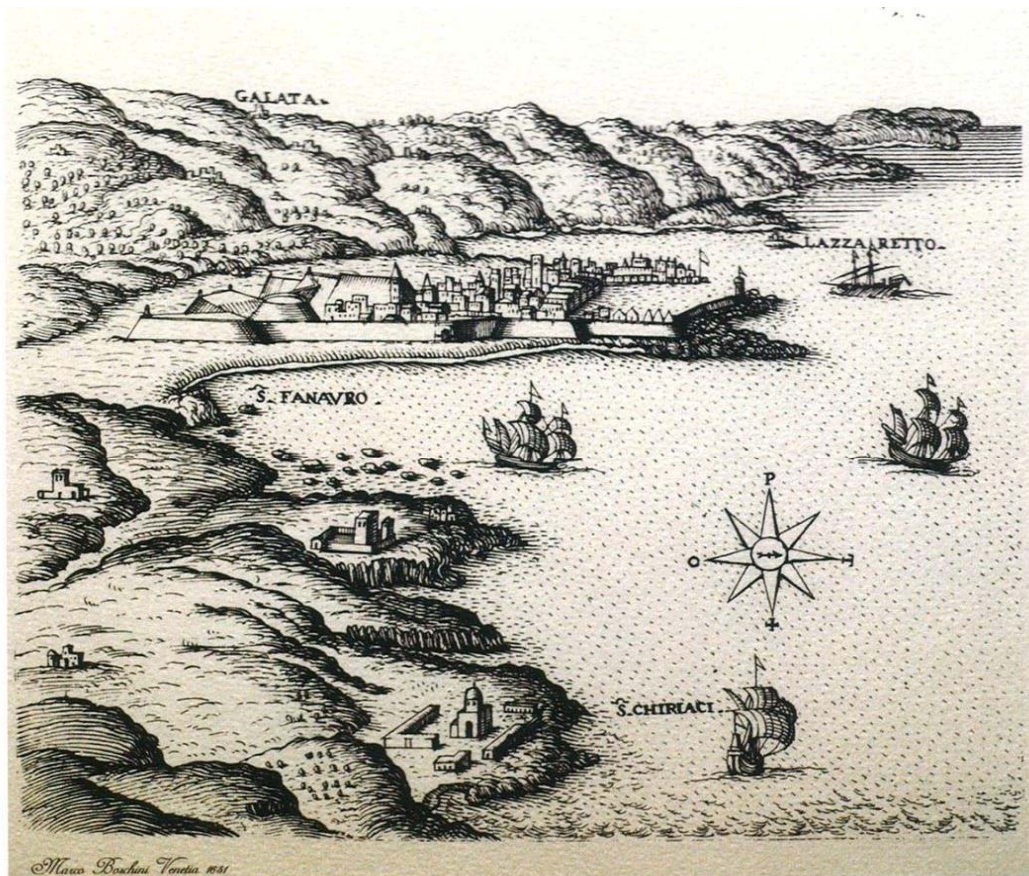




*Προσδιορισμός του επιπέδου ρύπανσης στον εμπορικό
λιμένα της Σούδας και στον Ενετικό λιμένα Χανίων*



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μήγου Αντωνία

ΧΑΝΙΑ 2009



**Προσδιορισμός του επιπέδου ρύπανσης στον εμπορικό
λιμένα της Σούδας και στον Ενετικό λιμένα Χανίων**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μήνου Αντωνία

Επιβλέπων : Δρ Γ Σταυρουλάκης
Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης : Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Μαυροκεφαλίδου Ελένη
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία παρουσίασης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 34

Ευχαριστίες

Θα ήθελα καταρχάς να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σταυρουλάκη Γεώργιο για τον χρόνο που διέθεσε και για την καθοδήγηση του κατά την διάρκεια εκπόνησης της πτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δήμαρχο Σούδας κ. Περάκη Γιάννη, για την παροχή πολύτιμων πληροφοριών για το Δήμο Σούδας και για το αντιγραφο της περιβαλλοντικής μελέτης της Σούδας με τίτλο «Διερεύνηση υφισταμένης περιβαλλοντικής κατάστασης του κόλπου της Σούδας».

Θα ήθελα ακόμα να ευχαριστήσω τον κ. Ασδέρη Μιχάλη, υπεύθυνο των πειραματικών κλωβων στον κόλπο της Σούδας για τον πολύτιμο χρόνο και βοήθεια που μου διέθεσε.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στις συμφοιτήτριες μου Βλάχου Αγορία και Κατσιμεντέ Ελένη, εργαστηριακοί βοηθοί κατά την περίοδο της εκπόνησης της πτυχιακής εργασίας, και οι οποίες παραβρέθηκαν στις διαδικασίες δειγματοληψίας και εργαστηριακών αναλύσεων. Η βοήθεια τους ήταν πολύτιμη.

Η πτυχιακή αυτή αφιερώνεται στους γονείς και στην αδερφή μου, καθώς η συμπαράσταση και η βοήθεια τους ήταν καταλυτική κατά την διάρκεια συγγραφής αυτής της πτυχιακής.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	3
1.1. Θάλασσες και Ωκεανοί	3
1.2. Ιδιότητες του θαλασσινού νερού	4
Κεφάλαιο 2 – Ρύπανση και μόλυνση θαλασσών	6
2.1. Εντοπισμός του προβλήματος.....	6
2.2. Πηγές προέλευσης ρύπανσης και μόλυνσης της θάλασσας	7
2.2.1. Ρύπανση από θρεπτικά συστατικά	8
2.2.2. Μικροβιολογική μόλυνση της θάλασσας	11
2.2.3. Ρύπανση από τοξικές ουσίες.....	12
2.2.4. Ρύπανση από ανθρωπογενή μετακινούμενα ιζήματα	13
2.2.5. Ρύπανση από ξενικά είδη.....	14
2.2.6. Ρύπανση από πλαστικά είδη	15
2.2.7. Ρύπανση από υδρογονάνθρακες	16
2.2.8. Θερμική ρύπανση	21
2.2.9. Ρύπανση από βαρέα μέταλλα.....	22
2.2.10. Ρύπανση από υφαλοχρώματα	23
2.2.11. Ρύπανση από την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα	24
Κεφάλαιο 3 - Λιμάνια και ρύπανση θαλασσίου περιβάλλοντος	25
3.1. Γενικά.....	25
3.2. Πηγές ρύπανσης από την παροχή λιμενικών υπηρεσιών.....	26
3.3. Λιμάνια και ισχύουσα νομοθεσία	27
Κεφάλαιο 4	29
4.1. Ιστορικά στοιχεία.....	29
4.1.1. Παλιό λιμάνι Χανίων	29
4.1.2. Λιμάνι Σούδας.....	30
4.2. Συναφείς μελέτες	31
4.2.1. Παλιό λιμάνι Χανίων	31
4.2.2. Λιμάνι Σούδας.....	32
Κεφάλαιο 5 - Πειραματική διαδικασία	37
5.1. Διαδικασία δειγματοληψίας.....	37
5.2. Υλικά και Μέθοδοι ανάλυσης	37
5.2.1. Προσδιορισμός pH.....	37
5.2.2. Προσδιορισμός Αλατότητας.....	38
5.2.3. Προσδιορισμός της θολερότητας με την χρήση νεφελομετρικής μεθόδου.....	39
5.2.4. Προσδιορισμός ολικών στερεών στους 105°C	40
5.2.5. Προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου με την χρήση της ηλεκτροχημικής μεθόδου.....	41
5.2.6. Προσδιορισμός του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου - B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) μανομετρικά με την χρήση συσκευής Lovibond	41
5.2.7. Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου	43
5.2.8. Προσδιορισμός καλίου και ασβεστίου (Φλογοφωτομετρική μέθοδος).....	44
5.2.9. Προσδιορισμός Αμμωνιακού αζώτου (NH ₄ - N) με την χρήση kit test της εταιρίας Merck.....	45
5.2.10. Προσδιορισμός Φωσφορικού Φώσφορου (PO ₄ -P) με την χρήση kit test της εταιρίας Merck.....	46
5.2.11. Προσδιορισμός Νιτρικού αζώτου (NO ₃ -N) με την χρήση kit test της εταιρίας Merck.....	47

5.2.12. Προσδιορισμός Θεϊκών ιόντων SO ₄ με την χρήση kit test της εταιρίας Merck	48
<u>Κεφάλαιο 6 – Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων</u>	
<u>δειγματοληψιών και συγκριτικά διαγράμματα</u>	<u>50</u>
6.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων δειγματοληψιών παλιού λιμένα Χανίων	50
6.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων δειγματοληψιών λιμανιού Σούδας .	67
6.3. Παρουσίαση μέσου όρου τιμών του παλιού λιμανιού Χανίων.....	76
6.4. Παρουσίαση μέσου όρου τιμών του λιμανιού της Σούδας.....	80
6.5. Παρουσίαση της κατάστασης των δύο λιμανιών κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών	84
6.6. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων δειγματοληψιών του σημείου δειγματοληψίας «ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ ΜΟΡΩΝΗΣ»	110
6.7. Συγκριτικά σχεδιαγράμματα: «ΙΧΘΥΟΣΚΑΛΑ-ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ ΜΟΡΩΝΗΣ» και «ΕΜΠΟΡΟΠΛΟΙΑΡΧΩΝ».....	111
6.8. Συγκριτικά σχεδιαγράμματα του μέσου όρου λιμανιού Σούδας και σημείου δειγματοληψίας «ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ ΜΟΡΩΝΗΣ»	112
6.9. Συγκριτικά σχεδιαγράμματα των σημείων δειγματοληψίας:«ΠΛΑΖ ΝΑΥΣΤΑΘΜΟΥ ΚΡΗΤΗΣ» και «ΚΛΩΒΟΣ» κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 26/7/2008.....	114
6.10. Συγκριτικά σχεδιαγράμματα του μέσου όρου δειγματοληψίας των δύο λιμανιών του σημείων δειγματοληψίας «ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΛΩΒΟ» κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008	118
<u>Κεφάλαιο 7</u>	<u>123</u>
7.1. Συζήτηση.....	123
7.1.1. Λιμάνι Σούδας.....	123
7.1.2. Ενετικός Λιμένας Χανίων.....	124
7.1.3. Γενική εικόνα και των δύο λιμανιών - Συμπεράσματα	126
<u>Βιβλιογραφία</u>	<u>127</u>

Εισαγωγή

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ο προσδιορισμός του επιπέδου της ρύπανσης και της μόλυνσης στον Ενετικό λιμένα Χανίων και στο λιμάνι της Σούδας, μέσω της μελέτης χημικών, φυσικοχημικών και μικροβιολογικών παραμέτρων σε δείγματα θαλασσινού νερού, που συλλέχθηκαν από συγκεκριμένα σημεία δειγματοληψίας κατά μήκος των δύο λιμανιών κατά τη διάρκεια της περιόδου 2008-2009.

Η θαλάσσια περιοχή σε αυτούς τους δύο κόλπους δέχεται μεγάλη ανθρωπογενή πίεση, τόσο από την ανάπτυξη της παράκτιας περιοχής όσο και από την ανάπτυξη της ενδοχώρας εν γένει. Συγκεκριμένα στην περιοχή του παλαιού λιμένα των Χανίων παρατηρείται μια αυξημένη τουριστική εκμετάλλευση της περιοχής, γεγονός που δρα αθροιστικά στην ήδη επιβαρυνόμενη κατάσταση του λιμανιού όπου λόγο θέσης και φυσικής κλίσης της περιοχής, δέχεται ως τελικός φυσικός αποδέκτης τα όμβρια ύδατα. Επιπροσθέτως, σε ορισμένα σημεία του λιμανιού, κατά την διάρκεια του χειμώνα πραγματοποιούνται επισκευές ιστιοφόρων πλοίων, επιβαρύνοντας και αυτά με την σειρά τους την ποιότητα του θαλάσσιου οικοσυστήματος.

Στην περιοχή του λιμανιού της Σούδας η κατάσταση είναι διαφορετική καθώς η ανάπτυξη που παρατηρείται εκεί είναι κυρίως λόγω της χρήσης του κόλπου ως κύριο λιμάνι του νομού Χανίων. Μέσα στον κόλπο, εκτός από το επιβατικό και εμπορικό λιμάνι, υπάρχουν οι εγκαταστάσεις του Ναυστάθμου Σούδας καθώς και οι εγκαταστάσεις του Αμερικανικού Ναυτικού. Το καλοκαίρι, αποτελεί αφετηρία μικρών πλοιαρίων, τα οποία πραγματοποιούν ημερήσιες εκδρομές τόσο στο Μαράθι όσο και στο παλιό Ενετικό λιμάνι των Χανίων. Επίσης στο λιμάνι της Σούδας είναι οι εγκαταστάσεις του εργοστασίου της εταιρίας «Μύλοι Κρήτης».

Στο πρώτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στις ιδιότητες του νερού σε θάλασσες και ωκεανούς καθώς καλύπτουν το μεγαλύτερο μέρος του πλανήτη μας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρουσιάζεται το πολυδιάστατο πρόβλημα της ρύπανσης του νερού των θαλασσών και των ωκεανών..

Στο τρίτο κεφάλαιο, παρουσιάζεται η περίπτωση ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από την παροχή λιμενικών υπηρεσιών.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι περιοχές μελέτης και τα αποτελέσματα από αντίστοιχές συναφείς μελέτες.

Στο πέμπτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση της διαδικασίας δειγματοληψίας και των μεθοδολογιών που εφαρμόστηκαν στο εργαστήριο για τον προσδιορισμό της εκάστοτε παραμέτρου.

Στο έκτο κεφάλαιο, γίνεται παρουσίαση και συνοπτικός σχολιασμός των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και των συγκριτικών σχεδιαγραμμάτων.

Στο έβδομο κεφάλαιο καταλήγουμε σε συμπεράσματα με βάση τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν από τις δειγματοληψίες της πτυχιακής και σχολιάζονται τα αποτελέσματα μας με βάση τα ήδη υπάρχοντα δεδομένα από προηγούμενες συναφείς μελέτες.

Study of the water pollution level in the Venetian Harbour of Chania and in the port of Souda bay

Abstract

The aim of the dissertation is to determine the levels of pollution and contamination for the Venetian port of Chania and Souda port, through the study of chemical, physical-chemical and microbiological parameters in sea water samples, collected from specific locations from both ports during 2008-2009.

The marine environment in these two ports is receiving increased man-made pressure through the continuous coastal zone development and through the overall development of the urban centre. More specifically, for the Venetian port of Hania, increased touristic development that has been recorded during the past decades in addition to sail vessel repairs that are carried out during the winter, has contributed to the aggravation of the marine environment.

In Souda port, the recorded development is related to the use of the gulf as the main port of Hania prefecture. Besides the ferry dock and the commercial dock, the gulf hosts the naval yard facilities of Souda and the facilities of the American Navy. In addition, during the summer, the port hosts small touristic vessels that carry out daily excursions. Finally, the port hosts the facilities of a flour and dairy products factory.

The first chapter deals with the description of the properties of sea water in the seas and oceans, the second chapter is involved with the multidimensional problem of sea water pollution and in the third chapter the pollution of sea water by port activities is presented.

In the fourth chapter, the study areas and relevant past studies are presented. In the fifth chapter, a presentation of the sampling methods applied and the laboratory methodologies that were followed for the determination of each parameter are described.

Finally, in the sixth chapter the presentation of the results is made, with a brief discussion of the comparative diagrams, followed by a discussion on the results in comparison with data from previous relative studies in the seventh chapter, where the dissertation conclusions are drawn.

Κεφάλαιο 1

1.1. Θάλασσες και Ωκεανοί

Σήμερα το 71% της επιφάνειας της Γης αποτελείται από ωκεανούς, και το 97,3% της υδρόσφαιρας, κατανέμεται στους ωκεανούς και τις θάλασσες. Το υπόλοιπο 2,7% κατανέμεται στις ηπείρους, όπου το μεγαλύτερο μέρος βρίσκεται στους παγετώνες των οροσειρών και την Ανταρκτική (Φυτιάνος 1996).

Χωρίς νερό δεν θα υπήρχε ούτε ατμόσφαιρά ούτε ζωή. Η ζωή πρωτοεμφανίστηκε στο βάθος των θαλασσών, και το νερό αποτελεί το μεγαλύτερο μέρος του ανθρώπινου οργανισμού. Υπάρχουν οργανισμοί, που ζουν χωρίς οξυγόνο, όμως δεν έχουν παρατηρηθεί ακόμα οργανισμοί που δύναται να επιβιώσουν χωρίς νερό. Το νερό αποτέλεσε έναν από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την επιβίωση και εξέλιξης της ανθρωπότητας, καθώς ήταν ο βασικός παράγοντας ανάπτυξης πολιτισμών, εμπορίου, επιστημών και θρησκειών.

Ανάμεσα στις διάφορες μορφές του υγρού περιβλήματος που περικλείει την Γη και τα αποθέματα του υπάρχει μια έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ τους μέσω του υδρολογικού κύκλου.

Μέσω των διαδικασιών εξάτμισης, σχηματίζονται σύννεφα και θύελλες που διασκορπίζονται σε όλη την επιφάνεια της Γης. Ένα μέρος τους επιστρέφει στην ατμόσφαιρά μέσω της εξάτμισης και της διαπνοής των φυτών, ενώ ένα άλλο μέρος εμπλουτίζει τους υπόγειους υδροφορείς. Μόνο ένα μικρό μέρος, ακολουθεί τις ασυνέχειες του επιφανειακού φλοιού της Γης και καταλήγει πίσω στους ωκεανούς.

Η επιφάνεια που σήμερα καλύπτεται από τους ωκεανούς είναι άνισα κατανεμημένη στα δύο ημισφαίρια, καθώς το βόρειο ημισφαίριο καλύπτεται από 60,7% θάλασσα και το νότιο από 80,9 %. Έτσι, ο μεγαλύτερος σε έκταση και όγκο ωκεανός είναι ο Ειρηνικός Ωκεανός, και μετά ακολουθούν ο Ατλαντικός και ο Ινδικός Ωκεανός. Το βαθύτερο σημείο του Ειρηνικού Ωκεανού είναι η τάφρος Μαριάνα, η οποία φτάνει τα 11.022 m και βρίσκεται στο βόρειο Ειρηνικό Ωκεανό. Παρόλο που πιστεύουμε ότι η θάλασσα είναι επίπεδη επιφάνεια, έχει αποδειχτεί ότι παρουσιάζει στην επιφάνεια της κοιλότητες και προεξοχές, κάτι που οφείλεται εν μέρει στα θαλάσσια ρεύματα τα οποία συγκλίνουν και αποκλίνουν, ωθώντας τα νερά άλλοτε να συγκεντρώνονται (προεξοχές) και άλλοτε να απομακρύνονται (κοιλότητες).

Η επίδραση των ωκεανών στην εξέλιξη της ζωής είναι μεγάλη και η διατήρηση των απαιτούμενων ισορροπιών στα θαλάσσια οικοσυστήματα είναι απαραίτητη, καθώς αυτά βρίσκονται σε μία κατάσταση δυναμικής ισορροπίας. Αυτό σημαίνει ότι οι μεταβολές σε ένα είδος έχει άμεσες συνέπειες και στα άλλα. Λόγω αυτής της αλληλεξάρτησης, όσο περισσότερους οργανισμούς περιέχει ένα οικοσύστημα, τόσο πιο σταθερό θα είναι, βάση της λογικής ότι οποιαδήποτε διαταραχή προκύψει, είναι πιο εύκολο να εξομαλυνθεί (Στουρνάρας 2007).

1.2. Ιδιότητες του θαλασσινού νερού

Περισσότερα από 145 έθνη, βρέχονται από θάλασσα ή είναι νησιωτικά και το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού ζει σε απόσταση μικρότερη από 200 χλμ. από την ακτή. Για αυτό και η μελέτη του ωκεάνιου νερού είναι τόσο σημαντική. Το σύνολο του θαλάσσιου όγκου υπερβαίνει τα 1.5 δισεκατομμύρια κυβικά χιλιόμετρα. Το νερό της θάλασσας έχει ηλικία περίπου 3 δισεκατομμύρια χρόνια. Έχει αναμιχθεί σε βάθος περισσότερες από ένα εκατομμύριο φορές, και για το λόγο αυτό οποιοδήποτε δείγμα του και να πάρουμε από οπουδήποτε θα περιλαμβάνει την ίδια σχετική αναλογία χημικώς συστατικών (αλάτων).

Έξι κυρίως στοιχεία συνθέτουν το θαλασσινό νερό, στο 99% περίπου. Νάτριο, Ασβέστιο, Χλώριο, Μαγνήσιο Κάλιο και Θείο. Η συγκέντρωση αυτών των στοιχείων αποτελεί το λεγόμενο «βαθμό αλμυρότητας» με μέση τιμή 35g/Kg ,και σε αυτά οφείλεται και η υψηλή αγωγιμότητα του θαλασσινού νερού. Το θαλασσινό νερό περιέχει διαλυμένες 44 χημικές ενώσεις, με τις χλωριούχες να φτάνουν 89% των συνολικών αλάτων. Το θαλασσινό νερό μπορεί να είναι περισσότερο ή λιγότερο αλμυρό, αλλά η περιεκτικότητά του σε άλατα είναι σταθερή, και υποστηρίζεται πως η σύσταση του δεν έχει αλλάξει εδώ και εκατοντάδες εκατομμύρια χρόνια (1g αλάτων σε 1 Kg νερών). Επιπλέον, περιέχει διαλυμένα αέρια, στα οποία περιέχεται διαλυμένο οξυγόνο, περίπου 6 cm³/l, άζωτο και διοξείδιο του άνθρακα. Το CO₂ της ατμόσφαιρας αντιδρά με το νερό παράγοντας ανθρακικό οξύ, το οποίο διαχωρίζεται σε ιόντα υδρογόνου και δισανθρακικά ιόντα. Η αντίδραση του νερού είναι αλκαλική (pH≈8), ενώ τα νερά των ακτών λόγω έντονης φωτοσύνθεσης από τα θαλάσσια φύκια έχουν pH≈9. Η πυκνότητα του νερού που παγώνει στους -1,9 °C αυξάνει με την πτώση της θερμοκρασίας.

Η ζωή ξεκίνησε στον ωκεανό και αποτελεί τον βιότοπο πολλών ειδών. Οι μεγάλοι πληθυσμοί φυτοπλαγκτόν που αναπτύσσονται στις θάλασσες είναι υπεύθυνοι για το 50% του οξυγόνου που καταναλώνεται από χερσαίους οργανισμούς. Παράγοντας που επιδρά σημαντικά στην ανάπτυξη αυτών των οργανισμών είναι επίσης η θολερότητα του θαλάσσιου νερού, καθώς επηρεάζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που διαπερνάει την μάζα του νερού, θερμαίνοντας το και επιτρέποντας την ανάπτυξη ζωής μέσω της φωτοσύνθεσης και την παραγωγή οξυγόνου. Τα καθαρά θαλασσινά νερά είναι διάφανα σε μεγάλο βάθος. Το κυανό χρώμα της θάλασσας οφείλεται στις φασματικές ιδιότητες της ακτινοβολίας σε σχέση με το νερό, στα ενδεχομένως περιεχόμενα αιωρούμενα σωματίδια, οργανικής ή ανόργανης προέλευσης, ακόμα και στην παρουσία πλαγκτού ή φυκών.

Η θερμοκρασία της θάλασσας παραμένει σταθερή στα βάθη της (2-4 °C), ενώ παρουσιάζει διακυμάνσεις στην επιφάνειά της. Η θερμοχωρητικότητα των θαλασσών είναι μεγάλη, επιτρέποντας τη μεταφορά θερμότητας από τους τροπικούς στους πόλους, και οι ωκεανοί θερμαίνονται και ψύχονται με αργότερους ρυθμούς σε σύγκριση με τις ηπείρους. Έτσι το νερό είναι ψυχρότερο από την ξηρά, το καλοκαίρι και θερμότερο τον χειμώνα. Μεγάλα ποσά θερμότητας καταναλώνονται κατά την εξάτμιση.

Η στάθμη της επιφάνειας των θαλασσών και ωκεανών και οι διακυμάνσεις της σε σχέση με ένα μέσο επίπεδο, είναι συνάρτηση παλιρροιών που οφείλονται σε τεκτονικά επεισόδια και κλιματικές αλλαγές στην γεωλογική ιστορία της Γης και

συντηρούνται από αστρονομικά αίτια. Ευστατικές και ισοστατικές κινήσεις και θερμοκρασιακές μεταβολές, που μπορούν να προκαλέσουν τήξη των πάγων, είναι οι βασικοί παράγοντες που διαμόρφωσαν την στάθμη των θαλασσών και τις διακυμάνσεις της, (Στουρνάρας 2007).

Οι ωκεανοί αποτελούν επίσης ένα πολύ σημαντικό ρυθμιστικό παράγοντα για το κλίμα, καθώς υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση μεταξύ του παγκόσμιου κλίματος και της κυκλοφορίας ωκεάνιων ρευμάτων. Καθώς η άνοδος της θερμοκρασίας στο βόρειο ημισφαίριο, προκαλεί βιολογική δραστηριότητα και επομένως την παραγωγή ή την απελευθέρωση διοξειδίου του άνθρακα από τους ωκεανούς στην ατμόσφαιρα. Με τη σειρά του το γεγονός αυτό αλλάζει την ωκεάνια κυκλοφορία αλλά και τον τρόπο με τον οποίο η θερμική ενέργεια μεταδίδεται μέσα στους ωκεανούς. Τέτοιες αλλαγές στην θερμική δομή των ωκεανών προτρέπουν στην δημιουργία του North Atlantic Deep Water (NADW), ενός ωκεάνιου ρεύματος βάθους στον Ατλαντικό Ωκεανό, το οποίο είναι ενεργό σήμερα αλλά δεν δρα τόσο έντονα κατά τις παγετώδεις περιόδους.

Η δημιουργία του ωκεάνιου ρεύματος, συνδέεται με την ανοδική πορεία από βάθη περίπου 500 μέτρων των υδάτων που κινούνται βόρεια και χαρακτηρίζονται από μεγάλη αλμυρότητα. Έτσι όταν αυτά τα ψυχρά ύδατα φτάσουν στην επιφάνεια, με την βοήθεια και των χειμερινών ανέμων, αντικαθιστούν τα θερμότερα επιφανειακά ύδατα που κινούνται νότια, χάνουν θερμική ενέργεια και ψυχραίνουν, γεγονός το οποίο σε συνδυασμό με την υψηλή τους αλμυρότητα οδηγεί σε αύξηση της πυκνότητας των υδάτων και κατά συνέπεια αρχίζουν να βυθίζονται σε αβυσσικά βάθη στην περιοχή της Ισλανδίας. Στην συνέχεια ρέουν προς νότο, διασχίζουν τον Ισημερινό, προς την Ανταρκτική και μέσα στον Ειρηνικό ωκεανό. Αυτή η ζώνη της «Ατλαντικής μεταφοράς» όπως είναι γνωστή, απελευθερώνει τεράστιες ποσότητες θερμικής ενέργειας κατά τις διαδικασίες μεταφοράς που προαναφέρθηκαν, οι οποίες αναλογούν στο 1/4 -1/3 της συνολικής ενέργειας που φτάνει στην επιφάνεια του βορείου Ατλαντικού. Ο όγκος των υδάτων που μετακινούνται είναι πραγματικά τεράστιος αφού υπολογίζεται ότι αναλογεί στο 20πλάσιο του όγκου των υδάτων από την συνδυασμένη ροή όλων των ποταμών της Γης .

Οι επιστήμονες σήμερα πιστεύουν ότι κατά το τέλος μίας παγετώδους περιόδου, όταν το North Atlantic Deep Water αρχίζει να δημιουργείται, διαμορφώνει ένα διαφορετικό καθεστώς παγκόσμιας ωκεάνιας κυκλοφορίας και επανακατανέμει τη θερμική ενέργεια με διαφορετικό τρόπο από εκείνο που επικρατούσε μέχρι τότε. Τέτοιες αλλαγές στην ωκεάνια κυκλοφορία και την ανταλλαγή θερμότητας μεταξύ των ωκεανών και της ατμόσφαιρας μπορεί να επηρεάζουν αισθητά το παγκόσμιο κλίμα και να συνεπικουρούν στις παγκόσμιες κλιματικές αλλαγές, (Λέκκας 2000).

Κεφάλαιο 2 – Ρύπανση και μόλυνση θαλασσών

2.1. Εντοπισμός του προβλήματος

Μετά την λήξη του Β' παγκοσμίου πολέμου άρχισε να γίνεται αντιληπτό το ολοένα αυξημένο πρόβλημα της θαλάσσιας ρύπανσης, και άρχισε η συστηματική παρατήρηση του. Κατά τον Cousteau τα τελευταία 20 χρόνια ,έχει καταστραφεί το 30-50% της πανίδας και της χλωρίδας της θάλασσας μέχρι βάθος 500 μέτρων.

Οι παράγοντες που συνέβαλλαν στην ταχεία εξάπλωση του φαινομένου της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος είναι πολλοί. Ενδεικτικά αναφέρουμε τους ακόλουθους:

- Η έντονη αστικοποίηση,
- η συγκέντρωση βιομηχανικών δραστηριοτήτων σε περιορισμένες γεωγραφικές περιοχές,
- η χρήση του πετρελαίου ως κύρια πηγή ενέργειας,
- η μεγάλη αύξηση στις θαλάσσιες μεταφορές πετρελαίου και άλλων χημικών στοιχείων,
- η επιμήκυνση των μέσων θαλασσίων διαδρομών,
- η πληθυσμιακή έκρηξη του «τρίτου κόσμου» σε συνδυασμό με το φαινόμενο της εκβιομηχάνισης σημαντικών περιοχών αυτού και
- το φαινόμενο της υπερκατανάλωσης στο λεγόμενο «Πρώτο κόσμο» (Βλάχος, 2007).

Οι επιπτώσεις της θαλάσσιας ρύπανσης που παρατηρούνται είναι πολλές. Στο βυθό των θαλασσών ένα μέρος της πανίδας καταστρέφεται με αποτέλεσμα να ελαττώνονται σημαντικά τα αποθέματα τροφής για τα ψάρια και να μειώνονται έτσι οι πληθυσμοί τους. Η εμφάνιση τεραστίων μεδουσών, η δηλητηρίαση και ο μαζικός θάνατος οστρακοειδών και ψαριών σε πολλές ακτές ,αποτελούν μια έντονη προειδοποίηση για τη συνεχώς αυξανόμενη ρύπανση των θαλασσών. Παρατηρείται διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας από τον δηλητηριασμό υποθαλάσσιων φυτών όπως των διατόμων και θαλασσίων φυκιών τα οποία όχι μόνο αποτελούν πηγή τροφής για τα ψάρια αλλά είναι και η πιο σημαντική πηγή οξυγόνου για το θαλάσσιο περιβάλλον.

Τις τελευταίες δεκαετίες γίνονται προσπάθειες προσδιορισμού του σύνθετου αυτού φαινομένου της θαλάσσιας ρύπανσης, καθώς λόγω της οικουμενικότητας αυτού του σοβαρού προβλήματος γίνεται ολοένα και πιο έντονη η ανάγκη της ύπαρξης μιας κοινής γραμμής δράσης για τον έλεγχο των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων και των επιδράσεων τους στο περιβάλλον, με στόχο τη πρόληψη της υποβάθμισης του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Το 1970 στο πλαίσιο της Ομάδας Ειδικών των Ηνωμένων Εθνών για τις Επιστημονικές Πλευρές της Θαλάσσιας Ρύπανσης (GESAMP), καθορίστηκε για πρώτη φορά ο ορισμός της θαλάσσιας ρύπανσης. Σύμφωνα με τον ορισμό αυτό, ως ρύπανση της θάλασσας (marine pollution) θεωρείται η *«άμεση ή έμμεση εισαγωγή*

από τον άνθρωπο ουσιών ή ενέργειας στο θαλάσσιο περιβάλλον περιλαμβανομένων και των εκβολών περιοχών με αποτέλεσμα βλάβη στους ζώντες πόρους, κινδύνους για την ανθρώπινη υγεία, εμπόδια στις θαλάσσιες δραστηριότητες περιλαμβανόμενης της αλιείας χειροτέρευση του θαλάσσιου νερού και μείωση των δυνατοτήτων χρήσης του για ψυχαγωγικούς σκοπούς». Αντίθετα, ως θαλάσσια μόλυνση (marine contamination) θεωρείται η παρουσία υψηλής συγκέντρωσης παθογόνων μικροοργανισμών ή ιζημάτων στο θαλάσσιο περιβάλλον. Με άλλα λόγια ,η μόλυνση μπορεί να προμηνύει κινδύνους αλλά δεν συνιστά ρύπανση εκτός αν προκαλείται από ανθρώπινες δραστηριότητες και έχει βλαβερές συνέπειες για το θαλάσσιο περιβάλλον. Σύμφωνα με τον Ελληνικό νόμο (1650/1986) περί προστασίας του περιβάλλοντος, ρύπανση είναι η παρουσία στο περιβάλλον ρύπων, δηλαδή κάθε είδους ουσιών, θορύβων ακτινοβολίας ή άλλων μορφών ενέργειας σε ποσότητα, συγκέντρωση ή διάρκεια που μπορούν να προκαλέσουν αρνητικές επιπτώσεις στην υγεία ,στους ζωντανούς οργανισμούς και στα οικοσυστήματα ή υλικές ζημιές, και γενικά να καταστήσουν το περιβάλλον ακατάλληλο για τις επιθυμητές χρήσεις του. Αντίστοιχα, μόλυνση είναι η μορφή ρύπανσης που χαρακτηρίζεται από την απουσία παθογόνων μικροοργανισμών στο περιβάλλον ή δεικτών που υποδηλώνουν την πιθανότητα της παρουσίας τέτοιων μικροοργανισμών (Βλάχος, 2007).

2.2. Πηγές προέλευσης ρύπανσης και μόλυνσης της θάλασσας

Έχοντας σαν κριτήριο την πηγή προέλευσης της ρύπανσης και της μόλυνσης, αυτή μπορεί να κατηγοριοποιηθεί σε διάφορες κατηγορίες. Ως χερσαία ρύπανση, που είναι αναμφίβολα η πιο σημαντική πηγή θαλάσσιας ρύπανσης καθώς από αυτήν προέρχονται τα $\frac{3}{4}$ της (Βλάχος, 2007) θα χαρακτηρίσουμε αυτή της οποίας τα ρυπογόνα στοιχεία που εισέρχονται στην θάλασσα προέρχονται από διεργασίες που εκτελούνται στην ξηρά όπως βιομηχανικά λύματα και απορρίμματα, καθώς και από λιπάσματα και φυτοφάρμακα που χρησιμοποιούνται στην γεωργία. Σημαντική παράμετρος χερσαίας ρύπανσης είναι το θερμότερο νερό το οποίο προέρχεται από διαδικασίες ψύξης από υδροηλεκτρικούς σταθμούς και προσβάλλει τα υδάτινα οικοσυστήματα.

Ένας άλλος διαχωρισμός της ρύπανσης, είναι σε αυτής έχουσα σχέση με τη ναυτιλία, οπου καλύπτει την ρύπανση από εμπορικά πλοία τα οποία κατά την εμπορική τους περίοδο ρυπαίνουν το θαλάσσιο περιβάλλον με δύο τρόπους ,με την λειτουργική ρύπανση η οποία προέρχεται από τις συνήθεις διαδικασίες φορτοεκφόρτωσης καθαρισμού δεξαμενών, ερματισμού και αφερματισμού επισκευών και συντηρήσεων, απορρίψεων λυμάτων και αποβλήτων και με την ατυχηματική ρύπανση η οποία προκαλείτε από κάθε λογής ατυχήματα εξαιτίας του φορτίου που μεταφέρουν. Σημαντικός παράγοντας στην παραπάνω κατηγορία είναι επίσης η ρύπανση από απορρίψεις στους ωκεανούς, (Dumping) η οποία αποτελεί μια μικτή μορφή θαλάσσιας ρύπανσης καθώς τα βιομηχανικά απόβλητα μεταφέρονται από την ξηρά με πλοία και αεροσκάφη με σκοπό να απορριφθούν στην θάλασσα.

Τέλος μια ακόμα ξεχωριστή κατηγορία ρύπανσης είναι αυτή που προκαλείται από την υποθαλάσσια εξόρυξη και εκμετάλλευση του βυθού, η οποία επηρεάζει τα υπερκείμενα ύδατα και τους φυσικούς πόρους ,τα οποία αποτελούν κοινή περιουσία διεθνώς. Σε αυτό το σημείο χρήσιμος είναι επίσης ο διαχωρισμός των όρων «θαλάσσια ρύπανσης» και «ρύπανσης θαλάσσιου περιβάλλοντος».Ο πρώτος όρος αναφέρεται στη ρύπανση που προκαλείτε από θαλάσσιες δραστηριότητες ,ενώ ο

δεύτερος έχει μία πιο ευρεία έννοια περιλαμβάνοντας και την θαλάσσια ρύπανση που προέρχεται από χερσαίες πηγές.

Πίνακας 1: Πηγές θαλάσσιας ρύπανσης.

Πηγή	Αναλογία επί συνόλου
Απορροές και απόβλητα από την ξηρά	44
Εκπομπές αέριων ρύπων	33
Ναυτιλιακά απόβλητα και ρύπανση από θαλάσσια ατυχήματα.	12
Απορρίψεις στους ωκεανούς	10
Υποθαλάσσιες εξορύξεις μεταλλευμάτων , πετρελαίου και αερίων	1
ΣΥΝΟΛΟ ΠΗΓΩΝ	100

Πηγή: Βλάχος, 2007.

Οι παραπάνω κατηγορίες ρυπάνσεως αφορούν θρεπτικά συστατικά, παθογόνους μικροοργανισμούς, επικίνδυνες τοξικές ουσίες (όπως PCB και DDT), ιζήματα, ξενικά είδη, και πλαστικά (Βλάχος, 2007). Ακόμα σοβαρή υποβάθμιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος οφείλεται στην ύπαρξη βαρέων μετάλλων ,θερμών αποβλήτων και της χρήσης υφαλοχρωμάτων.

2.2.1. Ρύπανση από θρεπτικά συστατικά

Ως θρεπτικά συστατικά ονομάζονται τα συστατικά που εμπεριέχονται σε λειτουργικές διεργασίες των ζώντων οργανισμών. Στην χημική ωκεανογραφία από παράδοση πλέον ο όρος χρησιμοποιείται αποκλειστικά για το Ρ και το ανόργανο Ζ που βρίσκονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις στο θαλασσινό νερό (Φυτιανός, 1996). Οι ποσότητες που εμφανίζονται αυτά τα δύο ανόργανα συστατικά είναι σχετικά χαμηλών συγκεντρώσεων στα θαλασσινά νερά και χρησιμοποιούνται σαν δείκτες ύπαρξης συγκεντρώσεων θρεπτικών συστατικών. Οι συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών οφείλονται σε γεωχημικές και οι γεωφυσικές διεργασίες οι οποίες λαμβάνουν χώρα στο περιβάλλον. Σε αυτές συγκαταλέγονται οι εκρήξεις ηφαιστείων, η αποσάθρωση των βράχων, η γεωθερμική δραστηριότητα, καθώς και η μεταφορά τους μέσω της ατμόσφαιρας τόσο άμεσα με την πρόσληψη αερίων μέσω του θαλασσινού νερού, όσο και έμμεσα μέσω της μεταφοράς σωματιδίων διαμέσου της βροχής. Η κυκλοφορία των θρεπτικών συστατικών από τον βυθό προς την επιφάνεια γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους, που καθορίζονται κυρίως από τα θαλάσσια ρεύματα και ιδιαίτερα τις κατακόρυφες μετακινήσεις:

- α) Ανάβλυση,
- β) τοπικά ρεύματα και τυρβώδης ανάμιξη και
- γ) ρεύματα πυκνότητας (Σκούλλος, 1997).

Ένας ακόμα παράγοντας που επηρεάζει τις συγκεντρώσεις θρεπτικών αλάτων είναι οι βιολογικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στα επιφανειακά φωτιζόμενα στρώματα του θαλάσσιου περιβάλλοντος από το φυτοπλαγκτόν το οποίο δεσμεύει τα θρεπτικά συστατικά κατά την διαδικασία της πρωτογενούς παραγωγής. Η διαδικασία αυτή όμως μπορεί να θεωρηθεί αντιστρεπτή, καθώς κατά την διαδικασία αποσύνθεσης όπου το άζωτο και ο φώσφορος που έχουν συσσωματωθεί στα κύτταρα, στους ιστούς και στην εξωτερική δομή των ζωντανών οργανισμών, αποβάλλονται ή αναγεννώνται στο διάλυμα. Οι ανθρωπογενείς πηγές αζώτου και φωσφόρου προέρχονται από αστικά λύματα καθώς και από γεωργικές καλλιέργειες που καταλήγουν μέσω αποχετευτικού δικτύου ή μέσω επιφανειακών απορροών στην θάλασσα,. Από τη μεγάλη συκέντρωση των θρεπτικών υλικών στους τελικούς αποδέκτες που είναι οι λίμνες ή οι κλειστές θάλασσες, παρατηρείται υπερανάπτυξη των υδροχαρών φυτών και γενικά των αυτότροφων οργανισμών, φαινόμενο γνωστό ως ευτροφισμός. Κατά το φαινόμενο αυτό, οι νεκρές οργανικές ύλες που αφήνουν τα φυτά δεσμεύουν το οξυγόνο κατά την βιοχημική αποικοδόμηση με δυσμενείς συνέπειες για τις ανώτερες μορφές ζωής όπως τα ψάρια και το περιβάλλον όπου αναπτύσσονται δυσοσμίες (Ξένος, 2000). Η παρουσία αυξημένης ποσότητας θρεπτικών συστατικών στο θαλάσσιο περιβάλλον έχει σαν αποτέλεσμα την αλματώδη ανάπτυξη και το θάνατο του φυτοπλαγκτόν, που γίνεται αντιληπτή από τον παρατηρητή σαν το φαινόμενο των «κόκκινων παλιρροιών», καθώς δημιουργούνται ανοξικές συνθήκες, επηρεάζοντας τους θαλάσσιους οργανισμούς. Φαινόμενα εποχικής και χρόνιας ανοξίας παρουσιάζονται σε διάφορες θαλάσσιες περιοχές όπως οι ακτές των ΗΠΑ στον κόλπο του Μεξικού ,περιοχές στην Καραϊβική, στην Βόρεια θάλασσα, τη Βαλτική και την Μεσόγειο. Ακόμα πιο επικίνδυνη είναι η ανάπτυξη φυτοπλαγκτού που αποτελείται από τα είδη *Coryalua* και *Gymnodinium* που περιέχουν τις νευροτοξίνες οι οποίες ενώ δεν βλάπτουν απευθείας τους οργανισμούς που καταναλώνουν αυτά τα είδη, συσσωρεύονται όμως μέσω τις τροφικής αλυσίδας, και προκαλούν αρρώστιες και θανάτους στους ανώτερους οργανισμούς.

Ο κύκλος του φωσφόρου στην θάλασσα

Η κύρια οδός απομάκρυνσης των ανόργανων φωσφορικών από το θαλασσινό νερό είναι η αφομοίωση του από το φυτοπλαγκτόν, ενώ τα γερασμένα ή κατεστραμμένα κύτταρα απελευθερώνουν ορθοφωσφορικά σαν αποτέλεσμα της αυτόλυσης τους. Τα ανόργανα φωσφορικά αναγεννώνται με μικροβιακή δράση από το πλαγκτόν. Σημαντικό ρόλο στην ανανέωση των φωσφορικών από τα προϊόντα αποσάθρωσης, παίζουν και τα πρωτόζωα. Η απέκκριση φωσφόρου από το ζωοπλαγκτόν ποικίλει σημαντικά, ανάλογα με τις φυσικές συνθήκες, την ενεργητικότητα των ζώων και την διατροφή τους. Ο οργανικός φώσφορος απελευθερώνεται στο διάλυμα από το φυτοπλαγκτόν και από γερασμένα ή κατεστραμμένα κύτταρα. Ο κύκλος του φωσφόρου δεν είναι αυστηρά κλειστός, υπάρχει ανταλλαγή του στοιχείου από το θαλασσινό νερό με τα αποθέματα του πυθμένα και στην περίπτωση αιωρούμενων σωματιδίων, η ανταλλαγή αυτή είναι πολύ σημαντική. Το συνολικό αποτέλεσμα του κύκλου είναι γενικά μία προς τα κάτω κίνηση των ενώσεων του φωσφόρου στο θαλασσινό νερό. Το περιεχόμενο του P στο νερό εξαρτάται από τα υπάρχοντα ρεύματα. Ο φώσφορος θεωρείται σαν πρωταρχικό θρεπτικό στοιχείο για το φυτοπλαγκτόν, το οποίο παρέχει τροφή στο ζωοπλαγκτόν. Η διεργασία της φωτοσύνθεσης χρησιμοποιεί τα φωσφορικά και απελευθερώνει οξυγόνο, με αποτέλεσμα τα δύο αυτά συστατικά να συσχετίζονται με αντίστροφη

αναλογία. Είναι γνωστό, ότι το φυτοπλαγκτόν χρησιμοποιεί ταυτόχρονα τα φωσφορικά και νιτρικά ιόντα και για το λόγο αυτό τα δύο θρεπτικά συστατικά θα έπρεπε να ποικίλουν κατά τον ίδιο τρόπο και η αναλογία N/P να παραμένει σταθερή (με τιμή περίπου 15/1) με μικρές αποκλίσεις για επιφανειακά και περιορισμένα νερά (όπως π.χ. της Μεσογείου που η αναλογία αυτή βρέθηκε μικρότερη). Οι αναλογίες N/P ποικίλουν ανάλογα με τα είδη των θαλασσινών αλγών, και την διαθεσιμότητα των αντίστοιχων θρεπτικών συστατικών. Η κανονική διακύμανση είναι 5:1-15:1. Σε περιοχές όπου αποχύνονται αστικά λύματα η αναλογία είναι αρκετά χαμηλή (< 5:1). Σε νερά όπου η αναλογία έχει κατεβεί στο 3:1, ο πληθυσμός των αλγών αποτελείται από ένα ή περισσότερα είδη που έχουν χαρακτηριστικά χαμηλή αναλογία N:P στα κύτταρα τους (Φυτίανος, 1996).

Ο κύκλος του αζώτου στην θάλασσα

Το άζωτο στην ατμόσφαιρα απελευθερώνεται από την αποσύνθεση βιολογικών υλικών, κυρίως σαν αμμωνία, η οποία οξειδώνεται αρχικά σε νιτρώδη και στην συνέχεια σε νιτρικά, όπως έχει ήδη αναφερθεί. Η οξείδωση προς νιτρικά ενεργοποιείται στο θαλασσινό νερό από βακτήρια και λαμβάνει χώρα ταχύτατα, κάτω από την φωτοσυνθετική ζώνη στα ανοικτά των ωκεανών. Μπορεί επίσης να λάβει χώρα και φωτοχημικά. Ο κύκλος του αζώτου, όπως και ο κύκλος του φωσφόρου δεν είναι κλειστό σύστημα. Στην περίπτωση όμως του αζώτου, η διεπιφάνεια αέρας-νερού παίζει σημαντικότερο ρόλο από ότι η διεπιφάνεια νερού-ιζήματος. Τα νερά των ποταμών και της βροχής που καταλήγουν στην θάλασσα συνεισφέρουν επίσης μικρές ποσότητες αμμωνιακών και νιτρικών. Οι συγκεντρώσεις NH^+ , NO^- , NO^- , στο θαλασσινό νερό εξαρτώνται από το βάθος, την τοποθεσία και την εποχή, όπως έχει αναφερθεί. Τα βακτήρια παίζουν σημαντικό ρόλο στον κύκλο του αζώτου. Εκτός από το γεγονός ότι οξειδώνουν τα αμμωνιακά σε νιτρώδη και νιτρικά, έχουν επίσης τη δυνατότητα να δεσμεύουν το ατμοσφαιρικό άζωτο και να ανάγουν τα νιτρικά και τα νιτρώδη σε αμμωνιακά ή ακόμη και σε στοιχειακό άζωτο N_2 . Κατά την διάρκεια της φωτοσύνθεσης, το ανόργανο άζωτο μετατρέπεται σε αμίνες και αμινοξέα, τα οποία αποτελούν δομικά συστατικά των νουκλεϊνικών οξέων και πρωτεϊνών. Με το θάνατο των φυτών, το άζωτο απελευθερώνεται από τα κύτταρα με μορφή διαλυτών κολλοειδών και αδιάλυτων οργανικών ενώσεων. Η αναγέννηση των αζωτούχων αυτών ενώσεων γίνεται μέσω μίας σειράς βιοχημικών μετασχηματισμών από βακτήρια και άλλους θαλάσσιους μικροοργανισμούς. Το πρώτο στάδιο αυτής της πορείας οδηγεί στο σχηματισμό NH^+ που στην συνέχεια μετατρέπεται σε NO^- και NO^- . Η διεργασία αυτή είναι γνωστή σαν «νιτροποίηση» και διεκπεραιώνεται από δύο ομάδες βακτηρίων που υπάρχουν μόνο σε αερόβιες συνθήκες όπου υπάρχει περίσσεια διαλυμένου οξυγόνου στο νερό. Σε ακραίες περιπτώσεις όπου η κατανάλωση οξυγόνου είναι μεγαλύτερη από την παραγωγή, τα άτομα του οξυγόνου των νιτρικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν από αναερόβια βακτήρια, ώστε να παραχθεί οξυγόνο για την αποικοδόμηση της οργανικής ύλης. Η διεργασία αυτή είναι γνωστή σαν «απονιτροποίηση» και έχει σαν αποτέλεσμα το σχηματισμό NO^- και NH^+ και σε μερικές ακραίες περιπτώσεις, αερίου αζώτου (Φυτίανος, 1996).

2.2.2. Μικροβιολογική μόλυνση της θάλασσας

Ο ρόλος των μικροοργανισμών, δηλαδή των μικροβίων και των βακτηριδίων στο περιβάλλον είναι πολύ σημαντικός καθώς είναι υπεύθυνα για την διάσπαση της οργανικής ύλης σε απλά χημικά στοιχεία και μπορούν να διακρίνονται σε παθογόνα και ωφέλιμα. Οι κυριότεροι παθογόνοι μικροοργανισμοί είναι :

1. Βακτήρια: *Vibrio Cholerae*, *salmonell* sp, *shigelia*, κ.α.,
2. Πρωτόζωα: κυρίως *Entamoeba histolytica*,
3. Μετάζωα: *Nematode ova*, *cestode ova*,
4. Ιοί: *Poliorirus*, *infectious hepatitis*, *adenoviruses*, *coxackie viruses*, *echoriruses*, *reoniuse*.

Μπορούν να επιβιώσουν στο επιφανειακό νερό και η ύπαρξη τους σε αυτό είναι δείκτης μόλυνσης των υδάτων από λύματα και απόβλητα από σανατόρια, χωματουργεία και σφαγεία τα οποία αποχύνονται στα ποτάμια και στις ακτές είτε ακατέργαστα είτε μετά από μη επαρκή επεξεργασία τους. Ο κίνδυνος έγκειται στο γεγονός ότι ορισμένοι από αυτούς τους μικροοργανισμούς μπορούν να διαταράξουν την ισορροπία του θαλάσσιου και του παραθαλάσσιου οικοσυστήματος, εξαφανίζοντας γηγενείς πληθυσμούς, να προκαλέσουν ασθενείς πολύ σοβαρές για τους ανθρώπους και τα ζώα και εν τέλει να καταστήσουν ακατάλληλη την χρήση πολλών παράκτιων περιοχών για πολλές χρήσεις. Επίσης, η ύπαρξη οργανικών ενώσεων στην θάλασσα μπορεί να διαφυλάξει τους παθογόνους μικροοργανισμούς και να βοηθήσει στη επιβίωση τους, με αποτέλεσμα να μεταφερθούν μέσω του νερού επιδημικές αρρώστιες όπως τύφος και χολέρα.

Υπάρχουν όμως και φυσικοί παράγοντες οι οποίοι βοηθούν στην ελάττωση των πληθυσμών των μικροβίων. Έτσι η ύπαρξη βακτηριοφάγων, η παραγωγή αντιμικροβιακών ουσιών από το πλαγκτόν και το φυτοπλαγκτόν, η έκθεση στο ηλιακό φως και στην θερμοκρασία, βοηθάνε στην μείωση του μικροβιολογικού φορτίου μίας ρυπασμένης υδάτινης περιοχής. Επιπρόσθετως, η υψηλή περιεκτικότητα του θαλασσινού νερού σε διαλυμένα άλατα, δρα προς όφελος της διατήρησης της οικολογικής ισορροπίας. Υπάρχουν πολλά πρότυπα ποιότητας νερού όσο αφορά τα όρια των συγκεντρώσεων του μικροβιολογικού φορτίου, τα οποία εξαρτώνται από τις δραστηριότητες που θα αναπτυχθούν στα νερά αυτά. Καθώς ένα μεγάλο μέρος των ακτών της χώρας μας χρησιμοποιείται από τον πληθυσμό για κολύμβηση και γενικώς για αναψυχή, έχουν νομοθετηθεί όρια που καθορίζουν την καταλληλότητα των υδάτων βάση των συγκεντρώσεων του μικροβιολογικού φορτίου. Έτσι όπως αναφέρει το ΦΕΚ 438//3.7.86, το επιθυμητό όριο στο σύνολο κολοβακτηριδίων είναι 500 αποικίες ανά 100 ml δείγματος νερού, ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο είναι 10.000 αποικίες ανά 100 ml. Για τα κολοβακτηρίδια το επιθυμητό όριο είναι 100 αποικίες ανά 100 ml δείγματος νερού ενώ το ανώτατο επιτρεπτό όριο είναι 500 αποικίες ανά 100 ml. Όσο αφορά τους εντεροκόκκους το επιθυμητό όριο είναι 100 αποικίες ανά 100 ml δείγματος νερού το οποίο είναι και το ανώτερο επιτρεπτό όριο. Υπάρχουν επίσης νομοθετημένα όρια τα οποία αφορούν την διαβίωση, καλλιέργεια, και αλιεία οστρακοειδών τα οποία έχουν σαν επιθυμητό και ανώτερο όριο τις 70 αποικίες ανά 100 ml δείγματος νερού.

2.2.3. Ρύπανση από τοξικές ουσίες

Η ύπαρξη των τοξικών ουσιών οφείλεται στην αποικοδόμηση χλωριωμένων υδρογονανθράκων. Οι χλωριωμένοι υδρογονάνθρακες είναι μία κατηγορία χημικών ενώσεων, μερικές από τις οποίες λόγω των ιδιαίτερων ιδιοτήτων τους συγκαταλέγονται στις πιο τοξικές και επικίνδυνες ενώσεις. Γενικά οι ενώσεις αυτές αποικοδομούνται πολύ αργά, η δε ταχύτητα αποικοδόμησης εξαρτάται από την υγρασία, τη θερμοκρασία και το περιβάλλον μέσω των υπαρχόντων αποσυνθετών και όσες καταναλώνονται από τους οργανισμούς εναποτίθενται λόγω της μεγάλης τους λιποδιαλυτότητας στους λιπαρούς ιστού των ζώων, αλλά και εν συνεχεία μέσω της τροφική αλυσίδας στους λιπαρούς ιστούς του ανθρώπου. Πολλές από αυτές προκαλούν μεταλλάξεις και έχουν καρκινογόνες ιδιότητες. Σημαντικές ποσότητες DDT και PCB, που αποτελούν δύο ευρέως χρησιμοποιούμενες ουσίες καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον μέσω επιφανειακής απορροής ποταμών εξαιτίας της αλόγιστης χρήσης τους από τον άνθρωπο. Η βασική πηγή ευρείας ρύπανσης από παρασιτοκτόνα είναι η γεωργική χρήση των ενώσεων αυτών. Κατά τον ψεκάσμο με αεροπλάνα και ελικόπτερα το 50% των ποσοτήτων που διαμοιράζονται μεταφέρονται με τον αέρα σε πολύ μεγάλες αποστάσεις. Ακόμα μεγάλες ποσότητες παραπροϊόντων από την παρασκευή οργανοχλωριωμένων υδρογονανθράκων, απορρίπτονται στην θάλασσα. Σημαντική πηγή ρύπανσης PCB είναι η ιλύς που προέρχεται από εγκαταστάσεις καθαρισμού λυμάτων.

Οργανοχλωριωμένα παρασιτοκτόνα

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι οργανοχλωριωμένες ενώσεις, όπως το DDT. Αυτές χρησιμοποιούνται ευρέως σαν εντομοκτόνα και διασπώνται πολύ δύσκολα. Είναι ιδιαίτερα τοξικά για τα έντομα αλλά λιγότερο τοξικά για τα υπόλοιπα ζώα. Στο έδαφος έχουν μια ημιπερίοδο ζωής περίπου 10 χρόνια. Η βιοαποικοδόμηση τους είναι πολύ μικρή με χρόνο ημιζωής από 9 έως 116 χρόνια με αποτέλεσμα τα ιζήματα να λειτουργούν ως μέσα αποθήκευσης. Η απορρόφηση τους από τα υδροχαρή φυτά είναι μεγάλη, με αποτέλεσμα στην συνέχεια να συσσωρεύονται στο λίπος των ασπόνδυλων και των ψαριών, ενώ η επίδρασή τους στο θαλάσσιο περιβάλλον έχει ως αποτέλεσμα την ελάττωση της φωτοσύνθεσης του θαλάσσιου φυτοπλαγκτού. Όλα τα χλωριωμένα παρασιτοκτόνα θεωρούνται καρκινογόνα, για πολλά είδη διαπιστώθηκε ότι είναι εμβρυοκτόνα και τερατογόνα, ενώ προκαλούν σε πολλούς οργανισμούς ρίγη, σπασμούς, και τελικά το θάνατο (Ξένος, 2000).

Πολυχλωριωμένα διφαινύλια

Μία άλλη κατηγορία χλωριωμένων υδρογονανθράκων είναι τα πολυχλωριωμένα διφαινύλια (PCB). Χρησιμοποιούνται ευρέως, λόγω των χαρακτηριστικών τους ιδιοτήτων, σαν ψυκτικά και μονωτικά μετασχηματιστών και πυκνωτών, προσθετικά για την ευκαμψία συνθετικών ουσιών, στα χρώματα, στα βερνίκια και στα συντηρητικά ξυλείας. Μέσω των εργασιών συντηρήσεως και επισκευών των υφάλων των πλοίων, χρησιμοποιούνται υλικά που περιέχουν PCB's τα οποία και καταλήγουν να απορροφούνται από το πλαγκτόν και στην συνέχεια να περνούν στην τροφική αλυσίδα. Τα PCB's έχουν συνεργητική δράση με το DDT. Ο κύριος μεταβολισμός των PCB's είναι η υδροξυλίωση τους, διαδικασία που τις περισσότερες φορές παράγει περισσότερα τοξικά παραπροϊόντα από τις αρχικές ενώσεις. Τα PCB's

απορροφούνται από τους οργανισμούς κυρίως μέσω του θαλασσινού νερού, παρά μέσω της τροφής. Λόγω της λιποδιαλυτότητας τους συσσωρεύονται στους λιπαρούς ιστούς των θαλασσίων οργανισμών και οι συγκεντρώσεις τους καθορίζονται από την θέση των οργανισμών στην τροφική αλυσίδα. Μόλυνση άνθρωπου από PCB's προκαλεί τη νόσο Yusho που εμφανίζεται σαν μελανή χρώση του δέρματος, βλάβες στα νεφρά και το ήπαρ, καθώς και αυξημένη πιθανότητα ανάπτυξης καρκίνου.

2.2.4. Ρύπανση από ανθρωπογενή μετακινούμενα ιζήματα

Η συνεχόμενη ανάγκη για την δημιουργία νέων καλλιεργήσιμων εκτάσεων, οδήγησε στην αποψίλωση ολοένα μεγαλύτερων δασικών εκτάσεων. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την φυσικές διεργασίες διάβρωσης των εδαφών οι οποίες όμως εντείνονται καθώς φαινόμενα όπως πλημμύρες και ερημοποίηση εμφανίζονται ολοένα και πιο συχνά, οδηγεί στην αύξηση παρεχόμενου χερσαίου ιζήματος στα παράκτια οικοσυστήματα. Αύξηση της περιεκτικότητας σε φερτές ύλες πολλές φορές οδηγεί σε δημιουργία προσχώσεων σε υδατικά περιβάλλοντα, κάτι που διαταράσσει την ισορροπία του οικοσυστήματος καθώς έτσι εξαφανίζεται το προηγούμενο ενδιαίτημα των γηγενών πληθυσμών και δημιουργούνται νέα. Ακόμα κατά την εισαγωγή του ιζήματος στο υδατικό περιβάλλον, προκαλούνται αναταραχές σε άτομα των γηγενών πληθυσμών, καθώς οι πρωτογενείς παραγωγοί λόγο αυξημένης θολερότητας εμφανίζουν μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης και συνεπώς ελάττωση του ποσοστού διαλυμένου οξυγόνου, το οποίο επηρεάζει όπως είναι φυσιολογικό κάθε είδους οργανισμό, οδηγώντας τους βενθικούς οργανισμούς να βιώνουν σε αποπνικτικές συνθήκες λόγω των αιωρημάτων του λεπτού ιζήματος. Επίσης, προβλήματα ευτροφισμού σημειώνονται σε περιοχές που εκβάλλονται ιζήματα πλούσια σε θρεπτικά συστατικά. Τα ιζήματα αυτά, προέρχονται από γεωργικές εκτάσεις μέσω επιφανειακών χερσαίων απορροών, καταλήγουν στην θάλασσα, κατακάθονται σε μορφή ιζήματος και οποιαδήποτε στιγμή απειλούν να διαταράξουν την ισορροπία του οικοσυστήματος, ακόμα και να περάσουν μέσα στην τροφική αλυσίδα. Εξαιτίας του γεγονότος ότι τα ιζήματα λειτουργούν σαν αποθήκη ρυπαντών οι οποίοι μπορούν να απελευθερωθούν οποιαδήποτε στιγμή, είναι δυνατόν να προκαλέσουν και πάλι ρύπανση καθώς στην θάλασσα, υπάρχει ισορροπία μεταξύ διαλυμένων και αιωρούμενων συστατικών και συστατικών του βυθού. Τα αιωρούμενα συστατικά, τελικά καθιζάνουν σε ίζημα, το οποίο αφού αναταραχθεί εξαιτίας της δράσης θαλασσίων ρευμάτων, παλιρροιών και κυμάτων επαναφέρει τα αιωρούμενα σωματίδια σε αιώρηση. Καθώς η θάλασσα είναι ο τελικός αποδέκτης όλων των ρύπων, ανεξάρτητα της φύσης και προελεύσεως, του τρόπου εισόδου στο περιβάλλον και του βαθμού επεξεργασίας, γίνεται κατανοητό ότι ο μοναδικός λόγος που δεν έχουμε αντιληφθεί την έκταση του προβλήματος, παρά μόνο επιμέρους και τοπικά είναι εξαιτίας της αραιώσης που επιταχύνεται λόγω του μεγάλου όγκου της θάλασσας.

2.2.5. Ρύπανση από ξενικά είδη

Μεγάλος αριθμός ζωντανών οργανισμών έχει εισαχθεί στο θαλάσσιο περιβάλλον σε ολόκληρο τον κόσμο ως αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας, αποτελώντας σημαντική πηγή ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Τα ξενικά είδη οργανισμών, αφορούν είδη που διαβιώνουν σε διαφορετικό θαλάσσιο περιβάλλον, μεταφέρονται, επιβιώνουν και αναπτύσσονται στις νέες περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τις διαδικασίες ερματισμού-αφερματισμού σε παγκόσμια κλίμακα. Παρόλο που ο μεγαλύτερος αριθμός θαλασσιών οργανισμών που μεταφέρονται δεν επιβιώνουν το ταξίδι, κάποιος από αυτούς που μεταφέρονται σε ανθεκτικές μορφές ζωής όπως νύμφες, στα θαλάσσερμα πλοίων, στις αλυσίδες και την άγκυρα, επιβιώνουν στην υγρασία της βιορύπανσης που αναπτύσσεται στο περιβάλλον τους για το χρονικό διάστημα που διαρκεί το ταξίδι, το οποίο έχει μειωθεί κατά πολύ με την χρήση πλοίων σύγχρονης τεχνολογίας, και εισβάλλει το νέο φυσικό περιβάλλον. Αυτά τα είδη προκαλούν σειρά επιπτώσεων, διαταράσσοντας την ισορροπία του βιοτόπου, προκαλώντας διαταραχές στην τροφική αλυσίδα, οικονομικές καθώς διαταράσσει δραστηριότητες παράκτιων βιομηχανιών και στην δημόσια υγεία καθώς οι οργανισμοί μπορεί να είναι μολυσμένοι και να μεταφέρουν ασθένειες. Ο κίνδυνος από τα νέα είδη, που αποκαλούνται και βίο-εισβολείς είναι μεγάλος καθώς η συχνότητα που απελευθερώνονται από τις δραστηριότητες της ναυτιλίας, εισβάλλουν σε νέα περιβάλλοντα με συχνότητα από ένα την βδομάδα έως και ένα την μέρα (Τσελέντης, 2008). Η εισαγωγή επιζήμιων οργανισμών που ονομάζεται και βίο-εισβολή συγκαταλέγεται μεταξύ των χειρσαίων, ατμοσφαιρικών και άλλων πηγών ρύπανσης της θάλασσας, όπως η υπερεκμετάλλευση των θαλάσσιων πόρων και οι γεωμορφολογικές αλλοιώσεις της παράκτιας ζώνης, αφού συμμετέχει στην καταστροφή των ισορροπιών που ισχύουν στο οικοσύστημα που εισβάλλουν, προκαλείται ανταγωνισμός μεταξύ των τοπικών και των εισαγόμενων ειδών με αποτέλεσμα τη μείωση της θαλάσσιας βιοποικιλότητας. Πολλοί μελετητές μάλιστα θεωρούν ότι είναι η χειρότερη μορφή ρύπανσης που προκαλείται από την ναυτιλία, καθώς σύγχρονες μελέτες δείχνουν ότι κάθε μέρα μεταφέρονται μέσω των ερμάτων των πλοίων έως και 10.000 διαφορετικά είδη μικροβίων, φυτών και ζώων, και ο αριθμός αυτός αυξάνεται σταθερά κάθε χρόνο. Οι παθογόνοι μικροοργανισμοί που μεταφέρονται με θαλασσέσματα παραμένουν αδρανείς στο ιδιαίτερα εχθρικό περιβάλλον, λόγω ακραίων τιμών για αυτούς σε pH, αλατότητα και θερμοκρασία. Όταν όμως βρεθούν σε ευνοϊκές συνθήκες περιβάλλοντος, μετατρέπονται σε λοιμοξιογόνους παράγοντες ικανούς να μεταφέρουν σοβαρότατες ασθένειες, όπως έγινε το 1991, όπου η επιδημία χολέρας που ξεκίνησε ταυτόχρονα σε τρεις περιοχές του Περού, οφειλότανε στο δονάκιο της χολέρας που προήλθε από το Μπαγκλαντές. Η επιδημία συσχετίστηκε με τον κατάπλου των πλοίων από το Μπαγκλαντές, ενώ ευνοϊκές συνθήκες ηλιοφάνειας που επικρατούσαν την εποχή εκείνη στο Περού, οδήγησαν σε μία αύξηση του φυτοπλαγκτού, που στη συνέχεια οδήγησε σε αύξηση του ζωοπλακτού, μεταφέροντας τα δονάκια της χολέρας στις εκβολές ποταμών και σε οστρακοειδή και ψάρια που κατανάωναν οι κάτοικοι, με αποτέλεσμα την μόλυνση τους. Πέρα από τα βακτήρια και ιούς, είδη μικροφυκών επίσης μεταφέρονται με τα θαλάσσια έρματα, τα οποία είναι τοξικά και πολύ επικίνδυνα για την ισορροπία των οικοσυστημάτων καθώς αναπαράγονται ανεξέλεγκτα όταν βρούνε τις κατάλληλες συνθήκες και σχηματίζουν το γνωστό φαινόμενο των κόκκινων παλιρροιών.

