



Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Σχολή Επιστημών Υγείας

Ιατρικό Τμήμα

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Βασικές Ιατρικές Επιστήμες (BBE)»

Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης (ΜΔΕ)

**«Ανάλυση μικροβιολογικών και φυσικοχημικών ευρημάτων των
υδάτων στη Δυτική Ελλάδα: μια ποσοτική έρευνα»**

Δημάκης Ευθύμιος

Επιβλέπων Καθηγητής : Τσιλίδης Κ. Κωνσταντίνος

2022



Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων

Σχολή Επιστημών Υγείας

Ιατρικό Τμήμα

Μεταπτυχιακό Πρόγραμμα «Βασικές Ιατρικές Επιστήμες (BBE)»

Μεταπτυχιακό Δίπλωμα Ειδίκευσης (ΜΔΕ)

**«Ανάλυση μικροβιολογικών και φυσικοχημικών ευρημάτων των
υδάτων στη Δυτική Ελλάδα: μια ποσοτική έρευνα»**

Δημάκης Ευθύμιος

Επιβλέπων Καθηγητής : Τσιλίδης Κ. Κωνσταντίνος

2022

Η έγκριση της Μεταπτυχιακού Διπλώματος Ειδίκευσης από το Τμήμα Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων δεν υποδηλώνει αποδοχή των γνώμων του συγγραφέα Ν. 5343/32, άρθρο 202, παράγραφος 2 (νομική κατοχύρωση του Ιατρικού Τμήματος)

Όνομα : Δημάκης Ευθύμιος

Τίτλος : Ανάλυση μικροβιολογικών και φυσικοχημικών ευρημάτων των υδάτων στη Δυτική Ελλάδα: μια ποσοτική έρευνα.

Ημερομηνία παρουσίασης

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή Αξιολόγησης:

1. Επιβλέπων: Τσιλίδης Κωνσταντίνος Επίκουρος Καθηγητής Υγιεινής και Επιδημιολογίας
2. Μέλος επιτροπής: Βεζυράκη Πάτρα Καθηγήτρια Φυσιολογίας
3. Μέλος επιτροπής: Τζουλάκη Ιωάννα Επίκουρη Καθηγήτρια Υγιεινής και Επιδημιολογίας

Ευχαριστίες

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέπον καθηγητή μου, τον κύριο Τσιλίδη Κωνσταντίνο για την καθοδήγηση τους, τις εύστοχες παρατηρήσεις τους και την υποστήριξη που μου έδωσαν κατά τη διάρκεια της συγγραφής της διπλωματικής μου εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά επίσης την υπεύθυνη καθηγήτρια του μεταπτυχιακού προγράμματος κυρία Βεζυράκη Πατρώνα, η οποία μου έδωσε αυτή την ευκαιρία και έδειξε πολύ πίστη και επιμονή στο πρόσωπο μου.

Ακόμα τον διευθυντή του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Βασικές Ιατρικές Επιστήμες (BBE)» κ. Αγγελίδη Χαράλαμπο, Καθηγητή Γενικής Βιολογίας, ο οποίος μου επέτρεψε να συμμετάσχω στο συγκεκριμένο πρόγραμμα.

Ευχαριστώ τέλος τη σύζυγό μου Διαλεχτή για όλη την υποστήριξη, αγάπη και κατανόηση που έδειξε σε αυτό το ταξίδι καθώς και την κόρη μου Άννα για την υπομονή της.

Αφιερωμένη στη γυναίκα μου Διαλεχτή και στη κόρη μου Άννα.

Πίνακας Περιεχομένων

| | |
|--|------------|
| Ευχαριστίες..... | vii |
| Ευρετήριο Πινάκων | xi |
| Ευρετήριο Εικόνων & Σχημάτων | xii |
| ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | 13 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 13 |
| 1 Το Νερό..... | 13 |
| 1.1 Χημική Δομή Νερού H ₂ O..... | 13 |
| 1.2 Μορφές Νερού | 14 |
| 1.3 Νερό και Ζωή..... | 15 |
| 2 Ποιότητα Νερού | 18 |
| 2.1 Ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία..... | 20 |
| 2.2 Παράμετροι Ποιότητας Νερού | 22 |
| 2.2.1 Οργανοληπτικές..... | 22 |
| 2.2.2 Φυσικοχημικές..... | 24 |
| 2.2.3 Μικροβιολογικές..... | 26 |
| 2.3 Μέθοδοι και Τεχνικές Δειγματοληψίας | 29 |
| 2.4 Μονάδα Υγιεινής Νερών και Τροφίμων Πανεπιστημίου Ιωαννίνων | 31 |
| ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ | 33 |
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ | 33 |
| 3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 33 |
| 3.1 Αναγκαιότητα, Σημασία και Πρωτοτυπία της Έρευνας | 33 |
| 3.2 Σκοπός και στόχοι έρευνας | 33 |
| 3.3 Ερευνητικά Ερωτήματα..... | 34 |
| 3.4 Μεθοδολογία έρευνας | 34 |
| 3.5 Στατιστική Ανάλυση | 34 |
| 4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ..... | 36 |
| 4.1 Ανάλυση..... | 36 |
| 5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ | 69 |
| ΠΕΡΙΛΗΨΗ | 73 |

| | |
|---------------------------|-----------|
| ABSTRACT..... | 74 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ | 75 |

Ευρετήριο Πινάκων

| | |
|---|----|
| Πίνακας 1. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 1 ... | 37 |
| Πίνακας 2. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 2 ... | 43 |
| Πίνακας 3. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 3 ... | 46 |
| Πίνακας 4. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 4 ... | 51 |
| Πίνακας 5. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 5 ... | 54 |
| Πίνακας 6. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 6 ... | 57 |
| Πίνακας 7. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 7 ... | 60 |
| Πίνακας 8. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 8 ... | 63 |
| Πίνακας 9. Συσχέτιση <i>Kruskal-Wallis</i> | 68 |

Ευρετήριο Εικόνων & Σχημάτων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1. | 14 |
| <i>Χημική Δομή Νερού (el.wikipedia.org)</i> | 14 |
| Εικόνα 2. | 16 |
| <i>Νερό και Άνθρωπος (amazingsoak.com/)</i> | 16 |
| Εικόνα 3. | 19 |
| <i>Ρύπανση Υδάτων (Υ.ΠΕ.ΘΕ.Υδάτινοι Πόροι και Περιβάλλον Θεσσαλίας)</i> | 19 |

ΓΕΝΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1 Το Νερό

Το νερό είναι η περισσότερο διαδεδομένη ανόργανη χημική ένωση στην επιφάνεια της Γης, επειδή καλύπτει το 70,9% του πλανήτη μας. Το νερό, που εντοπίζεται στις «κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος» (δηλαδή σε θερμοκρασία 25°C και υπό πίεση 1 atm), φανερώνει μια δυναμική ισορροπία υγρού-αερίου, με βασική θέση την υγρή. Επρόκειτο για νερό άγευστο και άοσμο, περίπου άχρωμο και διαυγές, στη φύση. Το νερό βρίσκεται και στην αέρια κατάσταση (όπου ονομάζεται υδρατμός), δηλαδή στην υγρή κατάσταση αλλά και στη στερεή κατάσταση (όπου ονομάζεται πάγος). Είναι γεγονός ότι πολλές ουσίες σε διαλύονται στην επαφή τους με το νερό και γι' αυτό το λόγο επονομάστηκε «παγκόσμιος διαλύτης». Με το να υπάρχει αυτή η βασική ικανότητα διάλυσης που φέρει, δεν είναι εύκολο να βρεθεί στη φύση καθαρή μορφή αυτού. Επιπρόσθετα, κάποια στοιχεία των διαλυμάτων του ή και του φυσικού αερίου δεν σχετίζονται με τις αντίστοιχες της ίδιας της χημικά καθαρής ένωσης. Κυρίαρχο παράδειγμα για να καταστεί σαφές είναι η ηλεκτρική αγωγιμότητα του νερού. Δηλαδή το φυσικό νερό είναι καλός αγωγός του ηλεκτρισμού, αντιθέτως το χημικά καθαρό νερό πρακτικά είναι μονωτής (McMurry, 2015). Βέβαια ποικίλες ουσίες δύσκολα διαλύονται στο νερό, αν δηλαδή διαλύονται, όπως τα λίπη, έλαια και άλλες μη πολικές ουσίες. Το νερό είναι η μοναδική συνηθισμένη ουσία που υπάρχει με φυσικό τρόπο και στις τρεις κανονικές καταστάσεις της ύλης και είναι αναγκαίο για όλους τους γνωστούς ζωντανούς οργανισμούς στον πλανήτη μας. Όσον αφορά τους ανθρώπους και τα ζώα συμπεριλαμβάνεται στο σώμα τους 55-78% νερό (κατά βάρος), όσο για τη μορφή των κυττάρων περιέχουν μέχρι και το 90% νερό.

1.1 Χημική Δομή Νερού H₂O

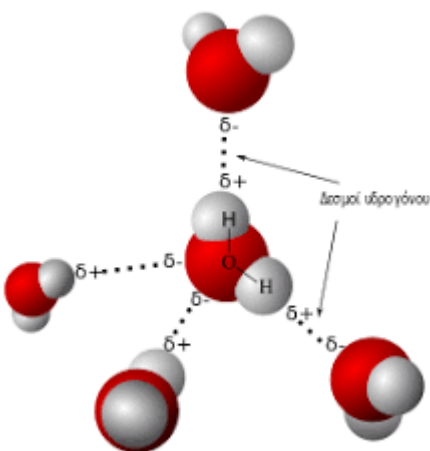
Οι δεσμοί O-H στο μόριο του νερού δεν είναι γραμμικοί. Μάλλον σχηματίζουν γωνία 104,5° επειδή το μόριο του νερού δεν είναι γραμμικό. Οι δεσμοί O-H έχουν μήκος 0,96. Το μόριο του νερού είναι ασύμμετρο και έχει ως αποτέλεσμα γωνιακό δεσμό O-H, ανυψωμένη διπολική ροπή. Τα κέντρα θετικού φορτίου βρίσκονται κοντά στην πλευρά του υδρογόνου και τα κέντρα

αρνητικού φορτίου βρίσκονται προς την πλευρά του οξυγόνου. Κάθε μόριο νερού μπορεί να συνδυαστεί με τέσσερα επιπλέον κοντινά μόρια που είναι πανομοιότυπα την ίδια στιγμή (ο τρόπος που συνδέονται ονομάζεται δεσμός υδρογόνου). Τα μόρια του νερού είναι εξαιρετικά κινητά όταν είναι σε υγρή μορφή. Επομένως, αποσυνδέονται συνεχώς και επανασυνδέονται καθώς ταξιδεύουν (Εικόνα 1).

Πολλά από τα περίεργα φυσικά χαρακτηριστικά του νερού, συμπεριλαμβανομένης της υψηλής θερμοχωρητικότητας, των υψηλών θερμοκρασιών τήξης και βρασμού, της υψηλής επιφανειακής τάσης και της υψηλής θερμότητας εξάτμισης και εξάχνωσης, μπορούν να εξηγηθούν από αυτό το γεγονός (Ebbing et al., 2011).

Εικόνα 1.

Χημική Δομή Νερού (el.wikipedia.org)



1.2 Μορφές Νερού

Το νερό αντίστοιχα με την προέλευσή του, την επεξεργασία ή την χρήση του είναι εύκολο να διακριθεί σε είδη ή κατηγορίες (Ανδρικόπουλος, 2015):

Νερό της βροχής (βρόχινο νερό): είναι το νερό που ξανά εμφανίζεται στην επιφάνεια της γης από τα σύννεφα με τη μορφή της βροχής, έπειτα από υγροποίηση των υδρατμών του σε συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες. Είναι η πιο καθαρή εκδοχή φυσικού νερού με την προϋπόθεση ότι δεν έχει επιμολυνθεί κατά τη διαδικασία αυτή από τα εκατόν ενενήντα δύο συστατικά που φέρει η ατμόσφαιρα.

Είναι δυνατόν να περιέχει ως μη επιβλαβή συστατικά διαλυμένο οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα. Ενώ και επιβλαβή όπως οξείδια του θείου και του αζώτου, σκόνη κ.ά. από την ατμόσφαιρα βιομηχανικών περιοχών ή μεγάλων πόλεων.

Φυσικό νερό: επρόκειτο για το νερό που εμφανίζεται στην στερεή επιφάνεια όπως στους ποταμούς, στις λίμνες, στις πηγές εμφανείς ή υπόγειες. Το φυσικό νερό μπορεί να είναι πόσιμο ή να μετατραπεί σε πόσιμο ακολουθώντας κατάλληλη διαδικασία. Είναι κατάλληλο για αρδευτικές και συγκεκριμένες βιομηχανικές χρήσεις. Πόσιμο νερό: το οποίο είναι έτοιμο για πόση και μπορεί να είναι είτε ακριβώς ένα φυσικό νερό ή να έχει υποστεί επεξεργασία στα “δυλιστήρια” νερού ή ακόμη και να προορίζεται από θαλασσινό νερό μετά από αφαλάτωση. Το πόσιμο νερό είναι αναγκαίο να είναι άρχουν και άοσμο αλλά με μία ευχάριστη αίσθηση γεύσης εξαιτίας των περιεχομένων αλάτων. Νερό της θάλασσας: (θαλασσινό νερό) είναι το νερό στο οποίο συμπεριλαμβάνεται διαλυμένο αλάτι (χλωριούχο νάτριο) σε σχετικά μεγάλο ποσοστό (περίπου 3%) και δεν είναι πόσιμο. Αποτελείται επίσης από διαλυμένες και πολλές άλλες ανόργανες κατά βάση ενώσεις καλίου, μαγνησίου, ασβεστίου κ.ά. αλλά σίγουρα σε πολύ μικρότερες αναλογίες από ότι το χλωριούχο νάτριο.

Πηγαίο νερό: είναι το φυσικό νερό που έρχεται από υπόγεια νερά και είτε βγαίνει στην επιφάνεια είτε αναβλύζει μόνο του οπότε ονομάζεται αρτεσιανό.

Μεταλλικό νερό: είναι το φυσικό πόσιμο νερό που περιλαμβάνει διοξείδιο του άνθρακα, ή διαλυμένες ουσίες περισσότερες από 1g/L, ή σπάνιες ενώσεις σε ποσοστά μεγαλύτερα από τα συνηθισμένα ή έχει θερμοκρασία εξόδου μεγαλύτερη από 20°C και χωρίς καμία άλλη επεξεργασία. Τεχνητό μεταλλικό νερό είναι το πόσιμο νερό με την προσθήκη φυσικού μεταλλικού νερού ή φυσικά πηγαία άλατα. Επίσης, τα φυσικά μεταλλικά νερά που έχουν προστεθεί άλλα συστατικά παραδείγματος χάρη άλατα. Φυσιολογικός ορός είναι το νερό που περιέχει NaCl 0,9 %.

1.3 Νερό και Ζωή

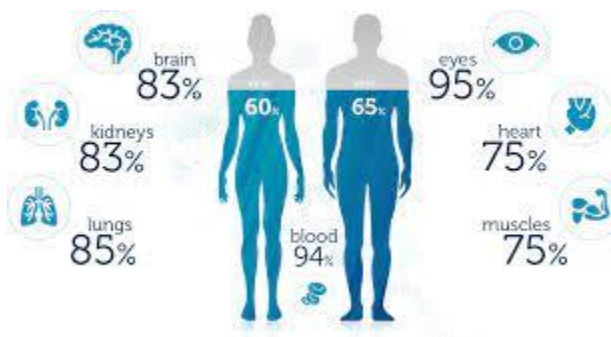
Η ζωή των ανθρώπων είναι ρητά συνδεδεμένη με το νερό. Το νερό έχει συμμετοχή στη σωστή και ομαλή λειτουργία του ανθρώπου, αλλά και στη σωματική καθαριότητα και υγιεινή. Περίπου τα 2/3 του ανθρώπινου σώματος αποτελούνται από νερό. Στους άνδρες, το νερό υπάρχει σε ποσοστό 52-59 %, στις γυναίκες σε ποσοστό 47-57 % και στα παιδιά έως και 90 %. Το νερό παίζει σημαντικό ρόλο στη ζωή και στην αναπαραγωγή των ανθρώπινων κυττάρων. Επίσης, αποτελεί το κύριο μέσο για τη μεταφορά των θρεπτικών ουσιών στα κύτταρα και τα όργανα του σώματος,

αλλά και απομακρύνει τις τοξικές και άχρηστες ουσίες. Χωρίς νερό, τα νεφρά δεν μπορούν να υλοποιήσουν το σκοπό τους. Το νερό στους ιστούς του σώματος συμμετέχει στην αποφυγή των κραδασμών, γιατί προσθέτει ευελιξία στους μύες και στις αρθρώσεις κι ακόμη προστατεύει ευαίσθητα σημεία του σώματος, όπως το μυαλό, τα μάτια και τη σπονδυλική στήλη (Widmaier et al., 2016).

