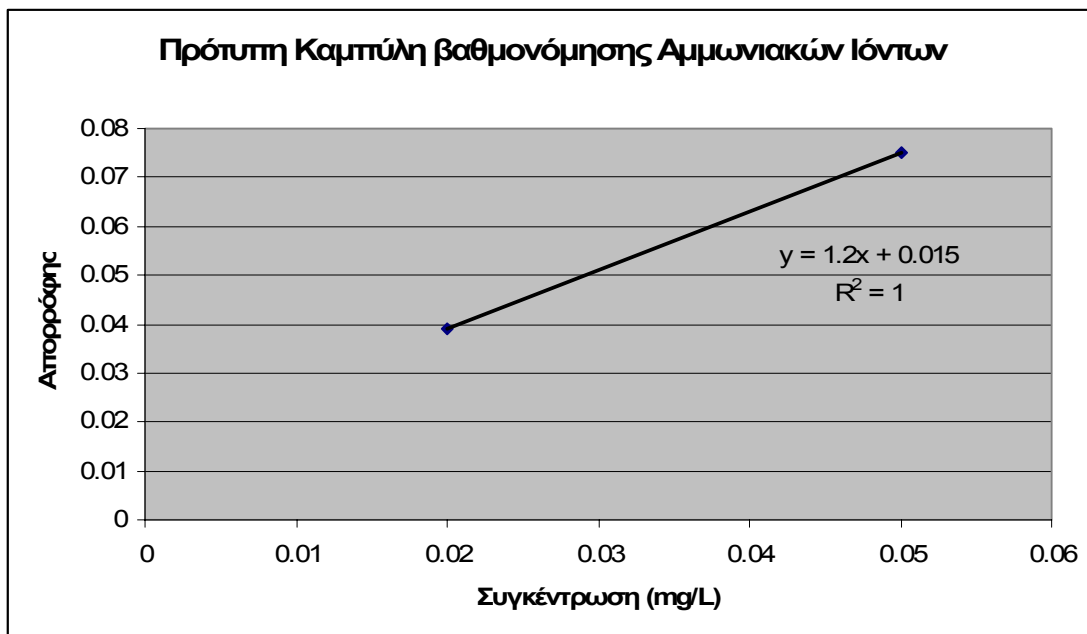
Πίνακας 8.6

Δείγμα	Συγκέντρωση Ca mg/L	μmol Ca	Συγκέντρωση Mg mg/L	μmol Mg	Άθροισμα	Σκληρότητα mg CaCO ₃ /L
Λυτπος	44.22	1.10	12.29	0.51	1.61	182
Σαμαριά	29.44	0.73	14.98	0.62	1.35	155
Ιολη	42.12	1.05	25.73	1.06	2.11	240
Σεληναρι	29.89	0.75	11.26	0.46	1.21	150
Δίκητη	46.91	1.17	5.35	0.22	1.39	188
Ελομας	26.07	0.65	14.79	0.61	1.26	144
Αύρα	48.06	1.20	5.48	0.23	1.42	210
Ζαγόρι	55.61	1.39	3.45	0.14	1.53	208
Λέντας	51.75	1.29	30.44	1.25	2.54	276
Ρούβας	19.81	0.49	13.44	0.55	1.05	117
Κορπή	96.39	2.41	2.56	0.11	2.51	284
Λουτράκι	4.59	0.11	60.69	2.50	2.61	336
Kimi	76.78	1.92	22.14	0.91	2.83	324
Ζαρος	21.84	0.54	14.79	0.61	1.15	128
Σουρωτή	43.01	1.07	56.33	2.32	3.39	320
Contrex 1:5	473.51	11.81	73.62	3.03	14.84	526.67
Άγιος Νικόλαος	32.20	0.80	15.17	0.62	1.43	236
Βίκος	82.36	2.06	0.83	0.03	2.09	240
Στυλος	23.64	0.59	12.42	0.51	1.10	134
Σαμαρίνα	<1		13.57	0.56	0.56	104
Κύκκος	14.21	0.35	12.61	0.52	0.87	122
Iris Λουτράκι	4.70	0.12	17.16	0.71	0.82	164
Αγρός	16.96	0.42	13.63	0.56	0.98	150
Νερά Κρήτης	34.6	0.86	4.7	0.19	1.06	127

8.1 Καμπύλη βαθμονόμησης Αμμωνιακών ιόντων

Πίνακας 8.1.1

Συγκέντρωση NH_4^+ mg/L	Απορρόφηση
0.02	0.039
0.05	0.075



Διάγραμμα 8.1.1

9 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

9.1 Πίνακες Αποτελεσμάτων Ατομικής Απορρόφησης

Πίνακας 9.1.1

Δείγμα	Αναγραφόμενη τιμή Ca	Απορρόφηση Ca	Συγκέντρωση Ca mg/L
Λυττος	55.6	0.77	44.22
Σαμαριά	29	0.53	29.44
Ιολη	47	0.73	42.12
Σεληναρι	34.4	0.54	29.89
Δίκτη	62.9	0.81	46.91
Ελομας	29	0.48	26.07
Αύρα	68.2	0.83	48.06
Ζαγόρι	78.4	0.89	55.61
Λέντας	56.1	0.86	51.75
Ρούβας	25.65	0.38	19.81
Κορπή	101.2	1.20	96.39
Λουτράκι	11.5	0.14	4.59
Κίμι	92.2	1.05	76.78
Ζαρος	28.2	0.41	21.84
Σουρωτή	45	0.75	43.01
Contrex 1:5	486	1.19	473.51
Άγιος Νικόλαος	47	0.58	32.20
Βίκος	101.8	1.09	82.36
Στυλος	31.6	0.44	23.64
Σαμαρίνα	4.7	0.05	<1
Κύκκος	28	0.29	14.21
Iris Λουτράκι	12.2	0.14	4.70
Αγρός	28.9	0.33	16.96
Νερά Κρήτης	-	-	34.6

Πίνακας 9.1.2

Δείγμα	Αναγραφόμενη τιμή Mg	Απορρόφηση Mg	Συγκέντρωση Mg mg/L
Λυττος	11.3	1.70	12.29
Σαμαριά	14	1.75	14.98
Ιολη 1:2	25.9	1.71	25.73
Σεληναρι	12.2	1.69	11.26
Δίκη	9	1.57	5.35
Ελομας	14	1.74	14.79
Αύρα	8.2	1.59	5.48
Ζαγόρι	3.2	1.17	3.45
Λέντας 1:4	24.4	1.63	30.44
Ρούβας	12.2	1.72	13.44
Κορπή	2.1	0.98	2.56
Λουτράκι 1:4	73.3	1.75	60.69
Kimi 1:2	30.8	1.69	22.14
Ζαρος	12.5	1.74	14.79
Σουρωτή 1:4	50	1.73	56.33
Contrex 1:5	84	1.74	73.62
Άγιος Νικόλαος	37	1.75	15.17
Βίκος	0.7	0.62	0.83
Στυλος	14	1.71	12.42
Σαμαρίνα	27.8	1.72	13.57
Κύκκος	11	1.71	12.61
Iris Λουτράκι	71.8	1.78	17.16
Αγρός	13.1	1.73	13.63
Νερά Κρήτης	-	-	4.70

Πίνακας 9.1.3

Δείγμα	Αναγραφόμενη τιμή Na	Απορρόφηση Na	Συγκέντρωση Na mg/L
Λυτπος1:4	14.3	0.95	16.16
Σαμαριά 1:2	6.7	1.02	8.81
Ιολη	6.7	1.49	6.77
Σεληναρι 1:2	9.5	1.12	9.84
Δίκητη 1:3	15	1.25	16.68
Ελομας 1:2	6.7	0.98	8.41
Αύρα 1:2	9.2	1.13	9.93
Ζαγόρι	3.5	0.70	2.80
Λέντας 1:4	27.8	1.46	26.54
Ρούβας 1:2	7.9	0.98	8.40
Κορπή	4.7	1.31	5.84
Λουτράκι 1:4	20.9	1.14	20.08
Κίμι 1:4	26.1	1.27	22.64
Ζαρος	6.8	1.55	7.04
Σουρωτή 1:4	20	1.31	23.39
Contrex 1:3	9.1	0.84	10.46
Άγιος Νικόλαος 1:6	20	1.48	40.17
Βίκος	2.1	0.68	2.68
Στυλος 1:3	6.7	0.75	9.05
Σαμαρίνα	8.5	0.28	0.68
Κύκκος 1:3	16	1.48	20.16
Iris Λουτράκι 1:3	17.3	1.43	19.36
Αγρός 1:3	14.9	1.44	19.60
Νερά Κρήτης	-	-	6.5

Πίνακας 9.1.4

Δείγμα	Απορρόφηση Cu	Συγκέντρωση Cu μg/L	Δείγμα	Συγκέντρωση As μg/L
Λυττος	0.016	<2	Λυττος	<4
Σαμαριά	0.096	6.39	Σαμαριά	<4
Ιολη	0.016	<2	Ιολη	<4
Σεληναρι	0.015	<2	Σεληναρι	<4
Δίκη	0.045	2.60	Δίκη	<4
Ελομας	0.013	<2	Ελομας	<4
Αύρα	0.064	3.97	Αύρα	<4
Ζαγόρι	0.016	<2	Ζαγόρι	<4
Λέντας	0.023	<2	Λέντας	<4
Ρούβας	0.018	<2	Ρούβας	<4
Κορπή	0.016	<2	Κορπή	<4
Λουτράκι	0.030	<2	Λουτράκι	<4
Kimi	0.045	2.60	Kimi	<4
Ζαρος	0.038	2.02	Ζαρος	<4
Σουρωτή	0.012	<2	Σουρωτή	<4
Contrex	0.004	<2	Contrex	<4
Άγιος Νικόλαος	0.065	4.06	Άγιος Νικόλαος	<4
Βίκος	0.034	<2	Βίκος	<4
Στυλος	0.086	5.61	Στυλος	<4
Σαμαρίνα	0.160	11.10	Σαμαρίνα	<4
Κύκκος	0.031	<2	Κύκκος	<4
Iris Λουτράκι	0.080	5.17	Iris Λουτράκι	<4
Αγρός	0.075	4.8	Αγρός	<4
Νερά Κρήτης	-	<2	Νερά Κρήτης	<2

Πίνακας 9.1.5

Δείγμα	Απορρόφηση Fe	Συγκέντρωση Fe µg/L
Λυττος	0.53	0.08
Σαμαριά	0.24	0.02
Ιολη	0.22	0.02
Σεληναρι	0.51	0.08
Δίκητη	0.68	0.11
Ελομας 1:3	0.2	0.03
Αύρα 1:5	0.21	0.07
Ζαγόρι	0.67	0.11
Λέντας	0.43	0.06
Ρούβας	0.82	0.14
Κορπή	0.5	0.07
Λουτράκι	0.6	0.09
Κίμι	0.81	0.14
Ζαρος	0.76	0.13
Σουρωτή 1:3	0.43	0.18
Contrex	0.69	0.11
Άγιος Νικόλαος	0.18	0.01
Βίκος	0.38	0.05
Στυλος	0.38	0.35
Σαμαρίνα	0.42	0.06
Κύκκος	0.54	0.08
Iris Λουτράκι 1:3	0.26	0.07
Αγρός	0.78	0.13
Νερά Κρήτης	0.23	0.02