Εκτός όμως από τις διαδικασίες ερματισμού/αφερματισμού από τα πλοία υπάρχουν και άλλες διαδικασίες που εντείνουν το πρόβλημα όπως:

- Η εισαγωγή νέων ειδών για την αλιεία,
- Η απελευθέρωση θαλασσιών ειδών από της ιχθυοκαλλιέργειες (υδατοκαλλιέργειες),
- Η χρήση συστημάτων ναυσιπλοΐας με κανάλια και διώρυγες,
- Οι καθαρισμοί υφάλων πλοίων,
- Οι απορρίψεις σεντινόνερων,
- Ο καθαρισμός του άξονα προπέλας,
- Η χρήση άγκυρας και αλυσίδας και
- Η απόρριψη ύδατος που χρησιμοποιείται για ψύξη μηχανών και άλλων μηχανών του πλοίου (Τσελέντης, 2008).

2.2.6. Ρύπανση από πλαστικά είδη

Κατά τα τελευταία χρόνια η χρήση των πλαστικών και άλλων συνθετικών υλικών έχει εξαπλωθεί με γρήγορο ρυθμό. Μεγάλο μέρος της θαλάσσιας ρύπανσης προκαλείται από τις πλαστικές σακούλες και από τα πλαστικά. Έχει υπολογιστεί ότι κατά μέσο όρο καταναλώνονται από 500 δισεκατομμύρια έως ένα τρισεκατομμύριο σακούλες κάθε χρόνο (National geographic news, September 2003) και από αυτές ανακυκλώνονται λιγότερες από το 1% (Christian science Monitor news page). Οι πλαστικές σακούλες αποτελούν το 10% των απορριμμάτων των ΗΠΑ που καταλήγουν στην θάλασσα. Η λύση της ανακύκλωσης των πλαστικών σακουλών αντικαταστάθηκε με την χρήση υλικών για την κατασκευή τους τα οποία φωτοδιασπώνται σε μικρότερα κομμάτια από την στιγμή που θα εκτεθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα στην ηλιακή ακτινοβολία τα οποία όμως είναι πιο τοξικά. Έτσι δημιουργούνται τεμάχια μικρότερου μεγέθους, τα οποία συνιστούν μεγαλύτερη απειλή για τους θαλάσσιους οργανισμούς, οι οποίοι τους εκλαμβάνουν σαν τροφή. Έχει υπολογιστεί ότι περί τα 6 εκ. τόνοι σκουπίδια καταλήγουν στην θάλασσα κάθε χρόνο. Τα μισά από αυτά είναι πλαστικά και ευθύνονται κατά κύριο λόγο για το θάνατο 100.000 θηλαστικών και θαλασσιών χελωνών κάθε χρόνο. Μεγάλη ποσότητα απορριμμάτων επίσης προέρχεται και από την εκούσια απόρριψη είτε απορριμμάτων πλοίων είτε φορτίων πλοίων στην θάλασσα (garbage και dumping).

Το 1997 ανακαλύφθηκε από τον ωκεανογράφο Τσάρλς Μούρ στον βόρειο Ειρηνικό, μια έκταση περίπου 1,4 εκατ. τετραγωνικών χιλιομετρών η οποία αποτελείται από περίπου 100 εκατ. τόνους σκουπιδιών και επεκτείνεται χρόνο με τον χρόνο σαν μια ρυπαρή ήπειρος απειλώντας ανθρώπους και περιβάλλον. Είναι γνωστή ως «Δίνη των σκουπιδιών» καθώς τα σκουπίδια κινούνται αέναα κυκλικά στις περιοχές όπου υπάρχουν οι υποτροπικές δίνες του Ειρηνικού Ωκεανού. Μία ακόμα υπάρχει και στην Ιαπωνία, έτσι οι δύο περιοχές αθροιστικά έχουν έκταση διπλασία των ΗΠΑ (Τσελέντης, 2008).



Εικόνα 1: Ρύπανση από πλαστικά στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Τα πλαστικά απορρίμματα, παραμένουν δεκαετίες στο θαλάσσιο περιβάλλον είτε σε μικρά κομματάκια, που είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα για την θαλάσσια ζωή, καθώς οι θαλάσσιοι οργανισμοί τα εκλαμβάνουν σαν τροφή, είτε σε μεγάλα κομμάτια, τα οποία παγιδεύουν, τραυματίζουν και εμποδίζουν τους θαλάσσιους οργανισμούς να πιάσουν την τροφή τους ή να προστατευθούν από τους θηρευτές τους, δυσκολεύοντας την επιβίωση τους. Τα πλαστικά αυτά, με τα από χρόνια έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία και το αλάτι, διαλύονται σε μικρότερα κομμάτια, δημιουργώντας έναν επικίνδυνο πολτό, ο οποίος απελευθερώνει τοξικές ουσίες στα νερά των θαλασσών που μέσω των τροφικών αλυσίδων, μπορεί να μολύνουν τον άνθρωπο (Τσελέντης, Πάντζου 2008).

Μεγάλη απειλή για τους θαλασσιούς οργανισμούς αποτελούν επίσης τα εγκαταλελειμμένα δίκτυα τα οποία παρασύρονται από την παλίρροια και έως ότου ξεβραστούν στην ακτή, αποτελούν κινούμενη παγίδα θανάτου για θαλάσσια θηλαστικά και ερπετά όπως φώκιες δελφίνια και χελώνες. Η απειλή αυτή γίνεται ολοένα και μεγαλύτερη με την χρήση νέων υλικών στην κατασκευή των δικτύων, όπως νάιλον και με την σχεδιασμό μικρών ανοιγμάτων σε αυτά, έτσι ώστε να είναι πιο ανθεκτικά και πιο αποτελεσματικά. Υπολογίζεται ακόμα ότι εκατοντάδες χιλιάδες πτηνά πεθαίνουν αφού παγιδευτούν στα δίκτυα, ξεπερνώντας τον αριθμό των θυμάτων πτηνών από ρύπανση της θάλασσας λόγω πετρελαίου.

2.2.7. Ρύπανση από υδρογονάνθρακες

Η αναγνώριση του προβλήματος της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τις διάφορες μορφές του πετρελαίου έγινε στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, και οι κυβερνήσεις προσπάθησαν να θεσμοθετήσουν νομοθεσίες και κανονισμούς έτσι ώστε να ελέγξουν τις απορρίψεις πετρελαίου στα ύδατα τους. Σύντομα όμως έγινε αντιληπτό πως εξαιτίας του διεθνούς χαρακτήρα της ναυτιλίας και της συνέχειας του φυσικού περιβάλλοντος, έπρεπε να υπάρξει μία παγκόσμια κατεύθυνση για την αντιμετώπιση

του προβλήματος, έτσι ώστε να μπορεί να υιοθετηθεί από όλες τις χώρες. Η πρώτη Διεθνής σύμβαση για την προστασία του Θαλάσσιου περιβάλλοντος από την Πετρελαϊκή Ρύπανση, γνωστή σαν OILPOL, καταρτίστηκε το 1954 στο Λονδίνο κατά την διάρκεια της πρώτης διάσκεψης για την πετρελαϊκής ρύπανσης. Η Διεθνής σύμβαση OILPOL ήταν η πρώτη προσπάθεια που έγινε για να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα της ρύπανσης από πετρέλαιο και αυτό προσπάθησε να το επιτύχει καθιερώνοντας «ζώνες απαγόρευσης» για την απόρριψη πεταλίου, η άλλων μειγμάτων που περιέχουν πετρέλαιο, οι οποίες εκτείνονται σε απόσταση 50 μιλίων από την κοντινότερη ακτή, και υποχρεώνοντας τα συμβαλλόμενα μέλη να αποκτήσουν εγκαταστάσεις για την υποδοχή πετρελαϊκών κατάλοιπων. Κατά την Διεθνή συνδιάσκεψη για την θαλάσσια ρύπανση που πραγματοποιήθηκε από τις 8 Οκτωβρίου έως τις 2 Νοεμβρίου το 1973, υιοθετήθηκε η Διεθνής Σύμβαση για την πρόληψη της Ρύπανσης από τα πλοία, γνωστή ως MARPOL, η οποία αντικατέστησε την OILPOL. Στόχος της Σύμβασης όπως ορίζει το άρθρο 1, ήταν η πρόληψη της ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος από την απόρριψη επικίνδυνων ουσιών, όπως το πετρέλαιο και άλλες επιβλαβείς ουσίες που απορρίπτονται κατά τις λειτουργικές διαδικασίες των πλοίων, και η ολική εξαφάνιση της εσκεμμένης ρύπανσης της θάλασσας από πετρέλαιο και άλλες τοξικές ουσίες και η μείωση των απορρίψεων των πετρελαίου εξαιτίας ατυχημάτων. Καθιέρωσε αυστηρότερα μέτρα έλεγχου της ρύπανσης σε ορισμένες διεθνώς αναγνωρισμένες «ειδικές περιοχές». Το σκεπτικό της σύμβασης ήταν να μειωθεί ο όγκος των απορρίψεων πετρελαίου από λειτουργικές διαδικασίες και εφόσον οι απορρίψεις δεν μπορούσαν να μηδενιστούν να διασφαλιστεί ότι το πετρέλαιο απορρίπτεται σε χαμηλά επίπεδα (Τσελέντης, 2008).

Δυστυχώς παρά την ισχύουσα νομοθεσία υπολογίζεται ότι κατά μέσο όρο 2-10 εκατομμύρια τόνοι πετρελαίου καταλήγουν ετησίως στην θάλασσα ρυπαίνοντας την με τα μεγαλύτερα ποσοστά να προέρχονται από χερσαίες πηγές (37%) και συγκεκριμένα από χερσαίες βιομηχανίες, το αμέσως μεγαλύτερο ποσοστό ρύπανσης (33%) να οφείλεται σε λειτουργίες πλοίων, (εκτός δεξαμενόπλοιων) όπως διαδικασίες αφαιρέσιμου, ένα μικρότερο ποσοστό (14%) οφείλεται σε ατυχήματα δεξαμενόπλοιών σε εξέδρες εξόρυξης, ενώ σημαντική είναι η ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος από υδρογονάνθρακες που μεταφέρονται με τον αέρα, και μόλις (7%) είναι το ποσοστό ρύπανση που οφείλετε σε φυσικές ροές (Τσελέντης, 2008).



Εικόνα 2: Ρύπανση από πετρέλαιο σε παράκτια περιοχή

Σύμφωνα με την έκθεση του εθνικού συμβουλίου Έρευνας της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών των ΗΠΑ που δημοσιεύτηκε το 2002, οι πηγές πετρελαϊκής ρύπανσης είναι οι εξής :

- **Φυσικές πηγές:**
 1. Φυσικές εκροές
- **Θαλάσσιες πηγές:**
 1. Ατυχηματικές πετρελαιοκηλίδες από δεξαμενόπλοια, άλλα εμπορικά πλοία , βυθισμένα ή εγκαταλελειμμένα πλοία ,εξέδρες εξόρυξης, αγωγοί μεταφοράς.
 2. Ηθελημένες, λειτουργικές απορρίψεις πετρελαίου από όλων των τύπων τα εμπορικά πλοία εξέδρες εξόρυξης αγωγούς μεταφοράς.
 3. Εκπομπές VOCs (πτητικών οργανικών ενώσεων) και PAHs (πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων) από δεξαμενόπλοια, σκάφη αναψυχής και από εξόρυξη πετρελαίου.
 4. Άλλες δραστηριότητες σχετικές με την ναυτιλία (δεξαμενισμούς διάλυση κλπ.).
- **Χερσαίες πηγές:**
 1. Απορρίψεις ανεπεξέργαστων ή μερικώς επεξεργασμένων αστικών αποβλήτων.
 2. Νερό βροχής.
 3. Απορρίψεις σε ποτάμια.
 4. Απορρίψεις ανεπεξέργαστων ή μερικώς επεξεργασμένων αποβλήτων από παράκτιες βιομηχανίες.
 5. Εκπομπές αέριων υδρογονανθράκων από διυλιστήρια, τερματικούς σταθμούς και καυσαέρια οχημάτων.

Αφού το πετρέλαιο καταλήξει στο θαλάσσιο περιβάλλον, αναλόγως την χημική σύστασή του, μπορεί να υποστεί διάφορες φυσικές διεργασίες, όπως διασπορά, εξάτμιση, γαλακτωματοποίηση, οξειδωση, πρόσληψη από οργανισμούς και ιζηματοποίηση. Περίπου 90 είδη θαλάσσιων μικροοργανισμών και μύκητες μπορούν να βιοαποικοδομήσουν το πετρέλαιο, όταν επικρατούν στο ρυπασμένο με πετρέλαιο περιβάλλον. Η διαδικασία αυτή γίνεται με χαμηλούς ρυθμούς όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και υπάρχει απουσία φωτός. Η ολική αποικοδόμηση του πετρελαίου από τους μικροοργανισμούς έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία CO₂, νερού, θεικών και νιτρικών αλάτων σαν κύρια προϊόντα παρόλο που πολλές βιολογικές διεργασίες δεν περιλαμβάνονται, ενώ σαν ενδιάμεσα προϊόντα περιλαμβάνονται οξέα, αλειφατικές αλκοόλες και αρωματικά παράγωγα που μπορεί να είναι επικίνδυνα για τα θαλάσσια οικοσυστήματα.

Οι επιπτώσεις της ρύπανσης των νερών με πετρέλαιο και συστατικά του είναι πολύ σοβαρές για τους θαλάσσιους οργανισμούς καθώς είναι εύκολο να προσληφθούν από αυτούς είτε με κατάποση σωματιδίων στα οποία είναι προσροφημένοι οι υδρογονάνθρακες, είτε με απευθείας πρόσληψη από τα βράγχια διαλυμένου ή σε διασπορά πετρελαίου, είτε με την κατάποση ρυπασμένου νερού, είτε

μέσω βακτηριδίων που έχουν ήδη συσσωρευτεί σε αυτά ποσότητες υδρογονανθράκων και αποτελούν τροφή για ορισμένους θαλάσσιους οργανισμούς.

Από την στιγμή που θα προσληφθεί το πετρέλαιο μπορεί να συσσωρευτεί, να μεταβολιστεί ή να απεκκριθεί. Καθώς το πετρέλαιο συσσωρεύεται στους λιπαρούς ιστούς, η μέγιστη συγκέντρωση του πετρελαίου σε έναν οργανισμό σχετίζεται με την ποσότητα των λιπιδίων που εμφανίζουν οι οργανισμοί αυτοί. Γενικά οι υδρογονάνθρακες μεταβολίζονται στο σώμα των θαλασσίων οργανισμών σε προϊόντα που είναι μεταλλαξιογόνα και καρκινογόνα, προκαλώντας προβλήματα στην αναπαραγωγή των οργανισμών, τον μεταβολισμό τους την συμπεριφορά τους την ανάπτυξη και την ιστολογία τους. Στους φυτικούς οργανισμούς παρατηρείται μείωση της φωτοσυνθετικής τους ικανότητας. Στα ψάρια παρατηρείτε νάρκωση και τελικά θάνατος. Πολύ ανησυχητικό είναι το γεγονός είναι ότι μέσω τις τροφικής αλυσίδας παρατηρείτε το φαινόμενο της βιόσυσσώρευσης στους ανώτερους οργανισμούς μέσω της τροφικής αλυσίδας.

Το ατύχημα του Exxon Valdez

Στις 24/03/1989 το τάνκερ « Exxon Valdez » προσέκρουσε στις ξέρες του Ύφαλου Μπλάϊ της Αλάσκας, ρυπαίνοντας τα ύδατα με περίπου 250.000 βαρέλια πετρελαίου. Η κύρια πετρελαιοκηλίδα 41.600 κυβ.μ. εξαπλώθηκε σε 800 σχεδόν χλμ, πλήττοντας 3 εθνικά πάρκα και 8 προστατευόμενες περιοχές.



Εικόνα 3: Το ατύχημα « Exxon Valdez » από αεροφωτογραφία.

Τον Αύγουστο του 1990 ο τότε πρόεδρος των Η.Π.Α. George Bush, υπέγραψε τον αντιρρυπαντικό νόμο Oil Pollution Act (OPA '90) ο οποίος αποτελείται από 9 τίτλους που καλύπτουν διάφορους τομείς αντιμετώπισης της θαλάσσιας ρύπανσης από πετρέλαιο. Οι τίτλοι αυτοί είναι οι εξής:

1. Ευθύνη και Αποζημίωση για ρύπανση από πετρέλαιο.

2. Προσαρμογή τροποποιήσεων.
3. Διεθνής Πρόληψη και Απομάκρυνση Ρύπανσης Πετρελαίου.
4. Πρόληψη και Απορρύπανση.
5. Προβλέψεις για την Περιοχή PrinceWilliam Sound.
6. Ερευνάς και Ανάπτυξης για την Ρύπανση από Πετρέλαιο.
7. Σύστημα σύνδεσης αγωγών με Αλάσκα.
8. Τροποποιήσεις στο Ταμείο Αποζημίωσης για Πετρελαιοκηλίδες κ.λπ.

Πίνακας 2: Η ανατομία ενός ατυχήματος-(Exxon Valdez 1989).

Πετρέλαιο που χάθηκε	10.836.000 γαλόνια
Μήκος μολυσμένων ακτών	1.090 μίλια
Μήκος ακτών όπου έγινε η επιχείρηση της Exxon	1.087 μίλια
Κόστος καθαρισμού	1.28 δίσ. δολ.
Ανθρώπινο προσωπικό που χρησιμοποιήθηκε για τον καθαρισμό	12.000
Πλοία που χρησιμοποιήθηκαν για τον καθαρισμό	1.400
Αεροπλάνα	85
Ποσότητα πετρελαίου που περισυλλέχθηκε	2.604.000 γαλόνια
Απορρίμματα καθαρισμού	24.000 τόνοι
Μηνύσεις κατά της Exxon	145 δις. δολ.

Πηγή: Εφημ. *ΕΞΙΠΡΕΣ* 19/9/89.

Μετά το ατύχημα ήταν σχετικά εύκολο να μετρηθούν τα θύματα. Η εκτίμηση των μακροπρόθεσμων συνεπειών είναι δυσκολότερη. Από το πετρέλαιο μαζεύτηκε μόνο το 15 %. Η μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου εξατμίστηκε ή διασπάστηκε βιολογικά, το υπόλοιπο όμως παραμένει. Τα κύματα ξεπλένουν τις αμμουδιές και αποβάλλουν τα ίχνη πετρελαίου από την θάλασσα, αλλά στις βραχώδεις ακτές το πετρέλαιο εγκλωβίζεται στα βράχια. Τα έλη συγκρατούν ακόμα περισσότερο πετρέλαιο. Το λεπτό τους ίζημα κρατά μακριά το οξυγόνο και τους μικροοργανισμούς που διασπούν το πετρέλαιο σε μη τοξικά στοιχεία. Όμως με την εμφάνιση της πετρελαιοκηλίδας, πέθαναν έως και 5.000 θαλάσσιες ενυδρίδες, 300 στικτές φώκιες, 22 όρκες πάνω από 150 θαλασσαετοί, και περίπου 250.000 υδρόβια πουλιά όπως ουρίες κορμοράνοι, κέφφοι, αιματοπόδες, βουτηχτάρες και πάπιες αρλεκίνοι. Μετά την πετρελαιοκηλίδα που αφάνισε περίπου το 40 % του πληθυσμού, η ουρία ανακάμπτει στο κόλπο της

Αλάσκας, στα νησιά Μπάρεν. Υπάρχουν είδη που αποκαθίστανται, κάποια όμως αγωνίζονται ακόμα όπως ή ρέγγα του Ειρηνικού, η στικτή φώκια, η πάπια αρλεκίνος, ο βραχύραμφος και ο κέπφος ενώ είδη σαν τον θαλασσαιό εξαφανίστηκαν εντελώς. Το σημερινό οικοσύστημα της περιοχής δεν είναι το ίδιο με αυτό πριν από την πετρελαιοκηλίδα και αυτό οφείλεται τόσο σε αυτήν όσο και στη φυσική αλλαγή η οποία είναι διαρκής. Οι προσπάθειες που καταβάλλονται τώρα αφορούν την προστασία ολόκληρου του οικοσυστήματος, και βασίζονται στην δημιουργία προστατευόμενων περιοχών στα περίπου 260.000 εκτάρια που αγοράστηκαν από την οικονομική αποζημίωση που κατέθεσε η Exxon έτσι ώστε να καταφέρουν να ανακάμψουν όλα τα πληγέντα είδη.



Εικόνα 4: Θαλασσαιός θύμα της ρύπανσης που προκλήθηκε από το ατύχημα του «Exxon Valdez».

2.2.8. Θερμική ρύπανση

Η θερμική ρύπανση ορίζεται ως η ελευθέρωση θερμότητας στο περιβάλλον είτε από την καύση ορυκτών καυσίμων, είτε κατά την ψύξη σε κάποιες βιομηχανικές διαδικασίες. Η θερμότητα διαφεύγει είτε στην ατμόσφαιρα, είτε στα επιφανειακά νερά (Τσιούρης, 2001). Τα αποτελέσματα της θερμικής αλλοίωσης μπορούν να χωριστούν σε εξωτερικά αίτια και εσωτερικά αίτια. Στα εξωτερικά περιλαμβάνονται όλες οι αλλαγές που προκαλούνται στο εξωτερικό περιβάλλον ενός βιολογικού οργανισμού και περιλαμβάνουν αλλαγές σε φυσικές χημικές βιοχημικές παραμέτρους του θαλασσινού νερού. Τα εξωτερικά αποτελέσματα της θερμικής αλλοίωσης εξαρτώνται από διάφορες παραμέτρους, όπως πυκνότητα, ιξώδες, παράμετροι διάλυσης και τάση ατμών. Ως εσωτερικά αίτια, θεωρούνται οι αλλαγές που προκαλούνται στο βιολογικό κύκλο ζωής, όπως επίδραση στον κύκλο αναπαραγωγής, μείωση του ρυθμού ανάπτυξης και βιολογικές μεταλλάξεις (Ξένος, 2000). Καθώς πραγματοποιούνται αλλαγές σε αυτές τις παραμέτρους, προκαλούνται σοβαρές διαταραχές στο περιβάλλον που διαβιώνουν οι υδρόβιοι οργανισμοί. Συνήθης αντίδραση είναι η ελάττωση πληθυσμών κάποιων οργανισμών οι οποίοι παρουσιάζουν μεγαλύτερη ευαισθησία στις μεταβολές αυτών των παραμέτρων και μικρότερη ανοχή στην αύξηση της θερμοκρασίας, και ανάπτυξη κάποιων άλλων, οι οποίοι είναι πιο ανθεκτικοί. Έτσι παρατηρείται μαζικός θάνατος ψαριών και ταχεία ανάπτυξη μυκήτων, καθώς και εκλεκτική ανάπτυξη διαφορετικών ειδών αλγών, ανάλογα με την μεταβολή της θερμοκρασίας οι οποίες είναι όμως τοξικές για τους

υπόλοιπους οργανισμούς (κυανοφύκη). Ο κύριος λόγος θανάτου των υδροβίων οργανισμών είναι η μείωση του οξυγόνου λόγω αύξησης της θερμοκρασίας καθώς όσο ανυψώνεται η θερμοκρασία του νερού τόσο περισσότερο επιταχύνεται η διεργασία αναπνοής των ψαριών με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι απαιτήσεις σε οξυγόνο και αν δεν υπάρξει διόρθωση της θερμοκρασίας του περιβάλλοντος να καταστραφεί η ισορροπία του συστήματος (Τσιούρης, 2001). Ένα ακόμα πρόβλημα που προκύπτει από την αύξηση της θερμοκρασίας στα υδάτινα περιβάλλοντα είναι η δημιουργία φιλικού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και επιβίωση επιβλαβών παθογόνων μικροοργανισμών εντερικής προέλευσης για μακρότερα χρονικά διαστήματα, καθώς ευνοούνται από την ύπαρξη θερμών νερών. Για τους παραπάνω λόγους, για το θαλασσινό νερό που χρησιμοποιείται σαν ψυκτικό μέσο, η διαφορά θερμοκρασίας που προέρχεται από την ανάμιξη δεν πρέπει να υπερβαίνει τους 2°C και η ανώτατη θερμοκρασία τη θερμότερη εποχή να μην ξεπερνά τους 26°C (Ξένος, 2000).

2.2.9. Ρύπανση από βαρέα μέταλλα

Βαρέα μέταλλα είναι τα μέταλλα που έχουν ειδικό βάρος μεγαλύτερο από εκείνο του σιδήρου (7,86) όπως ο μόλυβδος, το χρώμιο, το νικέλιο, ο υδράργυρος, το βανάδιο, κλπ. Τα ιχνοστοιχεία είναι απαραίτητα σε μικρές ποσότητες για την ζωή, πολλά όμως είναι επικίνδυνα για τον άνθρωπο τα ζώα και τα φυτά, όπως ο Pd, Hg, Cd και άλλα είναι τοξικά όπως το σελήνιο, το τελλούριο και το αρσενικό. Οι κυριότερες πηγές ρυπάνσεως του περιβάλλοντος από βαρέα μέταλλα μπορούν να διακριθούν στις φυσικές (ηφαίστεια, πετρώματα, ορυκτά) και σε ανθρωπογενούς προέλευσης, όπου περιλαμβάνονται οι χημικές ουσίες που χρησιμοποιούνται στην γεωργία τα καυσαέρια αυτοκινήτων, τα απόβλητα αγροτικών ζώων και τα βιοχημικά απόβλητα. Βιομηχανίες όπως μεταλλουργεία, χυτήρια, θερμοηλεκτρικοί σταθμοί, εργοστάσια λιπασμάτων, τσιμέντων, γεωργικών φαρμάκων, χάλυβα κ.α., αρχικά ρυπαίνουν την ατμόσφαιρά με μεταλλοφόρα σωματίδια τα οποία είναι προϊόντα καύσεως, και το έδαφος με ανεξέλεγκτες απορρίψεις στερεών αποβλήτων και την ιλή. Οι συγκεντρώσεις από τις δύο αυτές πηγές ρύπανσης οδηγούν τελικά στην ρύπανση των υπόγειων και επιφανειακών υδροφορέων, οδηγώντας τελικά τους ρύπους στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Η σειρά τοξικότητας των βαρέων μετάλλων στους θαλάσσιους οργανισμούς είναι:

Hg>Cu>Zn>Ni>Pb>Cd>As>Cr (Τσιούρης, 2001).

Κατά τον χρόνο παραμονής τους στο θαλάσσιο περιβάλλον, τα βαρέα μέταλλα, υφίστανται ορισμένες διεργασίες όπως διάλυση, διασπορά καταβύθιση, προσρόφηση και επαναδιάλυση από τα ιζήματα. Τα βαρέα μέταλλα από τα βιομηχανικά απόβλητα συνήθως βρίσκονται με την μορφή δυσδιάλυτων αλάτων και σε πολύ μικρή αναλογία απαντούν με την διάλυτη μορφή τους. Ο κίνδυνος της ρύπανσης του περιβάλλοντος από τα βαρέα μέταλλα έγκειται στο γεγονός ότι σε αντίθεση με τις υπόλοιπες τοξικές οργανικές ουσίες τα βαρέα μέταλλα δεν αποικοδομούνται και παραμένουν στο περιβάλλον για μεγάλο χρονικό διάστημα, οδηγώντας στο φαινόμενο της βιοσυσσώρευσης. Βιοσυσσώρευση ονομάζουμε την ιδιότητα ορισμένων χημικών ουσιών να συσσωρεύονται σε διάφορα μέλη της τροφικής αλυσίδας σε συνεχώς αυξανόμενες συγκεντρώσεις. Αν μια ουσία έχει συκέντρωση «α» στη θάλασσα, σε ένα θαλάσσιο οργανισμό μπορεί να φτάσει μέχρι «α»10⁶ ανάλογα με την θέση στην τροφική αλυσίδα που έχει αυτός ο οργανισμός. Οι επιδράσεις που έχουν τα βαρέα μέταλλα στους θαλάσσιους οργανισμούς είναι πολλές, καθώς η συσσωρευση γίνεται

στους ιστούς (μυς, συκώτι, καρδιά, στομάχι) και εξαρτάται από το είδος του οργανισμού το μέγεθος και το φύλο καθώς και τις εποχικές μεταβολές. Τα αποτελέσματα είναι κυρίως νευροφυσιολογικές διαταραχές, αλλοιώσεις των κυττάρων οι οποίες μπορούν να οδηγήσουν σε μεταλλάξεις, τερατογένεση και καρκινογένεση. Ακόμη επιδρούν στην ενζυμική και ορμονική δραστηριότητα σε βασικές λειτουργίες του οργανισμού και τελικά έχουμε αποδέκτη την αναπαραγωγή των οργανισμών αυτών. Η επίδραση στο γενετικό υλικό των κυττάρων συμβαίνει στα πυρηνικά οξέα το RNA και DNA με την δημιουργία μεταλλάξεων και αλλοιώσεων στη σύσταση του αίματος (Ξένος, 2000).

2.2.10. Ρύπανση από υφαλοχρώματα

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που αντιμετώπιζαν ανέκαθεν τα πλοία ήταν η ανάπτυξη οργανισμών όπως φύκη, όστρακα κ.α. στα μέρη του σκάφους που βυθίζονταν. Τα προβλήματα που δημιουργούνται από την βιολογική ρύπανση, δηλαδή από την ανεπιθύμητη συγκέντρωση μικροσκοπικών και μακροσκοπικών φυτικών και ζωικών οργανισμών σε μία επιφάνεια είναι πολλά, καθώς αυτά αναπτύσσονται στα ύφαλα του πλοίου, στις αποβάθρες, τα λιμενικά έργα και τους οπλισμούς τους, καθώς και σε άλλες επιφάνειες που έρχονται σε συνεχή επιφάνεια με το νερό, όπως τα ψυκτικά συστήματα και οι σωληνώσεις που μεταφέρουν νερό.

Η σταδιακή ανάπτυξη οργανισμών, αρχικά μικρορουπαντών, όπως διαλυμένη οργανική ύλη, μόρια και τελικά μεγαλύτερων ασπόνδυλων όπως πεταλίδες, στρείδια βρυόζωα και ασκίδια, τα οποία μάλιστα οργανώνονται και σε μορφή αποικιών, είναι ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο συμβαίνει συνεχώς στο θαλάσσιο περιβάλλον.

Οι επιπτώσεις αυτής της ρύπανση όμως στα ύφαλα των πλοίων περιλαμβάνουν την επιτάχυνση της διάβρωσης των διαφόρων υλικών στα οποία αναπτύσσονται, την αύξηση της τριβής και την απώλεια ταχύτητας, καθώς μειώνεται η υδροδυναμική των πλοίων και συνεπώς αύξηση της απαιτούμενης ενέργειας, καυσίμων και τελικά κόστους λειτουργίας τους. Η μορφή αυτής της ρύπανσης μπορεί ακόμα να προκαλέσει προβλήματα στα συστήματα παροχής νερού, αυξάνοντας το κόστος κατανάλωσης ενέργειας. Η προσπάθεια για καταπολέμηση τους έχει αρχίσει από τα αρχαία χρόνια και τους Φοίνικες οι οποίοι χρησιμοποιούσαν για να προστατέψουν τα πλοία τους πίσσα, μόλυβδο, αρσενικό υδράργυρο, κ.α. Τα αντιρρυπαντικά επιστρώματα που διακινούνται στην αγορά βασίζονται στην έκπλυση βιολογικά ενεργών ουσιών(παρασιτοκτόνα –ζιζανιοκτόνα) από την επιφάνεια τους. Τα πλέον αποτελεσματικά που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι τα οξειδία του χαλκού και οι οργανοκασσιτερικές ενώσεις (Τσελέντης, 2008). Τα νεότερα συμπολυμερή αυτοστιλπνούμενα TBT εμφανίστηκαν την δεκαετία του 80 και αρχικά εμφάνισαν και ακόμα ένα πλεονέκτημα, καθώς ελαχιστοποιούσαν και τις επιδράσεις των βιοεισβολών στο περιβάλλον, οι οποίοι και αυτοί προσκολλούσαν στα ύφαλα πλοίων, και μεταφέρονταν από το ένα οικοσύστημα στο άλλο. Όμως ο τρόπος δράσης τους ήταν τέτοιος που άρχισαν να εμφανίζονται σημαντικά προβλήματα από την απελευθέρωση, ελεγχόμενη ή μη του TBT καθώς οι τοξικές ιδιότητες των οργανοκασσιτερικών ενώσεων προκαλούν ανεπιθύμητες αλλοιώσεις στο θαλάσσιο περιβάλλον ακόμα και σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, οι οποίες μάλιστα εμφανίζονται εντονότατα αντιληπτές σε μικρές μαρίνες και κόλπους όπου τα νερά ανανεώνονται με μικρό ρυθμό. Έτσι οδηγήθηκαν σε αυστηρούς περιορισμούς της χρήσης τους και σε προσπάθειες αντικατάστασης τους από άλλες ουσίες το ίδιο

αποτελεσματικές και λιγότερο επιβλαβείς στο περιβάλλον. Δυστυχώς έχει παρατηρηθεί ότι στον ελληνικό χώρο συνεχίζεται η χρήση αυτών των ενώσεων ως υφαλοχρώματα και πως ακόμα κατά την διαδικασία καθαρισμού και επισκευής των υφάλων των πλοίων, τα απόβλητα των χρωμάτων διοχετεύονται άμεσα στην θάλασσα χωρίς περεταίρω επεξεργασία τους, τα οποία κατακάθονται σε ίζημα, δημιουργώντας έτσι μόνιμη εστία ρύπανσης οποιαδήποτε στιγμή βρεθούν υπό κατάλληλες συνθήκες, ακόμα και μετά την πάροδο μεγάλου χρονικού διαστήματος από την απόρριψη τους.

2.2.11. Ρύπανση από την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα

Η ρύπανση των θαλασσών από διοξείδιο του άνθρακα αποτελεί ένα σοβαρό αντίκτυπο της αύξησης της θερμοκρασίας των ωκεανών εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου. Καθώς η θερμοκρασία της θάλασσας αυξάνει σταθερά, όπως παρατηρείται από το 1955 έως τις μέρες μας, αντίστοιχη πορεία ακολουθεί και η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα. Οι ωκεανοί απορροφούν μεγάλες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα, και το διοχετεύουν στα βάθη τους με την βοήθεια των θαλασσίων ρευμάτων και των εναλλαγών θερμοκρασιών, γεγονός που συντελεί στη ρύθμιση του κλίματος. Η συνέχιση του φαινομένου, θα δημιουργήσει δύο στρώματα στις θάλασσες διαφορετικής θερμοκρασίας και συνεπώς και πυκνότητας, χωρίς επικοινωνία μεταξύ τους, στερώντας έτσι από τα βαθιά νερά τα θρεπτικά συστατικά το διαλυμένο διοξείδιο του άνθρακα, με αποτέλεσμα τη νέκρωση της βιοποικιλότητας, με ότι αυτό συνεπάγεται για το μέλλον της ζωής (Στουρνάρας, 2007).

Κεφάλαιο 3 - Λιμάνια και ρύπανση θαλασσίου περιβάλλοντος

3.1. Γενικά

Η σύγχρονη λέξη λιμάνι προέρχεται από την αρχαία ελληνική λέξη «λιμήν» και με αυτήν νοείται ένας φυσικός ή τεχνικός όρμος ο οποίος χρησιμοποιείται για την ασφαλή παραμονή των πλοίων, προστατευμένα από τις περιβαλλοντικές συνθήκες,, έτσι ώστε αυτά να μπορέσουν να προβούν σε εμπορικές συναλλαγές. Ένας επιπλέον ρόλος που έχουν τα σύγχρονα λιμάνια είναι αυτός της αποθήκευσης, επισκευής πλοίων, επεξεργασίας πρώτων υλών στα πλαίσια ελευθέρων ζωνών, λειτουργία μαρίνας κ.α.

Στην σημερινή εποχή, υπάρχει μια σταθερή αύξηση της ζήτησης των υπηρεσιών που παρέχουν τα λιμάνια καθώς από το 1970 αυξάνεται κάθε χρόνο η ζήτηση για μεταφορικές υπηρεσίες κατά 2,3% για τα αγαθά και κατά 3,1 για επιβάτες. Έτσι καλούνται μέσα από τον έντονο ανταγωνισμό που αναπτύσσεται μεταξύ τους να καλύψουν τις ανάγκες που ολοένα και μεγαλώνουν, και να προσφέρουν ολοένα και καλύτερες υπηρεσίες τηρώντας υπάρχουσες νομοθεσίες και κανονισμούς. Σε πολλές όμως περιπτώσεις αυτή η πίεση του ανταγωνισμού οδηγεί σε πλημμελή εφαρμογή των κανόνων ασφαλείας και παράκαμψη της ισχύουσας νομοθεσίας.

Οι αρνητικές επιδράσεις που ασκεί στο περιβάλλον η λειτουργία των λιμανιών είναι ποικίλες και καλύπτουν όλα τα λειτουργικά επίπεδα του. Χρησιμοποιώντας σαν μέσο κατάταξης τον αποδέκτη των ρύπων ,η ρύπανση μπορεί να διακριθεί σε:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση, όταν οι ρύποι ελευθερώνονται στον ατμοσφαιρικό αέρα,
- Ρύπανση εδαφών, όταν οι ρύποι διοχετεύονται στα εδάφη και
- Ρύπανση υδάτων, όταν οι ρύποι εισέρχονται στα ύδατα.

Γενικά οι αρνητικές επιδράσεις των λιμανιών στο περιβάλλον περιλαμβάνουν τις ακόλουθες επιπτώσεις:

- Στο θαλάσσιο περιβάλλον (ύδατα, ίζημα και βιομάζα),
- Από την ξηρά(π.χ. διαχείριση φορτίου) ή από πλοία (π.χ. λύματα, νερό έρματος),
- Από ρυπογόνες ουσίες (ρύπανση από πετρελαιοειδή, απορρίμματα κλπ.),
- Από σκόπιμη απόρριψη άχρηστων υλικών που παράγονται από χερσαίες διαδικασίες (Dumping), διοχέτευση αστικών λυμάτων και βιοχημικών αποβλήτων μέσω αγωγών, ρύπανση προερχόμενη από πλοία κ.λπ. και
- Από λειτουργική ρύπανση ή ατυχηματική ρύπανση Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι γενικής η τοπικής φύσεως.

Οι επιπτώσεις μπορεί να είναι άμεσες ή έμμεσες (π.χ. ρύπανση που δημιουργείτε στην ξηρά και μεταφέρετε με κάποιο τρόπο στο θαλάσσιο περιβάλλον ή ρύπανση της οποίας οι επιπτώσεις εμφανίζονται ετεροχρονισμένα) (Τσελέντης, 2008).

3.2. Πηγές ρύπανσης από την παροχή λιμενικών υπηρεσιών

Ένα μεγάλο ποσοστό ρύπανσης του θαλάσσιου περιβάλλοντος του λιμανιού προέρχεται από την κίνηση και κατά τον ελλιμενισμό πλοίων, τα οποία επιβαρύνουν με την λεγόμενη λειτουργική ρύπανση καθώς γίνεται έκχυση ερμάτων, παράγωγων πετρελαίου, λυμάτων και απορριμμάτων. Μία ακόμα μεγάλη ποσότητα ρύπανσης προέρχεται από διαρροές στο περιβάλλον φορτίου και καυσίμου των πλοίων, ενώ σημαντική είναι η ηχορύπανση που προκαλείτε καθώς και η ρύπανση της ατμόσφαιρας που προκαλείτε από τις εκπομπές αερίων. Σημαντικό είναι επίσης το ποσοστό ρύπανσης που προκαλείτε κατά την διαδικασία συντήρησης και επισκευής των πλοίων, καθώς απορρίματα, χημικές ουσίες και υφαλοχρώματα καταλήγουν άμεσα στην θάλασσα. Κατά τον χειρισμό και την αποθήκευση φορτίου, προκαλείται επιπρόσθετη ρύπανση του θαλάσσιου περιβάλλοντος, τόσο κατά την μεταφορά χυδών ξηρού φορτίου όσο και κατά την μεταφορά υγρού χυδών φορτίου. Ακόμα κατά τις εργασίες που εκτελούνται για την επέκταση εκβάθυνση και συντήρηση του λιμανιού, χρειάζεται μεγάλη προσοχή, καθώς μπορεί να προκληθεί διαταραχή της ισορροπίας του θαλάσσιου οικοσυστήματος από την βυθοκόρηση του βυθού, καθώς αναστατώνεται το ίζημα του πυθμένα προκαλώντας προβλήματα στους αυτόχθονες πληθυσμούς του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Μία άλλη πιο ολιστική προσέγγιση στο θέμα της ρύπανσης του περιβάλλοντα χώρου των λιμανιών, θα μας αποκαλύψει μεγάλα ποσοστά ρύπανσης και όχλησης του περιβάλλοντος καθώς κατά την μεταφορά γενικών φορτίων προς την ενδοχώρα από το λιμάνι παρατηρούμε σοβαρές διαταραχές στο περιβάλλον οικοσύστημα από τις απαλλοτριώσεις εδαφών και καταστροφή χερσαίων οικοσυστημάτων, μεγάλα ποσοστά ηχορύπανσης από την οδική μεταφορά τους, καθώς και αυξημένη ατμοσφαιρική ρύπανση και φωτορύπανση. Σύμφωνα με μία έρευνα που διεξήγαγε η ESPO (European Sea Ports Organisation) το 1996 σε 281 λιμάνια υπέδειξε τις ακόλουθες δραστηριότητες ως πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος:

Πίνακας 3: Πηγές ρύπανσης του περιβάλλοντος.

Πηγές ρύπανσης	Αριθμός λιμανιών	Ποσοστό λιμανιών (%)
Σκόνη	161	57,3
Κατάλοιπα από διεργασίες εκβάθυνσης	140	49,8
Εργασίες ανάπτυξης του λιμανιού στην ξηρά	129	45,9
Εκβάθυνση	127	45,2
Απορρίματα	121	43,1
Εργασίες ανάπτυξης του λιμανιού στην θάλασσα	119	42,3
Θόρυβος	115	40,9
Λιμενική κίνηση	104	37,0
Μεταφορά επικίνδυνων φορτίων	101	35,9

Πηγή: Γ.Π. Βλάχος, 2001

Κατόπιν ζητήθηκε από τα λιμάνια να αξιολογήσουν με βάση την σημαντικότητα των προβλημάτων τα 10 κυριότερα περιβαλλοντικά ζητήματα που απασχολούσαν τις

διοικήσεις τους. Ο πίνακας 4 δείχνει την αξιολόγηση κατά τα έτη 1996 και 2003. Η αλλαγή στα κύρια περιβαλλοντικά ζητήματα υπονοεί μετατόπιση των προτεραιοτήτων των λιμανιών που επιβάλλονται κυρίως από νομοθετικούς κανονισμούς και διατάξεις καθώς και πιέσεις των τοπικών κοινωνιών.

Πίνακας 4: Σημαντικότητα των περιβαλλοντικών προβλημάτων των ευρωπαϊκών λιμένων, με βάση τις απόψεις των διοικήσεων των λιμένων.

1996	2003
1. Ανάπτυξη λιμανιού (θάλασσα)	1. Απόβλητα/Λιμενικά απόβλητα
2. Ποιότητα νερού	2. Απόθεση υλικών βυθοκόρησης
3. Απόθεση υλικών βυθοκόρησης	3. Βυθοκόρηση
4. Βυθοκόρηση	4. Σκόνη
5. Σκόνη	5. Ανάπτυξη λιμένος
6. Ανάπτυξη λιμανιού(Εδαφος)	6. Θόρυβος
7. Μολυσμένο έδαφος	7. Επικίνδυνα φορτία
8. Habitat loss/degradation	8. Ποιότητα αέρα
9. Κυκλοφοριακός φόρτος	9. Ποιότητα νερού
10. Industrial effluent	10. Ship discharge(σεντινόνερα)

Πηγή: Τσελέντης, 2008.

3.3. Λιμάνια και ισχύουσα νομοθεσία

Αν και καταβάλλονται πολλές προσπάθειες έτσι ώστε να υπάρξει κοινή νομοθεσία που να γίνεται αποδεκτή από όλα τα κράτη, με στόχο μια κοινή γραμμή αντιμετώπισης του προβλήματος της ρύπανσης και μόλυνσης της περιοχής του λιμανιού, τις περισσότερες φορές είναι δύσκολο να εφαρμοστεί κάτι τέτοιο λόγω της ιδιαίτερης μορφολογίας που παρουσιάζει το κάθε λιμάνι και διαφορετικών χρήσεων που μπορεί να έχει αυτό, καθώς και λόγω διαφορετικών πολιτικών και κοινωνικών καθεστώτων κάτω από το οποίο βρίσκεται το καθένα. Ακόμα, υπάρχουν δυσκολίες λόγω της ιδιαιτερότητας της φυσικής υπόστασης του λιμανιού καθώς αυτό αποτελεί το σημείο επαφής ξηράς και θάλασσας, ενώνοντας δύο οικοτόπους που παρουσιάζουν διαφορετικές λειτουργίες και ανάγκες. Καθώς οι διάφορες λιμενικές δραστηριότητες εκτελούνται και στα δύο επηρεάζοντας το καθένα διαφορετικά περιοχές με μεγάλη βιοποικιλότητα, τίθεται θέμα νομικού ελέγχου στο σύνολο της περιοχής όσο αφορά των επιπτώσεων που έχουν οι δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε αυτήν, καθώς ισχύουν δύο διαφορετικά νομικά δίκαια, το κοινό δίκαιο και της ναυτιλίας με νομικό όριο αυτό της ακτογραμμής. Εάν επίσης δεχτούμε ότι η παράκτια ζώνη είναι μία περιοχή με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά, και συνεπώς πρέπει να αντιμετωπιστεί με διαφορετική προσέγγιση από αυτή της ξηράς η της θαλάσσιας περιοχής τα πράγματα περιπλέκουν ακόμα περισσότερο. Έτσι τα λιμάνια υπόκεινται σε περιβαλλοντικούς νόμους που αποτελούνται μια σύνθεση που αποτελείται από διεθνούς, ευρωπαϊκούς, και εθνικούς νόμους. Μερικά από τα θέματα στα οποία αναφέρονται οι πιο πρόσφατες οδηγίες αφορούν:

- Ατμοσφαιρική ρύπανση,
- Ποιότητα υδάτων,

- Εκτίμηση περιβαλλοντικών επιπτώσεων έργων, δραστηριοτήτων, σχεδίων και προγραμμάτων,
- Διαχείριση αποβλήτων και απορριμμάτων,
- Διατήρηση του φυσικού περιβάλλοντος,
- Διατήρηση της βιοποικιλότητας,
- Διατήρηση των φυσικών οικοτόπων και της άγριας πανίδας και χλωρίδας,
- Προστασία άγριων πτηνών και
- Διαχείριση θορύβου στο περιβάλλον ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης.

Ένα επίσης καθοριστικό κείμενο της Ε.Ε. είναι η πράσινη βίβλος για τα λιμάνια και την Ναυτική Υποδομή (Green Paper on Sea Ports and Maritime) μέσα στην οποία γίνονται αναφορές για:

- Την προστασία του περιβάλλοντος,
- Τις λύσεις που σέβονται το περιβάλλον,
- Τις μονάδες υποδοχής των απορριμμάτων,
- Την νέα τεχνολογία και στην λιμενική αποδοτικότητα,
- Την ολοκληρωμένη παράκτια διαχείριση,
- Τον περιβαλλοντικό έλεγχο και
- Την εκπαίδευση.

Τα περιβαλλοντικά προβλήματα που παρουσιάζονται στα λιμάνια λοιπόν είναι ποικίλα και παρουσιάζουν κάθε φορά διαφορετικά αίτια ύπαρξης. Συνεπώς, η προσέγγιση των προβλημάτων των λιμανιών θα πρέπει να είναι ολιστική και να γίνεται με μεγάλη προσοχή, έτσι ώστε να λαμβάνονται κάθε φορά οι εν δυνάμει βέλτιστες λύσεις. Αλώστε, το επιβατηγό κοινό και η κοινή γνώμη έχει ευαισθητοποιηθεί, και άρα μία «πράσινη» προσέγγιση στην διαχείριση του λιμανιού και στην παροχή των υπηρεσιών έχει σαν αποτέλεσμα ενός πιο ελκυστικού ανταγωνίστηκα λιμανιού.

Κρίνεται συνεπώς απαραίτητη η ύπαρξη περιβαλλοντικής διαχείρισης του λιμένα, έτσι ώστε να είναι κατανοητή η πίεση που ασκείται στο περιβάλλον από τις ανθρώπινες δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην ευρύτερη περιοχή του, να σχεδιαστούν και εφαρμοστούν οι κατάλληλες στρατηγικές δράσεις έτσι ώστε να οργανωθούν οι λιμενικές δραστηριότητες και να διασφαλιστεί το φυσικό περιβάλλον, προωθώντας παράλληλα με τις επιχειρηματικές στρατηγικές, την αειφόρο ανάπτυξη.

Κεφάλαιο 4

4.1. Ιστορικά στοιχεία

4.1.1. Παλιό λιμάνι Χανίων

Ο ανοικτός κόλπος των Χανίων που είναι εκτεθειμένος στις έντονες καιρικές συνθήκες δεν ήταν ιδιαίτερα φιλόξενος για λιμάνι, καθώς ο προσανατολισμός του είναι βόρειος. Η ανάγκη ύπαρξης ενός λιμανιού στα Χανιά λόγω της αύξησης της ναυτιλίας και του εμπορίου κατά τα χρόνια της Ενετοκρατίας, έβρισκε λύση στην χρήση του φυσικού λιμανιού της Σούδας. Η ανασφάλεια όμως της πόλης από τη έλλειψη του, υποχρέωσε τις τοπικές αρχές να ξεκινήσουν ενέργειες για την κατασκευή του. Έτσι το 1302 ο Ρέκτορας Marino Gradenigo έθεσε θέμα στην κυβέρνηση η οποία και δέχθηκε την πρόταση. Η πρώτη κατασκευή του λιμανιού έγινε άμεσα στα 1320 και 1356 και χωρούσε 40 γαλέρες. Κύριο πρόβλημα ήταν το γεγονός ότι το λιμάνι ήταν ευπρόσβλητο στους άνεμους και ότι η ανατολική λεκάνη υπέφερε από τις συχνές προσχώσεις που δημιουργούσαν τα νερά της βροχής ή των υπονόμων. Για να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα αυτό πραγματοποιούσαν συχνές εκβαθύνσεις και καθαρισμούς. Για την αποφυγή δημιουργίας επιχωματώσεως καθώς και για την ανανέωση του νερού δημιουργήθηκε ένα άνοιγμα επάνω στον λιμενοβραχίονα.

Μετά την επανάσταση του Αγίου Τίτου το 1363/1364 το λιμάνι εγκαταλείπεται και χρησιμοποιείται πλέον εκείνο του Ηρακλείου μιας και εκείνο του Ρεθύμνου παρουσίαζε ανάλογα προβλήματα. Το 1515 αναφέρεται η κατασκευή τοίχου με επάλξεις κατά μήκος του λιμενοβραχίονα και η εκβάθυνση της λεκάνης. Λόγω της συστηματικής χρήσης του λιμανιού από τους Ενετούς, κατασκευάστηκαν επίσης και τα νεώρια τα οποία χρησιμοποιούνταν για την απόσυρση και προφύλαξη των πλοίων κατά την διάρκεια του χειμώνα καθώς και για την επισκευή τους. Μετά την κατάληψη της πόλης από τους Οθωμανούς το 1645, η έλλειψη της συντήρησης του λιμανιού και η υποβάθμιση του ρόλου του συντέλεσαν στο να εγκαταλειφθεί η αρχική του χρήση και να μετατραπούν τα νεώρια σε στρατιωτικές αποθήκες. Κατά την περίοδο 1831 – 1841, η Κρήτη παραχωρείται στον Αντιβασιλέα της Αιγύπτου Μεχμέτ Αλή ως αντάλλαγμα των υπηρεσιών που προσέφερε στο Σουλτάνο κατά τη διάρκεια της Επανάστασης του 1821 στην Κρήτη και την Πελοπόννησο. Τότε η αξία του λιμανιού ως μέσο οικονομικής ανάπτυξης του τόπου αναγνωρίζεται από τις αρχές και ξεκινάνε εκ νέου συμπληρωματικές εργασίες ανακατασκευής εκβάθυνσης και συντήρησης του λιμένος των Χανίων. Κατά τα χρόνια της ανάπτυξης της Κρητικής Πολιτείας, επεκτείνεται σταδιακά η εκβάθυνση του λιμανιού, η οποία ολοκληρώνεται τα τελευταία χρόνια. Εκείνη την εποχή η προσέγγιση των πλοίων γινόταν με αγκυροβόληση στα εξωτερικά και βαθύτερα τμήματα του λιμανιού και μόνο όταν οι καιρικές συνθήκες το επέτρεπαν, οι επιβάτες και τα φορτία μεταφέρονταν με βάρκες στο χώρο μπροστά από το Γιαλί Τζαμισί (Ανδριανάκης, 1997).



Εικόνα 5: Ο Ενετικός λιμένας Χανίων από αερογωτογραφία και τα σημεία δειγματοληψίας.

Σήμερα το Παλιό λιμάνι Χανίων είναι ένα από τα πιο γραφικά λιμάνια της Ελλάδας ,καθώς μαζί με την τουριστική ανάπτυξη καταβάλεται προσπάθεια να κρατηθεί το ύφος του παλαιού Ενετικού λιμένα. Η περιοχή είναι συνδεδεμένη με το δίκτυο αποχέτευσης.

4.1.2. Λιμάνι Σούδας

Ο κόλπος της Σούδας είναι ένας από τους μεγαλύτερους και ασφαλέστερους φυσικούς κόλπους της Μεσογείου εξαιτίας του γεωγραφικού προσανατολισμού του. Η περίμετρος του κατά τον Basilicata (βλ .Σ. Σπανάκη ,μνημεία V) είναι 12 μίλια .Το πλάτος από βορρά προς νότο είναι 1,5 μίλι. Οι απότομες ακτογραμμές που σχηματίζουν τα πετρώματα της επιφανείας τα οποία αποτελούνται κυρίως από ασβεστόλιθους και κρυσταλλικούς σχιστόλιθους, δημιουργούν έντονα τεκτονικά χαρακτηριστικά τα οποία συνεχίζουν και κάτω από την ίσαλο της θάλασσας .Έτσι τα βάθη αυξάνονται απότομα και έχουν σαν αποτέλεσμα προς το μέσο περίπου του ανατολικού μισού του κόλπου, να φτάνουν τα διακόσια δέκα μέτρα (210) μέτρα εκτός από τον μυχό που το βάθος φτάνει μόλις τα 1-5m.

Το όνομα Σούδα ετυμολογείται από τη λατινική λέξη suda=χαράκωμα ,στενή δίοδος. Για τους θαλασσοκράτορες Βενετούς δεν είχε μεγάλη σπουδαιότητα καθώς οι γαλέρες τους ήταν πολύ ελαφριά πλοία και τις εξυπηρετούσαν τα νερά του λιμανιού των Χανίων και του Χάντακα. Ωστόσο, στον μυχό του λιμανιού της Σούδας, οι Βενετοί είχαν αλυκές με μεγάλη παραγωγή άλατος ετησίως (110000 μουζούρια αλάτι ετησίως, (βλ. Σ. Σπανάκη ,μνημεία VI κλπ σ.180 Καστροφύλακα Κ 263). Επίσης, οι

τούρκοι ονομάζανε την περιοχή Τουζλα που σημαίνει στα τούρκικα αλυκή, καθώς «Τουζ» στα τούρκικα είναι το αλάτι .

Σήμερα η Σούδα είναι μια ανεπτυγμένη περιοχή και το λιμάνι της σημειώνει αυξημένη κίνηση καθώς είναι σταυροδρόμι διεθνούς ναυτιλιακής κίνησης στην Μεσόγειο. Για αυτόν τον λόγο άλλωστε πέρα από το επιβατικό και εμπορικό λιμάνι στο κόλπο της Σούδας φιλοξενούνται ο Ναύσταθμος Κρήτης και η Αμερικανική Βάση.



Εικόνα 6: Η περιοχή της Σούδας από δορυφορική εικόνα και τα σημεία δειγματοληψίας.

4.2. Συναφείς μελέτες

4.2.1. Παλιό λιμάνι Χανίων

Στην περιοχή του παλιού λιμένα Χανίων έχει πραγματοποιηθεί στο παρελθόν διερεύνηση του περιβαλλοντικού καθεστώτος μέσω της πτυχιακής εργασίας με θέμα «Χημική μελέτη του υδατικού περιβάλλοντος στο Ενετικό λιμάνι των Χανίων.» των Αθανασίου Δήμητρα και Μαρουλάκη Σταυρούλα του τμήματος Φυσικών πόρων και Περιβάλλοντος (Χανιά 2004). Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η συγκεκριμένη μελέτη έχουν ως εξής:

- Οι τιμές της θερμοκρασίας, αλατότητας και pH, κυμαίνονται φυσιολογικά εποχιακά.

- Η αύξηση του DO προς το τέλος του φθινοπώρου οφείλεται στην πιθανή φωτοσύνθεση λόγω έντονης ηλιοφάνειας στη μείωση του οργανικού φορτίου και στην ανάμιξη των νερών με τα νερά του πελάγους.
- Η εποχιακή μεταβολή των θρεπτικών συστατικών δεν φαίνεται άμεσα στο Ενετικό λιμάνι και αυτό γιατί πρόκειται για ένα κλειστό σύστημα με ανθρωπογενείς προσθήκες.
- Οι τιμές των συγκεντρώσεων γενικά δεν είναι ιδιαίτερα μεγάλες, αλλά βέβαια είναι πιο αυξημένες σε σχέση με αυτές του ανοιχτού πελάγους.
- Οι τιμές των συγκεντρώσεων των μετάλλων είναι μικρότερες από αντίστοιχες σε άλλα εμπορικά λιμάνια της χώρας μας, αλλά μεγαλύτερες από αυτές της ανοιχτής θάλασσας.
- Είναι εμφανές ότι οι ανθρωπογενείς προσθήκες σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους.
- Επίσης οι υψηλές συγκεντρώσεις χαλκού δείχνουν πιθανή μη σωστή χρήση υφαλοχρωμάτων.

4.2.2. Λιμάνι Σούδας

Σύμφωνα με την επιστημονική μελέτη που διεξήγαγε το Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών στον κόλπο της Σούδας με τίτλο «Διερεύνηση υφισταμένης περιβαλλοντικής κατάστασης του κόλπου της Σούδας» (Κατσανεβάκης et al., 2008) η περιοχή της Σούδας δέχεται μεγάλο φορτίο περιβαλλοντικής πίεσης από ανθρωπογενείς δραστηριότητες. Με βάση την πηγή προέλευσης τους, κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

- **Αστικά λύματα.**

Το δίκτυο αγωγών από την πόλη της Σούδας καλύπτει το 80% της πόλης, ενώ στα επόμενα χρόνια προβλέπεται να καλυφθεί ολόκληρη η πόλη. Τα αστικά λύματα από την πόλη της Σούδας καθώς και από τον Ναύσταθμο και το Εμπορικό Επιβατικό Λιμένα οδηγούνται μέσω αγωγών στο βιολογικό καθαρισμό των Χανίων.

Τα αστικά λύματα από το Ψυχιατρείο και την Σχολή Εμπορικού Ναυτικού δεν καλύπτονται από το προαναφερθέν δίκτυο. Επιπλέον, στο βόρειο άκρο του όρμου, κοντά στην περιοχή Μαράθι, λειτουργεί βιολογικός καθαρισμός ο οποίος καλύπτει αποκλειστικά πλοία που αγκυροβολούν εκεί, σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων.

- **Αγροχημικές επιβαρύνσεις.**

Μέσα στη ευρύτερη λεκάνη απορροής του όρμου της Σούδας, οι καλλιέργειες στο νότιο και βόρειο τμήμα του αποτελούνται κυρίως από ελαιώνες, ποσοστό μεγαλύτερο του 90%. Στα δυτικά του όρμου (περιοχή Ακρωτήρι) οι καλλιέργειες είναι κυρίως κηπευτικά προϊόντα.

- **Βιομηχανικά απόβλητα.**

Η μόνη βιομηχανική μονάδα της περιοχής είναι οι Κυλινδρόμυλοι Κρήτης, οι οποίοι βρίσκονται δυτικά του Επιβατικού λιμένα. Σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων δεν ρυπαίνει πλέον την περιοχή καθώς δεν διοχετεύει τα νερά έκλυσης στη θάλασσα.

- **Περιβαλλοντικές πιέσεις.**

➤ Εμπορικό λιμάνι (στο οποίο πραγματοποιείται διέλευση επιβατικών και φορτηγών πλοίων). Εκτός των ρύπων που προστίθενται στο θαλάσσιο περιβάλλον λόγω των καυσίμων, των στερεών υλικών και τα υπολείμματα υφαλοχρωμάτων κ.α., σημαντική είναι η επιβάρυνση λόγω των εκβαθύνσεων που πραγματοποιούνται.

➤ Ναυτικές βάσεις του Ελληνικού πολεμικού ναυτικού και του Ν.Α.Τ.Ο., επιβαρύνουν τον κόλπο με διάφορους ρύπους λόγω των εγκαταστάσεων τους, των διελεύσεων πλοίων, των αμμοβολών, των επισκευών πλοίων. Επιπλέον, οι εργασίες που πραγματοποιούνται στις πλωτές και χερσαίες δεξαμενές αποτελούν περιβαλλοντική επιβάρυνση για τον κόλπο ενώ οι τυχόν διαρροές τους αποτελούν αναμφίβολα επιβάρυνση του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

➤ Εργοστάσιο ΔΕΗ στην περιοχή των Μουρνιών. Το εργοστάσιο της ΔΕΗ απορρίπτει τα νερά ψύξης του στον ποταμό Μορώνη που εκβάλλει στον μυχό του κόλπου.

➤ Μονάδα ιχθυοκαλλιέργειας σε πλωτούς ιχθυοκλωβούς στη θέση Λιμιωνάρι της Γριάς στον όρμο Σούδας.

➤ Αλλοιώσεις ακτογραμμής – εκβαθύνσεις. Αλλοιώσεις στην ακτογραμμή πραγματοποιούνται από το 1951. Αρχικά πραγματοποιήθηκαν προσχώσεις για τη δημιουργία του πολεμικού Ναύσταθμου. Οι εκβαθύνσεις πραγματοποιούνται δυτικά του Ναυστάθμου, στον επιβατικό λιμένα ώστε να επεκταθεί η προβλήτα του σε 140 m. Σύμφωνα με την σύμβαση οι απορρίψεις του υλικού πρέπει να πραγματοποιούνται σε βάθη μεγαλύτερα των 140 m.

Στον όρμο δεν απορρέουν σημαντικά φορτία από άλλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες, καθώς στη λεκάνη απορροής δεν υπάρχουν σημαντικά αστικά κέντρα, βαριά βιομηχανική δραστηριότητα, εντατική γεωργία και μεγάλες τουριστικές μονάδες.

Τα γενικά συμπεράσματα στα οποία κατέληξε η μελέτη συνοψίζονται παρακάτω:

- Ο κόλπος της Σούδας έχει φυσιολογικά επίπεδα και διακυμάνσεις στην θερμοκρασία, το pH και την αλατότητα. Επίσης τα ύδατά του είναι καλά οξυγονωμένα. Η επίδραση του ποταμού Μορώνη στις μεταβολές της αλατότητας έχει τοπικό χαρακτήρα.
- Την θερινή περίοδο παρατηρήθηκε ανάπτυξη ισχυρού θερμοκλινούς, περίπου στα 10 μέτρα, ενώ τον Δεκέμβριο δεν παρατηρείται τέτοιος σχηματισμός, γεγονός που δεικνύει καλή ανάμειξη των υδάτων.
- Ο ποταμός Μορώνης μεταφέρει μεγάλες ποσότητες νιτρικών αλάτων και λειτουργεί ως σημειακή πηγή ρύπανσης για τον υπόλοιπο Κόλπο.
- Επιπλέον, οι εγκαταστάσεις των λιμένων αλλά και της ιχθυοκαλλιέργειας στο νότιο τμήμα του κόλπου προσθέτουν σημαντικές ποσότητες θρεπτικών συστατικών.
- Ως προς το άζωτο ο κόλπος είναι περισσότερο επιβαρυνμένος στην περιοχή στο μυχό του αλλά και στο νότιο τμήμα του . Κυρίαρχη μορφή του αζώτου είναι η οργανική.

