



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ
ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Τμήμα Ηλεκτρολογίας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ
ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΟ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΚΟ
ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ ΗΡΑΚΛΕΙΟΥ

Εισηγήτρια : Γεωργάκη Ειρήνη
Σπουδαστρια : Ιωαννίδου Βαλεντίνη

Ηράκλειο 2012

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	3
Πρόλογος.....	1
Κεφάλαιο 1.....	3
<i>Εισαγωγικά για το νερό.....</i>	3
1.1 Νερό, το κυρίαρχο στοιχείο ζωής	4
1.2 Χημική σύσταση του νερού και ιδιότητες.....	4
1.3 Τρόποι χρήσης του νερού	5
1.4 Το νερό και η οικονομία	6
1.5 Ευρεία κατανάλωση στα όρια αλόγιστης χρήσης του νερού.....	6
1.6 Υποβάθμιση ποιότητας υδάτινων πόρων - Ρύπανση.....	8
1.6.1 Ρύπανση υδάτινων πόρων	8
1.6.2 Πηγές ρύπανσης των νερών.....	10
1.6.3 Επιπτώσεις της ρύπανσης	12
1.6.3.1 Μείωση του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό	12
1.6.3.2 Ευτροφισμός των νερών	13
1.6.3.4 Μόλυνση νερών	13
1.6.3.5 Υφαλμύρυνση υπόγειων νερών	13
1.6.3.6 Υποβάθμιση της ποιότητας του πόσιμου νερού από το υδρευτικό δίκτυο	14
1.6.3.7 Επιπτώσεις στον άνθρωπο	15
1.7 Νομοθετικό πλαίσιο ποιότητας νερού	16
1.7.1 Η εθνική νομοθεσία	17
1.7.2 Η οδηγία-πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2000/60).....	19
1.8 Εμφιαλωμένο νερό.....	21
Κεφάλαιο 2.....	25
<i>Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού</i>	25

2.1 Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης	26
2.2 Παράγοντες ποιότητας πόσιμου νερού	26
2.2.1 Οργανοληπτικοί παράγοντες	26
2.2.2 Φυσικοχημικοί παράγοντες	30
2.2.2 Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες	36
2.2.4 Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες.....	39
2.2.5 Υπολογισμός Δείκτη Κορεσμού (Δείκτη Langelier, (S.I) Saturation Index) 41	
2.3 Παραμέτροι ελέγχου διασφάλισης ποιότητας πόσιμου νερού βάση Υγειονομικής Διάταξης.....	42

Κεφάλαιο 3.....43

Έλεγχος Ποιότητας Νερού -Υλικά και Μέθοδοι

.....43

3.1 Χώρος Δειγματοληψίας – Χρονικό Πλαίσιο - Παράμετροι Ανάλυσης.....	44
3.2 Διαδικασία μέτρησης παραμέτρων ανάλυσης.....	45
3.2.1 Μέτρηση pH.....	45
3.2.2 Μέτρηση αγωγιμότητας.....	46
3.2.3 Μέτρηση θερμοκρασίας	46
3.2.4 Μέτρηση ολικής σκληρότητας (Ο.Σ)	46
3.2.5 Μέτρηση ανθρακικής σκληρότητας (Α.Σ)	46
3.2.6 Προσδιορισμός Ca^{+2}	47
3.2.7 Προσδιορισμός Mg^{+2}	47
3.2.8 Υπολογισμός Δείκτη κορεσμού, S.I	47

Κεφάλαιο 4.....50

Αποτελέσματα Αναλύσεων Νερού Δικτύου

Ηρακλείου- Συμπεράσματα50

4.1 Καταγραφή αποτελεσμάτων ανά παράμετρο ανάλυσης βάση μηνιαίας διακύμανσης - Συμπεράσματα	51
4.1.1 Αγωγιμότητα - T.D.S	51
4.1.2 Θερμοκρασία.....	58

4.1.3 pH.....	64
4.1.4 Ολική Σκληρότητα	70
4.1.5 Αλκαλικότητα.....	75
4.1.6 Ασβέστιο (Calcium, Ca) - Μαγνήσιο (Magnesium, Mg)	81
4.1.7 Δείκτης Κορεσμού, SI.....	90
4.2 Καταγραφή αποτελεσμάτων ανά παράμετρο ανάλυσης βάση διαφοροποίησης ανά περιοχή - Συμπεράσματα	97
4.2.1 ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ - TDS.....	97
4.2.2 pH.....	103
4.2.3 Ολική σκληρότητα - Ασβέστιο (Calcium,Ca)- Μαγνήσιο (Magnesium, Mg)	110
4.2.4 Δείκτης κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index)	118
Κεφάλαιο 5.....	126
Συγκεντρωτικά Συμπεράσματα - Επίλογος....	126
5. 1 Εκτίμηση ποιότητας νερού δικτύου.....	127
5.2 Ενέργειες για την εξασφάλιση του ελέγχου ποιότητας νερού.....	131
5.3 Μεσοπρόθεσμες - μακροπρόθεσμες ενέργειες για την διασφάλιση ποιότητας νερού	132
Βιβλιογραφία	133
Παράρτημα Α	134
Παράρτημα Β.....	136

Πρόλογος

Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε μελέτη των βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο πολεοδομικό συγκρότημα του Ηρακλείου. Συλλέχθηκε ικανοποιητικός αριθμός δειγμάτων από όλες τις περιοχές του Δήμου Ηρακλείου και έγινε καταγραφή των παραμέτρων ποιότητας του πόσιμου νερού (pH, ειδικής αγωγιμότητας, αλκαλικότητας, σκληρότητας, μέτρησης ασβεστίου, μαγνησίου, δείκτης κορεσμού, T.D.S.). Στα πλαίσια της μελέτης αυτής στόχος ήταν η εκπαίδευση πάνω σε θέματα περιβαλλοντικής τεχνολογίας και ποιότητας νερού καθώς και εξοικείωση με τον εργαστηριακό έλεγχο των παραμέτρων ποιότητας νερού ανθρώπινης κατανάλωσης.

Από τις αναλύσεις που έγιναν σε 10 δείγματα νερού δικτύου από 10 περιοχές εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου συμπεράναμε ότι οι τιμές του pH, θερμοκρασίας, αγωγιμότητας, της σκληρότητας της αλκαλικότητας, του ασβεστίου και μαγνησίου είναι πρακτικά σταθερές για το χρονικό πλαίσιο μελέτης σε όλες τις περιοχές του δικτύου που εξετάστηκαν. Σε γενικές γραμμές οι τιμές δεν παραβιάζουν το νομοθετικό πλαίσιο, ανήκουν έτσι στα επιτρεπτά όρια για ανθρώπινη κατανάλωση. Ανα περιοχή όμως παρατηρούνται αρκετές διακυμάνσεις των τιμών των παραμέτρων ανάλυσης, με κάποιες περιοχές να παρουσιάζουν νερά που μπορούν να χαρακτηριστούν ακατάλληλα για πόση, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας τους σε άλατα. Το γεγονός αυτό των διακυμάνσεων ανα περιοχή οφείλεται στο ότι η κάθε περιοχή υδρεύεται από διαφορετική πηγή (ή και ανάμειξη διαφορετικών πηγών) η οποία και καθορίζει και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού όπου αυτό καταλήγει.

Παρόλο που οι τιμές των μετρήσεων για τον έλεγχο της ολικής σκληρότητας ($21.6 D^0 - 32.4 D^0$) δεν φάνηκε να ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια, $18D^0 - 90D^0$, οι μετρήσεις έδειξαν πως πρόκειται για νερό υψηλής ανθρακικής σκληρότητας, ένδειξη υψηλής περιεκτικότητας σε όξινα ανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου τα οποία μάλιστα (ασβέστιο και μαγνήσιο) ξεπερνούν σε πολλές περιοχές τις ιδεώδεις τιμές.

Ο υπολογισμός του Δείκτη Κορεσμού, SI, για λίγες περιοχές παρουσίασε αρνητικές τιμές, κατατάσσοντας το νερό σε αυτές σε ήπια διαβρωτικό. Πιθανός λόγος εμφάνισης διαβρωτικού χαρακτήρα είναι η υπεράντληση νερού των πηγών γεώτρησης, με αποτέλεσμα την εισχώρηση θαλασσινού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα, τρέποντας το νερό στις περιοχές υδρευσης σε ήπια υφάλμυρο. Αξίζει να τονιστεί ότι η δειγματοληψία έγινε τους μήνες καλοκαιριού-τουριστικούς, όπου η ζήτηση σε νερό ήταν σαφώς μεγαλύτερη.

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα ελέγχου ποιότητας νερού στο δίκτυο Ηρακλείου έδειξαν ότι σε μερικές περιοχές, όπως αυτή του ΤΕΙ, το νερό κρίνεται ικανοποιητικά καλό, κατάλληλο για πόση, ενώ σε άλλες, όπως για παράδειγμα αυτό που καταλήγει στην περιοχή Καλιθέας δημιουργεί πολλά προβλήματα κατά την χρήση του.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγικά για το νερό

1.1 Νερό, το κυρίαρχο στοιχείο ζωής

Το όνομα νερό προέρχεται από τη βυζαντινή φράση *νεαρόν ύδωρ* το οποίο σήμαινε *τρεχούμενο νερό* (που μόλις βγήκε από την πηγή). “*Το νερό είναι η αρχή όλων*”, δίδαξε ο Θαλής. Ο Αριστοτέλης το θεωρούσε μια από τις τέσσερις πρωταρχικές ουσίες της φύσης. Αέρας, γη, φωτιά, νερό. Χιλιάδες ζωγράφοι αποθανάτισαν το νερό σε όλες τις μορφές του και σε όλη τη διάρκεια της γνωστής ιστορίας της ανθρωπότητας το νερό έπαιξε σημαντικό ρόλο στη πρόοδο και στον πολιτισμό. Το νερό μέχρι το 18ο αιώνα θεωρείτο στοιχείο. Πρώτος ο πατέρας της νεότερης χημείας, Λαβουαζιέ, απέδειξε ότι είναι ένωση του υδρογόνου και του οξυγόνου.

Η αξία του νερού για την ύπαρξη ζωής στον πλανήτη είναι ανυπολόγιστη. Περίπου το 70% της επιφάνειας της γης καλύπτεται με νερό. Το νερό αποτελεί το 60%-70% του βάρους των ζωικών οργανισμών, όπως και του ανθρώπου. Όλα τα ζώα και όλα τα φυτά χωρίς τροφή μπορούν να ζήσουν αρκετό χρονικό διάστημα, χωρίς νερό όμως πεθαίνουν γρήγορα. Η ύπαρξη καλής ποιότητας νερού είναι προϋπόθεση για την επιβίωση του ανθρώπινου είδους, αλλά και του περιβάλλοντος (Παππά Γεωργία, 2001) .

1.2 Χημική σύσταση του νερού και ιδιότητες

Κάθε μόριο νερού περιέχει δυο άτομα υδρογόνου και ένα άτομο οξυγόνου. Έτσι ο χημικός τύπος του νερού είναι H_2O και η σχετική αναλογία βάρους του υδρογόνου και του οξυγόνου είναι 2.016 : 16.000. Οι χημικές ιδιότητες του νερού και ιδιαίτερα η διαλυτική του ικανότητα είναι πολύ σημαντικές για το οικοσύστημα. Πολλά χημικά στοιχεία και χημικές ενώσεις διαλύονται στο νερό και ορισμένες από αυτές μεταφέρονται με την επίγεια και υπόγεια κίνηση του νερού σε διάφορα σημεία της επιφάνειας της γης. Με παρόμοιο τρόπο οι θρεπτικές ουσίες διαλυμένες μέσα στο νερό διέρχονται στις ρίζες και μεταφέρονται στα φυτά. Μια ακόμη ιδιαίτερα σημαντική ιδιότητα του νερού είναι η μεγιστοποίηση της πυκνότητας του στους 4°C. Η μείωση της θερμοκρασίας του νερού μέχρι τους 4°C προκαλεί αύξηση της πυκνότητας και του βάρους του. Η ιδιορρυθμία της πυκνότητας του νερού είναι επίσης και η αιτία της αποσάθρωσης των βράχων. Το νερό που εισέρχεται στις ρωγμές των βράχων στερεοποιείται κατά τη διάρκεια του χειμώνα και προκαλεί την αποσάθρωσή τους. Ακόμα, το σπάσιμο των σωλήνων διανομής του νερού κατά το χειμώνα οφείλεται στην αύξηση του όγκου του νερού κατά τη μετάβαση από την υγρή στη στερεή κατάσταση (Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης, 2005).

Τα βαρύτερα στρώματα νερού βυθίζονται, προκαλώντας ανάμειξη των επιφανειακών στρωμάτων με τα βαθύτερα και εξισώνοντας έτσι τη θερμοκρασία στο σύνολο του όγκου μιας υδάτινης λεκάνης. Κάτω από τους 4°C η πυκνότητα του νερού μειώνεται (η πυκνότητα του νερού στην υγρή του μορφή είναι 0,99987 g/cm³, ενώ στη στερεή μορφή - πάγος - είναι 0,9164 g/cm³) με αποτέλεσμα μεγάλοι όγκοι νερού να μην παγώνουν ολοσχερώς, όταν η θερμοκρασία είναι ίση με μηδέν ή μικρότερη, αλλά μόνο επιφανειακά. Εξαιτίας του ότι ο πάγος έχει μικρότερη πυκνότητα από το νερό, αυτός επιπλέει. Αν το νερό δεν παρουσίαζε την παραπάνω ιδιαιτερότητα, τα παγωμένα στρώματα της επιφάνειας θα βυθίζονταν και τα νέα επιφανειακά στρώματα θα πάγωναν και θα βυθίζονταν επίσης. Αν αυτό συνέβαινε όλη η υδάτινη έκταση θα αποτελούσε ένα συμπαγές στρώμα πάγου όπου καμιά μορφή ζωής δεν θα μπορούσε να επιβιώσει (Χ. Μακρόπουλος, Δ. Κουτσογιάννης, 2005).

1.3 Τρόποι χρήσης του νερού

Η έννοια της χρήσης και διαχείρισης του νερού, έχει να κάνει με την ορθολογική κατανομή του στις διάφορες χρήσεις με βάση την ποσότητα, την ποιότητα και τις υπάρχουσες ανάγκες, οι οποίες όμως συνεχώς μεταβάλλονται. Στις βασικές χρήσεις νερού πέρα από αυτή της ανθρώπινης επιβίωσης (πόσιμο νερό) αναφέρονται οι ακόλουθες:

Γεωργία

Κύρια γεωργική χρήση είναι η άρδευση. Η άρδευση αποτελεί τη λύση σε όλα τα προβλήματα της καλλιέργειας της γης.

Βιομηχανία

Η βιομηχανία χρησιμοποιεί το νερό σαν κύρια ύλη στην παραγωγή αγαθών. Μόνο ένα μικρό μέρος καταναλώνεται, ενώ το υπόλοιπο χρησιμοποιείται σα μέσο για άλλες διαδικασίες.

Υδροηλεκτρικές Εγκαταστάσεις

Μεγάλη χρήση του νερού γίνεται στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από γεννήτριες που λειτουργούν με την ορμή του. Η ενέργεια του νερού που κινείται από ένα υψηλότερο μέρος (όπως φράγμα) μετατρέπεται σε ηλεκτρική.

Αλιεύματα και Είδη Άγριας Ζωής

Η ποιότητα και η ποσότητα του νερού παίζει σημαντικό ρόλο στα αλιεύματα και στα άγρια ζώα. Ο τρόπος που μεταχειριζόμαστε το νερό επηρεάζει τη ζωή τόσο των

ψαριών όσο και των ζώων που κατοικούν γύρω από αυτό, με κίνδυνο πολλές φορές την εξαφάνισή τους.

Ψυχαγωγία

Το νερό προσφέρει τη δυνατότητα για πολλές ψυχαγωγικές δραστηριότητες όπως ψάρεμα, σκι, ιστιοπλοΐα, κολύμπι.

1.4 Το νερό και η οικονομία

Το νερό αποτελεί πλέον οικονομικό αλλά και κοινωνικό αγαθό, που απαιτεί έντονη κρατική παρέμβαση ώστε να επιτευχθεί η ορθολογική του χρήση. Η παραγωγή νερού απαιτεί επενδύσεις που διακρίνονται σε: Επενδύσεις Ύδρευσης, Άρδευσης και Λοιπών οικονομικών δραστηριοτήτων. Το κόστος κατασκευής ενός έργου αξιοποίησης υδάτινων πόρων διακρίνεται σε αρχικό και λειτουργικό κόστος. Στην Ελλάδα το κόστος αυτό αναλαμβάνεται κυρίως από το κράτος, τους οργανισμούς τοπικής αυτοδιοίκησης και δευτερευόντως από ιδιώτες.

Οι επενδύσεις σε τέτοια έργα προσέφεραν πολλά οφέλη στη χώρα μας, όπως:

- Αύξηση του ρυθμού οικονομικής ανάπτυξης και βελτίωση βιοτικού επιπέδου.
- Αύξηση απασχόλησης και Εθνικού εισοδήματος.
- Μείωση κόστους παραγωγής και βελτίωση ανταγωνιστικότητας εγχώριων προϊόντων.
- Αύξηση δημοσίων εσόδων και εξαγωγών ελληνικών προϊόντων και υπηρεσιών.

1.5 Ευρεία κατανάλωση στα όρια αλόγιστης χρήσης του νερού

Οι άνθρωποι καταναλώνουν περισσότερο νερό από αυτό που χρειάζονται για την επιβίωσή τους. Αυτός είναι ο λόγος που ο ΟΗΕ καθιέρωσε την 22η Μαρτίου ως Παγκόσμια Ημέρα του νερού. Σε ότι αφορά την χώρα μας, το βασικό πρόβλημα με το νερό αφορά την έλλειψη διαχειριστικών πρακτικών και την υπερκατανάλωση η οποία οφείλεται στην ανυπαρξία ορθολογικής χρήσης. Εκτιμάται πως η μέση ημερήσια κατανάλωση νερού ανά άτομο ανέρχεται στα 1.451, όταν με την χρήση αποτελεσματικών πρακτικών και την αλλαγή τεχνολογιών μέσα στις κατοικίες θα μπορούσε να μειωθεί στα 501.

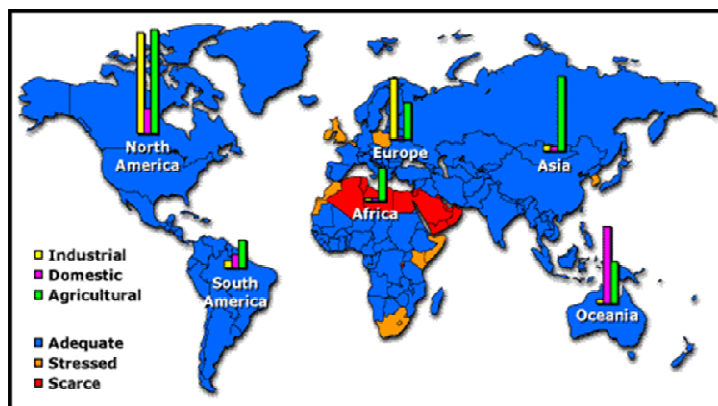
Ο μεγάλος όγκος της κατανάλωσης στην Ελλάδα προέρχεται, βέβαια, από τη γεωργία (απορροφά το 80% του συνόλου), και τις υδροβόρες καλλιέργειες της. Επίσης, ο τουρισμός, χαρακτηρίζεται από μη βιώσιμες και ορθές πρακτικές, γεγονός που επιβαρύνει περισσότερο ήδη ευάλωτες περιοχές, όπως τα νησιά, που υποφέρουν από περιορισμένη διαθεσιμότητα υδατικών πόρων. Οι απώλειες, λόγω της παλαιότητας των δικτύων ανέρχονται έως και το 50% .

Οι κλιματικές αλλαγές με την αυξανόμενη ξηρασία και η πίεση που ασκείται στους υδατικούς πόρους δημιουργούν αυξημένες προκλήσεις στην ανάπτυξη και χρήση εναλλακτικών πόρων. Ως μη συμβατικοί υδατικοί πόροι αναφέρονται συνήθως το αφαλατωμένο νερό, οι εκροές των επεξεργασμένων αστικών υγρών αποβλήτων, τα υφάλμυρα νερά και τα νερά στράγγισης. Στη χρήση αυτών των πόρων θεωρείται αναγκαίο να προσφύγουμε προκειμένου να αντιμετωπιστούν αποτελεσματικά οι επαπειλούμενες ξηρασίες (Σαμιός, Σ, 2001).

Η αλόγιστη χρήση του νερού έχει ως αποτέλεσμα την εντυπωσιακή μείωση του νερού πάνω στη Γη. Παραδείγματα προβλημάτων έλλειψης νερού σε παγκόσμιο επίπεδο μπορούν να φανούν ανα ήπειρο στην Εικόνα 1.1. Το 25% του πληθυσμού της Γης , 1,5 δισεκατομμύρια άνθρωποι, δεν έχουν πόσιμο νερό. Το 80% των ασθενειών που παρουσιάζει ο πληθυσμός αυτός οφείλεται στην έλλειψη νερού. Σε παγκόσμια κλίμακα στα 75% του νερού χρησιμοποιείται για γεωργική χρήση. Υπάρχει σοβαρή έλλειψη νερού για άρδευση πολλές περιοχές της Γης (Αραβική χερσόνησος, Νότιο-ανατολική Αφρική, σε περιοχές των Ινδίων και Αμερικής και αλλού). Υπολογίζεται πως σήμερα οι 4 στους 10 κατοίκους της Γης (2,8 δισεκατομμύρια) αντιμετωπίζουν καθημερινά δυσεπίλυτα προβλήματα διαθεσιμότητας και ποιότητας νερού, την ίδια ώρα που οι διάφορες επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής περιορίζουν τα απόθέματα των υδάτινων πόρων.

Μολονότι, δε, έχουν υιοθετηθεί ποικίλες πολιτικές για την εξοικονόμηση και την ποιοτική αναβάθμιση των υδάτινων πόρων, η κατάσταση, που καταγράφεται, παραμένει ζοφερή με το καθαρό νερό να εξελίσσεται σε είδος πολυτελείας και να προβλέπεται να καταστεί ακόμη σπανιότερο λόγω της κλιματικής αλλαγής, ιδιαίτερα σε ευάλωτες περιοχές όπως η μεσογειακή λεκάνη.

Κατανάλωση νερού σε παγκόσμια κλίμακα



Εικόνα 1.1 Χάρτης παγκόσμιας κατανάλωσης νερού.

Στην Κίνα η παραγωγή του σιταριού μειώθηκε κατά 45% λόγω έλλειψης νερού και η στάθμη του υδροφόρου ορίζοντα κατεβαίνει 2,5 - 3 μέτρα κάθε έτος. Στη Βόρεια Αμερική η ρύπανση των Μεγάλων Λιμνών έχει φτάσει σε τέτοιο βαθμό, ώστε να θεωρούνται βιολογικά νεκρές. Ανάλογα και στη λίμνη Βαϊκάλη της πρώην Σοβιετικής Ένωσης. Στην Αλάσκα στην περιοχή Valdez και στον Περσικό κόλπο έχουμε παραδείγματα θαλάσσιας ρύπανσης. Στον ποταμό Αξιό, όπου το 70% της λεκάνης του βρίσκεται στα Σκόπια, οι γείτονές μας εκτελούν έργα προς εκμετάλλευση του που παραμένουν άγνωστα. Στην περίπτωση του Νέστου μεγάλο μέρος της ροής του παρακρατείται από τους Βούλγαρους και προβλέπεται η παραχώρηση 35 τ.χλμ ελληνικής γης, ως ελεύθερη ζώνη, με αντάλλαγμα την παροχή νερού για άρδευση. Στο Θεσσαλικό κάμπο παρουσιάζονται προβλήματα άρδευσης από τη συνεχή υποβάθμιση των υπόγειων υδάτων.

1.6 Υποβάθμιση ποιότητας υδάτινων πόρων - Ρύπανση

1.6.1 Ρύπανση υδάτινων πόρων

Ρύπανση υδάτινων πόρων ονομάζεται οποιαδήποτε μεταβολή των φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων του νερού, λόγω της παρουσίας σε αυτό ουσιών σε ποσότητα που υπερβαίνει τα φυσιολογικά όρια και οδηγεί στη γενικότερη υποβάθμιση της ποιότητάς του. Η μεταβολή αυτή μπορεί να έχει αρνητικές επιπτώσεις στον άνθρωπο, σε άλλους ζωικούς ή φυτικούς οργανισμούς, και γενικότερα να διαταράξει την ισορροπία των οικοσυστημάτων, σε μικρή ή μεγάλη γεωγραφική κλίμακα. Οι ρύποι διαλύονται στο νερό, επιπλέουν ή κατακάθονται στον

πυθμένα και προέρχονται κυρίως από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, όπως η υπεράντληση (Χριστούλας Δ. 1991) .

Οι περισσότερες περιπτώσεις ρύπανσης αναπτύχθηκαν βαθμιαία μέχρις ότου έγιναν φανερές και μετρήσιμες. Χρειάστηκε πολύς χρόνος μέχρι να φτάσει ο άνθρωπος στην αναγνώριση των προβλημάτων ρύπανσης και ακόμα περισσότερος για να γίνουν οι απαραίτητες μετρήσεις και οι έλεγχοι. Στα μέσα του εικοστού αιώνα και ταυτόχρονα με τη μεγάλη βιομηχανική ανάπτυξη, εμφανίστηκε στα μεγάλα ποτάμια της Ευρώπης και Β. Αμερικής, το πρόβλημα της σοβαρής εποχιακής μείωσης του οξυγόνου, το οποίο οφειλόταν στην υπερφόρτωση των ποταμών με απόικοδομούμενα οργανικά λύματα αστικής και βιομηχανικής προέλευσης. Το γεγονός αυτό προκάλεσε γενική υποβάθμιση της ποιότητας των νερών τους. Το πρόβλημα αυτό ακολούθησαν και άλλα διαφορετικής μορφής, έκτασης και έντασης ποιοτικά προβλήματα όπως ο ευτροφισμός, η συσσώρευση βαρέων μετάλλων και οργανικών μικρορύπων, η οξίνιση και τέλος αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών .

Το πόσιμο νερό είναι και θα έπρεπε να είναι το καλύτερα ελεγχόμενο μέσο διατροφής. Η νομοθεσία προσδιορίζει τις συγκεντρώσεις διαφόρων ουσιών, που επιτρέπεται να υπάρχουν μέσα στο πόσιμο νερό, ώστε να ανταποκρίνεται στις υψηλές ποιοτικές προδιαγραφές, που απαιτούνται σε σχέση με το σημαντικό για τη ζωή μας αγαθό. Η τεχνολογία που διατίθεται σε αρκετές χώρες είναι σε θέση να ανιχνεύει στο νερό ιχνοστοιχεία, που βρίσκονται σε συγκεντρώσεις του δισεκατομμυριοστού του γραμμαρίου ανά λίτρο.

Αν και τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει σημαντικές προσπάθειες, περίπου 1200 χημικά είδη, που περιέχουν 230 δραστικές ουσίες κυκλοφορούν στο εμπόριο και χρησιμοποιούνται στις καλλιέργειες ως φυτοφάρμακα, λιπάσματα ή ζιζανιοκτόνα. Πολλά από τα φυτοφάρμακα είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στο χρόνο και γι' αυτό εξαιρετικά επικίνδυνα, όταν καταλήγουν στο νερό. Το όριο που έχει υιοθετηθεί για την περιεκτικότητα σε φυτοφάρμακα είναι 0,5 μικρογραμμάρια (εκατομμυριοστό του γραμμαρίου) ανά λίτρο συνολικά, και ειδικά για ορισμένα όργανο-χημικά (τα ίδια ή τα προϊόντα αποικοδόμησης τους είναι ιδιαίτερα τοξικά) το όριο είναι το 0,1 μικρογραμμάρια ανά λίτρο.

Η νομοθεσία ορίζει, επίσης ότι το πόσιμο νερό δεν πρέπει να περιέχει περισσότερα από 50 milligram (χιλιοστά του γραμμαρίου) ανά λίτρο νιτρικών. Οι νιτρικές ενώσεις στα νερά προέρχονται, συνήθως, από τη χρήση λιπασμάτων και την απόρριψη λυμάτων και ιλύος. Οι νιτρικές ενώσεις είναι ουσίες, που υπάρχουν στη φύση, αλλά αυτό, που προκαλεί ανησυχία είναι οι ουσίες, στις οποίες μετασχηματίζονται: τα νιτρώδη και οι νιτροζαμίνες. Η μακροχρόνια κατανάλωση αυτών των ουσιών μέσω της τροφικής αλυσίδας μπορεί να προκαλέσει σοβαρά προβλήματα στην ανθρώπινη υγεία.

1.6.2 Πηγές ρύπανσης των νερών

Η ποιοτική υποβάθμιση των επιφανειακών και των υπόγειων νερών, είναι αποτέλεσμα ανθρωπογενών επιδράσεων και σχετίζεται άμεσα :

- με τη γεωργική δραστηριότητα (λιπάσματα, φυτοφάρμακα, απόβλητα γεωργικών και κτηνοτροφικών εκμεταλλεύσεων κλπ.)
- την οικιστική ανάπτυξη (υγρά και στερεά οικιακά λύματα)
- με τη βιομηχανία (υγρά και στερεά χημικά απόβλητα).

1.6.2.1 Κυριότερες πηγές ρύπανσης των υπογείων νερών

Τα υπόγεια νερά είναι, επίσης, πολύ ευαίσθητα στη ρύπανση και έχουν περιορισμένη ικανότητα αυτοκαθαρισμού. Η κατάληξη αστικών λυμάτων, ξεπλυμάτων εδάφους από εντατική χρήση χημικών λιπασμάτων, αλλά και κτηνοτροφικών αποβλήτων στον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα έχει ως κύριο αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών αλάτων. Εξαιτίας αυτής της ρύπανσης, τα υπόγεια νερά γίνονται επικίνδυνα για τον άνθρωπο και τους ζωικούς οργανισμούς (Αντωνόπουλος, Ζ. 2001).

Η ρύπανση του εδάφους με τοξικές ουσίες ή βιομηχανικά απόβλητα μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων ή άλλων τοξικών ουσιών στα υπόγεια νερά, όπως για παράδειγμα διαπιστώνεται σε περιοχές της Σταυρούπολης (Θεσσαλονίκη), εξαιτίας τοξικών υπολειμμάτων φυτοφαρμάκων από τη βιομηχανία Διάνα. Είναι εξαιρετικά δύσκολο και δαπανηρό να καθαρίσουμε τα υπόγεια νερά από επικίνδυνες και τοξικές ουσίες.

Γεωργικές πηγές

Ένα μέρος της βροχόπτωσης ή του νερού άρδευσης που εφαρμόζεται στα εδάφη διηθείται μέσω του επιφανειακού εδάφους μεταφέροντας στη μάζα του διαλυμένες ουσίες.

Επιπλέον, στοιχεία λιπασμάτων μπορούν να μεταφερθούν και να μετακινηθούν προς το υπόγειο νερό που βρίσκεται κάτω από καλλιεργούμενες εκτάσεις. Το μεγαλύτερο πρόβλημα ρύπανσης των υπογείων νερών είναι η συνεχής αύξηση των νιτρικών ιόντων σε αυτό (νίτρο-ρύπανση). Επειδή τα αζωτούχα λιπάσματα

είναι εκείνα που επιβαρύνουν τα υπόγεια νερά, είναι αναγκαίο, κατά τη χρήση τους να λαμβάνεται μέριμνα ώστε να ελέγχονται οι ποσότητες νιτρικών που προστίθενται στο έδαφος καθώς και ο τρόπος και ο χρόνος εφαρμογής τους. Με τη χρήση κατάλληλων μεθόδων μπορεί να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα της αζωτούχου λίπανσης και να μειωθεί η ποσότητα των νιτρικών που χάνεται από το έδαφος στα υπόγεια νερά (Αντωνόπουλος, Ζ. 2001).

Τα αζωτούχα λιπάσματα είναι πολύ διαλυτά στο νερό και τα νιτρικά ιόντα είναι πολύ ευκίνητα στο έδαφος, σε αντίθεση με τα φωσφορικά ή το κάλιο, τα οποία είναι δυσκίνητα και μπορεί να μετακινηθούν εύκολα μόνο όταν το έδαφος είναι πλούσιο σε οργανική ουσία ή είναι ελαφριάς μηχανικής σύστασης. Εφ' όσον τα νιτρικά είναι ευκίνητα, είναι αντιληπτό ότι εύκολα μπορούν να εκπλυθούν με το νερό και να μεταφερθούν στα κατώτερα στρώματα. Η έκπλυση των νιτρικών από το έδαφος προς τους υπόγειους υδάτινους πόρους προκαλεί τη ρύπανση τους με κίνδυνο να καταστεί το νερό ακατάλληλο για ύδρευση. Σύμφωνα δε με τις σχετικές Οδηγίες της (Ευρωπαϊκής Ένωσης) το πόσιμο νερό δεν πρέπει να έχει νιτρικά περισσότερα από 50 mg/L γιατί αλλιώς θεωρείται ακατάλληλο (Αντωνόπουλος, Ζ. 2001).

Η ποσότητα του νιτρικού αζώτου που χάνεται προς τα υπόγεια ή επιφανειακά νερά εξαρτάται από τις βροχοπτώσεις και την άρδευση, την κλίση του εδάφους, τη μηχανική σύσταση, τη διηθητικότητα, το βαθμό φυτοκάλυψης καθώς και από το σύστημα διαχείρισης των καλλιεργειών.

Οικιακά απόβλητα

Μια σοβαρή πηγή μόλυνσης των υπογείων νερών είναι η υπόγεια διάθεση οικιακών υγρών αποβλήτων στους ατομικούς βόθρους. Τα πιο κοινά συστήματα διάθεσης των οικιακών αποβλήτων είναι ο συνδυασμός των σηπτικών δεξαμενών για την κατακράτηση και το χώνεμα των στερεών και οι απορροφητικοί τάφροι βαθιάς διήθησης (Αντωνόπουλος, Ζ. 2001).

Η ταφή των στερεών αποβλήτων (χωματερές) μπορεί να προκαλέσει ρύπανση με πολύ σοβαρές συνέπειες στο οικοσύστημα λόγω της έκπλυσης που προκαλεί το νερό που διέρχεται από τη μάζα των σκουπιδιών. Το νερό έκπλυσης είναι πλούσιο σε νιτρικά ιόντα, χλωρίοντα, αμμωνιακά ιόντα, σίδηρο, μόλυβδο, χαλκό, νάτριο, αμμωνία και μια ποικιλία οργανικών ουσιών, πολλές από τις οποίες είναι πολύ τοξικοί ρύποι (Αντωνόπουλος, Ζ. 2001).

Βιομηχανικές πηγές

Οι βιομηχανίες παράγουν μεγάλες ποσότητες υγρών αποβλήτων μέσα από τις διαδικασίες παραγωγής, επεξεργασίας και ψύξης. Οι βιομηχανίες χημικών και

παρόμοιων προϊόντων παράγουν απόβλητα αρκετά πιο επικίνδυνα από αυτά των άλλων βιομηχανικών δραστηριοτήτων. Κυριότερο πρόβλημα που δημιουργείται είναι οι αυξημένες συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων στο νερό (Αντωνόπουλος, Ζ. 2001).

Φυσική ρύπανση

Το φυσικό περιβάλλον μέσα από το οποίο κινείται το υπόγειο νερό επηρεάζει την ποιότητά του. Τα νερά έχουν κατά κανόνα περισσότερα ανόργανα στοιχεία από τα επιφανειακά νερά.

Τα υπόγεια νερά δεν περιέχουν συνήθως παθογόνους μικροοργανισμούς λόγω του φιλτραρίσματος που συντελείται στην ακόρεστη ζώνη του εδάφους. Σε ξηρές περιοχές ο εμπλουτισμός των υπογείων νερών με άλατα είναι περιορισμένος. Σε περιοχές με έντονη εξάτμιση λόγω της ανύψωσης του νερού (τριχοειδή φαινόμενα) έχουμε μεγάλη απόθεση αλάτων στην επιφάνεια με αποτέλεσμα την επιτάχυνση της οξειδωσης των πετρωμάτων που με τη σειρά της ευνοεί τη μεταφορά και διάλυση στο νερό ασβεστίου και μαγνησίου. Συνεπώς έχουμε και αύξηση της σκληρότητας. Τέλος, συχνό είναι το φαινόμενο σε παράκτιες περιοχές να έχουμε προβλήματα λόγω της διείσδυσης της θάλασσας στα υπόγεια υδροφόρα στρώματα και της εξάπλωσης του φυσικά παγιδευμένου αλμυρού νερού. Η διαδικασία αυτή επιταχύνεται με τις υπεραντλήσεις στις γεωτρήσεις, και οι συνέπειές της στην ποιότητα του εδάφους για καλλιέργειες μπορεί να είναι πολύ σοβαρές (Αντωνόπουλος, Ζ. 2001).

1.6.3 Επιπτώσεις της ρύπανσης

Οι επιπτώσεις της ρύπανσης μπορεί να έχουν πολλές μορφές και να λαμβάνουν διαφορετική έκταση.

1.6.3.1 Μείωση του οξυγόνου που είναι διαλυμένο στο νερό

Σε αντίθεση με την ατμόσφαιρα, όπου η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι σχεδόν πάντα σταθερή και ανεξάρτητη από τη ρύπανση, τα νερά απειλούνται συχνά με πλήρη ή μερική αποξυγόνωση (αναερόβιες συνθήκες). Όσο αυξάνεται η ρύπανση των νερών, κυρίως, με οργανικές ύλες, και ανεβαίνει η θερμοκρασία τους, τόσο μειώνεται το διαλυμένο οξυγόνο, γιατί καταναλώνεται λόγω της αερόβιας αναπνοής των μικροοργανισμών που κάνουν αποσύνθεση. Όταν, λοιπόν, ρυπαίνονται τα επιφανειακά νερά με απόβλητα που περιέχουν ουσίες, που αποσυντίθενται από μικροοργανισμούς (οργανικές ύλες), εκτός των άλλων "αφαιρείται" από τα νερά και

το οξυγόνο, που είναι απαραίτητο για την επιβίωση των φυτικών και ζωικών υδρόβιων οργανισμών. Οι συνέπειες μπορεί να είναι καταστροφικές για τους περισσότερους υδρόβιους οργανισμούς, αφού κινδυνεύουν από ασφυξία. Έτσι, η ρύπανση με αστικά λύματα ή άλλα απόβλητα, που περιέχουν οργανικό φορτίο, μπορεί να απειλήσει με καταστροφή ένα ολόκληρο υδατικό οικοσύστημα (Χριστούλας Δ., 1991).

1.6.3.2 Ευτροφισμός των νερών

Ανάλογα αποτελέσματα για τα επιφανειακά νερά έχει και η ρύπανση με ανόργανα άλατα που περιέχουν άζωτο και φωσφόρο, που περιέχονται συνήθως σε λιπάσματα, απόβλητα κτηνοτροφικών και πτηνοτροφικών μονάδων, απορρυπαντικά και σε ορισμένα βιομηχανικά απόβλητα. Το σημαντικότερο πρόβλημα, που δημιουργεί το άζωτο και ο φώσφορος είναι ο ευτροφισμός, δηλαδή η υπερβολική ανάπτυξη αλγών (φυτοπλαγκτόν) στα επιφανειακά νερά από την υπερβολική τροφοδοσία των νερών με θρεπτικά συστατικά. Το φαινόμενο αυτό αποτελεί σοβαρή διαταραχή του υδατικού οικοσυστήματος με διάφορες δυσμενείς συνέπειες, μεταξύ των οποίων είναι η υπερβολική ανάπτυξη ορισμένων ειδών σε βάρος όλων των άλλων, η μείωση ή και εξαφάνιση της ποικιλίας ειδών με θανάτωση ή μετανάστευσή τους, καθώς και η πλήρης ή μερική οξυγόνωση των νερών (Χριστούλας Δ., 1991).

1.6.3.4 Μόλυνση νερών

Μια άλλη μορφή επιβάρυνσης των επιφανειακών και των υπόγειων νερών είναι η μόλυνσή τους, δηλαδή η παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών στα νερά. Αυτή οφείλεται κατά κανόνα σε αστικά ή κτηνοτροφικά λύματα. Η ανίχνευση των παθογόνων μικροοργανισμών στο νερό μπορεί να γίνει και έμμεσα, μέσω της μέτρησης, για παράδειγμα, των κολοβακτηριδίων, τα οποία όταν βρίσκονται σε μεγαλύτερες ποσότητες αποτελούν ένδειξη της πιθανής μόλυνσης των νερών (Χριστούλας Δ., 1991).

1.6.3.5 Υφαλμύρυνση υπόγειων νερών

Η εντατική άντληση των υπόγειων νερών με ρυθμό, που δεν επιτρέπει την ανανέωση τους, προκαλεί την εισβολή αλμυρού νερού από τη θάλασσα στους υδροφορείς. Όταν η στάθμη του υπόγειου νερού υποχωρήσει κάτω από την στάθμη του θαλάσσιου νερού με το οποίο συνδέεται, τότε αντί να έχουμε ροή από τον υπόγειο υδροφορέα στη θάλασσα, έχουμε αντιστροφή του φαινομένου και νερό από

την θάλασσα εισέρχεται στο υπόγειο νερό. Αλμυρό νερό αναμένεται να εισβάλλει σε μεγαλύτερη έκταση σε παράκτιες περιοχές, εξαιτίας της ανόδου της στάθμης της θάλασσας (έως και εβδομήντα εκατοστά μέσα στις επόμενες δεκαετίες) λόγω της κλιματικής αλλαγής ή της μείωσης των βροχοπτώσεων (Αντωνόπουλος, Ζ. 2001).

1.6.3.6 Υποβάθμιση της ποιότητας του πόσιμου νερού από το υδρευτικό δίκτυο

Η ποιότητα του νερού σ' ένα υδραυλικό δίκτυο επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως οι λειτουργικές και περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν καθώς και η υπάρχουσα κατάσταση μέσα και γύρω από το δίκτυο διανομής. Η ποιότητα του νερού καθορίζεται από μια σειρά χημικών και φυσικοχημικών παραγόντων. Οι παράγοντες αυτοί, που είναι στην πλειονότητά τους χημικές ουσίες, αλλά και βακτήρια, παθογόνα ή μη, ελέγχονται πριν και μετά την επεξεργασία του νερού. Στόχος είναι κατά την εισροή του στο δίκτυο ύδρευσης το νερό να είναι απαλλαγμένο από κάθε ανεπιθύμητη ή τοξική ουσία και οι συγκεντρώσεις των χημικών συστατικών του να βρίσκονται μέσα στα επιτρεπόμενα από την εκάστοτε νομοθεσία όρια.

Το νερό κατά την εισαγωγή του στο δίκτυο ύδρευσης έχει ήδη ελεγχθεί για τοξικές χημικές ενώσεις όπως τα φυτοφάρμακα ή τα τοξικά μέταλλα, και έχει επιβεβαιωθεί η απουσία τους. Επίσης, έχει ήδη ελεγχθεί πως μια σειρά χημικών παραμέτρων όπως τα παραπροϊόντα απολύμανσης, που παράγονται κατά την επεξεργασία, δεν υπερβαίνουν τα όρια της νομοθεσίας. Τέλος έχει ελεγχθεί μετά την επεξεργασία και η αποτελεσματικότητα της απολύμανσης, η απουσία δηλαδή μικροοργανισμών στο νερό (Χριστούλας Δ., 1991).

Πολλές φορές όμως, όταν το νερό εισέρχεται και διασχίζει ένα υδρευτικό δίκτυο, μπορεί να υποστεί ένα σύνολο φυσικών, χημικών και μικροβιολογικών μετασχηματισμών. Η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού μπορεί να οφείλεται στην παρείσφρηση μολυντών, στην ανάπτυξη βακτηριδίων (βιοφίλμ), σε ρωγμές των σωλήνων του δικτύου διανομής, στην εισροή χημικών ή στη δημιουργία συνθηκών που ευνοούν τη διάβρωση των σωλήνων σε διάφορα μέρη του δικτύου και λόγω διείσδυσης οργανικού μίγματος διαμέσω πλαστικών αγωγών (Παππά Γεωργία, 2001).

Συνεπώς, κατά τη διάρκεια της διανομής του νερού, θα πρέπει να γίνουν αντιληπτές οι πηγές υποβάθμισης της ποιότητας του, γιατί έκτος από προβλήματα οσμής και γεύσης που μπορεί να εμφανιστούν, η υποβαθμισμένη ποιότητα του νερού αυξάνει τον κίνδυνο γαστρεντερικών παθήσεων και μπορεί να οδηγήσει σε προβλήματα υγείας.

1.6.3.7 Επιπτώσεις στον άνθρωπο

Πάντοτε υπήρχε η τάση να αντιμετωπίζεται το νερό ως δεδομένο αγαθό. Η αλήθεια όμως είναι ότι το νερό θα αποτελέσει για τον επόμενο αιώνα το πιο πολύτιμο αγαθό για το ανθρώπινο είδος, μιας και η αλόγιστη χρήση του μέχρι σήμερα καθώς και μεταβαλλόμενες κλιματολογικές συνθήκες το καθιστούν είδος σε ανεπάρκεια σε όλο και περισσότερα μέρη του κόσμου ενώ η διαχείρισή του μπορεί να αποτελέσει κλειδί για τον έλεγχο της εξουσία. Τα 2/5 του πληθυσμού του πλανήτη δεν έχουν πρόσβαση σε καθαρό νερό. Οι αρρώστιες που σχετίζονται με το νερό είναι η δεύτερη μεγαλύτερη αιτία θανάτου, μικρών παιδιών παγκοσμίως.

Εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης του πληθυσμού της γης, της μαζικής κατανάλωσης, της κατάχρησης των φυσικών πόρων και της μόλυνσης του νερού η διαθεσιμότητα του πόσιμου νερού δεν επαρκεί για να καλύψει τις ανάγκες της σύγχρονης εποχής και διαρκώς μειώνεται. Για αυτό το λόγο, το νερό αποτελεί στρατηγικής σημασίας αγαθό σε όλη την υφήλιο και αιτία για πολλές πολιτικές διενέξεις. Πολλοί έχουν προβλέψει ότι το καθαρό νερό θα γίνει το πετρέλαιο του μέλλοντος καθιστώντας τον Καναδά με τα πλεονάζοντα αποθέματα νερού την πιο πλούσια χώρα του πλανήτη. Σύμφωνα με την έρευνα της UNESCO για τα παγκόσμια αποθέματα νερού, υπολογίζεται ότι στα επόμενα 20 χρόνια η ποσότητα του νερού που αναλογεί στον καθένα προβλέπεται να μειωθεί κατά 30%.

Σήμερα ένα ποσοστό περίπου 40% από τους ανθρώπους που ζουν στη γη δεν έχει επαρκές νερό ακόμα και για υποτυπώδη υγιεινή. Περισσότεροι από 2,2 εκατομμύρια άνθρωποι πέθαναν το 2000 από ασθένειες που σχετίζονται με την κατανάλωση μολυσμένου νερού, ή με ξηρασία. Σε μια έρευνα που πραγματοποιήθηκε από τη φιλανθρωπική οργάνωση WaterAid αναφέρεται ότι στη Βρετανία ένα παιδί πεθαίνει κάθε 15 δευτερόλεπτα από ασθένειες που σχετίζονται με το νερό (WaterAid, 2000).

Περίπου 1,2 δισεκατομμύρια άνθρωποι έχουν αποκτήσει πρόσβαση σε καθαρό νερό από το 1990. Όμως κάθε χρόνο το ακάθαρτο νερό και η έλλειψη στοιχειωδών εγκαταστάσεων υγιεινής αυξάνονται ραγδαία. Βασικός άξονας εφαρμογής "το νερό δεν είναι εμπορικό προϊόν αλλά αποτελεί κληρονομία που προορίζεται για τις επόμενες γενιές και πρέπει να προστατευτεί και να τυγχάνει κατάλληλης διαχείρισης". Το πόσιμο νερό, τώρα πολυτιμότερο από κάθε άλλη φορά στην ιστορία λόγω της εντατικής χρησιμοποίησης του στη γεωργία στη σύγχρονη βιομηχανία και στη παραγωγή ενέργειας, χρειάζεται λογικότερη χρήση για να μην υπάρξουν τραγικές καταστάσεις στο μέλλον.

Στις βιομηχανικές χώρες η πρόσβαση σε καθαρό νερό είναι πρακτικά 100%,στις αναπτυσσόμενες χώρες ένας στους πέντε κατοίκους δεν έχει πρόσβαση σε καθαρό νερό και στην Αφρική ένας στους δύο κάτοικους στερείται το καθαρό πόσιμο νερό (WaterAid,2000) .

Η ετήσια κατανάλωση νερού στην Ελλάδα ξεπερνά τα 800 κυβικά μέτρα ανά κάτοικο, ενώ ο αντίστοιχος ευρωπαϊκός μέσος όρος είναι λίγο πάνω από τα 600 κυβικά μέτρα ανά κάτοικο.

1.7 Νομοθετικό πλαίσιο ποιότητας νερού

Ζώνες προστασίας υδρομαστευτικών έργων

Στις ξένες χώρες εφαρμόζονται μέτρα προστασίας των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων που βρίσκονται ή πρόκειται να εκμεταλλευτούν.

Με βάση αυτό η περιοχή προστασίας της υδρομάστευσης υποδιαιρείται στις ακόλουθες τρεις ζώνες:

Ζώνη I (Ζώνη Άμεσης Προστασίας ή Απαγορευμένη Ζώνη), όπου απαγορεύεται σχεδόν κάθε ανθρώπινη δραστηριότητα, ακόμη κι η διάβαση πεζών.

Ζώνη II (Κοντινή Ζώνη Προστασίας ή Ελεγχόμενη Ζώνη), όπου απαγορεύεται κάθε γεωργική και κατασκευαστική δραστηριότητα, αποθήκευση και μεταφορά ρυπογόνων ουσιών και η δημιουργία χώρων αναψυχής.