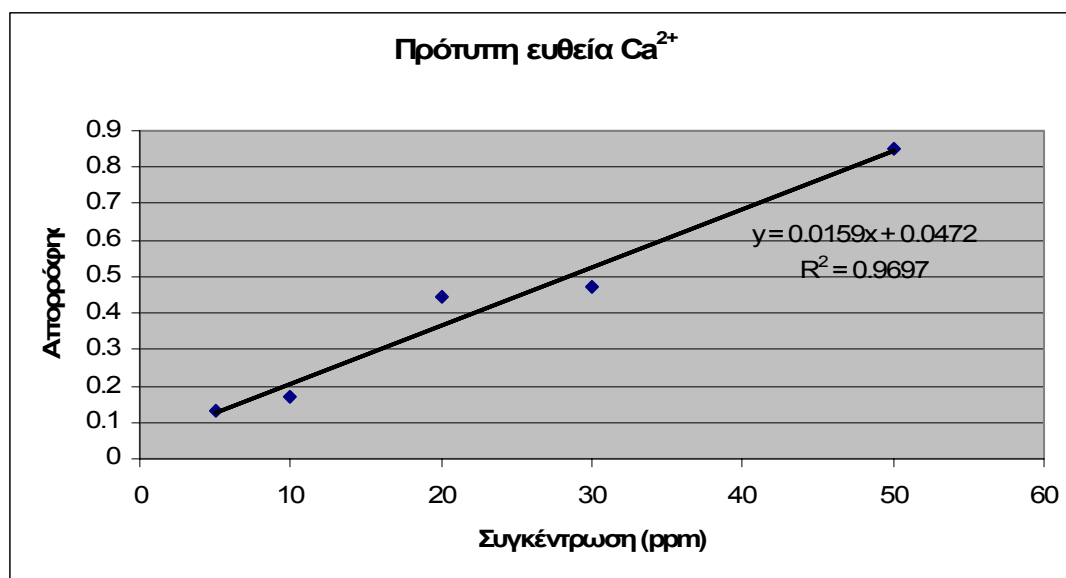
9.2 Καμπύλες Βαθμονόμησης Μετάλλων

Πρότυπες Καμπύλες

Πίνακας 9.2.1

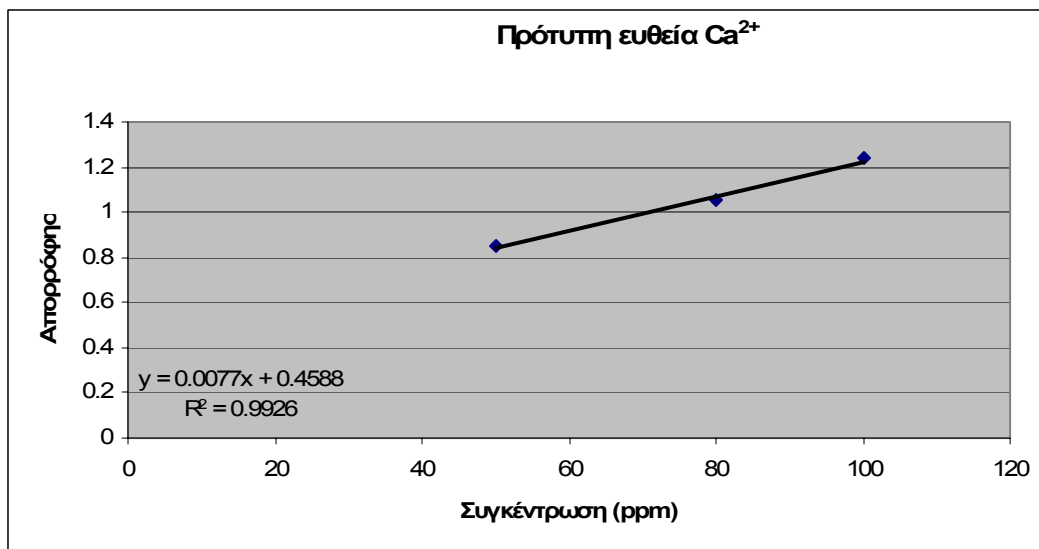
Συγκέντρωση Ca mg/L	Απορρόφηση
5	0.1292
10	0.1708
20	0.4441
30	0.4732
50	0.8498
80	1.053
100	1.237

- Για το ασβέστιο κάναμε δύο πρότυπες καμπύλες, τη μια από 5 mg/L μέχρι 50 mg/L και την άλλη από 50 mg/L μέχρι 100 mg/L, για να πετύχουμε καλύτερες ευθείες



Διάγραμμα 9.2.1

Η παραπάνω πρότυπη καμπύλη δείχνει την απορρόφηση που παίρναμε για συγκεντρώσεις από 5 mg/L έως 50 mg/L

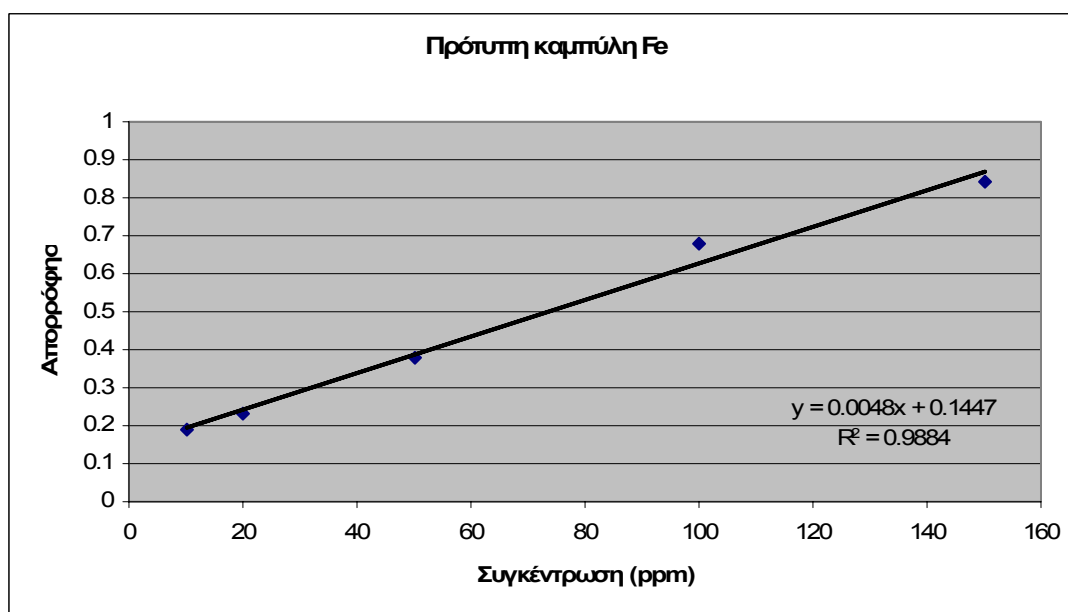


Διάγραμμα 9.2.2

Σ' αυτό το διάγραμμα παρουσιάζεται η πρότυπη ευθεία για συγκεντρώσεις ασβεστίου από 50 mg/L μέχρι 100 mg/L

Πίνακας 9.2.2

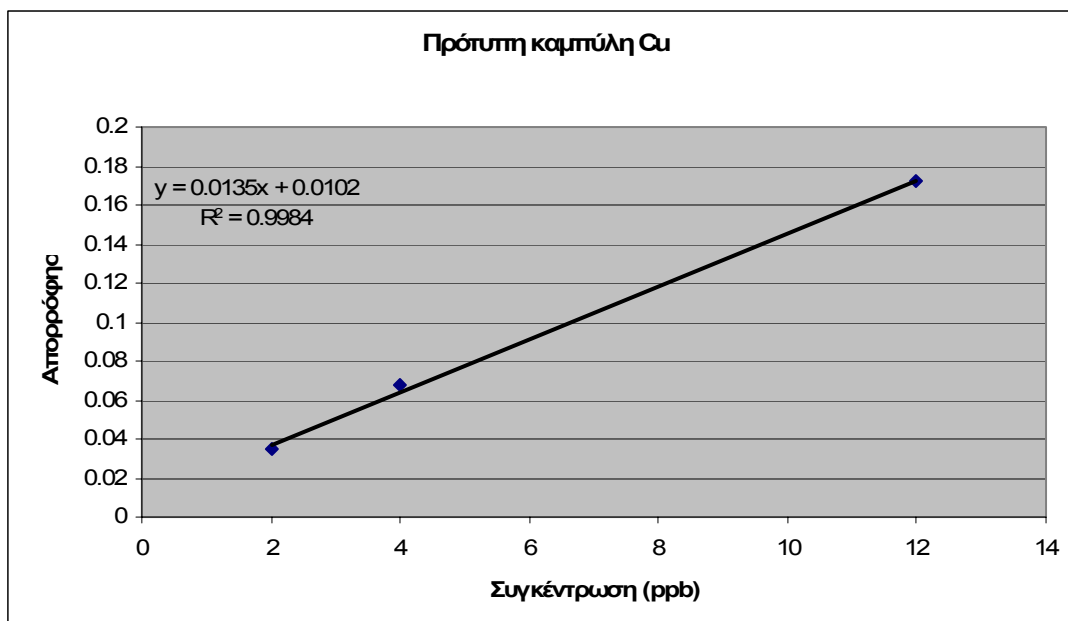
Συγκέντρωση Fe μg/L	Απορρόφηση
10	0.19
20	0.23
50	0.38
100	0.68
150	0.84