Ένας εξίσου σημαντικός ρόλος του νερού είναι ως αγωγός για τη ρύθμιση της κατάλληλης θερμοκρασίας στον άνθρωπο. Ο ανθρώπινος οργανισμός σε καθημερινή βάση αποβάλλει μια ποσότητα νερού που φτάνει τα 3 με 3,5 λίτρα. Επιπρόσθετα, ο ρόλος του ανθρώπινου ιδρώτα είναι σημαντικός διότι συμβάλλει στην ρύθμιση και στη σταδιακή μείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της ημέρας και της νύχτας. Είναι γνωστό ότι η ανάγκη για νερό στον ανθρώπινο γίνεται ιδιαίτερα επιτακτική σε κλίμα ζέστης και υψηλής θερμοκρασίας και τη στιγμή της άθλησης. Το φαινόμενο της αφυδάτωσης εμφανίζεται πιο έντονα στους νέους σε ηλικία ανθρώπους και λιγότερο στους ηλικιωμένους (Εικόνα 2) (Widmaier et al., 2016).

Εικόνα 2.

Νερό και Άνθρωπος (amazingsoak.com/)



Η βάση για κάθε εταιρική ανάπτυξη είναι η ύπαρξη νερού. Το νερό θεωρείται επίσης ένα από τα πιο σημαντικά αισθητικά στοιχεία του τοπίου. Ένα ελκυστικό τοπίο παρέχει υγεία και ευεξία στους ανθρώπους. Ο χώρος πρασίνου είναι ένας κοινός όρος για φυσικές περιοχές, αλλά εάν υπάρχει περαιτέρω διαίρεση του χώρου πρασίνου, μπορεί κανείς να αναγνωρίσει ότι πολλές περιοχές είναι στην πραγματικότητα μπλε. Η κριτική, ότι το νερό ως πτυχή του τοπίου δεν αναγνωρίζεται πλήρως στην έρευνα, έχει ήδη διατυπωθεί στην οικολογία του τοπίου. Σε αυτό το πεδίο, οι Lianyong και Eagles (2009) επικρίνουν την απροσεξία των ακαδημαϊκών προς τα «υδάτινα τοπία» και δείχνουν μια σαφή σχέση μεταξύ των υδάτινων τοπίων και της

περιβαλλοντικής υγείας. Ο όρος «μπλε χώρος» συνοψίζει όλα τα ορατά επιφανειακά ύδατα στο διάστημα ως αναλογία με τον χώρο πρασίνου και όχι ως υποκατηγορία. Εκτός από την οικολογία του τοπίου, αυτή η κριτική δεν έχει διατυπωθεί ρητά στην έρευνα, παρά την πρόσφατη τάση στην πράξη στον πολεοδομικό σχεδιασμό να θεωρείται το νερό ως σημαντικό στοιχείο του τοπίου. Αυτό εκφράζεται στην ενσάρκωση περιοχών οικισμού στις οποίες αποδίδεται μεγάλη σημασία στο νερό (Fagnoni, 2009). Οι πόλεις που βρίσκονται δίπλα σε ποτάμια ή λίμνες έχουν μια ξεχωριστή και μοναδική φυσιογνωμία που δημιουργεί τον δικό τους, ιδιαίτερο χαρακτήρα. Από τη δεκαετία του 1980 υπήρξε μια σαφής τάση στον (αστικό) σχεδιασμό για την αναζωογόνηση της προκυμαίας, προς το νερό και τις τοποθεσίες που περιέχουν νερό, παρέχοντας πρόσβαση στο μπλε χώρο εν μέρει με ακριβό σχεδιασμό.

2 Ποιότητα Νερού

Η φράση «ποιότητα νερού» αναφέρεται στα φυσικά, χημικά, βιολογικά και αισθητικά χαρακτηριστικά του νερού που καθορίζουν την αποδοχή του για διαφορετικούς σκοπούς, διατηρώντας ταυτόχρονα την ευημερία και τη συνεχή ύπαρξη των υδάτινων οικοσυστημάτων. Πολλά από αυτά τα χαρακτηριστικά επηρεάζονται ή καθορίζονται από ουσίες που διαλύονται ή αιωρούνται στο νερό (Grandjean, 2004). Τα "πρότυπα ποιότητας νερού" αναφέρονται σε ποσοτικές παραμέτρους που καθορίζονται στη διεθνή νομοθεσία (νόμοι ή διατάγματα) με σκοπό τη ρύθμιση της ποιότητας του νερού και τη διαρκή διαχείρισή του. Διάφορα πρότυπα και συστάσεις για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού μπορούν να βρεθούν στην παγκόσμια βιβλιογραφία (WHO, 1993). Για παράδειγμα, ενώ άλλες κατευθυντήριες γραμμές προσπαθούν να καθορίσουν την ιδανική συγκέντρωση ενός στοιχείου λαμβάνοντας υπόψη ορισμένες πτυχές ασφάλειας, ορισμένα πρότυπα ορίζουν τις μέγιστες τιμές των συγκεντρώσεων των στοιχείων που είναι κατάλληλα για συγκεκριμένες χρήσεις. Τα πιο συχνά χρησιμοποιούμενα κριτήρια για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού είναι αυτά που εγγυώνται την ασφάλεια του πόσιμου νερού και την ευημερία των οικοσυστημάτων. Για τον καθορισμό αυτών των κριτηρίων χρησιμοποιούνται οι επιτρεπόμενες οριακές ποσότητες διαφόρων συστατικών, που υπάρχουν στο νερό και καθορίζονται από ρυθμιστικούς κανονισμούς με σκοπό τη διατήρηση της υγείας των ανθρώπων. Τα πρότυπα διασφάλισης ποιότητας νερού είναι συνήθως πιο απαιτητικά από άλλα πρότυπα και περιέχουν παραμέτρους που δεν καλύπτονται από ρητά όρια σε άλλες περιπτώσεις. Καθώς η τεχνολογία προχωρά και νέες, εξελιγμένες διαδικασίες χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση των ποσοτήτων των διαφόρων συστατικών καθώς και των επιπτώσεών τους στην ανθρώπινη υγεία, αυτές οι απαιτήσεις γίνονται όλο και πιο αυστηρές (Tchobanoglous and Schroeder, 1985).

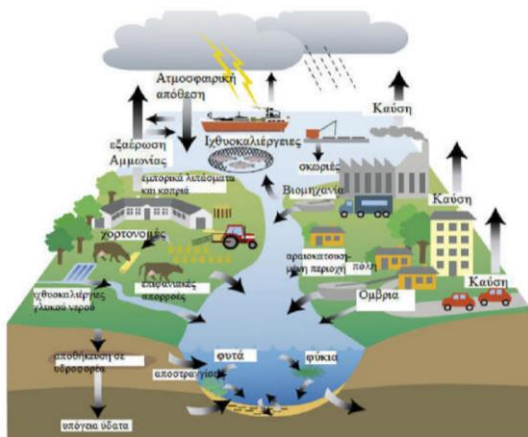
Πολλοί παράγοντες επηρεάζουν την ποιότητα των επιφανειακών και υπόγειων υδάτων. Το νερό που κινείται στην επιφάνεια ή κάτω από αυτή μπορεί να υποστεί φυσικές ή χημικές αλλοιώσεις ως αποτέλεσμα ενεργειών που αφορούν φυσικούς ή ανθρώπινους παράγοντες.

Οι ρύποι (ρυπαντές) έχουν αρνητικό αντίκτυπο στην ποιότητα του νερού και κατά συνέπεια στην τελική χρήση του. Οι ρύποι είναι επομένως ανεπιθύμητες ενώσεις που είτε δεν ανήκουν στο νερό είτε υπάρχουν σε εξαιρετικά υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό. Γενικά, οι ρύποι μπορεί να προέρχονται από σημειακές ή μη σημειακές πηγές και να εμπίπτουν σε μία από τις τέσσερις κατηγορίες: θρεπτικά συστατικά, βακτήρια, επικίνδυνες ενώσεις, ιζήματα και φυσικά οργανικά

υλικά. Οργανικά ή ανόργανα στοιχεία που απαιτούνται για τη συνεχή ανάπτυξη της ζωής, όπως ο άνθρακας, το άζωτο, ο φώσφορος και το κάλιο, αναφέρονται ως θρεπτικά συστατικά. Η ατμόσφαιρα, οι γεωργικές πρακτικές, τα γήπεδα γκολφ, οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων και τα εργοστάσια παρέχουν όλα θρεπτικά συστατικά στο νερό. Ωστόσο, πάρα πολλά θρεπτικά συστατικά στο νερό προκαλούν την ανάπτυξη υπερβολικής ποσότητας φυτών. Τα ψάρια και άλλα υδρόβια ζώα σκοτώνονται όταν αυτή η χλωρίδα αποσυντίθεται επειδή αποβάλλει το οξυγόνο από το νερό. αναφέρεται σε χαρακτηριστικά που υποδεικνύουν ότι τα υψηλά επίπεδα αμμωνίας ή νιτρικών ριζών έχουν αντίκτυπο στην ποιότητα του νερού (Εικόνα 3).

Εικόνα 3.

Ρύπανση Υδάτων (Υ.ΠΕ.ΘΕ.Υδάτινοι Πόροι και Περιβάλλον Θεσσαλίας)



Η υπερχειλίση του δικτύου αποχέτευσης, οι διαρροές επικίνδυνων δεξαμενών ή τα υγρά απόβλητα από περιοχές αναπαραγωγής ζώων μπορούν όλα να εισάγουν ορισμένα βακτήρια που προκαλούν ασθένειες στην επιφάνεια ή στα υπόγεια ύδατα. Άλλα βακτήρια που είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο, τα βακτήρια-δείκτες που επικρατούν στα έντερα πολλών θερμόαιμων ζώων και ανθρώπων, μπορούν να αναγνωριστούν από οργανισμούς δείκτες όπως τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h, κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h, Ολικά κολοβακτηριοειδή, E.coli, Εντερόκοκκοι, Intestinal Enterococci, Clostridium perfringens, Pseudomonas aeruginosa.

Όταν τοξικές ενώσεις όπως διαλύτες, μικροβιοκτόνα και συγκεκριμένα μέταλλα ανακαλύπτονται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο νερό, μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες, γενετικές ανωμαλίες ή ακόμα και θάνατο ορισμένων οργανισμών. Μέσω της λανθασμένης διάθεσης αστικών,

βιομηχανικών, εξορυκτικών και γεωργικών απορριμμάτων καθώς και της άμεσης απόρριψης από τις επιχειρήσεις, τοξικές ουσίες βρίσκουν το δρόμο τους στις πλωτές οδούς. Οι ρύποι παράγονται συνήθως από καθαριστικά, οξέα και αλκάλια. Ακόμη και σε απίστευτα χαμηλές συγκεντρώσεις, ορισμένες χημικές ουσίες είναι πιθανό να θεωρηθούν επιβλαβείς για τα υδάτινα οικοσυστήματα και την ανθρώπινη υγεία. Επιπλέον, οι τοξικές ενώσεις μπορούν να επηρεάσουν τη συμπεριφορά, την ανάπτυξη, το μεταβολισμό και την αναπαραγωγή ενός οργανισμού (Vandas et al., 2002)

2.1 Ισχύουσα Ελληνική Νομοθεσία

Στην Ελλάδα, η ποιότητα του πόσιμου νερού για ανθρώπινη κατανάλωση καλύπτεται από νομοθεσία που προέρχεται από την ευρωπαϊκή νομοθεσία και ενσωματώνεται στο εθνικό δίκαιο. Τα βασικά νομοθετικά πλαίσια που αντιμετωπίζουν το θέμα της ποιότητας του πόσιμου νερού περιλαμβάνουν:

- Οδηγία πλαίσιο για το νερό (Water Framework Directive - WFD): Η Οδηγία αυτή καθορίζει τους στόχους για την προστασία και τη βελτίωση της ποιότητας των υδάτινων πόρων, συμπεριλαμβανομένου του πόσιμου νερού. Προωθεί την αειφόρο χρήση των υδάτινων πόρων και θεσπίζει μέτρα για την προστασία της υδατικής ποιότητας.
- Οδηγία περί ποιότητας του ύδατος για ανθρώπινη κατανάλωση (Drinking Water Directive - DWD): Η Οδηγία αυτή θέτει πρότυπα ποιότητας για το πόσιμο νερό και καθορίζει παράμετρους για την παρακολούθηση και τον έλεγχο της ποιότητας του νερού. Επίσης, προβλέπει μέτρα για την ενημέρωση του κοινού σχετικά με την ποιότητα του πόσιμου νερού.

Επιπλέον, υπάρχουν άλλοι νομοθετικοί και κανονιστικοί παράγοντες στην Ελλάδα που αφορούν την ποιότητα του πόσιμου νερού. Οι αρμόδιες ελληνικές αρχές και οργανισμοί, όπως το Υπουργείο Υγείας, η Ελληνική Υδρογραφική Υπηρεσία, η Ελληνική Επιτροπή Περιβάλλοντος κ.ά., υποστηρίζουν την εφαρμογή και την τήρηση των νομοθετικών απαιτήσεων σε σχέση με το πόσιμο νερό στην Ελλάδα.

Η ισχύουσα Κοινή Υπουργική Απόφαση (ΚΥΑ) που αφορά το πόσιμο νερό στην Ελλάδα είναι η ΚΥΑ με αριθμό 185840/2017 με τίτλο "Καθορισμός των απαιτήσεων υγείας για την ποιότητα του πόσιμου νερού από τις τεχνικές μονάδες υδροδότησης και αντλήσεων, τα κέντρα επεξεργασίας, τα δίκτυα διανομής και τα πιστοποιητικά υγειονομικής καταλληλότητας".

Η ΚΥΑ αυτή θεσπίζει τις απαιτήσεις υγείας για το πόσιμο νερό σε όλα τα στάδια της υδροδότησης, από τις τεχνικές μονάδες υδροδότησης και αντλήσεων μέχρι τα κέντρα επεξεργασίας και τα δίκτυα διανομής. Περιλαμβάνει πρότυπα για τις φυσικοχημικές, βιολογικές και μικροβιολογικές παραμέτρους του πόσιμου νερού, καθώς και για τη διαχείριση και την παρακολούθηση της ποιότητας του νερού.

Οι κύριες πτυχές της Κοινής Υπουργικής Απόφασης (ΚΥΑ) 185840/2017 για την ποιότητα του πόσιμου νερού στην Ελλάδα περιλαμβάνουν τα εξής στοιχεία:

1. Φυσικοχημικές παράμετροι: Η ΚΥΑ ορίζει τις απαιτήσεις για διάφορες φυσικοχημικές παραμέτρους του πόσιμου νερού, όπως η περιεκτικότητα σε βακτηρίδια συνολικού αριθμού, τη φυσική και χημική σύνθεση του νερού (π.χ. pH, τουρβίδη, αμμωνία, νιτρικά, σκληρότητα), καθώς και την περιεκτικότητα σε μέταλλα (π.χ. μόλυβδος, χαλκός).
2. Βιολογικές παράμετροι: Προβλέπονται απαιτήσεις για την ποσότητα και την ποιότητα των μικροοργανισμών στο πόσιμο νερό. Αυτές περιλαμβάνουν την παρουσία παθογόνων μικροοργανισμών, όπως ηκολούθηση της παρουσίας και του αριθμού των κολιφόρμων βακτηρίων.
3. Μικροβιολογικές παράμετροι: Καθορίζονται απαιτήσεις για τον έλεγχο της παρουσίας παθογόνων μικροβίων, όπως η ενδεχόμενη παρουσία *Salmonella*, *Legionella*, *Cryptosporidium* και *Giardia*.
4. Επιτρεπόμενες συγκεντρώσεις και παράμετροι χλωρίου και παραγώγων χλωρίου: Καθορίζονται περιορισμοί για τις συγκεντρώσεις χλωρίου και παραγώγων χλωρίου στο πόσιμο νερό, για να διασφαλιστεί η ασφάλεια και η ποιότητα του νερού κατά τη διαδικασία της επεξεργασίας και της διανομής.
5. Πιστοποιητικά υγειονομικής καταλληλότητας: Η ΚΥΑ ορίζει τις απαιτήσεις για την έκδοση πιστοποιητικών υγειονομικής καταλληλότητας, τα οποία απαιτούνται για τη λειτουργία των τεχνικών μονάδων υδροδότησης και αντλήσεων, των κέντρων επεξεργασίας και των δικτύων διανομής πόσιμου νερού. (27.10.2017)

2.2 Παράμετροι Ποιότητας Νερού

Οι παράμετροι ποιότητας του νερού είναι καθορισμένες φυσικές, χημικές, βιολογικές και υγειονομικές παράμετροι που χρησιμοποιούνται για την αξιολόγηση της καθαρότητας και της ασφάλειας του νερού που προορίζεται για ανθρώπινη κατανάλωση (Chowdhury, 2018). Οι παράμετροι αυτές μετρώνται και αξιολογούνται σύμφωνα με τα πρότυπα και τις κατευθυντήριες γραμμές που ορίζονται από τους νομοθέτες, τις υγειονομικές αρχές και τους οργανισμούς προστασίας της υγείας.