Ζώνη III (Μακρινή Ζώνη Προστασίας ή Επιτηρούμενη Ζώνη), όπου απαγορεύεται η εφαρμογή αγροχημικών, η εγκατάσταση εργοστασίων με ρυπογόνα απόβλητα, η απόρριψη χρησιμοποιούμενων νερών, η αποθήκευση και μεταφορά ρυπογόνων ουσιών κλπ.

Στη χώρα μας δεν εφαρμόζονται τα εν λόγω μέτρα προστασίας (καθορισμός ζωνών και απαγορεύσεις). Σύμφωνα με την Οδηγία 2000/60 κατά την ανάλυση και χαρακτηρισμό των συστημάτων των υδάτων πρέπει να προσδιορίζονται συγκεκριμένα χαρακτηριστικά.

Κανονισμοί ποιότητας

Το νερό, που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση δεν πρέπει να περιέχει χημικές ουσίες και μικροοργανισμούς σε ποσότητες που μπορεί να έχουν επιπτώσεις στην υγεία. Πρέπει να είναι ασφαλές και ακίνδυνο για την υγεία, να μην είναι θολό και να μην έχει χρώμα και δυσάρεστη οσμή και γεύση. Η τοποθεσία, η κατασκευή, η λειτουργία και η επίβλεψη μιας πηγής υδροληψίας (πηγές, δεξαμενές, επεξεργασία και διανομή νερού) πρέπει να είναι τέτοιες που να αποκλείουν οποιαδήποτε ρύπανση και του νερού. Οι περισσότερες χώρες στον κόσμο έχουν καθιερώσει πρότυπα ποιότητας του πόσιμου νερού που εφαρμόζουν στην επικράτειά τους και χρησιμοποιούν μεθόδους ανάλυσης και έκφρασης των αποτελεσμάτων παρόμοιες για

να είναι εύκολη η σύγκριση μεταξύ τους. Επίσης, επιδημίες από ασθένειες υδρικής προέλευσης μπορεί να αποφευχθούν εάν γίνονται αυστηροί έλεγχοι από τους υπευθύνους των συστημάτων υδροληψίας και τις αρμόδιες αρχές υγείας, όσον αφορά την ποιότητα του πόσιμου νερού. Σύμφωνα με την Υγειονομική Διάταξη, “πόσιμο νερό” νοείται το νερό που χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση, είτε με προηγούμενη επεξεργασία, είτε όχι, οποιαδήποτε και αν είναι η προέλευσή του (Παππά Γεωργία, 2001).

1.7.1 Η εθνική νομοθεσία

Η εθνική νομοθεσία για τους υδατικούς πόρους αποτελείται από μία σειρά από νόμους διατάγματα και διοικητικές αποφάσεις, ιδρυτικούς νόμους και οργανισμούς υπουργείων και φορέων, που χρονολογούνται από το 1930 και που πολλές φορές επικαλύπτονται ή έρχονται σε αντίθεση μεταξύ τους και αναφέρονται στην έρευνα, αξιοποίηση, χρήση και προστασία των υδατικών πόρων. Ο αριθμός αυτών των νομοθετικών ρυθμίσεων υπολογίζεται σε 300. Μεταξύ των βασικών χαρακτηριστικών τους είναι τα ακόλουθα:

- η προσπάθεια προώθησης των θέσεων των φορέων που τις έχουν εκδώσει,
- η τομεακή και επομένως αποσπασματική αντιμετώπιση των προβλημάτων,
- η λόγω παλαιότητας απουσία σύνδεσης με τη σημερινή φύση των προβλημάτων,
- η μη δρομολόγηση συντονισμένων και συστηματικών προγραμμάτων απόκτησης και αξιολόγησης δεδομένων πεδίου, απαραίτητων για την ουσιαστική εφαρμογή τους,
- η έλλειψη πρόβλεψης οργάνων παρακολούθησης και εξειδίκευσης της εφαρμογής τους,
- η απουσία σύνδεσης και εναρμόνισης με τις αναπτυξιακές επιδιώξεις παραγωγικών τομέων και περιοχών της χώρας,
- η καθυστέρηση κάλυψης υποχρεώσεων που απορρέουν από την εφαρμογή κοινοτικών οδηγιών.

από το συνολικό αυτό νομοθετικό έργο, δύο σχετικά πρόσφατα νομοθετήματα, που λειτουργούν συμπληρωματικά, διακρίνονται για την διατομεακή τους αντίληψη και την ολοκληρωμένη αντιμετώπιση των υδατικών πόρων. Πρόκειται για τον Ν. 1650/86 για την Προστασία του Περιβάλλοντος που αντιμετωπίζει το νερό ως στοιχείο του περιβάλλοντος και προβλέπει μέτρα οργανωτικά και θεσμικά για την

παρακολούθηση και τον έλεγχο της ποιότητας των υδατικών πόρων και για τον Ν. 1739/87 για τη Διαχείριση των Υδατικών Πόρων.

Ο δεύτερος, εισάγει σύγχρονη αντίληψη για την αντιμετώπιση του νερού στην έρευνα, τη διοίκηση και την καθημερινή πρακτική, με τη θεσμοθέτηση διαδικασιών και οργάνων που επιτρέπουν την άσκηση της διαχείρισης σε εθνικό και περιφερειακό επίπεδο. Ο νόμος αυτός είναι ο μοναδικός που συνδέει τα θέματα διαχείρισης με τον προγραμματισμό ανάπτυξης της χώρας. Συγκεκριμένα προβλέπει τη χάραξη και εφαρμογή υδατικής πολιτικής ως προϋπόθεσης για μια αναπτυξιακή πολιτική που θα μεγιστοποιεί τα αποτελέσματα της παραγωγικής διαδικασίας, θα εξομαλύνει τις ανταγωνιστικές χρήσεις νερού, θα συμβάλλει στη συνεχή ανανέωση των υδατικών πόρων και θα συντελεί στην προστασία του περιβάλλοντος. Και όλα αυτά μέσα από διαδικασίες και όργανα στα οποία λαμβάνεται υπόψη η γνώμη όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

Δυστυχώς, οι γνωστές αδυναμίες του δημόσιου τομέα απέτρεψαν την εφαρμογή των δύο νόμων στην κλίμακα που επιβάλλεται από το μέγεθος των προβλημάτων, με αποτέλεσμα τη συνέχιση της αποσπασματικής και ευκαιριακής αντιμετώπισης της διαχείρισης του νερού. Παρόλα αυτά, και η μερική ακόμα εφαρμογή τους, κυρίως του Ν. 1739/87, έδωσε μέχρι σήμερα ένα μεγάλο παιδευτικό όφελος, γιατί δημιούργησε τις δομές και τις εμπειρίες εκείνες που είναι απαραίτητες για να συνειδητοποιήσουν οι χρήστες και όλοι οι εμπλεκόμενοι στο κύκλωμα του νερού την αναγκαιότητα ορθολογικής και προγραμματισμένης χρήσης του.

Η Οδηγία-Πλαίσιο, μεταξύ άλλων:

- Προστατεύει όλα τα ύδατα ποταμούς, λίμνες, παράκτια και υπόγεια.
- Θέτει φιλόδοξους στόχους για να εξασφαλιστεί ότι όλα τα ύδατα θα ανταποκρίνονται στην «καλή κατάσταση» μέχρι το 2015.
- Δημιουργεί σύστημα διαχείρισης σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού.
- Απαιτεί διασυνοριακή συνεργασία μεταξύ χωρών και όλων των εμπλεκόμενων μερών, (στην περίπτωση των διεθνών περιοχών λεκάνης απορροής ποταμού).
- Εξασφαλίζει ενεργό συμμετοχή όλων των φορέων, συμπεριλαμβανομένων των μη κυβερνητικών οργανισμών και των τοπικών αρχών, στις δραστηριότητες της διαχείρισης των υδάτων.
- Εξασφαλίζει μείωση και έλεγχο της ρύπανσης από όλες τις πηγές όπως η γεωργία, η βιομηχανική δραστηριότητα, οι αστικές περιοχές, κ.λ.π.
- Απαιτεί πολιτικές τιμολόγησης του νερού και εξασφαλίζει ότι ο ρυπαίνων πληρώνει και τέλος,

- Εξισορροπεί τα συμφέροντα του περιβάλλοντος με τα συμφέροντα αυτών που εξαρτώνται από αυτό.

Η Οδηγία καθιερώνει ως μοντέλο διαχείρισης των υδατικών πόρων, την ολοκληρωμένη διαχείριση σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού. Για κάθε περιοχή λεκάνης απορροής ποταμού καθορίζει, μια σειρά από απαραίτητες ενέργειες που θα πρέπει να υλοποιηθούν εντός των καθορισμένων προθεσμιών, ώστε ο βασικός στόχος της Οδηγίας που είναι η αποτροπή της περαιτέρω υποβάθμισης όλων των υδάτων και η επίτευξη μιας «καλής κατάστασης» να επιτευχθεί μέχρι το 2015. Ωστόσο για συγκεκριμένα υδατικά συστήματα, εφόσον πληρούνται ορισμένες προϋποθέσεις, η Οδηγία προβλέπει παράταση της προθεσμίας αυτής ή και επιδίωξη περιβαλλοντικών στόχων λιγότερο αυστηρών από αυτούς που απαιτούνται κανονικά. Όσον αφορά τα επιφανειακά νερά «καλή κατάσταση» θεωρείται η «καλή οικολογική» και η «καλή χημική κατάσταση» ενώ όσον αφορά τα υπόγεια νερά «καλή κατάσταση» θεωρείται η «καλή ποσοτική» και η «καλή χημική κατάσταση».

Η Οδηγία-Πλαίσιο για τα Νερά αποτελεί κατά γενική ομολογία μια τεράστια προσπάθεια, σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης, για την ορθή προστασία και χρήση όλων των υδάτων ώστε να εξασφαλιστεί η αειφόρος χρήση του νερού σε ολόκληρη την Ευρώπη. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έθεσε τους στόχους και τις βάσεις με την Οδηγία και τώρα αναμένεται από κάθε κράτος μέλος να αξιολογήσει την υπάρχουσα κατάσταση και τις ιδιαιτερότητες των υδατικών του πόρων και να διαμορφώσει τη δική του εθνική στρατηγική.

1.7.2 Η οδηγία-πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης (2000/60)

Με τη Ευρωπαϊκή Οδηγία - Πλαίσιο για το Νερό (2000/60), δίνεται η ευκαιρία στις χώρες της Ενωμένης Ευρώπης να αποκτήσουν υδατική πολιτική οργανώνοντας, εκσυγχρονίζοντας και ομογενοποιώντας τα συστήματα διαχείρισης των υδατικών τους πόρων. Πρόκειται για μια σημαντική ευκαιρία για την Ανάπτυξη και το Περιβάλλον στην Ευρώπη, καθώς η νέα Οδηγία υποδεικνύει το δρόμο για την χάραξη και εφαρμογή μιας πολιτικής νερού με χαρακτηριστικά βιωσιμότητας, μιας πολιτικής δηλαδή που να διασφαλίζει διαχρονικά τόσο την ανάπτυξη, με την ικανοποίηση των αναγκών σε νερό, όσο και το περιβάλλον, με τη διατήρηση και την προστασία των υδατικών συστημάτων.

Η Οδηγία ανασχηματίζει την υφιστάμενη ευρωπαϊκή νομοθεσία με την εισαγωγή ενός νέου μοντέλου διαχείρισης των υδάτων δηλαδή την ολοκληρωμένη υδατική διαχείριση σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού. Δημοσιεύθηκε στην Επίσημη Εφημερίδα των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων και τέθηκε σε ισχύ την 22.12.2000.

Η διαχειριστική προσέγγιση της Οδηγίας - η ολοκληρωμένη υδατική διαχείριση σε επίπεδο λεκάνης απορροής ποταμού - στοχεύει στην διασφάλιση του πλήρους συντονισμού της υδατικής πολιτικής σε επίπεδο Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Υπό την έννοια του "Πλαισίου", η Οδηγία επικεντρώνεται στην εγκατάσταση των σωστών συνθηκών που ενθαρρύνουν την ικανοποιητική και αποτελεσματική προστασία των υδάτων σε τοπικό επίπεδο, με την εισαγωγή εργαλείων για μία κοινή προσέγγιση, κοινούς στόχους, αρχές, ορισμούς και βασικά μέτρα. Όμως, οι μηχανισμοί και τα ειδικά μέτρα που απαιτούνται για την επίτευξη της "καλής κατάστασης", λαμβάνονται σε τοπικό επίπεδο και είναι ευθύνη των αρμοδίων (εθνικών, περιφερειακών, τοπικών ή σε επίπεδο λεκάνης απορροής) αρχών.

Στο πλαίσιο της εφαρμογής της Οδηγία 60/2000, τα κράτη - μέλη και η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχουν από κοινού αναλύσει τις προκλήσεις και έχουν θεμελιώσει μία Κοινή Στρατηγική, που υιοθετήθηκε μετά από μια περίοδο έντονων συζητήσεων των χωρών μελών και της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Στόχοι της κοινής στρατηγικής είναι η συνέπεια στην εφαρμογή και η συγκρισιμότητα, η κοινή αντίληψη και προσέγγιση, οι κοινές προσπάθειες και δραστηριότητες, η ανταλλαγή εμπειρίας και πληροφόρησης, η ανάπτυξη μιας διαδικασίας καθοδήγησης μέσω κατευθυντήριων γραμμών, η διαχείριση της πληροφορίας μέσω συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών και ο περιορισμός του κινδύνου ανεπαρκούς εφαρμογής της Οδηγίας (λαμβάνοντας υπόψη την εμπειρία που προέρχεται από την εφαρμογή άλλων οδηγιών που έχουν σχέση με τα νερά) .

Για την επίτευξη αυτών των στόχων θεσπίστηκαν Θεματικές Ομάδες Εργασίας καθώς και Ομάδα Στρατηγικής, η οποία ανέλαβε το συντονισμό των προγραμμάτων εργασίας, αποφασίστηκε η διεξαγωγή σειράς Συναντήσεων Εργασίας στα κράτη μέλη όπως και άλλων διεθνών διοργανώσεων αλλά και πιλοτικών προγραμμάτων. Οι δραστηριότητες διαιρέθηκαν σε προγράμματα και για κάθε επί μέρους πρόγραμμα αναπτύχθηκε ένα συγκεκριμένο φύλλο εργασίας που αναφέρεται στο περιεχόμενο, τους στόχους, την χώρα ή τον οργανισμό που θα αναλάβει να ηγηθεί του προγράμματος, στο χρόνο ολοκλήρωσης των εργασιών, στη σχέση του με το αντικείμενο των άλλων προγραμμάτων και στους χρηματοδότες. Οι στόχοι και τα μέτρα που έχουν ληφθεί στη διαδικασία της Κοινής Στρατηγικής αλλά και τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα περιορίζουν όντως τον κίνδυνο ανεπαρκούς εφαρμογής της Οδηγίας. Με βάση την Οδηγία αυτή κάθε Κράτος Μέλος αναλαμβάνει την υποχρέωση να καταρτίζει πρόγραμμα λήψης μετρήσεων και καταγραφής των υδρολογικών, φυσικοχημικών, ρυπαντικών κλπ. μεταβολών που επιτελούνται στα υπόγεια και επιφανειακά νερά.

Στην Χώρα μας το ΙΓΜΕ (στο πλαίσιο του "Δικτύου παρακολούθησης των υπόγειων νερών της Χώρας"), ασχολήθηκε μέχρι το 2001 με την συλλογή πληροφοριών που αφορούν στα υπόγεια νερά, ενώ το πρόγραμμα "Υδροσκόπιο" και

τα προγράμματα των άλλων φορέων (ΥΠΕΧΩΔΕ, ΥΠΓΕ κ.λπ) κάλυπταν (μερικώς ίσως και όχι συστηματικά) τα επιφανειακά νερά.

Σήμερα είναι πλέον σαφές ότι η βιώσιμη αντιμετώπιση των υδατικών προβλημάτων δεν απαιτεί τη μονόπλευρη εξασφάλιση ολοένα και περισσότερων υδατικών αποθεμάτων, αλλά αντιθέτως, επιβάλλει την επίτευξη ισορροπίας μεταξύ προσφοράς και ζήτησης νερού. Η υπόθεση της διευθέτησης αυτού του ισοζυγίου είναι μια υπόθεση σύνθετη που αφορά κατ' αρχήν στις φυσικές και τεχνικές παραμέτρους που σχετίζονται με τη διαθεσιμότητα του νερού στη φύση και στον σχεδιασμό των τεχνικών έργων αξιοποίησής του. Αφορά επίσης στην ανάπτυξη, αφού άμεσα εξαρτώνται από το νερό μια σειρά από σημαντικές οικονομικές δραστηριότητες, από την αγροτική παραγωγή έως τη βιομηχανία, την παραγωγή ενέργειας και τον τουρισμό. Ακόμη αφορά την κοινωνία που είναι και ο τελικός χρήστης του νερού. Τέλος αφορά στο περιβάλλον, μια και πάνω απ' όλα το νερό είναι ένα από τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά αγαθά με ανυπολόγιστη οικολογική αξία (Παππά Γεωργία, 2001).

Το πρόβλημα συνεπώς του νερού είναι ποιοτικά και ποσοτικά σύνθετο και πολυδιάστατο και ακριβώς σ' αυτό το χαρακτηριστικό του οφείλεται και η μεγάλη δυσκολία στην αντιμετώπισή του.

Διότι τέτοιου είδους πολύπλοκα προβλήματα απαιτούν ολοκληρωμένες λύσεις που συνίστανται σε συνολική και ενιαία επέμβαση σε όλα τα μέτωπα και τους εμπλεκόμενους τομείς.

1.8 Εμφιαλωμένο νερό

1.8.1 Ο όρος εμφιαλωμένο νερό

Ο όρος «εμφιαλωμένο νερό» αναφέρεται στο νερό, το οποίο παρέχεται στο εμπόριο συσκευασμένο αεροστεγώς σε γυάλινες, ή πλαστικές φιάλες ή πλαστικά δοχεία και προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση. Η έλλειψη νερού, η κακή ποιότητα νερού, αλλά και νέες καταναλωτικές συνήθειες έχουν αυξήσει κατακόρυφα την κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού. Σε παγκόσμιο επίπεδο διακινούνται 89 δισεκατομμύρια λίτρα εμφιαλωμένου νερού που κοστίζουν 22 δισεκατομμύρια δολάρια. Η ετήσια αύξηση της κατανάλωσης του είναι 7% παγκοσμίως, αλλά 15% στην Ασία για την περίοδο 1999-2001. Στην Ευρώπη καταναλώνεται το 46% του εμφιαλωμένου νερού, στην Β. Αμερική το 20%, στην Ασία το 3%, ενώ στην Αφρική λιγότερο από το 0,1%. Η υπ' αριθμόν 1 εταιρία στον κλάδο πούλησε το 1999 περίπου 1.444.000.000 λίτρα εμφιαλωμένου νερού σε 130 χώρες (Κολοβός, Ν. Φωτίου, 2004).

Το 59% του εμφιαλωμένου νερού που διακινείται, παγκοσμίως, είναι καθαρισμένο, επεξεργασμένο νερό, που προέρχεται από επιφανειακές ή υπόγειες πηγές (ποτάμια, λίμνες, γεωτρήσεις, το δίκτυο ύδρευσης) κι έχει υποστεί επεξεργασία και καθαρισμό, ώστε να είναι κατάλληλο για κατανάλωση. Το υπόλοιπο 41% είναι φυσικό μεταλλικό νερό και προέρχεται από υπόγειες πηγές με σταθερή σύσταση μεταλλικών στοιχείων ή νερό πηγών, που προέρχεται από νερά προστατευμένα από κινδύνους ρύπανσης ή μόλυνσης (Κολοβός, Ν. Φωτίου, 2004).

Σε κάποιες χώρες, η κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού αυξάνεται κατακόρυφα τα τελευταία τριάντα χρόνια λόγω της αλλαγής συνηθειών, οι κάτοικοι των μεγαλουπόλεων αλλά και οι τουρίστες συνηθίζουν να εμπιστεύονται περισσότερο το εμφιαλωμένο νερό σε σχέση με το νερό των δικτύων ύδρευσης. Σε άλλες χώρες, κυρίως αναπτυσσόμενες, η κακή ποιότητα του πόσιμου νερού αναγκάζει τους πολίτες να καταφεύγουν σε εμφιαλωμένο, συνήθως επεξεργασμένο και όχι φυσικό μεταλλικό νερό, για να καλύπτουν τις ανάγκες τους σε πόσιμο νερό (Κολοβός, Ν. Φωτίου, 2004).

Η Ελλάδα βρίσκεται πια στην πρώτη δεκάδα των χωρών με τη μεγαλύτερη κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού ανά άτομο στην Ευρώπη. Η κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού στην Ελλάδα ήταν 380.000.000 λίτρα το 1998, έφτασε τα 627.000.000 λίτρα το 2003, ενώ το 2005 προσέγγισε τα 1.000.000.000 λίτρα από χρόνο σε χρόνο η κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού αυξάνεται κατά 10 - 12%, ενώ στην επταετία 1998 - 2005 η κατανάλωση σχεδόν τριπλασιάστηκε. Κατά άτομο, η κατανάλωση ανέρχεται σε 98 - 100 περίπου λίτρα εμφιαλωμένο νερό, δηλαδή ένα περίπου μικρό μπουκάλι τη μέρα. Η μεγαλύτερη κατανάλωση γίνεται το καλοκαίρι. Ωστόσο, σε πολλές περιοχές με κακή ποιότητα νερού, οι άνθρωποι πίνουν όλο το χρόνο εμφιαλωμένο νερό. Περιοχές της Ελλάδας, όπου οι πολίτες καταφεύγουν στην κατανάλωση εμφιαλωμένου νερού εξαιτίας της κακής ποιότητας του νερού των δικτύων είναι:

- Αίγινα, ορισμένα νησιά των Κυκλάδων και των Δωδεκανήσων,
- Ζάκυνθος,
- Αργολίδα (λόγω της υψηλής συγκέντρωσης νιτρικών),
- Βοιωτία (Ορχομενός Βοιωτίας κά),
- Ηλεία (Δήμοι Αμαλιάδας, Ανδραβίδας, Βαρθολομιού, Γαστούνης, Λεχαιών, Πηνειάς, Τραγανού κ.ά),
- Θεσσαλία (διάφορα χωριά εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσης νιτρικών),
- Θεσσαλονίκη (π.χ. Πολίχνη, Ευκαρπία, Ευξεινούπολη, Ανθόκηποι κ.α.),
- Χαλκιδική (παράκτιες περιοχές Σιθωνίας),

- Κρήτη (Δήμος Ηρακλείου, Βιάννου κ.ά.).

Κατά καιρούς, προβλήματα στο νερό του δικτύου έχουν εμφανιστεί και σε διάφορες άλλες περιοχές, με αποτέλεσμα οι κάτοικοι να καταφεύγουν σε εμφιαλωμένο νερό ακόμα και για να μαγειρέψουν ή και να πλυθούν. Στην Ελλάδα δραστηριοποιούνται 65 επιχειρήσεις εμφιάλωσης νερού. Δύο από αυτές διακινούν το 29% του εμφιαλωμένου νερού (Κολοβός, Ν. Φωτίου, 2004) .

1.8.2 Η ποιότητα του εμφιαλωμένου νερού

Η διακίνηση και αποθήκευση του εμφιαλωμένου νερού πρέπει να ακολουθεί κάποιους κανόνες, διαφορετικά υποβαθμίζεται η ποιότητά του ή προκαλούνται κίνδυνοι για την ανθρώπινη υγεία(Παππά Γεωργία, 2001) .

Στις αρχές του Ιουλίου 2005 αποσύρθηκαν, μετά από απόφαση του Εθνικού Φορέα Ελέγχου Τροφίμων, εκατοντάδες χιλιάδες μπουκάλια εμφιαλωμένου νερού μιας εταιρίας, μετά από τη διαπίστωση δυσάρεστης οσμής.

Σε ελέγχους που διενεργήθηκαν τη διετία 2003-2004, σε σύνολο 542 δειγμάτων από 25 εταιρίες, βρέθηκε ότι ακατάλληλο ήταν:

- το 2% των δειγμάτων, με βάση τον μικροβιολογικό έλεγχο,
- το 3% των δειγμάτων, με βάση τον χημικό έλεγχο

Διαπιστώθηκε, επίσης, ότι στο 5% των δειγμάτων οι επισημάνσεις στην ετικέτα δεν ανταποκρίνονταν στα πραγματικά στοιχεία.

Για να γίνεται εμφιάλωση του νερού απαιτείται ειδική άδεια από τις Διευθύνσεις Υγείας των Νομαρχιών για τα επιτραπέζια νερά, ενώ για τα μεταλλικά απαιτείται άδεια από το Υπουργείο Υγείας και Κοινωνικής Πρόνοιας.

Για τον έλεγχο των εμφιαλωμένων νερών υπεύθυνοι είναι οι φορείς:

- Γενικό Χημείο του Κράτους και ιδιωτικά, πιστοποιημένα εργαστήρια σε σχέση με τη λήψη δειγμάτων και την ανάλυσή τους ως προς την καταλληλότητα του νερού
- Το Υπουργείο Υγείας σε σχέση με την καταλληλότητα των πηγών, τη λειτουργία και την αδειοδότηση εμφιαλωτηρίων, τη λειτουργία αποθηκών από τις εταιρίες παραγωγής και διακίνησης εμφιαλωμένου νερού.

- Οι Δήμοι για την παροχή άδειας χρήσης πηγών και δικτύων ύδρευσης, καθώς και για τη λειτουργία εμφιαλωτηρίων για την εμφιάλωση του επιτραπέζιου νερού.

1.8.3 Το κόστος του εμφιαλωμένου νερού

Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι η τιμή του εμφιαλωμένου νερού είναι περίπου 500 έως 1000 φορές μεγαλύτερη από το κόστος που πληρώνουμε για το νερό του δικτύου. Το πόσο πολύτιμο και ακριβό είναι το εμφιαλωμένο νερό, μπορούμε να το συνειδητοποιήσουμε αν αναλογιστούμε ότι ένα λίτρο εμφιαλωμένου νερού κοστίζει κατά μέσο όρο 1 Ευρώ, όσο δηλαδή κοστίζει και μισό λίτρο αμόλυβδης βενζίνης περίπου. Το μεγαλύτερο ποσοστό του κόστους αγοράς εμφιαλωμένου νερού αφορά το κόστος του πλαστικού, συνήθως μπουκαλιού και τα μεταφορικά κόστη (Κολοβός, Ν. Φωτίου, 2004) .

Σε περιοχές όπου οι πολίτες αναγκάζονται να πίνουν αποκλειστικά εμφιαλωμένο νερό, οι οικογένειες αναγκάζονται να καταβάλλουν ποσά που ανέρχονται περίπου στα 500 – 800 Ευρώ το χρόνο. Συνολικά στην Ελλάδα, οι καταναλωτές, συμπεριλαμβανομένων των τουριστών, καταβάλλουν ετησίως περίπου 1 δισεκατομμύριο Ευρώ για εμφιαλωμένο νερό, συχνά εξαιτίας της έλλειψης ή της κακής ποιότητας πόσιμου νερού από το δίκτυο (Κολοβός, Ν. Φωτίου, 2004).

Κεφάλαιο 2

Ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού

2.1 Ποιότητα νερού ανθρώπινης κατανάλωσης

Ο πλανήτης μας καλύπτεται στο μεγαλύτερο μέρος του από νερό, το οποίο αποτελεί και βασικό παράγοντα για την ύπαρξη ζωής. Οι μετρήσεις της ποιότητας των υδάτων είναι εξαιρετικά σημαντικές για την αξιολόγηση της λειτουργίας του οικοσυστήματος. Επιπλέον, το νερό αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της πρωτογενούς παραγωγής και της βιομηχανίας, επηρεάζοντας την ποιότητα, την ποσότητα και το κόστος των προϊόντων των παραπάνω. Η παρακολούθηση και αξιολόγηση της ποιότητας του, περιλαμβάνει τη μέτρηση φυσικών, χημικών και βιολογικών παραμέτρων.

Πόσιμο νερό χαρακτηρίζεται το νερό που είναι καθαρό από φυσική, χημική, βιολογική και μικροβιολογική άποψη και μπορεί να καταναλώνεται χωρίς να κινδυνεύει η υγεία του ανθρώπου. Το πόσιμο νερό πρέπει να είναι άχρωμο, άοσμο, δροσερό και με ευχάριστη γεύση. Δεν πρέπει να έχει μεγάλη σκληρότητα γιατί αυτή προκαλεί δυσκολίες στην καθημερινή αλλά και τη βιομηχανική του χρήση. Δεν πρέπει να περιέχει μεγάλη ποσότητα οργανικών ουσιών, βαρέων μετάλλων ούτε και παθογόνα παράσιτα ή μικρόβια. Η θερμοκρασία του νερού πρέπει να είναι σταθερή στους 10 - 15 βαθμούς °C (Κελσίου).

2.2 Παράγοντες ποιότητας πόσιμου νερού

2.2.1 Οργανοληπτικοί παράγοντες

- Θολότητα

Με τον όρο θολότητα εννοούμε την απουσία διαύγειας σε ένα υγρό δείγμα. Πιο συγκεκριμένα, θολότητα είναι η αντίσταση του νερού στην διέλευση του φωτός και οφείλεται κυρίως στην ύπαρξη λεπτόκοκκων σωματιδίων ανόργανων και οργανικών υλικών τα οποία αιωρούνται ή βρίσκονται σε κolloειδή μορφή και είναι διάσπαρτα στην υγρή φάση (Ζανάκη Κ., 2001).

Νερό που είναι θολό πρέπει να ελεγχθεί για ρύπανση. Κατανάλωση θολού νερού μπορεί να είναι επικίνδυνη για την υγεία. Η θολότητα είναι η περισσότερο μεταβαλλόμενη παράμετρος ποιότητας του νερού, η οποία καθορίζει συχνά την επιλογή της μεθόδου επεξεργασίας του. Η απολύμανση του πόσιμου νερού δεν είναι αποτελεσματική αν υπάρχει θολότητα, γιατί πολλοί παθογόνοι οργανισμοί εγκλωβίζονται στα σωματίδια που αιωρούνται και προστατεύονται από το απολυμαντικό. Επίσης τα σωματίδια μπορεί να απορροφήσουν επιβλαβείς οργανικές

ή ανόργανες ουσίες. Το πόσιμο νερό που φτάνει στον καταναλωτή πρέπει να είναι διαυγές και όχι θολό (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Η θολότητα προκαλεί εξασθένηση της έντασης της διερχόμενης φωτεινής ακτινοβολίας λόγω φαινομένων σκέδασης και απορρόφησης και μετρείται σε μονάδες θολότητας (NTU) (Nephelometric Turbidity Units) ή σε mg/l (ppm) διοξειδίου του πυριτίου (SiO_2), δηλαδή θολότητα που οφείλεται στην περιεκτικότητα 1 mg SiO_2 σε 1 lt νερού (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Το όργανο μέτρησης της θολότητας είναι το θολόμετρο ή νεφελόμετρο, ένα όργανο με μια πηγή φωτός και ένα σύστημα ένδειξης της έντασης του διαχεόμενου φωτός σε γωνία 90° ως προς την προσπίπτουσα δέσμη όταν αυτή διέρχεται από το προς εξέταση δείγμα.

Θολότητα που υπερβαίνει τα 0.5 ppm SiO_2 αρχίζει να γίνεται αντιληπτή με γυμνό μάτι. Σημειώνεται ότι εάν ένα δείγμα περιέχει διαλυμένα υλικά που προσδίδουν χρώμα είναι ενδεχόμενο να προκαλείται απορρόφηση και μείωση της έντασης του σκεδαζόμενου φωτός με επίπτωση στην τιμή της μετρούμενης θολότητας (Ζανάκη Κ., 2001).

- Οσμή και γεύση του νερού

Τα δύο αυτά χαρακτηριστικά είναι δυνατόν να προέρχονται από διάφορες χημικές ουσίες, από διαλυμένες ή από εν αιωρήσει οργανικές ουσίες σε αποσύνθεση, ή τέλος από μικροοργανισμούς και από διαλυμένα στο νερό αέρια. Οι ιδιότητες αυτές εκφράζονται συνήθως μόνον ποιοτικά σαν έντονες, μέτριες, ασθενείς κ.λ.π. Το προς πόση νερό πρέπει να είναι απαλλαγμένο από κάθε ίχνος δυσάρεστης οσμής ή γεύσης. Τα προβλήματα γεύσης στο νερό οφείλονται στα διαλυμένα άλατα (Total Dissolved Solids TDS), καθώς επίσης στην παρουσία κάποιων συγκεκριμένων μετάλλων, όπως είναι ο σίδηρος (Fe), ο χαλκός (Cu), το μαγγάνιο (Mn) και ο ψευδάργυρος (Zn). Τέλος, ουσίες όπως οι φαινόλες και οι χλωροφαινόλες δημιουργούν σοβαρά προβλήματα γεύσης στο νερό ακόμα και σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Τα νερά με σύνολο διαλυμένων αλάτων (TDS) μικρότερο από 1200 mg/l δεν παρουσιάζουν προβλήματα γεύσης και είναι αποδεκτά από τον καταναλωτή, αν και πρέπει να προτιμάται συγκέντρωση TDS μικρότερη από 500 mg/l.

Μερικά άλατα, όπως για παράδειγμα το χλωριούχο μαγνήσιο (MgCl_2), παρουσιάζουν μεγαλύτερα προβλήματα γεύσης. Αντίθετα η γεύση των θεικών αλάτων του μαγνησίου (MgSO_4) και ασβεστίου (CaSO_4) είναι λιγότερο δυσάρεστη.

Το υπολειμματικό χλώριο των δικτύων ύδρευσης είναι αυτό που αντιλαμβάνεται ο καταναλωτής και το συσχετίζει με την οσμή και τη γεύση του νερού. Το όριο γεύσης του χλωρίου σε ουδέτερο pH είναι 0.2 mg/l, το οποίο αυξάνει σε 0.5 mg/l για τιμή pH = 9. Επίσης, το όριο γεύσης της μονοχλωραμίνης, μιας ουσίας η οποία δημιουργείται στο νερό κατά την χλωρίωση, εκτιμάται σε 0.48 mg/l. Το μεγαλύτερο όμως πρόβλημα με τη χλωρίωση του νερού είναι η δημιουργία οσμής και γεύσης από τις ενώσεις που προκύπτουν κατά την αντίδραση του χλωρίου με τα οργανικά συστατικά του νερού. Τέτοιες ενώσεις είναι το διχλωρομεθάνιο, το χλωροφόρμιο, το τριχλωροαιθυλένιο κ.ά.

Η αποικοδόμηση φυτικών υλικών και τα προϊόντα μεταβολισμού των μικροοργανισμών είναι οι περισσότερο πιθανές αιτίες δημιουργίας γεύσης και οσμής στα επιφανειακά νερά. Οι μικροοργανισμοί που δημιουργούν συνήθως τέτοια προβλήματα είναι τα νηματοειδή βακτήρια, οι ακτινομύκητες και τα πράσινο-μπλε φύκια, αν και είναι δυνατή η δημιουργία τέτοιων προβλημάτων και από άλλους μικροοργανισμούς. Δύο προϊόντα μεταβολισμού των ακτινομυκήτων και των κυανοπράσινων φυκιών που ταυτοποιήθηκαν είναι η γεωσμίνη και η μεθυλοϊσοβορνεόλη (MIB). Τα συστατικά αυτά είναι ιδιαίτερα δύσσομα και υπεύθυνα για την οσμή γαιώδους μούχλας που προσδίδουν στο νερό.

Αρκετά υπόγεια νερά έχουν δυσάρεστη οσμή αλλά και γεύση που οφείλεται στο περιεχόμενο υδρόθειο (H₂S). Το υδρόθειο στα υπόγεια νερά προέρχεται συνήθως από την αναγωγή των θεικών αλάτων εξαιτίας αναερόβιων βιολογικών διεργασιών. Η οσμή αλλοιωμένου αυγού μπορεί να ανιχνευθεί σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.1 mg/l. Το βακτήριο που είναι συνήθως υπεύθυνο για την παραγωγή του υδρόθειου είναι το *Desulfonibrio desulfuricans*. Άλλες θειούχες ενώσεις, που οφείλονται σε μικροβιολογικές δράσεις και δημιουργούν οσμές και γεύσεις έλους – ιχθύος, είναι τα μεθυλοπολυσουλφίδια και η μεθυλομερκαπτάνη.

Η οσμή είναι ένα οργανοληπτικό χαρακτηριστικό και γι' αυτό υποκειμενικό, που μπορεί ωστόσο να αποτελέσει κριτήριο για την ταξινόμηση των νερών σε κατηγορίες χρήσεων (πόση, αναψυχή, διαβίωση ψαριών κ.λπ.). Η οσμή των νερών στους επιφανειακούς ταμιευτήρες μπορεί να οφείλεται σε φυσικά ή ανθρωπογενή αίτια. Όταν επικρατούν αναερόβιες συνθήκες, τα προϊόντα της διάσπασης της οργανικής ύλης είναι το υδρόθειο, η αμμωνία, το μεθάνιο, αέρια δύσσομα, τοξικά και εκρηκτικά. Η ένταση των οσμών δεν εξαρτάται πάντα από τη συγκέντρωση των ουσιών που την προκαλούν. Αν και το όργανο που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της οσμής είναι η ανθρώπινη μύτη, υπάρχουν συγκεκριμένες τεχνικές με τις οποίες προσδιορίζεται ποιοτικά και ποσοτικά. Η ποιοτική κατάταξη γίνεται με βάση κατηγορίες αντιπροσωπευτικών ουσιών με χαρακτηριστική οσμή π.χ. τα βιομηχανικά απόβλητα, το χλώριο, τα απόβλητα διωλιστηρίων, το υδρόθειο, η αμμωνία αντιστοιχίζονται στην κατηγορία της οσμής φαρμάκων, φυτά σε αποσύνθεση στην κατηγορία της οσμής μούχλας κ.λπ. Ποσοτικά η οσμή προσδιορίζεται (βάσει

ειδικών εξετάσεων και κάτω από ειδικές συνθήκες) με τη μέθοδο των διαδοχικών αραιώσεων. Το δείγμα αραιώνεται σταδιακά και σαν όριο καταγράφεται αυτό στο οποίο η οσμή είναι ελάχιστα αντιληπτή (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

- Χρώμα

Το χρώμα που βλέπουμε σε έναν υδάτινο αποδέκτη καθορίζεται από το μήκος κύματος της μονοχρωματικής ακτινοβολίας που προσπίπτει στο νερό, από το είδος των σωματιδίων που αιωρούνται, από το χρώμα του ιζήματος, από την παρουσία ανόργανων ή οργανικών ουσιών, από το είδος των πλαγκτονικών οργανισμών και τη βιολογική τους δραστηριότητα, ακόμη και από το γεωλογικό υπόστρωμα της περιοχής. Όλοι αυτοί οι παράγοντες επηρεάζουν την απορρόφηση του φωτός στο νερό και του προσδίδουν συγκεκριμένο χρώμα που μπορεί να είναι από πράσινο - γαλάζιο έως σκούρο καφετί. Η απορρόφηση του φωτός υπολογίζεται με το συντελεστή απορρόφησης, ο οποίος είναι διαφορετικός για κάθε είδος φυσικού νερού αλλά και για κάθε μήκος κύματος του φωτός. Έτσι οι διαφανείς λίμνες έχουν μικρό συντελεστή απορρόφησης, ενώ οι εύτροφες και θολές μεγάλο (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Το χρώμα του νερού ενός φυσικού αποδέκτη μπορεί ν' αλλάζει εποχιακά, όταν εξαιτίας της διάχυσης του ιζήματος κατά τη φθινοπωρινή και εαρινή αναστροφή αναπτύσσεται υπερβολικά το φυτοπλαγκτόν εντείνοντας το πράσινο χρώμα ή με τη μεταφορά φερτών υλών από τη λεκάνη απορροής που προσδίδουν φαιό χρώμα στο νερό. Φυσικά νερά με έντονη βιολογική δραστηριότητα έχουν χρώμα πράσινο, ενώ αυτά με ασθενέστερη βιολογική δραστηριότητα έχουν χρώμα πράσινο - γαλάζιο. Ο χρωματισμός αποτελεί ένδειξη για την παρουσία συγκεκριμένων χημικών ουσιών π.χ. η παρουσία θείου (S) προσδίδει στο νερό κιτρινωπό χρώμα ενώ η παρουσία ανθρακικού ασβεστίου (CaCO_3) πράσινο χρώμα (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Ο προσδιορισμός του χρώματος στηρίζεται στην οπτική σύγκριση του δείγματος με έγχρωμο διάλυμα γνωστής συγκέντρωσης που παρασκευάζεται στο εργαστήριο. Το διάλυμα αυτό περιέχει λευκόχρυσο (Pt) και κοβάλτιο (Co). Συγκεκριμένα ένα διάλυμα με αρχική προσθήκη 1,246 g K_2PtCl_6 και 1,00 g $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ σε αποσταγμένο νερό, προσθήκη στη συνέχεια 100 ml HCl και τελική αραιώση με αποσταγμένο νερό μέχρι όγκου 1 lt, θεωρείται πρότυπο διάλυμα που έχει τιμή χρώματος 500 μονάδες της κλίμακας Λευκόχρυσου – Κοβαλτίου (Pt/Co). Με διαδοχικές αραιώσεις αυτού του προτύπου διαλύματος λαμβάνονται διαλύματα με συγκεκριμένες τιμές χρώματος της κλίμακας Pt/Co. Το δείγμα συγκρίνεται με τα πρότυπα αυτά διαλύματα της κλίμακας Pt/Co και το αποτέλεσμα της παρατήρησης εκφράζεται σε mg/l (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Το χρώμα στο πόσιμο νερό είναι αισθητικά ανεπιθύμητο. Νερό που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση και έχει χρώμα πρέπει να εξεταστεί χημικά για να αναζητηθεί η προέλευσή του. Το καθαρό φυσικό νερό είναι διαυγές και άχρωμο σε μικρές μάζες. Όμως η παρουσία ορισμένων μεταλλικών ιόντων, όπως σιδήρου (Fe^{2+}) και μαγγανίου (Mn^{2+}) που βρίσκονται στη φύση, προσδίδουν στο νερό κάποιο χρώμα. Ακόμα το χρώμα στο φυσικό νερό μπορεί να οφείλεται σε άλλες χημικές ενώσεις, στο πλαγκτόν και σε βιομηχανικά απόβλητα (π.χ. απόβλητα βαφείων κ.α.) (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Πολλές φορές το χρώμα χρησιμεύει και σαν ιχνηλάτης για τον προσδιορισμό του τόπου προέλευσης του νερού και έτσι μπορεί να θεωρηθεί και έμμεσος δείκτης μόλυνσης. Για παράδειγμα το κοκκινωπό χρώμα είναι ενδεικτικό ύπαρξης ενώσεων σιδήρου, ενώ το γαλάζιο οφείλεται σε ύπαρξη χαλκού (Cu) ή των ενώσεών του. Το μελανό χρώμα μπορεί να οφείλεται σε ύπαρξη οργανικών οξέων και τανίνης (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

2.2.2 Φυσικοχημικοί παράγοντες

- Αγωγιμότητα

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. Διαλύματα των περισσότερων ανόργανων ενώσεων είναι σχετικά καλοί αγωγοί ενώ αντίθετα οργανικές ουσίες που δεν δίστανται σε υδατικά διαλύματα παρουσιάζουν μικρή αγωγιμότητα (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Η αγωγιμότητα ενός υλικού μπορεί να εκφραστεί με το αντίστροφο της αντίστασης, R: $G = 1/R$,

όπου η αντίσταση μετράται σε ohm και η αγωγιμότητα σε ohm^{-1} (συντά αναφέρεται σε mho). Η αγωγιμότητα ενός διαλύματος μετράται με χρήση δύο χημικά αδρανών ηλεκτροδίων. Για να αποφεύγεται η πόλωση μεταξύ των επιφανειών των ηλεκτροδίων η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ένα μεταβαλλόμενο ηλεκτρικό σήμα. Η αγωγιμότητα ενός διαλύματος είναι ανάλογη της επιφάνειας A του ηλεκτροδίου και αντιστρόφως ανάλογη της μεταξύ τους απόστασης I (Ευθύμιος Νταράκας,).

$$G = k * A / I$$

Η σταθερά αναλογίας k καλείται «ειδική αγωγιμότητα» και είναι μια χαρακτηριστική ιδιότητα του διαλύματος. Οι μονάδες του k είναι $1/\text{ohm}\cdot\text{cm}$ ή mho/cm ανά εκατοστό. Η συνήθης μονάδα μέτρησης της αγωγιμότητας είναι το mho/cm .

Στο Διεθνές Σύστημα Μονάδων (SI) αντίστοιχο του ohm είναι το Siemens (S) και η ειδική αγωγιμότητα μετράται σε mS/m . $1 \text{ mS}/\text{m}=10 \text{ mhos}/\text{cm}$, και $1 \text{ }\mu\text{S}/\text{cm} = 10^{-3} \text{ mS}/\text{cm}$ ενώ $1 \text{ dS}/\text{m}$ είναι ίσο με $1 \text{ mhos}/\text{cm}$.

Η ισοδύναμη αγωγιμότητα Λ ενός δείγματος είναι η αγωγιμότητα ανά μονάδα συγκέντρωσης. Καθώς η συγκέντρωση τείνει στο μηδέν, το Λ τείνει σε μια σταθερά που αναφέρεται σαν Λ_0 . Η ισοδύναμη αγωγιμότητα Λ αποτελεί ποσοτικό δείκτη της συμμετοχής ενός ιόντος στη συνολική αγωγιμότητα του διαλύματος, στο οποίο βρίσκεται. Η τιμή της για κάθε είδος ιόντων σε ένα διάλυμα εκφράζει την αγωγιμότητα διαλύματος που περιέχει ένα γραμμοισοδύναμο από το ιόν αυτό σε κυψελίδα όπου τα ηλεκτρόδια απέχουν 1 cm . Η ισοδύναμη αγωγιμότητα δίνεται από τη σχέση $\Lambda=0,001k/\text{concentration}$. Όπου οι μονάδες των Λ , k , και της συγκέντρωσης είναι $\text{mho}\cdot\text{cm}^2/\text{ισοδύναμο}$, mho/cm , και $\text{ισοδύναμο}/\text{L}$ αντίστοιχα.

Η μέτρηση της αγωγιμότητας γίνεται με ειδικά όργανα γνωστά ως αγωγιμόμετρα. Τα όργανα αυτά μετρούν την αντίσταση του διαλύματος ή την τάση του εναλλασσομένου ρεύματος. Τα αγωγιμόμετρα συνήθως αποτελούνται από μια πηγή εναλλασσομένου ρεύματος, γέφυρα Wheatstone και ηλεκτρόδιο αγωγιμότητας (Ευθύμιος Νταράκας,).

Στα πόσιμα νερά, η αγωγιμότητα κυμαίνεται συνήθως από $2500 \text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ στους 20°C . Το όργανο μας δίνει την ειδική αγωγιμότητα με ακρίβεια $0,1\text{-}10 \text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$, κάνοντας αντιστάθμιση της θερμοκρασίας στους 20°C ή 25°C (Ζανάκη Κ., 2001)..

- 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 πλέον ευχάριστη γεύση είναι μεταξύ $5\text{-}15^\circ\text{C}$ (κυρίως $9\text{-}10^\circ\text{C}$). Όταν η θερμοκρασία του νερού υπερβαίνει τους 15°C 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. Επίσης αυξάνει το ποσό του απαιτούμενου χλωρίου και ευνοεί την ανάπτυξη των αλγών με συνέπεια την εμφάνιση δυσάρεστων οσμών και γεύσεων (Ζανάκη Κ., 2001).

Η θερμοκρασία μαζί με το διαλυμένο οξυγόνο στο νερό αποτελούν τις βασικότερες ίσως παραμέτρους που επηρεάζουν τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Όλοι οι υδρόβιοι οργανισμοί μπορούν να ζήσουν σε πολύ συγκεκριμένο εύρος θερμοκρασιών, το ξεπέραςμα του οποίου επιφέρει, αρχικά

«στρες»και στη συνέχεια θάνατο. Για αυτό η μέτρηση της θερμοκρασίας πρέπει να συνοδεύει κάθε δειγματοληψία Η μέτρηση της θερμοκρασίας είναι ακόμα απαραίτητη στη διαδικασία μέτρησης ορισμένων χαρακτηριστικών νερού όπως η αλκαλικότητα, αλατότητα, βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, κλπ (Ζανάκη Κ., 2001).

Η θερμοκρασία των απόβλητων που αποχετεύονται προς τη θάλασσα ή άλλα επιφανειακά νερά επίσης πρέπει να βρίσκεται σε ορισμένα όρια (συνήθως 20°C - 40°C) και πρέπει να ελέγχεται συχνά, σύμφωνα με τη νομοθεσία μας.

Η θερμοκρασία μπορεί να μετρηθεί με υδραργικά θερμομέτρα ακριβείας, 0,1 με την προϋπόθεση ότι η μέτρηση γίνεται υπό σκιά. Η θερμοκρασία του ποτίμου νερού είναι 12°C έως 25°C (Ευθύμιος Νταράκας,).

- Συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου (pH)

Ο όρος pH, εκφράζει την συγκέντρωση υδρογονίωντων, που περιέχει ένα δείγμα και ορίζεται ως την αρνητική λογαριθμική συγκέντρωση υδρογονίωντων, που περιέχει ένα διάλυμα ($-\log [\text{H}^+]$) ή ως η αρνητική δύναμη, στην οποία πρέπει να υψωθεί ο αριθμός 10 για να ληφθεί η συγκέντρωση ιόντων υδρογόνου, εκφρασμένη σε γραμμάρια ή γραμμοϊόντα ανά λίτρο διαλύματος.

