

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μικροβιολογικός Έλεγχος για την Ποιότητα του
Θαλασσινού Νερού της Περιοχής του Κόλπου της
Λεμεσού

Μαρίνος Ελευθερίου

Λεμεσός 2016

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΚΑΙ
ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μικροβιολογικός Έλεγχος για την Ποιότητα του
Θαλασσινού Νερού της Περιοχής του Κόλπου της
Λεμεσού

Μαρίνος Ελευθερίου

Σύμβουλος Καθηγητής Δρ. Κώστας Ν. Κώστα

Λεμεσός 2016

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright© Μαρίνος Ελευθερίου [2016]

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Περιβάλλοντος του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Ευχαριστίες

Με το τέλος της Πτυχιακής μου μελέτης αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν ώστε να ολοκληρωθεί. Πρωτίστως θέλω να ευχαριστήσω τον Δρ. Κώστα Κώστα, ο οποίος μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με την συγκεκριμένη μελέτη και να μαζέψω γνώσεις πολύτιμες για την μετέπειτα επαγγελματική μου σταδιοδρομία και για την πολύτιμη καθοδήγηση του καθόλη την διάρκεια την παρούσας μελέτης.

Στην συνέχεια θέλω να ευχαριστήσω τον μεταδιδακτορικό συνεργάτη κ. Χριστόδουλο Θεολογίδη για την καθοδήγηση και για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε και ήταν απαραίτητες για την κατανόηση του θεωρητικού υπόβαθρου πίσω από την μελέτη αλλά και για την τεχνική που ακολουθήθηκε.

Τέλος και καθόλου μικρότερης σημασίας αναφορά, θέλω να ευχαριστήσω τις μεταπτυχιακούς συνεργάτες Βαρβάρα Κωνσταντίνου και Βασιλική Χατζηγιωνά, για την τεράστια βοήθεια τους καθ'όλη την διάρκεια της πτυχιακής μελέτης, και που ήταν παρών όποτε χρειάστηκα την βοήθειά τους.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι παραδεκτό ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονα το φαινόμενο της αυξημένης ρύπανσης των παραλιών. Ένα έντονο πρόβλημα παρατηρήθηκε και στην περιοχή του Κόλπου Λεμεσού στο παραλιακό μέτωπο. Έχει αναφερθεί από τουρίστες αλλά και από κάτοικους της πόλης που επισκέπτονται συχνά την παραλία που εκτείνεται από την επίχωση μέχρι και το ξενοδοχείο CrownPlaza ότι πολύ συχνά παρατηρείται στην επιφάνεια των νερών κολύμβησης, ένα παχύρρευστο στρώμα που παραπέμπει σε κάποιου είδους ελαίου, ή ακόμα ύπαρξη αφρών ή και μερικές φορές έχουν έρθει αντιμέτωποι με ανθρώπινα απόβλητα που επιπλέουν στο νερό. Επίσης, παρατηρήθηκε έντονη δυσοσμία και θολούραστα ύδατα. Ο Δήμος Λεμεσού ανήσυχος για τη σοβαρότητα της κατάστασης σε συνεργασία με το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου προχώρησε σε μια σειρά ενεργειών ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη δυνατή λύση στο πρόβλημα και επιστημονικά καλύτερη αντιμετώπιση του προβλήματος. Πραγματοποιήθηκαν μια σειρά αναλύσεων δειγμάτων των υδάτων της περιοχής, έτσι ώστε να εντοπισθεί η αιτία του προβλήματος. Η παρούσα εργαστηριακή άσκηση επικεντρώθηκε στις μικροβιολογικές εξετάσεις και συγκεκριμένα στην μελέτη ως προς την παρουσία ή όχι μικροοργανισμών- δεικτών με σκοπό τον εντοπισμό της πηγής του προβλήματος. Παράλληλα με τις μικροβιολογικές αναλύσεις, πραγματοποιήθηκαν και χημικές. Τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων έδειξαν ότι γινόταν ελευθέρωση λυμάτων από πλοία, μέσα στην θάλασσα. Λόγω της ιδιαιτερότητας της ροής των κυμάτων, τα λύματα παρασύρονταν και κατέληγαν στην περιοχή όπου παρατηρήθηκε το πρόβλημα. Αφού εντοπίστηκε η πηγή του προβλήματος, στόχος της παρούσας μελέτης ήταν η πρόταση μέτρων για την εξάλειψη/μετριασμό του προβλήματος καθώς και τη μακροχρόνια παρακολούθηση της ποιότητας του θαλασσινού νερού στην υπό εξέταση περιοχή αλλά και πρόληψης παρόμοιων φαινομένων.

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iv
Πίνακας Περιεχομένων	v
Κατάλογος Πινάκων	viii
Κατάλογος διαγραμμάτων	viii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	x
1.ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ	2
1.1 Σύντομη Περιγραφή Μελέτης.....	2
1.2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας και καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης (Πακέτο εργασιών 1).....	2
1.3. Λεπτομερής Καταγραφή Προβλήματος	2
1.4 Μικροοργανισμοί που μελετήθηκαν:.....	3
1.5 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο.....	6
1.5.1 Εθνικό Νομοθετικό Πλαίσιο.....	6
2. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	9
2.1 Πηγές ρύπανσης σε παγκόσμιο επίπεδο.....	9
2.1.1 Πιθανοί Παράγοντες Ρύπανσης Παραλιακού Μετώπου Λεμεσού	10
2.2 Ωκεανογραφικά Δεδομένα Περιοχής Μελέτης.....	13
3.ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	17
3.1 Δειγματοληψίες	17
3.2 Μικροβιολογικές Παράμετροι.....	18
3.3 Περιγραφή τρυβλίων και εκλεκτικών υποστρωμάτων.....	18
3.4 Τεχνική που χρησιμοποιήθηκε	19
3.5 Μεθολογία	20
3.6 Ανάλυση και συζήτηση αποτελεσμάτων.....	21

4. ΚΥΡΙΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ	41
4.1. Αποκλεισμός πιθανών παραγόντων ρύπανσης	41
4.2 Εντοπισμός κύριων πηγών ρύπανσης	42
5. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ.....	43
5.1. 1 ^ο Πακέτο: Βασική Λύση	43
5.2 2 ^ο Πακέτο	46
5.3. 3 ^ο Πακέτο: Ιδανική Λύση.....	47
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	48
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ	49

Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Δειγματοληψίες θαλασσινού νερού στην υπό εξέταση περιοχή.....	18
Πίνακας 2 δειγμάτων που λήφθηκαν σε κάθε δειγματοληψία	21
Πίνακας 3 δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν για κάθε σημείο	Error!

Bookmark not defined.

Κατάλογος διαγραμμάτων

Σχήμα 1 Περιοχή μελέτης.....	9
Σχήμα 2 Αγωγός όμβριων υδάτων που καταλήγει στη θαλάσσια περιοχή έναντι Ζωολογικού Κήπου.....	10
Σχήμα 3 Ποταμός Γαρύλλης και η κατάληξη του στη θάλασσα.....	11
Σχήμα 4 Ιχθυοτροφεία ανοικτά του νέου λιμανιού Λεμεσού.....	12
Σχήμα 5 Εγκαταστάσεις του ενός εκ των δύο ιχθυοτροφείων ανοικτά του λιμανιού .	12
Σχήμα 6 Συνήθειες κατευθύνσεις των θαλάσσιων ρευμάτων στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).....	14
Σχήμα 7 Συνήθειες κατευθύνσεις των θαλάσσιων ρευμάτων στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).....	15
Σχήμα 8 Συνήθειες κατευθύνσεις ανέμων στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).....	15
Σχήμα 9 Συνήθειες κατευθύνσεις ανέμων στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).....	16
Σχήμα 10 Παλιρροιακή δραστηριότητα στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).....	16
Σχήμα 11 Σημεία (14) δειγματοληψιών.....	17
Σχήμα 12 Γραφική παράσταση 14 σημείων κατά την 1η δειγματοληψία σε 24 ώρες....	22
Σχήμα 13 Γραφική παράσταση 14 σημείων κατά την 3η δειγματοληψία σε 24 ώρες....	23
Σχήμα 14 Γραφική παράσταση 14 σημείων κατά την 3η δειγματοληψία σε 24 ώρες....	23
Σχήμα 15 Γραφική παράσταση 14 σημείων κατά την 3η δειγματοληψία σε 48 ώρες....	23
Σχήμα 16 Γραφική παράσταση 1ης δειγματοληψίας, Οκτώβριος.....	24
Σχήμα 17 Γραφική παράσταση 2ης δειγματοληψίας, Οκτώβριος.....	24
Σχήμα 18 Γραφική παράσταση 3ης δειγματοληψίας, Νοέμβριος.....	25
Σχήμα 19 Γραφική παράσταση 4ης δειγματοληψίας, Δεκέμβριος.....	26
Σχήμα 20 Γραφική παράσταση 5ης δειγματοληψίας, Φεβρουάριος.....	26
Σχήμα 21 Γραφική παράσταση 6ης δειγματοληψίας, Μάρτιος.....	27
Σχήμα 22 Γραφική παράσταση 7ης δειγματοληψίας, Μάρτιος.....	28
Σχήμα 23 Γραφική παράσταση σημείου 1 κατά τις 7 δειγματοληψίες σε 24 ώρες.....	30
Σχήμα 24 Γραφική παράσταση σημείου 1 κατά τις 7 δειγματοληψίες σε 48 ώρες.....	30

Σχήμα 25	Γραφική παράσταση σημείου 6 κατά τις 7 δειγματηψίες σε 24 ώρες.....	31
Σχήμα 26	Γραφική παράσταση σημείου 6 κατά τις 7 δειγματηψίες σε 48 ώρες.....	31
Σχήμα 27	Γραφική παράσταση σημείου 1 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	32
Σχήμα 28	Γραφική παράσταση σημείου 2 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	32
Σχήμα 29	Γραφική παράσταση σημείου 3 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	33
Σχήμα 30	Γραφική παράσταση σημείου 4 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	34
Σχήμα 31	Γραφική παράσταση σημείου 5 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	34
Σχήμα 32	Γραφική παράσταση σημείου 6 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	35
Σχήμα 33	Γραφική παράσταση σημείου 7 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	35
Σχήμα 34	Γραφική παράσταση σημείου 8 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	36
Σχήμα 35	Γραφική παράσταση σημείου 9 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	36
Σχήμα 36	Γραφική παράσταση σημείου 10 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	37
Σχήμα 37	Γραφική παράσταση σημείου 11 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	37
Σχήμα 38	Γραφική παράσταση σημείου 12 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	38
Σχήμα 39	Γραφική παράσταση σημείου 13 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	38
Σχήμα 40	Γραφική παράσταση σημείου 14 για τη διάρκεια των δειγματοληψιών.....	39
Σχήμα 41	Αποτύπωση των κύριων πηγών ρύπανσης.....	40
Σχήμα 42	Προτεινόμενη χωροθέτηση πολυμετρικών αισθητήρων σε σταθερά σημεία (σημαδούρες) στην περιοχή του κόλπου της Λεμεσού.....	45

ΕΙΣΑΣΩΓΗ

Παρουσιάστηκε πρόβλημα στα ύδατα της περιοχής του παραλιακού με δημιουργία παχύρρευστου στρώματος στην επιφάνεια, δυσοσμία και υπήρξε έντονος προβληματισμός για την αιτία του φαινομένου αυτού. Από την αρχή υπήρξαν υποψίες για ελευθέρωση λυμάτων από πλοία στην θάλασσα, ανοικτά της περιοχής. Λόγω του γεγονότος ότι αποτελούσε η περιοχή όπου παρατηρήθηκε το φαινόμενο και περιοχή κολυμβητικών υδάτων, η μελέτη έτσι ώστε να εντοπισθεί η πηγή του προβλήματος απαιτούσε άμεσες ενέργειες, γιατί είχε άμεση σχέση με την υγεία των λουομένων.

Ο Δήμος Λεμεσού όφειλε να δράσει άμεσα, έτσι ώστε να λυθεί το πρόβλημα, και να τηρείται το νομοθετικό πλαίσιο, όσον αφορά τα ύδατα κολύμβησης. Ο δήμος ήλθε σε επαφή με το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου έτσι ώστε να μελετηθεί το φαινόμενο και να εντοπισθεί η αιτία του προβλήματος. Για το λόγο αυτό πραγματοποιήθηκαν μια σειρά αναλύσεων τόσο φυσικοχημικών όσο και μικροβιολογικών, έτσι ώστε, να καθοριστεί το επίπεδο επικινδυνότητας και κατά πόσο αποτελεί άμεσο κίνδυνο για την υγεία των λουομένων της περιοχής μελέτης.

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη επικεντρώθηκε στο μικροβιολογικό κομμάτι της μελέτης και πραγματοποιήθηκαν αναλύσεις μικροοργανισμών – δεικτών έτσι ώστε να εντοπισθεί η φύση των αποβλήτων που πιθανότατα να αφήνονταν να τα παρασύρει η θάλασσα. Μελετώντας για κατά πόσο παρουσία αυτών των δεικτών θα επιβεβαιώνονταν και οι υποψίες για ελευθέρωση λυμάτων από πλοία.

1. ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1.1 Σύντομη Περιγραφή Μελέτης

Η παρούσα μελέτη χωρίστηκε σε τέσσερα (4) πακέτα εργασίας. Το 1^ο πακέτο εργασιών εστιάστηκε στην αξιολόγηση της κατάστασης και την συλλογή πληροφοριών για τον υπολογισμό της σοβαρότητας του προβλήματος. Στο 2^ο πακέτο εργασιών περιλαμβάνονται οι εργαστηριακές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την λεπτομερή αξιολόγηση του προβλήματος καθώς και την πηγή της ρύπανσης. Το 3^ο πακέτο εργασιών περιλαμβάνει την ανάλυση των αποτελεσμάτων των εργαστηριακών αναλύσεων και της λεπτομερούς αξιολόγησης του προβλήματος και με την εξαγωγή των κατάλληλων συμπερασμάτων θα γίνει πρόταση καταλλήλων μέτρων για εξάλειψη ή μετριασμό του προβλήματος. Τέλος, το 4^ο πακέτο εργασιών περιλαμβάνει την πρόταση μέτρων για την αντιμετώπιση του προβλήματος και την εγκατάσταση κατάλληλου συστήματος παρακολούθησης της ποιότητας του θαλασσινού νερού στην υπό μελέτη περιοχή.

1.2 Ανασκόπηση βιβλιογραφίας και καταγραφή υφιστάμενης κατάστασης (Πακέτο εργασιών 1)

Σκοπός του πακέτου εργασιών 1 ήταν η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης, η ανασκόπηση σε διεθνής βιβλιογραφία και η συλλογή όλων των απαραίτητων πληροφοριών για την αξιολόγηση της σοβαρότητας του προβλήματος.

1.3. Λεπτομερές Καταγραφή Προβλήματος

Πληροφοριακά κατά την ολοκληρωμένη μελέτη που διεξήχθη από το Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου πραγματοποιήθηκαν συναντήσεις και λήψη συνεντεύξεων από λειτουργούς του Δήμου Λεμεσού καθώς και όλων των αρμοδίων αρχών του κράτους σε σχέση με το εξεταζόμενο πρόβλημα (π.χ., Αρχή Λιμένων, Τμήμα Εμπορικής Ναυτιλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος). Για λόγους αξιοπιστίας των πληροφοριών αλλά και για την ευκολότερη ανάλυση τους, έχει ετοιμαστεί κατάλληλο ερωτηματολόγιο το οποίο συμπληρώθηκε από τους εκπροσώπους όλων των εμπλεκόμενων αρχών στην παρουσία μέλους/ών της μελετητικής ομάδας (υπό τη μορφή συνέντευξης). Επιπλέον, η Εργασία

1.1 περιελάμβανε συναντήσεις και λήψη συνεντεύξεων με φορείς (stakeholders) που δραστηριοποιούνται στον τομέα της περιβαλλοντικής αποκατάστασης.

Η εργασία περιλαμβάνει μελέτη της βιβλιογραφίας σε σχέση με το πρόβλημα που μελετήθηκε έτσι ώστε να εξαχθούν σημαντικές πληροφορίες από παρόμοια προβλήματα σε άλλες παραθαλάσσιες περιοχές εκτός Κύπρου. Ακόμα έχουν μελετηθεί φυσικές και μετεωρολογικές παράμετροι της υπό εξέταση περιοχής όπως κατεύθυνση ανέμων και ρευμάτων με την βοήθεια δεδομένων από την βάση δεδομένων του Ωκεανογραφικού Κέντρου.

1.4 Μικροοργανισμοί που μελετήθηκαν:

Χρησιμοποιήθηκε συγκεκριμένη μέθοδος για μικροβιολογική εξέταση λόγω του ότι οι υδατογενείς επιδημίες προκαλούνται από τα παθογόνα μικρόβια που έχουν προέλευση την κοπρανώδη μόλυνση του νερού. Επειδή ο έλεγχος όλων των παθογόνων μικροβίων που προέρχονται από το εντερικό περιεχόμενο ζώων και ανθρώπων απαιτεί ποικιλία πολύπλοκων, χρονοβόρων και πολυέξοδων αναλύσεων, χρησιμοποιήθηκε η ιδέα της ανίχνευσης μικροβίων – δεικτών που να είναι ενδεικτικοί ακόμη και της ενδεχόμενης παρουσίας λυμάτων στο νερό.

Πρέπει να επισημάνουμε ότι στα πλαίσια της φιλοσοφίας που διέπει τις παρεμβάσεις που αφορούν στη Δημόσια Υγεία, η Εφαρμοσμένη Μικροβιολογία στη Δημόσια Υγεία πρέπει να χρησιμοποιεί μεθόδους με τα εξής κυρίως χαρακτηριστικά:

- Να είναι ταχείες, ώστε να δίδουν κατά το δυνατόν γρήγορα απαντήσεις
- Να είναι πρακτικές και να μην απαιτούν εξοπλισμό υψηλής τεχνολογίας
- Να είναι φθηνές, ώστε να επαρκούν τα κονδύλια για το μεγάλο αριθμό δειγμάτων που απαιτούνται για την επαγρύπνηση στα πλαίσια της Δημόσιας Υγείας
- Να μην απαιτείται υψηλής εξειδίκευσης προσωπικό

Ο λόγος της μελέτης των συγκεκριμένων μικροοργανισμών είναι ότι η παρουσία τέτοιων μικροβίων – δεικτών αποτελεί αδιάψευστο μάρτυρα

κοπρανώδους μόλυνσης του νερού και κατά συνέπεια συνιστά ισχυρή πιθανότητα να συνυπάρχουν και παθογόνα μικρόβια. Είναι εύλογο ότι η αξιολόγηση που γίνεται για

κάθε ένα από τα μικρόβια – δείκτες σχετίζεται με τη φύση του μικροβίου και το βαθμό συσχέτισής του με τα κόπρανα.

1. **Ολικά κολοβακτηρίδια** (TotalColiforms)

2. **Κοπρανώδη Κολοβακτηρίδια ή Εντεροβακτηρίδια ή Εντερικά** (FecalColiforms) (Escherichia Coli)

3. **Στρεπτόκοκκοι κοπράνων** (Εντερόκοκκοι) (Enterococcusfaecalis)

Η σημασία της ανεύρεσης κάθε μιας από τις παραπάνω παραμέτρους έγκειται στο ότι δίδει με αρκετή προσέγγιση πληροφορίες για το είδος της μόλυνσης που αφορά στο νερό από το οποίο έχει ληφθεί το δείγμα που εξετάστηκε.

Έτσι λοιπόν,

- Τα Ολικά Κολοβακτηριοειδή δεν προέρχονται μόνο από τα κόπρανα των ανθρώπων και ζώων αλλά και από το χώμα και τα φυτά και επομένως και από μόνη της παρουσία τους, εφόσον δεν συνυπάρχουν και άλλες βακτηριολογικές παράμετροι στα αποτελέσματα μιας εξέτασης νερού, θα μπορούσε π.χ. να επισημαίνει ενδεχόμενη περιβαλλοντική προέλευση μόλυνση του νερού.