Οι παράμετροι ποιότητας του νερού στην Ελλάδα καθορίζονται από την ελληνική νομοθεσία και συμμορφώνονται με τις οδηγίες και τα πρότυπα της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Οι κύριες παράμετροι ποιότητας νερού που παρακολουθούνται στην Ελλάδα περιλαμβάνουν τα εξής (Davison et al., 2004):

- Οργανοληπτικές παράμετροι (γεύση, οσμή, χρώμα, θολερότητα)
- Φυσικοχημικές παράμετροι (Θερμοκρασία, pH, Αγωγιμότητα, Οργανικά και ανόργανα συστατικά, διαλυμένα αέρια, φυτοφάρμακα, βαρέα μέταλλα κ.ά..)
- Μικροβιολογικές παράμετροι:
- Υγειονομικές παράμετροι:

Οι παράμετροι ποιότητας του νερού ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο και τη χρήση του νερού, καθώς και τις νομοθετικές απαιτήσεις της κάθε χώρας ή περιοχής.

2.2.1 Οργανοληπτικές

Οι οργανοληπτικές παράμετροι ποιότητας του πόσιμου νερού αναφέρονται στις αισθητικές ιδιότητες του νερού που επηρεάζουν την αντίληψη και την αποδοχή του από τους καταναλωτές.

1. Η γεύση και η οσμή: Το νερό στην καθαρή του μορφή θα πρέπει να μην έχει γεύση ή οσμή. Τα δυο αυτά στοιχεία παίζουν ρόλο στο χρώμα του νερού και πολύ πιθανόν να εντοπίζονται από τη ύπαρξη ποικίλων χημικών ουσιών στο νερό άλλες διαλυμένες ουσίες ή από εναιωρήσεις οργανικές ουσίες σε αποσύνθεση (Kehoe et al., 2015).

Ακόμα μπορεί να προκύπτουν από μικροοργανισμούς οι οποίοι υπάρχουν και αναπτύσσονται στο νερό ή ακόμα και από διαλυμένα στο νερό αέρια.

Εξαιτίας των διαλυμένων αλάτων, το νερό έχει δυσάρεστη γεύση (Total dissolved Solids, TDS) ή ακόμα εξαιτίας ορισμένων μετάλλων όπως ο σίδηρος (Fe), ο χαλκός (Cu), το μαγγάνιο (Mn) και ο ψευδάργυρος (Zn) (Sengupta, 2013).

Όσον αφορά την ευχάριστη γεύση του νερού, οφείλεται στο O₂ και το CO₂ καθώς επίσης και στα διττανθρακικά άλατά του. Αντίστοιχα προκύπτει άσχημη όταν στο νερό περιέχονται διάφορες προσμίξεις, όπως: φαινόλες, χλώριο, ουσίες σε σήψη, μεταλλικά ιόντα και μικροοργανισμοί (Hamasaki et al., 2017). Σχετικά με την καθαρή μορφή νερού, οσμή σε αυτήν δεν υπάρχει.

Αντίθετα δημιουργείται δυσάρεστη οσμή όταν στο νερό εμφανίζονται πτητικές ενώσεις που είναι αποτέλεσμα της αποδόμησης οργανικής ύλης, προϊόντων διάβρωσης μετάλλων και χημικών γεωργικής και βιομηχανικής προέλευσης. Χρησιμοποιώντας τρόπους καθαρισμού του νερού, παρ'όλου που υπάρχουν ουσίες που δημιουργούν δυσάρεστη οσμή στο νερό, αυτές μειώνονται με την βοήθεια της στήλης καθαρισμού με ενεργό άνθρακα.

Καθώς περνάει το νερό από τη στήλη αυτή, οι προαναφερθέντες ουσίες συγκρατούνται στον ενεργό άνθρακα και το νερό που προκύπτει είναι καθαρό χωρίς αυτές. (Joshi & Amadi, 2013).

Η γεύση και η οσμή είναι δυο υποκειμενικές παράμετροι σχετικά με το νερό. Πέρα από αυτό όμως, αυτές οι παράμετροι έχουν μονάδες μέτρησης. Με αυτόν τον τρόπο, μονάδα μέτρησης της γεύσης υποστηρίζεται ότι είναι το κατώφλι γεύσης: T.T.N.= Threshold Taste Number, ενώ αντίστοιχα η μονάδα μέτρησης της οσμής είναι το κατώφλι οσμής: T.O.N.= Threshold Odor Number. Η σημείωση των αριθμών αυτών συμπεριλαμβάνει διαδοχικές αραιώσεις του, κάτω από ανάλυση δείγματος, με νερό άοσμο και άγευστο αντίστοιχα, μέχρι το σημείο εκείνο όπου δεν θα υπάρχει διαφορά στο αραιωμένο νερό και στο το νερό αραιώσης.

2. Το χρώμα: Σχετικά με το χρώμα του, το νερό σε μικρές μάζες έχει καθαρό και διαυγές χρώμα. Αν υπάρξει άλλο χρώμα αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν πιθανές προσμίξεις και συχνά χρησιμοποιείται ως «αχνηλάτης» για την προέλευσή του. Παραδείγματος χάρη κοκκινωπό χρώμα στο νερό υποδηλώνει μια ενδεχόμενη ένωση σιδήρου σε αυτό. Επιπρόσθετα, το χρώμα στο νερό μπορεί να οφείλεται σε κολλοειδή, σε διαλυμένες ουσίες φυσικής προέλευσης όπως

χουμικά οξέα, πλαγκτόν, τύρφη, μεταλλικά ιόντα σιδήρου ή μαγγανίου, όπως επίσης και σε τεχνητές χρωστικές ουσίες ή υγρά βιομηχανικά απόβλητα (Kuma & Puri, 2012). Για τον λόγο αυτό είναι αλήθεια ότι το χρώμα του νερού μπορεί να αποτελέσει και έμμεσο δείκτη βαθμού ρύπανσης, ο οποίος μπορεί να καθιστά το νερό ακατάλληλο για πόση (Joshi et al., 2018). Για να προσδιοριστεί η ένταση του χρώματος του νερού χρησιμοποιείται η συγκριτική οπτική μέθοδος (visual comparison method) ή η χρήση Φασματοφωτομέτρου (Spectrophotometric) (Trumbo et al., 2013).

3. Η θολερότητα: Σύμφωνα με τα παραπάνω το νερό στη καθαρή του μορφή είναι διαυγές και κρυστάλλινο σε μικρές μάζες. Όταν υπάρχει θολερότητα σε αυτό, η αιτία αυτού είναι οι ποικίλες προσμίξεις. Πιο συχνά γίνεται λόγος για τα στερεά οργανικά και ανόργανα σωματίδια τα οποία αιωρούνται στο νερό και έπειτα προκαλούν την θολερότητα του (Joshi & Amadi, 2013). Η υψηλή θολερότητα στα φυσικά νερά δεν είναι επιθυμητή καθώς αυξάνεται το κόστος και η δυσκολία καθαρισμού του νερού σε πορώδεις κλίνες διήθησης αλλά και η απολύμανσή του με χλώριο, όζον ή υπεριώδη ακτινοβολία (UV). Για να προσδιοριστεί η θολερότητα ελέγχεται η σκέδαση του φωτός από τα αιωρούμενα σωματίδια (νεφελομετρία). Μονάδα μέτρησης αυτής είναι: N.T.U. (Nefelometric Turbidity Units) (Mohamed et al., 2015). Όταν οι τιμές θολερότητας φαίνονται να είναι μεγαλύτερες από 10, το νερό είναι ακατάλληλο για πόση. Η μεγάλη τιμή θολερότητας σημαίνει ότι είναι μειωμένη η διέλευση του φωτός μέσα στο νερό ώστε να υπάρξει άμεσα μείωση της φωτοσύνθεσης. Η παραμετρική τιμή της θολερότητας σε νερά από εγκαταστάσεις επεξεργασίας είναι < 1 N.T.U. (Linke & Drusch, 2016). Οι οργανοληπτικές παράμετροι βοηθούν στον καλύτερο υπολογισμό της ποιότητας του νερού.

2.2.2 Φυσικοχημικές

Οι φυσικές παράμετροι ποιότητας του νερού περιλαμβάνουν τις εξής:

1. Θερμοκρασία: Αναφέρεται στη μέτρηση της θερμοκρασίας του νερού. Η θερμοκρασία μπορεί να επηρεάζει την επιβίωση των οργανισμών και την χημική δραστηριότητα του νερού.
2. pH: Αναφέρεται στο επίπεδο οξύτητας ή αλκαλικότητας του νερού. Το pH μετρά την υδρογόνονη ιοντισμένη συγκέντρωση στο νερό και εξαρτάται από την παρουσία οξέων ή βάσεων.

3. Αγωγιμότητα: Αναφέρεται στην ικανότητα το νερό να λειτουργεί ως καλός αγωγός για το ηλεκτρικό ρεύμα. Η αγωγιμότητα σχετίζεται με την παρουσία διαλυμένων ανόργανων αλάτων στο νερό.
4. Θερμοκρασία: Πολλές χημικές, βιολογικές και μη αντιδράσεις όπως και φυσικά φαινόμενα, για παράδειγμα η οξυγόνωση του νερού και η διαβίωση υδρόβιων οργανισμών, υπάρχει πιθανότητα να επηρεαστούν από τον παράγοντα της θερμοκρασίας. Τότε υπάρχει θερμική ρύπανση (Hosseini et al., 2013). Δηλαδή άνοδος θερμοκρασίας των νερών, κατά βάση των επιφανειακών, από αποχετεύσεις θερμών υδάτων που χρησιμοποιούνται ως νερά ψύξης εγκαταστάσεων ή βιομηχανιών (Tarras & Benjelloun, 2012). Το πόσιμο νερό έχει κανονικά περίπου θερμοκρασία 12ο C, ενώ σαν μέγιστη αποδεκτή ορίζεται αυτή των 25ο C (Nivaldo, 2012).

Οι παραπάνω παράμετροι είναι σημαντικές για την αξιολόγηση της φυσικής κατάστασης του νερού και τη δυνατότητα της χρήσης του για διάφορους σκοπούς. Η μέτρηση και η αξιολόγηση αυτών των παραμέτρων βοηθά στην προστασία της ανθρώπινης υγείας και την εξασφάλιση της ποιότητας του νερού.

Οι χημικές παράμετροι ποιότητας του νερού περιλαμβάνουν τις εξής:

1. Ανόργανα συστατικά: Περιλαμβάνουν άλατα και χημικά στοιχεία που μπορεί να βρίσκονται διαλυμένα στο νερό. Ορισμένα από αυτά περιλαμβάνουν:
 - Νιτρικά ιόντα (NO_3^-): Οι υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων μπορούν να υποδείξουν μόλυνση του νερού από γεωργικά λιπάσματα ή άλλες πηγές ρύπανσης.
 - Φωσφορικά ιόντα (PO_4^{3-}): Οι υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων μπορούν να προκαλέσουν αλγηδόνες και άλλες προβλήματα στην ποιότητα του νερού.
 - Σιδήρου (Fe): Υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου μπορούν να προκαλέσουν δυσάρεστη γεύση, οσμή και άλλα προβλήματα στο νερό.
2. Διαλυμένα αέρια: Αναφέρονται στα αέρια που βρίσκονται διαλυμένα στο νερό. Ορισμένα από αυτά περιλαμβάνουν:

- Οξυγόνο (O₂): Η παρουσία αρκετού οξυγόνου στο νερό είναι σημαντική για την υποστήριξη της ζωής των οργανισμών που ζουν σε υδάτινα περιβάλλοντα.
 - Διοξείδιο του άνθρακα (CO₂): Η παρουσία διοξειδίου του άνθρακα στο νερό μπορεί να επηρεάσει την οξύτητα του νερού και τη διάλυση ασβεστίου.
3. Οργανικές ενώσεις: Περιλαμβάνουν διάφορες οργανικές ενώσεις που μπορεί να βρίσκονται στο νερό, όπως παράσιτα, φυτοφάρμακα, φυτοτοξίνες και άλλες οργανικές χημικές ενώσεις.
 4. Βαρέα μέταλλα: Περιλαμβάνουν μέταλλα όπως μόλυβδος, κάδμιο, υδράργυρος, αρσενικό και άλλα. Υψηλές συγκεντρώσεις βαρέων μετάλλων μπορούν να είναι τοξικές για την υγεία των ανθρώπων και των οργανισμών που ζουν στο νερό.

Αυτές είναι μερικές από τις κύριες χημικές παραμέτρους που μελετώνται για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού. Οι παράμετροι ποιότητας μπορεί να διαφέρουν ανάλογα με τη χρήση του νερού και τις νομοθετικές απαιτήσεις της κάθε χώρας ή περιοχής.

2.2.3 Μικροβιολογικές

Οι μικροβιολογικές ιδιότητες των υδάτων αναφέρονται στην παρουσία και τη δραστηριότητα των μικροοργανισμών σε ένα ύδωρ περιβάλλον. Οι κύριοι μικροοργανισμοί που μπορεί να βρίσκονται στα ύδατα περιλαμβάνουν βακτήρια, ιούς, μύκητες, πρωτόζωα και άλγη. Ορισμένες βασικές μικροβιολογικές ιδιότητες των υδάτων περιλαμβάνουν:

- Βακτηριακή Κατανομή: Η παρουσία και η κατανομή βακτηρίων στα ύδατα είναι κρίσιμη για την αξιολόγηση της υγιεινής και της ποιότητας του νερού. Κάποια βακτηρίδια μπορεί να είναι επικίνδυνα για την ανθρώπινη υγεία.
- Ιολογική Κατανομή: Οι ιοί μπορεί να περιλαμβάνουν τους ιούς της ηπατίτιδας, τους ιούς των κολονιών και άλλους που μπορεί να επηρεάσουν την υγεία του ανθρώπου.
- Παρακολούθηση Παραμέτρων Υγιεινής: Η παρακολούθηση των παραμέτρων όπως η συνολική παρουσία μικροβίων, οι κολιφόρμες, και οι ενδείκτες υγιεινής, όπως το κολοβακτήριο *Escherichia coli*, μπορεί να δώσει πληροφορίες για το αν το νερό είναι ασφαλές για κατανάλωση.

- Μικροβιακή Κοινότητα: Η ανάλυση της δομής και της σύνθεσης της μικροβιακής κοινότητας στα ύδατα μπορεί να παράσχει πληροφορίες για την οικολογία και την υγεία του υδροβιότοπου.
- Παρακολούθηση Φυτοπλαγκτόν: Η παρουσία και η κατανομή των φυτοπλαγκτόν (άλγη) μπορεί να επηρεάσει τη διαφάνεια του νερού και την οικολογία του υδροβιότοπου.

Η παρακολούθηση αυτών των μικροβιολογικών ιδιοτήτων είναι σημαντική για την προστασία της υγείας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος.

Ειδικότερα:

Τα κολοβακτηρίδια (Coliforms) είναι μια ομάδα βακτηρίων που ζουν στο πεπτικό σύστημα πολλών θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων. Είναι ομόκεντρα (ομογενή) με τον θετικό όρο που σημαίνει ότι υπάρχουν παντού στο περιβάλλον. Καθώς τα κολοβακτηρίδια υπάρχουν σε μεγάλο αριθμό στα έντερα θηλαστικών, η ανίχνευσή τους σε ύδατα υποδεικνύει πιθανή ρύπανση από ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα (Σίσκος, και Σκούλλος 1992).

Το *Escherichia coli*, *E. coli*, είναι ένα είδος βακτηρίου που ανήκει στην οικογένεια των Enterobacteriaceae. Είναι ένα φυσιολογικό μέλος του εντέρου των θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων, και έχει σημαντικό ρόλο στις βιολογικές διεργασίες του πεπτικού συστήματος. Παρά τη φυσιολογική του παρουσία, ορισμένα στελέχη του *E. coli* μπορεί να είναι παθογόνα και να προκαλούν ασθένειες. Το στέλεχος O157:H7 είναι ιδιαίτερα γνωστό για την προκαλούμενη ασθένεια που ονομάζεται *E. coli* O157:H7. Η ανίχνευση του *E. coli* σε ύδατα χρησιμοποιείται ως δείκτης ρύπανσης. Η παρουσία του μπορεί να υποδεικνύει πιθανή παρουσία άλλων παθογόνων μικροοργανισμών που προέρχονται από ανθρώπινα ή ζωικά απόβλητα (Wang and Doyle, 1998).