Το καθαρό νερό είναι ελάχιστα ιονισμένο και σε κατάσταση ισορροπίας η συγκέντρωση υδρογονίωντων και υδροξυλίωντων διέπεται από τη σχέση: $[\text{H}^+] + [\text{OH}^-] = 10^{-14}$, στους 25°C και $[\text{H}^+] =$ συγκέντρωση υδρογονίωντων, σε moles/ L $[\text{OH}^-] =$ συγκέντρωση υδροξυλίωντων, σε moles/ L .

Η κλίμακα μέτρησης του pH είναι από 0 ως 14. Η ουδετερότητα αντιστοιχεί σε $\text{pH} = 7,0$. Τιμές μικρότερες δείχνουν όξινο περιβάλλον (υπεροχή υδρογονίωντων) ενώ τιμές μεγαλύτερες δείχνουν αλκαλικό περιβάλλον (υπεροχή υδροξυλίωντων).

Η μέτρηση του pH είναι μία από τις σημαντικότερες και βασικότερες μετρήσεις κατά την εξέταση των υδάτων. Σε δεδομένη θερμοκρασία το pH δείχνει πόσο όξινο ή αλκαλικό είναι ένα διάλυμα ή τον βαθμό του ιονισμού του διαλύματος. Με το pH δεν μετράται η οξύτητα ή αλκαλικότητα του δείγματος, όμως τιμές pH μικρότερες από 7, δείχνουν μία τάση του δείγματος προς την οξύτητα και τιμές pH μεγαλύτερες από 7 δείχνουν μία τάση προς την αλκαλικότητα.

Στα νερά φυσικής προέλευσης το pH κυμαίνεται συνήθως από 6,5 ως 8,5.

Κατά την διαδικασία μέτρησης του pH ακολουθούμε την ίδια διαδικασία όπως και στη μέτρηση της αγωγιμότητας.

- Ασβέστιο (Calcium–Ca)

Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από τα πετρώματα (ασβεστόλιθος, δολομίτης, γύψος) δια μέσου των οποίων διέρχεται το νερό. Η συγκέντρωση ασβεστίου κυμαίνεται από μηδέν μέχρι μερικές εκατοντάδες mg/l ανάλογα με την προέλευση του νερού και συμβάλλει στην ολική σκληρότητά του. Δεν είναι κατάλληλη για έντονα χρωματισμένα νερά και για νερά πλούσια σε μεγάλες ποσότητες βαρέων μετάλλων. Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

Στον προσδιορισμό της Ολικής Σκληρότητας, το ETDA συμπλοκοποιεί σε pH=10 το ασβέστιο και μαγνήσιο και το τελικό σημείο της αντίδρασης διαπιστώνεται με τον δείκτη Eriochrom Black T. Σε pH=12-13 το μαγνήσιο καθιζάνει ως υδροξείδιο, το EDTA συμπλοκοποιεί μόνο το ελεύθερο ασβέστιο και το τελικό σημείο της αντίδρασης διαπιστώνεται με τον δείκτη Murexid. Έτσι υπολογίζουμε τα ppm Ca⁺⁺ σε δείγμα νερού.

- Χλωριούχα (Chlorides–Cl)

Είναι ευρέως διαδεδομένα στη φύση σαν άλατα νατρίου, καλίου και ασβεστίου. Προέρχονται από τη διάβρωση των βράχων. Επειδή είναι πολύ ευκίνητα και ευδιάλυτα διεισδύουν στο έδαφος ή μεταφέρονται σε κλειστές δεξαμενές και τους ωκεανούς. Μπορεί όμως να προκύψουν από τη χρήση λιπασμάτων, από λύματα και βιομηχανικά απόβλητα ή διείσδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιες περιοχές. Δεν έχουν επιβλαβή επίδραση στον ανθρώπινο οργανισμό, αλλά σε υψηλές συγκεντρώσεις δίνουν στο πόσιμο νερό γλυφή γεύση. Η απότομη αύξηση των χλωριόντων στο νερό, αν δεν οφείλεται στην είσοδο θαλασσινού νερού, δείχνει πιθανή ρύπανση από λύματα και απαιτείται άμεση επιτόπια υγειονομική επιθεώρηση. Η ρύπανση πρέπει να επιβεβαιωθεί και με άλλες μετρήσεις (μικροβιολογικές, αμμωνία, νιτρώδη). Επειδή δεν έχει παρατηρηθεί τοξικότητα των χλωριόντων στον άνθρωπο δεν έχει καθορισθεί ανώτατο επίπεδο στο πόσιμο νερό (Ευθύμιος Νταράκας, 2000).

- Μαγνήσιο (Magnesium–Mg)

Είναι σε αφθονία στη φύση (όγδοο σε σειρά) και είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών. Τα άλατά του μαζί με του ασβεστίου αποτελούν την ολική σκληρότητα του νερού και όταν θερμανθούν σχηματίζουν επικαθίσματα στις σωληνώσεις και τους λέβητες. Νερά με συγκεντρώσεις μαγνησίου μεγαλύτερες από 125 mg/l μπορεί να έχουν καθαρτικές και διουρητικές ιδιότητες (Πετροπούλου Μ.,

2007).

- Σκληρότητα (Hardness)

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). Μεγάλες τιμές σκληρότητας δεν αποτελούν κίνδυνο για την υγεία αντιθέτως έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ αυξημένης σκληρότητας και μείωσης των καρδιαγγειακών παθήσεων. Επίσης η σκληρότητα είναι επιθυμητή στην ζυθοποιία και αρτοποιία γιατί βοηθάει την ενζυματική δράση. 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 (Πετροπούλου Μ., 2007) .

- Ολική Σκληρότητα (Ο.Σ.)

Η ολική σκληρότητα του νερού προσδιορίζεται με την ογκομέτρηση των ιόντων ασβεστίου και μαγνησίου, με πρότυπο διάλυμα E.D.T.A. (Δινάτριο άλας του αιθυλενοδιαμινοτετραοξικού οξέος) σε pH=10, παρουσία δείκτη Eriochrom - Black - T, του οποίου το χρώμα μετατρέπεται από κόκκινο σε πράσινο σύμφωνα με την αντίδραση:

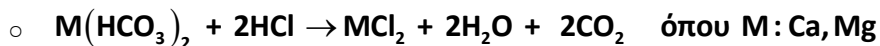


(κόκκινο) (πράσινο)

(H₂Y⁻⁻ = ανιόν EDTA. H₃Δ = δείκτης Eriochrom - Black - T)

- Ανθρακική ή Παροδική Σκληρότητα (Α.Σ)

Ο προσδιορισμός της ανθρακικής ή παροδικής σκληρότητας (Α.Σ.), γίνεται με οξύμετρηση του νερού, με πρότυπο διάλυμα 0.1N HCl. Οι αντιδράσεις που παίρνουν μέρος, είναι της μορφής:



Το διάλυμα στο ισοδύναμο σημείο είναι όξινο, λόγω σχηματισμού H_2CO_3 . Άρα, για την παρατήρηση του τέλους της αντίδρασης χρησιμοποιείται δείκτης ηλιανθίνης (pH = 3.1 – 4.4).

Με την ίδια μέθοδο προσδιορίζεται και η συγκέντρωση των HCO_3^- στο νερό.

➤ Μόνιμη Σκληρότητα (Μ.Σ)

Υπολογίζουμε την **μόνιμη σκληρότητα (Μ.Σ)** από την σχέση : $(\text{Ο.Σ}) - (\text{Α.Σ}) = (\text{Μ.Σ})$ σε Γερμανικούς Βαθμούς °D

Συνήθως είναι : $(\text{Ο.Σ}) > (\text{Α.Σ})$.

Εάν $(\text{Α.Σ}) > (\text{Ο.Σ})$ τότε $(\text{Ο.Σ}) = (\text{Α.Σ})$ και επομένως $(\text{Μ.Σ}) = 0$.

• Νάτριο (Sodium–Na)

Είναι βασικό στοιχείο για τον άνθρωπο. Τα άλατα νατρίου βρίσκονται σε όλες τις τροφές και το πόσιμο νερό. Λόγω της αφθονίας του στη φύση (έκτο κατά σειρά) περιέχεται σε όλα τα φυσικά νερά σε συγκεντρώσεις που κυμαίνονται από 1-500 mg/l. Στα πόσιμα νερά δεν υπερβαίνει τα 20 mg/l, εκτός των περιπτώσεων που έχει γίνει αποσκλήρυνση με τη μέθοδο της ιοντοανταλλαγής σε νερά με μεγάλη σκληρότητα. Σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 200 mg/l επηρεάζει τη γεύση του νερού. Το νάτριο (κυρίως η αναλογία του προς τα άλλα κατιόντα στο νερό) έχει μεγάλη σημασία για τη γεωργία και την ανθρώπινη παθολογία. Η διαπερατότητα του εδάφους επηρεάζεται αρνητικά από μεγάλη αναλογία νατρίου στο νερό. Άτομα που πάσχουν από χρόνιες καρδιακές παθήσεις χρειάζονται νερό με χαμηλή περιεκτικότητα σε νάτριο. Υπάρχουν επιδημιολογικές μελέτες που αναφέρουν επιπτώσεις στην υγεία από ψηλές συγκεντρώσεις νατρίου στο πόσιμο νερό, αλλά με τα υπάρχοντα δεδομένα δεν είναι δυνατόν να εξαχθούν σίγουρα συμπεράσματα για τη σχέση νατρίου στο νερό και δημιουργία υπέρτασης.

• Κάλιο (Potassium – K)

Είναι το έβδομο στοιχείο σε αφθονία στη φύση. Επομένως βρίσκεται σε όλα τα φυσικά νερά. Σπάνια όμως η περιεκτικότητα των πόσιμων νερών φθάνει τα 20 mg/l σε κάλιο. Δεν έχουν αναφερθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία (Κώστας Ε. Σαββάκης, 2002) .

- Διαλυμένο οξυγόνο (Dissolved Oxygen)

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 πόσιμο νερό. 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 θεικών σε θειούχα, με συνέπεια τη δημιουργία δυσάρεστων οσμών. Το διαλυμένο οξυγόνο ελαττώνεται όταν αυξάνεται η θερμοκρασία και η αλατότητα του νερού.

2.2.2 Παράμετροι που αφορούν ανεπιθύμητες ουσίες

- ❖ Ενώσεις αζώτου (Αμμωνία –Νιτρώδη –Νιτρικά)

Ο προσδιορισμός των διαφόρων ενώσεων του αζώτου στο πόσιμο νερό αποτελεί δείκτη για την υγειονομική ποιότητα του νερού. Πριν από την ανάπτυξη των βακτηριολογικών αναλύσεων η μέτρηση των ενώσεων του αζώτου στο νερό ήταν ο μόνος δείκτης για πιθανή μόλυνση. Σε πρόσφατα ρυπασμένα νερά το άζωτο βρίσκεται υπό την μορφή οργανικού αζώτου και αμμωνίας. Καθώς περνάει ο χρόνος το οργανικό άζωτο μετατρέπεται σταδιακά σε αμμωνία και αργότερα εάν υπάρχουν αερόβιες συνθήκες γίνεται οξείδωση της αμμωνίας σε νιτρώδη και νιτρικά. Με βάση τα παραπάνω, νερά που περιέχουν μεγάλη ποσότητα οργανικού αζώτου και αμμωνίας θεωρούνται ότι έχουν ρυπανθεί πρόσφατα και επομένως παρουσιάζουν μεγάλο κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Νερά όπου το άζωτο βρίσκεται υπό μορφή νιτρικών σημαίνει ότι έχουν ρυπανθεί πριν από αρκετό καιρό και επομένως δεν αποτελούν άμεση απειλή για την δημόσια υγεία (Παππά Γεωργία, 2001).

- ❖ Αμμωνία(NH₃)

Τα υπόγεια νερά περιέχουν συνήθως αμμωνία λιγότερο από 0.2 mg/l. Σε εδάφη δασών παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις. 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 συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 0.2 mg/l δημιουργεί προβλήματα οσμής και γεύσης στο νερό και ελαττώνει την αποτελεσματικότητα της απολύμανσης. Επίσης συμβάλλει στο σχηματισμό νιτροδών στα συστήματα ύδρευσης (Παππά Γεωργία, 2001).

❖ Νιτρώδη(NO₂)–Νιτρικά(NO₃)

Αποτελούν τμήμα του κύκλου του αζώτου στη φύση, επομένως υπάρχουν στα φυσικά νερά, αλλά η συγκέντρωση νιτρικών είναι συνήθως χαμηλή. Υψηλές συγκεντρώσεις οφείλονται σε λιπάσματα, απορρίμματα και ζωικά ή ανθρώπινα απόβλητα. Υπάρχουν ακόμη και στον αέρα, λόγω της ατμοσφαιρικής ρύπανσης, με αποτέλεσμα να παρασύρονται από τη βροχή ή να αποτίθενται στο έδαφος. Σε αερόβιες συνθήκες τα νιτρικά διεισδύουν στον υδροφόρο ορίζοντα. Τα πόσιμα νερά που περιέχουν μεγάλες ποσότητες νιτρικών υπάρχει κίνδυνος να προκαλέσουν στα παιδιά την ασθένεια μεθαιμογλοβιναιμία, λόγω της αναγωγής τους σε νιτρώδη. Τα νιτρώδη και νιτρικά, στο περιβάλλον του στομάχου, σχηματίζουν N - νιτροζοενώσεις, που είναι καρκινογόνες (Παππά Γεωργία, 2001).

❖ Σίδηρος(Iron–Fe)

Υπάρχει κυρίως σε υπόγεια νερά, που διέρχονται από πετρώματα πλούσια σε άλατα σιδήρου. 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) , (Παππά Γεωργία, 2001).

❖ Μαγγάνιο(Manganese–Mn)

Δεν έχουν διαπιστωθεί βλαβερές συνέπειες στην υγεία από πόσιμο νερό 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 (Παππά Γεωργία, 2001) .

❖ Χαλκός(Copper-Cu)

Είναι βασικό στοιχείο στον ανθρώπινο μεταβολισμό. Τα άλατα του χαλκού είναι τοξικά στα υδρόβια φυτά και χρησιμοποιούνται (κυρίως ο θειικός χαλκός) για να ανασταλεί η ανάπτυξη των φυκών. Λόγω της διάβρωσης των χάλκινων σωληνώσεων, σημαντικές ποσότητες χαλκού διαλύονται στο πόσιμο νερό. Αν το νερό μείνει στάσιμο 12 ώρες στις σωληνώσεις, η συγκέντρωση χαλκού μπορεί να υπερβεί τα 20 mg. Γιαυτό το λόγο η Υγειονομική Διάταξη αναφέρει δύο ενδεικτικά επίπεδα: στην έξοδο των εγκαταστάσεων και μετά από ηρεμία 12 ωρών στις σωληνώσεις. Ο χαλκός προσδίδει χρώμα και στυπτική γεύση στο πόσιμο νερό. Δημιουργεί λεκέδες στα υφάσματα και στα είδη υγιεινής. Δεν υπάρχουν ενδείξεις ότι προκαλεί βλάβες στην υγεία (Παππά Γεωργία, 2001).

❖ Ψευδάργυρος(Zinc-Zn)

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 προσδίδουν χρώμα και στυπτική γεύση στο πόσιμο νερό. Δεν έχουν παρατηρηθεί αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία (Παππά Γεωργία, 2001).

❖ Φώσφορος(Phosphorus-P)

Όλες οι ενώσεις του φωσφόρου συναντώνται στα νερά 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 των επιφανειακών νερών. 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(Παππά Γεωργία, 2001).

❖ Φθόριο(Fluoride-F)

Το φθόριο συναντάται στα νερά σαν φθοριούχα άλατα, που προέρχονται από ηφαιστειογενή πετρώματα. Συνήθως βρίσκεται στα υπόγεια νερά παρά στα επιφανειακά. 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 νερά που δεν περιέχουν φθόριο γίνεται φθορίαση 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 (Παππά Γεωργία, 2001).

❖ Υπολειμματικό χλώριο (Residual Chlorine)

Σε νερά που χλωριώνονται 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 στα πόσιμα νερά 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 (Παππά Γεωργία, 2001).

2.2.4 Παράμετροι που αφορούν τοξικές ουσίες

❖ Αρσενικό(Arsenic-As)

Τα περισσότερα φυσικά νερά περιέχουν αρσενικό σε συγκεντρώσεις πάνω από 5 mg/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 (Παππά Γεωργία, 2001).

❖ Κάδμιο(Cadmium-Cd)

Είναι ένα από τα τοξικότερα μέταλλα. Συναντάται στη φύση σε θειούχα ορυκτά με το μόλυβδο και τον ψευδάργυρο. Στα φυσικά νερά βρίσκεται κυρίως στα ιζήματα των βυθών και σε αιωρούμενα σωματίδια. Σε μη ρυπασμένα νερά 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 ψηλές συγκεντρώσεις καδμίου, επειδή αυτά τα νερά είναι πιο διαβρωτικά και η διαλυτότητα του καδμίου στο νερό εξαρτάται από το pH και τη σκληρότητα. Το κάδμιο προσβάλλει το συκώτι, τα νεφρά, το σπλήνα και το θυρεοειδή αδένα, εναποτίθεται στα οστά, όπου αντικαθιστά το ασβέστιο προκαλώντας τη νόσο ΙΤΑΙ-ΙΤΑΙ. Έχει βρεθεί ότι προκαλεί καρκίνο σε πειραματόζωα και ορισμένες επιδημιολογικές μελέτες το συνδέουν με καρκίνο στον άνθρωπο.

❖ Χρώμιο(Chromium-Cr)

Υπάρχει στο φλοιό της γης και εμφανίζεται σαν τρισθενές και εξασθενές χρώμιο. Στα νερά 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 τα επιφανειακά νερά. Η μέση συγκέντρωση στο νερό της βροχής είναι 0,2 – 1 μg/l, στο θαλασσίνο 0,05 μg/l και στα φυσικά νερά 0,5 – 2 μg/l, ενώ στα υπόγεια 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 νερά 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.

❖ Μόλυβδος(Lead-Pb)

Είναι πολύ τοξικό μέταλλο. Τα φυσικά νερά συνήθως περιέχουν 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 αντικρότικό. 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 πόσιμο νερό, 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 (Παππά Γεωργία, 2001).

2.2.5 Υπολογισμός Δείκτη Κορεσμού (Δείκτη Langelier, (S.I) Saturation Index)

Παρόλο που δεν υπάρχει απαίτηση από τον νόμο για τη σταθερότητα του νερού, δηλαδή να μην είναι το νερό ούτε αποθετικό ούτε διαβρωτικό, το νερό είτε λόγω της σύνθεσης και της προέλευσης του είτε λόγω της επεξεργασίας (π.χ. χλωρίωση, αποσκλήρυνση) που έχει υποστεί, έχει τάσεις άλλοτε αποθετικές και άλλοτε διαβρωτικές.

Το διαβρωτικό νερό προσβάλλει τα υλικά κατασκευής των δικτύων, των δεξαμενών και των συσκευών προκαλώντας καταστροφές, αισθητικά προβλήματα και μπορεί να επιβαρύνει το νερό με αυξημένες συγκεντρώσεις τοξικών μετάλλων όπως ο Cu, Pb, Cd ή και επικίνδυνων ιόνων αμιάντου.

Το αποθετικό νερό με το στρώμα αλάτων που δημιουργεί μειώνει την ροή, προκαλεί αποφράξεις σε δίκτυα και σωλήνες, αυξάνει την κατανάλωση ενέργειας σε εναλλάκτες θερμότητας και βραστήρες και τέλος αλλάζει τη γεύση του νερού.

Ο έλεγχος επομένως της προδιάθεσης του νερού να είναι διαβρωτικό ή αποθετικό έχει ουσιαστική σημασία και προς την κατεύθυνση αυτή έχουν χρησιμοποιηθεί πολλοί δείκτες . Ο πιο κοινός δείκτης για την πρόβλεψη της τάσης του νερού να αποθέσει αδιάλυτα ανθρακικά άλατα και κυρίως CaCO_3 ή να διαλύει τα άλατα και Εισαγωγή να έχει διαβρωτικές τάσεις, είναι ο δείκτης κορεσμού (saturation index) *Langelier* που συμβολίζεται με *S.I.* και δίνεται από τη σχέση:

$$S.I = \text{pH} - \text{pH}_s$$

όπου, pH = το pH του νερού

pH_s = το pH ισορροπίας ή κορεσμού CaCO_3 , δηλαδή το pH στο οποίο το νερό είναι κορεσμένο σε CaCO_3 και υπολογίζεται από την σχέση :

$$\text{pH}_s = (\text{pk}_2 - \text{pk}_s) - \log [\text{Ca}^{++}] - \log [\text{Alk}] + B$$

όπου, k_2 = δεύτερη σταθερά διάστασης του H_2CO_3

k_s = σταθερά γινομένου διαλυτότητας του CaCO_3

$[\text{Ca}^{++}]$ = συγκέντρωση του Ca^{++} σε ppm CaCO_3

$[\text{Alk}]$ = αλκαλικότητα του νερού σε ppm CaCO_3

B = συντελεστής διόρθωσης ιονικής ισχύος και μετατροπής των συγκεντρώσεων $[\text{Ca}^{++}]$ και $[\text{Alk}]$ σε greq/lit . Η τιμή του B εξαρτάται από την θερμοκρασία του νερού και τα ολικά διαλυμένα στερεά (TDS). Υπολογίζεται από ειδικούς πίνακες ή διαγράμματα.

Όταν η τιμή του $S.I.$ είναι αρνητική το νερό έχει διαβρωτικές τάσεις, ενώ για θετικές τιμές έχει αποθετικές τάσεις. Για τιμή $S.I. \approx 0$ το νερό είναι σταθεροποιημένο.

2.3 Παραμέτροι ελέγχου διασφάλισης ποιότητας πόσιμου νερού βάση Υγειονομικής Διάταξης

Τα περισσότερα προβλήματα στην ποιότητα του πόσιμου νερού, κυρίως στις μικρές κοινότητες, απορρέουν από μολύνσεις κοπρανόδους προέλευσης (Παππά Γεωργία, 2001). Αρκετές φορές όμως, παρουσιάζονται σοβαρά προβλήματα από χημική ρύπανση, που οφείλεται σε φυσικές ή ανθρώπινες πηγές. Για τη διερεύνηση αυτών των περιπτώσεων πρέπει να γίνουν χημικές αναλύσεις. Ωστόσο θα ήταν πολύ δαπανηρό και χρονοβόρο να προσδιορισθούν πολλές παράμετροι και σε συνεχή βάση, ιδίως σε υδρεύσεις μικρών πληθυσμών. Γι' αυτό το λόγο οι παράμετροι που συνιστώνται για την παρακολούθηση της ποιότητας του πόσιμου νερού, είναι εκείνες που θα καθορίσουν την υγιεινή και ασφάλεια του συστήματος ύδρευσης. Η Υγειονομική Διάταξη αναφέρει τις παρακάτω παραμέτρους, που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τους ελέγχους:

Ο Ελάχιστος έλεγχος, E1 περιλαμβάνει: Οσμή, Γεύση, Αγωγιμότητα, Υπολειμματικό χλώριο, Μικροβιολογικά.

Ο Έλεγχος ρουτίνας, E2 περιλαμβάνει: Οσμή, Γεύση, Θολερότητα, Αγωγιμότητα, pH, Υπολειμματικό χλώριο, Νιτρικά, Νιτρώδη, Αμμωνία, Μικροβιολογικά.

Ο Περιοδικός έλεγχος, E3 περιλαμβάνει: τον E2 και άλλες παραμέτρους.

Ο Έκτακτος έλεγχος, E4 γίνεται σε ειδικές περιπτώσεις ή ατυχήματα. Η αρμόδια αρχή καθορίζει τις παραμέτρους ανάλογα με τις συνθήκες. Πριν από την έναρξη εκμεταλλεύσεως μιας πηγής τροφοδοσίας, είναι σκόπιμο να γίνει μία γενική ανάλυση (πρώτη εξέταση). Οι παράμετροι, που πρέπει να μετρηθούν θα είναι αυτές του ελέγχου ρουτίνας, στις οποίες θα μπορούσαν να προστεθούν διάφορες τοξικές ή ανεπιθύμητες ουσίες, ανάλογα με τη θέση της πηγής, το είδος του εδάφους και τη ρύπανση από βιομηχανικά απόβλητα.

Κεφάλαιο 3

Έλεγχος Ποιότητας Νερού **-Υλικά και Μέθοδοι**

3.1 Χώρος Δειγματοληψίας – Χρονικό Πλαίσιο - Παράμετροι Ανάλυσης

Στόχος της παρούσας πτυχιακής εργασίας ήταν η παρακολούθηση των βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού δικτύου με στόχο το προσδιορισμό της ποιότητας νερού δεκα περιοχών του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηράκλειου. Το νερό κάθε περιοχής προέρχεται από γεώτρηση μιας ή και παραπάνω από μιας πηγής (ανάμειξη), όπως δίνονται τα στοιχεία παρακάτω.

Οι αναλύσεις των διαφόρων παραμέτρων ελέγχου ποιότητας νερού πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Χημείας του Γενικού Τμήματος του ΤΕΙ Ηράκλειου, το χρονικό διάστημα από 11/05/2011 έως 18/07/2011.

Οι δειγματοληψίες έγιναν από το διάστημα 11/05/2011 έως 18/07/2011, και πιο συγκεκριμένα στις 11/05/2011, 23/05/2011, 06/06/2011, 20/06/2011, 04/07/2011 και η τελευταία στις 18/07/2011. Τα δείγματα πάρθηκαν σε κατάλληλα σημεία ώστε να ελεγχθεί η ποιότητα νερού στις ακόλουθες 10 περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηράκλειου:

- 1. Περιοχή ΤΕΙ – Πηγή: Αγ. Μύρωνας**
- 2. Περιοχή Κατσαμπά – Πηγή: Μάλια**
- 3. Περιοχή Ρομαντική Γωνία – Πηγή: Τυλισσος + Κρουσσώνας**
- 4. Περιοχή ΟΑΕΔ – Πηγή: Δαφνές**
- 5. Περιοχή Ικάρου – Πηγή: Ασπρακοί + Μάλια + (Αφαλάτωση)**
- 6. Περιοχή Πατέλες – Πηγή: Τυλισσος + Κρουσσώνας**
- 7. Περιοχή Καρτερός – Πηγή: Ασπράκοι**
- 8. Περιοχή Καλιθέα – Πηγή: Σκαλάκι (Γεώτρηση)**
- 9. Περιοχή Βασιλειές – Πηγή: Γεώτρηση Γιούχτα**
- 10. Περιοχή Φορτέτσα – Πηγή: Θράψανο**

Από κάθε σημείο δειγματοληψίας ελήφθησαν δείγματα νερού, τα οποία τοποθετήθηκαν σε ειδικά αποστειρωμένα δοχεία των 500ml ώστε να εξασφαλίζεται η ελαχιστοποίηση των χημικών και βιολογικών αλλοιώσεων έως τον χρόνο ανάλυσης τους. Ακολουθώντας την ισχύουσα Ευρωπαϊκή Νομοθεσία για την ποιότητα του νερού προς πόση (Οδηγία 98/83/ΕΕ) και την αντίστοιχη Ελληνική νομοθεσία (ΚΥΑ Υ2/2600/2001) οι φυσικοχημικές παράμετροι που μετρήθηκαν στα δείγματα περιλαμβάνουν :

- pH (χρήση πεχαμέτρου)
- θερμοκρασία (χρήση υδραργυρικού θερμομέτρου)
- αγωγιμότητα – TDS (χρήση αγωγιμομέτρου)
- ολική σκληρότητα (ανθρακική και παροδική)
- μαγνήσιο
- ασβέστιο
- δείκτης κορεσμού, S.I.

3.2 Διαδικασία μέτρησης παραμέτρων ανάλυσης

Στην ενότητα αυτή γίνεται λεπτομερής αναφορά στη διαδικασία ανάλυσης των εξεταζόμενων παραμέτρων ποιότητας νερού. Οι μετρήσεις **Σφάλμα! Λανθασμένη σύνδεση.** και θερμοκρασίας, ως μετρήσεις πεδίου, έγιναν απευθείας στα σημεία δειγματοληψίας.

Βασικός Εξοπλισμός

Υδραργυρικό θερμοόμετρο

Αγωγιμόμετρο

Πεχάμετρο

Διαλύματα και σκεύη ογκομέτρησης

3.2.1 Μέτρηση pH

Πριν από οποιαδήποτε μέτρηση η ορθότητα των μετρήσεων του οργάνου διασφαλίστηκε με βαθμονόμησή του στο εργαστήριο. Αυτό έγινε με τη μέτρηση ειδικών προτύπων διαλυμάτων, ελέγχοντας έτσι το κατά πόσο η ένδειξη του οργάνου συμφωνεί με τη τιμή pH του προτύπου σε καθορισμένες πάντα συνθήκες μέτρησης. (Αν η ένδειξη του οργάνου βρίσκεται εκτός της τιμής που φέρει το πρότυπο τότε γίνεται βαθμονόμηση του οργάνου με χρήση σειράς κατάλληλων προτύπων.) Έπειτα μία ποσότητα από το δείγμα μεταφέρθηκε, μετά από καλή ανάδευση του δείγματος, σε καθαρό ποτήρι ζέσεως. Το ηλεκτρόδιο υάλου πριν την εισαγωγή του στο δείγμα εκπλύθηκε με απιονισμένο νερό. Η μέτρηση καταγράφηκε με ακρίβεια ± 0.01 .

3.2.2 Μέτρηση αγωγιμότητας

Η ηλεκτρική αγωγιμότητα σε αντίθεση με την αγωγιμότητα των μετάλλων αυξάνει με την αύξηση της θερμοκρασίας. Η εξάρτηση της ειδικής αγωγιμότητας από τη θερμοκρασία επιτάσσει οι μετρήσεις των άγνωστων διαλυμάτων να γίνονται στην ίδια θερμοκρασία με τις μετρήσεις των προτύπων διαλυμάτων που χρησιμοποιούνται για τη βαθμονόμηση του αγωγιμόμετρου. Επίσης, η παρουσίαση των αποτελεσμάτων πρέπει να συνοδεύεται από τη θερμοκρασία, στην οποία έγιναν οι μετρήσεις για να μπορούν αυτά να έχουν νόημα .

Αφού έγινε έλεγχος της ορθότητας λειτουργίας του οργάνου με βαθμονόμηση ακολούθως μεταφέρεται μία ποσότητα από το δείγμα σε καθαρό ποτήρι βρασμού. Πριν την μέτρηση το ηλεκτρόδιο του αγωγιμόμετρου εκπλύθηκε με απιονισμένο νερό. Η μέτρηση καταγράφηκε σε $\mu\text{S}/\text{cm}$.

3.2.3 Μέτρηση θερμοκρασίας

Κατά τη μέτρηση της θερμοκρασίας υδραργυρικό θερμόμετρο βυθίστηκε στο σημείο δειγματοληψίας, περίπου για 1 min και η ένδειξη καταγράφηκε.

3.2.4 Μέτρηση ολικής σκληρότητας (Ο.Σ)

Για τη μέτρηση της ολικής σκληρότητας στα δείγματα νερού ακολουθήθηκε η διαδικασία της ογκομέτρησης. 100 ml δείγματος μεταφέρθηκαν σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστέθηκε 1 δισκίο δείκτη - Buffer και διαλύθηκε στο νερό. Κατόπιν, προστέθηκε 1 ml πυκνής NH_3 και το διάλυμα χρωματίστηκε κόκκινο. Η ογκομέτρηση έγινε με το πρότυπο διάλυμα 0.2N EDTA (Titriplex A) μέχρι το διάλυμα να γίνει πράσινο. Η μέτρηση επαναλήφθηκε (τα τρία προηγούμενα στάδια) τουλάχιστον δύο ακόμη φορές ή μέχρις ότου οι μετρήσεις να έχουν καλή επαναληψιμότητα. Από τη μέση τιμή των καταναλωθέντων ml διαλύματος EDTA υπολογίστηκε η ολική σκληρότητα (Ο.Σ) του νερού με βάση την αναλογία:

1ml διαλύματος EDTA αντιστοιχούν σε 5,6 °D

3.2.5 Μέτρηση ανθρακικής σκληρότητας (Α.Σ)

Για τη μέτρηση της ανθρακικής σκληρότητας στα δείγματα νερού ακολουθήθηκε η διαδικασία της ογκομέτρησης. 100 ml δείγματος νερού μεταφέρθηκαν σε κωνική φιάλη των 250 ml. Προστέθηκαν 2 - 3 σταγόνες ηλιανθίνης και η ογκομέτρηση έγινε με διάλυμα 0,1 N HCl, μέχρι ελαφρώς ροζέ χρώμα. Η μέτρηση επαναλήφθηκε (τα τρία προηγούμενα στάδια) τουλάχιστον δύο ακόμη φορές ή μέχρις ότου οι μετρήσεις να έχουν καλή επαναληψιμότητα. Από τη μέση τιμή των καταναλωθέντων ml

διαλύματος 0.1 N HCl υπολογίστηκε η ανθρακική σκληρότητα (Α.Σ) του νερού με βάση την αναλογία:

1ml διαλύματος 0.1 N HCl αντιστοιχούν σε 2.8 °D

3 Επίσης, υπολογίστηκαν τα ppm HCO_3^- στο δείγμα με βάση την σχέση :

¹ ml 0.1 N HCl αντιστοιχεί με 6.1 mg HCO_3^-

3.2.6 Προσδιορισμός Ca^{+2}

Για το προσδιορισμό του ασβεστίου η ανάλυση έγινε ογκομετρικά. Για το σκοπό αυτό, 100 ml δείγματος νερού μεταφέρθηκαν σε κωνική φιάλη των 250 ml. Αρχικά έγινε προσθήκη 4 ml NaOH 1M (pH \approx 12 - 13) και μετά 0.2 gr δείκτη Μουρεξίδιο (μίγμα 100 gr γλυκόζης με 0.5 gr Murexid). Η ογκομετρηση έγινε με ETDA 0.2 N (Titriplex A) μέχρι το ροδόχρουν διάλυμα μετατραπεί σε μωβ. Η μέτρηση επαναλήφθηκε 3 φορές και η μέση τιμή των ppm Ca^{++} υπολογίστηκε από τη σχέση:

1 ml 0.2 N ETDA αντιστοιχεί σε 4.01 mg Ca^{++}

3.2.7 Προσδιορισμός Mg^{+2}

Για τον προσδιορισμό των ιόντων μαγνησίου τα ml του διαλύματος ETDA 0.2 N που χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του Ca^{++} αφαιρέθηκαν από τα ml που χρησιμοποιήθηκαν για την Ολική Σκληρότητα. Η διαφορά ήταν τα ml που καταναλώθηκαν για το Mg^{++} . Ο υπολογισμός των ppm Mg^{++} στο δείγμα νερού έγινε από τη σχέση:

1 ml ETDA 0.2 N αντιστοιχεί σε 2.43 mg Mg^{++}

3.2.8 Υπολογισμός Δείκτη κορεσμού, S.I

Ο δείκτης κορεσμού υπολογίστηκε με τη χρήση όλων των αποτελεσμάτων που καταγράφηκαν από τις παραπάνω αναλύσεις. Έτσι, για τον υπολογισμό του και τη διαπίστωση της προδιάθεσης του νερού χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα στοιχεία.

- το pH του νερού
- η θερμοκρασία του νερού Θ °C , από την οποία βρέθηκε η διαφορά

($\text{pk}_2 - \text{pk}_s$) από τον Πίνακα Α.

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

- η αγωγιμότητα του νερού k σε $\mu\text{S}/\text{cm}$, από την οποία και προσδιορίστηκαν τα ολικά διαλυμένα στερεά (TDS) σε mg/lt από τη σχέση

$$\text{TDS (mg/lt)} = 0,64 \cdot (\mu\text{S}/\text{cm})$$

από την τιμή του TDS προσδιορίστηκε ο συντελεστής B από τον Πίνακα Β.

Πίνακας Α : Τιμές της διαφοράς $pK_2 - pK_s$ σε διάφορες θερμοκρασίες του νερού

Θερμοκρασία °C	$pK_2 - pK_s$
0	2,30
4	2,24
8	2,18
12	2,13
19	2,07
20	2,01
25	1,93
30	1,86
40	1,71

Πίνακας Β: Τιμές του συντελεστή B για διάφορες τιμές TDS

TDS	B
0	9.70
100	9.77
200	9.83
400	9.86
800	9.89
1000	9.90

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

- η συγκέντρωση $[Ca^{++}]$ σε ppm Ca^{++} , όπου μετατράπηκε σε ppm $CaCO_3$ από την σχέση : $ppm CaCO_3 = 2,5 \cdot ppm Ca^{++}$
- η αλκαλικότητα [Alk] του νερού σε ppm $CaCO_3$

Επειδή το pH όλων των δειγμάτων ήταν $< 9,3$ για την ογκομέτρηση χρησιμοποιήθηκε η αλκαλικότητα ηλιανθίνης. Με βάση τις μετρήσεις αυτές, υπολογίστηκε η τιμή του δείκτη S.I. και με βάση τον Πίνακα Γ έγινε εκτίμηση της προδιάθεσης του νερού για απόθετική ή διαβρωτική δράση.

Πίνακας Γ: Τιμές S.I και απόθετική ή διαβρωτική τάση του νερού

Δείκτης Langelier (S.I)	
$-5 < S.I < -4$	Ισχυρά Διαβρωτικό
$-3 < S.I < -2$	Μέτρια Διαβρωτικό
$-1 < S.I < 0$	Ήπια ή Καθόλου Διαβρωτικό
$S.I = 0$	Σταθεροποιημένο
$0 < S.I < +2$	Ήπια ή Μέτρια αποθετικό
$+2 < S.I < +4$	Μέτρια αποθετικό
$+4 < S.I$	Ισχυρά αποθετικό

Κεφάλαιο 4

Αποτελέσματα Αναλύσεων **Νερού Δικτύου Ηρακλείου-** **Συμπεράσματα**

Στην ενότητα αυτή παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων νερού δικτύου από διάφορες περιοχές εντός του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου. Για τις φυσικοχημικές παραμέτρους που αναλύθηκαν δίδονται τα διαγράμματα χρονικής (χρονική περίοδος τέλος άνοιξης – αρχή καλοκαιριού) και χωρικής κατανομής (σημεία σε διάφορα μέρη του Ηρακλείου) από τα οποία φαίνονται οι διακυμάνσεις για την κάθε παράμετρο, ανά περιοχή, γίνονται συσχετίσεις και εξάγονται συμπεράσματα για την ποιότητα των υπο μελέτη δειγμάτων νερού.

4.1 Καταγραφή αποτελεσμάτων ανά παράμετρο ανάλυσης βάση μηνιαίας διακύμανσης - Συμπεράσματα

4.1.1 Αγωγιμότητα - T.D.S

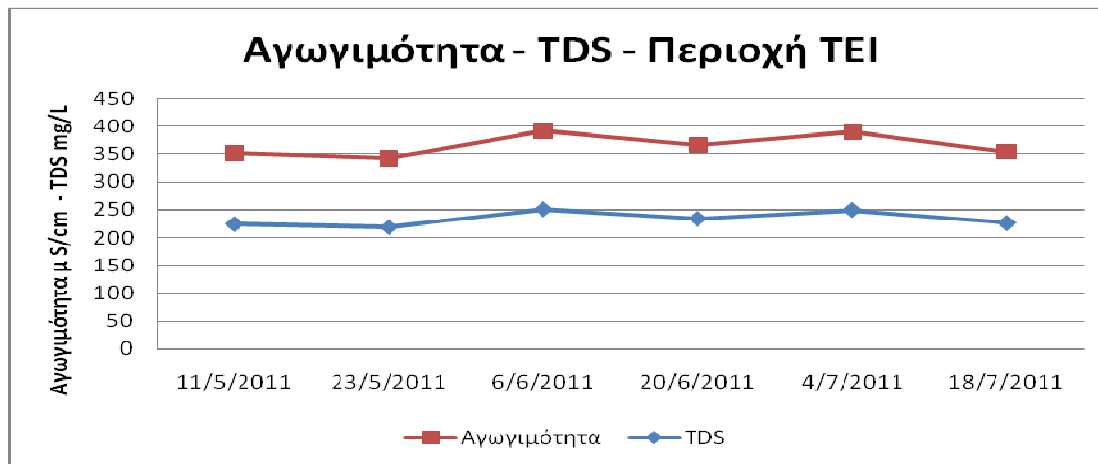
Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η διακύμανση της αγωγιμότητας και T.D.S στο χρονικό πλαίσιο των δειγματοληψιών σε περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Κρήτης όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις. Τα όρια της νομοθεσίας σύμφωνα με την οδηγία της E.E. για την αγωγιμότητα κυμαίνονται στα 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Για τιμές του T.D.S. μεταξύ 0-1.000 mg/L το νερό είναι γλυκό (fresh), μεταξύ 1.000-10.000 mg/L θεωρείται υφάλμυρο (brackish), μεταξύ 10.000-100.000 mg/L αλμυρό (salt or saline) ενώ για τιμές μεγαλύτερες των 100.000 mg/L υπεραλμυρό.

Περιοχή ΤΕΙ

Από το Διάγραμμα 4.1 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 342 μS στις 23/05/2011, έως 392 μS στις 06/06/2011, και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια των 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Το νερό της περιοχής δικτύου ΤΕΙ θεωρείται κατάλληλο για πόσιμο αφού κυμαίνεται στην ιδεώδη τιμή κ ίσο με 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 218 mg/lt η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011, με μέγιστη τιμή τα 250 mg/lit στις 06/06/2011. Οι τιμές του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L , ένδειξη ότι το νερό είναι γλυκό.

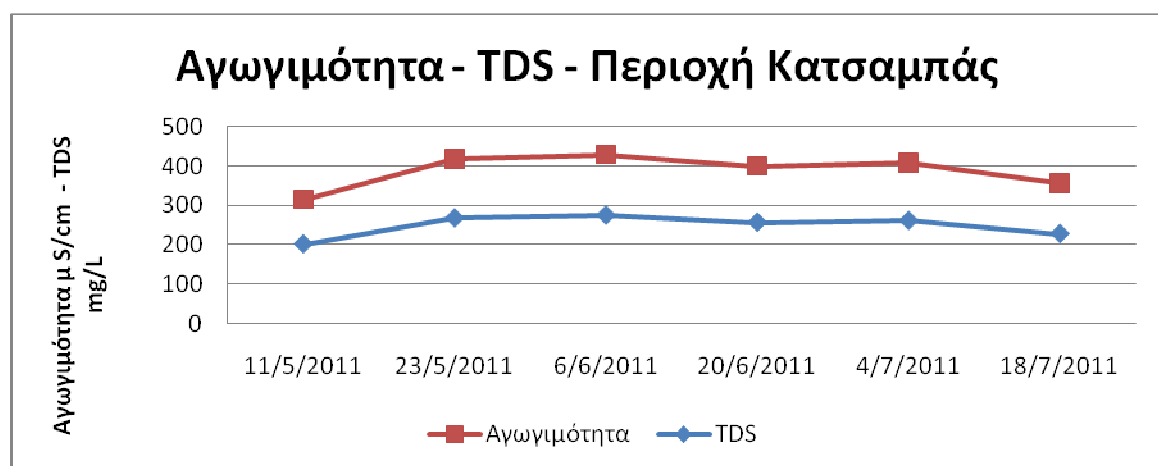


Διάγραμμα 4.1: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή ΤΕΙ (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Α)

Περιοχή Κατσαμπά

Από το Διάγραμμα 4.2 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 315 μS στις 11/05/2011 έως 429 μS στις 06/06/2011.

Οι τιμές του T.D.S. κυμαίνονται από 201 mg/lt η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011, έως 274 mg/lt στις 06/06/2011 η μέγιστη τιμή. Οι τιμές του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0-1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

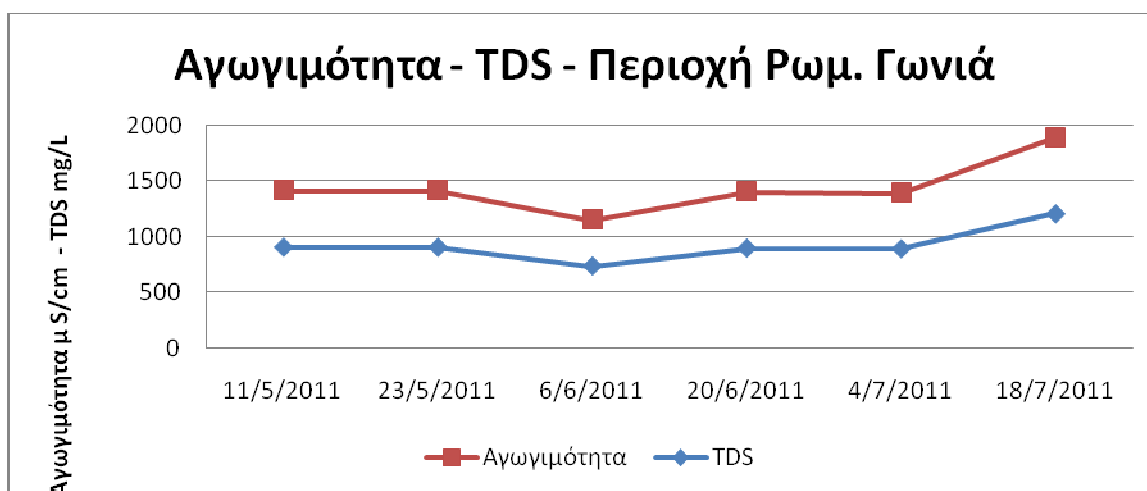


Διάγραμμα 4.2: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή Κατσαμπά (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ρομαντική Γωνιά

Από το Διάγραμμα 4.3 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 1395 μS η μικρότερη τιμή στις 04/07/2011 έως 1892 μS στις 18/07/2011 η μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 892 mg/l η μικρότερη τιμή στις 04/07/2011, έως 1210,88 mg/l στις 18/07/2011 η μέγιστη τιμή. Η τιμή του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό στις 04/07/2011 ενώ στις 18/07/2011 κυμαίνετε από 1.000 - 10.000 mg/L και θεωρείται υφάλμυρο.

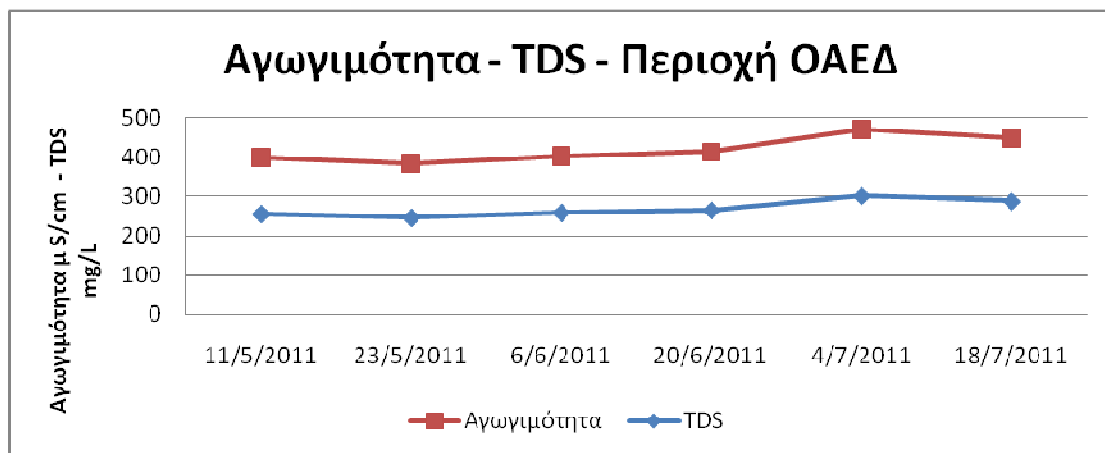


Διάγραμμα 4.3: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή Ρομαντική Γωνιά (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Α)

Περιοχή ΟΑΕΔ

Από το Διάγραμμα 4.4 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 384 μS η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 έως 471 μS στις 04/07/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 245 mg/l η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011, έως 301,44 mg/l στις 04/07/2011 η μέγιστη τιμή. Οι τιμές του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0-1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

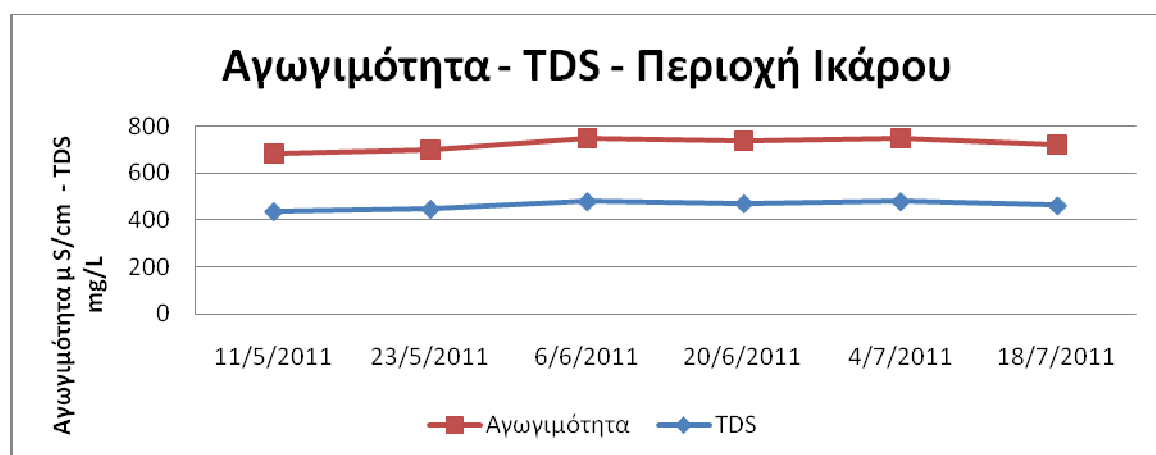


Διάγραμμα 4.4: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή ΟΑΕΔ (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ικάρου

Από το Διάγραμμα 4.5 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 681 μS η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 749 μS στις 06/06/2011 και ίδια τιμή στις 04/07/2011 μεγίστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 435 mg/lt η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011, έως 479,36 mg/lit στις 04/07/2011 ομοίως και στις 06/06/2011 η μεγίστη τιμή. Οι τιμές του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

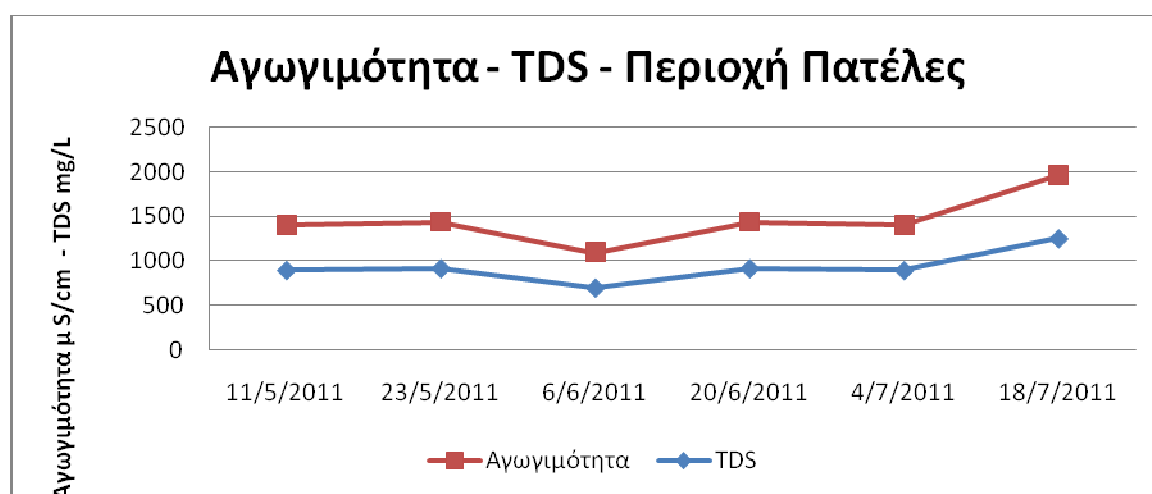


Διάγραμμα 4.5: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή Ικάρου (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Α)

Περιοχή Πατέλες

Από το Διάγραμμα 4.6 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 1094 μS η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 1960 μS στις 18/07/2011 μεγίστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 700,16 mg/l η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011, έως 1254mg/l στις 18/07/2011 η μεγίστη τιμή. Η τιμή του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό στις 06/06/2011 ενώ στις 18/07/2011 κυμαίνετε από 1.000 - 10.000 mg/L και θεωρείται υφάλμυρο.