Ο όρος ‘ολικά κολοβακτηρίδια’ (totalcoliforms) αναφέρεται στην ομάδα των gram-αρνητικών αερόβιων έως δυνητικά αναερόβιων, ραβδόμορφων βακτηρίων που δεν σχηματίζουν σπόρους και ζυμώνουν την λακτόζη στους 35 C σε 24 έως 48 ώρες. Στην ομάδα συμπεριλαμβάνονται τα γένη Escherichia, Enterobacter, Citrobacter και Klebsiella. Αυτοί οι οργανισμοί είναι ευρέως διαδεδομένοι στη φύση και πολλοί ενδημούν στα έντερα των θηλαστικών, συμπεριλαμβανομένου του ανθρώπου. Δεν χρησιμοποιούνται όμως ως δείκτης εντερικής μόλυνσης. Τα ολικά κολοβακτηριοειδή μπορούν να πολλαπλασιαστούν στο περιβάλλον και σε βιομεμβράνες. Υπάρχει η δυνατότητα πολλαπλασιασμού σε συστήματα ύδρευσης κάτω από κατάλληλες συνθήκες και σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 15 C. Η ύπαρξη κολοβακτηριδίων φανερώνει κακή συντήρηση του συστήματος ύδρευσης και πιθανόν την εισροή χώματος στο σύστημα ύδρευσης. Σε ομαλές συνθήκες θεωρούνται μη παθογόνοι και μπορούν να επιβιώσουν σαν ελεύθερα σαπρόφυτα ή στην εντερική οδό. Μοναδική εξαίρεση αποτελεί το Escherichia. Ένα νερό θεωρείται κατάλληλο για πόση όταν είναι απαλλαγμένο από τα ολικά κολοβακτηριοειδή.

- Τα Κολοβακτηριοειδή Κοπράνων αντίθετα, επειδή έχουν προέλευση τον εντερικό σωλήνα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων υποδεικνύουν μόλυνση κοπρανώδους προέλευσης του νερού και στην περίπτωση αυτή είναι βέβαια αυτονόητος ο κίνδυνος να υπάρχουν και παθογόνοι μικροοργανισμοί με τις όποιες συνέπειες. Η *Escherichia Coli* (Κολοβακτηρίδιο) συνιστά ένα τυπικό μέλος της ομάδας αυτής των μικροοργανισμών και κατά συνέπεια η παρουσία έστω και ενός (1) μικροβιακού κυττάρου σε 100 ml χλωριωμένου νερού είναι ενδεικτική μόλυνσης ή κακής απολύμανσης του.

Ο όρος ‘‘κολοβακτηρίδια κοπράνων’’ αναφέρεται στις θερμοανεκτικές μορφές της ομάδας των ολικών κολοβακτηριοειδών που ζυμώνουν την λακτόζη στους 44.5 +/- 0.2C σε 24 ώρες. Τα E.Coli και Klebsiella είναι οι κύριοι οργανισμοί ενδιαφέροντος από την ομάδα αυτή, επειδή όταν είναι παρόντες δείχνουν ότι υπάρχει πρόσφατη, κοπρανώδους προέλευσης μόλυνση του νερού, συνοδευόμενη πιθανά από εντερικά παθογόνα. Δεν πολλαπλασιάζονται στο σύστημα ύδρευσης. Αρνητικά στο τεστ οξειδάσης(μεταξύ των αρνητικών κατά Gram βακτηρίων/κολοβακτηριδίων). Πολύ ευαίσθητα στην χλωρίωση. Η απουσία τους δεν σημαίνει ότι το νερό είναι απαλλαγμένο από παράσιτα ή και ιούς. Η παρουσία έστω και ενός μικροβιακού κυττάρου E.Coli σε 100ml (<1 Cfu/100 ml) χλωριωμένου νερού αποτελεί ένδειξη μόλυνσης ή κακής απολύμανσης του.

- Οι Στρεπτόκοκκοι Κοπράνων είναι μια ομάδα μικροοργανισμών που αποτελείται από είδη που βρίσκονται στον εντερικό σωλήνα ανθρώπων και θερμόαιμων ζώων και αν υπάρχουν, υποδεικνύουν μόλυνση κοπρανώδους προέλευσης του νερού και στην περίπτωση αυτή είναι βέβαια αυτονόητος ο κίνδυνος να υπάρχουν και παθογόνοι μικροοργανισμοί με τις όποιες συνέπειες. Η παρουσία αυτών των μικροοργανισμών επιβεβαιώνει τη μόλυνση του νερού από λύματα και ιδίως όταν δεν ανευρίσκονται *E. Coli*, με δεδομένη μάλιστα τη μεγαλύτερη αντοχή τους στην οριακή χλωρίωση αυξάνει η αξία τους στην εκτίμηση της μικροβιολογικής ποιότητας. Περιλαμβάνουν τα είδη *Streptococcus bovis*, *S. avium*, *S. gallinarum*, *S. equinus*, αλλά και τα είδη *S. faecium* & *S. faecalis* που συναντώνται συχνότερα στον εντερικό σωλήνα του ανθρώπου. Οι στρεπτόκοκκοι κοπράνων που ανήκουν

στα είδη , *S. gallinarum*, *S. equinus*, *S. faecium* & *S. Faecalis* συνιστούν μια υποομάδα που ονομάζεται εντερόκοκκοι.

Οι εντερόκοκκοι αναφέρονται σε μία υποομάδα των κοπρανώδη στρεπτόκοκκων (FecalStreptococci) και περιλαμβάνουν τα *S.Faecalis*, *S.fallium*, *S.gallinarium*, *S.avium*. Χαρακτηρίζονται ως gram-θετικοί κόκκοι, αναερόβιοι και αρνητικοί στο ένζυμο καταλάση. Κατά τη μικροσκοπική παρατήρηση φαίνονται ως κοντές αλυσίδες ή διπλόκοκκοι. Συνήθως ενδημούν στα έντερα των θερμόαιμων ζώων δηλαδή στην φυσική χλωρίδα του εντέρου. Υπάρχουν όμως και κάποια είδη τα οποία αν βρεθούν στον ανθρώπινο οργανισμό προκαλούν παθολογία. Δείκτης μόλυνσης του νερού. Πιο ανθεκτικό στην χλωρίωση από την *E.Coli*. Η παρουσία του στο νερό και η απουσία *E.Coli*, φανερώνει παλιά μόλυνση. Δεν πολλαπλασιάζεται στο νερό.

1.5 Ευρωπαϊκό Νομοθετικό Πλαίσιο

Έλεγχος της ποιότητας Νερών Κολύμβησης

Ο έλεγχος της ποιότητας των Νερών Κολύμβησης εφαρμόζεται βάσει της νέας οδηγίας 2006/7/EK για τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης η οποία και καταργεί τη προηγούμενη οδηγία 76/160/ΕΟΚ.

1.5.1 Εθνικό Νομοθετικό Πλαίσιο

Ο περί της Διαχείρισης της ποιότητας των νερών κολύμβησης Νόμος του 2008 (Ν.57(Ι)/2008 πλήρως εναρμονισμένος με τη νέα οδηγία 2006/7/EK.

Ορθολογιστική Βάση -Νομοθεσία

Η προσπάθεια για έκδοση νέας οδηγίας για το θέμα αυτό άρχισε από το Δεκέμβριο του 2000, όταν η Επιτροπή εξέδωσε ανακοίνωση προς το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο με θέμα την ανάπτυξη νέας πολιτικής για τα νερά κολύμβησης και άρχισε ευρείας κλίμακας διαβουλεύσεις με όλα τα εμπλεκόμενα μέρη.

Το κύριο αποτέλεσμα των εν λόγω διαβουλεύσεων ήταν η γενική υποστήριξη για την κατάρτιση νέας οδηγίας που να βασίζεται στα πιο πρόσφατα επιστημονικά δεδομένα και να δίνει ιδιαίτερο βάρος στη συμμετοχή του κοινού.

Η απόφαση αριθ.1600/2002/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 22ας Ιουλίου 2002, για τη θέσπιση του έκτου κοινοτικού προγράμματος δράσης για το περιβάλλον περιέχει δέσμευση για την εξασφάλιση υψηλού επιπέδου προστασίας των υδάτων κολύμβησης μεταξύ άλλων με την αναθεώρηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ σχετικά με την ποιότητα των νερών κολύμβησης.

Στην παρούσα οδηγία οι παράμετροι παρακολούθησης των νερών περιορίζονται από 19 που ίσχυαν στην προηγούμενη 76/160/ΕΟΚ σε δυο σημαντικές βακτηριολογικές παραμέτρου

- Enterococci
- Escherichia-coli

Επιπλέον καθιερώνεται η έννοια της ταξινόμησης των νερών κολύμβησης θεσπίζοντας τέσσερα επίπεδα ποιότητας:

- α) Ανεπαρκής
- β) Επαρκής
- γ) Καλής και
- δ) Εξαιρετικής ποιότητας

Σύμφωνα με το άρθρο 3 της ισχύουσας οδηγίας για πρώτη φορά πριν από την έναρξη της κάθε κολυμβητικής περιόδου καθορίζεται χρονοδιάγραμμα παρακολούθησης για κάθε περιοχή κολύμβησης. Η παρακολούθηση πραγματοποιείται το αργότερο τέσσερις μέρες από την ημερομηνία που ορίζεται στο χρονοδιάγραμμα.

Επίσης σύμφωνα με το ίδιο άρθρο κάθε χρόνο πριν την έναρξη της κολυμβητικής περιόδου όλα τα Κράτη Μέλη ετοιμάζουν κατάλογο με όλες τις περιοχές κολύμβησης και καθορίζουν τη χρονική διάρκεια της κολυμβητικής περιόδου.

σχετικά με τη διαχείριση της ποιότητας των υδάτων κολύμβησης και την κατάργηση της οδηγίας 76/160/ΕΟΚ

Παράμετρος	Εξαιρετική ποιότητα	Καλή ποιότητα	Επαρκής ποιότητα
Εντερόκοκκοι(cfu/100 ml)	100	200	185
Κολοβακτηρίδια (cfu/100 ml)	250	500	500
<i>EscherichiaColi</i> (cfu/100 ml)	250	500	500

2. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ

Η περιοχή μελέτης είναι η περιοχή κατά μήκος του παραλιακού μετώπου Λεμεσού, από την επίχωση μέχρι και το ξενοδοχείο Crown Plaza. Μια περιοχή στην οποία υπάρχουν ιχθυοτροφεία, η μαρίνα Λεμεσού, το αγκυροβόλιο πλοίων και έχουν κατάληξη σε αυτήν, αγωγοί όμβριων υδάτων και ποταμοί.



Σχήμα 1 Περιοχή μελέτης

2.1 Πηγές ρύπανσης σε παγκόσμιο επίπεδο

Έντονα προβλήματα ρύπανσης παρατηρούνται κατά καιρούς στις παραλιακές πόλεις, σε παγκόσμιο επίπεδο, προκαλούνται κυρίως από:

- από εμπορικά πλοία
- Τα κατασκευαστικά έργα σε λιμάνια, όπως μαρίνες
- Τις ιχθυοκαλλιέργειες
- Τα νερά των ποταμών και όμβρια ύδατα που καταλήγουν στη θάλασσα,
- Τη νομοθετική ανεπάρκεια ή μη εφαρμογή σχετικών νομοθεσιών.

2.1.1 Πιθανοί Παράγοντες Ρύπανσης Παραλιακού Μετώπου Λεμεσού

Διερευνήθηκαν πιθανοί παράγοντες για την ρύπανση του παραλιακού μετώπου και με βάση την διεθνή βιβλιογραφία έτσι ώστε να εξαθλούν συμπεράσματα για το πρόβλημα που παρατηρείται στην συγκεκριμένη περιοχή. Οι πιθανοί παράγοντες που μελετήθηκαν αναλύονται πιο κάτω.

- **2.1.1.1 Αγωγοί Όμβριων**

Η κατάληξη των όμβριων υδάτων μέσω των αγωγών που τα μεταφέρουν στην θάλασσα έχει ως αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του θαλασσινού νερού. Για το λόγο αυτό οι αγωγοί όμβριων υδάτων αποτελούν παράγοντα ρύπανσης και υπό εξέταση παράγοντα για το πρόβλημα που μελετήθηκε. Λόγω όμως της περιόδου που εντείνεται το φαινόμενο της ρύπανσης, κατά την περίοδο από Απρίλιο μέχρι Οκτώβριο είναι σαφές ότι ο παράγοντας αυτός δεν μπορεί να θεωρηθεί καθοριστικός για το φαινόμενο της ρύπανσης, αφού κατά την περίοδο αυτή δεν παρατηρείται βροχόπτωση, άρα δεν καταλήγουν όμβρια ύδατα στην θάλασσα.



Σχήμα 2 Αγωγός όμβριων υδάτων που καταλήγει στη θάλασσα περιοχή έναντι Ζωολογικού Κήπου.

- **2.1.1.2 Ακαθαρσίες στους ποταμούς**

Πολύ συχνό φαινόμενο που παρατηρείται είναι η απόρριψη κάθε λογής αποβλήτων οικιακών σε ποταμούς, τα οποία αφήνουν στο έδαφος ρυπογόνους ουσίες που παρασύρονται και καταλήγουν στην θάλασσα.



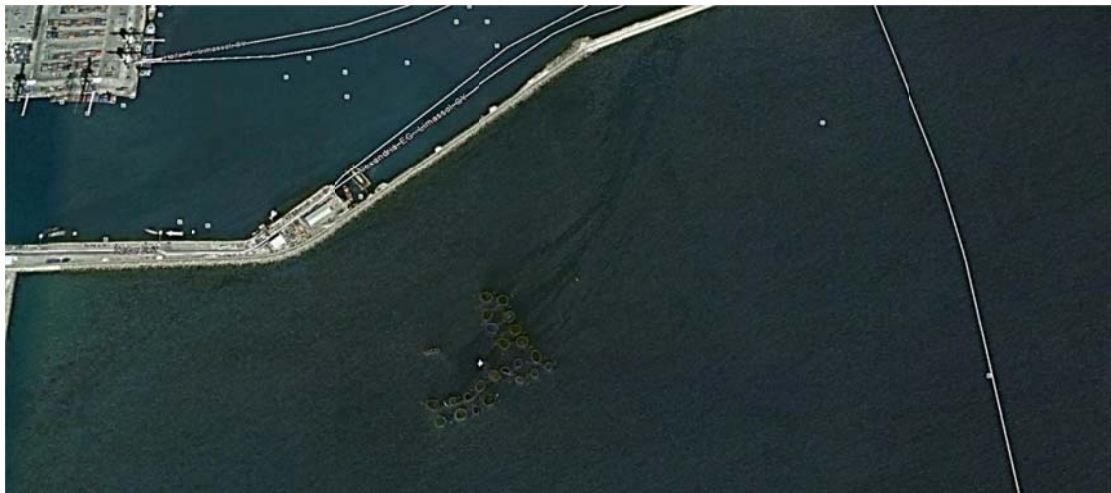
Σχήμα 3 Ποταμός Γαρούλλης και η κατάληξη του στη θάλασσα.

- **2.1.1.3 Ιχθυοκαλλιέργειες**

Η ιχθυοκαλλιέργεια στην Κύπρο αποτελεί έναν από τους κύριους παράγοντες ρύπανσης και συγκεκριμένα στην περιοχή του παραλιακού μετώπου στη Λεμεσό. Ο κυριότερος λόγος που προκαλεί το πρόβλημα είναι η σύσταση της τροφής που δίνεται στα ψάρια και της ύπαρξης κάποιου είδους ελαίου. Για τον λόγο αυτό δεν διαλύεται και να αποικοδομείται και καταλήγει να επιπλέει στην επιφάνεια των υδάτων. Το πρόβλημα εντείνεται όταν, τα ιχθυοτροφία βρίσκονται κοντά στην ακτή και η διασπορά αυτών των ουσιών δεν είναι δυνατή με αποτέλεσμα να μεταφέρεται με τα θαλάσσια ρεύματα προς τις ακτές (Σχήματα 4 και 5).



Σχήμα 4 Ιχθυοτροφεία ανοικτά του νέου λιμανιού Λεμεσού



Σχήμα 5 Εγκαταστάσεις του ενός εκ των δύο ιχθυοτροφείων ανοικτά του λιμανιού

- **2.1.1.4 Νέο Λιμάνι και Μαρίνα Λεμεσού**

Ακόμα ένας σημαντικός παράγοντας ρύπανσης αποτελεί το λιμάνι και η Μαρίνα Λεμεσού, για τον λόγο ότι η έντονη λιμενική δραστηριότητα οδηγεί σε κακής ποιότητας θαλασσινό νερό και ρυπασμένο νερό. Αυτός ο παράγοντας δεν αποτελεί καθοριστικό παράγοντα γιατί το λιμάνι και η μαρίνα είναι σχεδόν κλειστές περιοχές και η ρύπανση δεν προχωρά σε μεγάλο βαθμό στην θάλασσα, αλλά είναι κοινώς αποδεχτό ότι δεν παύει να προκαλείται ρύπανση λόγω των λιμανιών. Η ρύπανση προκαλείται κατά την μετακίνηση των πλοίων που σε συνδυασμό με τα μετεωρολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά, μεταφέρεται σε συγκεκριμένες περιοχές.

- **2.1.1.5 Αγκυροβόλιο (ράδα) πλοίων**

Καθοριστικός παράγοντας της ρύπανσης αποτελούν τα εμπορικά πλοία που είναι αγκυροβολημένα στην περιοχή ανατολικά του νέου λιμανιού, μέχρι να τους παραχωρηθεί άδεια εισόδου στο λιμάνι. Πάρα πολλά ήταν τα περιστατικά όπου εμφανίστηκαν κόπρανα και λύματα στα ρηγά νερά, πράγμα που παραπέμπει στο συμπέρασμα ότι αδειάζονται δεξαμενές κατακράτησης λυμάτων στην θάλασσα. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν υπάρχει σωστή πολιτική αντιμετώπισης τέτοιων φαινομένων και για να αποφύγουν τις χρεώσεις, αδειάζουν τις δεξαμενές τους ανοικτά της υπό εξέταση περιοχή. Αυτός ο παράγοντας αποτελεί καταλυτικός στην υποβάθμιση των κολυμβητικών υδάτων και του προβλήματος που μελετήθηκε.

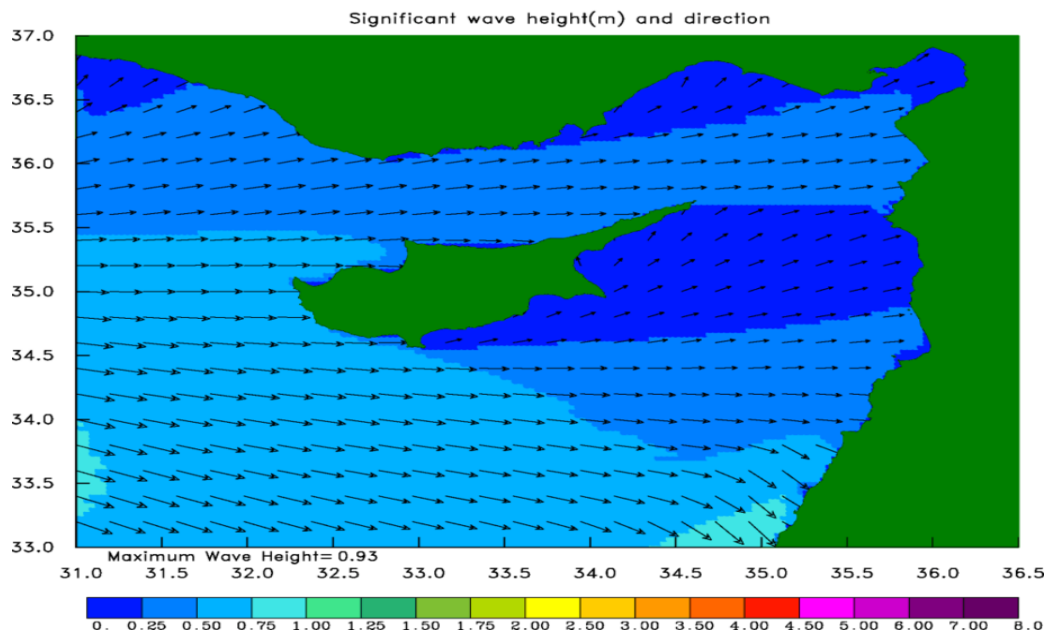
2.2 Ωκεανογραφικά Δεδομένα Περιοχής Μελέτης

Τα ωκεανογραφικά δεδομένα της Κύπρου της Περιοχής Μελέτης μελετήθηκαν από την βάση δεδομένων του Ωκεανογραφικού Κέντρου του Πανεπιστημίου Κύπρου. Με βάση τα στοιχεία του Ωκεανογραφικού κέντρου, η κατεύθυνση των θαλάσσιων κυμάτων στην Περιοχή Μελέτης είναι ανατολική ή βοριο-ανατολική. Η μελέτη της ροής των κυμάτων δείχνει ότι η κίνηση των κυμάτων πραγματοποιείται από τα μέσα προς τα έξω. Αυτό εξηγεί το γεγονός ότι η ροή των κυμάτων συνέβαλε στο να επιδεινωθεί το πρόβλημα, γιατί αντί να γίνει το αναμενόμενο και να παρασύρεται προς τα μέσα της θάλασσας, ότι αφήνεται από πλοία και άλλες πηγές, τελικά καταλήγει προς τα έξω, δηλαδή στην περιοχή όπου παρατηρήθηκε το πρόβλημα. Με βάση τα στοιχεία του Ωκεανογραφικού κέντρου, η κατεύθυνση των θαλάσσιων κυμάτων στην Περιοχή Μελέτης είναι συνήθως ανατολική ή βοριο-ανατολική (Σχήμα 6 και σχήμα 7). Παρόμοια δεδομένα ισχύουν και στην περίπτωση των ανέμων της περιοχής (Σχήμα 8 και σχήμα 9) καθώς και με την παλιρροιακή δραστηριότητα (Σχήμα 10).