- Οι συγκεντρώσεις του φωσφόρου προσδιορίζονται υψηλότερες στο εσωτερικό του κόλπου κοντά στο μυχό αλλά και στο ανατολικό τμήμα γενικότερα. Ο φώσφορος είναι περιοριστικός παράγοντας για την ανάπτυξη του φυτοπλαγκτού στον κόλπο.
- Ο κόλπος χαρακτηρίζεται ολιγοτροφικός ως προς τα φωσφορικά, ελαφρώς μεσότροφος ως προς τα αμμωνιακά και εϋτροφος ως προς τα νιτρικά.
- Τα ιζήματα είναι σχετικά πτωχά σε οργανικό άνθρακα, δεδομένης της ολιγοτροφικότητας της περιοχής και της μη διάθεσης αστικών λυμάτων σε αυτή.
- Το μεγαλύτερο μέρος των βαρέων μετάλλων στα νερά, βρίσκεται σε διαλυτή μορφή η οποία παρουσιάζει αυξημένη βιοδιαθεσιμότητα. Το εσωτερικό τμήμα, κοντά στο μυχό, παρουσιάζει μεγαλύτερες συγκεντρώσεις, υποδηλώνοντας επιβάρυνση του κόλπου από τον ποταμό Μορώνη και τους λιμένες που τοποθετούνται σε αυτήν. Γενικά το νότιο τμήμα του κόλπου είναι περισσότερο επιβαρυνόμενο σε βαρέα μέταλλα.
- Στα επιφανειακά θαλάσσια ιζήματα οι συγκεντρώσεις χαλκού, ψευδαργύρου, καδμίου και μολύβδου βρίσκονται σε επίπεδα που, με βάση περιβαλλοντικά κριτήρια, τα χαρακτηρίζουν ως μη ρυπασμένα σε αυτά. Εξαιρέση αποτελούν τα ιζήματα των εσωτερικών σταθμών (SD8, SD9 και SD13), τα οποία κρίνονται ως μέτρια ρυπασμένα σε χαλκό και του σταθμού SD13 ως προς τον ψευδάργυρο, γεγονός που δεικνύει τη μεγαλύτερη επιβάρυνση στους σταθμούς πλησίον των λιμένων αλλά και του ποταμού Μορώνη.
- Τα ιζήματα δεν περιέχουν πολύ υψηλές συγκεντρώσεις μαγγανίου, αργιλίου και σιδήρου, μέταλλα τα οποία έχουν κυρίως γεωλογική προέλευση.
- Οι παράγοντες εμπλουτισμού που προσδιορίστηκαν στον πυρήνα ιζήματος που αναλύθηκε για βαρέα μέταλλα έδειξαν εμπλουτισμό στα ανώτερα στρώματα τα οποία αντιστοιχούν στην περίοδο έντονης ανθρωπογενούς δραστηριότητας.
- Γενικά τα επίπεδα συγκεντρώσεων βαρέων μετάλλων είναι μικρότερα σε σύγκριση με άλλους ελληνικούς κόλπους με μεγαλύτερη περιβαλλοντική επιβάρυνση αλλά αυξημένα σε σχέση με την ανοικτή θάλασσα (Αιγαίο – Κρητικό).
- Οι συγκεντρώσεις μετάλλων στους θαλάσσιους οργανισμούς που εξετάστηκαν βρίσκονται σε επίπεδα ανάλογα με οργανισμούς άλλων ελληνικών κόλπων. Ωστόσο μερικές υψηλές τιμές και οι υψηλότερες συγκεντρώσεις στους οργανισμούς σε σχέση με αυτές της υδάτινης στήλης δεικνύουν αυξημένη τάση βιοσυσώρευσης στην οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή.
- Οι συγκεντρώσεις των πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων στο θαλασσινό νερό βρέθηκαν σχετικά μικρές και σε αρκετά δείγματα κάτω του ορίου ανίχνευσης γεγονός που δείχνει ότι στην περιοχή του κόλπου της Σούδας δεν υπάρχει ιδιαίτερο πρόβλημα από πετρελαιοειδή στη στήλη του νερού. Ωστόσο προσοχή πρέπει να δοθεί στην περιοχή των εκβολών του ποταμού Μορώνη, όπου φαίνεται να υπάρχουν σημειακές πηγές ρύπανσης.
- Στα ιζήματα μεγάλες συγκεντρώσεις πολυκυκλικών αρωματικών υδρογονανθράκων βρέθηκαν στον σταθμό κοντά στο λιμάνι της Σούδας, στις εκβολές του ποταμού Μορώνη και έξω από τις εγκαταστάσεις του Ναυστάθμου. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι ενώσεις που κυριαρχούν είναι αυτές με 4 ή 5

αρωματικούς δακτυλίους οι οποίες έχουν πυρολυτική προέλευση. Το γεγονός ότι η συγκέντρωση του φαινανθρενίου είναι σχετικά αυξημένη σε όλους τους σταθμούς επιβεβαιώνει την ύπαρξη υπολειμμάτων πετρελαιοειδών.

- Η επιβάρυνση από αρωματικούς υδρογονάνθρακες των οργανισμών που μελετήθηκαν είναι σε χαμηλά επίπεδα. Ωστόσο και τα δύο είδη οργανισμών αποτελούν τροφή για άλλα είδη και για τον άνθρωπο, με αποτέλεσμα η παρουσία των ρύπων αυτών να αποτελεί πιθανό κίνδυνο για βιοσυσώρευση στην τροφική αλυσίδα.
- Μεγάλη συγκέντρωση αλειφατικών υδρογονανθράκων βρέθηκε στα ιζήματα των εκβολών του ποταμού Μορώνη, γεγονός το οποίο φανερώνει σημαντική επιβάρυνση από πετρελαιοειδή. Στην υπόλοιπη περιοχή η ρύπανση είναι αισθητά μικρότερη με το μεγαλύτερο πρόβλημα να εμφανίζεται στο εσωτερικό τμήμα του κόλπου και στην νότια πλευρά. Στο εξωτερικό τμήμα του κόλπου η ρύπανση είναι αμελητέα και είναι παρόμοια με αυτή που έχει μετρηθεί στο ανοιχτό Αιγαίο πέλαγος. Οι ενώσεις προέρχονται τόσο από χερσαίες όσο και από θαλάσσιες πηγές.
- Τα επίπεδα συγκεντρώσεων σε πολυκυκλικούς και αλειφατικούς υδρογονάνθρακες είναι στο μεγαλύτερο μέρος του κόλπου μικρότερα σε σχέση με άλλους περισσότερο επιβαρυσμένους ελληνικούς κόλπους ωστόσο στους εσωτερικούς σταθμούς και στις εκβολές του ποταμού προσδιορίζονται συγκεντρώσεις στα ίδια ή και μεγαλύτερα επίπεδα με αυτούς.
- Όσον αφορά στα προστατευόμενα είδη θαλασσιών ζώων, η παρούσα μελέτη πιστοποιεί για πρώτη φορά την παρουσία στον Κόλπο της Σούδας εννέα προστατευόμενων ειδών. Από αυτά, 5 είναι Μαλάκια (*Lithophaga lithophaga*, *Tonna galea*, *Erosaria spurca*, *Pinna nobilis*, *Charonia tritonis*), 3 Οστέιχθες (*Xyrichthys novaculla*, *Sparisoma cretense*, *Hippocampus guttulatus*) και ένα Εχινόδερμο (*Ophidiaster ophidianus*). Τα είδη αυτά βρίσκονται υπό νομικό καθεστώς αυστηρής προστασίας τόσο των ιδίων όσο και, για ορισμένα από αυτά, των βιοτόπων τους (π.χ. πίνα και πετροσωλήνας).
- Βιβλιογραφικά δεδομένα και μαρτυρίες επιβεβαιώνουν τη παρουσία δύο απειλούμενων με εξαφάνιση Σπονδυλωτών, της Μεσογειακής φώκιας και της θαλάσσιας χελώνας.
- Επί πλέον, το εκβολικό σύστημα του ποταμού Μορώνη φιλοξενεί τουλάχιστον 12 είδη πουλιών μεταξύ των οποίων και απειλούμενων (π.χ. αργυροτσικνιάς). Από τα καταγεγραμμένα 12 είδη πουλιών, τα 6 προστατεύονται από την κείμενη νομοθεσία. Επίσης, στον βιότοπο του ποταμού Μορώνη συναντώνται όλα τα είδη των αμφιβίων της Κρήτης και τα περισσότερα από τα είδη των ερπετών της Κρήτης, όπως τα προστατευόμενα είδη *Lacerta trilineata* και *Hyla arborea kretensis*.
- Μεταξύ των προστατευόμενων ειδών, η πίνα μελετήθηκε λεπτομερειακά ως οργανισμός-μοντέλο για την κατάσταση των προστατευόμενων θαλάσσιων ειδών. Η συνολική αφθονία της πίνας υπολογίζεται σε 100.600–170.400 άτομα και αποτελεί τον σημαντικότερο μέχρι τώρα μελετημένο πληθυσμό στην Ελλάδα. Η πυκνότητά της είναι πρακτικά μηδενική σε μικρά βάθη αλλά και σε μεγαλύτερα των 30 m, ενώ παρουσιάζει μέγιστο σε βάθος ~14 m. Η οριζόντια κατανομή του προστατευόμενου αυτού είδους εμφανίζει 4 τοπικά μέγιστα (ένα στη βόρεια ακτή, δύο στη νότια και ένα κυρίαρχο στο εξωτερικό νότιο τμήμα του κόλπου). Στο

εσωτερικότερο τμήμα, παρόλη την μεγάλη έκταση που καταλαμβάνουν ευνοϊκά για το είδος βάθη, ο πληθυσμός φαίνεται υποβαθμισμένος, υποδηλώνοντας την περιβαλλοντική πίεση που δέχεται. Λόγω της κυκλωνικής κίνησης των επιφανειακών νερών, ο πληθυσμός του εσωτερικού κόλπου πιθανόν αντιμετωπίζει δυσκολία στην αναγέννησή του μέσω μεταφερομένων με τα ρεύματα πλαγκτονικών προνυμφών, η κύρια μάζα των οποίων παράγεται στο εξωτερικό νότιο τμήμα. Επιπλέον, όπως συμβαίνει και για άλλα θαλάσσια ζώα, οι προνύμφες είναι περισσότερο ευάλωτες στη ρύπανση. Κατά συνέπεια, μια περαιτέρω υποβάθμιση των περιβαλλοντικών συνθηκών θα μπορούσε να τον εξαλείψει, πράγμα που φαίνεται να έχει συμβεί για το Γαστερόποδο *Tonna galea* το οποίο βρέθηκε μόνο ως κενά όστρακα.

- Όσον αφορά στα υπόλοιπα προστατευόμενα θαλάσσια είδη, η παρουσία τους περιορίζεται στο ανατολικότερο ήμισυ και το εξωτερικό τμήμα του κόλπου. Δεδομένου ότι όλα τα προστατευόμενα είδη που εντοπίστηκαν βρίσκονται στο βυθό ή τρέφονται από αυτόν, η εικόνα της κατανομής τους βρίσκεται σε συμφωνία με τα αποτελέσματα της μελέτης της χημικής ρύπανσης. Αν και δεν ήταν δυνατή η ακριβής εκτίμηση της αφθονίας τους στα πλαίσια της παρούσης μελέτης, εκτιμάται ότι η διατήρηση των πληθυσμών τους αντιμετωπίζει παρόμοιες με την πίνα δυσκολίες μέσα στον κόλπο, λόγω του ότι και στα είδη αυτά η αναπαραγωγή γίνεται μέσω πλαγκτονικών προνυμφών.

Κεφάλαιο 5 - Πειραματική διαδικασία

5.1. Διαδικασία δειγματοληψίας

Οι δειγματοληψίες ποσότητας νερού προς ανάλυση πραγματοποιήθηκαν κατά το διάστημα Ιουλίου 2008-Μαρτίου 2009 και συγκεκριμένα κατά τις ημερομηνίες: 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009. Τα σημεία από όπου έγινε η δειγματοληψία καθορίστηκαν έτσι ώστε να δίνουν αντιπροσωπευτική εικόνα της ρύπανσης του λιμανιού και τηρήθηκαν όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις για την σωστή διεξαγωγή της δειγματοληψίας, καθώς το προς ανάλυση δείγμα λήφθηκε τοπικά και χρονικά ώστε η σύσταση του να ανταποκρίνεται κατά το δυνατό πιο πιστά στην πραγματική κατάσταση, και με τρόπο τέτοιο που να μην αλλοιώνει την ποιότητα του ύδατος, με στόχο να διασφαλιστεί η ακρίβεια των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων. Η ποσότητα δείγματος που λαμβανόταν κάθε φορά ήταν 1 λίτρο ύδατος σε ειδική πλαστική φιάλη δειγματοληψίας και επιπλέον μία ποσότητα 500 ml σε γυάλινη φιάλη τις οποίες και υπερχειλίζαμε με αυτό.

Οι φυσικοχημικές, χημικές και μικροβιολογικές αναλύσεις πραγματοποιούνταν την ίδια μέρα στις εγκαταστάσεις του εργαστηρίου Ελέγχου Ποιότητας Υδατικών και Εδαφικών Πόρων που ανήκει στον Τομέα Περιβαλλοντικής Τεχνολογίας του τμήματος Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος του Παραρτήματος Χανίων του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Κρήτης. Κατά την ανάλυση των δειγμάτων θαλασσινού νερού οι φυσικοχημικές παράμετροι της θερμοκρασίας του pH, της αγωγιμότητας, του διαλυμένου οξυγόνου, τόσο σε ποσοστό επί τοις εκατό συγκέντρωση όσο και σε περιεκτικότητα (mg/l), μετρήθηκαν επιτόπου με την χρήση ειδικού πολύ-οργάνου έτσι ώστε να είναι ιδιαίτερα ακριβείς.

Οι περαιτέρω προσδιορισμοί έγιναν μετέπειτα χωρίς καμία μεταβολή στα μεγέθη τους στο δείγμα ως είχε, χωρίς καμία προεργασία, πέρα κάποιων αραιώσεων όταν αυτές ήταν απαραίτητες για την μέτρηση του καλίου και του ασβεστίου.

5.2. Υλικά και Μέθοδοι ανάλυσης

5.2.1. Προσδιορισμός pH

Ο όρος pH αντιστοιχεί στον αρνητικό λογάριθμο της συγκεντρώσεως των υδρογονοκατιόντων. Οι μικρότερες του 7 τιμές υποδηλώνουν το όξινο περιβάλλον (όσο μικρότερες είναι οι τιμές του pH τόσο ισχυρότερη είναι η όξινη φύση), η τιμή 7 αντιστοιχεί σε ουδέτερο περιβάλλον, ενώ μεγαλύτερες του 7 τιμές μέχρι το 14 υποδηλώνουν το αλκαλικό ή βασικό περιβάλλον περιβάλλον (αυξανόμενης της τιμής του pH γίνεται ισχυρότερος ο βασικός χαρακτήρας του διαλύματος) Γενικά το θαλασσινό νερό είναι ένα διάλυμα με ελαφρά αλκαλικό χαρακτήρα. Στην ανοιχτή θάλασσα το pH κυμαίνεται περίπου από 7,5 έως 8,4 (Σακελλαριάδου 2007).

Το pH μετριέται ηλεκτρομετρικά. Ο ηλεκτρομετρικός προσδιορισμός του pH γίνεται με την χρήση ειδικών οργάνων, γνωστών ως πεχάμετρα. Τα όργανα αυτά είναι συσκευές ηλεκτρικών μετρήσεων με αισθητήριο αποτελούμενο από ηλεκτρόδια ύαλου συνδεδεμένα με ηλεκτρόδιο αναφοράς ή σύνθετο ηλεκτρόδιο (Ζανάκη,

2001). Ο προσδιορισμός του pH έγινε επιτόπου στα σημεία δειγματοληψίας με την χρήση φορητού σύνθετου οργάνου που έφερε πεχάμετρο.



Εικόνα 7: Πολυόργανο προσδιορισμού pH, θερμοκρασίας και διαλυμένου οξυγόνου

5.2.2. Προσδιορισμός Αλατότητας

Ως αλατότητα του θαλασσινού νερού ορίζεται η συγκέντρωση των ολικών στερεών που περιέχονται στο θαλασσινό νερό όταν όλα τα ανθρακικά άλατα έχουν μετατραπεί σε οξείδια όλα τα βρωμιούχα και ιωδιούχα έχουν αντικατασταθεί από χλωριούχα και όλες οι οργανικές ουσίες έχουν πλήρως οξειδωθεί. Η αριθμητική τιμή της αλατότητας είναι συνήθως μικρότερη από την τιμή των ολικών διαλυμένων στερεών. Εκφράζεται ως ποσοστό επί τοις χιλίοις (‰) και συνηθίζεται η αλατότητα να συμβολίζεται ως S (‰). Η αλατότητα μπορεί να μετρηθεί με πολλές μεθόδους.



Εικόνα 8: Πολυόργανο αγωγιμότητας και αλατότητας.

Στην παρούσα εργασία, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της ηλεκτρικής αγωγιμότητας καθώς η μέτρηση της αλατότητας προήλθε από την χρήση σύνθετου οργάνου. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του κάθε δείγματος υπολογίστηκε επί τόπου στα σημεία δειγματοληψίας και συσχετίστηκε αυτομάτως με την ηλεκτρική αγωγιμότητα. Η

μέθοδος αυτή προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια και ταχύτητα μέτρησης (Ζανάκη, 2001).

5.2.3. Προσδιορισμός της θολερότητας με την χρήση νεφελομετρικής μεθόδου

Η θολερότητα είναι μία έκφραση της οπτικής ιδιότητας ενός δείγματος νερού να σκεδάζει ή να απορροφά το φως που διέρχεται από αυτό και να μη μεταδίδει το φως σε ευθεία γραμμή.

Η μέτρηση της θολερότητας με την νεφελομετρική μέθοδο, μπορεί να προσδιοριστεί σε οποιοδήποτε δείγμα που δεν περιέχει ευμεγέθη στερεά ή σωματίδια που καθιζάνουν γρήγορα. Επίσης, το δείγμα δεν πρέπει να περιέχει φυσαλίδες αερίων ή να είναι έγχρωμο. Το δείγμα πρέπει να αναλύεται όσο το δυνατόν συντομότερα. Αν τα παραπάνω δεν είναι εφικτά, τότε το δείγμα πρέπει να καταψύχεται ή να συντηρείται στους 4°C για να περιοριστεί η μικροβιακή αποσύνθεση των στερεών. Οι μετρήσεις της θολότητας πραγματοποιήθηκαν με φορητό θολερόμετρο (Lovibond CR3210).



Εικόνα 9: Φορητό θολερόμετρο (Lovibond CR3210).

Το θολερόμετρο ρυθμίζεται σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή. Αρχικά μετριοούνται στο θολερόμετρο πρότυπα αιωρήματα (1, 10, 100 και 1000 NTU) που να καλύπτουν την περιοχή η οποία ενδιαφέρει και ελέγχεται η αντιστοιχία των ενδείξεων του οργάνου με τα πρότυπα διαλύματα. Αφού πραγματοποιηθεί η βαθμονόμηση του οργάνου παίρνουμε την άδεια και καθαρή κυψελίδα όπου περιέχεται στο κουτί του οργάνου για την τοποθέτηση του δείγματος μας, την σκουπίζουμε εξωτερικά με χαρτί εμποτισμένο σε αιθυλική αλκοόλη και κρατώντας την μόνο από το πάνω μέρος της, την γεμίζουμε με το δείγμα μας μέχρι την ένδειξη της. Το δείγμα μας πρέπει να αναδεύεται έτσι ώστε να γίνει τέλεια διασπορά των αιωρούμενων στερεών και αφού εξαφανιστούν οι διάφορες φυσαλίδες αέρα μεταφέρεται στον σωλήνα του θολερόμετρου. Στην συνέχεια η κυψελίδα τοποθετείται στην υποδοχή του οργάνου έτσι ώστε το λευκό βαθμονομημένο τρίγωνο να δείχνει προς το αντίστοιχο σημάδι σωστής τοποθέτησης. Σημειώνουμε κατευθείαν την ένδειξη που αντιστοιχεί στην κλίμακα του οργάνου (Ζανάκη, 2001).

5.2.4. Προσδιορισμός ολικών στερεών στους 105°C

Ο όρος «στερεά» ή «στερεό υπόλειμμα» αναφέρεται στην περιεκτικότητα ενός δείγματος νερού σε σωματίδια. Η παρουσία στερεών στο νερό επηρεάζει την ποιότητα του. Στο πόσιμο νερό, αλλοιώνονται τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά, ενώ νερά με υψηλή συγκέντρωση στερεών είναι ακατάλληλα για βιομηχανική χρήση, κολύμβηση κτλ. Τα ολικά στερεά στους 105 °C είναι τα στερεά που παραμένουν μετά από ξήρανση στους 105 °C

Αρχικά, το ποτήρι ζέσεως τοποθετείται στον φούρνο ξήρανσης σε θερμοκρασία 105 °C για περίπου μια ώρα, προκειμένου να εξατμιστεί η πιθανή υγρασία που μπορεί να έχει το ποτήρι. Στην συνέχεια, το ποτήρι ζέσεως τοποθετείται στο ξηραντήρα στον οποίο υπάρχει silica gel (με μπλε χρώμα) έως ότου φτάσει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Το βάρος του ποτηριού ζέσεως καταγράφεται ως «αρχικό βάρος» σε γραμμάρια.



Εικόνα 10: Ποτήρια ζέσεως στον φούρνο ξήρανσης κατά τον προσδιορισμό ολικών στερεών.

Στην συνέχεια, προστίθενται 100 ml του δείγματος στο προ-ζυγισμένο ποτήρι ζέσεως (το ποτήρι δεν είναι στον ζυγό επάνω). Το ποτήρι ζέσεως τοποθετείται στον φούρνο ξήρανσης σε θερμοκρασία 105 °C για 24 ώρες έως ότου το περιεχόμενό του να εξατμισθεί και να μείνει το στερεό υπόλειμμα (ίζημα) στον πυθμένα. Ακολούθως, το ποτήρι ζέσεως τοποθετείται στο ξηραντήρα έως ότου επανέλθει σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Τέλος, το ζυγίζουμε και καταγράφουμε το βάρος ως «βάρος μετά την ξήρανση» σε γραμμάρια. Υπολογίζουμε τα ολικά στερεά χρησιμοποιώντας τον τύπο:

$$\text{Ολικά στερεά} = (B-A) \cdot 10.000 \text{ mg/l}$$

Όπου:

A: αρχικό βάρος (gr)

B: βάρος μετά την ξήρανση (gr), (Ζανάκη, 2001).



Εικόνα 11: Ξηραντήρας με Silica Gel και ποτήρια ζέσεως κατά την διαδικασία προσδιορισμού των ολικών στερεών.

5.2.5. Προσδιορισμός του διαλυμένου οξυγόνου με την χρήση της ηλεκτροχημικής μεθόδου

Η συγκέντρωση οξυγόνου στο νερό επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία η πίεση η ηλιοφάνεια, ο κυματισμός τα ρεύματα, η περιεκτικότητα σε ανόργανα άλατα και οργανικές ουσίες το περιεχόμενο σε μικροοργανισμούς κ.α.

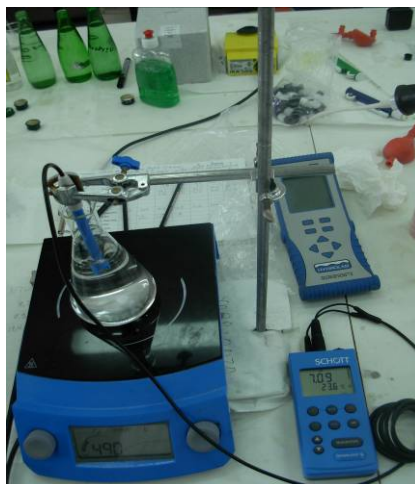
Η ηλεκτροχημική μέθοδος προσδιορισμού του βασίζεται στην μέτρηση του ρυθμού διάχυσης του μοριακού οξυγόνου διαμέσου μεμβράνης. Η μέτρηση γίνεται με την χρήση κατάλληλου ηλεκτροδίου συνδεδεμένου με την συσκευή που μετατρέπει τα προσλαβόμενα ηλεκτροχημικά σήματα σε αριθμητική ένδειξη. Το όργανο μέτρησης του οξυγόνου (ηλεκτρόδιο και ηλεκτρική συσκευή) είναι γνωστό ως οξυγονόμετρο. (Ζανάκη, 2001). Οι μετρήσεις του οξυγόνου πραγματοποιήθηκαν επί τόπου στα σημεία δειγματοληψίας, με την χρήση φορητού σύνθετου οργάνου και σε διαφορετικά βάθη όπου αυτό ήταν εφικτό καθώς η περιεκτικότητα του διαλυμένου οξυγόνου μεταβάλλεται σε διαφορετικά βάθη. Τα αποτελέσματα εκφράζονταν σε περιεκτικότητα τοις 100 (%) και σε mg/l.

5.2.6. Προσδιορισμός του Βιοχημικά Απαιτούμενου Οξυγόνου - B.O.D (Biochemical Oxygen Demand) μανομετρικά με την χρήση συσκευής Lovibond

Κατά την διαδικασία αυτή, μετριέται η ποσότητα του οξυγόνου που καταναλώνουν αερόβια μεσόφιλα βακτήρια σε διάστημα πέντε ημερών για την χημική και βιολογική οξείδωση των οργανικών κυρίως ουσιών που περιέχει ορισμένος όγκος δείγματος ακάθαρτου νερού, που επωάζεται σε ειδικές φιάλες τοποθετημένες σε σκοτεινό θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας 20 °C

Ο εξοπλισμός της συσκευής αποτελείται από την κεφαλή –ψηφιακό αισθητήρα BOD που βιδώνει στην σκουρόχρωμη γυάλινη φιάλη με το δείγμα. Η κατανάλωση του περιεχομένου οξυγόνου στο δοχείο κατά την διάσπαση του οργανικού φορτίου του δείγματος από τους μικροοργανισμούς, υπολογίζεται ως μεταβολή της πίεσεως στο δοχείο και μετρείται μανομετρικά από την ψηφιακή κεφαλή, εμφανίζοντας τα αποτελέσματα στην οθόνη της σαν mg/l. Το διοξείδιο του άνθρακα που παράγεται από τα βακτήρια απομακρύνεται από το σύστημα με την προσθήκη διαλύματος υδροξειδίου του καλίου (KOH) που περιέχεται στην θήκη από καουτσούκ (Ζανάκη, 2001).

Αρχικά ο θάλαμος επώασης τίθεται σε λειτουργία, σε θερμοκρασία 20°C. Ύστερα ρυθμίζεται το pH του δείγματος, το οποίο είναι απαραίτητο να βρίσκεται μέσα στο εύρος τιμών 6,5-7,5 καθώς εάν οι τιμές του pH είναι εκτός αυτών των ορίων θα προκύψουν χαμηλότερες τιμές BOD. Για να τη ρύθμιση του pH χρησιμοποιείται διάλυμα HCl 0,01 M.



Εικόνα 12: Ρύθμιση του pH κατά την προετοιμασία του δείγματος για την μέτρηση του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου.

Η ειδική φιάλη του υπερχειλιστή πληρώνεται με το δείγμα μας έως ότου να ξεχειλίσει και το περιεχόμενο του αδειάζεται με μία απότομη κίνηση στην φιάλη του BOD, προς αποφυγή απωλειών. Συνιστάται κατά την διαδικασία αυτή να υπάρχει ήδη μια ομοιόμορφη κατανομή διαλυμένων στερεών στο δείγμα. Σε κάθε σκουρόχρωμη φιάλη επώασης, τοποθετούνται μια καθαρή μαγνητική ράβδος ανάδευσης και δύο ταμπλέτες KOH σε μαύρη θήκη από καουτσούκ. Ύστερα οι φιάλες και οι κεφαλές τοποθετούνται στις ειδικές βάσεις στήριξης, και μέσα στον θάλαμο στον οποίο επωάζονται και αναδεύονται συνεχώς.



Εικόνα 13: Φιάλες B.O.D. τοποθετημένες στον θάλαμο επώασης.

Οι φιάλες παραμένουν στον θάλαμο για 30 λεπτά ανοιχτές και κατόπιν βιδώνονται ερμητικά, καταστρώνοντας έτσι όλο το σύστημα αεροστεγές. Γίνεται ενεργοποίηση του μηχανισμού μέτρησης της μανομετρικής μεταβολής της πίεσης και

μετά από 5 ημέρες οι τιμές θα έχουν αποθηκευτεί στην μνήμη του αισθητήρα, οι οποίες καταγράφονται (Ζανάκη, 2001).

5.2.7. Προσδιορισμός μικροβιολογικού φορτίου

Ως δείκτες ύπαρξης μικροβιολογικού φορτίου χρησιμοποιούνται τα ολικά κολοβακτηρίδια, τα οποία αποτελούν ένδειξη επιμόλυνσης από εξωγενείς παράγοντες αν και δεν είναι απαραίτητο η προέλευση τους να είναι κοπρική, το είδος *S. faecalis* των κοπρικών στρεπτόκοκκων που αποτελεί σαφή ένδειξη κοπρικής μόλυνσης και το είδος *E coli* των κοπρικών κολοβακτηριδίων των οποίων η παρουσία αποτελεί και αυτή σαφή ένδειξη κοπρικής επιμόλυνσης (Ζανάκη, 2001).

Κατά την διαδικασία προσδιορισμού του μικροβιολογικού φορτίου, αρχικώς εξασφαλίζεται η δημιουργία κατάλληλου θρεπτικού υποστρώματος. Για τα ολικά και κοπρανώδη κολοβακτηρίδια χρησιμοποιήθηκε Membrane Laury Sulphate Broth. (LAB 82) Για την παρασκευή του υποστρώματος για 10 δείγματα, ζυγίσθηκαν 3,048gr από την σκόνη και διαλύθηκαν σε 40ml αποστειρωμένου απιονισμένου νερού. Στην συνέχεια, το μπουκάλι στο οποίο περιέχεται το μείγμα αποστειρώνεται στους 115 °C για 10 λεπτά. Κατόπιν, ποσότητα 4 ml από το μείγμα διαμοιράζεται σε Petri διαμέτρου 50 mm

Για τους εντερόκοκκους χρησιμοποιήθηκε Slanetz & Bartley Medium (Membrane Enterococcus Agar LAB 166). Για την παρασκευή υποστρώματος για 10 δείγματα, ζυγίσθηκαν 1,74 gr από την σκόνη και διαλύθηκαν σε 40ml αποστειρωμένου απιονισμένου νερού. Στην συνέχεια, το μπουκάλι που περιείχε το μείγμα θερμάνθηκε μέχρι την έναρξη του βρασμού. Τέλος το μείγμα διαμοιράστηκε σε Petri διαμέτρου περίπου 50 mm (περίπου 4ml στο καθένα).

Μετά την δημιουργία του αντιστοίχου υποστρώματος σημειώνονται στην κάτω πλευρά του petri τα ονόματα των δειγμάτων. Έπειτα, τοποθετούνται τα ήδη αποστειρωμένα μαγνητικά φίλτρα Gelman (των οποίων η αποστείρωση έγινε στους 115 °C για 10 λεπτά) στην αντλία κενού. Στην συνέχεια, αποστειρώνεται η λαβίδα (πρώτα εμβαπτίζεται σε οινόπνευμα και μετά καίγεται) και αφού ανοιχτεί η αποστειρωμένη συσκευασία τους τα φίλτρα κυτταρίνης, τοποθετούνται στην συσκευή. Με την βοήθεια ογκομετρικών κυλίνδρων προστίθεται το δείγμα (το οποίο έχει συλλεχτεί σε αποστειρωμένες φιάλες όγκου 500ml) και ενεργοποιείται η αντλία κενού.



Εικόνα 14: Αντλία κενού και αποστειρωμένα μαγνητικά φίλτρα Gelman.

Αφού αδειάσει το δοχείο του μαγνητικού φίλτρου από το δείγμα, ξεπλένεται με 100 ml αποστειρωμένο νερό και έπειτα από νέα αποστείρωση της βαλβίδας, το φίλτρο κυτταρίνης συλλέγεται με προσοχή, εμποτίζεται στο αντίστοιχο θρεπτικό υλικό και τοποθετείται για επώαση σε θάλαμο επώασης αντίστοιχα ρυθμισμένης θερμοκρασίας.



Εικόνα 15: Petri στον θάλαμο επώασης.

Τα petri για ολικά κολοβακτηρίδια παραμένουν στους 37°C για 14-20h τα petri για τα E.coli παραμένουν στους 44°C για 14h και τα petri για τους εντερόκοκκους στους 44°C για 48h (Ζανάκη, 2001).

5.2.8. Προσδιορισμός καλίου και ασβεστίου (Φλογοφωτομετρική μέθοδος)

Τόσο η παρουσία ασβεστίου όσο και καλίου, είναι φυσικής προέλευσης και οφείλεται στην χημική σύσταση των πετρωμάτων, από τα οποία διέρχεται το νερό. Όταν διάλυμα που περιέχει μόρια της ένωσης, μπαίνει στην φλόγα, τότε αυτά

διασπώνται σε άτομα. Τα άτομα διεγείρονται και κατά την αποδιέγερση τους παρατηρείται εκπομπή της ακτινοβολίας. Το μήκος κύματος της ακτινοβολίας που εκπέμπεται, δηλαδή το χρώμα της φλόγας, εξαρτάται από την φύση του στοιχείου που εισέρχεται στο χώρο της φλόγας



Εικόνα 16: Φώτο-ανιχνευτής Sherwood flame Photometer 410 που χρησιμοποιήθηκε για την ανίχνευση συγκέντρωσης καλίου και ασβεστίου.

Αυτή η εκπομπή σε συγκεκριμένο μήκος κύματος μπορεί να απομονωθεί με την χρήση κατάλληλων οπτικών φίλτρων και να ανιχνευθεί από ένα Φώτο-ανιχνευτή. Η ένταση της εκπεμπόμενης ακτινοβολίας είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του στοιχείου στο δείγμα που εισάγεται στην φλόγα

Αρχικά μετρούνται στον φωτοανιχνευτή Sherwood flame Photometer 410 τα πρότυπα διαλύματα καθώς και το τυφλό, και οι ενδείξεις του οργάνου καταγράφονται για κάθε ένα από αυτά. Για τα ιόντα του ασβεστίου χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα Ca διαφορών συγκεντρώσεων από 0,00 ppm έως 100,00 ppm ενώ για τα ιόντα του καλίου χρησιμοποιούνται πρότυπα διαλύματα K διαφορών συγκεντρώσεων από 0,00 ppm έως 10,00 ppm. Από τις παραπάνω μετρήσεις χαράσσεται καμπύλη αναφοράς για κάθε ένα από αυτά. Στην συνέχεια μετρούνται τα δείγματα και από τις ενδείξεις του οργάνου και την καμπύλη προτυποποίησης, η οποία και στις δύο περιπτώσεις είναι ευθεία γραμμή που περνάει από την αρχή των αξόνων, υπολογίζεται η αντίστοιχη συγκέντρωση του κάθε δείγματος (Σταυρουλάκης, 2007).

5.2.9. Προσδιορισμός Αμμωνιακού αζώτου ($\text{NH}_4 - \text{N}$) με την χρήση kit test της εταιρίας Merck

Το αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4\text{-N}$) στα δείγματα νερού συναντάται με την μορφή αμμωνιακού ιόντος (NH_3^+) και με την μορφή αμμωνίας (NH_4). Η ισορροπία των δύο μορφών εξαρτάται από το pH. Σε ισχυρά αλκαλικό διάλυμα, το αμμωνιακό άζωτο ($\text{NH}_4\text{-N}$) υπάρχει σχεδόν μόνο ως αμμωνία (NH_4), η οποία αντιδρά με χλώριο και σχηματίζει μονοχλωραμίνη. Η μονοχλωραμίνη αντιδρά με την θυμόλη και σχηματίζει παράγωγα ινδοφαινόλης με ιδιαίτερο μπλε χρώμα το οποίο προσδιορίζεται φωτομετρικά.

Κατά τη πειραματική διαδικασία, λαμβάνονται 5,0ml του δείγματος με χρήση σιφωνίου σε δοκιμαστικό σωλήνα. Με τη χρήση σιφωνίου ακριβείας προστίθεται 0,60 ml του αντιδραστήριου $\text{NH}_4\text{-1}$ και ο δοκιμαστικός σωλήνας αναδεύεται σε

αναδευτήρα Στην συνέχεια, προστίθεται με την βοήθεια σιφωνίου ακριβείας 0,1ml NaOH συγκέντρωσης 5N. Προστίθεται μια δόση του αντιδραστηρίου NH₄-2 και ακολουθεί ανάδευση έως ότου διαλυθεί το στερεό αντιδραστήριο που προστεθηκέ εντελώς. Ύστερα, ο δοκιμαστικός σωλήνας αφήνεται σε ηρεμία για 5 λεπτά. Κατόπιν προστίθενται 4 σταγόνες του αντιδραστηρίου NH₄-3 και ακολουθεί ανάδευση. Ο σωλήνας αφήνεται σε ηρεμία για ακόμη 5 λεπτά.



Εικόνα 17: Χρήση σιφωνίου ακριβείας.

Ταυτόχρονα, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου MERCK Spectroquant NOVA 60, έτσι ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο, να διεξάγει έναν αυτοέλεγχο σωστής λειτουργίας του συστήματος και να επιλέξει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης “Concentration” (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης που συμπεριλαμβάνεται στην συσκευασία του kit test τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων με την κάθετη γραμμή του να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο test που διεξάγεται κάθε φορά. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία σκουπίζεται πολύ καλά με καθαρό ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν, εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία. Το εύρος του kit test είναι 0,05-3,00 mg/l, (Εγχειρίδιο της εταιρίας MERCK). Η έκφραση των αποτελεσμάτων γίνεται σε αμμωνιακά ιόντα (mg/l) κατόπιν μετατροπής.

5.2.10. Προσδιορισμός Φωσφορικού Φώσφορου (PO₄-P) με την χρήση kit test της εταιρίας Merck

Σε θεϊκό διάλυμα τα ορθοφωσφορικά ιόντα αντιδρούν με ιόντα μολυβδαινίου και σχηματίζουν μολυβδοφωσφορικό οξύ το οποίο ανάγεται από το ασκορβικό οξύ σχηματίζοντας μπλε του φωσφομολυβδαινίου το οποίο προσδιορίζεται φωτομετρικά.

Αρχικά, προστίθενται 5,0 ml δείγματος, σε καθαρό δοκιμαστικό σωλήνα με την χρήση σιφωνίου. Στην συνέχεια, προσθέτουμε 5 σταγόνες του αντιδραστηρίου PO₄-1 και ακολουθεί ανάδευση του δοκιμαστικού σωλήνα σε αναδευτήρα. Κατόπιν,

προστίθεται 1 δόση του αντιδραστηρίου $\text{PO}_4\text{-2}$. Ακολουθεί έντονη ανάδευση έως ότου διαλυθεί το στερεό αντιδραστήριο που προστέθηκε εντελώς. Ο δοκιμαστικός σωλήνας αφήνεται σε ηρεμία για 5 λεπτά. Ταυτόχρονα, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου MERCK Spectroquant NOVA 60, ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο, να διεξάγει έναν αυτοέλεγχο σωστής λειτουργίας του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης “Concentration” (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης που συμπεριλαμβάνεται στην συσκευασία του kit test τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων με την κάθετη γραμμή του να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο kit test που διεξάγεται κάθε φορά.



Εικόνα 18: Χρήση έτοιμων αντιδραστηρίων της εταιρίας MERCK.

Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία γεμίζεται μέχρι την χαραγή, κατόπιν σκουπίζεται πολύ καλά με καθαρό ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία. Το εύρος τιμών του kit test είναι 0,05-5,00 mg/l (Εγχειρίδιο της εταιρίας MERCK). Η έκφραση αποτελεσμάτων γίνεται σε φωσφορικά ιόντα (mg/l) κατόπιν μεταροπής.

5.2.11. Προσδιορισμός Νιτρικού αζώτου ($\text{NO}_3\text{-N}$) με την χρήση kit test της εταιρίας Merck

Σε ένα δείγμα ξινισμένο με θειϊκό και φωσφορικό οξύ, τα νιτρικά ιόντα αντιδρούν με την 2,6-διμεθυλοφαινόλη και δημιουργούν την 4-νίτρο-2,6 διμεθυλοφαινόλη, η οποία έχει πορτοκαλί χρώμα και προσδιορίζεται φωτομετρικά.

Κατά την πειραματική διαδικασία, προστίθενται 4,0ml του αντιδραστηρίου $\text{NO}_3\text{-1}$ με ένα σιφόνι σε ένα στεγνό και καθαρό δοκιμαστικό σωλήνα. Υστέρα προστίθενται 0,50ml δείγματος με σιφόνι ακριβείας. Χωρίς να αναμιχθούν τα δύο αντιδραστήρια,

προστίθενται και 0,50 ml αντιδραστηρίου NO_3^- με την χρήση σιφονιού, και κατόπιν ο δοκιμαστικός σωλήνας αναδεύεται με προσοχή, κρατώντας τον μόνο από το πάνω μέρος. Κατόπιν, ο δοκιμαστικός σωλήνας αφήνεται για δέκα λεπτά σε κατάσταση ηρεμίας. Ταυτόχρονα, ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου MERCK Spectroquant NOVA 60, ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο, να διεξάγει έναν αυτοέλεγχο σωστής λειτουργίας του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης “Concentration” (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”.



Εικόνα 19: Τοποθέτηση κυψελίδας αναγνώρισης στο φωτόμετρο MERCK Spectroquant NOVA 60.

Η κυψελίδα αναγνώρισης που συμπεριλαμβάνεται στην συσκευασία του kit test τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων με την κάθετη γραμμή της κυψελίδας αναγνώρισης να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο kit test που διεξάγεται κάθε φορά. Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία γεμίζεται μέχρι την χαραγή, κατόπιν σκουπίζεται πολύ καλά με καθαρό ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία. Το εύρος τιμών του kit test είναι 1.0 - 25.0 mg/l (Εγχειρίδιο της εταιρίας MERCK). Η έκφραση αποτελεσμάτων γίνεται σε νιτρικά ιόντα (mg/l) κατόπιν μετατροπής.

5.2.12. Προσδιορισμός Θεϊκών ιόντων SO_4 με την χρήση kit test της εταιρίας Merck

Τα θειικά ιόντα αντιδρούν με το ιωδιούχο βάριο, απελευθερώνοντας ιόντα ιωδίου. Τα ιόντα ιωδίου οξειδώνουν την τανίνη σχηματίζοντας μια καστανέρυθρη ένωση η οποία προσδιορίζεται φωτομετρικά.

Κατά την πειραματική διαδικασία, προστίθεται 1 ml δείγματος με ένα σιφόνι σε δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχεται στην συσκευασία του kit test και εμπεριέχει έτοιμο αντιδραστήριο και κατόπιν ο δοκιμαστικός σωλήνας αναδεύεται σε αναδευτήρα. Στην συνέχεια προστίθεται μία δόση αντιδραστηρίου SO_4 -1k και

αναδεύουμε έντονα έως ότου διαλυθεί το στερεό αντιδραστήριο. Κατόπιν, ο δοκιμαστικός σωλήνας παραμένει σε ηρεμία για 2min.

Ταυτόχρονα ανοίγεται το καπάκι του φωτόμετρου MERCK Spectroquant NOVA 60, ώστε να τεθεί σε λειτουργία το όργανο, να διεξάγει έναν αυτοέλεγχο σωστής λειτουργίας του συστήματος και επιλέγει αυτόματα τον τρόπο μέτρησης “Concentration” (συγκέντρωση). Στην οθόνη εμφανίζεται η ένδειξη “insert cell or start measurement”. Η κυψελίδα αναγνώρισης που συμπεριλαμβάνεται στην συσκευασία του kit test της συσκευασίας τοποθετείται στον υποδοχέα των κυλινδρικών κυψελίδων με την κάθετη γραμμή της κυψελίδας αναγνώρισης να δείχνει προς την εγκοπή του φωτόμετρου. Με αυτόν τον τρόπο αναγνωρίζεται από το όργανο το συγκεκριμένο kit test που διεξάγεται κάθε φορά.



Εικόνα 20: Φωτόμετρο MERCK Spectroquant NOVA 60.

Το δείγμα μεταφέρεται σε μία ορθογώνια κυψελίδα χαλαζία πάχους 10 mm, η οποία γεμίζεται μέχρι την χαραγή, κατόπιν σκουπίζεται πολύ καλά με καθαρό ύφασμα και τοποθετείται στον υποδοχέα των ορθογώνιων κυψελίδων του φωτόμετρου. Κατόπιν εμφανίζεται η ένδειξη “measuring” (μέτρηση) και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη. Η μέτρηση αυτή πρέπει να διεξάγεται αμέσως μετά την δειγματοληψία. Το εύρος τιμών του kit test είναι 100 - 1000 mg/l (Εγχειρίδιο της εταιρίας MERCK). Η έκφραση αποτελεσμάτων γίνεται σε θειϊκα ιόντα (mg/l) κατόπιν μεταροπής.

Κεφάλαιο 6 – Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων δειγματοληψιών και συγκριτικά διαγράμματα

6.1. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων δειγματοληψιών παλιού λιμένα Χανίων

Σημείο δειγματοληψιών «ΜΟΥΣΕΙΟ»

Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στο σημείο δειγματοληψίας «Μουσειό» η θερμοκρασία εμφανίζει σταδιακή πτώση κατά την διάρκεια τους, φαινόμενο φυσιολογικό καθώς ακολουθεί την φυσική εναλλαγή των εποχών από καλοκαίρι σε χειμώνα. Στις 15/12/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών, τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσότερων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2, \pm 0,1$ (Ξένος, 2000).

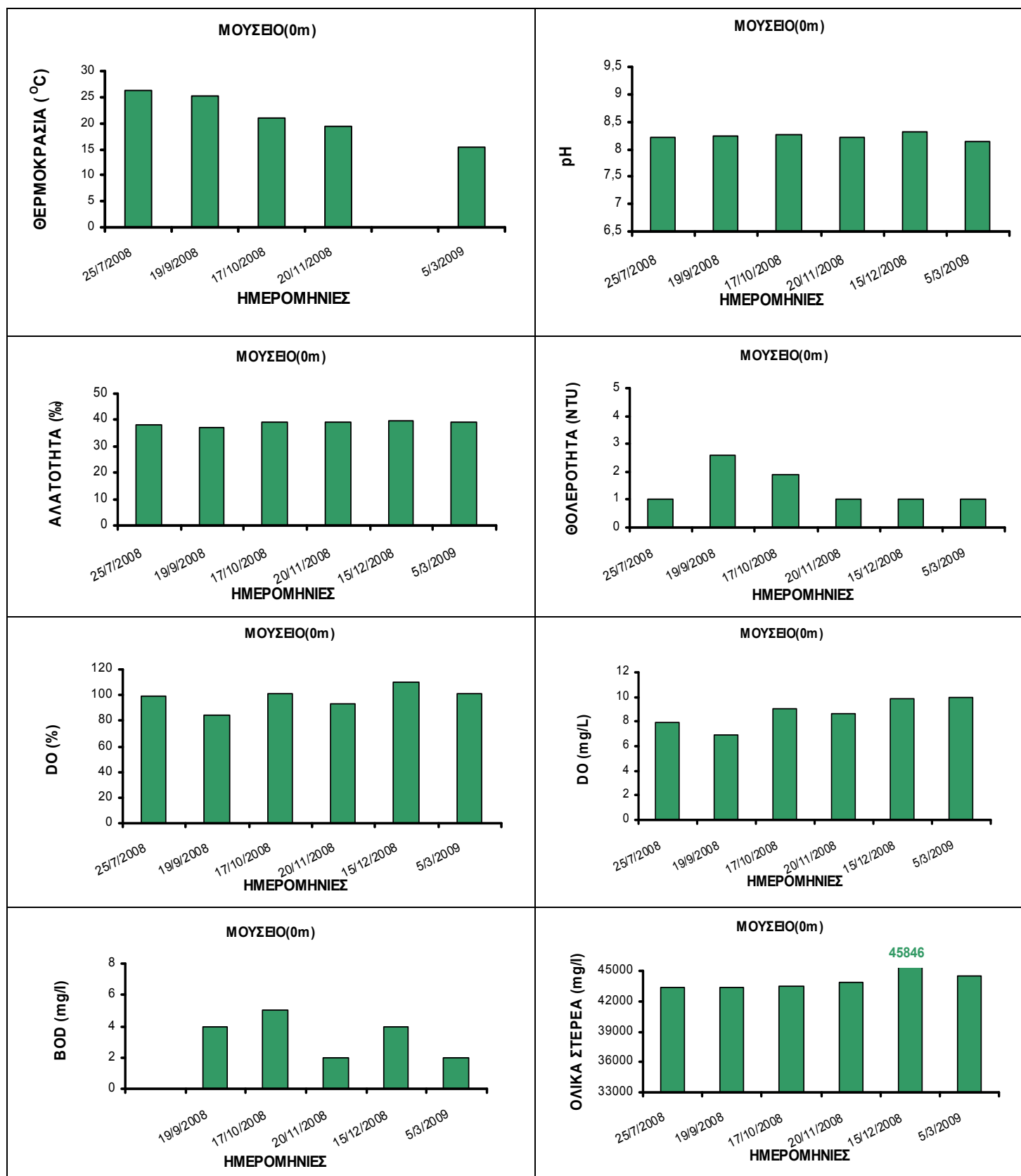
Η αλατότητα παρουσιάζει μια σταθερή και φυσιολογική τιμή κοντά στο 38,5‰, καθώς οι μετρήσεις γίνανε σε ανοιχτό σημείο του λιμανιού, στο οποίο είναι σχετικά δύσκολο να υπάρξει αλλαγή της συγκέντρωσης της μέσω της επιφανειακής εξάτμισης λόγω των έντονων διεργασιών ανανέωσης των υδάτων. Η τιμή χαρακτηρίζεται φυσιολογική, καθώς στην Μεσόγειο θάλασσα η τιμή της αλατότητας είναι $S=39$ (Ξένος, 2000).

Η θολρότητα παρουσιάζει μια διακύμανση τιμών και μία μέγιστη τιμή 2,6 NTU στις 19/9/2008, πιθανότατα λόγω αυξημένων διαλυμένων σωματιδίων στο δείγμα, λόγω έντονης ανάδευσης του πυθμένα εξαιτίας της ύπαρξης μετακίνησης υδάτινων μαζών κατά την διαδικασία ανανέωσης του νερού του παλιού λιμανιού.

Το διαλυμένο οξυγόνο (%) παρουσιάζει μια αυξητική τάση, με την χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται στις 19/9/2008 και την μεγαλύτερη στις 15/12/2008 ενώ πάντα κυμαίνεται εντός των ορίων του νομικά θεσμοθετημένου επιθυμητού ορίου του ποσοστού διαλυμένου οξυγόνου κορεσμού (80-120%) για τα νερά κολύμβησης, (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Η αύξηση των τιμών του διαλυμένου οξυγόνου μπορεί να οφείλεται στην πιο έντονη οξυγόνωση των επιφανειακών τμημάτων της θάλασσης, λόγω της πιο έντονης επαφής τους με τον αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω αύξηση του επιφανειακού κυματισμού, καθώς και σε πιθανό υποτροπιασμό της θαλάσσιας βλάστησης λόγω χαμηλότερων θερμοκρασιών του νερού, με αποτέλεσμα να υπάρχει περίσσια αδέσμευτου διαλυμένου οξυγόνου. Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε mg/l ακολουθεί την επί τοις εκατό έκφραση του διαλυμένου οξυγόνου (%).

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο κυμαίνεται μέσα σε φυσιολογικές τιμές για μη ρυπασμένα νερά σημειώνοντας όχι σημαντικές διακυμάνσεις, καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφωνά με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Στις 25/7/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

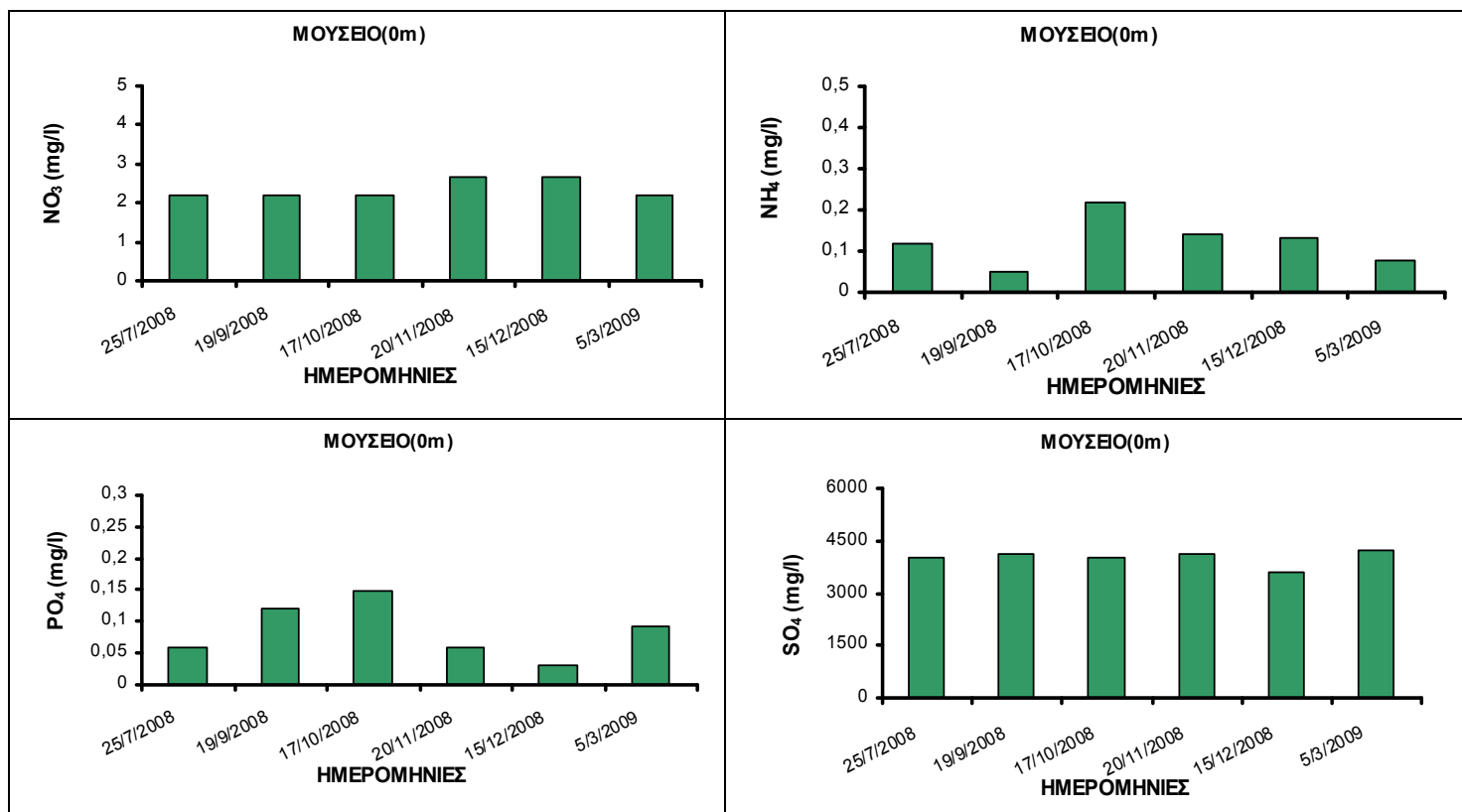
Τα ολικά στερεά παρουσιάζουν μια σταθερή τιμή η οποία οφείλεται πιθανότατα στα διαλυμένα άλατα και τα αιωρούμενα στερεά (**Σχήμα 1**)



Σχήμα 1 : Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολρότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Όσο αφορά τα θρεπτικά στοιχεία, και συγκεκριμένα τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζει σχετικά σταθερή και χαμηλή τιμή καθώς το ανώτατο επιτρεπτό όριο του στα θαλασσινά νερά είναι 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα παρουσιάζει μια ελάχιστη τιμή στις 19/9/2008 σημειώνοντας 0,05 mg/l και μία μέγιστη τιμή 0,22 mg/l στις 17/10/2008, ενώ γενικά κυμαίνονται σε χαμηλές συγκεντρώσεις καθώς το όριο των αμμωνιακών ιόντων για το πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980) (**Σχήμα 2**).



Σχήμα 2: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l), σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Τα φωσφορικά ιόντα, των οποίων οι μεγάλες συγκεντρώσεις μαρτυρούν έκπλυση απορρυπαντικών, καθώς αυτά περιέχουν πολυφωσφορικά ιόντα για την αποσκλήρυνση του νερού, παρουσιάζουν μια αυξητική τάση κατά τις 3 πρώτες επαναλήψεις, παρουσιάζοντας μέγιστη τιμή στις 17/10/2008 ξεπερνώντας την τιμή 0,1mg/l, τιμή που θεωρείται κρίσιμη για την εκρηκτική ανάπτυξη των αλγών και εμφάνιση του φαινόμενου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000).

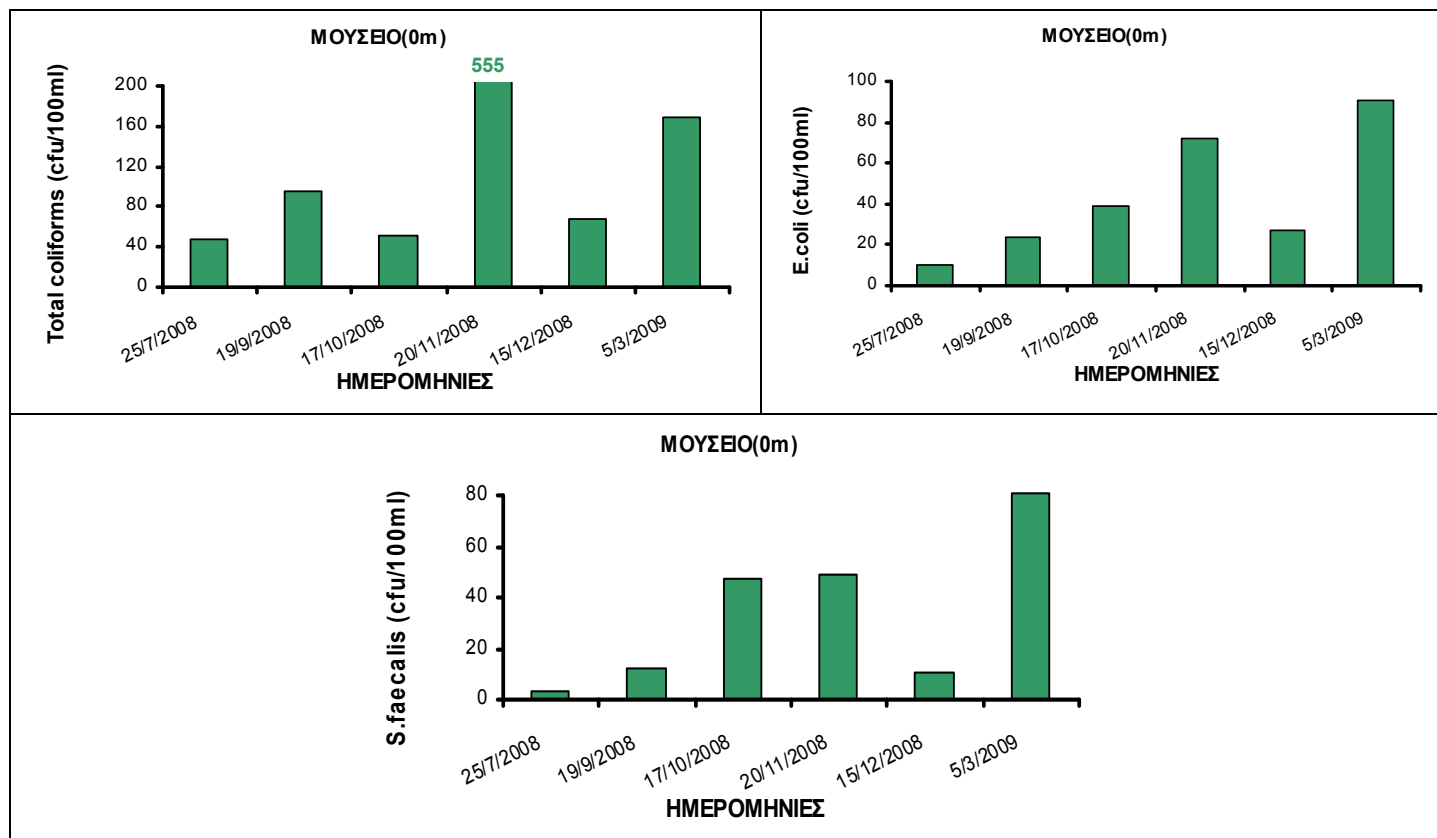
Τα θειικά ιόντα διατηρούν μια σταθερή τιμή που πιθανότατα οφείλεται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 2**).

Οι αριθμοί αποικιών των μικροβιολογικών δεικτών παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις στα αποτελέσματα τους καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων. Μέγιστη τιμή των ολικών κωλόβακτηριδίων που καταμετρήθηκαν παρουσιάζεται στις 20/11/2008, με τιμή 555 αποικιών/100ml δείγματος, τιμή που ξεπερνάει το

νομικά θεσμοθετημένο επιθυμητό όριο των 500 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

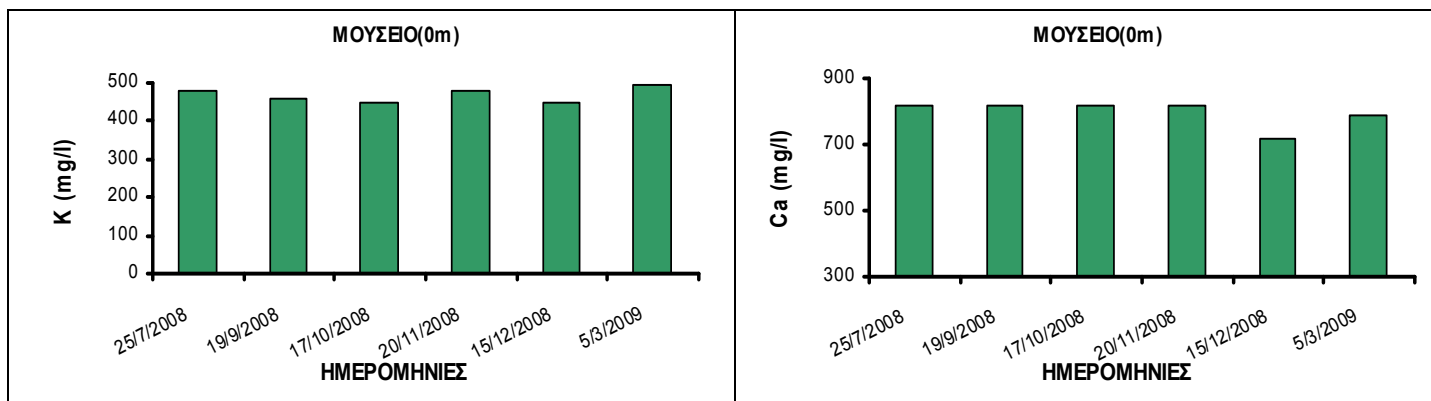
Κατά την ίδια ημερομηνία και τα E.coli εμφανίζουν μια σχετικά υψηλή τιμή, 72 αποικίες/100ml, ενώ η μεγαλύτερη συγκέντρωση αποικιών παρουσιάζεται στις 5/3/2009 όπου καταμετρήθηκαν 91 αποικίες στα 100ml δείγματος.

Οι εντερόκοκκοι επίσης παρουσιάζουν μια υψηλή τιμή στις 20/11/2008 σημειώνοντας 49 αποικίες/100ml και την μέγιστη τιμή που είναι 81 αποικίες/100ml στις 5/3/2009 τιμές που αποδεικνύουν ότι το λιμάνι δέχεται συχνά μικροβιολογικό φορτίο (**Σχήμα 3**).



Σχήμα 3: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις του καλίου, αυτές παραμένουν σταθερές κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών. Το ίδιο συμβαίνει με τις συγκεντρώσεις του ασβεστίου, γεγονός που οφείλεται στην διεργασία της αποσάθρωσης πετρωμάτων πλούσια σε γύψο (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 4**).



Σχήμα 4: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου(K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Σημείο δειγματοληψιών «ΑΡΩΜΑ»

Κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στο σημείο δειγματοληψίας «Άρωμα», η θερμοκρασία εμφανίζει σταδιακή πτώση των τιμών της καθώς από τους πιο ζεστούς καλοκαιρινούς μήνες περνάμε στους χειμερινούς. Στις 15/12/2008, δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

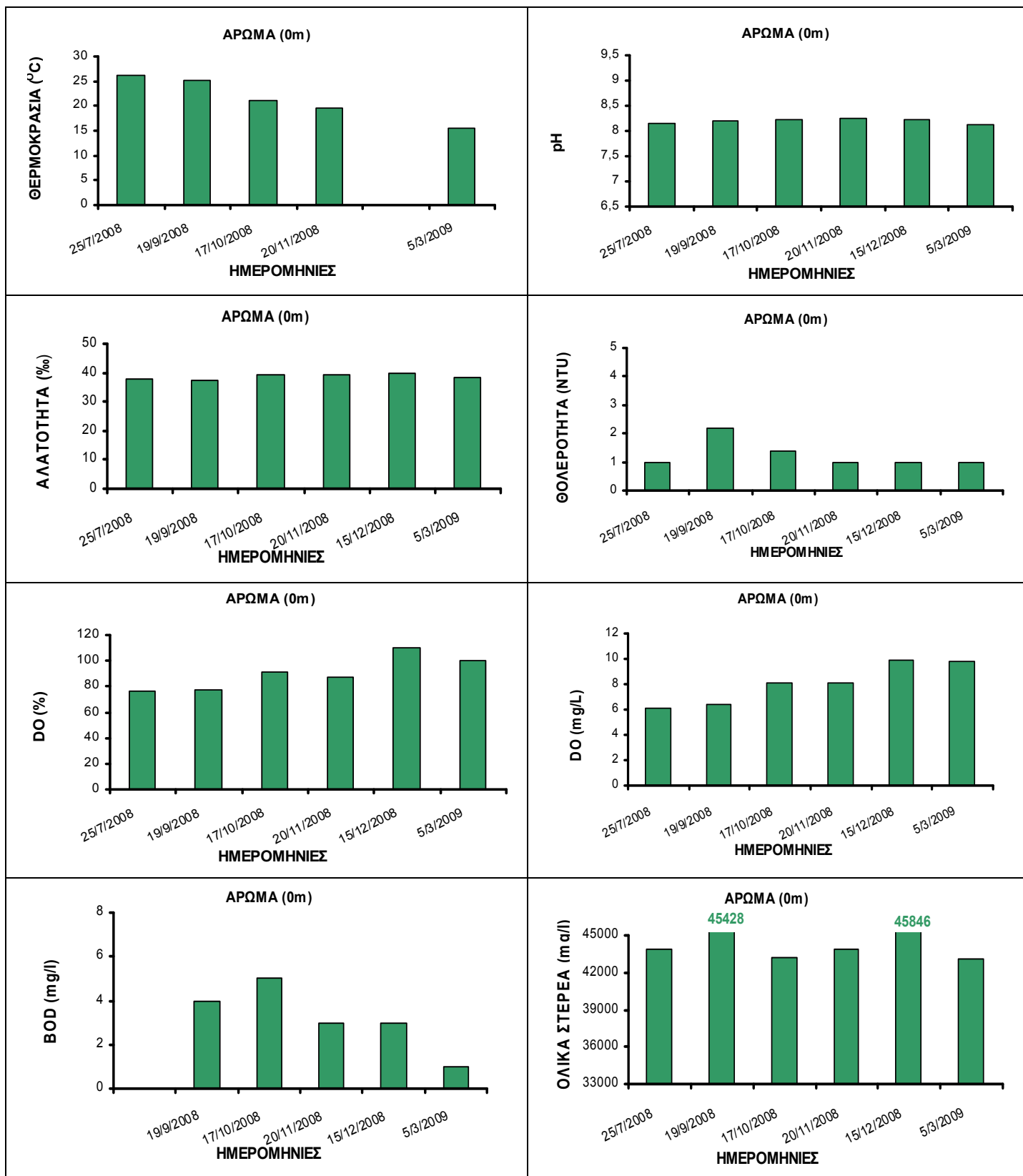
Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων νερών στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000).