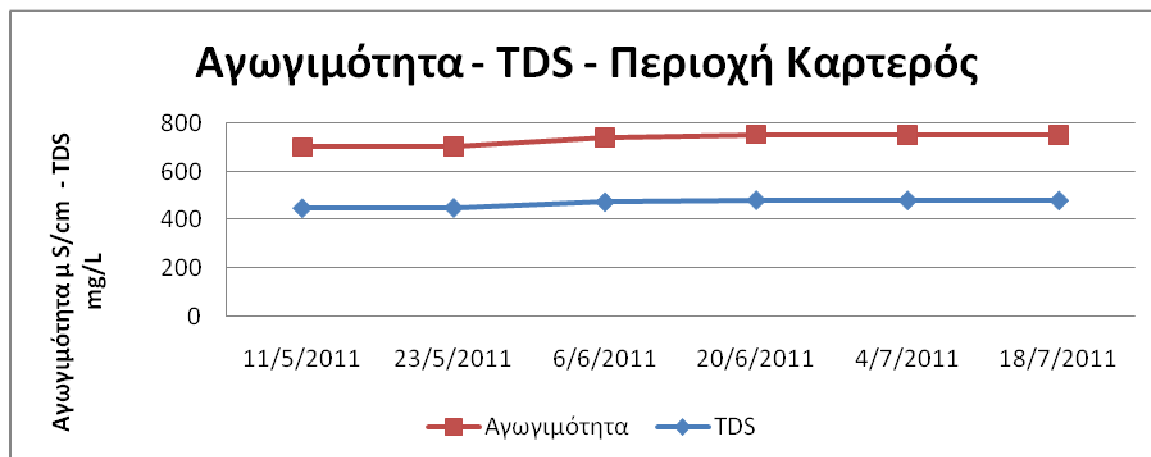


Διάγραμμα 4.6: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή Πατέλες (από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καρτερός

Από το Διάγραμμα 4.7 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 701 μS η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011, έως 752 μS στις 20/05/2011 μεγίστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 473,6 mg/l η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011, έως 481,28 mg/l στις 20/06/2011 η μεγίστη τιμή. Οι τιμές του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

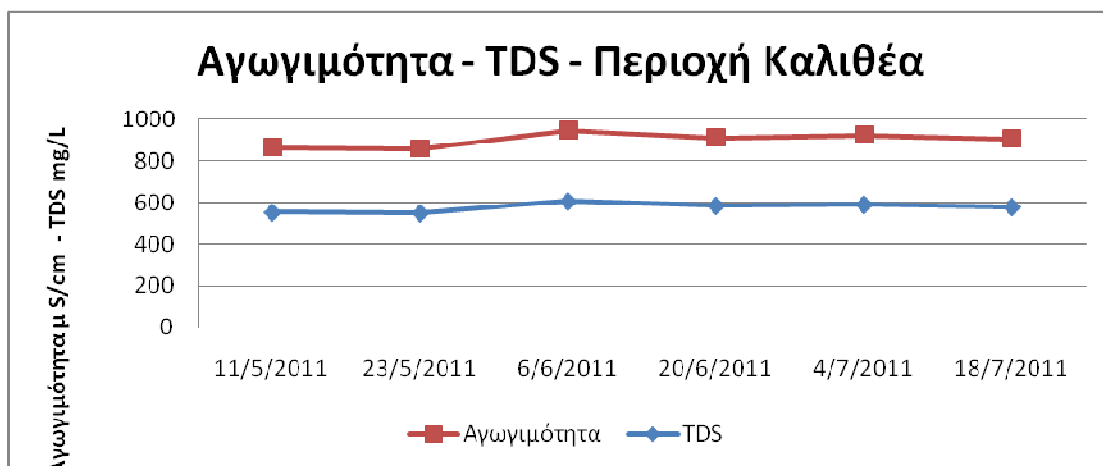


Διάγραμμα 4.7: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή Καρτερός (από τον πίνακα Π.7, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καλιθέα

Από το Διάγραμμα 3.8 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 859 μS η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 έως 947 μS στις 06/06/2011 μεγίστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400 \mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 552,96 mg/lt η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011, έως 606,08 mg/lt στις 06/06/2011 η μεγίστη τιμή. Οι τιμές του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0-1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

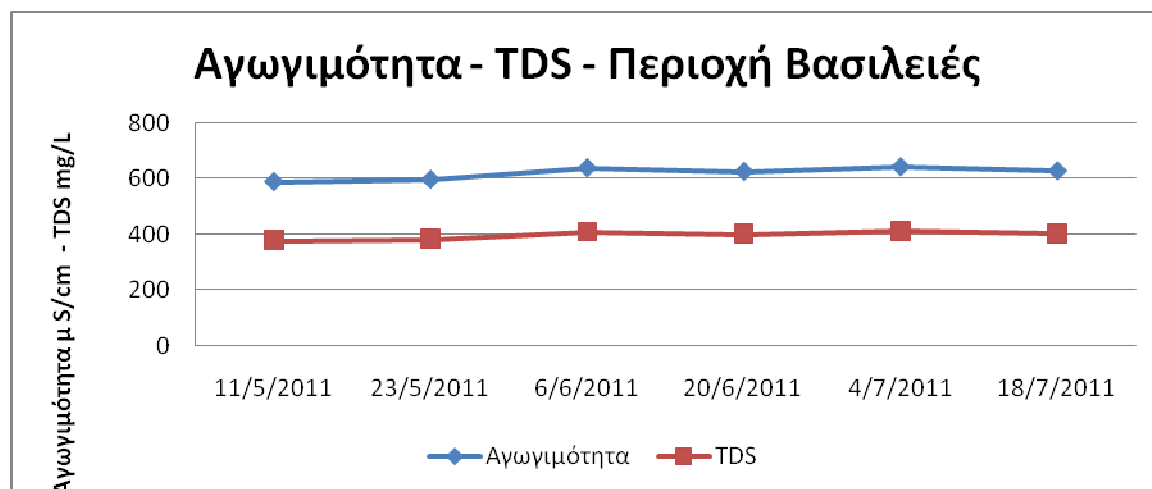


Διάγραμμα 4.8: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή Καλιθέα (από τον πίνακα Π.8, Παράρτημα Α)

Περιοχή Βασιλειές

Από το Διάγραμμα 4.9 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 589 μS η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 643 μS στις 04/07/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 376,96 mg/l η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011, έως 411,52 mg/l στις 04/07/2011 η μέγιστη τιμή. Οι τιμές του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

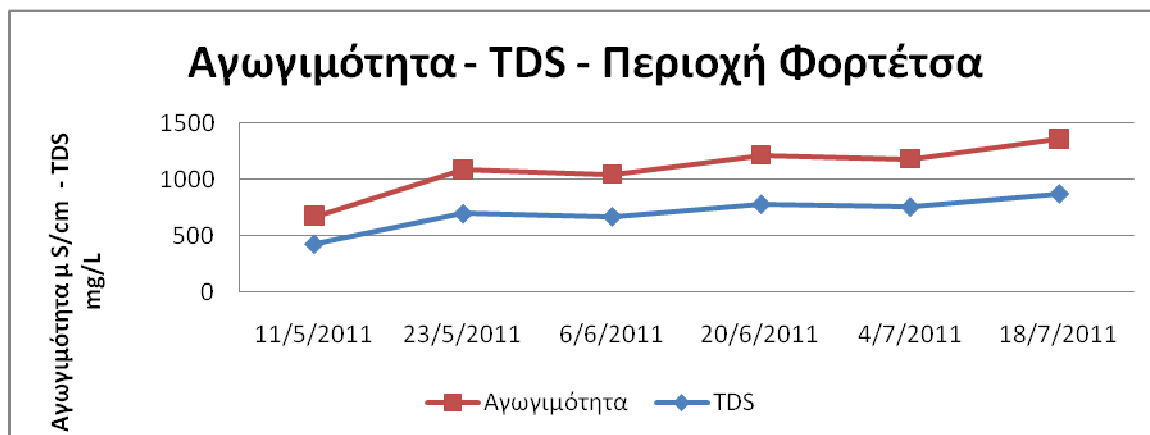


Διάγραμμα 4.9: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή Βασιλειές (από τον πίνακα Π.9 , Παράρτημα Α)

Περιοχή Φορτέτσα

Από το Διάγραμμα 4.10 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 670 μS η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 1360 μS στις 18/07/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 428,8 mg/l η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011, έως 870,4 mg/l στις 18/07/2011 η μέγιστη τιμή. Οι τιμές του **T.D.S.** δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό



Διάγραμμα 4.10: Διακύμανση Αγωγιμότητας - T.D.S Περιοχή Φορτέτσα (από τον πίνακα Π.10, Παράρτημα Α)

❖ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ- T.D.S. ΒΑΣΗ ΕΠΟΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

Από τα διαγράμματα εποχιακής διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι οι τιμές της **αγωγιμότητας** βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων, με την **υψηλότερη** τιμή να εμφανίζεται στις 18/07/2011 με **1960 μS** στην **περιοχή Πατέλες** και τη **χαμηλότερη** στις 11/05/2011 με τιμή το **315 μS** στην **περιοχή Κατσαμπά**.

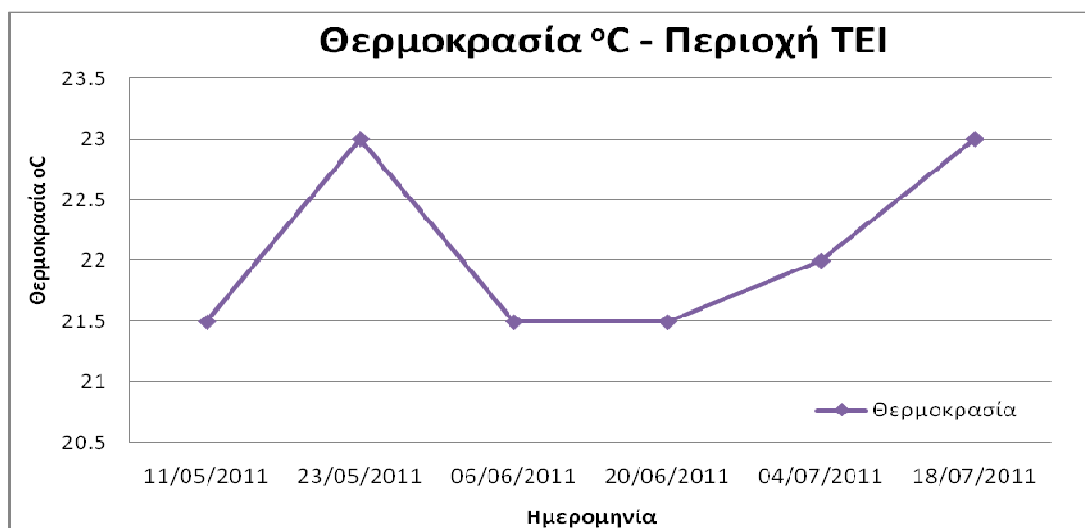
Για το **T.D.S.** συμπεραίνουμε ότι η υψηλότερη τιμή εμφανίζεται αντίστοιχα στις 18/07/2011 με τιμή **1254 mg/lt** στην **περιοχή Πατέλες** άρα κυμαίνεται από 1.000-10.000 mg/L και μπορεί να χαρακτηριστεί ως υφάλμυρο. Παρουσιάζει τη **χαμηλότερη** τιμή στην **περιοχή Κατσαμπά** στις 11/05/2011 με αποτέλεσμα **201.6 mg/lt**, η οποία τιμή κυμαίνεται από 0-1.000 mg/L και το νερό θεωρείται γλυκό.

4.1.2 Θερμοκρασία

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η **Εποχιακή Διακύμανση** της **θερμοκρασίας** σε περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Κρήτης όπου πραγματοποιήθηκαν οι μετρήσεις. Τα όρια της νομοθεσίας σύμφωνα με την οδηγία της Ε.Ε 12⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C. Η υπερβολική αύξηση της θερμοκρασίας έχει ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της ποιότητας του διαλυμένου οξυγόνου με επιπτώσεις στη γεύση του νερού.

Περιοχή ΤΕΙ

Από το Διάγραμμα 4.11 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 21,5⁰C η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 και 06/06/2011 και στις 20/06/2011(σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) έως 23⁰C στις 23/05/2011 και στις 18/07/2011(σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια, 12 ⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C.



Διάγραμμα 4.11: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή ΤΕΙ (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Α)

Περιοχή Κατσαμπά

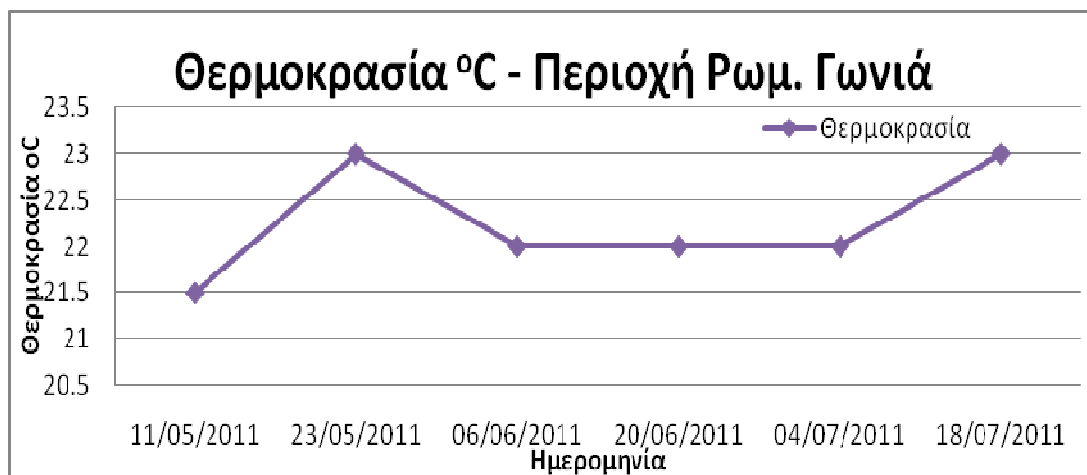
Από το Διάγραμμα 4.12 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 21,5⁰C η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 και 06/06/2011 (σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) έως 22,5⁰C 23/05/2011 στις 18/07/2011(σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12 ⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C.



Διάγραμμα 4.12: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή Κατσαμπιά (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ρομαντική Γωνιά

Από το Διάγραμμα 4.13 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 21,5⁰C η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 23⁰C 23/05/2011 στις 18/07/2011 (σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12 ⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C.



Διάγραμμα 3.13: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή Ρομαντική Γωνιά (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Α)

Περιοχή ΟΑΕΔ

Από το Διάγραμμα 4.15 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 20⁰C η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 22⁰C 06/06/2011 στις 18/07/2011

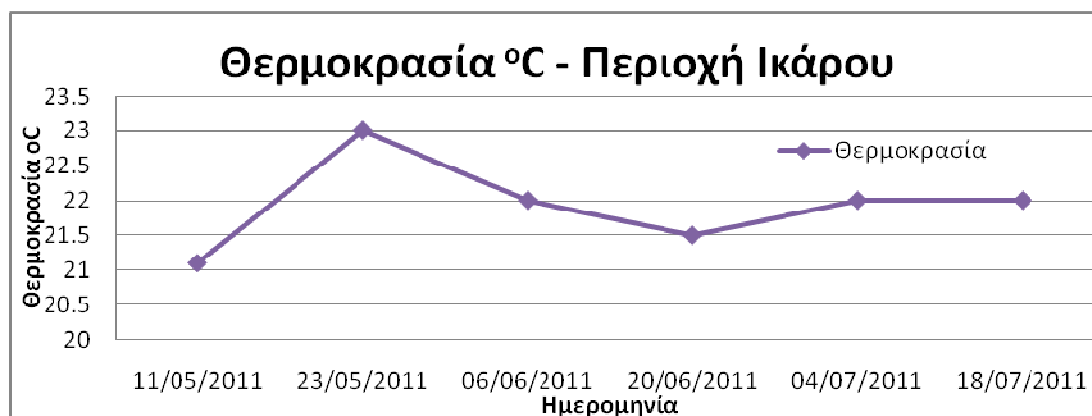
στις 20/06/2011 και στις 04/07/2011(σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12°C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25°C .



Διάγραμμα 4.14: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή ΟΑΕΔ (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ικάρου

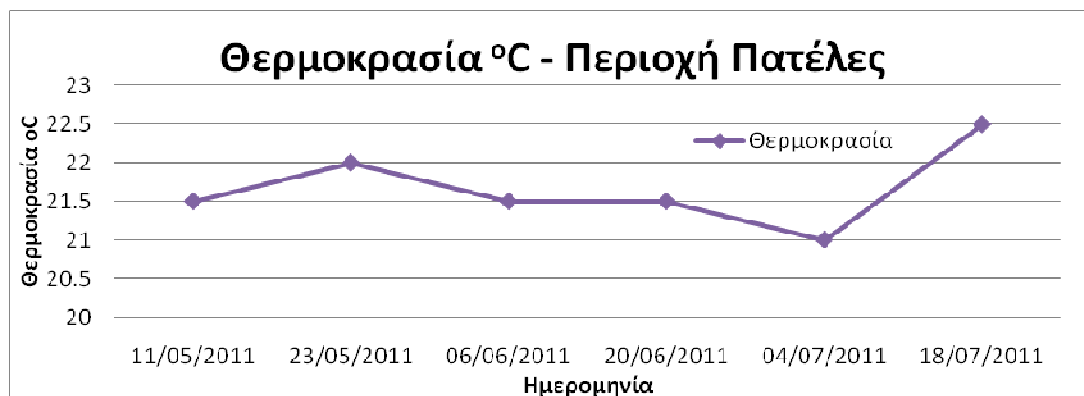
Από το Διάγραμμα 4.15 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από $21,1^{\circ}\text{C}$ η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 23°C 23/05/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12°C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25°C .



Διάγραμμα 3.2.5: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή Ικάρου (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Α)

Περιοχή Πατέλες

Από το Διάγραμμα 4.16 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 21,5⁰C η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 και 06/06/2011 και στις 20/06/2011(σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) έως 22,5⁰C στις 18/07/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C.



Διάγραμμα 4.16: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή Πατέλες(από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καρτερός

Από το Διάγραμμα 4.17 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 21⁰C η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 και 06/06/2011 και στις 20/06/2011 και στις 04/07/2011 (σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) έως 21,5⁰C στις 18/07/2011 και στις 23/05/2011 (σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C.



Διάγραμμα 4.17: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή Καρτερός (από τον πίνακα Π.7, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καλιθέα

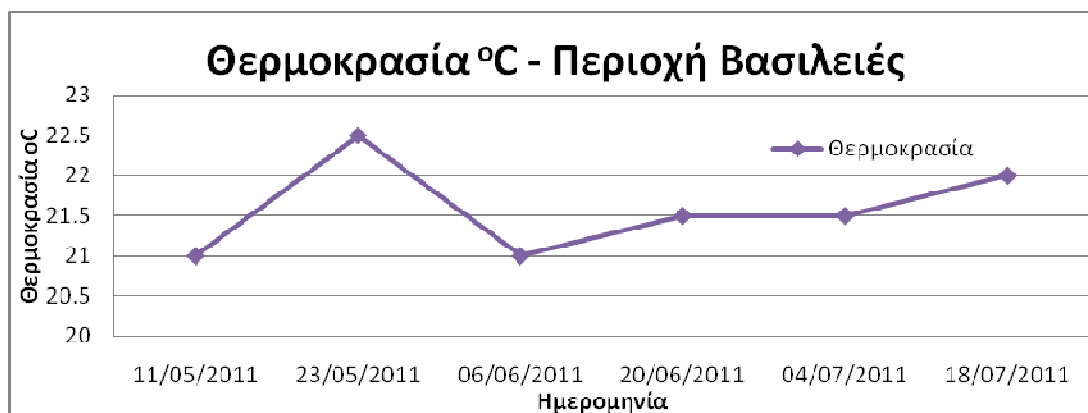
Από το Διάγραμμα 4.18 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 21⁰C η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 και 04/07/2011 (σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) έως 23⁰C 23/05/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C.



Διάγραμμα 4.18: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή Καλιθέα (από τον πίνακα Π.8, Παράρτημα Α)

Περιοχή Βασιλειές

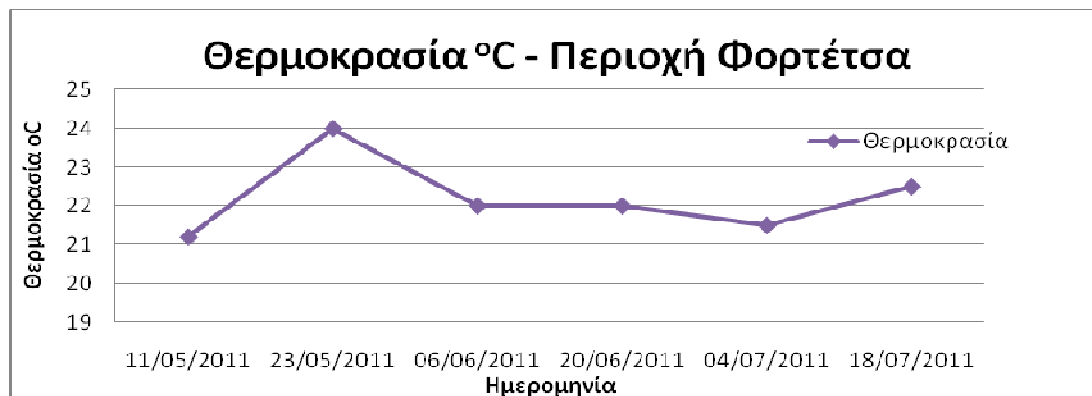
Από το Διάγραμμα 4.19 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 21⁰C η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 και 11/05/2011 (σε αυτές τις ημερομηνίες η θερμοκρασία ήταν ίδια) έως 22,5⁰C 23/05/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C.



Διάγραμμα 4.19: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή Βασιλειές (από τον πίνακα Π.9, Παράρτημα Α)

Περιοχή Φορτέτσα

Από το Διάγραμμα 4.20 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** κυμαίνονται από 21,2⁰C η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 24⁰C 23/05/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 12⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C.



Διάγραμμα 4.20: Διακύμανση θερμοκρασίας Περιοχή Φορτέτσα (από τον πίνακα Π.10, Παράρτημα Α)

➤ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΠΟΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ ΓΙΑ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

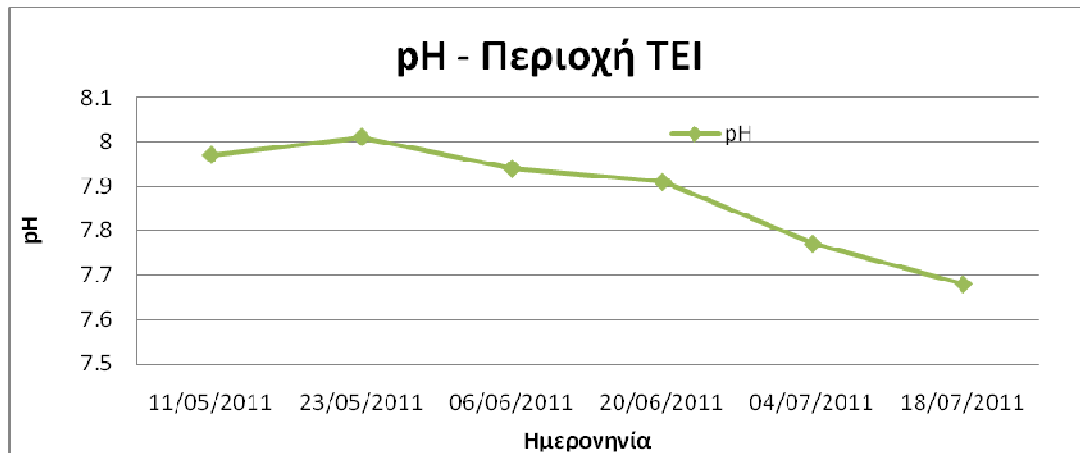
Από τα διαγράμματα εποχιακής διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι οι τιμές της **θερμοκρασίας** για τις μέρες δειγματοληψίας βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων, 12⁰C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25⁰C, και χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις.

4.1.3 pH

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η **Εποχιακή Διακύμανση του pH** σε περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Κρήτης όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Τα όρια της νομοθεσίας σύμφωνα με την οδηγία της Ε.Ε πρέπει να κυμαίνονται από 6,5 - 9,5.

Περιοχή ΤΕΙ

Από το Διάγραμμα 4.21 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,68 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως μέγιστη τιμή 8,01 στις 23/05/2011 χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.21: Διακύμανση pH Περιοχή ΤΕΙ (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Α)

Περιοχή Φορτέτσα

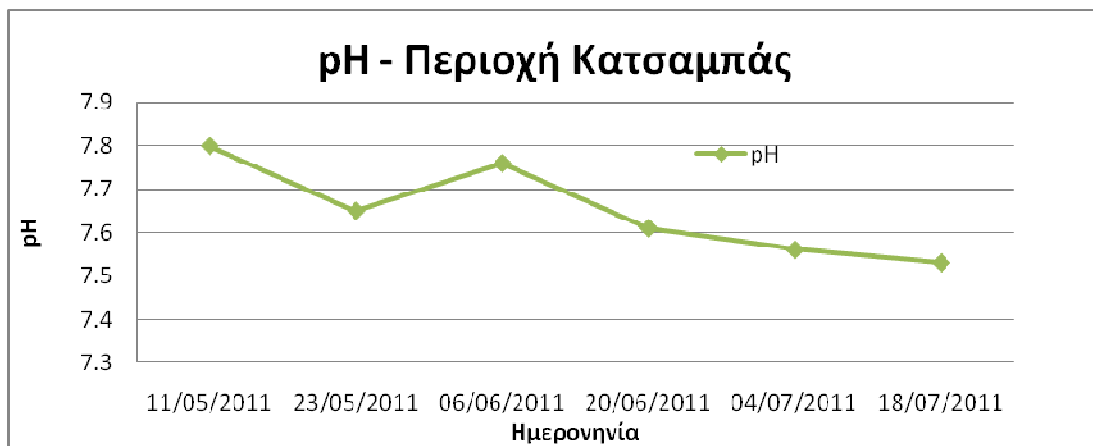
Από το Διάγραμμα 4.22 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,38 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,78 στις 06/06/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.22: Διακύμανση pH Περιοχή Φορτέτσα (από τον πίνακα Π.10, Παράρτημα Α)

Περιοχή Κατσαμπά

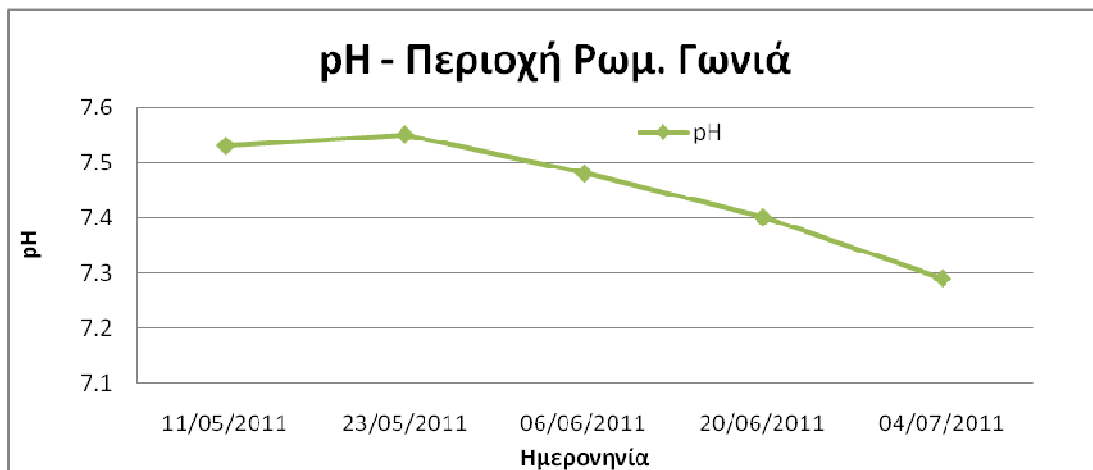
Από το Διάγραμμα 4.23 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,53 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,8 στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 3.23: Διακύμανση pH Περιοχή Κατσαμπά (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ρομαντική Γωνιά

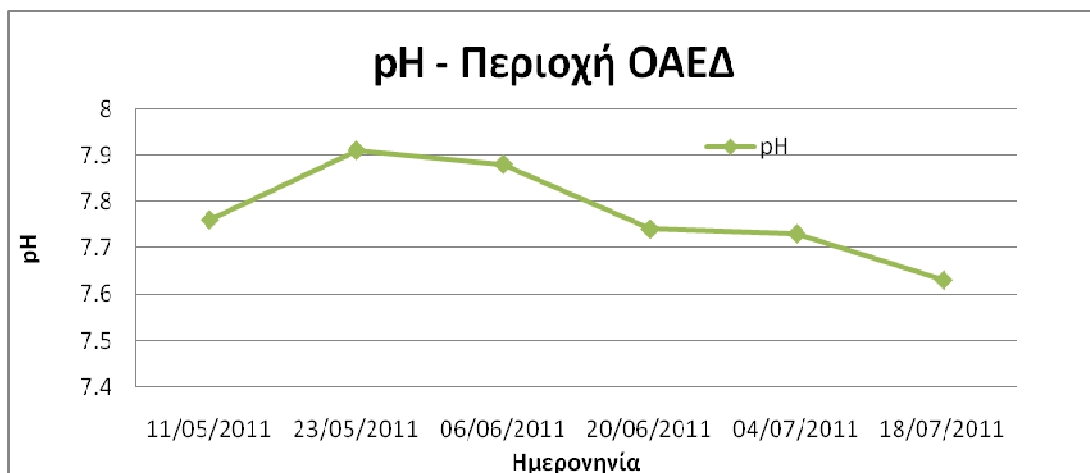
Από το Διάγραμμα 4.24 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,29 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,55 06/06/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.24: Διακύμανση pH Περιοχή Ρομαντική Γωνιά(από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Α)

Περιοχή ΟΑΕΔ

Από το Διάγραμμα 4.25 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,63 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,91 στις 23/05/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 3.25: Διακύμανση pH Περιοχή ΟΑΕΔ(από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ικάρου

Από το Διάγραμμα 4.26 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,44 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,84 11/05/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.26: Διακύμανση pH Περιοχή Ικάρου(από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Α)

Περιοχή Πατέλες

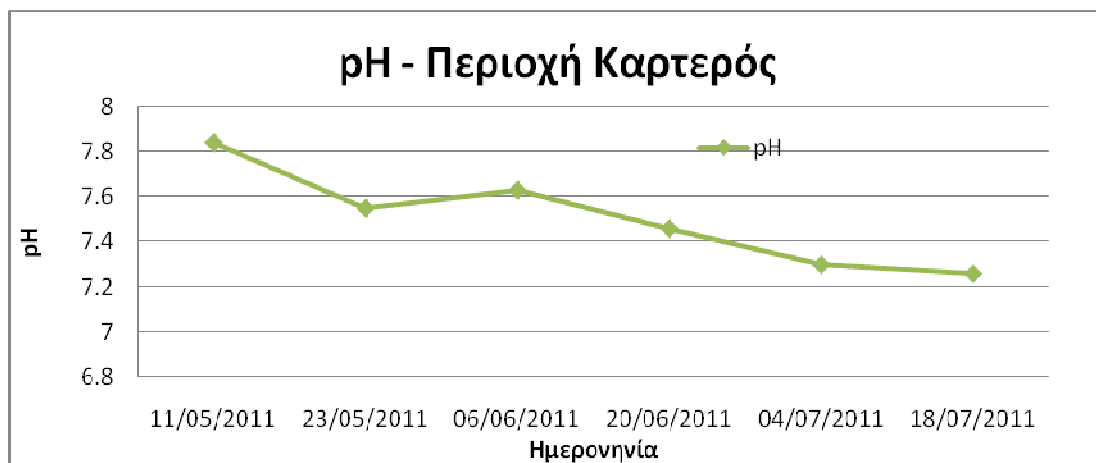
Από το Διάγραμμα 4.27 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,31 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,53 στις 06/06/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.27: Διακύμανση pH Περιοχή Πατέλες(από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καρτερός

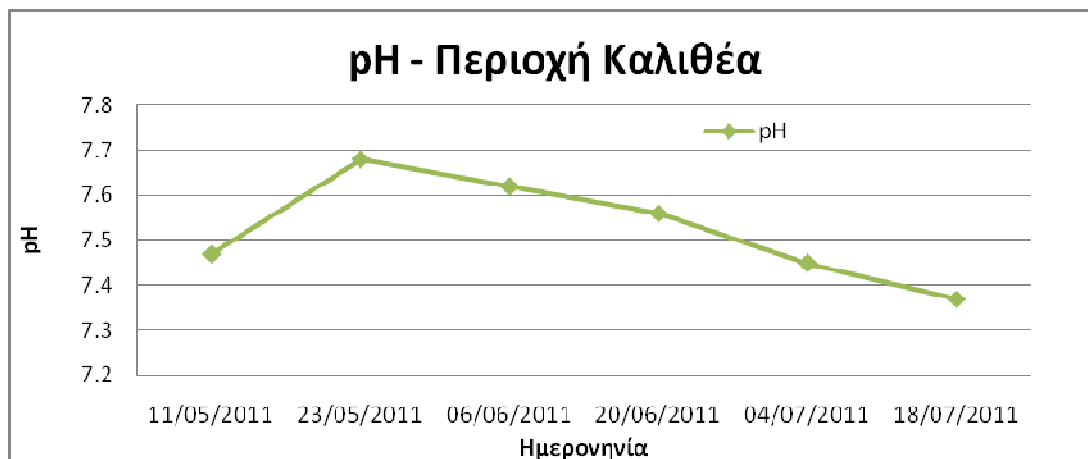
Από το Διάγραμμα 4.28 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,26 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,84 στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.28: Διακύμανση pH Περιοχή Καρτερός (από τον πίνακα Π.7, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καλιθέα

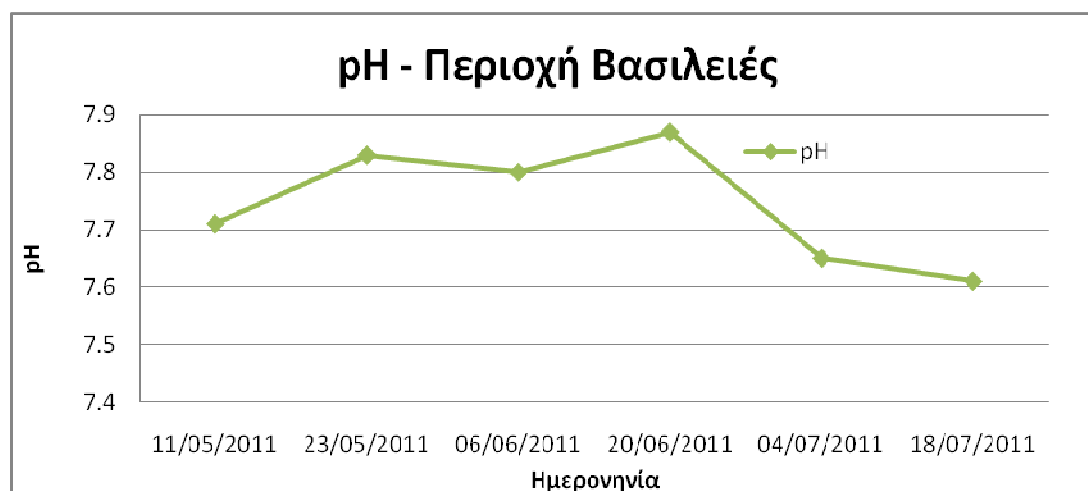
Από το Διάγραμμα 4.29 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,37 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,68 στις 23/05/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.29: Διακύμανση pH Περιοχή Καλιθέα (από τον πίνακα Π.8, Παράρτημα Α)

Περιοχή Βασιλειές

Από το Διάγραμμα 4.30 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **pH** κυμαίνονται από 7,61 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 7,83 στις 23/05/2011 μέγιστη τιμή χωρίς όμως να ξεπερνά τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.30: Διακύμανση pH Περιοχή Βασιλειές (από τον πίνακα Π.9, Παράρτημα Α)

➤ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ pH ΒΑΣΗ ΕΠΟΧΙΑΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

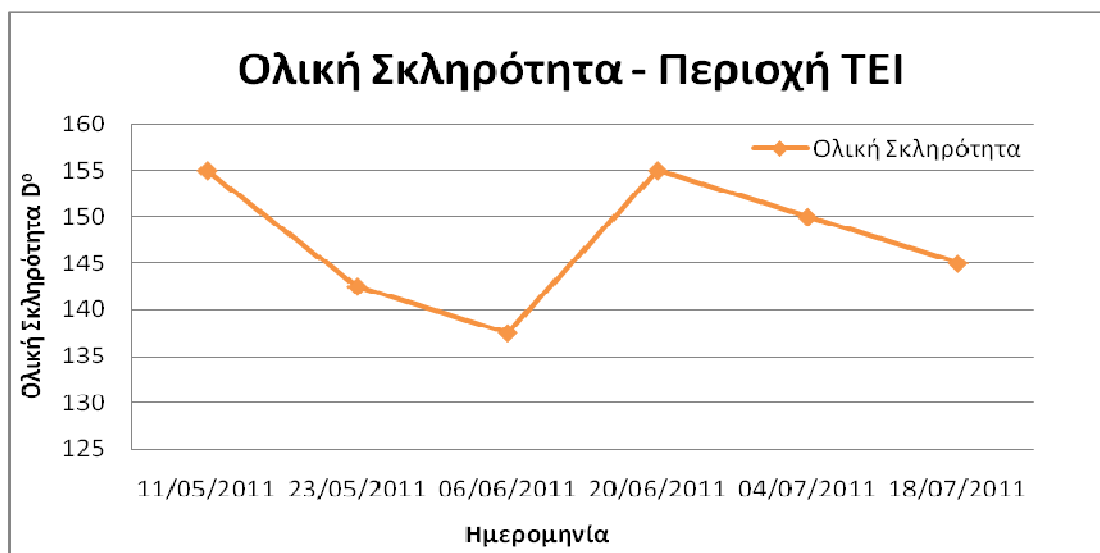
Από τα διαγράμματα εποχιακής διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι οι τιμές του pH βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων και χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, με την **υψηλότερη τιμή** να εμφανίζεται στις 23/05/2011 με τιμή το **8,01 στην περιοχή ΤΕΙ** και και τη **χαμηλότερη** στις 18/07/2011 με τιμή το **7,29 στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά**.

4.1.4 Ολική Σκληρότητα

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η Εποχιακή Διακύμανση της Ολικής σκληρότητας σε περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Κρήτης όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Τα όρια της νομοθεσίας σύμφωνα με την οδηγία της Ε.Ε πρέπει να κυμαίνονται από 18D⁰ - 90D⁰.

Περιοχή ΤΕΙ

Από το Διάγραμμα 4.31 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από 13,44 D⁰ η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 έως 15,12 D⁰ στις 06/06/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18D⁰ - 90D⁰

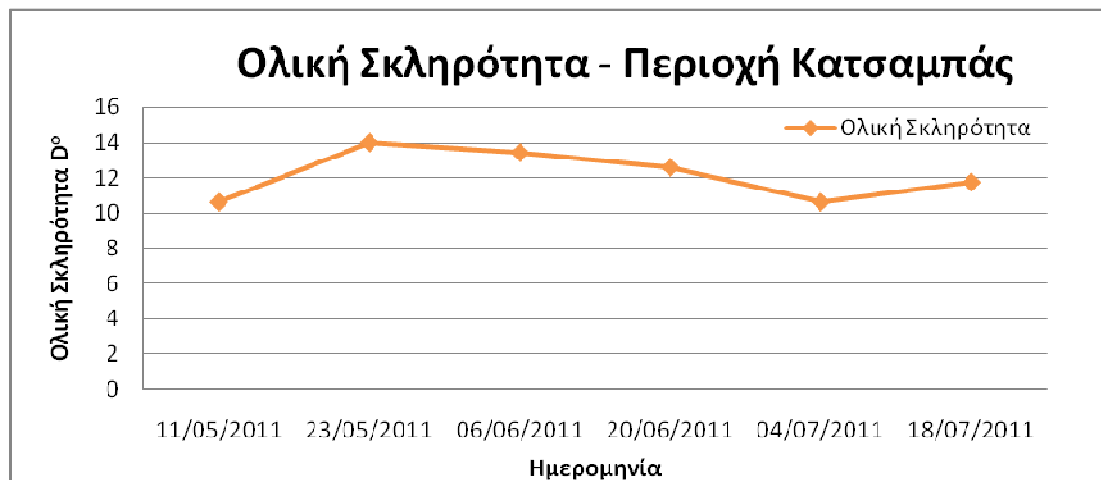


Διάγραμμα 4.31: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή ΤΕΙ (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Α)

Περιοχή Κατσαμπά

Από το Διάγραμμα 4.32 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από 10,64 D⁰ η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 και στις 04/07/2011 (σε

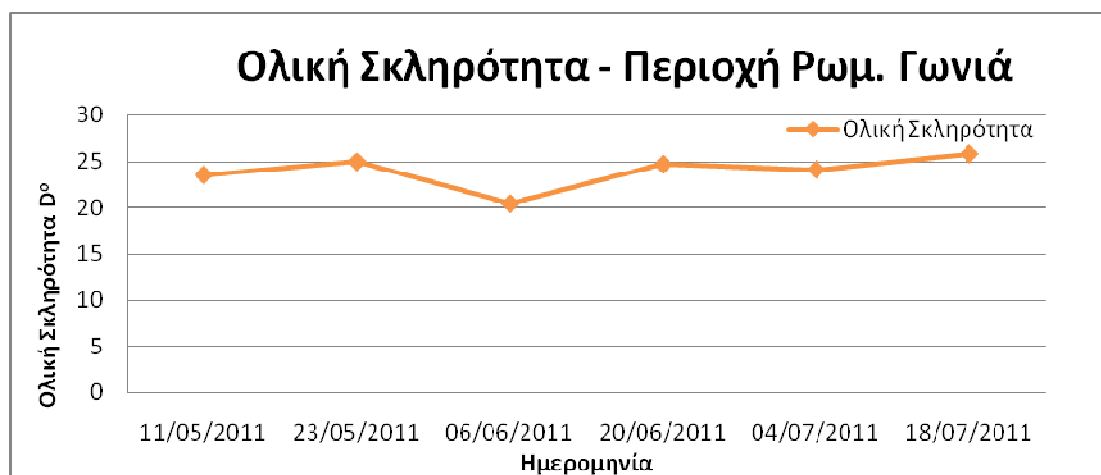
αυτές τις ημερομηνίες η ολική σκληρότητα ήταν ίδια) έως $13,44 D^0$ στις 06/06/2011 μέγιστη τιμή από όλες τις ημερομηνίες στις και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια $18D^0 - 90D^0$.



Διάγραμμα 4.32: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή Κατσαμπά (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ρομαντική Γωνιά

Από το Διάγραμμα 4.33 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από $20,44D^0$ η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως $25,76D^0$ στις 18/07/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια $18D^0 - 90D^0$



Διάγραμμα 4.33: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή Ρομαντική Γωνιά (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Α)

Περιοχή ΟΑΕΔ

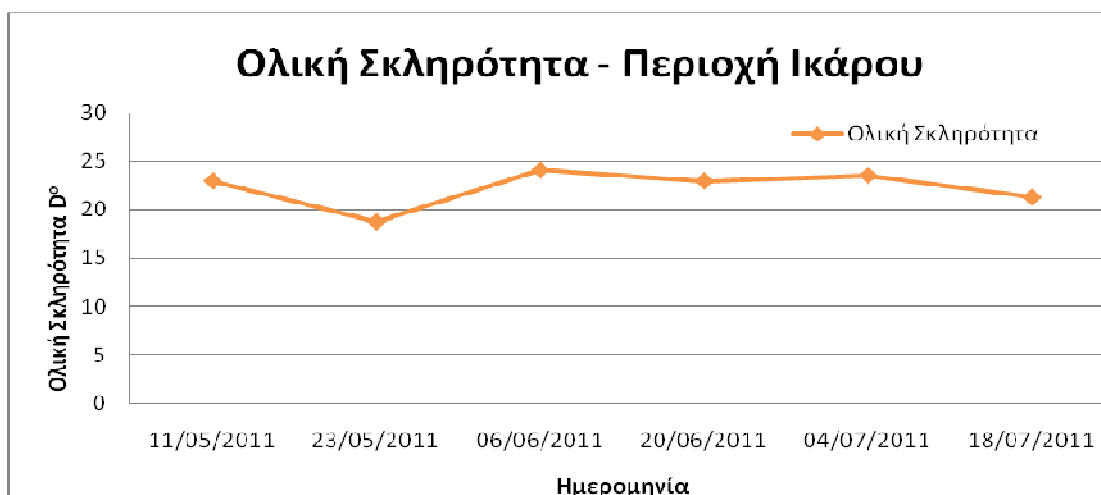
Από το Διάγραμμα 4.34 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από $14D^0$ η μικρότερη τιμή στις 20/06/2011 και στις 18/07/2011 έως $16,24D^0$ στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια $18D^0 - 90D^0$



Διάγραμμα 4.34: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή ΟΑΕΔ (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ικάρου

Από το Διάγραμμα 4.35 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από $18,76D^0$ η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 έως $24,08D^0$ στις 06/06/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια $18D^0 - 90D^0$



Διάγραμμα 4.35: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή Ικάρου (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Α)

Περιοχή Πατέλες

Από το Διάγραμμα 4.36 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από 19,88 D⁰ η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 25,76 D⁰ στις 18/05/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18 D⁰ – 90 D⁰



Διάγραμμα 4.36: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή Πατέλες (από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καρτερός

Από το Διάγραμμα 4.37 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από 19,6 D⁰ η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 25,76 D⁰ στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18 D⁰ – 90 D⁰



Διάγραμμα 4.37: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή Καρτερός (από τον πίνακα Π.7, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καλιθέα

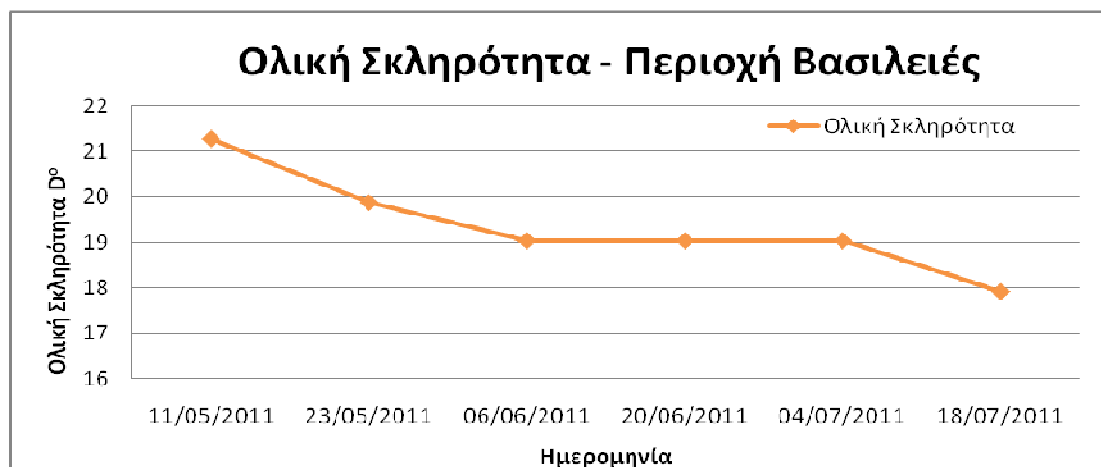
Από το Διάγραμμα 4.38 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από 25,76 D⁰ η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 29,68 D⁰ στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18D⁰ - 90D⁰



Διάγραμμα 4.38: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή Καλιθέα(από τον πίνακα Π.8, Παράρτημα Α)

Περιοχή Βασιλειές

Από το Διάγραμμα 4.39 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από 17,92D⁰ η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 21,28 D⁰ στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18D⁰ - 90D⁰



Διάγραμμα 4.39: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή Βασιλειές (από τον πίνακα Π.9, Παράρτημα Α)

Περιοχή Φορτέτσα

Από το Διάγραμμα 4.40 παρατηρούμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** κυμαίνονται από $19,6D^0$ η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως $26,64 D^0$ στις 04/07/2011 μέγιστη τιμή και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια $18D^0 - 90D^0$



Διάγραμμα 4.40: Διακύμανση Ολικής Σκληρότητας Περιοχή Φορτέτσα (από τον πίνακα Π.10, Παράρτημα Α)

➤ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ ΒΑΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

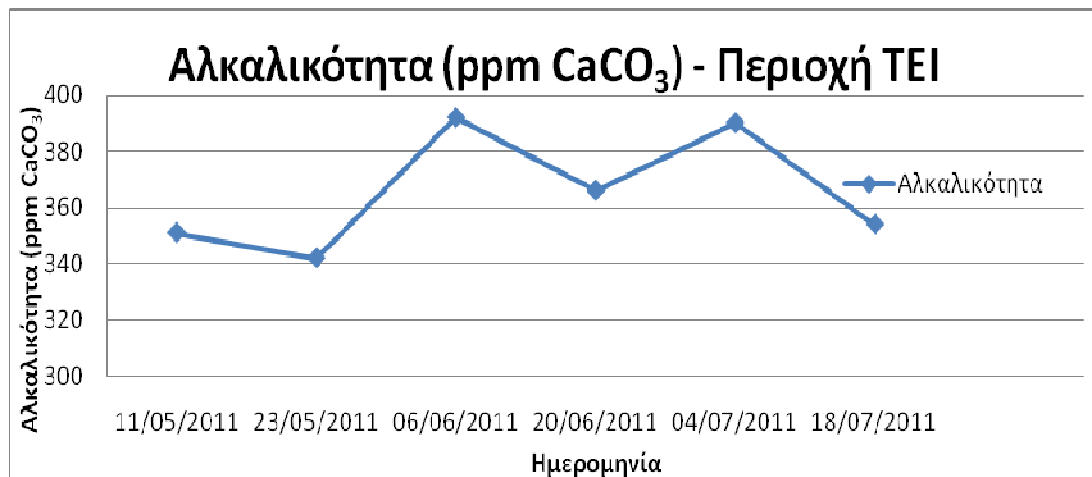
Από τα διαγράμματα εποχιακής διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι οι τιμές της **Ολικής σκληρότητας** βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων $18 D^0 - 90 D^0$, με την **υψηλότερη τιμή, $29,06 D^0$** , να εμφανίζεται στις 23/05/2011 **στην περιοχή Καλιθέα** και τη **χαμηλότερη, $10,64 D^0$** , στις 11/05/2011 ομοίως και στις 04/07/2011 **στην περιοχή Κατσαμπά**. Με βάση τις τιμές αυτές σκληρότητας το νερό χαρακτηρίζεται από ελαφρώς σκληρό έως πολύ σκληρό (περιοχή Καλιθέα).