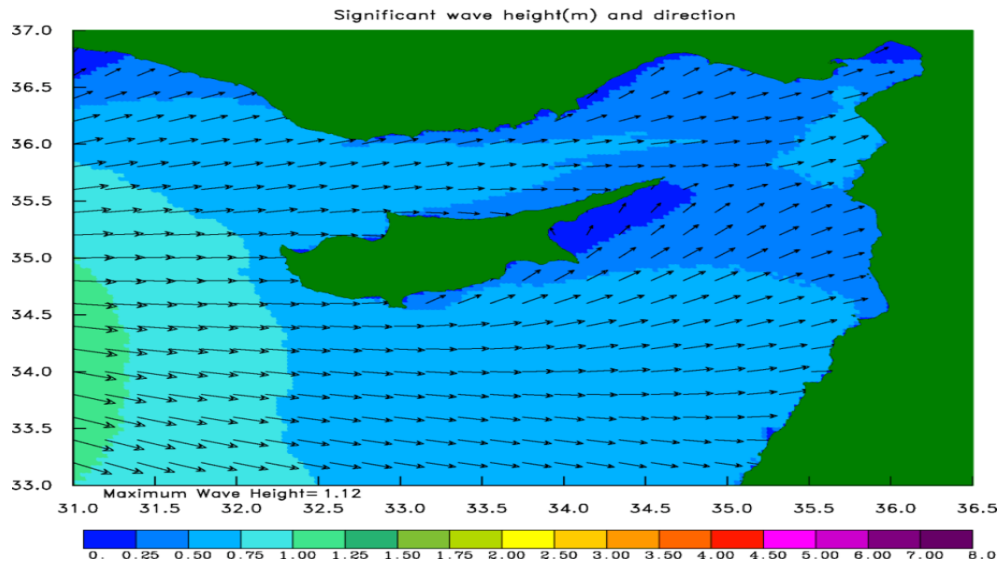
Με βάση την ροή των κυμάτων φαίνεται ότι η ρύπανση διασπείρεται προς τα έξω και οι πηγές της ρύπανσης της υπό εξέταση περιοχής, βρίσκονται μέσα στην θάλασσα. Για το λόγο αυτό, η μελέτη επικεντρώθηκε συγκεκριμένα σε παράγοντες που μελετήθηκαν, και βρίσκονται εντός της θάλασσας. Οι υπό εξέταση πιθανοί παράγοντες της ρύπανσης που μελετήθηκαν ιδιαίτερα είναι:

- Αγκυροβόλιο (Ράδα) λιμένα Λεμεσού,
- Μαρίνα Λεμεσού,
- Λιμάνι Λεμεσού, και
- Ιχθυοκαλλιέργειες νότια του λιμανιού Λεμεσού.

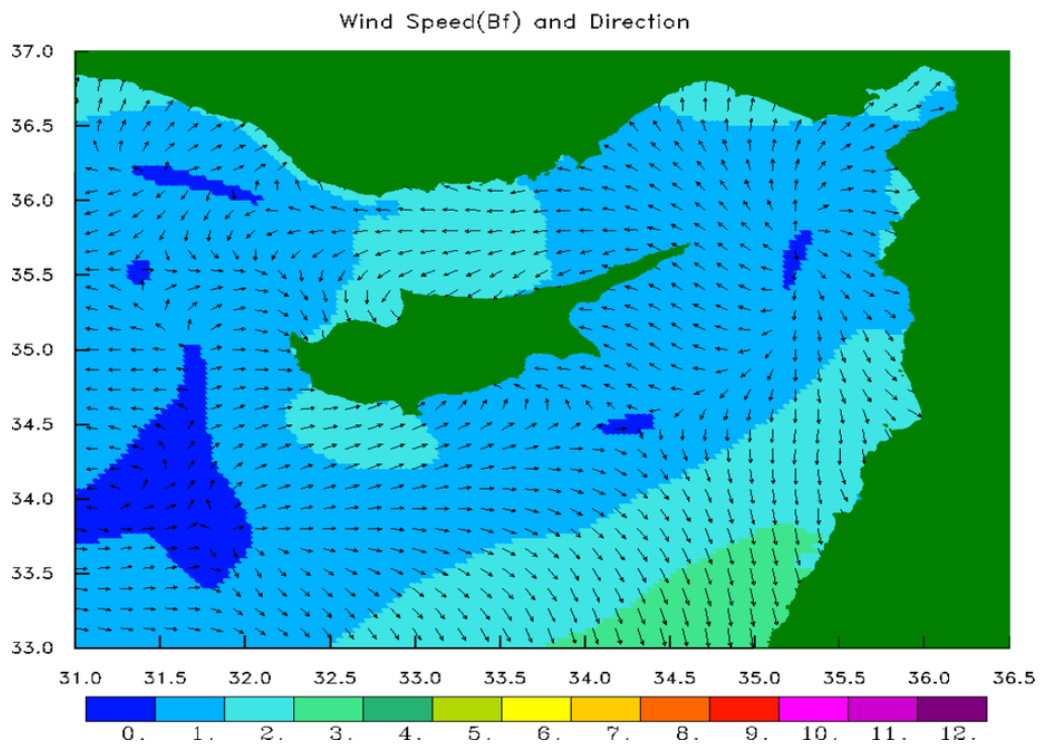
Για τον προσδιορισμό της πηγής που όντως προκαλεί την ρύπανση και δεν είναι απλά πιθανή πηγή, καθοριστικό ρόλο είχαν οι διάφορες αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν. Για παράδειγμα, πιθανό άδειασμαδεξαμενών λυμάτων από την ράδα του λιμένα Λεμεσού θα προκαλέσει αύξηση του μικροβιακού φορτίου στο θαλασσίνο νερό, δηλαδή παρουσία αυξημένη E.Coli και εντερόκοκκων. Η δική μου μελέτη που επικεντρώθηκε στις μικροβιολογικές εξετάσεις, δηλαδή σε έλεγχο πιθανού μικροβιακού φορτίου και εντοπισμό μικροοργανισμών-δεικτών, όπου θα γινόταν ξεκάθαρο, ότι η πηγή είναι απο το άδειασμα των δεξαμενών κατακράτησης λυμάτων, των εμπορικών πλοίων.



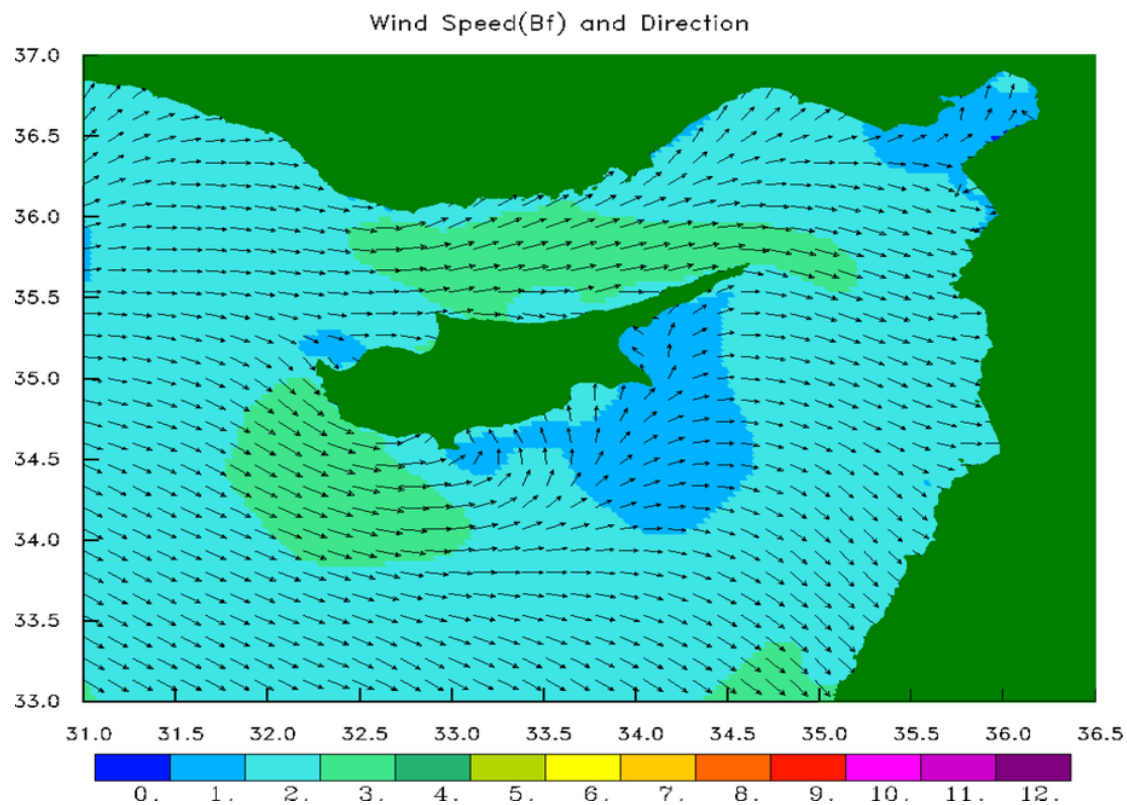
Σχήμα 6 Συνήθεις κατευθύνσεις των θαλάσσιων ρευμάτων στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).



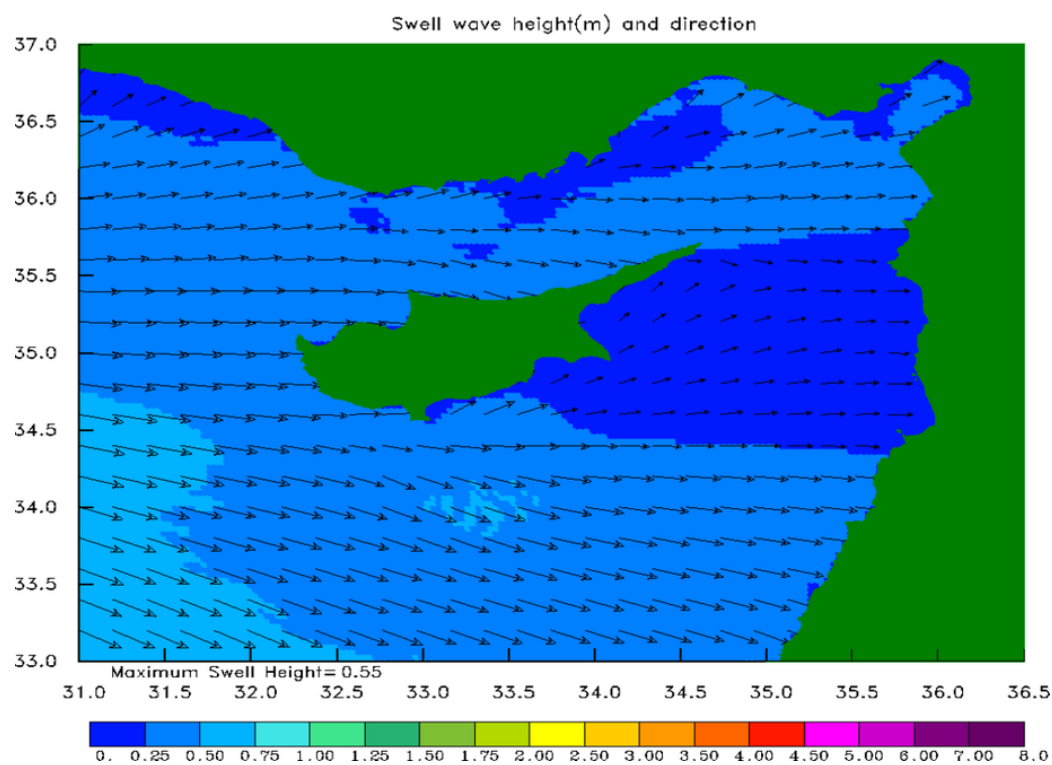
Σχήμα 7 Συνήθεις κατευθύνσεις των θαλάσσιων ρευμάτων στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).



Σχήμα 8 Συνήθεις κατευθύνσεις ανέμων στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).



Σχήμα 9 Συνήθειες κατευθύνσεις ανέμων στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).

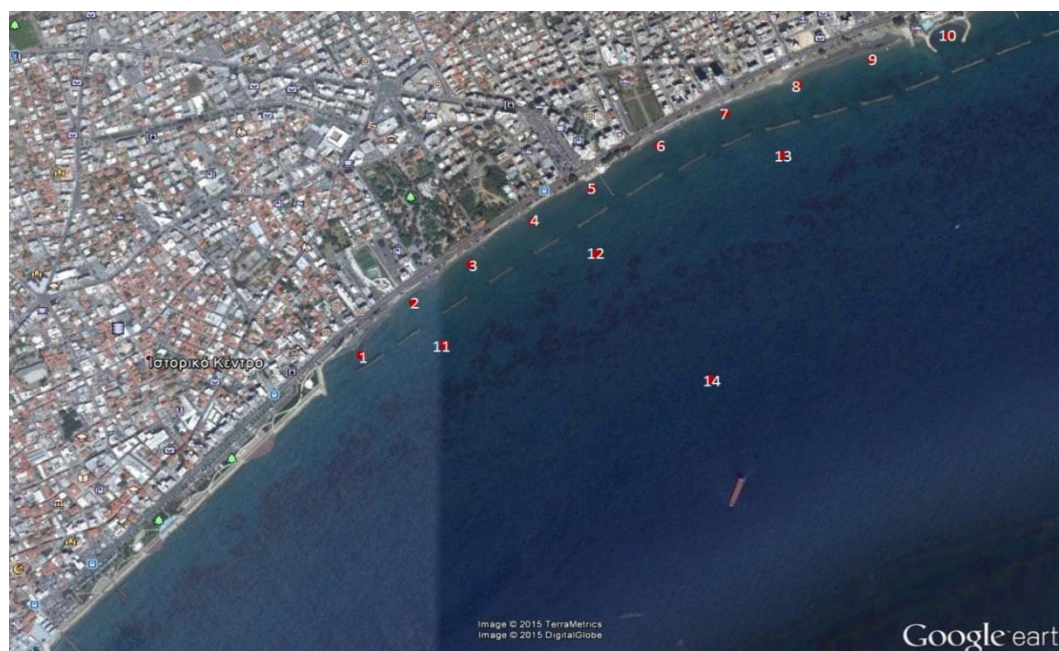


Σχήμα 10 Παλιρροιακή δραστηριότητα στην Περιοχή Μελέτης (Σκιασμένη περιοχή).

3. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

3.1 Δειγματοληψίες

Πραγματοποιήθηκαν 7 δειγματοληψίες από την περίοδο Σεπτεμβρίου – Μαρτίου (πίνακας 1) για σκοπούς μικροβιακού φορτίου, κατά μήκος του παραλιακού μετώπου με στόχο τον προσδιορισμό της πηγής ρύπανσης στην εξεταζόμενη περιοχή. Οι δειγματοληψίες αφορούσαν συνολικά 14 σημεία (εικόνα 5) από τα οποία τα 10 σημεία ήταν κατά μήκος της ακτογραμμής, 3 σημεία πίσω από τους κυματοθραύστες σε απόσταση 200 μέτρα από την ακτογραμμή και 1 σημείο σε απόσταση 1 χιλιομέτρου από την ακτογραμμή.



Σχήμα 11 Σημεία (14) δειγματοληψιών

Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν μέχρι τον Δεκέμβριο με την βοήθεια σκάφους του δήμου ενώ οι επόμενες δειγματοληψίες, πεζοί κατά μήκος της ακτογραμμής είτε με την βοήθεια λουομένων. Ακολουθήθηκαν ιδιαίτερα προσεγμένες συνθήκες και απόλυτα αποστειρωμένες συνθήκες. Τα δείγματα μεταφέρονταν εντός λίγης ώρας από την ώρα της δειγματοληψίας και οι μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιούνταν αυθημερόν.

Πίνακας 1 Δειγματοληψίες θαλασσινού νερού στην υπό εξέταση περιοχή

Δειγματοληψίες	Ημερομηνία	Αριθμός Δειγμάτων
1 ^η	Σεπτεμβρίου	14
2 ^η	Οκτωβρίου	14
3 ^η	Νοεμβρίου	14
4 ^η	Δεκεμβρίου	6
5 ^η	Φεβρουαρίου	6
6 ^η	Μαρτίου	4
7 ^η	Μαρτίου	5

3.2 Μικροβιολογικές Παράμετροι

Εντεροβακτήριοcloacae – EscherichiaColi – ΕντερόκοκκοςFaecalis

Υψηλές συγκεντρώσεις μικροοργανισμών-δεικτών στο νερό αποτελούν απόδειξη ύπαρξης λυμάτων στο θαλασσινό νερό. Στην πτυχιακή μελέτη έχουν γίνει μετρήσεις της συγκέντρωσης των μικροοργανισμών Enterobacter, E. Coli και Enterococcus. Οι συγκεντρώσεις των μικροοργανισμών είναι σημαντικά αυξημένες, κατά τους μήνες Σεπτέμβριο και Οκτώβριος. Έτσι τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων αποδεικνύουν την ύπαρξη λυμάτων στην υπό μελέτη περιοχή.

3.3 Περιγραφή τρυβλίων και εκλεκτικών υποστρωμάτων

Για την εξασφάλιση της ποιότητας του νερού είναι απαραίτητη η μικροβιολογική ανάλυση. Απαραίτητη προϋπόθεση για τον ποιοτικό και ποσοτικό προσδιορισμό των μικροοργανισμών είναι η ανάπτυξη ενός ευνοϊκού περιβαλλοντικού χώρου, δηλαδή μιας καλλιέργειας. Όπως όλοι οι ζωντανοί οργανισμοί έτσι και οι μικροοργανισμοί που ζουν στο νερό, χρειάζονται ιδιαίτερες συνθήκες ανάπτυξης. Διάφορες σύγχρονες τεχνικές όπως η χρήση εκλεκτικών και διαγνωστικών θρεπτικών υποστρωμάτων, ελεγχόμενων συνθηκών επώασης, αναστολών ανάπτυξης χρησιμοποιούνται συνήθως σε συνδυασμό. Για παράδειγμα στηνCHROMagarECCέχουν αναπτύξει μια γκάμα προϊόντων –

εργαλείων, βασισμένα στην πρωτοποριακή τεχνολογία των χρωμογόνων υλικών. Η εφαρμογή της σύγχρονης επιστήμης είναι πλέον απαραίτητη και στην μικροβιολογία. Η E. Coli και τα υπόλοιπα εντεροβακτηρίδια είναι οι πιο συχνοί δείκτες για την βακτηριολογική μόλυνση του νερού. Γι' αυτό και παγκόσμιοι κανονισμοί επιβάλλουν την ανίχνευση τους (με τεστ παρουσίας ή απουσίας) και τον υπολογισμό τους. Η CHROMagar όπως και άλλες εταιρίες διαθέτουν διάφορα μέσα για την αξιολόγηση της ποιότητας του νερού.