Η αλατότητα, και αυτή παρουσιάζει μια σταθερή τιμή γύρω από το 39 ‰ τιμή η οποία είναι η τιμή αλατότητας της Μεσογείου θάλασσας κατά μέσο όρο (Ξένος, 2000).

Η θολρότητα παρουσιάζει μια διακύμανση τιμών και μια κορυφή στις 19/9/2008 σημειώνοντας 2,2 NTU τιμή η οποία μπορεί να χαρακτηρισει τα θαλασσινά νερά διαυγει.

Το διαλυμένο οξυγόνο (%) παρουσιάζει μια αυξητική τάση με τη χαμηλότερη τιμή να παρατηρείτε στις 25/7/2008 και τη μεγαλύτερη στις 15/12/2008, ενώ πάντα κυμαίνεται εντός των ορίων του νομικά θεσμοθετημένου του ποσοστού διαλυμένου οξυγόνου κορεσμού (80-120 %) για τα νερά κολύμβησης, (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Η αύξηση των τιμών του διαλυμένου οξυγόνου μπορεί να οφείλεται στην πιο έντονη οξυγόνωση των επιφανειακών τμημάτων της θαλάσσης, λόγω της πιο έντονης επαφής τους με τον αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες, λόγω αύξηση του επιφανειακού κυματισμού, καθώς και σε πιθανό υποτροπιασμό της θαλάσσιας βλάστησης λόγω χαμηλότερων θερμοκρασιών του νερού, με αποτέλεσμα να υπάρχει περίσσια αδέσμευτου διαλυμένου οξυγόνου. Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε (mg/l) ακολουθεί την επί τοις εκατό έκφραση του διαλυμένου οξυγόνου.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο κυμαίνεται μέσα σε φυσιολογικές τιμές για μη ρυπασμένα νερά καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφώνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Στις 25/7/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου. Τα ολικά στερεά παρουσιάζουν μια σχετικά σταθερή τιμή, με κάποιες πιο υψηλές τιμές στις 19/9/2008 και 15/2/2008 οι οποίες οφείλονται πιθανότητα σε αύξηση των αιωρούμενων στερεών (**Σχήμα 5**).



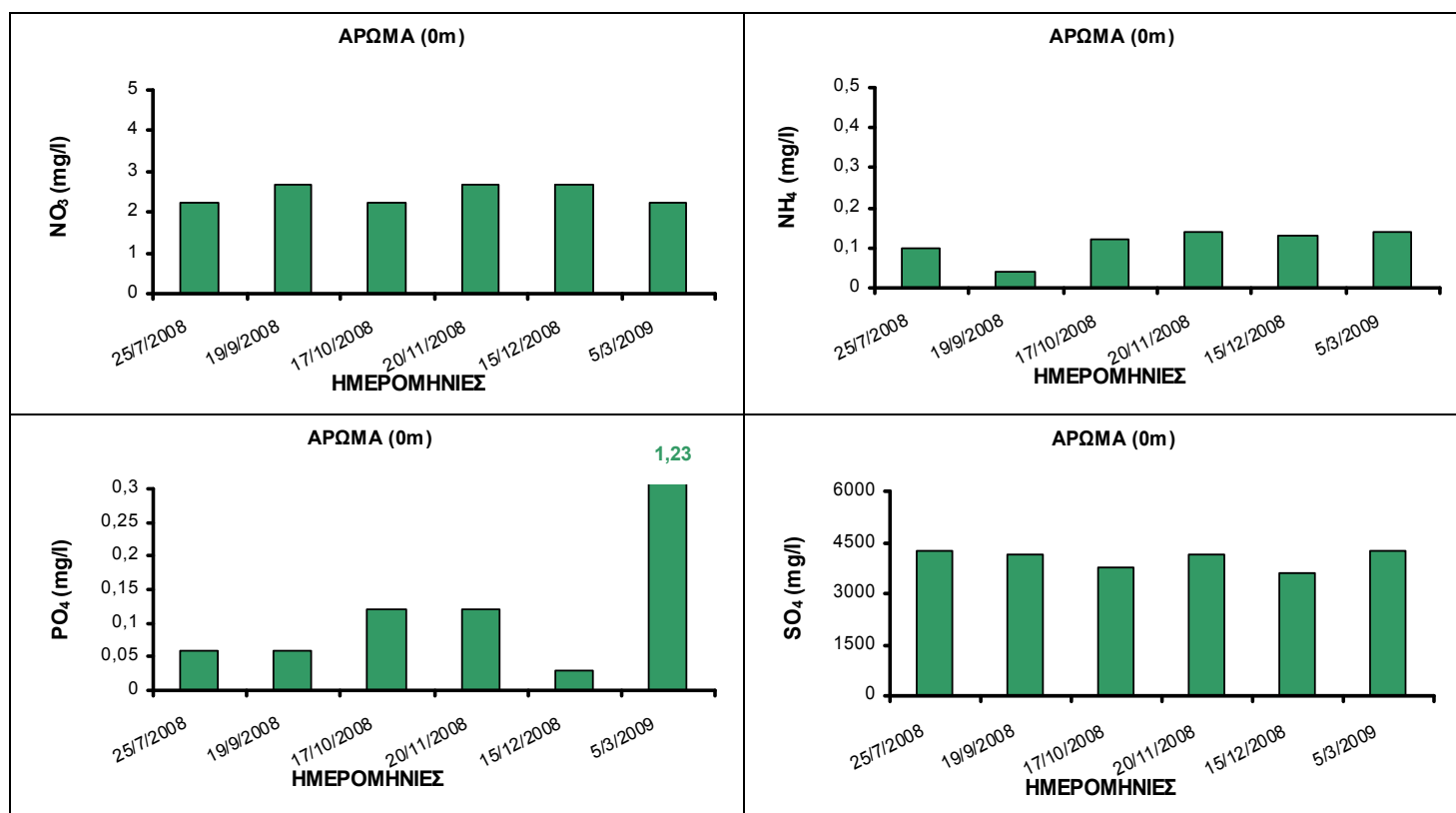
Σχήμα 5: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (%), θολρότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%) και DO (mg/l)), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Αρωμα» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Τα νιτρικά ιόντα των οποίων οι υψηλές συγκεντρώσεις προέρχονται από έκπλυση νιτρικών λιπασμάτων ή έκχυση λυμάτων στους φυσικούς αποδέκτες παρουσιάζουν μια σχετικά χαμηλή τιμή καθώς το όριο για τα θαλασσινά νερά είναι 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα παρουσιάζουν σχετικά σταθερές και χαμηλές συγκεντρώσεις, παρουσιάζοντας μια ελάχιστη τιμή στις 19/9/2008 των 0,04 mg/l τιμή πολύ ικανοποιητική καθώς το όριο του αμμωνιακού αζώτου για το πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Τα φωσφορικά ιόντα, τα οποία παρουσιάζουν μια μέγιστη τιμή στις 5/3/2009, ξεπερνώντας κατά πολύ την τιμή 0,1 mg/l, τιμή που θεωρείται οριακή για την εκρηκτική ανάπτυξη των αλγών (Ξένος, 2000) και φτάνοντας τα 1,23 mg/l τιμή που εμφανίζεται σε νερά που παρουσιάζουν ευτροφικές συνθήκες πολύ συχνά συνδέονται με έκπλυση οικιακών ή βιομηχανικών απορρυπαντικών στο λιμάνι, καθώς αυτά περιέχουν πολυφωσφορικά ιόντα για την αποσκλήρυνση του νερού στην σύνθεσή τους.

Τα θειικά ιόντα διατηρούνε μια σχετικά σταθερή τιμή που πιθανότατα οφείλεται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 6**).



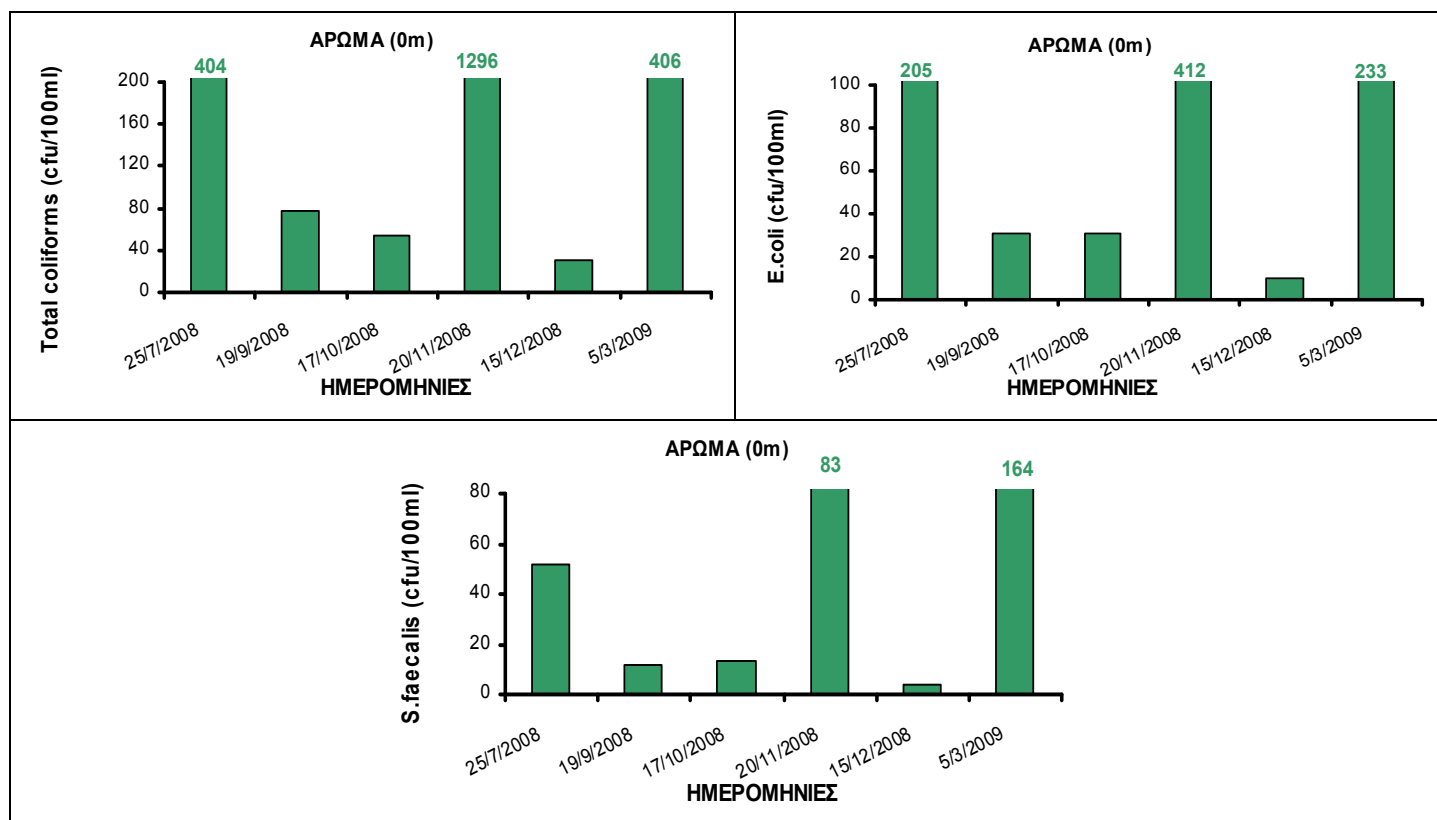
Σχήμα 6: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l) και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Άρωμα» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι μικροβιολογικοί δείκτες παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις τιμών στα αποτελέσματά τους καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων. Τρεις κορυφές στις γραφικές παραστάσεις, στις 25/7/2008, 20/11/2008 και 5/3/2009 δηλώνουν ξεκάθαρα

ότι στο σημείο δειγματοληψίας εκείνες τις ημερομηνία υπήρξε μόλυνση των υδάτων από λύματα.

Στις 25/7/2008 καταμετρήθηκαν 404 αποικίες ολικών κολοβακτηριδίων /100ml, τιμή η οποία πλησιάζει πολύ το επιθυμητό νομοθετημένο όριο που είναι 500 αποικίες /100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Στο ίδιο δείγμα καταμετρήθηκαν επίσης 206 αποικίες E.coli σε 100 ml δείγματος, τιμή η οποία ξεπερνάει τα όρια των 100 αποικιών/100ml που ισχύει για τα νερά κολύμβησης. Επίσης, καταμετρήθηκαν 52 αποικίες κολοβακτηριδίων σε 100 ml δείγματος, τιμή αρκετά υψηλή.

Η μέγιστη τιμή των ολικών βακτηριδίων παρουσιάζεται στις 20/11/2008 με τιμή 1296 που ξεπερνάει κατά πολύ το νομικά θεσμοθετημένο επιθυμητό όριο των 500 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Κατά την ίδια ημερομηνία και τα E.coli εμφανίζουν 205 αποικίες/100ml δείγματος, ξεπερνώντας το νομικά θεσμοθετημένο όριο των 100 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Οι εντερόκοκκοι, επίσης παρουσιάζουν μια υψηλή τιμή στις 20/11/2008 σημειώνοντας 83 αποικίες/100ml δείγματος (Σχήμα 7).

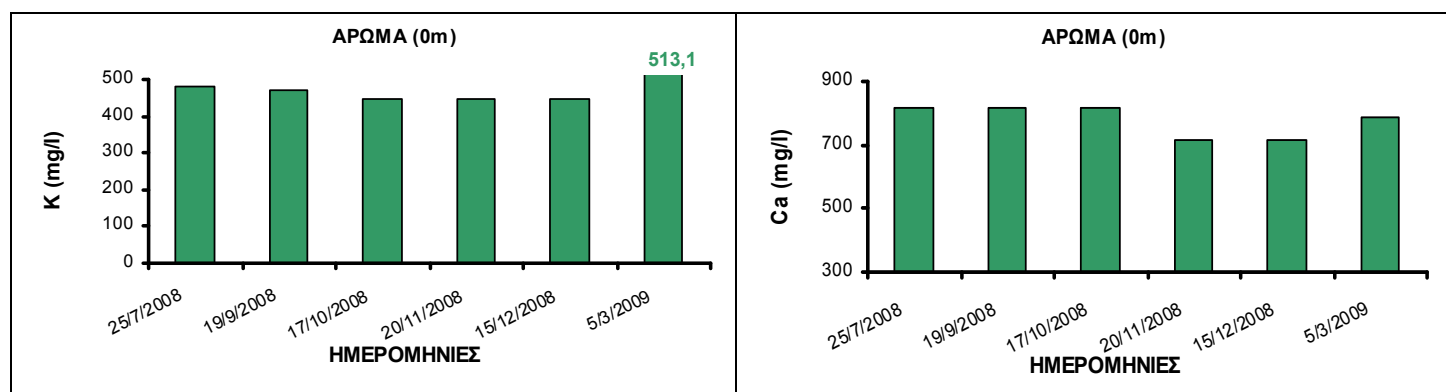


Σχήμα 7: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis), σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Άρωμα» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Στην τελευταία δειγματοληψία που έγινε στις 5/3/2009 καταμετρήθηκαν επίσης υψηλές τιμές ολικών κολοβακτηριδίων φτάνοντας τις 406 αποικίες /100ml δείγματος. Στο ίδιο δείγμα καταμετρήθηκαν 233 αποικίες E.coli σε 100ml ξεπερνώντας το νομικά θεσμοθετημένο όριο των 100 αποικιών/100ml (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Το ίδιο δείγμα παρουσίασε τον υψηλότερο αριθμό αποικιών του εντερόκοκκου, 164 αποικίες/100ml,

τιμή πάνω από τα όρια των 100 αποικιών/100ml που ισχύει για τα νερά κολύμβησης(ΦΕΚ 438B/3-7-1988) (Σχήμα 7).

Η συγκέντρωση του καλίου παραμένει σταθερή καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών, καθώς και οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου. Η ύπαρξη τους στα φυσικά νερά της Ελλάδος συνδυάζεται με την φυσική διεργασία της αποσάθρωσης ασβεστολιθικών πετρωμάτων πλούσια σε γύψο (Ζανάκη, 2001) (Σχήμα 8).



Σχήμα 8: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου(K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Αρωμα» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

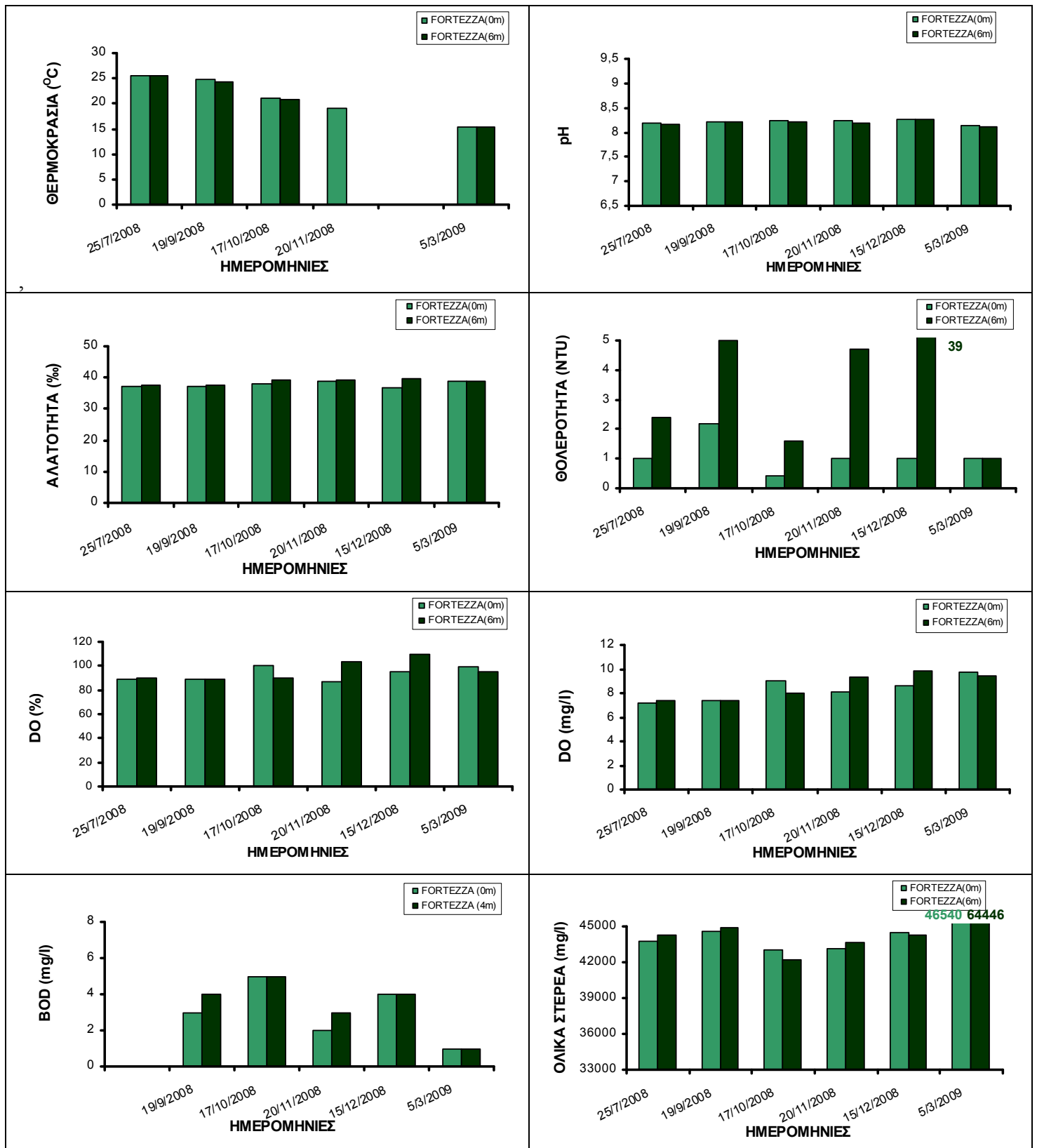
Σημείο δειγματοληψιών «FORTEZZA»

Το σημείο δειγματοληψιών Fortezza είχε κατάλληλο βάθος έτσι ώστε μπορέσαμε να πάρουμε δείγμα και από τον πυθμένα της θάλασσας που ήταν στα 6m. Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία εμφανίζει σταδιακή πτώση τόσο στην επιφάνεια όσο και στο βάθος, ακολουθώντας γενική πτώση της θερμοκρασία που συμβαίνει λόγω μετάβασης από την εποχή του καλοκαιριού σε χειμώνα. Οι χαμηλότερες θερμοκρασίες καθώς είναι λογικό επόμενο καταγραφονται στο βάθος. Στις 15/12/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 και στα δύο βάθη, τιμή που είναι φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων νερών στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000).

Η αλατότητα και αυτή παρουσιάζει μια σταθερή τιμή, και στην επιφάνεια και στο βάθος των 6m, γύρω στο 38, τιμή η οποία χαρακτηρίζεται φυσιολογική καθώς η αλατότητα της Μεσογείου υπολογίζεται στο $S=39$ κατά μέσο όρο (Ξένος, 2000).

Η θολρότητα παρουσιάζει μια διακύμανση τιμών, με τις μεγαλύτερες τιμές να εμφανίζονται στα δείγματα που προέρχονται από το βάθος των 6m σημειώνοντας την μεγαλύτερη τιμή των 39 NTU στις 15/12/2008, πιθανότατα λόγω αυξημένων διαλυμένων σωματιδίων τα οποία προέρχονται από τον πυθμένα, όπου λόγω εποχής μπορούμε να υποθέσουμε ότι θα παρουσίαζε μεγαλύτερη θολρότητα λόγω αναταραχής του πυθμένα εξαιτίας της δράσης εποχικών ρεμάτων (Σχήμα 9)



Σχήμα 9: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (%), θολρότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» σε βάθος 0m και 6m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε περιεκτικότητα τοις εκατό παρουσιάζει μια αυξητική τάση με τη χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται στις 25/7/2008 και τη μεγαλύτερη στις 15/12/2008, τόσο στα δείγματα επιφανείας όσο και στα δείγματα του βάρους, ενώ πάντα κυμαίνεται μέσα στα όρια του νομικά θεσμοθετημένου 80-120 % του ποσοστού διαλυμένου οξυγόνου κορεσμού για τα νερά κολύμβησης, (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Οι μεγαλύτερες τιμές του εμφανίζονται, ως επί των πλείστων, στα επιφανειακά δείγματα (Ξένος, 2000), και η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται στην πιο έντονη οξυγόνωση των επιφανειακών τμημάτων της θαλάσσης, λόγω της πιο έντονης επαφής τους με τον αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω αύξησης του επιφανειακού κυματισμού, ενώ η αύξηση του ποσοστού του οξυγόνου στα δείγματα του βάρους, μπορεί να δικαιολογηθεί με αύξηση της φωτοσύνθετικής δραστηριότητας του φυτοπλακτού. Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε mg/l ακολουθεί την έκφραση του επί τοις εκατό διαλυμένου οξυγόνου.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο σημειώνει σε όλες τις επαναλήψεις σχετικά χαμηλές τιμές οι οποίες εμφανίζονται σε μη ρυπασμένα νερά καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή BOD₅ <40 mg/l συμφωνά με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Στις 25/7/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

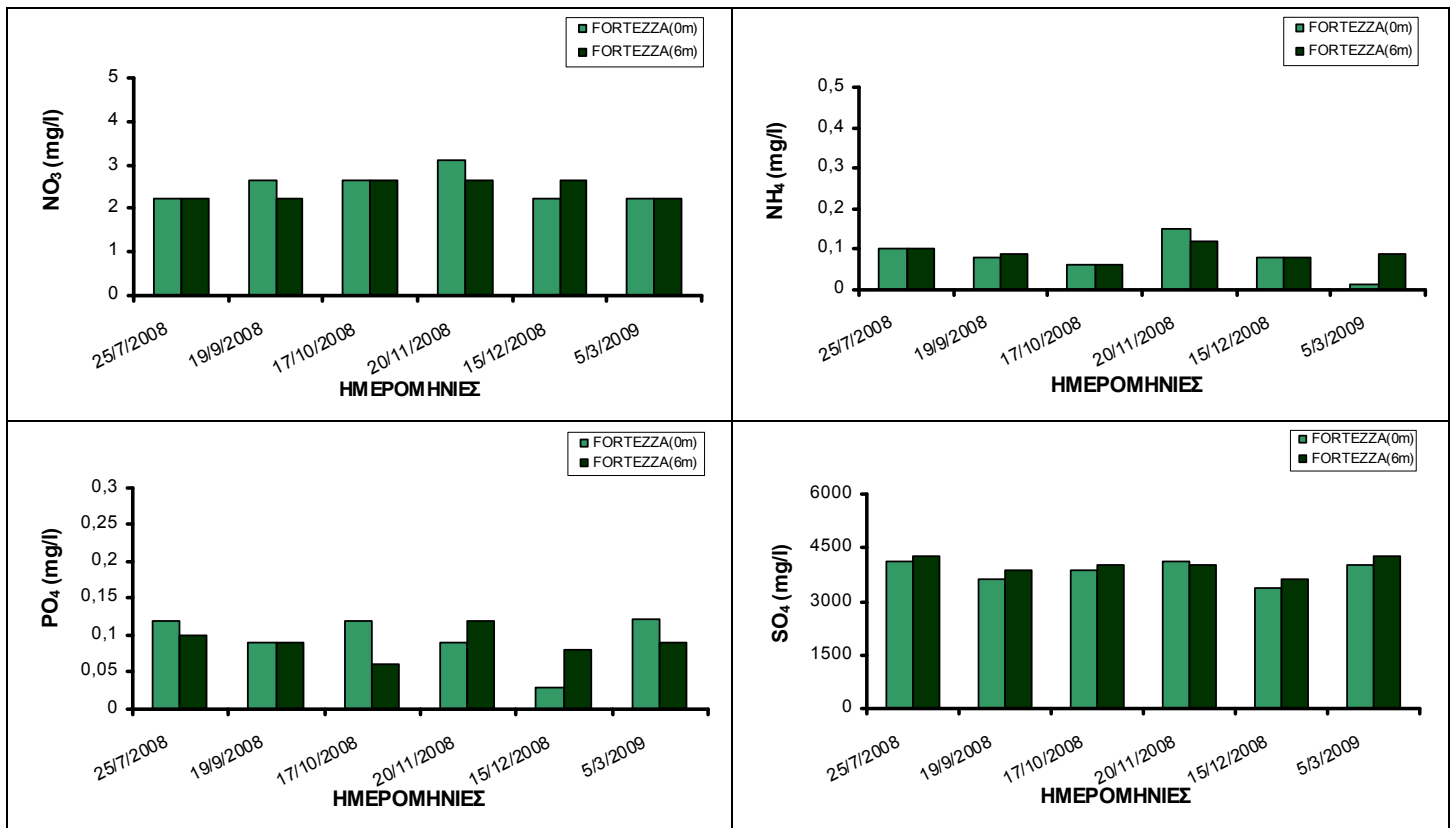
Τα ολικά στερεά παρουσιάζουν μια μέγιστη τιμή στην τελευταία δειγματοληψία η οποία πραγματοποιήθηκε στις 5/3/2009 η οποία οφείλεται πιθανότητα σε αύξηση των συμπαρασυρόμενων αιωρούμενων σωματιδίων, λόγω της πιο έντονης ανατάραξης του πυθμένα από τα ενισχυμένα κατά την χειμερινή περίοδο θαλάσσια ρεύματα (**Σχήμα 9**).

Στα νιτρικά ιόντα παρατηρείται μια σχετικά σταθερή συγκέντρωση και στα επιφανειακά δείγματα και στα δείγματα βάρους με τιμές που είναι πολύ κατώτερες του ανώτερου επιτρεπτού ορίου (Ζανάκη, 2001).

Στα αμμωνιακά ιόντα τόσο στο επιφανειακό δείγμα όσο και στο δείγμα από τον βυθό του σημείου δειγματοληψίας, εμφανίζονται σταθερές σχετικά συγκεντρώσεις και ιδιαίτερα χαμηλές τιμές καθώς το όριο του αμμωνιακού αζώτου για το πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Τα φωσφορικά ιόντα συγκρατούνται σε τιμές κοντά στην οριακή τιμή των 0,1 mg/l που προκαλεί την εκρηκτική άξηση των άλγων (Ξένος, 2000) και συνεπώς υποδεικνύουν έντονη ρύπανση των υδάτων.

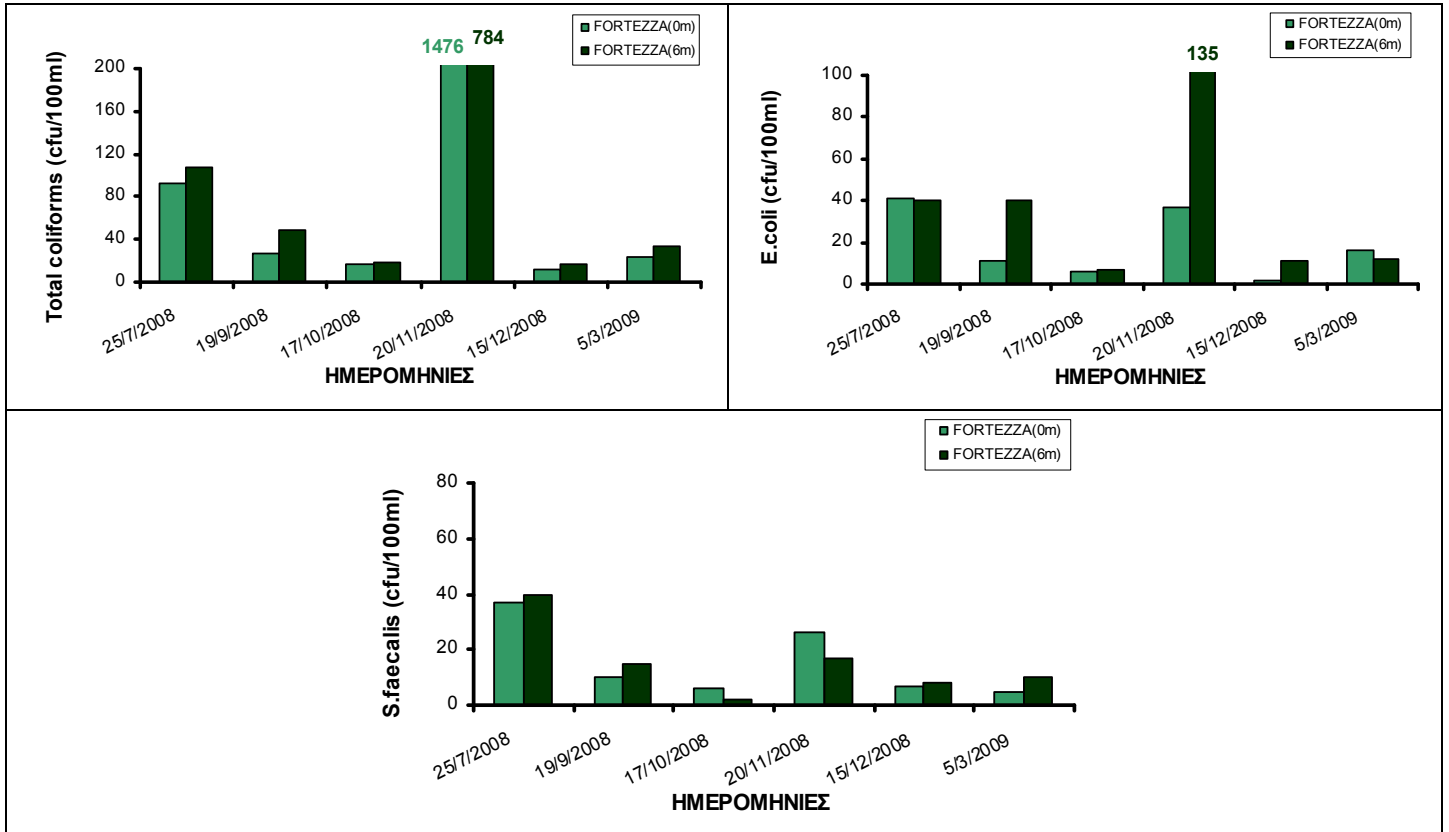
Οι συγκεντρώσεις των θειϊκών ιόντων διατηρούν μια σχετικά σταθερή τιμή που πιθανότατα οφείλεται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των πετρωμάτων, (Ζανάκη, 2001) με το δείγμα βάρους να παρουσιάζει ελαφρώς υψηλότερες τιμές, πιθανότατα γιατί τα ιόντα του θείου κατακάθονται σε ίζημα (**Σχήμα 10**).



Σχήμα 10: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικών ιόντων (mg/l) και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» σε βάθος 0m και 6m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

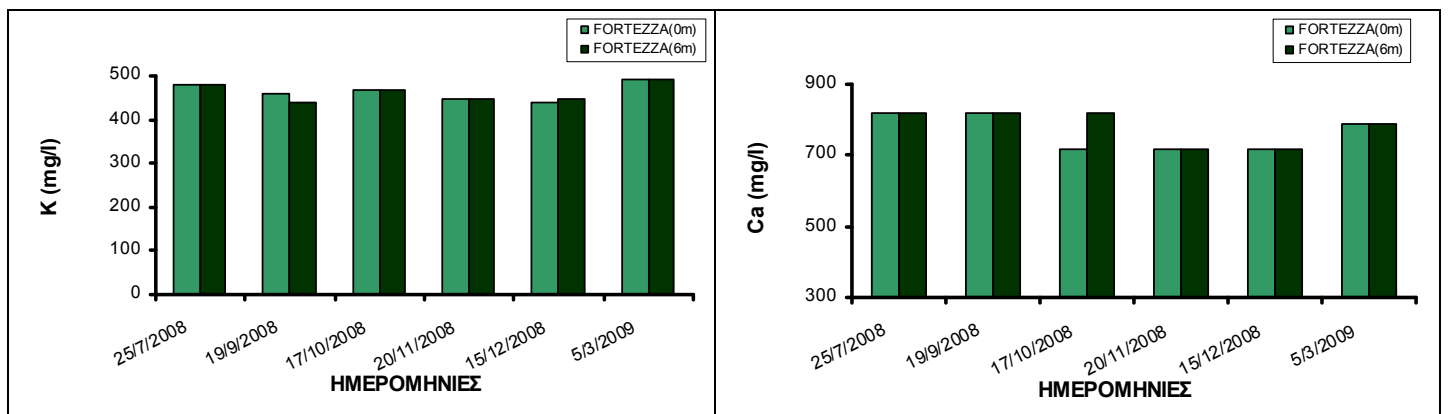
Οι μικροβιολογικοί δείκτες, παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις στα αποτελέσματά τους καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών. Αρχικά, στις 25/7/2008 παρατηρείται μια συγκέντρωση που μαρτυρεί την μόλυνση του λιμανιού, καθώς εμφανίζονται 93 αποικίες ολικών κολοβακτηριδίων στο επιφανειακό δείγμα και 107 στο δείγμα του βάρους των 6m. Οι αποικίες των E.coli στο ίδιο δείγμα νερού είναι 41 αποικίες στο δείγμα της επιφάνειας και 40 στο δείγμα του βάρους, ενώ και οι εντερόκοκκοι σημειώνουν 37 και 40 αποικίες στο δείγμα της επιφάνειας και στο δείγμα του βάρους αντίστοιχα. Οι τιμές αυτές είναι κάτω των 100 αποικιών/100 ml, όριο που χρησιμοποιείται για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988), αλλά είναι τέτοιες που υποδηλώνουν την ύπαρξη μόλυνσης. Στις επόμενες δύο δειγματοληψίες παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης των αποικιών.

Οι επόμενες δύο δειγματοληψίες στις 19/9/2008 και 17/10/2008 παρουσιάζουν πολύ μικρό αριθμό αποικιών. Όμως στην συνέχεια, στις 20/11/2008 παρουσιάζεται η μέγιστη τιμή των ολικών βακτηριδίων με τιμή μεγαλύτερη στην επιφάνεια (1476 αποικίες/100ml), από ότι στο βάθος (784 αποικίες /100ml), τιμές που ξεπερνούν το θεσμοθετημένο όριο των 500 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης, (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Οι αποικίες των E.coli εμφανίζουν και αυτές την υψηλή τιμή των 135 αποικιών/100ml κατά την ίδια ημερομηνία, ξεπερνώντας και πάλι τα νομικά θεσμοθετημένα όρια των 100 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Οι εντερόκοκκοι εμφανίζουν και στις 20/11/2008 αριθμό αποικιών χωρίς όμως να ξεπερνάνε το νομοθετημένο όριο για τα νερά κολύμβησης (**Σχήμα 11**).



Σχήμα 11: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» σε βάθος 0m και 6m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι τιμές των συγκεντρώσεων του καλίου και του ασβεστίου παραμένουν σταθερές τόσο στα δείγματα επιφάνειας όσο και στα δείγματα βάθους, γεγονός αναμενόμενο καθώς οι εμφάνιση σταθερών τιμών και των δύο παραμέτρων συσχετίζεται με την φυσική διάβρωση των μητρικών γεωλογικών σχηματισμών (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 12**).



Σχήμα 12: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου(K (mg/l)) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» σε βάθος 0m και 6m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Σημείο δειγματοληψιών «ΝΕΩΡΙΑ»

Το σημείο δειγματοληψιών Νεώρια είχε κατάλληλο βάθος έτσι ώστε μπορέσαμε να πάρουμε δείγμα και από τον πυθμένα της θάλασσας που ήταν στα 4m.

Παρατηρούμε ότι η θερμοκρασία εμφανίζει σταδιακή πτώση στις τιμές της κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών μας τόσο στην επιφάνεια όσο και στο βάθος, ακολουθώντας την φυσική εναλλαγή των εποχών από καλοκαίρι σε χειμώνα, με τις μικρότερες τιμές όπως είναι λογικό να παρατηρούνται στο βάθος. Στις 15/12/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 και στα δύο βάθη τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων νερών στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000).

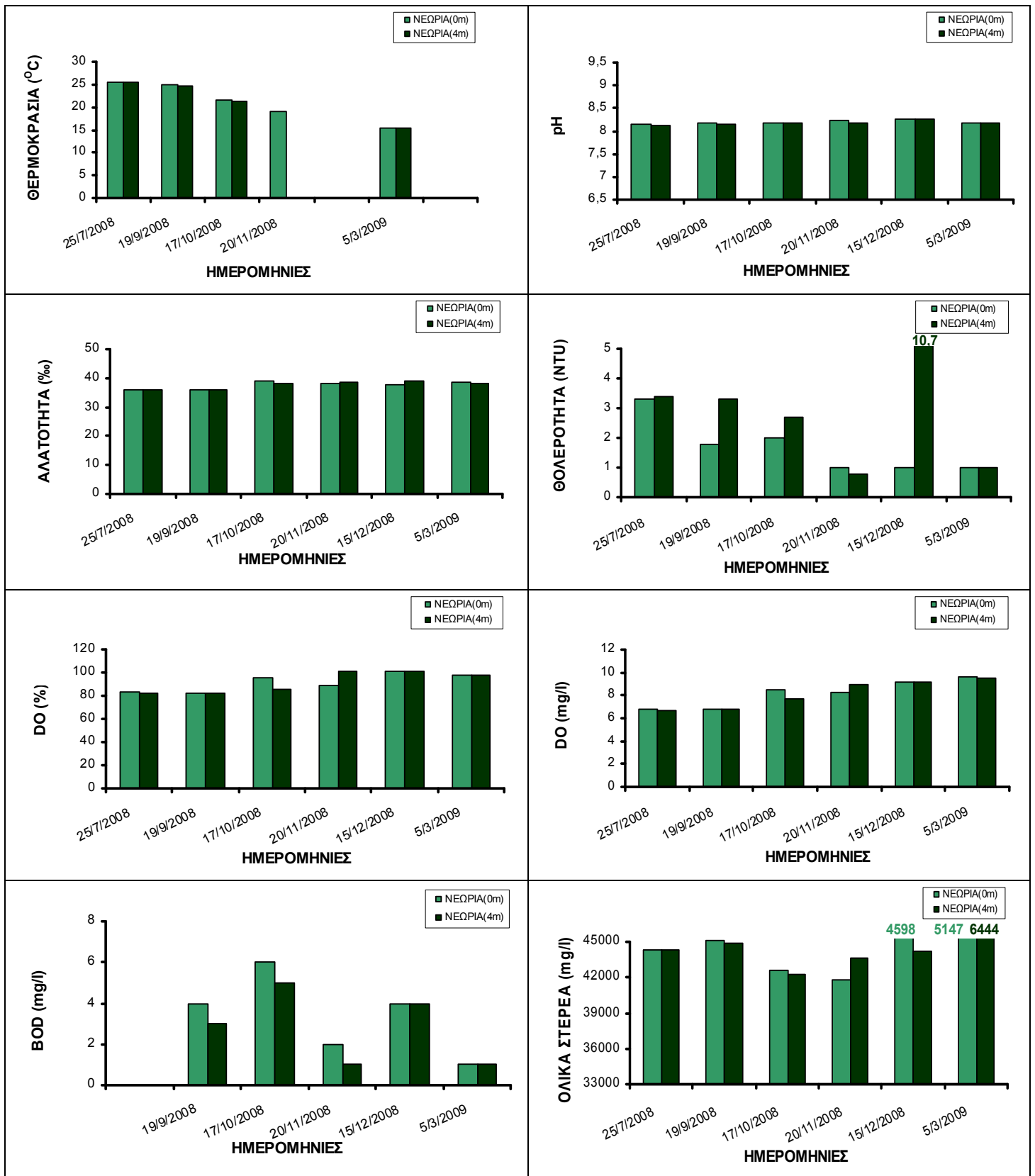
Η αλατότητα και αυτή παρουσιάζει μια σταθερή τιμή, και στα δύο δείγματα, η οποία προσεγγίζει την τιμή της αλότητας $S=39$ που εμφανίζει κατά μέσο όρο η Μεσόγειος θάλασσα (Ξένος, 2000).

Η θολερότητα παρουσιάζει μια σταδιακή μείωση των τιμών της, ενώ γενικά εμφανίζει υψηλές τιμές στα βάθη όπως και στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» παρουσιάζοντας εκεί την μεγαλύτερη τιμή της φτάνοντας τα 10,7 NUT στις 15/12/2008, πιθανότατα λόγω έντονης ανατάραξης του πυθμένα της θάλασσας εκείνη την ημέρα λόγω εποχικών ρευμάτων που βοηθάνε στην ανανέωση των νερών του λιμανιού.

Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε περιεκτικότητα επί τοις εκατό παρουσιάζει μια αυξητική τάση με τη χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται στις 25/7/2008 και τη μεγαλύτερη στις 15/12/2008 και ταυτόχρονα κυμαίνεται εντός των ορίων του νομικά θεσμοθετημένου ποσοστού διαλυμένου οξυγόνου κορεσμού (80-120 %) για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Οι μεγαλύτερες τιμές του εμφανίζονται ως επί των πλείστων στα επιφανειακά δείγματα (Ξένος, 2000), και η παρουσία των μεγαλύτερων τιμών του διαλυμένου οξυγόνου στα επιφανειακά δείγματα μπορεί να οφείλεται στην πιο έντονη οξυγόνωση των επιφανειακών τμημάτων της θαλάσσης, λόγω της πιο έντονης επαφής τους με τον αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω αύξησης του επιφανειακού κυματισμού, ενώ όσο αφορά τα δείγματα του βάθους συνδέεται με αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε mg/l ακολουθεί την έκφραση του επί τοις εκατό διαλυμένου οξυγόνου.

Το BOD κυμαίνεται μέσα σε φυσιολογικές τιμές για μη ρυπασμένα νερά καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40 \text{mg/l}$ συμφωνά με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Στις 25/7/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Ταυτόχρονα τα ολικά στερεά παρουσιάζουν δυο πιο υψηλές κατά τις δύο τελευταίες επαναλήψεις τιμές, η μέγιστη εκ των οποίων είναι στο δείγμα του βάθους. Αυτές πιθανότατα οφείλονται σε αύξηση των συμπαρασυρόμενων αιωρούμενων σωματιδίων, λόγω πιο έντονης ανατάραξης του πυθμένα από τα ενισχυμένα κατά την χειμερινή περίοδο θαλάσσια ρεύματα (Σχήμα 13).



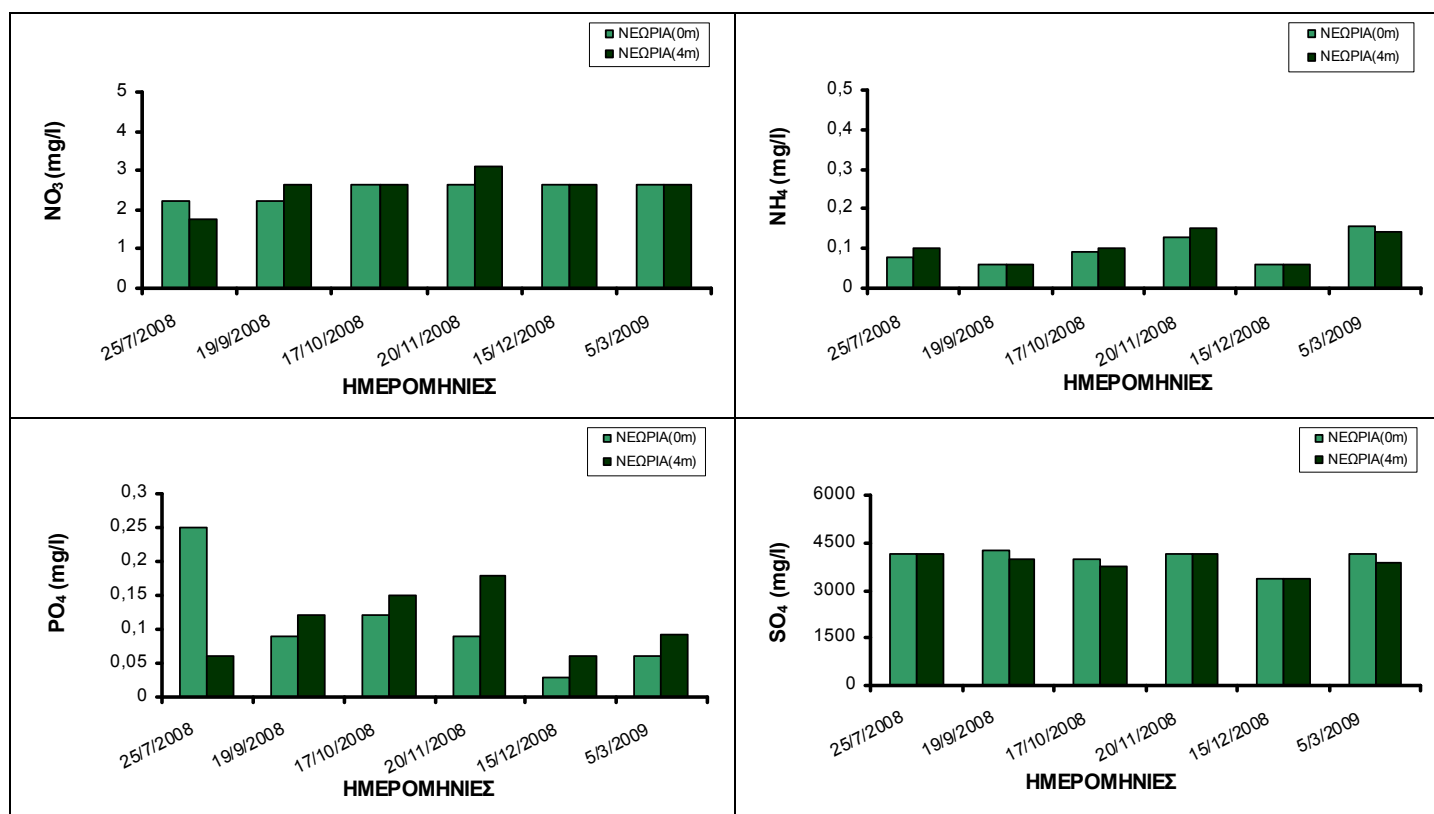
Σχήμα 13: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολερότητα (NUT), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%) και DO (mg/l)), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Νεώρια» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Στα νιτρικά ιόντα παρατηρείται μια σχετικά σταθερή συγκέντρωση καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών, τόσο στα επιφανειακά δείγματα, όσο και στα δείγματα βάθους με τιμές κατά πολύ χαμηλότερες του ανώτατου επιτρεπτού ορίου (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα και αυτά παρουσιάζουν σχετικά σταθερές τιμές και στα δύο δείγματα νερού καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών μας, τιμές που δεν ξεπερνούν ούτε το ελάχιστο όριο του αμμωνιακού αζώτου για το πόσιμο νερό των 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν. 30-8-1980).

Τα φωσφορικά ιόντα παρουσιάζουν μία μέγιστη τιμή στο επιφανειακό δείγμα στις 25/7/2008 φτάνοντας την τιμή συγκέντρωσης 0,25 η οποία όμως δεν επαναλαμβάνετε καθώς στην συνέχεια παρατηρούνται συνολικά χαμηλότερες συγκεντρώσεις. Γενικά, παρατηρούνται πιο υψηλές τιμές στα δείγματα του βάθους, ξεπερνώντας κατά πολύ στις 19/9/2008, 17/10/2008, και στις 20/11/2008, το όριο του 0,1 mg/l που συνήθως οδηγεί σε ευτροφισμό των υδάτων (Ξένος, 2000).

Τα θειικά ιόντα διατηρούν μια σχετικά σταθερή τιμή τόσο στα επιφανειακά δείγματα όσο και στα δείγματα βάθους που πιθανότατα οφείλεται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 14**).



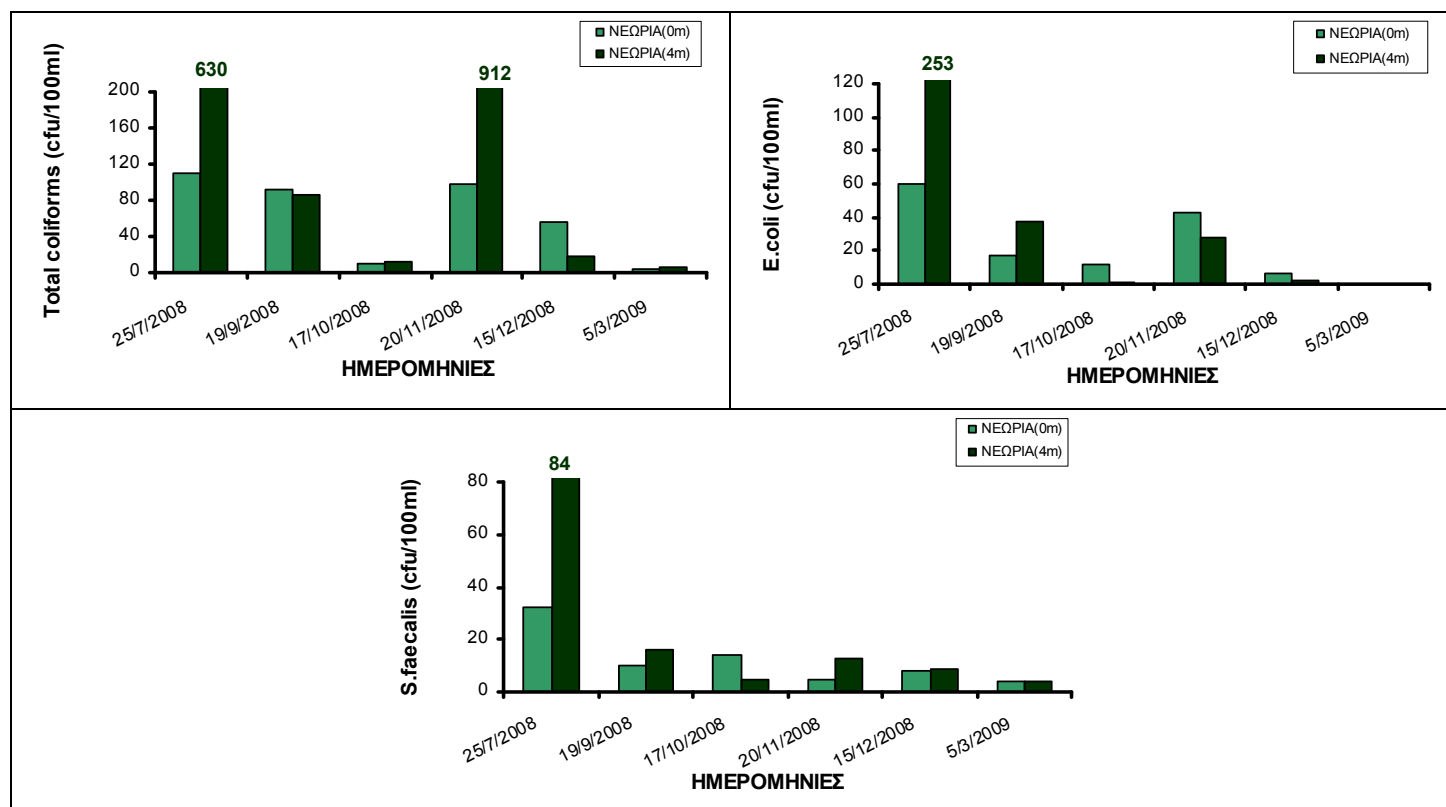
Σχήμα 14: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικών ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Νεώρια» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι μικροβιολογικοί δείκτες μόλυνσης των υδάτων παρουσιάζουν έντονες διακυμάνσεις των συγκεντρώσεών τους καθ' όλη την διάρκεια των επαναληπτικών μετρήσεων. Κατά την πρώτη δειγματοληψία, υπήρξε σαφής ένδειξη μόλυνσης των

υδάτων, καθώς τα ολικά κολοβακτηρίδια εμφάνισαν 630 αποικίες/100ml στο δείγμα του βάθους, ξεπερνώντας τα επιτρεπόμενα όρια των 500 αποικιών/100ml που ισχύουν για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988) ενώ καταμετρήθηκαν και 110 αποικίες στο επιφανειακό δείγμα.

Οι αποικίες των E.coli ήταν και αυτές αντίστοιχα υψηλές καθώς καταμετρήθηκαν 253 αποικίες/100ml στο δείγμα του βάθους και 60 αποικίες στο δείγμα της επιφανείας και οι αποικίες των εντεροκόκκων παρουσιάζουν πολύ υψηλές τιμές, ξεπερνώντας στα ολικά κολοβακτηρίδια και στα E.coli τα επιτρεπόμενα όρια των 500 αποικιών/100ml και των 100 αποικιών/100ml αντίστοιχα (ΦΕΚ 438B/3-7-1988) για άλλη μια φορά στο δείγμα βάθους. Οι εντεροκόκκοι παρουσίασαν και αυτοί αρκετές αποικίες, συγκεκριμένα 84 για το δείγμα του βάθους και 32 για το επιφανειακό δείγμα.

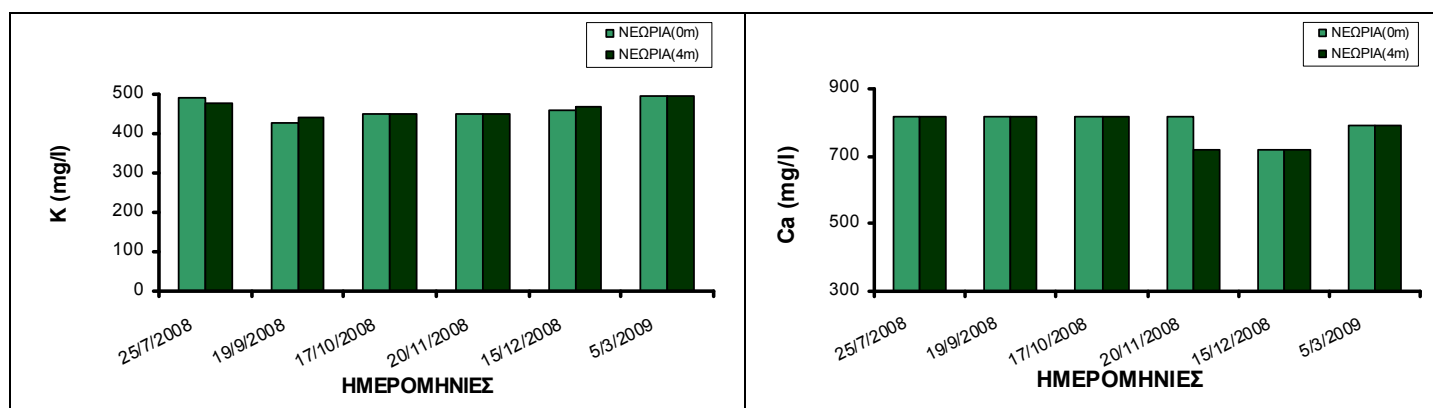
Στις επόμενες δειγματοληψίες οι αριθμοί των αποικειών είναι κατά πολύ μικρότεροι εκτός της ημερομηνίας 20/11/2008, όπου παρουσιάζεται ξανά μεγάλος αριθμός αποικειών ολικών κολοβακτηριδίων, τα οποία έφτάσαν τις 912 αποικίες στα 100ml δείγματος ξεπερνώντας τα αντίστοιχα όρια για τα νερά κολύμβησης των 500 αποικιών/100ml (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Οι δείκτες E.coli και Εντεροκόκκου σημειώνουν και αυτοί κάποιες τιμές χωρίς όμως να ξεπερνάνε τα αντίστοιχα όρια για τα νερά κολύμβησης (**Σχήμα 15**).



Σχήμα 15: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Νεώρια» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι συγκεντρώσεις του καλίου παρουσιάζουν σταθερές τιμές και στα δύο βάθη. Ταυτόχρονα σταθερές παραμένουν οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου, στα δείγματα

επιφάνειας και του βάθους καθώς η παρουσία τους σχετίζεται με την φυσική αποσάθρωση πετρωμάτων πλούσια σε γύψο (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 16**).



Σχήμα 16: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Νεώρια» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

6.2. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων δειγματοληψιών λιμανιού Σούδας

Σημείο δειγματοληψιών «ΕΜΠΟΡΟΠΛΟΙΑΡΧΩΝ»

Στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» η στάθμη του νερού ήταν <4μ και για αυτό έγινε δειγματοληψία μόνο επιφανειακού δείγματος νερού. Στις 15/12/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου. Παρατηρήθηκε ότι η θερμοκρασία εμφανίζει σταδιακή πτώση στις τιμές της μετά το πέρας των καλοκαιρινών μηνών και καθώς περνάμε στον χειμώνα.

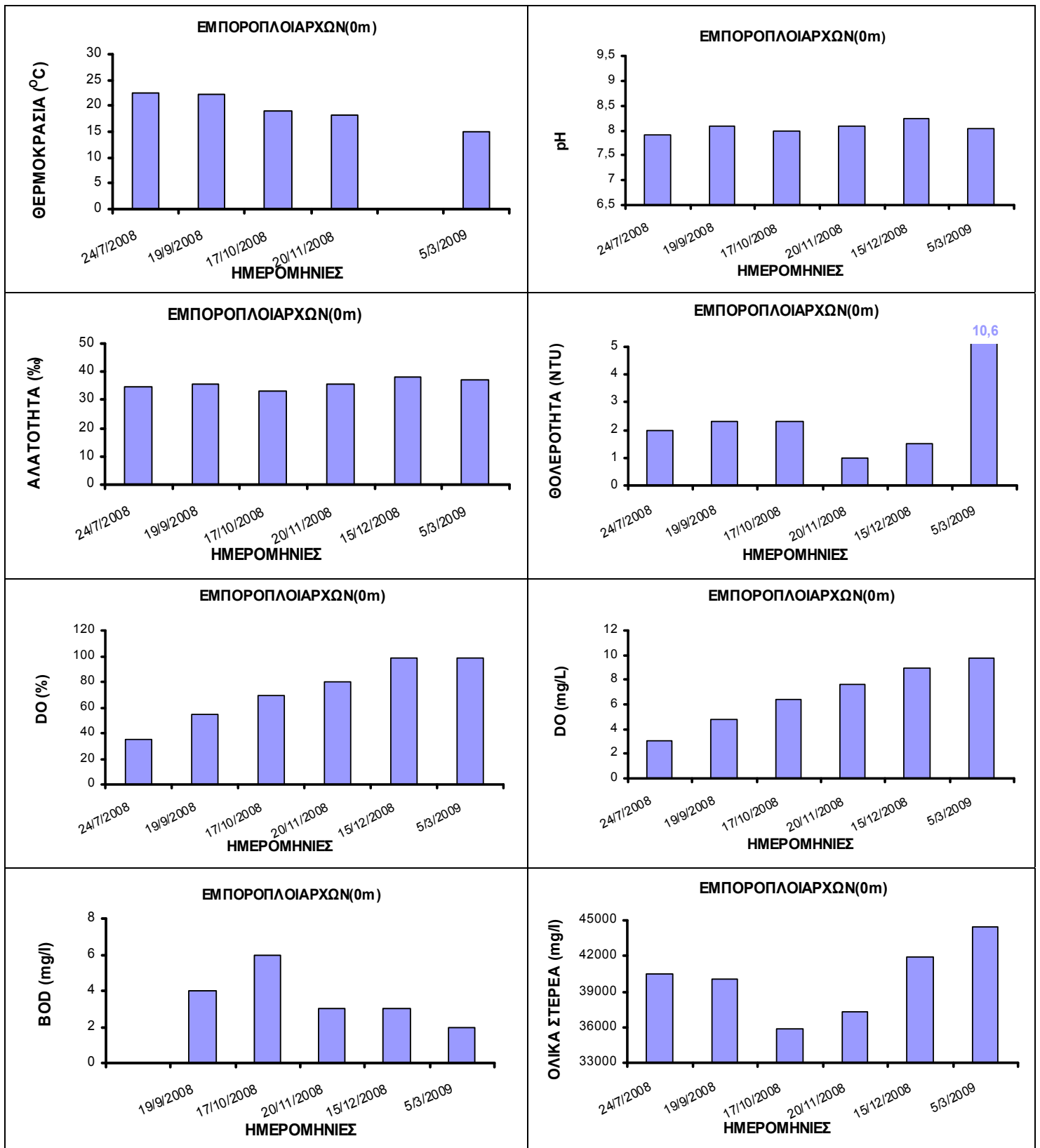
Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσότερων νερών στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000). Η αλατότητα και αυτή παρουσιάζει μια σχετικά σταθερή τιμή.

Η θολερότητα παρουσιάζει σχετική διακύμανση τιμών και μία μέγιστη τιμή 10,6 NTU στις 5/3/2009, ημερομηνία όπου ο κυματισμός στον κόλπο της Σούδας ήταν έντονος και η στάθμη του νερού πολύ χαμηλή λόγω άμπωτης, παράγοντες που συντελούν καταλυτικά στην αύξηση της θολότητας του νερού.

Το διαλυμένο οξυγόνο (%) παρουσιάζει μια σταθερά αυξητική τάση καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων. Αυτό οφείλεται στην αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε mg/l ακολουθεί την επι τοις εκατό έκφραση του διαλυμένου οξυγόνου (%).

Όσον αφορά το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, κυμαίνεται μέσα σε φυσιολογικές τιμές για μη ρυπασμένα νερά χωρίς οι τιμές να σημειώνουν σημαντικές διακυμάνσεις καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφωνά με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Στις 25/7/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Τα ολικά στερεά παρουσιάζουν διακυμάνσεις στις τιμές τους και αυξητικές τάσεις κατά τις τελευταίες δειγματοληψίες που οφείλονται στην μείωση της στάθμης της θάλασσας (**Σχήμα 17**).



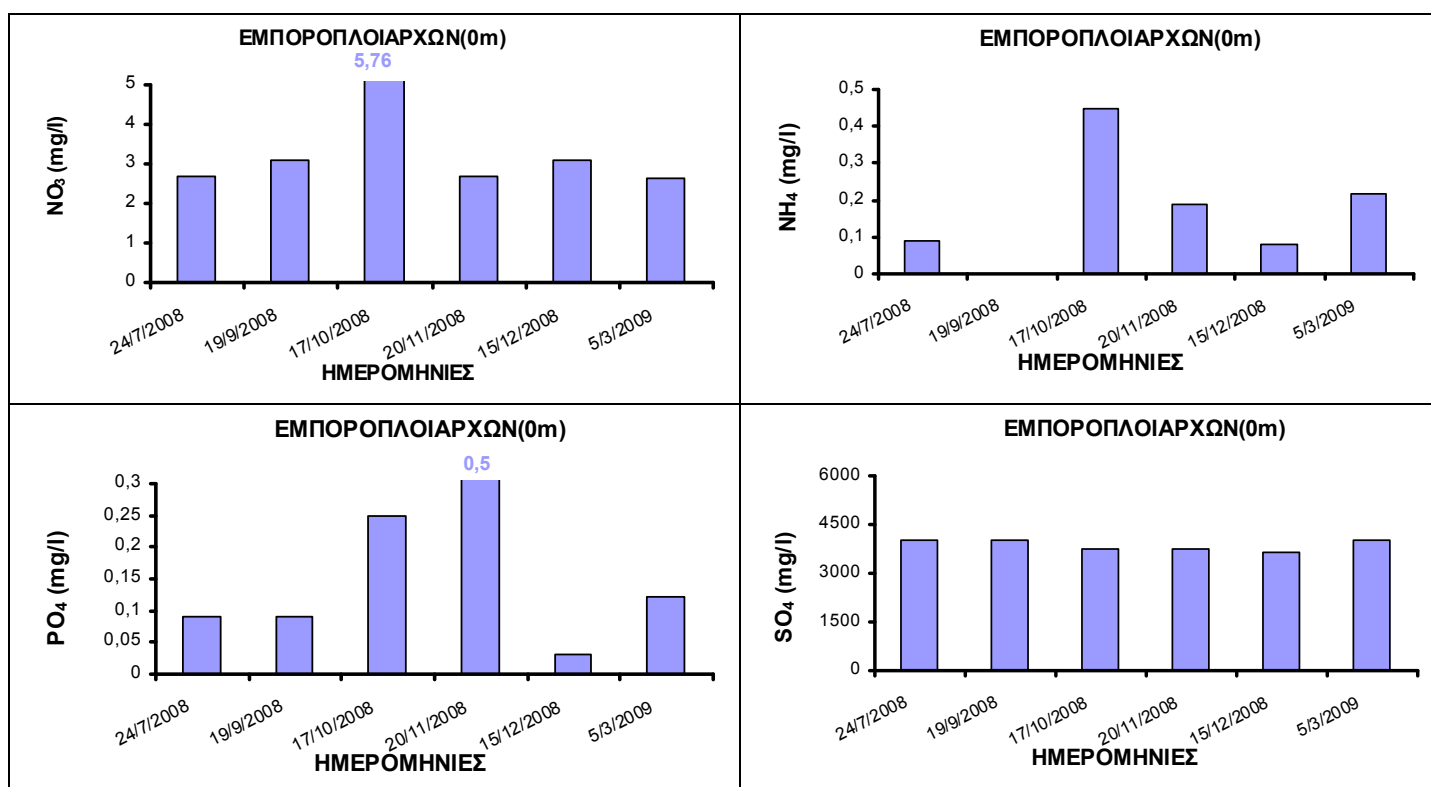
Σχήμα 17: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολρότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Όσο αφορά τα θρεπτικά συστατικά, τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζουν μία σχετικά σταθερή συγκέντρωση κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών, εκτός από την ημερομηνία δειγματοληψίας 17/10/2008, όπου σημείωσε μία μέγιστη καταμετρούμενη τιμή των 5,76 mg/l, που όμως μπορεί να χαρακτηριστεί σχετικά χαμηλή καθώς δεν ξεπερνά την ανώτατη επιτρεπτή τιμή των 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Κατά την ίδια ημερομηνία, παρουσιάστηκε αυξημένη και η συγκέντρωση των αμμωνιακών ιόντων χωρίς όμως να ξεπεράσει το ανώτερο όριο των 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980). Κατά τις υπόλοιπες ημερομηνίες οι συγκεντρώσεις τους ήταν σχετικά χαμηλές.