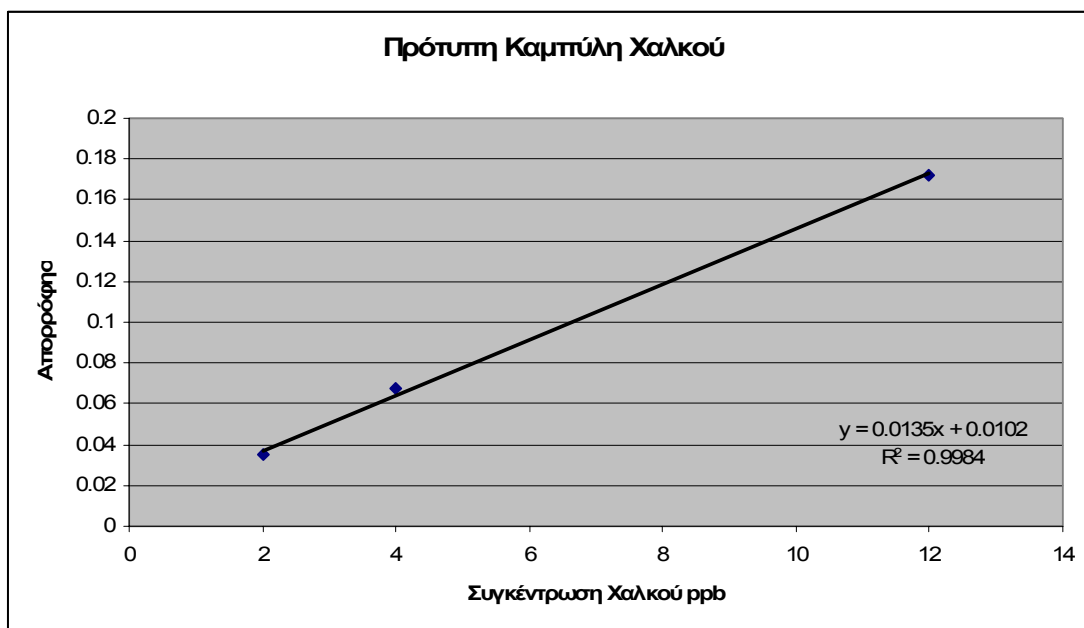
Διάγραμμα 9.2.3

Πίνακας 9.2.3

Συγκέντρωση Cu μg/L	Απορρόφηση
2	0.03479
4	0.06746
12	0.1719



Διάγραμμα 9.2.4



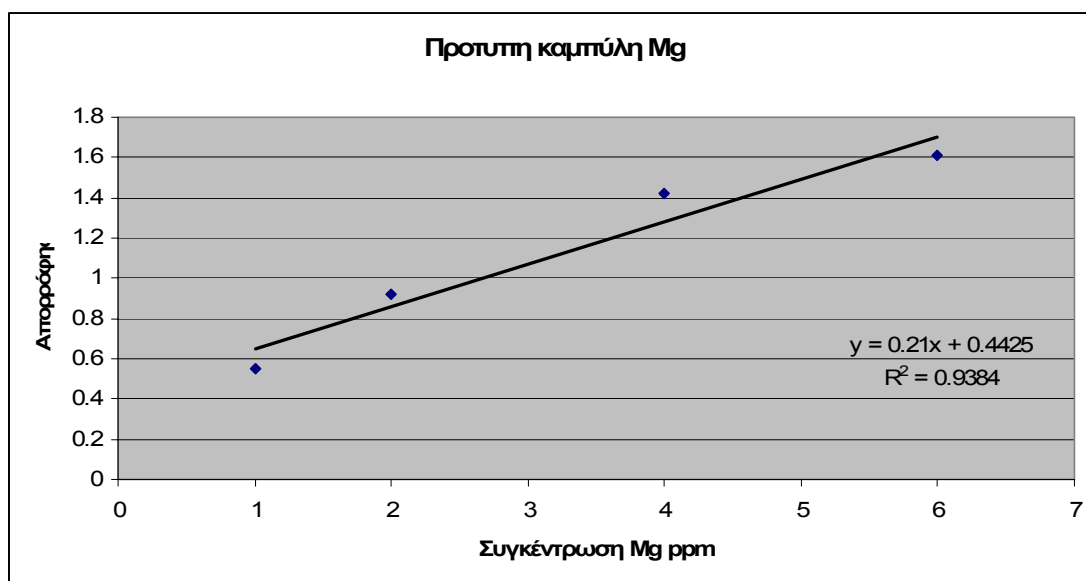
Διάγραμμα 9.2.5

Το δεύτερο πρότυπο διάγραμμα για το χαλκό έγινε, γιατί επτά από τα εικοσιτέσσερα δείγματα εξετάστηκαν μετά από κάποιο χρονικό διάστημα από τα υπόλοιπα, οπότε φτιάξαμε ξανά standard διαλύματα για να ελέγξουμε τις απορροφήσεις τους, που τελικά δεν ήταν οι ίδιες με αυτές που έγιναν στην πρώτη φάση των μετρήσεων. Έτσι για τον υπολογισμό αυτών των συγκεκριμένων επτά δειγμάτων χρησιμοποιήσαμε την παραπάνω πρότυπη καμπύλη.

Πίνακας 9.2.4

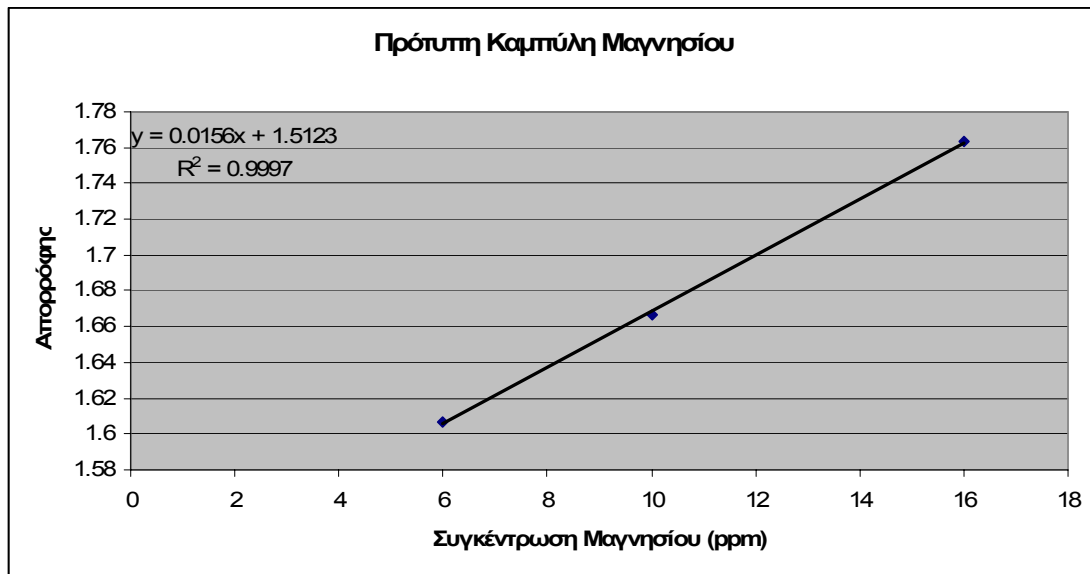
Συγκέντρωση Mg mg/L	Απορρόφηση
1	0.5501
2	0.9205
4	1.423
6	1.607
10	1.667
16	1.763

- Όπως και για το Ασβέστιο, έτσι και στο Μαγνήσιο έγιναν 2 πρότυπες καμπύλες, για να πετύχουμε καλύτερη ευθεία. Η πρώτη ήταν για συγκεντρώσεις από 1 mg/L έως 6 mg/L και η δεύτερη από 6 mg/L έως 16 mg/L.



Διάγραμμα 9.2.6

Η παραπάνω καμπύλη απεικονίζει την απορρόφηση, για συγκεντρώσεις από 1mg/L μέχρι 6mg/L

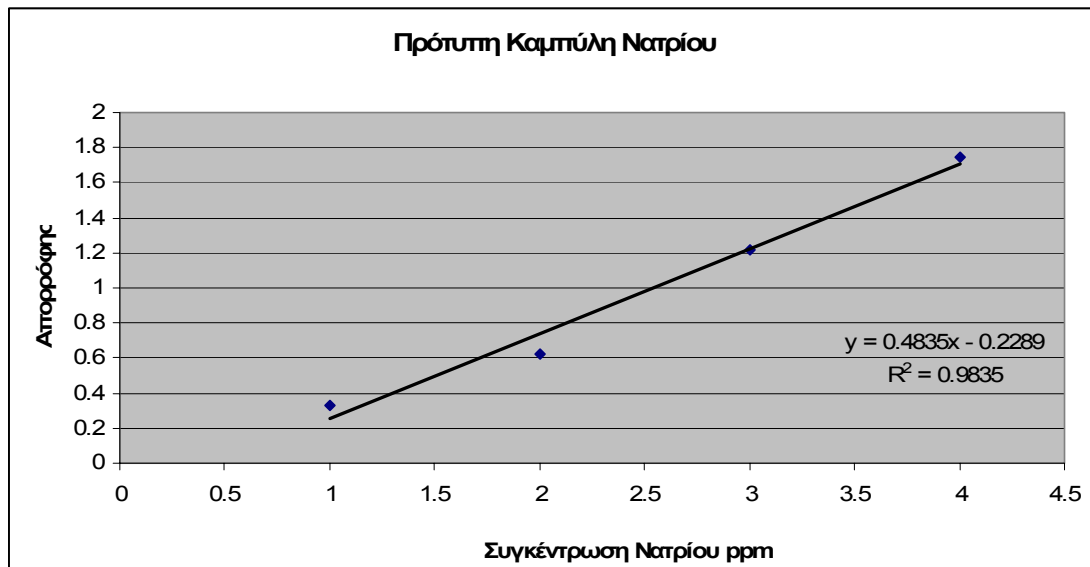


Διάγραμμα 9.2.7

Στο διάγραμμα 6, παρουσιάζονται οι απορροφήσεις που παίρνουμε για συγκεντρώσεις από 6mg/L μέχρι και 16mg/L

Πίνακας 9.2.5

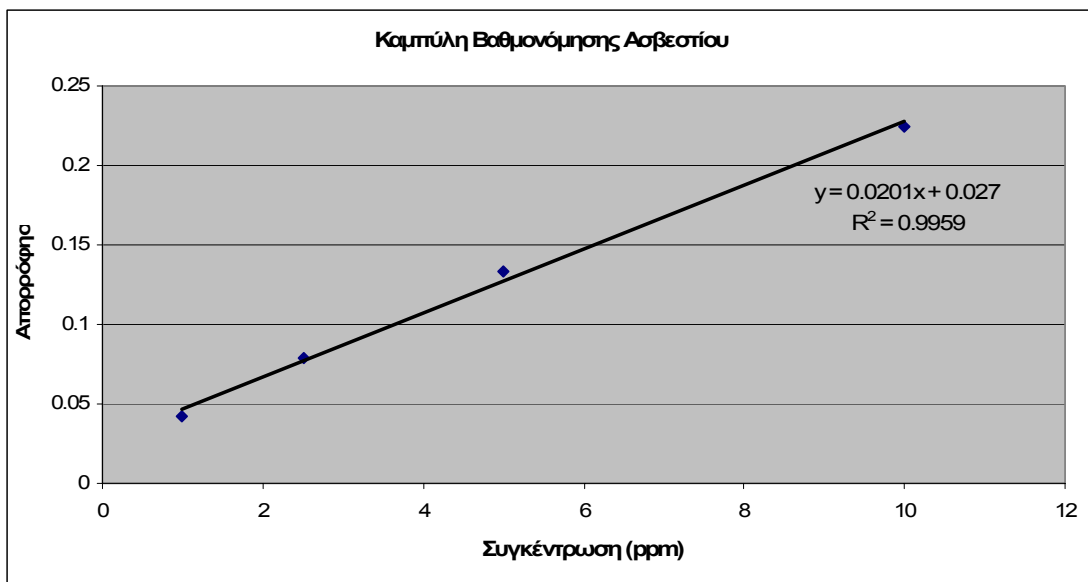
Συγκέντρωση Na mg/L	Απορρόφηση
1	0.3298
2.5	0.6267
5	1.219
10	1.744