Στην εργαστηριακή άσκηση χρησιμοποιήθηκε το CHROMagarECC για την ταυτοποίηση και απαρίθμηση της E. Coli. Οι κλασικές μέθοδοι για την E. Coli είναι ιδιαίτερα χρονοβόρες και απαιτούν την μελέτη πολλών αποικιών. Το CHROMagarECC δείχνει απευθείας τις αποικίες της E. Coli με μπλε χρώμα και κάνει την ανίχνευση και τον υπολογισμό αυτού του σημαντικού δείκτη υγιεινής όσο το δυνατόν ευκολότερο.

Το CHROMagarECC επίσης δείχνει τα υπόλοιπα εντεροβακτηριακά με κόκκινο χρώμα. Χρησιμοποιήθηκε επίσης το m – ENTEROCOCCUSAGAR το οποίο λειτουργεί για την ανίχνευση και την απαρίθμηση των εντερόκοκκων και συγκεκριμένα των Enterococcus faecalis από τις δειγματοληψίες ύδατος, δείχνοντας τους με ροζ έως κόκκινο χρώμα.

3.4 Τεχνική που χρησιμοποιήθηκε

Η τεχνική MF αποτελεί την πιο διαδεδομένη μέθοδο μικροβιακής ανάλυσης νερού. Ποσοτική εκτίμηση του βακτηριακού πληθυσμού με τη μέθοδο της διήθησης, χρησιμοποιώντας ηθμομεμβράνες οι οποίες έχουν πολύ μικρούς πόρους και δεν επιτρέπουν στα βακτηριακά κύτταρα να διέλθουν διαμέσου αυτών. Οι ηθμοί τοποθετούνται στην επιφάνεια στερεών θρεπτικών υποστρωμάτων (συνήθως εκλεκτικά/διαγνωστικά) και επωάζονται (σε κλίβανο επώασης στους 37 C για 24 h) μέχρι το κάθε κύτταρο του εμβολίου να σχηματίσει μια ευδιάκριτη αποικία. Οι αποικίες αντιστοιχούν στον αριθμό των μικροοργανισμών (βιώσιμες μονάδες, Cfu) που εμπεριέχονται στο αρχικό δείγμα. Η τεχνική MF είναι παγκοσμίως η πιο αποτελεσματική μέθοδος μικροβιολογικής ανάλυσης νερού. Η τεχνική MF χρησιμοποιείται επίσης σε πολλές βιομηχανίες για απομόνωση συγκεκριμένων μικροοργανισμών όπως E. Coli, sp. Pseudomonas και Lactobacillus sp. Η τεχνική MF επιτρέπει την απομόνωση και

απαρίθμηση των αποικιών παρέχοντας έτσι πληροφορίες παρουσίας ή απουσίας μικροοργανισμών σε λιγότερο από 24 ώρες, χαρακτηρίζεται από μειωμένο χρόνο προετοιμασιών σε σχέση με τις περισσότερες παραδοσιακές μεθόδους, μπορεί να ελέγξει μεγαλύτερο όγκο δείγματος του νερού, επιτρέπει την απομάκρυνση των ανασταλτικών ή βιοκτόνων μικροβίων κ.ά.

3.5 Μεθολογία

Η συνήθης διαδικασία MF που ακολουθείται είναι η εξής

1. Αποστείρωση των γυάλινων δοχείων σε κλίβανο ξηρού αέρα (180 C για 15 min) που συναποτελούν την συσκευή.
2. Αφαιρείται προσεκτικά από ένα φακελάκι συσκευασίας με αποστειρωμένη λαβίδα το ειδικό διηθητικό χαρτί ή ηθμομεμβράνη (με διάμετρο πόρων 0.45 μm ώστε να κατακρατεί τους προς υπό εξέταση μικροοργανισμούς). Οι ηθμομεμβράνες που χρησιμοποιούνται είναι σταθερά στη χρήση και δεν αναστέλλουν ή ερεθίζουν το πολλαπλασιασμό.
3. Τοποθετείται το διηθητικό χαρτί στο σημείο τιτλοδότησης
4. Μέτρηση 100 ml δείγματος νερού
5. Προστίθεται λίγο δείγμα νερού μέχρι να καλυφθεί το διηθητικό χαρτί (να κολλήσει έτσι ώστε να μην εισέρχεται το νερό από το πλάι χωρίς να έχει ήδη διηθηθεί).
6. Ανοίγεται η αντλία υπό κενό. Η αντλία διευκολύνει την διέλευση του νερού διά μέσω της ηθμομεμβράνης, ενώ οι μικροοργανισμοί παραμένουν στην επιφάνεια.
7. Προστίθεται και τα 100 ml δείγματος και τιτλοδοτείται όλο το δείγμα νερού. Το νερό διαπερνά μέσω της αποστειρωμένης ηθμομεμβράνης στη φιάλη. Οι οργανισμοί του δείγματος κατακρατούνται στην επιφάνεια της μεμβράνης. Αναμονή για λίγο και αφαίρεση της ηθμομεμβράνης.
8. Στη συνέχεια η ηθμομεμβράνη με τους μικροοργανισμούς (δεν είναι εμφανής η παρουσία τους) τοποθετείται στην επιφάνεια τρυβλίου που εμπεριέχει το εκλεκτικό θρεπτικό υπόστρωμα (τα οποία φυλάσσονται σε ψυγείο) για τον υπό εξέταση μικροοργανισμό (όπως ορίζει η νομοθεσία). Η τοποθέτηση των ηθμομεμβρανών στα τρυβλία πραγματοποιείται σε ειδικό απαγωγό για λόγους αποστείρωσης.
9. Τα τρυβλία στη συνέχεια αναποδογυρίζονται και παραμένουν σε συγκεκριμένη θερμοκρασία για ορισμένο χρόνο, ώστε να πραγματοποιηθεί η επώαση των

μικροοργανισμών. Σε κλίβανο επώασης στους 37 C για 24 h (EnterococcusFaecalis για 24-48).

10. Γαυτοποίηση των αποικιών με βάση πρωτόκολλα (κυρίως χρώμα)

11. Τοποθέτηση των τρυβλίων σε ειδική συσκευή καταμέτρησης των αποικιών. Η καταμέτρηση των αποικιών (κυρίως μέσω του χρώματος) διευκολύνεται με τη χρήση ηθμομεμβρανών που χωρίζονται σε τετράγωνα. Οι μετρήσεις των αποικιών είναι απαραίτητο να γίνονται μετά τις προκαθορισμένες ώρες επώασης. Ο κατακρατούμενος αριθμός αποικιών στη μεμβράνη είναι πάντα ελάχιστα μικρότερος του πραγματικού λόγω ότι ένα ποσοστό των μικροοργανισμών που έχει υποστεί μεταβολικές ή ενζυμικές αλλαγές δεν αναπτύσσεται στα εκλεκτικά υλικά.

Μονάδα μέτρησηςCfu/100ml δηλαδή βιώσιμες μονάδες/ 100 ml δείγματος νερού.

12. Σύγκριση των αποτελεσμάτων με βάση τα επιτρεπτά όρια που ορίζει η νομοθεσία για κάθε χρήση του νερού.

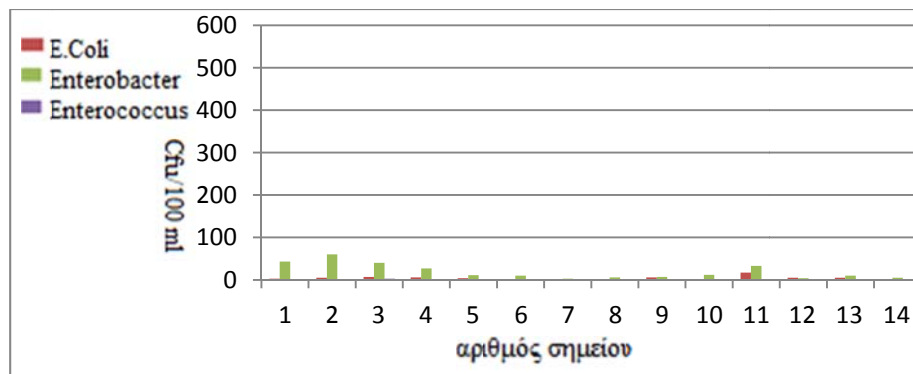
3.6 Ανάλυση και συζήτηση αποτελεσμάτων

Παρακάτω παρουσιάζονται γραφικές παραστάσεις αποικιών E. Coli, Enterobacter, Enterococcus, που αντιστοιχούν στα σημεία δειγματοληψίας, για την περίοδο από τον μήνα Οκτώβριο μέχρι τον μήνα Μάρτιο. Αξίζει να αναφερθεί ότι παρατηρούνται διακυμάνσεις των τιμών των μικροοργανισμών από σημείο σε σημείο. Λόγω δυσκολίας πρόσβασης σε αρκετά σημεία, περιορίστηκε ο αριθμός των δειγματοληψιών σε αυτά τα σημεία. Επίσης είναι ξεκάθαρο ότι οι πηγές της ρύπανσης δεν είναι συνεχώς οι ίδιες αλλά αλλάζουν ανάλογα με την εποχή.

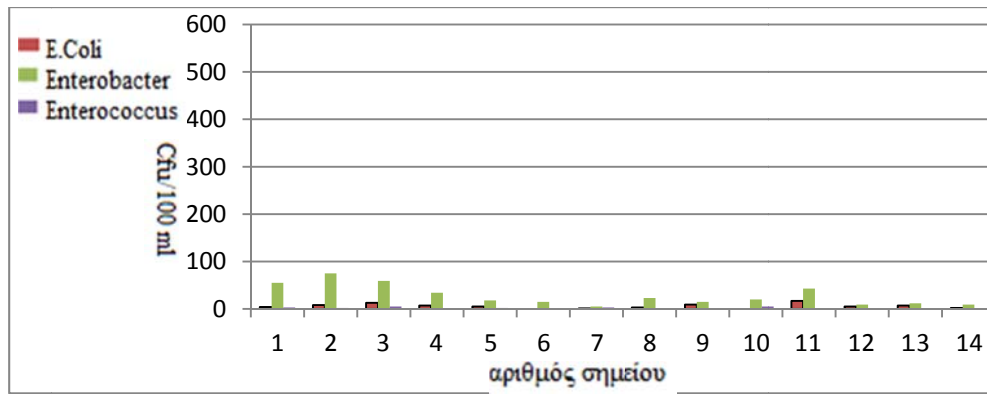
Πίνακας 2 Αριθμός δειγμάτων που λήφθηκαν σε κάθε δειγματοληψία

Δειγματοληψίες	Ημερομηνία	Αριθμός Δειγμάτων
1 ^η	Οκτώβριος	14
2 ^η	Οκτώβριος	14
3 ^η	Νοέμβριος	14
4 ^η	Δεκέμβριος	6
5 ^η	Φεβρουάριος	6
6 ^η	Μάρτιος	4
7 ^η	Μάρτιος	5

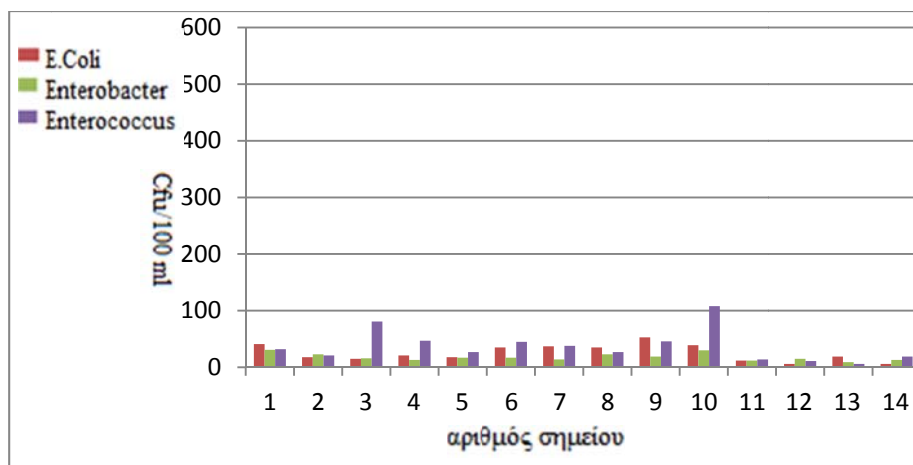
Κρίθηκε ως πιο σωστό και αξιόπιστο να χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση των αποτελεσμάτων των αναλύσεων, γραφικές για τις 48 ώρες επώασης των μικροοργανισμών για το λόγο ότι είναι πιο αξιόπιστες από ότι των 24 ωρών. Πιο κάτω παραθέτονται από την 1^η δειγματοληψία και από την 3^η, οι γραφικές των 24 ωρών και των 48 για να γίνει αντιληπτό ότι η διαφορά σε κάθε περίπτωση, των 24 και 48 ωρών είναι ελάχιστη.



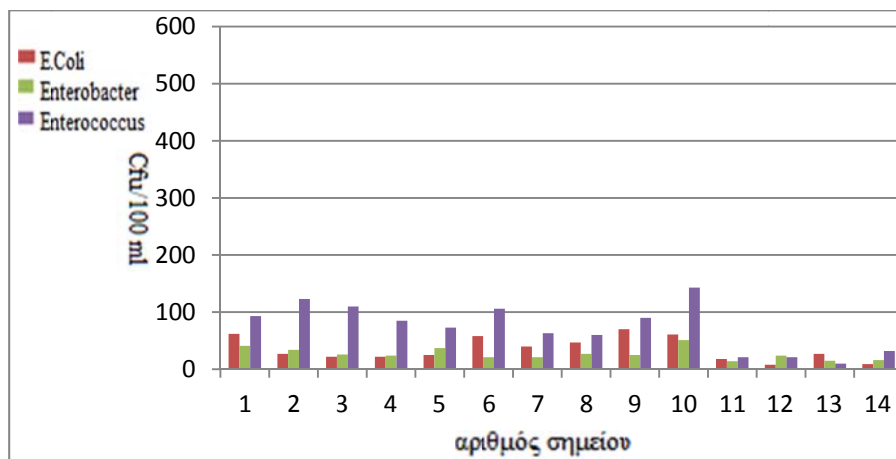
Σχήμα 12 Γραφική παράσταση 14 σημείων κατά την 1^η δειγματοληψία σε 24 ώρες



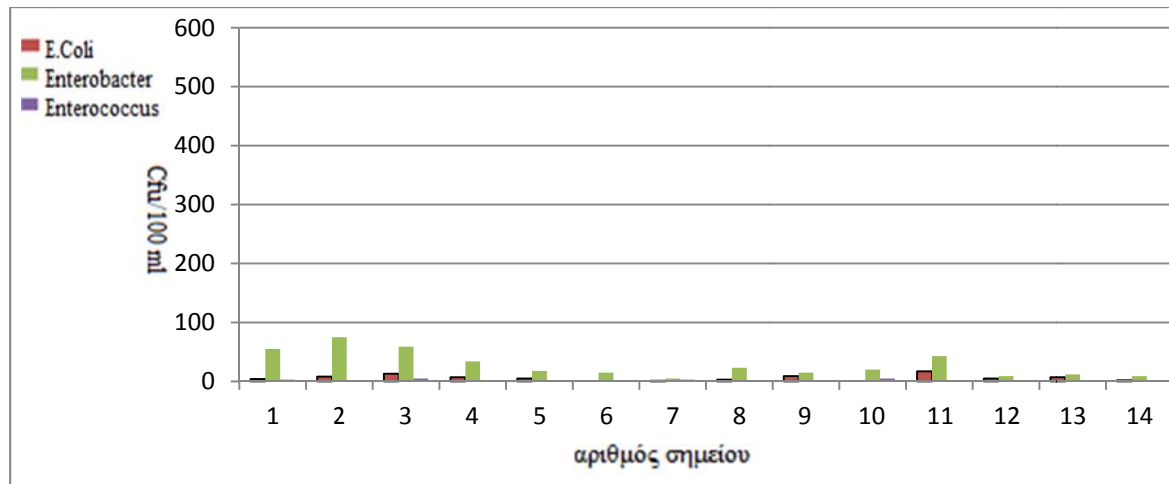
Σχήμα 13 Γραφική παράσταση 14 σημείων κατά την 1^ηδειγματοληψία σε 48 ώρες



Σχήμα 14 Γραφική παράσταση 14 σημείων κατά την 3^ηδειγματοληψία σε 24 ώρες

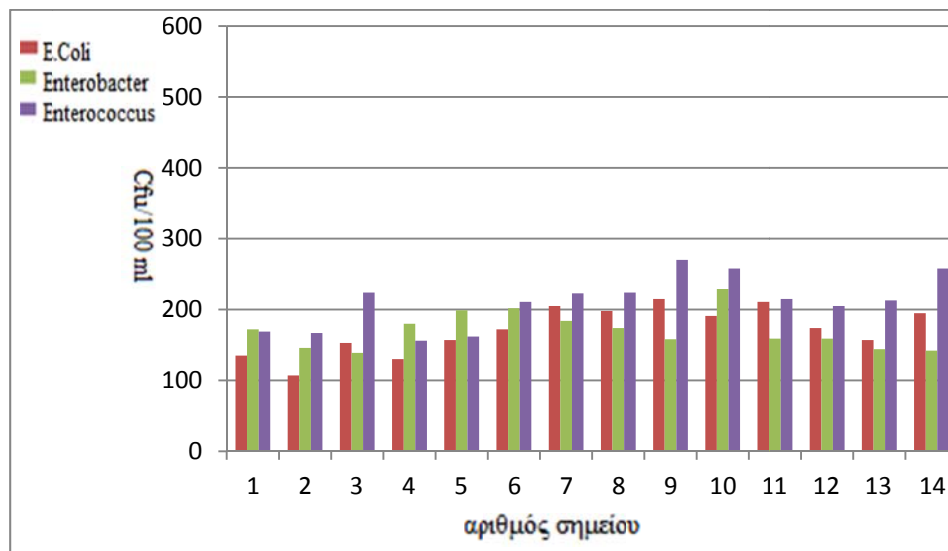


Σχήμα 15 Γραφική παράσταση 14 σημείων κατά την 3^ηδειγματοληψία σε 48 ώρες



Σχήμα 16 Γραφική παράσταση 1^{ης} δειγματοληψίας, Οκτώβριος

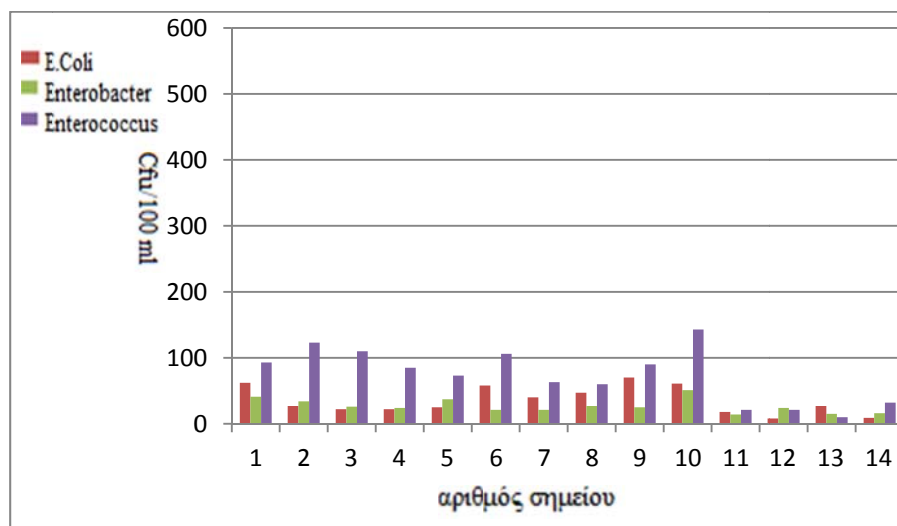
Όπως δείχνουν και τα αποτελέσματα, αν και χαμηλές τιμές των δεικτών, φαίνεται από τις τιμές στα σημεία 1-3, ότι πηγές ρύπανσης αποτελούν το λιμάνι και τα ιχθυοτροφεία. Υψηλότερες τιμές φαίνεται κοντά στο λιμάνι και όχι κοντά σε κάποια άλλη πιθανή πηγή ρύπανσης.