Τα φωσφορικά ιόντα παρουσιάζουν και αυτά γενικά χαμηλές συγκεντρώσεις, εκτός των δύο ημερομηνιών δειγματοληψίας 17/10/2008 και 20/11/2008 όπου και παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες τιμές, με μέγιστη συγκέντρωση 0,5 mg/l, τιμή που ξεπερνάει κατά πολύ το όριο του 0,1 mg/l τιμή που προκαλεί εκρηξή στην αύξηση των άλγων και εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000)

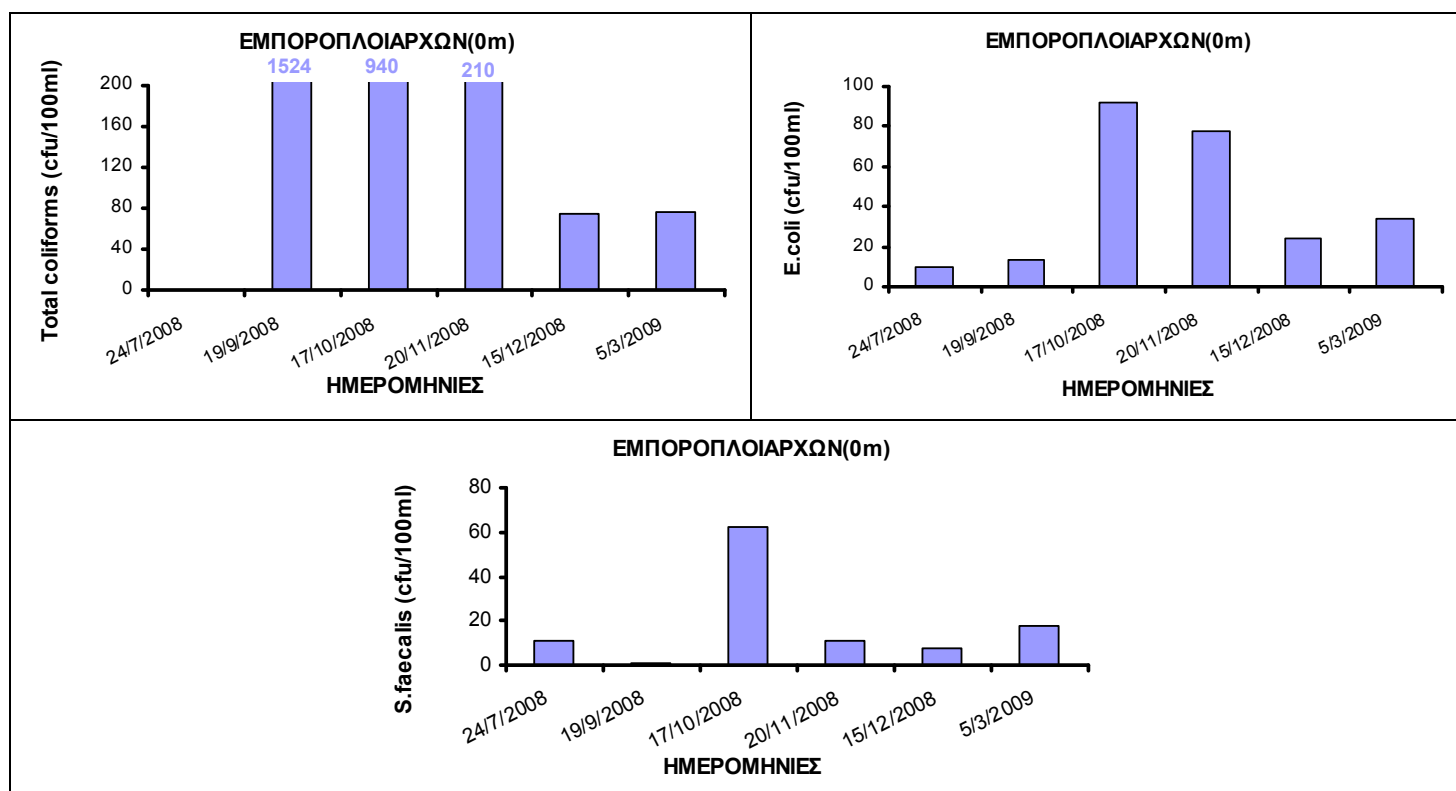
Τα θειικά ιόντα διατηρούν σταθερές τιμές καθ' όλη την διάρκεια των μετρήσεων καθώς οι σταθερές συγκεντρώσεις θειικών ιόντων που εμφανίζονται σε φυσικά νερά οφείλονται στην διαδικασία αποσάθρωσης των πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 18**).



Σχήμα 18: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l) και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

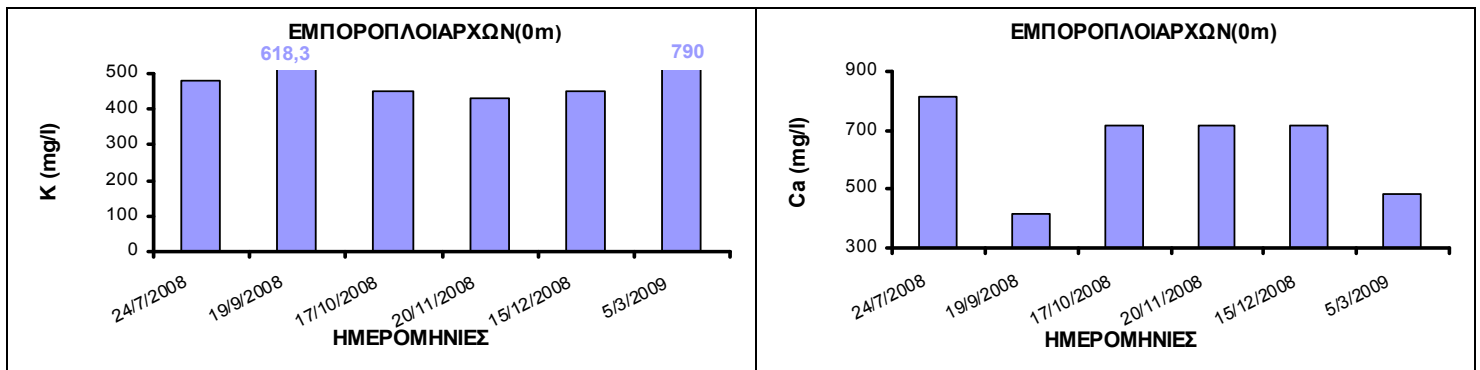
Η πιο μεγάλη τιμή μικροβιολογικού φορτίου παρουσιάζεται στις 19/9/2008, και είναι 1.524 αποικίες/100ml τιμή που ξεπερνά κατά πολύ το όριο των 500 αποικιών/100ml δείγματος (ΦΕΚ 438B/3-7-1988), όμως ακολουθείται με μικρές συγκεντρώσεις στα E.coli και στους εντεροκόκκους.

Στις 17/10/2008, ακολουθεί η δεύτερη μεγαλύτερη τιμή μικροβιολογικού φορτίου, αυτή των ολικών κολοβακτηριδίων που σημειώνουν 940 αποικίες/100ml, ξεπερνώντας κατά πολύ το θεσμοθετημένο όριο για το νερό κολύμβησης το οποίο είναι 500 αποικίες/ml, (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Αντιστοίχως εκείνη την ημερομηνία σημειώνονται υψηλές τιμές στα E.coli, με 92 αποικίες/100ml δείγματος ενώ στους εντεροκόκκους, με 62 αποικίες/100ml δείγματος υποδεικνύεται η ύπαρξη σοβαρής μόλυνσης των νερών της τοποθεσίας. Η τρίτη μεγαλύτερη τιμή, σημειώνεται στις 20/11/2008 όπου τα ολικά κολοβακτηρίδια σημειώνουν 210 αποικίες/ml και ακολούθησαν τα E.coli σημειώνουν αρκετά υψηλές τιμές, ενώ οι ενδείξεις για μόλυνση είναι σημαντικές λόγω ύπαρξης και αποικιών εντεροκόκκου (**Σχήμα 19**).



Σχήμα 19: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιαρχών» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι συγκεντρώσεις του καλίου παραμένουν σταθερές, παρουσιάζοντας δύο τιμές μεγαλύτερης συγκέντρωσης στις 19/9/2008 και 5/3/2009, ενώ το ασβέστιο τις ίδιες ημερομηνίες παρουσιάζει τις ελάχιστες τιμές συγκεντρώσεών του. Η εμφάνιση και των δύο σε σταθερές συγκεντρώσεις οφείλεται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των μητρικών γεωλογικών σχηματισμών (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 20**).



Σχήμα 20: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» σε βάθος 0m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Σημείο δειγματοληψιών «ΙΧΘΥΟΣΚΑΛΑ»

Το σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» έχει κατάλληλο βάθος έτσι ώστε να είναι εφικτή η λήψη δείγματος από τον πυθμένα που βρίσκεται στα 4m.

Η θερμοκρασία πέφτει σταδιακά κατά την διάρκεια των μετρήσεων καθώς η θερμοκρασία της ατμόσφαιρας μειώνεται καθώς περνάμε από τους ζεστούς θερινούς μήνες στους πιο κρύους του χειμώνα. Όπως είναι αναμενόμενο, οι μικρότερες τιμές σημειώνονται στα βαθύτερα σημεία δειγματοληψίας. Στις 15/12/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 και στα δύο βάθη, τιμή που είναι φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων νερών στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000), εκτός του σημείου δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» όπου στο δείγμα βάθους σημειώθηκε τιμή 7,8 pH, τιμή που αν και χαμηλή είναι εντός των ορίων των νομοθετημένων ορίων για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Η αλατότητα παρουσιάζει και στην επιφάνεια και στο βάθος των 6m μια σταθερή τιμή κοντά στο 39, τιμή που θεωρείται φυσιολογική για τα νερά της Μεσογείου (Ξένος, 2000).

Η θολρότητα παρουσιάζει υψηλές τιμές στο βάθος σε όλες τις επαναλήψεις που έγιναν, σημειώνοντας πολύ υψηλές τιμές. Συγκεκριμένα, στις 15/12/2008, η τιμή θολρότητας ήταν 232 NTU, τιμή που οφείλεται στη ανατάραξη του στρώματος ιζήματος που υπάρχει στον πυθμένα λόγω ύπαρξης ρευμάτων.

Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο σε περιεκτικότητα επί τοις εκατό παρουσιάζει μια αυξητική τάση με τη χαμηλότερη τιμή να παρατηρείται στις 19/9/2008 και τη μεγαλύτερη στις 15/12/2008, ενώ πάντα κυμαίνεται εντός των ορίων του νομικά θεσμοθετημένου επιθυμητού ορίου του ποσοστού διαλυμένου οξυγόνου κορεσμού (80-120 %) για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Η αύξηση των τιμών του διαλυμένου οξυγόνου είναι αναμενόμενη καθώς τα επιφανειακά νερά περιέχουν περισσότερο οξυγόνο από ότι τα βαθιά (Ξένος, 2000). Αυτό μπορεί να οφείλεται στην πιο έντονη οξυγόνωση των επιφανειακών τμημάτων της θαλάσσης, λόγω της πιο έντονης επαφής τους με τον αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες, λόγω αύξησης του επιφανειακού κυματισμού. Εξαιρετική παρουσιάζει η μέτρηση του βάθους στις 17/10/2008 όπου και παρουσιάζει μια χαμηλή τιμή συγκέντρωσης Το διαλυμένο

οξυγόνο εκφρασμένο σε mg/l ακολουθεί την επί τοις εκατό έκφραση του διαλυμένου οξυγόνου (%).

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο κυμαίνεται εντός φυσιολογικών τιμών για μη ρυπασμένα νερά, χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, τόσο στην επιφάνεια όσο και στο βάθος, καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφώνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Στις 25/7/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

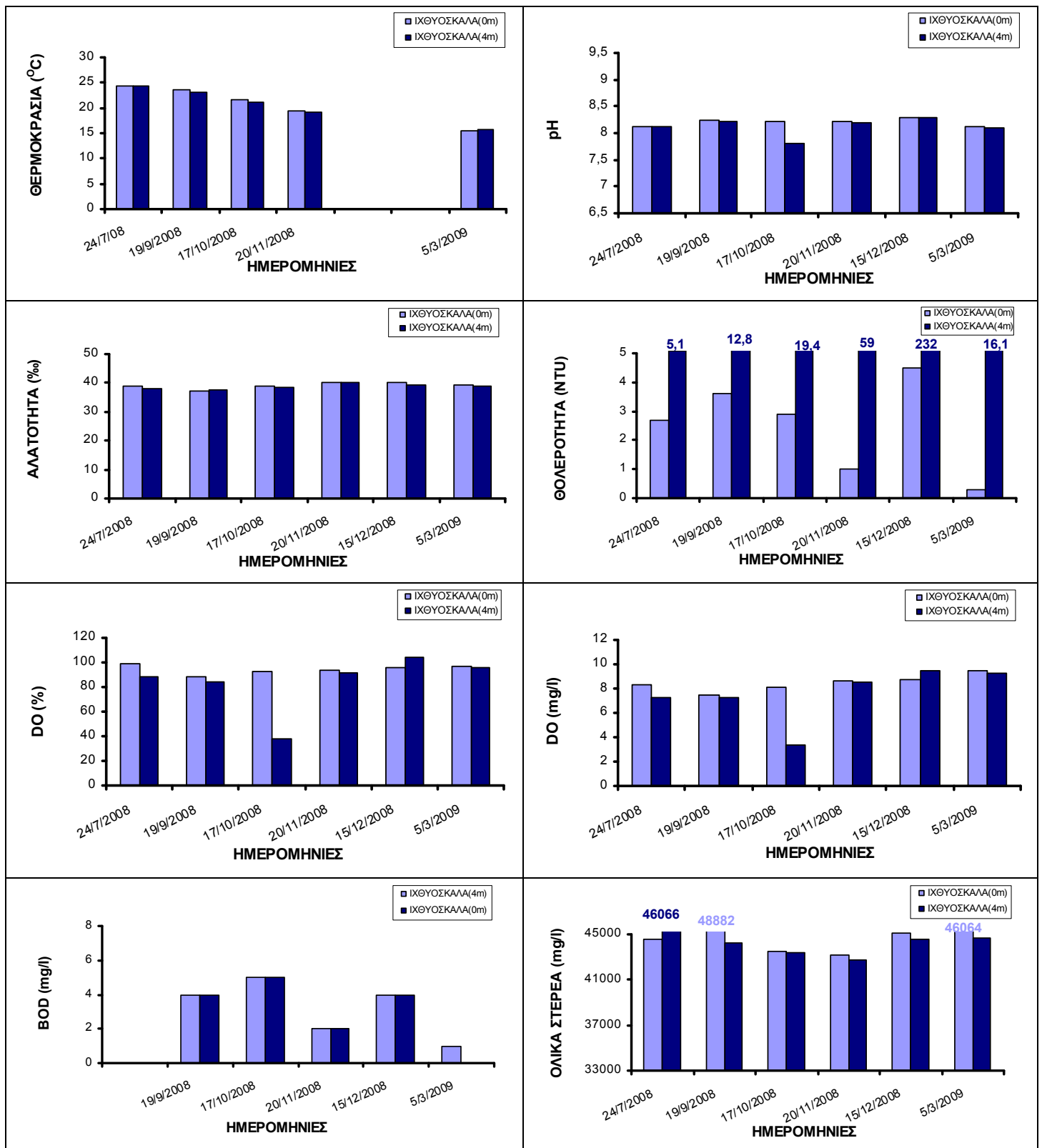
Τα ολικά στερεά παρουσιάζουν στις 19/9/2008 μια μέγιστη τιμή των 48882 mg/l ,ενώ καθ' όλες τις ημερομηνίες δειγματοληψίας οι αναλύσεις των επιφανειακών δειγμάτων παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση ολικών στερεών, πιθανότατα λόγω συνεχόμενης επιφανειακής ρύπανσης των νερών εξαιτίας συνεχής χρήσης της τοποθεσίας για λιμενισμό σκαφών (**Σχήμα 21**).

Τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζουν σχετικά σταθερές τιμές συγκέντρωσης τόσο στα επιφανειακά όσο και στα δείγματα βάθους, με τιμές που μπορούν να χαρακτηριστούν χαμηλές συμφώνα με τα ανώτατα επιτρεπτά όρια των 20 mg/l για θαλασσινά νερά (Ζανάκη, 2001).

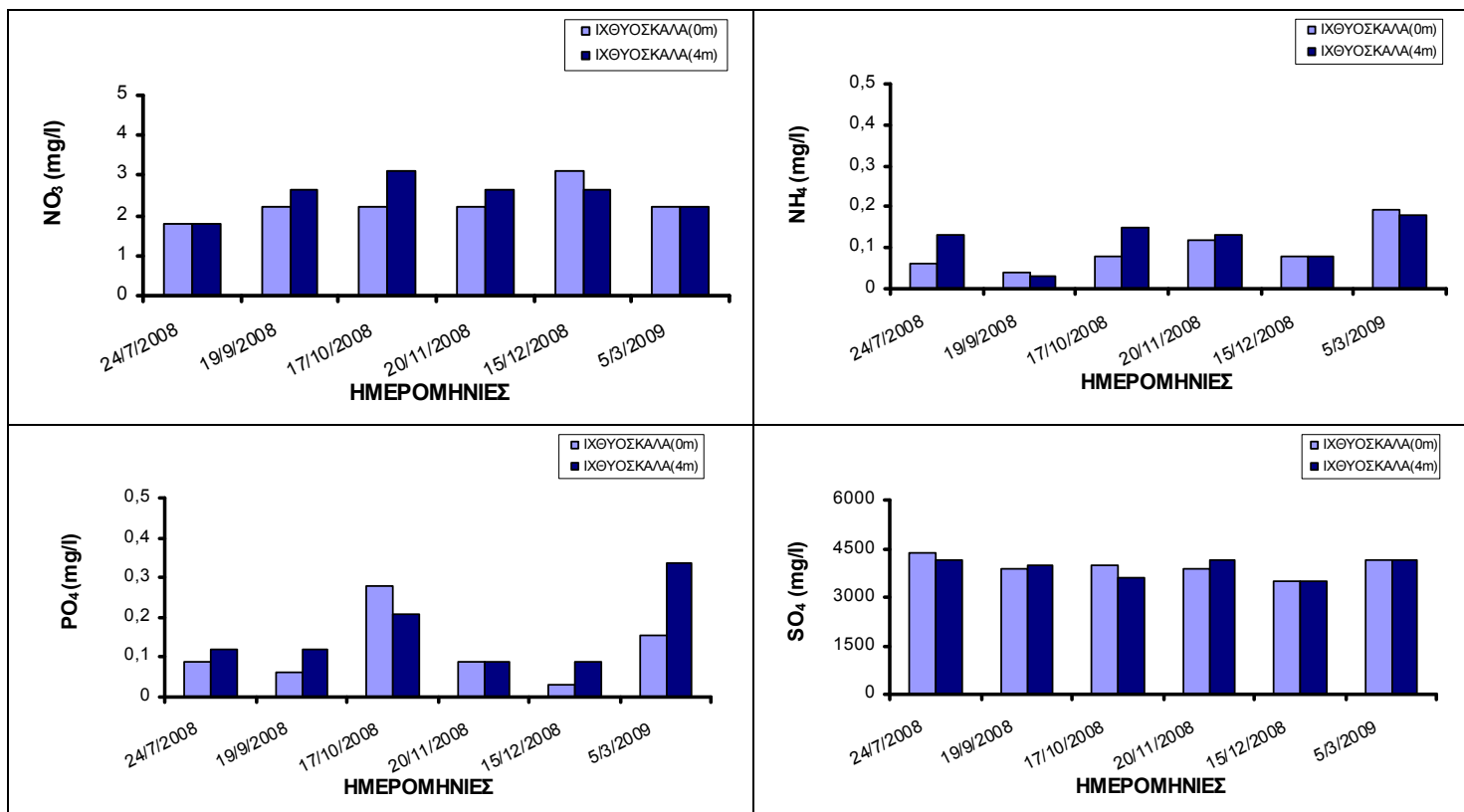
Τα αμμωνιακά ιόντα παρουσιάζουν χαμηλές συγκεντρώσεις τόσο στο επιφανειακό δείγμα όσο και στο δείγμα βάθους, καθώς το όριο του αμμωνιακού αζώτου για το πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Τα φωσφορικά ιόντα εμφανίζουν σαν μεγαλύτερη συγκέντρωση επιφανειακών δειγμάτων τα 0,28mg/l που εμφανίζεται στις 17/10/2008 ενώ οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις παρουσιάζονται στο δείγμα κοντά στον πυθμένα, όπου φτάνουν τα 0,33mg/l. Και οι δύο τιμές ξεπερνάνε το όριο του 0,1 mg/l τιμή που προκαλεί εκρηξή στην αύξηση των άλγων και εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000).

Τα θειικά ιόντα διατηρούν μια σχετικά σταθερή τιμή και στα δύο βάθη που πιθανότατα οφείλεται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 22**).



Σχήμα 21: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολερότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

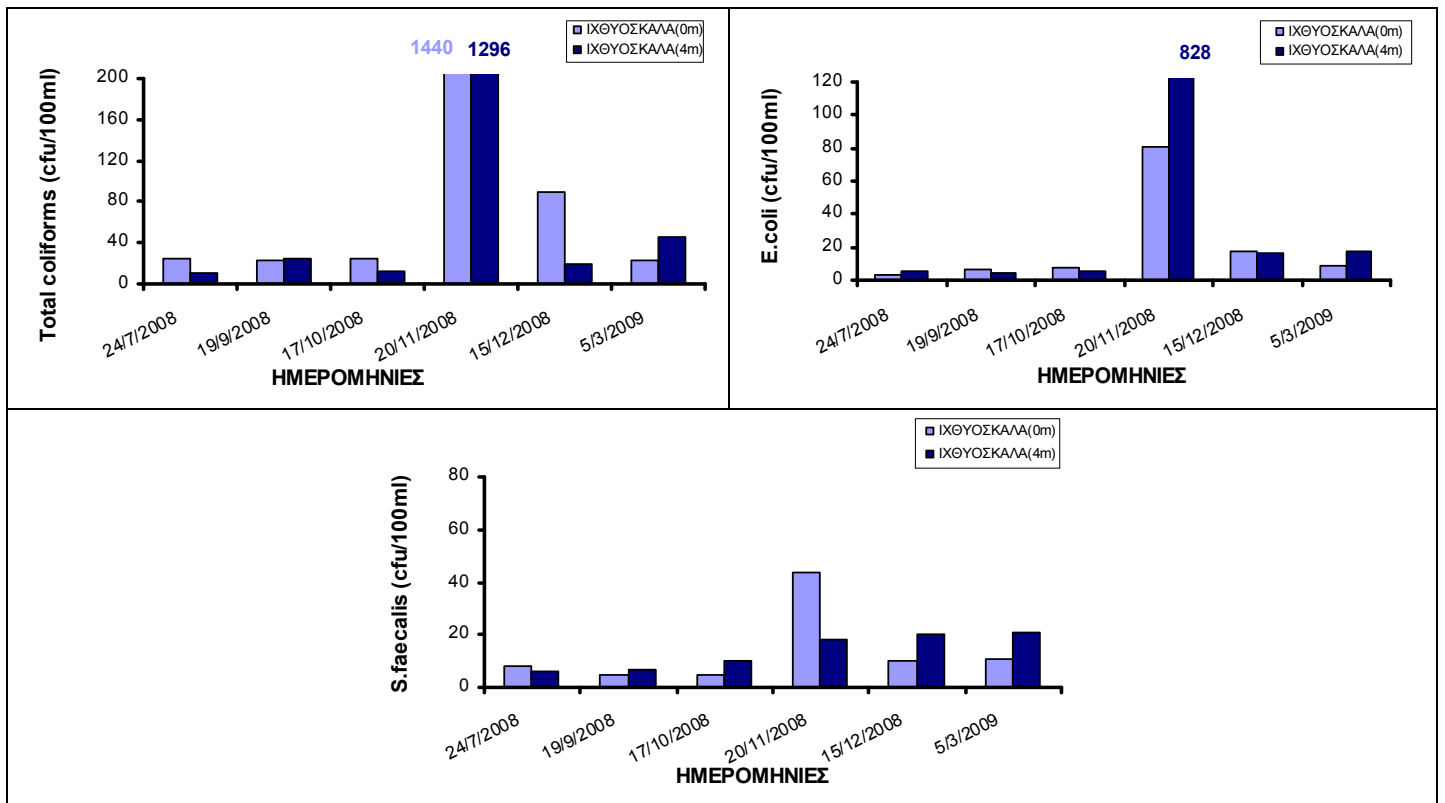


Σχήμα 22: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l) και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Το μικροβιολογικό φορτίο εμφανίζει λίγους αριθμούς αποικιών γενικά, εκτός της ημερομηνίας 20/11/2008, όπου οι αποικίες στα ολικά κολοβακτηρίδια φτάνουν τις 1.440 αποικίες/100ml στο δείγμα επιφανείας και τις 1.296 αποικίες/100ml στο δείγμα βάθους. Πρόκειται για τιμές που ξεπερνούν κατά πολύ το όριο των 500 αποικιών/100ml δείγματος που ισχύει στα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

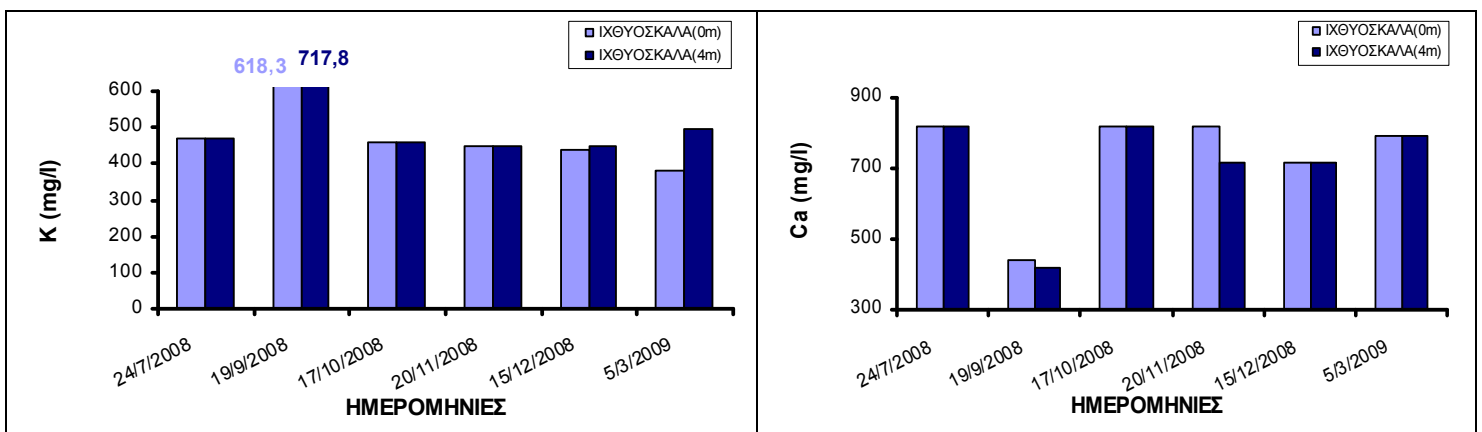
Κατά την ίδια ημερομηνία δειγματοληψίας, αντιστοίχως τα E.coli παρουσιάζουν 80 αποικίες/100ml στο δείγμα επιφανείας και τις 828 αποικίες/100ml δείγματος βάθους και ξεπερνούν το αντίστοιχο όριο για τα νερά κολύμβησης είναι 100 αποικίες/100ml δείγματος (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Οι αποικίες των εντερόκοκκων μπορεί να μην ξεπερνούν το όριο των 100 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης όμως η παρουσία τους είναι τέτοια που επιβεβαιώνει την μόλυνση του νερού κατά την συγκεκριμένη ημερομηνία (**Σχήμα 23**).



Σχήμα 23: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S. faecalis) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι συγκεντρώσεις του καλίου είναι σχετικά σταθερές καθ' όλη την διάρκεια της δειγματοληψίας, εκτός της ημερομηνίας δειγματοληψίας 19/9/2008, όπου σημειώνεται η μέγιστη τιμή. Κατά την ίδια ημερομηνία σημειώνεται η αντίστοιχη ελάχιστη τιμή του ασβεστίου, ενώ γενικά διατηρούνται σταθερές τιμές συγκεντρώσεων καθώς η ύπαρξη τους συνδυάζεται με την φυσική αποσάθρωση πετρωμάτων της περιοχής (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 24**).



Σχήμα 24: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l)) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

6.3. Παρουσίαση μέσου όρου τιμών του παλιού λιμανιού Χανίων

Παρατηρούμε πως το παλιό λιμάνι των Χανίων εμφανίζει μία σταθερή μείωση του μέσου όρου των τιμών της θερμοκρασίας καθώς αλλάζουν οι μήνες και μπαίνουμε στους πιο κρύους μήνες του χειμώνα, καθώς η αρχική θερμοκρασία είναι στους 25,8 °C και στην τελευταία δειγματοληψία η θερμοκρασία έφτασε μέχρι και τους 15,4 °C κατά μέσο όρο. Στις 15/12/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Το pH σαν μέσος όρος διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000).

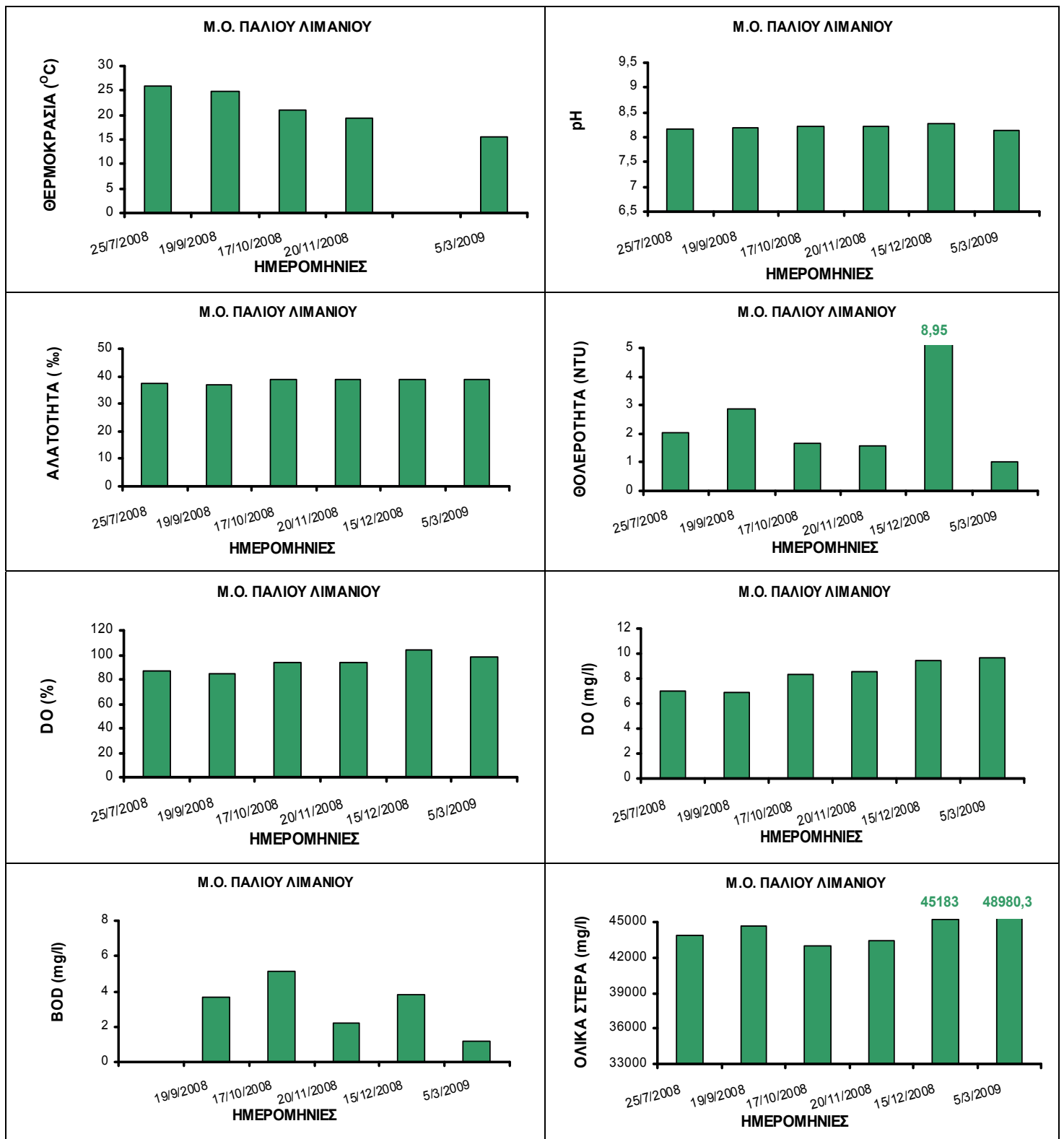
Η αλατότητα παρουσιάζει σταθερή τιμή κατά μέσο όρο κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών, με τιμές που κυμαίνονται γύρω στο 37‰, τιμή που χαρακτηρίζεται φυσιολογική καθώς προσεγγίζει κατά μέσο όρο την τιμή αλατότητας της Μεσογείου θάλασσας που είναι $S=39$ (Ξένος, 2000).

Η θολερότητα παρουσιάζει κατά μέσο όρο χαμηλές τιμές εμφανίζοντας το θαλάσσιο περιβάλλον δειγματοληψίας με σχετικά διαυγή νερά, εκτός από την ημερομηνία δειγματοληψίας 15/12/2009, όπου η τιμή θολερότητας σαν μέσος όρος παρουσίασε άνοδο, δείχνοντας μας ότι τα νερά δεν ήταν τόσο διαυγή εκείνη την ημερομηνία, πιθανότατα εξαιτίας διαταραγμένου ιζήματος του πυθμένα λόγω έντονου κυματισμού.

Το διαλυμένο οξυγόνο στο παλιό λιμάνι τόσο σε περιεκτικότητα (%) όσο και σε περιεκτικότητα mg/l, παρουσιάζει μια αυξητική τάση καθώς περνάμε στους χειμερινούς μήνες δειγματοληψίας που οφείλεται στην πιο έντονη επαφή των επιφανειακών τμημάτων με τον αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω αύξησης του επιφανειακού κυματισμού.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο σημειώνει συνολικά χαμηλές τιμές οι οποίες εμφανίζονται σε μη ρυπασμένα νερά, καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφωνά με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Στις 25/7/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Η συγκέντρωση των ολικών στερεών εμφανίζουν σχετικά σταθερές τιμές με την μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται στις 5/3/2009 φτάνοντας τα 48.980,3 mg/l (**Σχήμα 25**)



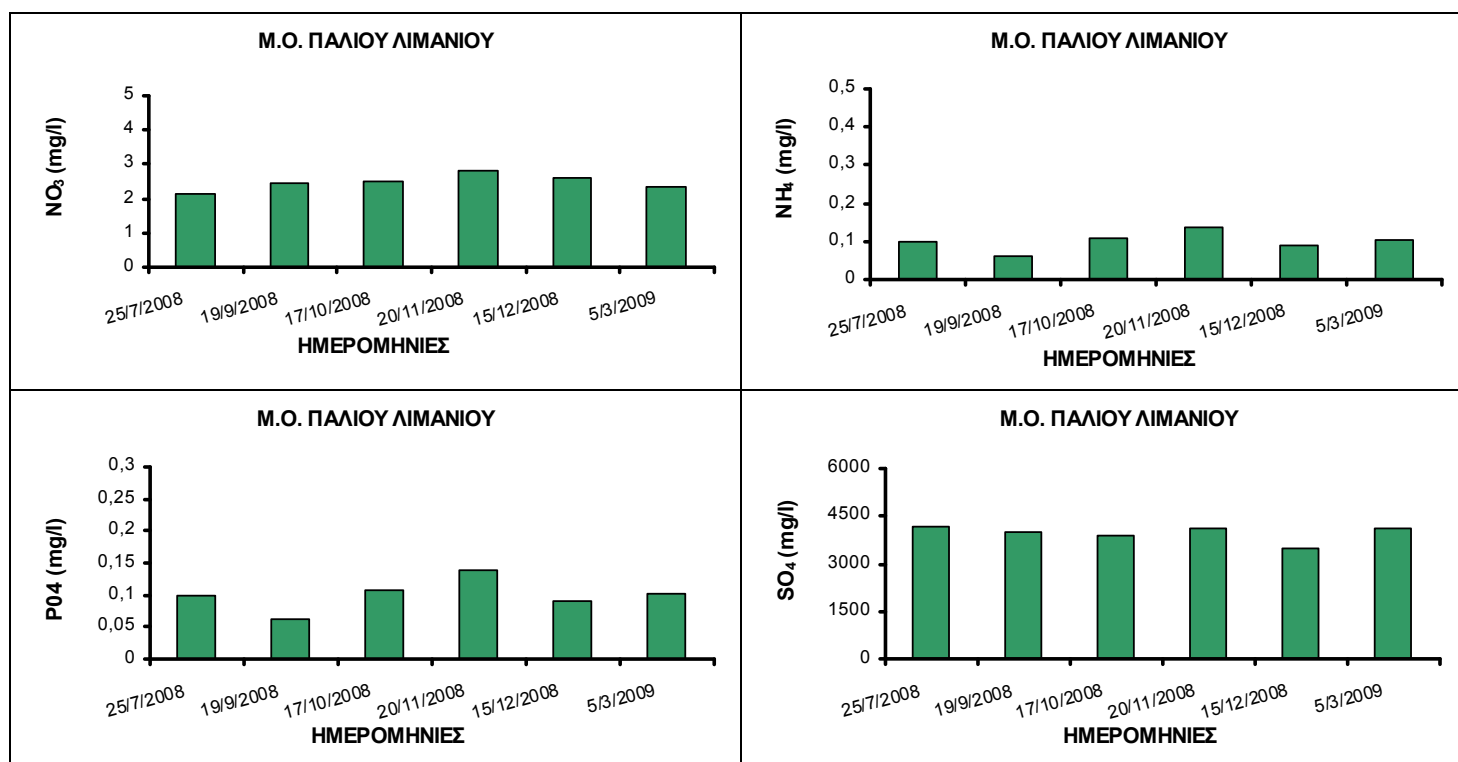
Σχήμα 25: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (%), θολερότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%) και DO (mg/l)), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Άρωμα», «Μουσείο», «Νεώρια» και «Fortezza» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων παρουσιάζουν σταθερή τιμή καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών γύρω στα 2 mg/l, ενώ η μεγαλύτερη συγκέντρωση που σημειώθηκε κατά μέσο όρο αγγίζει τα 2,8 mg/l στις 20/11/2009.

Το αμμωνιακά ιόντα σημειώνει σταθερές τιμές με την μεγαλύτερη κατά μέσο όρο συγκέντρωση να είναι μόλις 0,13 mg/l στις 20/11/2008, τιμή που δεν ξεπερνά τα αυστηρά όρια που ισχύουν για το πόσιμο νερό, καθώς το όριο του αμμωνιακού αζώτου για το πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφην. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Οί συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων κυμαίνονται γύρω από την τιμή του 0,1 mg/l, κρίσιμο όριο για την εκρηκτική ανάπτυξη των αλγών (Ξένος, 2000).

Τα θειικά ιόντα και αυτά κρατάνε μια σχετικά σταθερή τιμή γύρω στις 4000 mg/l, χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, τιμή που πιθανότατα οφείλεται στην φυσική αποσάθρωση πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 26**).



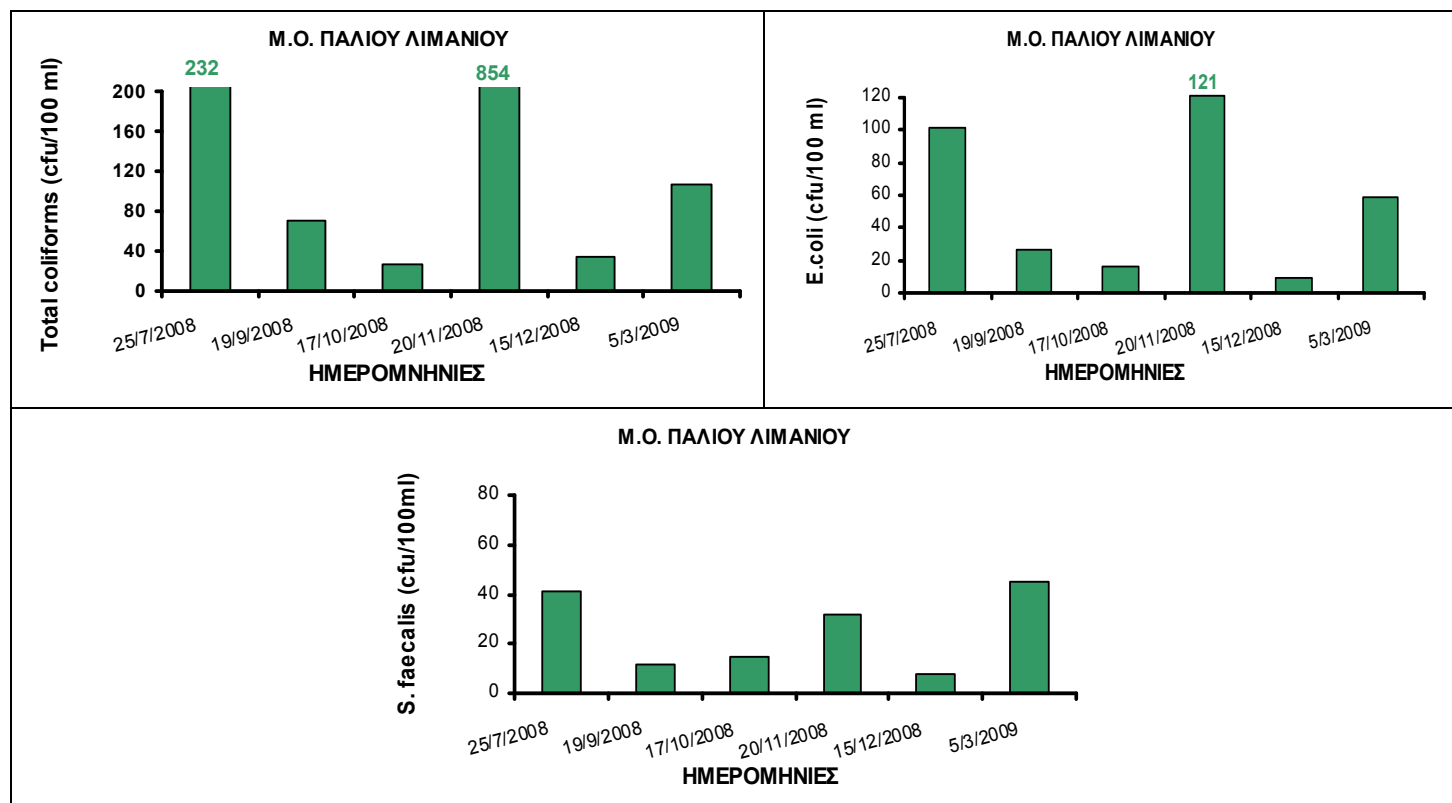
Σχήμα 26: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l) και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Αρωμα», «Μουσείο», «Νεώρια» και «Fortezza» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Κατά τον έλεγχο μικροβιολογικών παραμέτρων μόλυνσης του παλιού λιμανιού Χανίων, οι ημερομηνίες που σημειώθηκε το μεγαλύτερο μικροβιολογικό φορτίο ήταν στις 25/7/2008 και 20/11/2008, ενώ και κατά τις υπόλοιπες ημερομηνίες σημειώθηκε μικροβιολογικό φορτίο, μικρότερου όμως αριθμού αποικιών.

Όσο αφορά τις αποικίες ολικών κολοβακτηριδίων, οι μέρες που το παλιό λιμάνι Χανίων εμφάνισε τις πιο πολλές αποικίες ήταν στις 25/7/2008 όπου καταμετρήθηκαν 232 αποικίες/100ml δείγματος και στις 20/11/2008 όπου καταμετρήθηκαν 854 αποικίες, τιμές που ξεπερνάνε κατά πολύ το νομικά θεσμοθετημένο επιθυμητό όριο των 500 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

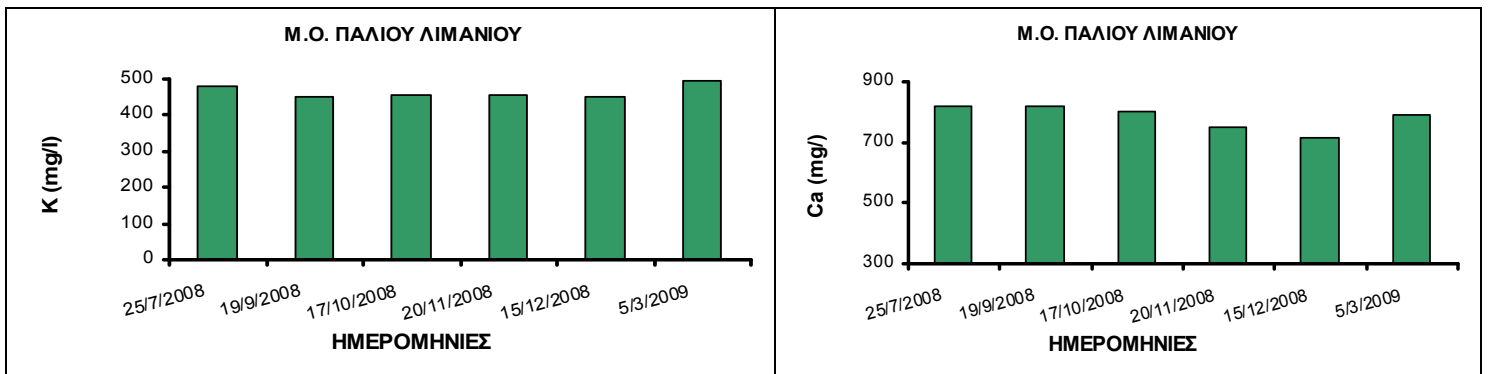
Οι αποικίες των E.coli τις αντίστοιχες ημερομηνίες σημειώνουν επίσης υψηλές τιμές. Συγκεκριμένα, στις 25/7/2008 καταμετρήθηκαν 102 αποικίες/100ml και αντιστοίχως στις 20/11/2008 καταμετρήθηκαν 121 αποικίες/100ml, ξεπερνώντας το νομικά θεσμοθετημένο επιθυμητό όριο των 100 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Κατά τις ίδιες ημερομηνίες οι μεγαλύτεροι αριθμοί αποικιών εντεροκόκκου που καταμετρήθηκαν ήταν 41 αποικίες/100ml και 32 αποικίες/100ml, ενώ η μεγαλύτερη τιμή εμφανίζεται στις 5/3/2009 με 45 αποικίες/100ml (**Σχήμα 27**).



Σχήμα 27: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Αρωμα», «Μουσείο», «Νεώρια» και «Fortezza» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι συγκεντρώσεις του καλίου παρουσιάζουν κατά μέσο όρο σταθερές τιμές συγκεντρώσεων κατά την διάρκεια των ελέγχων που πραγματοποιήθηκαν. Ομοίως σταθερές τιμές παρουσιάζει και η συγκέντρωση του ασβεστίου καθώς η προέλευση τους στον Ελλαδικό χώρο ταυτίζεται με την φυσική αποσάθρωση των γηγενών γεωλογικών σχηματισμών (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 28**).



Σχήμα 28: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Άρωμα», «Μουσείο», «Νεώρια» και «Fortezza» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

6.4. Παρουσίαση μέσου όρου τιμών του λιμανιού της Σούδας

Παρατηρούμε πως το λιμάνι της Σούδας εμφανίζει μία σταθερή μείωση της θερμοκρασίας καθώς αλλάζουν οι μήνες και μπαίνουμε στους μήνες του χειμώνα που εμφανίζουν πιο χαμηλές θερμοκρασίες, καθώς η αρχική θερμοκρασία που σημειώνουμε κατά την πρώτη μέτρηση είναι στους 23,8°C και στο τέλος φτάνουμε μέχρι και τους 15,4°C κατά μέσο όρο. Στις 15/12/2008, δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2, τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000) με την χαμηλότερη τιμή να εμφανίζεται στις 17/10/2008 και να είναι 8, τιμή που και πάλι είναι εντός των ορίων της παραμέτρου όσον αφορά τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

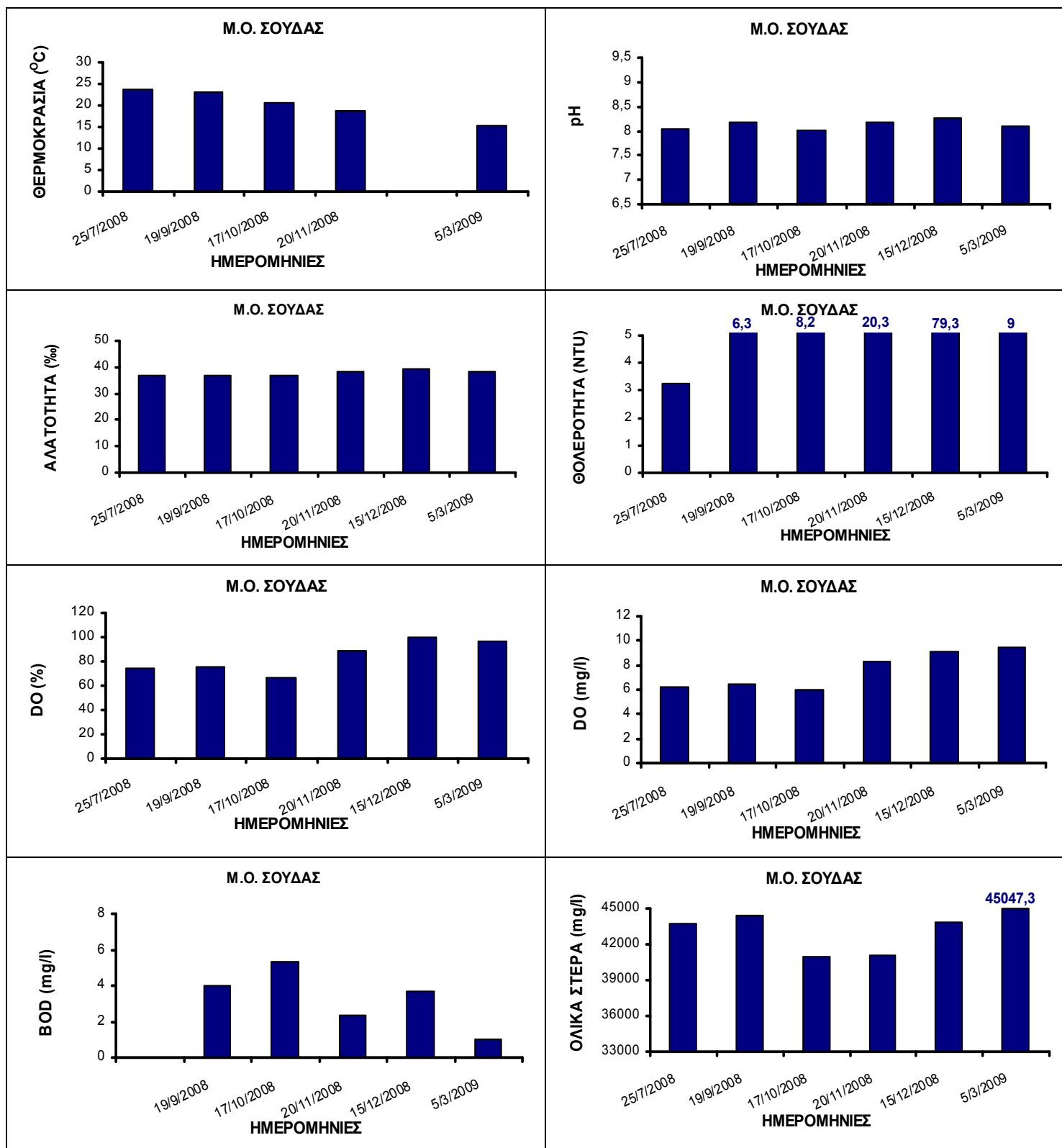
Η αλατότητα παρουσιάζει και αυτή σταθερή τιμή κατά μέσο όρο κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών, με τιμές που κυμαίνονται κοντά στο 36‰, που χαρακτηρίζεται ως φυσιολογική καθώς η τιμή αλατότητας κατά μέσο όρο της Μεσογείου θάλασσας είναι γύρω στο S=39 (Ξένος, 2000).

Η θολερότητα παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση τιμών με την μικρότερη τιμή να σημειώνεται στις 25/7/2008 με τιμή 3,2 NUT και την μεγαλύτερη τιμή 79,3 NTU η οποία παρουσιάστηκε στις 15/12/2009, ημερομηνία που επικρατούσε έντονος κυματισμός οποίος αναταράζοντας τα θαλάσσια ιζήματα, επηρέασε τις μετρήσεις θολερότητας του δείγματος.

Το διαλυμένο οξυγόνο τόσο σε επί τοις εκατό περιεκτικότητα (%) όσο και σε περιεκτικότητα mg/l παρουσιάζει μια αυξητική τάση καθώς περνάμε από τους καλοκαιρινούς μήνες στους χειμερινούς μήνες δειγματοληψίας, κάτι που συμβαίνει πιθανότατα λόγω της πιο έντονης επαφής των επιφανειακών στρωμάτων του νερού με τον αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω αύξησης του κυματισμού.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο σημειώνει κατά μέσο όρο μικρές τιμές οι οποίες συνήθως εμφανίζονται σε μη ρυπασμένα νερά, καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν τιμή BOD₅ <40 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Στις 25/7/2008 δεν υπήρξε μέτρηση της παραμέτρου. Η συγκέντρωση των ολικών στερεών εμφανίζει

διακυμάνσεις στους μέσους όρους των τιμών τους με την μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται στις 5/3/2009, η οποία είναι 45.470,3 mg/l (**Σχήμα 29**).



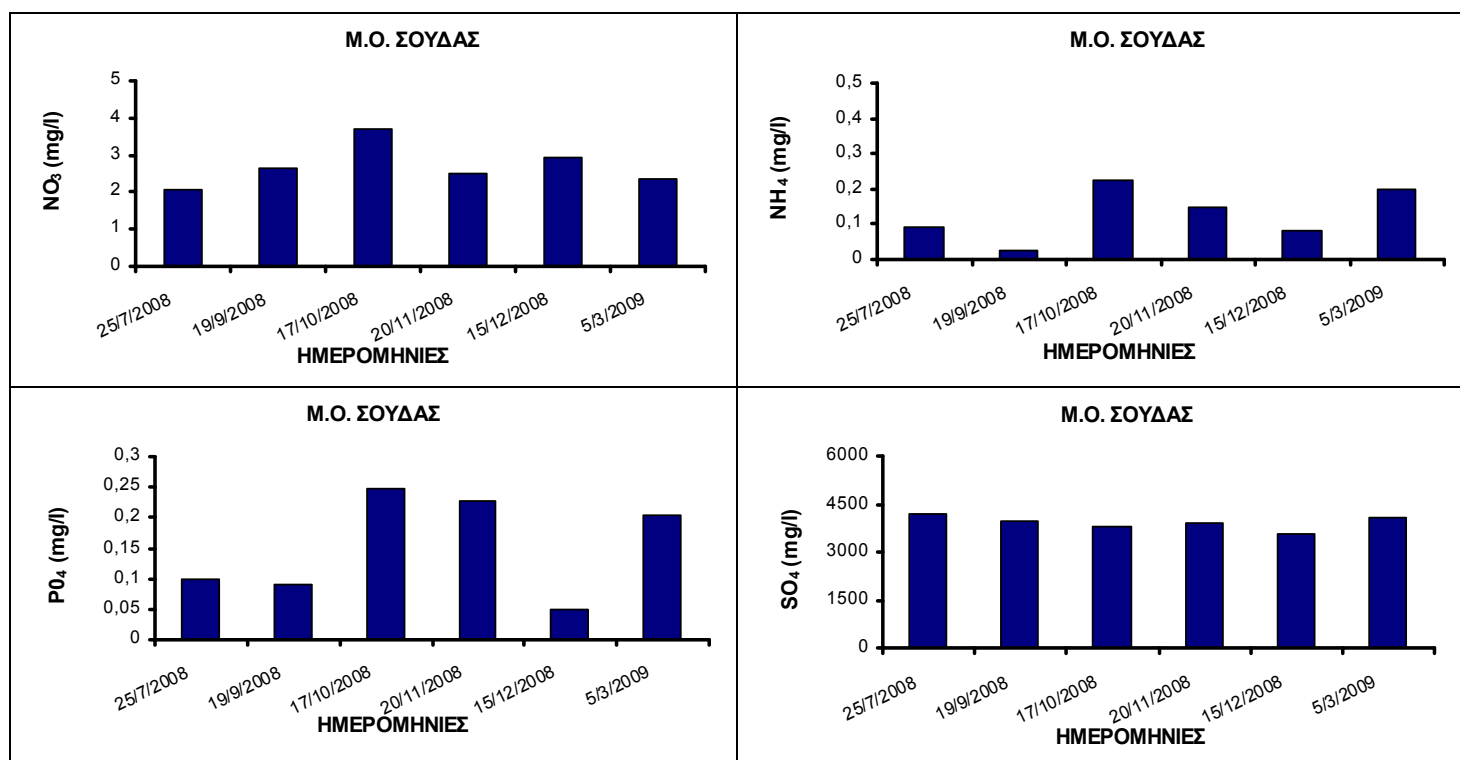
Σχήμα 29: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολρότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλας» και «Εμποροπλοιάρχων» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζουν μια μικρή μεταβολή των συγκεντρώσεων τους με μικρότερη τιμή τα 2,06 mg/l τα οποία σημειώθηκαν σαν μέσος όρος όλων των δειγματοληπτικών σημείων την ημερομηνία 25/7/2008, και την μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται στις 17/10/2008 η οποία έφτασε τα 3,69 mg/l κατά μέσο όρο, αλλά που δεν ξεπερνά το όριο των 20 mg/l τιμή που ισχύει για τα θαλασσινά δείγματα (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα εμφανίζει γενικά χαμηλές τιμές κατά μέσο όρο στην διάρκεια των δειγματοληψιών που πραγματοποιήθηκαν, με την μικρότερη τιμή να είναι 0,02 mg/l στις 19/9/2008 και την μεγαλύτερη μόλις 0,2 mg/l στις 17/10/2008, χωρίς να υπερβαίνουν τα αυστηρά όρια που ισχύουν για το πόσιμο νερό των 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Τα φωσφορικά ιόντα σημειώνουν πιο έντονες διακυμάνσεις στα αποτελέσματά τους, με την πιο μεγάλη συγκέντρωση να εμφανίζεται στην μέτρηση που πραγματοποιήθηκε στις 17/10/2008 με συγκέντρωση 0,24 mg/l ξεπερνώντας την τιμή των 0,1 mg/l, που θεωρείται οριακή για την εκρηκτική ανάπτυξη των αλγών (Ξένος, 2000) και την μικρότερη τιμή αυτή των 0,05 mg/l που σημειώθηκε στις 15/12/2008.

Τα θειικά ιόντα και αυτά σημείωσαν σταθερές τιμές κατά την διάρκεια των δειγματοληπτικών ελέγχων, καθώς όλες οι τιμές κυμαίνονται γύρω από την τιμή συγκέντρωσης 38000 mg/l τιμή που πιθανότατα οφείλεται σε φυσικές διαδικασίες αποσάθρωσης πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 30**).



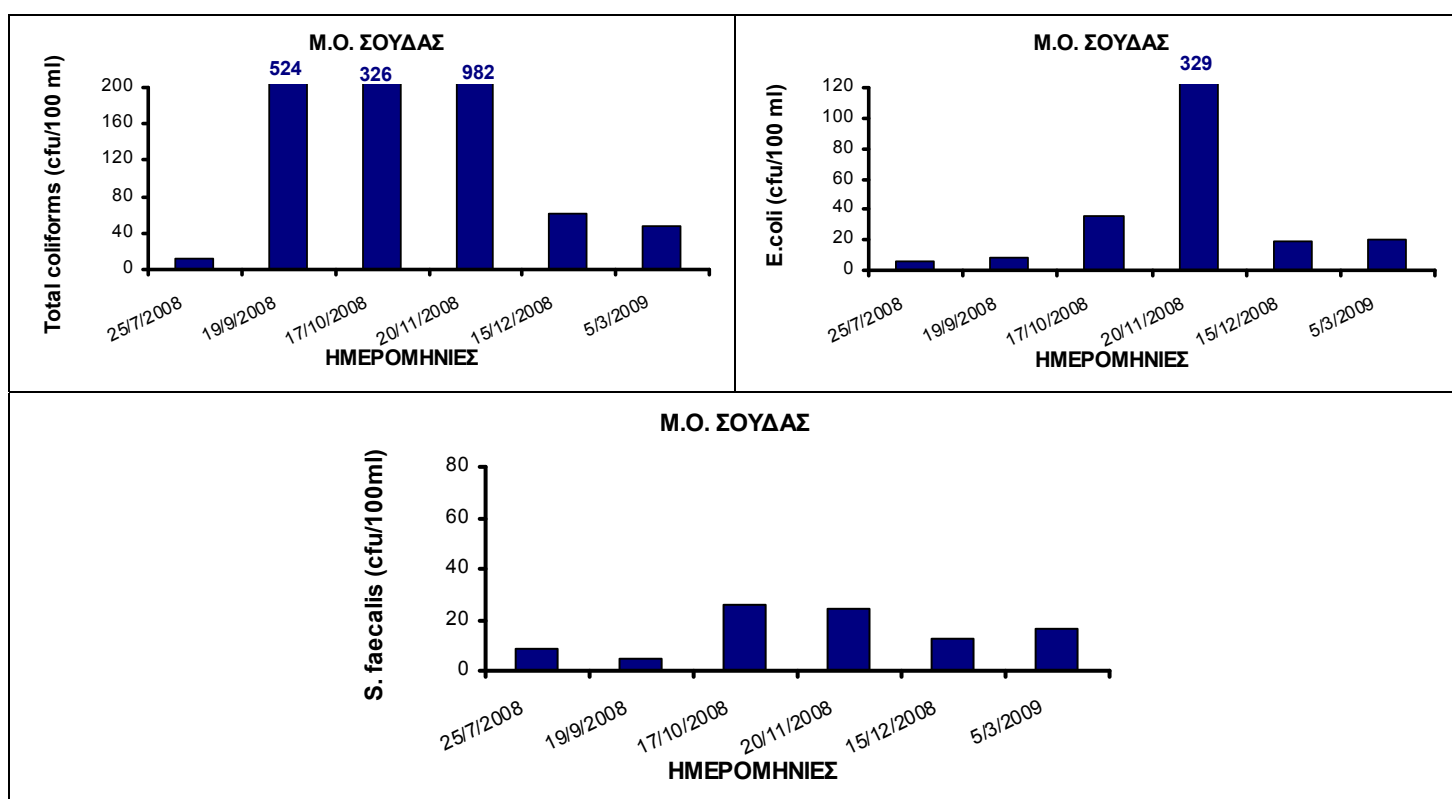
Σχήμα 30: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλας» και «Εμποροπλοιάρχων» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Οι συγκεντρώσεις των ολικών κολοβακτηριδίων, σημειώνουν κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών σε τρεις ημερομηνίες αρκετά υψηλές τιμές σαν μέσο όρο λιμανιού.

Συγκεκριμένα, στις 19/9/2008 καταμετρήθηκαν 524 αποικίες/100ml δείγματος ,και στις 20/11/2008 σημειώθηκαν 982 αποικίες/100ml δείγματος, τιμές που ξεπερνάνε το νομοθετημένο όριο που είναι 500 αποικίες/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988) ενώ στις 17/10/2008 καταμετρήθηκαν 326 αποικίες/100ml δείγματος.

Οι αποικίες των E.coli σημείωσαν μόνο μία μέγιστη τιμή σαν μέσο όρο λιμανιού, φτάνοντας τις 329 αποικίες/100 ml δείγματος, τιμή που ξεπερνά το νομοθετημένο όριο που είναι 100 αποικίες/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

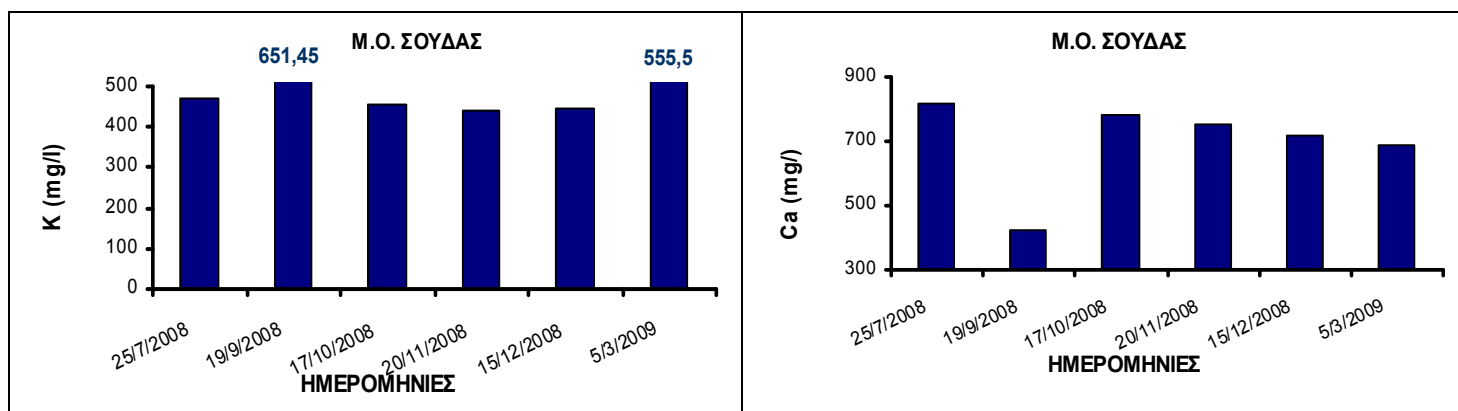
Οι εντερόκοκκοι κατά τις ίδιες ημερομηνίες σημείωσαν σχετικά μικρούς μέσους όρους, με την μεγαλύτερη τιμή να είναι μόλις 26 αποικίες στις 17/10/2008 κατά μέσο όρο της ημερομηνίας αυτής της δειγματοληψίας (**Σχήμα 31**).