Οι εντερόκοκκοι (Enterococci) είναι γένος βακτηρίων που ανήκουν στην οικογένεια των Enterococcaceae. Είναι βακτήρια που συναντώνται συχνά στα έντερα των θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένων των ανθρώπων, αλλά μπορεί να βρεθούν και σε άλλα περιβάλλοντα, όπως το έδαφος και τα ύδατα. Οι εντερόκοκκοι είναι φυσιολογικοί κάτοικοι του ανθρώπινου εντέρου και συμμετέχουν σε βιολογικές διεργασίες, όπως η διάσπαση των τροφών και η παραγωγή

βιταμινών. Αν και οι περισσότεροι εντερόκοκκοι είναι αβλαβείς, ορισμένοι τύποι μπορεί να προκαλέσουν λοιμώξεις (Murray et al., 2017).

Κοινοί αερόβιοι μικροοργανισμοί που μπορούν να αναπτύσσονται σε θερμοκρασίες 37°C και 22°C περιλαμβάνουν διάφορα βακτήρια και μύκητες. Η διάκριση αυτή σχετίζεται συχνά με τον τρόπο που τα εργαστήρια και οι κλινικοί επαγγελματίες καλλιεργούν και αναγνωρίζουν ανθρώπινα παθογόνα. Ακολουθούν μερικοί από αυτούς τους μικροοργανισμούς:

- Στους 37°C (Σώματος Θερμοκρασία):

Staphylococcus aureus: Ένα βακτήριο που μπορεί να προκαλέσει διάφορες λοιμώξεις, συμπεριλαμβανομένων των δερματικών λοιμώξεων και της δηλητηρίασης των τροφίμων.

Escherichia coli: Ένα βακτήριο που κανονικά ευρίσκεται στο εντερικό σύστημα των θηλαστικών. Ορισμένες στελέχσεις του μπορεί να προκαλέσουν νοσήματα.

Enterococcus faecalis: Ένα είδος εντερόκοκκου που επίσης βρίσκεται στο εντερικό σύστημα, αλλά ορισμένες φορές μπορεί να είναι παθογόνα.

- Στους 22°C:

Pseudomonas aeruginosa: Ένα βακτήριο που είναι συχνά ανθεκτικό σε αντιβιοτικά και μπορεί να προκαλέσει λοίμωξη σε ευαίσθητους ανθρώπους.

Acinetobacter baumannii: Ένα άλλο βακτήριο που είναι γνωστό για την ανθεκτικότητά του σε πολλά αντιβιοτικά και μπορεί να προκαλέσει λοίμωξη σε ασθενείς σε νοσοκομειακό περιβάλλον.

Candida albicans: Ένας μύκητας που μπορεί να προκαλέσει καντιντίαση, μια μορφή μυκητιάσεων, στον άνθρωπο.

Το *Clostridium perfringens* είναι ένα βακτήριο που ανήκει στο γένος *Clostridium*, το οποίο περιλαμβάνει πολλά είδη αερόβιων και αναερόβιων βακτηρίων, μερικά από τα οποία μπορεί να προκαλέσουν ασθένειες στον άνθρωπο.

Το *C. perfringens* είναι γνωστό για τον ρόλο του στην πρόκληση της περφορατίτιδας, μιας σοβαρής λοίμωξης που προκαλείται από τοξίνες που παράγονται από το βακτήριο. Παράγει διάφορους τύπους τοξινών, συμπεριλαμβανομένων των α-τοξίνης, β-τοξίνης, και εψιλον-τοξίνης, οι οποίες μπορούν να είναι επιβλαβείς για τα ιστά και τα κύτταρα του ανθρώπινου οργανισμού. Εκτός από την περφορατίτιδα, το *C. perfringens* μπορεί να προκαλέσει τοπικές λοιμώξεις, όπως την κλωστηρίδια εντερόκολιτιδα, καθώς και γαστρεντερίτιδα ανάλογα με το στέλεχος που παράγει τοξίνες. Ο *C. perfringens* είναι σημαντικό νοσογόνο βακτήριο και η πρόληψη των λοιμώξεών του περιλαμβάνει την υγιεινή, την ασφαλή μαγειρική, και την αποφυγή ακατάλληλων τροφίμων (Center for Disease Control and Prevention, 2015).

2.3 Μέθοδοι και Τεχνικές Δειγματοληψίας

Τα δείγματα πόσιμου νερού μπορεί να ληφθούν από το δίκτυο ύδρευσης, γεωτρήσεις, πηγάδια, από πηγές, από ποταμούς κ.ά.. Τα σημεία πλέγματος που χρησιμοποιούνται για τη δειγματοληψία πρέπει να είναι αμερόληπτα και να αντανakλούν το δίκτυο. Τα δείγματα πρέπει να συλλέγονται με αυτόν τον τρόπο, από τις δεξαμενές τροφοδοσίας, τα διάφορα σημεία διακλάδωσης του δικτύου τροφοδοσίας και τα σημεία τερματισμού του δικτύου όπου συσσωρεύεται συχνά νερό κατά τη συμφόρηση. Τα δείγματα συλλέγονται σε σκουρόχρωμες φιάλες που έχουν καθαριστεί προσεκτικά και ξεπλένονται πρώτα με κοινό νερό, μετά με αποσταγμένο νερό και στη συνέχεια αποστειρώνονται σε υγρό φούρνο στους 121°C για 30 λεπτά ή σε στεγνό φούρνο για μία ώρα (Μαυρίδου et al., 2014).

Εάν το νερό περιέχει χλώριο, χρησιμοποιούνται φιάλες που περιέχουν αναγωγικό παράγοντα συγκέντρωσης 18 mg/l. Επομένως, 0,1 ml του διαλύματος αναγωγικού παράγοντα 1,8 w/v πρέπει να προστεθεί για κάθε φιάλη των 100 ml πριν από την αποστείρωση. Οποιοδήποτε απολυμαντικό εξουδετερώνεται από το αναγωγικό υλικό, το οποίο επίσης προστατεύει από περαιτέρω αντιμικροβιακή δράση κατά τη μεταφορά του δείγματος. Ως αποτέλεσμα, η ποσότητα και η ποικιλία των προς αξιολόγηση μικροοργανισμών θα αντικατοπτρίζει με ακρίβεια τον πραγματικό μικροβιακό πληθυσμό του δείγματος (Voutchkova et al., 2018). Εάν το νερό έχει χαλκό ή άλλα βαρέα μέταλλα, προστίθεται EDTA στα μπουκάλια για να μειωθεί η τοξικότητά τους. Μέχρι να

χρησιμοποιηθεί, η φιάλη συλλογής δείγματος διατηρείται ερμητικά κλειστή. Για να αποφευχθεί η μόλυνση, το καπάκι αφαιρείται με εξαιρετική προσοχή. (Mavridou et al., 2014).

Για να αποφευχθεί η μόλυνση του δείγματος από σταγονίδια, δεν επιτρέπεται η ροή υψηλής πίεσης (Tyagi et al., 2013). Πριν από τη λήψη, το φίλτρο καθαρισμού νερού που έχει εγκατασταθεί στη βρύση πρέπει να αφαιρεθεί. Οι βρύσες από πλαστικό θα πρέπει να καθαρίζονται με μια μπατονέτα βουτηγμένη σε διάλυμα λευκαντικού του εμπορίου 1:10. Αφού αφήσετε το διάλυμα χλωρίου να δράσει για 3 λεπτά, το νερό αφήνεται να ρέει για 5 λεπτά. Στη συνέχεια γίνεται η συλλογή του δείγματος στη φιάλη.

Πριν από τη διεξαγωγή της μικροβιολογικής ανάλυσης, το μπουκάλι πρέπει να έχει ένα κενό τμήμα τουλάχιστον 2,5 cm, το οποίο πρέπει να αναμειγνύεται πριν τοποθετηθεί γρήγορα το πώμα. Είναι απαραίτητο να καθοριστεί και να καθοριστεί ο όγκος και ο ρυθμός ροής του νερού. Ένα δείγμα δεν μπορεί να έχει όγκο μικρότερο από 200 ml. Απαιτούνται 250 ml δείγματος για μια τακτική ανάλυση, ενώ τουλάχιστον 1 λίτρο δείγματος απαιτείται για την ανίχνευση επιβλαβών βακτηρίων. Στο μπουκάλι επικολλάται μια ετικέτα που περιλαμβάνει την ημερομηνία δειγματοληψίας, τη θέση συλλογής, το είδος της παραλαβής και άλλες σχετικές πληροφορίες (Μαυρίδου & Παπαπετρόπουλος, 1995). Τα δείγματα συνοδεύονται από ένα συγκεκριμένο Δελτίο Δειγματοληψίας που περιγράφει τις συνθήκες δειγματοληψίας και τα χαρακτηριστικά του δείγματος με περισσότερες λεπτομέρειες. Εάν τα μπουκάλια δεν μπορούν να παραδοθούν στο εργαστήριο εντός μιας ώρας, κρίνεται απαραίτητο να τοποθετηθούν σε φορητό ψυγείο για μεταφορά. Όταν τα δείγματα φτάνουν στο εργαστήριο, τοποθετούνται στο ψυγείο και, εάν είναι δυνατόν, καλλιεργούνται εντός δύο ωρών. Το διάστημα μεταξύ δειγματοληψίας και μικροβιολογικής ανάλυσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 24 ώρες και θα πρέπει να διατηρείται όσο το δυνατόν μικρότερο, ειδικά για δείγματα που είναι εξαιρετικά ευτροφικά ή μολυσμένα.

Η δειγματοληψία νερού πρέπει να γίνεται συχνά από τις βρύσες που υπάρχουν στις δεξαμενές συλλογής νερού και στους πυργίσκους τους, καθώς είναι εξαιρετικά επιρρεπείς στη ρύπανση. Το δείγμα πρέπει να συλλέγεται σε αποστειρωμένο φιαλίδιο χωρίς αναγωγικούς παράγοντες (Ramakrishnaiah et al., 2009). Η ποσότητα του παρεχόμενου νερού, ο όγκος του παρεχόμενου νερού, η ηλικία του δικτύου και το μέγεθος του πληθυσμού που καταναλώνει νερό είναι μερικές μόνο από τις μεταβλητές που επηρεάζουν τη συχνότητα λήψης δειγμάτων σε ένα δίκτυο ύδρευσης.

Οι επαγγελματίες υγείας με εξειδικευμένη εκπαίδευση θα απορρίψουν την υπόθεση. Ο αριθμός των δειγμάτων νερού που λαμβάνονται ετησίως σε δίκτυα χωρίς ιδιαίτερα προβλήματα εξαρτάται από τον πληθυσμό που εξυπηρετεί (Mavridou et al., 2014).

Υπάρχουν πολλές διαφορετικές μέθοδοι μικροβιολογικής ανάλυσης για το νερό που είναι διαθέσιμες στους ειδικούς, αλλά δύο χρησιμοποιούνται συχνά. Η μέθοδος φιλτραρίσματος μεμβράνης και η πολυάριθμη προσέγγιση σωλήνων είναι δύο παραδείγματα αυτών των μεθόδων. Στο Εργαστήριο χρησιμοποιείται η διήθηση δια μεμβρανών για όλες σχεδόν τις δοκιμές.

Η μέθοδος της διήθησης περιλαμβάνει 100ml νερού ή αραιώσεων ανάλογα με το επίπεδο ρύπανσης. Η μεμβράνη τοποθετείται στην επιφάνεια του θρεπτικού υποστρώματος ή απορροφητικού χαρτιού (Whatman paper no 1) κεκορεσμένου με εκλεκτικό θρεπτικό ζωμό. Τα τρυβλία επωάζονται στους $36^{\circ}\text{C} \pm 1/24$ h για τα ολικά κολοβακτηριοειδή και $44.5 \pm 0.2^{\circ}\text{C}/24$ h για τα κοπρανώδη κολοβακτηριοειδή και την *E. coli*. Σύμφωνα με τις οδηγίες του ISO η επώαση των μεμβρανών γίνεται υπό αερόβιες συνθήκες. Έχει όμως παρατηρηθεί ότι η επώαση σε αναερόβιες συνθήκες αναστέλλει την υπέρμετρη ανάπτυξη οξείδωσης θετικών βακτηρίων τα οποία υπερκαλύπτουν τις αποικίες των κολοβακτηριοειδών. Έχει ως προκαταρκτικό αποτέλεσμα την καταμέτρηση υπόπτων αποικιών: m-Endo : αποικίες κόκκινες με μεταλλική χροιά. Η μεταλλική χροιά μπορεί να καλύπτει όλη την αποικία ή μόνον το κέντρο ή την περιφέρεια. Οι mLSA είναι αποικίες κίτρινες, τα Lactose TTC με Tergitol είναι κίτρινες, πορτοκαλί ή κεραμιδί αποικίες, οι οποίες δημιουργούν κίτρινη άλω στην επιφάνεια του θρεπτικού υποστρώματος. Τα LES Endo agar είναι σκούρο κόκκινο χρώμα με μεταλλική χροιά και τα mFC είναι μπλε και γκρι-μπλε αποικίες. Για επιβεβαιωτική δοκιμή πραγματοποιείται ανακαλλιέργεια 5 τυπικών αποικιών σε σωλήνες που περιέχουν ζωμό Lauryl Tryptose με ανεστραμμένα σωληνάκια Durham ή άλλο θρεπτικό ζωμό για την ανίχνευση των ολικών κολοβακτηριοειδών. Επί θετικού αποτελέσματος συνεχίζεται η διαφοροποιητική δοκιμή (Μαυρίδου και συν., 2014).

2.4 Μονάδα Υγιεινής Νερών και Τροφίμων Πανεπιστημίου Ιωαννίνων

Το Εργαστήριο Υγιεινής και Επιδημιολογίας του τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων ιδρύθηκε το 1991 (ΦΕΚ 140/25-09-1991), είναι Κέντρο Αναφοράς Ελέγχου Νερών και Τροφίμων για την Υγειονομική Περιφέρεια Ηπείρου, Περιφέρεια Ιονίων Νήσων και ειδικά για την Κέρκυρα και τη Λευκάδα (αριθ. ΦΕΚ 960/9-9-98 τ. Β στο οποίο δημοσιεύθηκε η υπ'αριθ.

B1/οικ.5508/20-8-98 Υπουργική Απόφαση). Όλες οι αναλύσεις διεξάγονται στην Μονάδα Υγιεινής Νερών και Τροφίμων που ανήκει στο Εργαστήριο Υγιεινής και Επιδημιολογίας και στεγάζεται στην Ιατρική Σχολή του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Η Μονάδα Υγιεινής Νερών και Τροφίμων διαθέτει την τεχνογνωσία και τον απαιτούμενο τεχνολογικό εξοπλισμό (Εικόνα 5) για δειγματοληψία και διεξαγωγή μικροβιολογικών, φυσικοχημικών και χημικών αναλύσεων σε δείγματα οποιουδήποτε είδους νερού και είναι διαπιστευμένο σύμφωνα με το πλέον απαιτητικό σύστημα στο χώρο κατά ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025.

Όλες οι αναλύσεις διεξάγονται από εξειδικευμένο προσωπικό και σύμφωνα πάντα με την ελληνική νομοθεσία και τα ευρωπαϊκά νομοθετικά πλαίσια, διασφαλίζοντας έτσι την ποιότητα των δοκιμών και την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων. Το ΕΥΕ έχει καθιερώσει, εφαρμόζει και τηρεί ένα Σύστημα Διαχείρισης Ποιότητας κατάλληλο για το αντικείμενο των δραστηριοτήτων του, ώστε οι εργασίες και οι δοκιμές που πραγματοποιούνται να είναι σύμφωνες με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN ISO/IEC 17025:2005, τα κριτήρια και τους κανονισμούς του ΕΣΥΔ. Το ΕΥΕ τεκμηριώνει τις πολιτικές του, τα συστήματα, τα προγράμματα, τις διαδικασίες και τις οδηγίες στο βαθμό που είναι απαραίτητος για να διασφαλίζει την ποιότητα των αποτελεσμάτων των δοκιμών.

ΕΙΔΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 Αναγκαιότητα, Σημασία και Πρωτοτυπία της Έρευνας

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας σχετικά με την ανάλυση μικροβιολογικών παραγόντων των υδάτων αποτελεί πεδίο ενεργό πεδίο έρευνας και συνεχώς αναπτυσσόμενο. Στην Ελλάδα αλλά και η ανασκόπηση κατέδειξε αρκετές έρευνες με τη συγκεκριμένη θεματολογία. Μικρός αριθμός ερευνών έχει προχωρήσει στην ανάλυση δεδομένων με στόχο τη μικροβιολογία των υδάτων στη περιοχή της Βορειοδυτικής Ελλάδος. Η διαπίστωση όμως ότι το είναι αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας των πολιτών, επιτάσσει την ανάγκη για έρευνα που καλύπτει μια ευρεία γκάμα θεμάτων, συμπεριλαμβανομένων των βακτηρίων, ιών, μυκήτων και άλλων μικροοργανισμών που ενδέχεται να παρεμβαίνουν στην ποιότητα των υδάτων. Ακόμα με την μεγέθυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων καθώς και με την μελλοντική προσπάθεια εξόρυξης υδρογονανθράκων στη βορειοδυτική Ελλάδα εντείνεται η αναγκαιότητα της πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας. Τέλος η πρόσβαση σε ένα τόσο μεγάλο όγκο δεδομένων καθιστά την εργασία πρωτότυπη και τα αποτελέσματα αυτής σημαντικά.