Σχήμα 17 Γραφική παράσταση 2^{ης} δειγματοληψίας, Οκτώβριος

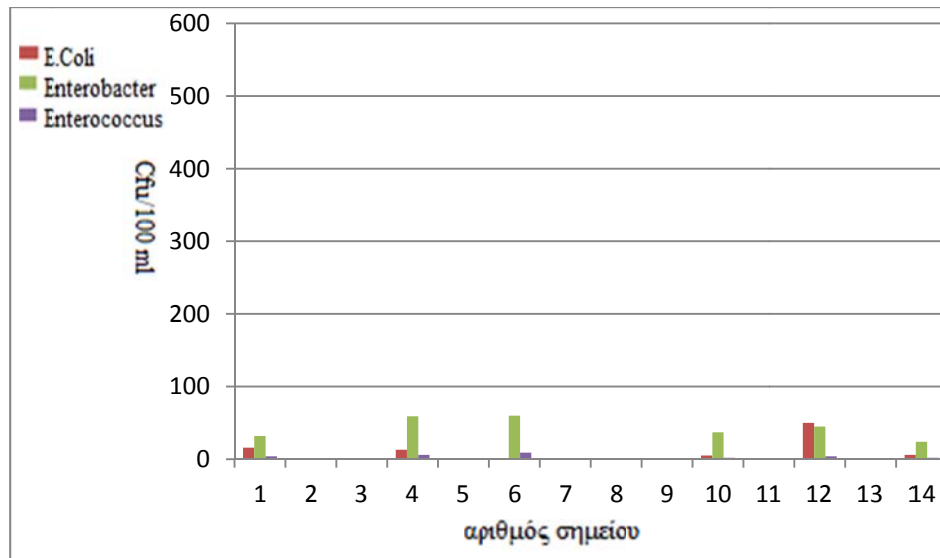
Αυξημένες τιμές παρατηρήθηκαν κατά αυτή την δειγματοληψία και όπως φαίνεται πολλαπλές είναι οι πηγές. Οι υψηλές τιμές στα σημεία κοντά στο λιμάνι δείχνουν αυτό ως πηγή ρύπανσης αλλά και τα ιχθυοτροφεία. Οι υψηλές τιμές στα σημεία κοντά στα

ξενοδοχεία δείχνουν αυτά ως πηγές ρύπανσης και οι τιμές στα σημεία πιο μέσα στην θάλασσα και συγκεκριμένα στο σημείο 14, δείχνουν ως πηγή ρύπανσης καθαρά το αγκυροβόλιο. Σημαντικό ρόλο στο να ευνοηθεί η ανάπτυξη των μικροοργανισμών είχε ο αερισμός και ο κυματισμός. Αξίζει να αναφερθεί ότι τις προηγούμενες μέρες παρατηρήθηκαν ισχυροί άνεμοι και καταιγίδες.



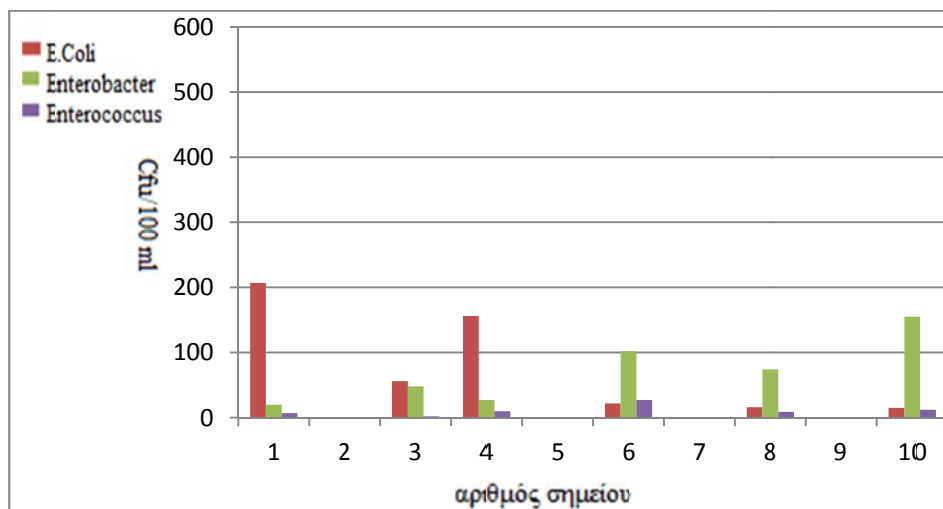
Σχήμα 18 Γραφική παράσταση 3^{ης} δειγματοληψίας, Νοέμβριος

Από μια πρώτη ματιά φαίνεται ότι η πηγή ρύπανσης δεν είναι ιδιαίτερα το αγκυροβόλιο αλλά το λιμάνι και τα ιχθυοτροφεία από τις τιμές στα σημεία 1-3 που βρίσκονται κοντά στο λιμάνι. Αυτό φαίνεται από το γεγονός ότι οι υψηλότερες τιμές είναι κοντά στο λιμάνι. Ακολούθως φαίνεται ότι πιθανή πηγή αποτελούν και τα ξενοδοχεία, όπως δείχνουν και οι υψηλές τιμές στο σημείο 9 και 10.



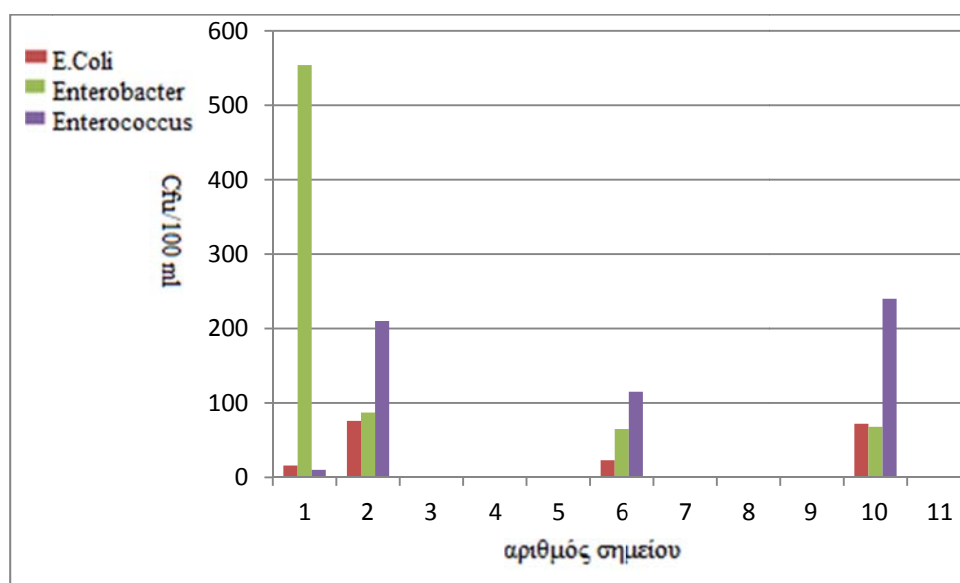
Σχήμα 19 Γραφική παράσταση 4^{ης} δειγματοληψίας, Δεκέμβριος

Πολύ χαμηλές τιμές και αρκετά κάτω από τα επιτρεπτά όρια. Δεν γίνεται ξεκάθαρο ποια είναι η πιθανή πηγή ρύπανσης. Οι πολύ χαμηλές τιμές στο σημείο 1 δείχνουν ότι δεν υπήρξε συνεισφορά του λιμανιού. Επίσης οι πολύ χαμηλές τιμές στο σημείο 14 δείχνουν ότι δεν υπήρξε συνεισφορά του αγκυροβολίου και σε συνδυασμό με τις χαμηλές θερμοκρασίες της περιόδου, δεν ευνοήθηκε ανάπτυξη μικροοργανισμών.



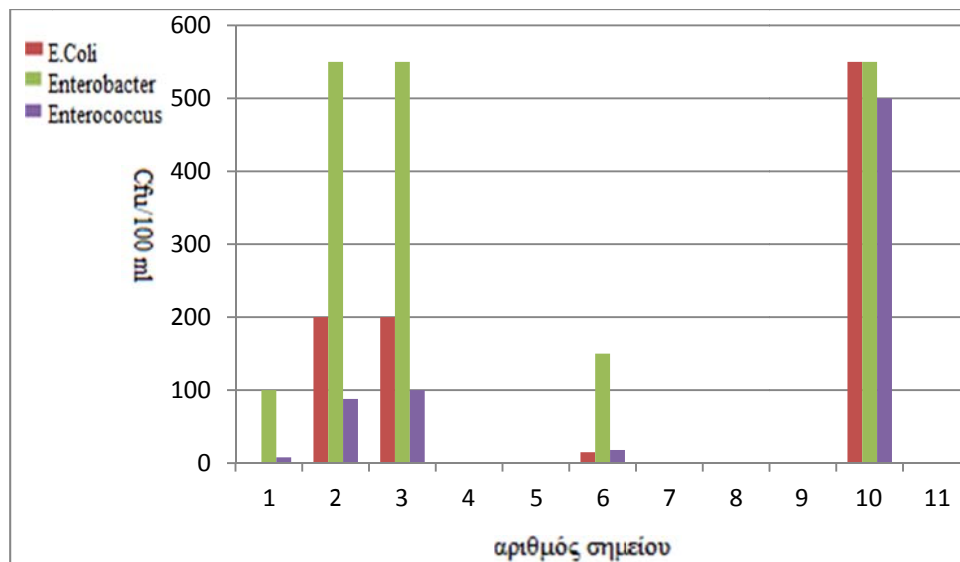
Σχήμα 20 Γραφική παράσταση 5^{ης} δειγματοληψίας, Φεβρουάριος

Οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στο σημείο 1 όπου βρίσκεται κοντά στο λιμάνι και έτσι φαίνεται αυτό ως η κυριότερη πηγή ρύπανσης αλλά και τα ιχθυοτροφεία μπορεί να αποτελούν πηγή ρύπανσης. Οι υψηλές τιμές στο σημείο 10 δείχνουν συνεισφορά και των ξενοδοχειακών μονάδων. Αρχίζουν να ευνοούν την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και η θερμοκρασία που αυξάνεται.



Σχήμα 21 Γραφική παράσταση 6^{ης} δειγματοληψίας, Μάρτιος

Οι πολύ υψηλές τιμές στο σημείο 1 και οι πιο χαμηλές στο σημείο 2, σημεία κοντά στο λιμάνι, και τα ιχθυοτροφεία δείχνουν ότι αυτά αποτελούν πηγές ρύπανσης. Οι υψηλές τιμές στο σημείο 10 δείχνουν ότι και οι ξενοδοχειακές μονάδες αποτέλεσαν πηγές ρύπανσης. Κατά αυτή την δειγματοληψία σημαντικό ρόλο είχαν οι αυξημένες θερμοκρασίες σε σχέση με προηγούμενες δειγματοληψίες, στο να ευνοηθεί ανάπτυξη μικροοργανισμών.



Σχήμα 22 Γραφική παράσταση 7^{ης} δειγματοληψίας, Μάρτιος

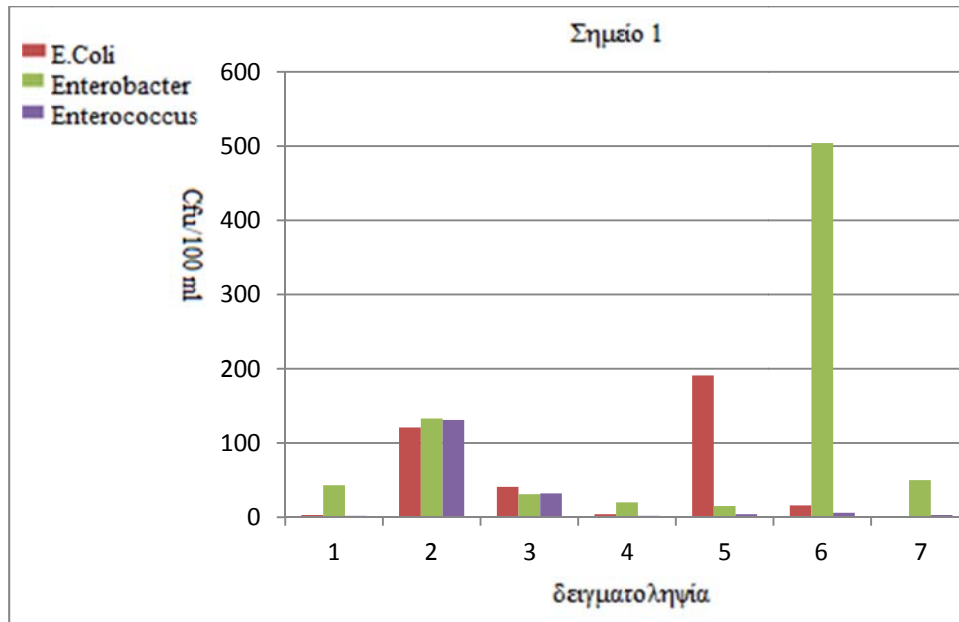
Οι πολύ υψηλές τιμές στα σημεία 2 και 3, δείχνουν ως πηγές ρύπανσης το λιμάνι και τα ιχθυοτροφεία. Οι πολύ υψηλές τιμές στο σημείο 10 δείχνουν ως πηγή ρύπανσης τις ξενοδοχειακές μονάδες. Παρατηρούνται ιδιαίτερα υψηλές τιμές γεγονός που δείχνει ότι σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και η αυξημένη θερμοκρασία που επικρατεί αυτή την εποχή.

Πίνακας 3 δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν για κάθε σημείο

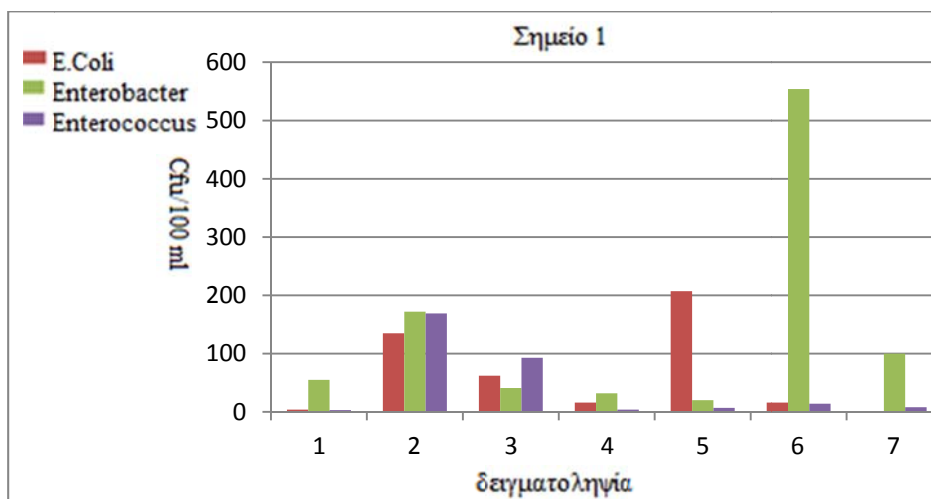
Σημείο	Αριθμός δειγματοληψιών
1	7
2	5
3	5
4	5
5	3
6	7
7	3
8	3
9	3
10	7
11	3
12	4
13	3
14	4

Πιο κάτω παρουσιάζονται γραφικές παραστάσεις αποικιών E.Coli, Enterobacter και Enterococcus για κάθε σημείο ως προς το σύνολο των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν για το κάθε σημείο. Οι δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν την περίοδο Οκτώβριο – Μάρτιο. Αξίζει να αναφερθεί ότι παρατηρούνται διακυμάνσεις

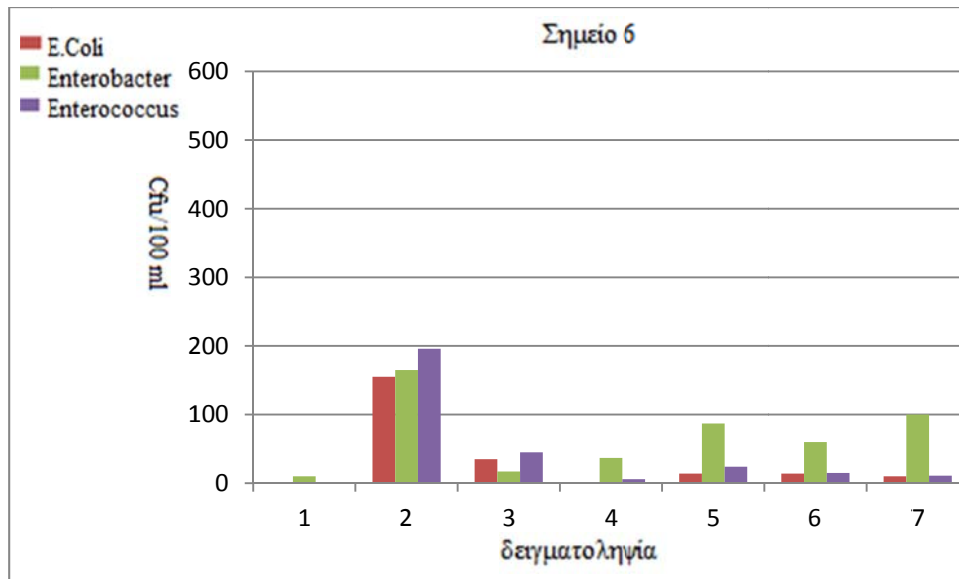
των τιμών των μικροοργανισμών ανάλογα των εποχών όπου πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες. Λόγω δυσκολίας πρόσβασης σε αρκετά σημεία, περιορίστηκε αριθμός των δειγματοληψιών σε αυτά τα σημεία.