Σχήμα 31: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλας» και «Εμποροπλοιάρχων» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

Ο μέσος όρος της συγκέντρωσης του καλίου σημειώνει σταθερές τιμές για το λιμάνι της Σούδας. Στις 19/9/2008, παρουσιάζεται μόνο μια τιμή πιο υψηλή από τις άλλες, φτάνοντας τα 651,45 mg/l. Κατά την ίδια ημερομηνία το ασβέστιο παρουσιάζει την ελάχιστη του τιμή φτάνοντας τα 425,9 mg/l. Σε γενικές γραμμές το ασβέστιο παρουσιάζει μια μικρή μείωση στις συγκεντρώσεις κατά μέσο όρο στην διάρκεια των δειγματοληψιών.

Οι συγκεντρώσεις και των δύο στοιχείων συσχετίζεται με την φυσική διαδικασία αποσάθρωσης πετρωμάτων που εμφανίζονται στον Ελλαδικό χώρο, (Ζανάκη, 2001) (Σχήμα 32).



Σχήμα 32: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l)) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλας» και «Εμποροπλοιάρχων» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 25/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008 και 5/3/2009.

6.5. Παρουσίαση της κατάστασης των δύο λιμανιών κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών

Ημερομηνία δειγματοληψίας: 25/7/2008

Παρατηρούμε πως κατά την ημερομηνία 25/7/2008 το παλιό λιμάνι των Χανίων εμφανίζει ελαφρώς μικρότερη θερμοκρασία από το λιμάνι της Σούδας, ενώ και οι δύο κυμαίνονται κοντά στους 25 °C, φυσιολογική τιμή για την εποχή.

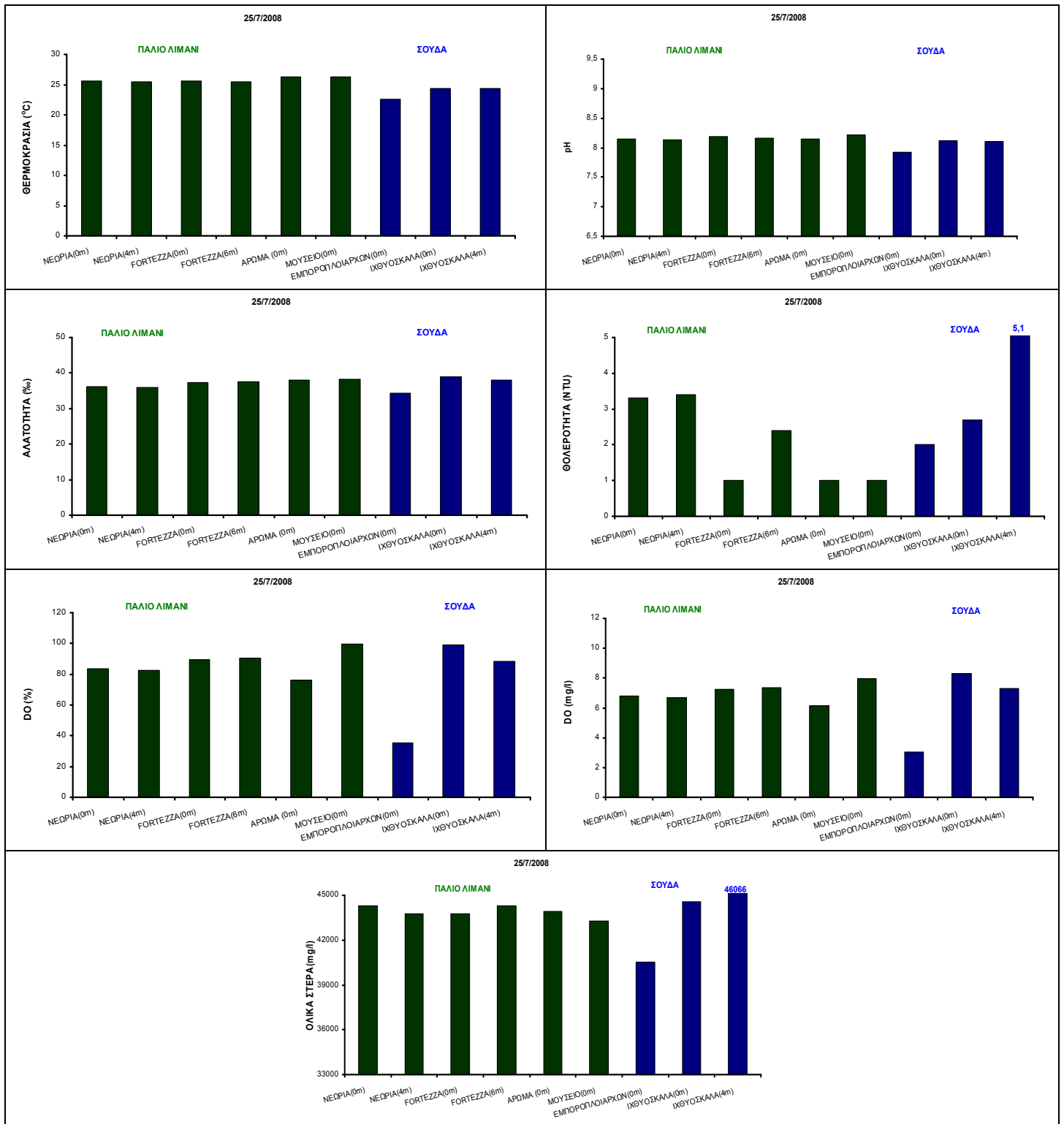
Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων νερών στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000) με τη χαμηλότερη τιμή να παρουσιάζεται στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και να φτάνει την τιμή 7,92.

Η αλατότητα και αυτή παρουσιάζει ομοιομορφία τιμών προσεγγίζοντας την τιμή αλατότητας $S=39$ που κατά μέσο όρο ισχύει στην Μεσόγειο θάλασσα (Ξένος, 2000).

Η θολρότητα παρουσιάζει διαφοροποίηση τιμών στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας, με τις υψηλότερες τιμές να παρουσιάζονται στο λιμάνι Χανίων, γεγονός αναμενόμενο, καθώς το βάθος του είναι μικρότερο από αυτό της Σούδας και συνεπώς το δείγμα μας είναι περισσότερο αναταραγμένο. Το λιμάνι της Σούδας εκείνη την ημερομηνία εμφανίζει στο δείγμα βάθους του σημείου δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» ένα μέγιστο των 5,1 NTU.

Το διαλυμένο οξυγόνο τόσο σε περιεκτικότητα επί τοις εκατό, όσο και σε περιεκτικότητα mg/l, παρουσιάζει μια σταθερή τιμή τόσο στο λιμάνι της Σούδας όσο και στο παλιό λιμάνι Χανίων, με εξαίρεση το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων», καθώς εκεί υπήρχε αυξημένη ποσότητα θαλασσίων φυκιών, τα οποία οδηγούσαν στην εμφάνιση υποξικών συνθηκών με την αύξηση των ρυθμών αποικοδόμησης της ύλης, ενώ γενικά είναι εντός των ορίων του ποσοστού κορεσμένου οξυγόνου (80-120%), ποσοστό επιθυμητό για νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Η συγκέντρωση των ολικών στερεών παρουσιάζει μια σταθερή τιμή περίπου ίδια και στους δύο κόλπους αρχικά η οποία εμφανίζει την μικρότερη τιμή στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων». Γενικά σε όλες τις παραμέτρους, οι μικρότερες τιμές καταγράφησαν στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» (**Σχήμα 33**).



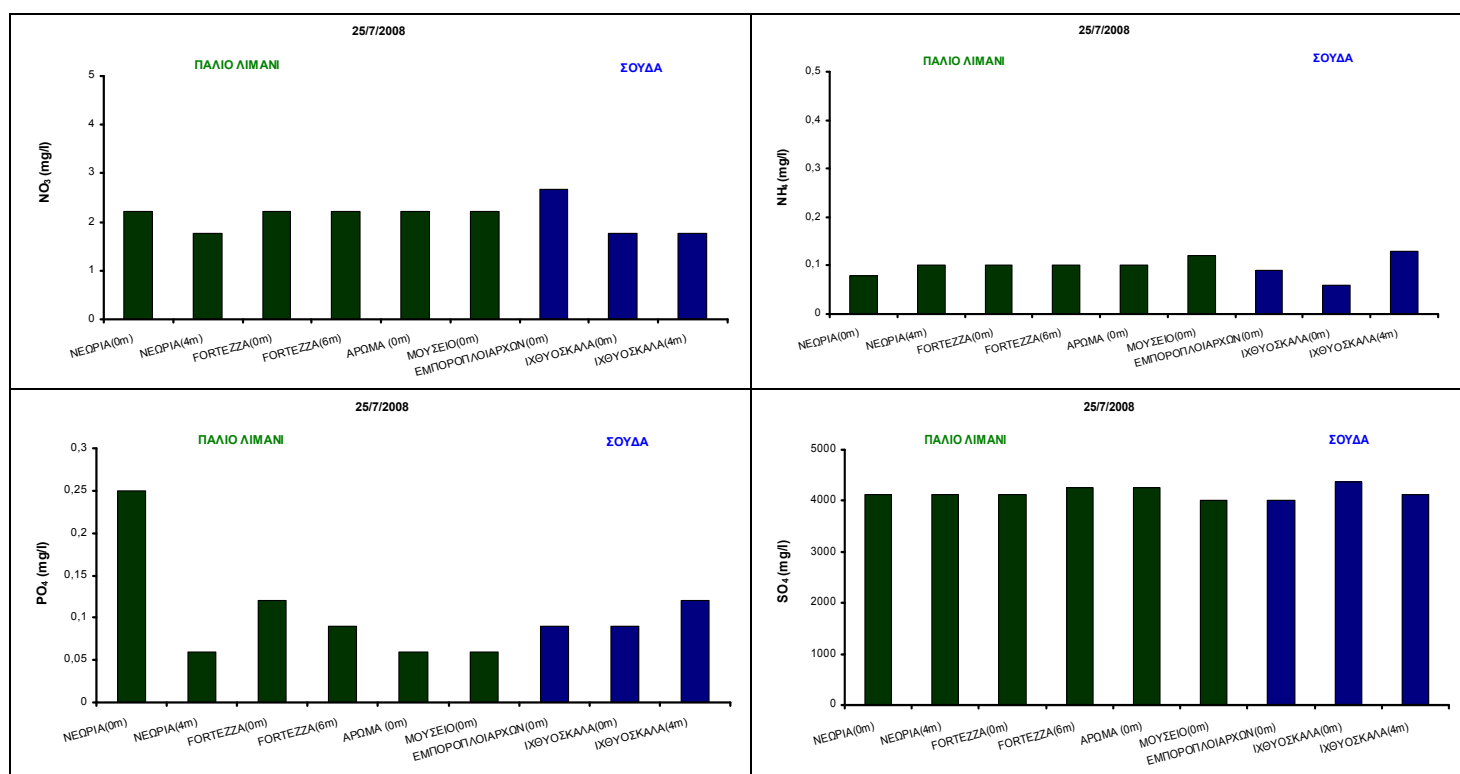
Σχήμα 33: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολερότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%) και DO (mg/l)), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 25/7/2008.

Τα νιτρικά ιόντα και στους δύο κόλπους εμφανίζει σχετικά ίδιες τιμές στις συγκεντρώσεις τους, εμφανίζοντας μία μικρή απόκλιση στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» του λιμανιού της Σούδας, όπου και σημειώνεται η μέγιστη τιμή των 2,66mg/l τιμή που θεωρείται χαμηλή καθώς το όριο για τα θαλασσινά νερά είναι 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Οι συγκεντρώσεις των αμμωνιακών ιόντων κυμαίνονται και αυτές σε σχετικά όμοια και σταθερά επίπεδα χαμηλών τιμών και κατώτερων των ορίων του πόσιμου νερού τόσο στο παλιό λιμάνι Χανίων όσο και στο λιμάνι της Σούδας (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Στα φωσφορικά ιόντα το σημείο δειγματοληψίας «Νεώρια 0m» στο παλιό λιμάνι σημειώνει την πιο υψηλή τιμή συγκέντρωσης των 0,25mg/l, ενώ στα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας παρατηρείται μια σχετική ομοιομορφία τιμών. Και στα δύο λιμάνια οι τιμές μπορούν να χαρακτηριστούν ως οριακές για θαλάσσιο δείγμα καθώς τα όρια τους πλησιάζουν ή και ξεπερνούν τα 0,1 mg/l, τιμή που θεωρείται οριακή για την εκρηκτική ανάπτυξη των αλγών (Ξένος, 2000).

Τα θειικά ιόντα σημειώνουν και στα δύο λιμάνια ίδιες συγκεντρώσεις, και οι περίπου ίδιες τιμές στα δύο λιμάνια οφείλονται πιθανότατα στην φυσική αποσάθρωση του μητρικού γεωλογικού υλικού (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 34**).

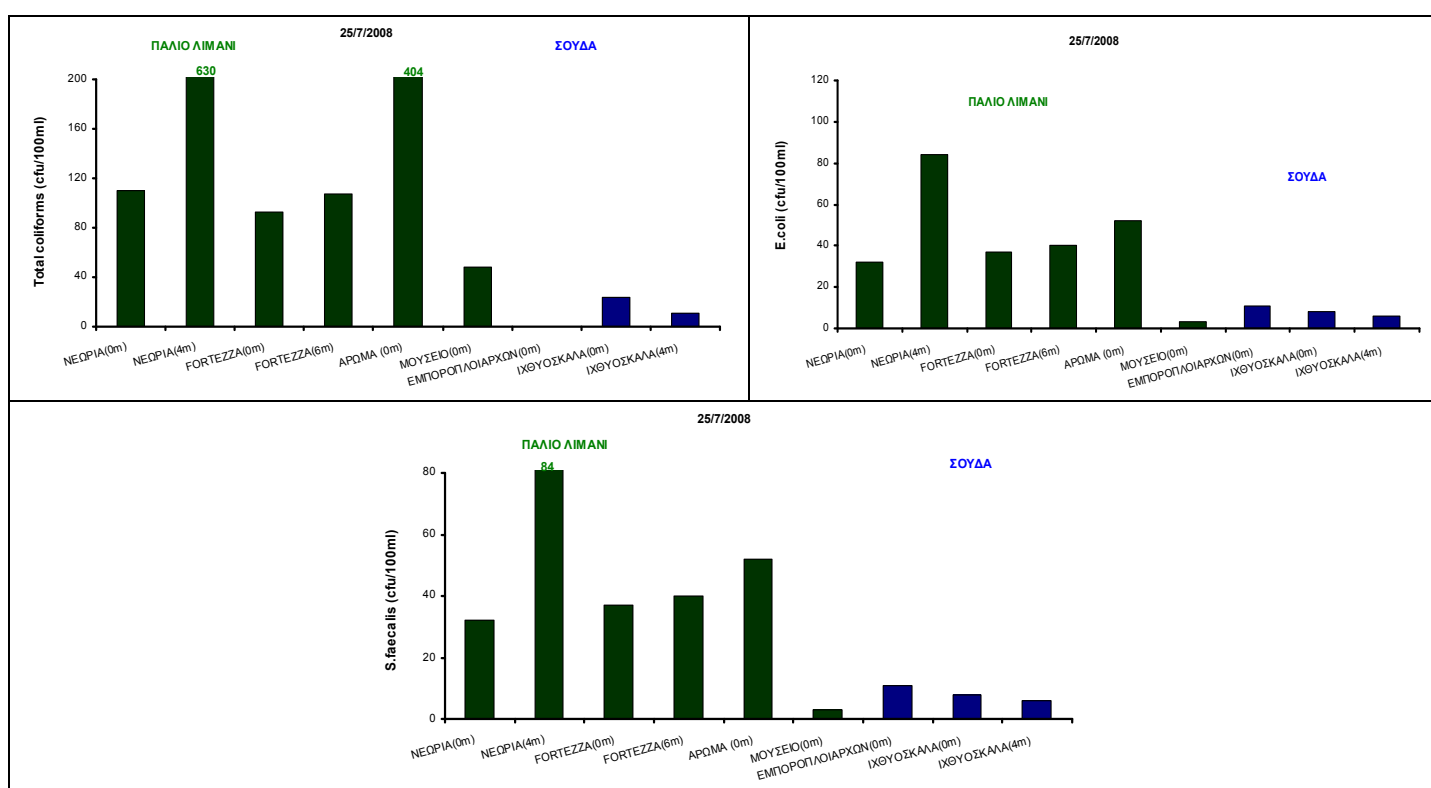


Σχήμα 34: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 25/7/2008.

Ο έλεγχος των δεικτών μικροβιολογικής ρύπανσης, παρουσιάζει υψηλότερο αριθμό αποικιών στο παλιό λιμάνι Χανίων κατά την συγκεκριμένη ημερομηνία οι οποίες σημειώνονται στα σημεία «Νεώρια 4m» και «Άρωμα».

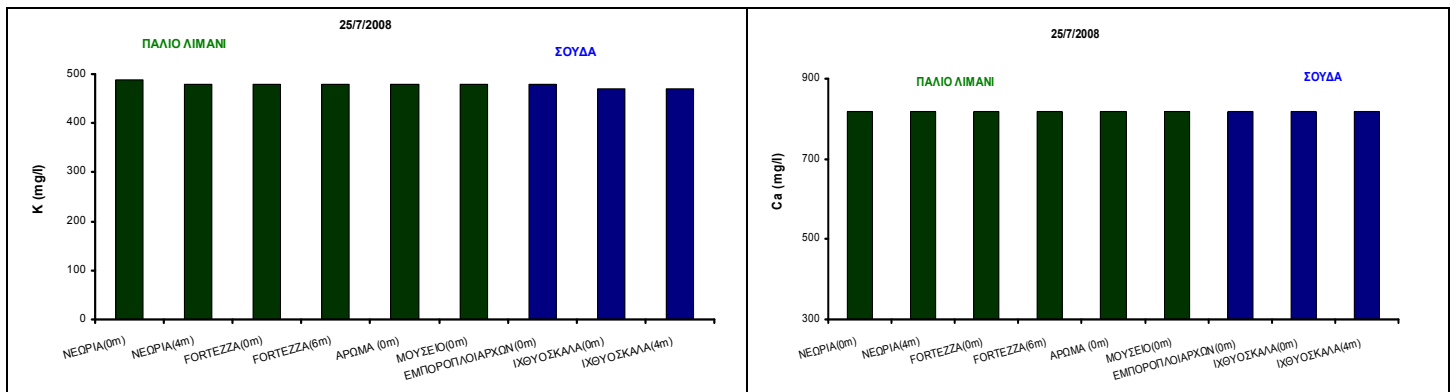
Στο σημείο «Νεώρια», στο δείγμα νερού που προερχόταν από βάθος 4m εμφανίζονται στα ολικά κολοβακτηριδία 630 αποικίες/100ml, τιμή που ξεπερνά το επιθυμητό όριο για νερά κολύμβησης, (ΦΕΚ 438B/3-7-1988), ενώ στο ίδιο σημείο παρουσιάζονται σχετικά υψηλοί αριθμοί αποικιών E.coli, αλλά και εντεροκόκκων, σημειώνοντας 84 αποικίες/100ml, γεγονός που οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το συγκεκριμένο σημείο δέχεται μικροβιολογικό φορτίο.

Στο σημείο δειγματοληψιών «Άρωμα», στο επιφανειακό δείγμα έχουμε την εμφάνιση αρκετών αποικιών ολικών κολοβακτηριδίων καθώς συνολικά εμφανίζονται 404 αποικίες/100ml δείγματος, γεγονός που υποδηλώνει την ύπαρξη μόλυνσης στο σημείο αυτό, γεγονός που επαληθεύεται από τις σχετικά ανεβασμένες τιμές συγκεντρώσεων των αποικιών τόσο των E.coli όσο και των εντεροκόκκων, χωρίς όμως το πλήθος των αποικιών να ξεπερνούν τα αντίστοιχα νομοθετημένα όρια για τα νερά κολύμβησης (**Σχήμα 35**).



Σχήμα 35: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 25/7/2008.

Όσον αφορά τις συγκεντρώσεις του καλίου και του ασβεστίου κατά την συγκεκριμένη ημερομηνία δειγματοληψίας, διατηρούνται σε όμοια και σταθερά επίπεδα τιμών και στα δύο λιμάνια, καθώς η εμφάνιση τους πιθανότατα συσχετίζεται με την φυσική διαδικασία διάβρωσης πετρωμάτων που απαντώνται σε γεωλογικούς σχηματισμούς της περιοχής (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 36**).



Σχήμα 36: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 25/7/2008

Ημερομηνία δειγματοληψίας: 19/9/2008

Παρατηρούμε πως το παλιό λιμάνι των Χανίων εμφανίζει ελαφρώς μεγαλύτερη θερμοκρασία από το λιμάνι της Σούδας ενώ και τα δύο κυμαίνονται λίγο πιο κάτω από τους 25°C, θερμοκρασία που θεωρείται φυσιολογική για την εποχή της δειγματοληψίας.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2, τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσότερων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000).

Η αλατότητα και αυτή παρουσιάζει σταθερές συγκεντρώσεις, καθώς οι τιμές που παρουσιάζουν και τα δύο λιμάνια είναι παρόμοιες πλησιάζοντας την μέση τιμή της αλατότητας της μεσογείου $S=39$ (Ξένος, 2000).

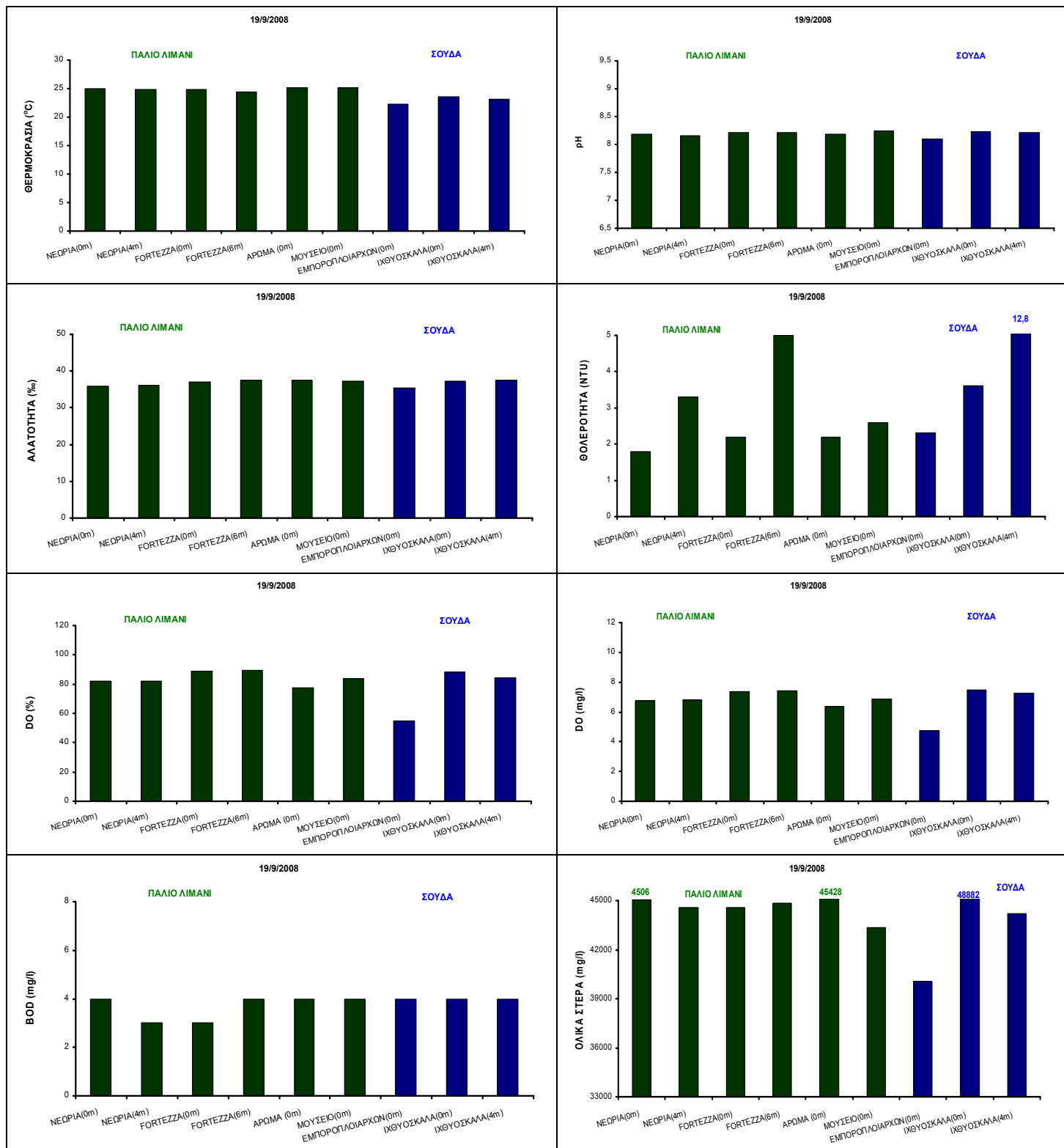
Η θολερότητα παρουσιάζει διακυμάνσεις στις τιμές της, με τις χαμηλότερες τιμές να παρουσιάζονται στο λιμάνι Χανίων. Η μεγαλύτερη τιμή που παρατηρήθηκε σημειώνεται στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» στο δείγμα του βάρους και φτάνει μόλις τα 5 NTU. Στο λιμάνι της Σούδας, η μεγαλύτερη τιμή παρατηρήθηκε στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» στο δείγμα του βάρους, γεγονός που οφείλεται στην μικρότερη απόσταση από τον πυθμένα και συνεπώς το δείγμα μας ήταν περισσότερο αναταραγμένο.

Το διαλυμένο οξυγόνο τόσο σε περιεκτικότητα επί τοις εκατό, όσο και σε περιεκτικότητα mg/l, παρουσιάζει μια σταθερή τιμή τόσο στο λιμάνι της Σούδας όσο και στο παλιό λιμάνι Χανίων, με εξαίρεση το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων», που οφείλεται σε αποικοδόμηση βιολογικής ύλης.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο παρουσιάζει σταθερές συγκεντρώσεις τόσο στο παλιό λιμάνι Χανίων όσο και στο λιμάνι της Σούδας, που δεν μαρτυρούν ρύπανση των νερών, καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφώνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001).

Η συγκέντρωση των ολικών στερεών παρουσιάζει μια σταθερή τιμή περίπου ίδια και στους δύο κόλπους, η οποία εμφανίζει την μικρότερη τιμή στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» (**Σχήμα 37**).

Γενικά σε όλες τις παραμέτρους, πλην αυτή του βιοχημικά απαιτούμενου οξυγόνου, οι μικρότερες τιμές καταγράφησαν στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων».



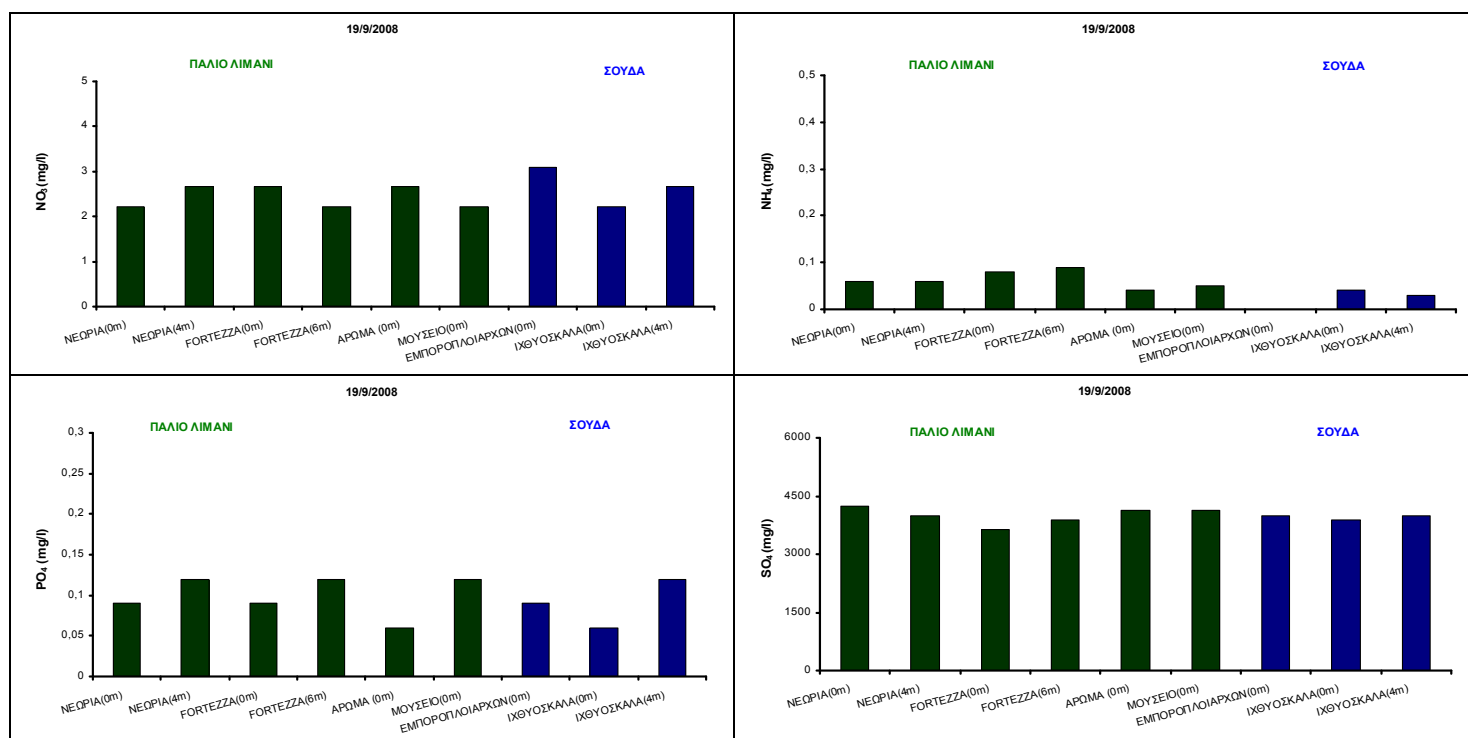
Σχήμα 37: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολερότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρομα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008.

Όσον αφορά τα θρεπτικά στοιχεία και συγκεκριμένα τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζουν μια σταθερή και χαμηλή τιμή τόσο στο παλιό λιμάνι Χανίων όσο και στο λιμάνι της Σούδας καθώς το όριο για τα θαλασσινά νερά είναι 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα παρουσιάζει σχετικά χαμηλές συγκεντρώσεις, με τις χαμηλότερες τιμές να εμφανίζονται στο λιμάνι της Σούδας, ενώ και στα δύο λιμάνια οι συγκεντρώσεις τους δεν ξεπερνούν τα όρια του αμμωνιακού αζώτου για το πόσιμο νερό που είναι 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Τα φωσφορικά ιόντα, των οποίων συνηθέστερη πηγή προέλευσης είναι τα πολυφωσφορικά ιόντα που περιέχονται σε οικιακά και βιομηχανικά απορρυπαντικά χρησιμοποιώντας στην αποσκλήρυνση του νερού, και στις δύο περιοχές γενικά βρίσκονται κάτω από την συγκέντρωση των 0,1mg/l. Η τιμή αυτή θεωρείται κρίσιμη για την εκρηκτική ανάπτυξη των αλγών σε σημείο που να επηρεάζει τον ευτροφισμό. Εξαιρέση αποτελούν τα τρία σημεία δειγματοληψιών «Νεώρια» στα 4m «Fortezza» 6m και «Ιχθυόσκαλα» 4m. όπου η τιμή ανεβαίνει οριακά στα 0,12 mg/l.

Τα θειικά ιόντα παρουσιάζουν μια σταθερή τιμή, γεγονός που δικαιολογείται καθώς η ύπαρξη τους συνδυάζεται με την φυσική αποσάθρωση των πετρωμάτων της περιοχής (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 38**).



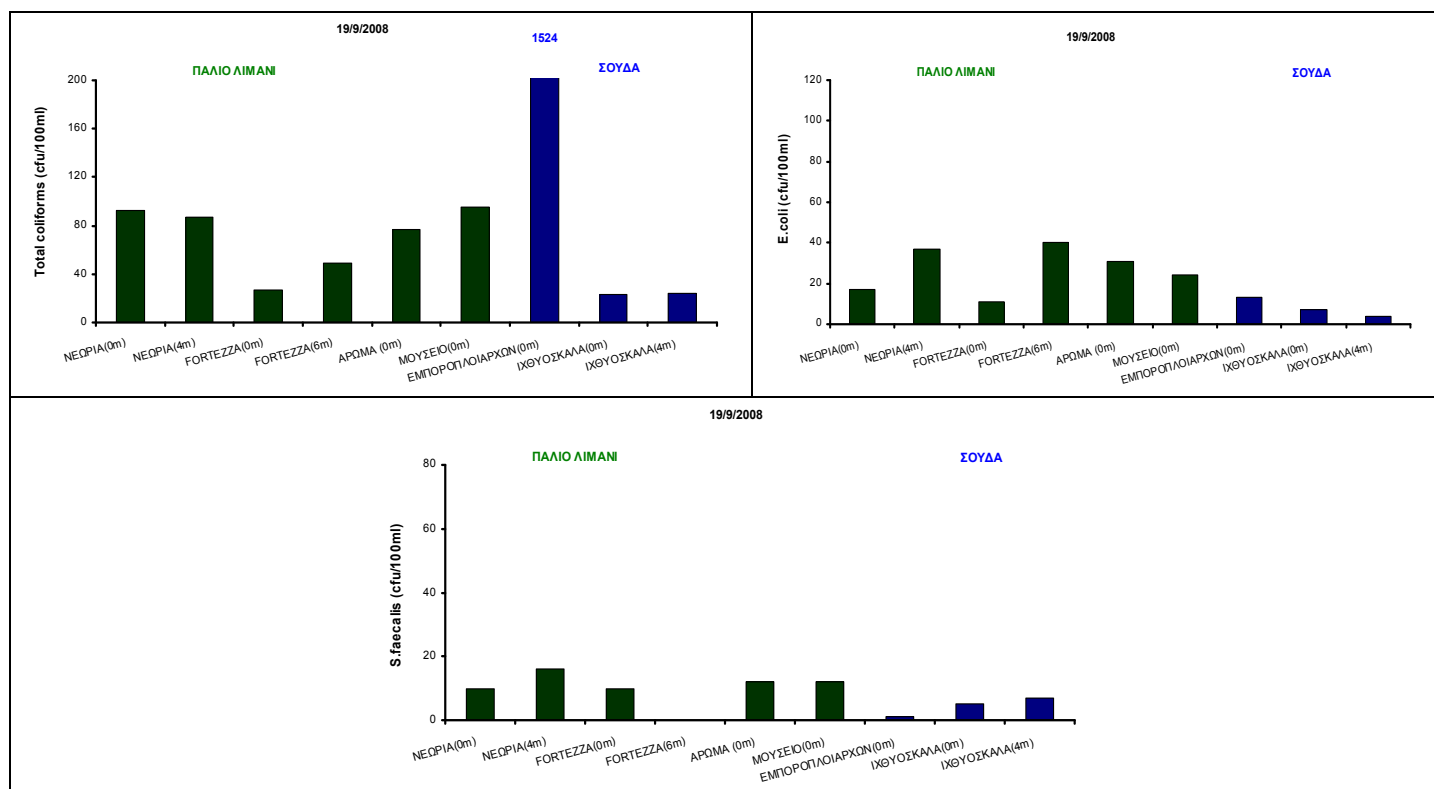
Σχήμα 38: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l), σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008.

Στις 19/9/2008, όσον αφορά τον αριθμό αποικιών των ολικών κολοβακτηριδίων του παλαιού λιμανιού των Χανίων, ο μεγαλύτερος αριθμός αποικιών σημειώθηκε στο σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο» και ήταν 95 αποικίες/100ml δείγματος.

Αντιστοίχως, το λιμάνι της Σούδας στο επιφανειακό δείγμα του σημείου δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» παρουσίασε μία μέγιστη τιμή των 1524 αποικιών/100ml δείγματος, τιμή η οποία ξεπερνάει κατά πολύ το νομικά θεσμοθετημένο επιθυμητό όριο των 500 αποικιών/100ml δείγματος (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Στα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας του λιμανιού της Σούδας οι αποικίες που καταμετρήθηκαν είναι λίγες, ενώ στο παλιό λιμάνι υπάρχει ένας αρκετά σημαντικός αριθμός αποικιών που είναι σημάδι μόλυνσης του λιμανιού.

Ο αριθμός των αποικιών E.coli στις 19/9/2008 στα διάφορα σημεία δειγματοληψίας στο παλιό λιμάνι των Χανίων είναι μεγαλύτερος, από αυτόν του λιμανιού της Σούδας. Η μεγαλύτερη τιμή που σημειώθηκε στο παλιό λιμάνι των Χανίων ήταν 40 αποικίες/100ml δείγματος που σημειώθηκε στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» σε βάθος 6m.

Οι περισσότερες αποικίες εντεροκόκκου στις 19/9/2008 καταμετρήθηκαν και αυτές στο παλιό λιμάνι Χανίων, φτάνοντας τις 16 αποικίες/100ml δείγματος ,αποτέλεσμα που δείχνει ότι το επίπεδο μόλυνσης εκείνη την ημερομηνία είναι σχετικά μικρό. Ταυτόχρονα, το λιμάνι της Σούδας σημείωσε ακόμα μικρότερο αριθμό αποικιών (Σχήμα 39).

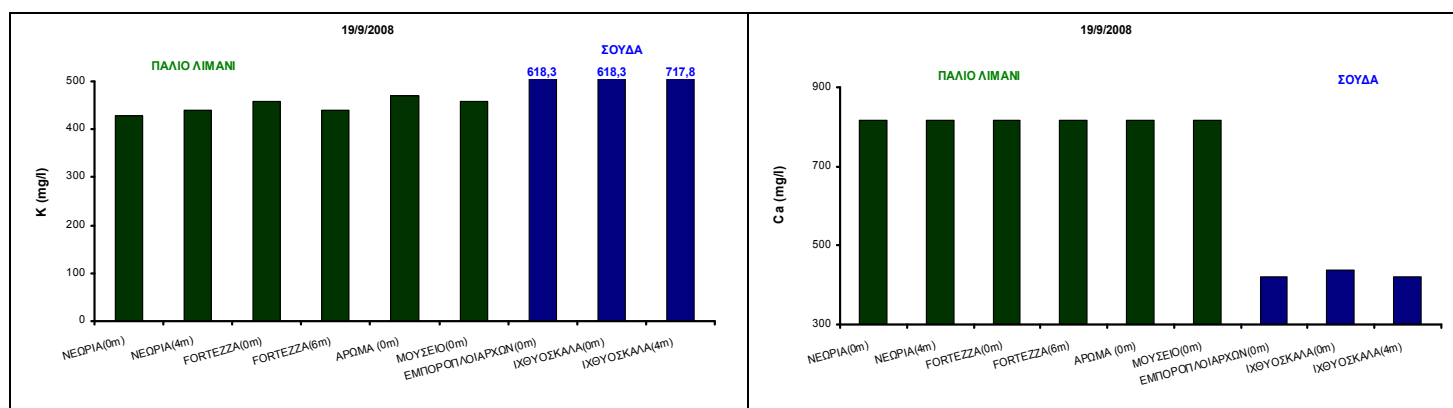


Σχήμα 39: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis), σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008.

Στις αναλύσεις που γίνανε για την συγκέντρωση του καλίου, το λιμάνι Χανίων παρουσίασε μικρότερες τιμές συγκέντρωσης από ότι το λιμάνι της Σούδας, το οποίο μάλιστα παρουσίασε μέγιστη τιμή 717,8 mg/l στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» 4m.

Όσο αφορά τις συγκεντρώσεις ασβεστίου το παλιό λιμάνι Χανίων σημειώνει μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης, οι οποίες όμως και πάλι είναι μέσα στα φυσιολογικά όρια, ενώ κατά την ίδια ημερομηνία στο λιμάνι της Σούδας παρατηρούνται οι μικρότερες συγκεντρώσεις που μετρήθηκαν κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών, σημειώνοντας ως χαμηλότερη τιμή αυτή των 419,3 mg/l.

Οι σταθερές αυτές τιμές πιθανότατα συσχετίζονται με την φυσική διαδικασία διάβρωσης γηγενών γεωλογικών σχηματισμών (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 40**).



Σχήμα 40: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008.

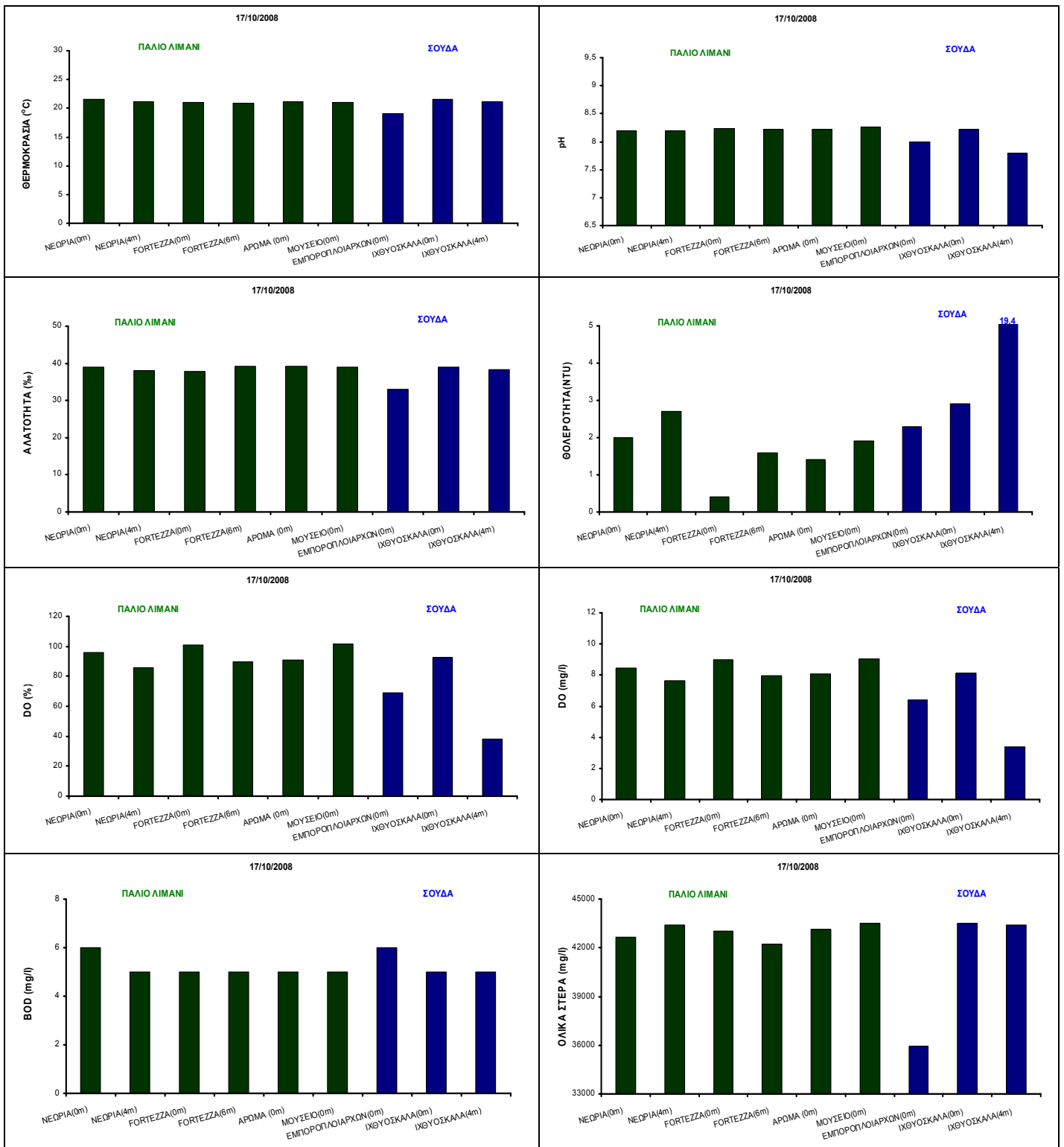
Ημερομηνία δειγματοληψίας: 17/10/2008

Παρατηρούμε πως και τα δύο λιμάνια παρουσιάζουν σταθερή θερμοκρασία, με τιμές κοντά στους 20°C, τιμή που μπορεί να χαρακτηριστεί φυσιολογική για την εποχή της δειγματοληψίας.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000) εκτός από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» που εμφανίζουν τιμές pH 8 και 7,8 αντίστοιχα.

Η αλατότητα στα δύο λιμάνια παρουσιάζει σταθερές τιμές πλησιάζοντας την μέση τιμή αλατότητας για την Μεσόγειο $S=39$ (Ξένος, 2000) ενώ ελαφρώς μικρότερη τιμή σημειώνεται στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» στο δείγμα επιφανείας.

Η θολερότητα εμφανίζει μεγάλο εύρος τιμών και στα δύο λιμάνια. με τις μεγαλύτερες τιμές θολερότητας να σημειώνονται στα δείγματα που η λήψη τους έγινε από τον πυθμένα της θαλάσσιας περιοχής, γεγονός που θα μπορούσε να δικαιολογηθεί με την ύπαρξη στο δείγμα αιωρούμενων σωματιδίων από το διαταραγμένο ίζημα του πυθμένα. Η υψηλότερη τιμή σημειώνεται στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» στο δείγμα που λήφθηκε από βάθος 4m όπου η θολερότητα φτάνει τα 19,4 NTU (**Σχήμα 41**).



Σχήμα 41: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολερότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%) και DO (mg/l)), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 17/10/2008.

Το διαλυμένο οξυγόνο τόσο στην περιεκτικότητα (%), όσο και στη περιεκτικότητα mg/l, παρουσιάζει σταθερές τιμές και στα δύο λιμάνια σημειώνοντας μια μικρή διακύμανση γύρω από τις αναμενόμενες τιμές του 80-120 %. Εξαιρέση

αποτελεί, το σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλας» του λιμανιού της Σούδας, στο δείγμα που προήλθε από βάθος των 4m σημειώνοντας την χαμηλότερη τιμή που σημειώθηκε κατά την διάρκεια όλων των δειγματοληψιών 38,3% και αντιστοίχως 3,38mg/l, που πιθανός οφείλεται σε κατανάλωση κατά την διαδικασία αποικοδόμηση της βιολογικής ύλης.

Οι τιμές που παρουσιάζει το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο μπορούν να σχολιαστούν σαν χαμηλές καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40 \text{ mg/l}$ συμφώνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001).

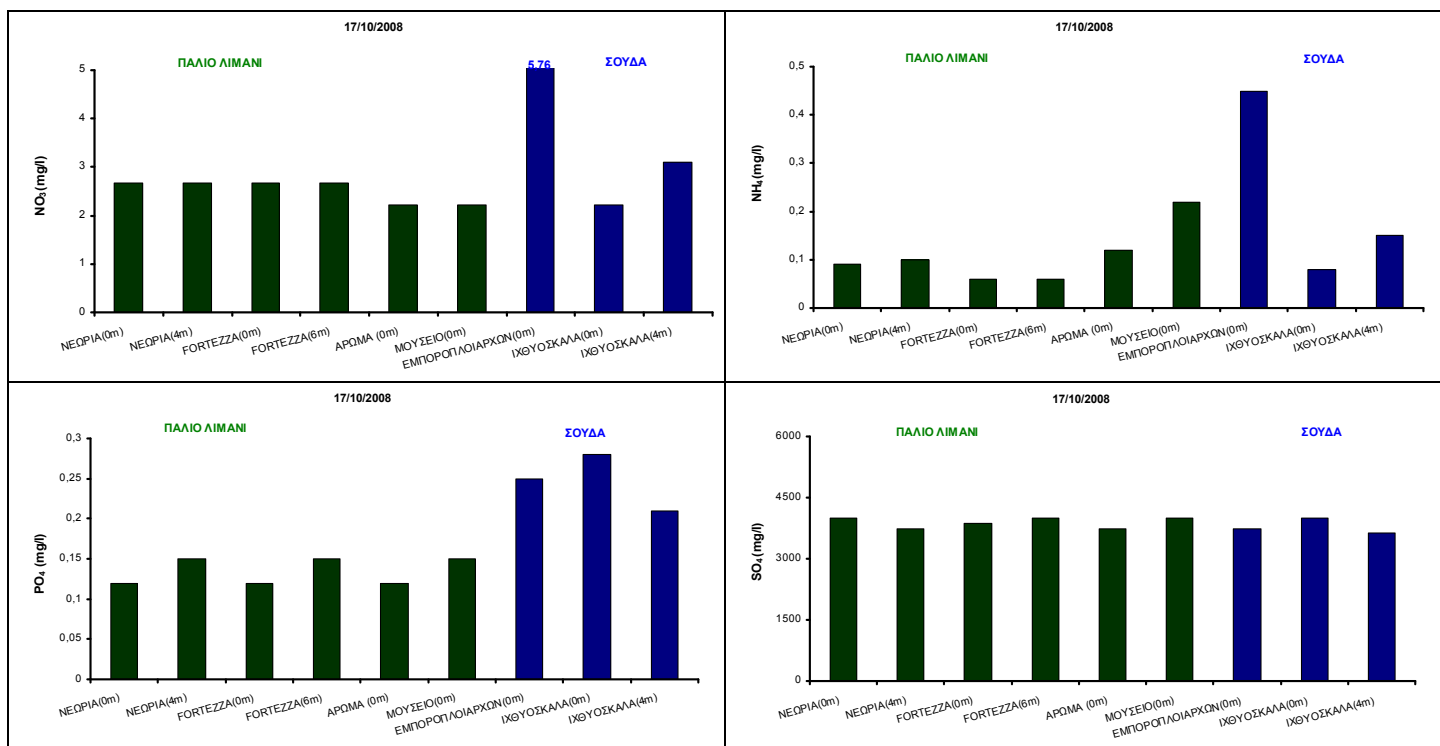
Η συγκέντρωση των ολικών στερεών παρουσιάζει μια σταθερή τιμή περίπου ίδια και στους δύο κόλπους με μικρές διακυμάνσεις γύρω από την τιμή των 43000mg/l. Εξάριση αποτελεί το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» του λιμανιού της Σούδας το οποίο εμφανίζει την μικρότερη τιμή των 35912mg/l (Σχήμα 41).

Η συγκέντρωση των νιτρικού ιόντων παρουσιάζει μια σχετικά σταθερή τιμή και στα δύο λιμάνια, ενώ η μεγαλύτερη τιμή σημειώνεται στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» φτάνοντας τα 5,76 mg/l, τιμή που θεωρείται φυσιολογική καθώς το όριο για τα θαλασσινά νερά είναι 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα και αυτά παρουσιάζει σχετικά σταθερές συγκεντρώσεις και στα δύο λιμάνια, με την μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται στο λιμάνι της Σούδας και να φτάνει την τιμή των 0,45 mg/l, τιμή που δεν ξεπερνά τα όρια που ισχύουν για το πόσιμο νερό (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων, των οποίων η συνθηθέστερη πηγή προέλευσης μεγάλων ποσοτήτων είναι τα πολυφωσφορικά ιόντα που περιέχονται σε οικιακά και βιομηχανικά απορρυπαντικά για την αποσκλήρυνση του νερού, και στις δύο περιοχές σημειώνουν σημαντικές συγκεντρώσεις, με την μεγαλύτερη τιμή να είναι 0,28mg/l στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλας» στο επιφανειακό δείγμα και ξεπερνώντας κατά πολύ τα 0,1 mg/l τιμή που προκαλεί εκρηξή στην αύξηση των άλγων και εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000).

Τα θειικά ιόντα παρουσιάζουν μια σταθερή τιμή, γεγονός που δικαιολογεί την ύπαρξη τους λόγω φυσικής αποσάθρωσης των τοπικών γεωλογικών σχηματισμών (Ζανάκη, 2001) (Σχήμα 42).



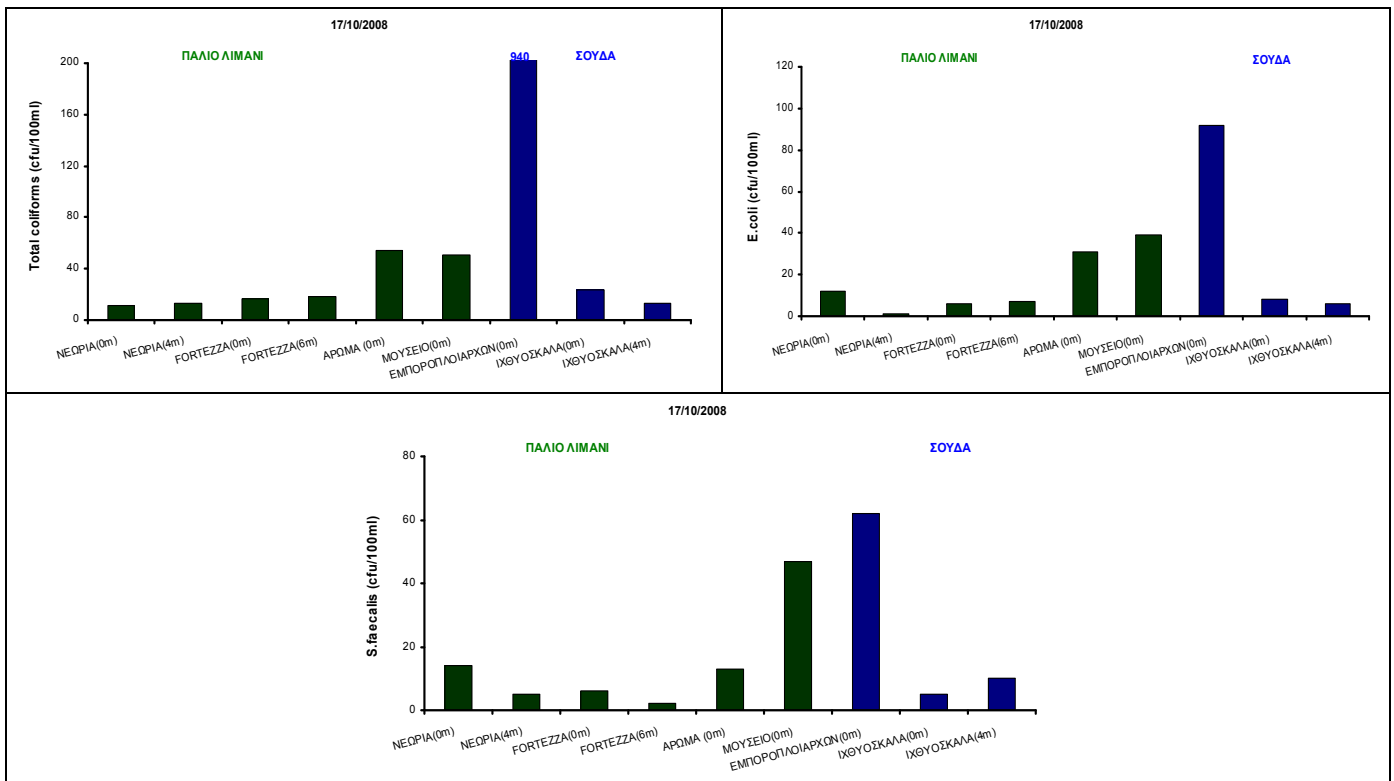
Σχήμα 42: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l) καιθειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 17/10/2008.

Κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 17/10/2008 η εικόνα που μας παρουσιάζουν τα δύο λιμάνια είναι ότι το παλιό λιμάνι Χανίων αυτήν την ημερομηνία δέχεται μικρότερο μικροβιολογικό φορτίο από το λιμάνι της Σούδας.

Συγκεκριμένα, ο αριθμός των αποικιών των ολικών κολοβακτηριδίων είναι σχετικά λίγες σε αριθμό στο παλιό λιμάνι Χανίων, ενώ στο λιμάνι της Σούδας καταμετρήθηκαν 940 αποικίες στα 100 ml δείγματος στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» στο επιφανειακό δείγμα, τιμή που ξεπερνάει το νομοθετημένο όριο των 500αποικιών/100 ml (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Ο αριθμός των αποικιών E.coli, είναι σχετικά μικρός στο παλιό λιμάνι Χανίων, καθώς η μεγαλύτερη τιμή που μετρήθηκε είναι μόλις 39 αποικίες/100ml, ενώ ταυτόχρονα στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» το επιφανειακό δείγμα, σημειώνει την μεγαλύτερη τιμή του, τις 92 αποικίες/100ml.

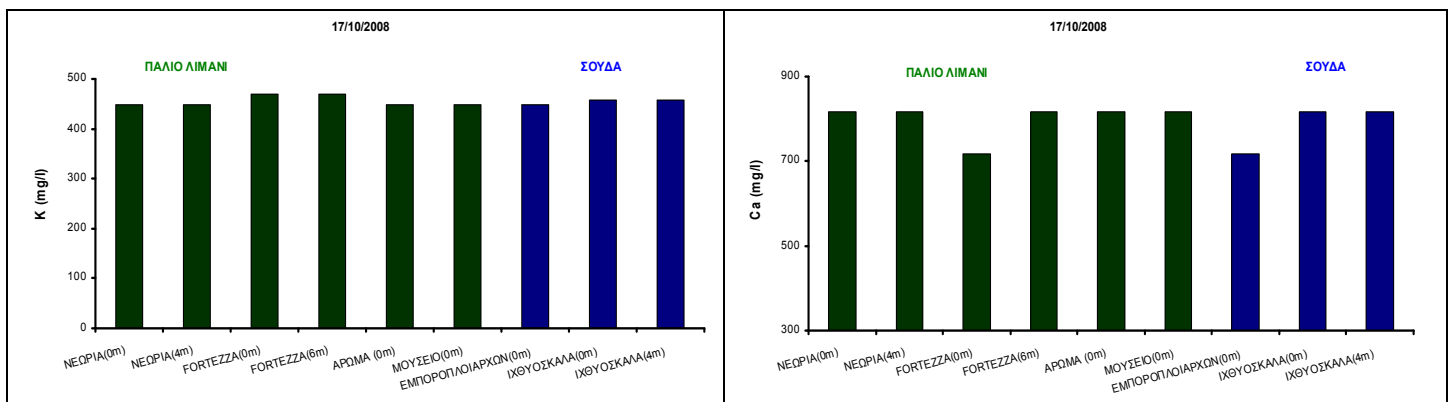
Όσο αφορά τις αποικίες εντεροκόκκου, στο παλιό λιμάνι Χανίων καταμετρήθηκαν μόλις 47 αποικίες ανά 100ml δείγματος, ενώ οι περισσότερες αποικίες που καταμετρήθηκαν στο λιμάνι της Σούδας αντιστοίχως είναι 62 αποικίες ανά 100 ml δείγματος, επιβεβαιώνοντας το γεγονός ότι το συγκεκριμένο σημείο δέχεται υψηλό μικροβιολογικό φορτίο την συγκεκριμένη ημερομηνία (**Σχήμα 43**).



Σχήμα 43: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 17/10/2008.

Οι συγκεντρώσεις του καλίου και στα δύο λιμάνια εμφανίζουν σταθερές τιμές συγκεντρώσεων κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας (17/10/2008).

Οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου σημειώνουν και αυτές σταθερές τιμές σημειώνοντας δύο ελάχιστα στα σημεία δειγματοληψίας «Fortezza» και «Εμποροπλοιάρχων», με τιμή 717,8 mg/l. Οι σχετικά σταθερές τιμές και των δύο αλάτων, πιθανότατα συσχετίζονται με την φυσική διαδικασία διάβρωσης πετρωμάτων της περιοχής (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 44**).



Σχήμα 44: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου(K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 17/10/2008.

Ημερομηνία δειγματοληψίας: 20/11/2008

Κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 20/11/2008, η θερμοκρασία στους δύο κόλπους του παλιού λιμανιού Χανίων και του λιμανιού Σούδας, παρουσιάζεται σταθερή στους 19 °C, με ελαφρώς χαμηλότερη τιμή να παρουσιάζεται στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων». Στα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» και «Fortezza» στα επιμέρους βάθη τους δεν ήταν εφικτή η μέτρηση της θερμοκρασίας.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000), με ελαφρώς χαμηλότερη τιμή να παρουσιάζεται στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων».

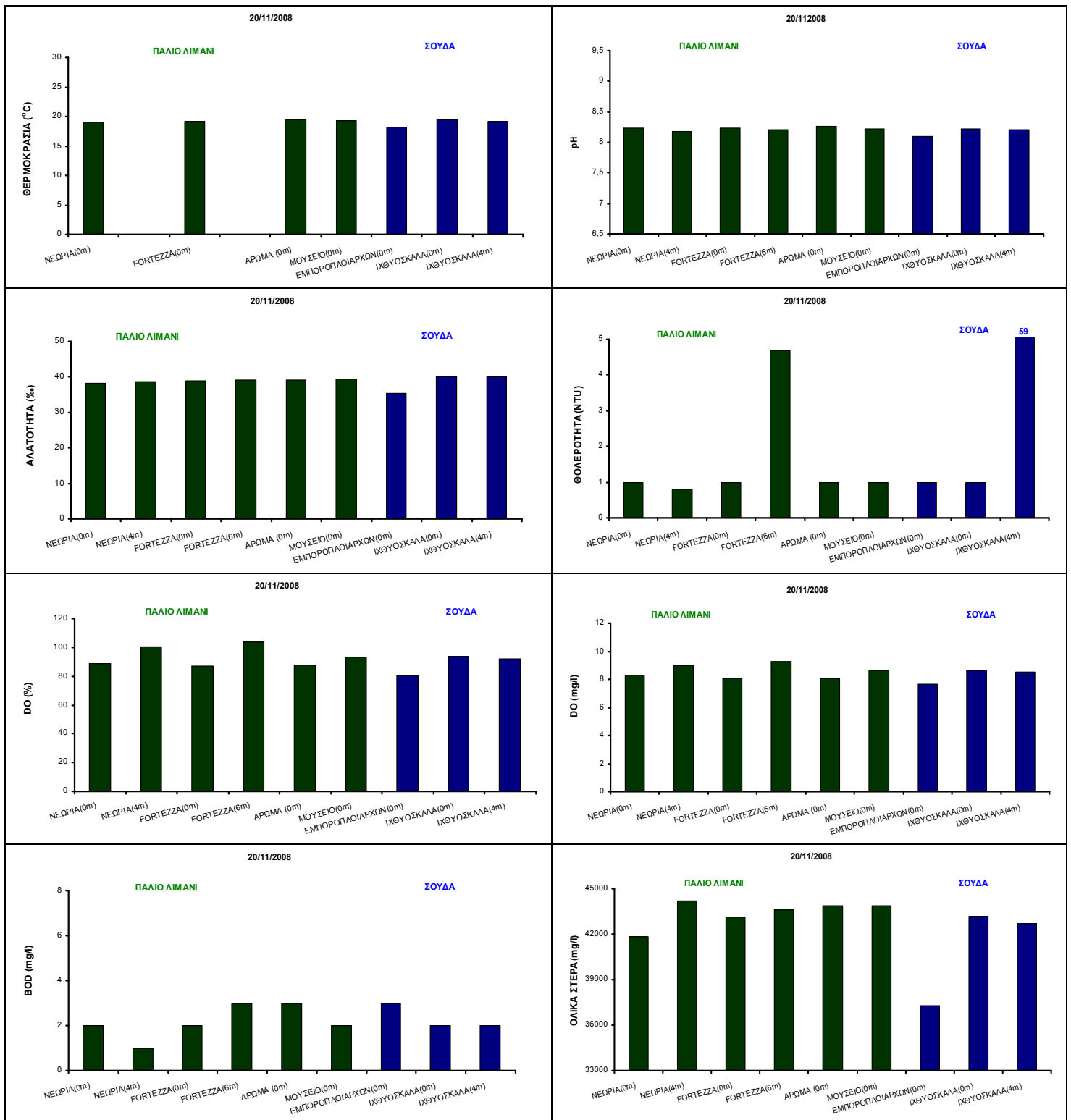
Η αλατότητα και αυτή παρουσιάζει σταθερή συγκέντρωση και περίπου ίδιες τιμές και στα δύο λιμάνια, πλησιάζοντας την τιμή αλατότητας $S=39$ που εμφανίζεται κατά μέσο όρο στην Μεσόγειο (Ξένος, 2000) με ελαφρώς χαμηλότερη τιμή να παρουσιάζεται στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων».

Η θολερότητα παρουσιάζει χαμηλές τιμές στο παλιό λιμάνι Χανίων, και στο λιμάνι της Σούδας, με τιμές θολερότητας κοντά στην τιμή 1 NTU, τιμή που εκφράζει διαυγή νερά. Σημειώθηκαν παρόλα αυτά δύο πιο υψηλές τιμές, μία στο παλιό λιμάνι Χανίων στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» στα 6m βάθος με τιμή θολερότητας 4,7 NTU και η άλλη στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» στα 4m βάθος με τιμή θολερότητας 59 NTU, τιμή που πιθανότατα παρουσιάζεται λόγω αναταραχής του ιζήματος του πυθμένα εξαιτίας του έντονου κυματισμού που επικρατούσε στο λιμάνι της Σούδας.

Τόσο το διαλυμένο οξυγόνο σε περιεκτικότητα επί τοις εκατό, όσο και το διαλυμένο οξυγόνο σε περιεκτικότητα mg/l παρουσιάζει μια σχετικά φυσιολογική διακύμανση στις τιμές του στο παλιό λιμάνι Χανίων και στο λιμάνι της Σούδας οι οποίες κυμαίνονται εντός του ποσοστού του επιθυμητού ορίου διαλυμένου οξυγόνου, δηλαδή μεταξύ 80-120% (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο παρουσιάζει σχετικά χαμηλές τιμές τόσο στο παλιό λιμάνι των Χανίων όσο και στο λιμάνι της Σούδας, με την μεγαλύτερη τιμή να είναι μόλις 3 mg/l και να εμφανίζεται στα σημεία δειγματοληψίας «Αρωμα» (στο δείγμα επιφανείας), στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» (στο δείγμα από το βάθος των 6m), και στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» (στο δείγμα επιφανείας). Η τιμή συσχετίζεται με μη ρυπασμένα νερά καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφωνά με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001).

Η συγκέντρωση των ολικών στερεών παρουσιάζει μια σταθερή τιμή περίπου ίδια και στους δύο κόλπους η οποία εμφανίζει την μικρότερη τιμή στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» του λιμανιού της Σούδας τιμή που φτάνει μόλις τα 37294 mg/l (**Σχήμα 45**).