3.2 Σκοπός και στόχοι έρευνας

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η καταγραφή και η διερεύνηση των δεδομένων που σχετίζονται με το σύνολο των μικροβιολογικών παραγόντων των υδάτων στην περιοχή της βορειοδυτικής Ελλάδας. Ακόμα μέσα από την καταγραφή και ανάλυση αυτών των δεδομένων θα γίνει μία συγκεντρωτική παρατήρηση συμπεριλαμβανομένων των βακτηρίων, ιών, μυκήτων και άλλων μικροοργανισμών που ενδέχεται να παρεμβαίνουν στην ποιότητα των υδάτων.

3.3 Ερευνητικά Ερωτήματα

Ο σκοπός της έρευνας καθώς και η στοχοθεσία της, δημιούργησαν τα παρακάτω ερευνητικά ερωτήματα:

Ποια τα περιγραφικά στοιχεία των μικροβιολογικών ιδιοτήτων των υδάτων σε 8 διαφορετικούς δήμους της βορειοδυτικής Ελλάδος;

Υπάρχουν διαφορές στη μέση συγκέντρωση των μικροβιολογικών ιδιοτήτων των υδάτων του εκάστοτε δήμου ανά έτος;

Υπάρχουν διαφορές στη μέση συγκέντρωση των μικροβιολογικών ιδιοτήτων των υδάτων του εκάστοτε δήμου ανά εποχή;

3.4 Μεθοδολογία έρευνας

Για την υλοποίηση του σκοπού της μελέτης έγινε επεξεργασία δεδομένων τα οποία προήλθαν από τα αποθηκευμένα αρχεία των ετών 2013 έως 2017 της Μονάδας Υγιεινής Νερών και Τροφίμων του Εργαστηρίου Υγιεινής και Επιδημιολογίας του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Αφού απομονώθηκαν οι υπό μελέτη περιοχές χωρίστηκαν στους εξής δήμους: Νήσος Σκορπιού, Ακτίου- Βόνιτσας, Ζαγόρι, Μέτσοβο, Ξυρομέρου, Πύδνας-Κολινδρου, Πωγώνι και Σουλίου που στις αναλύσεις θα αναφέρονται ως περιοχή 1 έως 8 αντίστοιχα.

Τα αρχεία του εργαστηρίου περιέχουν τις εξής μικροβιολογικές παραμέτρους: Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h, Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h, Ολικά κολοβακτηριοειδή, E.coli, Εντερόκοκκοι, Intestinal Enterococci, Clostridium perfringens, Pseudomonas aeruginosa. Τα δεδομένα προέρχονται από δείγματα νερού τόσο του δικτύου ύδρευσης των περιοχών όσο και από διάφορες γεωτρήσεις που χρησιμοποιούνται για την ύδρευση των περιοχών.

3.5 Στατιστική Ανάλυση

Αφού συλλεχτήκαν τα δεδομένα ψηφιοποιήθηκαν και εισήχθησαν στο στατιστικό πρόγραμμα IBM SPSS Statistics Version 20.0. Δημιουργήθηκαν διαφορετικές βάσεις δεδομένων για τις μικροβιολογικές παραμέτρους. Χρησιμοποιήθηκαν μέτρα θέσης όπως η μέση τιμή, και μέτρα διασποράς όπως η τυπική απόκλιση. Για τον έλεγχο σύγκρισης των μέσων τιμών συγκέντρωσης

χρησιμοποιήθηκαν τα κατάλληλα παραμετρικά και μη παραμετρικά τεστ όπως one way anova και Kruskal Wallis αντίστοιχα.

4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

4.1 Ανάλυση

Αρχικά έγινε ανάλυση των μικροβιολογικών παραμέτρων για κάθε μια από τις οκτώ υπό μελέτη περιοχές ανά εποχή και ανά έτος.

Για τη περιοχή 1(Πίνακας 1) οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι:

- για τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h και τα κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h βρέθηκε το Καλοκαίρι του 2013 με MO 861,86 CFU/ml και TA 351,350 CFU/ml και MO 863,57CFU/ml και TA 347,15 CFU/ml αντίστοιχα.
- για τα ολικά κολοβακτηρίδια βρέθηκε το Καλοκαίρι του 2013 με MO 175,54 CFU/100ml και TA 150,338 CFU/100ml.
- για E.coli βρέθηκε το Χειμώνα του 2016 με MO 117,65 CFU/100ml και TA 485,07 CFU/100ml.
- για τους εντερόκοκκους βρέθηκε το καλοκαίρι του 2013 με MO 95,38 CFU/100ml και TA 18,960 CFU/100ml
- για Intestinal Enterococci βρέθηκε το καλοκαίρι του 2013 με MO 61,54 CFU/100ml και TA 112,09 CFU/100ml.
- για Pseudomonas aeruginosa βρέθηκε το φθινόπωρο του 2013 με MO 7,50 CFU/100ml και TA 175,176 CFU/100ml

Πίνακας 1. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 1

| Έτος | Εποχή | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci | Pseudomonas aeruginosa |
|------|-----------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------|--------|--------------|---------------------------|---------------------------|
| 2013 | Χειμώνας | Mean | 233,33 | 233,33 | 30,00 | ,00 | ,00 | ,00 | 3,67 |
| | | N | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Std. | 251,661 | 251,661 | 32,787 | ,000 | ,000 | ,000 | 6,351 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | 861,86 | 863,57 | 175,54 | 74,38 | 95,38 | 61,54 | 33,85 |
| | | N | 14 | 14 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. | 351,350 | 347,150 | 150,338 | 62,237 | 184,960 | 112,090 | 74,067 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | 204,88 | 208,00 | 30,88 | ,00 | 2,50 | 2,50 | 75,50 |
| | | N | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| | | Std. | 347,392 | 345,443 | 68,880 | ,000 | 4,899 | 4,899 | 175,176 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Total | Mean | 576,20 | 578,16 | 109,13 | 40,29 | 52,50 | 34,17 | 43,96 |
| | | N | 25 | 25 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | | Std. | 464,326 | 461,968 | 137,000 | 58,773 | 141,862 | 86,528 | 113,229 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| 2014 | Χειμώνας | Mean | 38,50 | 45,75 | 3,50 | 6,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 |
| | | Std. | 77,000 | 91,500 | 7,000 | 13,416 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | 527,33 | 378,17 | 28,33 | ,00 | ,00 | ,00 | 26,17 |
| | | N | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |

| | | | | | | | | | |
|------|-----------|-----------|---------|---------|--------|--------|-------|-------|--------|
| 2015 | Φθινόπωρο | Std. | 413,331 | 367,369 | 31,220 | ,000 | ,000 | ,000 | 27,007 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | | Mean | 103,73 | 105,93 | 13,87 | 8,00 | 2,33 | 1,87 | 18,33 |
| | | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | | Std. | 174,597 | 173,842 | 20,587 | 30,984 | 9,037 | 7,230 | 42,998 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Total | Mean | 194,96 | 161,64 | 15,68 | 5,77 | 1,40 | 1,12 | 17,28 |
| | | N | 25 | 25 | 25 | 26 | 25 | 25 | 25 |
| | | Std. | 301,687 | 250,382 | 22,874 | 24,029 | 7,000 | 5,600 | 36,064 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Χειμώνας | Mean | 5,00 | 6,33 | 3,67 | 30,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| | | Std. | 8,660 | 10,970 | 6,351 | 60,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Άνοιξη | Mean | ,69 | 1,46 | 1,54 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. | 2,496 | 5,270 | 3,479 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | 5,08 | 6,15 | 3,54 | ,00 | ,08 | ,08 | ,00 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. | 13,823 | 16,380 | 10,461 | ,000 | ,277 | ,277 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Std. | . | . | . | . | . | . | . |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Total | Mean | 3,00 | 3,93 | 2,57 | 3,87 | ,03 | ,03 | ,00 |
| | | N | 30 | 30 | 30 | 31 | 30 | 30 | 30 |
| | | Std. | 9,584 | 11,700 | 7,370 | 21,553 | ,183 | ,183 | ,000 |

| | | Deviation | | | | | | | |
|------|-----------|-----------|--------|--------|--------|---------|------|------|-------|
| 2016 | Χειμώνας | Mean | 39,81 | 43,44 | 13,62 | 117,65 | ,00 | ,00 | ,56 |
| | | N | 16 | 16 | 16 | 17 | 16 | 16 | 16 |
| | | Std. | 83,417 | 87,040 | 27,413 | 485,071 | ,000 | ,000 | 1,788 |
| | Deviation | | | | | | | | |
| | Άνοιξη | Mean | 31,82 | 34,06 | 21,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | | Std. | 24,699 | 28,086 | 17,639 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Deviation | | | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | ,44 | ,69 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | | Std. | 1,750 | 2,750 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Deviation | | | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | 67,75 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 7 | 7 | 7 | 8 | 7 | 7 | 7 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | 191,626 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Deviation | | | | | | | | |
| | Total | Mean | 21,16 | 22,95 | 10,27 | 43,83 | ,00 | ,00 | ,16 |
| | | N | 56 | 56 | 56 | 58 | 56 | 56 | 56 |
| | | Std. | 48,932 | 51,664 | 19,453 | 270,878 | ,000 | ,000 | ,968 |
| | Deviation | | | | | | | | |
| 2017 | Χειμώνας | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Deviation | | | | | | | | |
| | Άνοιξη | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | 5,53 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 14 | 14 | 14 | 15 | 14 | 14 | 14 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | 21,431 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Deviation | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|
| Total | Καλοκαιρι | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Total | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | 1,93 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 42 | 42 | 42 | 43 | 42 | 42 | 42 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | 12,657 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| Total | Χειμώνας | Mean | 41,83 | 44,36 | 9,25 | 55,13 | ,00 | ,00 | ,56 |
| | | N | 36 | 36 | 36 | 39 | 36 | 36 | 36 |
| | | Std. | 104,290 | 106,481 | 21,599 | 320,229 | ,000 | ,000 | 2,157 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Άνοιξη | Mean | 12,50 | 13,59 | 8,57 | 1,84 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 44 | 44 | 44 | 45 | 44 | 44 | 44 |
| | | Std. | 21,665 | 23,906 | 14,802 | 12,373 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Καλοκαιρι | Mean | 235,43 | 222,31 | 39,03 | 15,11 | 19,39 | 12,52 | 9,33 |
| | | N | 65 | 65 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| | | Std. | 413,192 | 401,785 | 96,401 | 40,591 | 89,508 | 54,913 | 36,277 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | 96,82 | 98,58 | 13,79 | 19,47 | 1,67 | 1,45 | 26,64 |
| | | N | 33 | 33 | 33 | 34 | 33 | 33 | 33 |
| | | Std. | 213,557 | 213,027 | 36,819 | 94,592 | 6,498 | 5,397 | 91,501 |
| | | Deviation | | | | | | | |
| | Total | Mean | 115,47 | 111,79 | 20,69 | 21,22 | 7,32 | 4,80 | 8,45 |

| | | | | | | | |
|-----------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|
| N | 178 | 178 | 177 | 182 | 177 | 177 | 177 |
| Std. | 285,184 | 277,120 | 62,562 | 155,326 | 54,395 | 33,450 | 45,686 |
| Deviation | | | | | | | |

Για τη περιοχή 2 (Πίνακας 2) οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι:

- για τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h και τα κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h βρέθηκε το Χειμώνα του 2017 με MO 30,15CFU/ml και TA 61,129 CFU/ml και MO 24,85CFU/ml και TA 55,397 CFU/ml αντίστοιχα
- για τα ολικά κολοβακτηρίδια η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρέθηκε το Φθινόπωρο του 2015 με MO 40,05 CFU/100ml και TA 99,262 CFU/100ml.
- για E.coli η μεγαλύτερη βρέθηκε το Φθινόπωρο του 2016 με MO 32,46 CFU/100ml και TA 84,942CFU/100ml.
- Για τους εντερόκοκκους αυτή βρέθηκε το φθινόπωρο του 2016 με MO 8,51 CFU/100ml και TA 26,735CFU/100ml
- για Intestinal Enterococci το καλοκαίρι του 2016 με MO 2,93 CFU/100ml και TA 5,7969 CFU/100ml.
- δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα για τη συγκέντρωση *Pseudomonas aeruginosa*

Πίνακας 2. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 2

| Έτος | Εποχή | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci |
|------|-----------|----------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------|--------------|---------------------------|
| 2015 | Χειμώνας | Mean | 17,46 | 21,46 | 20,77 | 4,38 | 4,00 | 1,69 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. Deviation | 27,214 | 35,524 | 33,302 | 9,134 | 10,360 | 4,070 |
| | Άνοιξη | Mean | 2,80 | 3,40 | 2,20 | 1,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | | Std. Deviation | 6,261 | 7,603 | 4,919 | 2,236 | ,000 | ,000 |
| | Καλοκαίρι | Mean | ,00 | ,00 | 27,50 | 5,21 | 2,57 | 2,57 |
| | | N | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 44,169 | 10,289 | 5,880 | 5,880 |
| | Φθινόπωρο | Mean | 7,43 | 8,11 | 40,05 | 9,91 | 1,48 | 1,48 |
| | | N | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 | 44 |
| | | Std. Deviation | 31,448 | 33,107 | 99,262 | 30,912 | 3,788 | 3,788 |
| | Total | Mean | 7,47 | 8,59 | 31,95 | 7,51 | 2,01 | 1,62 |
| | | N | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 |
| | | Std. Deviation | 26,772 | 29,628 | 79,301 | 24,263 | 5,707 | 4,150 |
| 2016 | Χειμώνας | Mean | 9,59 | 15,71 | 12,76 | 4,35 | 3,18 | 1,41 |
| | | N | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | | Std. Deviation | 14,014 | 31,941 | 17,272 | 8,725 | 9,112 | 3,589 |
| | Άνοιξη | Mean | 21,38 | ,00 | 2,77 | ,77 | ,00 | ,00 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. Deviation | 23,128 | ,000 | 4,640 | 1,878 | ,000 | ,000 |
| | Καλοκαίρι | Mean | ,00 | ,00 | 21,55 | 6,34 | 2,93 | 2,93 |
| | | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 31,710 | 11,030 | 5,769 | 5,769 |

| | | | | | | | | |
|-------|-----------|----------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| 2017 | Φθινόπωρο | Mean | 10,72 | 13,62 | 32,46 | 8,51 | 1,28 | 1,28 |
| | | N | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| | | Std. Deviation | 42,275 | 53,721 | 84,942 | 26,735 | 3,300 | 3,300 |
| | Total | Mean | 9,18 | 9,29 | 24,10 | 6,62 | 1,79 | 1,55 |
| | | N | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 | 124 |
| | | Std. Deviation | 32,320 | 40,980 | 64,252 | 20,398 | 5,009 | 3,958 |
| | Χειμώνας | Mean | 30,15 | 24,85 | 2,46 | 1,92 | 1,23 | 1,69 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. Deviation | 61,219 | 55,397 | 4,772 | 6,934 | 3,876 | 4,070 |
| | Total | Mean | 30,15 | 24,85 | 2,46 | 1,92 | 1,23 | 1,69 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. Deviation | 61,219 | 55,397 | 4,772 | 6,934 | 3,876 | 4,070 |
| Total | Χειμώνας | Mean | 18,19 | 20,21 | 12,07 | 3,63 | 2,84 | 1,58 |
| | | N | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | | Std. Deviation | 37,837 | 40,514 | 22,118 | 8,238 | 8,237 | 3,794 |
| | Άνοιξη | Mean | 16,22 | ,94 | 2,61 | ,83 | ,00 | ,00 |
| | | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| | | Std. Deviation | 21,452 | 4,007 | 4,578 | 1,917 | ,000 | ,000 |
| | Καλοκαίρι | Mean | ,00 | ,00 | 23,49 | 5,98 | 2,81 | 2,81 |
| | | N | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 | 43 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 35,807 | 10,685 | 5,737 | 5,737 |
| | Φθινόπωρο | Mean | 9,39 | 11,39 | 35,52 | 9,07 | 1,36 | 1,36 |
| | | N | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 | 109 |
| | | Std. Deviation | 38,151 | 46,411 | 90,623 | 28,364 | 3,489 | 3,489 |
| | Total | Mean | 9,85 | 9,99 | 25,58 | 6,65 | 1,84 | 1,58 |
| | | N | 213 | 213 | 213 | 213 | 213 | 213 |
| | | Std. Deviation | 33,156 | 38,382 | 68,336 | 21,308 | 5,193 | 4,015 |