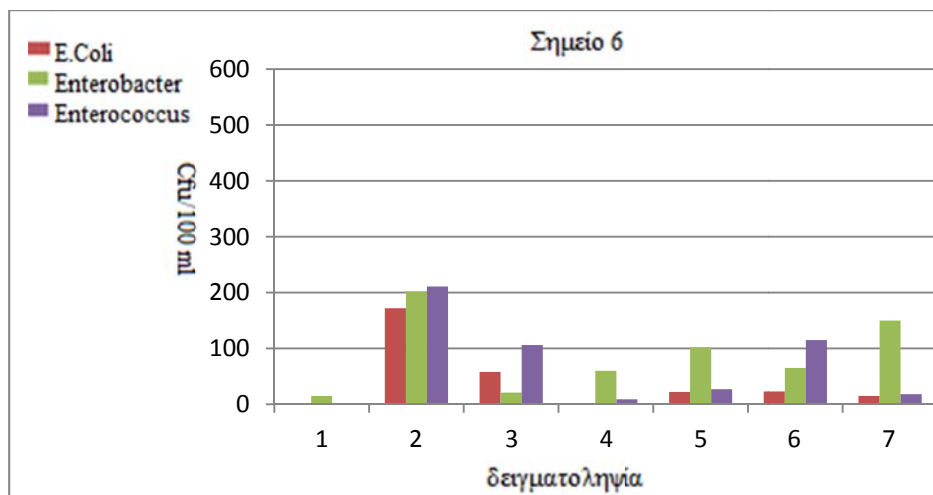
Σχήμα 23 Γραφική παράσταση σημείου 1 κατά τις 7 δειγματοληψίες σε 24 ώρες



Σχήμα 24 Γραφική παράσταση σημείου 1 κατά τις 7 δειγματοληψίες σε 48 ώρες

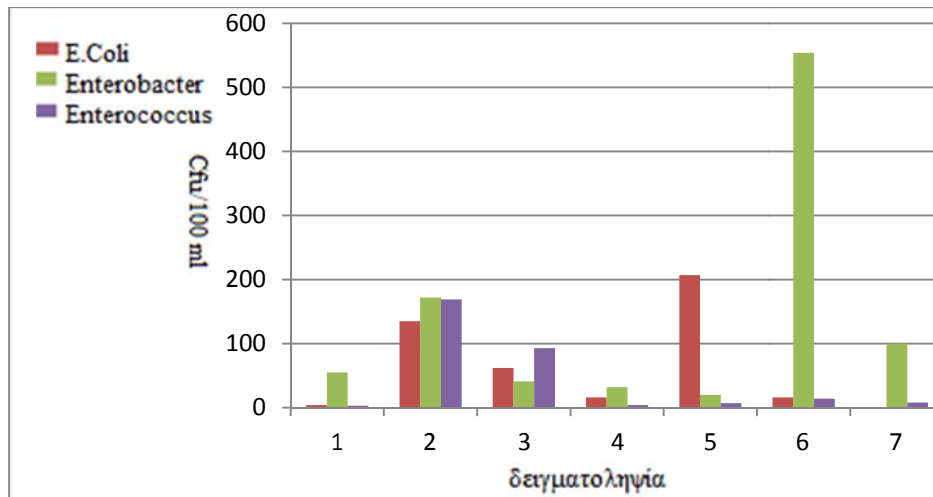


Σχήμα 25 Γραφική παράσταση σημείου 6 κατά τις 7 δειγματοληψίες σε 24 ώρες



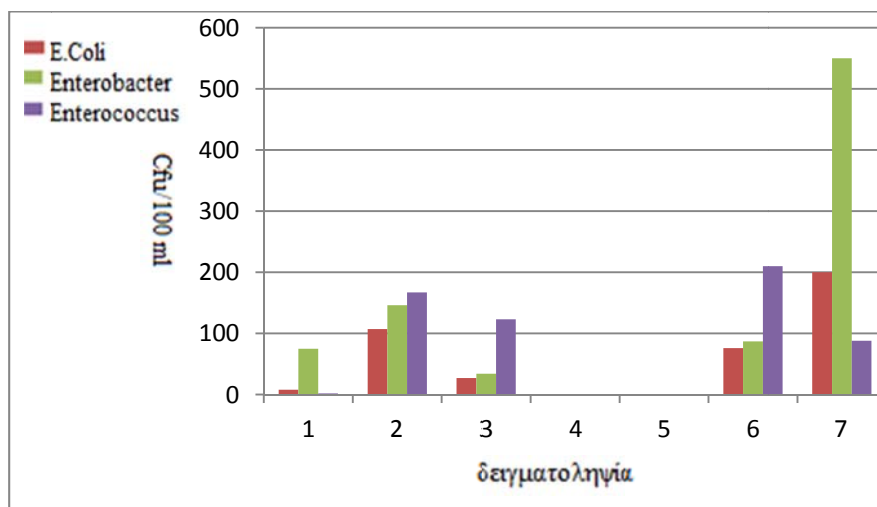
Σχήμα 26 Γραφική παράσταση σημείου 6 κατά τις 7 δειγματοληψίες σε 48 ώρες

Γίνεται και πάλι αντιληπτό ότι η διαφορά μεταξύ γραφικών για 24 ώρες επώαση και για 48, είναι ελάχιστη. Όμως και πάλι οι γραφικές για 48 ώρες είναι πιο αντικειμενικές και για αυτό και προτιμήθηκαν για την ανάλυση αποτελεσμάτων των αναλύσεων.



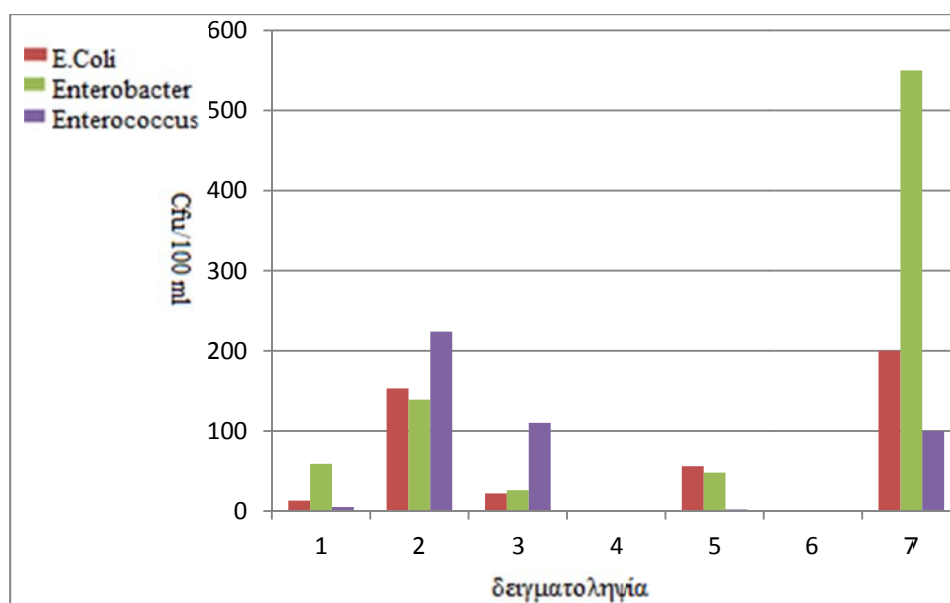
Σχήμα 27 Γραφική παράσταση σημείου 1 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Με εξαίρεση την 2^η δειγματοληψία όπου έγινε τον μήνα Οκτώβριο, όπου είχαμε πολλαπλές πηγές ρύπανσης και για αυτό παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές μικροοργανισμών, οι υψηλότερες τιμές παρατηρήθηκαν από την 5^η -7^η δειγματοληψία κατά του μήνες Φεβρουάριο και Μάρτιο, κάτι το οποίο δείχνει την συμβολή των ψηλών θερμοκρασιών στην ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Αυτό δείχνει επίσης ότι το λιμάνι αποτελεί κύρια πηγή ρύπανσης μετά τον μήνα Φεβρουάριο και αυτό θα συνεχιστεί και τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου οι συνθήκες είναι ευνοϊκές για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών.



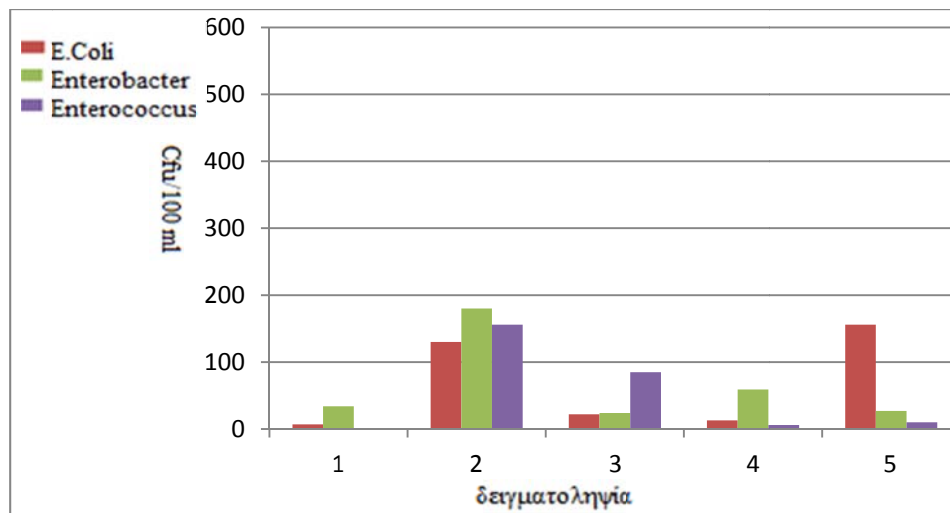
Σχήμα 28 Γραφική παράσταση σημείου 2 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται στις δειγματοληψίες 6 και 7 όπου πραγματοποιήθηκαν τον μήνα Μάρτιο. Αυτό δείχνει ότι σημαντική είναι και η αύξηση της θερμοκρασίας αυτή την εποχή. Σημαντική διαφορά έχουν οι μετρήσεις κατά την 6^η από την 7^η, παρόλο που έγιναν τον ίδιο μήνα. Σε αυτό ρόλο έπαιξε και η σημαντική αύξηση της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του μήνα. Ακόμα φαίνεται ότι και πάλι το λιμάνι θα αρχίσει να αποτελεί κύρια πηγή ρύπανσης και αυτό θα συνεχίζεται και κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.



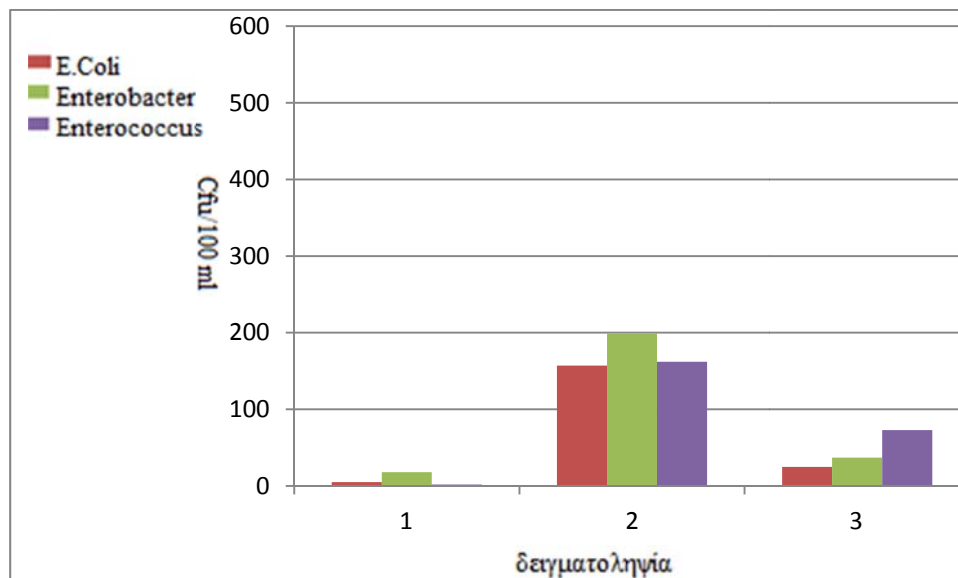
Σχήμα 29 Γραφική παράσταση σημείου 3 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Αυξημένες τιμές παρατηρούνται κατά την 2^η δειγματοληψία όπου πολλαπλές ήταν οι πηγές ρύπανσης όπως διαπιστώθηκε από άλλα αποτελέσματα. Σημαντικό ρόλο κατά την 2^η δειγματοληψία όπου έγινε τον μήνα Οκτώβριο, είχε ο αερισμός και ο κυματισμός λόγω της εποχής. Αξίζει να αναφερθεί ότι τις μέρες πριν την δειγματοληψία παρατηρήθηκαν κακοκαιρία και αναστατωμένη θάλασσα. Οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται κατά την 7^η δειγματοληψία και είναι εμφανώς πάρα πολύ ψηλές. Καθοριστικό ρόλο έχει η συμβολή του λιμανιού που είναι κοντά στο σημείο 2, αλλά και πάλι οι αυξημένες θερμοκρασίες.



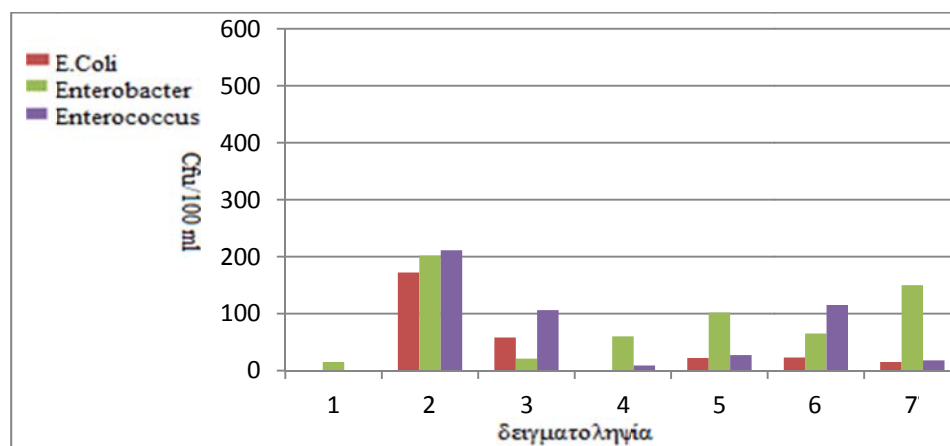
Σχήμα 30 Γραφική παράσταση σημείου 4 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Λόγω μειωμένων δειγματοληψιών σε αυτό το σημείο, η ανάλυση των αποτελεσμάτων είναι περιορισμένη. Και πάλι φαίνεται ότι εξαίρεση για τις μη ευνοϊκές συνθήκες κατά την χειμερινή εποχή, αποτελεί η 2^η δειγματοληψία λόγω πολλαπλών πηγών ρύπανσης. Επίσης στην 5^η δειγματοληψία παρουσιάζονται τιμές πιο κάτω από τα όρια μεν, αλλά πιο υψηλές από άλλες δειγματοληψίες, εξαιρουμένης της 2^{ης}.



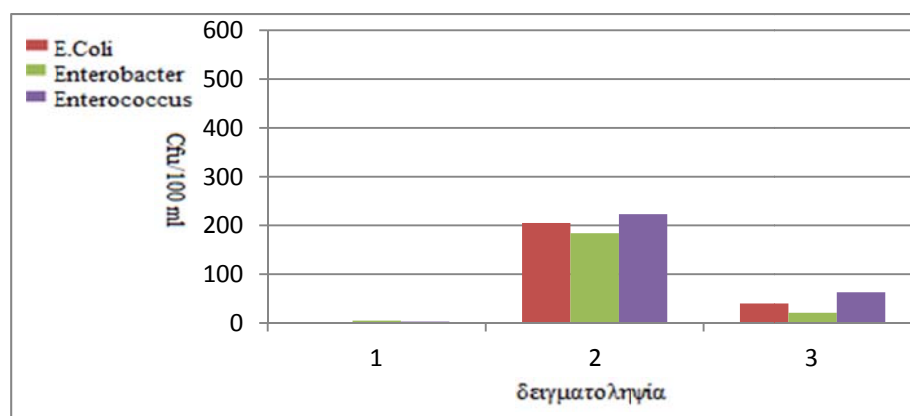
Σχήμα 31 Γραφικήπαράσταση σημείου 5 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Πολύ περιορισμένη δυνατότητα ανάλυσης αποτελεσμάτων για τον λόγο ότι η περίοδος των δειγματοληψιών είναι η ίδια, από μήνα Οκτώβριο μέχρι Νοέμβριο. Υψηλές τιμές παρατηρούνται κατά την 2^η δειγματοληψία. Επίσης κύρια πηγή αποτέλεσε το αγκυροβόλιο λόγω της θέσης του σημείου 5.

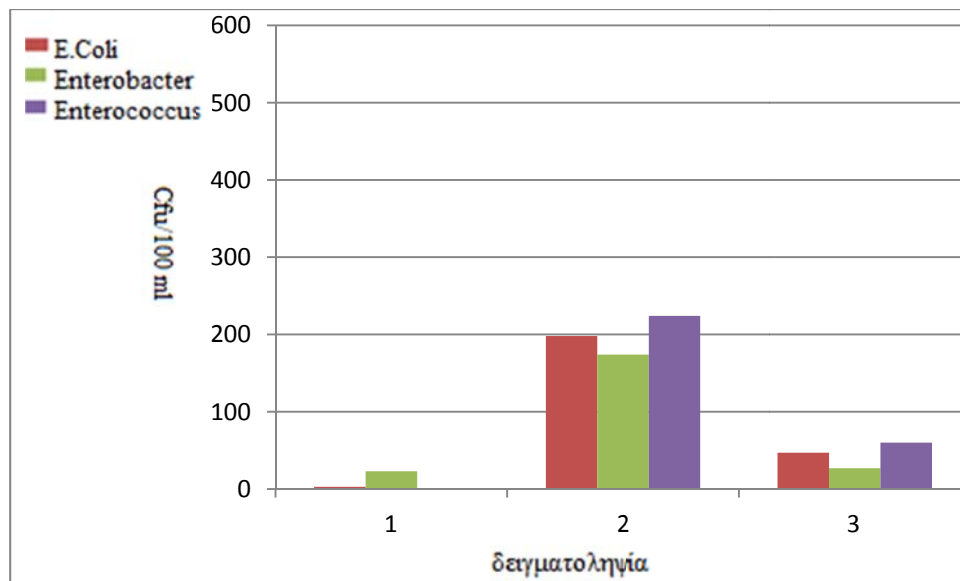


Σχήμα 32 Γραφική παράσταση σημείου 6 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

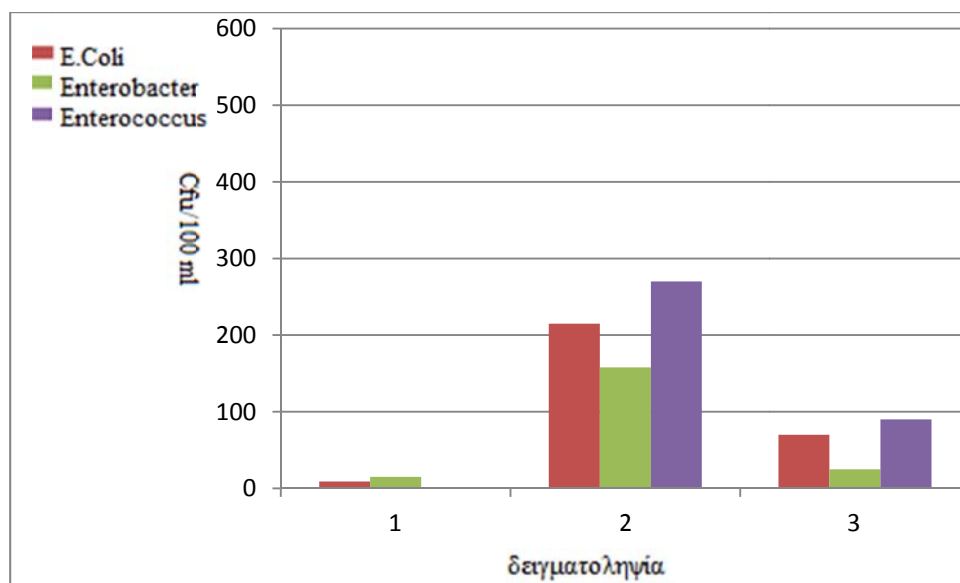
Γενικά χαμηλές τιμές παρατηρούνται στο σημείο αυτό. Αυτό οφείλεται στο ότι δεν επηρεάζει το συγκεκριμένο σημείο κάποια πηγή, σε μεγάλο βαθμό. Υψηλότερες τιμές κατά την 2^η δειγματοληψία όπου οι πηγές ήταν πολλαπλές, και ακολούθως ψηλές τιμές παρατηρούνται στις 5^η – 7^η δειγματοληψίες, όπου συνέβαλε η αυξημένη θερμοκρασία.



Σχήμα 33 Γραφική παράσταση σημείου 7 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

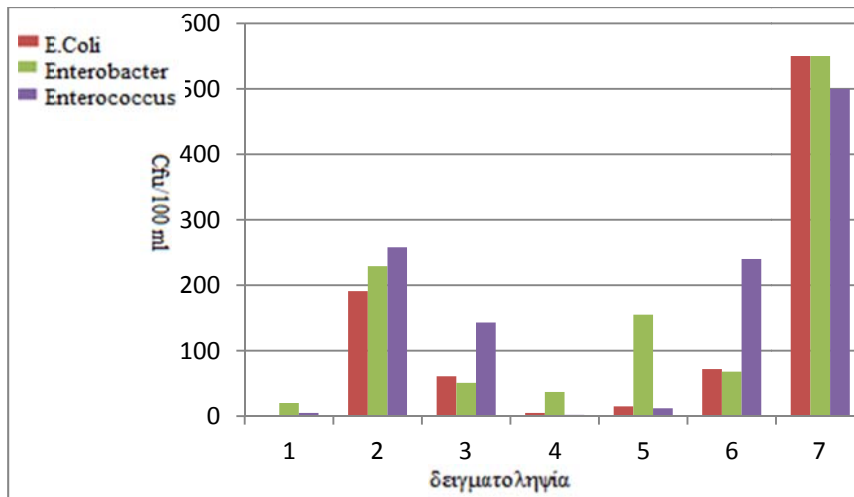


Σχήμα 34 Γραφική παράσταση σημείου 8 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.