Διάγραμμα 9.2.8

Πίνακας 9.2.6

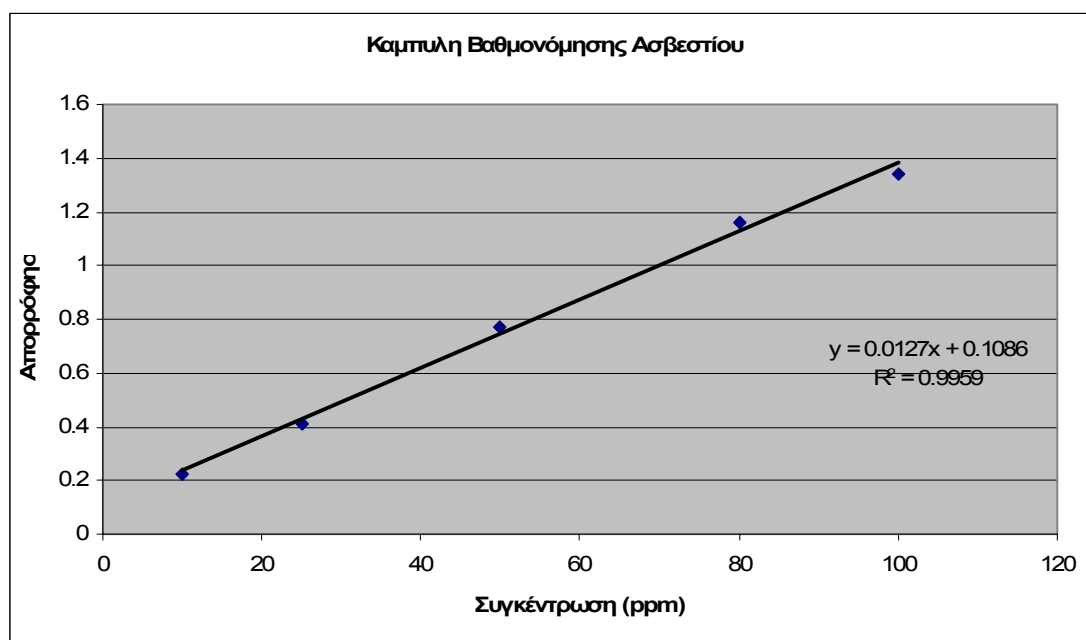
Συγκέντρωση Ασβεστίου mg/L	Απορρόφηση
1	0.04181
2.5	0.07944
5	0.1333
10	0.2247



Διάγραμμα 9.2.9

Πίνακας 9.2.7

Συγκέντρωση Ασβεστίου mg/L	Απορρόφηση
10	0.2247
25	0.4113
50	0.7743
80	1.16
100	1.344

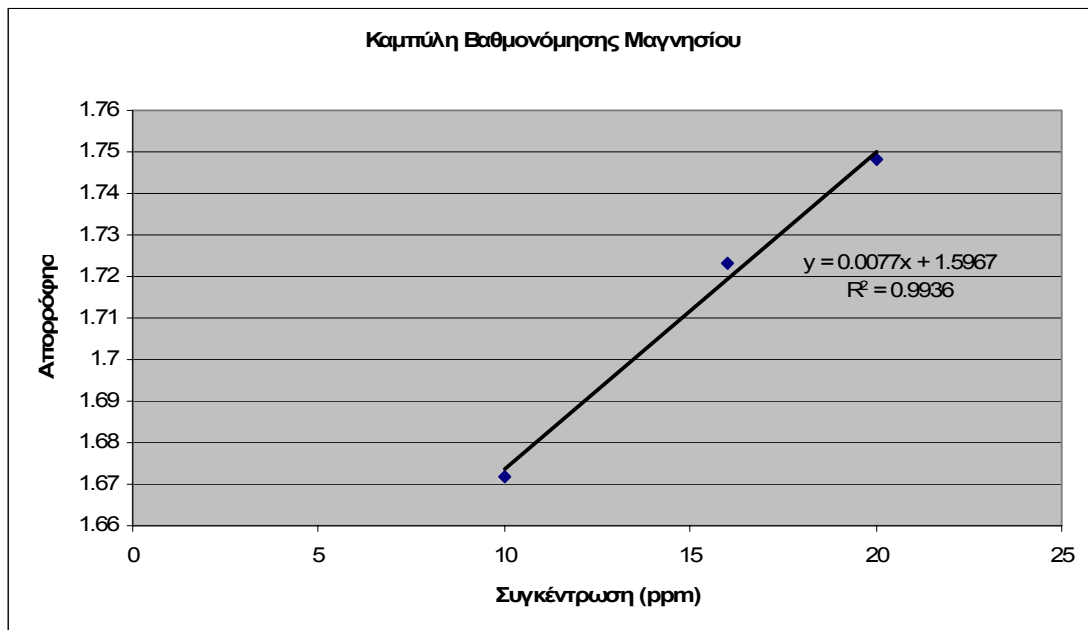


Διάγραμμα 9.2.10

Οι δεύτερες καμπύλες βαθμονόμησης που έγιναν για το ασβέστιο, έγιναν για επτά δείγματα στα οποία οι μετρήσεις δεν έγιναν την ίδια εποχή με τα υπόλοιπα δεκαεπτά, αλλά κάποιο χρονικό διάστημα μετά και για το λόγο αυτό φτιάξαμε νέα *standard*, παίρνοντας έτσι νέες καμπύλες βαθμονόμησης. Επίσης χρησιμοποιήσαμε δύο καμπύλες βαθμονόμησης, από 1-10 mg/L και από 10-100 mg/L, για να πετύχουμε καλύτερες ευθείες.

Πίνακας 9.2.8

Συγκέντρωση Μαγνησίου mg/L	Απορρόφηση
10	1.672
16	1.723
20	1.748



Διάγραμμα 9.2.11

Όπως στο ασβέστιο και το χαλκό, έτσι και για το μαγνήσιο φτιάξαμε ξεχωριστή πρότυπη καμπύλη για τα δείγματα που μετρήθηκαν σε διαφορετικό χρονικό διάστημα, για να πετύχουμε μεγαλύτερη ακρίβεια στους υπολογισμούς της συγκέντρωσης τους.

10 ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Γ

10.1 Πίνακες Αποτελεσμάτων Ιοντικής Χρωματογραφίας

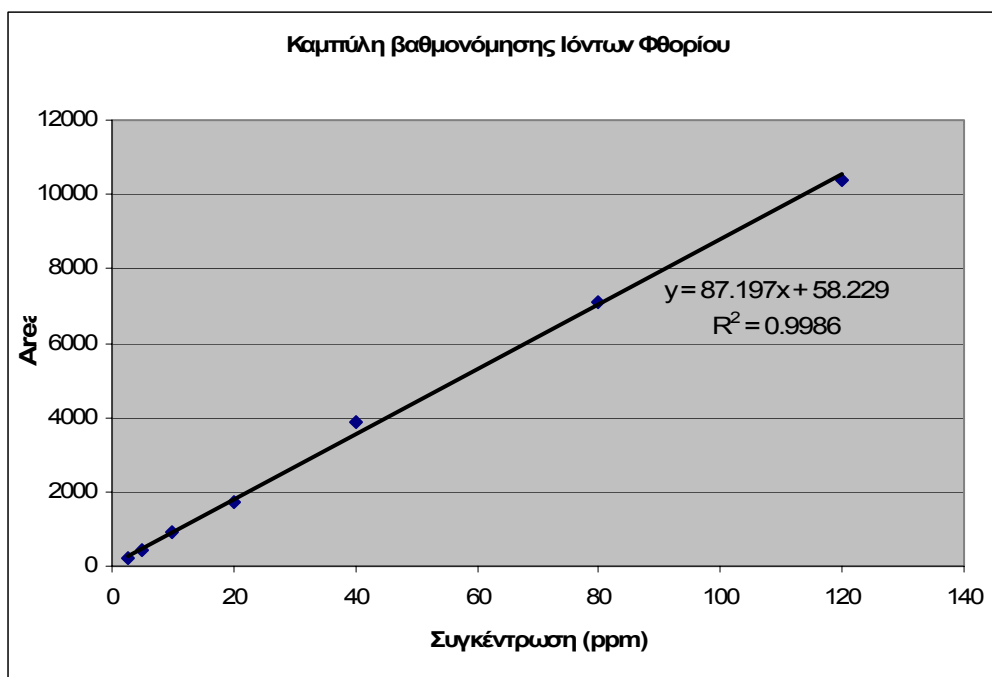
Πίνακας 10.1.1

Δείγμα	Χλώριο mg/L	Βρωμιούχα mg/L	Νιτρικά ppm	Φωσφορικά mg/L	Θειικά mg/L	Φθοριούχα mg/L	Βρωμικά μg/L	Νιτρώδη mg/L
Λυττος	25.51	<0.1	8.25	<0.2	10.84	<0.05	3.21	<0.2
Σαμαριά	13.84	<0.1	7.69	<0.2	6.93	0.067	<0.2	<0.2
Ιόλη	7.51	<0.1	9.81	<0.2	12.64	0.080	<0.2	<0.2
Σεληναρι	14.10	<0.1	6.34	<0.2	9.12	<0.05	2.27	<0.2
Δίκτη	26.30	0.15	8.85	<0.2	25.81	<0.05	<0.2	<0.2
Ελομας	13.40	<0.1	7.21	<0.2	6.43	0.089	<0.2	<0.2
Αύρα	9.53	<0.1	6.44	<0.2	16.8	<0.05	<0.2	<0.2
Ζαγόρι	5.61	<0.1	10.68	<0.2	11.66	<0.05	<0.2	<0.2
Λέντας	40.63	0.18	<0.5	<0.2	64.33	0.11	<0.2	<0.2
Ρούβας	13.00	<0.1	9.61	<0.2	10.33	<0.05	<0.2	<0.2
Κορπή	11.51	<0.1	7.97	<0.2	9.034	<0.05	<0.2	<0.2
Λουτράκι	39.95	0.21	9.71	<0.2	8.24	<0.05	<0.2	<0.2
Κίμι	33.98	<0.1	0.51	<0.2	89.24	<0.05	<0.2	<0.2
Ζαρος	10.91	<0.1	5.54	<0.2	6.35	<0.05	<0.2	<0.2
Σουρωτή	24.84	0.10	11.53	0.68	14.68	<0.05	<0.2	<0.2
Contrex	9.29	<0.1	5.93	<0.2	110.79	<0.05	<0.5	<0.2
Άγιος Νικόλαος	15.58	<0.1	<0.5	<0.2	18.62	<0.05	<0.2	<0.2
Βίκος	6.27	<0.1	8.29	<0.2	5.57	0.11	<0.2	<0.2
Στυλος	12.96	<0.1	5.25	<0.2	6.78	0.19	<0.2	<0.2
Σαμαρίνα	0.75	<0.1	1.8	<0.2	1.9	<0.05	2100	<0.2
Κύκκος	16.47	<0.1	<0.5	<0.2	25.95	0.11	<0.2	<0.2
Iris Λουτράκι	34.22	<0.1	6.44	<0.2	8.69	<0.05	<0.2	<0.2
Αγρός	16.55	<0.1	13.98	<0.2	31.62	<0.05	<0.2	<0.2
Νερά Κρήτης	10.30	<0.1	1.5	<0.2	7.5	0.07	2.8	<0.2

10.2 Πρότυπες Καμπύλες Βαθμονόμησης Ιόντων με τη μέθοδο Anions 2'