Για τη περιοχή 3 (Πίνακας 3) οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι:

- για τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h και τα κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h βρέθηκε το καλοκαίρι του 2014 με MO 34,06 CFU/ml και TA 45,336 CFU/ml και MO 42,68CFU/ml και TA 57,386 CFU/ml αντίστοιχα.
- για τα ολικά κολοβακτηρίδια η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρέθηκε την άνοιξη του 2016 με MO 69,08 CFU/100ml και TA 62,981CFU/100ml.
- για E.coli η μεγαλύτερη βρέθηκε επίσης την άνοιξη του 2016 με MO 16,38 CFU/100ml και TA 13,232 CFU/100ml.
- για τους εντερόκοκκους βρέθηκε πάλι την άνοιξη του 2016 με MO 16,77 CFU/100ml και TA 30,070 CFU/100ml
- για Intestinal Enterococci ομοίως την άνοιξη του 2016 με MO 15,38 CFU/100ml και TA 28,233CFU/100ml.
- δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα για τη συγκέντρωση *Pseudomonas aeruginosa*

Πίνακας 3. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 3

| Έτος | Εποχή | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci |
|------|-----------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------|--------------|---------------------------|
| 2013 | Καλοκαίρι | Mean | ,00 | ,00 | 11,21 | 2,93 | 4,79 | 4,36 |
| | | N | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | 11,716 | 4,287 | 5,646 | 4,749 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Total | Mean | ,00 | ,00 | 11,21 | 2,93 | 4,79 | 4,36 |
| | | N | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | 11,716 | 4,287 | 5,646 | 4,749 |
| | | Deviation | | | | | | |
| 2014 | Καλοκαίρι | Mean | 34,06 | 42,68 | 41,21 | 10,71 | 3,35 | 3,35 |
| | | N | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 | 34 |
| | | Std. | 45,336 | 57,386 | 41,423 | 15,832 | 7,307 | 7,307 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | 31,05 | 18,67 | 13,23 | 6,23 | 1,53 | 1,18 |
| | | N | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | | Std. | 24,270 | 25,895 | 21,204 | 10,366 | 1,664 | 1,567 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Total | Mean | 32,43 | 29,70 | 26,08 | 8,28 | 2,36 | 2,18 |
| | | N | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 | 74 |
| | | Std. | 35,300 | 44,631 | 34,828 | 13,258 | 5,143 | 5,161 |
| | | Deviation | | | | | | |
| 2015 | Χειμώνας | Mean | 2,54 | ,00 | 1,77 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |

| | | | | | | | | |
|------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2016 | Άνοιξη | Std. | 9,153 | ,000 | 6,379 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | 6,23 | ,00 | 5,31 | ,15 | ,00 | ,00 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. | 22,465 | ,000 | 19,137 | ,555 | ,000 | ,000 |
| | Φθινόπωρο | Mean | 8,50 | ,00 | 6,94 | ,13 | ,13 | ,13 |
| | | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | | Std. | 16,448 | ,000 | 13,606 | ,500 | ,500 | ,500 |
| | Total | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 5,21 | ,00 | 4,23 | ,08 | ,04 | ,04 |
| | | N | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 | 48 |
| | | Std. | 15,684 | ,000 | 13,029 | ,404 | ,289 | ,289 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Χειμώνας | Mean | ,00 | ,00 | 25,43 | 6,38 | 3,57 | 3,57 |
| | | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | 15,526 | 6,734 | 4,935 | 4,935 |
| | Άνοιξη | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 2,46 | 1,85 | 69,08 | 16,38 | 16,77 | 15,38 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | Καλοκαίρι | Std. | 8,875 | 6,656 | 62,981 | 13,232 | 30,070 | 28,233 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 10,55 | 8,35 | 21,30 | 3,40 | 3,40 | 3,40 |
| | | N | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| | | Std. | 17,046 | 12,991 | 17,989 | 5,471 | 7,294 | 7,294 |

| | | | | | | | | |
|------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2017 | Φθινόπωρο | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | ,00 | ,00 | 6,50 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | Total | Std. | ,000 | ,000 | 13,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 4,19 | 3,29 | 32,48 | 7,16 | 6,22 | 5,91 |
| | | N | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 | 58 |
| | | Std. | 11,663 | 8,933 | 38,097 | 9,536 | 15,815 | 14,874 |
| | Χειμώνας | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 27,18 | ,00 | 24,59 | 3,06 | 2,71 | ,41 |
| | | N | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | Άνοιξη | Std. | 28,463 | ,000 | 28,456 | 10,152 | 9,439 | 1,278 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | ,82 | ,53 | 9,65 | 2,12 | 1,24 | 1,24 |
| | Καλοκαίρι | N | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | | Std. | 3,395 | 2,183 | 11,101 | 2,934 | 1,786 | 1,786 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | ,00 | ,00 | 22,65 | 2,94 | ,35 | ,35 |
| | | N | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | 18,221 | 5,782 | ,786 | ,786 |
| | Total | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 5,86 | 31,77 | 20,82 | 1,00 | ,18 | ,18 |
| | | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| | Total | Std. | 16,935 | 96,176 | 25,655 | 4,265 | ,588 | ,588 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 8,29 | 9,70 | 19,52 | 2,19 | 1,05 | ,52 |
| | Total | N | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 |
| | | Std. | 19,536 | 53,964 | 22,472 | 6,188 | 4,663 | 1,215 |
| | | Deviation | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Total | Χειμώνας | Mean | 9,71 | ,00 | 19,12 | 3,65 | 2,37 | 1,61 |
| | | N | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 | 51 |
| | | Std. | 20,882 | ,000 | 21,690 | 7,605 | 6,353 | 3,612 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Άνοιξη | Mean | 1,28 | ,92 | 29,50 | 6,92 | 6,64 | 6,14 |
| | | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | | Std. | 5,760 | 4,232 | 48,360 | 10,800 | 19,270 | 18,018 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | 14,80 | 16,51 | 24,88 | 5,36 | 2,60 | 2,54 |
| | | N | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 | 98 |
| | | Std. | 32,128 | 39,125 | 30,673 | 10,746 | 5,981 | 5,854 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | 18,38 | 17,63 | 13,71 | 3,33 | ,82 | ,65 |
| | | N | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 | 82 |
| | | Std. | 23,787 | 53,409 | 21,287 | 8,043 | 1,398 | 1,261 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Total | Mean | 13,10 | 11,60 | 20,97 | 4,62 | 2,55 | 2,27 |
| | | N | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 | 267 |
| | | Std. | 25,803 | 38,608 | 30,160 | 9,468 | 8,560 | 7,817 |
| | | Deviation | | | | | | |

Για τη περιοχή 4 (Πίνακας 4) οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι:

- για τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h και τα κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h βρέθηκε το χειμώνα του 2017 και το χειμώνα του 2014 με MO 36,04 CFU/ml και TA 31,379 CFU/ml και MO 31,92 CFU/ml και TA 52,536 CFU/ml αντίστοιχα.
- για τα ολικά κολοβακτηρίδια βρέθηκε το χειμώνα του 2017 με MO 36,96 CFU/100ml και TA 33,826 CFU/100ml.
- για E.coli βρέθηκε επίσης το χειμώνα του 2014 με MO 8,92 CFU/100ml και TA 17,618 CFU/100ml.
- για τους εντερόκοκκων αυτή βρέθηκε πάλι το χειμώνα του 2014 με MO 6,31 CFU/100ml και TA 13,256 CFU/100ml
- για Intestinal Enterococci ομοίως την άνοιξη του 2016 με MO 6,31 CFU/100ml και TA 13,256 CFU/100ml.
- δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα για τη συγκέντρωση *Pseudomonas aeruginosa*

Πίνακας 4. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 4

| Έτος | Εποχή | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci |
|------|-----------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------|--------------|---------------------------|
| 2014 | Χειμώνας | Mean | 25,69 | 31,92 | 26,31 | 8,92 | 6,31 | 6,31 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. Deviation | 39,913 | 52,536 | 44,882 | 17,618 | 13,256 | 13,256 |
| | Total | Mean | 25,69 | 31,92 | 26,31 | 8,92 | 6,31 | 6,31 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. Deviation | 39,913 | 52,536 | 44,882 | 17,618 | 13,256 | 13,256 |
| 2015 | Χειμώνας | Mean | 11,95 | 15,21 | 22,53 | 2,63 | ,89 | ,89 |
| | | N | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| | | Std. Deviation | 13,373 | 19,401 | 17,952 | 3,370 | 1,629 | 1,629 |
| | Ανοιξη | Mean | ,00 | ,00 | 26,63 | 2,50 | ,63 | ,63 |
| | | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 34,471 | 7,755 | 1,455 | 1,455 |
| | Total | Mean | 6,49 | 8,26 | 24,40 | 2,57 | ,77 | ,77 |
| | | N | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| | | Std. Deviation | 11,452 | 16,074 | 26,441 | 5,705 | 1,536 | 1,536 |
| 2016 | Φθινόπωρο | Mean | ,00 | ,00 | 18,30 | 1,93 | ,45 | ,40 |
| | | N | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 22,091 | 5,418 | 1,663 | 1,646 |
| | Total | Mean | ,00 | ,00 | 18,30 | 1,93 | ,45 | ,40 |
| | | N | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 22,091 | 5,418 | 1,663 | 1,646 |
| 2017 | <u>Χειμώνας</u> | Mean | <u>36,04</u> | ,00 | <u>36,96</u> | 1,28 | <u>1,00</u> | 1,00 |

| | | | | | | | | |
|-------|----------------|----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Total | Total | N | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | | Std. Deviation | 31,379 | ,000 | 33,826 | 2,301 | 2,646 | 2,646 |
| | | Mean | 36,04 | ,00 | 36,96 | 1,28 | 1,00 | 1,00 |
| | | N | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| | | Std. Deviation | 31,379 | ,000 | 33,826 | 2,301 | 2,646 | 2,646 |
| | Χειμώνας | Mean | 25,65 | 12,35 | 29,72 | 3,47 | 2,18 | 2,18 |
| | | N | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 | 57 |
| | Άνοιξη | Std. Deviation | 30,541 | 29,534 | 32,700 | 9,040 | 6,830 | 6,830 |
| | | Mean | ,00 | ,00 | 26,63 | 2,50 | ,63 | ,63 |
| | Φθινόπωρο | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 34,471 | 7,755 | 1,455 | 1,455 |
| | Φθινόπωρο | Mean | ,00 | ,00 | 18,30 | 1,93 | ,45 | ,40 |
| | | N | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| | Total | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 22,091 | 5,418 | 1,663 | 1,646 |
| | | Mean | 12,94 | 6,23 | 25,24 | 2,79 | 1,35 | 1,33 |
| Total | N | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | |
| | Std. Deviation | 25,145 | 21,785 | 29,856 | 7,723 | 5,028 | 5,029 | |

Για τη περιοχή 5 (Πίνακας 5) οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι:

- για τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h και τα κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h βρέθηκε το χειμώνα του 2017 με MO 20,62 CFU/ml και TA 21,337 CFU/ml και MO 15,31 CFU/ml και TA 17,221 CFU/ml αντίστοιχα.
- για τα ολικά κολοβακτηρίδια βρέθηκε το καλοκαίρι του 2015 με MO 23,68 CFU/100ml και TA 30,203 CFU/100ml.
- για E.coli βρέθηκε την άνοιξη του 2017 με MO 16 CFU/100ml και TA 32 CFU/100ml.
- για τους εντερόκοκκων αυτή βρέθηκε πάλι το καλοκαίρι του 2016 με MO 3,76 CFU/100ml και TA 10,580 CFU/100ml
- για Intestinal Enterococci ομοίως την άνοιξη του 2017 με MO 2 CFU/100ml και TA 4 CFU/100ml.
- δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα για τη συγκέντρωση *Pseudomonas aeruginosa*

Πίνακας 5. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 5

| Έτος | Εποχή | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci |
|------|-----------|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------|--------------|---------------------------|
| 2015 | Καλοκαίρι | Mean | ,00 | ,00 | 23,68 | 5,11 | ,68 | ,00 |
| | | N | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 30,203 | 8,471 | 2,540 | ,000 |
| | Total | Mean | ,00 | ,00 | 23,68 | 5,11 | ,68 | ,00 |
| | | N | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 30,203 | 8,471 | 2,540 | ,000 |
| 2016 | Χειμώνας | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Std. Deviation | . | . | . | . | . | . |
| | Καλοκαίρι | Mean | ,00 | ,00 | 20,12 | 5,18 | 3,76 | 3,71 |
| | | N | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 30,280 | 9,958 | 10,580 | 10,355 |
| | Total | Mean | ,00 | ,00 | 19,00 | 4,89 | 3,56 | 3,50 |
| | | N | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 | 18 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 29,756 | 9,737 | 10,303 | 10,083 |
| 2017 | Χειμώνας | Mean | 20,62 | 15,31 | 11,69 | 2,31 | 1,69 | 1,69 |
| | | N | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| | | Std. Deviation | 21,337 | 17,221 | 14,980 | 4,939 | 3,351 | 3,351 |
| | Άνοιξη | Mean | ,00 | ,00 | 16,00 | 3,00 | 2,00 | 2,00 |
| | | N | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 32,000 | 6,000 | 4,000 | 4,000 |
| | Καλοκαίρι | Mean | 15,00 | 10,90 | 5,70 | ,00 | ,00 | ,00 |

| | | | | | | | | |
|-------|-----------|----------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|
| Total | Φθινόπωρο | N | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| | | Std. Deviation | 25,560 | 18,095 | 9,262 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Mean | 6,80 | 3,33 | 3,27 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | | Std. Deviation | 14,214 | 11,824 | 8,697 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Mean | 12,38 | 8,52 | 7,67 | 1,00 | ,71 | ,71 |
| | Total | N | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| | | Std. Deviation | 19,879 | 15,470 | 14,325 | 3,364 | 2,288 | 2,288 |
| | | Mean | 19,14 | 14,21 | 10,86 | 2,14 | 1,57 | 1,57 |
| | | N | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | | Std. Deviation | 21,227 | 17,044 | 14,728 | 4,786 | 3,251 | 3,251 |
| | | Mean | ,00 | ,00 | 16,00 | 3,00 | 2,00 | 2,00 |
| | Άνοιξη | N | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | Std. Deviation | ,000 | ,000 | 32,000 | 6,000 | 4,000 | 4,000 |
| | | Mean | 3,26 | 2,37 | 18,46 | 4,02 | 1,67 | 1,37 |
| | | N | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 | 46 |
| | | Std. Deviation | 13,031 | 9,282 | 27,510 | 8,280 | 6,713 | 6,434 |
| | | Mean | 6,80 | 3,33 | 3,27 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | Καλοκαίρι | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | | Std. Deviation | 14,214 | 11,824 | 8,697 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | | Mean | 6,58 | 4,53 | 14,10 | 2,87 | 1,35 | 1,18 |
| | | N | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 | 79 |
| | | Std. Deviation | 15,696 | 12,005 | 23,697 | 6,871 | 5,369 | 5,158 |

Για τη περιοχή 6 (Πίνακας 6) οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι:

- για τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h και τα κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h βρέθηκε το χειμώνα του 2017 με MO 71 CFU/ml και MO 64 CFU/ml αντίστοιχα.
- για τα ολικά κολοβακτηρίδια η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρέθηκε το χειμώνα του 2017 με MO 86 CFU/100ml.
- για τη συγκέντρωση E.coli, εντερόκοκκων , Intestinal Enterococci και Pseudomonas aeruginosa δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα για τη συγκέντρωση

Πίνακας 6. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 6

| Έτος | Εποχή | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci |
|-------|----------|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------|--------------|---------------------------|
| 2016 | Χειμώνας | Mean | 46,67 | 39,13 | 43,33 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | | Std. Deviation | 49,931 | 43,662 | 44,392 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Total | Mean | 46,67 | 39,13 | 43,33 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| | | Std. Deviation | 49,931 | 43,662 | 44,392 | ,000 | ,000 | ,000 |
| 2017 | Χειμώνας | Mean | 71,00 | 64,00 | 86,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Std. Deviation | . | . | . | . | . | . |
| | Ανοιξη | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Std. Deviation | . | . | . | . | . | . |
| | Total | Mean | 35,50 | 32,00 | 43,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | Std. Deviation | 50,205 | 45,255 | 60,811 | ,000 | ,000 | ,000 |
| Total | Χειμώνας | Mean | 48,19 | 40,69 | 46,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | | Std. Deviation | 48,620 | 42,638 | 44,194 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Ανοιξη | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | | Std. Deviation | . | . | . | . | . | . |
| | Total | Mean | 45,35 | 38,29 | 43,29 | ,00 | ,00 | ,00 |

| | | | | | | | |
|----------------|--------|--------|--------|------|------|------|------|
| N | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Std. Deviation | 48,505 | 42,447 | 44,221 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |