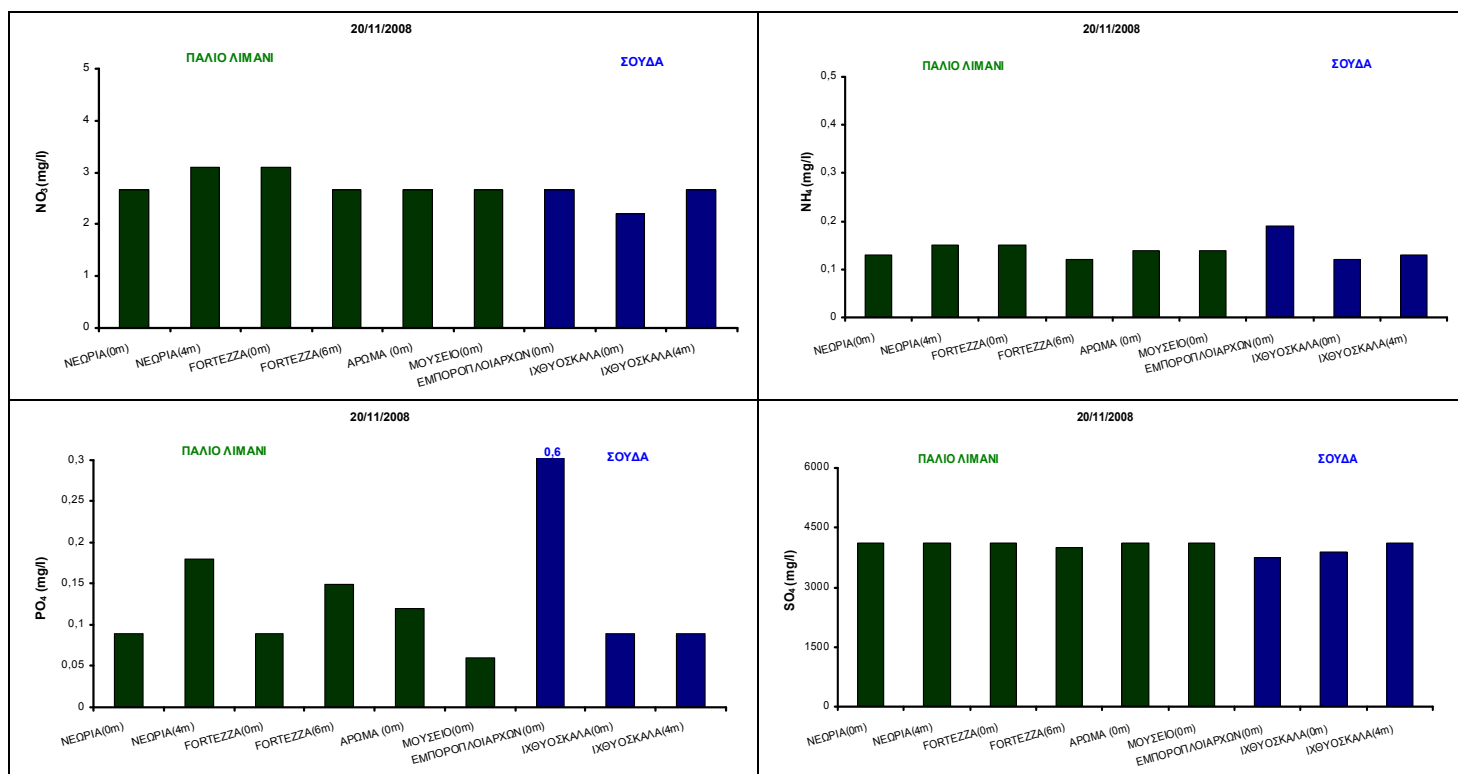
Σχήμα 45: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (%), θολερότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%) και DO (mg/l)), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοίαρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 20/11/2008.

Στις 20/11/2008, τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζουν φυσιολογικές τιμές τόσο στο παλιό λιμάνι Χανίων όσο και στο λιμάνι της Σούδας, χωρίς ιδιαίτερες διακυμάνσεις με συγκεντρώσεις κάτω των 20 mg/l και συνεπώς εντός των ορίων (Ζανάκη, 2001).

Το ίδιο ισχύει και για τις συγκεντρώσεις των αμμωνιακού ιόντων καθώς παρουσιάζουν σχετικά σταθερές τιμές, με την μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται στο λιμάνι της Σούδας στην θέση δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και να φτάνει την τιμή των 0,19 mg/l τιμή που και αυτή θεωρείται χαμηλή καθώς δεν ξεπερνά τα αυστηρά όρια των 0,5 mg/l που ισχύουν για το πόσιμο νερό (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

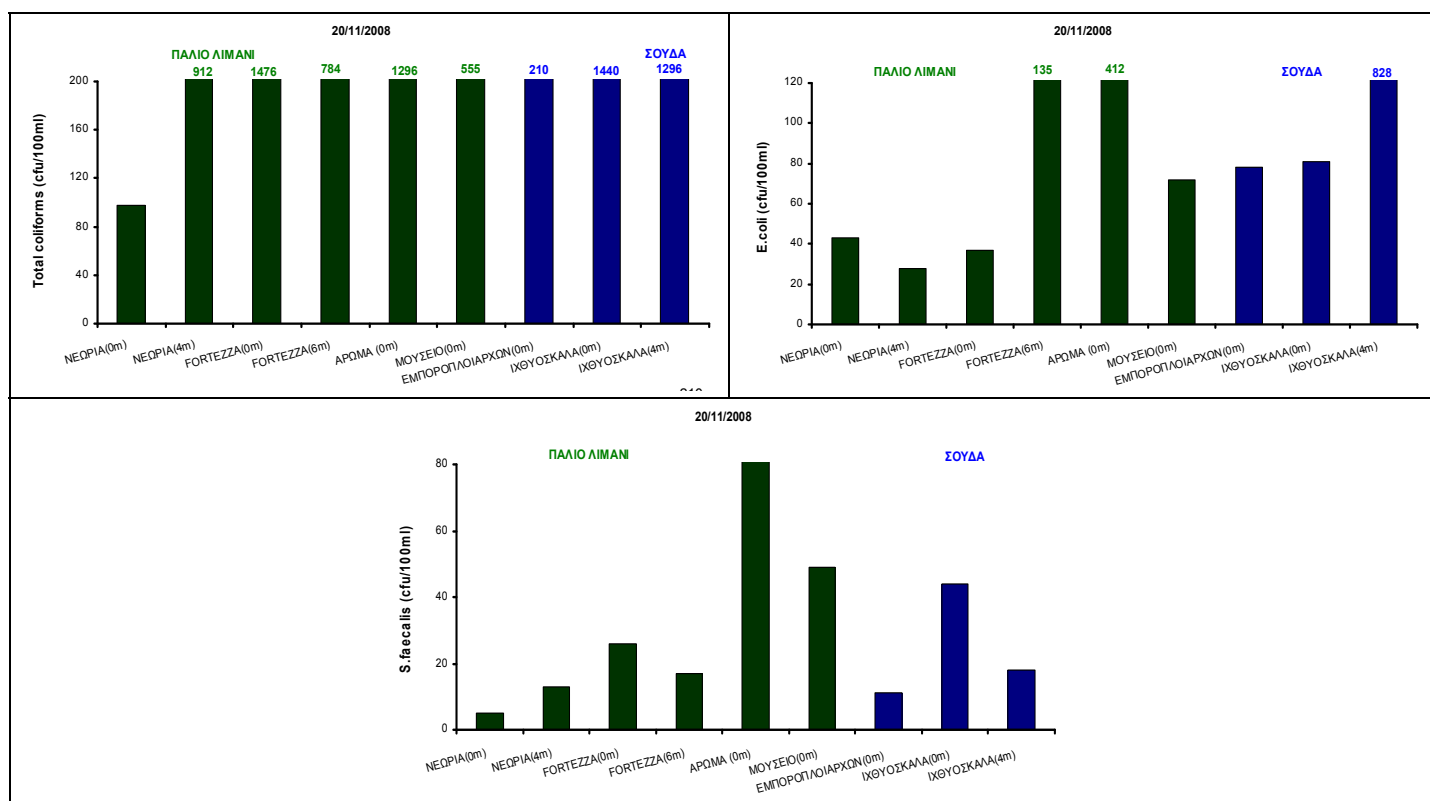
Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων, που η αυξημένη τους παρουσία σημαίνει συνήθως ρύπανση από συστατικά που εμπεριέχονται σε απορρυπαντικά παρουσιάζου σημείωσαν μεγάλο εύρος τιμών στα δύο λιμάνια ,καθώς η μικρότερη συγκέντρωση καταγράφηκε στο σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο» στο επιφανειακό δείγμα και είναι μόλις 0,06 mg/l ενώ η μεγαλύτερη τιμή σημειώθηκε στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και φτάνει τα 0,5mg/l ξεπερνώντας τα 0,1 mg/l τιμή που προκαλεί εκρηξή στην αύξηση των άλγων και εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000).

Τα θειικά ιόντα παρουσιάζουν μια σταθερή τιμή, γεγονός που δικαιολογεί την προέλευση τους από την φυσικής αποσάθρωσης των τοπικών γεωλογικών σχηματισμών (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 46**).



Σχήμα 46: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 20/11/2008.

Στις 20/11/2008, η εικόνα που μας δίνουν τα δύο λιμάνια είναι ότι δέχονται υψηλό μικροβιολογικό φορτίο καθώς ο αριθμός των αποικιών των ολικών κολοβακτηριδίων είναι υψηλές σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας. Στο παλιό λιμάνι ο μικρότερος πληθυσμός αποικιών σημειώνεται στο σημείο δειγματοληψιών «Νεώρια» και φτάνει τις 98 αποικίες/100ml στο επιφανειακό δείγμα ενώ ο μεγαλύτερος αριθμός αποικιών παρουσιάζεται στο σημείο «Fortezza» τόσο στο επιφανειακό δείγμα όπου καταμετρήθηκαν 1.476 αποικίες όσο και στο δείγμα του βάθους όπου και καταμετρήθηκαν 784 αποικίες/100ml δείγματος Στο λιμάνι της Σούδας το μεγαλύτερο μικροβιολογικό φορτίο σημειώνεται στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλας» καθώς στο επιφανειακό δείγμα καταμετρήθηκαν 1.440 αποικίες/100ml και στο δείγμα βάθους καταμετρήθηκαν 1.296 αποικίες/100ml. Ταυτόχρονα, τα υπόλοιπα σημεία εμφανίζουν πολύ υψηλούς αριθμούς αποικιών, καθώς η μικρότερη τιμή αποικιών που σημειώθηκε ήταν 210 αποικίες/100ml. Γενικά τα δείγματα από όλα τα σημεία στο παλιό λιμάνι πλην του δείγματος από το επιφανειακό δείγμα των Νεωρίων ξεπερνάνε το νομοθετημένο όριο για τα ολικά κολοβακτηρίδια των 500 αποικιών/100ml δείγματος που ισχύει για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988) (**Σχήμα 47**).



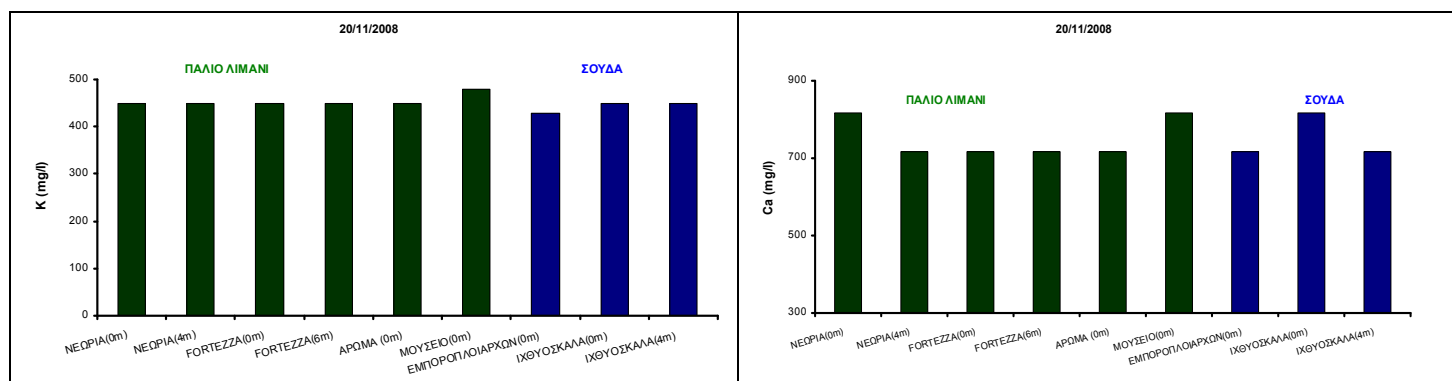
Σχήμα 46: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιαρχών» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 20/11/2008.

Όσο αφορά τις αποικίες των E.coli στο παλιό λιμάνι των Χανίων τα σημεία δειγματοληψίας «Fortezza» από τα 6m βάθος και «Αρωμα» στο επιφανειακό δείγμα ξεπερνάνε το νομοθετημένο όριο των 100 αποικιών/100ml (ΦΕΚ 438B/3-7-1988) καθώς παρουσιάζουν 135 αποικίες /100ml αντίστοιχα και 412 αποικίες /100ml. Ο

αριθμός των αποικιών E.coli σημειώνει την μεγαλύτερη τιμή του στο λιμάνι της Σούδας, φτάνοντας τις 828 αποικίες/100ml στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» ενώ τα υπόλοιπα σημεία σημειώνουν υψηλές τιμές χωρίς όμως να ξεπερνάνε το όριο των 100 αποικιών/100ml.

Οι περισσότερες αποικίες εντεροκόκκου που καταμετρήθηκαν εμφανίστηκαν στο παλιό λιμάνι των Χανίων στο σημείο «Άρωμα» στο επιφανειακό δείγμα, και ήταν 83 αποικίες/100ml. Ο αμέσως υψηλότερος πληθυσμός αποικιών ήταν 49 αποικίες/100ml δείγματος και καταμετρήθηκαν στο σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο». Στο λιμάνι της Σούδας αντιστοίχως η μέγιστη τιμή αποικιών εντεροκόκκου είναι 44 αποικίες ανά 100ml δείγματος που καταμετρήθηκαν στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» στο επιφανειακό δείγμα (**Σχήμα 46**).

Η ανάλυση των δειγμάτων που λήφθηκαν στις 20/11/2008 από τα δύο λιμάνια, παρουσιάζουν σχετικά όμοια αποτελέσματα όσο αφορά τις συγκεντρώσεις του καλίου και του ασβεστίου και κινούνται μέσα στα φυσιολογικά όρια χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις. Οι σταθερές τιμές και των δύο αλάτων πιθανότατα συσχετίζονται με την φυσική διαδικασία διάβρωσης πετρωμάτων της περιοχής (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 47**).



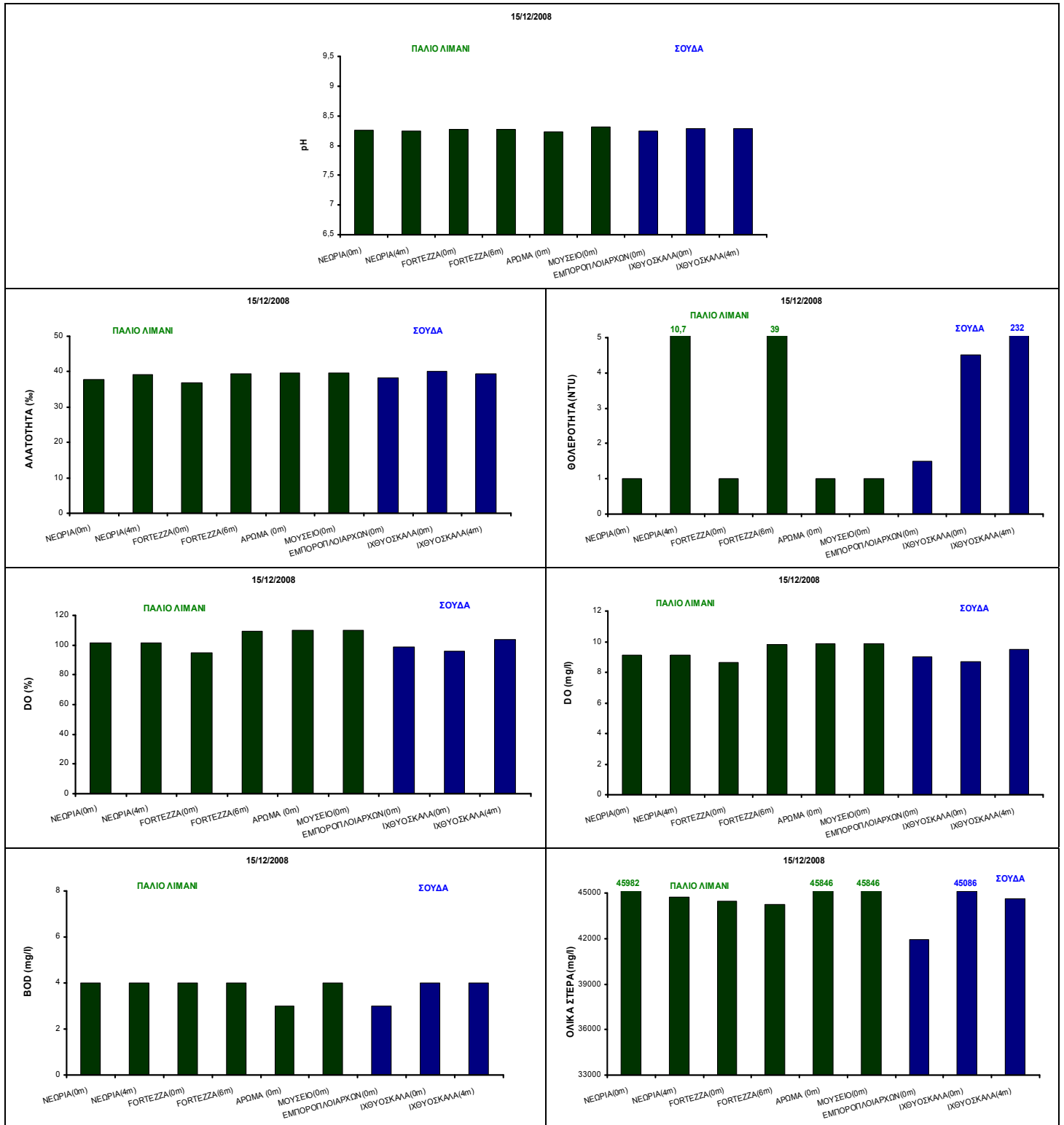
Σχήμα 47: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 20/11/2008.

Ημερομηνία δειγματοληψίας: 15/12/2008

Στις 15/12 δεν ήταν δυνατή η λήψη τιμής της θερμοκρασίας. Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 και στα δύο λιμάνια, τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσότερων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000). Η αλατότητα παρουσιάζει και αυτή σταθερή τιμή συγκέντρωσης και στα δύο λιμάνια.

Η θολρότητα παρουσιάζει μεγάλη διακύμανση τιμών, με τις υψηλότερες να παρουσιάζονται στα δείγματα από τα βάθη των σημείων δειγματοληψίας και των δύο λιμανιών. Έτσι στο παλιό λιμάνι παρατηρείται μια σχετικά υψηλή τιμή στο σημείο δειγματοληψίας «Νεώρια», στο δείγμα των 4m, φτάνοντας τα 10,7 NTU και μία ακόμα υψηλότερη τιμή σημειώνεται στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza», στο δείγμα βάθους 6m όπου έφτασε τα 39 NTU. Στο λιμάνι της Σούδας, στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα», το δείγμα που λήφθηκε από βάθος 4m, παρουσίασε την πιο υψηλή θολρότητα από όλες τις δειγματοληψίες φτάνοντας μέχρι και τα 232 NTU. Πιθανότατα, αυτή η υψηλή τιμή εμφανίζεται στο δείγμα αυτήν την ημερομηνία

λόγω αναταραχής της θάλασσας που συμπαρασύρανε περισσότερα σωματίδια από τον πυθμένα από ότι συνήθως (**Σχήμα 48**).



Σχήμα 48: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (%), θολερότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (% και DO (mg/l)), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l), και ολικά στερεά (mg/l σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 15/12/2008.

Το διαλυμένο οξυγόνο εκφρασμένο τόσο (%) όσο και σε περιεκτικότητα mg/l εμφανίζει μικρή διακύμανση στις τιμές του και στα δύο λιμάνια και η οποία κυμαίνεται εντός των επιθυμητών ορίων του 80-120% του διαλυμένου οξυγόνου για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο, εμφανίζει σχετικά σταθερή τιμή και στα δύο λιμάνια σημειώνοντας χαμηλές τιμές οι οποίες φτάνουν μόλις τα 4mg/l, τιμή που χαρακτηρίζεται ως χαμηλή, καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφώνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001).

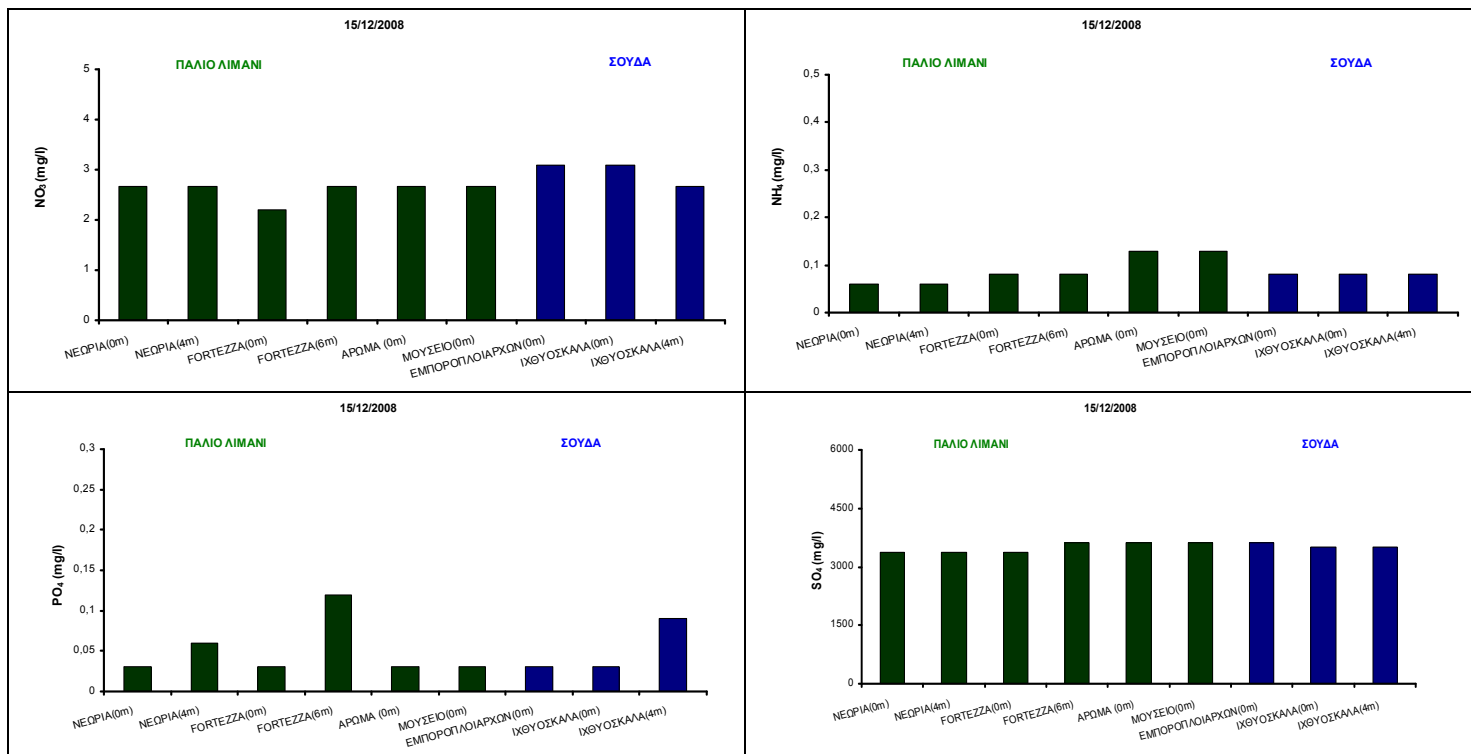
Η συγκέντρωση των ολικών στερεών παρουσιάζει μια σταθερή τιμή περίπου ίδια και στους δύο κόλπους με μικρές διακυμάνσεις γύρω από την τιμή των 45000 mg/l. Εξάιρεση αποτελεί το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» του λιμανιού της Σούδας το οποίο εμφανίζει την μικρότερη τιμή 41940 mg/l (**Σχήμα 48**).

Στις 15/12/2008, τα νιτρικά ιόντα παρουσιάζουν σταθερές και όμοιες τιμές συγκεντρώσεων και στα δύο λιμάνια, με την μεγαλύτερη τιμή να είναι 3,1 mg/l και να εμφανίζετε στο λιμάνι της Σούδας στα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στο επιφανειακό δείγμα. Η τιμή αυτή χαρακτηρίζεται ως φυσιολογική και εντός των ορίων, καθώς το όριο για τα θαλασσινά νερά είναι 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Σχετικά σταθερές είναι και οι συγκεντρώσεις των αμμωνιακών ιόντων με την μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται στο παλιό λιμάνι Χανίων στην θέση δειγματοληψίας «Άρωμα» και στο «Μουσείο» και να φτάνει την τιμή των 0,13 mg/l, τιμή που είναι κατά πολύ χαμηλότερη από το επιτρεπτό όριο των αμμωνιακών ιόντων στο πόσιμο νερό (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων, που η αυξημένη τους παρουσία σημαίνει συνήθως ρύπανση από συστατικά που εμπεριέχονται σε απορρυπαντικά, παρουσιάζουν χαμηλές συγκεντρώσεις στα διαφορά σημεία δειγματοληψιών και στα δύο λιμάνια. Η μεγαλύτερη τιμή σημειώνεται στο λιμάνι των Χανίων και εντοπίζεται στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» στο δείγμα των 6m και φτάνει τα 0,12mg/l, ξεπερνώντας οριακά τα 0,1 mg/l τιμή που προκαλεί εκρηξή στην αύξηση των άλγων και εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000) ενώ η μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης στο λιμάνι της Σούδας παρατηρείται στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» στο επιφανειακό δείγμα και είναι μόλις 0,09 mg/l.

Τα θειικά ιόντα παρουσιάζουν μια σταθερή τιμή, γεγονός που δικαιολογεί την προέλευση τους από την φυσική αποσάθρωση των τοπικών πετρωμάτων (**Σχήμα 49**).



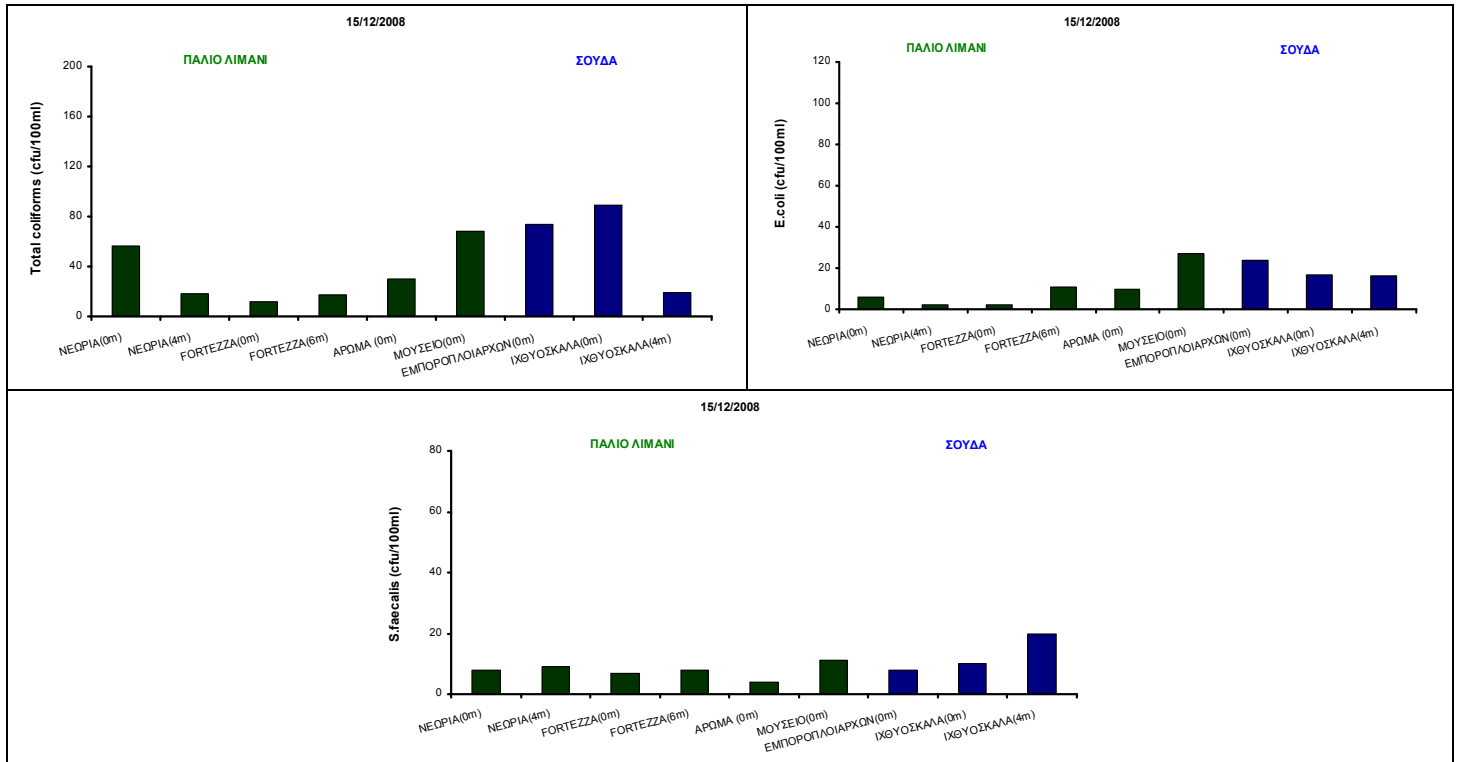
Σχήμα 49: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 15/12/2008.

Κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας (15/12/2008), και τα δύο λιμάνια παρουσιάζουν πολύ χαμηλό μικροβιολογικό φορτίο.

Καταμετρώντας τις αποικίες των ολικών κολοβακτηριδίων, στο παλιό λιμάνι ο μεγαλύτερος αριθμός τους εμφανίζεται στο σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο» σημειώνοντας 68 αποικίες/100ml, ενώ στο λιμάνι της Σούδας, οι περισσότερες αποικίες καταμετρήθηκαν στο δείγμα που προήλθε από το σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» και φτάσανε τις 89 αποικίες/100ml δείγματος.

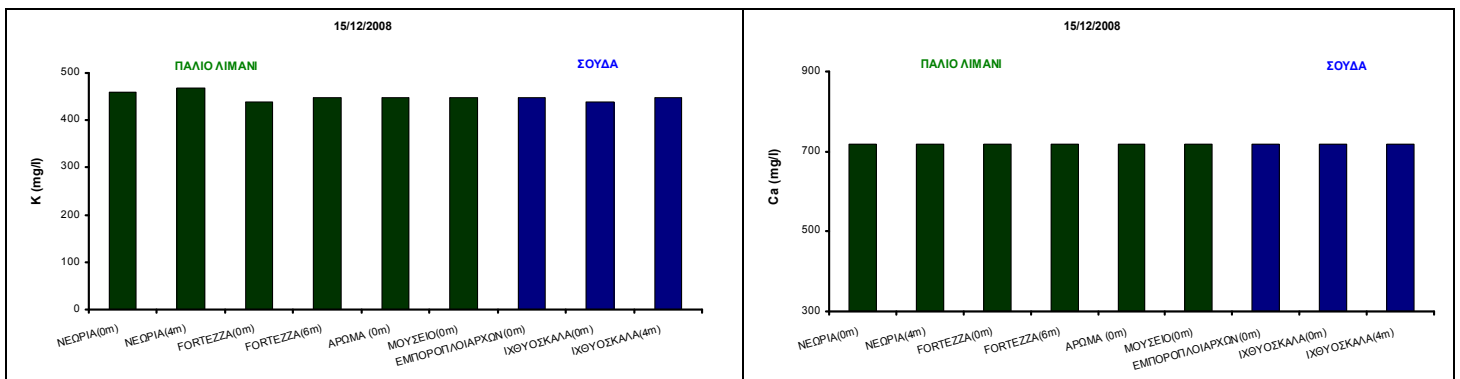
Οι μεγαλύτεροι αριθμός αποικιών E.coli που καταμετρήθηκαν στις 15/12/2008 ανά 100ml είναι μόλις 27 για το παλιό λιμάνι Χανίων και προήλθαν από το σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο» και μόλις 24 για το λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων».

Οι αποικίες εντεροκόκκων είναι και αυτές σε σχετικά χαμηλά επίπεδα. Στο λιμάνι Χανίων, ο μεγαλύτερος αριθμός αποικιών που καταμετρήθηκε ήταν στο δείγμα «Μουσείο» και ήταν 11 αποικίες/100ml δείγματος και στο λιμάνι της Σούδας ο μεγαλύτερος αριθμός αποικιών έφτασε τις 20/100ml δείγματος.



Σχήμα 50: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 15/12/2008.

Οι συγκεντρώσεις τόσο του καλίου όσο και του ασβεστίου και στα δύο λιμάνια εμφανίζουν σταθερές συγκεντρώσεις σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας τους. Οι σταθερές τιμές τους πιθανότατα συσχετίζονται με την φυσική διαδικασία διάβρωσης πετρωμάτων της περιοχής (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 51**).



Σχήμα 51: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 15/12/2008.

Ημερομηνία δειγματοληψίας: 5/3/2009

Κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 5/3/2009, τα δύο λιμάνια παρουσιάζουν την χαμηλότερη τιμή θερμοκρασίας που μετρήθηκε, καθώς και τα δύο κυμαίνονται γύρω στους 15,5°C, τιμή φυσιολογική για την εποχή δειγματοληψίας.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή και στα δύο λιμάνια γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσότερων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000).

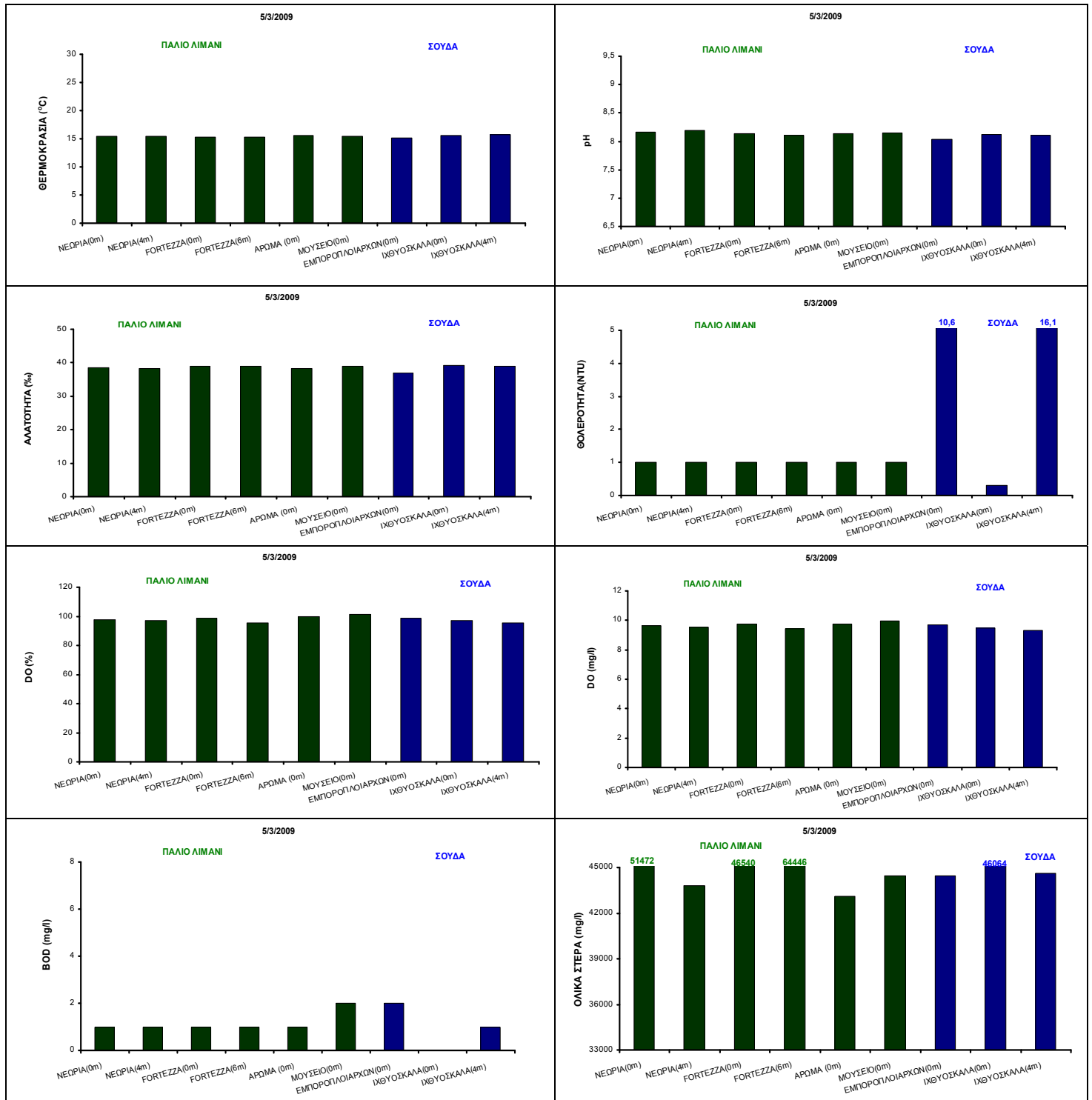
Η αλατότητα και αυτή παρουσιάζει σταθερές συγκεντρώσεις, καθώς οι τιμές που παρουσιάζουν και τα δύο λιμάνια πλησιάζει την κατά μέσο όρο τιμή αλατότητας $S=39$ των νερών της Μεσογείου.

Η θολρότητα παρουσιάζει σταθερές τιμές στο παλιό λιμάνι των Χανίων παρουσιάζοντας διαυγή νερά, ενώ ταυτόχρονα στο λιμάνι της Σούδας, στα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στα δείγματα του βάθους, σημειώνονται αντιστοίχως οι τιμές των 10,6 NTU και 16,1 NTU εμφανίζοντας πιο θολά τα δείγματα, παρουσιάζοντας όμως τιμές που είναι φυσιολογικές για νερά θαλάσσης.

Το διαλυμένο οξυγόνο (%) παρουσιάζει σταθερές τιμές σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας και κυμαίνονται κοντά στο 100%, τιμή που θεωρείται πολύ ικανοποιητική σύμφωνα με τα όρια 80-100% (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Η περιεκτικότητα mg/l ακολουθεί και αυτή τις συγκεντρώσεις της περιεκτικότητας επί τοις τοις εκατό.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο παρουσιάζει χαμηλές συγκεντρώσεις τόσο στο παλιό λιμάνι Χανίων όσο και στο λιμάνι της Σούδας, τέτοιες που δεν μαρτυρούν ρύπανση των νερών, καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001).

Η συγκέντρωση των ολικών στερεών παρουσιάζει μια σταθερή τιμή περίπου ίδια και στους δύο κόλπους, με την μεγαλύτερη τιμή να εμφανίζεται στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» στα 6m φτάνοντας τα 64446 mg/l (Σχήμα 52).



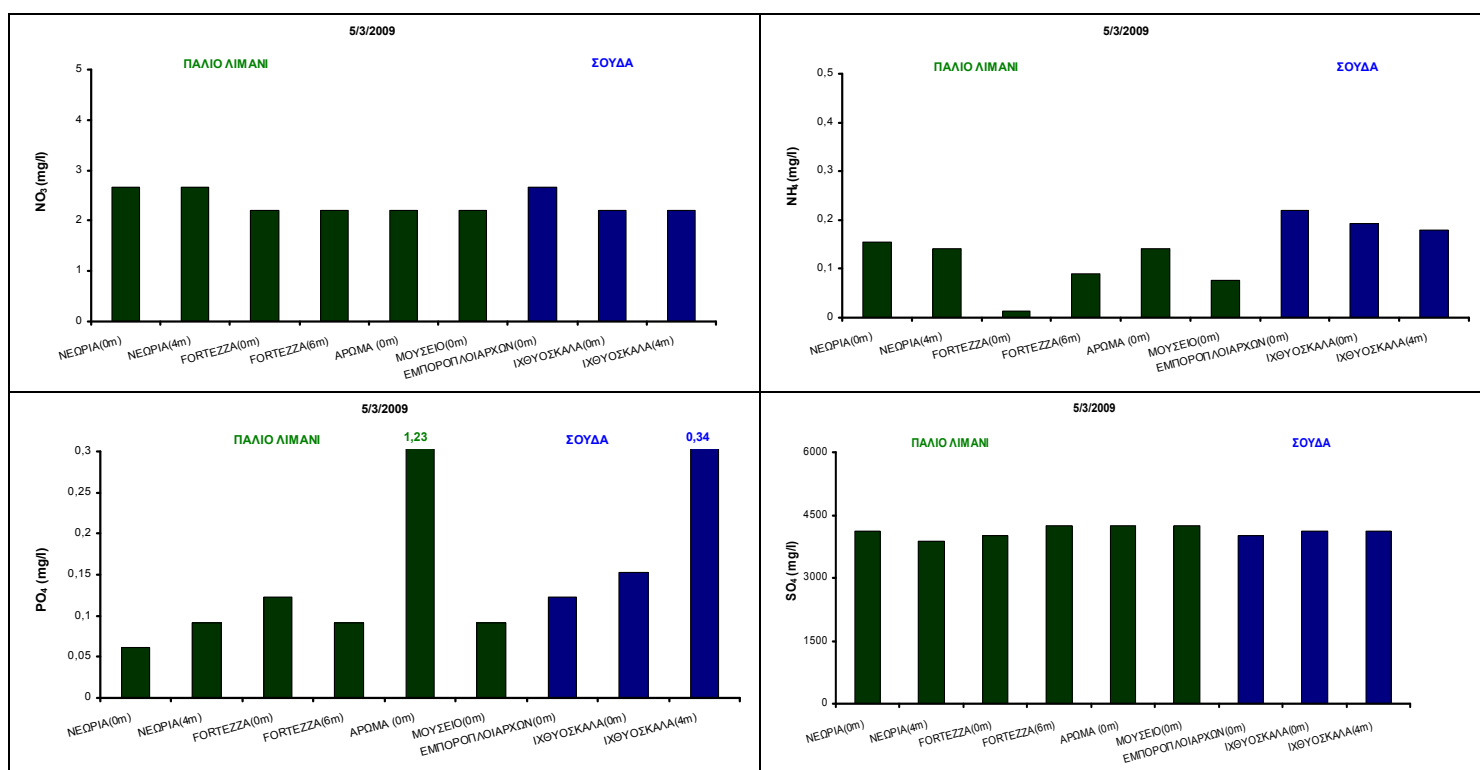
Σχήμα 52: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατιότητα (‰), θολερότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 5/3/2009.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων παρουσιάζουν σταθερές τιμές σε όλα τα σημεία δειγματοληψιών γύρω στο 2,5 mg/l χωρίς έντονες διακυμάνσεις σε τιμές κατά πολύ χαμηλότερες από το όριο των 20 mg/l για τα νερά θαλάσσης (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα και αυτά εμφανίζουν μια μέση τιμή γύρω στα 0,15 mg/l με εξαίρεση τα σημεία δειγματοληψίας «Fortezza» στο παλιό λιμάνι Χανίων που εμφανίζει και την χαμηλότερη τιμή 0,01287 mg/l τιμή πολύ χαμηλή σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία.

Τα φωσφορικά ιόντα και αυτά παρουσιάζουν γενικά σταθερές τιμές με μικρές διακυμάνσεις γύρω από την τιμή 0,1 mg/l που προκαλεί εκρηξή στην αύξηση των άλγων και εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000), ενώ υπάρχουν και μεγαλύτερες τιμές οι οποίες σημειώνονται στο λιμάνι Χανίων στα 1,23mg/l στο σημείο δειγματοληψίας «Άρωμα» και στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» στο επιφανειακό δείγμα με τιμή συγκέντρωσης τα 0,34 mg/l.

Τα θειικά ιόντα παρουσιάζουν σταθερές συγκεντρώσεις σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας και στα δύο λιμάνια, γύρω στα 41000 mg/l (Σχήμα 53).



Σχήμα 53: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l) και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσειό» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 5/3/2009.

Οι μικροβιολογικοί δείκτες παρουσιάζουν λίγες αποικίες γενικά και στα δύο λιμάνια με εξαίρεση τα σημεία δειγματοληψίας «Άρωμα» και «Μουσειό» του παλιού λιμανιού Χανίων όπου παρουσιάζεται υψηλό μικροβιολογικό φορτίο.

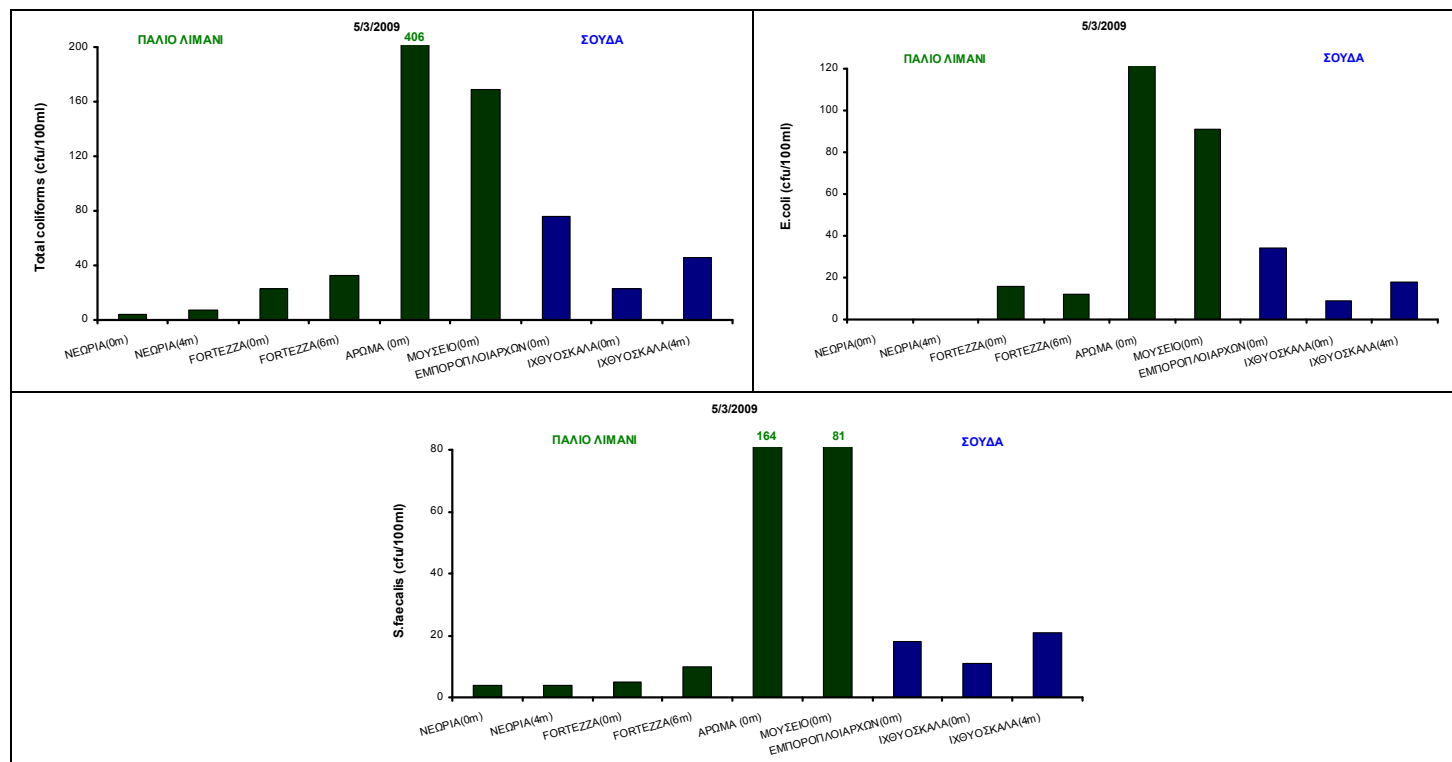
Συγκεκριμένα το σημείο δειγματοληψίας «Άρωμα» παρουσιάζει στις 5/3/2009 406 αποικίες/100ml ολικών κολοβακτηριδίων ενώ στο σημείο δειγματοληψίας «Μουσειό» καταμετρήθηκαν 169 αποικίες/100ml δείγματος.

Όσον αφορά τις αποικίες E.coli καταμετρήθηκαν 233 αποικίες/100ml στο σημείο δειγματοληψίας «Άρωμα» ξεπερνώντας το νομοθετημένο όριο των 100

αποικιών/100ml (ΦΕΚ 438B/3-7-1988) και αντιστοίχως 91 αποικίες στο σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο».

Στα ίδια σημεία σημειώνεται και η υψηλότερη συγκέντρωση των αποικιών εντερόκοκκου, φτάνοντας τις 164 αποικίες/100ml στο σημείο δειγματοληψίας «Άρωμα» ξεπερνώντας το νομοθετημένο όριο των 100 αποικιών/100ml (ΦΕΚ 438B/3-7-1988), και αντιστοίχως τις 81 αποικίες /100ml στο σημείο δειγματοληψίας «Μουσείο».

Το λιμάνι της Σούδας σημειώνει μικρές συγκεντρώσεις και στους τρεις δείκτες ύπαρξης μικροβιολογικού φορτίου (**Σχήμα 54**).

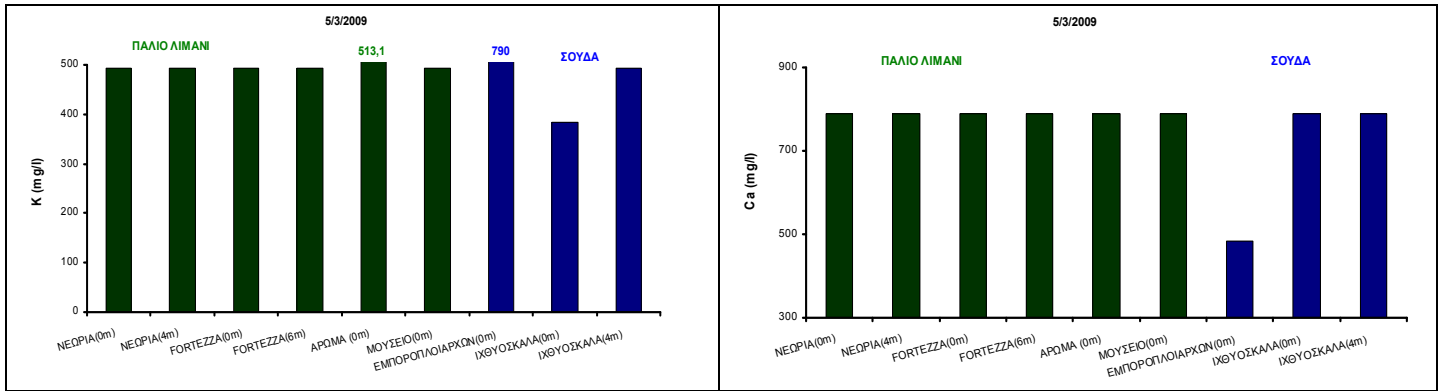


Σχήμα 54: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 5/3/2009.

Η συγκέντρωση του καλίου εμφανίζει σταθερές τιμές σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας τόσο στο παλιό λιμάνι Χανίων όσο και στο λιμάνι της Σούδας.

Η συγκέντρωση του ασβεστίου σημειώνει και αυτή σταθερές τιμές και στα δύο λιμάνια με την συγκέντρωση του ασβεστίου να σημειώνει μία μόνο χαμηλή τιμή στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» όπου η συγκέντρωση του έφτασε τα 483 mg/l.

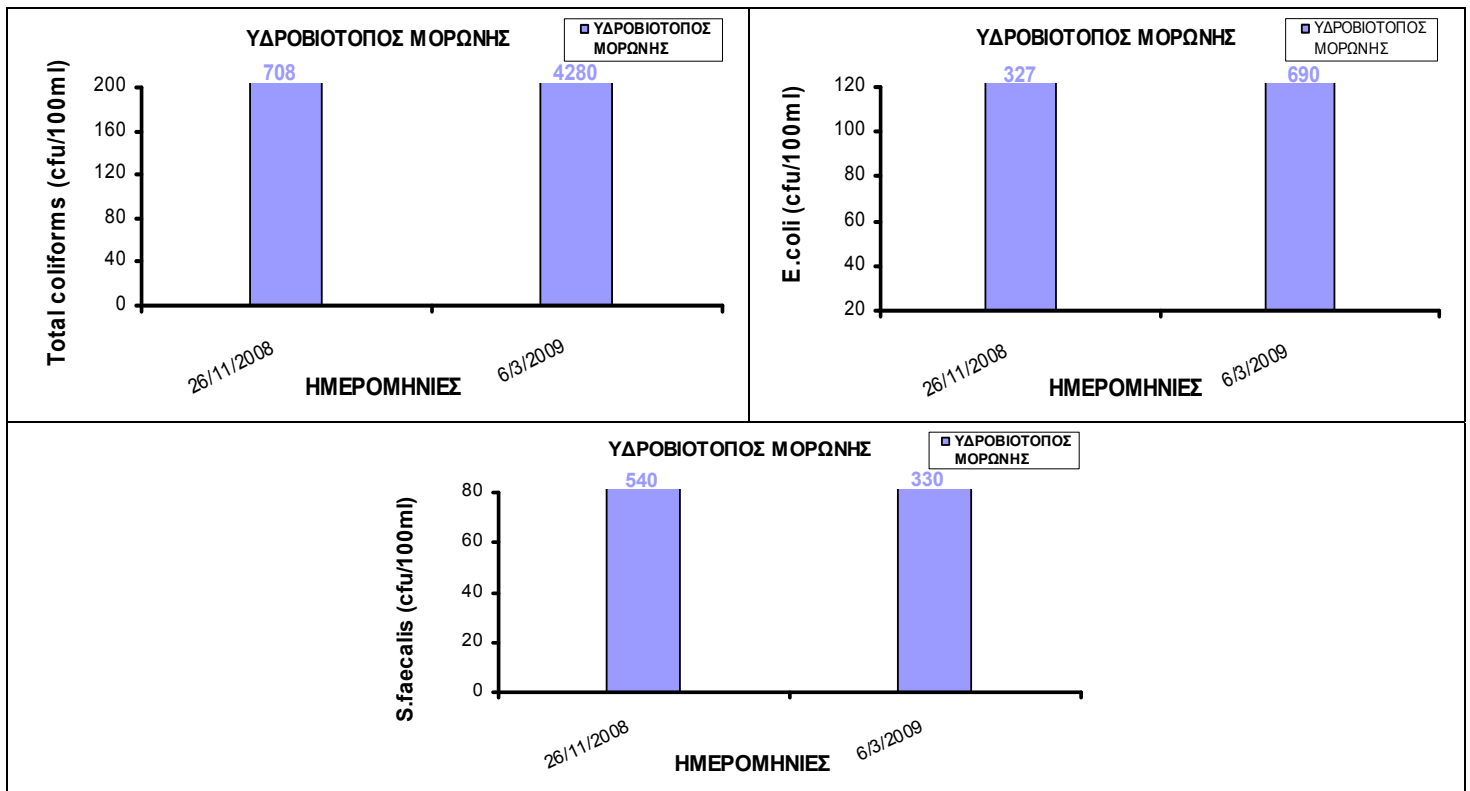
Οι σταθερές τιμές του ασβεστίου και του καλίου πιθανότατα συσχετίζονται με την φυσική διαδικασία διάβρωσης πετρωμάτων της περιοχής (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 55**).



Σχήμα 55: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l)) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» και «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 5/3/2009.

6.6. Παρουσίαση αποτελεσμάτων αναλύσεων δειγματοληψιών του σημείου δειγματοληψίας «ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ ΜΟΡΩΝΗΣ»

Παρατηρούμε ότι και στις δύο δειγματοληψίες (26/11/2008, 6/3/2009) οι τρεις δείκτες ολικά κολοβακτηρίδια, E.coli, και εντερόκοκκος, έδειξαν την ύπαρξη υψηλού μικροβιολογικού φορτίου στο νερό του ποταμού Μορώνη.



Σχήμα 56: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντερόκοκκων (S. faecalis) σε δείγματα νερού από το σημείο δειγματοληψίας «Υδροβιότοπος Μορώνης» κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 28/11/2008 και 8/3/2009.

Οι μεγαλύτερες τιμές στα ολικά κολοβακτηρίδια (4.280 αποικίες/100ml) και E.coli (690 αποικίες/100ml) μετρήθηκαν στις 6/3/2009, ενώ η μεγαλύτερη τιμή

εντερόκοκκου (540 αποικίες/100ml) μετρήθηκε στις 26/11/2008 ξεπερνώντας τα αντίστοιχα νομοθετημένα όρια (ΦΕΚ 438B/3-7-1988) (Σχήμα 56).

6.7. Συγκριτικά σχεδιαγράμματα: «ΙΧΘΥΟΣΚΑΛΑ-ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ ΜΟΡΩΝΗΣ» και «ΕΜΠΟΡΟΠΛΟΙΑΡΧΩΝ»

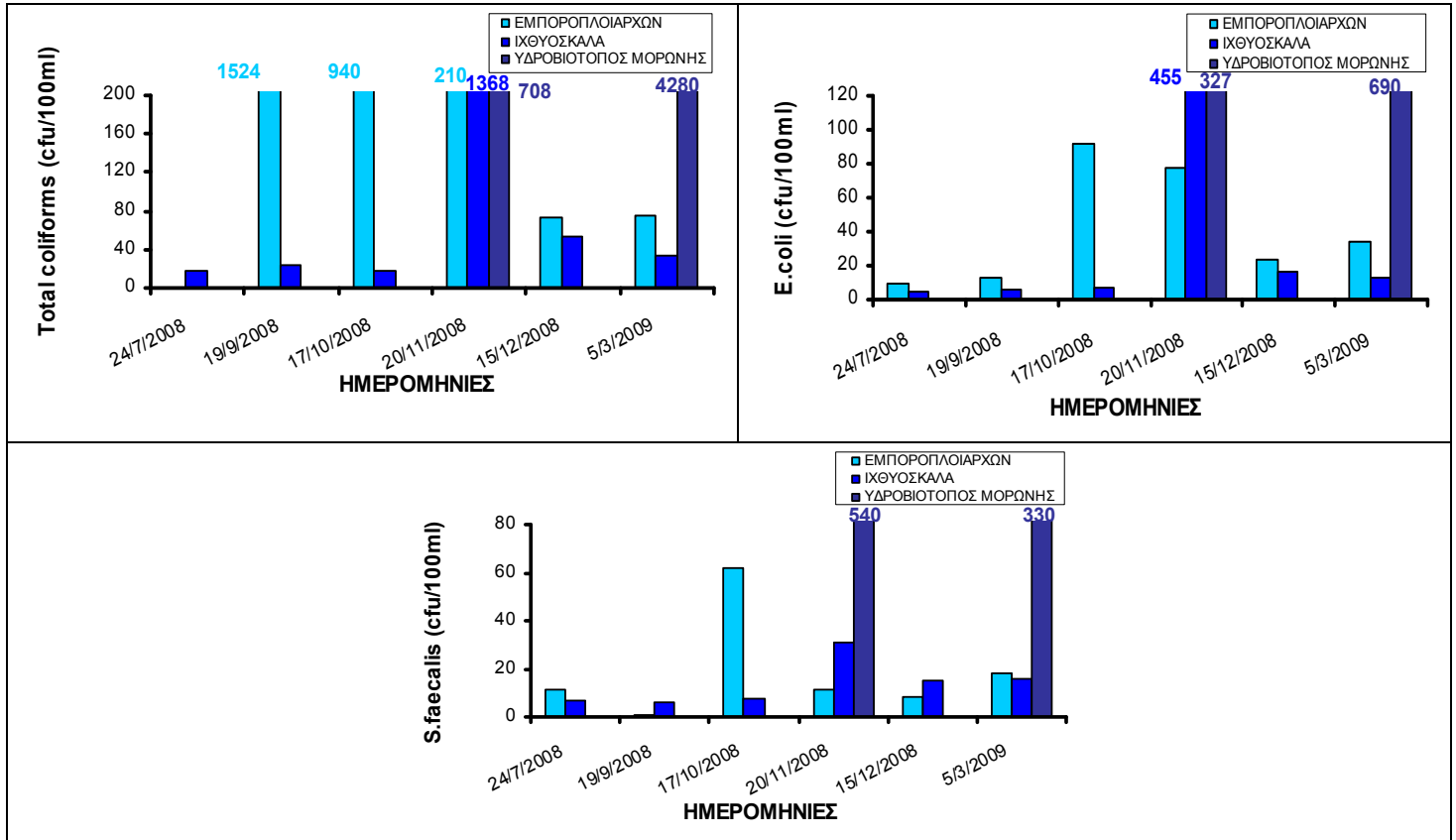
Στην περιοχή δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα», παρατηρούμε ότι κατά την διάρκεια των δειγματοληψιών, η περιοχή παρουσιάζει σχετικά χαμηλό μικροβιολογικό φορτίο, εκτός της ημερομηνίας δειγματοληψίας 20/11/2008, όπου σημειώθηκε πολύ υψηλό επίπεδο αποικιών ολικών κολοβακτηριδίων και E.coli (1.368 αποικίες/100ml και 455 αποικίες/100ml αντίστοιχα) τιμές που ξεπερνούν τα αντίστοιχα νομοθετημένα όρια για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988) ενώ οι αποικίες του εντερόκοκκου δεν ξεπέρασαν τις 31 αποικίες.

Ταυτόχρονα παρουσιάζει ιδιαίτερα υψηλό φορτίο ο υδροβιότοπος Μορώνης καθώς καταμετρήθηκαν 708 αποικίες ολικών κολοβακτηριδίων/100ml δείγματος, 327 αποικίες E.coli/100ml δείγματος και 540 αποικίες εντεροκόκου/100ml δείγματος, τιμές που ξεπερνούν τα αντίστοιχα νομοθετημένα όρια για τα νερά κολύμβησης, (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Αντίστοιχα υψηλός, ήταν και ο αριθμός των αποικιών κατά την δεύτερη δειγματοληψία που πραγματοποιήθηκε στις 5/3/2009 καθώς καταμετρήθηκαν 4.280 αποικίες ολικών κολοβακτηριδίων/100ml δείγματος, 690 αποικίες E.coli/100ml δείγματος και 330 αποικίες εντεροκόκου/100ml, τιμές που ξεπερνούν τα αντίστοιχα όρια για τα νερά κολύμβησης, (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Κατά τις δειγματοληψίες στο σημείο «Εμποροπλοιάρχων», παρατηρήθηκαν υψηλές τιμές αποικιών ολικών κολοβακτηριδίων. Συγκεκριμένα, στις 19/9/2008 καταμετρήθηκαν 1.524 αποικίες/100ml δείγματος, στις 17/10/2008 940 αποικίες/100ml δείγματος ξεπερνώντας το νομοθετημένο όριο των 500 αποικιών/100ml και στις 20/11/2008 καταμετρήθηκαν 210 αποικίες/100ml δείγματος.

Οι αποικίες των E.coli δεν παρουσιάζουν αντίστοιχα υψηλές τιμές, καθώς η μεγαλύτερη τιμή που σημειώθηκε είναι 92 αποικίες/100ml δείγματος στις 17/10/2008. Σχετικά χαμηλές είναι και οι τιμές των εντεροκόκκων που παρουσιάζονται στο ίδιο σημείο, με την μεγαλύτερη τιμή να είναι 62 αποικίες/100ml, (Σχήμα 57).



Σχήμα 57: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού της Σούδας και από το σημείο δειγματοληψίας «Υδροβιότοπος Μορώνης» κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 24/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008, 15/12/2008, 5/3/2009.

6.8. Συγκριτικά σχεδιαγράμματα του μέσου όρου λιμανιού Σούδας και σημείου δειγματοληψίας «ΥΔΡΟΒΙΟΤΟΠΟΣ ΜΟΡΩΝΗΣ»

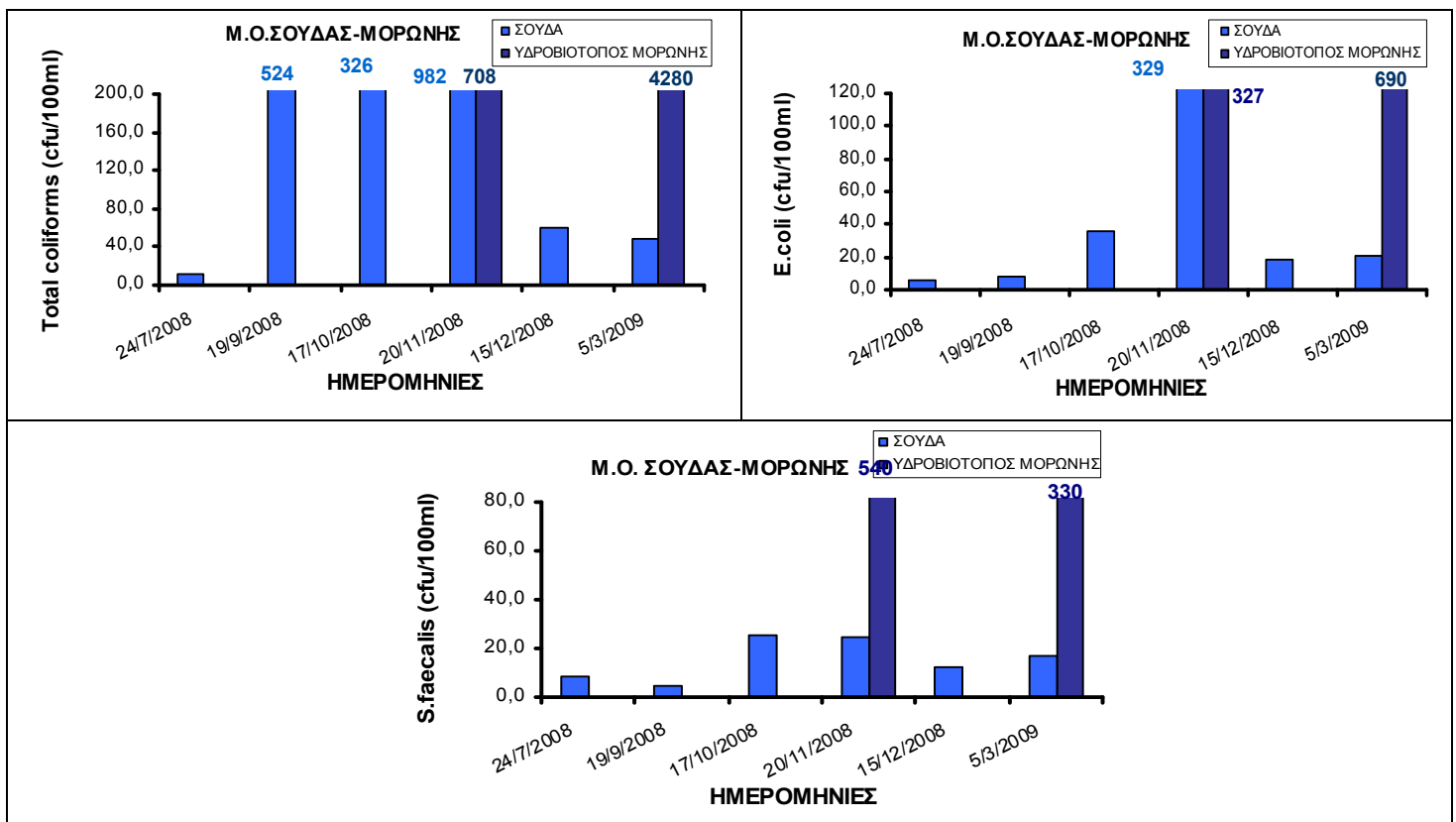
Δημιουργώντας μία σχηματική απεικόνιση του μέσου όρου των αριθμών αποικιών από τα σημείων δειγματοληψιών του λιμανιού της Σούδας, και συγκρίνοντας τον με τον αριθμό αποικιών που καταμετρήθηκαν στο δείγμα που προερχόταν από το σημείο δειγματοληψίας του υδροβιότοπου της Μορώνης, θα μπορούσαμε να δούμε ότι στις 20/11/2008, ημερομηνία που συνέπεσε η πρώτη δειγματοληψία από τον υδροβιότοπο της Μορώνης με την δειγματοληψία της θαλάσσιας περιοχής της Σούδας έχουμε συσχέτιση των τιμών των ολικών κολοβακτηριδίων και των τιμών των E.coli. Κατά την πρώτη δειγματοληψία καταμετρήθηκαν 708 αποικίες/100ml στον υδροβιότοπο και αντιστοίχως στο λιμάνι της Σούδας 982 αποικίες ολικών κολοβακτηριδίων, τιμές που ξεπερνάνε το όριο των 500 αποικιών/100ml για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Στην καταμέτρηση των E.coli, είχαμε 329 αποικίες/100ml δείγματος στο λιμάνι της Σούδας ενώ αντιστοίχως στον υδροβιότοπο καταμετρήθηκαν 327 αποικίες, τιμές που ξεπερνάνε το νομοθετημένο όριο των 100 αποικιών/100ml (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Αντιθέτως, ο αριθμός αποικιών των εντεροκόκκων κατά την πρώτη δειγματοληψία δεν δύναται να συσχετισθεί, καθώς ο υδροβιότοπος της Μορώνης σημειώνει μεγάλο

αριθμό αποικιών, 540 αποικίες /100ml ενώ ο μέσος όρος της Σούδας είναι μόλις 21 αποικίες.