Πίνακας 10.2.1

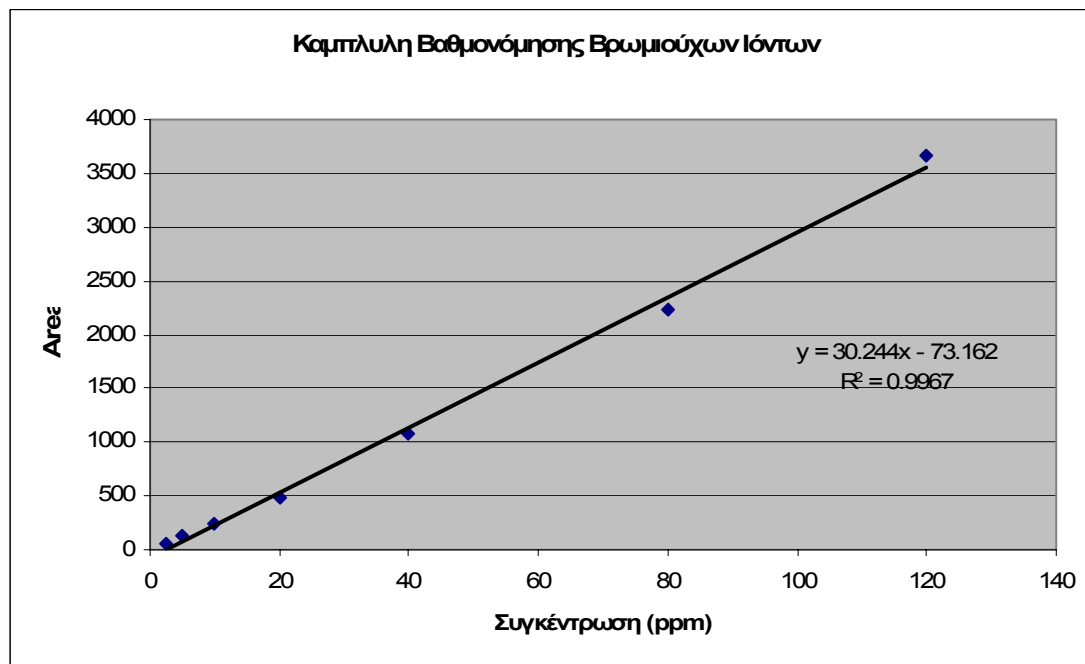
Συγκέντρωση mg/L	Area
2.5	211.29
5	405
10	903.27
20	1744.2
40	3853.4
80	7085.6
120	10402



Διάγραμμα 10.2.1

Πίνακας 10.2.3

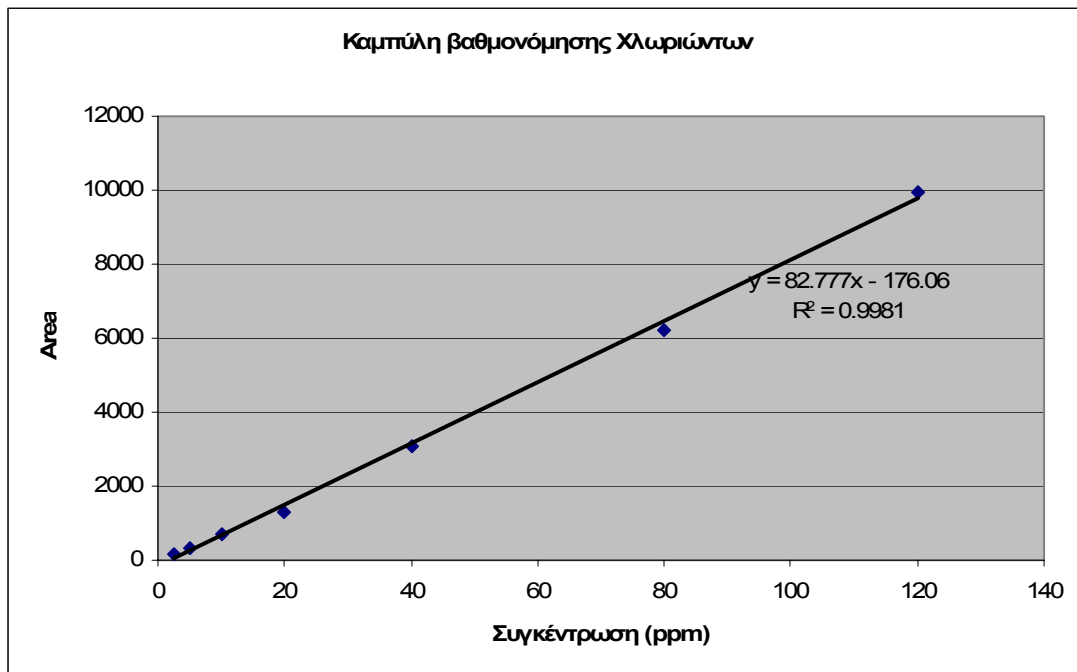
Συγκέντρωση ppm	Area
2.5	61.443
5	123.11
10	249.59
20	481.55
40	1079.8
80	2226.8
120	3658.4



Διάγραμμα 10.2.2

Πίνακας 10.2.4

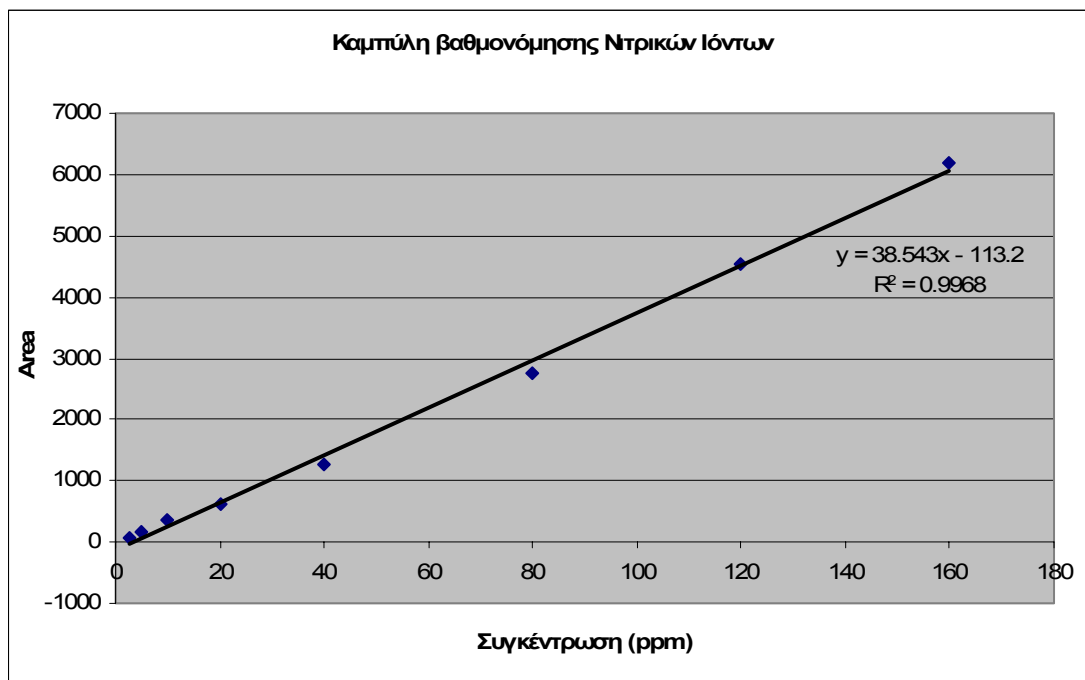
Συγκέντρωση mg/L	Area
2.5	156.93
5	328.31
10	693.27
20	1323.5
40	3080.2
80	6201.1
120	9955



Διάγραμμα 10.2.3

Πίνακας 10.2.5

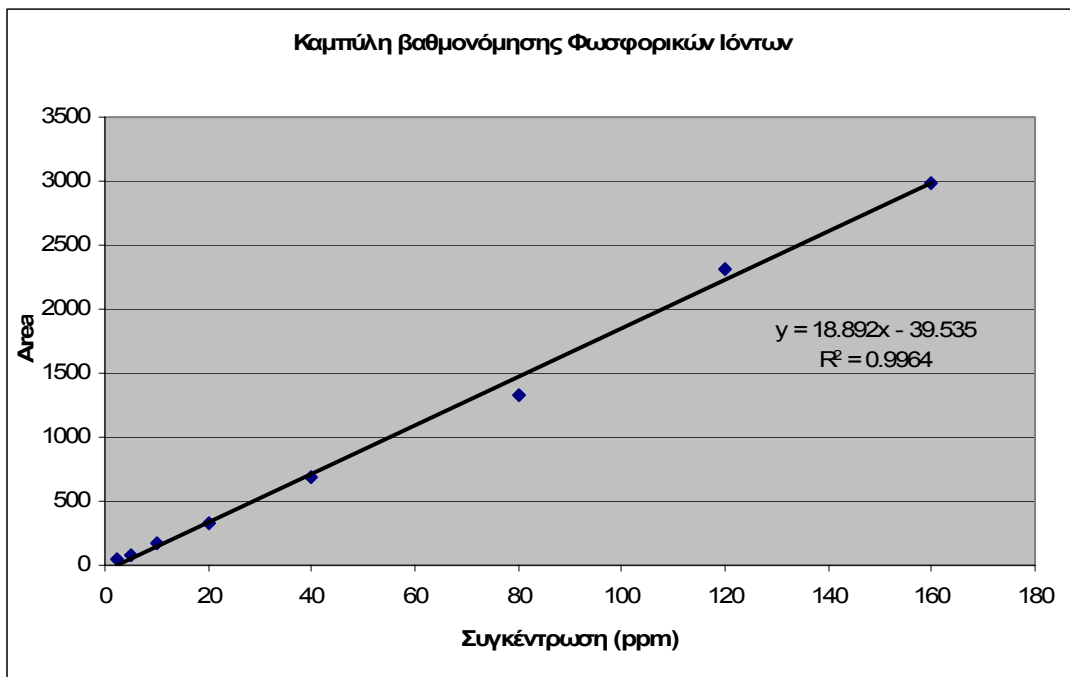
Συγκέντρωση mg/L	Area
2.5	83.165
5	169.13
10	357.04
20	610.44
40	1269.9
80	2747.1
120	4540.4
160	6179.9