Για τη περιοχή 7 (Πίνακας 7) οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις με δεδομένα μόνο για το έτος 2015 είναι:

- για τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h και τα κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h βρέθηκε το φθινόπωρο με MO 80,32 CFU/ml και TA 98,050CFU/ml και MO 85,45 CFU/ml και TA 98,671 CFU/ml αντίστοιχα.
- για τα ολικά κολοβακτηρίδια βρέθηκε το φθινόπωρο με MO 72,74 CFU/100ml και TA 108,691CFU/100ml.
- για E.coli η βρέθηκε το φθινόπωρο με MO 27,53CFU/100ml και TA 56,334 CFU/100ml.
- για τους εντερόκοκκους βρέθηκε πάλι το φθινόπωρο με MO 14,32 CFU/100ml και TA 47,487CFU/100ml
- για Intestinal Enterococci ομοίως το φθινόπωρο με MO 12,79 CFU/100ml και TA 40,945 CFU/100ml.
- Τέλος δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα για τη συγκέντρωση *Pseudomonas aeruginosa*

Πίνακας 7. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 7

| Έτος | Εποχή | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci |
|-------|-----------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------|--------------|---------------------------|
| 2015 | Χειμώνας | Mean | 37,50 | 46,13 | 47,88 | 10,94 | 2,81 | 2,81 |
| | | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |
| | | Std. | 35,922 | 46,103 | 47,964 | 20,577 | 7,960 | 7,960 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Άνοιξη | Mean | 9,32 | 11,32 | 8,68 | ,95 | 3,14 | 3,14 |
| | | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| | | Std. | 15,072 | 17,850 | 14,640 | 2,699 | 13,615 | 13,615 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | 25,38 | 27,68 | 44,86 | 19,30 | 11,51 | 10,03 |
| | | N | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| | | Std. | 41,118 | 46,228 | 59,403 | 36,132 | 25,813 | 24,930 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | 80,32 | 85,45 | 72,74 | 27,53 | 14,32 | 12,79 |
| | | N | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| | | Std. | 98,050 | 98,671 | 108,691 | 56,334 | 47,487 | 40,945 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Total | Mean | 42,44 | 46,53 | 47,62 | 17,31 | 9,59 | 8,59 |
| | | N | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| | | Std. | 68,824 | 71,572 | 76,809 | 40,264 | 32,030 | 28,533 |
| | | Deviation | | | | | | |
| Total | Χειμώνας | Mean | 37,50 | 46,13 | 47,88 | 10,94 | 2,81 | 2,81 |
| | | N | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|
| | Std. | 35,922 | 46,103 | 47,964 | 20,577 | 7,960 | 7,960 |
| | Deviation | | | | | | |
| Άνοιξη | Mean | 9,32 | 11,32 | 8,68 | ,95 | 3,14 | 3,14 |
| | N | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 |
| | Std. | 15,072 | 17,850 | 14,640 | 2,699 | 13,615 | 13,615 |
| | Deviation | | | | | | |
| Καλοκαίρι | Mean | 25,38 | 27,68 | 44,86 | 19,30 | 11,51 | 10,03 |
| | N | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 | 37 |
| | Std. | 41,118 | 46,228 | 59,403 | 36,132 | 25,813 | 24,930 |
| | Deviation | | | | | | |
| Φθινόπωρο | Mean | 80,32 | 85,45 | 72,74 | 27,53 | 14,32 | 12,79 |
| | N | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 | 38 |
| | Std. | 98,050 | 98,671 | 108,691 | 56,334 | 47,487 | 40,945 |
| | Deviation | | | | | | |
| Total | Mean | 42,44 | 46,53 | 47,62 | 17,31 | 9,59 | 8,59 |
| | N | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 | 113 |
| | Std. | 68,824 | 71,572 | 76,809 | 40,264 | 32,030 | 28,533 |
| | Deviation | | | | | | |

Για τη περιοχή 8 (Πίνακας 8) οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις είναι:

- για τα κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h και τα κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h βρέθηκε το καλοκαίρι 2014 με MO 56,96 CFU/ml και TA 62,468CFU/ml και MO 58,638 CFU/ml και TA 60,264CFU/ml αντίστοιχα.
- για τα ολικά κολοβακτηρίδια η μεγαλύτερη συγκέντρωση βρέθηκε το καλοκαίρι του 2014 με MO 47,04 CFU/100ml και TA 60,340 CFU/100ml.
- για E.coli η μεγαλύτερη βρέθηκε το φθινόπωρο του 2013 με MO 16,47 CFU/100ml και TA 27,096 CFU/100ml.
- για τους εντερόκοκκους βρέθηκε το καλοκαίρι του 2013 με MO 11,60 CFU/100ml και TA 4,099CFU/100ml
- για Intestinal Enterococci ομοίως το φθινόπωρο του 2013 με MO 10,37 CFU/100ml και TA 13,808 CFU/100ml.
- δεν υπήρχαν επαρκή δεδομένα για τη συγκέντρωση *Pseudomonas aeruginosa*

Πίνακας 8. Περιγραφικά Στοιχεία Μικροβιολογικών Παραγόντων ανά Εποχή της Περιοχής 8

| Έτος | Εποχή | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci |
|------|-----------|-----------|--------------------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------|--------------|---------------------------|
| 2013 | Χειμώνας | Mean | 34,42 | 39,96 | 15,42 | 2,73 | 2,58 | 2,46 |
| | | N | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| | | Std. | 95,501 | 94,668 | 11,731 | 4,075 | 5,201 | 4,768 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | 49,60 | 67,80 | 16,80 | 7,20 | 11,60 | 8,80 |
| | | N | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| | | Std. | 28,763 | 30,703 | 3,271 | 4,550 | 4,099 | 2,950 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Φθινόπωρο | Mean | 18,67 | 28,43 | 36,87 | 16,47 | 10,93 | 10,37 |
| | | N | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| | | Std. | 18,570 | 26,548 | 42,115 | 27,096 | 14,290 | 13,808 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Total | Mean | 27,92 | 36,57 | 26,08 | 9,85 | 7,43 | 6,87 |
| | | N | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 | 61 |
| | | Std. | 64,205 | 65,246 | 32,092 | 20,189 | 11,353 | 10,819 |
| | | Deviation | | | | | | |
| 2014 | Καλοκαίρι | Mean | 56,96 | 58,38 | 47,04 | 12,58 | 5,83 | 5,54 |
| | | N | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | | Std. | 62,468 | 60,264 | 60,340 | 20,585 | 11,687 | 10,426 |
| | | Deviation | | | | | | |
| | Total | Mean | 56,96 | 58,38 | 47,04 | 12,58 | 5,83 | 5,54 |
| | | N | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |

| | | | | | | | | |
|------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Std. | 62,468 | 60,264 | 60,340 | 20,585 | 11,687 | 10,426 |
| | | Deviation | | | | | | |
| 2015 | Άνοιξη | Mean | 5,83 | 7,31 | 13,59 | 1,24 | ,00 | ,00 |
| | | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| | | Std. | 9,385 | 11,465 | 14,448 | 2,984 | ,000 | ,000 |
| | Total | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 5,83 | 7,31 | 13,59 | 1,24 | ,00 | ,00 |
| | | N | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 | 29 |
| | | Std. | 9,385 | 11,465 | 14,448 | 2,984 | ,000 | ,000 |
| | | Deviation | | | | | | |
| 2016 | Χειμώνας | Mean | 18,29 | 22,00 | 32,31 | 6,12 | 5,25 | 5,25 |
| | | N | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 | 52 |
| | | Std. | 30,462 | 36,232 | 32,361 | 9,540 | 10,588 | 10,588 |
| | Άνοιξη | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 33,19 | 54,43 | 32,19 | 3,76 | 3,38 | 3,38 |
| | | N | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 | 21 |
| | | Std. | 41,965 | 80,397 | 41,429 | 7,442 | 8,158 | 8,158 |
| | Καλοκαίρι | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Φθινόπωρο | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | ,00 | ,00 | 33,75 | 9,42 | 7,29 | 7,04 |
| | | N | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | 32,647 | 11,784 | 11,834 | 11,180 |
| | Total | Deviation | | | | | | |
| | | Mean | 16,32 | 22,64 | 31,35 | 6,17 | 5,14 | 5,08 |
| | | N | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 | 101 |
| | | Std. | 31,013 | 48,147 | 34,115 | 9,731 | 10,272 | 10,090 |

| | | Deviation | | | | | | |
|-------|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| 2017 | Χειμώνας | Mean | 40,05 | 49,74 | 35,11 | 8,21 | 3,89 | 3,89 |
| | | N | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 | 19 |
| | | Std. | 36,610 | 43,799 | 31,942 | 11,641 | 6,691 | 6,691 |
| | Deviation | | | | | | | |
| | Άνοιξη | Mean | 25,71 | 32,43 | 19,36 | 3,36 | 4,07 | 4,07 |
| | | N | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | | Std. | 41,937 | 48,129 | 27,751 | 8,617 | 9,880 | 9,880 |
| | Deviation | | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 | ,00 |
| | | N | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | | Std. | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 | ,000 |
| | Deviation | | | | | | | |
| | Total | Mean | 31,14 | 38,86 | 26,06 | 5,64 | 3,64 | 3,64 |
| | | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | | Std. | 38,478 | 45,356 | 30,518 | 10,279 | 7,780 | 7,780 |
| | Deviation | | | | | | | |
| Total | Χειμώνας | Mean | 26,88 | 32,25 | 28,33 | 5,62 | 4,27 | 4,24 |
| | | N | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 | 97 |
| | | Std. | 56,649 | 59,367 | 29,091 | 9,044 | 8,736 | 8,678 |
| | Deviation | | | | | | | |
| | Άνοιξη | Mean | 19,16 | 28,27 | 20,95 | 2,53 | 2,00 | 2,00 |
| | | N | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 | 64 |
| | | Std. | 33,438 | 54,977 | 29,397 | 6,187 | 6,686 | 6,686 |
| | Deviation | | | | | | | |
| | Καλοκαίρι | Mean | 44,86 | 48,33 | 33,69 | 9,39 | 5,50 | 4,92 |
| | | N | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | | Std. | 56,258 | 55,541 | 52,762 | 17,497 | 10,155 | 8,926 |
| | Deviation | | | | | | | |

| | | | | | | | |
|-----------|-----------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Φθινόπωρο | Mean | 10,37 | 15,80 | 35,48 | 13,33 | 9,31 | 8,89 |
| | N | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 | 54 |
| | Std. | 16,624 | 24,270 | 37,887 | 21,783 | 13,261 | 12,702 |
| | Deviation | | | | | | |
| Total | Mean | 23,94 | 30,00 | 28,76 | 7,03 | 4,95 | 4,76 |
| | N | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 | 251 |
| | Std. | 46,128 | 52,598 | 35,577 | 14,137 | 9,943 | 9,554 |
| | Deviation | | | | | | |

Έπειτα διερευνήθηκε αν υπάρχουν διαφορές για κάθε δήμο και για κάθε μια από τις μικροβιολογικές παραμέτρους στατιστικά σημαντικές διαφορές ανά έτος ή εποχή. Αρχικά πραγματοποιήθηκε έλεγχος κανονικότητας με Kolmogorov-Smirnov Test

Ο έλεγχος έδειξε ότι δεν ακολουθείται κανονική κατανομή για το σύνολο των παραμέτρων ($p < 0,05$). Για τη διερεύνηση της σχέσης πραγματοποιήθηκε το μη παραμετρικό τεστ Kruskal-Wallis 1-way ANOVA.

Αναφορικά με τα Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h στατιστικά σημαντικές διαφορές ανά εποχή υπάρχουν για τους δήμους Σκορπιό, Ζαγόρι, Μέτσοβο, Ξυρομέρου, Πωγώνη και Σουλίου ($p < .05$) ενώ ανά έτος παρατηρούνται στους δήμους Ακτίο-Βόνιτσα, Ζαγόρι, Μέτσοβο, Ξυρομέρου, και Σουλίου ($p < .05$).

Όσο αναφορά με τα Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h στατιστικά σημαντικές διαφορές ανά εποχή υπάρχουν για τους δήμους Σκορπιό, Ακτίο-Βόνιτσα, Ζαγόρι, Μέτσοβο, Ξυρομέρου, Πωγώνη και Σουλίου ($p < .05$) ενώ ανά έτος παρατηρούνται στους δήμους Ακτίο-Βόνιτσα, Ζαγόρι, Μέτσοβο, Ξυρομέρου, και Σουλίου ($p < .05$).

Για τα Ολικά κολοβακτηριοειδή στατιστικά σημαντικές διαφορές ανά εποχή υπάρχουν για τους δήμους Σκορπιό, Ζαγόρι, Πωγώνη και Σουλίου ($p < .05$) ενώ ανά έτος παρατηρούνται στους δήμους Σκορπιό, Ακτίο-Βόνιτσα και Ζαγόρι, ($p < .05$).

Όσο αναφορά με E.coli στατιστικά σημαντικές διαφορές ανά εποχή υπάρχουν για τους δήμους Σκορπιό, Ξυρομέρου, Πωγώνη και Σουλίου ($p < .05$) ενώ ανά έτος παρατηρούνται στους δήμους Ζαγόρι, Ξυρομέρου, και Σουλίου ($p < .05$).

Ακόμα με τους εντερόκοκκους στατιστικά σημαντικές διαφορές ανά εποχή υπάρχουν για τους δήμους Σκορπιό, Πωγώνη και Σουλίου ($p < .05$) ενώ ανά έτος παρατηρούνται στους δήμους Ακτίο-Βόνιτσα, Ζαγόρι, Πωγώνη και Σουλίου ($p < .05$).

Τέλος Intestinal Enterococci στατιστικά σημαντικές διαφορές ανά εποχή υπάρχουν για τους δήμους Σκορπιό, Πωγώνη και Σουλίου ($p < .05$) ενώ ανά έτος παρατηρούνται στους δήμους Ακτίο-Βόνιτσα, Ξυρομέρου, και Σουλίου ($p < .05$) (Πίνακας 9)

Πίνακας 9. Σύσχεση Kruskal-Wallis

| Περιοχή | Παράγοντας | | Κοινά αερόβια OMX 37°C/ 48h | Κοινά αερόβια OMX 22°C/ 72h | Ολικά κολοβακτηριοειδή | E.coli | Εντερόκοκκοι | Intestinal Enterococci |
|---------|------------|---|---|---|---------------------------|--------|--------------|---------------------------|
| 1 | Εποχή | H | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | Έτος | H | 0.208 | 0.210 | 0.583 | 0.055 | 0.075 | 0.075 |
| 2 | Έτος | H | 0.001 | 0.001 | 0.021 | 0.355 | 0.043 | 0.041 |
| | Εποχή | H | 0.099 | 0.024 | 0.133 | 0.430 | 0.865 | 0.985 |
| 3 | Έτος | H | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |
| | Εποχή | H | 0.001 | 0.001 | 0.004 | 0.075 | 0.241 | 0.052 |
| 4 | Εποχή | H | 0.001 | 0.001 | 0.191 | 0.138 | 0.177 | 0.104 |
| | Έτος | H | 0.001 | 0.001 | 0.075 | 0.345 | 0.140 | 0.087 |
| 5 | Έτος | H | 0.001 | 0.001 | 0.215 | 0.013 | 0.236 | 0.040 |
| | Εποχή | H | 0.001 | 0.001 | 0.180 | 0.122 | 0.192 | 0.116 |
| 6 | Εποχή | H | 0.215 | 0.214 | 0.215 | 1 | 1 | 1 |
| | Έτος | H | 0.651 | 0.762 | 0.650 | 1 | 1 | 1 |
| 7 | Εποχή | H | 0.001 | 0.001 | 0.002 | 0.001 | 0.005 | 0.007 |
| 8 | Εποχή | H | 0,001 | 0,004 | 0,082 | 0,001 | 0,001 | 0,001 |
| | Έτος | H | 0.001 | 0.001 | 0.088 | 0.001 | 0.001 | 0.001 |

5 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η ποιότητα του νερού σύμφωνα με τον Παγκόσμιο Οργανισμό Υγείας καθορίζεται από το σύνολο των μικροβιακών, των χημικών, των ραδιενεργών και των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών. Έτσι λοιπόν σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η καταγραφή και η εξέταση όλων των μικροβιολογικών παραμέτρων από το νερό οκτώ διαφορετικών δήμων. Στόχος κάθε δήμου είναι να παρέχει στους δημότες του καθαρό και πόσιμο νερό γιατί αυτό είναι άμεσα συνδεδεμένο και με την ποιότητα ζωής του ανθρώπου και της κοινωνίας. Για να το πραγματοποιήσει αυτό η μονάδα επεξεργασίας νερού θα πρέπει να απομακρύνει όλα εκείνα τα ανεπιθύμητα συστατικά του νερού για να επιτευχθεί έτσι το καθορισμένο σύνολο παραμετρικών οριακών τιμών.