Κατά την δεύτερη επανάληψη της δειγματοληψίας που πραγματοποιήθηκε στις 5/3/2009 οι τιμές του μικροβιολογικού φορτίου σημειώνουν έντονη απόκλιση μεταξύ τους και στους τρεις μικροβιολογικούς δείκτες. Συγκεκριμένα σημειώνονται 4.280 αποικίες/100ml στο σημείο δειγματοληψίας στον υδροβιότοπο της Μορώνης τιμή που ξεπερνάει κατά πολύ την τιμή της Σούδας όπου καταμετρούνται μόλις 48 αποικίες.

Όσο αφορά τον πληθυσμό των E coli, στον υδροβιότοπο, καταμετρήθηκαν 690 αποικίες/100ml δείγματος, ενώ ο μέσος όρος της Σούδας εμφάνισε μόνο 20 αποικίες. Τελικώς και οι αποικίες των εντεροκόκκων παρόλο που εμφάνισαν μεγάλο αριθμό, 330 αποικίες/100ml, ο μέσος όρος της Σούδας ήταν μόλις 17 αποικίες/100ml δείγματος.

Συμπερασματικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι υπήρξε ταύτιση μεταξύ του μικροβιολογικού φορτίου των δύο σημείων κατά την πρώτη δειγματοληψία, γεγονός που προφανώς οφείλεται σε κάποια πρόσφατη βροχόπτωση η οποία οδήγησε σε μία έντονη πλυμμηρική παροχή του ποταμού, ο οποίος μέχρι τότε συγκέντρωνε μεγάλο μικροβιολογικό φορτίο, το οποίο και απόθεσε στην θαλάσσια περιοχή της Σούδας (Σχήμα 58).



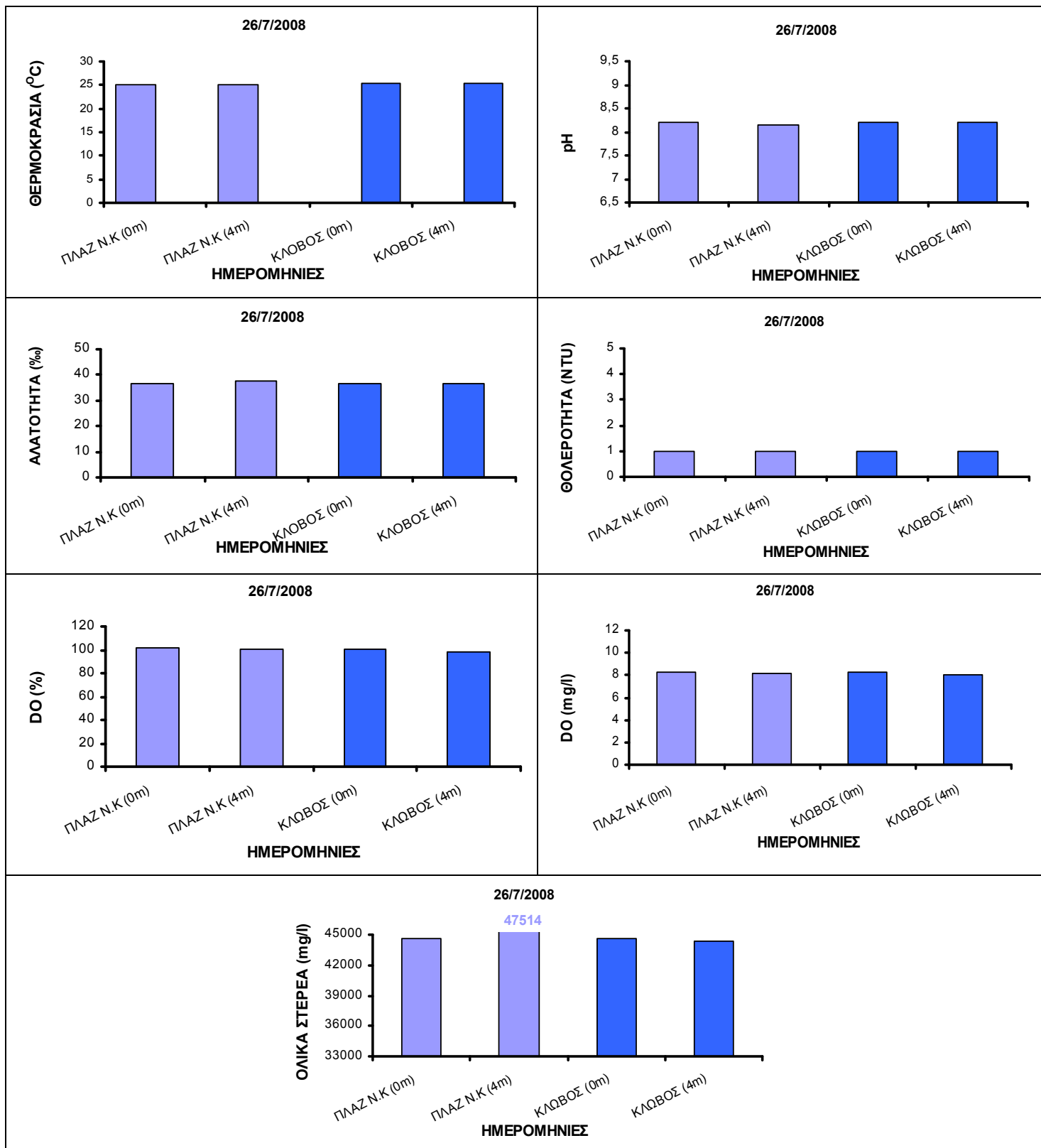
Σχήμα 58: Μεταβολή του μέσου όρου των αριθμών αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» «Ιχθυόσκαλα» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού της Σούδας και μεταβολή του αριθμού αποικιών από το σημείο δειγματοληψίας «Υδροβιότοπος Μορώνης» κατά τις ημερομηνίες δειγματοληψίας 24/7/2008, 19/9/2008, 17/10/2008, 20/11/2008, 15/12/2008, 15/12/2008, 5/3/2009.

6.9. Συγκριτικά σχεδιαγράμματα των σημείων δειγματοληψίας: «ΠΛΑΖ ΝΑΥΣΤΑΘΜΟΥ ΚΡΗΤΗΣ» και «ΚΛΩΒΟΣ» κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 26/7/2008

Συγκρίνοντας τις παραμέτρους στις περιοχές δειγματοληψίας «πλάζ Ναυστάθμου Κρήτης» και «κλωβός», παρατηρούμε ότι τα δύο σημεία παρουσιάζουν μεγάλη ομοιότητα τόσο στον συσχετισμό της συγκέντρωσης στα δείγματα βάθους και επιφανείας ανά περιοχή δειγματοληψίας, όσο και στον συσχετισμό των δύο περιοχών, γεγονός που ήταν σχετικά αναμενόμενο καθώς η λήψη του δείγματος έγινε στην μέση του κόλπου της Σούδας και συνεπώς η ομοιογένεια όσον αφορά τις μετρούμενες παραμέτρους, ήταν αναμενόμενη.

Πιο συγκεκριμένα η θερμοκρασία κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας εμφανίζεται σταθερή και στα δύο σημεία δειγματοληψίας, στους 25,2°C για το σημείο «πλάζ Ν.Κ.» και για το σημείο «κλωβός» στους 25,3°C. Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000).

Η αλατότητα και αυτή παρουσιάζει μια σταθερή τιμή γεγονός αναμενόμενο καθώς οι μετρήσεις γίνανε σε σχετικά κλειστό κόλπο, και συνεπώς οι διαδικασίες της επιφανειακής εξάτμισης και των διεργασιών ανανέωσης των υδάτων δεν επηρεάζει τις τιμές της. Η θολερότητα παραμένει και αυτή σταθερή και στα δύο δείγματα. Το διαλυμένο οξυγόνο σε έκφραση περιεκτικότητας επί τοις εκατό, και εκφρασμένο σε mg/l, παραμένει και αυτό σταθερό μέσα στα αναμενόμενα όρια 80-120% (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Τα ολικά στερεά παρουσιάζουν και αυτά μια σταθερή τιμή (Σχήμα 59).



Σχήμα 59: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατότητα (‰), θολρότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l) και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Πλάζ Ν.Κ.» και «Κλωβός» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού της Σούδας, κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 26/7/2008.

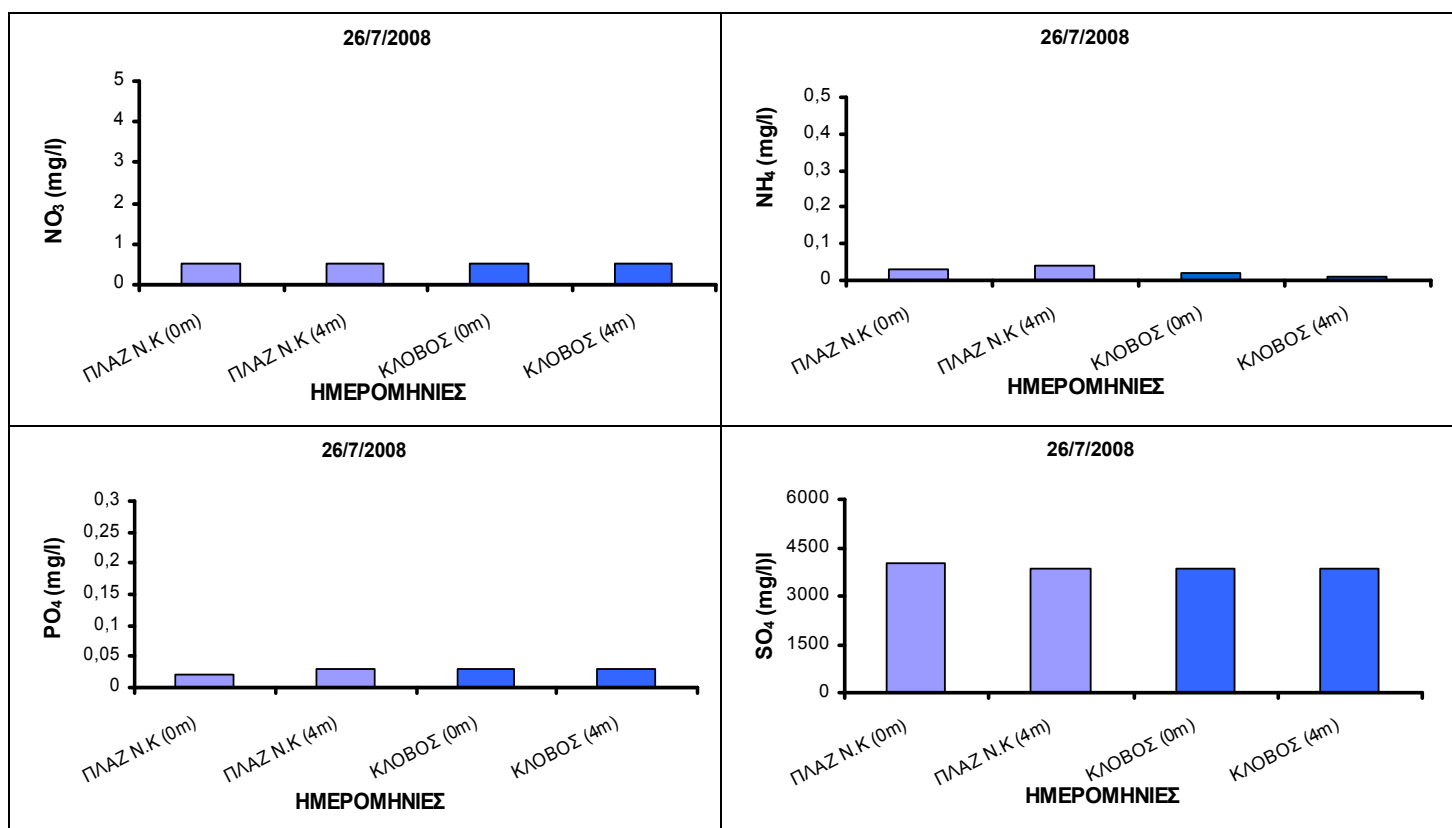
Όσο αφορά τα θρεπτικά συστατικά και αυτά παρουσιάζουν σταθερές και χαμηλές τιμές συγκεντρώσεων.

Τα νιτρικά ιόντα και στις δύο περιοχές παρουσιάζουν την ίδια χαμηλή τιμή των 0,5 mg/l, τιμή πολύ κατώτερη του ορίου για τα νιτρικά ιόντα σε θαλασσινό νερό, το οποίο είναι 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα παρουσιάζουν πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις που ξεκινάνε από 0,05 mg/l και φτάνουν τα 0,01 mg/l, τιμές που μπορούν να χαρακτηριστούν ως χαμηλές για θαλάσσιο δείγμα νερού καθώς τα όρια τους δεν ξεπερνούν τα όρια του αμμωνιακού αζώτου για το πόσιμο νερό που είναι 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία, (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980)

Τα φωσφορικά ιόντα ,παρουσιάζουν και αυτά πολύ χαμηλές τιμές φτάνοντας μέχρι τα 0,03 mg/l.

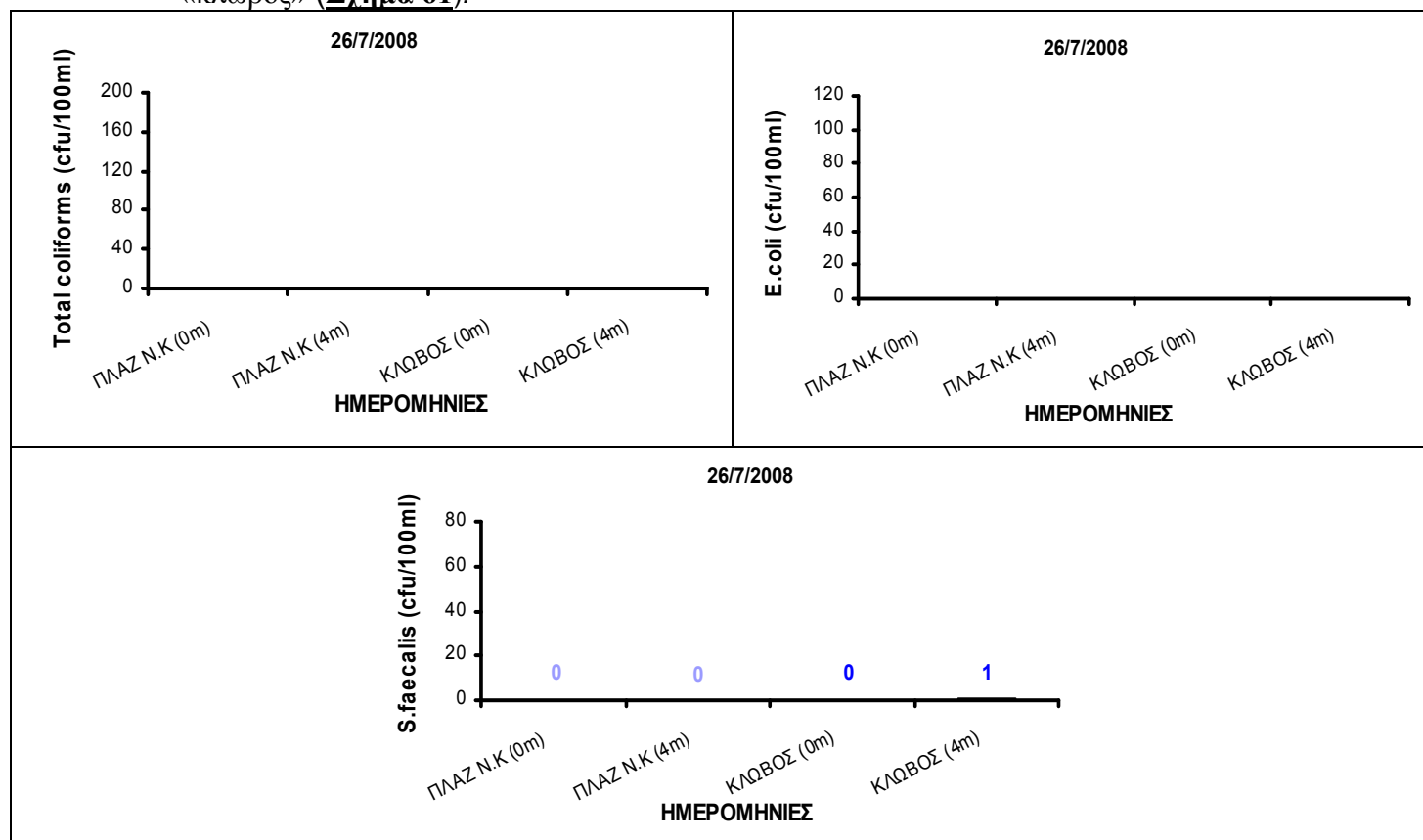
Τα θειικά ιόντα διατηρούνε μια σταθερή και χαμηλή τιμή γύρω στα 4000 mg/l, τιμή αναμενόμενη καθώς η ύπαρξη τους στα φυσικά νερά της Ελλάδος συνδυάζεται με την φυσική διαδικασία της αποσάθρωσης πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 60**).



Σχήμα 60: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Πλάζ Ν.Κ.» και «Κλωβός» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού της Σούδας, κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 26/7/2008.

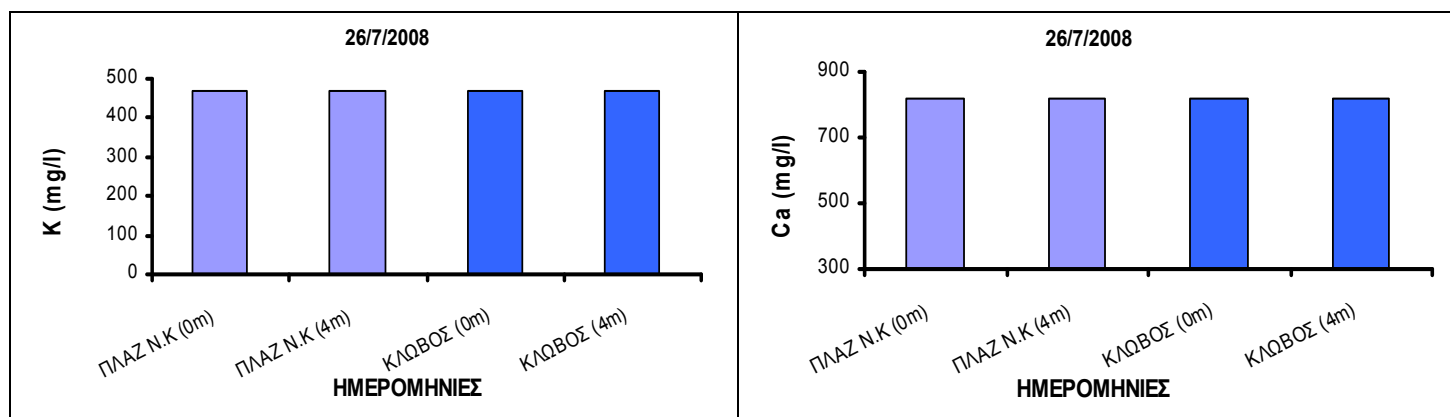
Οι μικροβιολογικοί δείκτες ήταν ξεκάθαροι στα αποτελέσματα τους. Το μικροβιολογικό φορτίο ήταν μηδενικό και στις δύο περιοχές δειγματοληψίας, καθώς η καλλιέργεια για ολικά κολοβακτηρίδια E.coli και Εντερόκοκκους, έδωσε σαν

αποτέλεσμα μόνο μία αποικία εντεροκόκκου στα 4m βάθους στη τοποθεσία «κλωβός» (**Σχήμα 61**).



Σχήμα 61: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Πλαζ Ν.Κ.» και «Κλωβός» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού της Σούδας, κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 26/7/2008.

Στην ανάλυση των δειγμάτων που πήραμε από τα σημεία δειγματοληψίας για την μέτρηση της συγκέντρωσης καλίου και ασβεστίου, οι τιμές και στις δύο περιπτώσεις ήταν ταυτόσημες τόσο μεταξύ των δύο σημείων, όσο και μεταξύ επιφανειακών δειγμάτων και δειγμάτων βάθους. Οι σταθερές τιμές των ιόντων του ασβεστίου και του καλίου πιθανότατα συσχετίζονται με την φυσική διαδικασία διάβρωσης πετρωμάτων της ευρύτερης περιοχής (Ζανάκη, 2001) (**Σχήμα 62**).



Σχήμα 62: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου(K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Πλαζ Ν.Κ.» και «Κλωβός» σε βάθος 0m και 4m στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού της Σούδας, κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 26/7/2008.

6.10. Συγκριτικά σχεδιαγράμματα του μέσου όρου δειγματοληψίας των δύο λιμανιών του σημείων δειγματοληψίας «ΑΠΕΝΑΝΤΙ ΑΠΟ ΤΟΝ ΚΛΩΒΟ» κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008

Παρατηρούμε πως το παλιό λιμάνι των Χανίων εμφανίζει ελαφρώς μεγαλύτερη θερμοκρασία από το λιμάνι της Σούδας ενώ και τα δύο κυμαίνονται λίγο πιο κάτω από τους 25°C, θερμοκρασία που θεωρείται φυσιολογική για την εποχή της δειγματοληψίας. Δεν ήταν δυνατόν να πραγματοποιηθεί μέτρηση της θερμοκρασίας In situ στο σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό».

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική καθώς το pH των περισσοτέρων υδάτων στην ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000), τόσο στο παλιό λιμάνι Χανίων και την Σούδα όσο και στο σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό».

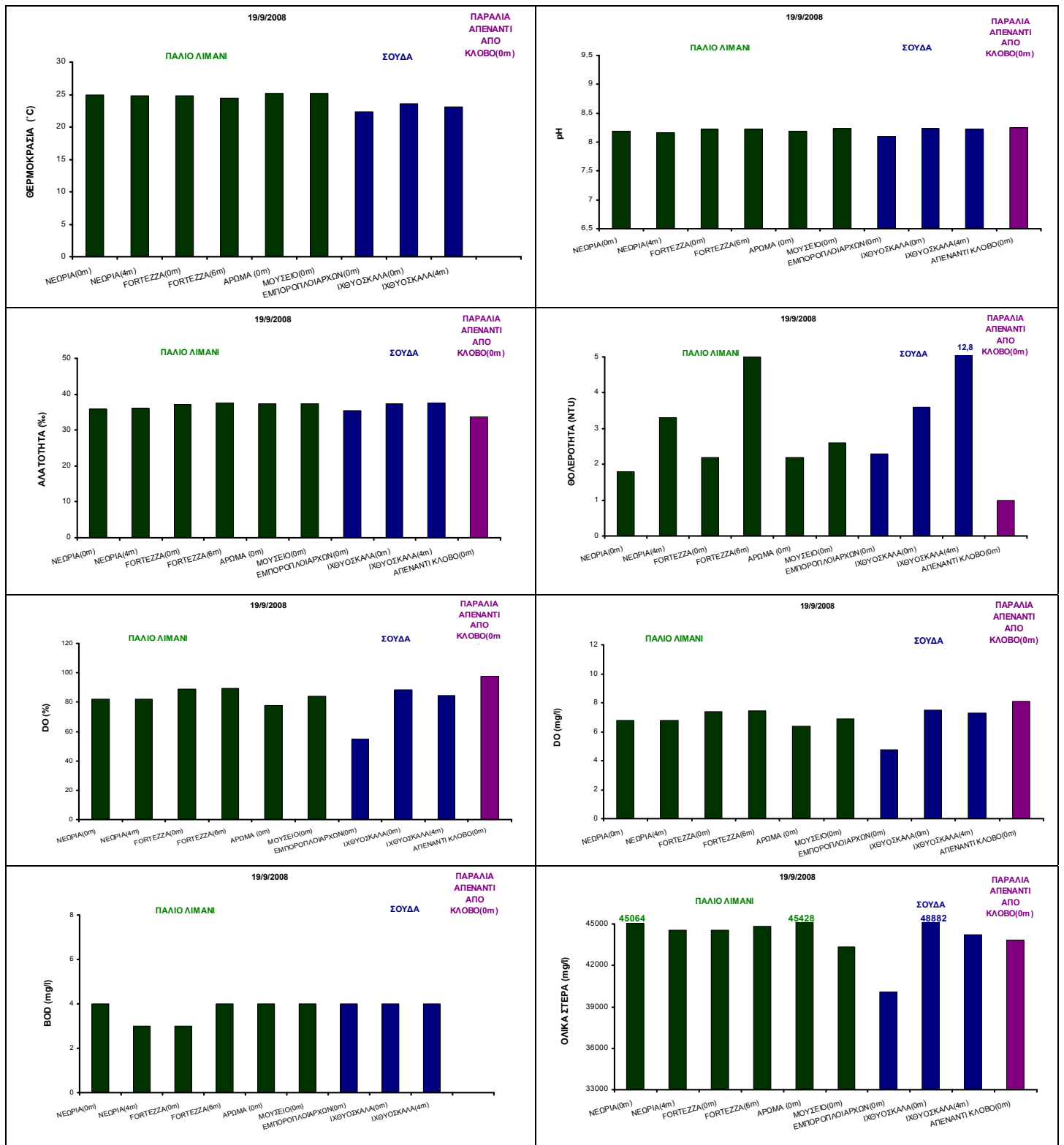
Η αλατότητα παρουσιάζει και αυτή σχετικά σταθερές τιμές με την μικρότερη συγκέντρωση να εμφανίζεται στο επιφανειακό δείγμα του σημείου δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό», τιμές που προσεγγίζουν αρκετά την αλατότητα που εμφανίζει η Μεσόγειος θάλασσα με τιμή $S=39$ (Ξένος, 2000).

Ενώ στα άλλα σημεία του παλιού λιμανιού Χανίων και του λιμανιού της Σούδας σημειώνονται σχετικά υψηλές τιμές θολερότητας, φτάνοντας τις τιμές των 5 NTU και 12,8 NTU αντιστοίχως, στο σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό» σημειώνεται η χαμηλότερη τιμή θολερότητας 1 NTU η οποία σαν τιμή θολερότητας, εκφράζει τα διαυγή νερά.

Το διαλυμένο οξυγόνο τόσο σε περιεκτικότητα επί τοις εκατό (%), όσο και σε περιεκτικότητα mg/l παρουσιάζει μια σταθερή τιμή τόσο και στο παλιό λιμάνι Χανίων, όσο και στο λιμάνι της Σούδας με εξαίρεση το σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων», όπου και παρατηρείται μία έντονη κατανάλωση οξυγόνου. Το σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από τον κλωβό» σημειώνει τα πιο υψηλά ποσοστά διαλυμένου οξυγόνου, ενώ όλες οι τιμές κυμαίνονται εντός των επιθυμητών ορίων για το διαλυμένο οξυγόνο μεταξύ 80-120%, τιμές που ισχύουν για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988).

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο παρουσιάζει σταθερές συγκεντρώσεις τόσο στο παλιό λιμάνι Χανίων όσο και στο λιμάνι της Σούδας, που δεν μαρτυρούν ρύπανση των νερών, καθώς τα απόβλητα που αποχετεύονται σε επιφανειακούς αποδέκτες πρέπει να εμφανίζουν την αποδεκτή τιμή $BOD_5 < 40$ mg/l συμφωνά με την ισχύουσα νομοθεσία (Ζανάκη, 2001). Μέτρηση για το δείγμα από το σημείο «Παραλία απέναντι από τον κλωβό» δεν ήταν εφικτή.

Η συγκέντρωση των ολικών στερεών παρουσιάζει μια σταθερή τιμή περίπου ίδια και στους δύο κόλπους, ενώ η μικρότερη τιμή εμφανίζεται στο σημείο της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων». Το σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό» εμφανίζει και αυτό ανάλογες τιμές συγκεντρώσεων με αυτές των άλλων δύο λιμανιών (**Σχήμα 63**).



Σχήμα 63: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων θερμοκρασία (°C), pH, αλατιότητα (%), θολρότητα (NTU), διαλυμένο οξυγόνο (DO (%)) και DO (mg/l), βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο (BOD (mg/l)), και ολικά στερεά (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπολιάρχων», «Ιχθυόσκαλα» και «Παραλίας απέναντι από κλωβό» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008.

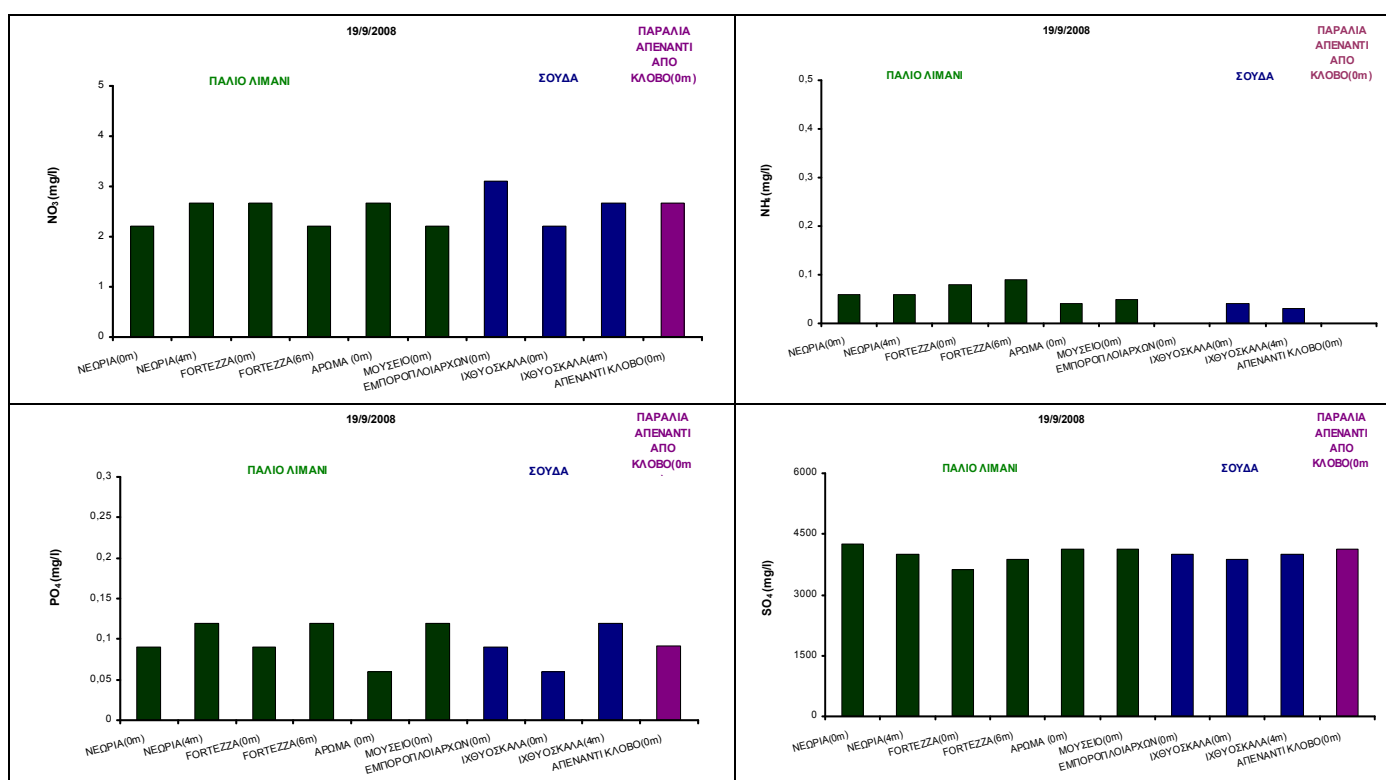
Όσο αφορά τα θρεπτικά στοιχεία, και συγκεκριμένα τα νιτρικό ιόντα, παρουσιάζουν μια σχετικά χαμηλή και σταθερή τιμή τόσο στα δύο λιμάνια όσο και

στο σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό», χωρίς να ξεπερνάει το όριο συγκέντρωσης για τα θαλασσινά νερά, που είναι 20 mg/l (Ζανάκη, 2001).

Τα αμμωνιακά ιόντα παρουσιάζουν σχεδόν μηδενικές συγκεντρώσεις, με τις χαμηλότερες τιμές να παρατηρούνται στο λιμάνι της Σούδας και το σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό».

Τα φωσφορικά ιόντα παρουσιάζουν σε όλα τα σημεία οριακές διακυμάνσεις τιμών γύρω από την τιμή 0,1 mg/l που προκαλεί εκρηξή στην αύξηση των άλγων και εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000).

Τα θειικά ιόντα παρουσιάζουν σταθερή τιμή σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας, γεγονός που δικαιολογείται καθώς η ύπαρξη τους συνδυάζεται με την φυσική αποσάθρωση των πετρωμάτων της περιοχής (Σχήμα 64).

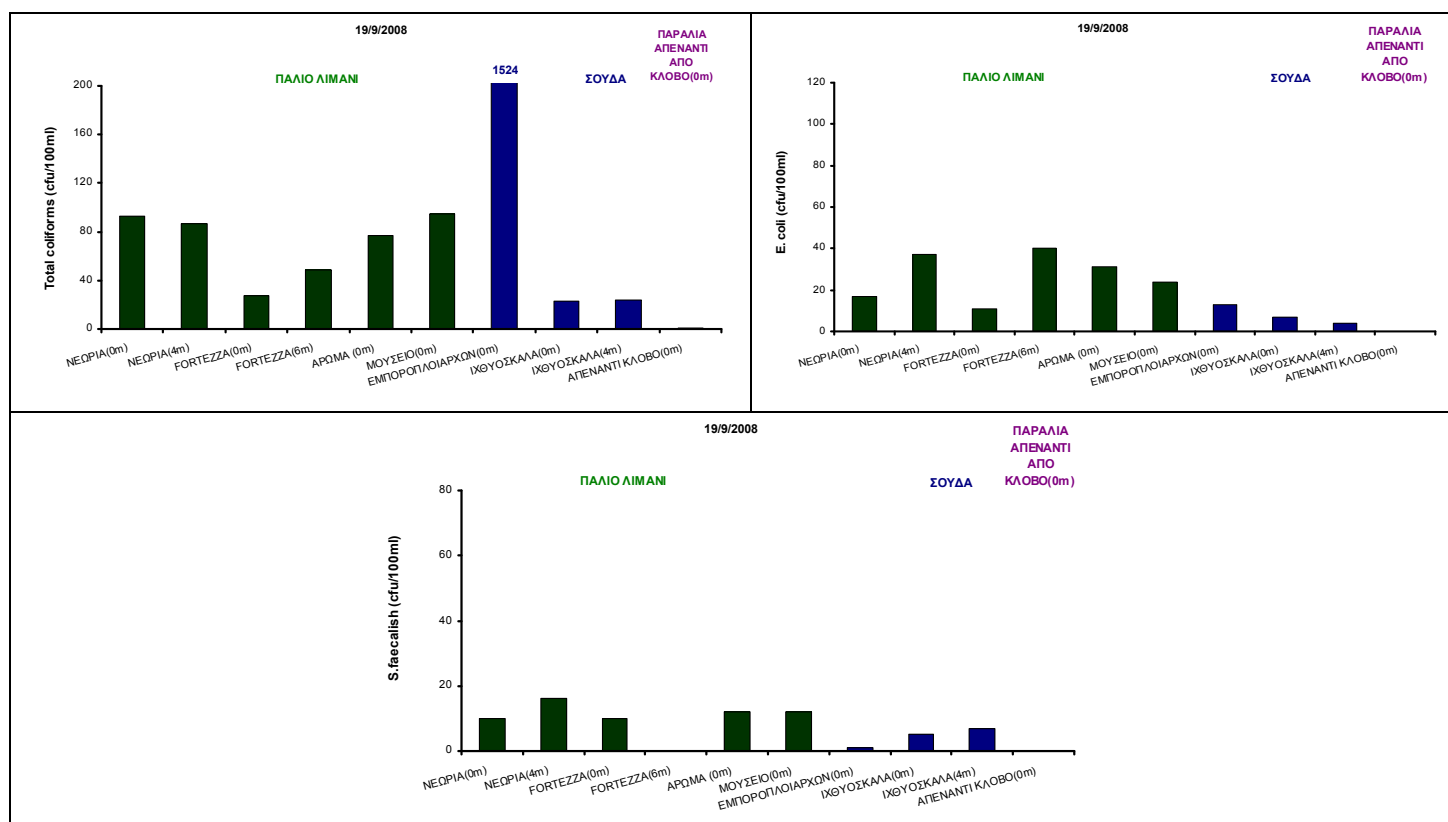


Σχήμα 64: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων νιτρικών ιόντων (mg/l), αμμωνιακών ιόντων (mg/l), φωσφορικά ιόντων (mg/l), και θειικών ιόντων (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσειό» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων», «Ιχθυόσκαλα» και «Παραλίας απέναντι από κλωβό» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008.

Στις 19/9/2008, το παλιό λιμάνι Χανίων εμφανίζει μικροβιολογικό φορτίο, και συγκεκριμένα αποικίες ολικών κολοβακτηριδίων οι οποίες δεν ξεπερνάνε το νομοθετημένο κατώτατο όριο των 500αποικιών/100ml (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Οι περισσότερες αποικίες ολικών κολοβακτηριδίων εμφανίστηκαν στο λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων» όπου καταμετρήθηκαν 1524 αποικίες/100ml, τιμή οποία ξεπερνάει κατά πολύ το νομικά θεσμοθετημένο επιτρεπόμενο όριο για τα νερά κολύμβησης (ΦΕΚ 438B/3-7-1988). Στα υπόλοιπα σημεία δειγματοληψίας του λιμανιού της Σούδας οι αποικίες που καταμετρήθηκαν είναι λίγες, ενώ στο σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό» σημειώθηκε η ύπαρξη μόλις μίας αποικίας.

Ο αριθμός των αποικιών E.coli στις 19/9/2008, είναι σχετικά μικρός σε όλα τα σημεία δειγματοληψίας με μεγαλύτερη τιμή τις 40 αποικίες/100ml που σημειώθηκε στο παλιό λιμάνι Χανίων στο σημείο δειγματοληψίας «Fortezza» σε βάθος 6m. Γενικά, η περιοχή της Σούδας παρουσίασε μικρότερο αριθμό αποικιών από το παλιό λιμάνι Χανίων, και στο σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό» δεν σημειώθηκε η ύπαρξη καμίας αποικίας.

Ο μεγαλύτερος αριθμός αποικιών εντεροκόκκου στις 19/9/2008, καταμετρήθηκαν στο παλιό λιμάνι Χανίων, σημειώνοντας μόλις 16 αποικίες/100 ml δείγματος, αποτέλεσμα που δείχνει ότι το επίπεδο μόλυνσης των υδάτων εκείνη την ημερομηνία είναι σχετικά χαμηλό. Κατά την ίδια ημερομηνία το λιμάνι της Σούδας σημειώνει ακόμα μικρότερο αριθμό αποικιών ενώ στο σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό» δεν σημειώθηκε καμία αποικία εντεροκόκκου (**Σχήμα 65**).



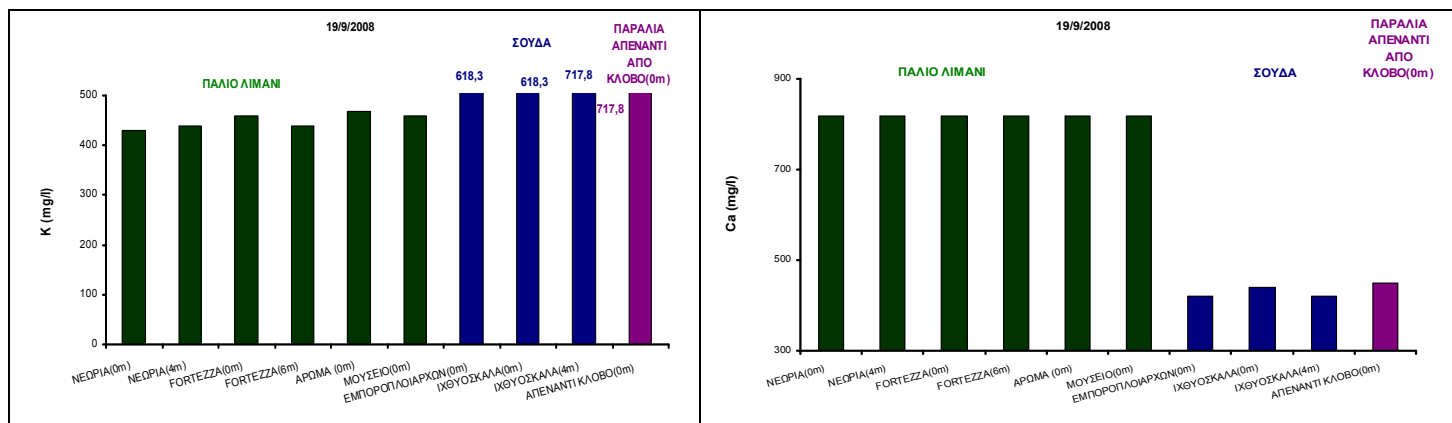
Σχήμα 65: Μεταβολή του αριθμού αποικιών (αποικίες/100ml) των ολικών κολοβακτηριδίων (Total coliforms), των E.coli και των εντεροκόκκων (S.faecalis) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Άρωμα» «Μουσειό» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων», «Ιχθυόσκαλα» και «Παραλίας απέναντι από κλωβό» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008.

Όσο αφορά τις συγκεντρώσεις του καλίου, παρατηρούμε πως τις μικρότερες συγκεντρώσεις τις σημειώνει το παλιό λιμάνι Χανίων με την μεγαλύτερη τιμή συγκέντρωσης να εντοπίζεται στο σημείο δειγματοληψίας «Άρωμα» φτάνοντας τα 468,9 mg/l, ενώ τις δύο μεγαλύτερες τιμές συγκέντρωσης τις εμφανίζουν το λιμάνι της Σούδας στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» στο δείγμα του βάθους του των 4m και στην συνέχεια το σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό» όπου και στα δύο μετρήθηκε η τιμή συγκέντρωσης 717,8 mg/l.

Οι συγκεντρώσεις του ασβεστίου ενώ παρουσιάζονται σχετικά σταθερές στο παλιό λιμάνι Χανίων και μάλιστα γύρω από μία τιμή που εμφανίζεται φυσιολογική

καθώς έχει σημειωθεί και σε άλλες επαναλήψεις παρόμοια τιμή, το λιμάνι της Σούδας εμφανίζει ελάχιστη τιμή 419,3 mg/l και μέγιστη τιμή 439,1 mg/l, τιμή που την προσεγγίζει και το σημείο δειγματοληψίας «Παραλία απέναντι από κλωβό» το οποίο σημειώνει 449 mg/l.

Οι σταθερές τιμές του ασβεστίου και του καλίου πιθανότατα συσχετίζονται με την φυσική διαδικασία διάβρωσης πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001) (Σχήμα 66).



Σχήμα 66: Μεταβολή της συγκέντρωσης των παραμέτρων καλίου (K (mg/l) και ασβεστίου (Ca (mg/l) σε δείγματα νερού από τα σημεία δειγματοληψίας «Νεώρια» «Fortezza» «Αρωμα» «Μουσείο» στην θαλάσσια περιοχή του παλιού λιμανιού Χανίων και από τα σημεία δειγματοληψίας «Εμποροπλοιάρχων», «Ιχθυόσκαλα» και «Παραλίας απέναντι από κλωβό» στην θαλάσσια περιοχή του λιμανιού Σούδας κατά την ημερομηνία δειγματοληψίας 19/9/2008.

Κεφάλαιο 7

7.1. Συζήτηση

7.1.1. Λιμάνι Σούδας

Ο κόλπος της Σούδας παρουσίασε φυσιολογικά επίπεδα διακύμανσης της θερμοκρασίας καθώς κατά μέσο όρο η θερμοκρασία στη θαλάσσια περιοχή μελέτης την θερινή και χειμερινή περίοδο ήταν 23,8°C και 15,5°C αντίστοιχα ενώ η χαμηλότερη τιμή της θερμοκρασίας των σημείων δειγματοληψίας την χειμερινή περίοδο ήταν 15,4°C και την θερινή 24,4°C, τιμές οι οποίες είναι γενικά όμοιες με εκείνες άλλων λιμανιών, όπως του λιμανιού της Καβάλας (Συλαίος et al.,2004). Δεν παρατηρήθηκε η ανάπτυξη θερμοκλινούς από τις μετρήσεις της θερμοκρασίας των σημείων δειγματοληψίας.

Το pH διατηρεί μια σταθερή τιμή γύρω στο 8,2 τιμή φυσιολογική για θαλάσσια δείγματα καθώς το pH των περισσοτέρων υδάτων σε ισορροπία με την ατμόσφαιρα είναι $8,2 \pm 0,1$ (Ξένος, 2000)

Η αλατότητα των υδάτων γενικά παρουσιάζει μια σταθερή τιμή κοντά στην μέση τιμή αλατότητας της Μεσογείου θάλασσας η οποία είναι γύρω στο $S=39$ (Ξένος, 2000) κατά τις ημερομηνίες αναλύσεων, γεγονός που είναι γενικά αναμενόμενο, καθώς δεν υπάρχουν μεγάλες εισροές γλυκού νερού στη περιοχή.

Η θολερότητα του νερού εμφανίζει μία αυξητική τάση μέσω των τιμών από τους θερινούς στους χειμερινούς μήνες δειγματοληψίας η οποία είναι δικαιολογημένη, καθώς το δείγμα λαμβανόταν σε μικρά βάθη κοντά στον πυθμένα ο οποίος ήταν αναταραγμένος εξαιτίας έντονου κυματισμού που επικρατούσε.

Το διαλυμένο οξυγόνο παρουσιάζει μια αυξητική τάση από τους θερινούς στους χειμερινούς μήνες στις τιμές του γεγονός που έχει εμφανιστεί και σε άλλα λιμάνια οικοσυστήματα και συνήθως αποδίδεται στην διεργασία της φωτοσύνθεσης από το φυτοπλαγκτόν που αναπτύσσεται λόγω των ευτροφικών συνθηκών που δημιουργούνται.

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο παρουσιάζει χαμηλές τιμές στο λιμάνι της Σούδας, και δεν υπονοεί κάποια σοβαρή μόλυνση των νερών.

Η εποχιακή διακύμανση των τιμών των θρεπτικών αλάτων και η εμφάνιση μέγιστων συγκεντρώσεων κατά τους χειμερινούς μήνες υποδεικνύει σαν πηγή ρύπανσης τις επιφανειακές απορροές που προέρχονται από την ενδοχώρα. Συγκεκριμένα, οι αυξημένες συγκεντρώσεις των νιτρικών αλάτων που συνηθέστερη πηγή τους είναι αυτή των νιτρικών λιπασμάτων, υποδεικνύουν σαν πηγή προέλευσης τις καλλιέργειες στην ευρύτερη λεκάνη απορροής του όρμου της Σούδας. Οι υψηλές συγκεντρώσεις φωσφορικών ιόντων συνήθως συνδέονται με αστικά λύματα καθώς υψηλές ποσότητες περιέχονται σε οικιακά και βιομηχανικά απορρυπαντικά.

Συγκρίνοντας τα εύρη συγκεντρώσεων των θρεπτικών συστατικών του κόλπου της Σούδας με εκείνα από άλλους ελληνικούς κόλπους που δέχονται παρόμοιες περιβαλλοντικές πιέσεις, όπως για παράδειγμα ο Σαρωνικός κόλπος, τα αποτελέσματα μπορούν να θεωρηθούν αρκετά ικανοποιητικά καθώς στον κόλπο της

Σούδας οι συγκεντρώσεις θρεπτικών συστατικών βρίσκονται σε χαμηλά επίπεδα, (Κατσανεβάκης et al., 2008).

Στην διάρκεια των αναλύσεων, οι συγκεντρώσεις νιτρικών ιόντων στο λιμάνι της Σούδας παρουσιάζουν χαμηλές συγκεντρώσεις κατά μέσο όρο.

Αντίστοιχη εικόνα εμφανίζει και τα αμμωνιακά ιόντα του οποίου οι συγκεντρώσεις δεν ξεπερνούν ούτε τα αυστηρά όρια που ισχύουν για το πόσιμο νερό των 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Οι συγκεντρώσεις των φωσφορικών ιόντων παρουσιάζουν σχετικά υψηλές τιμές καθώς όλες υπερβαίνουν τα 0,1 mg/l τιμή που θεωρείται κρίσιμη για την εκρηκτική ανάπτυξη των αλγών και εμφάνιση του φαινομένου του ευτροφισμού (Ξένος, 2000). Σε σύγκριση με την άλλη περιοχή μελέτης, τα ποσοστά συγκεντρώσεων είναι μικρότερα, γεγονός αναμενόμενο καθώς δέχεται μικρότερη ανθρωπογενή πίεση σε σχέση με τον ενετικό λιμένα Χανίων.

Τα θειικά ιόντα διατηρούν μια σταθερή τιμή που πιθανότατα οφείλεται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001).

Παρά το γεγονός ότι το 80% των λυμάτων της πόλης μεταφέρονται στον βιολογικό καθαρισμό της πόλης των Χανίων (Κατσανεβάκης et al., 2008), οι συγκεντρώσεις του μικροβιολογικού φορτίου βρέθηκαν αυξημένες κατά την χειμερινή περίοδο. Οι τιμές αυτές παρατηρήθηκαν στο σημείο δειγματοληψίας «Ιχθυόσκαλα» και τον ποταμό Μορώνη ο οποίος εκβάλει στον κόλπο της Σούδας και δεικνύουν ότι παρά τις προσπάθειες που γίνονται να συμπεριληφθεί ο συγκεκριμένος ποταμός στους προστατευόμενους υδροβιότοπους, φαίνεται να είναι αγωγός παράνομης απορροής λυμάτων από την ευρύτερη περιοχή που διασχίζει.

Όσο αφορά τις συγκεντρώσεις καλίου και ασβεστίου, αυτές παραμένουν σχετικά σταθερές καθώς οφείλονται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των μητρικών γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην περιοχή μελέτης.

7.1.2. Ενετικός Λιμένας Χανίων

Ο Ενετικός λιμένας Χανίων παρουσιάζει και αυτός αντίστοιχη συμπεριφορά θερμοκρασίας με το λιμάνι της Σούδας καθώς η μέγιστή μέση τιμή θερμοκρασίας ήταν 25,8°C στην αρχική μέτρηση και στην τελευταία δειγματοληψία η θερμοκρασία έφτασε τους 15,4°C κατά μέσο όρο.

Το pH εμφανίζει και σε αυτή την περιοχή μελέτης σταθερή και αναμενόμενη τιμή κοντά στην τιμή $8,2 \pm 0,1$, pH που εμφανίζουν τα περισσότερα ύδατα σε ισορροπία με την ατμόσφαιρα (Ξένος, 2000).

Η αλατότητα παρουσιάζει σταθερή τιμή λίγο χαμηλότερη από τον μέσο όρο της τιμή αλατότητας της Μεσογείου θάλασσας που είναι $S=39$ (Ξένος, 2000). Αυτό υποδεικνύει ότι δεν υπάρχουν μεγάλες εισροές γλυκού νερού στον κόλπο του παλιού λιμανιού.

Η θολερότητα παρουσιάζει κατά μέσο όρο χαμηλές τιμές εμφανίζοντας το παλιό λιμάνι Χανίων με σχετικά διαυγή νερά καθ' όλη την διάρκεια δειγματοληψιών, καθώς η περιοχή προστατεύεται από τις αναταράξεις του κυματισμού από τον τεχνητό λιμενοβραχίονα που καλύπτει όλο το λιμάνι της πόλης.

Το διαλυμένο οξυγόνο στο παλιό λιμάνι τόσο σε περιεκτικότητα (%), όσο και σε περιεκτικότητα mg/l, παρουσιάζει μια αυξητική τάση κατά την μετάβαση στους χειμερινούς μήνες δειγματοληψίας, η οποία οφείλεται στην πιο έντονη επαφή των επιφανειακών τμημάτων του νερού με τον αέρα κατά τους χειμερινούς μήνες λόγω αύξησης του επιφανειακού κυματισμού (Ξένος, 2000).

Το βιοχημικά απαιτούμενο οξυγόνο παρουσιάζει χαμηλές τιμές και στο λιμάνι Χανίων, συνεπώς δεν υπονοεί κάποια σοβαρή μόλυνση των νερών του.

Οι εποχικές μεταβολές στις συγκεντρώσεις των θρεπτικών συστατικών αφορούν τις αλλαγές στην χρήση του λιμανιού με το πέρασμα από τους πολυσύχναστους καλοκαιρινούς μήνες στους πιο ήρεμους χειμερινούς. Η μέση συγκέντρωση όλων των παραμέτρων παρουσιάζουν κάποια αύξηση τις χειμερινές περιόδους κάτι που μπορεί να οφείλεται σε αύξηση εισερχόμενων επιφανειακών απορροών διάμεσο αγωγών πιθανών λόγω αύξησης της βροχόπτωσης.

Οι συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων παρουσιάζουν χαμηλές και σταθερές τιμές καθ' όλη την διάρκεια των δειγματοληψιών, οι οποίες είναι χαμηλότερες από το όριο των 20 mg/l που ισχύει για τα θαλάσσια δείγματα (Ζανάκη, 2001).

Το αμμωνιακά ιόντα σημειώνουν και αυτό σταθερές και χαμηλές τιμές συγκεντρώσεων χωρίς να ξεπερνά τα αυστηρά όρια που ισχύουν για το πόσιμο νερό, καθώς το όριο του αμμωνιακού αζώτου για το πόσιμο νερό είναι 0,5 mg/l σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία (Εφημ. Ευρώπ. Κοιν 30-8-1980).

Τα θειικά ιόντα και αυτά κρατάνε μια σχετικά σταθερή τιμή γύρω στις 4000 mg/l, χωρίς μεγάλες διακυμάνσεις, τιμή που πιθανότατα οφείλεται στην φυσική αποσάθρωση πετρωμάτων (Ζανάκη, 2001).

Γενικά οι διακυμάνσεις των συγκεντρώσεων των θρεπτικών συστατικών είναι εντός ορίων και σε πιο χαμηλά επίπεδα από αυτά της Σούδας.

Παρά το γεγονός ότι πόλη των Χανίων είναι συνδεδεμένη με το αποχετευτικό δίκτυο και τον βιολογικό καθαρισμό ενώ ταυτόχρονα οι αγωγοί που παλιά εκβάλλανε στο λιμάνι θεωρούνται κλειστοί, η μόλυνση των υδάτων είναι αδιαμφισβήτητη.

Πολλές φορές, τοπικά ξεπεράστηκαν τα νομοθετημένα όρια για τα νερά κολύμβησης ενώ σαν μέσο όρο τιμών από όλα τα σημεία δειγματοληψίας του λιμανιού οι συγκεντρώσεις που μετρήθηκαν κατά την πρώτη δειγματοληψία τόσο στα ολικά κολοβακτηρίδια όσο και στα *S. faecalis*, υποδεικνύει σοβαρή μόλυνση των υδάτων, κάτι που επιβεβαίωσε ο αριθμός αποικιών των *E coli* ο οποίος ξεπερνούσε το θεσμοθετημένο όριο για τα νερά κολύμβησης. Ίδια είναι η εικόνα που παρουσιάζει μέσος όρος του λιμανιού και κατά την τρίτη δειγματοληψία.

Η παρατήρηση πως γενικά οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις μικροβιολογικού φορτίου εμφανίζονται σε δείγματα που προέρχονται από τα χαμηλότερα βάθη δειγματοληψίας μπορεί να δικαιολογηθεί από τα αστικά λύματα τα οποία πιθανόν να καταλήγουν στο λιμάνι μέσω παλαιότερων αγωγών που δεν έχουν συνδεθεί ακόμα με το αποχετευτικό δίκτυο.

Οι συγκεντρώσεις καλίου κα ασβεστίου και στο λιμάνι της πόλης των Χανίων παρουσιάζουν μικρές διακυμάνσεις καθώς οφείλονται στην φυσική διαδικασία αποσάθρωσης των μητρικών γεωλογικών σχηματισμών που εμφανίζονται στην ευρύτερη περιοχή μελέτης.

7.1.3. Γενική εικόνα και των δύο λιμανιών - Συμπεράσματα

Παρά την περιβαλλοντική πίεση που δέχονται και οι δύο περιοχές μελέτης, οι οποίες προέρχονται από διαφορετικές δραστηριότητες που αναπτύσσονται σε κάθε μία, η γενική εικόνα των δύο λιμανιών είναι σχετικά καλή.

Κρίνεται απαραίτητη παρ' όλα αυτά, η περαιτέρω επέκταση και σύνδεση του αποχετευτικού δικτύου και στα δύο λιμάνια, καθώς σε αυτά εντοπίζονται ίχνη μόλυνσης των υδάτων από αστικά λύματα.

Επίσης παρατηρούνται ίχνη ρύπανσης από θρεπτικά συστατικά, οι συγκεντρώσεις των οποίων πρέπει να διατηρηθούν σε χαμηλά επίπεδα έτσι ώστε να μην προκληθεί ευτροφισμός των υδάτων στα κλειστά αυτά λιμάνια οικοσυστήματα.

Παράδειγμα προς μίμηση για το λιμάνι της Σούδας αποτελεί το λιμάνι του Πειραιά το οποίο εφαρμόζει ήδη από το 2004, το Σύστημα Περιβαλλοντικής Επισκόπησης PERS (Port Environmental Review System), το οποίο δημιουργήθηκε από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό ECOPORTS Foundation και υποστηρίζεται από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Λιμένων (European Sea Ports Organization – ESPO) και το 2009 απέκτησε το σχετικό πιστοποιητικό, σύμφωνα με την αναβαθμισμένη έκδοση του PERS.

Παρόλο που το PERS δεν αναφέρεται ως σύστημα περιβαλλοντικής διαχείρισης η ως σύστημα διασφάλισης ποιότητας εμπεριέχει στην διαδικασία του διαδικασίες πρότυπου ποιότητας και έρχεται να καλύψει τις ειδικές ανάγκες των λιμένων σε ζητήματα διασφάλισης ποιότητας στον τομέα του περιβάλλοντος (Λαμπιρίδης 2008). Το λιμάνι της Θεσσαλονίκης έχει επίσης λάβει πιστοποίηση PERS 2003.

Η εφαρμογή περιβαλλοντικού management στην περιοχή κρίνεται απαραίτητη καθώς αποτελεί την απάντηση για την περιβαλλοντική προστασία κάθε εμπορικού λιμένα, με σκοπό την προστασία του ευαίσθητου οικοσυστήματος και την αειφόρο ανάπτυξη της περιοχής σε αρμονία με το περιβάλλον.

Απαραίτητη κρίνεται η συνέχεια των προσπαθειών προστασίας του ποταμού Μορώνη καθώς αποτελεί ένα ευαίσθητο και πολύ ιδιαίτερο οικοσύστημα της περιοχής

Η προστασία του ιστορικού ενετικού λιμένα, που αποτελεί στολίδι για την πόλη των Χανίων είναι απαραίτητη να συνεχιστεί καθώς παραμένει ένα από τα ωραιότερα λιμάνια της Ελλάδος, και αποτελεί καθρέπτη της ιστορίας της πόλης των Χανίων.

Καταλήγοντας, πρέπει να τονιστεί πως είναι απαραίτητη η διασφάλιση αειφόρου ανάπτυξης των ευαίσθητων λιμανιών περιοχών, καθώς οι καιροί έχουν αλλάξει. Έως πρόσφατα ο άνθρωπος προσπαθούσε να προφυλαχτεί στα λιμάνια από τις δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος, αλλάζοντας τα προς προσωπικό του όφελος. Στις μέρες μας είναι απαραίτητη η διαφύλαξη των περιβαλλοντικών ισορροπιών, από τις πιέσεις που προέρχονται από τις ποικίλες ανθρωπογενείς δραστηριότητες που αναπτύσσονται πλησίον αυτών, εφαρμόζοντας στρατηγικές και μεθόδους που αποσκοπούν στην αειφόρο ανάπτυξη μέσω της διασφάλισης του φυσικού περιβάλλοντος.

Βιβλιογραφία

Από βιβλίο

- Αδριανάκης, Μ., (1997).** *Η παλιά πόλη των Χανίων*, Εκδόσεις Αδάμ, Αθήνα.
- Βλάχος, Γ. Π., (2007).** *Εμπορική ναυτιλία και θαλάσσιο περιβάλλον*, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλης, Αθήνα, σ 695
- Camp & Daugherty, (1998).** *Διαχείριση Φυσικών Πόρων*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, σ.279
- Ζανάκη, Κ., (2001).** *Έλεγχος ποιότητας νερού*, Εκδόσεις Ίων, Αθήνα, σ.508
- Ξένος, Κ. Δ., (2000).** *Χημική ωκεανογραφία*, Μακεδονικές εκδόσεις, σ .450
- Λέκκας, Ε., (2000).** *Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές*, Εκδόσεις Access, Αθήνα, σ.278
- Σακελλαριάδου, Φ.Ν.,(2007).** *Ωκεανογραφία*, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλης, Αθήνα, σ.354
- Σπανάκη, Σ. Γ.,** *Η Κρήτη: Τουριστικός-Ιστορικός Αρχαιολογικός οδηγός*, β' τόμος, Εκδόσεις Βαγγέλη Απ. Σφακιανάκη, Ηράκλειο Κρήτης, σ.419
- Σταυρουλάκης Γ.,(2007).** *Εγχειρίδιο εργαστηρίου: Τεχνολογία Ελέγχου Ποιότητας Νερού.*
- Στουρνάρας, Γ.Κ., (2007).** *Νερό: Περιβαλλοντική διάσταση και διαδρομή*, Εκδόσεις Τζιόλα, Θεσσαλονίκη, σ.664
- Τσελέντης, Β., (2008).** *Διαχείριση θαλάσσιου περιβάλλοντος και ναυτιλία*, Εκδόσεις Αθ.Σταμούλης, Αθήνα, σ.436
- Τσιούρης, Σ. Ε., (2001).** *Θέματα προστασίας του περιβάλλοντος*, Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, σ.349
- Φυτιάνου, Κ., (1996).** *Η ρύπανση των θαλασσών*, Εκδόσεις University studio press, Θεσσαλονίκη, σ.337

Από διδακτορική εργασία

Λαμπιρίδης Χ.Δ. (2008)

<http://digilib.lib.unipi.gr/dspace/bitstream/unipi/2463/3/Lampridis.pdf>

Από περιβαλλοντικές μελέτες

Κατσανεβάκης Σ. (2008). *Διερεύνηση υφισταμένης περιβαλλοντικής κατάστασης του κόλπου της Σούδας* Τμήμα Βιολογίας και Τμήμα Χημείας Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών , μελέτη που εκπονήθηκε για τον δήμο Σούδας, σ. 179

Από πτυχιακή εργασία

Αθανασίου, Δ., Μαρουλάκη, Στ., (2004). *Χημική μελέτη του υδατικού περιβάλλοντος στο Ενετικό λιμάνι των Χανίων*, Φ.Π.Π ,Τ.Ε.Ι Χανίων Κρήτης,σ.55

Από περιοδικό

Sylaios, G., Stamatis N. Kallianotis A., Vidoris P. xxx: 1–23 (2004). *Monitoring Water Quality and Assessment of Land-Based Nutrient Loadings and Cycling in Kavala Gulf*, Water resources management, p.23

Mitchell, J.G., (1999). *Η πετρελαιοκηλίδα του Exxon Valdez: Δέκα χρόνια μετά την καταστροφή* National Geographic Ελλάδα Τομ.2 Νο3 156-175.

Από άρθρο

Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας ΦΕΚ 438B/3-7-1988
«Απαιτούμενη ποιότητα των επιφανειακών νερών που προορίζονται για «πόσιμα», «κολύμβηση», «διαβίβηση ψαριών σε γλυκά νερά», και «καλλιέργεια και αλιεία οστρακοειδών» μέθοδοι μέτρησης, συχνότητα δειγματοληψίας, και ανάλυση των επιφανειακών νερών που προορίζονται για πόσιμα» σε συμμόρφωση με τις οδηγίες του Συμβουλίου των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων 75/440, 76/160, 78/659, 79/923, και 79/869 (ΚΥΑ 46399/1352/1988)



**Προσδιορισμός του επιπέδου ρύπανσης στον εμπορικό
λιμένα της Σούδας και στον Ενετικό λιμένα Χανίων**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Μήνου Αντωνία

Επιβλέπων : Δρ Γ Σταυρουλάκης
Καθηγητής

Επιτροπή Αξιολόγησης : Παπαφιλιππάκη Ανδρονίκη (MSc)
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Μαυροκεφαλίδου Ελένη
Εργαστηριακός Συνεργάτης

Ημερομηνία παρουσίασης

Αύξων Αριθμός Πτυχιακής Εργασίας : 34