Διάγραμμα 10.2.4

Πίνακας 10.2.6

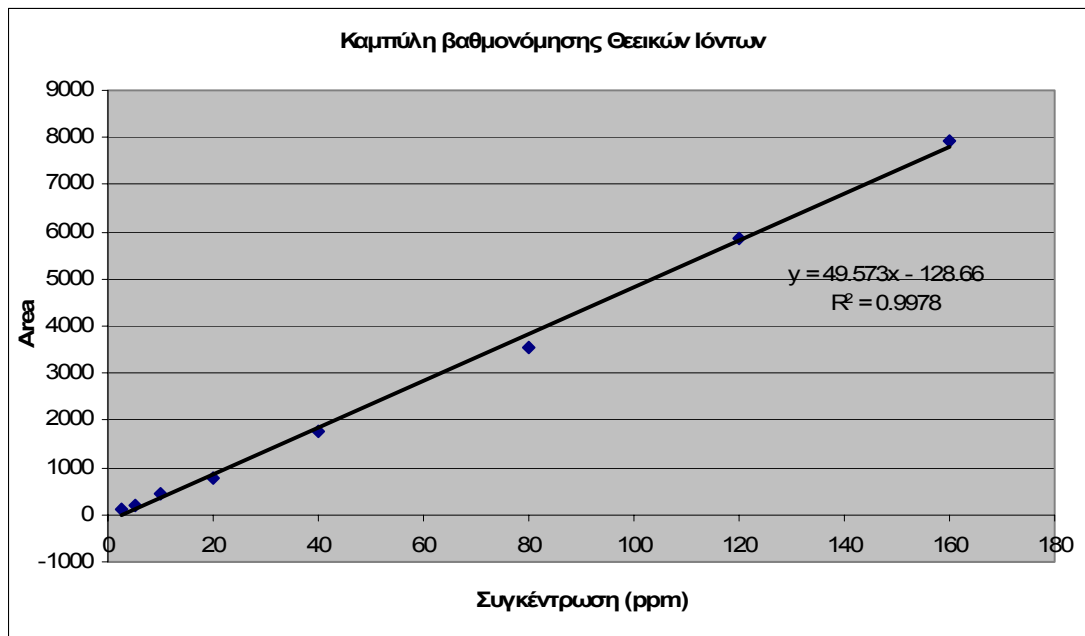
Συγκέντρωση mg/L	Area
2.5	50.181
5	80.867
10	168.76
20	321.32
40	684.15
80	1333.8
120	2318.4
160	2991.4



Διάγραμμα 10.2.5

Πίνακας 10.2.7

Συγκέντρωση mg/L	Area
2.5	103.81
5	206.28
10	427.3
20	791.54
40	1783.5
80	3545.6
120	5874.3
160	7926.6

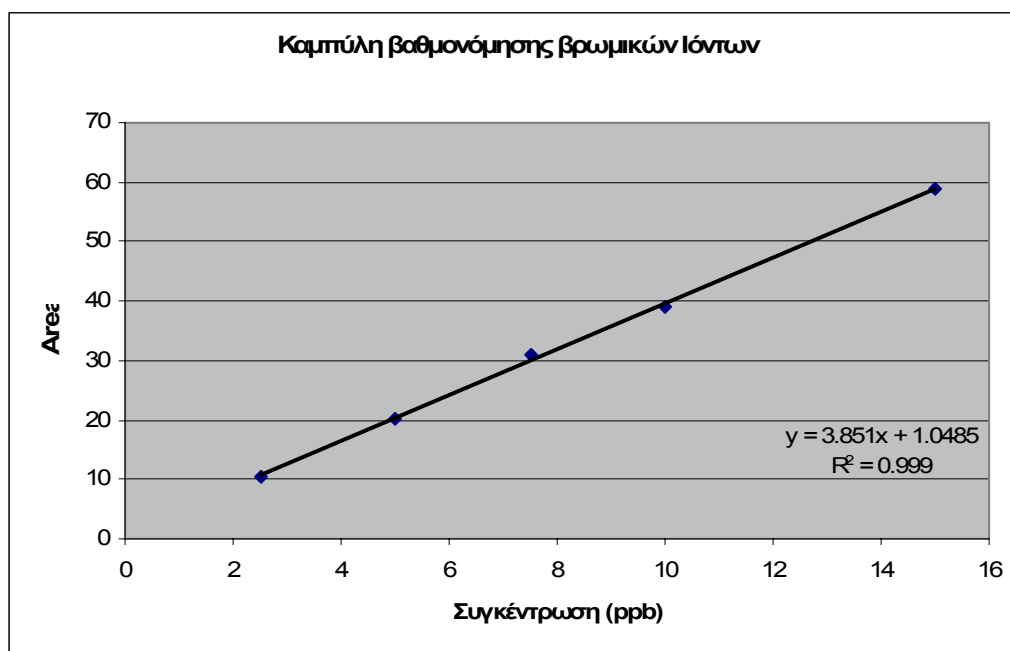


Διάγραμμα 10.2.6

10.3 Πρότυπες Καμπύλες Βαθμονόμησης Ιόντων με τη μέθοδο Anions 8

Πίνακας 10.3.1

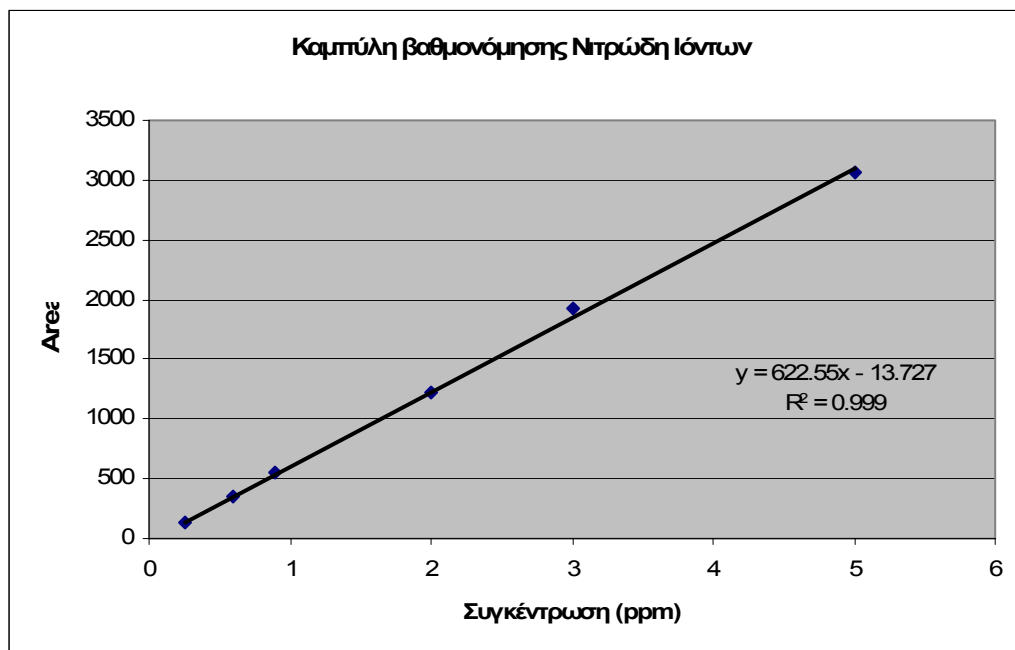
Συγκέντρωση μg/L	Περιοχή
2.5	10.37
5	20.177
7.5	30.939
10	39.064
15	58.732



Διάγραμμα 10.3.1

Πίνακας 10.3.2

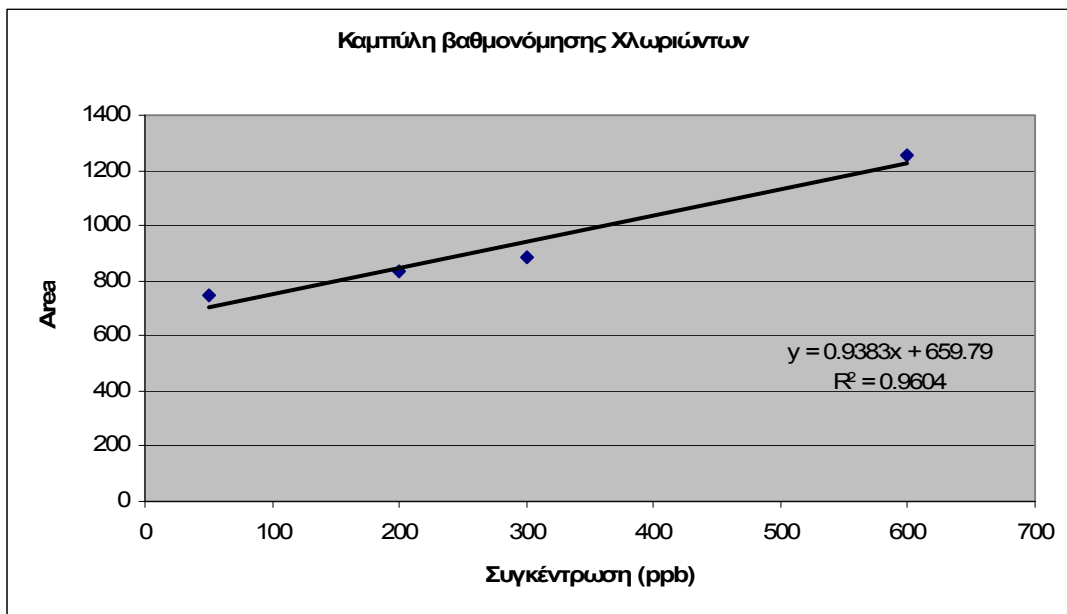
Συγκέντρωση mg/L	Περιοχή
0.25	136.2
0.6	343.38
0.9	546.73
2	1218.7
3	1922.3
5	3065.3



Διάγραμμα 10.3.2

Πίνακας 10.3.3

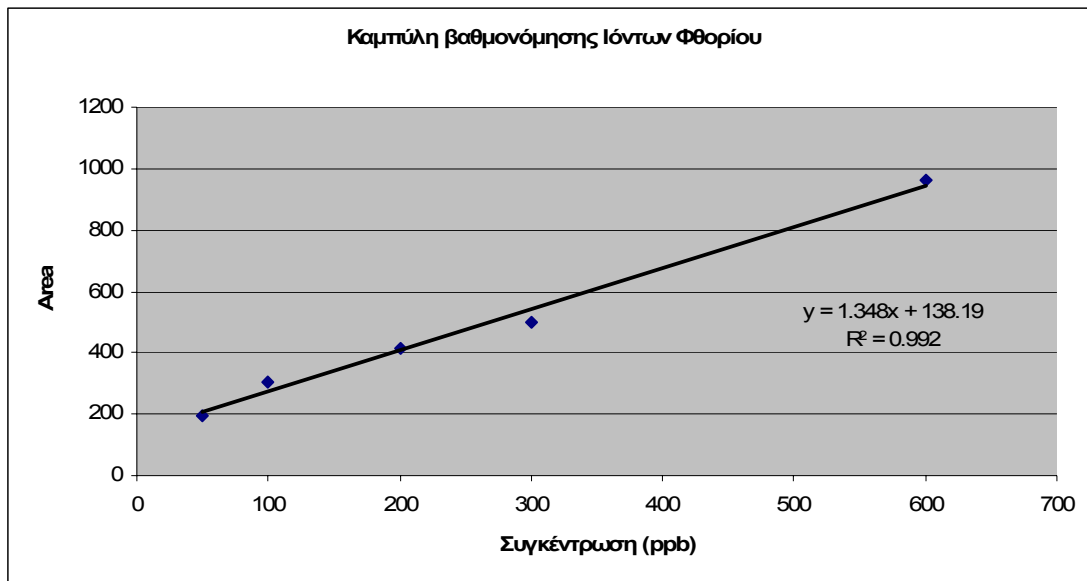
Συγκέντρωση µg/L	Περιοχή
50	748.02
200	832.22
300	885.8
600	1,252