4.1.5 Αλκαλικότητα

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η εποχιακή διακύμανση της αλκαλικότητας σε περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Κρήτης όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Υψηλής αλκαλικότητας νερά έχουν υψηλό pH και αυξημένες ποσότητες διαλυμένων αλάτων.

Περιοχή ΤΕΙ

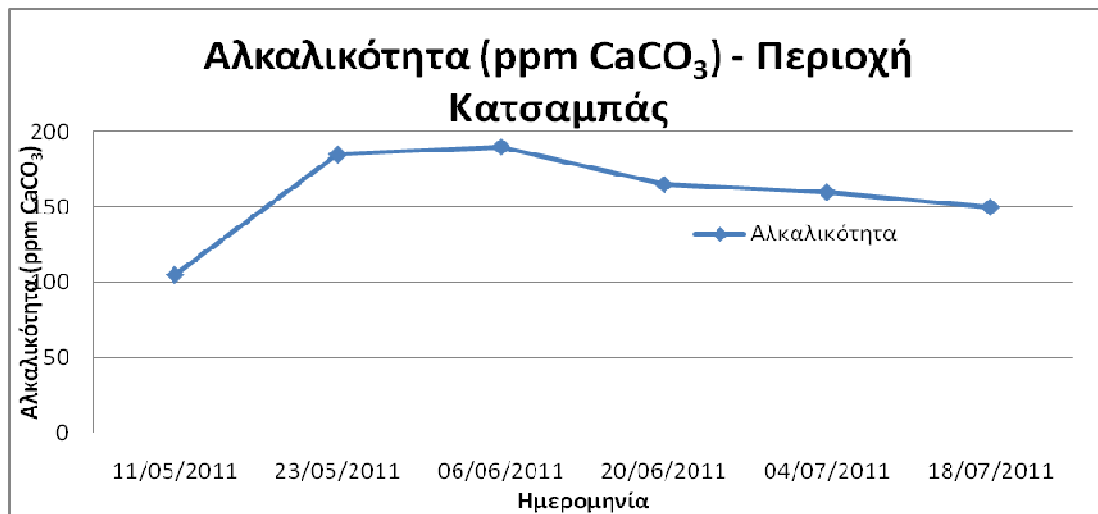
Από το Διάγραμμα 4.41 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 137,5 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 155 ppm CaCO₃ στις 11/05/2011 και ομοίως 155 ppm CaCO₃ στις 20/06/2011 μέγιστη τιμή.



Διάγραμμα 4.41: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή ΤΕΙ (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Α)

Περιοχή Κατσαμπά

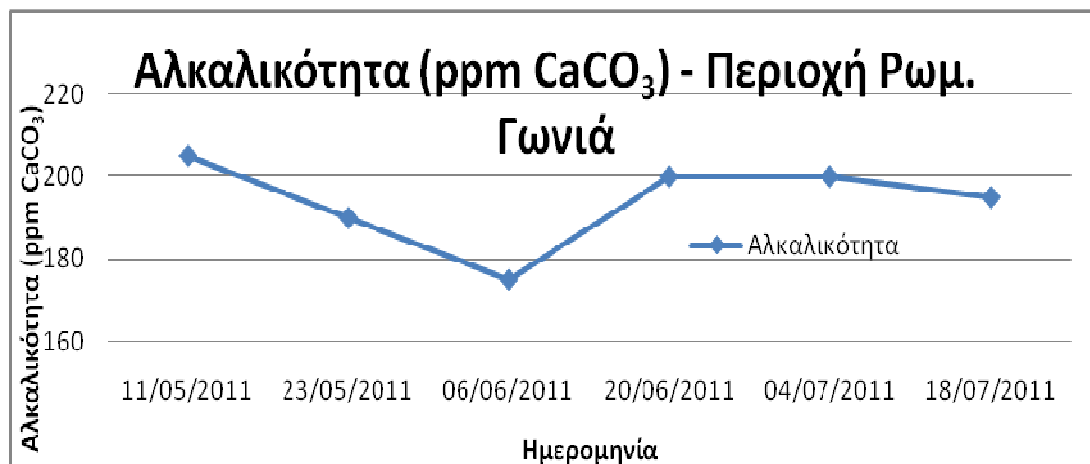
Από το Διάγραμμα 4.42 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 105 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 190 ppm CaCO₃ στις 06/06/2011 μέγιστη τιμή.



Διάγραμμα 4.42: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή Κατσαμπά (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ρομαντική Γωνιά

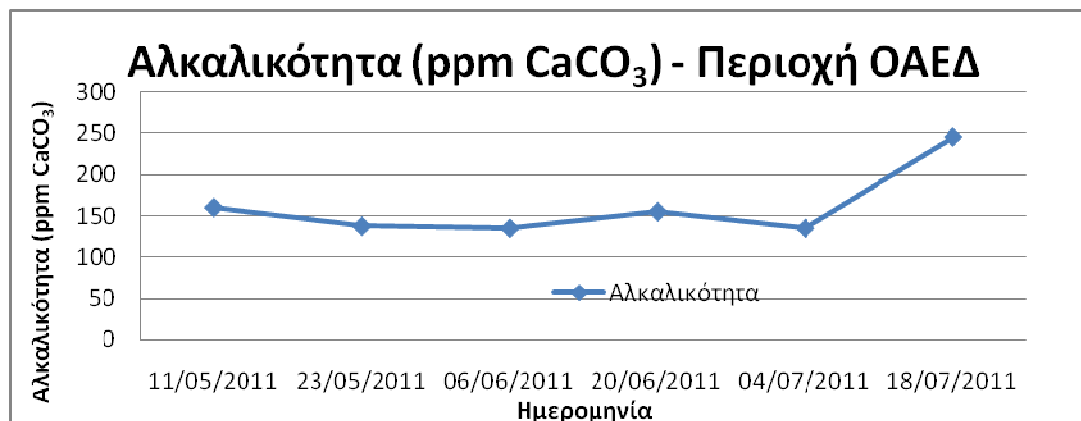
Από το Διάγραμμα 4.43 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 175 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 205 ppm CaCO₃ στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή .



Διάγραμμα 4.43: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή Ρομαντική Γωνιά (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Α)

Περιοχή ΟΑΕΔ

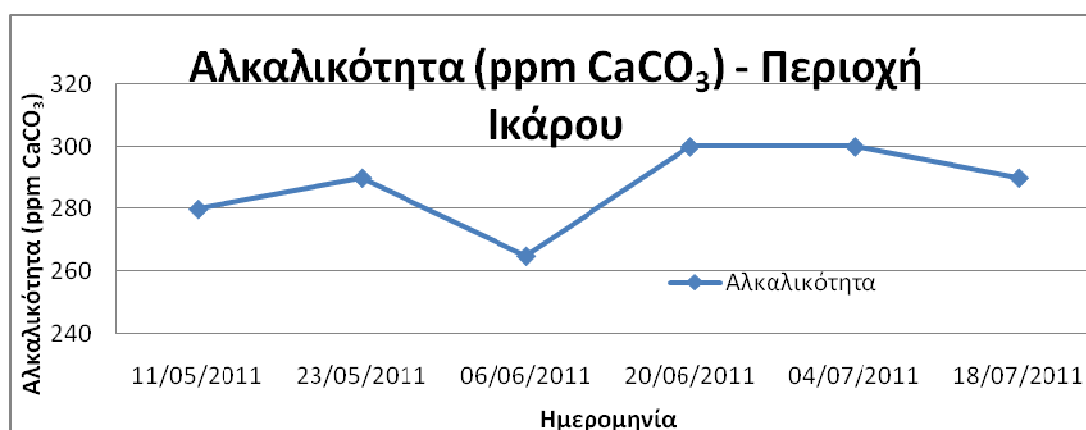
Από το Διάγραμμα 4.44 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 135 ppm CaCO₃ μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 και 04/07/2011 ενώ μέγιστη τιμή 245 ppm CaCO₃ στις 18/07/2011.



Διάγραμμα 4.44: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή ΟΑΕΔ (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ικάρου

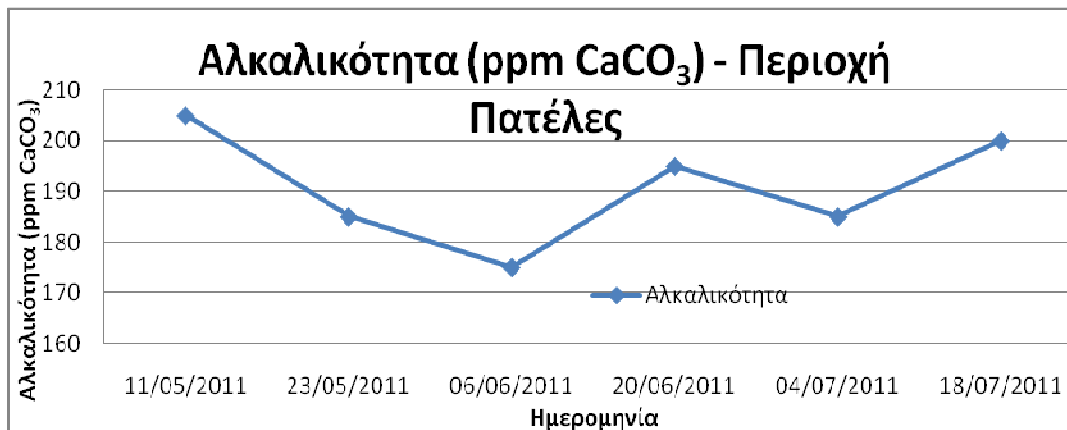
Από το Διάγραμμα 4.45 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 280 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 300 ppm CaCO₃ στις 20/06/2011 και ομοίως 300 ppm στις 04/07/2011 μέγιστη τιμή .



Διάγραμμα 4.45: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή Ικάρου (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Α)

Περιοχή Πατέλες

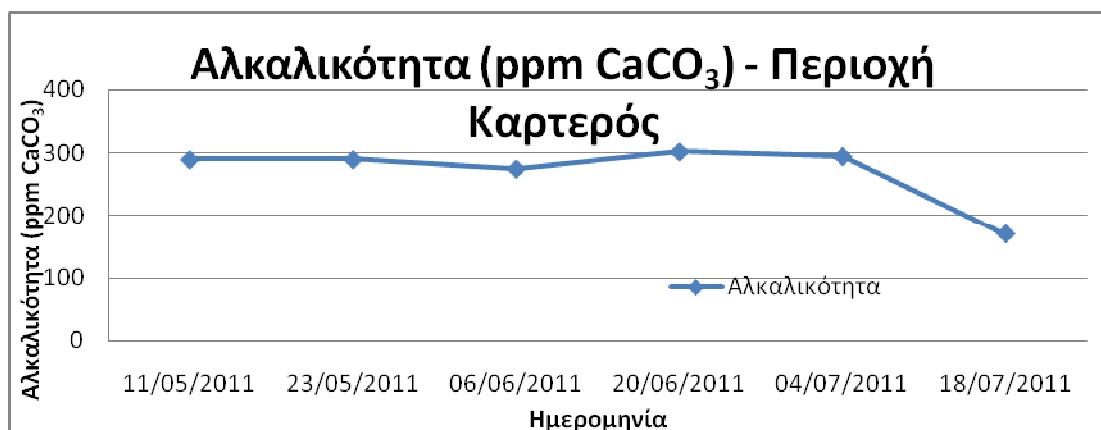
Από το Διάγραμμα 4.46 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 175 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 205 ppm CaCO₃ στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή.



Διάγραμμα 4.46: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή Πατέλες (από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καρτερός

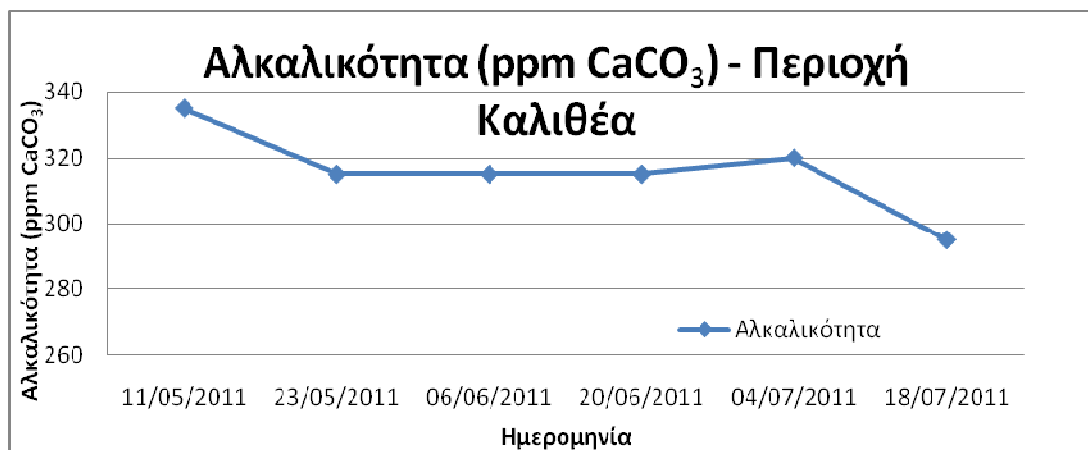
Από το Διάγραμμα 4.47 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 170 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 302 ppm CaCO₃ στις 20/06/2011 μέγιστη τιμή.



Διάγραμμα 4.47: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή Καρτερός (από τον πίνακα Π.7, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καλιθέα

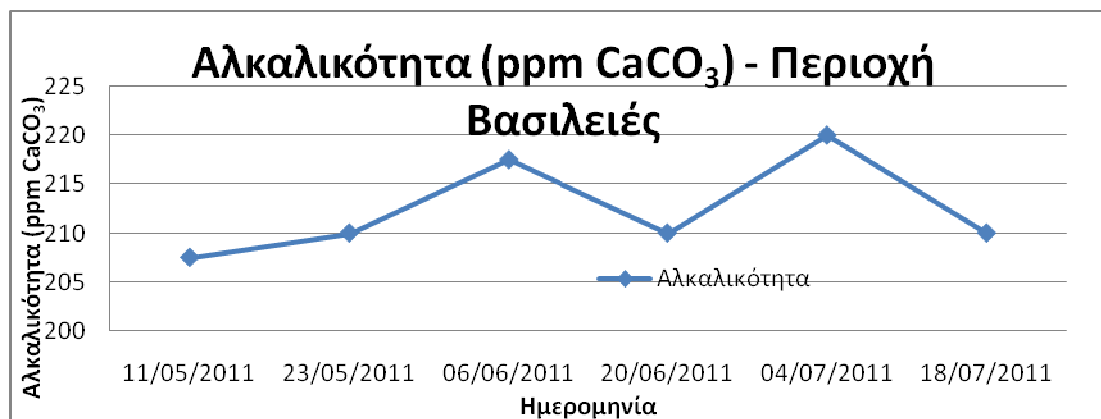
Από το Διάγραμμα 4.48 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 295 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 335 ppm CaCO₃ στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή.



Διάγραμμα 4.48: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή Καλιθέα (από τον πίνακα Π.8, Παράρτημα Α)

Περιοχή Βασιλειές

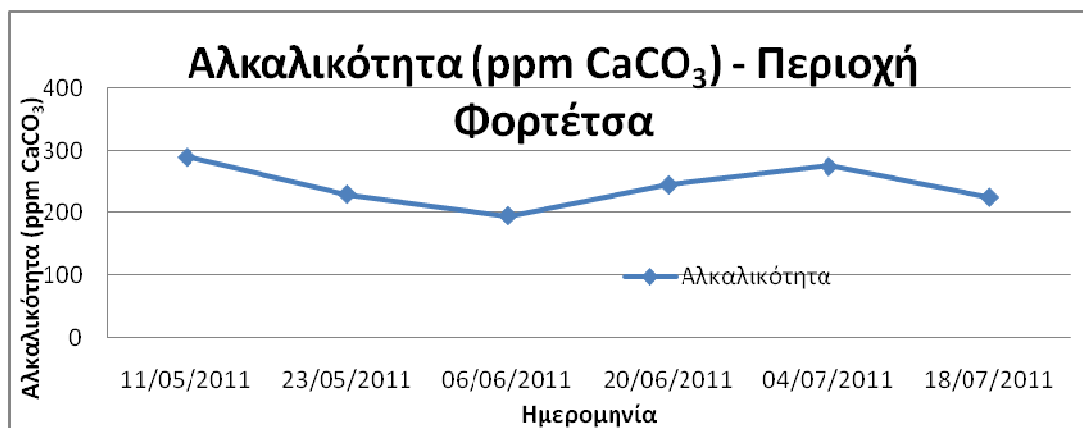
Από το Διάγραμμα 4.49 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 207,5 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 220 ppm CaCO₃ στις 04/07/2011 μέγιστη τιμή.



Διάγραμμα 4.49: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή Βασιλειές (από τον πίνακα Π.9, Παράρτημα Α)

Περιοχή Φορτέσα

Από το Διάγραμμα 4.50 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Αλκαλικότητας** κυμαίνονται από 195 ppm CaCO₃ η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 290 ppm CaCO₃ στις 11/05/2011 μέγιστη τιμή.



Διάγραμμα 4.50: Διακύμανση αλκαλικότητας Περιοχή Φορτέσα (από τον πίνακα Π.10, Παράρτημα Α)

➤ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ ΒΑΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ

Από τα διαγράμματα χρονικής διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι οι τιμές της **αλκαλικότητας** βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων με την **υψηλότερη τιμή, 335 ppm CaCO₃**, να εμφανίζεται **στην περιοχή Καλιθέα** στις 18/07/2011 και τη **χαμηλότερη, 105 ppm CaCO₃**, να καταγράφεται στις 11/05/2011 **στην περιοχή Κατσαμπά**. Με δεδομένο το pH του νερού να κυμαίνεται σε τιμές μικρότερες του 8,3 στα δείγματα που μελετήθηκαν, το σύνολο της αλκαλικότητας είναι με τη μορφή HCO₃⁻ τα οποία αντιδρούν με την αντίδραση : $\text{HCO}_3^- + \text{H}^+ \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$, ένδειξη της ισχύος του νερού να εξουδετερώνει οξέα.

4.1.6 Ασβέστιο (Calcium, Ca) - Μαγνήσιο (Magnesium, Mg)

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η **χρονική διακύμανση** του Ασβεστίου (Calcium, Ca) και Μαγνησίου (Magnesium, Mg) σε περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Κρήτης όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις.

- **Ασβέστιο (Calcium, Ca)**

Υπάρχει σε όλα τα φυσικά νερά και προέρχεται από τη διάβρωση των πετρωμάτων (ασβεστόλιθος, δολομίτης, γύψος). Η συγκέντρωση ασβεστίου κυμαίνεται από μηδέν μέχρι μερικές εκατοντάδες mg/l ανάλογα με την προέλευση του νερού και συμβάλλει στην ολική σκληρότητα του. Μικρές συγκεντρώσεις ανθρακικού ασβεστίου εμποδίζουν τη διάβρωση των μεταλλικών σωλήνων γιατί σχηματίζουν ένα προστατευτικό επίστρωμα. Υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων ασβεστίου με τη θέρμανση καθιζάνουν σχηματίζοντας σκληρά επικαθήματα στους λέβητες, στους σωλήνες και τα σκεύη μαγειρικής. Δεν έχει αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία και δεν υπάρχει όριο.

- **Μαγνήσιο (Magnesium, Mg)**

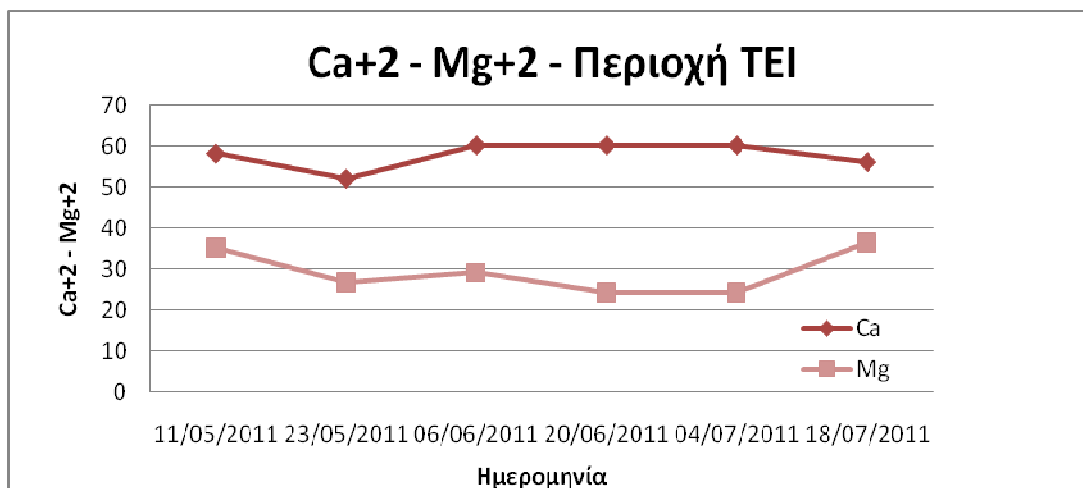
Είναι σε αφθονία στη φύση και είναι από τα συνηθισμένα συστατικά των φυσικών νερών. Τα άλατά του μαζί με τα άλατα του ασβεστίου αποτελούν την ολική σκληρότητα του νερού και όταν θερμανθούν σχηματίζουν επικαθήματα στις σωληνώσεις και τους λέβητες. Νερά με συγκεντρώσεις μαγνησίου μεγαλύτερες από 125 mg/l μπορεί να έχουν καθαρτικές και διουρητικές ιδιότητες.

Για το Ca^{++} και Mg^{++} δεν υπάρχουν περιορισμοί στη συγκέντρωσή τους στα νερά. Οι ιδεώδεις περιοχές τιμών είναι 20 -80 ppm για το Ca^{++} και 10 -30 για το Mg^{++} . Πολύ υψηλή συγκέντρωση Mg^{++} (>150ppm) παρουσία μεγάλης συγκέντρωσης θειικών ιόντων, μπορεί να προκαλέσει προβλήματα διάρροιας.

Περιοχή ΤΕΙ

Από το Διάγραμμα 4.51 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβέστιου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 52,13ppm η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 έως 60,15ppm στις 06/06/2011 ομοίως για τις 20/06/2011 και για τις 04/07/2011 παρουσιάζει 60,15 που είναι η μέγιστη τιμή, χωρίς να ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 -80 ppm για το Ca^{++} .

Οι τιμές του **Μαγνησίου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 24,3 ppm η μικρότερη τιμή στις 20/06/2011 ομοίως και στις 04/07/2011 ίδια τιμή έως 36,45 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή.

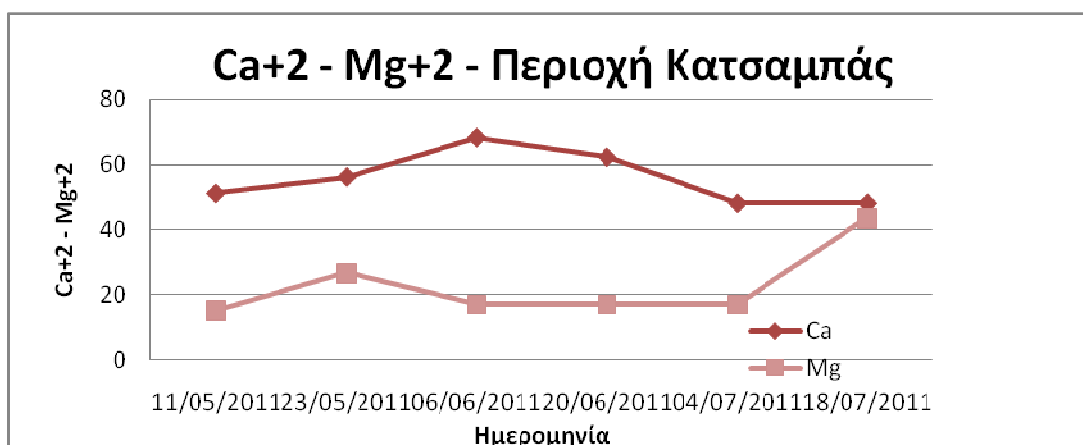


Διάγραμμα 4.51: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή ΤΕΙ (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Α)

Περιοχή Κατσαμπά

Από το Διάγραμμα 4.52 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβεστίου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 48,12 ppm η μικρότερη τιμή στις 04/07/2011 ομοίως για τις 18/07/2011 έως 68,17 ppm στις 06/06/2011 που είναι η μέγιστη τιμή χωρίς να ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 -80 ppm για το Ca^{++} .

Οι τιμές του Μαγνησίου (**Magnesium, Mg**) κυμαίνονται από 15,1875 ppm η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 43,74 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 -30 για το Mg^{++} στις 18/07/2011, ένδειξη ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.

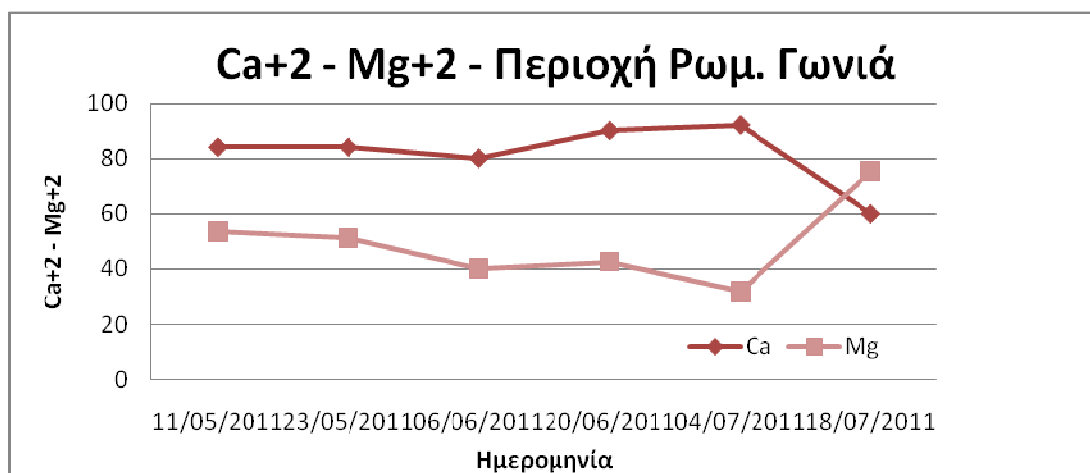


Διάγραμμα 4.52: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή Κατσαμπά (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ρομαντική Γωνιά

Από το Διάγραμμα 4.53 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβεστίου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 60,15 ppm η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 92,23 ppm στις 04/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 - 80 ppm για το Ca^{++} στις 04/07/2011, ενδειξη ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 15,795 ppm η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 58,32 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 -30 για το Mg^{++} στις 18/07/2011 ενδειξη ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.

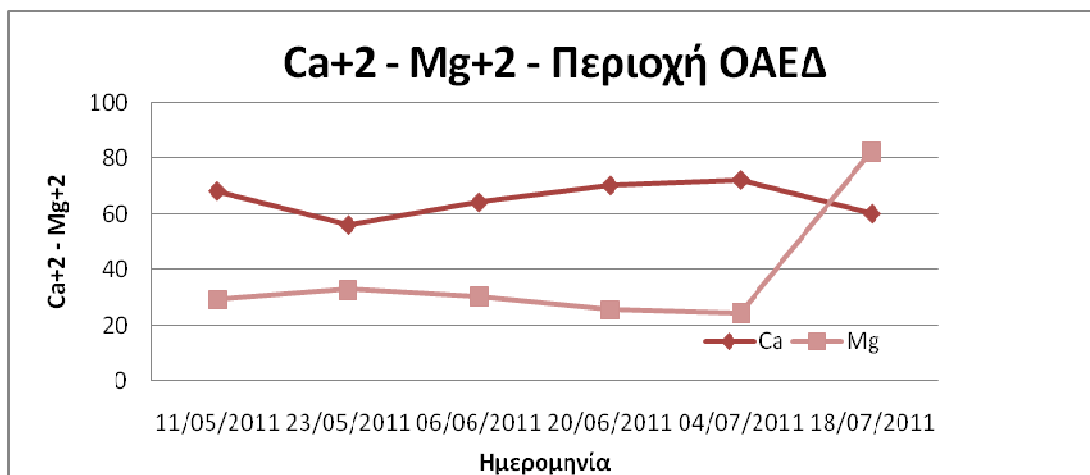


Διάγραμμα 4.53: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή Ρομαντική Γωνιά (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Α)

Περιοχή ΟΑΕΔ

Από το Διάγραμμα 4.54 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβεστίου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 56,14 ppm η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 έως 72,118 ppm στις 04/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή που είναι η μέγιστη τιμή, χωρίς να ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 - 80 ppm για το Ca^{++}

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 24,3 ppm η μικρότερη τιμή στις 04/07/2011 έως 82,62 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} στις 18/07/2011 ενδειξη ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.

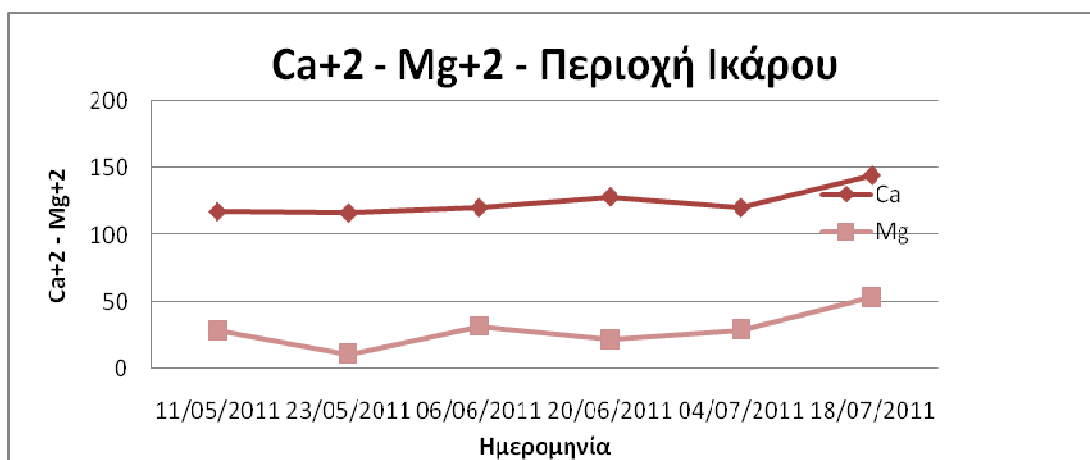


Διάγραμμα 4.54: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή ΟΑΕΔ (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ικάρου

Από το Διάγραμμα 3.6.5 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβεστίου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 116,29 ppm η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 έως 144,36 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 -80 ppm για το Ca^{++} στις 18/07/2011, ενδειξη ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 10,935 ppm η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 έως 53,46 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} στις 18/07/2011 ενδειξη ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.

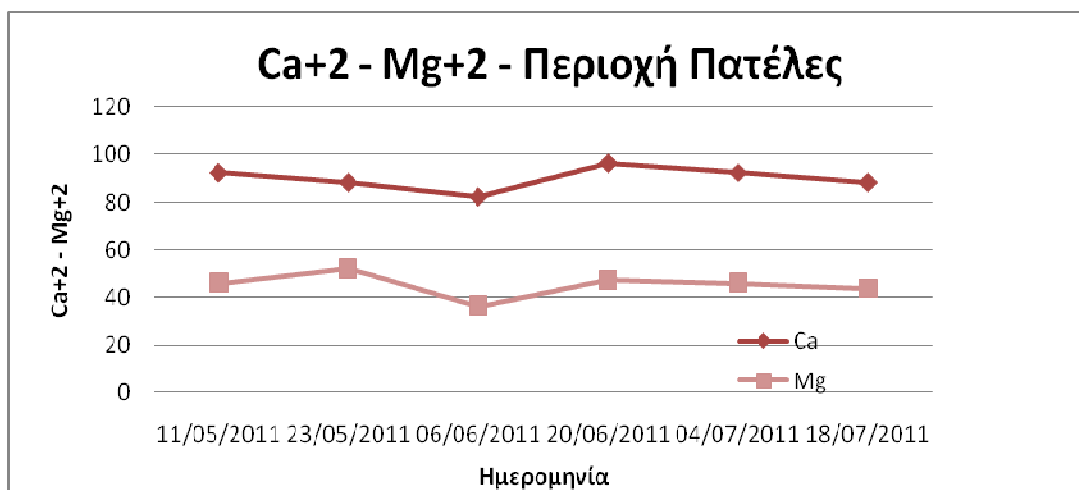


Διάγραμμα 4.55: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή Ικάρου (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Α)

Περιοχή Πατέλες

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβέστιου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 82,205 ppm η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 96,24 ppm στις 20/06/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 -80 ppm για το Ca^{++} στις 20/06/2011, ενδειξη ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 36,45 ppm η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 52,24 ppm στις 23/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} στις 23/05/2011 ένδειξη ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.

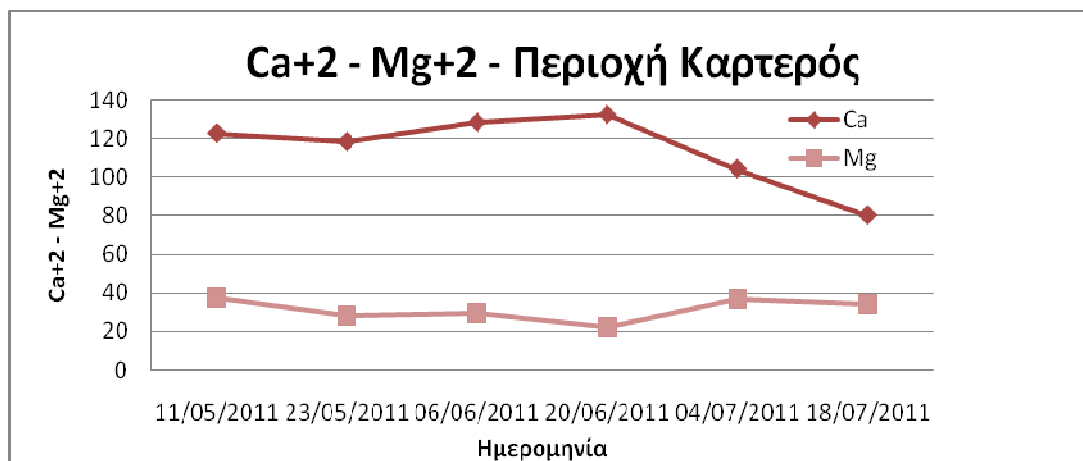


Διάγραμμα 4.56: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή Πατέλες (από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καρτερός

Από το Διάγραμμα 4.57 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβέστιου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 80,2 ppm η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 132,33 ppm στις 20/06/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. παρατηρούμε ότι ξεπερνάτε η ιδεώδεις τιμή η οποία είναι 20 - 80 ppm για το Ca^{++} στις 20/06/2011, άρα βλέπουμε ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 21,87 ppm η μικρότερη τιμή στις 20/06/2011 έως 37,422 ppm στις 11/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} στις 11/05/2011 άρα βλέπουμε ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.

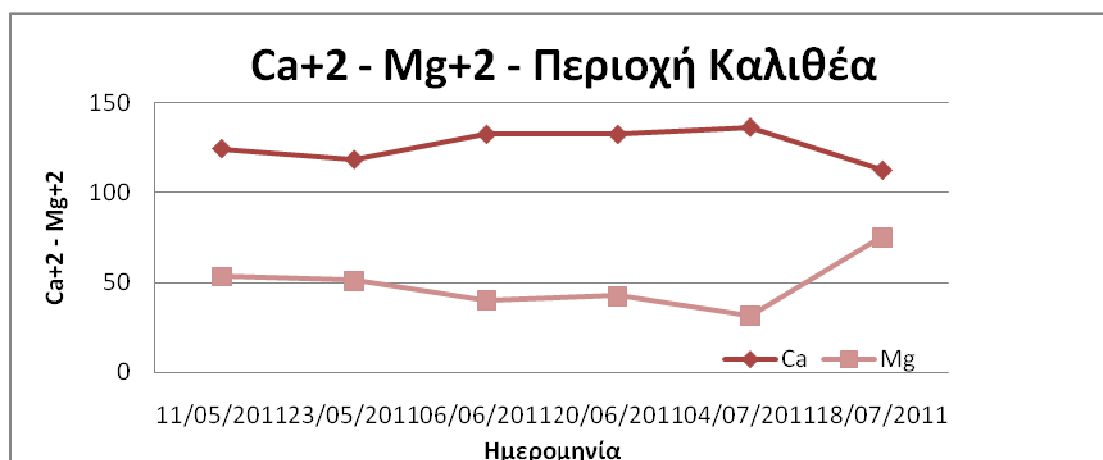


Διάγραμμα 4.57: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή Καρτερός (από τον πίνακα Π.7, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καλιθέα

Από το Διάγραμμα 4.58 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβεστίου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 112,28 ppm η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 136,34 ppm στις 04/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 - 80 ppm για το Ca^{++} στις 04/07/2011, άρα βλέπουμε ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 31,59 ppm η μικρότερη τιμή στις 04/07/2011 έως 75,33 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} στις 18/07/2011 άρα βλέπουμε ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.

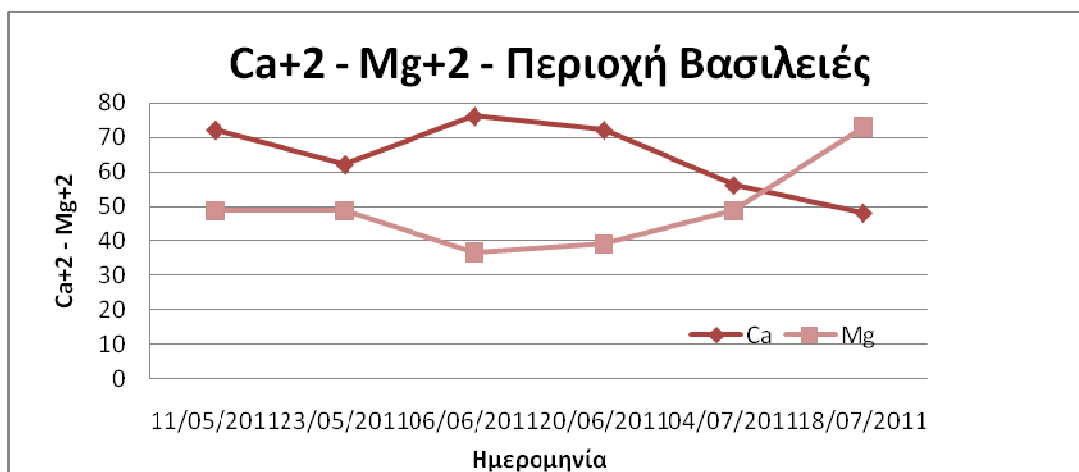


Διάγραμμα 4.58: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή Καλιθέα (από τον πίνακα Π.8, Παράρτημα Α)

Περιοχή Βασιλειές

Από το Διάγραμμα 4.59 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβέστιου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 48,12 ppm η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 76,19 ppm στις 06/06/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 - 80 ppm για το Ca^{++} στις 06/06/2011, άρα βλέπουμε ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 36,45 ppm η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 έως 72,9 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} στις 18/07/2011 άρα βλέπουμε ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.

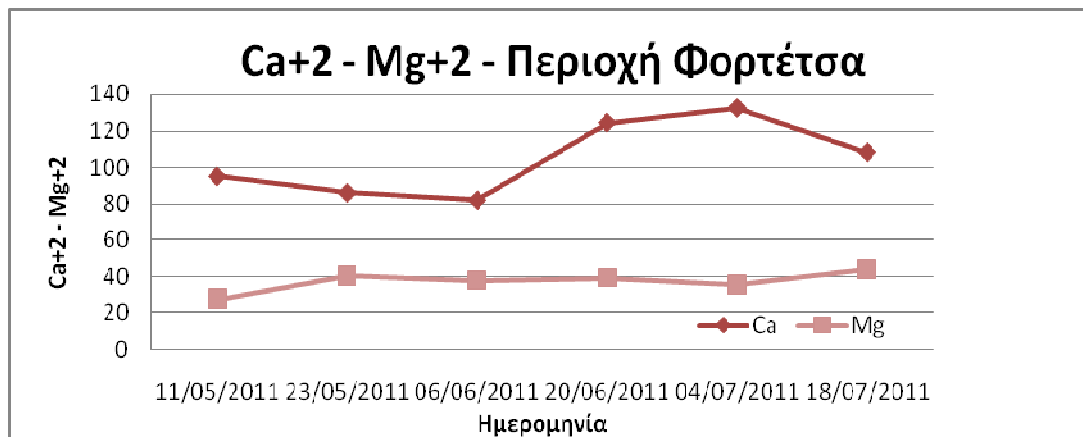


Διάγραμμα 4.59: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή Βασιλειές (από τον πίνακα Π.9, Παράρτημα Α)

Περιοχή Φορτέσα

Από το Διάγραμμα 4.60 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβέστιου (Calcium, Ca)** κυμαίνονται από 82,205 ppm η μικρότερη τιμή στις 06/006/2011 έως 132,33 ppm στις 04/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 20 - 80 ppm για το Ca^{++} στις 04/07/2011, άρα βλέπουμε ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 27,3375 ppm η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 έως 43,74 ppm στις 18/07/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Παρατηρούμε ότι ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} στις 18/07/2011 άρα βλέπουμε ότι έχουμε μεγάλη συγκέντρωση ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου.



Διάγραμμα 4.60: Διακύμανση Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) Περιοχή Φορτέτσα (από τον πίνακα Π.10, Παράρτημα Α)

➤ **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΑΣΒΕΣΤΙΟ (Calcium, Ca) – ΜΑΓΝΗΣΙΟ (Magnesium, Mg) ΒΑΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ**

Από τα διαγράμματα εποχιακής διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι οι τιμές του ασβεστίου (Calcium, Ca) έχουν την **υψηλότερη τιμή**, να εμφανίζεται **στην περιοχή Ικάρου** (ΠΗΓΗ ΑΣΤΡΑΚΟΙ, ΜΑΛΙΑ (ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ)) **144,36 ppm** στις 18/07/2011 και τη **χαμηλότερη** στις 18/07/2011 και στις 04/07/2011, **48,12 ppm**, **στην περιοχή Κατσαμπά** και ομοίως με ίδια τιμή και ημερομηνία 18/07/2011 στις **Βασιλειές** (ΠΗΓΗ: ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΟΥΧΤΑ). Παρατηρούμε ότι σε όλες τις περιοχές που μελετήθηκαν ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Ca^{++} με συμπέρασμα ότι υπάρχει μεγάλη συγκέντρωση δισθενών ανθρακικών αλάτων του ασβεστίου στα νερά των περιοχών αυτών, συμβάλλοντας κατ' επέκταση στην ολική σκληροτητά του.

Από τα διαγράμματα εποχιακής διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι οι τιμές του μαγνησίου (Magnesium, Mg) έχουν την **υψηλότερη τιμή** να εμφανίζεται με τιμή το **82,62 ppm** **στην περιοχή ΟΑΕΔ** (Πηγή Δάφνες) στις 18/07/2011 και τη **χαμηλότερη** στις 23/05/2011 **στην περιοχή Ικάρου** (ΠΗΓΗ ΑΣΤΡΑΚΟΙ, ΜΑΛΙΑ (ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ)) με **10,9 ppm**. Παρατηρούμε ότι στις 18/07/2011 για την περιοχή ΟΑΕΔ ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή, η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} , ένδειξη μεγάλης συγκέντρωσης δισθενών ανθρακικών αλάτων του μαγνησίου στο νερό της περιοχής αυτής.

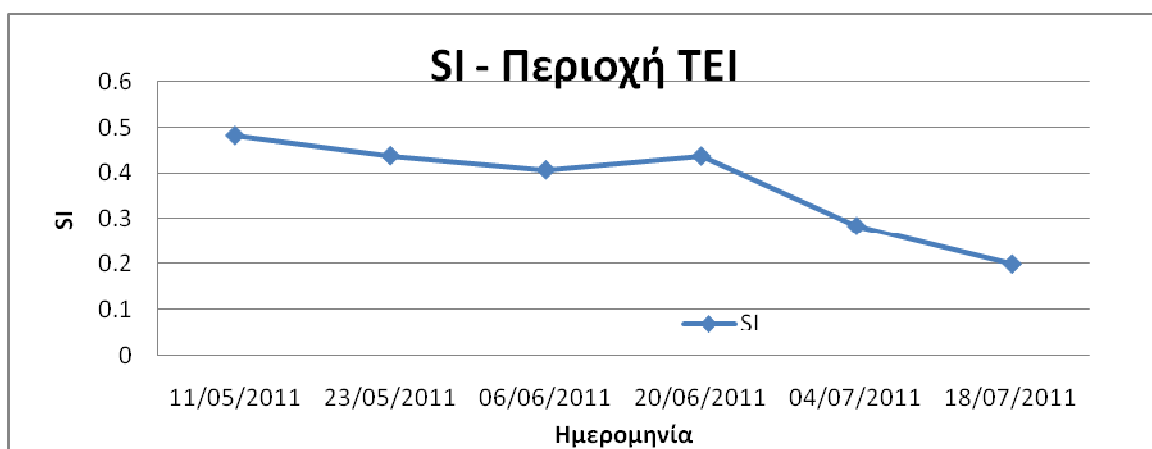
4.1.7 Δείκτης Κορεσμού, SI

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η Εποχιακή Διακύμανση του Δείκτη Κορεσμού SI σε περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Κρήτης όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Ο δείκτης κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των παραμέτρων που συμβάλλουν στη διάβρωση ή την απόθεση ασβεστίτη ή γύψου ή δολομίτη από το νερό στους σωλήνες μεταφοράς. Όταν η τιμή του S.I. είναι αρνητική το νερό έχει διαβρωτικές τάσεις, ενώ για θετικές τιμές έχει αποθετικές τάσεις. Για τιμή S.I. ≈ 0 το νερό είναι σταθεροποιημένο.