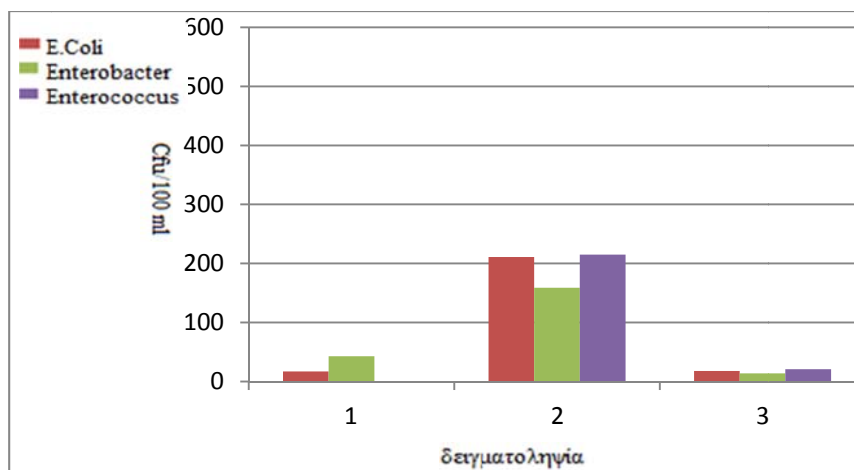
Σχήμα 35 Γραφική παράσταση σημείου 9 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Για τα σημεία 7, 8, 9 τρεις δειγματοληψίες πραγματοποιήθηκαν και δεν έχουμε δυνατότητα σύγκρισης με άλλη εποχή, όπου θα πραγματοποιούνταν δειγματοληψίες. Οι υψηλές τιμές παρουσιάζονται στην 2^η δειγματοληψία όπου οι πηγές ρύπανσης ήταν πολλαπλές. Σημαντικό ρόλο είχαν οι ξενοδοχειακές μονάδες όπου επηρεάζουν την συγκεκριμένη περιοχή από το σημείο 7-10. Για το λόγο ότι δεν επηρεάζονται από άλλες πηγές ρύπανσης, δεν παρουσιάζονται ιδιαίτερα υψηλές τιμές.



Σχήμα 36 Γραφική παράσταση σημείου 10 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

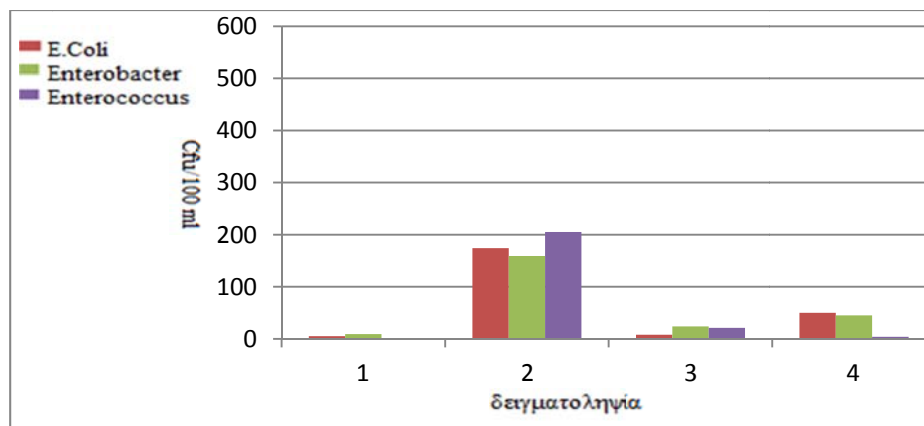
Υψηλές τιμές παρατηρούνται σχετικά για το σημείο 10, και αυτό δείχνει ότι πιθανές πηγές ρύπανσης, είναι οι ξενοδοχειακές μονάδες, οι οποίες επηρεάζουν ξεκάθαρα το σημείο αυτό. Οι υψηλές τιμές παρατηρήθηκαν κατά την 2^η δειγματοληψία, αλλά ιδιαίτερα υψηλές παρατηρήθηκαν κατά την 7^η δειγματοληψία. Αυτό δείχνει ότι από την περίοδο αυτή έως πιθανόν και τους καλοκαιρινούς μήνες, οι ξενοδοχειακές μονάδες, θα αποτελούν κύρια πηγή ρύπανσης, στην συγκεκριμένη περιοχή, σημείο 10.



Σχήμα 37 Γραφική παράσταση σημείου 11 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

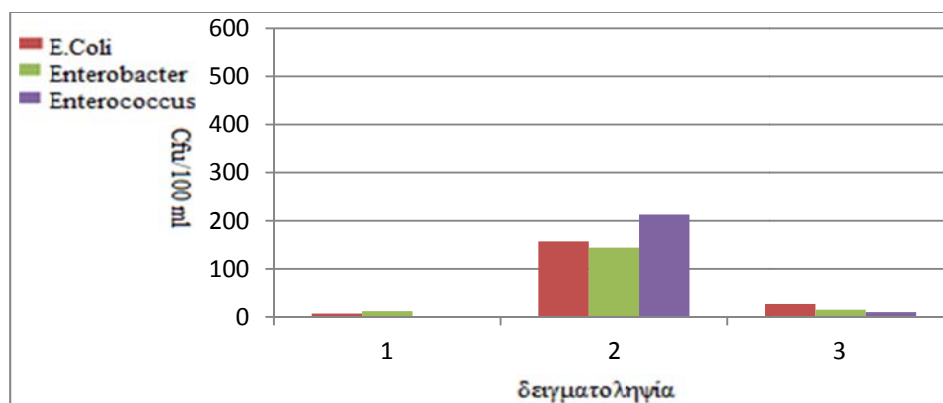
Στο σημείο αυτό πιθανές πηγές ρύπανσης είναι, το λιμάνι, τα ιχθυοτροφεία και καταλήγουν σε αυτό λόγω της ροής των κυμάτων, ύδατα πλησίον από το αγκυροβόλιο.

Οι υψηλές τιμές παρατηρήθηκαν κατά την 2^η δειγματοληψία όπου από ότι φαίνεται υπήρξε ρύπανση από όλες τις πιθανές πηγές ρύπανσης.



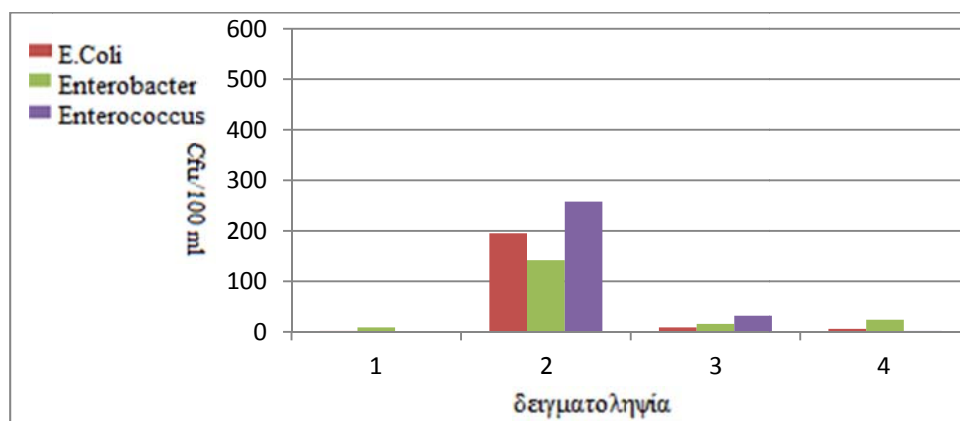
Σχήμα 38 Γραφική παράσταση σημείου 12 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Με εξαίρεση την 2^η δειγματοληψία, οι τιμές των μικροοργανισμών είναι ιδιαίτερα χαμηλές. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι στην περιοχή του σημείου 12, δεν υπάρχει ιδιαίτερος επηρεασμός από κάποια πιθανή πηγή ρύπανσης. Κατά την 2^η δειγματοληψία πιθανές πηγές ρύπανσης ήταν η κατάληξη των υδάτων κοντά στο αγκυροβόλιο, με την ροή των κυμάτων που παρατηρείται στην συγκεκριμένη περιοχή, όπως επίσης και τα ύδατα από το λιμάνι.



Σχήμα 39 Γραφική παράσταση σημείου 13 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Ιδιαίτερα χαμηλές τιμές παρατηρούνται για το σημείο αυτό και αυτό οφείλεται στο ότι δεν επηρεάζει κάποια από τις πιθανές πηγές ρύπανσης, την περιοχή του σημείου 13. Οι υψηλές τιμές παρατηρούνται κατά την 2^η δειγματοληψία, όπου σημαντικό ρόλο φαίνεται να είχαν οι ξενοδοχειακές μονάδες παρά οποιαδήποτε άλλη πιθανή πηγή ρύπανσης.



Σχήμα 40 Γραφική παράσταση σημείου 14 για την διάρκεια των δειγματοληψιών.

Αυτό το σημείο αποτελεί τον μάρτυρα, για το όσο αφορά αν πηγή ρύπανσης αποτελεί το αγκυροβόλιο. Λόγω δυσκολίας πρόσβασης, οι δειγματοληψίες σε αυτό το σημείο περιορίστηκαν σε τέσσερις. Στις τρεις δειγματοληψίες οι τιμές ήταν ιδιαίτερα χαμηλές και αυτό δείχνει ότι δεν υπήρξε άδειασμα δεξαμενών κατακράτησης λυμάτων στην θάλασσα κατά τις μέρες που πραγματοποιήθηκαν οι δειγματοληψίες αλλά και πριν λίγες μέρες από τις μέρες των δειγματοληψιών. Αυτό όμως πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι το άδειασμα έγινε αρκετές μέρες πριν και τα κύματα παράσυραν προς τα έξω τα λύματα, με αποτέλεσμα υψηλές τιμές μικροοργανισμών σε σημεία προς τα έξω.

Μια εικόνα που περιγράφει απόλυτα την κατάσταση που επικρατεί στην περιοχή και που δείχνει τις κύριες πηγές της ρύπανσης. Αναφέρεται η κατά καιρούς συνεισφορά τους γιατί όπως είναι αντιληπτό από τα αποτελέσματα, οι πηγές ρύπανσης δεν είναι σταθερές και δεν επηρεάζουν οι ίδιες σε όλες τις περιόδους.



Σχήμα 41 Αποτύπωση των κύριων πηγών ρύπανσης

4. Κύρια Συμπεράσματα από Εργαστηριακές Αναλύσεις

Τα κύρια συμπεράσματα που εξήχθησαν από τα αποτελέσματα των μικροβιακών αναλύσεων είναι:

4.1. Αποκλεισμός πιθανών παραγόντων ρύπανσης

Λόγω του ότι η κίνηση των θαλάσσιων ρευμάτων στην υπό εξέταση περιοχή όπως και οι άνεμοι είναι βορειο-ανατολικής κατεύθυνσης, αποκλείονται πιθανοί παράγοντες ρύπανσης που έχουν μελετηθεί.

4.1.1 Ζωολογικός Κήπος του Δήμου Λεμεσού.

Από τις διάφορες μετρήσεις εκτός των μικροβιολογικών αναλύσεων, δεν φαίνεται να αποτελεί πηγή ρύπανσης.

4.1.2 Ξενοδοχειακές μονάδες κοντά στην υπό μελέτη περιοχή.

Οι μετρήσεις δεν έδειξαν να ευθύνονται οι ξενοδοχειακές μονάδες για την ρύπανση αφού οι υψηλότερες τιμές του μικροβιακού φορτίου παρατηρήθηκε δυτικά και όχι ανατολικά της περιοχής μελέτης όπου βρίσκεται η πλειοψηφία των ξενοδοχειακών μονάδων.

4.1.3 Αγωγοί όμβριων υδάτων.

Οι υψηλότερες τιμές μικροβιακού φορτίου παρατηρήθηκαν κατά την περίοδο όπου δεν υπάρχει βροχόπτωση. Άρα δεν αποτελούν πηγή ρύπανσης οι αγωγοί των όμβριων υδάτων.

4.2 Εντοπισμός κύριων πηγών ρύπανσης

Με βάση τα αποτελέσματα των μικροβιολογικών αναλύσεων πηγές ρύπανσης, αναμφισβήτητα αποτελούν:

4.2.1 Ράδα του Λιμένα Λεμεσού.

Τα πλοία που είναι προσωρινά σταθμευμένα στο αγκυροβόλιο του λιμένα Λεμεσού αδειάζουν τις δεξαμενές κατακράτησης λυμάτων, στην θάλασσα. Έτσι αποτελούν την κυριότερη πηγή ρύπανσης στην υπό εξέταση περιοχή.

4.2.2 Ιχθυοκαλλιέργειες που βρίσκονται νότια του Λιμένα Λεμεσού.

Οι ιχθυοκαλλιέργειες αποτελούν την βασική πηγή λιπών και ελαίων που παρατηρήθηκαν να επιπλέουν στην επιφάνεια των κολυμβητικών υδάτων στην περιοχή που μελετήθηκε.

4.2.3 Λιμένας και η μαρίνα Λεμεσού.

Το λιμάνι και η μαρίνα Λεμεσού δεν αποτελούν σημαντικές πηγές ρύπανσης για το λόγο ότι είναι ημικλειστού τύπου και δεν ευνοείται η μεταφορά ρύπων είτε λυμάτων που πιθανών να αφήνονται στα ύδατα. Αν και δεν αποτελούν βασική πηγή ρύπανσης, οι κατεύθυνση των ανέμων και των κυμάτων, όπως μελετήθηκαν, ευνοούν την διασπορά της έστω και μικρής ρύπανσης, στην υπό μελέτη περιοχή.

Όλοι αυτοί οι λόγοι κάνουν δύσκολο τον προσδιορισμό της πηγής του προβλήματος και κατά συνέπεια της αντιμετώπισής του. Όμως με την βοήθεια διαφόρων αναλύσεων και μετρήσεων, έγινε κατορθωτός ο προσδιορισμός των κυριότερων πηγών της ρύπανσης.

5. ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΑ ΜΕΤΡΑ ΚΑΙ ΕΙΣΗΓΗΣΕΙΣ

Σκοπός της μελέτης αυτής ήταν αφού μελετηθεί το πρόβλημα, να εντοπιστούν οι πηγές του προβλήματος και να προταθούν μέτρα για αντιμετώπιση παρόμοιων περιστατικών και εξάλειψη ή μείωση στο ελάχιστο δυνατό, του προβλήματος. Αν και σκοπός της μελέτης ήταν να ερευνηθεί πιθανή ύπαρξη μικροβιολογικού φορτίου, τα μέτρα που θα ληφθούν θα πρέπει να είναι σε ένα πιο ευρύ φάσμα, πέρα από το μικροβιολογικό, γιατί θα χρειαστούν και χημικοί μέθοδοι, έτσι ώστε να εξουδετερωθούν τα θρεπτικά, τα έλαια και πετρελαιοειδή που αποτελούν τροφή ανάπτυξης των μικροοργανισμών. Πιο κάτω προτείνονται μέτρα πρόληψης και εξάλειψης του προβλήματος τα οποία χωρίζονται σε τρία πακέτα μέτρων.

5.1. 1^ο Πακέτο: Βασική Λύση

Το 1^ο Πακέτο Λύσης που προτείνεται περιλαμβάνει όλα τα βασικά βήματα/παρεμβάσεις που πρέπει απαραίτητα να γίνουν από το Δήμο Λεμεσού σε συνεργασία με άλλες αρμόδιες αρχές, όπου αυτό απαιτείται. Συγκεκριμένα, το Βασικό Πακέτο Λύσης περιλαμβάνει τις ακόλουθες ανεξάρτητες παρεμβάσεις (**Σημείωση:** οι παρεμβάσεις θα πρέπει να γίνουν με τη σειρά που εμφανίζονται):

α) Βασικός καθαρισμός (ψεκασμός) περιοχής ενδιαφέροντος

Τα μέτρα πρέπει να είναι άμεσα και όπως είναι δεδομένο θα πρέπει γίνει πριν από οτιδήποτε άλλο, καθαρισμός της περιοχής ενδιαφέροντος (παραλία κόλπου Λεμεσού) από οποιαδήποτε κατάλοιπα ρυπαντών (ελαίων) που ήδη βρίσκονται στην περιοχή. Θα πρέπει να καθαριστούν τα ήδη υπάρχουσα έλαια με χρήση εξειδικευμένων, φιλικών προς το περιβάλλον, ενισχυτών βιοαποικοδόμησης μέσω ψεκασμού και ακολούθως να πραγματοποιείται ψεκασμός που θα είναι για σκοπούς συντήρησης και πρόληψης και όχι απαραίτητως για καθαρισμό, κάθε τριμηνία ή εξαμηνία, μέχρι και την ολοκλήρωση όλων των βημάτων που περιλαμβάνει το Βασικό Πακέτο Λύσης.

Ο καθαρισμός/ψεκασμός μπορεί να γίνει πολύ εύκολα από εξειδικευμένα συνεργεία με αρκετά χαμηλό κόστος. Εάν επιλεγούν κατάλληλες ενώσεις βιοδιάσπασης τότε το αποτέλεσμα θα είναι σχεδόν άμεσο (πολύ λίγες ώρες) και δεν θα υπάρξει καμία αρνητική επίδραση στο υφιστάμενο οικοσύστημα της περιοχής.

β) Καθαρισμός λιμένα και μαρίνας Λεμεσού

Απαραίτητα απαιτείται καθαρισμός του λιμανιού και της μαρίνας με τον ίδιο ακριβώς τρόπο και αν αυτό δεν γίνεται παράλληλα με τον βασικό καθαρισμό της περιοχής θα πρέπει να γίνει σε σύντομο χρονικό διάστημα. Τα βήματα α και β είναι τα πλέον βασικά και πρέπει να γίνουν πριν γίνει οποιαδήποτε άλλη ενέργεια αφού θα δώσουν άμεσο, ορατό αποτέλεσμα και θα βελτιώσουν την κατάσταση όπου παρατηρείται το πρόβλημα.

γ) Εγκατάσταση πλωτού φράγματος πέριξ των ιχθυοκαλλιεργειών

Η αρνητική επίδραση της παρουσίας των ιχθυοκαλλιεργειών που βρίσκονται νότια του λιμένα της Λεμεσού μπορεί να περιοριστεί σε πολύ μεγάλο βαθμό με την χρήση κατάλληλου πλωτού φράγματος (τύπου κουρτίνας) πέριξ των υφιστάμενων εγκαταστάσεων. Το πλωτό φράγμα θα πρέπει να τοποθετηθεί με τρόπο ώστε η είσοδος του να βρίσκεται προς το νότο ή τη δύση έτσι ώστε να ελαχιστοποιείται η οποιαδήποτε διαρροή διάχυση ρυπαντών (ελαίων) από αυτά.

δ) Εγκατάσταση συστήματος συστοιχίας πολυμετρικών αισθητήρων

Τα βήματα (α) έως (γ) επικεντρώνονται στον περιορισμό/εξάλειψη του προβλήματος, που σχετίζεται με υδρογονάνθρακες ή άλλα έλαια, στην πηγή. Παρόλα αυτά, τα ανωτέρω βήματα δεν αναμένεται να συνεισφέρουν σε σημαντικό βαθμό στην άμβλυνση του προβλήματος που σχετίζεται με την παρουσία λυμάτων στην περιοχή ενδιαφέροντος. Όπως έχει ήδη αναφερθεί η επίλυση του τελευταίου προβλήματος (στην πηγή) δεν είναι εύκολη υπόθεση και απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς (Τμήμα Εμπορικής Ναυτιλίας, Τμήμα Περιβάλλοντος, Αρχή Λιμένων). Στην πράξη πιθανόν να κάτι τέτοιο να μην μπορεί να γίνει κατορθωτό.