Διάγραμμα 10.3.3

Πίνακας 10.3.4

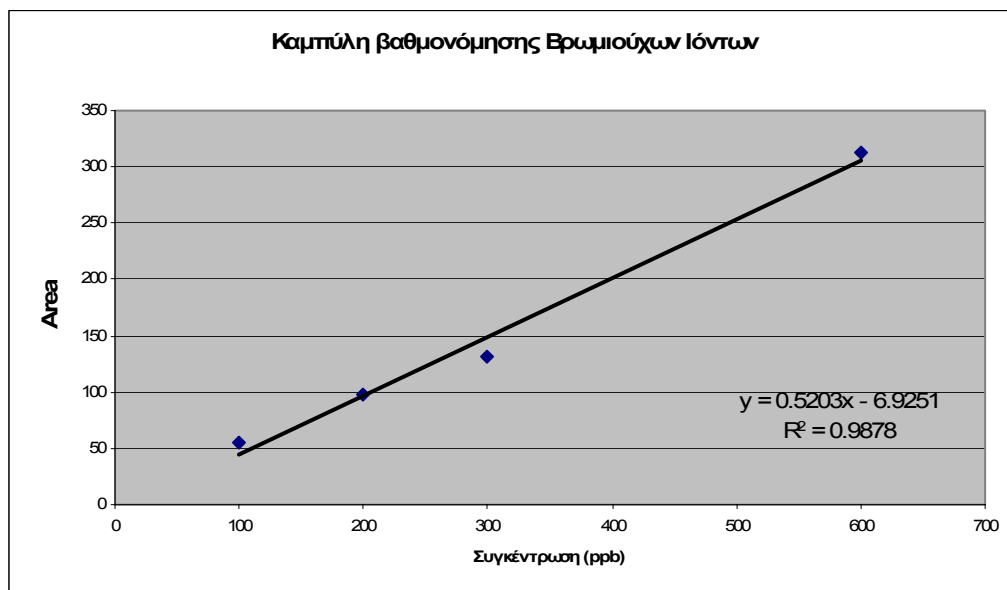
Συγκέντρωση µg/L	Περιοχή
50	195.32
100	301.54
200	416.4
300	502.36
600	960.33



Διάγραμμα 10.3.4

Πίνακας 10.3.5

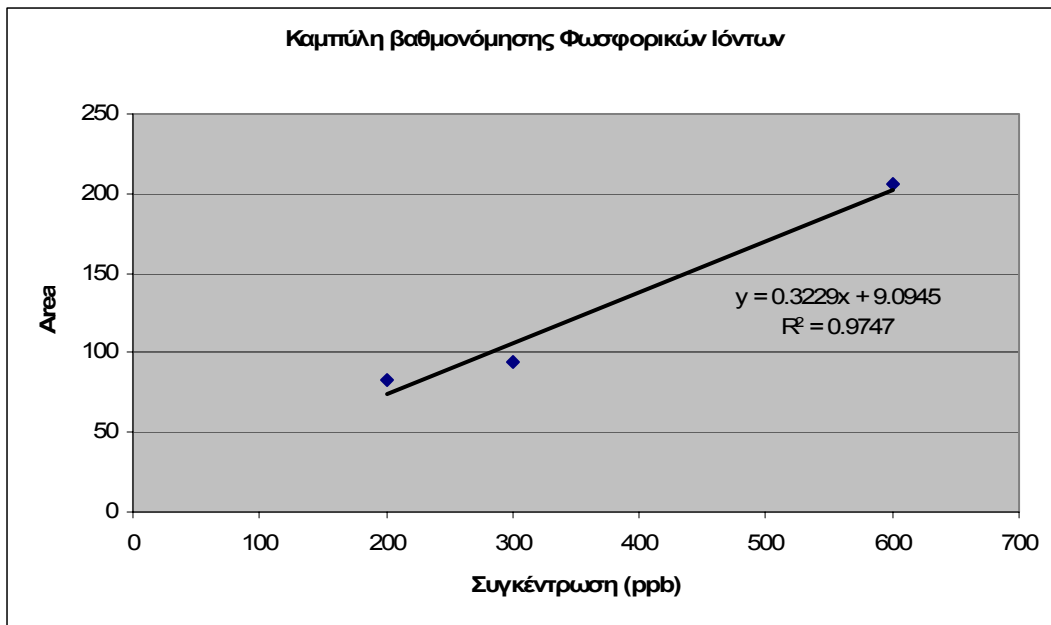
Συγκέντρωση µg/L	Περιοχή
100	54.804
200	98.53
300	131.13
600	312.18



Διάγραμμα 10.3.5

Πίνακας 10.3.6

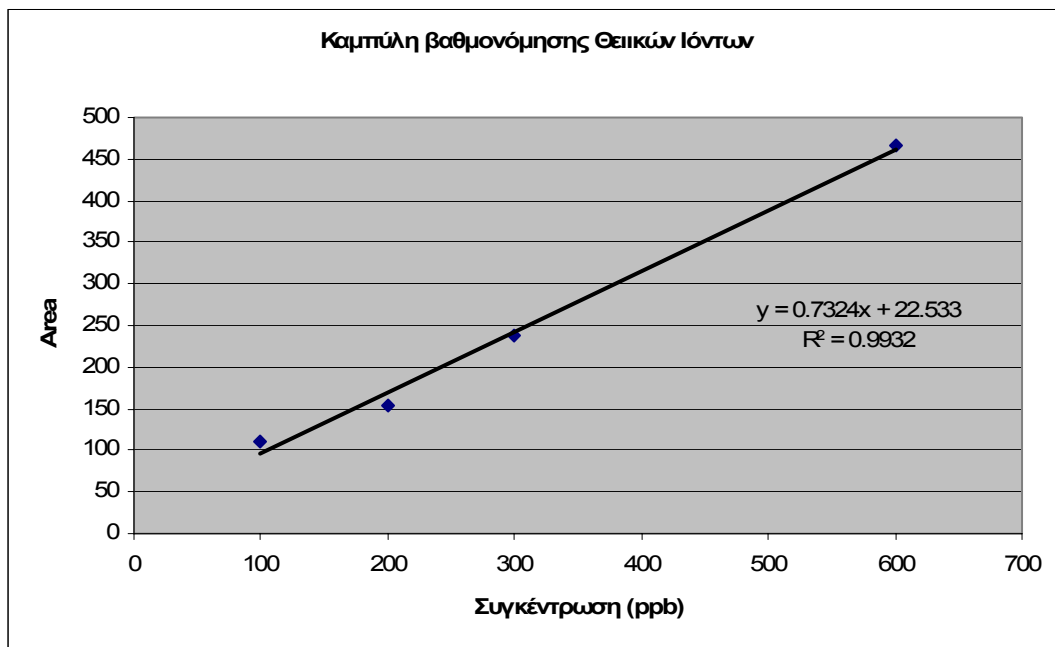
Συγκέντρωση µg/L	Περιοχή
200	82.684
300	93.933
600	205.82



Διάγραμμα 10.3.6

Πίνακας 10.3.7

Συγκέντρωση µg/L	Περιοχή
100	110.61
200	152.79
300	239.16
600	466.46



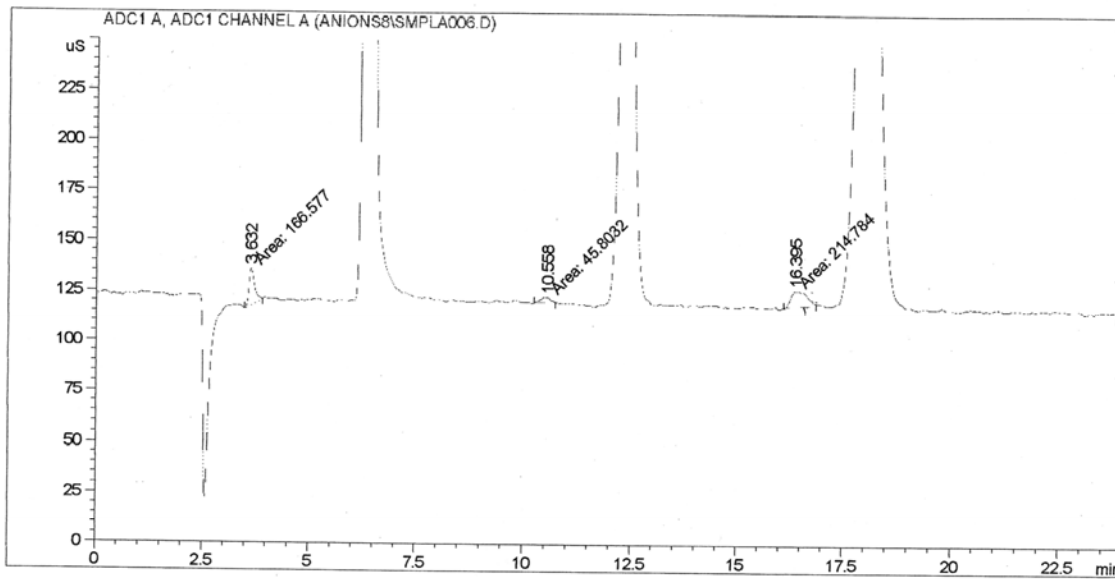
Διάγραμμα 10.3.7

Παρακάτω ακολουθούν ενδεικτικά χρωματογραφήματα για μερικά από τα δείγματα

25 ul loop, 200 range, deigma Sourwti

```

=====
Injection Date   : 17/3/06 10:26:43 AM
Sample Name     : Sourwti
Acq. Operator   : aleka
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\ANIONS8.M
Last changed    : 16/3/06 4:07:59 PM by aleka
F,Cl,Br,NO3,PO4,SO4 (loop 25ul, range10uS)
Vial : 217
    
```



External Standard Report

```

Sorted By           : Retention Time
Calib. Data Modified : 16/3/06 2:51:54 PM
Multiplier          : 1.0000
Dilution            : 1.0000
    
```

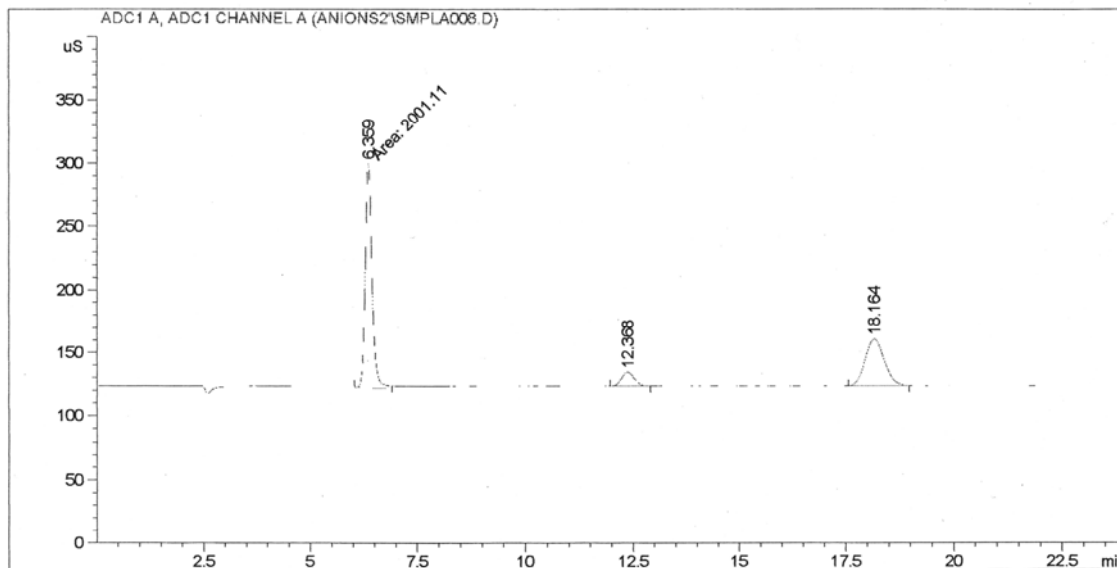
Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