Περιοχή TEI

Από το Διάγραμμα 4.61 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,1982 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 0,482 στις 11/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην παρακάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ ηλια εως μέτρια αποθετικό



Διάγραμμα 4.61: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή TEI (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Α)

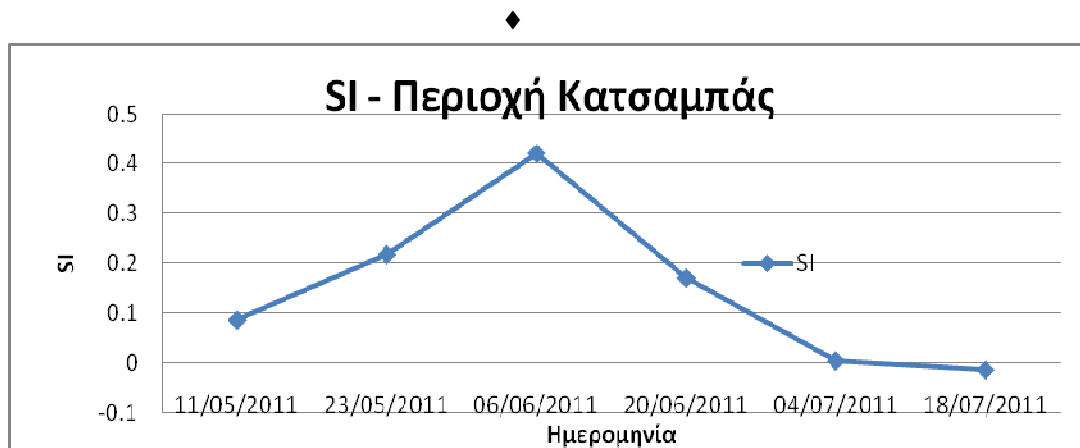
Περιοχή Κατσαμπά

Από το Διάγραμμα 4.62 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από -0,0138 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 εδώ παρατηρούμε ότι η τιμή του νερού είναι αρνητική, λόγω υπεράντλησης εμπλουτίζεται ο υδρόβιος ορίζοντας και υπάρχει πιθανή εισχώρησης θαλασσινού νερού στο υπέδαφος και 0,217 στις 23/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού στις 23/05/2011 ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό

Ενώ η προδιάθεση του νερού στις 18/07/2011 ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$-1 < S.I < 0$ Ήπια ή Καθόλου Διαβρωτικό.



Διάγραμμα 4.62: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή Κατσαμπά (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ρομαντική Γωνιά

Από το Διάγραμμα 4.63 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από -0,1029 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 και 0,23 στις 20/06/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού στις 18/07/2011 ανήκει στην παρακάτω κατηγορία:

$-1 < S.I < 0$ Ήπια ή Καθόλου Διαβρωτικό.

Η προδιάθεση του νερού στις 20/06/2011 ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

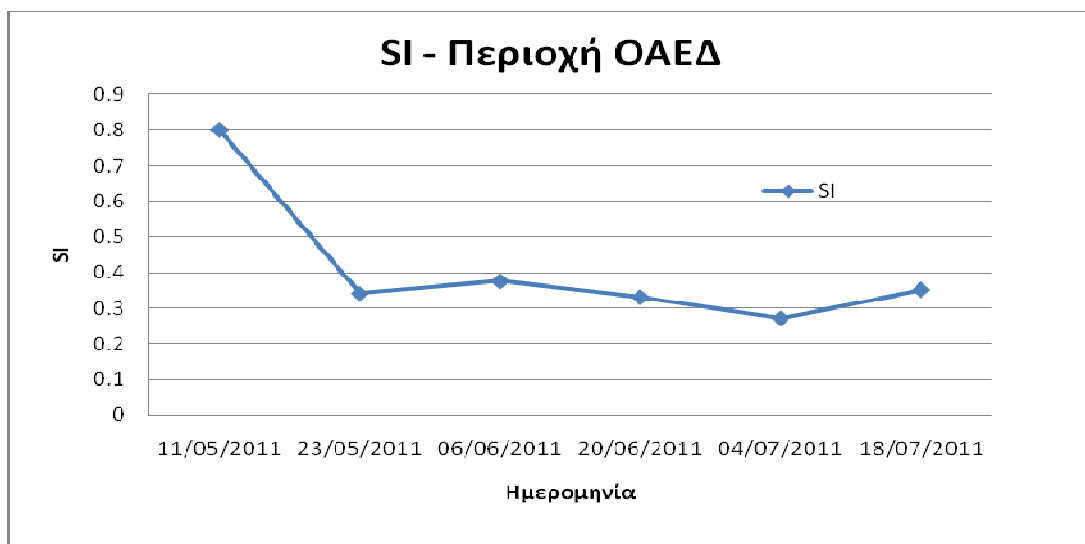


Διάγραμμα 4.63: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή Ρομαντική Γωνιά (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Α)

Περιοχή ΟΑΕΔ

Από το Διάγραμμα 4.64 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,2709 η μικρότερη τιμή στις 04/07/2011 έως 0,801 στις 11/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην παρακάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

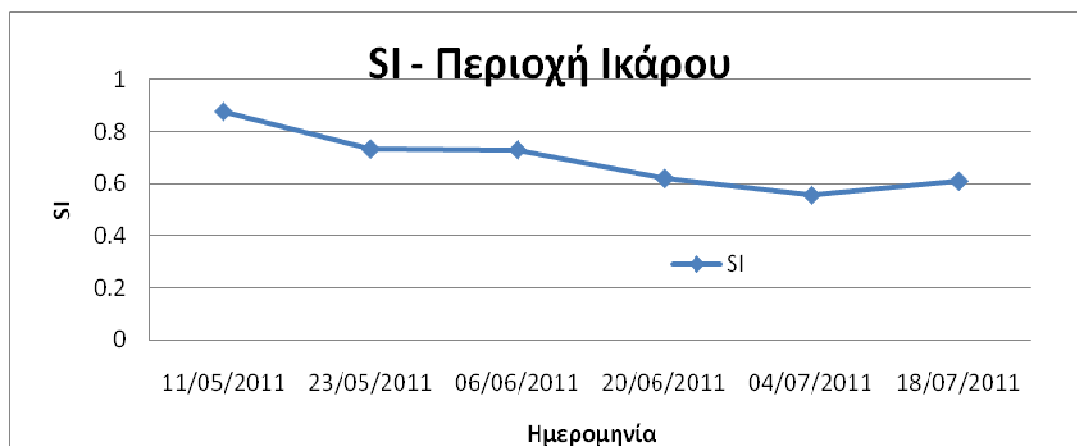


Διάγραμμα 4.64: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή ΟΑΕΔ (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Α)

Περιοχή Ικάρου

Από το Διάγραμμα 4.65 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,5553 η μικρότερη τιμή στις 04/07/2011 έως 0,877 στις 11/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

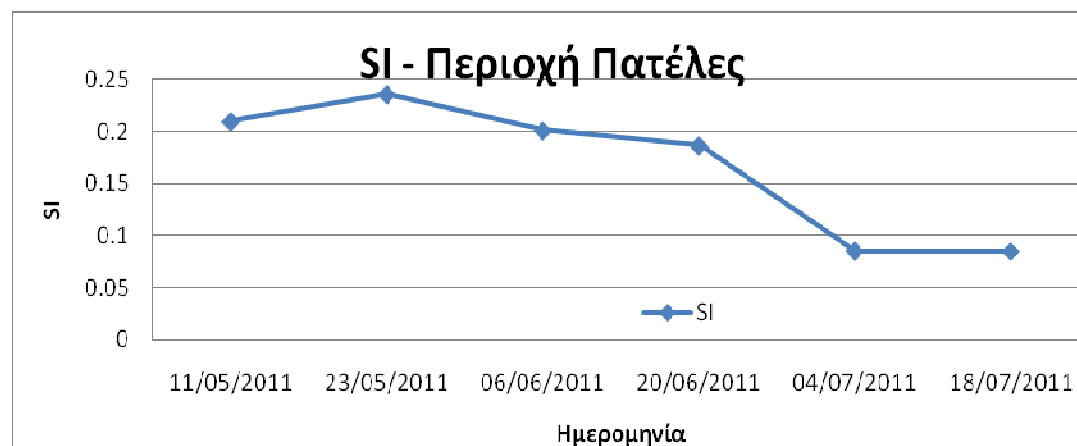


Διάγραμμα 4.65: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή Ικάρου (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Α)

Περιοχή Πατέλες

Από το Διάγραμμα 4.66 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,0845 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 0,2357 στις 23/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.



Διάγραμμα 4.66: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή Πατέλες (από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Α)

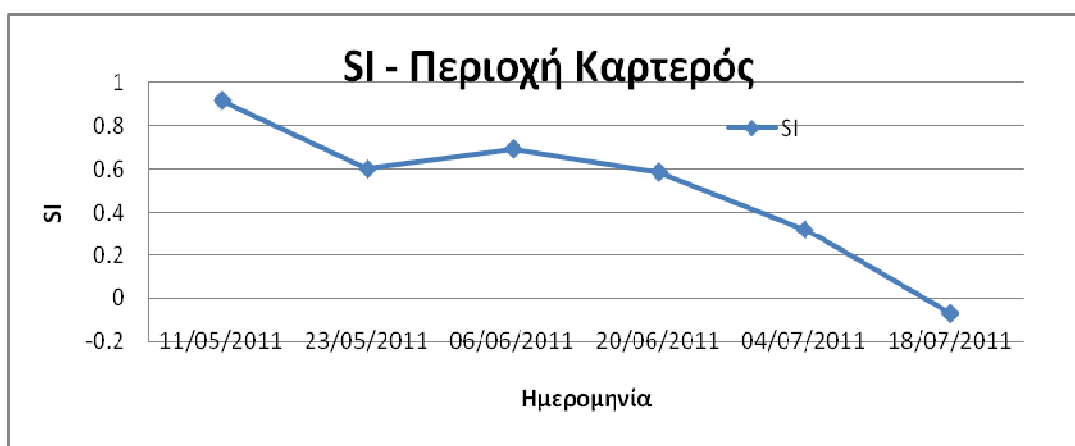
Περιοχή Καρτερός

Από το Διάγραμμα 4.67 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από -0,0689 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 εδώ παρατηρούμε ότι η τιμή του νερού είναι αρνητική, λόγω υπεράντλησης εμπλουτίζεται ο υδρόβιος ορίζοντας και υπάρχει πιθανή εισχώρησης θαλασσινού νερού στο υπέδαφος και 0,918 στις 11/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού στις 11/05/2011 ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

Ενω η προδιάθεση του νερού στις 18/07/2011 ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$-1 < S.I < 0$ Ήπια ή Καθόλου Διαβρωτικό.

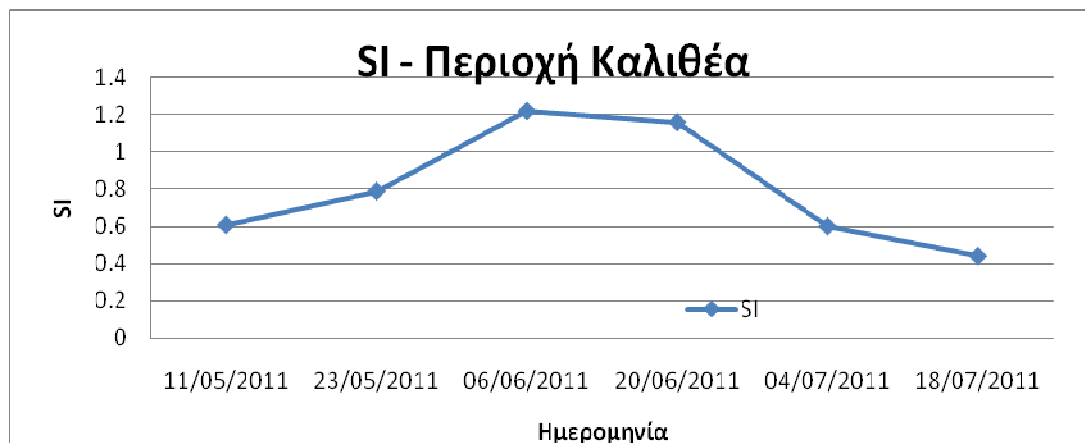


Διάγραμμα 4.67: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή Καρτερός (από τον πίνακα Π.7, Παράρτημα Α)

Περιοχή Καλιθέα

Από το Διάγραμμα 4.68 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,443 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 1,22 στις 06/06/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

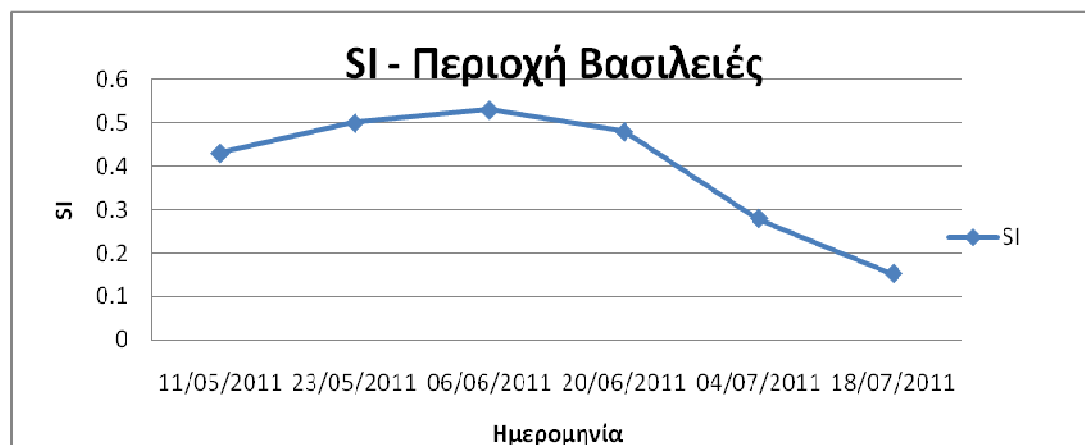


Διάγραμμα 4.68: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή Καλιθέα (από τον πίνακα Π.8, Παράρτημα Α)

Περιοχή Βασιλειές

Από το Διάγραμμα 4.69 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,1524 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 0,53 στις 06/06/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

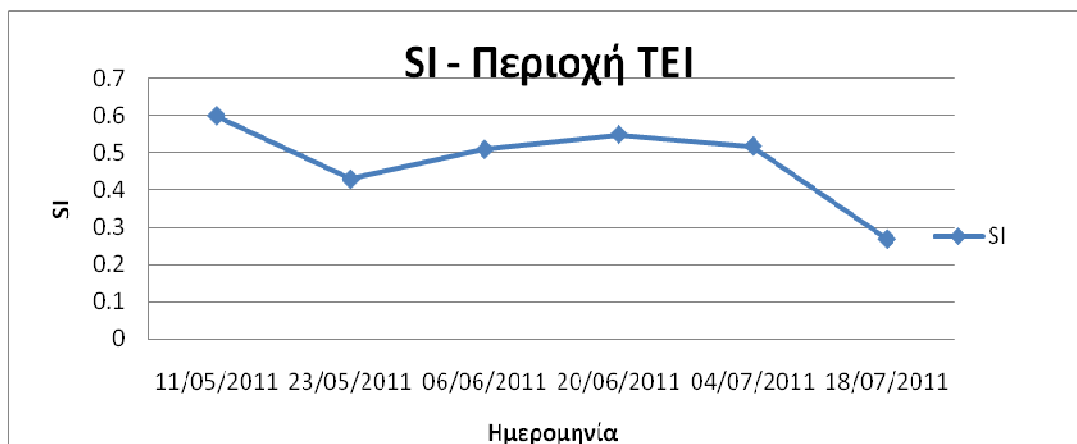


Διάγραμμα 4.69: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή Βασιλειές (από τον πίνακα Π.9, Παράρτημα Α)

Περιοχή Φορτέσα

Από το Διάγραμμα 4.70 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,2695 η μικρότερη τιμή στις 18/07/2011 έως 0,6 στις 11/05/2011 που είναι η μέγιστη τιμή. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.



Διάγραμμα 4.70: Διακύμανση Δείκτη Κορεσμού SI Περιοχή Φορτέσσα (από τον πίνακα Π.10, Παράρτημα Α)

➤ **ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟ ΔΕΙΚΤΗ ΚΟΡΕΣΜΟΥ, SI, ΒΑΣΗ ΧΡΟΝΙΚΗΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ**

Από τα διαγράμματα εποχιακής διακύμανσης συμπεραίνουμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού, SI, έχουν την **χαμηλότερη τιμή, -0,1029**, στις 18/07/2011 στην περιοχή **Ρομαντική Γωνιά**, όπου παρατηρούμε ότι η τιμή του νερού είναι αρνητική. Η πηγή γεώτρησης του δικτύου όπου αποδέκτης είναι και η περιοχή Ρομαντική Γωνιά προέρχεται από ανάμειξη δυο πηγών, από Τίλισο και Κρουσώνα. Πιθανός λόγος για το διαβρωτικό χαρακτήρα που παρουσιάζει το νερό είναι η υπεράντληση νερού των πηγών τους καλοκαιρινούς ειδικά μήνες με σκοπό να καλύψει τις αυξημένες ανάγκες των περιοχών που υρδεύει, με αποτέλεσμα την εισχώρηση θαλασσινού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα, μετατρέποντας έτσι το νερό σε υφάλμυρο, με μεγάλη περιεκτικότητα σε χλωριούχα άλατα. Η **υψηλότερη** τιμή υπολογίστηκε ως **1,22 στην περιοχή της Καλλιθέας** στις 06/06/2011.

4.2 Καταγραφή αποτελεσμάτων ανά παράμετρο ανάλυσης βάση διαφοροποίησης ανα περιοχή - Συμπεράσματα

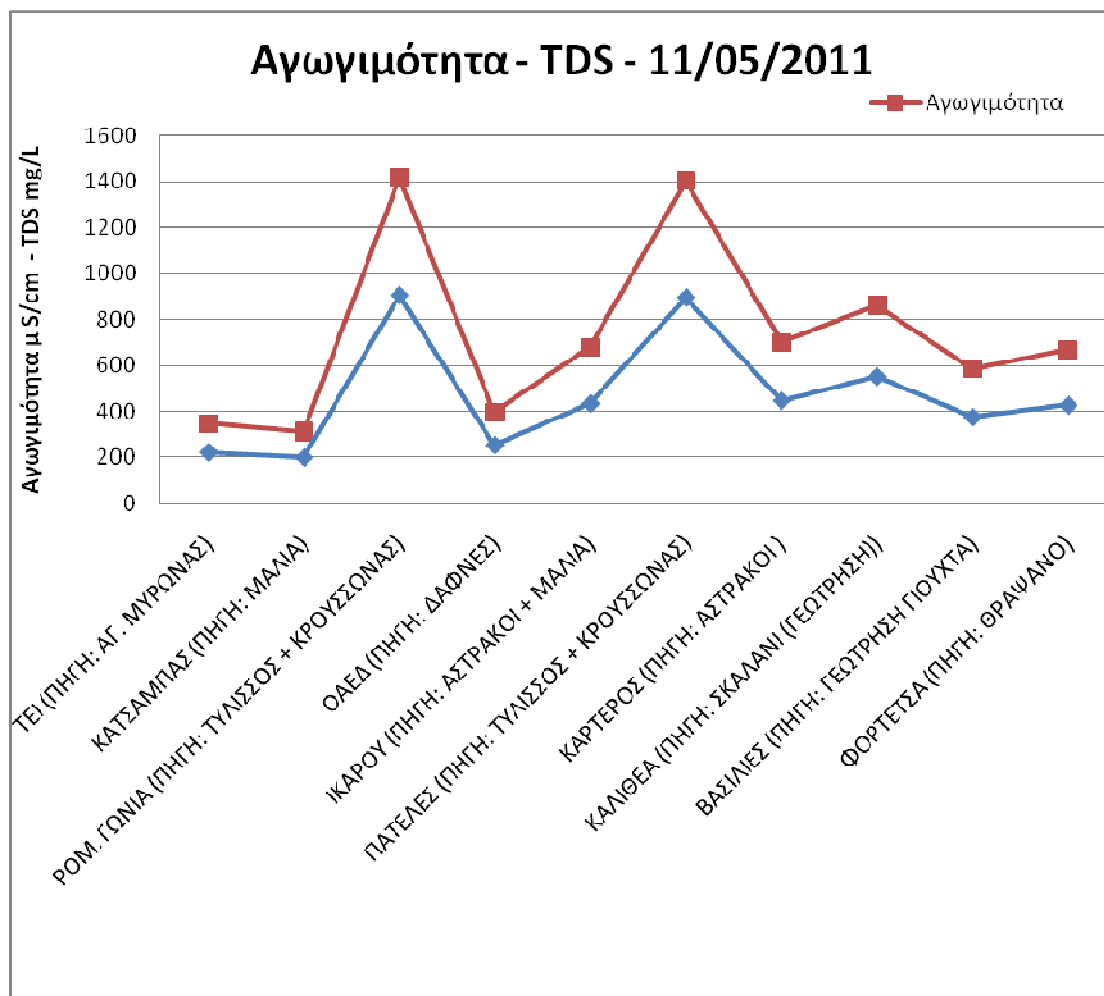
4.2.1 ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ - TDS

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η σύγκριση της αγωγιμότητας και TDS σε όλες τις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Σε κάθε διάγραμμα παρουσιάζεται συγκεκριμένη ημερομηνία εξέτασης δείγματος.

Για την ημερομηνία 11/05/2011

Από το Διάγραμμα 4.70 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 315 $\mu\text{S}/\text{cm}$, η μικρότερη, στη περιοχή Κατσαμπά και η μέγιστη τιμή 1417 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά ξεπερνάται κατά πολύ η ιδεώδης τιμή $k = 400 \mu\text{S}/\text{cm}$ για να χαρακτηριστεί το νερό ως πόσιμο με βάση την αγωγιμότητά του.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 201,6 mg/l η μικρότερη τιμή στη περιοχή Κατσαμπά, έως 906,8 mg/l η μέγιστη τιμή στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά. Οι τιμές του **T.D.S.** δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L που σημαίνει ότι το νερό παραμένει γλυκό.

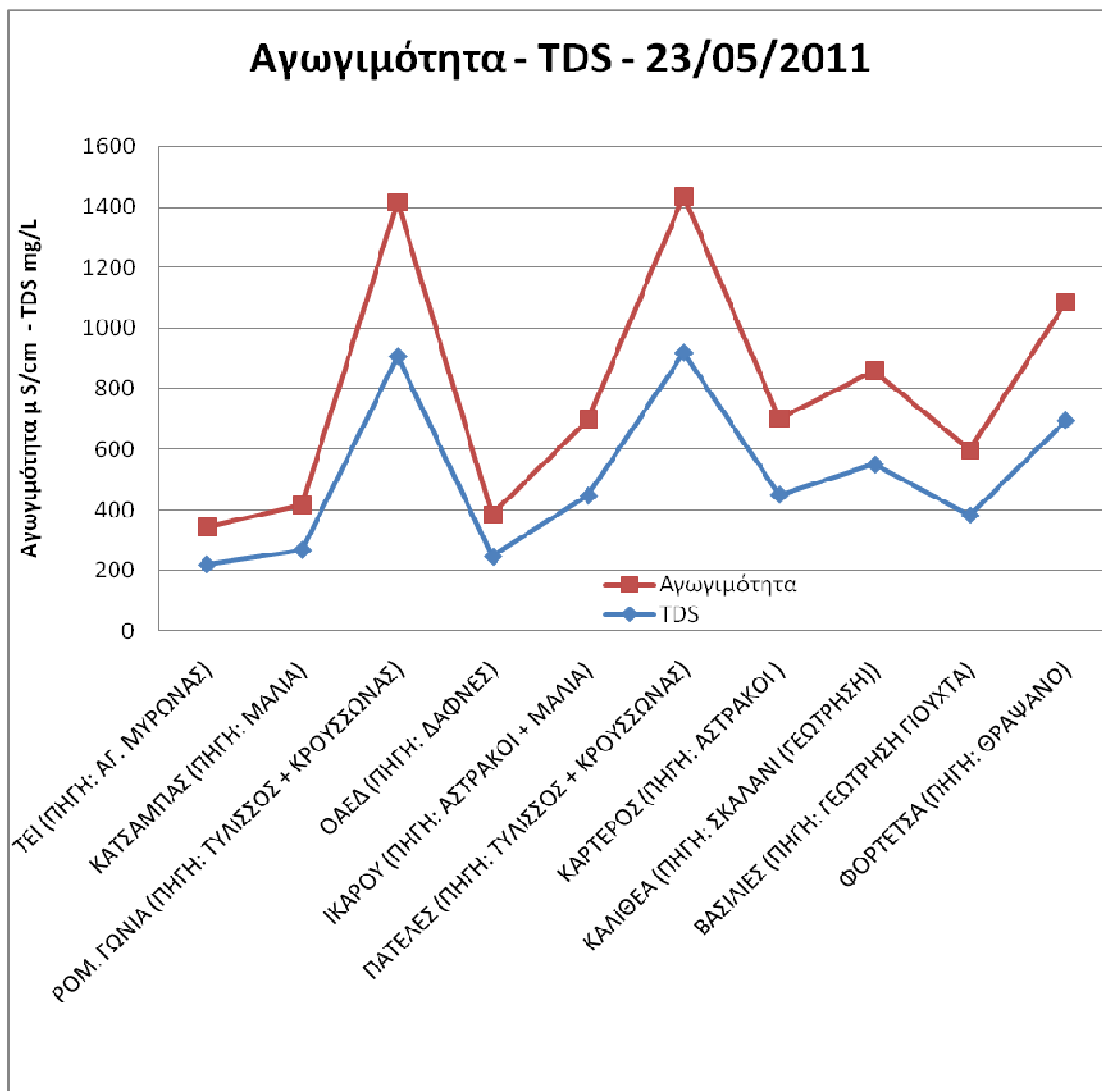


Διάγραμμα 4.70: Χωρική κατανομή Αγωγιμότητας – T.D.S. σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 11/05/2011 (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 23/05/2011

Από το Διάγραμμα 4.71 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 342 $\mu\text{S}/\text{cm}$ η μικρότερη στη περιοχή ΤΕΙ και η μέγιστη τιμή 1436 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στην περιοχή Πατέλες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως στην περιοχή Πατέλες ξεπερνάται κατά πολύ η ιδεώδης τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ για να χαρακτηριστεί το νερό ως πόσιμο με βάση την αγωγιμότητά του.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 218,88 mg/lit η μικρότερη τιμή στη περιοχή ΤΕΙ, έως 919,04 mg/lit η μέγιστη τιμή στην περιοχή Πατέλες. Οι τιμές του **T.D.S.** δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

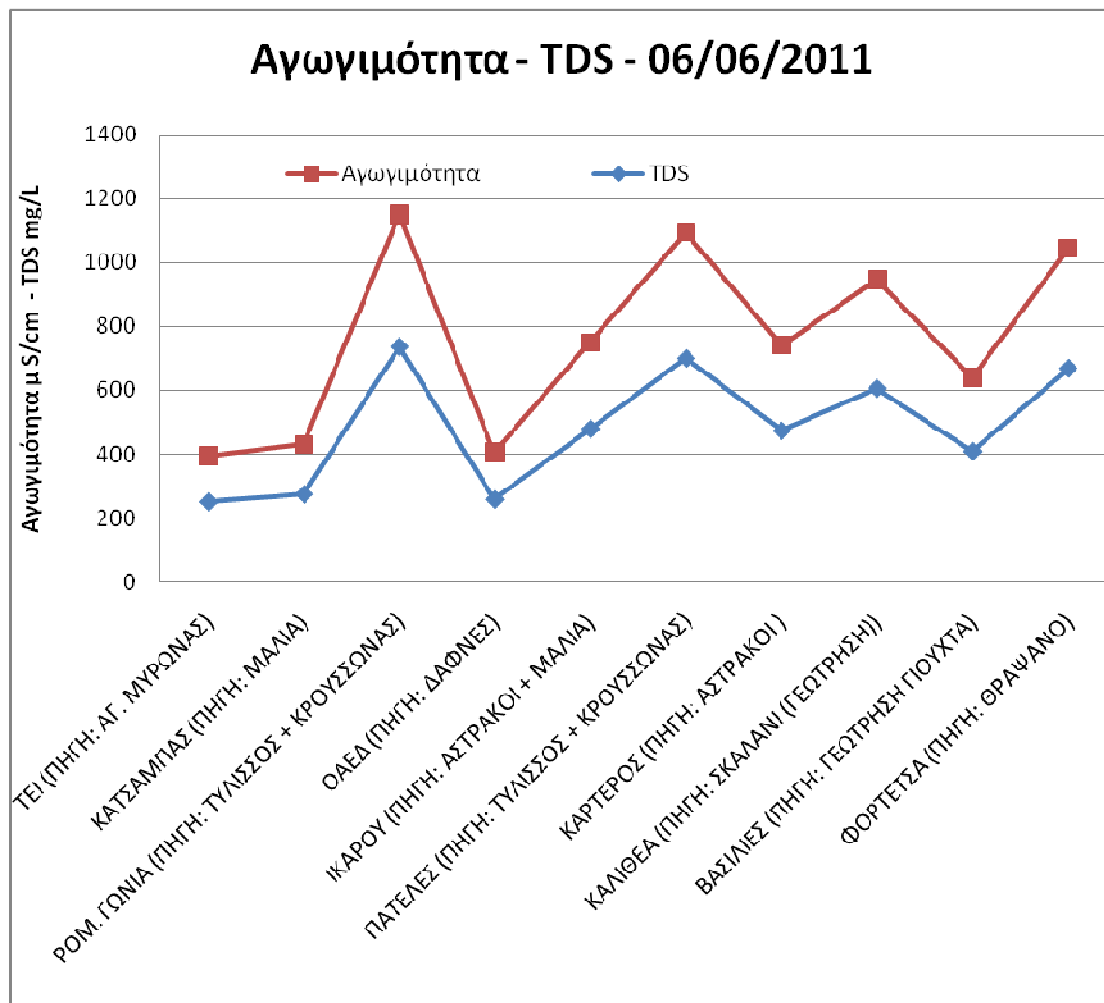


Διάγραμμα 4.71: Χωρική κατανομή Αγωγιμότητας – T.D.S. σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 23/05/2011 (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 06/06/2011

Από το Διάγραμμα 4.72 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 392μS/cm η μικρότερη στη περιοχή ΤΕΙ και η μέγιστη τιμή 1151 μS/cm στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 μS/cm. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό την τιμή της αγωγιμότητας στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά .

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 250 mg/lt η μικρότερη τιμή στη περιοχή ΤΕΙ, έως 736,64 mg/lt η μέγιστη τιμή στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά . Οι τιμές του **T.D.S.** δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

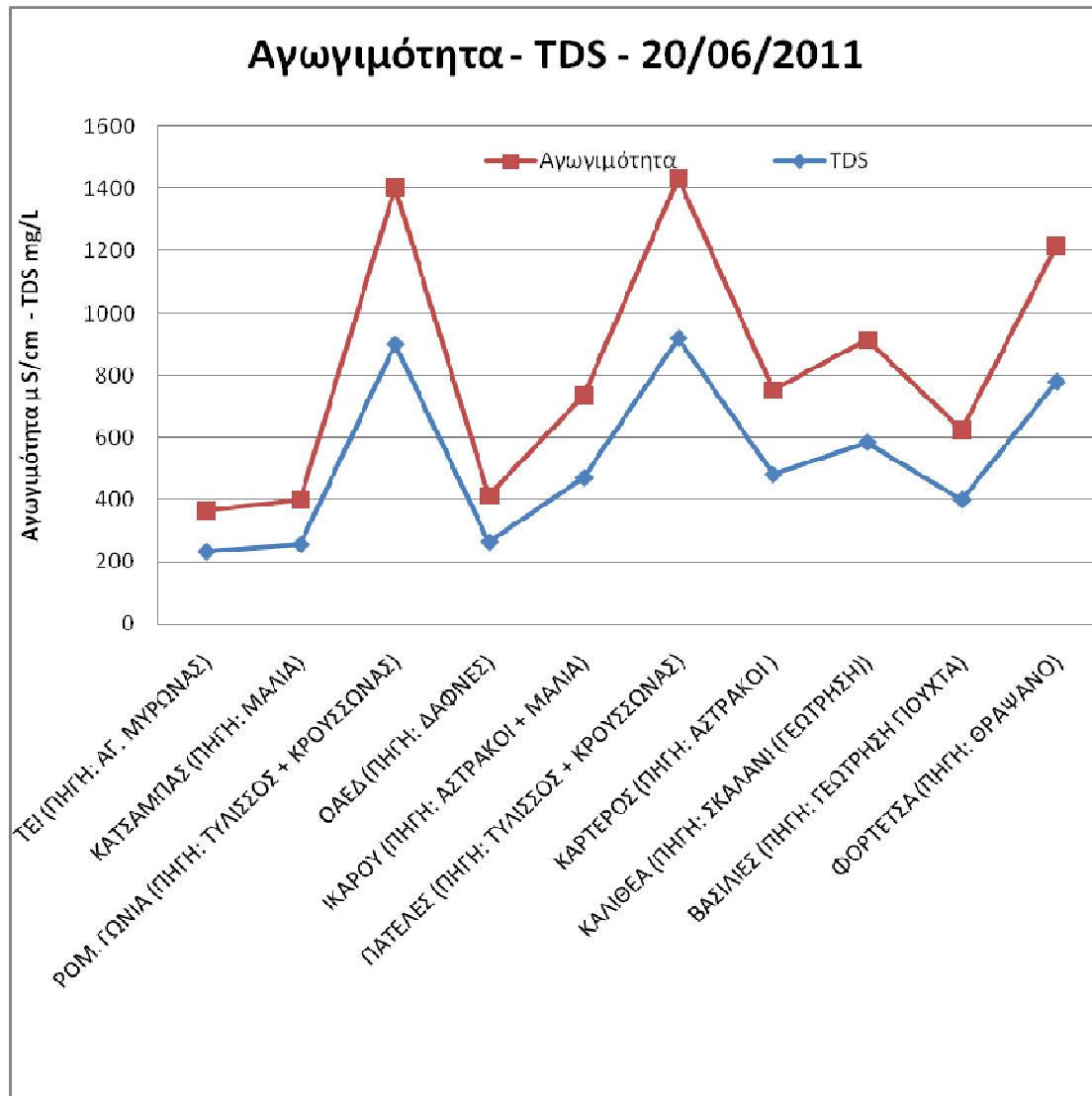


Διάγραμμα 4.72 Χωρική κατανομή Αγωγιμότητας – T.D.S. σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 06/06/2011 (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 20/06/2011

Από το Διάγραμμα 4.73 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 366μS/cm η μικρότερη στη περιοχή ΤΕΙ και η μέγιστη τιμή 1435μS /cm στην περιοχή Πατέλες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 μS/cm. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό την τιμή της αγωγιμότητας στην περιοχή Πατέλες.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 234 mg/lt η μικρότερη τιμή στη περιοχή ΤΕΙ, έως 918,4 mg/lt η μέγιστη τιμή στην περιοχή Πατέλες. Οι τιμές του **T.D.S.** δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

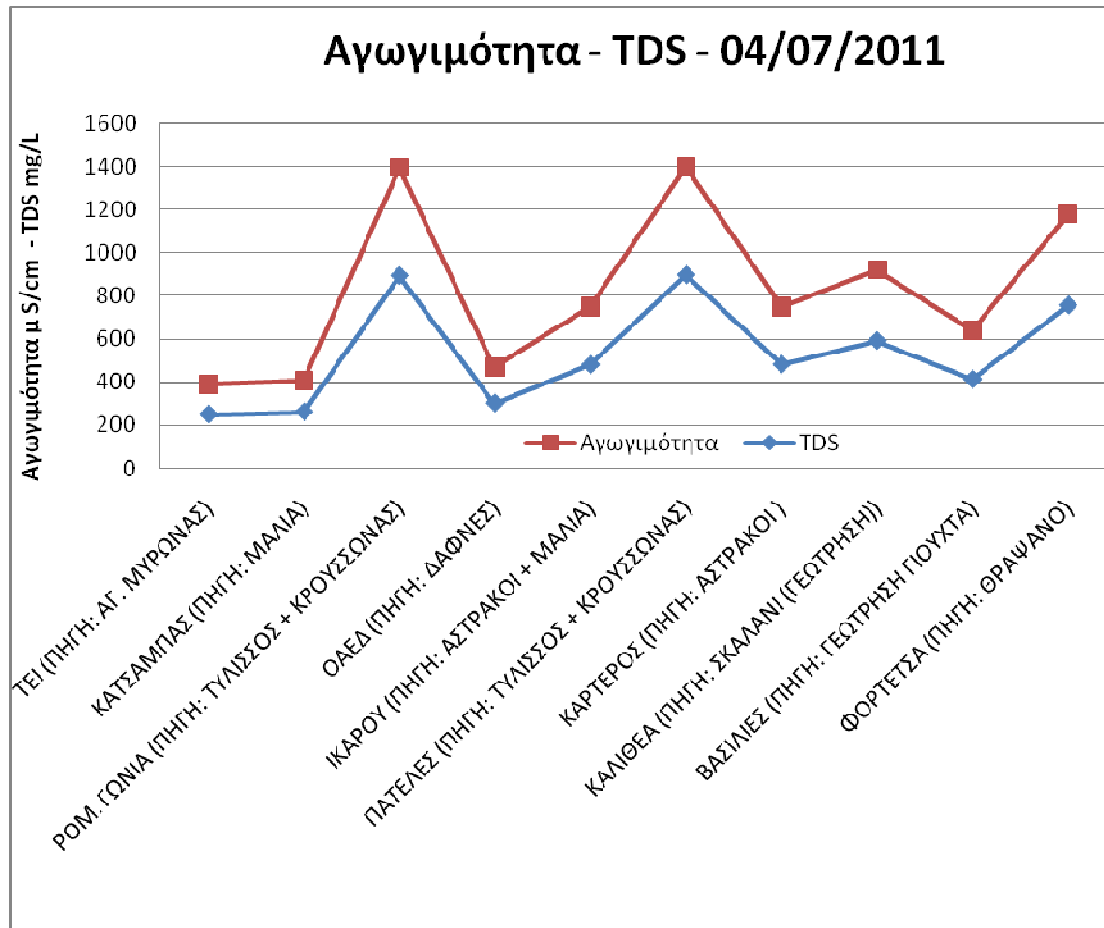


Διάγραμμα 4.73: Χωρικής κατανομής Αγωγιμότητας – T.D.S. σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 20/06/2011 (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 04/07/2011

Από το Διάγραμμα 4.74 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 390 $\mu\text{S}/\text{cm}$ η μικρότερη στη περιοχή ΤΕΙ και η μέγιστη τιμή 1395 $\mu\text{S}/\text{cm}$ στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400 \mu\text{S}/\text{cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό την τιμή της αγωγιμότητας στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά.

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 249,6 mg/lit η μικρότερη τιμή στη περιοχή ΤΕΙ, έως 892,8 mg/lit η μέγιστη τιμή στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά .Οι τιμές του **T.D.S.** δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

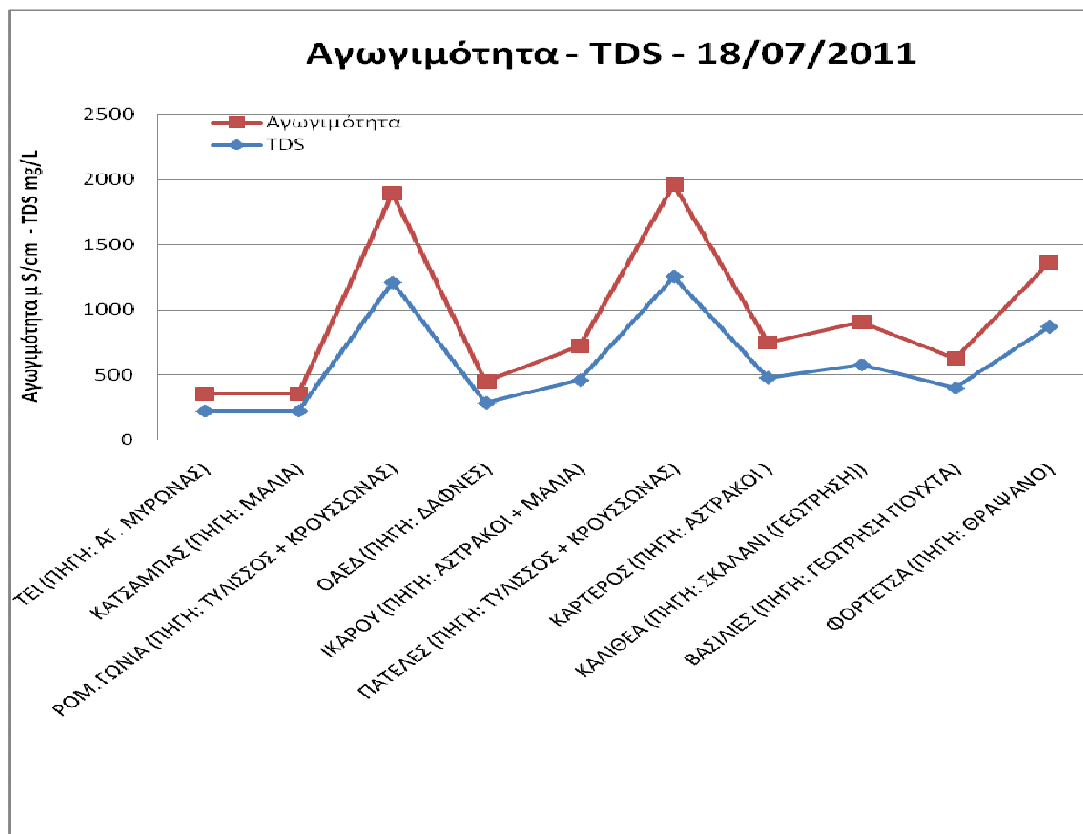


Διάγραμμα 4.74: Χωρικής κατανομής Αγωγιμότητας – T.D.S. σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δυκτίου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 04/07/2011 (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 18/07/2011

Από το Διάγραμμα 4.75 παρατηρούμε ότι οι τιμές της αγωγιμότητας κυμαίνονται από 354 μS/cm η μικρότερη στη περιοχή ΤΕΙ και η μέγιστη τιμή 1960 μS/cm στην περιοχή Πατέλες και δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 2500 μS/cm. Όμως ξεπερνά την ιδεώδη τιμή $k = 400\mu\text{S/cm}$ κατά πολύ μεγάλο βαθμό την τιμή της αγωγιμότητας στην περιοχή Πατέλες .

Οι τιμές του **T.D.S.** κυμαίνονται από 226,56 mg/lit η μικρότερη τιμή στη περιοχή ΤΕΙ, έως 1254,4 mg/lit η μέγιστη τιμή στην περιοχή Πατέλες. Οι τιμές του **T.D.S.** δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.



Διάγραμμα 4.75: Χωρικής κατανομής Αγωγιμότητας – T.D.S. σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 18/07/2011(από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Β)

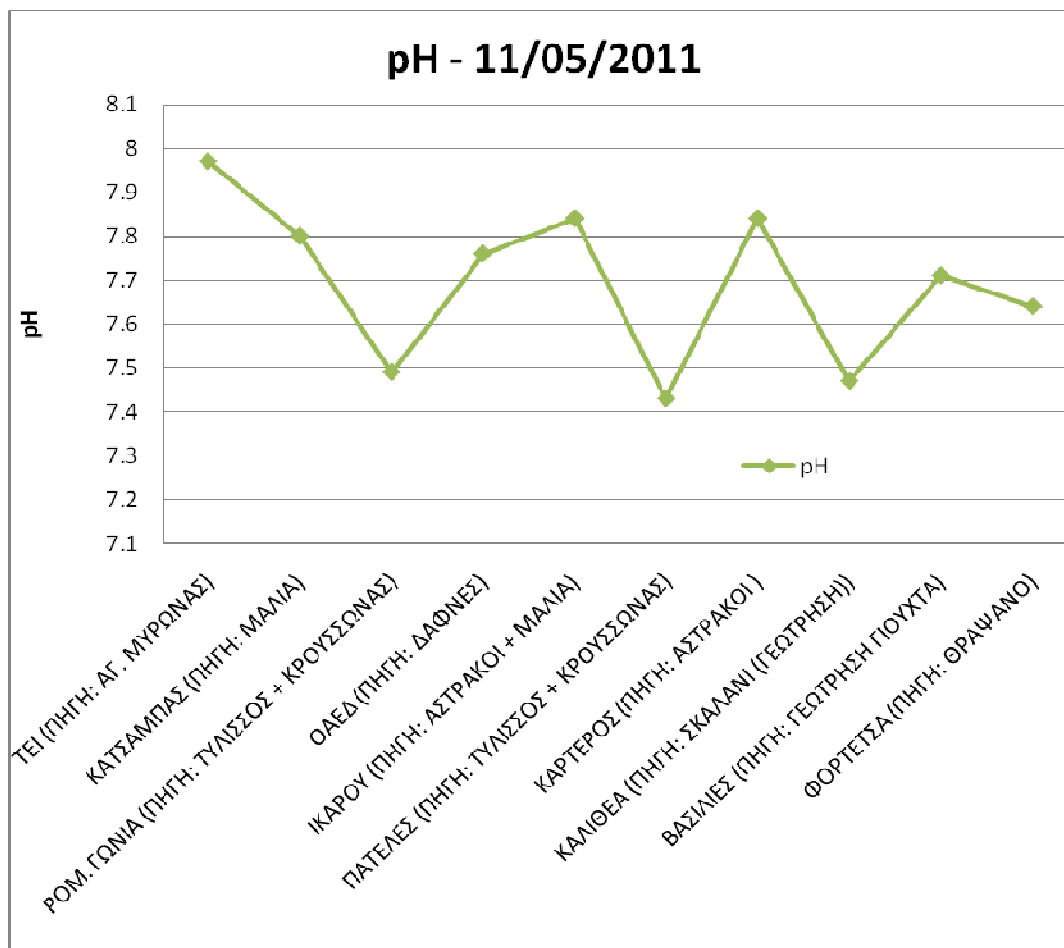
Από τα διαγράμματα χωρικής κατανομής της αγωγιμότητας συμπεραίνουμε ότι οι τιμές δεν παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση από περιοχή σε περιοχή και ότι βρίσκονται εντός των ορίων που ορίζει η νομοθεσία (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) και τις 6 ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες. Οι τιμές του **T.D.S.** δεν ξεπερνούν το 0 - 1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό.

4.2.2 pH

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η χωρική κατανομή του **pH** σε όλες τις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Σε κάθε διάγραμμα παρουσιάζεται συγκεκριμένη ημερομηνία.