Ο στόχος του βήματος (δ) είναι η έγκαιρη ενημέρωση του προσωπικού του Δήμου Λεμεσού σε περίπτωση που υπάρξει διαρροή λυμάτων (εσκεμμένη ή μη) από πλοία που είναι αγκυροβολημένα στη ράδα του λιμένα Λεμεσού (απέναντι από την παραλία λουομένων). Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την εγκατάσταση κατάλληλου συστήματος (συστοιχίας) πολυμετρικών αισθητήρων. Ένα τέτοιο σύστημα θα βοηθήσει, όχι μόνο στην έγκαιρη ειδοποίηση και άμεση αντιμετώπιση του προβλήματος, αλλά και στην

ταυτοποίηση του ρυπαίνοντα, κάτι που μπορεί να καταστήσει την επιβολή ποινών (σύμφωνα με το υφιστάμενο νομοθετικό πλαίσιο) πολύ ευκολότερη.

Προτείνεται η εγκατάσταση συστοιχίας δέκα (10) πολυμετρικών αισθητήρων που θα πρέπει να χωροθετηθούν όπως φαίνεται σε πιο κάτω σχήμα. Κρίνεται ως εξαιρετικά σημαντικό για μια παραλιακή πόλη (όπως είναι η Λεμεσός) η οποία εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την τουριστική βιομηχανία. Επιπλέον, θα πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η εγκατάσταση και λειτουργία ενός τέτοιου συστήματος αναμένεται να οδηγήσει



Σχήμα 42 Προτεινόμενη χωροθέτηση πολυμετρικών αισθητήρων σε σταθερά σημεία (σημαδούρες) στην περιοχή του κόλπου της Λεμεσού.

σε παράπλευρες εξοικονομήσεις ιδιαίτερα όσον αφορά το κόστος περιστασιακών αναλύσεων που είναι υποχρεωμένος να πραγματοποιεί ο Δήμος Λεμεσού. Από τη στιγμή που θα γίνεται συνεχής παρακολούθηση της ποιότητας του θαλασσινού νερού, δεν θα υπάρχει οποιαδήποτε ανάγκη για εργαστηριακές αναλύσεις (εκτός ίσως από μικροβιολογικές). Τέλος, σημειώνεται ότι από τη στιγμή που θα μπορεί να γίνει ταυτοποίηση του ρυπαίνοντα, τότε θα μπορεί να εφαρμοστεί και κατάλληλος μηχανισμός επιβολής προστίμων (σε συνεργασία με την αρμόδια αρχή) που μπορεί να αποφέρει έσοδα προς το Δήμο Λεμεσού.

ε) Εξοπλισμός υφιστάμενου σκάφους Δήμου Λεμεσού

Το υφιστάμενο σκάφος που διαθέτει ο Δήμος Λεμεσού μπορεί να συνεχίσει να αξιοποιείται τόσο για τη διενέργεια περιπολιών στην περιοχή ενδιαφέροντος όσο και για τον καθαρισμό/αποκατάσταση περιοχών σε περίπτωση έκτακτων περιστατικών (τα οποία θα μειωθούν σημαντικά εάν εφαρμοστούν τα μέτρα α έως δ).

Παρόλα αυτά, για την αποτελεσματικότερη χρήση του υφιστάμενου σκάφους, αυτό θα πρέπει να εξοπλιστεί με επιπρόσθετο εξοπλισμό ο οποίος αυτή τη στιγμή δεν είναι διαθέσιμος. Συγκεκριμένα, ο επιπρόσθετος εξοπλισμός που απαιτείται και που απουσιάζει από το υφιστάμενο σκάφος είναι ο ακόλουθος:

- Σύστημα περισυλλογής πετρελαιοειδών από την επιφάνεια της θάλασσας σε πολύ υψηλό ποσοστό μέσω κατάλληλης «βούρτσας» συλλογής που πρέπει να είναι ελαιόφιλη.
- Σύστημα γερανού στο κατάστρωμα για την έλξη μικρού μήκους διχτυωτού φράγματος για την σάρωση της θαλάσσιας επιφάνειας ώστε να συγκεντρώνει απορρίμματα μικρών διαστάσεων.
- Εγκατάσταση μήκος πλωτών φραγμάτων στην πρύμη ώστε αν χρειαστεί να ποντιστούν για το περιορισμό της εξάπλωσης της ρύπανσης.
- Σύστημα ταυτόχρονης λειτουργίας δευτέρου φορητού ελαιοσυλλέκτη.

5.2 2^ο Πακέτο

Το 2^ο προτεινόμενο Πακέτο Λύσης περιλαμβάνει μέτρα πέρα από τα πρωτίστης ανάγκης όπου περιλαμβάνονται στο 1^ο πακέτο, τα οποία μπορούν να ληφθούν μετέπειτα αφού εφαρμοστεί Βασικό και επιτακτικό 1^ο Πακέτο Λύσης. Σε καμιά περίπτωση όμως δεν πρέπει να αρκестούν στα άμεσης ανάγκης μέτρα γιατί το πρόβλημα θα επαναλαμβάνεται, αφού δεν θα αντιμετωπιστεί στην πηγή του αλλά στην εξάλειψη ενός μεμονομένου περιστατικού. Συγκεκριμένα, προτείνονται τα ακόλουθα δύο (2) επιπρόσθετα μέτρα/παρεμβάσεις:

- α) Προμήθεια δύο (2) ή τριών (3) αυτόνομων συστημάτων περιπολίας (ROVs)
- β) Προμήθεια και εγκατάσταση εξειδικευμένου συστήματος ραντάρ για ανίχνευση πετρελαιοειδών και άλλων ελαίων

Τα αυτόνομα συστήματα περιπολία (patrollingROVs) μπορούν να ενισχύσουν σε πολύ μεγάλο βαθμό το όλο σύστημα παρακολούθησης και καταγραφής της ποιότητας του θαλασσινού νερού στην περιοχή ενδιαφέροντος, ενώ επιπλέον μπορούν να συνεισφέρουν στην καλύτερη ταυτοποίηση της πηγής ρύπανσης σε περίπτωση περιστατικού (ταυτοποίηση του ρυπαίνοντα).

Παράλληλα, η εγκατάσταση συστήματος ανίχνευσης παραγώνων πετρελαίου ή άλλων ελαίων (τύπου ραντάρ) μπορεί να ανιχνεύσει την ύπαρξη πετρελαίου/ελαίων στην επιφάνεια της θάλασσας σε μεγάλες αποστάσεις και πριν αυτό πλησιάσει την ακτή. Με αυτό τον τρόπο, κατά τις ώρες που δεν θα περιπολεί τη θάλασσα το σκάφος του Δήμου Λεμεσού, θα υπάρχει συνεχής επιφυλακή για τον εντοπισμό ρύπανσης πετρελαιοειδών και με έγκαιρη ειδοποίηση η αντιμετώπιση και περισυλλογή θα μπορεί να γίνει άμεσα στην ανοιχτή θάλασσα με την χρήση του σκάφους του Δήμου Λεμεσού και πριν τα πετρελαιοειδή/έλαια πλήξουν την ακτογραμμή.

5.3. 3^ο Πακέτο: Ιδανική Λύση

Το 3^ο προτεινόμενο Πακέτο Λύσης αποτελεί πακέτο επιπρόσθετων μέτρων για μια πιο ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του προβλήματος αλλά και πρόληψη για τυχόν παρόμοιες περιπτώσεις. Συγκεκριμένα, τα επιπρόσθετα μέτρα που προτείνονται είναι τα ακόλουθα:

α) Μετακίνηση των ιχθυοκαλλιεργειών σε άλλο καταλληλότερο σημείο μακριά από παραλίες λουομένων

β) Προμήθεια εξειδικευμένου σκάφους

α) Η μετακίνηση των ιχθυοκαλλιεργειών σε άλλο καταλληλότερο σημείο μακριά από την παραλία λουομένων είναι μια ιδανική λύση που θα εξαλείψει μια από τις τρεις κύριες πηγές ρύπανσης της περιοχής ενδιαφέροντος.

β) Η προμήθεια εξειδικευμένου σκάφους απορρύπανσης μπορεί να γίνει αντί του μέτρου (ε) που προτείνεται στο Βασικό Πακέτο Λύσης. Το εξειδικευμένο σκάφος θα διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την πιο άμεση και αποτελεσματικότερη αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών ρύπανσης (η συχνότητα των οποίων θα ελαττωθεί δραστικά εάν εφαρμοστούν όλα τα προαναφερθέντα μέτρα) πριν οι ρύποι πλησιάσουν την ακτή.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Patrick R. Murray, Ken S. Rosenthal, Michael A. Phaller. Ιατρική Μικροβιολογία, 5η έκδοση, ISBN 978-960-394-558-1
2. Mandell, Douglas and Bennett's. Principles and Practice of infectious diseases. Vol 2, 4η Έκδοση, ISBN 044-308-935-3
3. Comparison of enumeration of E.coli on CHROMagar E.coli and MPN methods. 1994. Study by Weissman S., Israël.
4. Quantitative determination of Escherichia coli in water using CHROMagar E.coli. Alonso J. L. et al. 1996. Journal of Microbiological Methods, 25 : 309-315.
5. World Health Organization. Guidelines for safe recreational waters. Volume 1. Coastal and fresh waters. World Health Organization, Geneva, Switzerland, 2003.
6. Pruss A. A review of epidemiological studies from exposure to recreational water. International Journal Epidemiology. 1998; 27: 1–9
7. Wade TJ, Pai N, Eisenberg JNS, Colford JM Jr, Do U.S. Environmental Protection Agency Water Quality Guidelines for Recreational Waters Prevent Gastrointestinal Illness? A Systematic Review and Meta-analysis. Environmental Health Perspective. 2003; 111: 1102–1109.
8. Papastergiou P, Mouchtouri V, Rachiotis G, Pinaka O, Katsiaflaka A, Hadjichristodoulou C. Bather density as a predominant factor for health effects related to recreational bathing: Results from the Greek bathers cohort study. Marine Pollution Bulletin. 2010; 62(3): 590-595.
9. Calderon RL, Mood EW, Dufour AP. Health effects of swimmers and nonpoint sources of contaminated water. International Journal of Environmental Health Research. 1991; 1: 21–31.

10. Elmir SM, Wright ME, Abdelzaher A, Solo-Gabriele HM, Fleming LE, Miller G, Ribolovik M, Shih MP, Pillai SP, Cooper JA, Quaye EA. Quantitative evaluation of bacteria released by bathers in a marine water. *Water Research*. 2007; 41: 103-110.
11. Papastergiou P, Mouchtouri V, Karanika M, Kostara E, Kolokythopoulou F, Mpitsolas N, Papaioannou A, Hadjichristodoulou C. Analysis of seawater microbiological quality data in Greece from 1997 to 2006: association of risk factors with bacterial indicators. *Journal of Water and Health*. 2009; 7: 514-526.
12. Anthi, C., Michael, C., & George, M. (n.d.). Επεξεργασία και Διάθεση Υγρών Αποβλήτων από Εγκαταστάσεις Υδατοκαλλιεργειών, 1–18.
13. Καραούλη, Β. Ε., Εμπ, Π. Μ., & Ερφλ, Υ. Μ. Σ. (n.d.). Ποιότητα νερών ακτών κολύμβησης.
14. Οι μικροοργανισμοί της θάλασσας. (2001), (Εφστράτιου).
15. Standards, U. (1983). Η προστασία των λουομένων από υδατογενείς λοιμώξεις.
16. During, C., For, C., The, C., & Union, E. (2008). Bathing water results 2008 – Germany, 1–7.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

Πλήρης καταγραφή αποικιών (Cfu/100ml) για τα 14 σημεία στις 24 ώρες για E. Coli στο σύνολο των 7 δειγματοληψιών.

Σημείο		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δειγματοληψία	1	3	5	7	6	4	0	1	2	6	0	17	5	5	2
	2	121	83	134	101	151	155	136	178	195	166	184	146	126	168
	3	41	18	15	21	18	35	37	35	53	39	12	6	19	6
	4	4			5		0				2		7		5
	5	191		32	131		14				12				
	6	16	63				14				51				
	7	0	150	150			10				500				

Πλήρης καταγραφή αποικιών (Cfu/100ml) για τα 14 σημεία στις 48 ώρες για E. Coli στο σύνολο των 7 δειγματοληψιών.

Σημείο		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δειγματοληψία	1	4	8	13	7	5	0	1	3	9	0	17	5	7	2
	2	135	107	153	130	157	172	205	198	215	191	211	174	157	195
	3	62	27	22	22	25	58	40	47	70	61	18	8	27	9
	4	16			13		0				5		50		6
	5	207		56	156		22				15				
	6	16	76				23				72				
	7	0	200	200			15				550				

Πλήρης καταγραφή αποικιών (Cfu/100ml) για τα 14 σημεία στις 24 ώρες για Enterobacter στο σύνολο των 7 δειγματοληψιών.

Σημείο		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δείγμα το-ληψία	1														
		43	60	40	27	11	10	3	6	7	12	33	4	10	5
	2	133	110	115	128	171	165	141	139	137	169	124	133	122	125
	3	31	23	16	13	17	17	14	23	19	30	12	15	9	13
	4	20			43		37				25		14		13
	5	15		28	16		87				125				
	6	504	77				60				65				
	7	50	500	500			100				500				

Πλήρης καταγραφή αποικιών (Cfu/100ml) για τα 14 σημεία στις 48 ώρες για Enterobacter στο σύνολο των 7 δειγματοληψιών.

Σημείο		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δείγμα το-ληψία	1														
		55	75	59	34	18	15	5	23	15	20	43	9	12	9
	2	172	146	139	180	199	202	184	174	158	229	159	159	144	142
	3	41	34	26	24	37	21	21	27	25	51	14	24	15	16
	4	32			59		60				37		45		24
	5	20		48	27		102				155				
	6	554	87				65				68				
	7	100	550	550			150				550				

Πλήρης καταγραφή αποικιών (Cfu/100ml) για τα 14 σημεία στις 24 ώρες για Enterococcus στο σύνολο των 7 δειγματοληψιών.

Σημείο		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δειγμα το- ληψία	1														
		2	0	3	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	2	131	152	198	127	144	196	158	177	247	203	181	185	183	226
	3	32	21	81	47	27	45	38	27	46	108	14	11	6	19
	4	2			5		6				2		2		2
	5	4		2	6		24				5				
	6	6	160				15				200				
	7	3	48	80			11				450				

Πλήρης καταγραφή αποικιών (Cfu/100ml) για τα 14 σημεία στις 48 ώρες για Enterococcus στο σύνολο των 7 δειγματοληψιών.

Σημείο		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Δειγμα το- ληψία	1														
		3	2	5	1	2	0	3	0	0	5	0	0	0	0
	2	169	167	224	156	162	211	223	224	270	258	215	205	213	258
	3	93	123	110	85	73	106	63	60	90	143	21	21	10	32
	4	4			6		9				2		4		2
	5	7		2	10		27				12				
	6	14	210				115				240				
	7	8	88	100			18				500				

Κατά την 1^η δειγματοληψία λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις αποικιών (Cfu/100ml) για 24 και 48 ώρες επώασης για τα 14 σημεία.

Σημεία	E. Coli (24 ώρες)	E. Coli (48 ώρες)	Enterobacter (24 ώρες)	Enterobacter (48 ώρες)	Enterococcus (24 ώρες)	Enterococcus (48 ώρες)
1	3	4	43	55	2	3
2	5	8	60	75	0	2
3	7	13	40	59	3	5
4	6	7	27	34	1	1
5	4	5	11	18	1	2
6	0	0	10	15	0	0
7	1	1	3	5	0	3
8	2	3	6	23	0	0
9	6	9	7	15	0	0
10	0	0	12	20	1	5
11	17	17	33	43	0	0
12	5	5	4	9	0	0
13	5	7	10	12	0	0
14	2	2	5	9	0	0

Κατά την 2^η δειγματοληψία λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις αποικιών (Cfu/100ml) για 24 και 48 ώρες επώασης για τα 14 σημεία.

Σημεία	E. Coli (24 ώρες)	E. Coli (48 ώρες)	Enterobacter (24 ώρες)	Enterobacter (48 ώρες)	Enterococcus (24 ώρες)	Enterococcus (48 ώρες)
1	121	135	133	172	131	169
2	83	107	110	146	152	167
3	134	153	115	139	198	224
4	101	130	128	180	127	156
5	151	157	171	199	144	162
6	155	172	165	202	196	211
7	136	205	141	184	158	223
8	178	198	139	174	177	224
9	195	215	137	158	247	270
10	166	191	169	229	203	258
11	184	211	124	159	181	215
12	146	174	133	159	185	205
13	126	157	122	144	183	213
14	168	195	125	142	226	258

Κατά την 3^η δειγματοληψία λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις αποικιών (Cfu/100ml) για 24 και 48 ώρες επώασης για τα 14 σημεία.

Σημεία	E. Coli (24 ώρες)	E. Coli (48 ώρες)	Enterobacter (24 ώρες)	Enterobacter (48 ώρες)	Enterococcus (24 ώρες)	Enterococcus (48 ώρες)
1	41	62	31	41	32	93
2	18	27	23	34	21	123
3	15	22	16	26	81	110
4	21	22	13	24	47	85
5	18	25	17	37	27	73
6	35	58	17	21	45	106
7	37	40	14	21	38	63
8	35	47	23	27	27	60
9	53	70	19	25	46	90
10	39	61	30	51	108	143
11	12	18	12	14	14	21
12	6	8	15	24	11	21
13	19	27	9	15	6	10
14	6	9	13	16	19	32

Κατά την 4^η δειγματοληψία λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις αποικιών (Cfu/100ml) για 24 και 48 ώρες επώασης για τα 14 σημεία.

Σημεία	E. Coli (24 ώρες)	E. Coli (48 ώρες)	Enterobacter (24 ώρες)	Enterobacter (48 ώρες)	Enterococcus (24 ώρες)	Enterococcus (48 ώρες)
1	4	16	20	32	2	4
2						
3						
4	5	13	43	59	5	6
5						
6	0	0	37	60	6	9
7						
8						
9						
10	2	5	25	37	2	2
11						
12	7	50	14	45	2	4
13						
14	5	6	13	24	2	2

Κατά την 5^η δειγματοληψία λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις αποικιών (Cfu/100ml) για 24 και 48 ώρες επώασης για τα 14 σημεία.

Σημεία	E. Coli (24 ώρες)	E. Coli (48 ώρες)	Enterobacter (24 ώρες)	Enterobacter (48 ώρες)	Enterococcus (24 ώρες)	Enterococcus (48 ώρες)
1	191	207	15	20	4	7
2						
3	32	56	28	48	2	2
4	131	156	16	27	6	10
5						
6	14	22	87	102	24	27
7						
8	13	16	56	74	4	9
9						
10	12	15	125	155	5	12
11						
12						
13						
14						

Κατά την 6^η δειγματοληψία λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις αποικιών (Cfu/100ml) για 24 και 48 ώρες επώασης για τα 14 σημεία.

Σημεία	E. Coli (24 ώρες)	E. Coli (48 ώρες)	Enterobacter (24 ώρες)	Enterobacter (48 ώρες)	Enterococcus (24 ώρες)	Enterococcus (48 ώρες)
1	16	16	504	554	6	10
2	63	76	77	87	160	210
3						
4						
5						
6	14	23	60	65	15	115
7						
8						
9						
10	51	72	65	68	200	240
11						
12						
13						
14						

Κατά την 7^η δειγματοληψία λήφθηκαν οι παρακάτω μετρήσεις αποικιών (Cfu/100ml) για 24 και 48 ώρες επώασης για τα 14 σημεία.

Σημεία	E. Coli (24 ώρες)	E. Coli (48 ώρες)	Enterobacter (24 ώρες)	Enterobacter (48 ώρες)	Enterococcus (24 ώρες)	Enterococcus (48 ώρες)
1	0	0	50	100	3	8
2	150	200	500	550	48	88
3	150	200	500	550	80	100
4						
5						
6	10	15	100	150	11	18
7						
8						
9						
10	500	550	500	550	450	500
11						
12						
13						
14						