Κάθε ένας από τους οχτώ δήμους της παρούσας έρευνας λειτουργεί αυτόνομα αναφορικά με τη διαχείριση των υδάτων του. Οι δημοτικές υπηρεσίες προβαίνουν στους καταλλήλους ελέγχους κάθε φορά έτσι ώστε το νερό ένα είναι άριστης ποιότητας.

Στην Ελλάδα, το νομοθετικό πλαίσιο για το πόσιμο νερό ορίζεται στην Υγειονομική Διάταξη ΚΥΑ Υ2/2600/2001 «Ποιότητα του νερού ανθρώπινης κατανάλωσής», η οποία τροποποιήθηκε με την υπ' αριθμ. ΔΥΤ2/Γ.Π./ 38295 / 26-04-2007 (ΦΕΚ 630Β) σε συμμόρφωση προς την οδηγία 98/83/EC (Drinking Water Directive). Η Οδηγία 98/83/EC ορίζει την ελάχιστη αποδεκτή ποιότητα που οφείλει να χαρακτηρίζει το πόσιμο νερό στα κράτη μέλη της, καθορίζοντας τις φυσικές, μικροβιολογικές, χημικές και ενδεικτικές παραμέτρους (συνολικά 48 παραμέτρους) και την απαιτούμενη συχνότητα παρακολούθησης αυτών για την προστασία της δημόσιας υγείας. Οι προτεινόμενες τιμές έχουν βασιστεί σε γενικές γραμμές στις κατευθυντήριες οδηγίες του ΠΟΥ. Σύμφωνα με την οδηγία οι αρμόδιες αρχές πρέπει να λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα ώστε να μην εντοπίζονται παθογόνοι μικροοργανισμοί, παράσιτα και λοιπές ουσίες μέσα στο πόσιμο νερό και οι οποίοι αποτελούν κίνδυνο για τη δημόσια υγεία. Για το λόγο αυτό το νερό πρέπει να πληροί τις ελάχιστες απαιτήσεις όπως αυτές περιγράφονται στην ΚΥΑ. Σύμφωνα λοιπόν με το παράρτημα που περιλαμβάνει τις υποχρεωτικές τιμές των παραμέτρων (μικροβιολογικές και χημικές) τόσο η *E. Coli* όσο και οι εντερόκοκκοι πρέπει να μην εντοπίζονται σε δείγματα πόσιμου νερού (0/100 ml). Ο έλεγχος για εντερόκοκκους είναι ένας επιπρόσθετος δείκτης για την

αποτελεσματικότητα της επεξεργασίας του νερού. Μάλιστα τα όρια που περιγράφονται στην ΚΥΑ και στην Ευρωπαϊκή Οδηγία είναι αυστηρότερα από του ΠΟΥ του 2011.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας παρατηρούνται διαφορές στο μικροβιολογικό φορτίο μεταξύ των οκτώ υπό μελέτη δήμων στην Β.Δ.Ελλάδα. Διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των διαφορετικών εποχών ενώ κατά το διάστημα 2013-2018, κατά το οποίο πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία, παρατηρήθηκε μια σταδιακή βελτίωση της ποιότητας των υδάτων με μείωση του μικροβιακού φορτίου.

Οι εποχιακές μεταβολές που παρατηρήσαμε σε κάποια από τα δείγματα που αναλύθηκαν μπορεί εν μέρει να οφείλονται σε σειρά προβλημάτων όπως:

- Φυσικές καταστροφές όπως π.χ. περιπτώσεις έντονης βροχόπτωσης (Figueras and Borrego, 2010; Davison et al., 2005)
- αστοχία των διεργασιών απολύμανσης (Figueras and Borrego, 2010)
- παροχή ανεπεξέργαστου νερού εκτός των ορίων (Davison et al., 2005)
- ακατάλληλες ή ανεπαρκείς διεργασίες επεξεργασίας ή απολύμανσης (Davison et al., 2005)
- ανεπαρκής υποδομή ή ανθρώπινοι πόροι (Davison et al., 2005)
- αστοχία/δυσλειτουργία του συστήματος ελέγχου (Davison et al., 2005)
- χρήση μη καθαρών χημικών και υλικών κατά την επεξεργασία (Davison et al., 2005)
- λανθασμένη δοσομέτρηση χημικών (Davison et al., 2005)
- ανεπαρκής ανάμιξη των χημικών (Davison et al., 2005)
- αστοχία του μηχανισμού παρακολούθησης (Davison et al., 2005)
- διακοπές στη παροχή ηλεκτρικής ενέργειας (Davison et al., 2005)

Αξίζει να επισημανθεί σε αυτό το σημείο ότι η συνεχόμενη επίβλεψη της μονάδας επεξεργασίας του νερού κρίνεται απαραίτητη από τις δημοτικές υπηρεσίες ενώ η άμεση επίλυση οποιουδήποτε προβλήματος βγαίνει στην επιφάνεια θεωρείται άκρως σημαντική. Η βασική παρατήρηση που γίνεται για την εξέλιξη στο χρόνο είναι το γεγονός ότι το σύνολο των υδάτων στην πορεία των

ετών παρουσιάζουν μία καλυτέρευση το οποίο κυρίως οφείλεται στην χρήση νέας τεχνολογίας καθώς και στην επιβολή αυστηρότερων ελέγχων και κυρώσεων.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μικρός αριθμός ερευνών έχει προχωρήσει στην ανάλυση δεδομένων με στόχου την καταγραφή και τη διερεύνηση όλων εκείνων των παραγόντων που καθαρίζουν το νερό. Από την άλλη η χρήση του νερού ως ένα καθημερινό στοιχείο του ανθρώπου προσδίδει στην έρευνα ιδιαίτερη σημασία. Ακόμα με την μεγέθυνση των περιβαλλοντικών προβλημάτων καθώς και με την μελλοντική προσπάθεια εξόρυξης υδρογονανθράκων στη βορειοδυτική Ελλάδα εντείνεται η αναγκαιότητα της πραγματοποίησης μιας τέτοιας έρευνας. Τέλος η πρόσβαση σε ένα τόσο μεγάλο όγκο δεδομένων καθιστά την εργασία πρωτότυπη και τα αποτελέσματα αυτής σημαντικά. Ο σκοπός της παρούσας έρευνας είναι η καταγραφή και η διερεύνηση των δεδομένων που σχετίζονται με το σύνολο των μικροβιολογικών παραγόντων των υδάτων στην περιοχή της βορειοδυτικής Ελλάδας. Ακόμα μέσα από την καταγραφή και ανάλυση αυτών των δεδομένων θα γίνει μία συγκεντρωτική παρατήρηση των διαφόρων στοιχείων των υδάτων έτσι ώστε να αξιολογηθεί η καθαρότητα τους. Για την υλοποίηση του σκοπού της μελέτης έγινε επεξεργασία δεδομένων τα οποία προήλθαν από τα αποθηκευμένα αρχεία των ετών 2013 έως 2017 της Μονάδας Υγιεινής Νερών και Τροφίμων του Εργαστηρίου Υγιεινής και Επιδημιολογίας του Τμήματος Ιατρικής του Πανεπιστημίου Ιωαννίνων. Αφού απομονώθηκαν οι υπό μελέτη περιοχές χωρίστηκαν στους εξής δήμους: Νήσος Σκορπιού, Ακτίου- Βόνιτσας, Ζαγόρι, Μέτσοβο, Ξυρομέρου, Πύδνας-Κολινδρου, Πωγώνι και Σουλίου. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας διπλωματικής εργασίας παρατηρούνται διαφορές στο μικροβιολογικό φορτίο μεταξύ των οκτώ υπό μελέτη δήμων στην Β.Δ.Ελλάδα. Διαφορές παρατηρήθηκαν και μεταξύ των διαφορετικών εποχών ενώ κατά το διάστημα 2013-2018, κατά το οποίο πραγματοποιήθηκε η δειγματοληψία, παρατηρήθηκε μια σταδιακή βελτίωση της ποιότητας των υδάτων με μείωση του μικροβιακού φορτίου

ABSTRACT

Small amount of research has gone into data analysis with the goal of recording and investigating all those factors that clean water. On the other hand, the use of water as a daily human element gives the research special importance. Even with the increase of environmental problems as well as with the future attempt to extract hydrocarbons in northwestern Greece, the necessity of carrying out such research intensifies. Finally, access to such a large amount of data makes the work original and its results important. The purpose of the present research is to record and investigate the data related to all the microbiological factors of the waters in the region of northwestern Greece. Still through the recording and analysis of these data, a centralized observation of the various elements of the waters will be made so as to evaluate their purity. To implement the purpose of the study, data was processed which came from the stored files of the years 2013 to 2017 of the Water and Food Hygiene Unit of the Laboratory of Hygiene and Epidemiology of the Department of Medicine of the University of Ioannina. After the study areas were isolated, they were divided into the following municipalities: Skorpiou Island, Aktiou-Vonitsa, Zagori, Metsovo, Xiromero, Pydna-Kolindrou, Pogoni and Souliou. According to the results of this thesis, differences are observed in the microbiological load between the eight municipalities under study in N.W. Greece. Differences were also observed between the different seasons, while during the period 2013-2018, during which the sampling was carried out, a gradual improvement of the water quality was observed with the reduction of the microbial load.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Cabral, J. P. (2010). Water microbiology. Bacterial pathogens and water. *International journal of environmental research and public health*, 7(10), 3657-3703.
- Chowdhury, S. (2018). Water quality degradation in the sources of drinking water: an assessment based on 18 years of data from 441 water supply systems. *Environmental monitoring and assessment*, 190(7), 379-386.
- Davison, A., Howard, G., Stevens, M., Callan, P., Kirby, R., Deere, D., & Bartram, J. (2004). *Water safety plans*. World Health Organisation: Geneva.
- Ebbing, D.D., Gammon, S.D. (2011) Γενική Χημεία. Νικόλαος Δ. Κλούρας: μετάφραση. Έκτη Έκδοση, Αθήνα.
- Fagnoni, M., Profumo, A., Merli, D., Dondi, D., Mustarelli, P., & Quartarone, E. (2009). Water-Miscible Liquid Multiwalled Carbon Nanotubes. *Advanced Materials*, 21(17), 1761-1765.
- Grandjean, A. (2004). *Water Requirements, Impinging Factors, and Recommended Intakes*. World Health Organization.
- Hamasaki, T., Harada, G., Nakamichi, N., Kabayama, S., Teruya, K., Fugetsu, B., ... & Shirahata, S. (2017). Electrochemically reduced water exerts superior reactive oxygen species scavenging activity in HT1080 cells than the equivalent level of hydrogen-dissolved water. *PloS one*, 12(2), 1-15.
- Hosseini, A., Khamnei, S., & Zamanlu, M. (2013). The effect of water temperature and voluntary drinking on the post rehydration sweating. *International journal of clinical and experimental medicine*, 6(8), 683-687
- Joshi, A., & Amadi, C. (2013). Impact of water, sanitation, and hygiene interventions on improving health outcomes among school children. *Journal of environmental and public health*, 2013.
- Joshi, A., & Amadi, C. (2013). Impact of water, sanitation, and hygiene interventions on improving health outcomes among school children. *Journal of environmental and public health*, 1-10.

- Joshi, Y., Kim, J. H., Kim, H., & Cheong, H. K. (2018). Impact of drinking water quality on the development of enteroviral diseases in Korea. *International journal of environmental research and public health*, 15(11), 2551-2565.
- Kehoe, M. J., Chun, K. P., & Baulch, H. M. (2015). Who smells? Forecasting taste and odor in a drinking water reservoir. *Environmental science & technology*, 49(18), 10984-10992.
- Kumar, M., & Puri, A. (2012). A review of permissible limits of drinking water. *Indian journal of occupational and environmental medicine*, 16(1), 40-44.
- Leoni, E., 2019. *Recreational Water Illnesses*. SWITZERLAND. publication MDPI.
- Lianyong, W., & Eagles, P. F. (2009). Some theoretical considerations: From landscape ecology to waterscape ecology. *Acta Ecologica Sinica*, 29(3), 176-181.
- Lin, K. Y. A., Chen, Y. C., & Lin, Y. F. (2017). LaMO₃ perovskites (M= Co, Cu, Fe and Ni) as heterogeneous catalysts for activating peroxymonosulfate in water. *Chemical Engineering Science*, 160, 96-105.
- Lingireddy, S. (Ed.). (2002). *Control of microorganisms in drinking water*. ASCE Publications.
- Linke, C., & Drusch, S. (2016). Turbidity in oil-in-water-emulsions—Key factors and visual perception. *Food Research International*, 89, 202-210.
- Μαυρίδου Α., Παπαπετροπούλου Μ. (1995) Μικροβιολογία υδάτινου περιβάλλοντος. Τραυλός-Κωσταράκη, Αθήνα, σελ 222.
- McMurry, J. (2012) *Οργανική Χημεία*, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης.
- Nivaldo, J.T., 2012. *Principals of Chemistry: A Molecular Approach*. Μεταφρασμένο από αγγλικά από Σ.Ν. Σπυριδωνίδου και συν. Αθήνα: Εκδόσεις Πασχαλίδη.
- Pandey, P. K., Kass, P. H., Soupir, M. L., Biswas, S., & Singh, V. P. (2014). Contamination of water resources by pathogenic bacteria. *AMB Express*, 4(1), 51-67.
- Ramakrishnaiah, C. R., Sadashivaiah, C., & Ranganna, G. (2009). Assessment of water quality index for the groundwater in Tumkur Taluk, Karnataka State, India. *Journal of Chemistry*, 6(2), 523-530.

Schenck, K. M., Sivaganesan, M., & Rice, G. E. (2009). Correlations of water quality parameters with mutagenicity of chlorinated drinking water samples. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 72(7), 461-467.

Schenck, K. M., Sivaganesan, M., & Rice, G. E. (2009). Correlations of water quality parameters with mutagenicity of chlorinated drinking water samples. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 72(7), 461-467.

Sengupta, P. (2013). Potential health impacts of hard water. *International journal of preventive medicine*, 4(8), 866-875.

Sengupta, P. (2013). Potential health impacts of hard water. *International journal of preventive medicine*, 4(8), 866-875.

Tarrass, F., & Benjelloun, M. (2012). The effects of water shortages on health and human development. *Perspectives in public health*, 132(5), 240-244

Tchobanoglous, G., and Schroeder, E.E. (1985) *Water quality: Characteristics, modeling, modification*. United States.

Tro, N. J., Fridgen, T. D., Shaw, L., & Boikess, R. S. (2017). *Chemistry: A molecular approach* (p. 1272). Boston, MA: Pearson.

Trumbo, T. A., Schultz, E., Borland, M. G., & Pugh, M. E. (2013). Applied spectrophotometry: analysis of a biochemical mixture. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 41(4), 242-250.

Tyagi, S., Sharma, B., Singh, P., & Dobhal, R. (2013). Water quality assessment in terms of water quality index. *American Journal of Water Resources*, 1(3), 34-38.

Vandas, S.J., Winter T.C., Battaglin, W.A. (2002) *Water and the environment* American Geological Institute in cooperation with Bureau of Reclamation, National Park Service, U.S. Army Corps of Engineers, USDA Forest Service, U.S. Geological Survey, ISBN: 0-922152-63-2.

Voutchkova, D., Hansen, B., Ernstsén, V., & Kristiansen, S. (2018). Nationwide drinking water sampling campaign for exposure assessments in Denmark. *International journal of environmental research and public health*, 15(3), 467.

Widmaier, E. P., Raff, H., & Strang, K. T. (2006). Vander's human physiology (Vol. 5). New York, NY: McGraw-Hill.

World Health Organization (1993) Guidelines for Drinking Water Quality. Volume 1,2,3 Second Edition.

Ανδρικόπουλος, Ν. (2015) Τροφογνωσία, Περιγραφική Χημεία και Τεχνολογία Τροφίμων, Τμήμα Επιστήμης Διαιτολογίας – Διατροφής, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο.

Μαυρίδου, Α., Βανταράκης Α., Ευστρατίου, Μ. Α. & Αρβανιτίδου-Βαγιωνά, Μ., 2014.

Μικροβιολογία και Επιδημιολογία Νερού: Θεωρία και Τεχνικές. Αθήνα: Εκδόσεις Πασχαλίδης.

Σφλώμος, Κ.Σ., 2015. Χημεία Τροφίμων με Στοιχεία Διατροφής. Αθήνα.