Για την ημερομηνία 11/05/2011

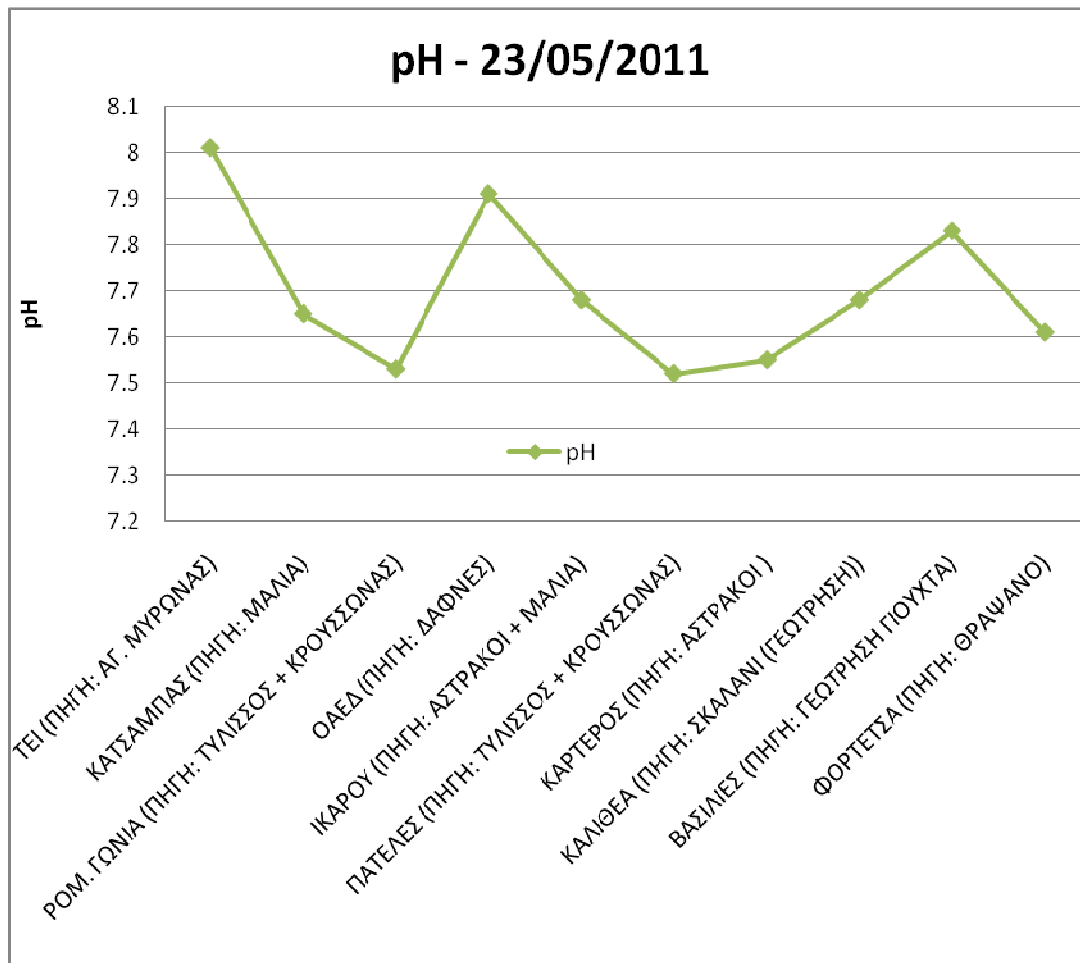
Από το Διάγραμμα 4.76 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 7,43 η μικρότερη στη περιοχή Καλιθέα και η μέγιστη τιμή 7,97 στην περιοχή ΤΕΙ.Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.76: Χωρική κατανομή pH σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δυκτίου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 11/05/2011 (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 23/05/2011

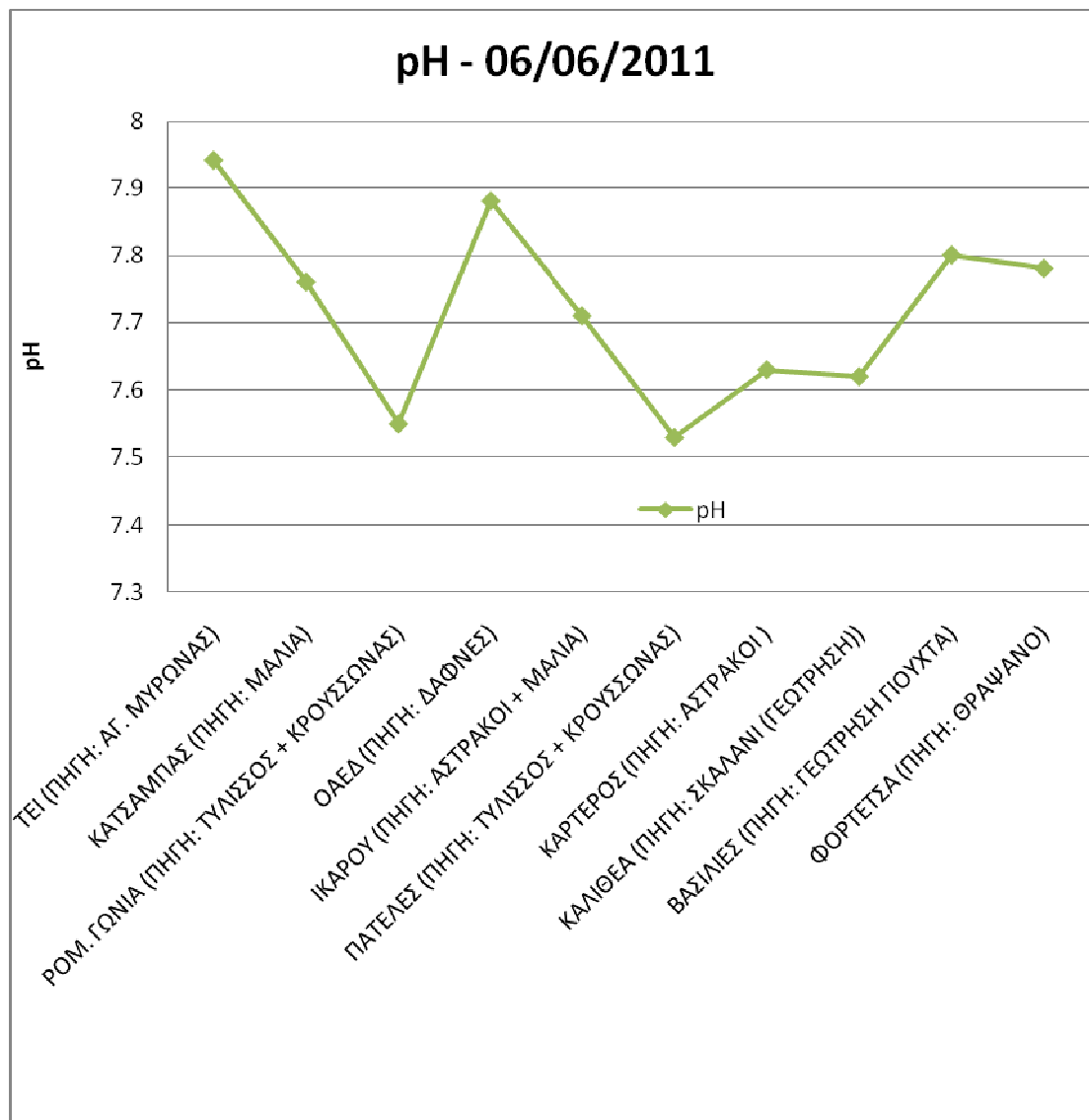
Από το Διάγραμμα 4.77 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 7,52 η μικρότερη στη περιοχή Πατέλες και η μέγιστη τιμή 8,01 στην περιοχή ΤΕΙ. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.77: Χωρική κατανομή pH σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 23/05/2011 (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 06/06/2011

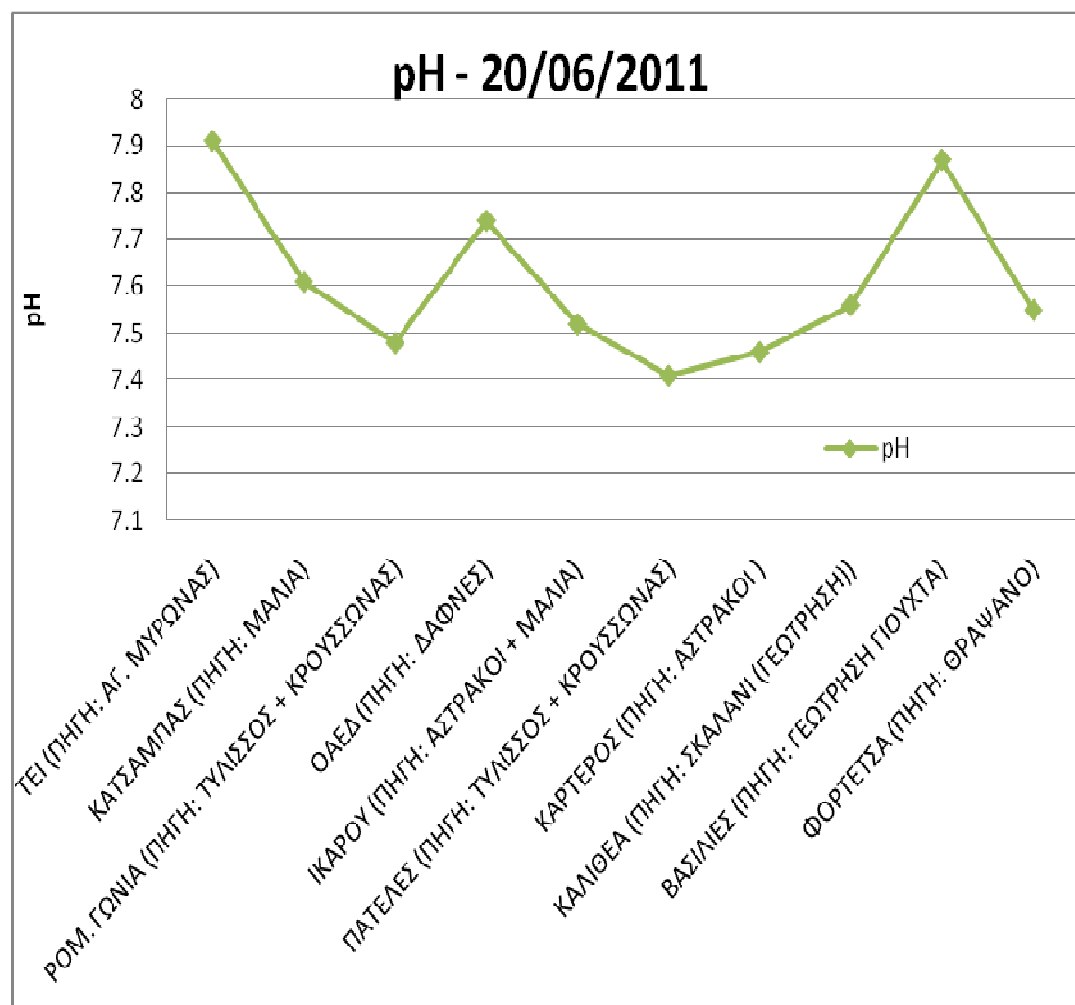
Από το Διάγραμμα 4.78 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 7,55 η μικρότερη στη περιοχή Ρομαντική Γωνιά και η μέγιστη τιμή 7,94 στην περιοχή ΤΕΙ. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.78: Χωρικής κατανομής pH σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 06/06/2011 (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 20/06/2011

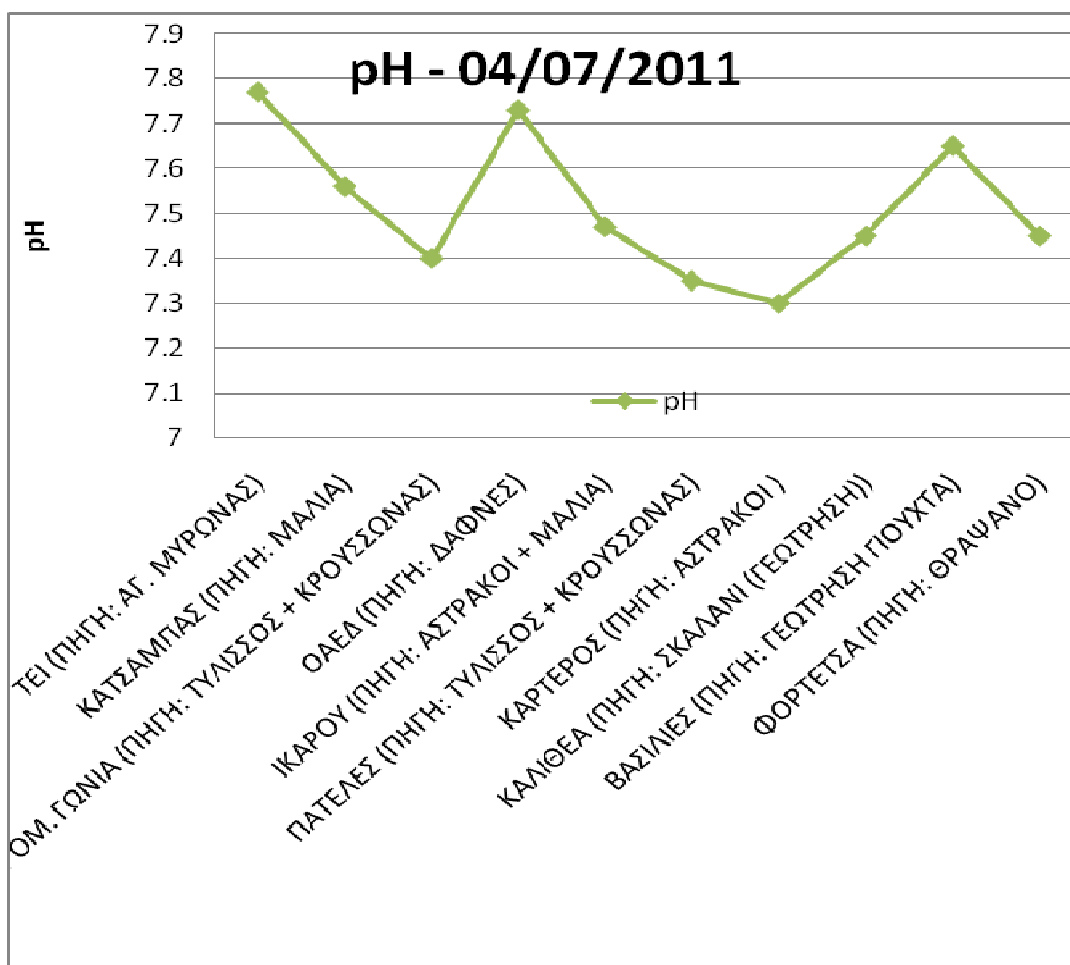
Από το Διάγραμμα 4.79 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 7,41 η μικρότερη στη περιοχή Πατέλες και η μέγιστη τιμή 7,91 στην περιοχή ΤΕΙ. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.79: Χωρική κατανομή pH σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 20/06/2011 (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 04/07/2011

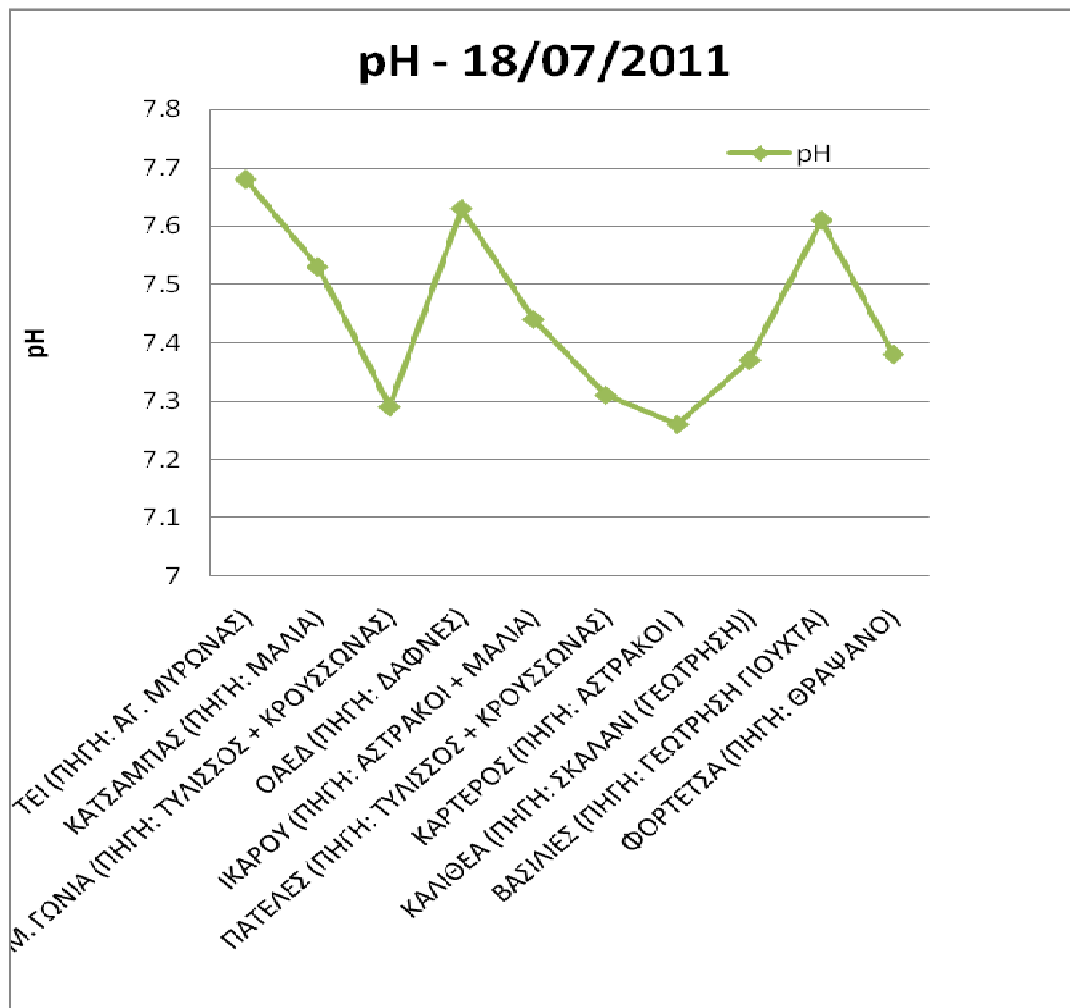
Από το Διάγραμμα 4.80 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 7,3 η μικρότερη στη περιοχή Καρτερός και η μέγιστη τιμή 7,77 στην περιοχή ΤΕΙ. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.80: Χωρική κατανομή pH σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 04/07/2011(από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 18/07/2011

Από το Διάγραμμα 4.81 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 7,26 η μικρότερη στη περιοχή Καρτερός και η μέγιστη τιμή 7,63 στην περιοχή ΟΑΕΔ. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 6,5 - 9,5.



Διάγραμμα 4.81 Χωρική κατανομή pH σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 18/07/2011(από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Β)

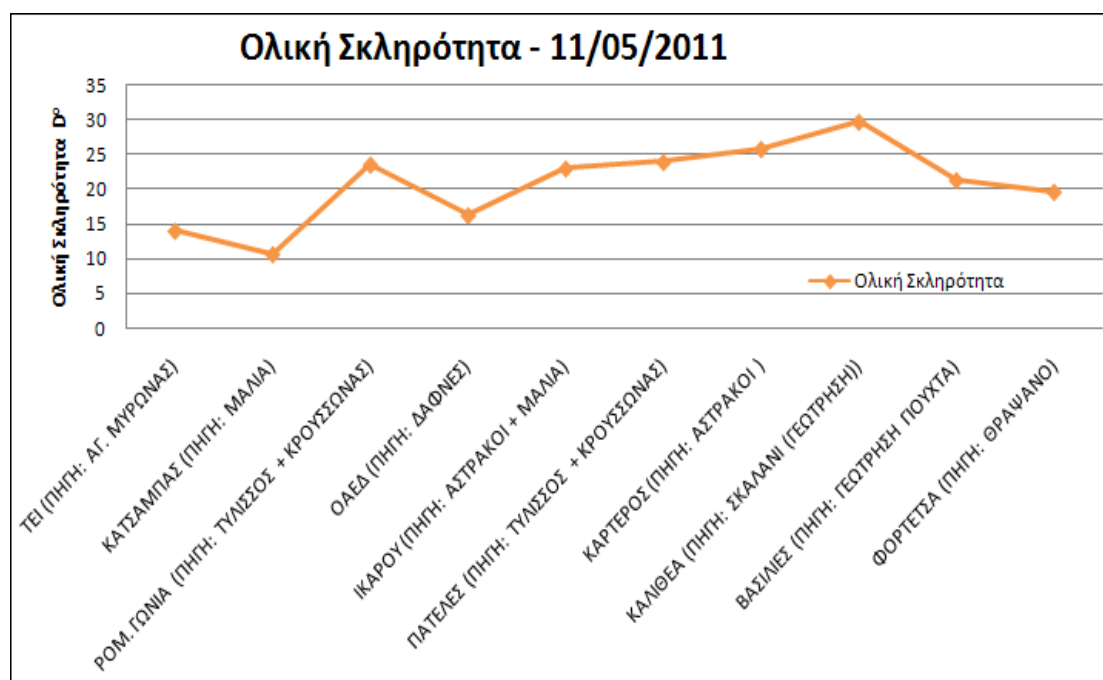
Συμπερασματικά από τα παραπάνω διαγράμματα του pH ανα περιοχή παρατηρούμε ότι οι τιμές του pH κυμαίνονται μέσα στα επιτρεπτά από τη νομοθεσία όρια τα οποία είναι $6,5 < \text{pH} < 9,5$. Η μεγαλύτερη τιμή $\text{pH} = 8,01$ εμφανίζεται στις 23/05/2011 στη περιοχή Πατέλες και η μικρότερη $\text{pH} = 7,26$ στις 18/07/2011 στη περιοχή Καρτερός.

4.2.3 Ολική σκληρότητα - Ασβέστιο (Calcium,Ca)- Μαγνήσιο (Magnesium, Mg)

Η σκληρότητα εκφράζει το σύνολο των διαλυμένων αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου και εξαρτάται από τα πετρώματα όπου έχει περάσει το νερό. Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η χωρική κατανομή της Ολικής σκληρότητας, του ασβεστίου και του μαγνησίου σε όλες τις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Σε κάθε διάγραμμα παρουσιάζεται συγκεκριμένη ημερομηνία και δίνονται συγκριτικά αποτελέσματα. Οι ιδεώδεις περιοχές τιμών είναι $18D^0 - 90D^0$ για την σκληρότητα, 20 - 80 ppm για το Ca^{++} και 10 - 30 για το Mg^{++} .

Για την ημερομηνία 11/05/2011

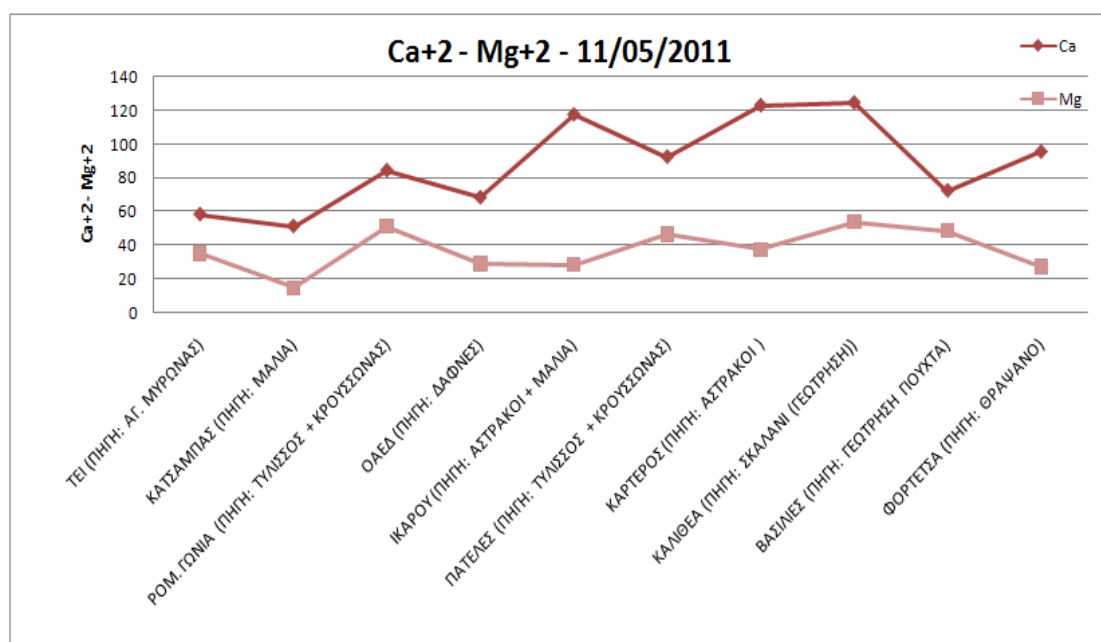
Από το Διάγραμμα 4.82 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από $10,64 D^0$ η μικρότερη στη περιοχή Κατσαμπά και η μέγιστη τιμή $29,68 D^0$ στην περιοχή Καλιθέα .Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια $18D^0 - 90D^0$



Διάγραμμα 4.82: Χωρική κατανομή ολικής σκληρότητας δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 11/05/2011 (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Β)

Από το Διάγραμμα 4.83 παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβέστιου (Calcium, Ca)** 124,31 ppm στην περιοχή Καλιθέα που είναι η μέγιστη τιμή (ξεπερνάται το ασφαλές όριο που είναι 20 - 80 ppm για το Ca^{++}) και η μικρότερη τιμή 51,128 ppm στη περιοχή Κατσαμπά.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 15,1875 ppm η μικρότερη τιμή στη περιοχή Κατσαμπά έως 53,46 ppm στην περιοχή Καλιθέα που είναι η μέγιστη τιμή η οποία ξεπερνάει και το ιδεώδες όριο 10 - 30 για το Mg^{++} .

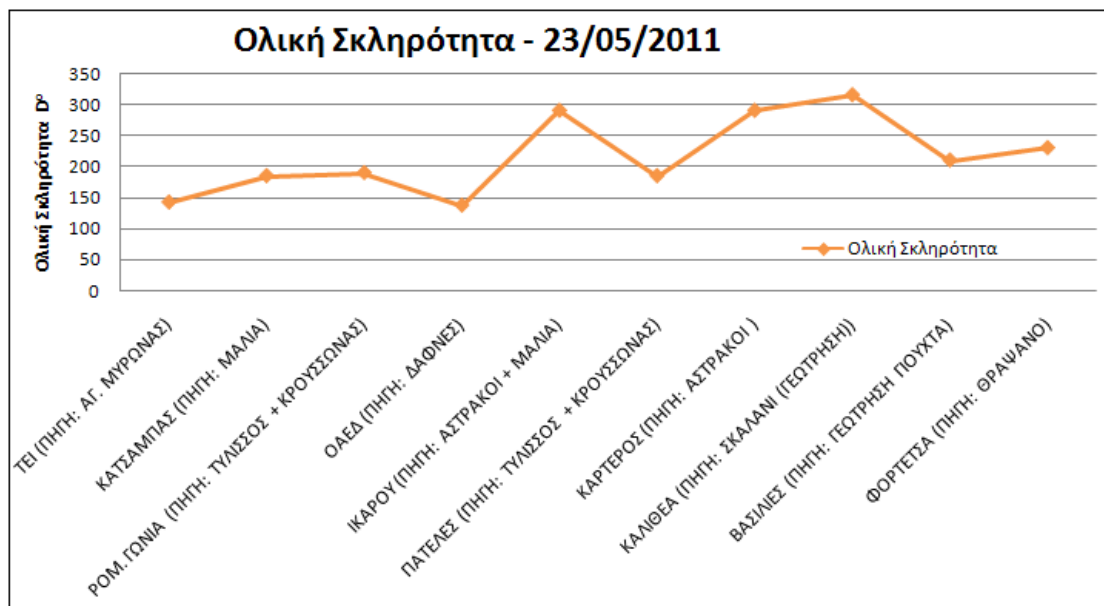


Διάγραμμα 4.83: Χωρική κατανομή Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 11/05/2011 (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 23/05/2011

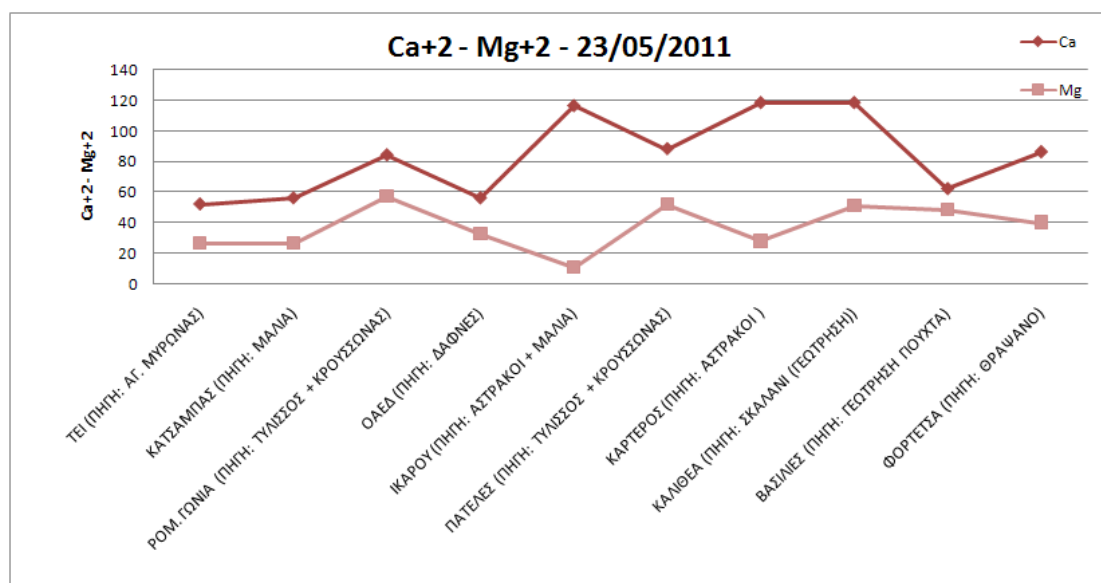
Από το Διάγραμμα 4.84 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 13,44 D^0 η μικρότερη στη περιοχή ΤΕΙ και η μέγιστη τιμή 28,26 D^0 στην περιοχή Καλιθέα. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18 D^0 - 90 D^0 .

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.



Διάγραμμα 4.84 Χωρική κατανομή ολικής σκληρότητας σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Για την ημερομηνία 23/05/2011(από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Β)

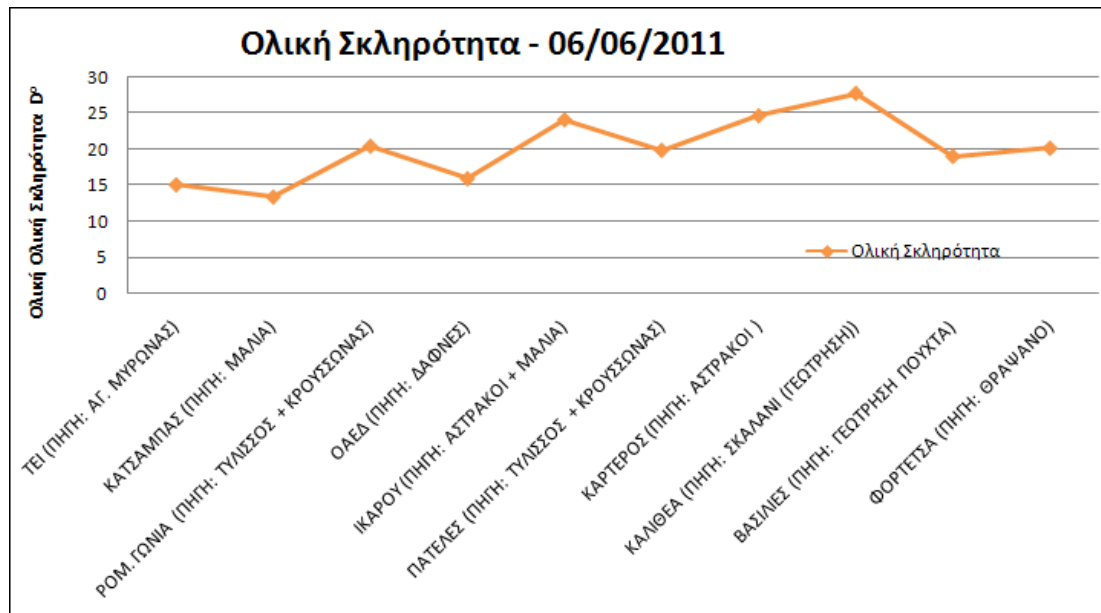
Από τη σύγκριση με το Διάγραμμα 4.85 της ίδιας ημερομηνίας **Ασβέστιου** για όλες τις περιοχές όπου πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις φαίνεται ότι η τιμή για το **Ασβέστιο** στην περιοχή ΤΕΙ βρέθηκε 52,13 ppm που ήταν και η μικρότερη μεταξύ των περιοχών διεγματοληψίας, ενώ στη περιοχή της Καλιθέας σημειώθηκε η μέγιστη τιμή 118,29 ppm.



Διάγραμμα 4.85: Χωρική κατανομή Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 23/05/2011 (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 06/06/2011

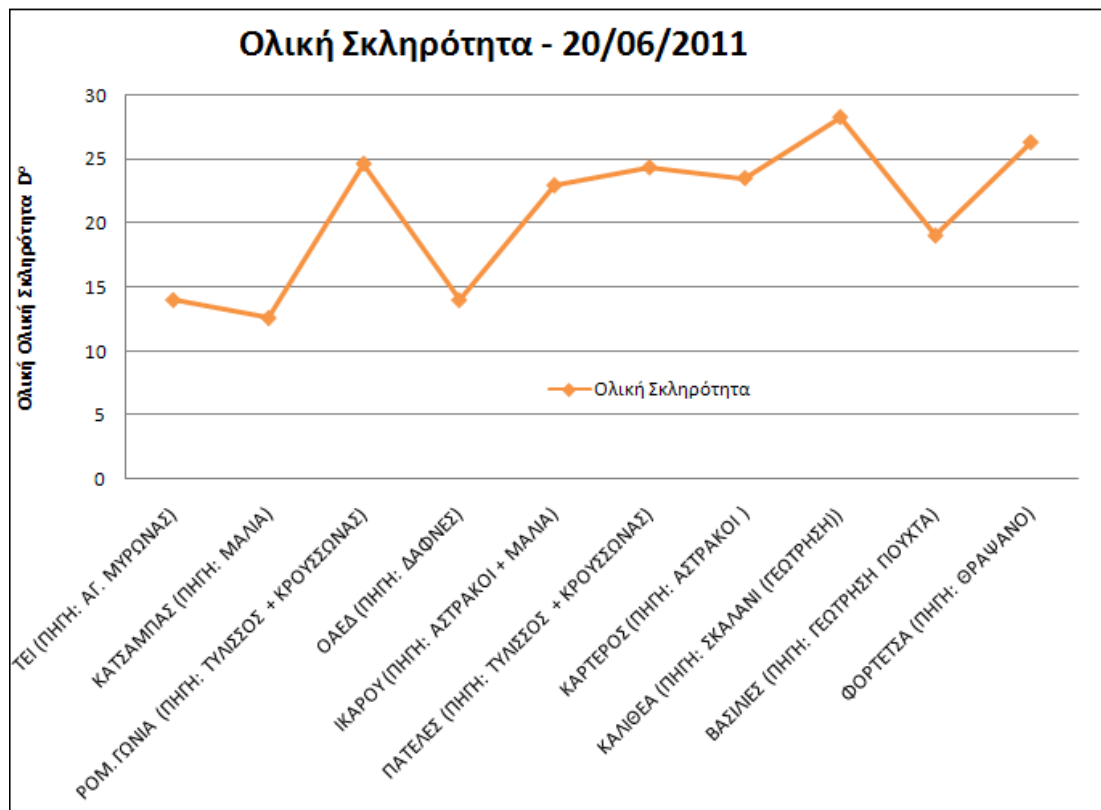
Από το Διάγραμμα 4.86 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 13,44 D⁰ η μικρότερη στη περιοχή Κατσαμπά και η μέγιστη τιμή 27,72 D⁰ στην περιοχή Καλιθέα. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18D⁰ - 90D⁰.



Διάγραμμα 4.86: Χωρικής κατανομής ολικής σκληρότητας σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 06/06/2011 (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Β)

Η υψηλή τιμή της Ολικής σκληρότητας 27,72 D⁰ που εμφανίζεται στην περιοχή Καλιθέα φαίνεται να συσχετίζεται με υψηλή τιμή αλκαλικότητας καθώς και με μεγάλη τιμή Ασβεστίου όπως καταγράφηκε για την ίδια ημέρα δειγματοληψίας 132,33 ppm, δηλαδή η ολική σκληρότητα στην περιοχή αυτή δείχνει να οφείλεται σε οξίνα ανθρακικά άλατα ασβεστίου.

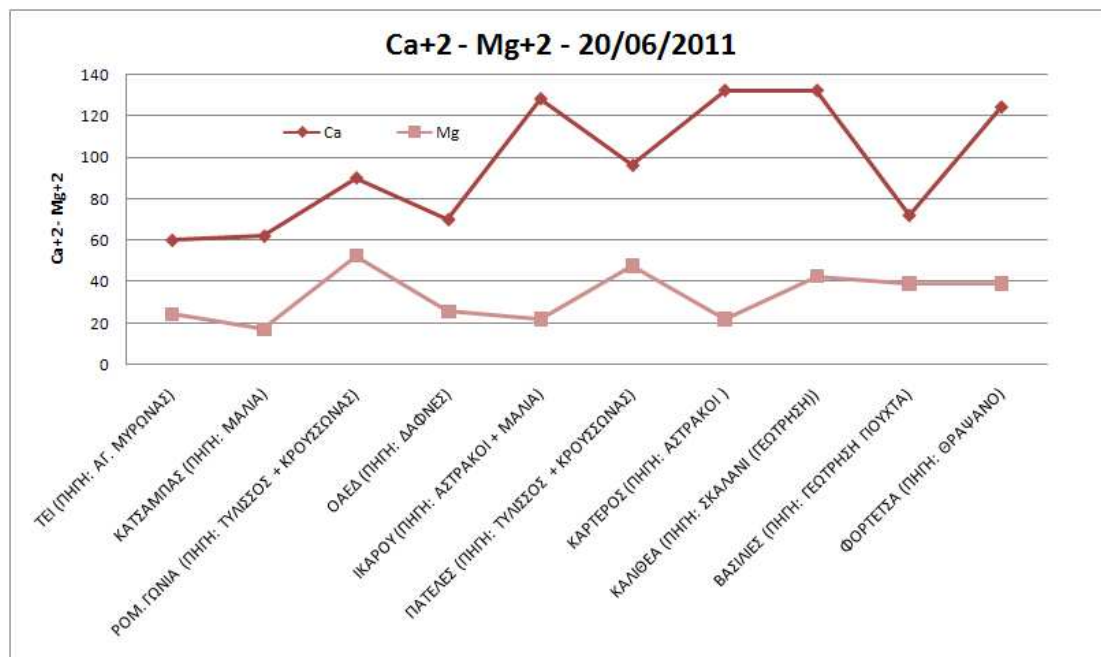
Για την ημερομηνία 20/06/2011



Διάγραμμα 4.87 Χωρική κατανομή ολικής σκληρότητας σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 20/06/2011 (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Β)

Παρατηρούμε από το το Διάγραμμα 4.87 ότι στη περιοχή Καλιθέας όπου παρουσιάζετε η μέγιστη τιμή της σκληρότητας, παρόλο που οι τιμές των μετρήσεων για το πείραμα της ολικής σκληρότητας δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια $18D^0 - 90D^0$ όμως έχουμε ανθρακικής σκληρότητας νερό, το οποίο οφείλεται στα όξινα άλατα ασβεστίου και μαγνησίου (τιμές για ασβέστιο-μαγνήσιο 132,33 ppm και 42,525 ppm αντίστοιχα) τα οποία ξεπερνούν τις ιδεώδεις τιμές, όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 4.88.

Η χαμηλή τιμή της Ολικής σκληρότητας $14D^0$ που εμφανίζεται στην περιοχή ΤΕΙ (η ίδια τιμή εμφανίζεται και στην περιοχή ΟΑΕΔ) οφείλεται στην ελάχιστη τιμή του Ασβεστίου (Calcium, Ca) η οποία είναι 60,15ppm και στη ελάχιστη τιμή του Μαγνησίου (Magnesium, Mg) η οποία είναι 24,3 ppm στην περιοχή ΤΕΙ, σύμφωνα με το Διάγραμμα 4.88.



Διάγραμμα 4.88 Χωρική κατανομή Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 20/06/2011 (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 04/07/2011

Από το Διάγραμμα 4.89 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 10,64 D⁰ η μικρότερη στη περιοχή Κατσαμπά και η μέγιστη τιμή 26,64 D⁰ στην περιοχή Φορτέτσα. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18D⁰ - 90D⁰.

Η υψηλή τιμή της Ολικής σκληρότητας 26,64 D⁰ που εμφανίζεται στην περιοχή Φορτέτσα οφείλεται κατά κύριο λόγο στη μέγιστη τιμή του Ασβεστίου (Calcium, Ca) η οποία είναι 144,36 ppm και στην μέγιστη τιμή του Μαγνησίου (Magnesium, Mg) η οποία είναι 82,62 ppm.



Διάγραμμα 4.89: Χωρική κατανομή ολικής σκληρότητας σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δυκτίου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 04/07/2011 (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Β)

Από το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμε ότι οι τιμές **Ασβέστιου (Calcium, Ca)** 48,12 ppm στην περιοχή Κατσαμπιά που είναι η μικρότερη και η μέγιστη τιμή 144,36 ppm στη περιοχή Ικάρου. Στην περιοχή Ικάρου ξεπερνάτε η ιδεώδεις τιμή η οποία είναι 10 -30 για το Mg^{++} .

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 34,02 ppm η μικρότερη τιμή στη περιοχή Καρτερού έως 82,62 ppm στην περιοχή ΟΑΕΔ που είναι η μέγιστη τιμή . Στην περιοχή ΟΑΕΔ ξεπερνάτε η ιδεώδεις τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} .

Για την ημερομηνία 18/07/2011

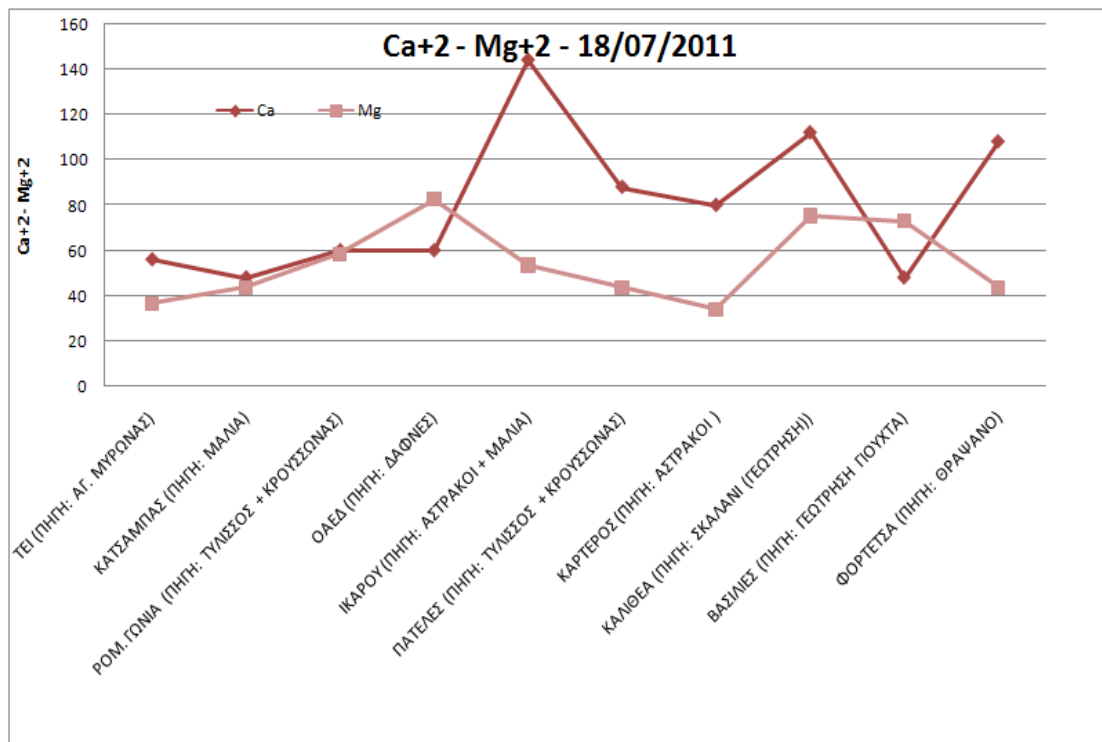
Από το Διάγραμμα 4.90 παρατηρούμε ότι οι τιμές κυμαίνονται από 11,76 D⁰ η μικρότερη στη περιοχή Κατσαμπά και η μέγιστη τιμή 25,76 D⁰ στην περιοχή Ρομαντική Γωνιά ομοίως ίδια τιμή παρουσιάζουν η περιοχή Καρτερός και στην περιοχή Καλιθέα. Η τιμές των μετρήσεων δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια 18D⁰ - 90D⁰



Διάγραμμα 4.90: Χωρική κατανομή ολικής σκληρότητας σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 18/07/2011 (από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Β)

Από το Διάγραμμα 4.91 παρατηρούμε ότι οι τιμές για το **Ασβέστιο (Calcium, Ca)** 48,12 ppm στην περιοχή Κατσαμπά, ίδια τιμή παρουσιάζει και η περιοχή Βασιλίες, είναι οι μικρότερες τιμές και η μέγιστη τιμή 144,36 ppm στη περιοχή Ικάρου, όπου και ξεπερνάται η ιδεώδης τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg⁺⁺.

Οι τιμές του **Μαγνήσιου (Magnesium, Mg)** κυμαίνονται από 34,02 ppm η μικρότερη τιμή στη περιοχή Καρτερός έως 82,62 ppm στην περιοχή ΟΑΕΔ που είναι η μέγιστη τιμή . Στην περιοχή ΟΑΕΔ ξεπερνάτε η ιδεώδεις τιμή η οποία είναι 10 - 30 για το Mg^{++} .



Διάγραμμα 4.91 Χωρική κατανομή Ασβεστίου (Calcium, Ca) - Μαγνησίου (Magnesium, Mg) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 18/07/2011 (από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Β)

Παρατηρούμε ότι στη περιοχή Ρομαντική Γωνιά ομοίως ίδια τιμή παρουσιάζουν η περιοχή Καρτερός και η περιοχή Καλιθέα, όπου σε αυτές τις περιοχές παρουσιάζεται η μέγιστη τιμή της σκληρότητας, παρόλο που οι τιμές των μετρήσεων για το πείραμα της ολικής σκληρότητας δεν ξεπερνούν τα επιτρεπτά όρια $18D^0 - 90D^0$ έχουμε ανθρακικής σκληρότητας νερό, το οποίο οφείλεται στα όξινα άλατα ασβεστίου και μαγνησίου τα οποία ξεπερνούν τις ιδεώδεις τιμές.

4.2.4 Δείκτης κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index)

Στα παρακάτω διαγράμματα παρουσιάζεται η χωρική κατανομή **Κορεσμού SI** σε περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου Κρήτης όπου

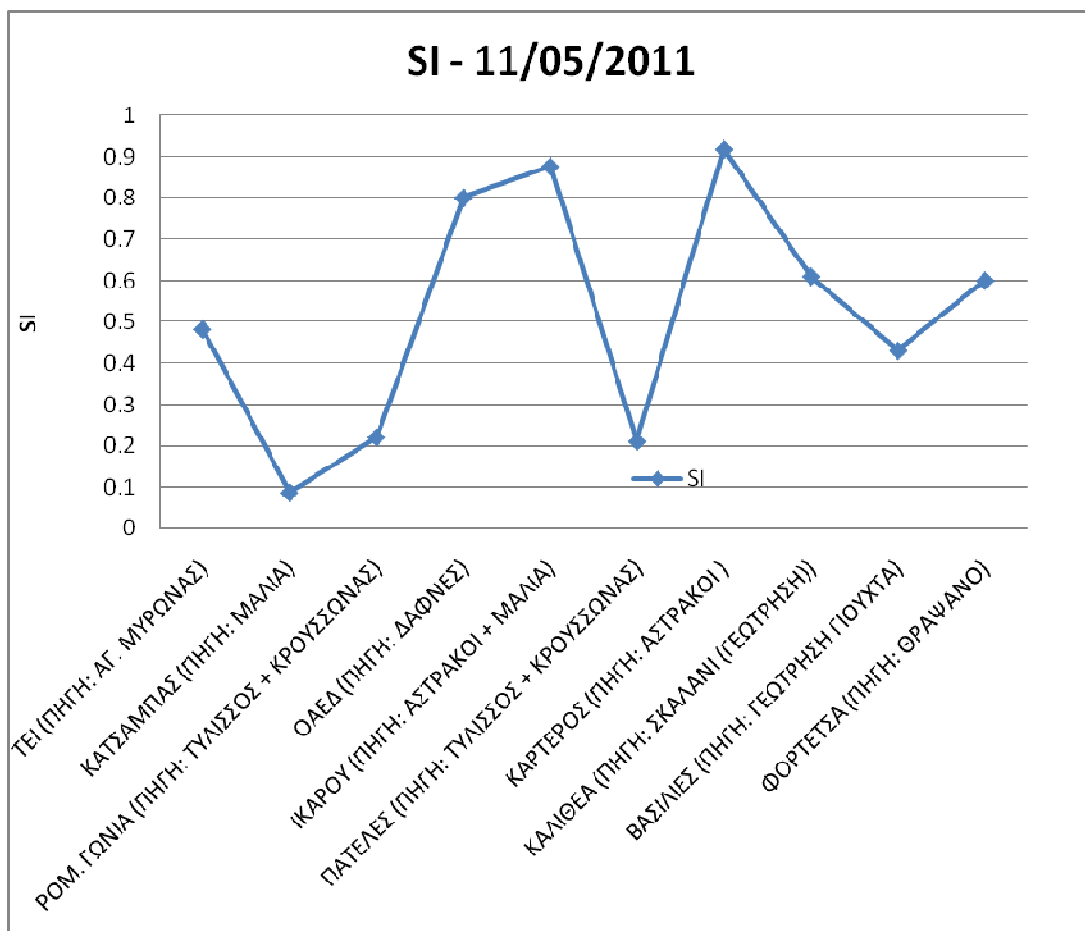
πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις. Ο δείκτης κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index) χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των παραμέτρων που συμβάλλουν στη διάβρωση ή την απόθεση ασβεστίτη ή γύψου ή δολομίτη από το νερό στους σωλήνες μεταφοράς. Όταν η τιμή του S.I. είναι αρνητική το νερό έχει διαβρωτικές τάσεις, ενώ για θετικές τιμές έχει αποθετικές τάσεις. Για τιμή S.I. ≈ 0 το νερό είναι σταθεροποιημένο.

Σε κάθε διάγραμμα παρουσιάζεται συγκεκριμένη ημερομηνία.