RetTime [min]	Sig	Type	Area [uS*s]	Amt/Area	Amount [ppb]	Grp	Name
3.632	1	MM	166.57724	1.26136e-1	21.01138		fluoride 20,05
6.781	1		-	-	-		chloride
10.558	1	MM	45.80317	2.21258	101.34317		bromide
17.185	1		-	-	-		phosphate P
19.979	1		-	-	-		sulfate

25 ul loop, 200 range, deigma Dikti

```

=====
Injection Date : 15/3/06 12:38:25 PM
Sample Name    : Dikti
Acq. Operator  : aleka
Method         : C:\HPCHEM\2\METHODS\ANIONS2'.M
Last changed   : 8/3/06 2:09:54 PM by aleka
F,Cl,Br,NO3,PO4,SO4 (loop 25ul, range200uS)
=====
    
```



External Standard Report

```

=====
Sorted By      :      Retention Time
Calib. Data Modified : 8/3/06 12:59:11 PM
Multiplier     :      1.0000
Dilution       :      1.0000
=====
    
```

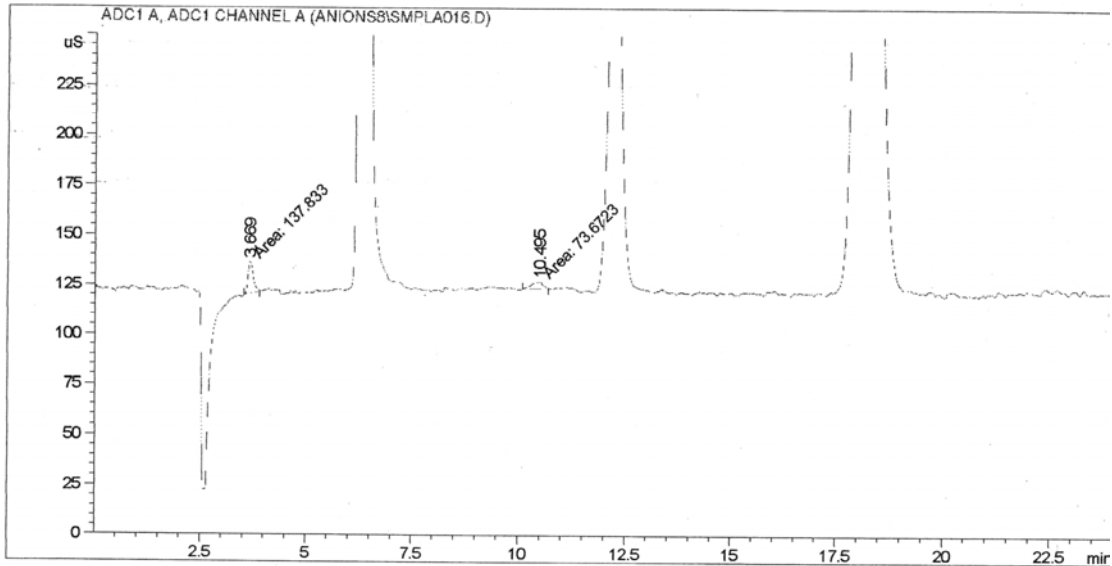
Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

RetTime [min]	Sig	Type	Area [uS*s]	Amt/Area	Amount [ppm]	Grp	Name
3.768	1		-	-	-		Fluoride
6.359	1	MM	2001.10950	1.31435e-2	26.30164		Chloride
11.901	1		-	-	-		Bromide
12.368	1	BBA	228.02989	3.88248e-2	8.85322		Nitrate
17.574	1		-	-	-		Phosphate
18.164	1	BBA	1150.94348	2.24272e-2	25.81240		Sulfate

25 ul loop, 200 range, deigma Dikti

```

=====
Injection Date   : 17/3/06 2:49:33 PM
Sample Name     : Dikti
Acq. Operator   : aleka
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\ANIONS8.M
Last changed    : 16/3/06 4:07:59 PM by aleka
F,Cl,Br,NO3,PO4,S04 (loop 25ul, range10uS)
Vial            : 217
    
```



External Standard Report

```

=====
Sorted By           :      Retention Time
Calib. Data Modified :      16/3/06 2:51:54 PM
Multiplier          :      1.0000
Dilution            :      1.0000
    
```

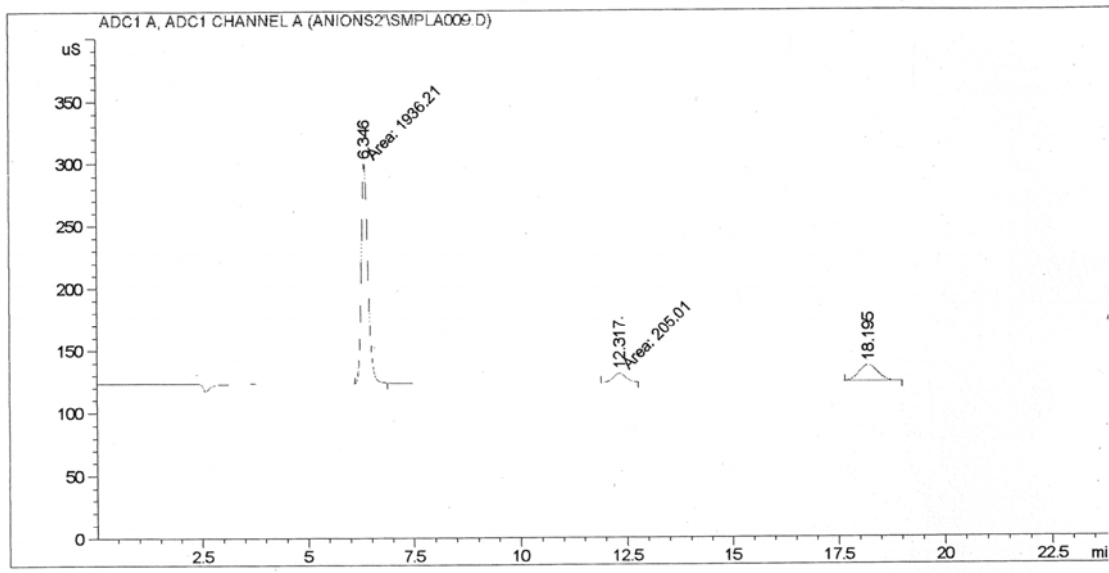
Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

RetTime [min]	Sig	Type	Area [uS*s]	Amt/Area	Amount [ppb]	Grp	Name
3.669	1	MM	137.83260	0.00000	0.00000		fluoride <0,05
6.781	1		-	-	-		chloride
10.495	1	MM	73.67226	2.10268	154.90901		bromide
17.185	1		-	-	-		phosphate <0,2
19.979	1		-	-	-		sulfate

25 ul loop, 200 range, deigma Lyttos

```

=====
Injection Date : 15/3/06 1:04:23 PM
Sample Name    : Lyttos
Acq. Operator  : aleka
Method         : C:\HPCHEM\2\METHODS\ANIONS2'.M
Last changed   : 8/3/06 2:09:54 PM by aleka
F,Cl,Br,NO3,PO4,S04 (loop 25ul, range200uS)
Vial : 217
    
```



External Standard Report

```

Sorted By      : Retention Time
Calib. Data Modified : 8/3/06 12:59:11 PM
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

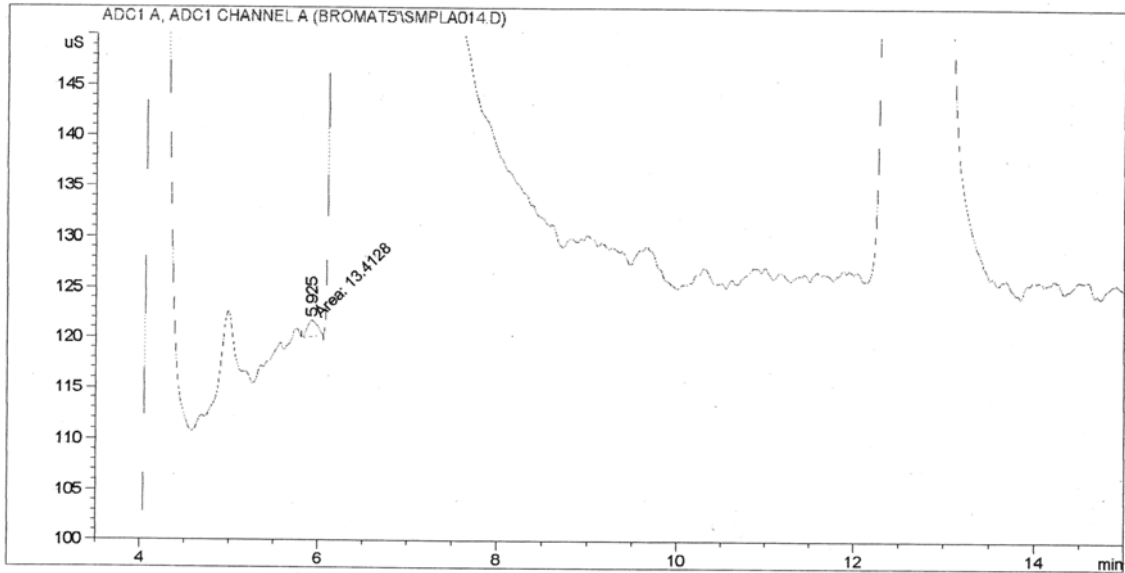
Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

RetTime [min]	Sig	Type	Area [uS*s]	Amt/Area	Amount [ppm]	Grp	Name
3.768	1		-	-	-		Fluoride - <0,05
6.346	1	MM	1936.21460	1.31792e-2	25.51767		Chloride
11.901	1		-	-	-		Bromide - <0,1
12.317	1	MM	205.00986	4.02711e-2	8.25596		Nitrate
17.574	1		-	-	-		Phosphate - <0,2
18.195	1	BBA	409.17575	2.65150e-2	10.84929		Sulfate

500 ul loop, 10 range, Lyttos

```

=====
Injection Date   : 22/3/06 12:37:19 PM
Sample Name     : Lyttos
Acq. Operator   : aleka
Method          : C:\HPCHEM\2\METHODS\BROMAT5'.M
Last changed    : 21/3/06 2:53:15 PM by aleka
bromates(range 10uS, loop500ul)
=====
    
```



External Standard Report

```

=====
Sorted By           :      Retention Time
Calib. Data Modified : 21/3/06 12:25:29 PM
Multiplier          :      1.0000
Dilution            :      1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

RetTime [min]	Sig	Type	Area [uS*s]	Amt/Area	Amount [ppb]	Grp	Name
5.925	1	MM	13.41280	2.39381e-1	3.21077		bromate

Totals : 3.21077

Results obtained with enhanced integrator!