Για την ημερομηνία 11/05/2011

Από το Διάγραμμα 4.92 παρατηρούμε ότι οι τιμές του **Δείκτη Κορεσμού SI** κυμαίνονται από 0,086 η μικρότερη τιμή στις 11/05/2011 στην περιοχή Κατσαμπά όπου έως 0,918 που είναι η μέγιστη τιμή στην περιοχή Καρτερός. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

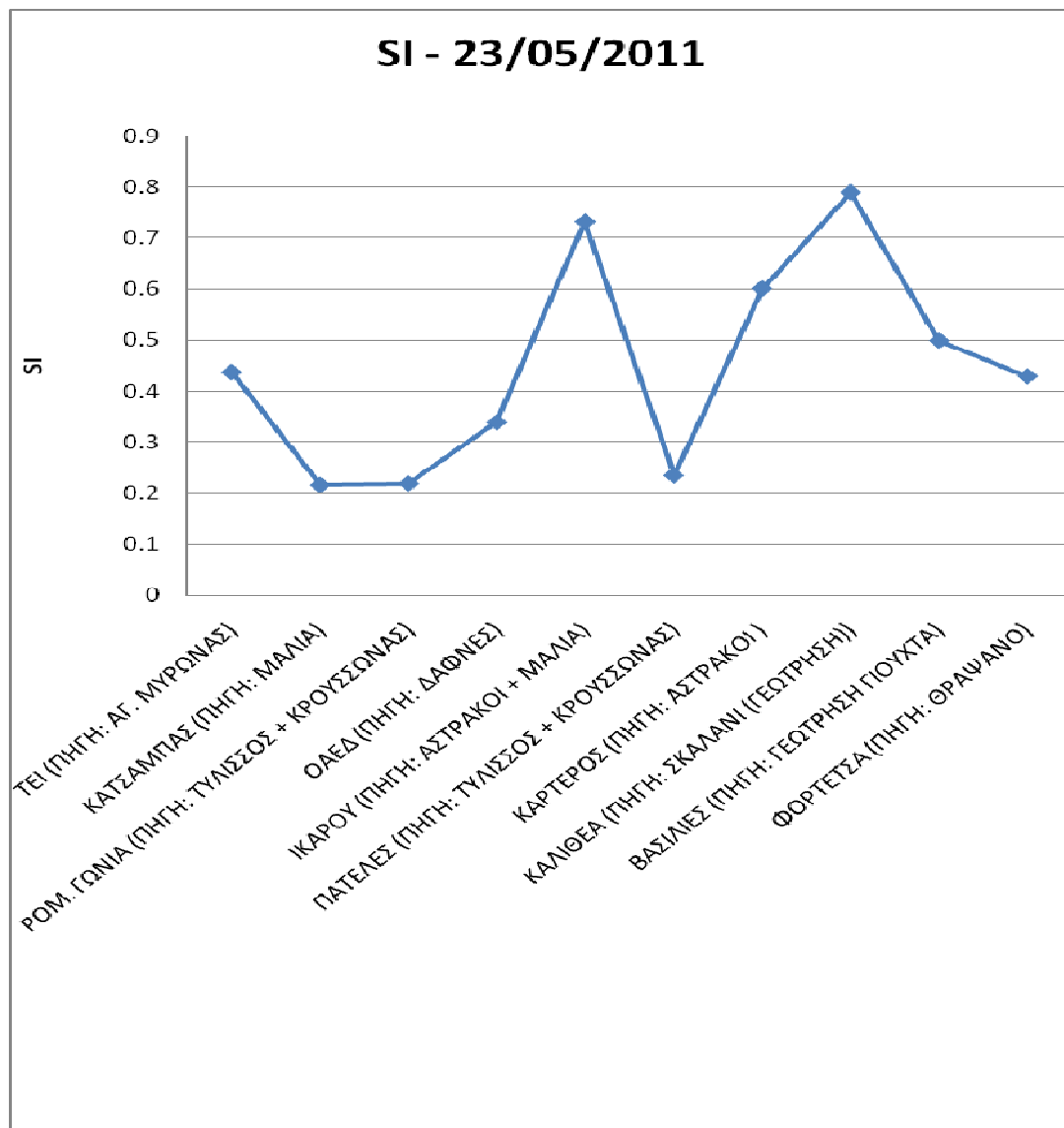


Διάγραμμα 4.92: Χωρική κατανομή δείκτη κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 11/05/2011 (από τον πίνακα Π.1, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 23/05/2011

Από το Διάγραμμα 4.93 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,217 η μικρότερη τιμή στις 23/05/2011 στην περιοχή Κατσαμπιά έως 0,79 που είναι η μέγιστη τιμή και παρουσιάζετε στην περιοχή Καρτερός. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην ποιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

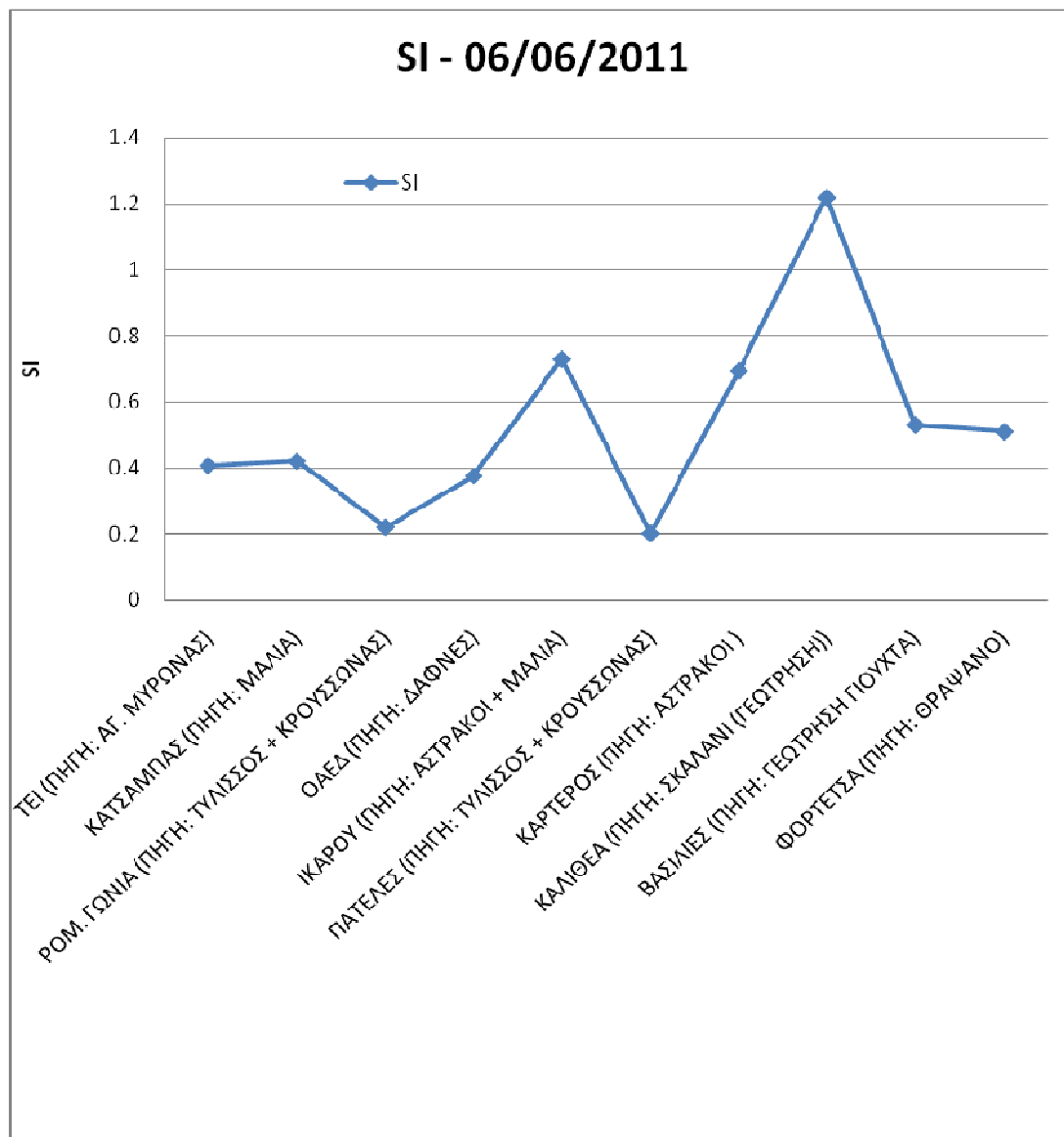


Διάγραμμα 4.93 Χωρική κατανομή δείκτη κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 23/05/2011 (από τον πίνακα Π.2, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 06/06/2011

Από το Διάγραμμα 4.94 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,2008 η μικρότερη τιμή στις 06/06/2011 στην περιοχή Πατέλες έως 1,22 όπου είναι η μέγιστη τιμή και παρουσιάζετε στην περιοχή Καλιθέα Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.

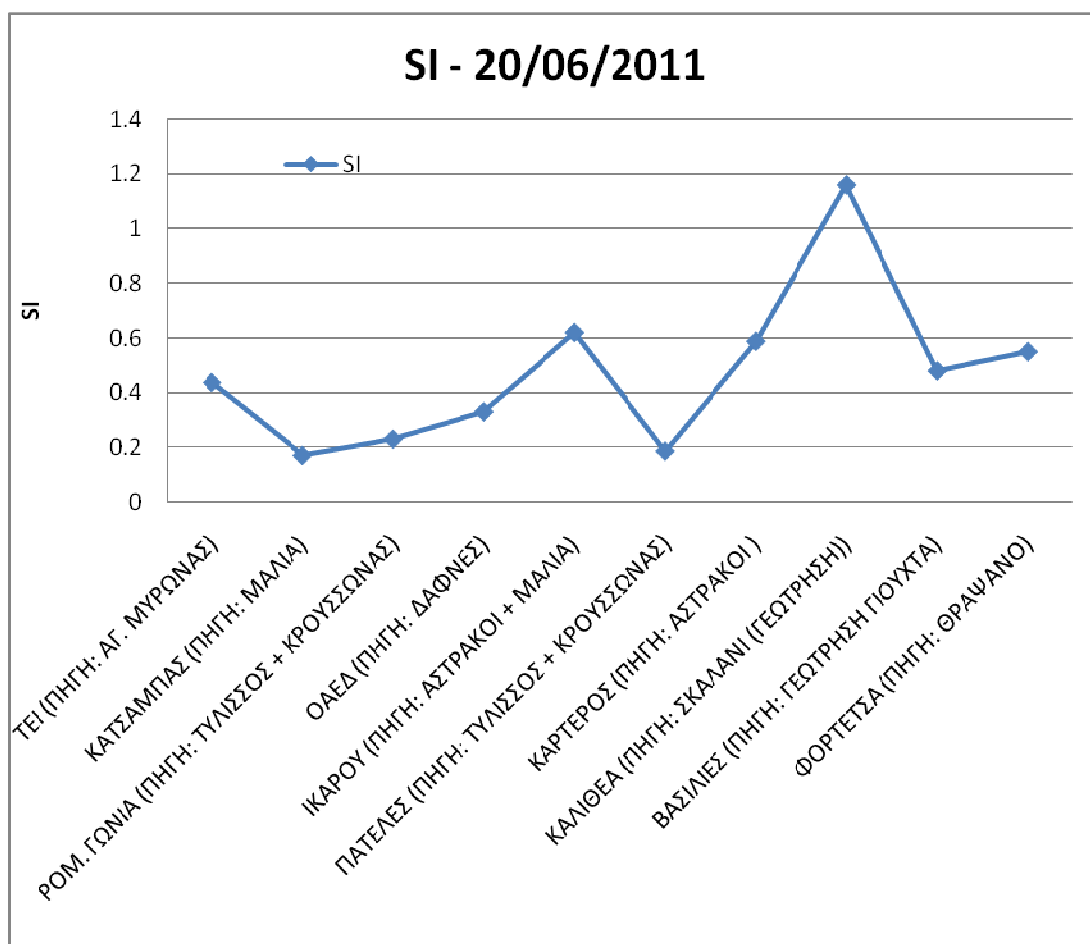


Διάγραμμα 4.94 Χωρική κατανομή δείκτη κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 06/06/2011 (από τον πίνακα Π.3, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 20/06/2011

Από το Διάγραμμα 4.95 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,17 η μικρότερη τιμή στις 20/06/2011 στην περιοχή Κατσαμπά έως 1,16 όπου είναι η μέγιστη τιμή και παρουσιάζετε στην περιοχή Καλιθέα Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην ποιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.



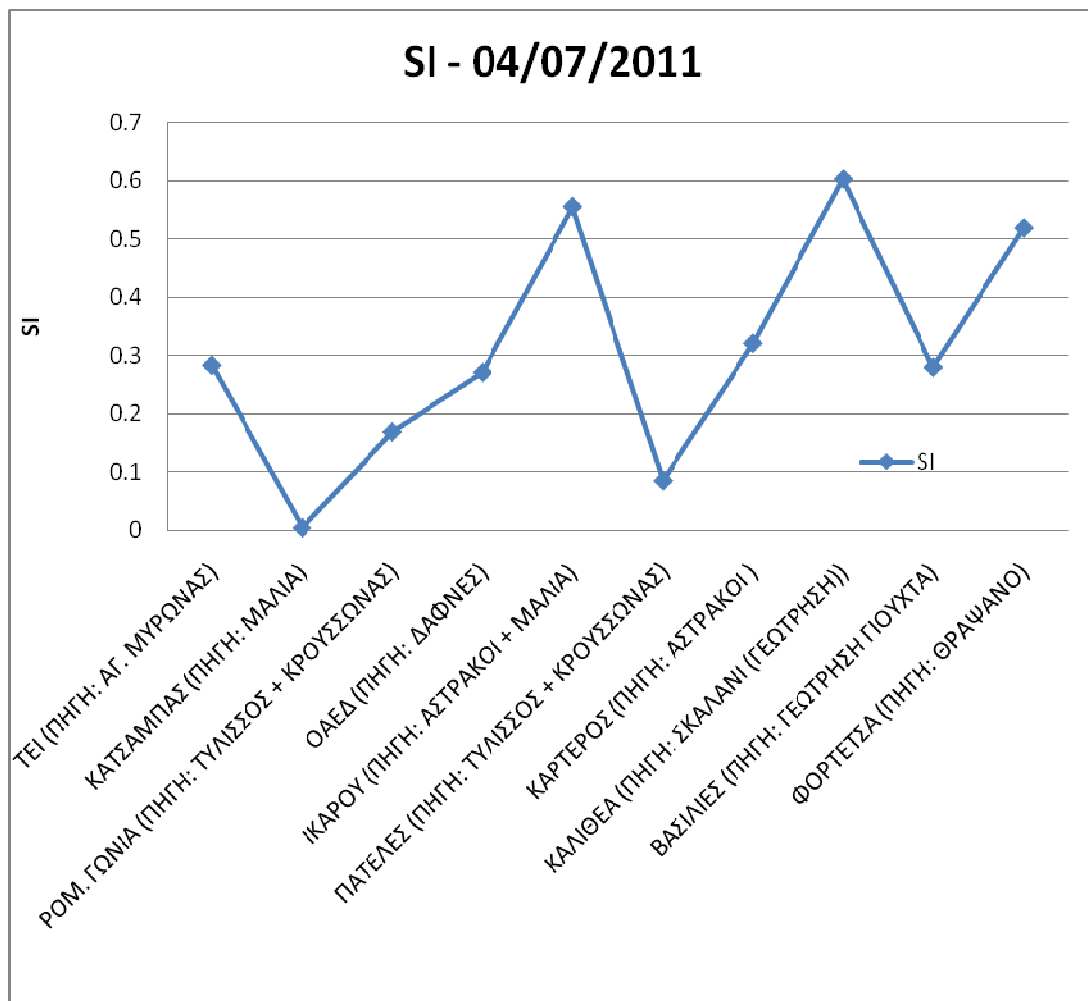
Διάγραμμα 4.95: Χωρική κατανομή δείκτη κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 20/06/2011 (από τον πίνακα Π.4, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 04/07/2011

Από το Διάγραμμα 4.96 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από 0,0043 η μικρότερη τιμή στις 04/07/2011 στην περιοχή Κατσαμπά έως 0,6026 όπου είναι η μέγιστη τιμή και παρουσιάζετε στην περιοχή Καλιθέα Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην ποιο κάτω κατηγορία:

$$0 < S.I < +2$$

Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.



Διάγραμμα 4.96: Χωρικής κατανομής δείκτη κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δικτύου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 04/07/2011 (από τον πίνακα Π.5, Παράρτημα Β)

Για την ημερομηνία 18/07/2011

Από το Διάγραμμα 4.97 παρατηρούμε ότι οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού SI κυμαίνονται από -0,0013 η μικρότερη τιμή στην περιοχή Κατσαμπιά στις 18/07/2011 εδώ παρατηρούμε ότι η τιμή του νερού είναι αρνητική, λόγω υπεράντλησης και πιθανής εισχώρησης θαλασσινού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα, έως 0,6096 όπου

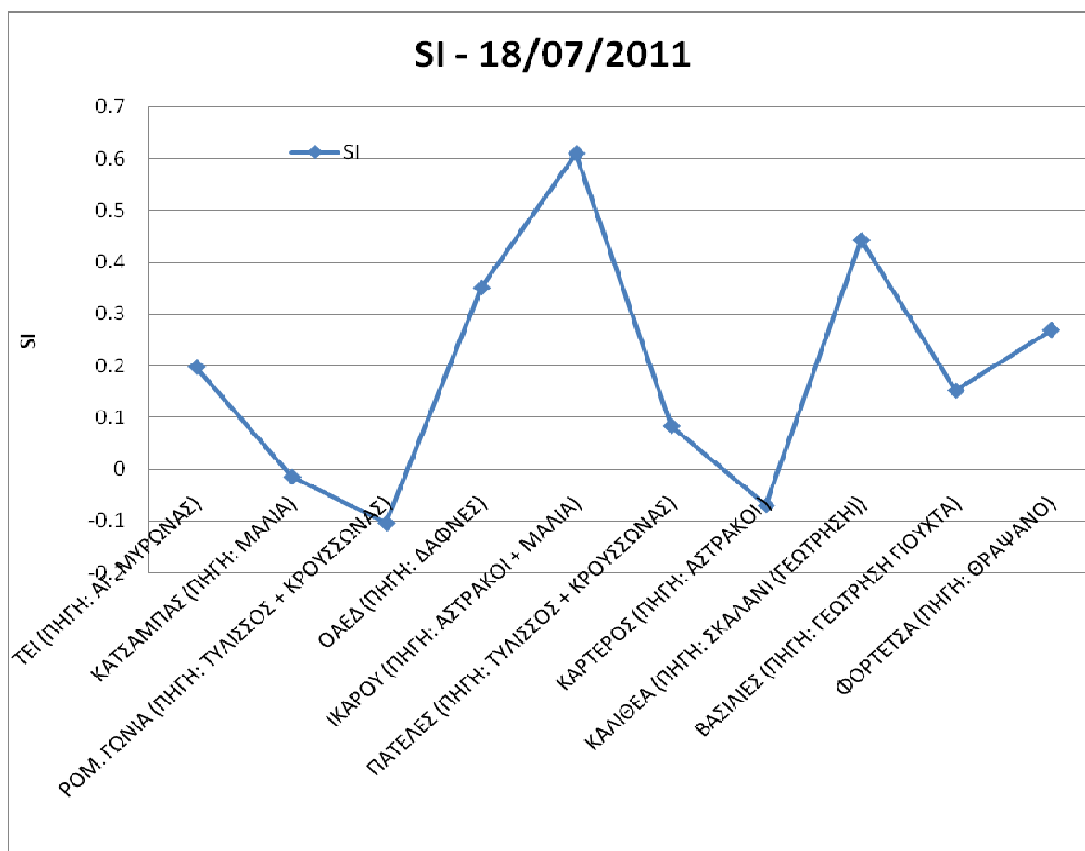
Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

είναι η μέγιστη τιμή και παρουσιάζετε στην περιοχή Ικάρου. Η προδιάθεση του νερού ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία::

$-1 < S.I < 0$ Ήπια ή Καθόλου Διαβρωτικό.

Η προδιάθεση του νερού στην περιοχή Κατσαμπά ανήκει στην πιο κάτω κατηγορία:

$0 < S.I < +2$ Ήπια ή Μέτρια αποθετικό.



Διάγραμμα 4.97: Χωρικής κατανομής δείκτη κορεσμού SI ή Langelier (Saturation index) σε δείγματα νερού από διάφορες περιοχές δυκτίου του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου για την ημερομηνία 18/07/2011 (από τον πίνακα Π.6, Παράρτημα Β)

Κεφάλαιο 5

Συγκεντρωτικά **Συμπεράσματα - Επίλογος**

5.1 Εκτίμηση ποιότητας νερού δικτύου

Βάση των αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν σε δείγματα νερών δικτύου από περιοχές του πολεοδομικού συγκροτήματος Ηρακλείου προκύπτει το συμπέρασμα ότι το νερό σε γενικές γραμμές στις περισσότερες περιοχές κυμαίνεται σε επιτρεπτά όρια, με εξαίρεση κάποιων όπου θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ακατάλληλο για πόση.

Οι τιμές του pH, θερμοκρασίας, αγωγιμότητας, της σκληρότητας της αλκαλικότητας, του ασβεστίου και μαγνησίου είναι πρακτικά σταθερές για το χρονικό πλαίσιο μελέτης, σε όλες τις περιοχές του δικτύου που εξετάστηκαν και δεν παραβιάζουν σε γενικές γραμμές το νομοθετικό πλαίσιο. Ανα περιοχή όμως παρατηρούνται αρκετές διακυμάνσεις των τιμών των παραμέτρων ανάλυσης. Το γεγονός αυτό των διακυμάνσεων ανα περιοχή οφείλεται στο ότι η κάθε περιοχή υδρεύεται από διαφορετική πηγή η οποία και καθορίζει και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του νερού. Σε πολλές μάλιστα περιπτώσεις λόγω έλλειψης ποσοτήτων νερού να καλύψουν τις ανάγκες τις περιοχής από γεώτρηση μιας μόνο πηγής γίνεται ανάμειξη δυο και τριων πηγών ανάλογα, προσδίδοντας η κάθε πηγή και τα χαρακτηριστικά της στο τελικό νερό που παίρνουμε από το δίκτυο για κατανάλωση. Επίσης το δίκτυο ύδρευσης από το οποίο περνάει το νερό προκειμένου να φτάσει στον καταναλωτή μπορεί και αυτό να επηρεάζει σε ένα βαθμό την ποιότητά του, το οποίο όμως είναι δύσκολο να ελεγχθεί.

Στον συγκεντρωτικό πίνακα που ακολουθεί γίνεται σύγκριση όλων των νερών του δικτύου που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη ως προς την μέγιστη και ελάχιστη τιμή της κάθε παράμετρου. Βάση του πίνακα αυτού πάρθηκαν και τα συγκεντρωτικά συμπεράσματα που ακολουθούν αναλυτικότερα πιο κάτω.

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

Πίνακας 5.1 Συγκεντρωτικός πίνακας μεγίστων και ελαχίστων τιμών παραμέτρων ελέγχου ποιότητας νερού δικτύου ύδρευσης Ηρακλείου

Max ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	1960
Min ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	315
Max TDS (mg /lt)	ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	1254
Min TDS (mg /lt)	ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	201.6
Max ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO₃)	ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	335
Min ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO₃)	ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	105
Max ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	29.06
Min ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	10.64
Max Ca⁺² (ppm)	ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	144.36
Min Ca⁺² (ppm)	ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	48.12
Max Mg⁺² (ppm)	ΟΑΕΔ (ΠΗΓΗ: ΔΑΦΝΕΣ)	82.62

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

Min Mg⁺² (ppm)	ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	10.9
Max SATURATION INDEX	ΡΟΜ. ΓΩΝΙΑ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	1.22
Min SATURATION INDEX	ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	-0.1029
Max ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΦΟΡΤΕΤΣΑ (ΠΗΓΗ: ΘΡΑΨΑΝΟ)	24
Min ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	ΙΚΑΡΟΥ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ + ΜΑΛΙΑ)	21.5
Max pH	ΤΕΙ (ΠΗΓΗ: ΑΓ. ΜΥΡΩΝΑΣ)	8.01
Min pH	ΡΟΜ. ΓΩΝΙΑ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	7.29

Ειδικότερα επισημαίνονται τα ακόλουθα:

Από τις μετρήσεις του pH παρατηρούμε ότι οι τιμές του pH στα δείγματα νερού στο χρονικό διάστημα που έγιναν οι δειγματοληψίες κυμαίνονται μέσα στα επιτρεπτά από τη νομοθεσία όρια, $6,5 < \text{pH} < 9,5$.

Όλα τα δείγματα χαρακτηρίζονται ως ελαφρά αλκαλικά. Από τις μετρήσεις συμπεραίνουμε ότι οι τιμές της αλκαλικότητας βρίσκονται εντός των επιτρεπτών ορίων. Οι περιοχές που παρουσίασαν υψηλές τιμές αλκαλικότητας, παρουσίασαν υψηλότερο pH καθώς και αυξημένες ποσότητες αλάτων σε σχέση με τις άλλες περιοχές.

Οι τιμές της θερμοκρασίας δεν ξεπέρασαν τα όρια της νομοθεσίας σύμφωνα με την οδηγία της Ε.Ε 12 °C με μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή 25°C.

Από τις μετρήσεις της αγωγιμότητας συμπεραίνουμε ότι οι τιμές δεν παρουσιάζουν μεγάλη διακύμανση από περιοχή σε περιοχή και ότι βρίσκονται εντός των ορίων που ορίζει η νομοθεσία (2500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) και τις 6 ημερομηνίες που πραγματοποιήθηκαν δειγματοληψίες.

Οι τιμές του T.D.S. δεν ξεπερνούν το 0-1.000 mg/L άρα το νερό είναι γλυκό. Όσο μεγαλύτερη είναι η τιμή των TDS τόσο μεγαλύτερη είναι και η πιθανότητα της ύπαρξης επιβλαβών στοιχείων στο νερό που μπορούν να θέσουν την υγεία σε κίνδυνο ή να μειώσουν δραστικά την απορρόφηση του νερού στο ανθρώπινο σώμα.

Οι τιμές του Δείκτη Κορεσμού, SI, σε κάποιες περιοχές παρουσίασαν αρνητικές τιμές, πιθανός λόγος η υπεράντληση νερού από τις πηγές γεώτρησης, με αποτέλεσμα την εισχώρηση θαλασσινού νερού στον υδροφόρο ορίζοντα, τρέποντας το νερό σε υφάλμυρο. Ας μην ξεχνάμε ότι η δειγματοληψία έγινε μήνες καλοκαιρινούς-τουριστικούς, όπου η ζήτηση σε νερό ήταν αυξημένη.

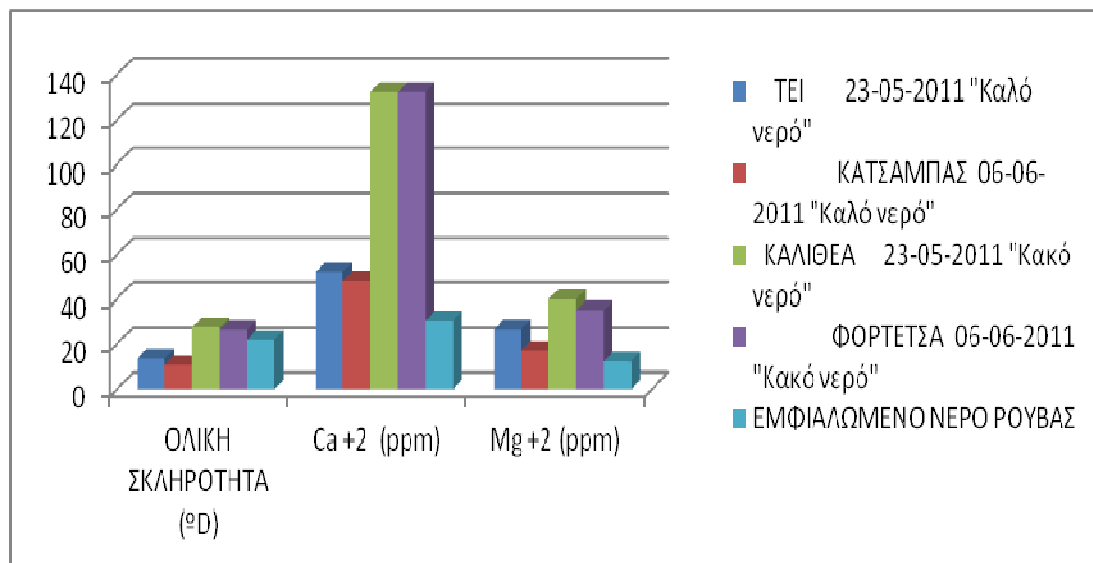
Οι τιμές του ασβεστίου και του μαγνησίου ξεπερνούν σε πολλές περιοχές την ιδεώδη τιμή, η οποία είναι 20 - 80 ppm για το Ca^{++} και 10 - 30 για το Mg^{++} συμβάλλοντας κατά πολύ στην αυξημένη σκληρότητα του νερού. Οι υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων ασβεστίου και μαγνησίου με τη θέρμανση καθιζάνουν και σχηματίζουν σκληρά επικαθήματα στους λέβητες, στις σωληνώσεις και στα σκεύη μαγειρικής.

Παρόλο που οι τιμές των μετρήσεων για τον έλεγχο της ολικής σκληρότητας δεν ξεπέρασαν τα επιτρεπτά όρια, $18D^0 - 90D^0$, πρόκειται για νερό υψηλής ανθρακικής σκληρότητας, το οποίο οφείλεται στα όξινα ανθρακικά άλατα ασβεστίου και μαγνησίου τα οποία μάλιστα ξεπερνούν τις ιδεώδεις τιμές.

Ένα τέτοιο νερό δημιουργεί άλατα στις σωληνώσεις που διαρρέει, και είναι ακατάλληλο για τροφοδότηση ατμολέβητων διότι δημιουργεί επικαθήσεις αλάτων και τελική απόφραξή τους. Το σκληρό νερό προκαλεί πολλά προβλήματα στις σωληνώσεις όπου το ασβέστιο και το μαγνήσιο επικάθονται στα τοιχώματα των σωλήνων και δημιουργείται ένα στρώμα από άλατα, με αποτέλεσμα οι σωλήνες να φθείρονται και η διάμετρος τους να μειώνεται σταδιακά με το χρόνο. Αυτό συνεπάγεται ότι μειώνεται και η ροή του νερού προς τις βρύσες και τις συσκευές. Στις συσκευές που χρησιμοποιούν νερό όπως το πλυντήριο, θερμοσίφωνα, βραστήρας και καφετιέρα, οι εναποθέσεις αλάτων μειώνουν την απόδοση των συσκευών αυξάνοντας την κατανάλωση ρεύματος και τη συχνότητα συντήρησης και βλαβών.

Επιπλέον, το μείγμα σαπουνιού και αλάτων δεν επιτρέπει τον αποτελεσματικό καθαρισμό των ρούχων και τα κάνει πιο σκληρά, ενώ όταν κάνουμε μπάνιο και λουζόμαστε παραμένει στο δέρμα και τα μαλλιά. Τα προβλήματα αυτά παρουσιάζονται στο πλύσιμο πιάτων, ποτηριών, μαγειρικών σκευών, του αυτοκινήτου, καθώς μετά την πλύση υπάρχουν λευκά στίγματα.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί γίνεται σύγκριση διαφόρων νερών δικτύου που εξετάστηκαν στην παρούσα μελέτη, με ένα ευρείας κατανάλωσης εμφιαλωμένο νερό.



Διάγραμμα 5.1: Συγκριτικό διάγραμμα ποιότητας νερού δικτύου ύδρευσης Ηρακλείου με ένα εμφιαλωμένο νερό

Επιλέχθηκαν δυο περιοχές που τα νερά που πάρθηκαν για μέτρηση παρουσίασαν χαμηλότερες τιμές ολικής σκληρότητας, ασβεστίου και μαγνησίου και δυο περιοχές που τα νερά που πάρθηκαν για μέτρηση παρουσίασαν τις υψηλότερες τιμές. Τα αποτελέσματα της σύγκρισης έδειξαν ότι μόνο σε μερικές περιοχές, όπως αυτή του ΤΕΙ και Κατσαμπά, το νερό κρίνεται κατάλληλο για πόση, συγκρίσιμο με το εμφιαλωμένο Ρούβας, ενώ σε άλλες, όπως για παράδειγμα αυτό που καταλήγει στην περιοχή Καλιθέας και Φορτέτσας μπορεί να δημιουργήσει πολλαπλά προβλήματα κατά την χρήση του.

5.2 Ενέργειες για την εξασφάλιση του ελέγχου ποιότητας νερού

Δεδομένης της σημασίας της ποιότητας του νερού που διατίθεται και για την εξασφάλιση της ποιότητας αυτής, είναι απαραίτητη η υιοθέτηση ενός συστηματικού προγράμματος δειγματοληψιών και αναλύσεων, το οποίο θα καλύπτει τις ελάχιστες απαιτήσεις που προδιαγράφονται από τη ισχύουσα νομοθεσία, σύμφωνα με την οποία η ελάχιστη συχνότητα δειγματοληψίας και αναλύσεων του νερού ανθρώπινης κατανάλωσης που παρέχεται από το δίκτυο διανομής καθορίζεται από τον όγκο του διανεμόμενου νερού ημερησίως σε μια ζώνη παροχής.

5.3 Μεσοπρόθεσμες - μακροπρόθεσμες ενέργειες για την διασφάλιση ποιότητας νερού

- Μεσοπρόθεσμα λόγω των γενικότερων χαρακτηριστικών του νερού (σκληρότητα, κλπ.) θα πρέπει να επιδιωχθεί είτε εναλλακτική πηγή τροφοδότησης νερού για πόση ή προχωρημένη και δαπανηρή επεξεργασία του νερού της γεώτρησης.
- Κατά συνέπεια θα πρέπει να ξεκινήσει άμεσα η διερεύνηση της κατάστασης του δικτύου προκειμένου να εντοπισθούν τα υφιστάμενα προβλήματα και να μελετηθούν και δρομολογηθούν έργα αποκατάστασης στη λογική της προσθήκης νέων αγωγών στο δίκτυο, χωρίς κατάργηση των υφιστάμενων αλλά και χρήση των τελευταίων για μεταφορά αρδευτικού κυρίως νερού.

Βιβλιογραφία

- ❖ Δρ. Κώστας Ε. Σαββάκης, Χημική Τεχνολογία - Εισαγωγή στην Περιβαλλοντολογική Τεχνολογία.
- ❖ Perlman, H., Χ. Μακρόπουλος, και Δ. Κουτσογιάννης, (2005). Ο υδρολογικός κύκλος, 19 σελίδες, United States Geological Survey.
- ❖ Παππά Γεωργία, 2001. Υγειονομική σημασία των χημικών παραμέτρων στο πόσιμο νερό. Αθήνα.
- ❖ Ευθύμιος Νταράκας, Τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του νερού.
- ❖ Πετροπούλου-Οξενκιουν Μαρία, 2007. Αναλύσεις δειγμάτων νερού. Πολυτεχνειούπολης Ζωγράφου, Αθήνα.
- ❖ Σαμιός, Σ. Το νερό και η ποιότητά του, 2001.
- ❖ Ζανάκη, Κ. Έλεγχος ποιότητας νερού, 2η έκδοση. Εκδόσεις Ιων, 2001
- ❖ Χατζιωάννου, Θ.Π., Καλοκαιρινός, Α.Κ. Ποταμιά, Τ. Ποσοτική ανάλυση, Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2003.
- ❖ Κολοβός, Ν. Φωτίου, 2004 Ε. Διερεύνηση και αξιολόγηση ποιότητας των εμφιαλωμένων νερών.
- ❖ Χριστούλας Δ. 1991 Ρύπανση των υδάτων και αντιρρυπαντική τεχνολογία
- ❖ Συμβούλιο Ε.Ε νόμος ΥΠ ΑΡΙΘΜ. 3199/ ΑΡ. Φ. 280 / 9 Δεκεμβρίου 2003
- ❖ Αντωνόπουλος, Ζ. 2001 Ποιότητα και ρύπανση υπογείων νερών. Εκδόσεις Ζήτη.

Παράρτημα Α

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.1 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΕΙ - ΠΗΓΗ: ΑΓ. ΜΥΡΩΝΑΣ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21.5	7.97	351	224.64	155	14	58.145	35.235	0.482
23/05/2011	23	8.01	342	218.88	142.5	13.44	52.13	26.73	0.4379
06/06/2011	21.5	7.94	392	250.88	137.5	15.12	60.15	29.16	0.407
20/06/2011	21.5	7.91	366	234.24	155	14	60.15	24.3	0.437
04/07/2011	22	7.77	390	249.6	150	14	60.15	24.3	0.2831
18/07/2011	23	7.68	354	226.56	145	14.56	56.14	36.45	0.1982

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.2 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ - ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21.5	7.8	315	201.6	105	10.64	51.128	15.1875	0.086
23/05/2011	22	7.65	418	267.52	185	14	56.14	26.73	0.217
06/06/2011	21.5	7.76	429	274.56	190	13.44	68.17	17.01	0.42
20/06/2011	22	7.61	401	256.64	165	12.6	62.155	17.01	0.17
04/07/2011	22	7.56	408	261.12	160	10.64	48.12	17.01	0.0043
18/07/2011	22.5	7.53	356	227.84	150	11.76	48.12	43.74	-0.0138

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.3 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΡΟΜΑΝΤΙΚΗ ΓΩΝΙΑ - ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21.5	7.49	1417	906.88	205	23.52	84.21	51.03	0.22
23/05/2011	23	7.53	1417	906.88	190	24.92	84.21	57.105	0.22
06/06/2011	22	7.55	1151	736.64	175	20.44	80.2	15.795	0.22
20/06/2011	22	7.48	1405	899.2	200	24.64	90.225	52.245	0.23
04/07/2011	22	7.4	1395	892.8	200	24.08	92.23	48.6	0.1688
18/07/2011	23	7.29	1892	1210.88	195	25.76	60.15	58.32	-0.1029

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.4 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΟΑΕΔ - Πηγή: Δάφνες									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	20	7.76	399	255.36	160	16.24	68.17	29.16	0.801
23/05/2011	20.5	7.91	384	245.76	137.5	15.4	56.14	32.805	0.34
06/06/2011	22	7.88	404	258.56	135	15.96	64.16	30.375	0.375
20/06/2011	22	7.74	414	264.96	155	14	70.175	25.515	0.33
04/07/2011	22	7.73	471	301.44	135	15.68	72.118	24.3	0.2709
18/07/2011	22	7.63	450	288	245	14	60.15	82.62	0.3512

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.5 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΙΚΑΡΟΥ - ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ + ΜΑΛΙΑ + (ΑΦΑΛΑΤΩΣΗ)									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21.1	7.84	681	435.84	280	22.96	117.293	28.5525	0.877
23/05/2011	23	7.68	698	446.72	290	18.76	116.29	10.935	0.733
06/06/2011	22	7.71	749	479.36	265	24.08	120.3	31.59	0.73
20/06/2011	21.5	7.52	736	471.04	300	22.96	128.32	21.87	0.62
04/07/2011	22	7.47	749	479.36	300	23.52	120.3	29.16	0.5553
18/07/2011	22	7.44	721	461.44	290	21.28	144.36	53.46	0.6096

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.6 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΑΤΕΛΕΣ - ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21.5	7.43	1402	897.28	205	23.89	92.23	46.17	0.2095
23/05/2011	22	7.52	1436	919.04	185	24.36	88.22	52.24	0.2357
06/06/2011	21.5	7.53	1094	700.16	175	19.88	82.205	36.45	0.2008
20/06/2011	21.5	7.41	1435	918.4	195	24.36	96.24	47.385	0.1863
04/07/2011	21	7.35	1400	896	185	23.52	92.23	46.17	0.0849
18/07/2011	22.5	7.31	1960	1254.4	200	25.76	88.22	43.74	0.0845

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.7 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΡΤΕΡΟΣ - ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21	7.84	701	448.64	290	25.76	122.706	37.422	0.918
23/05/2011	21.5	7.55	703	449.92	290	23.46	118.29	27.945	0.602
06/06/2011	21	7.63	740	473.6	275	24.64	128.32	29.16	0.695
20/06/2011	21	7.46	752	481.28	302.5	23.52	132.33	21.87	0.588
04/07/2011	21	7.3	751	480.64	295	22.96	104.26	36.45	0.3208
18/07/2011	21.5	7.26	750	480	170	19.6	80.2	34.02	-0.0689

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.8 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΑΛΙΘΕΑ - ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ)									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21.5	7.47	864	552.96	335	29.68	124.31	53.46	0.61
23/05/2011	23	7.68	859	549.76	315	28.26	118.29	51.03	0.79
06/06/2011	21	7.62	947	606.08	315	27.72	132.33	40.095	1.22
20/06/2011	21.5	7.56	914	584.96	315	28.28	132.33	42.525	1.16
04/07/2011	21	7.45	923	590.72	320	26.32	136.34	31.59	0.6026
18/07/2011	22.5	7.37	905	579.2	295	25.76	112.28	75.33	0.443

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.9 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΒΑΣΙΛΕΙΣ - ΠΗΓΗ: ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΟΥΧΤΑ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21	7.71	589	376.96	207.5	21.28	72.18	48.6	0.43
23/05/2011	22.5	7.83	597	382.08	210	19.88	62.155	48.6	0.5
06/06/2011	21	7.8	639	408.96	217.5	19.04	76.19	36.45	0.53
20/06/2011	21.5	7.87	626	400.64	210	19.04	72.18	38.88	0.48
04/07/2011	21.5	7.65	643	411.52	220	19.04	56.14	48.6	0.2796
18/07/2011	22	7.61	628	401.92	210	17.92	48.12	72.9	0.1524

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.10 - ΠΕΡΙΟΧΗ ΦΟΡΤΕΤΣΑ - ΠΗΓΗ: ΘΡΑΨΑΝΟ									
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
11/05/2011	21.2	7.64	670	428.8	290	19.6	95.238	27.3375	0.6
23/05/2011	24	7.61	1086	695.04	230	21.2	86.22	40.09	0.43
06/06/2011	22	7.78	1045	668.8	195	20.16	82.205	37.665	0.51
20/06/2011	22	7.55	1217	778.88	245	26.32	124.31	38.88	0.55
04/07/2011	21.5	7.45	1180	755.2	275	26.64	132.33	35.235	0.5188
18/07/2011	22.5	7.38	1360	870.4	225	25.2	108.27	43.74	0.2695

Παράρτημα Β

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.1 - 11/05/2011									
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
ΤΕΙ (ΠΗΓΗ: ΑΓ. ΜΥΡΩΝΑΣ)	21.5	7.97	351	224.64	155	14	58.145	35.235	0.482
ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	21.5	7.8	315	201.6	105	10.64	51.128	15.1875	0.086
ΡΟΜ. ΓΩΝΙΑ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	21.5	7.49	1417	906.88	205	23.52	84.21	51.03	0.22
ΟΑΕΔ (ΠΗΓΗ: ΔΑΦΝΕΣ)	20	7.76	399	255.36	160	16.24	68.17	29.16	0.801
ΙΚΑΡΟΥ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ + ΜΑΛΙΑ)	21.1	7.84	681	435.84	280	22.96	117.293	28.5525	0.877
ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	21.5	7.43	1402	897.28	205	23.89	92.23	46.17	0.2095
ΚΑΡΤΕΡΟΣ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ)	21	7.84	701	448.64	290	25.76	122.706	37.422	0.918
ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	21.5	7.47	864	552.96	335	29.68	124.31	53.46	0.61
ΒΑΣΙΛΙΕΣ (ΠΗΓΗ: ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΟΥΧΤΑ)	21	7.71	589	376.96	207.5	21.28	72.18	48.6	0.43
ΦΟΡΤΕΤΣΑ (ΠΗΓΗ: ΘΡΑΨΑΝΟ)	21.2	7.64	670	428.8	290	19.6	95.238	27.3375	0.6

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.2 - 23/05/2011									
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg/l)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
ΤΕΙ (ΠΗΓΗ: ΑΓ. ΜΥΡΩΝΑΣ)	23	8.01	342	218.88	142.5	13.44	52.13	26.73	0.4379
ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	22	7.65	418	267.52	185	14	56.14	26.73	0.217
ΡΟΜ. ΓΩΝΙΑ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	23	7.53	1417	906.88	190	24.92	84.21	57.105	0.22
ΟΑΕΔ (ΠΗΓΗ: ΔΑΦΝΕΣ)	20.5	7.91	384	245.76	137.5	15.4	56.14	32.805	0.34
ΙΚΑΡΟΥ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ + ΜΑΛΙΑ)	23	7.68	698	446.72	290	18.76	116.29	10.935	0.733
ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	22	7.52	1436	919.04	185	24.36	88.22	52.24	0.2357
ΚΑΡΤΕΡΟΣ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ)	21.5	7.55	703	449.92	290	23.46	118.29	27.945	0.602
ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	23	7.68	859	549.76	315	28.26	118.29	51.03	0.79
ΒΑΣΙΛΙΕΣ (ΠΗΓΗ: ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΟΥΧΤΑ)	22.5	7.83	597	382.08	210	19.88	62.155	48.6	0.5
ΦΟΡΤΕΤΣΑ (ΠΗΓΗ: ΘΡΑΨΑΝΟ)	24	7.61	1086	695.04	230	21.2	86.22	40.09	0.43

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.3 - 06/06/2011									
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
ΤΕΙ (ΠΗΓΗ: ΑΓ. ΜΥΡΩΝΑΣ)	21.5	7.94	392	250.88	137.5	15.12	60.15	29.16	0.407
ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	21.5	7.76	429	274.56	190	13.44	68.17	17.01	0.42
ΡΟΜ. ΓΩΝΙΑ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	22	7.55	1151	736.64	175	20.44	80.2	15.795	0.22
ΟΑΕΔ (ΠΗΓΗ: ΔΑΦΝΕΣ)	22	7.88	404	258.56	135	15.96	64.16	30.375	0.375
ΙΚΑΡΟΥ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ + ΜΑΛΙΑ)	22	7.71	749	479.36	265	24.08	120.3	31.59	0.73
ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	21.5	7.53	1094	700.16	175	19.88	82.205	36.45	0.2008
ΚΑΡΤΕΡΟΣ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ)	21	7.63	740	473.6	275	24.64	128.32	29.16	0.695
ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	21	7.62	947	606.08	315	27.72	132.33	40.095	1.22
ΒΑΣΙΛΙΕΣ (ΠΗΓΗ: ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΟΥΧΤΑ)	21	7.8	639	408.96	217.5	19.04	76.19	36.45	0.53
ΦΟΡΤΕΤΣΑ (ΠΗΓΗ: ΘΡΑΨΑΝΟ)	22	7.78	1045	668.8	195	20.16	82.205	37.665	0.51

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.4 - 20/06/2011									
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg /lt)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
ΤΕΙ (ΠΗΓΗ: ΑΓ. ΜΥΡΩΝΑΣ)	21.5	7.91	366	234.24	155	14	60.15	24.3	0.437
ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	22	7.61	401	256.64	165	12.6	62.155	17.01	0.17
ΡΟΜ. ΓΩΝΙΑ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	22	7.48	1405	899.2	200	24.64	90.225	52.245	0.23
ΟΑΕΔ (ΠΗΓΗ: ΔΑΦΝΕΣ)	22	7.74	414	264.96	155	14	70.175	25.515	0.33
ΙΚΑΡΟΥ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ + ΜΑΛΙΑ)	21.5	7.52	736	471.04	300	22.96	128.32	21.87	0.62
ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	21.5	7.41	1435	918.4	195	24.36	96.24	47.385	0.1863
ΚΑΡΤΕΡΟΣ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ)	21	7.46	752	481.28	302.5	23.52	132.33	21.87	0.588
ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	21.5	7.56	914	584.96	315	28.28	132.33	42.525	1.16
ΒΑΣΙΛΙΕΣ (ΠΗΓΗ: ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΟΥΧΤΑ)	21.5	7.87	626	400.64	210	19.04	72.18	38.88	0.48
ΦΟΡΤΕΤΣΑ (ΠΗΓΗ: ΘΡΑΨΑΝΟ)	22	7.55	1217	778.88	245	26.32	124.31	38.88	0.55

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.5 - 04/07/2011									
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg/l)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
ΤΕΙ (ΠΗΓΗ: ΑΓ. ΜΥΡΩΝΑΣ)	22	7.77	390	249.6	150	14	60.15	24.3	0.2831
ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	22	7.56	408	261.12	160	10.64	48.12	17.01	0.0043
ΡΟΜ. ΓΩΝΙΑ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	22	7.4	1395	892.8	200	24.08	92.23	48.6	0.1688
ΟΑΕΔ (ΠΗΓΗ: ΔΑΦΝΕΣ)	22	7.73	471	301.44	135	15.68	72.118	24.3	0.2709
ΙΚΑΡΟΥ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ + ΜΑΛΙΑ)	22	7.47	749	479.36	300	23.52	120.3	29.16	0.5553
ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	21	7.35	1400	896	185	23.52	92.23	46.17	0.0849
ΚΑΡΤΕΡΟΣ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ)	21	7.3	751	480.64	295	22.96	104.26	36.45	0.3208
ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	21	7.45	923	590.72	320	26.32	136.34	31.59	0.6026
ΒΑΣΙΛΙΕΣ (ΠΗΓΗ: ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΟΥΧΤΑ)	21.5	7.65	643	411.52	220	19.04	56.14	48.6	0.2796
ΦΟΡΤΕΤΣΑ (ΠΗΓΗ: ΘΡΑΨΑΝΟ)	21.5	7.45	1180	755.2	275	26.64	132.33	35.235	0.5188

Έλεγχος βασικών παραμέτρων ποιότητας νερού στο Πολεοδομικό Συγκρότημα του Ηρακλείου.

ΠΙΝΑΚΑΣ Π.6 - 18/07/2011									
	ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ (°C)	pH	ΑΓΩΓΙΜΟΤΗΤΑ (μS/cm)	TDS (mg/l)	ΑΛΚΑΛΙΚΟΤΗΤΑ (ppm CaCO ₃)	ΟΛΙΚΗ ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ (°D)	Ca ⁺² (ppm)	Mg ⁺² (ppm)	SATURATION INDEX
ΤΕΙ (ΠΗΓΗ: ΑΓ. ΜΥΡΩΝΑΣ)	23	7.68	354	226.56	145	14.56	56.14	36.45	0.1982
ΚΑΤΣΑΜΠΑΣ (ΠΗΓΗ: ΜΑΛΙΑ)	22.5	7.53	356	227.84	150	11.76	48.12	43.74	-0.0138
ΡΟΜ. ΓΩΝΙΑ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	23	7.29	1892	1210.88	195	25.76	60.15	58.32	-0.1029
ΟΑΕΔ (ΠΗΓΗ: ΔΑΦΝΕΣ)	22	7.63	450	288	245	14	60.15	82.62	0.3512
ΙΚΑΡΟΥ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ + ΜΑΛΙΑ)	22	7.44	721	461.44	290	21.28	144.36	53.46	0.6096
ΠΑΤΕΛΕΣ (ΠΗΓΗ: ΤΥΛΙΣΣΟΣ + ΚΡΟΥΣΣΩΝΑΣ)	22.5	7.31	1960	1254.4	200	25.76	88.22	43.74	0.0845
ΚΑΡΤΕΡΟΣ (ΠΗΓΗ: ΑΣΤΡΑΚΟΙ)	21.5	7.26	750	480	170	19.6	80.2	34.02	-0.0689
ΚΑΛΙΘΕΑ (ΠΗΓΗ: ΣΚΑΛΑΝΙ (ΓΕΩΤΡΗΣΗ))	22.5	7.37	905	579.2	295	25.76	112.28	75.33	0.443
ΒΑΣΙΛΙΕΣ (ΠΗΓΗ: ΓΕΩΤΡΗΣΗ ΓΙΟΥΧΤΑ)	22	7.61	628	401.92	210	17.92	48.12	72.9	0.1524
ΦΟΡΤΕΤΣΑ (ΠΗΓΗ: ΘΡΑΨΑΝΟ)	22.5	7.38	1360	870.4	225	25.2	108.27	43.74	0.2695

